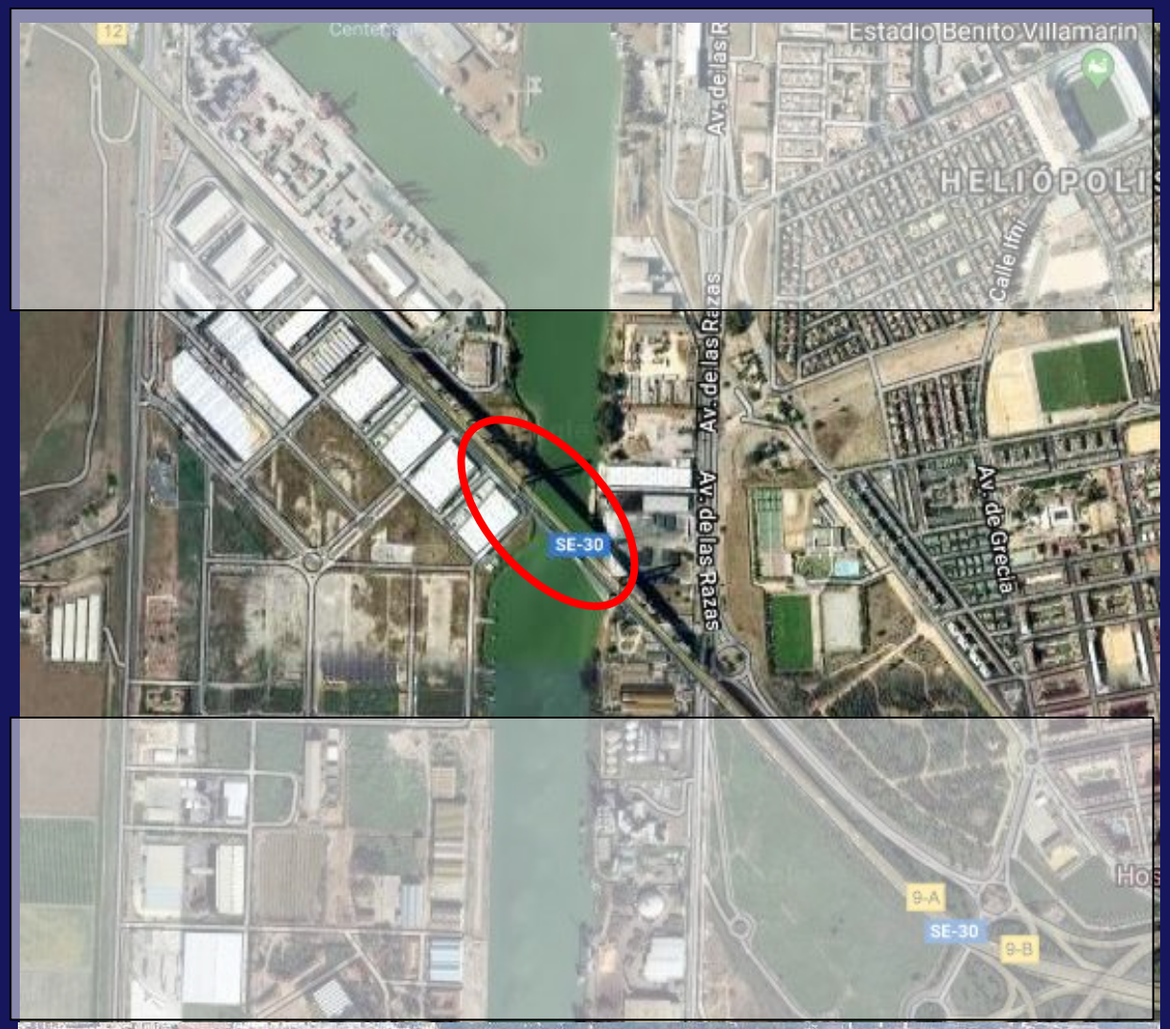





GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE FOMENTO

SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA

SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS

DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS

DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCIA OCCIDENTAL

TIPO DE ESTUDIO:

# PROYECTO DE TRAZADO

TIPO DE PROYECTO:

## ACTUACIÓN ESPECÍFICA

# SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K. 12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA

| CLAVE: | CARRETERA: | PUNTOS KILOMÉTRICOS: |
|---|---|---|
| T4-SE-5090 | AUTOVÍA S-30 | 10 + 000 AL 12 + 000 |

| TERMINOS MUNICIPALES: | PROVINCIA: |
|---|---|
| SEVILLA | SEVILLA |


INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO:

EMILIO ASENSIO GARCÍA

INGENIEROS AUTORES DEL ESTUDIO:

JOSÉ ROMO MARTÍN

LUIS MATUTE RUBIO


## TOMO I

DOCUMENTOS QUE INCLUYE:

**DOCUMENTO Nº1. MEMORIA Y ANEJOS**

**MEMORIA,**

**ANEJOS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 11, 12, 13, 14, 18 Y 19**


EMPRESA CONSULTORA:

FHECOR Ingenieros Consultores

IDEAM TYLIN INTERNATIONAL GROUP



FECHA DE REDACCIÓN: DICIEMBRE 2019

PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN (SIN IVA): 84.402.590,12 €

PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN (CON IVA): 102.127.134,05 €

# Índice

TOMO I

DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA Y ANEJOS

MEMORIA
ANEJOS A LA MEMORIA
Anejo nº1.- Antecedentes.
Anejo nº2.- Ajuste a la orden de estudio.
Anejo nº3.- Cumplimiento Orden FOM/3317/2010.
Anejo nº4.- Cumplimiento instrucciones de la DGC.
Anejo nº5.- Coordinación con el sector de conservación integral.
Anejo nº6.- Cartografía, topografía y replanteo.
Anejo nº8.- Efectos sísmicos.
Anejo nº11.- Estudio de tráfico.
Anejo nº12.- Estudio geotécnico.
Anejo nº13.- Estudio geotécnico cimentación de estructuras.
Anejo nº14.- Trazado, reordenación de accesos y reposición de caminos
Anejo nº18.- Estructuras.
Anejo nº19.- Soluciones propuestas al tráfico durante la ejecución de las obras.

TOMO II

Anejo nº24.- Coordinación con otros organismos.
Anejo nº25.- Expropiaciones e indemnizaciones.
Anejo nº26.- Reposición de servicios afectados.
DOCUMENTO Nº2. PLANOS
DOCUMENTO Nº3. PRESUPUESTO

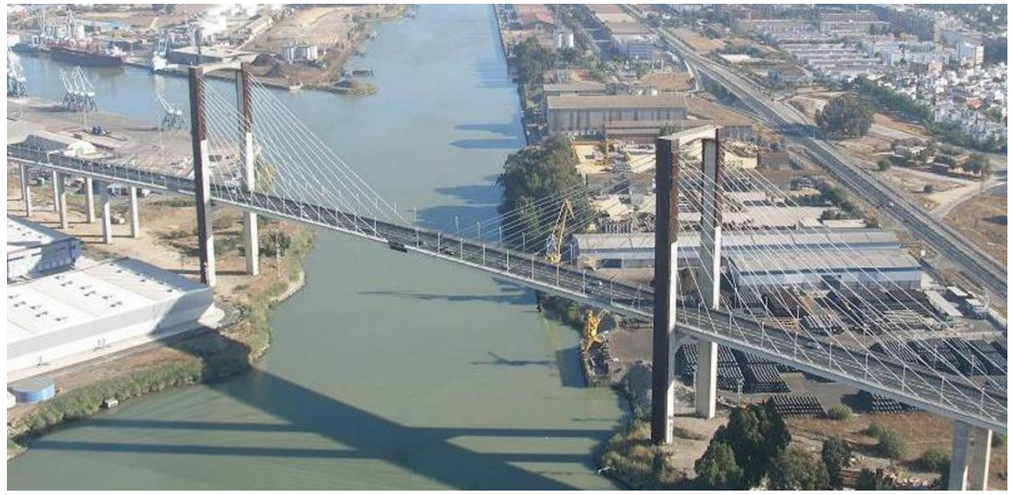
GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA

SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS

DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS

DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCIA OCCIDENTAL



# DOCUMENTO Nº 1.- MEMORIA Y ANEJOS
# MEMORIA

FHECOR Ingenieros Consultores

IDEAM TYLIN INTERNATIONAL GROUP

DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA Y ANEJOS

# MEMORIA

# INDICE

1 ANTECEDENTES ..... 5
2 OBJETO DEL PROYECTO DE TRAZADO ..... 5
3 SITUACIÓN ACTUAL ..... 5
3.1 INTRODUCCIÓN ..... 5
3.2 DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA EXISTENTE ..... 6
4 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO ..... 8
4.1 DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ESTRUCTURAL ..... 8
4.2 COORDINACIÓN CON EL SECTOR DE CONSERVACIÓN INTEGRAL ..... 9
4.3 CARTOGRAFÍA, TOPOGRAFÍA Y REPLANTEO ..... 9
4.4 EFECTOS SÍSMICOS ..... 9
4.5 ESTUDIO DE TRÁFICO ..... 9
4.6 GEOTECNIA Y CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURAS ..... 9
4.7 TRAZADO ..... 10
4.8 ESTRUCTURAS ..... 10
4.9 SOLUCIONES AL TRÁFICO DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS ..... 10
4.10 COORDINACIÓN CON OTROS ORGANISMOS (INFORMACIÓN OFICIAL) ..... 10
4.11 EXPROPIACIONES E INDEMNIZACIONES ..... 10
4.12 REPOSICIÓN DE LOS SERVICIOS AFECTADOS ..... 10
5 JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA ..... 11
6 NECESIDAD DE SOMETER EL PROYECTO A INFORMACIÓN PÚBLICA ..... 11
7 TRAMITACIÓN AMBIENTAL DEL PROYECTO ..... 11
8 CUMPLIMIENTO DE LAS INSTRUCCIONES DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS 11
9 CUMPLIMIENTO DE LA ORDEN FOM/3317/2010 DE EFICIENCIA ..... 11
10 PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN Y PRESUPUESTO DE INVERSIÓN ..... 11
11 DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO DE TRAZADO ..... 12
CONSIDERACIONES FINALES ..... 13

# 1 ANTECEDENTES

A continuación se relacionan por orden cronológico los antecedentes administrativos que justifican la redacción de este Proyecto, antecedentes que se analizan en el Anejo 1.

En agosto de 2018, el Secretario de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda, aprobó la Declaración de Emergencia, solicitada por la Demarcación de Carreteras del Estado en Andalucía Occidental, para los trabajos de inspección especial y evaluación del nivel de seguridad del Puente del Centenario de la autovía SE-30, debido a las patologías que presentaban los tirantes del mismo. Dentro las actuaciones que se solicitaban acometer se incluye la elaboración de un documento a nivel de Anteproyecto en el que se analice la viabilidad técnica y económica de la sustitución de tirantes que, dado la intensidad de tráfico que soporta el puente, sea compatible con mantener el tráfico rodado, con la alternativa de ubicarlos exteriormente a la plataforma actual para permitir un mejor aprovechamiento de esta, y que además sea compatible con posibles ampliaciones futuras de la plataforma de la estructura.

La solicitud de declaración de emergencia de los trabajos se apoyaba en el informe “Puente del Centenario sobre el río Guadalquivir en Sevilla. Informe de Evaluación y Propuesta de Reparación”, de mayo de 2018, redactado por la UTE INTEMAC-FHECOR, como parte del contrato de servicios para la “Realización de Inspecciones Especiales, Proyectos e Informes en Obras de Paso de la Red de Carreteras del Estado, 11º Itinerario Zona Sur” para la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento,

En febrero de 2019 la UTE FHECOR-IDEAM remite a la Demarcación de Carreteras del Estado en Andalucía Occidental el “Anteproyecto de Sustitución de Tirantes del Puente del Centenario situado entre el P.K. 10+000 y el P.K. 12+000 de la autovía SE-30 en Sevilla”,

El 15 de abril de 2019 la Demarcación de Carreteras del Estado en Andalucía Occidental solicita la Declaración de las Obras de Emergencia “Monitorización continua y trabajos previos para la sustitución de tirantes del puente del Centenario situado entre los P.P.K.K. 10 y 12 de la autovía SE-30. Provincia de Sevilla” debido a que dichas actuaciones son imprescindibles e inaplazables para garantizar la adecuada seguridad y servicio público del tramo atirantado del Puente del Centenario.

Dicha solicitud se apoya en el Anteproyecto anterior y los siguientes informes, todos ellos redactados en cumplimiento de la Declaración de Emergencia de agosto 2018:

- Informe sobre Inspección Especial de Tirantes. Evaluación del Nivel de su Seguridad, redactado por la empresa consultora FHECOR con fecha 22 de febrero de 2019.
- Informe sobre Propuesta de Actuaciones Inmediatas derivadas de la Inspección Especial de Tirantes, redactado por la empresa consultora FHECOR con fecha 22 de febrero de 2019.

A la luz de los resultados de los trabajos de inspección especial y de evaluación del nivel de seguridad del puente del Centenario, el Ministerio de Fomento ha decido subsanar la situación de grave peligro del puente y con fecha abril de 2019 el Secretario de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda aprobó la declaración de emergencia, solicitada por la Demarcación de Carreteras del Estado en Andalucía Occidental, para las obras de monitorización continua y los trabajos previos para la sustitución de tirantes del puente del Centenario. Dicha resolución incluye la realización de los siguientes trabajos:

- Sistema de monitorización continua en el puente
- Estudio de soluciones al tráfico en caso de incidencia
- Ejecución de las conexiones provisionales previstas en el Anteproyecto; por un lado la conexión del viario del Puerto de Sevilla con la nueva autovía SE-40 y por otro un ramal de salida en el enlace de Puerto Oeste que saliendo de la calzada izquierda de la SE-30 conecte con la carretera de la esclusa.
- Redacción del correspondiente proyecto de construcción de sustitución de tirantes.

Con fecha 8 de mayo de 2019 se emite la resolución de la Dirección General de Carreteras por la que se aprueba la orden de estudio del Proyecto de Construcción de clave 33-SE-5170: “Mejora del acceso al Puerto Oeste de Sevilla desde la SE-30”.

Con fecha 31 de mayo de 2019 se emite la resolución de la Dirección General de Carreteras por la que se aprueba la orden de estudio del Proyecto de Construcción de clave 33-SE-5180: Emergencia trabajos previos para la sustitución de tirantes del Puente del Centenario, Conexión Provisional de Acceso Sur al Puerto de Sevilla desde SE-40”.

Con fecha 22 de noviembre de 2019 se emite resolución de la Subdirección General de Proyectos de la Dirección General de Carreteras (SGP-DGC), por la que se asigna clave a los proyectos de trazado y construcción "Sustitución de los tirantes del Puente del Centenario, situado entre el p.k. 10+000 y 12+000 de la autovía SE-30 en Sevilla".

# 2 OBJETO DEL PROYECTO DE TRAZADO

El objeto de este Proyecto de Trazado es recogen los aspectos geométricos y de definición de los bienes y derechos afectados por la Sustitución de los Tirantes del Puente del Centenario, situado entre el p.k. 10+000 y el p.k.12+000 de la autovía SE-30 en Sevilla, con el fin de ser sometido a información pública y minimizar el tiempo de redacción del Proyecto de Construcción.

Este Proyecto de Trazado, junto con las prescripciones incluidas en su aprobación definitiva y el expediente de información pública, se tomará como base para redactar el Proyecto de Construcción donde se desarrollar, con el grado de detalle suficiente, la alternativa propuesta en el Anteproyecto Sustitución de Tirantes del Puente del Centenario, situado entre el p.k. 10+000 y el p.k.12+000 de la autovía SE-30 en Sevilla de febrero de 2019, redactado, bajo la dirección de la Demarcación de Carreteras del Estado en Andalucía Occidental, en el marco de los trabajos de Inspección Especial y Evaluación del Nivel de Seguridad del Puente del Centenario.

# 3 SITUACIÓN ACTUAL

## 3.1 INTRODUCCIÓN

El puente del Centenario se localiza en el km 10 de la ronda de circunvalación de Sevilla SE-30, permitiendo salvar el obstáculo que supone la presencia del canal de navegación Alfonso XIII a través del cual el tráfico portuario accede a las distintas instalaciones, muelles y terminales que posee el puerto de Sevilla. El Centenario es el puente que se sitúa más aguas abajo del río Guadalquivir hasta que éste alcanza el golfo de Cádiz a unos 80 km del puente, lo que hace de él una infraestructura estratégica para movilidad de la región.

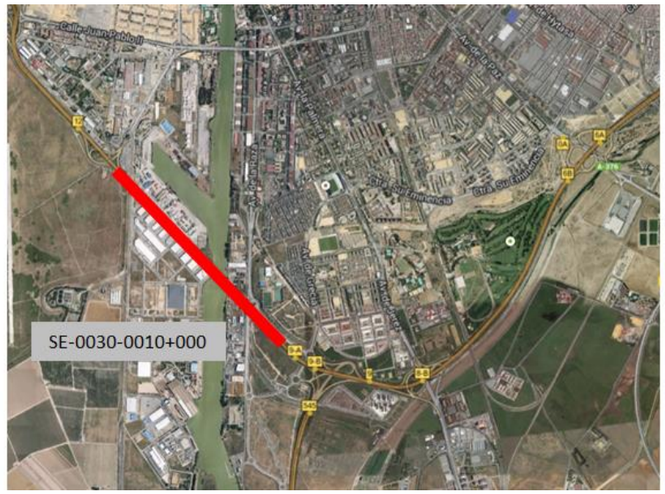



*Figura 1. Ubicación del Puente del Centenario*

Según los datos del Mapa de Tráfico de 2017 editados por el Ministerio de Fomento, la IMD total de la estación de cobertura indicada asciende a 101.547 vehículos/día, con un porcentaje de pesados del 10%.

La intensidad del tráfico que soporta, su envergadura ya que presenta un gálibo vertical de unos 43 m, su tipología de puente atirantado y los 256 m de luz del vano principal hacen del puente una infraestructura crítica.

Por otra parte, el puente del Centenario, prácticamente desde su origen, constituye un punto de estricción de la SE-30, ya que, en la zona del tramo atirantado, la sección del puente se reduce de 6 a 5 carriles. Este estrechamiento de la sección transversal unido a la pendiente de las rampas de acceso y al importante porcentaje de pesados, hacen que la SE-30 en esta zona tenga frecuentemente retenciones y accidentes.



*Figura 2. Vista del puente del Centenario*

El tramo atirantado del Puente del Centenario discurre íntegramente sobre terrenos del Puerto de Sevilla, por lo que las labores de sustitución de los tirantes deben coordinarse con la Autoridad Portuaria.

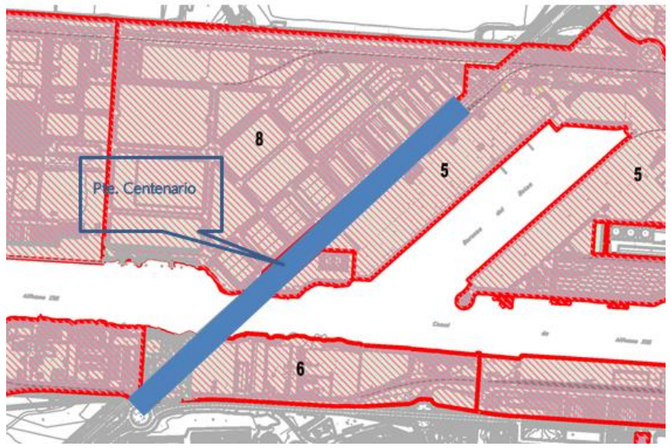



*Figura 3. Distribución de áreas portuarias en las inmediaciones del puente del Centenario (Fuente: Autoridad Portuaria de Sevilla)*

## 3.2 DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA EXISTENTE

El Puente del Centenario se encuentra situado entre el P.K. 10+000 y el P.K. 12+000 de la Autovía de Circunvalación de Sevilla SE-30, y salva el río Guadalquivir al sur de la ciudad.

El puente consta de tres zonas bien diferenciadas, dos viaductos de acceso y un viaducto central atirantado.

El puente fue construido entre 1989 y 1991, como parte de las infraestructuras construidas en Sevilla con motivo de la celebración de la Exposición universal de 1992.

El tramo atirantado, objeto de Anteproyecto de sustitución de tirantes, está compuesto por 5 vanos, entre las pilas P12 y P17, y tiene la siguiente distribución de luces: 47,978 + 101,954 + 264,880 + 101,954 + 47,978 m. La longitud total de este tramo es de 564,744 m.

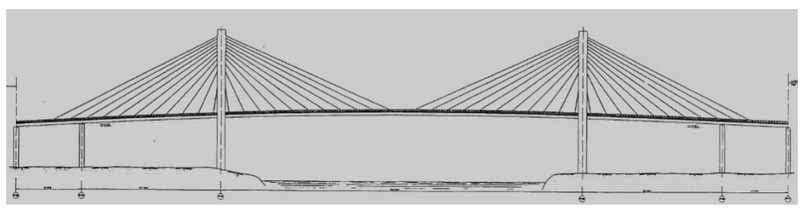


*Figura 4. Alzado del tramo atirantado*

La sección transversal del tablero está formada por 2 vigas cajón laterales de 2,50 m de canto, continuas en toda la longitud del tramo atirantado. Entre estas vigas laterales se tienen unas vigas transversales dispuestas cada 12,00 m. Esta distancia es igual a la de los puntos de anclaje de los tirantes en el tablero, con los que coindicen. Las vigas transversales están empotradas a los cajones laterales y sobre ellas se apoyan 5 vigas prefabricadas de sección doble T y 0,82 m de canto. Sobre el emparrillado formado por las vigas laterales y las vigas transversales se tiene una losa superior de

0,20 m de espesor, cuya cota superior está enrasada con la cara superior de la losa superior de los cajones laterales. El ancho total del tablero es de 22,00 m.

El tablero apoya en las pilas laterales, P12 y P17, y en las intermedias, P13 y P16. El tablero pasa sin apoyar sobre el travesaño de las pilas del vano central, P14 y P15.

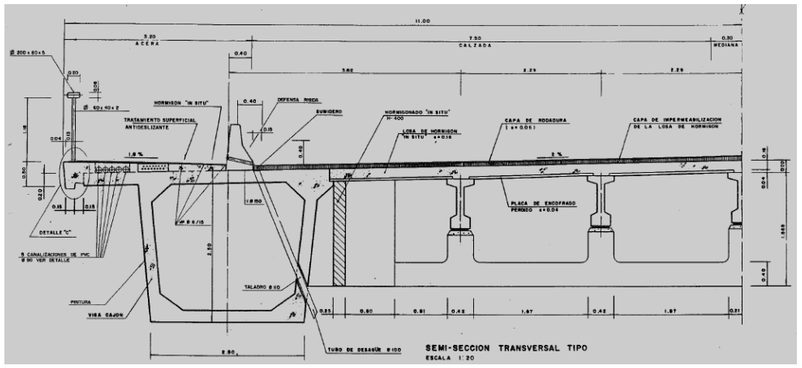



*Figura 5. Semi-sección transversal del tramo atirantado*

El sistema de atirantamiento está formado por 22 parejas de tirantes en cada pila, 88 tirantes en total. Los tirantes están dispuestos con una configuración clásica arpa – abanico. Los tirantes tienen su anclaje en el tablero, y el anclaje activo en las pilas.

Los tirantes están formados por cordones de pretensado inyectados con lechada. El número de cordones por tirante varía entre 32 y 78 cordones, según la inclinación del tirante.

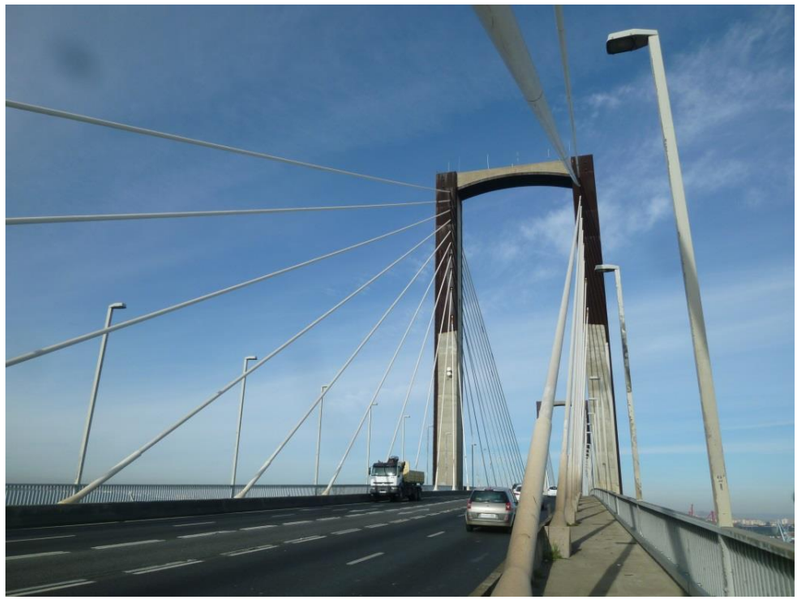


*Figura 6. Vista de la P14 y de su atirantamiento desde la plataforma en el vano 13.*

Las pilas P12, P13, P16 y P17 del tramo atirantado tienen están formadas por un pórtico de hormigón, con dos fustes verticales y un dintel superior de canto variable. Las pilas están cimentadas sobre cuatro pantallas por fuste.

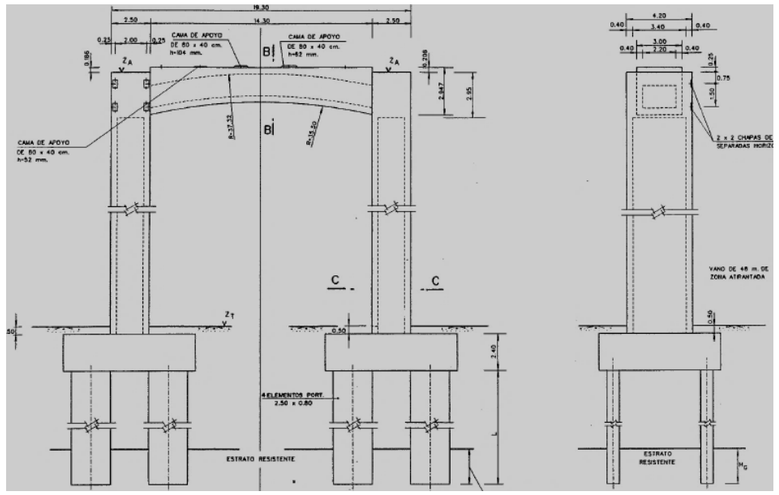



*Figura 7. Pilas pórtico (laterales e intermedias)*

Las pilas principales P14 y P15 son sendos por pórticos, formados por dos fustes verticales mixtos, un travesaño intermedio, situado bajo el tablero, y un dintel superior mixto. La cimentación de las pilas se realizó mediante con cinco pantallas por fuste. La altura aproximada del tablero con respecto a la cimentación de las pilas es de unos 40 m y la altura total de las pilas es de unos 104 m.

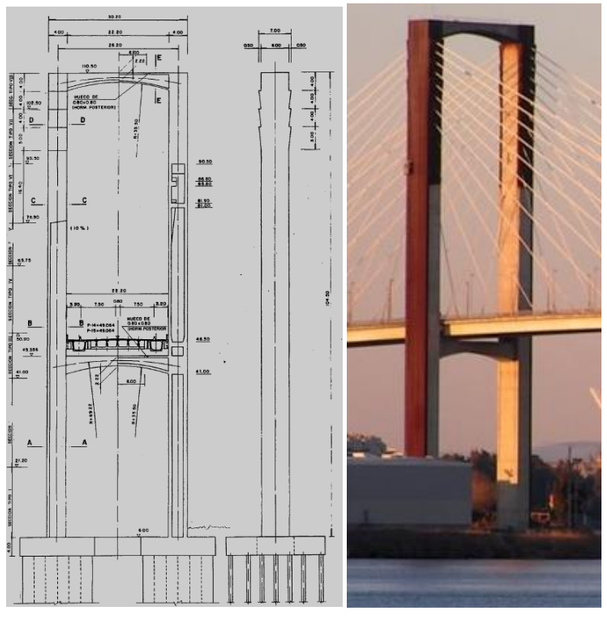


*Figura 8. Pila del vano principal.*

Por sus dimensiones y sus implicaciones funcionales cabe destacar las juntas modulares de 800 mm de recorrido que permiten la continuidad de la calzada entre el tramo atirantado y los viaductos de acceso. Estas juntas no se disponen en las aceras laterales



*Figura 9. Vistas superior e inferior de las juntas modulares del Puente del Centenario.*

Estas juntas modulares formadas por nueve vigas longitudinales o travesaños que puentean el hueco entre tableros. Sobre los travesaños apoyan nueves perfiles metálicos transversales o largueros que permiten configurar la superficie de paso. El apoyo de los largueros sobe los travesaños se realiza mediante un sistema formado por una gaza antilevantamiento y doble apoyos de neopreno superior e inferior. Los largueros son perfiles con doble ala superior lo que permite alojar láminas de neopreno plegadas para sellar el hueco entre largueros.

# 4 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

## 4.1 DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ESTRUCTURAL

### Tablero

Bajo el tablero actual, y coincidente con las riostras transversales del mismo, se disponen 42 costillas metálicas de 33,8 m de longitud, 1,5 m de ancho y 1,5 m de canto mínimo. En el caso de las riostras sobre las pilas de retenida (pilas 13 y 16) se dispone doble costilla, una situada a 3,25 m a PK+ de la riostra y otra a 3,25 m a PK-.

En los extremos de estas costillas se sitúan los anclajes de los nuevos planos de tirantes. La separación entre los nuevos planos de tirantes es de 32,1 m. El tablero actual queda apoyado en las nuevas costillas a través de sus vigas cajón laterales mediante aparatos de apoyo de neopreno confinado tipo POT multidireccionales.

La transmisión de la componente longitudinal de los tirantes a las vigas cajón laterales del tablero actual se resuelve mediante una celosía metálica formada por sendos planos de diagonales exteriores y montantes transversales interiores.

Las costillas metálicas se encuentran unidas en grupos de 3 o 4 riostras mediante sendas vigas metálicas laterales. De esta forma no se producen variaciones tensionales en las vigas metálicas y en las vigas cajón del tablero actual debido a deformaciones diferenciales por efectos térmicos y reológicos y se resuelve estructuralmente la situación accidental de una posible rotura de uno de los tirantes.

Una vez dispuesto los nuevos tirantes y retirados los existentes, la plataforma actual de 21,4 m del tablero quedaría formada por dos pretiles laterales con nivel de contención H4b de 0,7 m, dos arcenes de 0,2 m, tres carriles por sentido de 3,3+3,0+3,0 m, dos arcenes centrales de 0,15 m y una barrera en mediana de 0,7 m.

El sobreancho del tablero se completa con dos aceras de mantenimiento de 1,5 m y dos áreas laterales de 4,7 m.

Adicionalmente, se ha previsto en los vanos laterales unos apartaderos de emergencia de 90 m de longitud y en el centro del vano principal sendos apartaderos de conservación y explotación de 45 m de longitud.

### Pilas principales 14 y 15

El tramo atirantado cuenta con dos pilonos de 102 m de altura y están constituidos por dos fustes verticales que se conectan por medio de dos dinteles, uno bajo el tablero y otro a nivel de coronación, ambos de sección hueca variable. Dichos fustes están separados entre sí 22.20 m y están constituidos por una estructura mixta: un cajón de hormigón al que se conecta un recubrimiento metálico en la zona de anclaje de los tirantes y en toda la altura de las caras exteriores de los fustes. Este recubrimiento metálico también se encuentra en el dintel superior del pilono, lo cual lo diferencia del dintel inferior.

Se va a realizar una ampliación de los fustes de los pilonos consistente en adosar un cajón metálico de 1,70 m x 5,60 m, que irá separado del pilono actual 0,10 m para absorber imperfecciones de la chapa lateral del pilono actual. Desde la base del tablero hasta la cota +66 la sección ampliada será mixta, mientras que a partir de la cota +66 se tendrá un cajón hueco.

La cimentación actual de los pilonos consiste en dos encepados rectangulares unidos mediante una viga riostra y empotradas con 5 y 7 pantallas rectangulares en cada encepado de pilonos 14 y 15 respectivamente. Para el anclaje de la ampliación de los fustes en la cimentación se ejecutaran sobre los encepados dos nuevas pre-zapatas de hormigón pretensado unidas mediante una nueva viga riostra centradora. Las pre-zapatas comporten su canto máximo de 4.00 metros con la viga y tiene sus caras superiores ataluzadas.

### Pilas de retenida 13 y 16

Las pilas de retenida P13 y P16 están formadas por una pila pórtico con dos fustes y un dintel de sección variable sobre el que apoya el tablero.

La actuación en las pilas de retenida consiste en:

- Recrecido transversal de los fustes de las pilas mediante una sección en “C” de hormigón de 2,25 m de ancho por 4,20 m de largo. Los tabiques son de 0,40 m de espesor
- Unión a nivel de cimentación de los fustes ampliados mediante una viga transversal centradora de hormigón pretensado, de 2,0 m de canto por 4,20 m de ancho.
- Modificación del sistema de apoyo y antilevantamiento del tablero. Las dos costillas metálicas situadas a 3,25 m a pk+ y pk- de la pila, que sustentan el tablero de hormigón, se apoyan en el recrecido de las pilas mediante sendas vigas metálicas longitudinales que las unen y aparatos de apoyo esféricos. El sistema antilevantamiento existente en estas pilas, formado por cables pretensados, se sustituye por un aparato de apoyo esférico dentro de un elemento metálico a tracción situado por encima de las vigas longitudinales y anclado a la ampliación de los fustes mediante barras pretensadas. Este sistema presenta una gran ventaja respecto al de cables en cuanto a durabilidad y mantenimiento.
- Eliminación de los aparatos de apoyo existentes bajo la viga longitudinal actual del tablero y su sustitución por un elemento de guiado transversal diseñado para resistir la carga máxima transversal en ELU y permitir el desplazamiento longitudinal del tablero.

### Pilas extremas 12 y 17

En las pilas de junta, pilas 12 y 17, se ha diseñado un elemento metálico tipo ménsula para apoyar la terminación de la nueva viga longitudinal exterior. Dicho elemento va conectado a las pilas mediante unas barras con resina y taladros.

Se dispone un apoyo tipo POT multidireccional diseñado para una carga máxima en ELU de 1000 kN. Dicho apoyo permite los movimientos longitudinales del tablero con respecto a las pilas 12 y 17 en los extremos del puente atirantado

### Tirantes

Los nuevos tirantes están constituidos por haces de cordones paralelos. Los cordones se anclan individualmente, mediante cuñas resistentes a la fatiga, y están contenidos en un recinto estanco. Por tanto, cada armadura se puede inspeccionar y sustituir si así fuese requerido. Adicionalmente los anclajes son capaces de disipar los esfuerzos radiales secundarios antes que lleguen a la cuña de anclaje además de asegurar la independencia de los cordones en el anclaje de manera que no hay efecto grupo en su comportamiento.

La cantidad de cordones en cada tirante, varía entre 32 cordones en la zona cercana a los pilonos hasta 81 cordones en los tirantes más largos. Los cordones son del tipo Ø 0,62" (de 150 $mm^2$ de sección) con resistencia a la rotura 1860 MPa. Cada cordón está provisto de tres niveles de protección anticorrosión:

- El primer nivel de protección consiste en el galvanizado en caliente de los propios alambres que constituyen cada cordón.
- Los alambres se encuentran recubiertos por un revestimiento semi-adherente de PEAD.
- La protección se completa con el relleno de cera entre los alambres y a su alrededor para evitar cualquier circulación de agua.

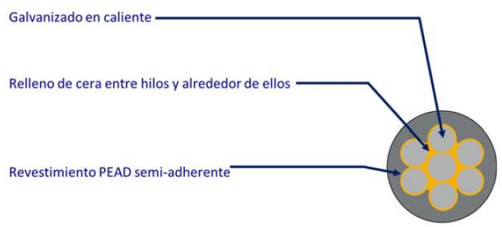



*Figura 10. Esquema del sistema de protección de los torones*

Adicionalmente los cordones se insertan en el interior de una vaina global de PEAD con ribetes helicoidales, que, además de suponer una nueva barrera de protección, constituye un elemento aerodinámico y es resistente frente a las radiaciones ultravioleta.

El sistema planteado para los anclajes de los tirantes, salvo los más inclinados, consiste en:

- Un anclaje activo en el extremo anclado en el pilono.
- Un anclaje pasivo en el extremo anclado en el tablero.

Las unidades de anclaje de los tirantes y vainas están diseñadas para la eventual ampliación del puente mediante dos nuevos tableros dispuestos por el exterior de los pilonos (fase 2), esto supone que:

- Se dispongan las unidades de anclaje para el número de cordones que serían necesarios disponer en fase 2. En fase 1 llevarán unos tapones/falsos cordones ("dummystrands") en cada agujero cónico para permitir su estanqueidad durante la inyección de cera que habría que quitar en fase 2.
- Se dispongan vainas "compactas" compatibles con fase 2, evitando así que los torones de fase 1 "bailen" pero que garantizan el enfilado en fase 2.
- Se dispongan tubos de encofrado compatibles con fase 2.
- Los tubos guía, para alojar los eventuales amortiguadores se diseñen para la fase 1 y puedan ser sustituidos por tubos guía en medias cañas en fase 2. De esta forma se evita tener que diseñar amortiguadores especiales en fase 1, en caso de ser necesarios.

Los cables se ponen en tensión desde el anclaje activo mediante un proceso que asegure que el tirante entra en carga con la misma tensión en todos los cordones. El anclaje activo situado en el pilono presenta una rosca que permite regular la tensión del tirante por medio de un gato de pesaje.

Finalmente se añaden tubos antivandálicos metálicos galvanizados en caliente de 3 mm de espesor para cubrir todos los tirantes hasta una altura vertical de 2,5 m por encima del nivel de acera.

Las medidas contra la vibración de los cables, serían:

- Disposición en todos los tirantes de la vaina exterior con doble hélice para mitigar los efectos combinados de lluvia y viento.
- Disposición de unos amortiguadores internos hidráulicos radiales para los tirantes de más de 80 m de longitud. Estos son efectivos para vibraciones de mínima amplitud para un decremento logarítmico total de 3% en los modos principales,
- Para los tirantes de menor longitud ha de disponerse un tubo guía para una futura incorporación de un amortiguador hidráulico en caso de necesidad, con el objeto de prevenir los posibles efectos de "buffeting" y vórtices debidos a la presencia cercana del pilono.

### Junta de dilatación

Para poder aprovechar la integridad de la plataforma estructural para el paso el tráfico rodado es preciso ampliar la junta de calzada hasta los bordes de la estructura, Teniendo en cuenta el estado de deterioro de la junta pre-existente conviene proceder a la reposición completa de la misma. Para ello se propone junta metálica de puenteo con fuelle de expansión de neopreno. Este tipo de junta está formada por dos módulos.: el módulo de movimiento formado de caucho y acero, encargado de acomodarse a los movimientos previstos, y el módulo de metálico de puenteo, encargado de salvar la abertura estructural.

## 4.2 COORDINACIÓN CON EL SECTOR DE CONSERVACIÓN INTEGRAL

En el Anejo 5 se indican todos los contactos mantenidos con el Sector de Conservación Integral y se relaciona la información facilitada por el mismo.

## 4.3 CARTOGRAFÍA, TOPOGRAFÍA Y REPLANTEO

En el Anejo 6 se documentan cuáles han sido los trabajos desarrollados para obtener la cartografía base para la realización del presente proyecto, describiendo los trabajos topográficos realizados al efecto, y se incluyen los datos necesarios para proceder al replanteo del proyecto.

## 4.4 EFECTOS SÍSMICOS

En el Anejo 8 se justifica que de acuerdo con la Norma de Construcción Sismorresistente, es necesario considerar las acciones sísmicas en el diseño de las actuaciones objeto de proyecto, debiendo considerarse una aceleración de cálculo no inferior a 0,12g.

## 4.5 ESTUDIO DE TRÁFICO

Estudio de Tráfico, incluido en el Anejo 11, tiene con la finalidad caracterizar el tráfico que circula por el tramo de la SE-30 en el que se ubica el Puente del Centenario y por los viarios urbanos y portuarios susceptibles de ser empleados como recorridos alternativos durante la ejecución de las obras.

## 4.6 GEOTECNIA Y CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURAS

En el Anejo nº12 se describe el marco geológico-geotécnico en el que se sitúa el Puente del Centenario de Sevilla, y se establecen los criterios a seguir en la ejecución de las penínsulas provisionales necesarias para la ejecución de las obras, penínsulas que ocuparan parcialmente la dársena portuaria.

Las propiedades geotécnicas del terreno de Sevilla han sido objeto de numerosos estudios que ha permitido elaborar una imagen geotécnica bastante verosímil de los terrenos de la ciudad de Sevilla. Un corte estratigráfico simple habitual en la ciudad de Sevilla sería el siguiente:

- Un recubrimiento arcillo-arenoso superior: está constituido por rellenos antrópicos bajo los cuales se presentan depósitos cuaternarios (arenas flojas y arcillas blandas a medias).
- Las gravas cuaternarias que se presentan en todo el ámbito de la Vega del Río Guadalquivir.
- El sustrato está constituido por las denominadas "margas azules del Guadalquivir".

La información geotécnica disponible también ha permitido realizar, el estudio de las cimentaciones del puente existente, cimentaciones que son profundas y resueltas con módulos de pantallas de 0,80x2,50 m empotrados en la capa de gravas. De dicho estudio, desarrollado en el Anejo nº13, se concluye la conveniencia de realizar algunas mejoras de la cimentación con el doble objetivo de:

- Realizar algún tipo de actuación que asegure el "trabajo" conjunto de toda la cimentación.
- Ejecutar un tratamiento en la zona de la punta de los elementos portantes para incrementar su resistencia y disminuir su deformabilidad.

Para lograr este doble objetivo se propone realizar inyecciones, tanto entre los elementos portantes en la zona del estrato de grava (de esta manera se recomprimirá el terreno en la zona de la cimentación, incrementando su resistencia y creando una cimentación conjunta "monolítica"), como en la zona de la punta de los elementos portantes (lo que aumentará la rigidez del terreno reducirá los asientos y se incrementará la carga que se puede transmitir al terreno).

El espacio necesario para la realización de estas inyecciones se ha tenido en cuenta en la determinación de las ocupaciones temporales necesarias.

## 4.7 TRAZADO

En el Anejo 14 se recogen los datos geométricos que permiten definir la nueva plataforma del puente, tras liberar el espacio ocupado por los anclajes del sistema de atirantamiento actual , así como ejecutar el ensanchamiento lateral para alojar de tres apartaderos por margen: uno de ellos al principio del tramo atirantado con dimensiones de apartadero de "emergencia", otro en la parte central del tipo de "conservación y explotación" y un tercero al final, del mismo tipo que el inicial.

## 4.8 ESTRUCTURAS

El proceso constructivo para se ha previsto para determinar el espacio necesario para la ejecución de las obras se detalla en el Anejo 18. Dicho proceso se puede resumir en las siguientes fases de ejecución:

- Fase 1: Implantación de la obra y tratamiento de servicios afectados.
- Fase 2: Ampliación de pilonos actuales. Esta fase, a su vez, se divide en:
  - Fase 2.1: Ejecución de tratamiento de mejora del terreno con inyecciones
  - Fase 2.2: Ejecución de nueva zapata sobre cimentación existente
  - Fase 2.3: Ampliación lateral de fustes.
  - Fase 2.4: Montaje e instalación de grúas torre.
- Fase 3: Ampliación de pilas de retenida. Esta fase, a su vez, se divide en:
  - Fase 3.1: Ejecución de tratamiento de mejora del terreno con inyecciones.
  - Fase 3.2: Ejecución de viga centradora.
  - Fase 3.3: Ampliación de fustes.
- Fase 4: Sustitución de tirantes y acondicionamiento lateral de plataforma.
  - Fase 4.1: Montaje de riostras y preinstalación de tirante definitivo.
  - Fase 4.2: Sustitución de tirantes y acondicionamiento del lateral de la plataforma.
- Fase 5: Acondicionamiento global de plataforma, en su caso.
  - Adecuación de pretiles en zona de mediana.
  - Fresado, impermeabilización y repavimentado.
- Fase 6: Acabados.

## 4.9 SOLUCIONES AL TRÁFICO DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

En el Anejo 19, a partir de la caracterización del tráfico de la zona y del análisis de las fases constructivas previstas, se da respuesta r a las diferentes situaciones de ocupación temporales de la plataforma del puente:

- Ejecución de corte parcial de plataforma en horario nocturno, de forma genérica durante toda la obra, con o sin compatibilizar con la reducción de ancho.
- Reducción de temporal de ancho de calzada para la fase de sustitución de tirantes y acondicionamiento lateral de la plataforma. El plazo estimado para esta actividad es de unos 7 meses totales, por lo que se plantea la necesidad de realizar unos desvíos de tráfico por los ramales del puerto para aumentar la capacidad de la SE-30 mientras dure la eliminación del carril reversible.
- Desvíos alternativos de tráfico para la fase de reducción de ancho.
- Corte total del tráfico para la realización de las operaciones de transferencia de carga de los tirantes existentes a los futuros.

## 4.10 COORDINACIÓN CON OTROS ORGANISMOS (INFORMACIÓN OFICIAL)

El tramo atirantado del Puente del Centenario discurre íntegramente sobre terrenos del Puerto de Sevilla, por lo que, como se muestra en el Anejo 24, se han establecido los oportunos contactos con la Autoridad Portuaria para la redacción del presente proyecto,

Por otra parte, la SE-30 en general y el puente del Centenario en particular constituyen a día de hoy una infraestructura crítica desde el punto de vista de la gestión del tráfico en la ciudad de Sevilla. El estudio y definición de los desvíos de tráfico resulta una tarea de especial relevancia ya que el éxito de la operación global podría estar supeditado a las soluciones provisionales que se den al tráfico. Por ello se ha informado de las actuaciones previstas a:

- Dirección General de Tráfico, responsable de la gestión del tráfico sobre el puente del Centenario
- Servicio de Movilidad del Ayuntamiento de Sevilla.

## 4.11 EXPROPIACIONES E INDEMNIZACIONES

En el Anejo 25 se incluye una colección de planos parcelarios donde se definen todas y cada una de las parcelas catastrales afectadas por la ejecución de las obras contenidas en el proyecto, determinándose también el tipo o tipos de afección y la superficie afectada. Cabe indicar que todos los terrenos ocupados para la ejecución de las obras son de dominio público, y no son objeto de expropiación, debiendo establecerse el correspondiente Convenio Interadministrativo que posibilite la ejecución de las obras y su posterior explotación y conservación.

## 4.12 REPOSICIÓN DE LOS SERVICIOS AFECTADOS

En el Anejo 26 se identifican los servicios que pudieran verse afectados por la ejecución de las actuaciones previstas en el presente proyecto. Y se estudia la reposición de los siguientes servicios identificados en la zona de actuación:

- Alumbrado público (Puerto de Sevilla)
- Servicios de la Dirección General de Tráfico
- Red de abastecimiento
- Red de saneamiento-pluviales
- Red eléctrica. Endesa
- Telecomunicaciones
- Circuito cerrado de televisión del Puerto de Sevilla
- Conservación de carreteras. Ministerio de Fomento
- Cerramiento Puerto de Sevilla

# 5 JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

Como consecuencia de la obsolescencia de los tirantes del puente del Centenario, este Proyecto define las labores necesarias para la sustitución completa de los mismos, para garantizar así la seguridad estructural de la obra.

Existen distintas estrategias para materializar el cambio de los tirantes del puente, cuyos procedimientos operativos dependen de diversas variables y cuya conveniencia se puede analizar en base a dos parámetros fundamentales: la posible afección al tráfico rodado y las condiciones de seguridad durante la construcción.

El procedimiento del cambio completo de tirantes, que finalmente se recoge en este Proyecto, incluye la colocación previa del sistema nuevo de tirantes sin haber retirado los pre-existentes, permitiendo la sustitución de estos últimos con el tablero completamente sostenido por los nuevos tirantes. De esta manera, las labores de destesado y la retirada de los tirantes pre-existentes se pueden abordar con plena seguridad, al existir un sistema nuevo de sustentación capaz de resistir cualquier incidencia que pueda producirse durante el proceso de destesado de los cables actuales.

El sistema que se propone permite, además, realizar todas las operaciones necesarias ocupando temporalmente un único carril, lo que supone una afección limitada al tráfico de la SE-30.

El procedimiento de sustitución previsto se ha desarrollado a partir de las siguientes ideas rectoras:

- El destesado y la retirada de los tirantes existentes se realizará con el tablero completamente sustentado por un nuevo sistema de cables, de forma que el cambio o transferencia de cargas desde el sistema antiguo al nuevo se realice con plenas garantías incluso en la hipótesis de rotura de algún tirante.
- Aprovechar al máximo la capacidad resistente de estructura pre-existente.
- El sistema constructivo planteado tiene como objetivo que los cables existentes no esten sometidos a incrementos de carga respecto a su situación actual.
- La ocupación temporal del tablero existente durante la construcción de las obras se limita a un máximo de un carril, lo que representa una afección limitada al tráfico de la SE-30.
- Tras la actuación el tramo atirantado dispondrá del mismo ancho útil que los viaductos de acceso para así aumentar la funcionalidad del puente.
- La solución que se desarrolla es compatible con una hipotética ampliación exterior del puente con dos carriles adicionales exteriores por sentido.
- Para mantener la imagen del puente, la solución estructural mantiene esencialmente las formas de la estructura original.

# 6 NECESIDAD DE SOMETER EL PROYECTO A INFORMACIÓN PÚBLICA

Dado que es necesario realizar ocupaciones temporales de terrenos de la Autoridad Portuaria de Sevilla, así como servidumbres de uso del viario del puerto y de los puentes de la esclusa para desvío de tráfico que circula habitualmente por la SE-30 será necesario un trámite de Información Pública a efectos de expropiaciones o gestión de los terrenos de dominio público.

# 7 TRAMITACIÓN AMBIENTAL DEL PROYECTO

De acuerdo con la legislación estatal (Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental) y la legislación autonómica (Ley 7/2007, de 9 de julio de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental, de la Comunidad Autónoma de Andalucía) el presente proyecto no requiere ser sometido a tramitación ambiental.

# 8 CUMPLIMIENTO DE LAS INSTRUCCIONES DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS

Las actuaciones desarrolladas en este Proyecto se corresponden con la Categoría B Actuaciones Específicas, Subcategoría B2 Proyecto de rehabilitación de estructuras, contemplada en la Nota de Servicio 1/2019 de la Dirección General de Carreteras donde se recogen las Instrucciones para la Redacción de los Proyectos supervisados por la Subdirección General de Conservación.

En la redacción del Proyecto de Trazado se han seguido dichas instrucciones, salvo en la estimación de los coste, dado que la Base de Precios de Referencia de la Dirección General de Carreteras en vigor, recogida en la OC 37/2016, no contempla precios específicos para los elementos singulares de los puentes atirantados (como los propios tirantes) ni para las unidades de sustitución de tirantes ni para las unidades de reparaciones de los elementos de hormigón deteriorados, por lo que no es posible cumplir con la limitación impuesta en lo que respecta al 20% máximo del Presupuesto de Ejecución Material de la obra pueda corresponder con unidades no contempladas en la Base de Precios de Referencia (sin contabilizar las unidades empleadas en reposiciones de servicios afectados y en actuaciones relacionadas con prospecciones y recuperaciones arqueológicas),

# 9 CUMPLIMIENTO DE LA ORDEN FOM/3317/2010 DE EFICIENCIA

Como se justifica en el Anejo 3 los proyectos de rehabilitación estructural de puentes en servicio no están específicamente contemplados en la Orden FOM/3312/2010, cuyas instrucciones y parámetros de eficiencia se centran en las infraestructuras de nueva planta. Por ello en dicho Anejo los autores del proyecto certifican que el proyecto cumple con el espíritu de la Orden, recogido con su preámbulo, pues las actuaciones recogidas en el proyecto se han diseñado con criterios de sostenibilidad social, ambiental y económica, considerando el ciclo completo de vida útil del activo. Y además la solución proyectada para la sustitución de los tirantes del puente del Centenario de la SE-30 permite la ampliación de la misma en función de las necesidades futuras de aumento de la capacidad de la carretera.

# 10 PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN Y PRESUPUESTO DE INVERSIÓN

| | | |
|---|---|---|
| **PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL.....** | **70.926.546,32** | **€** |
| 13% Gastos generales..... | 9.220.451,02 | € |
| 6% Beneficio industrial..... | 4.255.592,78 | € |
| **PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA.....** | **84.402.590,12** | **€** |
| 21% IVA..... | 17.724.543,93 | € |
| **PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN.....** | **102.127.134,05** | **€** |

Asciende el Presupuesto de Ejecución Material a la expresada cantidad de SETENTA MILLONES NOVECIENTOS VEINTISÉIS MIL QUINIENTOS CUARENTA Y SEIS EUROS CON TREINTA Y DOS CÉNTIMOS (70.926.546,32€).

Asciende el Presupuesto Base de Licitación (sin IVA) a la expresada cantidad de OCHENTA Y CUATRO MILLONES CUATROCIENTOS DOS MIL QUINIENTOS NOVENTA CON DOCE CÉNTIMOS (84.402.590,12€).

Asciendo el Presupuesto Base de Licitación (IVA incluido) a la expresada cantidad de CIENTO DOS MILLONES CIENTO VEINTISIETE MIL CIENTO TREINTA Y CUATRO CON CINCO CÉNTIMOS (102.127.134,05€).



# 11 DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO DE TRAZADO

DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA Y ANEJOS

MEMORIA
ANEJOS A LA MEMORIA
- Anejo nº1.- Antecedentes.
- Anejo nº2.- Ajuste a la orden de estudio.
- Anejo nº3.- Cumplimiento Orden FOM/3317/2010.
- Anejo nº4.- Cumplimiento instrucciones de la DGC.
- Anejo nº5.- Coordinación con el sector de conservación integral.
- Anejo nº6.- Cartografía, topografía y replanteo.
- Anejo nº8.- Efectos sísmicos.
- Anejo nº11.- Estudio de tráfico.
- Anejo nº12.- Estudio geotécnico.
- Anejo nº13.- Estudio geotécnico cimentación de estructuras.
- Anejo nº14.- Trazado, reordenación de accesos y reposición de caminos
- Anejo nº18.- Estructuras.
- Anejo nº19.- Soluciones propuestas al tráfico durante la ejecución de las obras.
- Anejo nº24.- Coordinación con otros organismos.
- Anejo nº25.- Expropiaciones e indemnizaciones.
- Anejo nº26.- Reposición de servicios afectados.

DOCUMENTO Nº2. PLANOS

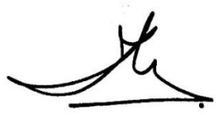
DOCUMENTO Nº3. PRESUPUESTO
- 3.1. Mediciones y estimaciones
- 3.2. Estimación de precios
- 3.3. Presupuestos
  - 3.3.1. Presupuestos parciales
  - 3.3.2. Presupuesto generales

# CONSIDERACIONES FINALES

Se considera que la valoración de los bienes y derechos afectados por las actuaciones prevista en el presente Proyecto de Trazado, así como el grado de definición técnica de los Documentos que lo integran cumplen con lo indicado en el artículo 11 de la Ley 37/2015, de 29 de septiembre, de Carreteras y su desarrollo reglamentario. Por tanto, lo firmamos y lo elevamos a la Superioridad para su aprobación si así procede.

Madrid, diciembre de 2019

Los Ingenieros Autores del Anteproyecto



José Romo Martín

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos



Luis Matute Rubio

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

El Ingeniero Director del Proyecto de Trazado



Emilio Asensio García

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos del Estado

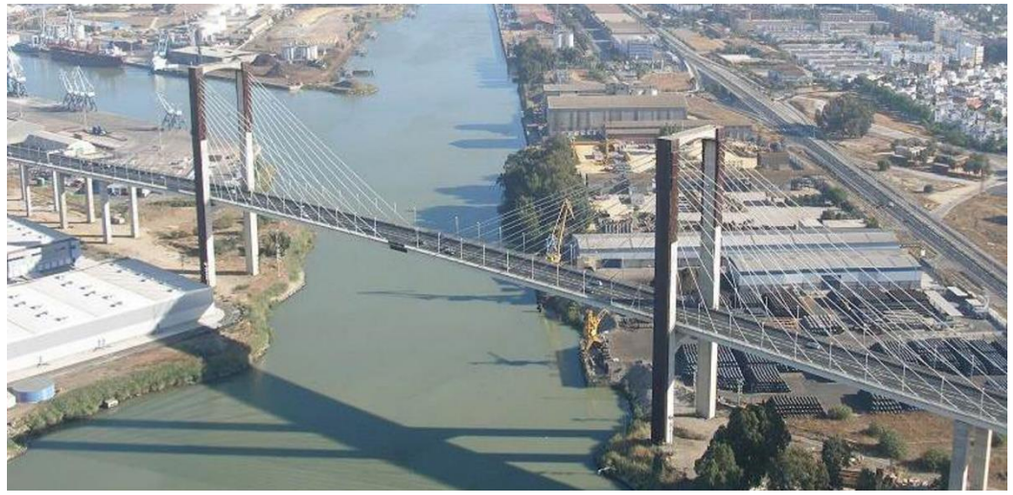
GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA

SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS

DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS

DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCIA OCCIDENTAL



# DOCUMENTO Nº 1.- MEMORIA Y ANEJOS
# ANEJOS

FHECOR Ingenieros Consultores

IDEAM TYLIN INTERNATIONAL GROUP

DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA Y ANEJOS

# ANEJO 1. ANTECEDENTES

# ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN ..... 5
2 ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS ..... 5
3 ANÁLISIS DE LOS ANTECEDENTES TÉCNICOS ..... 5
3.1 ANTEPROYECTO ..... 5
3.2 INFORME DE INSPECCIÓN ESPECIAL DE TIRANTES ..... 5
3.3 INFORME SOBRE PROPUESTAS DE ACTUACIONES INMEDIATAS DERIVADAS ..... 6
3.4 DECLARACIÓN DE EMERGENCIA Y RESOLUCIÓN DE LA SGP-DGC ..... 6

APÉNDICE 1 SOLICITUD DE LA DECLARACIÓN DE EMERGENCIA.
APÉNDICE 2 RESOLUCIÓN DE LA DECLARACIÓN DE EMERGENCIA.
APÉNDICE 3 ÓRDENES DE ESTUDIO DE LOS PROYECTOS DE LOS ACCESOS AL PUERTO
APÉNDICE 4 RESOLUCIÓN DE LA SUBDIRECCIÓN GENERAL DE PROYECTOS DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS

# 1 INTRODUCCIÓN

En este Anejo se recopilan y analizan los documentos que anteceden al presente Proyecto y que han servido para obtener información de utilidad para su redacción.

# 2 ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS

A continuación, se enumeran por orden cronológico los distintos antecedentes administrativos que justifican la redacción de este proyecto

En agosto de 2018, el Secretario de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda, aprobó la Declaración de Emergencia, solicitada por la Demarcación de Carreteras del Estado en Andalucía Occidental, para los trabajos de inspección especial y evaluación del nivel de seguridad del Puente del Centenario de la autovía SE-30, debido a las patologías que presentaban los tirantes del mismo. Dentro las actuaciones que se solicitaban acometer se incluye la elaboración de un documento a nivel de Anteproyecto en el que se analice la viabilidad técnica y económica de la sustitución de tirantes que, dado la intensidad de tráfico que soporta el puente, sea compatible con mantener el tráfico rodado, con la alternativa de ubicarlos exteriormente a la plataforma actual para permitir un mejor aprovechamiento de esta, y que además sea compatible con posibles ampliaciones futuras de la plataforma de la estructura.

La solicitud de declaración de emergencia de los trabajos se apoyaba en el informe “Puente del Centenario sobre el río Guadalquivir en Sevilla. Informe de Evaluación y Propuesta de Reparación”, de mayo de 2018, redactado por la UTE INTEMAC-FHECOR, como parte del contrato de servicios para la “Realización de Inspecciones Especiales, Proyectos e Informes en Obras de Paso de la Red de Carreteras del Estado, 11º Itinerario Zona Sur” para la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento,

En febrero de 2019 la UTE FHECOR-IDEAM remite a la Demarcación de Carreteras del Estado en Andalucía Occidental el “Anteproyecto de Sustitución de Tirantes del Puente del Centenario situado entre el P.K. 10+000 y el P.K. 12+000 de la autovía SE-30 en Sevilla”,

El 15 de abril de 2019 la Demarcación de Carreteras del Estado en Andalucía Occidental solicita la Declaración de las Obras de Emergencia “Monitorización continua y trabajos previos para la sustitución de tirantes del puente del Centenario situado entre los P.P.K.K. 10 y 12 de la autovía SE-30. Provincia de Sevilla” debido a que dichas actuaciones son imprescindibles e inaplazables para garantizar la adecuada seguridad y servicio público del tramo atirantado del Puente del Centenario.

Dicha solicitud se apoya en el Anteproyecto anterior y los siguientes informes, todos ellos redactados en cumplimiento de la Declaración de Emergencia de agosto 2018:

- Informe sobre Inspección Especial de Tirantes. Evaluación del Nivel de su Seguridad, redactado por la empresa consultora FHECOR con fecha 22 de febrero de 2019.
- Informe sobre Propuesta de Actuaciones Inmediatas derivadas de la Inspección Especial de Tirantes, redactado por la empresa consultora FHECOR con fecha 22 de febrero de 2019.

A la luz de los resultados de los trabajos de inspección especial y de evaluación del nivel de seguridad del puente del Centenario, el Ministerio de Fomento ha decido subsanar la situación de grave peligro del puente y con fecha abril de 2019 el Secretario de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda aprobó la declaración de emergencia, solicitada por la Demarcación de Carreteras del Estado en Andalucía Occidental, para las obras de monitorización continua y los trabajos previos para la sustitución de tirantes del puente del Centenario. Dicha resolución incluye la realización de los siguientes trabajos:

- Sistema de monitorización continua en el puente
- Estudio de soluciones al tráfico en caso de incidencia
- Ejecución de las conexiones provisionales previstas en el Anteproyecto; por un lado la conexión del viario del Puerto de Sevilla con la nueva autovía SE-40 y por otro un ramal de salida en el enlace de Puerto Oeste que saliendo de la calzada izquierda de la SE-30 conecte con la carretera de la esclusa.
- Redacción del correspondiente proyecto de construcción de sustitución de tirantes.

Con fecha 8 de mayo de 2019 se emite la resolución de la Dirección General de Carreteras por la que se aprueba la orden de estudio del Proyecto de Construcción de clave 33-SE-5170: “Mejora del acceso al Puerto Oeste de Sevilla desde la SE-30”.

Con fecha 31 de mayo de 2019 se emite la resolución de la Dirección General de Carreteras por la que se aprueba la orden de estudio del Proyecto de Construcción de clave 33-SE-5180: Emergencia trabajos previos para la sustitución de tirantes del Puente del Centenario, Conexión Provisional de Acceso Sur al Puerto de Sevilla desde SE-40”.

Con fecha 22 de noviembre de 2019 se emite resolución de la Subdirección General de Proyectos de la Dirección General de Carreteras (SGP-DGC), por la que se asigna clave a los proyectos de trazado y construcción "Sustitución de los tirantes del Puente del Centenario, situado entre el p.k. 10+000 y 12+000 de la autovía SE-30 en Sevilla".

# 3 ANÁLISIS DE LOS ANTECEDENTES TÉCNICOS

Del análisis de los documentos antecedentes se indican a continuación los aspectos más relevantes, desde el punto de vista técnico, para la redacción del Proyecto

## 3.1 ANTEPROYECTO

En el Anteproyecto se justifica la viabilidad técnica y económica de la sustitución de tirantes del Puente del Centenario manteniendo el tráfico y se propone una solución que ubica los nuevos tirantes exteriormente a la plataforma actual, permitiendo un mejor aprovechamiento de esta y siendo compatible con posibles ampliaciones de la plataforma de la estructura.

En dicho Anteproyecto se analizan diversas alternativas posibles para llevar a cabo la operación y se diseña de forma preliminar la alternativa elegida. Las ideas rectoras del diseño de la solución elegida en el anteproyecto de sustitución de tirantes son:

- Sustitución de los tirantes compatible con mantener el puente en servicio y con la menor afección al tráfico posible. Para ello los nuevos tirantes se sitúan en un plano exterior al de los tirantes actuales;
- Aprovechamiento estructural en lo posible del tablero y del pilono actual, pero con la sustitución de los tirantes actuales por una nueva familia de tirantes dejando solamente dos planos verticales de cables;
- Las dos premisas anteriores permiten además ganar anchura en la plataforma existente, pasando de los 5 carriles actuales en el tramo atirantado a 6 carriles;
- Recrecido lateral de los pilonos para alojar los nuevos tirantes en un mismo plano vertical. Este recrecido lateral será el mínimo necesario, sin ganar altura en el pilono, para garantizar que se mantiene el aspecto y estética del puente original, el cual es una obra significativa de la ingeniería y constituye un símbolo de la ciudad de Sevilla;
- Solución compatible con una futura ampliación de la plataforma por el exterior de los pilonos.

## 3.2 INFORME DE INSPECCIÓN ESPECIAL DE TIRANTES

Con respecto a los tirantes del tablero, los autores de este trabajo proponen la sustitución completa de los tirantes, al 100%. La actuación está plenamente justificada por las evidencias expuestas en el presente informe y por las consecuencias derivadas de un fallo de los tirantes para la estructura y para los usuarios.

Los nuevos tirantes serán de la nueva tecnología que no sólo ofrece una vida útil renovada, sino que hace posible un mejor seguimiento de su evolución y una más fácil sustitución, todo ello en el contexto de un pautado plan de mantenimiento.

Se propone la realización de ensayos sobre los tirantes de retenida, a medida que se vayan sustituyendo, para concluir un diagnóstico completo de lo que ha sucedido, completando el proceso ya iniciado, y que servirá para orientar la inspección de tirantes de retenida de otros puentes de esta o de otra tipología en la que estén presentes anclajes sometidos a medios de agresividad parecida.

En la misma línea, se plantea la autopsia del 100% de los tirantes del tablero, con el fin de catalogar sus deterioros y extraer las conclusiones correspondientes para otros puentes adscritos a la Propiedad del Ministerio de Fomento, o de otras administraciones, enriqueciendo así el conocimiento de la ingeniería española y, lo que es más importante, acote los riesgos para los usuarios.

Con el fin de hacer compatible la situación de incertidumbre descrita, que desemboca en la necesidad de sustituir el 100% de los tirantes, con el mantenimiento del servicio en el puente, se propone la implantación de un sistema de alerta que permita detectar la eventual ocurrencia de una incidencia estructural en los tirantes (rotura parcial) de manera que puedan tomarse las medidas correspondientes. Dicho sistema de detección deberá registrar que, en su caso, se haya producido tal incidencia y en qué tirante, de manera que, acaecida esa situación, se pueda proceder a la correspondiente toma de decisiones.

## 3.3 INFORME SOBRE PROPUESTAS DE ACTUACIONES INMEDIATAS DERIVADAS

Las premisas básicas en las que se deben basar las actuaciones son:

- Minimización de los riesgos para los usuarios del puente. Debido a la obsolescencia de los tirantes existe un riesgo para los usuarios del puente. Se buscará que las soluciones que se planteen reduzcan el tiempo de exposición a ese riesgo.
- Minimización de las afecciones al tráfico durante la sustitución de los tirantes. Durante la ejecución de la actuación debe mantenerse abierto el puente al tráfico y además, por tratarse de una infraestructura estratégica con una altísima IMD, las soluciones que se plantean intentarán reducir en lo posible las afecciones al tráfico durante las obras, dada la repercusión que en la movilidad de la ciudad de Sevilla supone la congestión viaria en el puente.
- Reducción de los riesgos de construcción. Las soluciones que se planteen deberán de prever distintos escenarios, como por ejemplo la rotura de un tirante. Se priman aquellas soluciones más robustas que presenten mecanismo resistente que reduzcan este tipo de riesgos.
- Economía de la solución. Las soluciones que se plantean deberán tener en cuenta la necesaria contención presupuestaria dentro de los estándares de calidad buscados.

Con el objeto de gestionar las incertidumbres, puestas en evidencia por la inspección especial de los tirantes, de forma compatible con las premisas establecidas, se propone llevar a cabo las siguientes actuaciones de forma inmediata:

- Implantación de un sistema de alerta que permita detectar la eventual ocurrencia de una incidencia estructural en los tirantes (rotura parcial) de manera que puedan tomarse las medidas correspondientes. Dicho sistema de detección deberá registrar que, en su caso, se haya producido tal incidencia y en qué tirante, de manera que, acaecida esa situación, se pueda proceder a la correspondiente toma de decisiones.
- Establecer desvíos alternativos al tráfico con suficiente capacidad para que, en caso de detectarse una incidencia estructural y deber proceder a la interrupción del tráfico, no se produzca un colapso circulatorio.
- Desarrollar y ejecutar un procedimiento seguro de sustitución de tirantes compatible con mantenimiento del servicio en el puente.

## 3.4 DECLARACIÓN DE EMERGENCIA Y RESOLUCIÓN DE LA SGP-DGC

De acuerdo con la resolución por la que se aprueba la Declaración de Emergencia solicitada por la Demarcación de Carreteras del Estado en Andalucía Occidental y la resolución de la Subdirección de Proyectos el Proyecto de Construcción debe desarrollar con el grado de detalle reglamentario la alternativa propuesta en el anteproyecto sustitución de tirantes del puente del Centenario, con las siguientes particularidades

Título: Sustitución de los tirantes del puente del Centenario, situado entre el p.k. 10+000 y el p.k. 12+000 de la autovía SE-30 en Sevilla.

Tipo y clave: Proyecto de trazado T4-SE-5090
Proyecto de construcción 14-SE-5090

Situación: Circunvalación de Sevilla SE-30, entre p.k. 10+000 y el p.k. 12+000

Clase: Rehabilitación estructural (sustitución de tirantes) con mejora local (ampliación de plataforma)

Contenido: Los documentos especificados para este tipo de estudios en el Reglamento General de Carreteras.

Presupuesto estimado: Conforme al anteproyecto se estima el presupuesto base de licitación de las obras en OCHENTA Y CUATRO MILLONES DE EUROS (84.000.000,00), IVA incluido

Y en la resolución de la Subdirección de Proyectos se indica que debido a que para realizar este Proyecto de Construcción es necesario realizar ocupaciones temporales de terrenos así como imponer servidumbres, se considera necesario que el proyecto sea sometido a un trámite de información pública a efecto de expropiaciones. Con objeto de minimizar tiempo de redacción del proyecto puede ser conveniente someter a información pública un Proyecto de Trazado, con el contenido mínimo especificado en el artículo 28 del Reglamento General de Carreteras

Apéndice 1. Solicitud de la Declaración de Emergencia.

MINISTERIO
DE FOMENTO

**SOLICITUD DE DECLARACIÓN DE OBRAS DE EMERGENCIA**

**"MONITORIZACIÓN CONTINUA Y TRABAJOS PREVIOS PARA LA SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO SITUADO ENTRE LOS PPKK 10 Y 12 DE LA AUTOVÍA SE-30. PROVINCIA DE SEVILLA"**

## 1.- INTRODUCCIÒN

El Puente del Centenario se encuentra situado entre el P.K. 10+000 y el P.K. 12+000 de la Autovía de Circunvalación de Sevilla SE-30 salvando la dársena portuaria al sur de la ciudad y registra una intensidad de tráfico de más de 100.000 vehículos/día.

Fue construido entre 1989 y 1991, como parte de las infraestructuras construidas en Sevilla con motivo de la celebración de la Exposición universal de 1992, contando ya con una vida de casi 30 años.

El ancho del tablero es de 22,00 m y la longitud total de la estructura es de 2.016,59 m.

El puente consta de tres zonas bien diferenciadas:

Viaducto de acceso lado Cádiz: 511,76 m de longitud, con 12 vanos de luces 10 x 41,98 + 2 vanos de 45,98 m.

Tramo atirantado: 564,74 m de longitud, dividida en 5 vanos de luces 47,978 + 101,954 + 264,880 + 101,954 + 47,978 m y sustentado en dos pilas tipo pórtico con una altura de 110,50 metros.

Viaducto de acceso lado Huelva: 940,08 m de longitud, dividida en 28 vanos, con dos vanos menores "ocultos", apoyados sobre dos estribos cerrados con muros en vuelta que unen ambos estribos, y luces 2 x 41,481 + 13 x 41,981 + 19,991 + 8 x 21,990 + 19,491 + 3 x 31,986 m

El tramo atirantado cuenta con un sistema de atirantamiento formado por 4 familias de tirantes (2 por cada pilona) de 22 tirantes cada una lo que hace un total de 88 tirantes.

Los tirantes están dispuestos con una configuración clásica arpa – abanico y tienen su anclaje pasivo en el tablero y el anclaje activo en las pilas. El número de cordones por tirante varía entre 32 y 78 cordones, según la inclinación del tirante, y se encuentran inyectados con lechada además de contar con una doble vaina exterior, una primera negra de polietileno de protección y una segunda exterior de color blanca de pvc estética.

## 2.-ANTECEDENTES

El pasado 6 de agosto de 2018 mediante resolución del Secretario de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda se declararon de emergencia los trabajos relativos a la Inspección Especial y Evaluación del Nivel de Seguridad del Puente del Centenario.

1

Además de ello el 21 de febrero de 2019 se modificó, sin efectos económicos, dicha solicitud para incorporar:

- Reparación de tirantes de retenida en 2 pilas de los vanos de acceso: TR-P13-Der-Int y TR-P16-Der-Int.
- Análisis y diagnóstico sobre la causa de rotura. Que se llevará a cabo en dos fases:

  ***Fase I***: El objeto es disponer de un primer diagnóstico de causas probables del fallo.

  ***Fase II***: Tras la Fase I de ensayos, y una vez reparados los tirantes de retenida TR-P13-Der-Int y TR-P16-Der-Int, se plantea una segunda campaña orientada a confirmar las conclusiones del análisis preliminar en cuanto a las causas del fallo y para descartar otras causas menos probables, así como a valorar si fuera necesario proceder a la sustitución del resto de tirantes de retenida.

La solicitud que motivó la necesidad de dichos trabajos se apoyaba, además de en un informe de inspección sobre la estructura de mayo de 2018, en los hechos acaecidos en el año 2016 en el Puente Fernando Reig situado en la carretera N-340 en Alcoy (Alicante), y que también forma parte de la Red de Carreteras del Estado, en el que durante la ejecución de unos trabajos de conservación del acerado de la plataforma se produjo una rotura súbita de un tirante. Este suceso de extraordinaria gravedad motivó la paralización inmediata de los trabajos y el corte preventivo del tráfico sobre el puente.

El Puente Fernando Reig se construyó entre los años 86 y 88, y tiene la misma concepción estructural que el Puente del Centenario que se construyó justo a continuación entre los años 89 y 91, es decir, un puente atirantado con tirantes protegidos con inyección de lechada y un tablero de hormigón prefabricado, si bien, la luz del puente Fernando Reig es inferior a la del puente del Centenario y en mayor medida también lo es la importancia en cuanto a la funcionalidad en la Red de Carreteras del Estado, prueba de ello es que el puente Fernando Reig pudo cortarse al tráfico durante las obras, aspecto que resulta impensable en el caso del Puente del Centenario que registra una IMD de más de 100.000 veh/día siendo un elemento crítico en la funcionalidad de la Red de Carreteras del Estado en Sevilla.

Los trabajos realizados hasta la fecha sobre el Puente del Centenario que recogía la resolución de agosto de 2018 se encuentran prácticamente finalizados, y han sido por un lado los propios trabajos de Inspección Especial en el puente y por otro lado la redacción de un Anteproyecto que estudie la forma de acometer una eventual sustitución de tirantes en dicho puente dada la singularidad del mismo en cuanto a su elevada intensidad de tráfico, en caso de que la inspección determine la conveniencia de realizar esa operación.

### 2.1 –RESUMEN DE TRABAJOS DE INSPECCIÓN ESPECIAL

Los trabajos de inspección especial se han centrado fundamentalmente en el estado de los tirantes y han sido los siguientes:

- Inspección de anclajes inferiores. Se han desmontando los capots de los 88 anclajes pasivos inferiores (en el interior del tablero) y se han realizado taladros en todos ellos habiéndose introducido un endoscopio para visualizar el estado del

2

interior del tubo de encofrado tratando de determinar el estado de la conexión de la vaina de PE protección con la pieza de fundición existente en el anclaje en la que se inserta así como si el propio hueco del tubo encofrado contenía agua o la había contenido en algún momento. Asimismo dicho taladro hace las funciones de drenaje dado que los tirantes no contemplaban ese detalle constructivo.

- Inspección de los anclajes activos. Se han desmontado los capots de los 24 anclajes superiores interiores y hasta la fecha también los 8 anclajes superiores exteriores de la pila P-15, es decir, un total de 32 de los 88 anclajes superiores, procediéndose a la a revisión del estado de los macizos y de la grasa.

- Retirada de vaina exterior de 4 tirantes. Como en el Puente del Centenario la presencia de la doble vaina dificulta la exploración de la vaina en contacto con el mortero de inyección, se ha retirado la vaina exterior de 4 tirantes (H12, C12, H31 y C31) y se ha procedido a su inspección visual y martilleo para determinar posibles oquedades.

## 2.2 –ANTEPROYECTO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES

Igualmente se ha redactado un Anteproyecto de Sustitución de Tirantes por la UTE de empresas FHECOR INGENIEROS CONSULTORES e IDEAM, ambas empresas especializadas en el diseño y construcción de estructuras singulares (se incluye como anexo nº 1 dicho documento), para estudiar las diferentes alternativas posibles para realizar esta operación y diseñar preliminarmente la elegida entre todas ellas.

## 3.- CONCLUSIONES DE LA INSPECCION ESPECIAL REALIZADA. EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SEGURIDAD DEL PUENTE DEL CENTENARIO

Como anexo nº 2 a la presente solicitud se incluye el informe sobre la Inspección Especial de Tirantes del Puente del Centenario que realiza la evaluación del nivel de seguridad del mismo redactado por la empresa FHECOR INGENIEROS CONSULTORES y firmado por los Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos D. Javier León González, D. Julio Sánchez Delgado y D. José Romo Martín.

El informe destaca en su apartado 5, de Conclusiones y Propuestas de Actuación, y en particular en las conclusiones relativas al estado de los tirantes, que se ha detectado agua en el tubo de encofrado en 27 anclajes inferiores de los 88 existentes, es decir, aproximadamente en 1 de cada 3 tirantes. Igualmente 41 tirantes evidencian discontinuidad de la vaina en la zona previa al anclaje inferior en el tablero, es decir, aproximadamente 1 de cada 2 tirantes.

El 100% de los tirantes de la calzada sentido Cádiz y el 80% de los tirantes de la calzada sentido Huelva tienen síntomas asociados a incidencias graves de acuerdo a lo descrito en el informe como son:

- La existencia de agua al retirar los capots.
- La detección de cordones con alambre central desplazado o deslizado en más del 10% de los cordones.
- La existencia de agua en el tubo-encofrado.

3

- La presencia de corrosión en el tubo protuberante de la pieza de anclaje.
- La discontinuidad entre vaina y anclaje, o falta de solape entre ellos.
- La corrosión patente en cordones.

Igualmente se evidencian otros deterioros y circunstancias adversas a la durabilidad de los tirantes apuntando que no pueden descartarse que en otros puntos de los tirantes no analizados, especialmente en los puntos más altos y que estén en el entorno de los puntos que fueron de reinyección se den situaciones comprometidas.

Se expone que se está en una situación indeseable de riesgo, entendiendo por tal una función de la frecuencia de ocurrencia de un evento no deseado (rotura de un tirante) y de las consecuencias potenciales si se produce ese evento, y además dicho riesgo se puede considerar alto y puede derivar en un grave peligro para los usuarios dado que la ubicación de los tirantes tan próxima a la calzada provocaría en el caso de una eventual rotura de un tirante la caída de un elemento de varias toneladas de forma descontrolada sobre la calzada.

Igualmente, como en el puente de Alcoy, el tablero del puente del Centenario es un dintel prefabricado con un grado de hiperestatismo limitado y extremadamente sensible a cualquier movimiento o cambio brusco de esfuerzos que pudiere producirse como consecuencia de la rotura inesperada de un tirante.

Se está, pues, ante una infraestructura crítica en la que la grave incertidumbre que pesa sobre el estado de los tirantes implica la consideración inexcusable de que se está ante una situación de riesgo alto, que es necesario mitigar de inmediato.

La propuesta de actuación recomendada en el informe es la de una sustitución del 100% de los tirantes.

Entre tanto se programa y realiza la sustitución, se plantea la instalación de un sistema de monitorización y alerta, de forma previa a la completa sustitución, que permita detectar cualquier anomalía sobre el sistema de atirantamiento de modo que se disponga de la información suficiente para poder adoptar las medidas pertinentes sobre la estructura y evacuar el tráfico por los desvíos planteados.

Se acompaña como anexo nº 3 a esta solicitud Informe de Propuesta de Actuaciones Inmediatas derivadas de la Inspección Especial de Tirantes realizado por la empresa FHECOR de fecha 21 de febrero de 2019 y firmado por los Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos D. Javier León González, D. Julio Sánchez Delgado y D. José Romo Martín.

4

## 4.- PROPUESTA DE ACTUACIÓN

Por todo lo expuesto anteriormente, de acuerdo a las conclusiones del Informe de Inspección Especial de Tirantes y al de Propuesta de Actuaciones (anexos nº 2 y 3 de esta solicitud) se plantean acometer las siguientes actuaciones:

### 4.1 SISTEMA DE MONITORIZACIÓN CONTINUA EN EL PUENTE

Como primera medida, con carácter inmediato, se considera necesario instalar un sistema de monitorización continua sobre el puente que permita registrar y conocer cualquier fallo o anomalía sobre los tirantes del puente así como la evolución en el tiempo de los parámetros estructurales del mismo, y mediante dicha instrumentación poder disponer de la información necesaria para adoptar en su caso medidas extraordinarias para minimizar el riesgo de los usuarios como sería inevitablemente el corte parcial o total de la carretera en ese punto, en caso que así se requiriese.

Se plantea establecer dicho sistema inicialmente por un plazo de 1 año.

Para ello, el sistema deberá estar formado por:

- Sensores que realicen medidas estáticas de forma periódica con intervalo prefijado.
- Sensores que realicen medidas dinámicas, con velocidad de captura de centésimas de segundo, que se activen por evento, es decir, sensores que están permanentemente activos pero que sólo efectúan registro de datos cuando se supera un umbral prefijado.
- Sistema de adquisición de datos que vigile permanentemente el estado de los sensores y trasmita en tiempo real la información a un servidor central.
- Un servidor central que cree un respaldo en copias de seguridad de la información recibida y procese la información recibida para reenviarla automáticamente al equipo de técnicos encargado del control y del seguimiento de la instrumentación, así como de la toma de decisiones derivadas de una alerta (superación de un umbral de control).

El sistema de monitorización deberá proporcionar en tiempo real el valor de la fuerza soportada por cada tirante, obtenida a partir de su frecuencia de vibración, con herramientas que permitan desacoplar el efecto de la temperatura sobre dicha frecuencia. Además, deberá aportar información sobre otros parámetros estructurales, como giros y desplazamientos, con objeto de permitir su correlación con los valores obtenidos de las fuerzas y facilitar el análisis de las desviaciones que se puedan detectar en las mismas. Para ello, el sistema de monitorización debería contar con:

- 88 acelerómetros, a disponer en los tirantes, destinados a la medida de las frecuencias de vibración de estos elementos y posterior deducción de sus fuerzas axiles (analogía de cuerda vibrante).
- 4 acelerómetros de alta sensibilidad a disponer en los fustes de los pilonos, orientados para la medida de movimientos horizontales longitudinales de los fustes y a las frecuencias naturales de estos elementos.
- 4 clinómetros de precisión montados en la cabeza de los fustes de los pilonos.



- 9 sondas de temperatura de precisión (2 para gradiente vertical en tablero, 2 para gradiente horizontal longitudinal en una torre, 4 para temperatura en tirantes, 1 para temperatura ambiente).
- 2 sensores GPS en centro de vano principal destinados a detectar aumento de flecha en el centro del vano principal.
- Un sistema dinámico de adquisición de datos (acelerómetros).
- Un sistema estático de adquisición de datos (clinómetros, GPS y termómetros).
- Un sistema de control y comunicaciones.
- Un software de adquisición de datos estáticos y dinámicos, así como herramientas de transmisión y proceso de datos

Con el sistema planteado, se persiguen los siguientes objetivos:

- Disponer de un valor de referencia para la fuerza de cada uno de los tirantes (que se obtendrá en el instante en que el sistema se ponga en funcionamiento)
- Detectar en tiempo real eventuales desviaciones de las fuerzas en los tirantes respecto a su valor de referencia, en la medida que el avance del deterioro provoque cambios estructurales, o la rotura del mismo (fuerza nula) en caso de alcanzarse de forma súbita.
- Hacer el seguimiento de la evolución de dichas desviaciones para permitir la toma de decisiones.

Además de la propia instalación del sistema de monitorización será necesario la asistencia técnica para la interpretación de resultados y toma de decisiones adecuadas en cada momento según los valores que se vayan registrando.

### 4.2 ESTUDIO DE SOLUCIONES AL TRÁFICO EN CASO DE INCIDENCIA

En caso de que se detecte una incidencia mediante el sistema de monitorización que determine la necesidad de realizar un corte total o parcial de la carretera en ese punto será necesario articular unos desvíos de tráfico en los enlaces contiguos al puente.

Estos desvíos naturales son los que habitualmente se han empleado en caso de operaciones de conservación esporádicas que han requerido el corte total del puente pero siempre se han materializado en horas valle de tráfico como por ejemplo noches o determinados periodos de fines de semana.

En caso de una incidencia sería necesario establecer dichos desvíos con un carácter permanente y por lo tanto en vigencia durante horas con una elevada IMD por lo que se producirían congestiones kilométricas que afectaría nos solo a la propia autovía SE-30 sino al viario urbano del Ayuntamiento de Sevilla y a los propios accesos al Puerto de Sevilla. Por este motivo considera necesario analizar y estudiar posibles medidas diferentes de las habituales que mejoren en la medida de lo posible la fluidez de esos desvíos para implementarlas en su caso.

### 4.3 CONEXIONES PROVISIONALES

Habida cuenta de que los desvíos que se pudieran plantear con las infraestructuras existentes son de una capacidad limitada e insuficiente se considera necesario ejecutar nuevas infraestructuras como son las conexiones provisionales planteadas en el Anteproyecto que se adjunta como anexo nº 1 a esta solicitud.

En el Anteproyecto se plantean dos conexiones provisionales, por un lado se realiza la conexión del viario del Puerto de Sevilla con la nueva autovía SE-40 en el final del tramo Alcalá de Guadaira-Dos Hermanas (dicho tramo está en su fase final de obras) y por otro se conecta de forma directa el ramal de salida del enlace de Puerto Oeste que sale de la calzada izquierda de la SE-30 con la carretera de la esclusa del Puerto de Sevilla.

La conexión del viario del Puerto de Sevilla con la nueva autovía SE-40 requiere construir aproximadamente 700 metros de la calzada derecha de la SE-40 del tramo siguiente al citado anteriormente así como un vial de 1200 metros sobre terrenos de la Autoridad Portuaria de Sevilla. El tráfico se canaliza por los puentes móviles sobre la nueva esclusa por lo que será necesario la autorización y adecuada coordinación con dicho organismo para poder materializar dicho desvío.

Por otro lado en el caso de la conexión directa planteada en el entorno del enlace de Puerto Oeste se ocupan terrenos privados por lo que será necesario realizar la expropiación de los mismos.

Con estas dos conexiones se genera un itinerario con capacidad suficiente que permite hacer un by-pass del tráfico de largo recorrido entre Madrid, Córdoba, Granada, Cádiz y Huelva a través de los puentes de la nueva esclusa del Puerto de Sevilla sin ser necesario su paso por el Puente del Centenario permitiendo en caso de incidencia que requiriese un corte total del puente disponer de un desvío que no alterase el funcionamiento del tráfico de la ciudad de Sevilla.

La estimación económica del importe de dichas obras se ha tomado del Anteproyecto que se adjunta como anexo nº 1 a esta solicitud.

De forma previa a la ejecución de las obras es necesario llevar a cabo la redacción de un proyecto constructivo y durante la ejecución de las obras se necesitará disponer de un equipo de asistencia técnica a la Dirección de Obra, coordinación de seguridad y salud y control de calidad de contraste. Para la estimación económica de dichos trabajos se ha adoptado un porcentaje determinado en cada caso respecto al montante de la obra establecido en el Anteproyecto.

### 4.4 REDACCIÓN DE PROYECTO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES

Las obras necesarias para poder llevar a cabo la sustitución de tirantes son de una complejidad muy importante por lo que es estrictamente necesario, para poderlas llevar a cabo con plena seguridad para los usuarios (hay que recordar que se han planteado realizarlas con el puente en servicio), redactar el correspondiente Proyecto de Construcción de sustitución de tirantes.

En el caso de la obra de sustitución de tirantes se considera necesario que el proyecto de dichas obras sea supervisado por una empresa diferente de la propia redactora del proyecto para proporcionar una mayor seguridad dada la complejidad de la actuación. Esta metodología es la que se la que se ha seguido en la redacción del Anteproyecto y se considera que está suponiendo una garantía de calidad y resultados dada la dificultad de la actuación.

La estimación del importe de estos trabajos se ha cifrado en un porcentaje del valor de las obras de sustitución de tirantes estimado en el Anteproyecto.

Para el caso de la supervisión externa independiente del proyecto se ha estimado su coste en un 10% del valor de la propia redacción del proyecto.

### 4.5 AMPLIACIÓN DE ENSAYOS EN TIRANTES DE RETENIDA

Dentro de los trabajos realizados hasta la fecha en el ámbito de la resolución de agosto de 2018 se han realizado ensayos en el laboratorio de la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid.

Los primeros informes aconsejan ampliar el número de ensayos a realizar para poder contar con un adecuado diagnóstico de la rotura acaecida en los tirantes de retenida.

### 5.- ESTIMACIÓN DEL IMPORTE ECONÓMICO CONJUNTO DE LAS ACTUACIONES

El cuadro resumen con los importes destinados por actuación sería el siguiente:

| ACTUACIONES | PEM | GG+BI | IVA | Presupuesto líquido |
|---|---|---|---|---|
| Sistema de monitorización | 500.000,00 € | 25.000,00 € | 110.250,00 € | 635.250,00 € |
| Estudio de medidas de soluciones al tráfico en caso de corte total por incidencias | 20.000,00 € | 1.000,00 € | 4.410,00 € | 25.410,00 € |
| Redacción proyectos conexiones (2% obra) | 151.694,82 € | 7.584,74 € | 33.448,71 € | 192.728,26 € |
| Obras conexiones | 7.584.740,80 € | 379.237,04 € | 1.672.435,35 € | 9.636.413,19 € |
| AT control obra desvíos + coordinación seg y salud obras conexiones (3% obra) | 227.542,22 € | 11.377,11 € | 50.173,06 € | 289.092,40 € |
| Control calidad obras conexiones (1% obra) | 75.847,41 € | 3.792,37 € | 16.724,35 € | 96.364,13 € |
| Ampliación de ensayos en tirantes de retenida | 21.940,50 € | 1.097,03 € | 4.837,88 € | 27.875,41 € |
| Redacción proyecto sustitución tirantes (3% obra) | 1.745.257,99 € | 87.262,90 € | 384.829,39 € | 2.217.350,28 € |
| Supervisión redacción proyecto sustitución de tirantes (10% redacción proyecto) | 174.525,80 € | 8.726,29 € | 38.482,94 € | 221.735,03 € |
| | | | | 13.342.218,69 € |

**6.- CONCLUSIONES**

Por todo lo expuesto anteriormente, desde este Área de Conservación y Explotación se consideran imprescindibles e inaplazables las actuaciones descritas anteriormente en aras de garantizar la adecuada seguridad y servicio público del tramo atirantado del Puente del Centenario, y se tiene el honor de elevar a la Superioridad la presente solicitud de obras de emergencia "MONITORIZACIÓN CONTINUA Y TRABAJOS PREVIOS PARA LA SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO SITUADO ENTRE LOS PPKK 10 Y 12 DE LA AUTOVÍA SE-30. PROVINCIA DE SEVILLA", a fin de que se tramite al amparo del artículo 120 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, todo ello por un importe de **13.342.218,69 €.**

Sevilla, a 15 de abril de 2019

EL JEFE DE ÁREA DE
CONSERVACIÓN Y EXPLOTACIÓN

Fdo. Emilio Asensio García

CONFORME,
EL JEFE DE LA DEMARCACIÓN DE CARRETERAS
DEL ESTADO EN ANDALUCIA OCCIDENTAL

Fdo. Pedro C. Rodríguez Armenteros

Se acompañan los siguientes anejos a esta memoria:

- ANEXO 1. Copia en CD de Anteproyecto de Sustitución de Tirantes redactado por la UTE FHECOR-IDEAM de fecha febrero de 2019.
- ANEXO 2. Informe sobre Inspección Especial de Tirantes. Evaluación del Nivel de su Seguridad realizado por la empresa FHECOR de fecha 22 de febrero de 2019.
- ANEXO 3. Informe sobre Propuesta de Actuaciones Inmediatas derivadas de la Inspección Especial de Tirantes realizado por la empresa FHECOR de fecha 22 de febrero de 2019.

Apéndice 2. Resolución de la Declaración de Emergencia.

MINISTERIO
DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO
DE INFRAESTRUCTURAS,
TRANSPORTE Y VIVIENDA
SECRETARÍA GENERAL
DE INFRAESTRUCTURAS
DIRECCIÓN GENERAL
DE CARRETERAS
SUBDIRECCIÓN GENERAL DE
CONSERVACIÓN

**ASUNTO** Resolución por la que se ordena la habilitación de un crédito de **13.342.218,69€** a la Demarcación de Carreteras del Estado en **ANDALUCÍA OCCIDENTAL**, para las obras de monitorización continua y trabajos previos para la sustitución de tirantes del puente del centenario situado entre los PP.KK. 10+000 y 12+000 de la autovía S-30, subsanando la situación de grave peligro.
Provincia de **SEVILLA.**

La Demarcación de Carreteras del Estado en **ANDALUCÍA OCCIDENTAL**, solicita, al amparo de lo establecido en el Artículo 120 de la Ley 9/2017, de 8 de Noviembre, de Contratos del Sector Público, para las obras de monitorización continua y trabajos previos para la sustitución de tirantes del puente del centenario situado entre los PP.KK. 10+000 y 12+000 de la autovía S-30, subsanando la situación de grave peligro existente, argumentando lo siguiente:

El Puente del Centenario se encuentra situado entre el P.K. 10+000 y el P.K. 12+000 de la Autovía de Circunvalación de Sevilla SE-30 salvando la dársena portuaria al sur de la ciudad y registra una intensidad de tráfico de más de 100.000 vehículos/día. Fue construido entre 1989 y 1991, como parte de las infraestructuras construidas en Sevilla con motivo de la celebración de la Exposición universal de 1992, contando ya con una vida de casi 30 años.

El ancho del tablero es de 22,00 m y la longitud total de la estructura es de 2.016,59 m. El puente consta de tres zonas bien diferenciadas:

Viaducto de acceso lado Cádiz: 511,76 m de longitud, con 12 vanos de luces 10 x 41,98 + 2 vanos de 45,98 m.

Tramo atirantado: 564,74 m de longitud, dividida en 5 vanos de luces 47,978 + 101,954 + 264,880 + 101,954 + 47,978 m y sustentado en dos pilas tipo pórtico con una altura de 110,50 metros.

Viaducto de acceso lado Huelva: 940,08 m de longitud, dividida en 28 vanos, con dos vanos menores "ocultos", apoyados sobre dos estribos cerrados con muros en vuelta que unen ambos estribos, y luces 2 x 41,481 + 13 x 41,981 + 19,991 + 8 x 21,990 + 19,491 + 3 x 31,986 m

El tramo atirantado cuenta con un sistema de atirantamiento formado por 4 familias de tirantes (2 por cada pilona) de 22 tirantes cada una lo que hace un total de 88 tirantes. Los tirantes están dispuestos con una configuración clásica arpa – abanico y tienen su anclaje pasivo en el tablero y el anclaje activo en las pilas. El número de cordones por tirante varía entre 32 y 78 cordones, según la inclinación del tirante, **y se encuentran inyectados con lechada además de contar con una doble vaina exterior de polietileno de protección**.

Como antecedente, es necesario precisar lo siguiente:

El pasado 6 de agosto de 2018 mediante resolución del Secretario de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda se declararon de emergencia los trabajos

PASEO DE LA CASTELLANA, 67
28071 MADRID

relativos a la Inspección Especial y Evaluación del Nivel de Seguridad del Puente del Centenario.

Además de ello el 21 de febrero de 2019 se modificó, sin efectos económicos, dicha solicitud para incorporar:

- Reparación de tirantes de retenida en 2 pilas de los vanos de acceso: TR-P13-Der-Int y TR-P16-Der-Int.
- Análisis y diagnóstico sobre la causa de rotura. Que se llevará a cabo en dos fases:

  ***Fase I***: El objeto es disponer de un primer diagnóstico de causas probables del fallo.

  ***Fase II***: Tras la Fase I de ensayos, y una vez reparados los tirantes de retenida TR-P13-Der-Int y TR-P16-Der-Int, se plantea una segunda campaña orientada a confirmar las conclusiones del análisis preliminar en cuanto a las causas del fallo y para descartar otras causas menos probables, así como a valorar si fuera necesario proceder a la sustitución del resto de tirantes de retenida.

Por un lado, la solicitud que motivó la imperiosa necesidad de dichos trabajos, de inspección del puente del Centenario, se apoyaba, además de en un informe preliminar de inspección sobre la estructura de mayo de 2018, en los hechos acaecidos en el año 2016 en el Puente Fernando Reig situado en la carretera N-340 en Alcoy (Alicante), y que también forma parte de la Red de Carreteras del Estado, en el que durante la ejecución de unos trabajos de conservación del acerado de la plataforma **se produjo una rotura súbita de un tirante**.

Este suceso de extraordinaria gravedad motivó la paralización inmediata de los trabajos y el corte preventivo del tráfico sobre el puente.

**El Puente Fernando Reig se construyó entre los años 86 y 88, y tiene la misma concepción estructural que el Puente del Centenario** que se construyó justo a continuación entre los años 89 y 91; es decir, un puente atirantado con tirantes protegidos con inyección de lechada y un tablero de hormigón prefabricado, si bien, la luz del puente Fernando Reig es inferior a la del puente del Centenario y en mayor medida también lo es la importancia en cuanto a la funcionalidad en la Red de Carreteras del Estado, prueba de ello es que el puente Fernando Reig pudo cortarse al tráfico durante las obras, aspecto que resulta impensable en el caso del Puente del Centenario que registra una IMD de más de 100.000 veh/día siendo un elemento crítico en la funcionalidad de la Red de Carreteras del Estado en Sevilla.

Los trabajos realizados hasta la fecha sobre el Puente del Centenario y recogidos en la resolución de agosto de 2018 se encuentran prácticamente finalizados, y han sido por un lado los propios trabajos de la Inspección Especial en el puente y, como consecuencia de esta, la redacción de un estudio técnico previo (Anteproyecto) que determine la forma de acometer la sustitución de los tirantes en dicho puente dada la singularidad del mismo y la elevada intensidad de tráfico.

Los trabajos de inspección especial se han centrado fundamentalmente en el estado de los tirantes y han sido los siguientes:



MINISTERIO
DE FOMENTO

- Inspección de anclajes inferiores. Se han desmontando los capots de los 88 anclajes pasivos inferiores (en el interior del tablero) y se han realizado taladros en todos ellos habiéndose introducido un endoscopio para visualizar el estado del interior del tubo de encofrado tratando de determinar el estado de la conexión de la vaina de PE protección con la pieza de fundición existente en el anclaje en la que se inserta así como si el propio hueco del tubo encofrado contenía agua o la había contenido en algún momento. Asimismo dicho taladro hace las funciones de drenaje dado que los tirantes no contemplaban ese detalle constructivo.

- Inspección de los anclajes activos. Se han desmontado los capots de los 24 anclajes superiores interiores y hasta la fecha también los 8 anclajes superiores exteriores de la pila P-15, es decir, un total de 32 de los 88 anclajes superiores, procediéndose a la a revisión del estado de los macizos y de la grasa.

- Retirada de vaina exterior de 4 tirantes. Como en el Puente del Centenario la presencia de la doble vaina dificulta la exploración de la vaina en contacto con el mortero de inyección, se ha retirado la vaina exterior de 4 tirantes (H12, C12, H31 y C31) y se ha procedido a su inspección visual y martilleo para determinar posibles oquedades.

- Igualmente se ha redactado un Anteproyecto de Sustitución de Tirantes por la UTE de empresas FHECOR INGENIEROS CONSULTORES e IDEAM, ambas empresas especializadas en el diseño y construcción de estructuras singulares (se incluye como anexo nº 1 dicho documento), para estudiar las diferentes alternativas posibles para realizar esta operación y diseñar preliminarmente la elegida entre todas ellas.

Como consecuencia de dicha inspección recientemente terminada, y cuyo informe destaca en su apartado 5, de Conclusiones y Propuestas de Actuación, realizado por una empresa especializada en este tipo de trabajos, se adjunta con la solicitud de la Demarcación, se destacan una serie de conclusiones:

Se ha detectado agua en el tubo de encofrado en 27 anclajes inferiores de los 88 existentes, es decir, aproximadamente en 1 de cada 3 tirantes. Igualmente 41 tirantes evidencian discontinuidad de la vaina en la zona previa al anclaje inferior en el tablero, es decir, aproximadamente 1 de cada 2 tirantes.

El 100% de los tirantes de la calzada sentido Cádiz y el 80% de los tirantes de la calzada sentido Huelva tienen síntomas asociados a incidencias graves de acuerdo a lo descrito en el informe como son:

- La existencia de agua al retirar los capots.
- La detección de cordones con alambre central desplazado o deslizado en más del 10% de los cordones.
- La existencia de agua en el tubo-encofrado.





- La presencia de corrosión en el tubo protuberante de la pieza de anclaje.
- La discontinuidad entre vaina y anclaje, o falta de solape entre ellos.
- La corrosión patente en cordones.

Igualmente se evidencian otros deterioros y circunstancias adversas a la durabilidad de los tirantes apuntando que no pueden descartarse que en otros puntos de los tirantes no analizados, especialmente en los puntos más altos y que estén en el entorno de los puntos que fueron de reinyección se den situaciones comprometidas.

Se expone que se está en una situación indeseable de riesgo, entendiendo por tal una función de la frecuencia de ocurrencia de un evento no deseado (rotura de un tirante) y de las consecuencias potenciales si se produce ese evento, y además dicho riesgo se puede considerar alto y puede derivar en un grave peligro para los usuarios dado que la ubicación de los tirantes tan próxima a la calzada provocaría en el caso de una eventual rotura de un tirante la caída de un elemento de varias toneladas de forma descontrolada sobre la calzada.

Igualmente, como en el puente de Alcoy, el tablero del puente del Centenario es un dintel prefabricado con un grado de hiperestatismo limitado y extremadamente sensible a cualquier movimiento o cambio brusco de esfuerzos que pudiere producirse como consecuencia de la rotura inesperada de un tirante.

Se está, pues, ante una infraestructura crítica en la que la grave incertidumbre que pesa sobre el estado de los tirantes implica la consideración inexcusable de que se está ante una situación de riesgo alto, que es necesario mitigar de inmediato.

La propuesta de actuación recomendada en el informe es la de una sustitución del 100% de los tirantes.

Entre tanto se programa y se realiza la sustitución, se plantea la instalación de un sistema de monitorización, forma previa a la completa sustitución, que permita detectar cualquier anomalía sobre el sistema de atirantamiento de modo que se disponga de la información suficiente para poder adoptar las medidas pertinentes sobre la estructura y evacuar el tráfico por los desvíos planteados.

Se acompaña con la solicitud el Informe de Propuesta de Actuaciones Inmediatas derivadas de la Inspección Especial de Tirantes realizado por la empresa FHECOR de fecha 21 de febrero de 2019 y firmado por los Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos D. Javier León González, D. Julio Sánchez Delgado y D. José Romo Martín.

Por todo ello, la Demarcación de Carreteras del Estado en Andalucía Occidental considera necesario solicitar la emergencia, para acometer de inmediato las siguientes actuaciones:

**Sistema de monitorización continua en el puente:**

Como primera medida, con carácter inmediato, se considera necesario instalar un sistema de monitorización continua sobre el puente que permita registrar y conocer cualquier fallo o anomalía sobre los tirantes del puente así como la evolución en el tiempo de los parámetros estructurales del mismo, y mediante dicha instrumentación poder disponer de la información necesaria para adoptar en su caso medidas extraordinarias para minimizar el riesgo de los usuarios como sería inevitablemente el corte parcial o total de la carretera en ese punto, en caso que así se requiriese.

Se plantea establecer dicho sistema inicialmente por un plazo de 1 año.Para ello, el sistema deberá estar formado por:

- Sensores que realicen medidas estáticas de forma periódica con intervalo prefijado.
- Sensores que realicen medidas dinámicas, con velocidad de captura de centésimas de segundo, que se activen por evento, es decir, sensores que están permanentemente activos pero que sólo efectúan registro de datos cuando se supera un umbral prefijado.
- Sistema de adquisición de datos que vigile permanentemente el estado de los sensores y trasmita en tiempo real la información a un servidor central.
- Un servidor central que cree un respaldo en copias de seguridad de la información recibida y procese la información recibida para reenviarla automáticamente al equipo de técnicos encargado del control y del seguimiento de la instrumentación, así como de la toma de decisiones derivadas de una alerta (superación de un umbral de control).

El sistema de monitorización deberá proporcionar en tiempo real el valor de la fuerza soportada por cada tirante, obtenida a partir de su frecuencia de vibración, con herramientas que permitan desacoplar el efecto de la temperatura sobre dicha frecuencia. Además, deberá aportar información sobre otros parámetros estructurales, como giros y desplazamientos, con objeto de permitir su correlación con los valores obtenidos de las fuerzas y facilitar el análisis de las desviaciones que se puedan detectar en las mismas. Para ello, el sistema de monitorización debería contar con:

- 88 acelerómetros, a disponer en los tirantes, destinados a la medida de las frecuencias de vibración de estos elementos y posterior deducción de sus fuerzas axiles (analogía de cuerda vibrante).
- 4 acelerómetros de alta sensibilidad a disponer en los fustes de los pilonos, orientados para la medida de movimientos horizontales longitudinales de los fustes y a las frecuencias naturales de estos elementos.
- 4 clinómetros de precisión montados en la cabeza de los fustes de los pilonos.
- 9 sondas de temperatura de precisión (2 para gradiente vertical en tablero, 2 para gradiente horizontal longitudinal en una torre, 4 para temperatura en tirantes, 1 para temperatura ambiente).
- 2 sensores GPS en centro de vano principal destinados a detectar aumento de flecha en el centro del vano principal.





- Un sistema dinámico de adquisición de datos (acelerómetros).
- Un sistema estático de adquisición de datos (clinómetros, GPS y termómetros).
- Un sistema de control y comunicaciones.
- Un software de adquisición de datos estáticos y dinámicos, así como herramientas de transmisión y proceso de datos

Con el sistema planteado, se persiguen los siguientes objetivos:

- Disponer de un valor de referencia para la fuerza de cada uno de los tirantes (que se obtendrá en el instante en que el sistema se ponga en funcionamiento)
- Detectar en tiempo real eventuales desviaciones de las fuerzas en los tirantes respecto a su valor de referencia, en la medida que el avance del deterioro provoque cambios estructurales, o la rotura del mismo (fuerza nula) en caso de alcanzarse de forma súbita.
- Hacer el seguimiento de la evolución de dichas desviaciones para permitir la toma de decisiones.

Además de la propia instalación del sistema de monitorización será necesario la asistencia técnica para la interpretación de resultados y toma de decisiones adecuadas en cada momento según los valores que se vayan registrando.

**Estudio de soluciones al tráfico en caso de incidencia:**

En caso de que se detecte una incidencia mediante el sistema de monitorización que determine la necesidad de realizar un corte total o parcial de la carretera en ese punto será necesario articular unos desvíos de tráfico en los enlaces contiguos al puente. Estos desvíos naturales son los que habitualmente se han empleado en caso de operaciones de conservación esporádicas que han requerido el corte total del puente pero siempre se han materializado en horas valle de tráfico como por ejemplo noches o determinados periodos de fines de semana.

En caso de una incidencia sería necesario establecer dichos desvíos con un carácter permanente y por lo tanto en vigencia durante horas con una elevada IMD por lo que se producirían congestiones kilométricas que afectaría nos solo a la propia autovía SE-30 sino al viario urbano del Ayuntamiento de Sevilla y a los propios accesos al Puerto de Sevilla. Por este motivo considera necesario analizar y estudiar posibles medidas diferentes de las habituales que mejoren en la medida de lo posible la fluidez de esos desvíos para implementarlas en su caso.

**Conexiones provisionales:**

Habida cuenta de que los desvíos que se pudieran plantear con las infraestructuras existentes son de una capacidad limitada e insuficiente se considera necesario ejecutar nuevas infraestructuras como son las conexiones provisionales planteadas en el Anteproyecto que se adjunta a esta solicitud.

En el Anteproyecto se plantean dos conexiones provisionales, por un lado se

realiza la conexión del viario del Puerto de Sevilla con la nueva autovía SE-40 en el final del tramo Alcalá de Guadaira-Dos Hermanas (dicho tramo está en su fase final de obras) y por otro se conecta de forma directa el ramal de salida del enlace de Puerto Oeste que sale de la calzada izquierda de la SE-30 con la carretera de la esclusa del Puerto de Sevilla.

La conexión del viario del Puerto de Sevilla con la nueva autovía SE-40 requiere construir aproximadamente 700 metros de la calzada derecha de la SE-40 del tramo siguiente al citado anteriormente así como un vial de 1200 metros sobre terrenos de la Autoridad Portuaria de Sevilla. El tráfico se canaliza por los puentes móviles sobre la nueva esclusa por lo que será necesario la autorización y adecuada coordinación con dicho organismo para poder materializar dicho desvío.

Por otro lado en el caso de la conexión directa planteada en el entorno del enlace de Puerto Oeste se ocupan terrenos privados por lo que será necesario realizar la expropiación de los mismos.

Con estas dos conexiones se genera un itinerario con capacidad suficiente que permite hacer un by-pass del tráfico de largo recorrido entre Madrid, Córdoba, Granada, Cádiz y Huelva a través de los puentes de la nueva esclusa del Puerto de Sevilla sin ser necesario su paso por el Puente del Centenario permitiendo en caso de incidencia que requiriese un corte total del puente disponer de un desvío que no alterase el funcionamiento del tráfico de la ciudad de Sevilla.

La estimación económica del importe de dichas obras se ha tomado del Anteproyecto que se adjunta a esta solicitud.

De forma previa a la ejecución de las obras es necesario llevar a cabo la redacción de un proyecto constructivo y durante la ejecución de las obras se necesitará disponer de un equipo de asistencia técnica a la Dirección de Obra, coordinación de seguridad y salud y control de calidad de contraste. Para la estimación económica de dichos trabajos se ha adoptado un porcentaje determinado en cada caso respecto al montante de la obra establecido en el Anteproyecto.

**Redacción de proyecto de sustitución de tirantes:**

Las obras necesarias para poder llevar a cabo la sustitución de tirantes son de una complejidad muy importante por lo que es estrictamente necesario, para poderlas llevar a cabo con plena seguridad para los usuarios (hay que recordar que se han planteado realizarlas con el puente en servicio), redactar el correspondiente Proyecto de Construcción de sustitución de tirantes.

En el caso de la obra de sustitución de tirantes se considera necesario que el proyecto de dichas obras sea supervisado por una empresa diferente de la propia redactora del proyecto para proporcionar una mayor seguridad dada la complejidad de la actuación. Esta metodología es la que se la que se ha seguido en la redacción del Anteproyecto y se considera que está suponiendo una garantía de calidad y resultados







dada la dificultad de la actuación.

La estimación del importe de estos trabajos se ha cifrado en un porcentaje del valor de las obras de sustitución de tirantes estimado en el Anteproyecto. Para el caso de la supervisión externa independiente del proyecto se ha estimado su coste en un 10% del valor de la propia redacción del proyecto.

**Ampliación de ensayos en tirantes de retenida:**

Dentro de los trabajos realizados hasta la fecha en el ámbito de la resolución de agosto de 2018 se han realizado ensayos en el laboratorio de la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid. Los primeros informes aconsejan realizar nuevos ensayos para poder contar con un adecuado diagnóstico de la rotura acaecida en los tirantes de retenida.

Acompaña la valoración estimada las actuaciones que asciende a la cantidad de **13.342.218,69 €.**

A la vista de lo anterior, se propone lo siguiente:

1º.- Declarar de emergencia, al amparo de lo establecido en el artículo 120 de la Ley 9/2017, de 8 de Noviembre, de Contratos del Sector Público, las obras de monitorización continua y trabajos previos para la sustitución de tirantes del puente del centenario situado entre los PP.KK. 10+000 y 12+000 de la autovía S-30, subsanando la situación de grave peligro existente.

2º.- Autorizar su contratación sin sujetarse a los requisitos establecidos en la precitada Ley 9/2017, en virtud de lo establecido en el expresado artículo 120 de la Ley de Contratos del Sector Público.

3º.- Ordenar la tramitación del correspondiente expediente de gasto a fin de obtener la oportuna retención de crédito adecuado y suficiente o, en su caso, la documentación que acredite la iniciación del expediente de modificación de crédito para la financiación de esas actuaciones por un importe de **13.342.218,69 € (TRECE MILLONES TRESCIENTOS CUARENTA Y DOS MIL DOSCIENTOS DIECIOCHO EUROS CON SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS)**, cantidad global estimada de su montante total incluidos los gastos generales y el Impuesto sobre el Valor Añadido.

4º.- En cumplimiento del artículo 120 de la Ley 9/2017, de 8 de Noviembre, de Contratos del Sector Público, el plazo de inicio de la ejecución de las prestaciones no podrá ser superior a un mes, contado desde la adopción del acuerdo previsto en el citado artículo, en la letra a).

5º.- Trasladar copia de esta resolución a la Subdirección General de Inspección de Servicios y Obras del Departamento para que informe según lo previsto en la Orden FOM/2226/2010 de 26 de julio de 2010.

6º.- Disponer que, en el plazo máximo de treinta días, se dé cuenta de esta resolución al Consejo de Ministros, en cumplimiento de lo dispuesto en el precitado artículo 120 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre de Contratos del Sector Público.

Madrid, de del 2019
EL INGENIERO JEFE DEL ÁREA
DE CONSERVACIÓN,

Fdo.: Alvaro Navareño Rojo

Con el Área,
Madrid, de del 2019
EL SUBDIRECTOR GENERAL DE
CONSERVACIÓN,

Fdo.: Jaime López-Cuervo Abad

Con la Subdirección,
Madrid, de del 2019
EL DIRECTOR GENERAL DE CARRETERAS

Fdo.: Javier Herrero Lizano

RESOLUCIÓN
Madrid, de del 2019
EL SECRETARIO DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS,
TRANSPORTE Y VIVIENDA
(Orden FOM/1644/2012, de 23/07/2012; B.O.E. 19/06/2018)

Fdo.: Pedro Saura García

Pág. 9/9

MINISTERIO
DE FOMENTO

# Apéndice 3. Órdenes de Estudio de los Proyectos de los Accesos al Puerto.

MINISTERIO DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA
SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS

**Resolución de la Dirección General de Carreteras por la que se aprueba la orden de estudio del Proyecto de Construcción de clave 33-SE- 5170 : "Mejora del acceso al Puerto Oeste de Sevilla desde la SE-30."**

Analizada la solicitud de orden de estudio de la Demarcación de Carreteras del Estado en Andalucía Occidental, esta Dirección General propone que sea redactado el siguiente estudio:

| | |
|---|---|
| **Provincia:** | SEVILLA. |
| **Tipo:** | Proyecto de construcción. |
| **Tipo de proyecto:** | Mejora local. |
| **Situación:** | Autovía SE-30, P.K. 12+000. Enlace Puerto Oeste de Sevilla. |
| **Clase:** | Seguridad Vial. |
| **Subclase:** | Actuación preventiva de mejora de seguridad vial. |
| **Tipo:** | Mejora de infraestructura. |
| **Subtipo:** | Tratamiento de intersecciones. |
| **Título Complementario:** | Mejora del acceso al Puerto Oeste de Sevilla desde la SE-30. |
| **Obras a proyectar:** | -Construcción de ramal directo de conexión entre la calzada izquierda de la SE-30 sentido decreciente y el vial portuario Carretera de la Esclusa.<br>-Reposición de mota de protección de inundaciones y caminos afectados.<br>-Reposición de servicios y resto de obras complementarias.<br>Debe cumplirse la normativa vigente, especialmente lo dispuesto en la N.S. 1/2019 sobre instrucciones para la redacción de los proyectos supervisados por la Subdirección General de Conservación, en la Norma de Trazado (3.1-I.C.), en la Guía de Nudos Viarios (O.C. 32/2012), en el R.D. 105/2008, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, y en la Orden FOM 3317/2010 (eficiencia en obras públicas). |
| **Incidencia:** | El proyecto contempla expropiaciones. |
| **Indicaciones:** | El proyecto se coordinará con la Autoridad Portuaria de Sevilla. |
| **Presupuesto aproximado:** | Se estima como presupuesto de licitación sin IVA: 3.675.000,00. €.<br>IVA (21%): 771.750,00. €.<br>En cumplimiento de la orden FOM/3317/2010, si durante la redacción del proyecto se estima que el presupuesto inicialmente autorizado va a superarse, deberá solicitarse una modificación de la Orden de Estudio exponiendo las razones que justifican el aumento de cada partida de forma desglosada y estableciendo el nuevo presupuesto que se propone. |
| **Programación del proyecto:** | Un (1) mes. |

El Jefe de Sección

Fdo.: Eduardo Parra Pascual

El Jefe del Área de Conservación

Fdo.: Álvaro Navareño Rojo

Conforme,
Madrid, 08 de MAYO del 2019
El Subdirector General de Conservación

Fdo.: Jaime López-Cuervo Abad

**Aprobada**
Madrid, 09 de MAYO del 2019
EL DIRECTOR GENERAL DE CARRETERAS

Fdo.: Javier Herrero Lizano

Paseo de la Castellana 67
28071 Madrid
Tel. 915 977 769
Fax: 915 978 540

MINISTERIO DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA
SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS

**Resolución de la Dirección General de Carreteras por la que se aprueba la orden de estudio del Proyecto de Construcción de clave 33-SE- 5180: "Emergencia trabajos previos para la sustitución de tirantes del Puente del Centenario, Conexión Provisional de Acceso Sur al Puerto de Sevilla desde SE-40."**

Analizada la solicitud de orden de estudio de la Demarcación de Carreteras del Estado en Andalucía Occidental, esta Dirección General propone que sea redactado el siguiente estudio:

| | |
|---|---|
| **Provincia:** | SEVILLA. |
| **Tipo:** | Proyecto de construcción. |
| **Tipo de proyecto:** | Mejora local. |
| **Situación:** | Autovía SE-30, P.K. 12+000. Enlace Puerto Oeste de Sevilla.<br>Autovía SE-40. Enlace con la A-4 Sur. |
| **Clase de obra:** | Seguridad Vial. |
| **Subclase de obra:** | Actuación preventiva de mejora de seguridad vial. |
| **Tipo de obra:** | Otros. |
| **Título Complementario:** | Emergencia trabajos previos para sustitución de tirantes de Puente del Centenario, Conexión Provisional Acceso Sur a Puerto de Sevilla y SE-40. |
| **Obras a proyectar:** | -Refuerzo de viario portuario para el tráfico del futuro desvío SE-30–SE-40.<br>-Ejecución de nuevo vial portuario en margen derecha del río Guadaira, entre Glorieta Sur del viario Dársena del Cuarto y traza de la SE-40.<br>-Construcción de ramal provisional de conexión del nuevo vial portuario con el viaducto norte del Guadaira en la SE-40<br>-Ejecución de conexión temporal del ramal provisional con la SE-40, incluyendo: finalización del viaducto norte del Guadaira, tratamientos geotécnicos de rellenos antrópicos en margen izquierda del río Guadaira, transfer de conexión y servicios afectados.<br>Debe cumplirse la normativa vigente, especialmente lo dispuesto en la N.S. 1/2019 sobre instrucciones para redacción de los proyectos supervisados por la Subdirección General de Conservación, en la Norma de Trazado (3.1-I.C.), en la Guía de Nudos Viarios (O.C. 32/2012), en el R.D. 105/2008, que regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición, y en la Orden FOM 3317/2010 (eficiencia en obras públicas) |
| **Observaciones:** | El proyecto requiere información pública.<br>El proyecto se coordinará con el Puerto de Sevilla. |
| **Presupuesto aproximado:** | Se estima como presupuesto de licitación sin IVA: 5.950.000,00 €.<br>IVA (21%): 1.249.500,00 €.<br>En cumplimiento de la orden FOM/3317/2010, si durante la redacción del proyecto se estima que el presupuesto inicialmente autorizado va a superarse, deberá solicitarse una modificación de la Orden de Estudio exponiendo las razones que justifican el aumento de cada partida de forma desglosada y estableciendo el nuevo presupuesto que se propone. |
| **Programación del proyecto:** | Un (1) mes. |

El Jefe de Sección

Fdo.: Eduardo Parra Pascual

Conforme,
Madrid, 30 de MAYO del 2019
El Subdirector General de Conservación

Fdo.: Jaime López-Cuervo Abad

El Jefe del Área de Conservación

Fdo.: Álvaro Navareño Rojo

**Aprobada**
Madrid, 31 de MAYO del 2019
EL DIRECTOR GENERAL DE CARRETERAS

Fdo.: Javier Herrero Lizano

Paseo de la Castellana 67
28071 Madrid
Tel. 915 977 769
Fax: 915 978 540

Apéndice 4. Resolución de la Subdirección General de Proyectos de la Dirección General de Carreteras.

COEX

MINISTERIO DE FOMENTO

MINISTERIO DE FOMENTO
Salida
Nº. 201900000068293
28-11-2019 11:21:13

SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA
SECRETARIA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS
SUBDIRECCIÓN GENERAL DE PROYECTOS

O F I C I O

S/REF.:
N/REF.: *JMP/mis* T4/14-SE-5090
FECHA: Madrid, 26 de noviembre de 2019
ASUNTO: asignación clave

MFOM D.C. SEVILLA
Entrada
Nº. 201920410003506
28-11-2019 10:44:57

**Demarcación de Carreteras del Estado en SEVILLA**
**Avda. Américo Vespucio, 5. Edificio La Cartuja –Portal 1, planta 1ª**
**41071-SEVILLA**

Adjunto se remite copia de la resolución de fecha 22 de noviembre de 2019 por la que se asigna clave a los proyectos de trazado y construcción "Sustitución de los tirantes del Puente del Centenario, situado entre el p.k. 10+000 y 12+000 de la autovía SE-30 en Sevilla".

EL JEFE DE SERVICIO DE ESTUDIOS DE CARRETERAS,

Fdo.: Mónica Ibáñez Sanz

***Anexo: fotocopia del escrito.***

Pº DE LA CASTELLANA, 67
28071 MADRID
TEL.: 91 597 83 44
FAX: 91 597 85 37

FIRMADO
FIRMADO por : BRAVO ANTON, ROSALIA. A fecha: 22/11/2019 11:49 AM
SUBDIRECTORA GENERAL DE PROYECTOS
Total folios: 4 (1 de 4) - Código Seguro de Verificación: MFOM0256ODE81C6EBAE1E219C06B
Verificable en https://sede.fomento.gob.es/ O.M de 24/2/2011
MINISTERIO DE FOMENTO

MINISTERIO
DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA

SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS

DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE PROYECTOS

**T4/14-SE-5090**

**Resolución de la Subdirección General de Proyectos de la Dirección General de Carreteras por la que se asigna clave a los proyectos de trazado y construcción:**

**"SUSTITUCIÓN DE LOS TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y 12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA"**

**Red de Carreteras del Estado**

**Provincia de SEVILLA**

En agosto de 2018, el Secretario de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda, aprobó la declaración de emergencia para los trabajos de inspección especial y evaluación del nivel de Seguridad del Puente del Centenario de la autovía SE-30, solicitada por la Demarcación de Carreteras del Estado en Andalucía Occidental debido a las patologías que presentaban los tirantes del mismo. Dentro de las actuaciones que se solicitaban acometer se incluía la elaboración de un documento a nivel de anteproyecto en el que se analizase la viabilidad técnica y económica de la sustitución de tirantes que, dado la intensidad de tráfico que soporta el puente, fuese compatible con mantener el tráfico rodado, con la alternativa de ubicar los anclajes de los tirantes en el exterior de la plataforma actual para permitir un mejor aprovechamiento de esta y, adicionalmente, con posibles ampliaciones futuras de la plataforma de la estructura.

La solicitud de declaración de emergencia de los trabajos se apoyaba en el informe "*Puente del Centenario sobre el río Guadalquivir en Sevilla. Informe de Evaluación y Propuesta de Reparación*", de mayo de 2018, redactado por la UTE INTEMAC-FHECOR, como parte del contrato de servicios para la "*Realización de inspecciones especiales, proyectos e informes en obras de paso de la Red de Carreteras del Estado, 11º Itinerario Zona Sur*" para la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento. En dicho informe se ponía de manifiesto la necesidad de sustituir los tirantes del puente del Centenario debido a su mal estado de conservación, ya que, si bien con la tecnología actual no resulta posible dictaminar fehacientemente la existencia de corrosión en los cordones de los tirantes, los indicios y los antecedentes apuntan a un evidente riesgo de corrosión en las zonas inferiores de los tirantes. Por ello los autores del informe de evaluación propusieron, a partir de un análisis cualitativo de riesgos, analizar la sustitución de los tirantes, actuación que entienden quedaría plenamente justificada por el tiempo de servicio transcurrido desde la construcción, 27 años, y por los riesgos asociados a los síntomas observados en la inspección realizada.

Los trabajos de inspección especial contemplados en la emergencia sirvieron para reafirmar las conclusiones de los informes previos, ya que el informe de "*Inspección especial de los tirantes, evaluación de su nivel de seguridad*", redactado por FHECOR en febrero de 2019, recoge los altos porcentajes de síntomas adversos detectados en los tirantes, lo que ha llevado



FIRMADO
FIRMADO por : BRAVO ANTON, ROSALIA. A fecha: 22/11/2019 11:49 AM
SUBDIRECTORA GENERAL DE PROYECTOS
Total folios: 4 (2 de 4) - Código Seguro de Verificación: MFOM0256ODE81C6EBAE1E219C06B
Verificable en https://sede.fomento.gob.es/ O.M de 24/2/2011
MINISTERIO DE FOMENTO



a los autores del mismo a realizar una evaluación del nivel de seguridad del puente en la que se concluye que:

- Se está ante una infraestructura crítica en la que la grave incertidumbre que pesa sobre el estado de los tirantes implica la consideración inexcusable de estar ante una situación de riesgo alto que es necesario mitigar;
- Está plenamente justificada la sustitución completa de los tirantes (al 100%), por las evidencias expuestas en informe y por las consecuencias derivadas de un fallo de los tirantes para la estructura y para los usuarios;
- Con el fin de hacer compatible la situación de incertidumbre descrita, que desemboca en la necesidad de sustituir el 100% de los tirantes, con el mantenimiento del servicio en el puente, se propone la implantación de un sistema de alerta que permita detectar la eventual ocurrencia de una incidencia estructural en los tirantes (rotura parcial) de manera que puedan tomarse las medidas correspondientes. Dicho sistema de detección deberá registrar que, en su caso, se haya producido tal incidencia y en qué tirante, de manera que, acaecida esa situación, se pueda proceder a la correspondiente toma de decisiones;
- Además, se considera necesario prever y, en su caso, habilitar un sistema de desvíos alternativos de tráfico para que, en caso de detectarse una incidencia estructural por el sistema de alarma se proceda a la interrupción del tráfico, no se produzca un colapso circulatorio.

En paralelo con los trabajos de inspección especial, se elaboró, de acuerdo con lo previsto en la emergencia aprobada en agosto 2018, un anteproyecto sustitución de tirantes fechado en febrero de 2019, redactado por la UTE de empresas consultoras FHECOR e IDEAM bajo la dirección de la Demarcación de Carreteras del Estado en Andalucía Occidental.

En el anejo nº 6 de dicho anteproyecto se analizaron diversas alternativas posibles para llevar a cabo la operación y se diseña de forma preliminar la alternativa elegida. Las ideas rectoras del diseño de la solución elegida en el anteproyecto de sustitución de tirantes son:

- Sustitución de los tirantes compatible con mantener el puente en servicio y con la menor afección al tráfico posible. Para ello los nuevos tirantes se sitúan en un plano exterior al de los tirantes actuales;
- Aprovechamiento estructural en lo posible del tablero y del pilono actual, pero con la sustitución de los tirantes actuales por una nueva familia de tirantes dejando solamente dos planos verticales de cables;
- Las dos premisas anteriores permiten además ganar anchura en la plataforma existente, pasando de los 5 carriles actuales en el tramo atirantado a 6 carriles;

FIRMADO

FIRMADO por : BRAVO ANTON, ROSALIA. A fecha: 22/11/2019 11:49 AM
SUBDIRECTORA GENERAL DE PROYECTOS
Total folios: 4 (3 de 4) - Código Seguro de Verificación: MFOM0256DDE81C6EBAE1EZ19C068
Verificable en https://sede.fomento.gob.es/ O.M de 24/2/2011

MINISTERIO DE FOMENTO

**T4/14-SE-5090**

- Recrecido lateral de los pilonos para alojar los nuevos tirantes en un mismo plano vertical. Este recrecido lateral será el mínimo necesario, sin ganar altura en el pilono, para garantizar que se mantiene el aspecto y estética del puente original, el cual es una obra significativa de la ingeniería y constituye un símbolo de la ciudad de Sevilla;

- Solución compatible con una futura ampliación de la plataforma por el exterior de los pilonos.

A la luz de los resultados de los trabajos de inspección especial y de evaluación del nivel de seguridad del puente del Centenario, el Ministerio de Fomento ha decido subsanar la situación de grave peligro del puente y con fecha abril de 2019 el Secretario de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda aprobó la declaración de emergencia, solicitada por la Demarcación de Carreteras del Estado en Andalucía Occidental, para las obras de monitorización continua y los trabajos previos para la sustitución de tirantes del puente del Centenario.

Entre los trabajos previos se incluye, para llevar a cabo las futuras obras de sustitución de tirantes manteniendo el puente en servicio y con plena seguridad para el usuario, la redacción del correspondiente proyecto de construcción a partir del anteproyecto de febrero de 2019.

Debido a que para realizar este proyecto es necesario realizar ocupaciones temporales de terrenos así como imponer servidumbres, se considera necesario que el proyecto sea sometido a un trámite de información pública a efecto de expropiaciones. Con objeto de minimizar tiempo de redacción del proyecto puede ser conveniente someter a información pública un proyecto de trazado, con el contenido mínimo especificado en el artículo 28 del Reglamento General de Carreteras, y una vez aprobado definitivamente iniciar el expediente expropiatorio. Simultáneamente al trámite de información pública se puede avanzar en la redacción del proyecto de construcción.

Con objeto de identificar este proyecto en su tramitación por la Subdirección General de Proyecto **RESUELVO** asignarle:

**Título:** Sustitución de los tirantes del puente del Centenario, situado entre el p.k. 10+000 y el p.k. 12+000 de la autovía SE-30 en Sevilla.

**Tipo y clave:** Proyecto de trazado **T4-SE-5090**

Proyecto de construcción **14-SE-5090**

**Situación**: Circunvalación de Sevilla SE-30, entre p.k. 10+000 y el p.k. 12+000



FIRMADO

FIRMADO por : BRAVO ANTON, ROSALIA. A fecha: 22/11/2019 11:49 AM
SUBDIRECTORA GENERAL DE PROYECTOS
Total folios: 4 (4 de 4) - Código Seguro de Verificación: MFOM0256DDE81C6EBAE1EZ19C068
Verificable en https://sede.fomento.gob.es/ O.M de 24/2/2011

MINISTERIO DE FOMENTO

**T4/14-SE-5090**

**Clase**: Rehabilitación estructural (sustitución de tirantes) con mejora local (ampliación de plataforma)

**Objeto de los proyectos:** Desarrollo, con el grado de detalle exigible a un proyecto de trazado y a un proyecto de construcción la alternativa propuesta en el anteproyecto sustitución de tirantes del puente del Centenario.

**Contenido**: Los documentos especificados para este tipo de estudios en el Reglamento General de Carreteras.

**Presupuesto estimado:** Conforme al anteproyecto se estima el presupuesto base de licitación de las obras en **OCHENTA Y CUATRO MILLONES DE EUROS (84.000.000,00 €)**, IVA incluido.

**LA SUBDIRECTORA GENERAL DE PROYECTOS**

**Fdo.: Rosalía Bravo Antón**

DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA Y ANEJOS

# ANEJO 2. AJUSTE A LA ORDEN DE ESTUDIO

# ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN ..... 5
2 ANÁLISIS ..... 5
3 CONCLUSIÓN ..... 5

# 1 INTRODUCCIÓN

A todos los efectos se considera que la orden de estudio del presente proyecto es la Resolución de abril de 2019 por la que el Secretario de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda aprobó la declaración de emergencia, solicitada por la Demarcación de Carreteras del Estado en Andalucía Occidental, para las obras de monitorización continua y los trabajos previos para la sustitución de tirantes del puente del Centenario.

En ese anejo se justifica las actuaciones proyectadas se ajustan a las que figuran en la orden de estudio o última modificación aprobada de dicha orden de estudio.

# 2 ANÁLISIS

La citada Declaración de Emergencia indica que: *las obras necesarias para poder llevar a cabo la sustitución de tirantes son de una complejidad muy importante por lo que es estrictamente necesario, para poderlas llevar a cabo con plena seguridad para los usuarios (hay que recordar que se han planteado realizarlas con el puente en servicio), redactar el correspondiente Proyecto de Construcción de sustitución de tirantes.*

Este planteamiento genérico es completado por la resolución, de 22 de septiembre de 2019, de la Subdirección General de Proyectos de la Dirección General de Carreteras (SGP-DGC), por la que se asigna clave a los proyectos de trazado y construcción "Sustitución de los tirantes del Puente del Centenario, situado entre el p.k. 10+000 y 12+000 de la autovía SE-30 en Sevilla", que asigna la siguientes características al proyecto

Título: Sustitución de los tirantes del puente del Centenario, situado entre el p.k. 10+000 y el p.k. 12+000 de la autovía SE-30 en Sevilla.

Tipo y clave: Proyecto de trazado T4-SE-5090
Proyecto de construcción 14-SE-5090

Situación: Circunvalación de Sevilla SE-30, entre p.k. 10+000 y el p.k. 12+000

Clase: Rehabilitación estructural (sustitución de tirantes) con mejora local (ampliación de plataforma)

Objeto de los proyectos: Desarrollo, con el grado de detalle exigible a un proyecto de trazado y a un proyecto de construcción la alternativa propuesta en el anteproyecto sustitución de tirantes del puente del Centenario.

Contenido: Los documentos especificados para este tipo de estudios en el Reglamento General de Carreteras.

Presupuesto estimado: Conforme al anteproyecto se estima el presupuesto base de licitación de las obras en OCHENTA Y CUATRO MILLONES DE EUROS (84.000.000,00 ), IVA incluido

Además la resolución indica que debido a que para realizar este proyecto es necesario realizar ocupaciones temporales de terrenos así como imponer servidumbres, se considera necesario que el proyecto sea sometido a un trámite de información pública a efecto de expropiaciones. Con objeto de minimizar tiempo de redacción del Proyecto puede ser conveniente someter a información pública un Proyecto de Trazado, con el contenido mínimo especificado en el artículo 28 del Reglamento General de Carreteras, y una vez aprobado definitivamente iniciar el expediente expropiatorio. Simultáneamente al trámite de información pública se puede avanzar en la redacción del Proyecto de Construcción.

El presupuesto base de licitación estimado en el presente Proyecto de Trazado es de CIENTO DOS MILLONES CIENTO VEINTISIETE MIL CIENTO TREINTA Y CUATRO CON CINCO CÉNTIMOS (102.127.134,05€) y supera la cifra recogida en la resolución de la SGP-DGC de conformidad con el Anteproyecto.

Este incremento presupuesto responde a las siguientes causas:

- El porcentaje de Gastos Generales y Beneficio Industrial ha pasado del 5% en el Anteproyecto al 19% en el Proyecto.
- Ha sido necesario incrementar la partida presupuestaria dedicada a los desvíos provisionales durante la ejecución de las obras para contemplar el régimen de explotación de los puentes levadizo de la exclusa del puerto, que la Autoridad Portuaria ha comunicado al equipo redactor en las reuniones de coordinación mantenidas al respecto.
- El precio del acero estructural elaborado y montado se ha incrementado debido a que, a consecuencia de la crisis económica, se ha reducido el número de talleres metálicos con capacidad para abordar con garantías una obra de la envergadura de la desarrollada en el Proyecto.

# 3 CONCLUSIÓN

El presente Proyecto de Trazado se ha redactado, siguiendo las recomendaciones e instrucciones de la Dirección General de Carreteras, con el objeto de minimizar el tiempo de redacción del Proyecto de Construcción solicitado en la declaración de emergencia para las obras de monitorización continua y los trabajos previos para la sustitución de tirantes del puente del Centenario.

Y el presupuesto estimado en el Proyecto se supera el presupuesto inicialmente previsto, incremento que se considera debidamente justificado, por lo que solicita la aprobación de la Dirección General de Carreteras.

DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA Y ANEJOS

# ANEJO 3. CUMPLIMIENTO DE LA ORDEN FOM/3317/2010

# ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN ..... 5
2 ANÁLISIS DEL CUMPLIMIENTO DE LA ORDEN FOM/3317/2010 ..... 5
3 CERTIFICADO DE CUMPLIMENTO DE LA ORDEN FOM/3317/2010 ..... 6

# 1 INTRODUCCIÓN

.El objeto de este Anejo es justificar el cumplimiento de la Orden FOM/3317/2010, de 17 de diciembre, por la que se aprueba la Instrucción sobre medidas específicas para la mejora de la eficiencia en la eficiencia en la ejecución de las obras públicas de infraestructuras ferroviarias, carreteras y aeropuertos de Ministerio de Fomento.

.

# 2 ANÁLISIS DEL CUMPLIMIENTO DE LA ORDEN FOM/3317/2010

A continuación se pasa revista a los apartados de aplicación de la Instrucción, trascritos en cursiva, y se analiza su cumplimiento.

*Artículo 6.* ***Proyectos de Construcción y de Trazado.***
*1. En los Proyectos de Construcción y de Trazado que se redacten de conformidad con los artículos 27 y 28 del Reglamento General de Carreteras, se comprobará que se ha cumplido todo lo prescrito en el artículo 5. Sus conclusiones se reflejarán en un informe que el autor del proyecto elaborará e incluirá en el mismo. En dicho informe se indicarán las modificaciones del trazado que, en su caso, se hayan producido en el Proyecto con respecto al Estudio Informativo, justificando sus motivos.*

El proyecto desarrolla la solución propuesta en el Anteproyecto, en el que estudian diversas alternativas que se comparan mediante un análisis de la viabilidad técnico-económica y se propone como alternativa más adecuada aquella que contempla la disposición de los tirantes en el exterior de la plataforma actual del tablero, ya que es la solución que menos afección al tráfico supone durante las obras, además de presentar ventajas funcionales adicionales como liberar completamente la plataforma del tablero para uso viario y ser compatible con eventuales ampliaciones futuras de la capacidad de la SE-30 con vías colectoras.

*2. Las peticiones de obras o mejoras adicionales que se planteen por otras Administraciones, no justificadas por la funcionalidad de la propia infraestructura proyectada, deberán ser acordadas mediante un Convenio en el que se incluya la aportación económica, por parte de la Administración territorial solicitante, del incremento presupuestario que resulte.*

*3. Con carácter general podrán admitirse alteraciones en los proyectos con relación a los Estudios Informativos, a propuesta de las Administraciones Territoriales, cuando no contradigan los criterios generales de sostenibilidad, economía y eficiencia de esta orden y la Administración proponente asuma el sobrecoste derivado de su propuesta.*

En la fase de redacción del presente proyecto no han surgido propuestas de otras Administraciones tendentes a modificar la solución de referencia ni a incrementar el presupuesto.

*4. No se incluirán en los proyectos actuaciones cuya justificación y necesidad se base en la promoción de desarrollos urbanísticos, polígonos industriales, y similares. Este tipo de actuaciones no serán en ningún caso financiadas por el Ministerio de Fomento, que podrá autorizarlas, si cumplen los requerimientos para ello, para su ejecución y financiación con cargo a los promotores de los desarrollos mencionados.*

Las actuaciones incluidas en el proyecto no se justifican por promociones urbanísticas, industriales o similares.

*5. El autor de cada proyecto deberá presentar al Centro Directivo, antes de la aprobación del mismo, una certificación en la que reconozca cumplir las instrucciones y parámetros de eficiencia que se recogen en la presente Orden Ministerial.*

Los proyectos de rehabilitación estructural de puentes en servicio no están específicamente contemplados en la Orden FOM/3312/2010, cuyas instrucciones y parámetros de eficiencia se centran en las infraestructuras de nueva planta. Por ello en la certificación que se presenta en este Anejo se indica que el proyecto cumple con el espíritu de la Orden, recogido con su preámbulo, pues las actuaciones se han diseñado con criterios de sostenibilidad social, ambiental y económica, considerando el ciclo completo de vida útil del activo. Además la solución proyectada para la sustitución de los tirantes del puente del Centenario de la SE-30 permite la ampliación de la misma en función de las necesidades futuras de aumento de la capacidad de la carretera.

*Artículo 7.* ***Criterios de eficiencia.***
*1. El trazado de las carreteras, que se seguirá guiando por la Norma 3.1-IC «Trazado» de la Instrucción de Carreteras, tendrá en cuenta las siguientes consideraciones para incrementar la eficiencia de la infraestructura:*

*a) Lo establecido en el artículo 4.4 de la Ley de Carreteras y lo especificado en el artículo 1.2 de la citada Norma 3.1-IC «Trazado», en cuanto a su aplicación a proyectos de ampliación de número de carriles en autovía, actuaciones en entornos periurbanos, actuaciones de acondicionamiento, mejora o ampliación (incluso conversión en autovía) de carreteras existentes, así como a los proyectos incluidos en el párrafo quinto de dicho artículo 1.2.*

*b) La rasante de la carretera se proyectará de forma que se minimicen los costes del conjunto formado por el movimiento de tierras y las estructuras y túneles, siempre respetando la Declaración de Impacto Ambiental.*

*c) La longitud de las estructuras proyectadas deberá ser la mínima compatible con la Declaración de Impacto Ambiental y con el obstáculo a salvar. Además, la tipología de estructura deberá ser la de coste mínimo posible, considerando construcción y conservación, que resuelva los condicionantes existentes.*

*d) Únicamente se proyectarán túneles cuando sea estrictamente necesario, vinculando su longitud exclusivamente a los aspectos técnicos inherentes en cada caso. En fase de proyecto, no se dispondrán nuevos túneles o túneles artificiales no previstos en el Estudio Informativo y en la Declaración de Impacto Ambiental, salvo autorización expresa del Director General de Carreteras, previo informe justificativo de su necesidad.*

*e) Como criterio general, se tratará de minimizar, en los proyectos de nuevos trazados, la ejecución de vías de servicio y vías colectoras.*

El proyecto se centra en la rehabilitación estructural de un puente atirantado que permite adicionalmente aumentar su capacidad en un carril, manteniendo su plataforma y su rasante.

2. De conformidad con la Norma 6.1-IC «Secciones de Firme» de la Instrucción de Carreteras, la sección de firme a utilizar se dimensionará de acuerdo con la categoría de tráfico que resulte con las hipótesis de crecimiento. De entre todas las secciones posibles se elegirá aquella que suponga un coste de ejecución y conservación menor. En caso de no seguirse este criterio, previo informe técnico justificativo de su necesidad, requerirá la autorización expresa del Director General de Carreteras.

Los firmes a emplear en los puentes no están contemplados en la Norma 6.1-IC. La solución propuesta se basa en secciones de firmes empleadas en las estructuras de la Red de Carreteras del Estado y sancionadas por la práctica.

*3. En los proyectos de adecuación de travesías se incluirán únicamente las actuaciones de firmes, señalización y balizamiento que sean necesarios para mantener la seguridad vial de la carretera. La inclusión de otras actuaciones requerirá la autorización expresa del Director General de Carreteras.*

No es de aplicación

Artículo 8. ***Parámetros de eficiencia.***
Los estudios y proyectos de carreteras que se redacten de conformidad con el Capítulo Primero del Título II del Reglamento General de Carreteras se atendrán a los parámetros técnicos y económicos de eficiencia recogidos en el Anexo II de esta Instrucción.

Los parámetros del Anexo II se refieren mayoritariamente a proyecto de obra nueva, por lo que sólo se consideran de aplicación los puntos siguientes:

**ANEXO II Parámetros de eficiencia para los estudios y proyectos de carreteras**

1. El presupuesto de todos los proyectos de construcción que se redacten por parte de la Dirección General de Carreteras deberá ser como máximo el previsto en la orden de estudio.

El presupuesto base de licitación estimado en el presente Proyecto de Trazado supera la cifra recogida, de conformidad con el Anteproyecto, en la resolución, de 22 de septiembre de 2019, de la Subdirección General de Proyectos de la Dirección General de Carreteras, por la que se asigna clave a los proyectos de trazado y construcción "Sustitución de los tirantes del Puente del Centenario, situado entre el p.k. 10+000 y 12+000 de la autovía SE-30 en Sevilla".

Este incremento presupuesto responde a las siguientes causas:

- El porcentaje de Gastos Generales y Beneficio Industrial ha pasado del 5% en el Anteproyecto al 19% en el Proyecto.
- Ha sido necesario incrementar la partida presupuestaria dedicada a los desvíos provisionales durante la ejecución de las obras para contemplar el régimen de explotación de los puentes levadizo de la exclusa del puerto, que la Autoridad Portuaria ha comunicado al equipo redactor en las reuniones de coordinación mantenidas al respecto.
- El precio del acero estructural elaborado y montado se ha incrementado debido a que, a consecuencia de la crisis económica, se ha reducido el número de talleres metálicos con capacidad para abordar con garantías una obra de la envergadura de la desarrollada en el Proyecto.

2. Los precios unitarios de las unidades de obra utilizadas en los proyectos corresponderán, como máximo, a los recogidos en el Cuadro de Precios de Referencia de la Dirección General de Carreteras, que será actualizado anualmente. La utilización de unidades de obra no recogidas en el Cuadro de Precios anterior, deberá suponer, como máximo, el 20% del presupuesto de la actuación, excluyendo de este porcentaje las reposiciones de servicios afectados y las actuaciones relacionadas con prospecciones y recuperaciones arqueológicas.

La Base de Precios de Referencia de la Dirección General de Carreteras en vigor está recogida en la OC 37/2016. Dicha base no contempla precios específicos para los elementos singulares de los puentes atirantados (como los propios tirantes) ni para las unidades de sustitución de tirantes ni para las unidades de reparaciones de los elementos de hormigón deteriorados, por lo que no es posible cumplir con la limitación del 20% impuesta para unidades no recogidas en la Base.



# 3 CERTIFICADO DE CUMPLIMENTO DE LA ORDEN FOM/3317/2010

PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K. 12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA

CLAVE:T4-SE-5090

PROVINCIA DE SEVILLA

Los ingenieros autores del proyecto de referencia

D. José Romo Martín. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos perteneciente a la empresa consultora FHECOR, Ingenieros Consultores S.A

D. Luis Matute Rubio, Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos perteneciente a la empresa consultora IDEAM, Tylin International Group

CERTIFICAN

Que en cumplimiento la Orden FOM/3317/2010, de 17 de diciembre, por la que se aprueba la Instrucción sobre las medidas específicas para la mejora de la eficiencia en la ejecución de las obras públicas de infraestructuras ferroviarias, carreteras y aeropuertos del Ministerio de Fomento, las actuaciones recogidas en el proyecto de referencia se han diseñado con criterios de sostenibilidad social, ambiental y económica, considerando el ciclo completo de vida útil de los activos y previendo la posibilidad de su ampliación futura por aumento de la demanda de capacidad de la carretera.

Firmado en Madrid a 20 de diciembre de 2019



José Romo Martín

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos



Luis Matute Rubio

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA Y ANEJOS

# ANEJO 4. CUMPLIMIENTO DE LAS INSTRUCCIONES DE LA DGC

# ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN ..... 5

2 JUSTIFICACIÓN DETALLADA ..... 5

# 1 INTRODUCCIÓN

En este Anejo se justifica en qué punto o puntos el equipo redactor ha considerado conveniente alejarse de los criterios de las Recomendaciones e Instrucciones para la Redacción de los Proyectos de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento, recogidos en la notas de servicio NS 9/2014 y NS 1/2019.

# 2 JUSTIFICACIÓN DETALLADA

Las actuaciones desarrolladas en este Proyecto se corresponden con la Categoría B Actuaciones Específicas, Subcategoría B2 Proyecto de rehabilitación de estructuras, contemplada en la Nota de Servicio NS 1/2019.

En la redacción del Proyecto se han seguido las instrucciones de dicha Nota de Servicio, salvo en la estimación de los coste, dado que la Base de Precios de Referencia de la Dirección General de Carreteras en vigor, recogida en la OC 37/2016, no contempla precios específicos para los elementos singulares de los puentes atirantados (como los propios tirantes) ni para las unidades de sustitución de tirantes ni para las unidades de reparaciones de los elementos de hormigón deteriorados, por lo que no es posible cumplir con la limitación impuesta en lo que respecta al 20% máximo del Presupuesto de Ejecución Material de la obra pueda corresponder con unidades no contempladas en la Base de Precios de Referencia (sin contabilizar las unidades empleadas en reposiciones de servicios afectados y en actuaciones relacionadas con prospecciones y recuperaciones arqueológicas),

DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA Y ANEJOS

# ANEJO Nº 5. COORDINACIÓN CON EL SECTOR DE CONSERVACIÓN INTEGRAL

## INDICE

1 INTRODUCCIÓN ..... 5

2 CONTACTOS MANTENIDOS ..... 5

3 INFORMACIÓN RECIBIDA ..... 5

4 PETICIONES DEL SGI ..... 5

APÉNDICE 1. SOLICITUD DE INFORMACIÓN AL SECTOR DE CONSERVACIÓN INTEGRAL

APÉNDICE 2.INFORMACIÓN RECIBIDA DEL SECTOR DE CONSERVACIÓN INTEGRAL

APÉNDICE 3.COMENTARIOS DEL SECTOR DE CONSERVACIÓN INTEGRAL PARA LA REDACCIÓN DEL ANTEPROYECTO

APÉNDICE 4. NOTAS DE LA REUNIÓN CON EL SCI

# 1 INTRODUCCIÓN

El presente anejo tiene por objeto la exposición de las conversaciones mantenidas con el Sector de Conservación Integral del Puente del Centenario, situado entre el P.K 10+000 y el P.K 12+000 de la SE-30.

Los contactos con el Sector de Conservación han sido llevados a cabo a través de correos electrónicos. Todos los contactos mantenidos, así como la documentación facilitada por este, se exponen en los siguientes puntos de este anejo.

# 2 CONTACTOS MANTENIDOS

Los principales contactos mantenidos se han llevado a cabo mediante correos electrónicos y llamadas telefónicas.

Acorde a lo establecido en la Nota de Servicio 1/2019, el día 19 de julio de 2019, se solicitó formalmente, y vía correo electrónico, al Jefe COEX del Sector de Conservación que incluye el Puente del Centenario, la siguiente información:

- Cartografía del tramo de la SE-30 en el que se encuentra el Puente del Centenario.
- Información sobre el estado de conservación de los distintos elementos del puente del centenario y los trabajos de conservación realizados sobre los mismos en los últimos años y los problemas de uso que estos planteen.
- Información sobre el comportamiento de los usuarios en la zona de actuación, junto con los accidentes detectados en el puente.
- Información sobre la situación de los distintos servicios que puedan verse afectados y las personas de contacto responsables de los mismos, si los conociere.
- Datos de los inventarios de la Subdirección General de Conservación, relacionados con el Puente del Centenario.

# 3 INFORMACIÓN RECIBIDA

El día 1 de agosto de 2019 se recibió contestación del Sector de Conservación, vía correo electrónico. La información facilitada se detalla a continuación:

- Cartografía, en formato DWG, del tramo de la SE-30 donde se encuentra el Puente del Centenario.
- Listado de elementos relevantes a considerar en el Puente del Centenario, indicando su estado actual y las reparaciones realizadas en ellos, así como las peticiones del SGI en relación a mejorar la funcionalidad, inspección y conservación de dichos elementos.
- Información sobre los usuarios diarios, accidentes, retenciones ocasionadas y las causas de estos.
- La posición de los servicios afectados de agua y de tráfico en formato DWG, así como un listado telefónico de las personas responsables de dichos servicios.
- Listado con el inventario de los elementos existentes en el Puente del Centenario entre los P.K 10+000 y 12+000 de la SE-30.

Toda la información expuesta con anterioridad se adjunta en los apéndices del presente documento.

# 4 PETICIONES DEL SGI

El Sector de conservación incluye, en la información suministrada, una serie de peticiones o recomendaciones relacionadas con la conservación y mantenimiento de distintos elementos del Puente del Centenario y que a su juicio es necesario contemplarlas en el presente proyecto. Adicionalmente dichas solicitudes fueron comentadas con el equipo redactor del proyecto en una reunión celebrada en Sevilla en 12 de septiembre de 2019

En la siguiente tabla se muestran todas las peticiones del Sector de Conservación y las observaciones realizadas por el equipo redactor

| PETICIONES SGI | OBSERVACIONES |
|---|---|
| Renovación de las juntas de dilatación de neopreno armado en los tramos de acceso | Viaductos de acceso se salen del ámbito de la rehabilitación estructural del tramo atirantado- |
| Sustitución de las juntas Maurer en las pilas 12 y 17, garantizando el acceso a estas sin medios auxiliares y por ambas márgenes | Esta prevista su renovación el Proyecto. El nuevo acceso se realizará desde los apartaderos extremos |
| Disponer sistemas de seguridad en el interior de las juntas de las pilas 12 y 17 (visitables) | Se contemplará en el Proyecto |
| Mejora del drenaje longitudinal del puente | Se instalarán nuevos sumideros que se reforzarán con tragantes laterales y caces longitudinales |
| Colocación de los hitos de arista cada 100 m, visibles para los usuarios | Se analizarán los diferentes sistemas de balizamiento lateral disponible en el mercado para elegir los que mejor se adapten a las condiciones de mantenimiento |
| Colocación de balizas luminosas tipo LED sobre los sistemas de contención | Ver observación precedente. |
| Sustitución de las luminarias de VSAP por tipo LED y contemplar espacios para el recorrido del cableado | Esta prevista la reposición del sistema de iluminación |
| Retirada de los cables y pequeños conductos de las balizas luminosas del carril reversible | Esta prevista retirada de las balizas en el carril reversible |
| Contemplar el acceso a los dinteles superiores de las pilas 14 y 15 mediante montacargas, escaleras, etc. | Está previsto su acceso desde el interior de los pilonos |
| Instalación de sistemas de protección colectiva en los dinteles superiores de las pilas 14 y 15 para realizar labores de mantenimiento | Se contemplarán en el Proyecto |
| Reparación de las filtraciones en el eje central del puente en el lado del Puerto Oeste | En el ámbito de actuación esté prevista la renovación del sistema de impermeabilización |
| Impermeabilización del tablero en toda la longitud del puente | De pila 10 a 19. Mediante poliurea |
| Reparación de las armaduras vistas en los acerados de ambas márgenes | Se retiran aceras del tramo atirantado |
| Mejorar el drenaje en el interior de las dovelas | Se prevé la impermeabilización adecuada de las dovelas para evitar que entre el agua en el interior de las mimos |

| | |
|---|---|
| Colocación de un aislamiento físico en los elementos sensibles a sufrir deterioros por la presencia de materia orgánica (palomas) | Se contemplarán en el Proyecto |
| Instalación de sistemas de protección que impidan a personas saltar al vacío | Se contemplará la disposición de vallas anti-suicidio |
| Colocación de dispositivos de continuidad de barrera rígida sobre las juntas de dilatación | Los sistemas de contención con marcado CE previstos disponen de elementos específicos a disponer en las juntas de dilatación |
| Sustitución de los apoyos en el Estribo 1 con la misma solución que los sustituidos en 2007 | Se sale del .ámbito de la actuación |
| Contemplar partidas de limpieza de dinteles y apoyos, reparación de hormigones y aplicación de pinturas de protección en las zonas más sensibles a la entrada de agua de los tramos isostáticos | Esta prevista la rehabilitación de los paramentos de hormigón deteriorados |
| Dotar de pasos de hombre a las dovelas en las zonas que quedarán inaccesibles | Esta prevista su ejecución |
| Ejecución de pasos de hombre en las vigas longitudinales para las labores de inspección y mantenimiento de los anclajes inferiores | Esta prevista su ejecución |
| Colocación de barandillas en los laterales de las costillas | Está previsto contemplara accesos para inspección |
| Ejecución de un sistema de colectores que viertan el agua de la plataforma a balsas | Se analizará, pero entendemos que no procede por tratarse de una dársena portuaria |
| Colocación de los sumideros en la alineación de la barrera New Jersey en la sección de los apartaderos | Se instalarán nuevos sumideros que se reforzarán con tragantes laterales y caces longitudinales |

Apéndice 1. Solicitud de la Declaración de Emergencia.

**De:** Jose Luis Almenara <jlalmenara@imesapi.es>
**Enviado el:** jueves, 01 de agosto de 2019 12:39
**Para:** Julio Sánchez Delgado
**CC:** 'Asensio García Emilio'; 'Ignacio Pulido Sánchez'; Lola Capdevila González-Navia; Raul Diaz
**Asunto:** RE: 190719 Proyecto de Sustitución de Tirantes Puente del Centenario
**Datos adjuntos:** comentarios raul anteproyecto julio 19.docx; 01_08-2019_anteproyecto tirantes centenario.pdf; Cartografía_Para_Proyecto_Puente_Centenario_20190725.rar

Buenos días Julio, adjunto envío la documentación solicitada en un pdf. Espero que llegue el archivo rar de 13 MB con los archivos de cartografía, si veo que me da algún error os lo paso por wetransfer. Adjunto también, en un doc, unos comentarios de Raúl, al que le pedí que le echará un ojo desde su experiencia.

Si tenéis alguna duda no dudéis poneros en contacto con nosotros.

Un saludo.

**José Luis Almenara Fdez (JEFE COEX SECTOR SE-3)**

*Centro de Conservación y Explotación de Carreteras*
*SE-30, SE-40, A-49, A-4, N-4, N-630 y SE-20 (Sevilla)*
*Antigua Ctra. El Copero S/N. (Bajo Puente del Centenario)*
*41012 – SEVILLA*

CONTACTO:
*Telf.: 954 236 969*
*Fax.: 954 237 000*
*Móvil: 636 524 759*
*E-mail: jlalmenara@imesapi.es*

*ADVERTENCIA LEGAL*
*Este mensaje va dirigido, de manera exclusiva, a su destinatario y contiene información confidencial y sujeta a secreto profesional, cuya divulgación no está permitida por la ley. En caso de haber recibido este mensaje por error, le rogamos que, de forma inmediata, nos lo comunique mediante correo electrónico remitido a nuestra atención o a través del teléfono (+34) 915989060 y proceda a su eliminación, así como a la de cualquier documento adjunto al mismo. Así mismo, le comunicamos que la distribución, copia o utilización de este mensaje, o de cualquier documento adjunto al mismo, cualquiera que fuera su finalidad, están prohibidas por ley.*
*El correo electrónico vía internet no permite asegurar la confidencialidad de los mensajes que se transmiten ni su integridad o correcta recepción. Grupo Imesapi no asume responsabilidad por estas circunstancias. Si el destinatario de este mensaje no consintiera la utilización del correo electrónico vía internet y la grabación de los mensajes, rogamos lo ponga en nuestro conocimiento de forma inmediata.*
*En cumplimiento de la normativa de protección de datos, le informamos de que sus datos personales forman parte de un fichero propiedad de API MOVILIDAD S.A. y son tratados con la finalidad de mantenimiento de la relación adquirida con usted. Puede ejercitar los derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición dirigiéndose por escrito a la dirección arriba indicada.*

**De:** Julio Sánchez Delgado <jsd@fhecor.es>
**Enviado el:** viernes, 19 de julio de 2019 14:09
**Para:** jlalmenara@imesapi.es
**CC:** Asensio García Emilio (easensio@fomento.es) <easensio@fomento.es>; 'Ignacio Pulido Sánchez' <ignacio.pulido@ideam.es>; Lola Capdevila González-Navia <mdcgn@fhecor.es>
**Asunto:** 190719 Proyecto de Sustitución de Tirantes Puente del Centenario

1

Estimado Jose Luis,

La UTE FHECOR-IDEAM está redactando, para la Demarcación de Carreteras en Andalucía Occidental, un Proyecto de Trazado que recoge las actuaciones previstas para proceder a la Sustitución de los Tirantes del Puente del Centenario, con el fin de poder ser sometido a Información Pública.

Para redactar dicho proyecto debemos seguir la Nota de Servicio 1/2019 sobre Instrucciones para la Redacción de los Proyectos supervisados por la Subdirección General del Conservación (NS 1/2019). Según dicha Nota NS 1/2019, el proyecto debe recoger un Anejo de Coordinación del Sector de Conservación Integral, en el que si incluirá la información facilitada por el Sector.

Por dicho motivo y por indicación del Jefe de Área de Conservación de Sevilla, D. Emilio Asensio García, me dirijo a ti, como de Jefe COEX del Sector de Conservación que incluye el Puente del Centenario, para solicitarte que nos facilites, según lo indicado en la NS 1/2019, la siguiente información:

- la cartografía que dispongáis del tramo de la SE-30 en el que se sitúa el Puente del Centenario
- Información sobre el estado de conservación de los distintos elementos del Puente del Centenario y los trabajos de conservación realizados sobre los mismos en los últimos años y los problemas de uso que planteen.
- Información sobre el comportamiento de los usuarios en la zona de actuación, junto con los accidentes e incidentes de todo tipo detectados
- Información sobre la situación de los distintos servicios que pueden verse afectados y las personas de contacto responsables de los mismos si los conociere.
- Datos de los inventarios de la Subdirección General de Conservación, relacionados con el Puente Centarios.

Agradeciéndote vuestra colaboración y esparando vuestra respuesta, saludos cordiales

**Julio Sánchez Delgado** | Ing. de Caminos, C. y P. | Dirección Técnica | jsd@fhecor.es
**FHECOR** ■ **Ingenieros Consultores** | Barquillo 23, 2ª planta | 28004 Madrid, España | +34 917014460 | Legal
www.fhecor.com

2

# Apéndice 2 Información recibida del Sector de Conservación Integral

CENTRO DE CONSERVACION SECTOR SE-3
Avda. Las Razas S/N. Bajo Pte. Centenario
41.012 Sevilla. *email: se-30@imesapi.es*
Telf.: 954.23.69.69

***FHECOR INGENIEROS***
***A/A JULIO SÁNCHEZ DELGADO***

*FHECOR INGENIEROS CONSULTORES*
*C/ BARQUILLO 23, 2ª PLANTA. 28004 MADRID*

*NºRef: 01A_08/2019* *Sevilla, jueves 01 de agosto de 2019*

***ASUNTO: Información para redacción del proyecto de sustitución de tirantes del Puente Centenario***

En relación con el correo electrónico recibido el pasado día 19 de julio le indico que:

1. *Cartografía del tramo de la SE-30 en el que se sitúa el Puente del Centenario.*

   Adjuntamos vía email todo lo que hemos visto que puede ser de interés.

2. *Información sobre el estado de conservación de los distintos elementos del Puente del Centenario y los trabajos de conservación realizados sobre los mismos en los últimos años y los problemas de uso que plantean*

   A continuación, se indican el estado de algunos de los elementos que se consideran que pueden ser relevantes:

   - Los elementos a conservar en el puente son principalmente las juntas de dilatación de neopreno armado. Con la obra de 2007 cuando se cambiaron las juntas parece que se logró mejorar su durabilidad, aun así, sabemos que la configuración del Puente con las rasantes que tiene y el tráfico pesado concentrado en el carril derecho acortan bastante la vida útil de los módulos de este carril. De todas formas, parece lógico la inclusión la renovación de todas las juntas del puente a lo largo de toda la sección, para garantizar que los anclajes se hacen de manera correcta, que los labios están saneados, y que se les da estanqueidad a estos elementos, ya que hemos comprobado que se trata de una zona por la que el agua gotea y correa a los dinteles, pilas y parte inferior del tablero.
   - Otro elemento fundamental que requiere un mantenimiento son las juntas Maurer DS-800 instalada en las pilas 12 y 17. Entiendo que esta junta no se va a mantener con la ampliación, por lo que a la hora de plantear una nueva lo ideal sería que los elementos que la compongan puedan ser fácilmente sustituible, y que se pudiera acceder a la misma en condiciones de seguridad sin empleo de elementos auxiliares elevadores extraños de la misma manera que se accede ahora, mejorando un poco los sistemas de seguridad una vez dentro del cajón con barandillas u otros elementos de seguridad, pudiendo acceder al cajón por ambas márgenes del Puente, pudiendo servir este cajón de paso de un lado a otro del puente sin tener que coger vehículos para dar la vuelta



CENTRO DE CONSERVACION SECTOR SE-3
Avda. Las Razas S/N. Bajo Pte. Centenario
41.012 Sevilla. *email: se-30@imesapi.es*
Telf.: 954.23.69.69

(para esto las trampillas deberían poder abrirse desde dentro y desde fuera) y siendo el acceso manual con una trampilla que se pueda abrir manualmente (evitando las trampillas pesadas que había originalmente que hacen necesario el uso de un camión grúa).

- En ocasiones hemos limpiados los imbornales del puente, y reparado y limpiado los tubos que cruzan las dovelas. El drenaje del puente pienso que es uno de los puntos débiles. La capacidad receptora de los imbornales actuales, junto con el escaso diámetro del tubo que lleva el agua al exterior y con el tráfico pesado pasando las ruedas derechas por encima de los mismos hacen que el drenaje de la plataforma sea muy deficiente. A la semana siguiente después de limpiarlo prácticamente la totalidad de los imbornales estaban atascados de suciedad. Esto pasa tanto en el tramo atirantado como en los accesos al mismo.
- El puente tiene también hitos de arista cada 100 m dispuestos sobre las barandillas, no sé si con la configuración próxima sería posible ponerlos en algún punto, antes estaban sobre la new jersey pero debido a la estrechez de los carriles acababan continuamente golpeados e implicaban una limpieza semanal para que mantuvieran sus características.
- Hace unos 12-15 años existía unas balizas luminosas LED sobre la new jersey que le daban un plus de seguridad al puente para que los vehículos no perdieran de vista que el sitio por que circulaban era llamativo, y es que como sabemos los carriles son estrechos, estos elementos se fundían y no se reponían. Podría ser interesante tener en cuenta algo de este tipo porque la técnica ha avanzado bastante y no deben de ser caros. No sé si el promotor de esto fue el Ministerio o la DGT, a la que le suelen golpear los pórticos de los PMV con bastante frecuencia.
- Las luminarias actuales, en el tramo comprendido entre los pp.kk. 10+340 y 11+275, son de VMI (Vapor de Mercurio Interior) sobre columnas de 9 m en ambas márgenes, mientras que en el resto del puente las luminarias son de VSAP sobre báculos dobles dispuestos en la mediana.

  Directiva ErP (EC) 244/2009, a partir del 1 de septiembre de 2018 ya no se podrán fabricar, ni vender lámparas halógenas que hayan sido fabricadas después del 31 de agosto. Actualmente resulta realmente difícil encontrar suministros de luminarias y lámparas halógenas. La nueva configuración del puente debe permitir la instalación de luminarias y lámparas LED que den el flujo lumínico adecuado, así como contemplar espacios para el recorrido del cableado que le de estos servicios, y que actualmente se realiza bajo el acero con tubos de canalización, que tengan dimensiones suficientes para nuestros servicios y los de la DGT y para otros que pudieran hacer falta en el futuro.
- Otros elementos que dan problemas son las balizas luminosas del carril reversible, estos los mantiene la DGT, pero con la ampliación este problema desaparecería. Actualmente la cantidad de cables y pequeños conductos que van desde ambos lados a las balizas para alimentarlas son puntos débiles que hacen que se deteriore el firme.

CENTRO DE CONSERVACION SECTOR SE-3
Avda. Las Razas S/N. Bajo Pte. Centenario
41.012 Sevilla. email: se-30@imesapi.es
Telf.: 954.23.69.69

- Otros elementos a mantener y que generan una problemática añadida son las balizas de aeronavegación situadas en las pilas 14 y 15. El principal problema es el acceso a estos dinteles superiores, que hay que realizarlos con plataforma elevadora y cortar un sentido del puente. Por lo que sería fundamental poder acceder arriba a través de montacargas, módulos de escaleras.... Este dintel tiene también los pararrayos que son de fomento. Una vez arriba en el dintel, sería perfecto si se contempla la instalación de sistemas de protección colectiva como barandillas, compatibles con el acceso arriba, para así poder operar arriba con las balizas, pararrayos, antenas varias, los de la DGT con las cámaras, etc.
- Con la reparación de algunas prelosas con la obra de la emergencia a finales de 2016, se descubrió que existían filtraciones de agua por el eje central del puente en el lado de Puerto Oeste, y que habían afectado a las armaduras de las prelosas incluso a las del propio tablero. Sería conveniente contemplar la reparación de esta zona dañada y una impermeabilización del tablero que prevenga este tipo de deterioros.
- Los acerados situados en los márgenes del tramo atirantado son elementos muy útiles desde el punto de vista de la conservación y mantenimiento de la vía, sirven para la inspección de elementos, y para depositar objetos caídos y retirarlos del tráfico rodado rápidamente. Estos acerados si se deciden mantener presentaban en algunos tramos armaduras vistas que habría que sanear.
- Las dovelas presentan también la problemática de acumulación de agua, parte de este problema se solucionó hace unos años reconduciendo las aguas del interior de algunas dovelas con mortero hasta un punto donde taladrando la dovela el agua es drenada. Actualmente existen dovelas donde se acumula agua y los taladros realizados no tienen gárgola, por lo que el agua drenada chorrea por la parte inferior de la dovela.
- Una problemática añadida en el puente (y habitual en todas las estructuras de este tipo) es la proliferación de palomas. El diseño de los elementos sensibles que puedan producir un deterioro acelerado por la presencia de materia orgánica en sus proximidades debería de recoger, en la medida de los posible, un aislamiento físico para impedir que entren en contacto con dichos elementos. Parece que los ahuyentadores de ultrasonidos no sirven tanto como debieran, pero quizás haya otros elementos más ventajosos.

### *3. Información sobre el comportamiento de los usuarios en la zona de actuación, junto con los accidentes e incidentes de todo tipo detectados*

Como ya se sabe, el puente tiene actualmente 2 TCAs, una IMD superior a 101.547 vehículos/día y un porcentaje de pesados de 10,2 %, las retenciones producidas por la pérdida de un carril cuando el reversible está abierto en el otro sentido provocan numerosos alcances, y esto se produce a diario en varias franjas horarias. El origen de estos accidentes puede estar en la distracción de los usuarios y en la retención originada por el paso de 3 carriles a 2.





CENTRO DE CONSERVACION SECTOR SE-3
Avda. Las Razas S/N. Bajo Pte. Centenario
41.012 Sevilla. email: se-30@imesapi.es
Telf.: 954.23.69.69

El hecho de que la plataforma del puente tenga unos carriles más estrechos también favorece alcances laterales entre vehículos.

Las pendientes de subida con el tráfico pesado concentrado en el carril derecho también ralentizan bastante la fluidez del tráfico, máxime cuando estos camiones circulan cargados.

Los radares ayudan a controlar la velocidad en el tramo, pero también merman la fluidez en la circulación.

Ocasionalmente, el puente ha sido empleado por personas que saltan al vacío con intención de suicidarse, en la medida de que se pretende contar con apartaderos, se debería de contar sistemas eficientes que limiten en cierta medida estos intentos de saltos al vacío.

### *4. Información sobre la situación de los distintos servicios que pueden verse afectados y las personas de contacto responsables de los mismos si los conociere*

Los servicios que pueden verse afectados son los propios del alumbrado público del Ministerio de Fomento, las balizas de aeronavegación que son un elemento de seguridad para el tráfico aéreo, la red de fibra de la DGT, las diversas instalaciones de radiocomunicaciones que existen en las pilonas.

Los contactos más afectados se exponen a continuación:

| | |
|---|---|
| Centro COEX Sevilla: Jose Luis Almenara | 954 236 969 |
| Área de Conservación y Explotación de Carreteras: Emilio Asensio | 954 233 513 |
| CECOP Sevilla: | 954 500 900 |
| EMASESA (radiocomunicaciones): | 955 010 010 |
| UTE Suroeste (DGT): Manuel Rivas | 609 126 760 |

### *5. Datos de los inventarios de la Subdirección General de Conservación, relacionados con el Puente Centenario.*

Considerando que el Puente Centenario entre los pp.kk. 10+000 y 12+000 de la SE-30, en este tramo aparecen los siguientes elementos:

- Barandilla: 4.000 m.
- Juntas: 4 ud JNA-80 (84 m), 3 ud JNA-160 (63 m); 5 ud JNA-230 (105 m): 2 juntas Maurer Sohne DS-800 (33 m)
- Balizas aeronavegación: 4 ud, dos en cada dintel superior.
- Pararrayos: 2 ud, uno en cada dintel superior.
- Elementos de alumbrado: 150 columnas de 9 m y 150 lámparas de 250 w de VMI, 28 báculos dobles de 12 m y 56 lámparas de 400 w VSAP, 12 torres ornamentales con proyectores de 1.000 w.
- Cuadros eléctricos de mando: 2 en pilonas sentido Huelva.

CENTRO DE CONSERVACION SECTOR SE-3
Avda. Las Razas S/N. Bajo Pte. Centenario
41.012 Sevilla. email: se-30@imesapi.es
Telf.: 954.23.69.69

- Cuadro auxiliar: 2 en pilonas sentido Cádiz.
- Cuadros de obra: 2 ud en cada dintel bajo junta Maurer.
- Cuadros eléctricos de balizas de aeronavegación: 2 en pilonas sentido Huelva.
- Ascensores: 2 ud, uno en cada pilona sentido Cádiz.
- Hitos de arista: 36 ud.
- Hitos kilométricos: 6 ud.
- Barrera metálica blonda: 280 m
- Barrera de hormigón 1 cara: 4.030 m
- Barrera de hormigón 2 caras: 1.084 m
- Pórticos de señalización vertical: 2 ud.
- Marca vial de 10 cm de anchura: 1.500 m.
- Marca vial de 15 cm de anchura: 6.613 m.
- Marca vial de 20 cm de anchura: 6.540 m.
- Símbolos de señalización horizontal:
- Pavimento: 37.392 m2.
- Señales verticales: 29 ud.
- Imbornales: 402 ud.
- Acelerómetros y sensores instalados en julio de 2019.
- Otros elementos: varias cámaras de DGT, PMV de la DGT, radares, balizas de carril reversible, antenas de varios organismos públicos (protección civil, guardia civil, policía local...), sistemas de climatización y ventilación de EMASESA, sistema de monitorización de temperatura y alarmas de EMASESA, sistema de detección de incendios y puestas a tierra de EMASESA.

Se adjunta cartografía entre los pp.kk. 9+000 y 13+000 de la SE-30.

EL JEFE DE CONSERVACIÓN Y EXPLOTACIÓN

José Luis Almenara Fernández

Página 5 de 5

# Apéndice 3. Comentarios del Sector de Conservación Integral para la redacción del Anteproyecto

**Tramos de acceso**

**Impermeabilización de tableros en tramos de acceso (especialmente en la zona con las prelosas abombadas sobre el Puerto el agua cae a manta)**

**Dispositivos de continuidad de barrera rígida New Jersey en juntas de dilatación**

**Solucionar entrada agua sobre dinteles y estribos en zonas de juntas de dilatación**

**Sustitución apoyos estribo E-1 con la misma solución que los sustituidos en 2.007 para el resto del Puente**

**Disponer partidas de limpiezas de dinteles y apoyos en los tramos isostáticos, así como de reparación de hormigones (eliminación de hormigones deteriorados, limpieza y reposición de armaduras si procede, pasivado y recuperación de volúmenes con morteros de reparación) y aplicación de pinturas de protección en las zonas más sensibles a la entrada de agua: dinteles y cabezas de vigas en apoyos.**

**Sustitución generalizada de las juntas ancladas de las que se sirven los distintos vanos de los tramos de acceso al atirantado. Aunque no se encuentran en un mal estado general sería deseable su sustitución con la renovación de juntas y anclajes debido a la edad que acumulan (prácticamente 12 años a la fecha, cuando la vida útil estimada de este tipo de elementos es de 10 años).**

**Conveniencia de mantener acerado de servicio continuo a lo largo de todo la longitud del Puente en ambas márgenes, para facilitar labores de inspección (sobre todo de las juntas ancladas que en las condiciones de servicio que se encuentran : volumen de tráfico pesado, inclinación de la rasante..., sufren mucho) , de retirada de objetos sobre la calzada, etc... resultan muy favorables (entendemos que ganar anchura de carriles a costa de los actuales acerados no resultará muy operativo por cuanto se complica la inspección y el mantenimiento, y no se gana una capacidad sensible pues en el tramo atirantado siempre habrá que reducir la anchura de carriles, con lo que parece razonable mantener esta en toda la longitud del Puente consiguiendo así disminuir velocidades en situaciones de descongestión y con ello mejorar la seguridad.**

**Tramo atirantado**

**Sustitución de juntas modulares. Revisar la relación la casa comercial Maurer Shöne dada la baja calidad de su servicio postventa.**

**Eliminación de chapas auxiliares de construcción ancladas al hormigón de las dovelas que constituyeron las vigas de borde del tablero, y que se encuentran en un avanzado estado de corrosión pudiendo afectar al hormigón en el que se encuentran ancladas.**

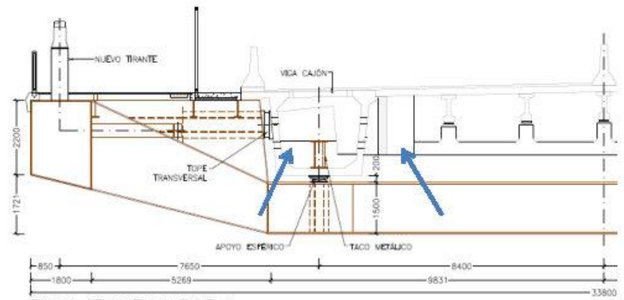
**Solución al escaso recubrimiento que presentan las armaduras en acerados, con numerosas armaduras vistas en avanzado estado de corrosión y con el hormigón superficial muy degradado. Sobre todo, en la medida en que quedará cubierto por parte de lo que será la nueva calzada (en el anteproyecto parece que se elimina el postizo apoyado sobre las vigas de borde del tablero que materializa los acerados, en cuyo caso esta recomendación quedaría sin sentido).**



**Dotar de pasos de hombre a las dovelas en las zonas que quedarán inaccesibles dada la actual disposición de éstas y la futura ejecución de los dispositivos de conexión entre las dovelas y la conexión con las futuras costillas. Todas ellas quedarán en zona de circulación de tráfico pesado por lo que será conveniente hacer un estudio muy serio de las trampillas.**

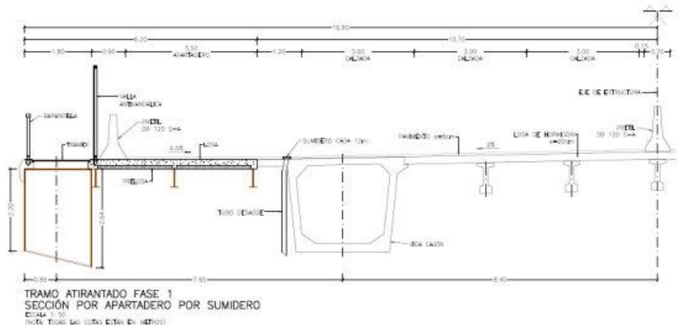
**Pasos de hombre en vigas longitudinales para acceso a revisión de anclajes inferiores de tirantes, con acceso a estos desde el tramex (escaleras, escalas.)**

**Barandillas en el lateral de las costillas, en ambos lados de la misma, para permitir el acceso seguro de personal a revisión e inspección de apoyos esféricos y desde ahí también conexiones (la zona exterior) de dovela con entramado metálico, tanto en el lado exterior (hacia el voladizo) como en el interior (hacia la otra dovela), aunque sea a unos metros de éstas.**




TRAMO ATIRANTADO FASE 1
SECCIÓN A–A POR COSTILLAS
ESCALA 1: 75
(NOTA: TODAS LAS COTAS ESTAN EN MILIMETROS)

**Los sumideros en la sección de apartadero deberían encontrarse en la alineación de la barrera New Jersey, ya que en la que se han planteado no recogerán agua (esta circulará siempre al pie de la barrera New Jersey). Además, este sistema de sumideros no es operativo, tal como demuestra la actual situación del Puente pues nunca se contará con medios suficientes para mantener este sistema: no hay manera de hacer barridos continuos ni de meter equipos en horario nocturno a esta actividad prácticamente de manera mensual como requerirían (a 12 m, en dos márgenes, serían más de 400 sumideros en los 2.000 m. de Puente)**




**General**

**Revisión del sistema de drenaje superficial. Los sumideros actuales, de dimensiones 20 x 20, quedan completamente obturados por los depósitos acumulados en el margen de la plataforma (tenemos 2 km. de plataforma confinada por barreras New Jersey, y los barridos a realizar no dan abasto para que este tramo no acumule depósitos que acaban cegando los imbornales). El sistema planteado en el proyecto es básicamente el mismo, y se debería plantear una ampliación sensible de la zona de captación de agua superficial, ya sea con un caz corrido abierto (para poder ser limpiado con agua a presión), con rejillas longitudinales que presenten una superficie de recogida mucho mayor que los actuales o disponiendo areneros.**

**Otro punto a considerar es el medioambiental, pues los vertidos van a parar directamente al canal (en el Puente de la C. de 1.812 se ha dispuesto un sistema de colectores que vierten finalmente en una serie de balsas donde se produce una separación de grasas antes de verter, por un lado, y donde sería posible retener un vertido peligroso o contaminante que se hubiera podido producir sobre el tablero).**

**Reposición del tratamiento anticorrosivo de las barandillas**

**Reposición del tratamiento anticorrosivo de las columnas de iluminación**

**Reposición de las luminarias VSAP existentes por led.**

**3**

# Apéndice 4 Notas de la reunión con el SCI

## NOTAS DE LA REUNIÓN CON EL SECTOR DE CONSERVACIÓN INTEGRAL

FECHA: 12 de septiembre de 2019

LUGAR: Centro de conservación y explotación de carreteras bajo el puente del Centenario

ASUNTO: Revisión de los comentarios y solicitudes expuestos por el SCI en su respuesta a la solicitud de información.

PRESENTES:

- Demarcación de Carreteras Andalucía Occidental: Emilio Asensio
- Sector de Conservación Integral (SCI): Jose Luis Almenara (Jefe COEX), Raúl Diaz (coordinador API Movilidad)
- Consultores: Enrique Bordó (Ideam); Francisco Baena (VS Ingenova); Javier de Cabo, Iván Sánchez y Julio Sánchez (Fhecor)

RESUMEN:

Se pasa revista a las solicitudes del SCI pero aclarando que el ámbito de actuación estructural se limita al tramo atirantado del puente del Centenario (de pila 12 a 17) y por razones funcionales de la transición de calzada también se actuará en aproximadamente los 180 metros anteriores y posteriores de los viaductos de acceso.

En las aceras del tramo atirantado el SCI observa la presencia de armadura vista que convendría reparar. Se le comunica que se prevé la supresión de las actuales aceras laterales para aprovechar como calzada la mayor parte de la plataforma del tablero existente. Y adicionalmente se prevén también la disposición de apartaderos y plataformas de inspección.

El SCI solicita que se sustituyan las juntas del tramo atirantado por otras con una configuración que permita un mantenimiento más sencillo y su reposición por módulos. Además el SCI muestra su molestar con el servicio post-venta de la compañía de las juntas en servicio en el tramo atirantado. Se les manifiesta que cada sistema de juntas tiene sus ventajas e inconvenientes y que por ello en el Anteproyecto se había planteado dos posibilidades de renovación de la junta (con modulación transversal como la existente o tipo fuelle con modulación longitudinal). Entendemos que las juntas tipo fuelle se responde mejor a los requerimientos funcionales solicitados.

El SCI hace notar que, al suprimir las aceras actuales, los actuales accesos al interior de las vigas principales y a la parte inferior de las juntas pasarán a situarse bajo el carril extremo, lo que supondrá una gran dificultad de explotación. Se les trasmite que se está pensando en suprimir los accesos actuales y habilitar nuevos accesos al interior de las vigas artesas mediante ojos de buey laterales. Además a la parte inferior de la junta se accederá desde los nuevos apartaderos dispuestos en los extremos del tramo.

Respecto al acceso a los nuevos anclajes se confirma que están previstos accesos desde la parte superior de la viga lateral.

En relación con el interior de las vigas cajón laterales, se comenta la presencia de chapas metálicas de elementos de anclaje provisional de las dovelas que están muy corroídas y deben eliminarse poco solicita la SCI y también la causa de dicha corrosión es la entrada de agua en el interior de las vigas artesas, que como informa SCI, llevó en su día a canalizar el agua hacia drenajes que se abrieron en la losa de fondo. Para corregir este problema en el Anteproyecto se ha previsto una impermeabilización de todo el tablero con productos de nueva generación como la poliurea.

Otro aspecto que preocupa al SCI es el drenaje de la calzada, pues el actual mediante sumideros de 20x20 es poco eficaz y su limpieza complicada pues supone la interrupción del tráfico. Se les informa que en la nueva configuración está previsto renovar los sumideros y complementar la capacidad de drenaje con tragantes laterales que desagüen a caces o canalizaciones laterales.

Por último se trató el tema de los sistemas balizamiento lateral de la calzada que sean compatibles con un adecuado mantenimiento. Se comentaron varios opciones analizar para su inclusión en el Proyecto: catadióptricos, bandas reflectantes onduladas, elementos reflectantes.

DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA Y ANEJOS

# ANEJO Nº 6. CARTOGRAFÍA. TOPOGRAFÍA Y REPLANTEO

# INDICE

1 OBJETO DEL PRESENTE ANEJO ..... 5
2 DATOS DE PARTIDA ..... 5
3 CARTOGRAFÍA ..... 5
3.1 MARCO DE REFERENCIA DEL PROYECTO ..... 6
3.2 CARTOGRAFÍA UILIZADA PARA LA REDACCIÓN DEL PROYECTO ..... 6
4 TOPOGRAFÍA ..... 6
5 TRAZADO GEOMÉTRICO ..... 6
6 REPLANTEO ..... 7

Apéndice No 1. Datos del trazado geométrico
Apéndice No 2. Listados de replanteo.
Apéndice No 3. Trabajos topográficos del Anteproyecto
Apéndice No 4. Cartografía

# 1 OBJETO DEL PRESENTE ANEJO

La principal finalidad del presente anejo es la de documentar de la manera más fiel posible, cuáles han sido los trabajos desarrollados para obtener una cartografía adecuada para la realización del presente proyecto, así como describir los trabajos topográficos desarrollados en el mismo y mostrar los datos necesarios para el replanteo del proyecto.

# 2 DATOS DE PARTIDA

Para el desarrollo del proyecto, se han tenido en cuenta los trabajos previamente desarrollados para el *"ANTEPROYECTO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE CENTAENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K. 12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA"*.

También se han tenido en cuenta las cartografías facilitadas por la Dirección General de Carreteras, Subdirección de Conservación de la Demarcación de carreteras del Estado en Andalucía Oriental, Unidad de Carreteras de Sevilla.

# 3 CARTOGRAFÍA

Este equipo Consultor, ha recibido , como se ha comentado anteriormente, una serie de cartografías facilitadas por el Ministerio de Fomento (MFOM), de las cuales alguna de ellas, fueron facilitadas a su vez a este último por la Autoridad Portuaria de Sevilla (APS).

A continuación se enumeran y analizan las distintas cartografías que han sido recibidas por este consultor, habiendo sido facilitadas todas ellas en formato CAD (dwg):

<u>Cartografías del Ministerio de Fomento (MFOM)</u>

Nos facilitaron unas cartografías tanto en 2D como en 3D, referidas al sistema de referencia ED50 y Huso 30: "VUELO_2D_PK8_PK14.dwg" y "VUELO_3D_PK8_PK14.dwg".

Estas cartografías no tienen actualizadas las partes correspondientes al puerto, como por ejemplo la zona de la dársena del Batán o la carretera de la dársena, sin embargo sí disponen al completo de lo concerniente a la autovía SE-30.

<u>Cartografías de la Autoridad Portuaria de Sevilla (APS)</u>

Estas cartografías pertenecientes a la APS, fueron facilitadas en primera instancia al MFOM y posteriormente este último las hizo llegar a este Consultor.

Se recibe un fichero CAD (Cartografía.dwg), junto con una ortofoto del año 2018. Esta cartografía está referenciada al sistema ED50 y Huso 30 y está en 2D, no tiene cota. Además la cartografía no contiene al completo el puente del centenario, el cual es objeto de este proyecto, sin embargo, sí que tiene actualizada la cartografía en lo que respecta a las instalaciones portuarias, las cuales se ven afectadas por el proyecto.

Por ejemplo, el vial de acceso a la nave frigoríficos desde el ZAL está actualizado según se ejecutó en las obras de ampliación de la terminal ferroviaria de Batán, obras realizadas por la APS.

Por otro lado la cartografía está recortada por el centenario y este no sale al completo,

En cuanto a la ortofoto, abarca toda la zona de actuación pero no está georreferenciada, le faltan sus archivos asociados de georreferenciación y el puente no sale ortogonal.

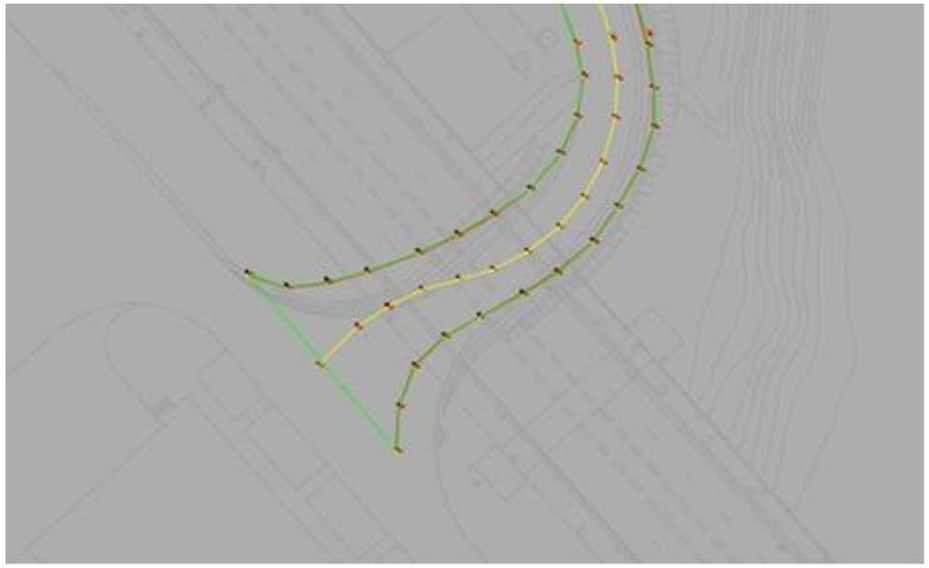
También se reciben otros dos ficheros CAD (*Cartografía puente centenario.dwg y BATIMETRIA PUENTE CENTENARIO 2017.dwg)*, los cuales son dos cartografías procedentes de una batimetría realizada.

Estas cartografías están referidas al sistema de referencia Etrs89 y al Huso 29, pero ambas se entregan en 2D, por lo que no se dispone de cota.

La primera de ellas (*Cartografía puente centenario.dwg*) no tiene actualizada la parte de las instalaciones del puerto (vial de acceso a la nave frigoríficos). Tiene la cartografía de la zona de la Dársena del Batán como estaba prevista en el proyecto de la ampliación de la terminal ferroviaria de Batán, pero no está actualizada como realmente se ejecutó en obra y el vial de acceso a frigoríficos cambia sustancialmente.

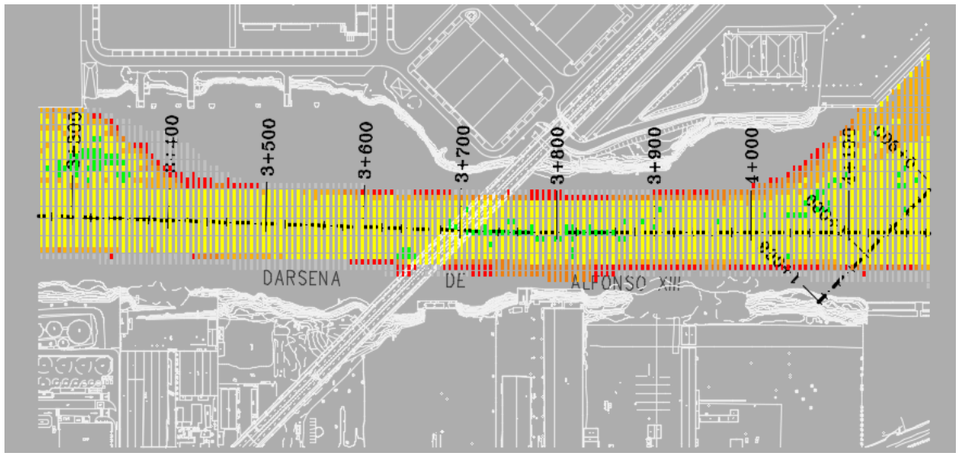
Sin embargo, sí que incluye el puente del centenario al completo.

En la imagen se ve la cartografía mencionada en color gris comparada con un levantamiento topográfico del vial realmente ejecutado (en color).



En cuanto al otro fichero mencionado (*BATIMETRIA PUENTE CENTENARIO 2017.dwg*), sí parece que contemple las actualizaciones respecto a la ejecución final de la zona correspondiente a la Dársena del Batán, pero tampoco muestra al completo la parte de la autovía SE-30 en su ámbito por el puente del centenario. El mayor interés de este archivo recibido, podría estar en que indica los datos correspondientes a las cotas del lecho de la dársena, es decir los datos de la propia batimetría; los cuales tampoco están en 3D y solo aparecen los textos indicativos de las profundidades o cotas.

Se adjunta a continuación imagen de la cartografía con la batimetría mencionada:

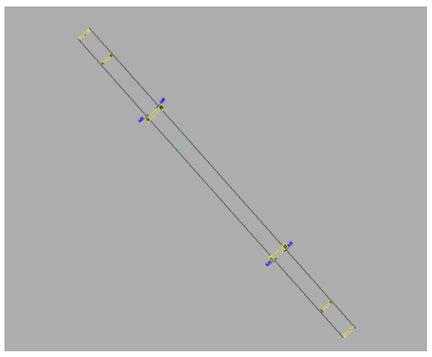


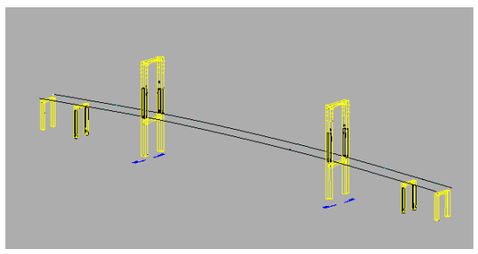

Cartografía del Anteproyecto

Se dispone de un fichero CAD (*20190123_Puente Centenario 3D_Planas_#enBDFviaASAP#.dwg*) correspondiente a un modelo sencillo en tres dimensiones del Puente del Centenario procedente del levantamiento realizado del puente en el Anteproyecto, que corresponde exclusivamente a un modelo de la plataforma del puente y sus pilonas.

Esta cartografía recibida, se encuentra referida al sistema de referencia Etrs89 y Huso 30.

Se muestra a continuación unas imágenes representativas de la cartografía mencionada:





## 3.1 MARCO DE REFERENCIA DEL PROYECTO

Dado el compendio de diferentes cartografías recibidas, sumado a que además no todas se encuentran referidas al mismo sistema de referencia e incluso a distintos Husos, se define en primer lugar cual será el marco de referencia a utilizar en el proyecto, decidiendo utilizar finalmente el marco de referencia vigente en la actualidad:

- Sistema de referencia Etrs89 (Huso 30)

## 3.2 CARTOGRAFÍA UILIZADA PARA LA REDACCIÓN DEL PROYECTO

Para la redacción final del proyecto, se ha decidido realizar un montaje con las distintas cartografías disponibles, utilizando para ello las siguientes premisas:

Se realiza la transformación de coordenadas apropiada para el traslado de las cartografías que se encuentran en el sistema de referencia ED50 al sistema de referencia Etrs89 utilizando para ello la rejilla Ntv2, aplicada para la península y disponible en el Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG).

Para toda la parte correspondiente a la SE-30, se decide utilizar la cartografía facilitada por el MFOM.

Para toda la parte concerniente a los terrenos de la APS se decide utilizar la cartografía facilitada por el puerto, al considerarse que es la cartografía más actualizada a ese respecto.

Con ello, se unifica todo en un fichero único, que pasa a ser la cartografía base (cartografía de partida) para la realización del proyecto, que servirá para tener una visión amplia y global de todo el entorno que rodea al puente del centenario.

# 4 TOPOGRAFÍA

Los datos topográficos de partida utilizados para este proyecto de trazado han sido los trabajos realizados para el Anteproyecto redactado, los cuales se incluyen al completo en el apéndice 1.

Durante la redacción del proyecto de construcción, se realizarán el resto de los trabajos topográficos, necesarios para la correcta ejecución del proyecto.

# 5 TRAZADO GEOMÉTRICO

Partiendo de la cartografía finalmente establecida para el proyecto, se ha definido un eje en planta y alzado de la SE-30 en el ámbito del puente del centenario, habiéndose mecanizado el trazado, mediante el programa de ingeniería civil “Istram”.

Para ello, se ha trazado un eje en planta por el centro de la autovía SE-30, definiendo con ello un eje que va por su mediana y que divide por tanto los dos sentidos de la autovía, a excepción de la zona correspondiente al actual carril reversible, por donde el eje transita por el centro de dicho carril.

El eje definido consta únicamente de una alineación recta y su origen se ha definido de manera que sus pp.kk sean coincidentes con los dispuestos en la autovía SE-30.

Este eje, define por tanto el trazado geométrico de la autovía SE-30 en el ámbito del puente del centenario y podrá ser utilizado desde esta etapa temprana del proyecto, hasta la materialización final de las marcas viales de la autovía una vez ejecutada la obra que materialice el proyecto constructivo.

El resumen del eje definido se incluye a continuación:

| PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K. 12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DEFINICIÓN DE LOS EJES DEL ENLACE | | | | | | | |
| Denominación vía o ramal | Eje | Definición del eje | | | Zonas de Cálculo | | |
| | | PK. inicial | PK. Final | Longitud (m) | PK. Inicial / Pila 8 | PK. Final / Pila 21 | Longitud (m) |
| SE-30 | 1 | 10+354.281 | 11+346.520 | 992.239 | 10+382.285 | 11+289.873 | 907.588 |
| | | | | | | | |
| | | | Longitud Total (m): | 992.239 | | Longitud Total (m): | 907.588 |
| LONGITUD TOTAL DE EJES PROYECTADOS (m): | | | | 992.239 | | | 907.588 |

En el apéndice 1 de este anejo, se incluyen los listados con la definición geométrica siguiente:

- Listados con la definición geométrica del eje en planta.
- Listado con la definición geométrica del eje en alzado.

# 6 REPLANTEO

En la redacción del Anteproyecto, se implantaron un total de seis bases de replanteo, las cuales podrán ser utilizadas para el proyecto. No obstante durante la realización del proyecto de construcción, se realizarán los trabajos topográficos necesarios.

Los listados de replanteo incluidos en este anejo, hacen referencia a los replanteos del eje definido geométricamente, no mostrando los listados de replanteo desde las bases implantadas en el Anteproyecto, al tratarse de replanteos de la plataforma de la SE-30 a lo largo del puente del centenario y estar las bases distribuidas en os terrenos colindantes al puente, por lo que desde ellas no existe visibilidad a la plataforma de rodadura del puente,

A continuación se muestra un listado con las coordenadas de las bases de replanteo implantadas para el Anteproyecto, las cuales están referidas al sistema de referencia Etrs89:

| VÉRTICE | X | Y | Z |
|---|---|---|---|
| V-1 | 234970.992 | 4138233.727 | 8.282 |
| V-2 | 234946.104 | 4137797.625 | 8.483 |
| V-3 | 235198.860 | 4137822.686 | 13.481 |
| V-4 | 234706.335 | 4137538.220 | 4.904 |
| V-5 | 234542.444 | 4137758.402 | 6.426 |
| V-6 | 234329.013 | 4137771.938 | 6.598 |

En el apéndice 2 de  este anejo, se incluyen los listados de replanteo con los datos referidos al eje tanto para la planta como para el alzado, siguiendo para ello la siguiente premisa:

Si R ≥ 150 → Equidistancia = 20 m

Si R ≥ 100 → Equidistancia = 10 m

Si R ≥ 50 → Equidistancia = 5 m

Si R ≥ 0 → Equidistancia = 2 m

Por tanto estar definido el eje por una única alineación recta. La equididtancia para el replanteo se muetra cada 20 m.

# Apéndice 1 Datos del trazado geométrico

Istram 19.05.05.29 13/08/19 10:57:16  2378  pagina  1

PROYECTO :

GRUPO : 0 : Grupo 0

EJE : 1 : SE-30

==========

* * * LISTADO DE LAS ALINEACIONES * * *

==========

| DATO | TIPO | LONGITUD | P.K. | X TANGENCIA | Y TANGENCIA | RADIO | PARAMETRO | AZIMUT | Cos/Xc/Xinf | Sen/Yc/Yinf |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | RECTA | 992.239 | 10354.281 | 235188.724 | 4137436.017 | | | 353.7755 | -0.6639530 | 0.7477743 |
| | | | 11346.520 | 234529.923 | 4138177.988 | | | 353.7755 | | |

Istram 19.05.05.29 09/08/19 09:06:05 2378 pagina 1
PROYECTO :
GRUPO : 0 : Grupo 0
EJE : 1 : SE-30

## * * * ESTADO DE RASANTES * * *

| PENDIENTE | LONGITUD | PARAMETRO | VÉRTICE | | ENTRADA AL ACUERDO | | SALIDA DEL ACUERDO | | BISECT. | DIF.PEN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (%) | (m.) | ( kv ) | PK | Z | PK | Z | PK | Z | (m.) | (%) |
| | | | | | 10344.281 | 31.909 | | | | |
| 4.347516 | 0.000 | 0.000 | 10360.000 | 32.593 | 10360.000 | 32.593 | 10360.000 | 32.593 | 0.000 | -0.236 |
| 4.111175 | 0.000 | 0.000 | 10380.000 | 33.415 | 10380.000 | 33.415 | 10380.000 | 33.415 | 0.000 | -0.258 |
| 3.852730 | 0.000 | 0.000 | 10400.000 | 34.186 | 10400.000 | 34.186 | 10400.000 | 34.186 | 0.000 | 1.484 |
| 5.336820 | 0.000 | 0.000 | 10420.000 | 35.253 | 10420.000 | 35.253 | 10420.000 | 35.253 | 0.000 | -1.264 |
| 4.072990 | 0.000 | 0.000 | 10440.000 | 36.068 | 10440.000 | 36.068 | 10440.000 | 36.068 | 0.000 | 1.171 |
| 5.244215 | 0.000 | 0.000 | 10460.000 | 37.116 | 10460.000 | 37.116 | 10460.000 | 37.116 | 0.000 | -0.219 |
| 5.024835 | 0.000 | 0.000 | 10480.000 | 38.121 | 10480.000 | 38.121 | 10480.000 | 38.121 | 0.000 | -0.205 |
| 4.819565 | 0.000 | 0.000 | 10500.000 | 39.085 | 10500.000 | 39.085 | 10500.000 | 39.085 | 0.000 | 0.169 |
| 4.988670 | 0.000 | 0.000 | 10520.000 | 40.083 | 10520.000 | 40.083 | 10520.000 | 40.083 | 0.000 | 0.198 |
| 5.186595 | 0.000 | 0.000 | 10540.000 | 41.120 | 10540.000 | 41.120 | 10540.000 | 41.120 | 0.000 | -0.463 |
| 4.723970 | 0.000 | 0.000 | 10560.000 | 42.065 | 10560.000 | 42.065 | 10560.000 | 42.065 | 0.000 | 0.060 |
| 4.783495 | 0.000 | 0.000 | 10580.000 | 43.022 | 10580.000 | 43.022 | 10580.000 | 43.022 | 0.000 | -0.555 |
| 4.228785 | 0.000 | 0.000 | 10600.000 | 43.868 | 10600.000 | 43.868 | 10600.000 | 43.868 | 0.000 | 0.491 |
| 4.719640 | 0.000 | 0.000 | 10620.000 | 44.812 | 10620.000 | 44.812 | 10620.000 | 44.812 | 0.000 | 0.073 |
| 4.792495 | 0.000 | 0.000 | 10640.000 | 45.770 | 10640.000 | 45.770 | 10640.000 | 45.770 | 0.000 | -0.452 |
| 4.340115 | 0.000 | 0.000 | 10660.000 | 46.638 | 10660.000 | 46.638 | 10660.000 | 46.638 | 0.000 | -0.070 |
| 4.270405 | 0.000 | 0.000 | 10680.000 | 47.492 | 10680.000 | 47.492 | 10680.000 | 47.492 | 0.000 | -1.083 |
| 3.187805 | 0.000 | 0.000 | 10700.000 | 48.130 | 10700.000 | 48.130 | 10700.000 | 48.130 | 0.000 | 0.023 |
| 3.210640 | 0.000 | 0.000 | 10720.000 | 48.772 | 10720.000 | 48.772 | 10720.000 | 48.772 | 0.000 | -0.800 |
| 2.410645 | 0.000 | 0.000 | 10740.000 | 49.254 | 10740.000 | 49.254 | 10740.000 | 49.254 | 0.000 | -0.415 |
| 1.995830 | 0.000 | 0.000 | 10760.000 | 49.653 | 10760.000 | 49.653 | 10760.000 | 49.653 | 0.000 | -0.558 |
| 1.437585 | 0.000 | 0.000 | 10780.000 | 49.941 | 10780.000 | 49.941 | 10780.000 | 49.941 | 0.000 | -0.563 |
| 0.875075 | 0.000 | 0.000 | 10800.000 | 50.116 | 10800.000 | 50.116 | 10800.000 | 50.116 | 0.000 | -0.338 |
| 0.537335 | 0.000 | 0.000 | 10820.000 | 50.223 | 10820.000 | 50.223 | 10820.000 | 50.223 | 0.000 | -0.174 |
| 0.363790 | 0.000 | 0.000 | 10840.000 | 50.296 | 10840.000 | 50.296 | 10840.000 | 50.296 | 0.000 | -0.556 |
| -0.192205 | 0.000 | 0.000 | 10860.000 | 50.257 | 10860.000 | 50.257 | 10860.000 | 50.257 | 0.000 | -0.157 |
| -0.348985 | 0.000 | 0.000 | 10880.000 | 50.188 | 10880.000 | 50.188 | 10880.000 | 50.188 | 0.000 | -0.616 |
| -0.965080 | 0.000 | 0.000 | 10900.000 | 49.995 | 10900.000 | 49.995 | 10900.000 | 49.995 | 0.000 | -0.104 |
| -1.068920 | 0.000 | 0.000 | 10920.000 | 49.781 | 10920.000 | 49.781 | 10920.000 | 49.781 | 0.000 | -1.093 |
| -2.161670 | 0.000 | 0.000 | 10940.000 | 49.348 | 10940.000 | 49.348 | 10940.000 | 49.348 | 0.000 | -0.271 |
| -2.432385 | 0.000 | 0.000 | 10960.000 | 48.862 | 10960.000 | 48.862 | 10960.000 | 48.862 | 0.000 | -0.193 |
| -2.625350 | 0.000 | 0.000 | 10980.000 | 48.337 | 10980.000 | 48.337 | 10980.000 | 48.337 | 0.000 | -1.276 |
| -3.901120 | 0.000 | 0.000 | 11000.000 | 47.557 | 11000.000 | 47.557 | 11000.000 | 47.557 | 0.000 | -0.356 |
| -4.257395 | 0.000 | 0.000 | 11020.000 | 46.705 | 11020.000 | 46.705 | 11020.000 | 46.705 | 0.000 | -0.457 |
| -4.714220 | 0.000 | 0.000 | 11040.000 | 45.762 | 11040.000 | 45.762 | 11040.000 | 45.762 | 0.000 | 0.152 |
| -4.562705 | 0.000 | 0.000 | 11060.000 | 44.850 | 11060.000 | 44.850 | 11060.000 | 44.850 | 0.000 | -0.343 |

Istram 19.05.05.29 09/08/19 09:06:05 2378 pagina 2
PROYECTO :
GRUPO : 0 : Grupo 0
EJE : 1 : SE-30

* * * ESTADO DE RASANTES * * *

| PENDIENTE | LONGITUD | PARAMETRO | VÉRTICE | | ENTRADA AL ACUERDO | | SALIDA DEL ACUERDO | | BISECT. | DIF.PEN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (%) | (m.) | ( kv ) | PK | Z | PK | Z | PK | Z | (m.) | (%) |
| -4.905260 | 0.000 | 0.000 | 11080.000 | 43.869 | 11080.000 | 43.869 | 11080.000 | 43.869 | 0.000 | 0.151 |
| -4.754545 | 0.000 | 0.000 | 11100.000 | 42.918 | 11100.000 | 42.918 | 11100.000 | 42.918 | 0.000 | -0.371 |
| -5.125100 | 0.000 | 0.000 | 11120.000 | 41.893 | 11120.000 | 41.893 | 11120.000 | 41.893 | 0.000 | 0.543 |
| -4.581625 | 0.000 | 0.000 | 11140.000 | 40.977 | 11140.000 | 40.977 | 11140.000 | 40.977 | 0.000 | 0.116 |
| -4.465525 | 0.000 | 0.000 | 11160.000 | 40.083 | 11160.000 | 40.083 | 11160.000 | 40.083 | 0.000 | -0.347 |
| -4.812640 | 0.000 | 0.000 | 11180.000 | 39.121 | 11180.000 | 39.121 | 11180.000 | 39.121 | 0.000 | -0.018 |
| -4.830950 | 0.000 | 0.000 | 11200.000 | 38.155 | 11200.000 | 38.155 | 11200.000 | 38.155 | 0.000 | -0.069 |
| -4.900245 | 0.000 | 0.000 | 11220.000 | 37.175 | 11220.000 | 37.175 | 11220.000 | 37.175 | 0.000 | 0.103 |
| -4.796945 | 0.000 | 0.000 | 11240.000 | 36.215 | 11240.000 | 36.215 | 11240.000 | 36.215 | 0.000 | 0.088 |
| -4.709130 | 0.000 | 0.000 | 11260.000 | 35.273 | 11260.000 | 35.273 | 11260.000 | 35.273 | 0.000 | -0.297 |
| -5.006200 | 0.000 | 0.000 | 11280.000 | 34.272 | 11280.000 | 34.272 | 11280.000 | 34.272 | 0.000 | -0.069 |
| -5.075280 | 0.000 | 0.000 | 11300.000 | 33.257 | 11300.000 | 33.257 | 11300.000 | 33.257 | 0.000 | 0.212 |
| -4.862940 | 0.000 | 0.000 | 11320.000 | 32.285 | 11320.000 | 32.285 | 11320.000 | 32.285 | 0.000 | 0.271 |
| -4.591970 | 0.000 | 0.000 | 11340.000 | 31.366 | 11340.000 | 31.366 | 11340.000 | 31.366 | 0.000 | 0.057 |
| -4.535429 | | | | | 11346.520 | 31.070 | | | | |

# Apéndice 2. Listados de replanteo

Istram 19.05.05.29 13/08/19 12:02:50 2378 pagina 1

PROYECTO :

GRUPO : 0 : Grupo 0

EJE : 1 : SE-30

* * * PUNTOS DEL EJE EN PLANTA * * *

| TIPO | P.K. | X | Y | RADIO | Z RAS IZ. | Z RAS DR. | AZIMUT | DIST. EJE | Pend (%) | PERAL_I | PERAL_D | Z PROY. | ZT (eje) | Z TERR. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| RECTA Tg. Entrada | 10380.000 | 235171.647 | 4137455.249 | 0.000 | 33.415 | 33.415 | 353.775498 | 0.000 | 4.111 | 0.00 | 0.00 | 33.415 | 33.415 | 33.415 |
| RECTA Tg. Entrada | 10400.000 | 235158.368 | 4137470.205 | 0.000 | 34.186 | 34.186 | 353.775498 | 0.000 | 3.853 | 0.00 | 0.00 | 34.186 | 34.186 | 34.186 |
| RECTA Tg. Entrada | 10420.000 | 235145.089 | 4137485.160 | 0.000 | 35.253 | 35.253 | 353.775498 | 0.000 | 5.337 | 0.00 | 0.00 | 35.253 | 35.253 | 35.253 |
| RECTA Tg. Entrada | 10440.000 | 235131.810 | 4137500.116 | 0.000 | 36.068 | 36.068 | 353.775498 | 0.000 | 4.073 | 0.00 | 0.00 | 36.068 | 36.068 | 36.068 |
| RECTA Tg. Entrada | 10460.000 | 235118.531 | 4137515.071 | 0.000 | 37.116 | 37.116 | 353.775498 | 0.000 | 5.244 | 0.00 | 0.00 | 37.116 | 37.116 | 37.116 |
| RECTA Tg. Entrada | 10480.000 | 235105.252 | 4137530.027 | 0.000 | 38.121 | 38.121 | 353.775498 | 0.000 | 5.025 | 0.00 | 0.00 | 38.121 | 38.121 | 38.121 |
| RECTA Tg. Entrada | 10500.000 | 235091.973 | 4137544.982 | 0.000 | 39.085 | 39.085 | 353.775498 | 0.000 | 4.820 | 0.00 | 0.00 | 39.085 | 39.085 | 39.085 |
| RECTA Tg. Entrada | 10520.000 | 235078.694 | 4137559.938 | 0.000 | 40.083 | 40.083 | 353.775498 | 0.000 | 4.989 | 0.00 | 0.00 | 40.083 | 40.083 | 40.083 |
| RECTA Tg. Entrada | 10540.000 | 235065.415 | 4137574.893 | 0.000 | 41.120 | 41.120 | 353.775498 | 0.000 | 5.187 | 0.00 | 0.00 | 41.120 | 41.120 | 41.120 |
| RECTA Tg. Entrada | 10560.000 | 235052.136 | 4137589.849 | 0.000 | 42.065 | 42.065 | 353.775498 | 0.000 | 4.724 | 0.00 | 0.00 | 42.065 | 42.065 | 42.065 |
| RECTA Tg. Entrada | 10580.000 | 235038.857 | 4137604.804 | 0.000 | 43.022 | 43.022 | 353.775498 | 0.000 | 4.783 | 0.00 | 0.00 | 43.022 | 43.022 | 43.022 |
| RECTA Tg. Entrada | 10600.000 | 235025.578 | 4137619.760 | 0.000 | 43.868 | 43.868 | 353.775498 | 0.000 | 4.229 | 0.00 | 0.00 | 43.868 | 43.868 | 43.868 |
| RECTA Tg. Entrada | 10620.000 | 235012.299 | 4137634.715 | 0.000 | 44.812 | 44.812 | 353.775498 | 0.000 | 4.720 | 0.00 | 0.00 | 44.812 | 44.812 | 44.812 |
| RECTA Tg. Entrada | 10640.000 | 234999.020 | 4137649.671 | 0.000 | 45.770 | 45.770 | 353.775498 | 0.000 | 4.792 | 0.00 | 0.00 | 45.770 | 45.770 | 45.770 |
| RECTA Tg. Entrada | 10660.000 | 234985.741 | 4137664.626 | 0.000 | 46.638 | 46.638 | 353.775498 | 0.000 | 4.340 | 0.00 | 0.00 | 46.638 | 46.638 | 46.638 |

| TIPO | P.K. | X | Y | RADIO | Z RAS IZ. | Z RAS DR. | AZIMUT | DIST. EJE | Pend (%) | PERAL_I | PERAL_D | Z PROY. | ZT (eje) | Z TERR. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| RECTA Tg. Entrada | 10680.000 | 234972.462 | 4137679.582 | 0.000 | 47.492 | 47.492 | 353.775498 | 0.000 | 4.270 | 0.00 | 0.00 | 47.492 | 47.492 | 47.492 |
| RECTA Tg. Entrada | 10700.000 | 234959.182 | 4137694.537 | 0.000 | 48.130 | 48.130 | 353.775498 | 0.000 | 3.188 | 0.00 | 0.00 | 48.130 | 48.130 | 48.130 |
| RECTA Tg. Entrada | 10720.000 | 234945.903 | 4137709.493 | 0.000 | 48.772 | 48.772 | 353.775498 | 0.000 | 3.211 | 0.00 | 0.00 | 48.772 | 48.772 | 48.772 |
| RECTA Tg. Entrada | 10740.000 | 234932.624 | 4137724.448 | 0.000 | 49.254 | 49.254 | 353.775498 | 0.000 | 2.411 | 0.00 | 0.00 | 49.254 | 49.254 | 49.254 |
| RECTA Tg. Entrada | 10760.000 | 234919.345 | 4137739.404 | 0.000 | 49.653 | 49.653 | 353.775498 | 0.000 | 1.996 | 0.00 | 0.00 | 49.653 | 49.653 | 49.653 |
| RECTA Tg. Entrada | 10780.000 | 234906.066 | 4137754.359 | 0.000 | 49.941 | 49.941 | 353.775498 | 0.000 | 1.438 | 0.00 | 0.00 | 49.941 | 49.941 | 49.941 |
| RECTA Tg. Entrada | 10800.000 | 234892.787 | 4137769.315 | 0.000 | 50.116 | 50.116 | 353.775498 | 0.000 | 0.875 | 0.00 | 0.00 | 50.116 | 50.116 | 50.116 |
| RECTA Tg. Entrada | 10820.000 | 234879.508 | 4137784.270 | 0.000 | 50.223 | 50.223 | 353.775498 | 0.000 | 0.537 | 0.00 | 0.00 | 50.223 | 50.223 | 50.223 |
| RECTA Tg. Entrada | 10840.000 | 234866.229 | 4137799.226 | 0.000 | 50.296 | 50.296 | 353.775498 | 0.000 | 0.364 | 0.00 | 0.00 | 50.296 | 50.296 | 50.296 |
| RECTA Tg. Entrada | 10860.000 | 234852.950 | 4137814.181 | 0.000 | 50.257 | 50.257 | 353.775498 | 0.000 | -0.192 | 0.00 | 0.00 | 50.257 | 50.257 | 50.257 |
| RECTA Tg. Entrada | 10880.000 | 234839.671 | 4137829.137 | 0.000 | 50.188 | 50.188 | 353.775498 | 0.000 | -0.349 | 0.00 | 0.00 | 50.188 | 50.188 | 50.188 |
| RECTA Tg. Entrada | 10900.000 | 234826.392 | 4137844.092 | 0.000 | 49.995 | 49.995 | 353.775498 | 0.000 | -0.965 | 0.00 | 0.00 | 49.995 | 49.995 | 49.995 |
| RECTA Tg. Entrada | 10920.000 | 234813.113 | 4137859.048 | 0.000 | 49.781 | 49.781 | 353.775498 | 0.000 | -1.069 | 0.00 | 0.00 | 49.781 | 49.781 | 49.781 |
| RECTA Tg. Entrada | 10940.000 | 234799.834 | 4137874.003 | 0.000 | 49.348 | 49.348 | 353.775498 | 0.000 | -2.162 | 0.00 | 0.00 | 49.348 | 49.348 | 49.348 |
| RECTA Tg. Entrada | 10960.000 | 234786.555 | 4137888.959 | 0.000 | 48.862 | 48.862 | 353.775498 | 0.000 | -2.432 | 0.00 | 0.00 | 48.862 | 48.862 | 48.862 |
| RECTA Tg. Entrada | 10980.000 | 234773.276 | 4137903.914 | 0.000 | 48.337 | 48.337 | 353.775498 | 0.000 | -2.625 | 0.00 | 0.00 | 48.337 | 48.337 | 48.337 |
| RECTA Tg. Entrada | 11000.000 | 234759.997 | 4137918.870 | 0.000 | 47.557 | 47.557 | 353.775498 | 0.000 | -3.901 | 0.00 | 0.00 | 47.557 | 47.557 | 47.557 |
| RECTA Tg. Entrada | 11020.000 | 234746.718 | 4137933.825 | 0.000 | 46.705 | 46.705 | 353.775498 | 0.000 | -4.257 | 0.00 | 0.00 | 46.705 | 46.705 | 46.705 |
| RECTA Tg. Entrada | 11040.000 | 234733.438 | 4137948.780 | 0.000 | 45.762 | 45.762 | 353.775498 | 0.000 | -4.714 | 0.00 | 0.00 | 45.762 | 45.762 | 45.762 |
| RECTA Tg. Entrada | 11060.000 | 234720.159 | 4137963.736 | 0.000 | 44.850 | 44.850 | 353.775498 | 0.000 | -4.563 | 0.00 | 0.00 | 44.850 | 44.850 | 44.850 |
| RECTA Tg. Entrada | 11080.000 | 234706.880 | 4137978.691 | 0.000 | 43.869 | 43.869 | 353.775498 | 0.000 | -4.905 | 0.00 | 0.00 | 43.869 | 43.869 | 43.869 |
| RECTA Tg. Entrada | 11100.000 | 234693.601 | 4137993.647 | 0.000 | 42.918 | 42.918 | 353.775498 | 0.000 | -4.755 | 0.00 | 0.00 | 42.918 | 42.918 | 42.918 |
| RECTA Tg. Entrada | 11120.000 | 234680.322 | 4138008.602 | 0.000 | 41.893 | 41.893 | 353.775498 | 0.000 | -5.125 | 0.00 | 0.00 | 41.893 | 41.893 | 41.893 |
| RECTA Tg. Entrada | 11140.000 | 234667.043 | 4138023.558 | 0.000 | 40.977 | 40.977 | 353.775498 | 0.000 | -4.582 | 0.00 | 0.00 | 40.977 | 40.977 | 40.977 |
| RECTA Tg. Entrada | 11160.000 | 234653.764 | 4138038.513 | 0.000 | 40.083 | 40.083 | 353.775498 | 0.000 | -4.466 | 0.00 | 0.00 | 40.083 | 40.083 | 40.083 |
| RECTA Tg. Entrada | 11180.000 | 234640.485 | 4138053.469 | 0.000 | 39.121 | 39.121 | 353.775498 | 0.000 | -4.813 | 0.00 | 0.00 | 39.121 | 39.121 | 39.121 |
| RECTA Tg. Entrada | 11200.000 | 234627.206 | 4138068.424 | 0.000 | 38.155 | 38.155 | 353.775498 | 0.000 | -4.831 | 0.00 | 0.00 | 38.155 | 38.155 | 38.155 |

| TIPO | P.K. | X | Y | RADIO | Z RAS IZ. | Z RAS DR. | AZIMUT | DIST. EJE | Pend (%) | PERAL_I | PERAL_D | Z PROY. | ZT (eje) | Z TERR. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| RECTA Tg. Entrada | 11220.000 | 234613.927 | 4138083.380 | 0.000 | 37.175 | 37.175 | 353.775498 | 0.000 | -4.900 | 0.00 | 0.00 | 37.175 | 37.175 | 37.175 |
| RECTA Tg. Entrada | 11240.000 | 234600.648 | 4138098.335 | 0.000 | 36.215 | 36.215 | 353.775498 | 0.000 | -4.797 | 0.00 | 0.00 | 36.215 | 36.215 | 36.215 |
| RECTA Tg. Entrada | 11260.000 | 234587.369 | 4138113.291 | 0.000 | 35.273 | 35.273 | 353.775498 | 0.000 | -4.709 | 0.00 | 0.00 | 35.273 | 35.273 | 35.273 |
| RECTA Tg. Entrada | 11280.000 | 234574.090 | 4138128.246 | 0.000 | 34.272 | 34.272 | 353.775498 | 0.000 | -5.006 | 0.00 | 0.00 | 34.272 | 34.272 | 34.272 |
| RECTA Tg. Entrada | 11300.000 | 234560.811 | 4138143.202 | 0.000 | 33.257 | 33.257 | 353.775498 | 0.000 | -5.075 | 0.00 | 0.00 | 33.257 | 33.257 | 33.257 |
| RECTA Tg. Entrada | 11320.000 | 234547.532 | 4138158.157 | 0.000 | 32.285 | 32.285 | 353.775498 | 0.000 | -4.863 | 0.00 | 0.00 | 32.285 | 32.285 | 32.285 |
| RECTA Tg. Entrada | 11340.000 | 234534.253 | 4138173.113 | 0.000 | 31.366 | 31.366 | 353.775498 | 0.000 | -4.592 | 0.00 | 0.00 | 31.366 | 31.366 | 31.366 |
| RECTA Pendiente | 11346.520 | 234529.923 | 4138177.988 | 0.000 | 31.070 | 31.070 | 353.775498 | 0.000 | -4.535 | 0.00 | 0.00 | 31.070 | 31.070 | 31.070 |

# Apéndice 3. Trabajos topográficos del ANTEPROYECTO

DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA Y ANEJOS

# ANEJO 4. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

# INDICE

1 INTRODUCCIÓN ..... 5

2 INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA ..... 5

3 BASE GEOMÉTRICA ..... 5

APÉNDICE 1 INFORME DE TRABAJOS TOPOGRÁFICOS. GEO360. DICIEMBRE DE 2018

APÉNDICE 2 CARTOGRAFÍA

APÉNDICE 3 BATIMETRÍA

# 1 INTRODUCCIÓN

En el presente Anejo se detalla la información cartográfica y geométrica que ha servido de base para la redacción del Anteproyecto

# 2 INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

La titularidad de los terrenos sobrevolados por el Puente del Centenario corresponde a la Autoridad Portuaria del Puerto de Sevilla, quien ha facilitado a la Demarcación de Carreteras del Estado en Andalucía Occidental información cartográfica actualizada dela zona y la batimetría del canal de navegación bajo el puente. Esta información se recoge en los Apéndices 2 y 3.

La cartografía facilitada dispone de curvas de nivel cada medio metro (0,50 m. La batimetría presenta una densidad de puntos de uno cada veinticinco metros cuadrados y una precisión en cota de un centímetro.

# 3 BASE GEOMÉTRICA

La base geométrica utilizada para redacción del Anteproyecto ha sido la recogida en el Documento nº2 Planos del Modificado nº1 del Proyecto de Construcción de la Autovía de Circunvalación de Sevilla. PK 10+000 a 15+650. Agosto de 1991

Con objeto de contrastar dicha base geométrica, la Demarcación de Carreteras del Estado en Andalucía Occidental programó la realización de trabajos topográficos para caracterizar la geometría de los pilonos, las pilas de retenida y el tablero del tramo atirantado, que incluía la toma de los siguientes datos:

Tablero:

- Levantamiento geométrico del tablero por los dos lados
- Caracterización geométrica del ancho del tablero y sección transversal
- Localización de accesos a los cajones longitudinales

Pilonos

- Caracterización geométrica de los paramentos exteriores (laterales) de los pilonos
- Geometría y accesos a las cámaras de los pilonos y a la plataforma superior

Pilas

- Caracterización geométrica de las pilas 13 y 16 (de retenida), objeto de recrecido, incluyendo la posición de los aparatos de apoyo
- Geometría y accesos a las cámaras de los tirantes verticales en pilas 13 y 16
- Caracterización geométrica de las pilas 12 y 17 (de junta).

La realización de esto trabajos de topografía fue encargada a la empresa GEO360. En el Apéndice nº1 se incluye la Memoria Técnica de los trabajos, en la que se incluye:

- El sistema de referencia con la Red Andaluza de Posicionamiento y la Red de Nivelación de Alta Precisión
- El establecimiento de una red de bases topográficas
- Levantamiento topográfico o toma de datos desde las bases topográficas

# 4 GÁLIBO DE NAVEGACIÓN

La obtención del gálibo del canal de navegación se ha obtenido a partir del levantamiento topográfico de los puntos de los tirantes en la acera. Los puntos extremos del canal de navegación están entre el cable C18 y H28, cuyas cotas se muestran en la siguiente tabla.

| | DÍA 1 | DÍA 2 |
|---|---|---|
| TIRANTE | Z | Z |
| C18 | 50.478 | 50.482 |
| H28 | 50.406 | 50.394 |

El punto más bajo medido está a la cota 50.394. Por lo tanto, la cara inferior del tablero estará a la cota 50.394-0.24-2.50 = 47.654

La cota de la lámina de agua varía entre +1.00 y +1.40 m, por lo que el gálibo de navegación será de: 47.654-1.40 = 46.254 m ≈ 46 m.

Apéndice 1 Informe de Trabajos Topográficos. GEO360. Diciembre de 2018

# PUENTE DEL CENTENARIO. SUSTITUCIÓN DE TIRANTES. CARACTERIZACIÓN GEOMÉTRICA

## TRABAJOS TOPOGRÁFICOS

## MEMORIA TÉCNICA

**DICIEMBRE 2018**

**TRABAJOS TOPOGRÁFICOS**

**ÍNDICE**

1. INTRODUCCIÓN....2

2. SISTEMA DE REFERENCIA....2

3. RED BÁSICA TOPOGRÁFICA....3

4. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO. CARACTERIZACIÓN GEOMÉTRICA....4

APÉNDICE 1. RED BÁSICA TOPOGRÁFICA. GRÁFICO DE SITUACIÓN. ....7

APÉNDICE 2. RED BÁSICA TOPOGRÁFICA. CÁLCULO DE LAS LÍNEAS BASE. ....9

APÉNDICE 3. RED BÁSICA TOPOGRÁFICA. REPORTE DEL AJUSTE DE LA RED. ....15

APÉNDICE 4. RED BÁSICA TOPOGRÁFICA. COORDENADAS PLANAS....18

APÉNDICE 5. RED BÁSICA TOPOGRÁFICA. RESEÑAS. ....20

APÉNDICE 6. CARACTERIZACIÓN GEOMÉTRICA. COORDENADAS TIRANTES SOBRE TABLERO. ....24

APÉNDICE 7. CARACTERIZACIÓN GEOMÉTRICA. COORDENADAS PUNTOS DEL TABLERO. ....27

APÉNDICE 8. CARACTERIZACIÓN GEOMÉTRICA. COORDENADAS SECCIONES TRANSVERSALES SOBRE TABLERO....29

APÉNDICE 9. CARACTERIZACIÓN GEOMÉTRICA. COORDENADAS SONDEOS....31

APÉNDICE 10. CARACTERIZACIÓN GEOMÉTRICA. COORDENADAS LEVANTAMIENTO PILAS Y PILONOS. ....33

APÉNDICE 11. CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN. ....39

## 1. INTRODUCCIÓN

La presente memoria tiene como objeto describir el desarrollo, organización y metodología de los trabajos de topográficos para la Caracterización geométrica del Puente del Centenario en Sevilla.

Los trabajos han consistido en la caracteriación de la geometría de los pilonos, pilas de retenida y el tablero del tramo atirantado, estudiando los siguientes componentes:

- Tablero.
- Dos Pilonos (pilas 14 y 15).
- Pilas 13 y 16 (de retenida) y 12 y 17 (de junta).

## 2. SISTEMA DE REFERENCIA

El enlace al sistema se ha realizado mediante observaciones en estático a la antena de la R.A.P. (Red Andaluza de Posicionamiento) SEV1.

El sistema de referencia utilizado para todos los cálculos de solución de ambigüedades, cierrres y ajustes ha sido el sistema ETRS89.

Una vez finalizados los cálculos se ha procedido a proyectar las coordenadas resultantes a la proyección cartográfica U.T.M. en su huso número 30.

Una vez obtenidas las coordenadas en proyección se ha procedido al paso de coordenadas a un sistema de coordenadas planas mediante los coeficientes de proyección por proyección y por altura.

Este sistema de referencia está definido y materializado sobre el terreno por los vértices de la Red Básica Topográfica implantada.

La altimetría se ha referido al nivel medio del mar en Alicante, enlazando con la Red de Nivelación de Alta Precisión (R.N.A.P) mediante la aplicación del modelo del geoide EGM08-REDNAP.

## 3. RED BÁSICA TOPOGRÁFICA

Se han implantado un total de 6 vertices denominadas V-01, V-02, V-03, V-04, V-05 y V-06, quedando materializadas en el terreno mediante clavos de acero y varillas metálicas embutidas en hormigón.

La observación de los vértices se ha realizado mediante técnicas GPS de posicionamiento estático relativo en postproceso, contando para su ejecución con equipos TRIMBLE y LEICA, compuestos por receptores de doble frecuencia, utilizando cuatro receptores de forma simultánea.

El método de observación empleado ha sido el de triangulación, formada por las baselíneas que unan entre sí los vértices de la Red Básica, de forma que a cada vértice de la Red Básica le llegan al menos tres baselíneas.

Sobre el terreno se ha creado un fichero de datos para cada base de replanteo observada, con su numeración definitiva, introduciendo los datos propios del punto.

El proceso de datos para el cálculo de las líneas base, resolución de ambigüedades y ajuste de la Red Básica por mínimos cuadrados se ha realizado mediante el software Geo Office de LEICA, obteniendo, a partir de las observaciones GPS, las coordenadas de todos los puntos en el sistema ETRS89.

En el proceso de cálculo se han tenido en cuenta los siguientes condicionantes:

- Máscara de elevación mayor de 15º sexagesimales.
- Los cálculos se realizan de manera concatenada.
- Recepción de un mínimo de 4 satélites durante el tiempo de observación.

Finalizado el proceso de vectores y cálculo de cierres de los triángulos espaciales, se ha procedido al cálculo y compensación en bloque de todas las observaciones con el método de ajuste por mínimos cuadrados.

Todo el proceso de ajuste de la red se ha realizado en el Sistema de Referencia WGS84, en 3D, con el módulo MOVE para Diseño y Ajuste de Redes Geodésicas incluido en el programa de cálculo LEICA Geo Office. El ajuste de observaciones se ha realizado con precisiones al 95% de nivel de confianza.

Posteriormente se han transformado las coordenadas obtenidas en el Sistema de Referencia ETRS89 al sistema de coordenadas PLANO en el que se van a realizar todos los trabajos.

La altimetría se ha referido al nivel medio del mar en Alicante, enlazando con la Red de Nivelación de Alta Precisión (R.N.A.P) mediante la aplicación del modelo del geoide EGM08-REDNAP.

De cada vértice se han obtenido sus coordenadas ajustadas y los errores medios cuadráticos correspondientes a cada uno.

Se adjuntan los siguientes datos:

- Gráfico de situación de la Red Básica Topográfica (APÉNDICE 1. )
- Cálculo de las líneas base (APÉNDICE 2. )
- Ajuste de la Red Básica Topográfica (APÉNDICE 3. )
- Listado de coordenadas PLANAS de la Red Básica Topográfica (APÉNDICE 4. )
- Reseñas de los vértices de la Red Básica Topográfica (APÉNDICE 5. )

## 4. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO. CARACTERIZACIÓN GEOMÉTRICA

A partir de los vértices de la Red Básica Topográfica se ha procedido a la toma de datos para la caracterización geométrica de los elementos situados en la zona atirantada del Puente del Centenario y objeto de este trabajo.

Para ello, la toma de la nube de puntos se ha realizado mediante Estaciones Totales de 0.5", en combinación con técnicas GNSS, contando para su ejecución con equipos TRIMBLE, compuestos por receptores de doble frecuencia.

A continuación se describen los trabajos realizados para la obtención de los datos de los iferentes elementos objeto de esta caracterización geométrica.

### Tirantes sobre tablero

Se han medido un total de 88 puntos (44 x 2), correspondientes al punto de encuentro del prisma de protección del tirante al emerger sobre el tablero, en el lado obtuso, hacia la acera (según figura). El punto medido se ha materializado mediante un clavo metálico tipo Hilti.




Para para minimizar el movimiento producido sobre la estructura por el viento y el tráfico, en la medición de estos puntos se han tomado las siguientes precauciones:

- Observación de parejas de puntos, ubicados transversalmente enfrentados a cada lado de la estructura, en el mismo instante, de modo redundante, al menos diez, con dos estaciones totales de forma simultánea. Ese método nos permitirá promediar las medidas obtenidas de los dos puntos con las mismas condiciones de viento y tráfico.
- Los puntos se han observado con prismas estacionados sobre trípodes con plataformas nivelantes perfectamente calibradas, sobre el clavo que define el punto.
- Debido a las dimensiones de la estructura la medición de los puntos se ha realizado desde varios estacionamientos, por lo que se han medido puntos de solape entre estacionamientos.
- La campaña de medición se ha repetido de nuevo por completo en otro día distinto.

Estos trabajos se han realizado contando con dos estaciones totales de 0.5", una estación total LEICA TS60 y una TM30, de las cuales se proporciona su certificado de calibración en el “Apéndice 11. Certificados de Calibración”.

El proceso de datos para el cálculo de las coordenadas de los puntos se ha realizado con el software LEICA Geo Office, obteniendo a partir de las observaciones, las coordenadas de todos los puntos radiados.

Como resultado de estos trabajos Se proporcionará un listado de coordenadas X,Y,Z de los puntos medidos, en un sistema de referencia plano, que se adjunta en el “Apéndice 6. Caracterización geométrica. Coordenadas tirantes sobre tablero”.

### Tablero

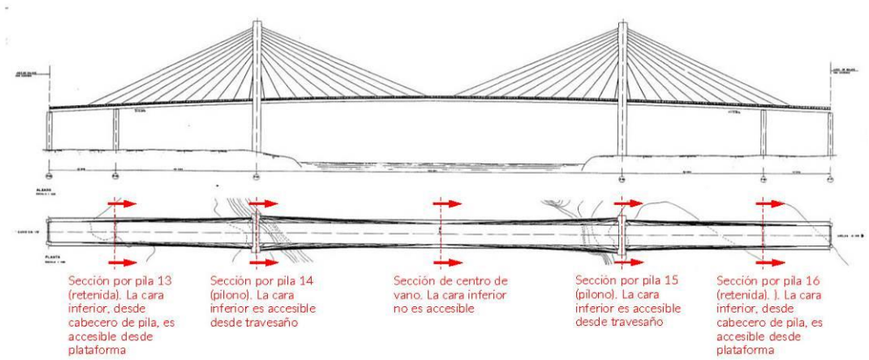
Se ha realiado la toma de los puntos que definen el borde del tablero en la zona atirantada. Los puntos se han obtenido mediante estación total desde los vértices de la Red Básica Topográfica implantada.

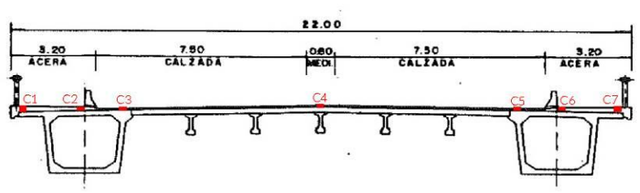
El proceso de datos para el cálculo de las coordenadas de los puntos se ha realizado con el software LEICA Geo Office, obteniendo a partir de las observaciones, las coordenadas de todos los puntos radiados.

Como resultado de estos trabajos Se proporcionará un listado de coordenadas X,Y,Z de los puntos medidos, en un sistema de referencia plano, que se adjunta en el "Apéndice 7. Caracterización geométrica. Coordenadas puntos del tablero".

**Secciones transversales sobre tablero**

Se ha realizado la toma de cinco secciones transversales sobre el tablero, ubicadas según gráfico, en la pila 13, 14, 15 y 16, además de una ubicada en el cento de la zona atirantada.




En cada una de las secciones se han tomado siete puntos característicos, según figura (C1 a C7). También se han tomado las secciones bajo tablero para confirmar vigas, cantos, anchos y riostras en esos puntos.

Los puntos se han obtenido mediante técnicas GPS en tiempo real a partir de los vértices de la Red Básica Topográfica implantada, en combinación con estación total.

El proceso de datos para el cálculo de las coordenadas de los puntos se ha realizado con el software LEICA Geo Office, obteniendo a partir de las observaciones, las coordenadas de todos los puntos radiados.

Como resultado de estos trabajos se proporciona un listado de coordenadas X,Y,Z de los puntos medidos, en un sistema de referencia plano, que se adjunta en el "Apéndice 8. Caracterización geométrica. Coordenadas secciones transversales sobre tablero". Además se ha proporcionado un fichero en formato de AutoCAD, con las secciones tipo bajo tablero de las zonas atirantadas y contiguas.

**Pilas y pilonos**

Se ha realizado el levantamiento de la geometría de los paramentos laterales de los cuatro fustes, así como los dos travesaños (el superior y el que se encuentra bajo tablero) de las pilas 14 y 15, correspondientes a los pilonos del puente. Se ha definido el interior de las cámaras accesibles, particularmente las que sirven de acceso a los anclajes superiores de los 3+3 tirantes más bajos por cada fuste.

También se ha obtenido la geometría de los paramentos exteriores de los fustes y del dintel superior de las pilas de retenida (pilas 13 y 16) y de las pilas de junta (pilas 12 y 17), tomando las medidas de las cámaras interiores.

Para este levantamiento se han tomado puntos concretos (X,Y,Z) que nos permiten obtener la definición geométrica de las pilas y pilonos, mediante estaciones totales de medición sin prisma LEICA TM30 y TS60.

El proceso de datos para el cálculo de las coordenadas de los puntos se ha realizado con el software LEICA Geo Office, obteniendo a partir de las observaciones, las coordenadas de todos los puntos radiados.

Como resultado de estas mediciones se ha proporcionado un fichero en formato CAD con un modelo en 3D de estos elementos.

Se proporciona un listado de coordenadas X,Y,Z de los puntos medidos, en un sistema de referencia plano, que se adjunta en el "Apéndice 10. Caracterización geométrica. Coordenadas levantamiento pilas y pilonos".

**Sondeos**

Previo a los trabajos de caracterización geométrica del puente, en la visita previa a la realización de los trabajos, se obtuvieron las coordenadas de cuatro sondeos realizados junto a las pilas de éste.

La toma de los puntos se ha realizado mediante técnicas GNSS, contando para su ejecución con equipos TRIMBLE, compuestos por receptores de doble frecuencia.

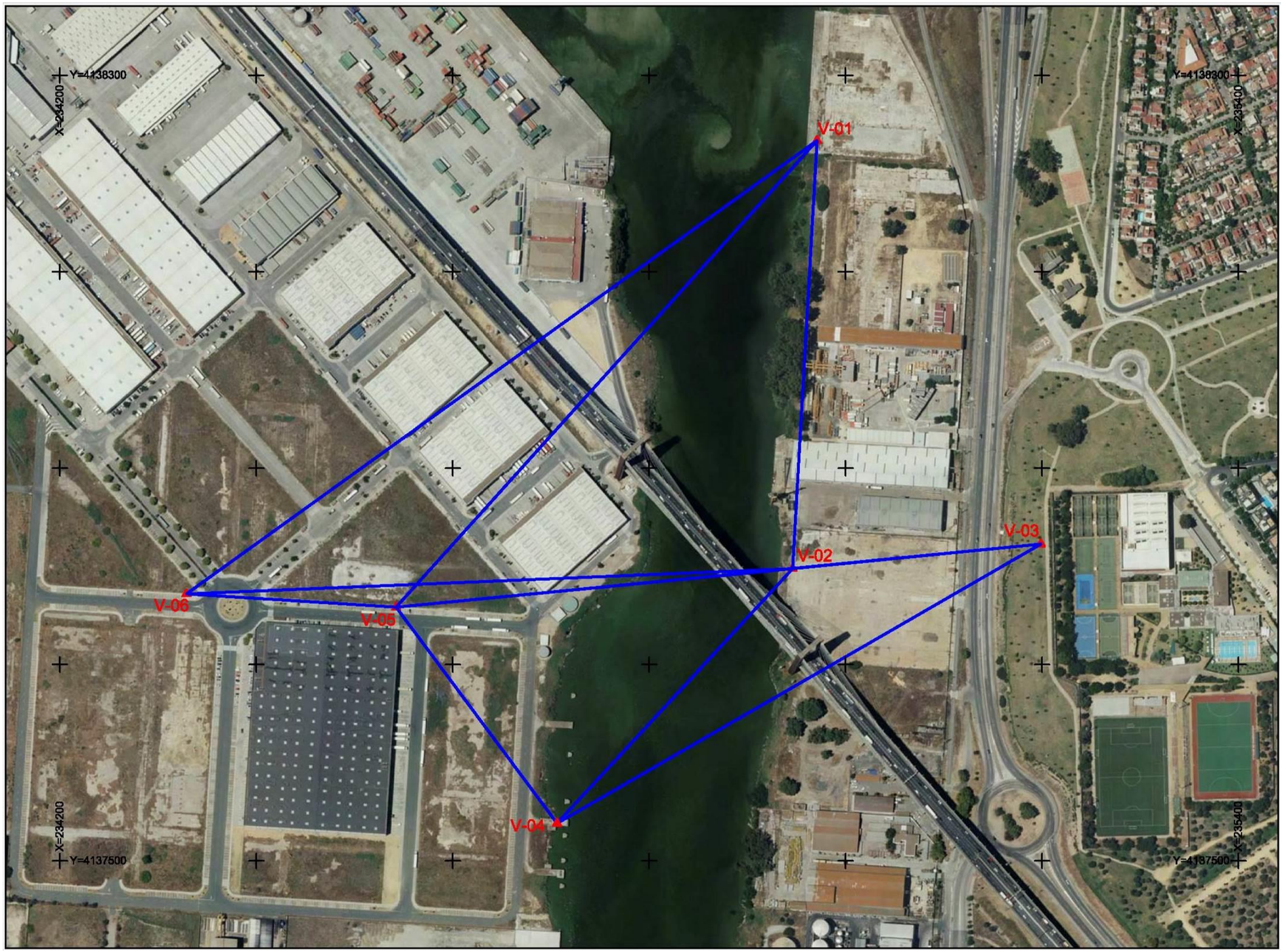
El método de observación utilizado ha sido el de tiempo real a partir de la Red de Posicionamiento Andaluza (RAP).

Las coordenadas de los puntos observados mediante GPS se obtienen directamente de la descarga de los datos de la controladora del equipo.

Para la obtención de cotas ortométricas se ha empleado la rejilla del IGN en formato NTV2, con el modelo del geoide EGM08-REDNAP.

Se proporciona un listado de coordenadas X,Y,Z de los puntos medidos, en el sistema de referencia ETRS89-UTM, que se adjunta en el "Apéndice 10. Caracterización geométrica. Sondeos".

**APÉNDICE 1. RED BÁSICA TOPOGRÁFICA. GRÁFICO DE SITUACIÓN.**


Y=4138300
X=234200
Y=4138300
X=235400
V-01
V-02
V-03
V-04
V-05
V-06
X=234200
Y=4137500
Y=4137500
X=235400

**APÉNDICE 2. RED BÁSICA TOPOGRÁFICA. CÁLCULO DE LAS LÍNEAS BASE.**

- when it has to be **right** Leica Geosystems

# Processing Summary

## Red Basica Puente Centenario prueba

### Project Information

| | |
|---|---|
| Project name: | Red Basica Puente Centenario prueba |
| Date created: | 11/20/2018 10:02:48 |
| Time zone: | 0h 00' |
| Coordinate system name: | UTM 30 EGM |
| Projection: | UTM30 |
| Projection type: | UTM |
| Application software: | LEICA Geo Office 8.4 |
| Start date and time: | 11/15/2018 10:33:17 |
| End date and time: | 11/15/2018 11:24:22 |
| Manually occupied points: | 2 |
| Processing kernel: | PSI-Pro 4.0 |
| Processed: | 12/13/2018 15:47:43 |

### Processing Parameters

| **Parameters** | **Selected** |
|---|---|
| Cut-off angle: | 15° |
| Ephemeris type: | Broadcast |
| Solution type: | Automatic |
| GNSS type: | GPS |
| Frequency: | Automatic |
| Fix ambiguities up to: | 80 km |
| Min. duration for float solution (static): | 5' 00" |
| Sampling rate: | Use all |
| Tropospheric model: | Hopfield |
| Ionospheric model: | Automatic |
| Use stochastic modelling: | Yes |
| Min. distance: | 8 km |
| Ionospheric activity: | Automatic |

### Baseline Overview

| **V-04 - V-03** | **Reference: V-04** | **Rover: V-03** |
|---|---|---|
| Receiver type / S/N: | SPS985 / 5445F82891 | SPS985 / 5445F82891 |
| Antenna type / S/N: | TRMSPS985 NONE / - | TRMSPS985 NONE / - |
| Antenna height: | 1.622 m | 1.570 m |
| Coordinates: | | |
| Latitude: | 37° 20' 47.97322" N | 37° 20' 57.70211" N |
| Longitude: | 5° 59' 41.71292" W | 5° 59' 22.07815" W |
| Ellip. Hgt: | 54.392 m | 62.975 m |
| Solution type: | Phase: all fix | |
| GNSS type: | GPS | |
| Frequency: | L1 only | |
| Ambiguity: | Yes | |
| Time span: | 11/15/2018 10:33:17 - 11/15/2018 10:48:42 | |
| Duration: | 15' 25" | |
| Quality: | Sd. Lat: 0.000 m | Sd. Lon: 0.000 m Sd. Hgt: 0.001 m |
| | Posn. Qlty: 0.000 m | Sd. Slope: 0.000 m |
| Baseline vector: | dLat: 0° 00' 09.72889" | dLon: 0° 00' 19.63477" dHgt: 8.582 m |
| | Slope: 568.837 m | |
| DOPs (min-max): | GDOP: 2.1 - 2.1 | |
| | PDOP: 1.8 - 1.8 | HDOP: 0.9 - 0.9 VDOP: 1.5 - 1.6 |
| Number of used satellites: | GPS: 10 | |
| | GLONASS: - | |
| | Galileo: - | |
| | Beidou: - | |

| **V-06 - V-01** | **Reference: V-06** | **Rover: V-01** |
|---|---|---|
| Receiver type / S/N: | SPS985 / 5445F82891 | SPS985 / 5445F82891 |
| Antenna type / S/N: | TRMSPS985 NONE / - | TRMSPS985 NONE / - |
| Antenna height: | 1.660 m | 1.576 m |
| Coordinates: | | |
| Latitude: | 37° 20' 55.16188" N | 37° 21' 10.79408" N |
| Longitude: | 5° 59' 57.33701" W | 5° 59' 31.86126" W |
| Ellip. Hgt: | 56.121 m | 57.819 m |
| Solution type: | Phase: all fix | |
| GNSS type: | GPS | |
| Frequency: | L1 only | |
| Ambiguity: | Yes | |
| Time span: | 11/15/2018 11:07:37 - 11/15/2018 11:24:22 | |
| Duration: | 16' 45" | |
| Quality: | Sd. Lat: 0.000 m | Sd. Lon: 0.000 m Sd. Hgt: 0.000 m |
| | Posn. Qlty: 0.000 m | Sd. Slope: 0.000 m |
| Baseline vector: | dLat: 0° 00' 15.63220" | dLon: 0° 00' 25.47575" dHgt: 1.698 m |
| | Slope: 790.814 m | |
| DOPs (min-max): | GDOP: 2.3 - 3.2 | |
| | PDOP: 2.0 - 2.7 | HDOP: 1.0 - 1.1 VDOP: 1.7 - 2.4 |
| Number of used satellites: | GPS: 9 | |
| | GLONASS: - | |
| | Galileo: - | |
| | Beidou: - | |

- when it has to be right Leica Geosystems

# Processing Summary

## Red Basica Puente Centenario prueba

### Project Information

| | |
|---|---|
| Project name: | Red Basica Puente Centenario prueba |
| Date created: | 11/20/2018 10:02:48 |
| Time zone: | 0h 00' |
| Coordinate system name: | UTM 30 EGM |
| Projection: | UTM30 |
| Projection type: | UTM |
| Application software: | LEICA Geo Office 8.4 |
| Start date and time: | 11/15/2018 10:24:22 |
| End date and time: | 11/15/2018 11:24:37 |
| Manually occupied points: | 4 |
| Processing kernel: | PSI-Pro 4.0 |
| Processed: | 12/13/2018 15:47:35 |

### Processing Parameters

| Parameters | Selected |
|---|---|
| Cut-off angle: | 15° |
| Ephemeris type: | Broadcast |
| Solution type: | Automatic |
| GNSS type: | GPS |
| Frequency: | Automatic |
| Fix ambiguities up to: | 80 km |
| Min. duration for float solution (static): | 5' 00" |
| Sampling rate: | Use all |
| Tropospheric model: | Hopfield |
| Ionospheric model: | Automatic |
| Use stochastic modelling: | Yes |
| Min. distance: | 8 km |
| Ionospheric activity: | Automatic |

### Baseline Overview

| V-05 - V-03 | Reference: V-05 | Rover: V-03 |
|---|---|---|
| Receiver type / S/N: | SPS985 / 5445F82891 | SPS985 / 5445F82891 |
| Antenna type / S/N: | TRMSPS985 NONE / - | TRMSPS985 NONE / - |
| Antenna height: | 1.515 m | 1.570 m |
| Coordinates: | | |
| Latitude: | 37° 20' 54.94290" N | 37° 20' 57.70206" N |
| Longitude: | 5° 59' 48.65229" W | 5° 59' 22.07814" W |
| Ellip. Hgt: | 55.940 m | 62.973 m |
| Solution type: | Phase: all fix | |
| GNSS type: | GPS | |
| Frequency: | L1 only | |
| Ambiguity: | Yes | |
| Time span: | 11/15/2018 10:33:17 - 11/15/2018 10:48:42 | |
| Duration: | 15' 25" | |
| Quality: | Sd. Lat: 0.000 m | Sd. Lon: 0.000 m Sd. Hgt: 0.001 m |
| | Posn. Qlty: 0.000 m | Sd. Slope: 0.000 m |
| Baseline vector: | dLat: 0° 00' 02.75915" | dLon: 0° 00' 26.57415" dHgt: 7.033 m |
| | Slope: 659.595 m | |
| DOPs (min-max): | GDOP: 2.1 - 2.1 | |
| | PDOP: 1.8 - 1.8 | HDOP: 0.9 - 0.9 VDOP: 1.5 - 1.6 |
| Number of used satellites: | GPS: 10 | |
| | GLONASS: - | |
| | Galileo: - | |
| | Beidou: - | |

| V-05 - V-04 | Reference: V-05 | Rover: V-04 |
|---|---|---|
| Receiver type / S/N: | SPS985 / 5445F82891 | SPS985 / 5445F82891 |
| Antenna type / S/N: | TRMSPS985 NONE / - | TRMSPS985 NONE / - |
| Antenna height: | 1.515 m | 1.622 m |
| Coordinates: | | |
| Latitude: | 37° 20' 54.94290" N | 37° 20' 47.97319" N |
| Longitude: | 5° 59' 48.65229" W | 5° 59' 41.71290" W |
| Ellip. Hgt: | 55.940 m | 54.393 m |
| Solution type: | Phase: all fix | |
| GNSS type: | GPS | |
| Frequency: | L1 only | |
| Ambiguity: | Yes | |
| Time span: | 11/15/2018 10:24:22 - 11/15/2018 10:49:52 | |
| Duration: | 25' 30" | |
| Quality: | Sd. Lat: 0.000 m | Sd. Lon: 0.000 m Sd. Hgt: 0.000 m |
| | Posn. Qlty: 0.000 m | Sd. Slope: 0.000 m |
| Baseline vector: | dLat: -0° 00' 06.96971" | dLon: 0° 00' 06.93939" dHgt: -1.547 m |
| | Slope: 274.488 m | |
| DOPs (min-max): | GDOP: 2.1 - 5.5 | |
| | PDOP: 1.8 - 4.6 | HDOP: 0.9 - 2.0 VDOP: 1.5 - 4.1 |
| Number of used satellites: | GPS: 10 | |
| | GLONASS: - | |
| | Galileo: - | |
| | Beidou: - | |

| V-05 - V-06 | Reference: V-05 | Rover: V-06 |
|---|---|---|
| Receiver type / S/N: | SPS985 / 5445F82891 | SPS985 / 5445F82891 |
| Antenna type / S/N: | TRMSPS985 NONE / - | TRMSPS985 NONE / - |
| Antenna height: | 1.515 m | 1.660 m |
| Coordinates: | | |
| Latitude: | 37° 20' 54.94290" N | 37° 20' 55.16188" N |
| Longitude: | 5° 59' 48.65229" W | 5° 59' 57.33704" W |
| Ellip. Hgt: | 55.940 m | 56.122 m |
| Solution type: | Phase: all fix | |
| GNSS type: | GPS | |
| Frequency: | L1 only | |
| Ambiguity: | Yes | |
| Time span: | 11/15/2018 11:04:02 - 11/15/2018 11:24:22 | |
| Duration: | 20' 20" | |
| Quality: | Sd. Lat: 0.000 m | Sd. Lon: 0.000 m Sd. Hgt: 0.001 m |
| | Posn. Qlty: 0.000 m | Sd. Slope: 0.000 m |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Baseline vector: | dLat: 0° 00' 00.21898" | dLon: -0° 00' 08.68475" | dHgt: 0.182 m |
| | Slope: 213.859 m | | |
| DOPs (min-max): | GDOP: 2.3 - 3.2 | | |
| | PDOP: 2.0 - 2.7 | HDOP: 1.0 - 1.1 | VDOP: 1.7 - 2.4 |
| Number of used satellites: | GPS: 9 | | |
| | GLONASS: - | | |
| | Galileo: - | | |
| | Beidou: - | | |

| **V-05 - V-01** | **Reference: V-05** | **Rover: V-01** |
|---|---|---|
| Receiver type / S/N: | SPS985 / 5445F82891 | SPS985 / 5445F82891 |
| Antenna type / S/N: | TRMSPS985 NONE / - | TRMSPS985 NONE / - |
| Antenna height: | 1.515 m | 1.576 m |
| Coordinates: | | |
| Latitude: | 37° 20' 54.94290" N | 37° 21' 10.79407" N |
| Longitude: | 5° 59' 48.65229" W | 5° 59' 31.86131" W |
| Ellip. Hgt: | 55.940 m | 57.821 m |
| Solution type: | Phase: all fix | |
| GNSS type: | GPS | |
| Frequency: | L1 only | |
| Ambiguity: | Yes | |
| Time span: | 11/15/2018 11:07:37 - 11/15/2018 11:24:37 | |
| Duration: | 17' 00" | |
| Quality: | Sd. Lat: 0.000 m | Sd. Lon: 0.000 m | Sd. Hgt: 0.000 m |
| | Posn. Qlty: 0.000 m | Sd. Slope: 0.000 m | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Baseline vector: | dLat: 0° 00' 15.85117" | dLon: 0° 00' 16.79099" | dHgt: 1.881 m |
| | Slope: 639.992 m | | |
| DOPs (min-max): | GDOP: 2.3 - 3.2 | | |
| | PDOP: 2.0 - 2.7 | HDOP: 1.0 - 1.1 | VDOP: 1.7 - 2.4 |
| Number of used satellites: | GPS: 9 | | |
| | GLONASS: - | | |
| | Galileo: - | | |
| | Beidou: - | | |

- when it has to be **right** Leica Geosystems

## Processing Summary

## Red Basica Puente Centenario prueba

### Project Information

| | |
|---|---|
| Project name: | Red Basica Puente Centenario prueba |
| Date created: | 11/20/2018 10:02:48 |
| Time zone: | 0h 00' |
| Coordinate system name: | UTM 30 EGM |
| Projection: | UTM30 |
| Projection type: | UTM |
| Application software: | LEICA Geo Office 8.4 |
| Start date and time: | 11/15/2018 10:21:47 |
| End date and time: | 11/15/2018 12:12:07 |
| Manually occupied points: | 5 |
| Processing kernel: | PSI-Pro 4.0 |
| Processed: | 12/13/2018 15:47:23 |

### Processing Parameters

| **Parameters** | **Selected** |
|---|---|
| Cut-off angle: | 15° |
| Ephemeris type: | Broadcast |
| Solution type: | Automatic |
| GNSS type: | GPS |
| Frequency: | Automatic |
| Fix ambiguities up to: | 80 km |
| Min. duration for float solution (static): | 5' 00" |
| Sampling rate: | Use all |
| Tropospheric model: | Hopfield |
| Ionospheric model: | Automatic |
| Use stochastic modelling: | Yes |
| Min. distance: | 8 km |
| Ionospheric activity: | Automatic |

### Baseline Overview

| **V-02 - V-05** | **Reference: V-02** | **Rover: V-05** |
|---|---|---|
| Receiver type / S/N: | GX1230GG / 469759 | SPS985 / 5445F82891 |
| Antenna type / S/N: | AX1202 GG / - | TRMSPS985 NONE / - |
| Antenna height: | 1.462 m | 1.515 m |
| Coordinates: | | |
| Latitude: | 37° 20' 56.62986" N | 37° 20' 54.94287" N |
| Longitude: | 5° 59' 32.31029" W | 5° 59' 48.65227" W |
| Ellip. Hgt: | 57.986 m | 55.944 m |
| Solution type: | Phase: all fix | |
| GNSS type: | GPS | |
| Frequency: | L1 only | |
| Ambiguity: | Yes | |
| Time span: | 11/15/2018 10:21:47 - 11/15/2018 12:12:07 | |
| Duration: | 1h 50' 20" | |
| Quality: | Sd. Lat: 0.000 m | Sd. Lon: 0.000 m | Sd. Hgt: 0.000 m |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Posn. Qlty: 0.000 m | Sd. Slope: 0.000 m | |
| Baseline vector: | dLat: -0° 00' 01.68700" | dLon: -0° 00' 16.34198" | dHgt: -2.042 m |
| | Slope: 405.567 m | | |
| DOPs (min-max): | GDOP: 2.1 - 4.1 | | |
| | PDOP: 1.8 - 3.3 | HDOP: 0.9 - 2.3 | VDOP: 1.5 - 3.0 |
| Number of used satellites: | GPS: 11 | | |
| | GLONASS: - | | |
| | Galileo: - | | |
| | Beidou: - | | |

| **V-02 - V-03** | **Reference: V-02** | **Rover: V-03** |
|---|---|---|
| Receiver type / S/N: | GX1230GG / 469759 | SPS985 / 5445F82891 |
| Antenna type / S/N: | AX1202 GG / - | TRMSPS985 NONE / - |
| Antenna height: | 1.462 m | 1.570 m |
| Coordinates: | | |
| Latitude: | 37° 20' 56.62986" N | 37° 20' 57.70209" N |
| Longitude: | 5° 59' 32.31029" W | 5° 59' 22.07811" W |
| Ellip. Hgt: | 57.986 m | 62.974 m |
| Solution type: | Phase: all fix | |
| GNSS type: | GPS | |
| Frequency: | L1 only | |
| Ambiguity: | Yes | |
| Time span: | 11/15/2018 10:33:17 - 11/15/2018 10:48:42 | |
| Duration: | 15' 25" | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Quality: | Sd. Lat: 0.000 m | Sd. Lon: 0.000 m | Sd. Hgt: 0.001 m |
| | Posn. Qlty: 0.000 m | Sd. Slope: 0.000 m | |
| Baseline vector: | dLat: 0° 00' 01.07223" | dLon: 0° 00' 10.23218" | dHgt: 4.988 m |
| | Slope: 254.045 m | | |
| DOPs (min-max): | GDOP: 2.1 - 2.1 | | |
| | PDOP: 1.8 - 1.8 | HDOP: 0.9 - 0.9 | VDOP: 1.5 - 1.6 |
| Number of used satellites: | GPS: 10 | | |
| | GLONASS: - | | |
| | Galileo: - | | |
| | Beidou: - | | |

| **V-02 - V-04** | **Reference: V-02** | **Rover: V-04** |
|---|---|---|
| Receiver type / S/N: | GX1230GG / 469759 | SPS985 / 5445F82891 |
| Antenna type / S/N: | AX1202 GG / - | TRMSPS985 NONE / - |
| Antenna height: | 1.462 m | 1.622 m |
| Coordinates: | | |
| Latitude: | 37° 20' 56.62986" N | 37° 20' 47.97319" N |
| Longitude: | 5° 59' 32.31029" W | 5° 59' 41.71292" W |
| Ellip. Hgt: | 57.986 m | 54.394 m |
| Solution type: | Phase: all fix | |
| GNSS type: | GPS | |
| Frequency: | L1 only | |
| Ambiguity: | Yes | |
| Time span: | 11/15/2018 10:24:22 - 11/15/2018 10:49:52 | |
| Duration: | 25' 30" | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Quality: | Sd. Lat: 0.000 m | Sd. Lon: 0.000 m | Sd. Hgt: 0.001 m |
| | Posn. Qlty: 0.000 m | Sd. Slope: 0.000 m | |
| Baseline vector: | dLat: -0° 00' 08.65668" | dLon: -0° 00' 09.40262" | dHgt: -3.593 m |
| | Slope: 353.261 m | | |
| DOPs (min-max): | GDOP: 2.1 - 10.4 | | |
| | PDOP: 1.8 - 8.3 | HDOP: 0.9 - 2.3 | VDOP: 1.5 - 8.0 |
| Number of used satellites: | GPS: 10 | | |
| | GLONASS: - | | |
| | Galileo: - | | |
| | Beidou: - | | |

| **V-02 - V-06** | **Reference: V-02** | **Rover: V-06** |
|---|---|---|
| Receiver type / S/N: | GX1230GG / 469759 | SPS985 / 5445F82891 |
| Antenna type / S/N: | AX1202 GG / - | TRMSPS985 NONE / - |
| Antenna height: | 1.462 m | 1.660 m |
| Coordinates: | | |
| Latitude: | 37° 20' 56.62986" N | 37° 20' 55.16187" N |
| Longitude: | 5° 59' 32.31029" W | 5° 59' 57.33697" W |
| Ellip. Hgt: | 57.986 m | 56.125 m |
| Solution type: | Phase: all fix | |
| GNSS type: | GPS | |
| Frequency: | L1 only | |
| Ambiguity: | Yes | |
| Time span: | 11/15/2018 11:04:02 - 11/15/2018 11:24:22 | |
| Duration: | 20' 20" | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Quality: | Sd. Lat: 0.000 m | Sd. Lon: 0.000 m | Sd. Hgt: 0.001 m |
| | Posn. Qlty: 0.000 m | Sd. Slope: 0.000 m | |
| Baseline vector: | dLat: -0° 00' 01.46799" | dLon: -0° 00' 25.02667" | dHgt: -1.861 m |
| | Slope: 617.626 m | | |
| DOPs (min-max): | GDOP: 2.3 - 3.2 | | |
| | PDOP: 2.0 - 2.7 | HDOP: 1.0 - 1.1 | VDOP: 1.7 - 2.4 |
| Number of used satellites: | GPS: 9 | | |
| | GLONASS: - | | |
| | Galileo: - | | |
| | Beidou: - | | |

| **V-02 - V-01** | **Reference: V-02** | **Rover: V-01** |
|---|---|---|
| Receiver type / S/N: | GX1230GG / 469759 | SPS985 / 5445F82891 |
| Antenna type / S/N: | AX1202 GG / - | TRMSPS985 NONE / - |
| Antenna height: | 1.462 m | 1.576 m |
| Coordinates: | | |
| Latitude: | 37° 20' 56.62986" N | 37° 21' 10.79407" N |
| Longitude: | 5° 59' 32.31029" W | 5° 59' 31.86123" W |
| Ellip. Hgt: | 57.986 m | 57.824 m |
| Solution type: | Phase: all fix | |
| GNSS type: | GPS | |
| Frequency: | L1 only | |
| Ambiguity: | Yes | |
| Time span: | 11/15/2018 11:07:37 - 11/15/2018 11:24:37 | |
| Duration: | 17' 00" | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Quality: | Sd. Lat: 0.000 m | Sd. Lon: 0.000 m | Sd. Hgt: 0.001 m |
| | Posn. Qlty: 0.000 m | Sd. Slope: 0.000 m | |
| Baseline vector: | dLat: 0° 00' 14.16421" | dLon: 0° 00' 00.44906" | dHgt: -0.162 m |
| | Slope: 436.812 m | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| DOPs (min-max): | GDOP: 2.3 - 3.2<br>PDOP: 2.0 - 2.7 | HDOP: 1.0 - 1.1 | VDOP: 1.7 - 2.4 |
| Number of used satellites: | GPS: 9<br>GLONASS: -<br>Galileo: -<br>Beidou: - | | |

**APÉNDICE 3. RED BÁSICA TOPOGRÁFICA. REPORTE DEL AJUSTE DE LA RED.**

- when it has to be right Leica Geosystems

# Network Adjustment

**www.MOVE3.com**

(c) 1993-2012 Grontmij
Licensed to Leica Geosystems AG

Created: 12/13/2018 15:51:27

## Project Information

| | |
|---|---|
| Project name: | Red Basica Puente Centenario prueba |
| Date created: | 11/20/2018 10:02:48 |
| Time zone: | 0h 00' |
| Coordinate system name: | UTM 30 EGM |
| Projection: | UTM30 |
| Projection type: | UTM |
| Application software: | LEICA Geo Office 8.4 |
| Processing kernel: | MOVE3 4.1 |

## General Information

**Adjustment**

| | | |
|---|---|---|
| Type: | Inner constrained | |
| Dimension: | 3D | |
| Coordinate system: | WGS 1984 | |
| Height mode: | Ellipsoidal | |
| Number of iterations: | 1 | |
| Maximum coord correction in last iteration: | 0.000 m | (tolerance is met) |

**Stations**

| | |
|---|---|
| Number of (partly) known stations: | 0 |
| Number of unknown stations: | 10 |
| Total: | 10 |

**Observations**

| | |
|---|---|
| GPS coordinate differences: | 54 (18 baselines) (including 1 baseline as free observation) |
| Inner constraints: | 3 |
| Total: | 57 (including 3 free observations) |

**Unknowns**

| | |
|---|---|
| Coordinates: | 30 |
| Total: | 30 |
| Degrees of freedom: | 27 |

**Testing**

| | | |
|---|---|---|
| Alfa (multi dimensional): | 0.4680 | |
| Alfa 0 (one dimensional): | 5.0 % | |
| Beta: | 80.0 % | |
| Sigma a-priori (GPS): | 10.0 | |
| Critical value W-test: | 1.96 | |
| Critical value T-test (2-dimensional): | 2.42 | |
| Critical value T-test (3-dimensional): | 1.89 | |
| Critical value F-test: | 1.00 | |
| F-test: | 0.19 | (accepted) |

Results based on a-posteriori variance factor

## Adjustment Results

**Coordinates**

| Station | | Coordinate | Corr | Prec (95%) |
|---|---|---|---|---|
| 1001 | Latitude | 37° 20' 50.74758" N | 0.001 m | 0.003 m |
| | Longitude | 5° 59' 25.91202" W | 0.000 m | 0.002 m |
| | Height | 59.520 m | -0.001 m | 0.004 m |
| 1002 | Latitude | 37° 20' 49.39101" N | -0.003 m | 0.006 m |
| | Longitude | 5° 59' 22.04982" W | 0.000 m | 0.003 m |
| | Height | 56.644 m | 0.000 m | 0.005 m |
| 5001 | Latitude | 37° 21' 02.69646" N | 0.000 m | 0.002 m |
| | Longitude | 5° 59' 39.03527" W | 0.000 m | 0.001 m |
| | Height | 58.927 m | 0.000 m | 0.004 m |
| 5002 | Latitude | 37° 21' 05.19374" N | 0.000 m | 0.003 m |
| | Longitude | 5° 59' 42.45782" W | 0.000 m | 0.002 m |
| | Height | 55.913 m | 0.001 m | 0.006 m |
| V-01 | Latitude | 37° 21' 10.79409" N | 0.000 m | 0.001 m |
| | Longitude | 5° 59' 31.86129" W | 0.000 m | 0.001 m |
| | Height | 57.821 m | 0.000 m | 0.003 m |
| V-02 | Latitude | 37° 20' 56.62989" N | 0.001 m | 0.001 m |
| | Longitude | 5° 59' 32.31033" W | 0.000 m | 0.001 m |
| | Height | 57.983 m | -0.003 m | 0.002 m |
| V-03 | Latitude | 37° 20' 57.70208" N | 0.000 m | 0.001 m |
| | Longitude | 5° 59' 22.07815" W | 0.000 m | 0.001 m |
| | Height | 62.974 m | 0.000 m | 0.003 m |
| V-04 | Latitude | 37° 20' 47.97320" N | -0.001 m | 0.001 m |
| | Longitude | 5° 59' 41.71292" W | 0.000 m | 0.001 m |
| | Height | 54.392 m | 0.000 m | 0.003 m |
| V-05 | Latitude | 37° 20' 54.94291" N | 0.000 m | 0.001 m |
| | Longitude | 5° 59' 48.65230" W | 0.000 m | 0.001 m |
| | Height | 55.941 m | 0.001 m | 0.001 m |
| V-06 | Latitude | 37° 20' 55.16189" N | 0.000 m | 0.001 m |
| | Longitude | 5° 59' 57.33703" W | 0.000 m | 0.001 m |
| | Height | 56.123 m | 0.002 m | 0.003 m |

**Observations and Residuals**

| | Station | Target | Adj obs | Resid | Resid (ENH) | Sd |
|---|---|---|---|---|---|---|
| DX | V-06 | V-01 | -223.948 m | 0.000 m | 0.000 m | 0.001 m |
| DY | | | 653.969 m | 0.000 m | 0.000 m | 0.000 m |
| DZ | | | 384.133 m | 0.000 m | 0.000 m | 0.001 m |
| DX | V-04 | V-03 | -123.728 m | 0.001 m | 0.000 m | 0.001 m |
| DY | | | 498.904 m | 0.000 m | 0.000 m | 0.001 m |
| DZ | | | 243.643 m | 0.001 m | 0.001 m | 0.001 m |
| DX | V-05 | V-06 | -26.265 m | 0.000 m | 0.000 m | 0.001 m |
| DY | | | -212.169 m | 0.000 m | 0.000 m | 0.000 m |
| DZ | | | 5.477 m | 0.000 m | 0.000 m | 0.001 m |
| DX | V-05 | V-04 | 146.255 m | 0.001 m | 0.000 m | 0.001 m |
| DY | | | 156.375 m | 0.000 m | 0.000 m | 0.000 m |
| DZ | | | -171.755 m | 0.001 m | 0.002 m | 0.001 m |
| DX | V-05 | V-03 | 22.526 m | 0.001 m | 0.000 m | 0.001 m |
| DY | | | 655.279 m | 0.000 m | -0.001 m | 0.001 m |
| DZ | | | 71.888 m | 0.000 m | 0.001 m | 0.001 m |
| DX | V-05 | V-01 | -250.214 m | 0.000 m | -0.001 m | 0.001 m |
| DY | | | 441.801 m | -0.001 m | 0.000 m | 0.000 m |
| DZ | | | 389.610 m | 0.000 m | 0.000 m | 0.001 m |
| DX | V-05 | 5001 | -117.141 m | -0.003 m | 0.000 m | 0.002 m |
| DY | | | 250.299 m | 0.000 m | 0.000 m | 0.001 m |
| DZ | | | 191.833 m | -0.002 m | -0.004 m | 0.002 m |
| DX | V-05 | 1002 | 172.186 m | 0.000 m | 0.001 m | 0.002 m |
| DY | | | 640.278 m | 0.001 m | 0.004 m | 0.001 m |
| DZ | | | -135.641 m | 0.005 m | 0.003 m | 0.003 m |
| DX | V-05 | 1001 | 139.307 m | -0.002 m | 0.000 m | 0.002 m |
| DY | | | 548.146 m | 0.000 m | -0.001 m | 0.001 m |
| DZ | | | -100.649 m | -0.002 m | -0.003 m | 0.002 m |
| DX | V-02 | V-06 | -38.506 m | -0.001 m | 0.001 m | 0.001 m |
| DY | | | -615.308 m | 0.001 m | 0.000 m | 0.000 m |
| DZ | | | -37.106 m | 0.000 m | -0.001 m | 0.001 m |
| DX | V-02 | V-05 | -12.240 m | 0.000 m | 0.000 m | 0.001 m |
| DY | | | -403.139 m | 0.000 m | 0.000 m | 0.000 m |
| DZ | | | -42.583 m | 0.000 m | 0.000 m | 0.001 m |
| DX | V-02 | V-04 | 134.014 m | -0.002 m | -0.001 m | 0.001 m |
| DY | | | -246.764 m | -0.001 m | 0.000 m | 0.000 m |
| DZ | | | -214.338 m | -0.001 m | -0.002 m | 0.001 m |
| DX | V-02 | V-03 | 10.286 m | -0.003 m | 0.000 m | 0.001 m |
| DY | | | 252.140 m | 0.000 m | 0.001 m | 0.001 m |
| DZ | | | 29.305 m | -0.001 m | -0.003 m | 0.001 m |
| DX | V-02 | V-01 | -262.454 m | 0.000 m | 0.001 m | 0.001 m |
| DY | | | 38.661 m | 0.001 m | 0.000 m | 0.000 m |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| DZ | | | 347.026 m | 0.000 m | 0.000 m | 0.001 m |
| DX | V-02 | 5001 | -129.382 m | 0.006 m | 0.001 m | 0.002 m |
| DY | | | -152.840 m | 0.000 m | 0.000 m | 0.001 m |
| DZ | | | 149.249 m | 0.004 m | 0.007 m | 0.002 m |
| DX | V-02 | 1002 | 159.946 m | -0.013 m | -0.003 m | 0.003 m |
| DY | | | 237.139 m | -0.002 m | 0.002 m | 0.001 m |
| DZ | | | -178.224 m | -0.007 m | -0.014 m | 0.003 m |
| DX | V-02 | 1001 | 127.067 m | 0.007 m | 0.001 m | 0.002 m |
| DY | | | 145.007 m | 0.000 m | -0.001 m | 0.001 m |
| DZ | | | -143.232 m | 0.005 m | 0.008 m | 0.002 m |
| DX | V-05 | 5002 | -174.775 m | 0.000 m | 0.000 m | 0.003 m |
| DY | | | 171.654 m | 0.000 m | 0.000 m | 0.001 m |
| DZ | | | 251.205 m | 0.000 m | 0.000 m | 0.002 m |

**GPS Baseline Vector Residuals**

| | Station | Target | Adj vector [m] | Resid [m] | Resid [ppm] |
|---|---|---|---|---|---|
| DV | V-06 | V-01 | 790.814 | 0.000 | 0.4 |
| DV | V-04 | V-03 | 568.837 | 0.001 | 1.9 |
| DV | V-05 | V-06 | 213.858 | 0.000 | 2.1 |
| DV | V-05 | V-04 | 274.487 | 0.002 | 5.8 |
| DV | V-05 | V-03 | 659.595 | 0.001 | 1.4 |
| DV | V-05 | V-01 | 639.992 | 0.001 | 1.2 |
| DV | V-05 | 5001 | 336.410 | 0.004 | 11.3 |
| DV | V-05 | 1002 | 676.759 | 0.005 | 7.2 |
| DV | V-05 | 1001 | 574.457 | 0.003 | 5.1 |
| DV | V-02 | V-06 | 617.627 | 0.001 | 2.0 |
| DV | V-02 | V-05 | 405.567 | 0.000 | 1.0 |
| DV | V-02 | V-04 | 353.261 | 0.002 | 6.1 |
| DV | V-02 | V-03 | 254.045 | 0.003 | 11.5 |
| DV | V-02 | V-01 | 436.811 | 0.001 | 1.7 |
| DV | V-02 | 5001 | 249.750 | 0.007 | 28.4 |
| DV | V-02 | 1002 | 337.018 | 0.015 | 44.4 |
| DV | V-02 | 1001 | 240.184 | 0.008 | 35.0 |
| DV | V-05 | 5002 | 350.878 | 0.000 | 0.0 |

**Absolute Error Ellipses (2D - 95% 1D - 95%)**

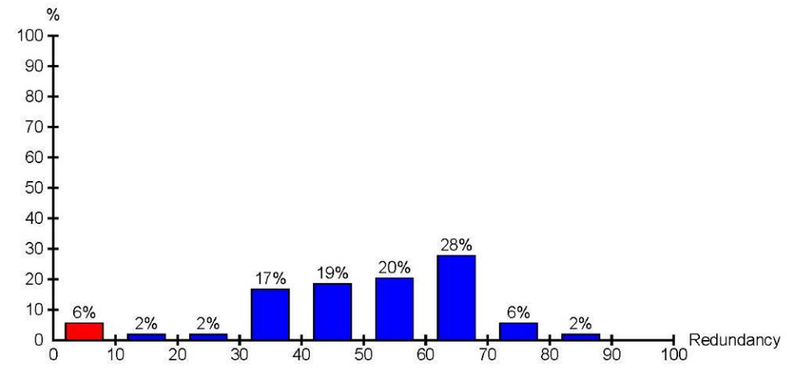
| Station | A [m] | B [m] | A/B | Phi | Sd Hgt [m] |
|---|---|---|---|---|---|
| 1001 | 0.004 | 0.002 | 1.9 | -3° | 0.004 |
| 1002 | 0.007 | 0.003 | 2.3 | -1° | 0.005 |
| 5001 | 0.003 | 0.002 | 1.6 | -8° | 0.004 |
| 5002 | 0.004 | 0.002 | 1.8 | -17° | 0.006 |
| V-01 | 0.002 | 0.001 | 1.6 | 0° | 0.003 |
| V-02 | 0.001 | 0.001 | 1.7 | -3° | 0.002 |
| V-03 | 0.002 | 0.001 | 1.4 | 8° | 0.003 |
| V-04 | 0.001 | 0.001 | 1.4 | 6° | 0.003 |
| V-05 | 0.001 | 0.001 | 1.8 | -3° | 0.001 |
| V-06 | 0.002 | 0.001 | 1.6 | 1° | 0.003 |

## Testing and Estimated Errors

**Observation Tests**

| | Station | Target | MDB | Red | BNR | W-Test | T-Test |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DX | V-06 | V-01 | 0.005 m | 41 | 3.3 | -0.01 | 0.15 |
| DY | | | 0.003 m | 42 | 3.3 | 0.65 | |
| DZ | | | 0.005 m | 42 | 3.3 | -0.04 | |
| DX | V-04 | V-03 | 0.005 m | 48 | 2.8 | -0.01 | 0.16 |
| DY | | | 0.003 m | 49 | 2.8 | -0.06 | |
| DZ | | | 0.004 m | 50 | 2.8 | 0.43 | |
| DX | V-05 | V-06 | 0.005 m | 56 | 2.5 | 0.21 | 0.11 |
| DY | | | 0.003 m | 56 | 2.4 | -0.52 | |
| DZ | | | 0.005 m | 57 | 2.4 | -0.11 | |
| DX | V-05 | V-04 | 0.004 m | 43 | 3.3 | 1.02 | 0.95 |
| DY | | | 0.002 m | 42 | 3.3 | 1.02 | |
| DZ | | | 0.003 m | 37 | 3.5 | -0.02 | |
| DX | V-05 | V-03 | 0.005 m | 54 | 2.6 | 1.19 | 0.50 |
| DY | | | 0.003 m | 55 | 2.5 | 0.16 | |
| DZ | | | 0.004 m | 54 | 2.6 | -1.08 | |
| DX | V-05 | V-01 | 0.004 m | 50 | 2.7 | 0.39 | 0.76 |
| DY | | | 0.002 m | 51 | 2.7 | -1.42 | |
| DZ | | | 0.004 m | 52 | 2.7 | -0.31 | |
| DX | V-05 | 5001 | 0.009 m | 33 | 3.9 | -1.32 | 1.71 |
| DY | | | 0.004 m | 33 | 3.9 | -0.14 | |
| DZ | | | 0.008 m | 33 | 3.9 | -0.66 | |
| DX | V-05 | 1002 | 0.022 m | 12 | 8.5 | 1.54 | 2.05 |
| DY | | | 0.009 m | 30 | 4.4 | 1.03 | |
| DZ | | | 0.020 m | 49 | 3.3 | 1.61 | |
| DX | V-05 | 1001 | 0.010 m | 24 | 4.8 | -2.08 | 2.18 |
| DY | | | 0.005 m | 46 | 3.1 | -0.29 | |
| DZ | | | 0.012 m | 67 | 1.9 | -0.66 | |
| DX | V-02 | V-06 | 0.005 m | 68 | 1.9 | -0.25 | 0.61 |
| DY | | | 0.003 m | 68 | 1.9 | 1.28 | |
| DZ | | | 0.005 m | 69 | 1.9 | 0.08 | |
| DX | V-02 | V-05 | 0.003 m | 39 | 3.5 | 1.09 | 0.65 |
| DY | | | 0.002 m | 37 | 3.6 | -0.51 | |
| DZ | | | 0.003 m | 38 | 3.5 | -1.19 | |
| DX | V-02 | V-04 | 0.005 m | 68 | 2.0 | -1.16 | 0.87 |
| DY | | | 0.003 m | 68 | 1.9 | -1.22 | |
| DZ | | | 0.004 m | 65 | 2.0 | 0.43 | |
| DX | V-02 | V-03 | 0.005 m | 71 | 1.8 | -1.36 | 0.71 |
| DY | | | 0.003 m | 71 | 1.8 | -0.12 | |
| DZ | | | 0.004 m | 69 | 1.9 | 0.77 | |
| DX | V-02 | V-01 | 0.005 m | 64 | 2.1 | -0.41 | 0.36 |
| DY | | | 0.003 m | 65 | 2.1 | 0.91 | |
| DZ | | | 0.005 m | 67 | 2.0 | 0.37 | |
| DX | V-02 | 5001 | 0.009 m | 62 | 2.1 | 1.32 | 1.71 |
| DY | | | 0.004 m | 62 | 2.2 | 0.14 | |
| DZ | | | 0.008 m | 63 | 2.1 | 0.66 | |
| DX | V-02 | 1002 | 0.022 m | 86 | 1.3 | -1.54 | 2.05 |
| DY | | | 0.009 m | 68 | 2.0 | -1.03 | |
| DZ | | | 0.020 m | 49 | 3.0 | -1.61 | |
| DX | V-02 | 1001 | 0.010 m | 71 | 2.6 | 2.08 | 2.18 |
| DY | | | 0.005 m | 50 | 2.8 | 0.29 | |
| DZ | | | 0.012 m | 30 | 4.5 | 0.66 | |
| DX | V-05 | 5002 | | | | | |
| DY | | | | | | | |
| DZ | | | | | | | |

**Redundancy:**




**W-Test:**

**APÉNDICE 4. RED BÁSICA TOPOGRÁFICA. COORDENADAS PLANAS.**

| VÉRTICE | COORDENADAS PLANAS | | |
|---|---|---|---|
| | X | Y | Z |
| V-1 | 234970.992 | 4138233.727 | 8.282 |
| V-2 | 234946.104 | 4137797.625 | 8.483 |
| V-3 | 235198.860 | 4137822.686 | 13.481 |
| V-4 | 234706.335 | 4137538.220 | 4.904 |
| V-5 | 234542.444 | 4137758.402 | 6.426 |
| V-6 | 234329.013 | 4137771.938 | 6.598 |

**APÉNDICE 5. RED BÁSICA TOPOGRÁFICA. RESEÑAS.**

**V-01**

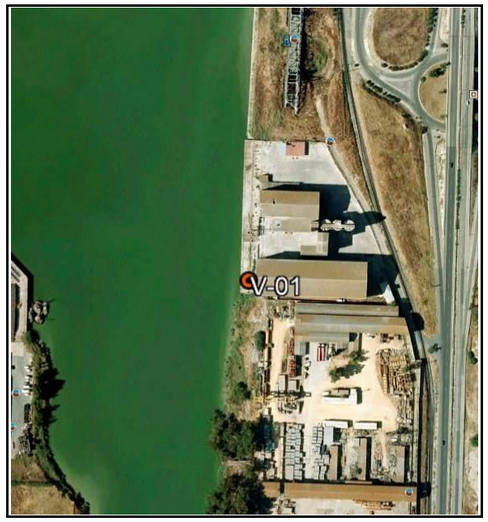
| | |
|---|---|
| **X:** | 234970.992 |
| **Y:** | 4138233.727 |
| **Z:** | 8.282 |

**SITUACIÓN:** Sobre hormigón, en muelle, en el margen izquierdo del Canal de Alfonso XIII, frente a la Dársena del Batán.

**SEÑAL:** Clavo metálico.

**OBSERVACIONES:** Sistema de coordenadas PLANO

**CROQUIS**




**FOTOGRAFÍA**



**V-02**

| | |
|---|---|
| **X:** | 234946.104 |
| **Y:** | 4137797.625 |
| **Z:** | 8.483 |

**SITUACIÓN:** Sobre plataforma de hormigón, en el margen izquierdo del Canal de Alfonso XIII, próximo al Puente del Centenario.

**SEÑAL:** Clavo metálico.

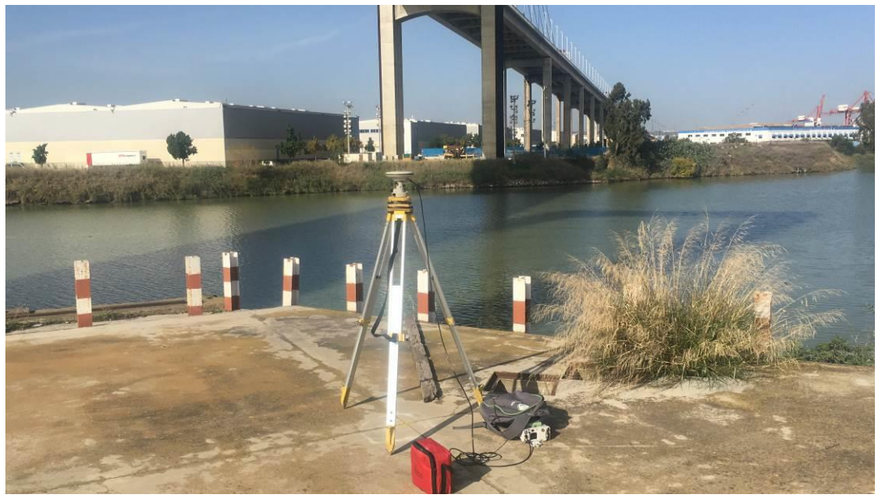
**OBSERVACIONES:** Sistema de coordenadas PLANO.

.

**CROQUIS**




**FOTOGRAFÍA**



**V-03**

| | |
|---|---|
| **X:** | 235198.860 |
| **Y:** | 4137822.686 |
| **Z:** | 13.481 |

**SITUACIÓN:** En cesped, junto a camino que discurre entre la Avenida de la Raza y la valla del Campus Deportivo Universitario los Bermejales.

**SEÑAL:** Varilla metálica recibida con hormigón.

**OBSERVACIONES:** Sistema de coordenadas PLANO

**CROQUIS**




**FOTOGRAFÍA**




**V-04**

| | |
|---|---|
| **X:** | 234706.335 |
| **Y:** | 4137538.220 |
| **Z:** | 4.904 |

**SITUACIÓN:** Sobre muelle de hormigón, en el margen derecho del Canal de Alfonso XIII, aguas abajo del Puente del Centenario.

**SEÑAL:** Clavo metálico.

**OBSERVACIONES:** Sistema de coordenadas PLANO

**CROQUIS**




**FOTOGRAFÍA**



**V-05**

| | |
|---|---|
| **X:** | 234542.444 |
| **Y:** | 4137758.402 |
| **Z:** | 6.426 |

**SITUACIÓN:** En acera de vial en el Polígono Industrial ZAL Sevilla, frente al Centro logístico Decathlon Sevilla, y junto a un paso de peatones.

**SEÑAL:** Clavo metálico.

**OBSERVACIONES:** Sistema de coordenadas PLANO

**CROQUIS**




**FOTOGRAFÍA**



**V-06**

| | |
|---|---|
| **X:** | 234329.013 |
| **Y:** | 4137771.938 |
| **Z:** | 6.598 |

**SITUACIÓN:** En acera de vial en el Polígono Industrial ZAL Sevilla, en la primera calle a la derecha de la primera rotonda desde la barrera de acceso al polígono, frente al Centro logístico Decathlon Sevilla, y junto a un paso de peatones.

**SEÑAL:** Clavo metálico.

**OBSERVACIONES:** Sistema de coordenadas PLANO

**CROQUIS**




**FOTOGRAFÍA**



**APÉNDICE 6. CARACTERIZACIÓN GEOMÉTRICA. COORDENADAS TIRANTES SOBRE TABLERO.**

| COORDENADAS PLANAS | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | DÍA 1 | | | DÍA 2 | | |
| TIRANTE | X | Y | Y | X | Y | Y |
| C01 | 235029.889 | 4137602.013 | 43.643 | 235029.883 | 4137602.019 | 43.642 |
| C02 | 235021.875 | 4137611.124 | 44.201 | 235021.871 | 4137611.132 | 44.201 |
| C03 | 235014.085 | 4137619.763 | 44.670 | 235014.078 | 4137619.774 | 44.672 |
| C04 | 235006.014 | 4137628.942 | 45.221 | 235006.006 | 4137628.955 | 45.223 |
| C05 | 234998.194 | 4137637.745 | 45.724 | 234998.188 | 4137637.759 | 45.728 |
| C06 | 234990.343 | 4137646.571 | 46.283 | 234990.336 | 4137646.587 | 46.288 |
| C07 | 234982.529 | 4137655.362 | 46.838 | 234982.522 | 4137655.376 | 46.842 |
| C08 | 234974.706 | 4137664.175 | 47.371 | 234974.699 | 4137664.188 | 47.375 |
| C09 | 234966.918 | 4137672.953 | 47.885 | 234966.913 | 4137672.960 | 47.889 |
| C10 | 234959.131 | 4137681.716 | 48.346 | 234959.128 | 4137681.723 | 48.347 |
| C11 | 234951.546 | 4137690.464 | 48.754 | 234951.543 | 4137690.469 | 48.756 |
| C12 | 234943.270 | 4137699.970 | 49.140 | 234943.267 | 4137699.973 | 49.148 |
| C13 | 234935.447 | 4137708.506 | 49.481 | 234935.445 | 4137708.512 | 49.484 |
| C14 | 234927.678 | 4137717.261 | 49.747 | 234927.674 | 4137717.268 | 49.751 |
| C15 | 234919.812 | 4137726.077 | 49.975 | 234919.810 | 4137726.081 | 49.986 |
| C16 | 234911.976 | 4137734.883 | 50.179 | 234911.975 | 4137734.889 | 50.195 |
| C17 | 234904.121 | 4137743.640 | 50.366 | 234904.119 | 4137743.642 | 50.376 |
| C18 | 234896.298 | 4137752.466 | 50.478 | 234896.294 | 4137752.470 | 50.482 |
| C19 | 234888.410 | 4137761.251 | 50.529 | 234888.408 | 4137761.254 | 50.538 |
| C20 | 234880.534 | 4137770.099 | 50.596 | 234880.532 | 4137770.102 | 50.607 |
| C21 | 234872.578 | 4137779.049 | 50.623 | 234872.578 | 4137779.051 | 50.646 |
| C22 | 234864.644 | 4137788.030 | 50.652 | 234864.645 | 4137788.031 | 50.661 |
| C23 | 234853.857 | 4137800.165 | 50.625 | 234853.867 | 4137800.147 | 50.651 |
| C24 | 234845.902 | 4137809.188 | 50.579 | 234845.914 | 4137809.173 | 50.608 |
| C25 | 234837.926 | 4137818.143 | 50.529 | 234837.939 | 4137818.128 | 50.560 |
| C26 | 234830.157 | 4137826.925 | 50.444 | 234830.162 | 4137826.925 | 50.458 |
| C27 | 234822.348 | 4137835.744 | 50.399 | 234822.355 | 4137835.741 | 50.404 |
| C28 | 234814.561 | 4137844.545 | 50.277 | 234814.569 | 4137844.542 | 50.274 |
| C29 | 234806.710 | 4137853.371 | 50.146 | 234806.717 | 4137853.368 | 50.142 |
| C30 | 234798.870 | 4137862.218 | 49.947 | 234798.878 | 4137862.216 | 49.948 |
| C31 | 234791.109 | 4137871.034 | 49.728 | 234791.116 | 4137871.032 | 49.728 |
| C32 | 234783.370 | 4137879.811 | 49.454 | 234783.377 | 4137879.808 | 49.452 |
| C33 | 234775.814 | 4137888.576 | 49.153 | 234775.820 | 4137888.572 | 49.150 |
| C34 | 234767.350 | 4137897.900 | 48.762 | 234767.356 | 4137897.898 | 48.762 |
| C35 | 234759.547 | 4137906.474 | 48.361 | 234759.554 | 4137906.470 | 48.360 |
| C36 | 234751.768 | 4137915.231 | 47.900 | 234751.775 | 4137915.228 | 47.899 |
| C37 | 234743.978 | 4137924.025 | 47.395 | 234743.984 | 4137924.022 | 47.396 |

| COORDENADAS PLANAS | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | DÍA 1 | | | DÍA 2 | | |
| TIRANTE | X | Y | Y | X | Y | Y |
| C38 | 234736.141 | 4137932.830 | 46.875 | 234736.148 | 4137932.827 | 46.878 |
| C39 | 234728.246 | 4137941.725 | 46.293 | 234728.253 | 4137941.720 | 46.295 |
| C40 | 234720.362 | 4137950.582 | 45.748 | 234720.369 | 4137950.578 | 45.746 |
| C41 | 234712.464 | 4137959.480 | 45.183 | 234712.472 | 4137959.474 | 45.184 |
| C42 | 234704.388 | 4137968.597 | 44.626 | 234704.398 | 4137968.592 | 44.628 |
| C43 | 234696.630 | 4137977.298 | 44.067 | 234696.643 | 4137977.290 | 44.072 |
| C44 | 234688.832 | 4137986.114 | 43.515 | 234688.846 | 4137986.103 | 43.510 |
| H01 | 235042.971 | 4137613.870 | 43.589 | 235042.977 | 4137613.877 | 43.594 |
| H02 | 235035.102 | 4137622.797 | 44.130 | 235035.109 | 4137622.801 | 44.137 |
| H03 | 235027.378 | 4137631.476 | 44.608 | 235027.379 | 4137631.474 | 44.612 |
| H04 | 235019.213 | 4137640.588 | 45.187 | 235019.220 | 4137640.580 | 45.188 |
| H05 | 235011.429 | 4137649.339 | 45.720 | 235011.436 | 4137649.333 | 45.724 |
| H06 | 235003.555 | 4137658.208 | 46.309 | 235003.562 | 4137658.204 | 46.314 |
| H07 | 234995.725 | 4137667.014 | 46.863 | 234995.722 | 4137667.022 | 46.867 |
| H08 | 234987.905 | 4137675.862 | 47.406 | 234987.902 | 4137675.868 | 47.414 |
| H09 | 234980.094 | 4137684.658 | 47.900 | 234980.094 | 4137684.658 | 47.904 |
| H10 | 234972.326 | 4137693.407 | 48.350 | 234972.327 | 4137693.404 | 48.351 |
| H11 | 234964.519 | 4137702.016 | 48.770 | 234964.521 | 4137702.009 | 48.771 |
| H12 | 234956.069 | 4137711.362 | 49.182 | 234956.074 | 4137711.351 | 49.181 |
| H13 | 234948.513 | 4137720.095 | 49.546 | 234948.508 | 4137720.102 | 49.550 |
| H14 | 234940.798 | 4137728.871 | 49.819 | 234940.791 | 4137728.873 | 49.823 |
| H15 | 234933.034 | 4137737.674 | 50.070 | 234933.030 | 4137737.678 | 50.078 |
| H16 | 234925.210 | 4137746.454 | 50.265 | 234925.208 | 4137746.461 | 50.274 |
| H17 | 234917.385 | 4137755.292 | 50.427 | 234917.382 | 4137755.301 | 50.438 |
| H18 | 234909.529 | 4137764.139 | 50.532 | 234909.524 | 4137764.145 | 50.540 |
| H19 | 234901.700 | 4137772.927 | 50.615 | 234901.700 | 4137772.938 | 50.619 |
| H20 | 234893.838 | 4137781.779 | 50.647 | 234893.834 | 4137781.795 | 50.655 |
| H21 | 234885.835 | 4137790.744 | 50.669 | 234885.835 | 4137790.761 | 50.692 |
| H22 | 234877.963 | 4137799.687 | 50.681 | 234877.962 | 4137799.704 | 50.687 |
| H23 | 234867.199 | 4137811.826 | 50.656 | 234867.204 | 4137811.845 | 50.686 |
| H24 | 234859.185 | 4137820.878 | 50.636 | 234859.199 | 4137820.895 | 50.667 |
| H25 | 234851.220 | 4137829.847 | 50.589 | 234851.229 | 4137829.861 | 50.617 |
| H26 | 234843.431 | 4137838.592 | 50.547 | 234843.433 | 4137838.588 | 50.552 |
| H27 | 234835.591 | 4137847.431 | 50.488 | 234835.592 | 4137847.427 | 50.493 |
| H28 | 234827.768 | 4137856.227 | 50.406 | 234827.773 | 4137856.223 | 50.394 |
| H29 | 234819.914 | 4137865.070 | 50.242 | 234819.919 | 4137865.062 | 50.233 |
| H30 | 234812.070 | 4137873.902 | 50.038 | 234812.080 | 4137873.893 | 50.034 |

| COORDENADAS PLANAS | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **DÍA 1** | | | **DÍA 2** | | |
| **TIRANTE** | **X** | **Y** | **Y** | **X** | **Y** | **Y** |
| H31 | 234804.213 | 4137882.686 | 49.798 | 234804.219 | 4137882.679 | 49.794 |
| H32 | 234796.390 | 4137891.428 | 49.514 | 234796.395 | 4137891.419 | 49.512 |
| H33 | 234788.560 | 4137899.981 | 49.188 | 234788.572 | 4137899.975 | 49.179 |
| H34 | 234780.291 | 4137909.436 | 48.760 | 234780.294 | 4137909.429 | 48.752 |
| H35 | 234772.714 | 4137918.214 | 48.356 | 234772.712 | 4137918.207 | 48.351 |
| H36 | 234764.937 | 4137926.964 | 47.896 | 234764.945 | 4137926.952 | 47.896 |
| H37 | 234757.145 | 4137935.767 | 47.413 | 234757.148 | 4137935.759 | 47.406 |
| H38 | 234749.299 | 4137944.589 | 46.882 | 234749.305 | 4137944.579 | 46.876 |
| H39 | 234741.454 | 4137953.399 | 46.360 | 234741.450 | 4137953.386 | 46.352 |
| H40 | 234733.582 | 4137962.285 | 45.790 | 234733.577 | 4137962.275 | 45.785 |
| H41 | 234725.667 | 4137971.166 | 45.212 | 234725.661 | 4137971.158 | 45.196 |
| H42 | 234717.556 | 4137980.265 | 44.663 | 234717.562 | 4137980.256 | 44.655 |
| H43 | 234709.873 | 4137988.958 | 44.168 | 234709.879 | 4137988.948 | 44.161 |
| H44 | 234702.039 | 4137997.813 | 43.592 | 234702.047 | 4137997.798 | 43.581 |

**APÉNDICE 7. CARACTERIZACIÓN GEOMÉTRICA. COORDENADAS PUNTOS DEL TABLERO.**

| COORDENADAS PLANAS | | | |
|---|---|---|---|
| **PUNTO** | **X** | **Y** | **Z** |
| 1 | 235046.058 | 4137580.454 | 42.299 |
| 2 | 235028.101 | 4137600.672 | 43.611 |
| 3 | 235012.055 | 4137618.720 | 44.691 |
| 4 | 234996.444 | 4137636.270 | 45.729 |
| 5 | 234980.747 | 4137653.987 | 46.849 |
| 6 | 234965.077 | 4137671.607 | 47.897 |
| 7 | 234949.655 | 4137689.010 | 48.777 |
| 8 | 234941.248 | 4137698.465 | 49.170 |
| 9 | 234925.900 | 4137715.767 | 49.758 |
| 10 | 234910.228 | 4137733.375 | 50.162 |
| 11 | 234894.562 | 4137750.998 | 50.447 |
| 12 | 234878.398 | 4137769.186 | 50.592 |
| 13 | 234862.925 | 4137786.622 | 50.626 |
| 14 | 234857.652 | 4137792.581 | 50.651 |
| 15 | 234852.122 | 4137798.815 | 50.609 |
| 16 | 234836.253 | 4137816.689 | 50.504 |
| 17 | 234820.570 | 4137834.341 | 50.365 |
| 18 | 234804.738 | 4137852.202 | 50.129 |
| 19 | 234789.134 | 4137869.760 | 49.708 |
| 20 | 234773.750 | 4137887.128 | 49.138 |
| 21 | 234773.749 | 4137887.128 | 49.138 |
| 22 | 234765.748 | 4137896.099 | 48.755 |
| 23 | 234750.055 | 4137913.772 | 47.867 |
| 24 | 234734.455 | 4137931.386 | 46.842 |
| 25 | 234718.634 | 4137949.172 | 45.708 |
| 26 | 234702.645 | 4137967.177 | 44.583 |
| 27 | 234687.072 | 4137984.730 | 43.495 |
| 28 | 234678.344 | 4137994.604 | 42.853 |
| 29 | 234669.296 | 4138004.799 | 42.174 |
| 30 | 234684.666 | 4138020.759 | 42.161 |
| 31 | 234704.265 | 4137998.681 | 43.614 |
| 32 | 234719.429 | 4137981.603 | 44.639 |
| 33 | 234735.187 | 4137963.887 | 45.754 |
| 34 | 234750.907 | 4137946.127 | 46.868 |
| 35 | 234766.386 | 4137928.734 | 47.857 |
| 36 | 234781.679 | 4137911.502 | 48.728 |
| 37 | 234797.981 | 4137893.119 | 49.496 |
| 38 | 234813.556 | 4137875.596 | 50.007 |

| COORDENADAS PLANAS | | | |
|---|---|---|---|
| **PUNTO** | **X** | **Y** | **Z** |
| 39 | 234829.202 | 4137857.967 | 50.381 |
| 40 | 234844.522 | 4137840.718 | 50.558 |
| 41 | 234860.335 | 4137822.947 | 50.668 |
| 42 | 234880.050 | 4137800.694 | 50.678 |
| 43 | 234895.979 | 4137782.749 | 50.658 |
| 44 | 234911.455 | 4137765.334 | 50.510 |
| 45 | 234927.155 | 4137747.639 | 50.266 |
| 46 | 234942.752 | 4137730.064 | 49.799 |
| 47 | 234958.118 | 4137712.761 | 49.182 |
| 48 | 234973.999 | 4137694.899 | 48.361 |
| 49 | 234989.695 | 4137677.221 | 47.395 |
| 50 | 235005.215 | 4137659.762 | 46.319 |
| 51 | 235020.686 | 4137642.355 | 45.206 |
| 52 | 235036.596 | 4137624.457 | 44.155 |
| 53 | 235054.833 | 4137603.898 | 42.878 |
| 54 | 235063.874 | 4137593.696 | 42.217 |

**APÉNDICE 8. CARACTERIZACIÓN GEOMÉTRICA. COORDENADAS SECCIONES TRANSVERSALES SOBRE TABLERO.**

| PERFIL 1 - SECCIÓN POR PILA 13 | | | |
|---|---|---|---|
| **PUNTO** | **X** | **Y** | **Z** |
| 1 | 235013.601 | 4137617.569 | 44.583 |
| 2 | 235015.429 | 4137619.195 | 44.565 |
| 3 | 235015.953 | 4137619.662 | 44.575 |
| 4 | 235021.647 | 4137624.727 | 44.652 |
| 5 | 235027.187 | 4137629.655 | 44.457 |
| 6 | 235027.756 | 4137630.161 | 44.474 |
| 7 | 235029.583 | 4137631.786 | 44.508 |

| PERFIL 2 - SECCIÓN POR PILA 14 | | | |
|---|---|---|---|
| **PUNTO** | **X** | **Y** | **Z** |
| 1 | 234945.783 | 4137693.891 | 48.970 |
| 2 | 234947.635 | 4137695.537 | 48.885 |
| 3 | 234948.126 | 4137695.974 | 48.803 |
| 4 | 234953.800 | 4137701.019 | 48.977 |
| 5 | 234959.470 | 4137706.061 | 48.871 |
| 6 | 234959.977 | 4137706.512 | 48.866 |
| 7 | 234961.756 | 4137708.093 | 48.907 |

| PERFIL 3 - SECCIÓN POR CENTRO DEL VANO | | | |
|---|---|---|---|
| **PUNTO** | **X** | **Y** | **Z** |
| 1 | 234857.945 | 4137792.841 | 50.660 |
| 2 | 234859.770 | 4137794.461 | 50.665 |
| 3 | 234860.303 | 4137794.934 | 50.656 |
| 4 | 234865.986 | 4137799.978 | 50.788 |
| 5 | 234871.579 | 4137804.943 | 50.625 |
| 6 | 234872.116 | 4137805.420 | 50.639 |
| 7 | 234873.925 | 4137807.025 | 50.621 |

| PERFIL 4 - SECCIÓN POR PILA 15 | | | |
|---|---|---|---|
| **PUNTO** | **X** | **Y** | **Z** |
| 1 | 234770.026 | 4137891.879 | 48.912 |
| 2 | 234771.853 | 4137893.502 | 48.936 |
| 3 | 234772.394 | 4137893.982 | 48.846 |
| 4 | 234778.064 | 4137899.017 | 48.988 |
| 5 | 234783.648 | 4137903.975 | 48.814 |
| 6 | 234784.173 | 4137904.441 | 48.890 |
| 7 | 234785.984 | 4137906.050 | 48.896 |

| PERFIL 4 - SECCIÓN POR PILA 16 | | | |
|---|---|---|---|
| **PUNTO** | **X** | **Y** | **Z** |
| 1 | 234702.317 | 4137968.122 | 44.553 |
| 2 | 234704.160 | 4137969.758 | 44.552 |
| 3 | 234704.681 | 4137970.220 | 44.538 |
| 4 | 234710.228 | 4137975.141 | 44.691 |
| 5 | 234715.972 | 4137980.237 | 44.522 |
| 6 | 234716.473 | 4137980.681 | 44.515 |
| 7 | 234718.312 | 4137982.313 | 44.544 |

Todas las coordenadas son Coordenadas Planas

**APÉNDICE 9. CARACTERIZACIÓN GEOMÉTRICA. COORDENADAS SONDEOS.**

| SONDEO | X | Y | Z |
|---|---|---|---|
| S-1 | 235034.982 | 4137623.437 | 10.322 |
| S-2 | 234961.943 | 4137682.412 | 8.240 |
| S-3 | 234762.551 | 4137903.165 | 6.347 |
| S-4 | 234715.090 | 4137966.986 | 7.720 |

Las coordenadas de los sondeos son coordenadas ETRS89-UTM en el huso 30.

**APÉNDICE 10. CARACTERIZACIÓN GEOMÉTRICA. COORDENADAS LEVANTAMIENTO PILAS Y PILONOS.**

| Núm. | COORDENADAS PLANAS | | |
|---|---|---|---|
| | X | Y | Z |
| 1 | 234669.296 | 4138004.799 | 42.174 |
| 2 | 234669.919 | 4138006.278 | 26.377 |
| 3 | 234669.919 | 4138006.284 | 37.622 |
| 4 | 234669.919 | 4138006.278 | 7.637 |
| 5 | 234669.921 | 4138006.282 | 39.423 |
| 6 | 234671.695 | 4138007.869 | 39.428 |
| 7 | 234671.706 | 4138007.874 | 36.695 |
| 8 | 234671.746 | 4138007.860 | 25.797 |
| 9 | 234671.746 | 4138007.860 | 7.637 |
| 10 | 234671.824 | 4138007.855 | 26.411 |
| 11 | 234672.182 | 4138007.438 | 36.680 |
| 12 | 234672.669 | 4138003.120 | 11.579 |
| 13 | 234672.669 | 4138003.120 | 7.639 |
| 14 | 234672.695 | 4138003.102 | 26.155 |
| 15 | 234672.703 | 4138003.105 | 39.422 |
| 16 | 234672.706 | 4138003.097 | 22.701 |
| 17 | 234673.952 | 4138009.033 | 39.561 |
| 18 | 234674.152 | 4138005.203 | 39.427 |
| 19 | 234674.160 | 4138005.214 | 36.668 |
| 20 | 234674.509 | 4138004.745 | 11.337 |
| 21 | 234674.509 | 4138004.745 | 7.637 |
| 22 | 234674.522 | 4138004.759 | 39.412 |
| 23 | 234674.524 | 4138004.731 | 22.365 |
| 24 | 234674.526 | 4138004.764 | 37.299 |
| 25 | 234674.527 | 4138004.730 | 26.046 |
| 26 | 234674.531 | 4138004.741 | 26.191 |
| 27 | 234677.352 | 4138008.092 | 37.298 |
| 28 | 234677.794 | 4138012.461 | 37.453 |
| 29 | 234678.344 | 4137994.604 | 42.853 |
| 30 | 234679.808 | 4138010.244 | 39.536 |
| 31 | 234680.233 | 4138010.651 | 37.399 |
| 32 | 234681.046 | 4138015.342 | 39.558 |
| 33 | 234681.815 | 4138016.040 | 36.980 |
| 34 | 234682.390 | 4138012.566 | 37.211 |
| 35 | 234682.449 | 4138017.425 | 7.636 |
| 36 | 234682.449 | 4138017.425 | 23.126 |
| 37 | 234682.462 | 4138017.433 | 39.409 |
| 38 | 234682.462 | 4138017.434 | 32.491 |

| Núm. | COORDENADAS PLANAS | | |
|---|---|---|---|
| | X | Y | Z |
| 39 | 234684.257 | 4138019.037 | 22.538 |
| 40 | 234684.257 | 4138019.037 | 7.638 |
| 41 | 234684.309 | 4138019.024 | 39.409 |
| 42 | 234684.334 | 4138014.283 | 39.546 |
| 43 | 234684.666 | 4138020.759 | 42.161 |
| 44 | 234684.807 | 4138014.697 | 36.738 |
| 45 | 234684.824 | 4138014.690 | 39.452 |
| 46 | 234685.228 | 4138014.262 | 13.137 |
| 47 | 234685.244 | 4138014.248 | 7.636 |
| 48 | 234685.244 | 4138014.248 | 11.966 |
| 49 | 234685.249 | 4138014.263 | 39.401 |
| 50 | 234685.253 | 4138014.268 | 26.331 |
| 51 | 234685.301 | 4138018.228 | 42.237 |
| 52 | 234685.816 | 4138017.633 | 42.257 |
| 53 | 234687.053 | 4138015.893 | 12.328 |
| 54 | 234687.055 | 4138015.907 | 11.953 |
| 55 | 234687.055 | 4138015.907 | 7.643 |
| 56 | 234687.072 | 4137984.730 | 43.495 |
| 57 | 234687.075 | 4138015.923 | 26.131 |
| 58 | 234687.123 | 4138015.903 | 39.408 |
| 59 | 234697.425 | 4138003.554 | 43.149 |
| 60 | 234698.014 | 4138002.875 | 43.189 |
| 61 | 234701.746 | 4137970.407 | 41.580 |
| 62 | 234701.747 | 4137970.412 | 29.394 |
| 63 | 234701.747 | 4137970.412 | 7.638 |
| 64 | 234702.645 | 4137967.177 | 44.583 |
| 65 | 234703.538 | 4137972.015 | 38.555 |
| 66 | 234703.544 | 4137972.020 | 41.573 |
| 67 | 234703.556 | 4137972.020 | 29.037 |
| 68 | 234703.556 | 4137972.020 | 7.638 |
| 69 | 234703.994 | 4137971.607 | 38.682 |
| 70 | 234704.001 | 4137971.621 | 41.576 |
| 71 | 234704.265 | 4137998.681 | 43.614 |
| 72 | 234704.534 | 4137967.262 | 41.583 |
| 73 | 234704.557 | 4137967.282 | 11.348 |
| 74 | 234704.570 | 4137967.284 | 8.949 |
| 75 | 234704.570 | 4137967.284 | 7.638 |
| 76 | 234704.572 | 4137967.274 | 41.564 |

| Núm. | COORDENADAS PLANAS | | |
|---|---|---|---|
| | X | Y | Z |
| 77 | 234704.643 | 4137970.873 | 12.955 |
| 78 | 234704.644 | 4137970.871 | 9.758 |
| 79 | 234704.644 | 4137970.871 | 7.758 |
| 80 | 234704.645 | 4137970.869 | 14.944 |
| 81 | 234705.307 | 4137970.134 | 14.944 |
| 82 | 234705.313 | 4137970.128 | 12.958 |
| 83 | 234705.313 | 4137970.128 | 7.638 |
| 84 | 234705.313 | 4137970.128 | 7.758 |
| 85 | 234705.976 | 4137969.355 | 38.642 |
| 86 | 234705.978 | 4137969.393 | 41.570 |
| 87 | 234706.343 | 4137968.889 | 41.582 |
| 88 | 234706.354 | 4137968.916 | 41.583 |
| 89 | 234706.372 | 4137968.923 | 11.617 |
| 90 | 234706.376 | 4137968.923 | 9.002 |
| 91 | 234706.376 | 4137968.923 | 7.638 |
| 92 | 234706.847 | 4137974.145 | 39.248 |
| 93 | 234707.893 | 4137971.094 | 39.072 |
| 94 | 234708.742 | 4137975.822 | 41.538 |
| 95 | 234709.213 | 4137976.245 | 39.393 |
| 96 | 234711.304 | 4137974.115 | 39.358 |
| 97 | 234711.331 | 4137974.120 | 41.556 |
| 98 | 234711.941 | 4137974.667 | 41.565 |
| 99 | 234712.857 | 4137979.471 | 39.104 |
| 100 | 234714.299 | 4137981.559 | 38.510 |
| 101 | 234714.299 | 4137981.564 | 30.171 |
| 102 | 234714.299 | 4137981.564 | 7.720 |
| 103 | 234714.322 | 4137980.776 | 41.563 |
| 104 | 234714.325 | 4137980.769 | 38.783 |
| 105 | 234714.843 | 4137977.261 | 39.083 |
| 106 | 234715.312 | 4137980.318 | 12.966 |
| 107 | 234715.976 | 4137979.569 | 14.954 |
| 108 | 234715.980 | 4137979.564 | 12.971 |
| 109 | 234716.094 | 4137983.163 | 30.385 |
| 110 | 234716.094 | 4137983.163 | 7.720 |
| 111 | 234716.096 | 4137983.159 | 38.033 |
| 112 | 234716.135 | 4137983.171 | 41.579 |
| 113 | 234716.663 | 4137978.835 | 38.681 |
| 114 | 234716.664 | 4137978.835 | 41.590 |

| Núm. | COORDENADAS PLANAS | | |
|---|---|---|---|
| | X | Y | Z |
| 115 | 234717.075 | 4137978.408 | 11.957 |
| 116 | 234717.075 | 4137978.408 | 7.720 |
| 117 | 234717.087 | 4137978.422 | 41.587 |
| 118 | 234717.093 | 4137978.406 | 13.078 |
| 119 | 234717.107 | 4137978.421 | 41.565 |
| 120 | 234718.634 | 4137949.172 | 45.708 |
| 121 | 234718.904 | 4137980.034 | 41.585 |
| 122 | 234718.914 | 4137980.055 | 41.593 |
| 123 | 234718.919 | 4137980.030 | 13.018 |
| 124 | 234718.920 | 4137979.975 | 12.021 |
| 125 | 234718.920 | 4137979.975 | 7.720 |
| 126 | 234719.429 | 4137981.603 | 44.639 |
| 127 | 234731.394 | 4137937.666 | 46.490 |
| 128 | 234731.980 | 4137937.016 | 46.571 |
| 129 | 234734.455 | 4137931.386 | 46.842 |
| 130 | 234735.187 | 4137963.887 | 45.754 |
| 131 | 234745.102 | 4137949.856 | 46.563 |
| 132 | 234745.704 | 4137949.177 | 46.565 |
| 133 | 234745.723 | 4137949.202 | 46.575 |
| 134 | 234750.055 | 4137913.772 | 47.867 |
| 135 | 234750.907 | 4137946.127 | 46.868 |
| 136 | 234755.284 | 4137910.788 | 48.121 |
| 137 | 234755.882 | 4137910.121 | 48.170 |
| 138 | 234764.411 | 4137891.604 | 106.396 |
| 139 | 234764.478 | 4137891.530 | 102.372 |
| 140 | 234764.738 | 4137891.120 | 6.613 |
| 141 | 234764.801 | 4137890.920 | 25.018 |
| 142 | 234764.849 | 4137890.866 | 88.554 |
| 143 | 234765.748 | 4137896.099 | 48.755 |
| 144 | 234766.386 | 4137928.734 | 47.857 |
| 145 | 234767.288 | 4137894.218 | 106.363 |
| 146 | 234767.401 | 4137894.138 | 102.368 |
| 147 | 234767.401 | 4137894.116 | 98.353 |
| 148 | 234767.695 | 4137893.814 | 24.856 |
| 149 | 234767.695 | 4137893.814 | 6.613 |
| 150 | 234767.712 | 4137893.813 | 41.167 |
| 151 | 234767.713 | 4137893.824 | 45.329 |
| 152 | 234767.732 | 4137893.828 | 20.833 |
| 153 | 234767.735 | 4137893.781 | 59.453 |

| Núm. | COORDENADAS PLANAS | | |
|---|---|---|---|
| | X | Y | Z |
| 154 | 234767.752 | 4137893.754 | 110.386 |
| 155 | 234768.001 | 4137893.367 | 70.758 |
| 156 | 234768.205 | 4137893.281 | 41.246 |
| 157 | 234768.226 | 4137893.316 | 45.254 |
| 158 | 234768.261 | 4137893.289 | 45.214 |
| 159 | 234768.263 | 4137893.282 | 41.289 |
| 160 | 234768.311 | 4137893.336 | 110.346 |
| 161 | 234768.312 | 4137893.366 | 107.025 |
| 162 | 234768.398 | 4137893.380 | 107.114 |
| 163 | 234768.513 | 4137892.916 | 71.072 |
| 164 | 234768.558 | 4137892.838 | 75.497 |
| 165 | 234768.740 | 4137886.736 | 15.373 |
| 166 | 234768.744 | 4137886.731 | 30.814 |
| 167 | 234768.753 | 4137886.711 | 59.000 |
| 168 | 234768.765 | 4137886.700 | 6.613 |
| 169 | 234768.794 | 4137886.704 | 40.921 |
| 170 | 234768.795 | 4137886.699 | 110.318 |
| 171 | 234768.856 | 4137893.898 | 45.238 |
| 172 | 234768.981 | 4137922.920 | 47.989 |
| 173 | 234768.987 | 4137892.401 | 75.380 |
| 174 | 234769.156 | 4137886.397 | 102.315 |
| 175 | 234769.162 | 4137886.372 | 98.309 |
| 176 | 234769.211 | 4137886.301 | 106.305 |
| 177 | 234769.316 | 4137891.718 | 84.244 |
| 178 | 234769.414 | 4137891.885 | 82.224 |
| 179 | 234769.559 | 4137922.240 | 48.035 |
| 180 | 234770.086 | 4137891.147 | 82.223 |
| 181 | 234770.449 | 4137890.578 | 75.485 |
| 182 | 234770.860 | 4137895.582 | 42.250 |
| 183 | 234770.914 | 4137890.245 | 75.560 |
| 184 | 234770.961 | 4137890.060 | 70.773 |
| 185 | 234771.300 | 4137889.940 | 107.013 |
| 186 | 234771.320 | 4137889.872 | 45.165 |
| 187 | 234771.346 | 4137889.944 | 106.279 |
| 188 | 234771.387 | 4137889.809 | 41.207 |
| 189 | 234771.449 | 4137889.636 | 70.683 |
| 190 | 234771.703 | 4137889.393 | 7.939 |
| 191 | 234771.709 | 4137889.372 | 30.794 |
| 192 | 234771.712 | 4137889.387 | 15.367 |

| Núm. | COORDENADAS PLANAS | | |
|---|---|---|---|
| | X | Y | Z |
| 193 | 234771.722 | 4137889.394 | 8.613 |
| 194 | 234771.722 | 4137889.394 | 6.613 |
| 195 | 234771.736 | 4137890.371 | 106.623 |
| 196 | 234771.745 | 4137889.381 | 47.293 |
| 197 | 234771.753 | 4137889.383 | 48.277 |
| 198 | 234771.781 | 4137889.346 | 93.350 |
| 199 | 234771.781 | 4137889.399 | 76.538 |
| 200 | 234771.825 | 4137896.494 | 108.204 |
| 201 | 234772.295 | 4137896.857 | 42.631 |
| 202 | 234772.524 | 4137890.089 | 47.263 |
| 203 | 234773.226 | 4137897.682 | 108.521 |
| 204 | 234773.731 | 4137892.163 | 110.291 |
| 205 | 234773.749 | 4137887.128 | 49.138 |
| 206 | 234774.196 | 4137892.582 | 42.340 |
| 207 | 234774.210 | 4137898.545 | 110.342 |
| 208 | 234775.012 | 4137893.294 | 107.692 |
| 209 | 234775.324 | 4137899.556 | 45.212 |
| 210 | 234775.587 | 4137893.856 | 107.787 |
| 211 | 234775.596 | 4137893.848 | 108.386 |
| 212 | 234776.391 | 4137900.497 | 43.087 |
| 213 | 234776.983 | 4137900.961 | 43.089 |
| 214 | 234777.209 | 4137896.598 | 43.020 |
| 215 | 234778.071 | 4137902.008 | 108.735 |
| 216 | 234779.547 | 4137897.373 | 43.055 |
| 217 | 234779.569 | 4137897.340 | 45.167 |
| 218 | 234780.312 | 4137903.941 | 108.457 |
| 219 | 234780.800 | 4137898.427 | 108.154 |
| 220 | 234780.973 | 4137898.606 | 108.712 |
| 221 | 234781.679 | 4137911.502 | 48.728 |
| 222 | 234782.906 | 4137906.299 | 107.760 |
| 223 | 234782.907 | 4137906.304 | 110.315 |
| 224 | 234783.044 | 4137900.503 | 42.713 |
| 225 | 234783.075 | 4137900.460 | 45.165 |
| 226 | 234783.530 | 4137907.859 | 47.323 |
| 227 | 234783.535 | 4137907.849 | 48.290 |
| 228 | 234783.993 | 4137908.950 | 106.370 |
| 229 | 234784.050 | 4137908.928 | 98.350 |
| 230 | 234784.054 | 4137908.912 | 102.359 |
| 231 | 234784.349 | 4137908.551 | 110.357 |

| Núm. | COORDENADAS PLANAS | | |
|---|---|---|---|
| | X | Y | Z |
| 232 | 234784.354 | 4137908.591 | 23.372 |
| 233 | 234784.527 | 4137907.650 | 107.192 |
| 234 | 234784.591 | 4137907.779 | 45.202 |
| 235 | 234784.633 | 4137907.816 | 41.359 |
| 236 | 234784.642 | 4137908.178 | 70.678 |
| 237 | 234784.753 | 4137901.923 | 108.082 |
| 238 | 234785.152 | 4137907.585 | 75.477 |
| 239 | 234785.166 | 4137907.582 | 75.471 |
| 240 | 234785.534 | 4137907.482 | 75.378 |
| 241 | 234785.541 | 4137907.476 | 75.360 |
| 242 | 234785.558 | 4137907.138 | 75.375 |
| 243 | 234785.583 | 4137907.116 | 75.369 |
| 244 | 234785.962 | 4137906.648 | 82.166 |
| 245 | 234785.965 | 4137906.658 | 84.196 |
| 246 | 234785.980 | 4137906.635 | 82.179 |
| 247 | 234786.016 | 4137906.637 | 84.198 |
| 248 | 234786.518 | 4137875.649 | 49.592 |
| 249 | 234786.588 | 4137906.005 | 84.197 |
| 250 | 234786.625 | 4137905.877 | 82.184 |
| 251 | 234786.641 | 4137905.888 | 82.177 |
| 252 | 234786.649 | 4137905.942 | 84.185 |
| 253 | 234786.669 | 4137903.604 | 106.874 |
| 254 | 234786.843 | 4137910.798 | 22.294 |
| 255 | 234786.917 | 4137911.579 | 106.370 |
| 256 | 234787.006 | 4137911.495 | 102.381 |
| 257 | 234787.011 | 4137911.486 | 98.361 |
| 258 | 234787.059 | 4137905.409 | 75.459 |
| 259 | 234787.134 | 4137875.001 | 49.584 |
| 260 | 234787.332 | 4137911.176 | 110.358 |
| 261 | 234787.332 | 4137911.176 | 6.685 |
| 262 | 234787.466 | 4137905.292 | 75.463 |
| 263 | 234787.482 | 4137904.977 | 75.552 |
| 264 | 234787.493 | 4137904.334 | 107.168 |
| 265 | 234787.493 | 4137904.334 | 107.074 |
| 266 | 234787.556 | 4137903.415 | 47.306 |
| 267 | 234787.559 | 4137903.413 | 48.256 |
| 268 | 234787.659 | 4137904.488 | 110.360 |
| 269 | 234787.775 | 4137904.754 | 41.254 |
| 270 | 234787.836 | 4137904.671 | 45.171 |

| Núm. | COORDENADAS PLANAS | | |
|---|---|---|---|
| | X | Y | Z |
| 271 | 234788.027 | 4137904.387 | 70.691 |
| 272 | 234788.289 | 4137904.179 | 8.685 |
| 273 | 234788.299 | 4137904.150 | 15.363 |
| 274 | 234788.301 | 4137904.142 | 30.772 |
| 275 | 234788.363 | 4137904.139 | 47.283 |
| 276 | 234788.364 | 4137904.095 | 110.363 |
| 277 | 234788.367 | 4137904.124 | 48.270 |
| 278 | 234788.371 | 4137904.095 | 72.827 |
| 279 | 234788.703 | 4137903.721 | 102.360 |
| 280 | 234789.134 | 4137869.760 | 49.708 |
| 281 | 234791.296 | 4137906.788 | 8.499 |
| 282 | 234791.319 | 4137906.763 | 48.294 |
| 283 | 234791.319 | 4137906.777 | 15.365 |
| 284 | 234791.320 | 4137906.767 | 30.782 |
| 285 | 234791.339 | 4137906.728 | 76.952 |
| 286 | 234791.348 | 4137906.742 | 110.356 |
| 287 | 234791.357 | 4137906.714 | 93.390 |
| 288 | 234791.663 | 4137906.343 | 102.332 |
| 289 | 234791.676 | 4137906.324 | 98.328 |
| 290 | 234791.730 | 4137906.275 | 106.350 |
| 291 | 234797.981 | 4137893.119 | 49.496 |
| 292 | 234800.131 | 4137887.858 | 49.553 |
| 293 | 234800.720 | 4137887.176 | 49.600 |
| 294 | 234804.738 | 4137852.202 | 50.129 |
| 295 | 234810.328 | 4137848.837 | 50.167 |
| 296 | 234810.901 | 4137848.181 | 50.217 |
| 297 | 234813.556 | 4137875.596 | 50.007 |
| 298 | 234820.570 | 4137834.341 | 50.365 |
| 299 | 234824.003 | 4137860.957 | 50.211 |
| 300 | 234824.602 | 4137860.276 | 50.264 |
| 301 | 234829.202 | 4137857.967 | 50.381 |
| 302 | 234836.253 | 4137816.689 | 50.504 |
| 303 | 234844.522 | 4137840.718 | 50.558 |
| 304 | 234852.122 | 4137798.815 | 50.609 |
| 305 | 234857.652 | 4137792.581 | 50.651 |
| 306 | 234860.335 | 4137822.947 | 50.668 |
| 307 | 234862.925 | 4137786.622 | 50.626 |
| 308 | 234878.398 | 4137769.186 | 50.592 |
| 309 | 234880.050 | 4137800.694 | 50.678 |

| Núm. | COORDENADAS PLANAS | | |
|---|---|---|---|
| | X | Y | Z |
| 310 | 234894.562 | 4137750.998 | 50.447 |
| 311 | 234895.979 | 4137782.749 | 50.658 |
| 312 | 234907.282 | 4137739.588 | 50.247 |
| 313 | 234907.885 | 4137738.902 | 50.199 |
| 314 | 234910.228 | 4137733.375 | 50.162 |
| 315 | 234911.455 | 4137765.334 | 50.510 |
| 316 | 234920.961 | 4137751.742 | 50.287 |
| 317 | 234921.575 | 4137751.104 | 50.238 |
| 318 | 234925.900 | 4137715.767 | 49.758 |
| 319 | 234927.155 | 4137747.639 | 50.266 |
| 320 | 234931.192 | 4137712.691 | 49.601 |
| 321 | 234931.784 | 4137712.036 | 49.535 |
| 322 | 234940.587 | 4137693.173 | 8.506 |
| 323 | 234940.587 | 4137693.173 | 6.846 |
| 324 | 234941.248 | 4137698.465 | 49.170 |
| 325 | 234942.752 | 4137730.064 | 49.799 |
| 326 | 234943.553 | 4137695.790 | 41.180 |
| 327 | 234943.573 | 4137695.796 | 8.716 |
| 328 | 234943.573 | 4137695.796 | 7.196 |
| 329 | 234943.578 | 4137695.791 | 11.218 |
| 330 | 234943.578 | 4137695.791 | 48.245 |
| 331 | 234943.578 | 4137695.791 | 47.310 |
| 332 | 234943.771 | 4137695.640 | 70.604 |
| 333 | 234943.976 | 4137695.341 | 110.384 |
| 334 | 234943.978 | 4137695.336 | 107.447 |
| 335 | 234944.050 | 4137695.263 | 106.917 |
| 336 | 234944.050 | 4137695.263 | 106.367 |
| 337 | 234944.055 | 4137695.252 | 45.243 |
| 338 | 234944.055 | 4137695.252 | 41.243 |
| 339 | 234944.278 | 4137688.700 | 93.503 |
| 340 | 234944.279 | 4137695.054 | 70.666 |
| 341 | 234944.300 | 4137688.710 | 73.991 |
| 342 | 234944.315 | 4137688.649 | 45.986 |
| 343 | 234944.323 | 4137688.641 | 28.714 |
| 344 | 234944.344 | 4137694.889 | 75.567 |
| 345 | 234944.557 | 4137688.862 | 110.390 |
| 346 | 234944.557 | 4137688.678 | 9.472 |
| 347 | 234944.557 | 4137688.678 | 7.867 |
| 348 | 234944.573 | 4137688.652 | 12.939 |

| Núm. | COORDENADAS PLANAS | | |
|---|---|---|---|
| | X | Y | Z |
| 349 | 234944.812 | 4137694.449 | 75.459 |
| 350 | 234944.849 | 4137724.921 | 49.659 |
| 351 | 234944.885 | 4137688.360 | 102.356 |
| 352 | 234944.909 | 4137688.261 | 106.373 |
| 353 | 234945.152 | 4137693.943 | 84.232 |
| 354 | 234945.191 | 4137693.989 | 84.192 |
| 355 | 234945.208 | 4137693.988 | 82.287 |
| 356 | 234945.219 | 4137693.977 | 82.220 |
| 357 | 234945.431 | 4137724.235 | 49.591 |
| 358 | 234945.628 | 4137696.672 | 45.183 |
| 359 | 234945.853 | 4137696.836 | 41.994 |
| 360 | 234945.887 | 4137693.233 | 82.204 |
| 361 | 234945.889 | 4137693.220 | 84.216 |
| 362 | 234945.933 | 4137693.203 | 82.161 |
| 363 | 234946.304 | 4137692.741 | 75.395 |
| 364 | 234946.310 | 4137692.746 | 75.353 |
| 365 | 234946.719 | 4137692.281 | 75.463 |
| 366 | 234946.768 | 4137692.140 | 70.720 |
| 367 | 234946.771 | 4137692.255 | 75.436 |
| 368 | 234947.043 | 4137691.899 | 45.240 |
| 369 | 234947.089 | 4137691.897 | 70.620 |
| 370 | 234947.102 | 4137692.047 | 110.386 |
| 371 | 234947.116 | 4137691.839 | 41.236 |
| 372 | 234947.195 | 4137692.048 | 106.357 |
| 373 | 234947.260 | 4137691.688 | 70.578 |
| 374 | 234947.399 | 4137698.071 | 42.401 |
| 375 | 234947.489 | 4137691.356 | 92.773 |
| 376 | 234947.507 | 4137691.357 | 93.388 |
| 377 | 234947.524 | 4137691.343 | 47.317 |
| 378 | 234947.531 | 4137691.311 | 46.130 |
| 379 | 234947.532 | 4137691.349 | 69.382 |
| 380 | 234947.537 | 4137691.335 | 48.328 |
| 381 | 234947.553 | 4137691.500 | 110.388 |
| 382 | 234947.556 | 4137691.299 | 28.553 |
| 383 | 234947.556 | 4137691.325 | 8.732 |
| 384 | 234947.556 | 4137691.325 | 7.312 |
| 385 | 234947.561 | 4137691.308 | 13.661 |
| 386 | 234948.219 | 4137698.908 | 42.637 |
| 387 | 234948.348 | 4137692.062 | 47.323 |

| Núm. | COORDENADAS PLANAS | | |
|---|---|---|---|
| | X | Y | Z |
| 388 | 234948.475 | 4137699.183 | 45.212 |
| 389 | 234948.730 | 4137693.372 | 45.213 |
| 390 | 234949.655 | 4137689.010 | 48.777 |
| 391 | 234952.248 | 4137696.646 | 107.985 |
| 392 | 234952.248 | 4137696.646 | 108.535 |
| 393 | 234953.073 | 4137703.257 | 43.084 |
| 394 | 234953.158 | 4137697.335 | 42.983 |
| 395 | 234953.223 | 4137703.486 | 110.384 |
| 396 | 234953.267 | 4137703.501 | 108.824 |
| 397 | 234953.267 | 4137703.501 | 108.274 |
| 398 | 234953.320 | 4137703.462 | 43.043 |
| 399 | 234953.383 | 4137703.549 | 45.190 |
| 400 | 234954.504 | 4137704.532 | 45.185 |
| 401 | 234955.006 | 4137699.103 | 108.236 |
| 402 | 234955.009 | 4137699.101 | 108.800 |
| 403 | 234955.045 | 4137698.994 | 45.212 |
| 404 | 234955.596 | 4137699.630 | 108.249 |
| 405 | 234955.596 | 4137699.630 | 108.799 |
| 406 | 234955.617 | 4137699.580 | 110.360 |
| 407 | 234956.448 | 4137700.262 | 43.076 |
| 408 | 234958.118 | 4137712.761 | 49.182 |
| 409 | 234958.586 | 4137708.154 | 42.086 |
| 410 | 234959.314 | 4137709.878 | 48.245 |
| 411 | 234959.318 | 4137709.875 | 47.310 |
| 412 | 234959.729 | 4137703.296 | 108.342 |
| 413 | 234959.729 | 4137703.296 | 107.792 |
| 414 | 234960.124 | 4137710.605 | 72.864 |
| 415 | 234960.131 | 4137710.622 | 110.384 |
| 416 | 234960.191 | 4137710.555 | 7.424 |
| 417 | 234960.191 | 4137710.555 | 8.704 |
| 418 | 234960.191 | 4137710.555 | 47.310 |
| 419 | 234960.191 | 4137710.555 | 48.245 |
| 420 | 234960.197 | 4137710.577 | 9.817 |
| 421 | 234960.410 | 4137710.260 | 70.748 |
| 422 | 234960.658 | 4137710.033 | 106.384 |
| 423 | 234960.658 | 4137710.033 | 106.934 |
| 424 | 234960.819 | 4137709.793 | 70.641 |
| 425 | 234960.907 | 4137709.656 | 75.548 |
| 426 | 234960.917 | 4137709.671 | 75.574 |

| Núm. | COORDENADAS PLANAS | | |
|---|---|---|---|
| | X | Y | Z |
| 427 | 234961.027 | 4137709.558 | 72.276 |
| 428 | 234961.277 | 4137709.575 | 75.449 |
| 429 | 234961.288 | 4137709.588 | 75.463 |
| 430 | 234961.325 | 4137709.206 | 75.473 |
| 431 | 234961.350 | 4137709.164 | 75.480 |
| 432 | 234961.485 | 4137704.749 | 42.140 |
| 433 | 234961.752 | 4137708.715 | 82.175 |
| 434 | 234961.755 | 4137708.748 | 82.203 |
| 435 | 234961.770 | 4137708.746 | 83.459 |
| 436 | 234962.333 | 4137677.589 | 48.103 |
| 437 | 234962.465 | 4137707.894 | 82.205 |
| 438 | 234962.489 | 4137707.892 | 84.211 |
| 439 | 234962.820 | 4137707.500 | 75.336 |
| 440 | 234962.954 | 4137676.928 | 48.077 |
| 441 | 234963.013 | 4137705.132 | 46.168 |
| 442 | 234963.105 | 4137713.284 | 110.384 |
| 443 | 234963.162 | 4137713.198 | 8.559 |
| 444 | 234963.162 | 4137713.198 | 6.749 |
| 445 | 234963.192 | 4137707.375 | 75.340 |
| 446 | 234963.273 | 4137707.004 | 75.464 |
| 447 | 234963.312 | 4137705.365 | 47.296 |
| 448 | 234963.316 | 4137707.019 | 41.306 |
| 449 | 234963.322 | 4137705.357 | 48.273 |
| 450 | 234963.326 | 4137707.007 | 71.507 |
| 451 | 234963.379 | 4137706.411 | 45.216 |
| 452 | 234963.418 | 4137706.455 | 41.416 |
| 453 | 234963.642 | 4137706.654 | 45.217 |
| 454 | 234963.642 | 4137706.654 | 41.217 |
| 455 | 234964.102 | 4137706.085 | 74.484 |
| 456 | 234964.133 | 4137706.152 | 110.382 |
| 457 | 234964.145 | 4137706.087 | 48.309 |
| 458 | 234964.156 | 4137706.092 | 47.264 |
| 459 | 234964.158 | 4137706.083 | 9.986 |
| 460 | 234964.158 | 4137706.083 | 8.456 |
| 461 | 234964.170 | 4137706.056 | 37.023 |
| 462 | 234964.491 | 4137705.787 | 102.360 |
| 463 | 234964.492 | 4137705.796 | 98.347 |
| 464 | 234964.542 | 4137705.725 | 106.384 |
| 465 | 234964.746 | 4137704.727 | 48.743 |

| Núm. | COORDENADAS PLANAS | | |
|---|---|---|---|
| | X | Y | Z |
| 466 | 234965.077 | 4137671.607 | 47.897 |
| 467 | 234967.061 | 4137708.740 | 76.798 |
| 468 | 234967.078 | 4137708.785 | 93.390 |
| 469 | 234967.107 | 4137708.814 | 110.386 |
| 470 | 234967.132 | 4137708.730 | 48.184 |
| 471 | 234967.146 | 4137708.724 | 33.783 |
| 472 | 234967.159 | 4137708.716 | 10.103 |
| 473 | 234967.159 | 4137708.716 | 8.533 |
| 474 | 234967.385 | 4137708.409 | 102.365 |
| 475 | 234967.392 | 4137708.397 | 98.339 |
| 476 | 234967.463 | 4137708.335 | 106.366 |
| 477 | 234973.999 | 4137694.899 | 48.361 |
| 478 | 234976.005 | 4137689.816 | 48.062 |
| 479 | 234976.604 | 4137689.179 | 48.058 |
| 480 | 234980.747 | 4137653.987 | 46.849 |
| 481 | 234986.200 | 4137650.745 | 46.502 |
| 482 | 234986.790 | 4137650.070 | 46.508 |
| 483 | 234989.695 | 4137677.221 | 47.395 |
| 484 | 234996.444 | 4137636.270 | 45.729 |
| 485 | 234999.858 | 4137663.100 | 46.607 |
| 486 | 235000.494 | 4137662.451 | 46.527 |
| 487 | 235005.215 | 4137659.762 | 46.319 |
| 488 | 235012.055 | 4137618.720 | 44.691 |
| 489 | 235013.001 | 4137619.838 | 28.759 |
| 490 | 235013.011 | 4137619.879 | 11.798 |
| 491 | 235013.016 | 4137619.833 | 41.540 |
| 492 | 235014.870 | 4137621.457 | 28.666 |
| 493 | 235014.876 | 4137621.489 | 41.546 |
| 494 | 235014.920 | 4137621.560 | 11.822 |
| 495 | 235015.287 | 4137621.053 | 41.536 |
| 496 | 235015.337 | 4137621.102 | 38.603 |
| 497 | 235015.831 | 4137616.798 | 11.792 |
| 498 | 235015.849 | 4137616.777 | 24.298 |
| 499 | 235015.853 | 4137616.795 | 41.538 |
| 500 | 235015.939 | 4137620.375 | 17.073 |
| 501 | 235015.939 | 4137620.372 | 12.074 |
| 502 | 235015.952 | 4137620.372 | 15.080 |
| 503 | 235016.631 | 4137619.614 | 12.071 |
| 504 | 235016.632 | 4137619.612 | 15.069 |

| Núm. | COORDENADAS PLANAS | | |
|---|---|---|---|
| | X | Y | Z |
| 505 | 235016.634 | 4137619.626 | 17.060 |
| 506 | 235017.299 | 4137618.872 | 38.610 |
| 507 | 235017.301 | 4137618.882 | 41.532 |
| 508 | 235017.653 | 4137618.438 | 11.833 |
| 509 | 235017.653 | 4137618.438 | 10.248 |
| 510 | 235017.663 | 4137618.396 | 41.531 |
| 511 | 235017.672 | 4137618.404 | 24.299 |
| 512 | 235018.581 | 4137623.967 | 39.230 |
| 513 | 235020.686 | 4137642.355 | 45.206 |
| 514 | 235020.927 | 4137622.126 | 39.273 |
| 515 | 235021.309 | 4137626.373 | 39.306 |
| 516 | 235023.396 | 4137624.312 | 39.300 |
| 517 | 235025.567 | 4137630.997 | 28.625 |
| 518 | 235025.588 | 4137630.979 | 41.540 |
| 519 | 235025.606 | 4137631.045 | 11.974 |
| 520 | 235025.943 | 4137630.540 | 38.583 |
| 521 | 235025.962 | 4137630.516 | 41.538 |
| 522 | 235026.104 | 4137626.720 | 39.045 |
| 523 | 235026.611 | 4137629.811 | 15.332 |
| 524 | 235026.611 | 4137629.806 | 17.297 |
| 525 | 235026.615 | 4137629.807 | 12.146 |
| 526 | 235026.621 | 4137629.795 | 10.712 |
| 527 | 235026.674 | 4137629.835 | 12.146 |
| 528 | 235027.259 | 4137629.127 | 17.309 |
| 529 | 235027.259 | 4137629.127 | 15.320 |
| 530 | 235027.395 | 4137627.825 | 41.526 |
| 531 | 235027.487 | 4137632.690 | 11.973 |
| 532 | 235027.516 | 4137632.665 | 24.412 |
| 533 | 235027.534 | 4137632.670 | 41.527 |
| 534 | 235027.957 | 4137628.306 | 38.624 |
| 535 | 235028.101 | 4137600.672 | 43.611 |
| 536 | 235028.405 | 4137627.942 | 11.972 |
| 537 | 235028.407 | 4137627.922 | 24.440 |
| 538 | 235028.427 | 4137627.907 | 41.543 |
| 539 | 235030.227 | 4137629.585 | 11.957 |
| 540 | 235030.234 | 4137629.560 | 41.537 |
| 541 | 235030.236 | 4137629.559 | 24.400 |
| 542 | 235033.860 | 4137597.031 | 43.277 |
| 543 | 235034.463 | 4137596.372 | 43.215 |

| Núm. | COORDENADAS PLANAS | | |
|---|---|---|---|
| | X | Y | Z |
| 544 | 235036.596 | 4137624.457 | 44.155 |
| 545 | 235046.058 | 4137580.454 | 42.299 |
| 546 | 235047.190 | 4137585.123 | 36.652 |
| 547 | 235047.597 | 4137609.192 | 43.229 |
| 548 | 235047.632 | 4137580.811 | 24.105 |
| 549 | 235047.660 | 4137580.823 | 10.569 |
| 550 | 235047.660 | 4137580.823 | 9.769 |
| 551 | 235047.682 | 4137580.799 | 39.448 |
| 552 | 235047.684 | 4137580.799 | 39.445 |
| 553 | 235048.192 | 4137608.519 | 43.184 |
| 554 | 235049.103 | 4137582.942 | 36.658 |
| 555 | 235049.141 | 4137582.930 | 39.420 |
| 556 | 235049.471 | 4137582.480 | 29.055 |
| 557 | 235049.483 | 4137582.535 | 11.815 |
| 558 | 235049.483 | 4137582.535 | 9.785 |
| 559 | 235049.485 | 4137582.492 | 19.085 |
| 560 | 235049.494 | 4137582.512 | 39.407 |
| 561 | 235052.868 | 4137586.286 | 37.299 |
| 562 | 235054.833 | 4137603.898 | 42.878 |
| 563 | 235054.848 | 4137591.897 | 37.246 |
| 564 | 235055.184 | 4137588.330 | 37.358 |
| 565 | 235057.756 | 4137590.614 | 37.105 |
| 566 | 235057.820 | 4137594.664 | 36.696 |
| 567 | 235059.290 | 4137596.786 | 12.961 |
| 568 | 235059.293 | 4137596.767 | 19.148 |
| 569 | 235059.307 | 4137596.767 | 28.871 |
| 570 | 235059.324 | 4137596.730 | 39.431 |
| 571 | 235059.833 | 4137592.442 | 36.706 |
| 572 | 235059.895 | 4137592.403 | 39.512 |
| 573 | 235060.219 | 4137592.002 | 14.267 |
| 574 | 235060.236 | 4137591.998 | 25.113 |
| 575 | 235060.242 | 4137591.998 | 39.398 |
| 576 | 235060.806 | 4137595.333 | 42.293 |
| 577 | 235061.341 | 4137594.735 | 42.287 |
| 578 | 235062.052 | 4137593.652 | 14.288 |
| 579 | 235062.073 | 4137593.656 | 19.164 |
| 580 | 235062.079 | 4137593.648 | 28.873 |
| 581 | 235062.103 | 4137593.625 | 39.401 |
| 582 | 235063.874 | 4137593.696 | 42.217 |

**APÉNDICE 11. CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN.**

- when it has to be right

Leica Geosystems

## Certificado de Verificación y Control
Emitido por laboratorio de Leica Geosystems

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Cliente** | LEICA GEOSYSTEMS, S.L.<br>NICARAGUA 46, 2º 4<br>08029 BARCELONA | **Nº de Certificado** | 301440003 |
| | | **Fecha Inspección** | 03.10.2018 |
| **Producto** | TS60 I 0.5" | **Nº Serie** | 885663 |
| **Nº Artículo** | 822430 | **Nº Equipo** | 8311643 |

**Identificación de patrones**

Ángulos: Colimador de ejes Wild modelo T2 nº 024 con certificado CEM número 180373004.

Distancias: Línea base con centrado forzoso y 1 reflector con certificado del CEM número 180373007.

Los certificados de nuestros patrones pueden ser descargados en el siguiente link:
https://leica-geosystems.com/es-es/services-and-support/product-services/technical-service/technical_service_spain

**Incertidumbre asociada a los patrones e instrumento objeto**

La incertidumbre asociada con el patrón e instrumento al que hace referencia este certificado está calculada para un factor de cobertura K=2, aproximadamente equivalente a un nivel de confianza del 95%. La incertidumbre se ha determinado conforme al documento EAL-R2 (1996) cuya designación actual es EA-4/02.

**Procedimientos de verificación**

Patrones: Procedimiento descrito en documentación interna de Leica Geosystems S.L., P.C.P LG 05-11.
Instrumento: Procedimiento descrito en documentación interna de Leica Geosystems S.L., P.V.TPS LG 05-11, P.A. TPS LG 05-11.

**Condiciones ambientales:**

Temperatura durante la revisión 22ºC +/- 3ºC.
Los resultados se refieren al momento y condiciones en que se efectuaron las mediciones.

**Cálculo de resultados:**

Los resultados aquí obtenidos pueden resultar por debajo de las precisiones marcadas en las características técnicas dadas por el fabricante debido a las condiciones ideales en las que se realizan las mediciones. Los valores de salida en los resultados se marcarán en el valor de la tolerancia.

Este Certificado no puede ser reproducido parcial ni en su totalidad sin previa aprobación escrita de la entidad emisora


Leica Geosystems S.L.
Nicaragua 46, 08026 Barcelona Spain
www.leica-geosystems.es

- when it has to be right

Leica Geosystems

**Certificado**

Por la presente, certificamos que el producto descrito ha sido testeado y cumple con las especificaciones del producto detalladas a continuación.

✓ Valido — Los resultados del ensayo están dentro de la especificación del producto
☐ No Valido — Los resultados del ensayo no están dentro de la especificación del producto

**Mediciones**

*Error de entrada:*

| | ***M1*** |
|---|---|
| ***Desviación Hz (Gon)*** | 0.00015 |
| ***Desviación V (Gon)*** | 0.00015 |
| ***Desviación D1 (mm)*** | 0.6 |

*Error de Salida:*

| | ***M1*** | ***M2*** | ***M3*** | ***M5*** | ***M5*** |
|---|---|---|---|---|---|
| ***Desviación Hz (Gon)*** | 0.00015 | 0.00015 | 0.00015 | 0.00015 | 0.00015 |
| ***Desviación V (Gon)*** | 0.00015 | 0.00015 | 0.00015 | 0.00015 | 0.00015 |
| ***Desviación D1 (mm)*** | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 |

*Resultados:*

| | ***Entrada*** | ***Tolerancia*** | ***Salida*** | ***Incertidumbre*** |
|---|---|---|---|---|
| ***Desviación Hz (Gon)*** | 0.00015 | 0.00015 | 0.00015 | 0.00010 |
| ***Desviación V (Gon)*** | 0.00015 | 0.00015 | 0.00015 | 0.00011 |
| ***Desviación distancia (mm)*** | | | | |
| ***Distanciómetro Infrarrojo*** | 0.6 | 0.6 mm + 1 ppm | 0.6 | 0.4 |
| ***Distanciómetro láser*** | 2 | 2 mm + 2 ppm | 2 | 1.5 |

**Notas**

Terminología
V: valor ángulo vertical.
Hz: valor ángulo horizontal.
D1: distancia conocida y certificada por el CEM.
Mx: número de medida realizada.

Leica Geosystems S.L. — 03.10.2018

Javier Carbonero
Manager Technical Service

Vicente Belinchón
Senior Service Technician

Este Certificado no puede ser reproducido parcial ni en su totalidad sin previa aprobación escrita de la entidad emisora


Leica Geosystems S.L.
Nicaragua 46, 08026 Barcelona Spain
www.leica-geosystems.es

- when it has to be **right** Leica Geosystems

## Certificado de Verificación y Control
Emitido por laboratorio de Leica Geosystems

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Cliente** | GEO360 INGENIERIA, S.L.<br>C/ QUIMICAS,2, of. 1.2<br>28923 ALCORCON | **Nº de Certificado** | 301448971 |
| | | **Fecha Inspección** | 02.11.2018 |
| **Producto** | TM30 0.5" | **Nº Serie** | 360411 |
| **Nº Artículo** | 757129 | **Nº Equipo** | 3597607 |

**Identificación de patrones**

Ángulos: Colimador de ejes Wild modelo T2 nº 024 con certificado CEM número 180373004.

Distancias: Línea base con centrado forzoso y 1 reflector con certificado del CEM número 180373007.

Los certificados de nuestros patrones pueden ser descargados en el siguiente link:
https://leica-geosystems.com/es-es/services-and-support/product-services/technical-service/technical_service_spain

**Incertidumbre asociada a los patrones e instrumento objeto**

La incertidumbre asociada con el patrón e instrumento al que hace referencia este certificado está calculada para un factor de cobertura K=2, aproximadamente equivalente a un nivel de confianza del 95%. La incertidumbre se ha determinado conforme al documento EAL-R2 (1996) cuya designación actual es EA-4/02.

**Procedimientos de verificación**

Patrones: Procedimiento descrito en documentación interna de Leica Geosystems S.L., P.C.P LG 05-11.
Instrumento: Procedimiento descrito en documentación interna de Leica Geosystems S.L., P.V.TPS LG 05-11, P.A. TPS LG 05-11.

**Condiciones ambientales:**

Temperatura durante la revisión 22ºC +/- 3ºC.
Los resultados se refieren al momento y condiciones en que se efectuaron las mediciones.

**Cálculo de resultados:**

Los resultados aquí obtenidos pueden resultar por debajo de las precisiones marcadas en las características técnicas dadas por el fabricante debido a las condiciones ideales en las que se realizan las mediciones. Los valores de salida en los resultados se marcarán en el valor de la tolerancia.

Este Certificado no puede ser reproducido parcial ni en su totalidad sin previa aprobación escrita de la entidad emisora


Leica Geosystems S.L.
Nicaragua 46, 08026 Barcelona Spain
**www.leica-geosystems.es**

- when it has to be **right** Leica Geosystems

**Certificado**

Por la presente, certificamos que el producto descrito ha sido testeado y cumple con las especificaciones del producto detalladas a continuación.

✓ Valido — Los resultados del ensayo están dentro de la especificación del producto
☐ No Valido — Los resultados del ensayo no están dentro de la especificación del producto

**Mediciones**

*Error de entrada:*

| | ***M1*** |
|---|---|
| ***Desviación Hz (Gon)*** | 0.00090 |
| ***Desviación V (Gon)*** | 0.00075 |
| ***Desviación D1 (mm)*** | 0.6 |

*Error de Salida:*

| | ***M1*** | ***M2*** | ***M3*** | ***M5*** | ***M5*** |
|---|---|---|---|---|---|
| ***Desviación Hz (Gon)*** | 0.00015 | 0.00015 | 0.00015 | 0.00015 | 0.00015 |
| ***Desviación V (Gon)*** | 0.00015 | 0.00015 | 0.00015 | 0.00015 | 0.00015 |
| ***Desviación D1 (mm)*** | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 |

*Resultados:*

| | ***Entrada*** | ***Tolerancia*** | ***Salida*** | ***Incertidumbre*** |
|---|---|---|---|---|
| ***Desviación Hz (Gon)*** | 0.00090 | 0.00015 | 0.00015 | 0.00010 |
| ***Desviación V (Gon)*** | 0.00075 | 0.00015 | 0.00015 | 0.00011 |
| ***Desviación distancia (mm)*** | | | | |
| ***Distanciómetro Infrarrojo*** | 0.6 | 0.6 mm + 1 ppm | 0.6 | 0.4 |
| ***Distanciómetro láser*** | 2 | 2 mm + 2 ppm | 2 | 1.5 |

**Notas**

Terminología V: valor ángulo vertical.
Hz: valor ángulo horizontal.
D1: distancia conocida y certificada por el CEM.
Mx: número de medida realizada.

Leica Geosystems S.L. 02.11.2018

Javier Carbonero
Manager Technical Service

Vicente Belinchón
Senior Service Technician

Este Certificado no puede ser reproducido parcial ni en su totalidad sin previa aprobación escrita de la entidad emisora


Leica Geosystems S.L.
Nicaragua 46, 08026 Barcelona Spain
**www.leica-geosystems.es**

# Apéndice 2 Cartografía

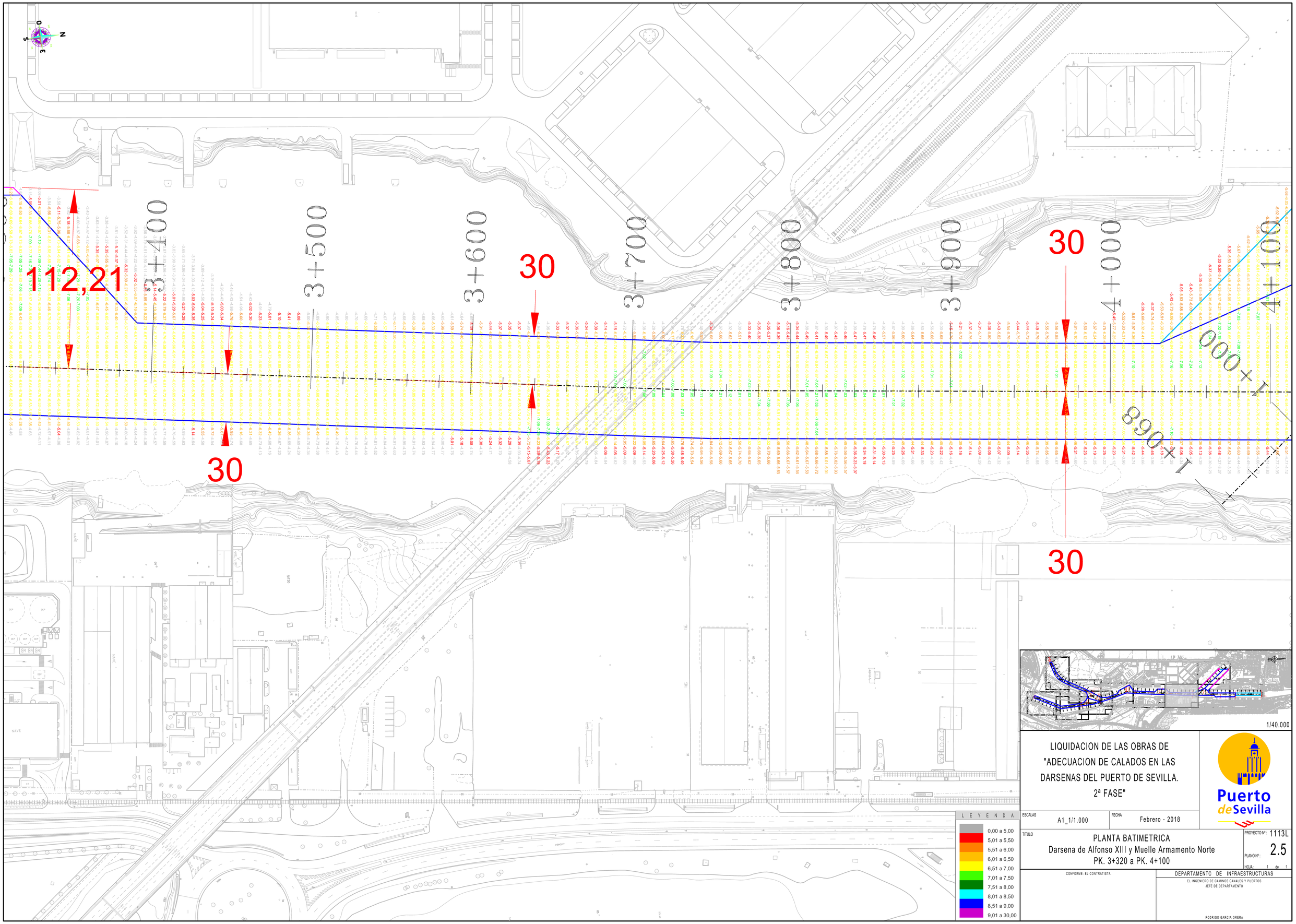
de Alfonso XIII

Canal

de Alfonso XIII

del Balan

# Apéndice 3 Batimetría




LEYENDA

| |
|---|
| 0,00 a 5,00 |
| 5,01 a 5,50 |
| 5,51 a 6,00 |
| 6,01 a 6,50 |
| 6,51 a 7,00 |
| 7,01 a 7,50 |
| 7,51 a 8,00 |
| 8,01 a 8,50 |
| 8,51 a 9,00 |
| 9,01 a 30,00 |

LIQUIDACION DE LAS OBRAS DE
"ADECUACION DE CALADOS EN LAS
DARSENAS DEL PUERTO DE SEVILLA.
2ª FASE"

Puerto de Sevilla

ESCALAS: A1_1/1.000

FECHA: Febrero - 2018

TITULO:
PLANTA BATIMETRICA
Darsena de Alfonso XIII y Muelle Armamento Norte
PK. 3+320 a PK. 4+100

PROYECTO Nº: 1113L

PLANO Nº: 2.5

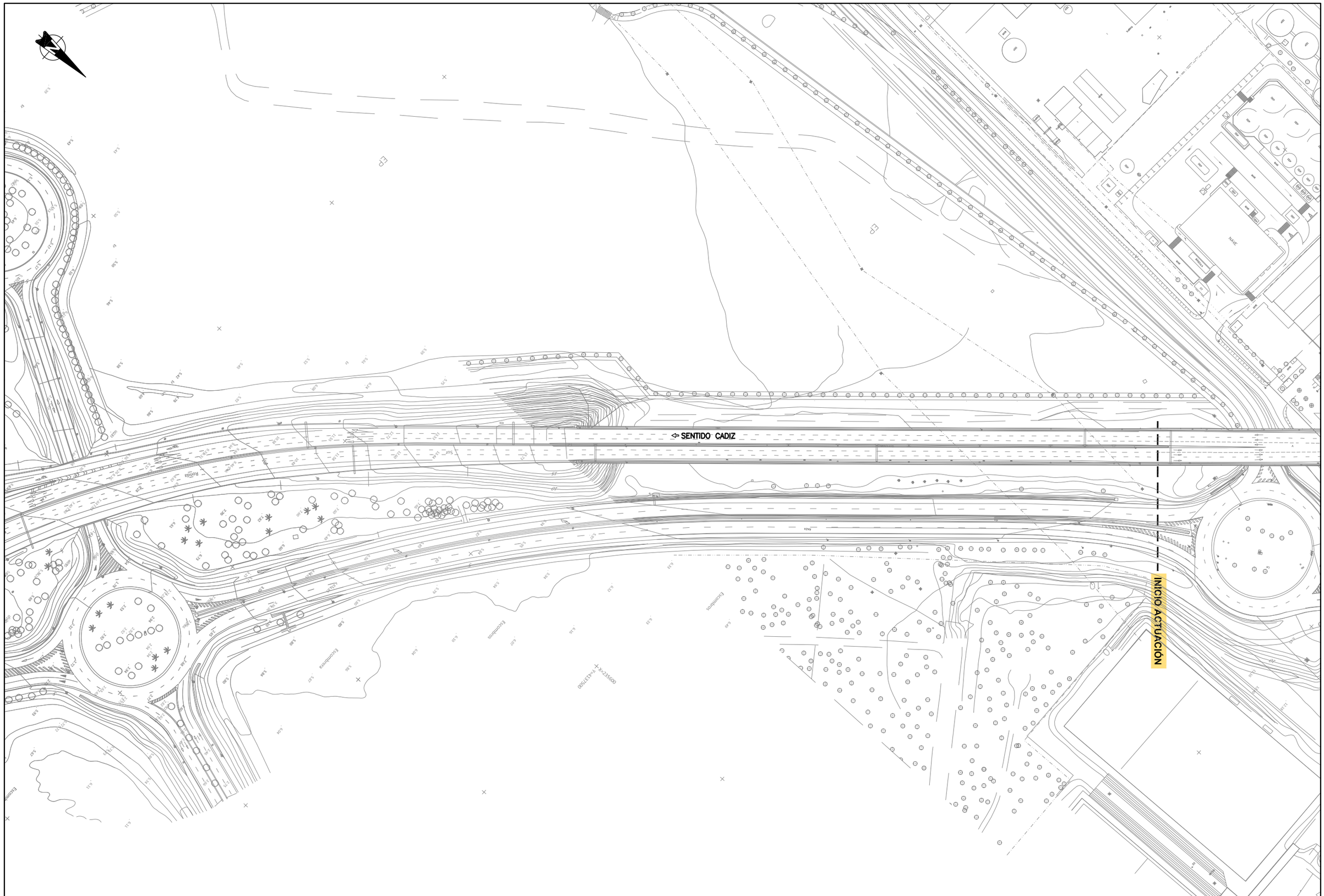
HOJA: 1 de 1

CONFORME: EL CONTRATISTA

DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUCTURAS
EL INGENIERO DE CAMINOS CANALES Y PUERTOS
JEFE DE DEPARTAMENTO

RODRIGO GARCIA ORERA

# Apéndice 4. Cartografía




| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS | DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCIA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL ANTEPROYECTO<br>JOSE ROMO MARTÍN LUIS MATUTE RUBIO<br>INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS | INGENIERO DIRECTOR DEL ANTEPROYECTO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA<br>INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS | ESCALA ORIGINAL:<br>1:1000<br>0 10 20 30m<br>ORIGINAL UNE A-1 | TÍTULO DEL ANTEPROYECTO<br>PROYECTO DE TRAZADO SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | Nº PLANO<br>-<br>HOJA 1 DE 3 | ANEJO 6 CARTOGRAFÍA, TOPOGRAFÍA Y REPLANTEO<br>PLANTA CON CARTOGRAFÍA<br>APÉNDICE Nº 4 | FECHA:<br>SEPTIEMBRE 2019 |

CANAL DE ALFONSO XII

LOGÍSTICA S.A.
SEVISUR

LOGÍSTICA S.A.
SEVISUR

LOGÍSTICA S.A.
SEVISUR

E-803
A-66
SE-30
Km
11

CENTRO
COEX

Canal de Alfonso XIII

CANAL DE ALFONSO XII

AGENCIA
MARÍTIMA
PORTILLO S.A.

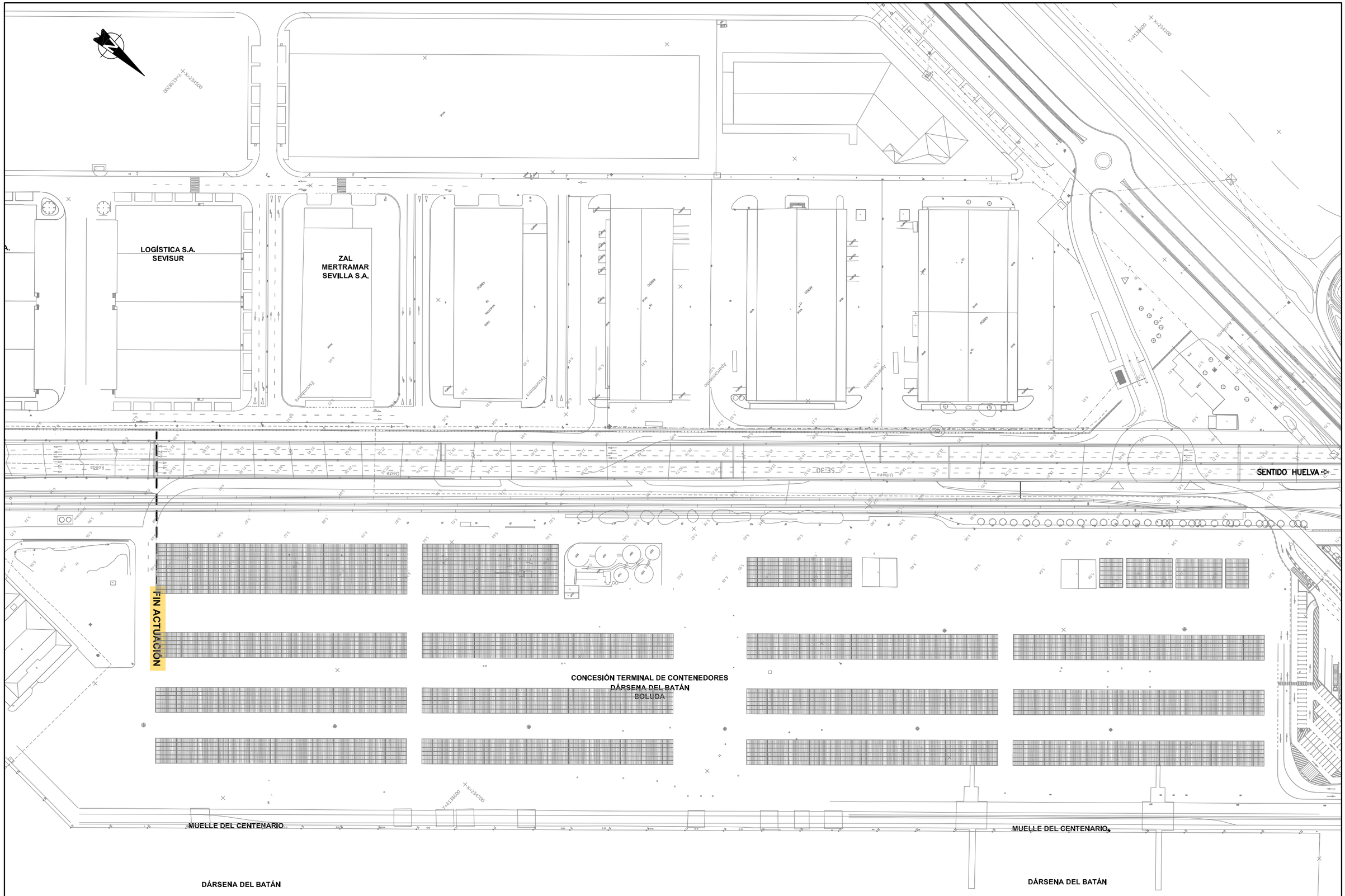
FRIGORÍFICOS
GUADALQUIVIR

ACCIONA

ACCIONA

Canal

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS | DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCIA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL ANTEPROYECTO<br>JOSE ROMO MARTÍN LUIS MATUTE RUBIO<br>INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS | INGENIERO DIRECTOR DEL ANTEPROYECTO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA<br>INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS | ESCALA ORIGINAL:<br>1:1000<br>0 10 20 30m<br>ORIGINAL UNE A-1 | TÍTULO DEL ANTEPROYECTO<br>PROYECTO DE TRAZADO SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | Nº PLANO<br>-<br>HOJA 2 DE 3 | ANEJO 6 CARTOGRAFÍA, TOPOGRAFÍA Y REPLANTEO<br>PLANTA CON CARTOGRAFÍA<br>APÉNDICE Nº 4 | FECHA:<br>SEPTIEMBRE 2019 |




| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS | DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCIA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL ANTEPROYECTO<br>JOSE ROMO MARTÍN LUIS MATUTE RUBIO<br>INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS | INGENIERO DIRECTOR DEL ANTEPROYECTO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA<br>INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS | ESCALA ORIGINAL:<br>1:1000<br>0 10 20 30m<br>ORIGINAL UNE A-1 | TÍTULO DEL ANTEPROYECTO<br>PROYECTO DE TRAZADO SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | Nº PLANO<br>-<br>HOJA 3 DE 3 | ANEJO 6 CARTOGRAFÍA, TOPOGRAFÍA Y REPLANTEO<br>PLANTA CON CARTOGRAFÍA<br>APÉNDICE Nº 4 | FECHA:<br>SEPTIEMBRE 2019 |

DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA Y ANEJOS

# ANEJO 8. EFECTOS SÍSMICOS

# INDICE

1 INTRODUCCIÓN ..... 5

2 CÁLCULO DE LA ACCIÓN SÍSMICA DE ACUERDO A UNE-EN 1998-1:2018 ..... 5

2.1 SISMICIDAD DE LA ZONA DE ESTUDIO ..... 5

2.2 CONSIDERACIÓN DE LA ACCIÓN SÍSMICA. ESPECTRO ELÁSTICO DE RESPUESTA HORIZONTAL ..... 5

3 CÁLCULO DE LA ACCIÓN SÍSMICA DE ACUERDO A NCSE-02 Y NCSP-07 ..... 6

3.1 SISMICIDAD DE LA ZONA DE ESTUDIO ..... 6

3.2 CONSIDERACIÓN DE LA ACCIÓN SÍSMICA. ESPECTRO ELÁSTICO DE RESPUESTA HORIZONTAL ..... 8

4 CONCLUSIÓN ..... 8

# 1 INTRODUCCIÓN

En este Anejo se justifica que de acuerdo con el Eurocódigo 8: Proyectos de estructuras sismorresistentes, Parte 1: Reglas generales, acciones sísmicas y reglas para edificación (UNE-EN 1998-1:2018), es necesario considerar las acciones sísmicas en el proyecto.

Además, se determina el valor de la acción sísmica de acuerdo a la Norma de Construcción Sismorresistente: Parte general y edificación (NCSE-02) y la Norma de Construcción Sismorresistente: Puentes (NCSP-07) de obligado cumplimiento.

# 2 CÁLCULO DE LA ACCIÓN SÍSMICA DE ACUERDO A UNE-EN 1998-1:2018

## 2.1 SISMICIDAD DE LA ZONA DE ESTUDIO

Según se indica en UNE-EN 1998-1:2018, la peligrosidad sísmica se define por medio de los siguientes parámetros:

– La aceleración horizontal en terreno tipo A, $a_{gR}$.

– El coeficiente de contribución K, que tiene en cuenta la distinta contribución de la sismicidad de la península y de las áreas marinas adyacentes y de la más lejana, de la parte de la zona Azores-Gibraltar situada en Gorringe-Herradura.

El valor de $a_{gR}$ y K en un punto P del territorio, se toma igual a el valor que se indica en apartado AN.5 del Anejo Nacional de UNE-EN 1998-1:2018, para las coordenadas geodésicas del emplazamiento de la estructura. Para el Puente del Centenario se pueden considerar las siguientes coordenadas geodésicas:

- Latitud 37°20′56.76″ N (37,349°)
- Longitud 5°59′34.8″ W (5,993°)

Según la tabla indicada en el AN.5, el valor de $a_{gR}$ y K puede tomarse como 0.091 y 1.10 respectivamente.

Para tener en cuenta la influencia de las condiciones locales del terreno sobre la acción sísmica se utilizan los tipos de terreno A, B, C, D y E descritos mediante los perfiles estratigráficos indicados en la tabla a continuación:

| Tipo de terreno medio | $v_{s,30}$ (m/s) | Descripción |
|---|---|---|
| A | > 800 | Roca compacta o suelo cementado aflorante o con una capa de suelo superficial de espesor menor de 5 m. |
| B | 360 – 800 | En las decenas de metros más superficiales, predominio de suelos granulares densos o suelos cohesivos duros o presencia de capas delgadas de suelos granulares sueltos o cohesivos blandos. |
| C | 180 – 360 | En las decenas de metros más superficiales, predominio de suelos granulares de compacidad media o suelos cohesivos de consistencia firme o muy firme o presencia de capas de bastante espesor de suelos granulares sueltos o cohesivos blandos. |
| D | < 180 | En las decenas de metros más superficiales, predominio de capas de gran espesor de suelos granulares sueltos o cohesivos blandos. |
| S1 | < 100 | Suelos consistiendo, o conteniendo, una capa de al menos 10 m de espesor, de arcillas o limos blandos, de alta plasticidad (IP > 40) y con alto contenido de humedad. |
| S2 | | Suelos formados por arenas licuables o arcillas susceptibles, u otro perfil de suelos no contenido en los tipos A-D o $S_1$. |

En la norma UNE-EN 1998-1:2018, la determinación del tipo de terreno equivalente se realiza una media ponderada de los parámetros del terreno en 30 m más superficiales del perfil del suelo.

Para este análisis, se puede considerar un valor medio de la velocidad de propagación de las ondas S en los 30 m superiores del perfil del suelo, $v_{s,30}$, igual a 1000 m/s para las margas, 800 m/s para las gravas, 180 para las arcillas y limos y 100 para los rellenos.

De acuerdo con lo indicado en el Anejo 12 Estudio Geotécnico, se pueden establecer los siguientes tipos de terreno en los 30 metros bajo la cota de los encepados de pilas 12 a 16:

*Tabla 1. Potencia de estratos en los 30 m bajo pilas 12 a 16*

| | POTENCIA DE ESTRATO (m) | | | |
|---|---|---|---|---|
| PILA | 13 | 14 | 15 | 16 |
| RELLENO | 2.0 | 3.5 | 2.0 | 0.4 |
| ARCILLAS | 14.3 | 12.0 | 13.5 | 14.7 |
| LIMOS | 3.8 | 2.4 | 0.0 | 3.9 |
| GRAVAS | 10.7 | 6.6 | 6.0 | 3.1 |
| MARGAS | 0.0 | 5.5 | 8.5 | 7.9 |

Realizando una media ponderada en función de la potencia de los estratos bajo las cimentaciones de cada una de las pilas se obtiene un valor de $v_{s,30}$ igual a:

- Pila 13 390 m/s
- Pila 14 457 m/s
- Pila 15 531 m/s
- Pila 16 459 m/s

Por lo tanto, para la determinación de los parámetros sísmicos del Puente del Centenario, se puede considerar un tipo de terreno tipo B.

De acuerdo a la norma UNE-EN 1998-2:2018, Eurocódigo 8: Proyecto de estructuras Sismorresistentes, Parte 2: Puentes; el Puente del Centenario puede considerarse como un puente de Clase de importancia II: *Puentes de importancia normal*. Esta clase de puente se corresponde con aquéllos cuya destrucción puede ocasionar víctimas o interrumpir un servicio necesario para la colectividad o producir importantes pérdidas económicas, siempre que no se trate de un servicio imprescindible, ni pueda dar lugar a efectos catastróficos. A los puentes de Clase de importancia II le corresponde un coeficiente de importancia, $\gamma_I$, igual a 1.0.

Por tanto, el valor de la aceleración de cálculo en un terreno de referencia tipo A, correspondiente a la categoría de importancia del puente, será igual a:

$$a_g = \gamma_I \, a_{gR} = 1{,}0 \cdot 0{,}091g = 0{,}091g$$

## 2.2 CONSIDERACIÓN DE LA ACCIÓN SÍSMICA. ESPECTRO ELÁSTICO DE RESPUESTA HORIZONTAL

A partir de la aceleración de cálculo, el tipo terreno y del coeficiente K de contribución, se puede determinar el espectro elástico de respuesta establecidos en la norma UNE-EN 1998-1:2018.

Según se especifica en el Anejo Nacional AN.2, los parámetros que describen el espectro S, $T_B$, $T_C$ y $T_D$ se pueden determinar a partir de lo indicado en la siguiente tabla para cada tipo de suelo:

| Suelo tipo | $S$ | $T_B$ (s) | $T_C$ (s) | $T_D$ (s) |
|---|---|---|---|---|
| A | 1 | $\frac{T_c}{5}$ | $\frac{K}{4}$ | 2,0 |
| B<br>C | $a_g \le 0{,}1\ g$: $S = C$<br>$0{,}1\ g < a_g \le 0{,}4\ g$: $S = C + 3{,}33\left(\frac{a_g}{g} - 0{,}1\right)(1{,}0 - C)$<br>$a_g > 0{,}4\ g$: $S = 1$ | $\frac{T_c}{5}$ | $\frac{KC}{4}$ | 2,0 |
| D | $a_g \le 0{,}1\ g$: $S = 2$<br>$0{,}1\ g < a_g \le 0{,}4\ g$: $S = 2{,}33 - 3{,}33\frac{a_g}{g}$<br>$a_g > 0{,}4\ g$: $S = 1$ | $\frac{T_c}{5}$ | $\frac{K}{2}$ | 2,0 |

Para un terreno tipo B los parámetros que describen el espectro horizontal resultan:

- S = 1.29
- $T_B$ = 0.07 s.
- $T_C$ = 0.36 s.
- $T_D$ = 2.00 s.

Para las componentes horizontales de la acción sísmica, el espectro de respuesta elástica $S_e(T)$ se define por las siguientes ecuaciones (3.2.2.2, UNE-EN 1998-1:2018):

$$0 \le T \le T_B: \ S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \left[1 + \frac{T}{T_B} \cdot (\eta \cdot 2{,}5 - 1)\right]$$

$$T_B \le T \le T_C: \ S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2{,}5$$

$$T_C \le T \le T_D: \ S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2{,}5\left[\frac{T_C}{T}\right]$$

$$T_D \le T \le 4\text{s}: \ S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2{,}5\left[\frac{T_C T_D}{T^2}\right]$$

Donde:

- $S_e(T)$ es el espectro de respuesta elástica;
- T es el periodo de vibración de un sistema lineal con un grado de libertad;
- $a_g$ es el valor de cálculo de la aceleración del suelo en un terreno tipo A;
- $T_B$ es el límite inferior del periodo del tramo de aceleración espectral constante;
- $T_C$ es el límite superior del periodo del tramo de aceleración espectral constante;
- $T_D$ es el valor que define el comienzo del tramo de respuesta de desplazamiento constante del espectro;
- S es el coeficiente de suelo;
- η es el coeficiente de corrección del amortiguamiento con valor de referencia η = 1, para un
- amortiguamiento viscoso del 5%

Para T = 0 la aceleración espectral dada por este espectro es igual al valor de cálculo de la aceleración del suelo en un terreno de referencia tipo A, multiplicada por el coeficiente de suelo S.

Dicho valor resulta: 1,29 x 0,091g = 0,117g

El espectro elástico horizontal de diseño se incluye a continuación:

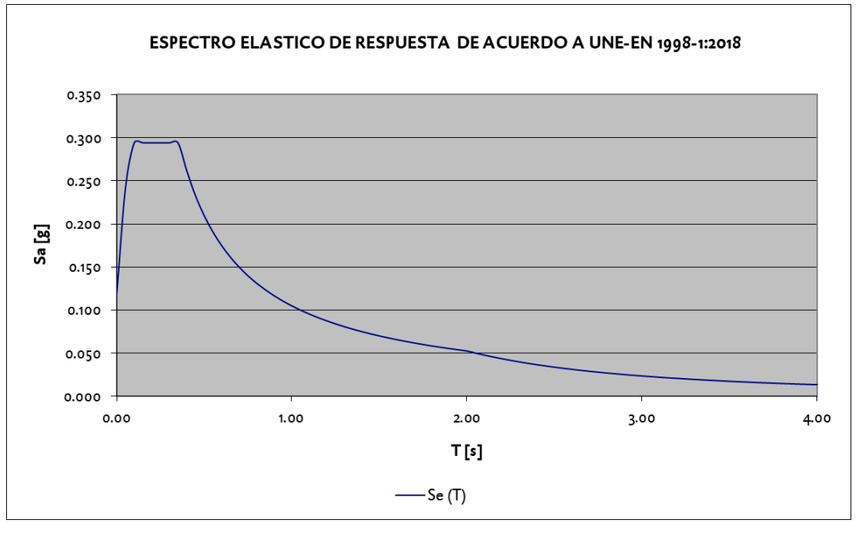



*Figura 1. Espectro elástico de respuesta de acuerdo a UNE-EN 1998-1:2018*

# 3 CÁLCULO DE LA ACCIÓN SÍSMICA DE ACUERDO A NCSE-02 Y NCSP-07

## 3.1 SISMICIDAD DE LA ZONA DE ESTUDIO

Según se indica en la Norma de Construcción Sismorresistente: Parte general y edificación (NCSE-02) y la Norma de Construcción Sismorresistente: Puentes (NCSP-07), la aceleración básica ($a_b$), para un periodo de retorno de 500 años, en el ámbito del estudio es de 0,07·g, siendo g la aceleración de la gravedad (9,80 m/s2). Además, en Sevilla el coeficiente de contribución de la falla Azores-Gibraltar es de k=1.1.




*Figura 2. Mapa nacional de peligrosidad sísmica con indicación de la zona de estudio*

La aceleración sísmica horizontal de cálculo se define como el producto

$$a_c = S \cdot \rho \cdot a_b$$

Siendo ρ un coeficiente adimensional de riesgo, que para construcciones de importancia normal adopta el valor de 1,0, y para obras de importancia especial toma del valor de 1,3; S un coeficiente de amplificación del terreno que, dado que ρ·ab sería menor que 0,1 g, se define como:

$$S = \frac{C}{1{,}25}$$

Donde C es un coeficiente que depende de las características geotécnicas del terreno de cimentación hasta una profundidad de 30 m, pudiendo calcularse con la expresión:

$$C = \frac{\sum C_i \cdot e_i}{30}$$

El coeficiente C toma los valores de la siguiente tabla para los terrenos normalizados:

- Terreno tipo I: Roca compacta, suelo cementado o granular muy denso. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, vs > 750 m/s.
- Terreno tipo II: Roca muy fracturada, suelo granular denso o cohesivo duro. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, 750 m/s ≥ vs >400 m/s.
- Terreno tipo III: Suelo granular de compacidad media, o suelo cohesivo de consistencia firme a muy firme. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, 400 m/s ≥ vs > 200 m/s.
- Terreno tipo IV: Suelo granular suelto, o suelo cohesivo blando. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, vs ≤ 200 m/s.

| Tipo de terreno | Coeficiente *C* |
|---|---|
| I | 1,0 |
| II | 1,3 |
| III | 1,6 |
| IV | 2,0 |

Para caracterizar los terrenos de cimentación los Comentarios de la Subcomisión Permanente de Normas Sismorresistentes, proponen la siguiente tabla.

Características usuales de los diferentes tipos de terreno

| Tipo de terreno | Descripción | $v_s$ [m/s] | $v_p$ [m/s] | Terrenos granulares | | Terrenos cohesivos $q_u$ [kPa] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | $N_{1,60}$ | $q_c$ [MPa] | |
| I | Roca compacta, suelo cementado o granular muy denso | >750 | >2.000 | >50 | >20 | |
| II | Roca muy fracturada, suelo granular denso o cohesivo muy duro | >400 | >1.000 | >40 | >15 | >500 |
| III | Suelo granular de compacidad media o suelo cohesivo de consistencia firme a dura | >200 | >350 | >15 | >6 | >200 |
| IV | Suelo granular suelto o suelo cohesivo blando | No se alcanzan los valores del terreno tipo III | | | | |

De acuerdo con los citados comentarios, en el caso de cimentaciones profundas, si el modelo de estructura comienza en un encepado de pilotes situado aproximadamente en la superficie del terreno, se puede calcular el coeficiente C con los mismos criterios que se utilizan en las cimentaciones superficiales (lo que supone implícitamente que los pilotes acompañan completamente al terreno en su movimiento durante el terremoto). Es decir que se puede prescindirse de la influencia de las capas de terreno existentes por encima del plano de apoyo para la determinación del coeficiente C

En el caso del Puente del Centenario se pueden establecer los siguientes tipos de terreno en los 30 metros bajo la cota de encepado, de acuerdo con lo indicado en el Anejo 12 Estudio Geotécnico:

- 15 m de terreno tipo IV; C=2,0
- 5 m de terreno tipo I; C= 1,0
- 3 m de terreno tipo III; C=1,6
- 7 m de terreno tipo II; C=1,3

En cuanto a la influencia del tipo de terreno en la definición del espectro de diseño, según los planos de proyecto se tiene que los 15 metros más superficiales están formados de un terreno no competente, que será considerado como tipo IV. Bajo este estrato se tienen un estrato de gravas y arenas, que para los efectos de este informe se ha considerado, conservadoramente, como tipo III. Así, se ha tomado un coeficiente del tipo de terreno conservador de 1.80.

Finalmente, la aceleración de cálculo será igual a:

$$ac = S \cdot \rho \cdot ab = 1{,}304 \cdot 1{,}3 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}07g = 0{,}119g$$

Este valor resulta igual al valor calculado de acuerdo al Eurocódigo 8.

## 3.2 CONSIDERACIÓN DE LA ACCIÓN SÍSMICA. ESPECTRO ELÁSTICO DE RESPUESTA HORIZONTAL

De acuerdo a NCSP-0, se definen tres espectros, el correspondiente al sismo frecuente, al sismo último y al sismo de construcción.

- Parámetros básicos del sismo:

  $a_b$ = 0.07g  k = 1.1  C = 1.8  $\gamma_I$ = 1.3

- Parámetros para el sismo frecuente

  $T_r$ = 100 años → $\gamma_{II}$ = 0.525

  $a_c$ = 0.069g

  $\zeta$ = 3% → $\nu$ = 1.23

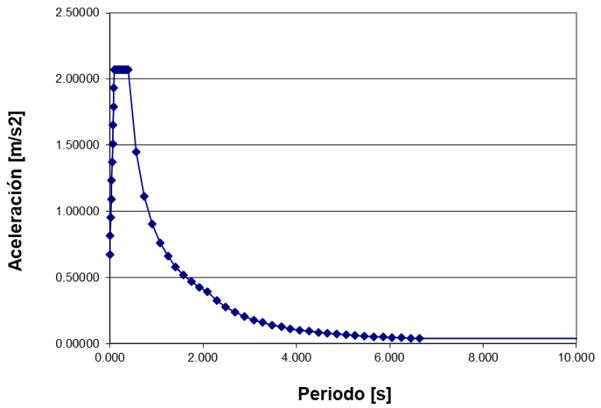



*Figura 3 Espectro sismo frecuente*

- Parámetros para el sismo último

  $T_r$ = 500 años → $\gamma_{II}$ = 1.00

  $a_c$ = 0.131g

  $\zeta$ = 5% → $\nu$ = 1.00

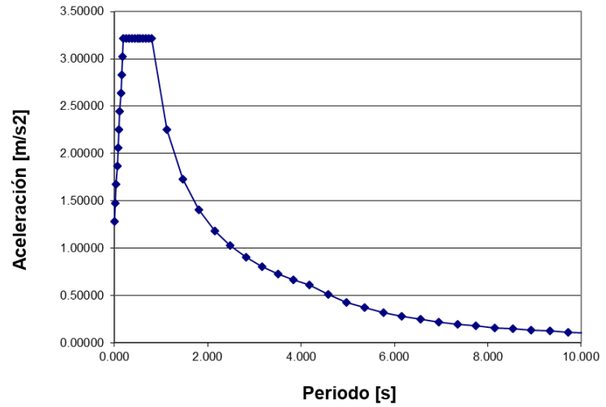



*Figura 4 Espectro sismo último*

- Parámetros para el sismo de construcción

  $T_r$ = 25 años → $\gamma_{II}$ = 0.30

  $a_c$ = 0.040g

  $\zeta$ = 3% → $\nu$ = 1.23 (se mantiene el amortiguamiento del sismo frecuente)

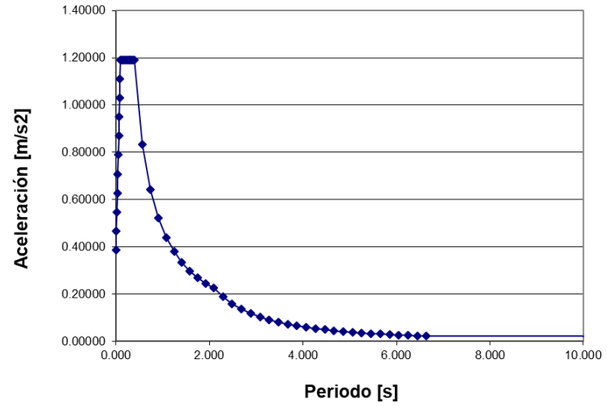



*Figura 5 Espectro sismo de construcción*

## 4 CONCLUSIÓN

A la vista de los resultados obtenidos se puede establecer que el valor de la acción sísmica de cálculo determinada a partir del UNE-EN 1998-1:2018 supone un nivel de seguridad análogo al calculado de acuerdo a la NSCP-07, de obligado cumplimiento.

DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA Y ANEJOS

# ANEJO Nº 11. ESTUDIO DE TRÁFICO

# INDICE

1. INTRODUCCIÓN. OBJETO DEL ESTUDIO. ..... 5
2. CARACTERIZACIÓN DEL TRÁFICO ACTUAL. ..... 5
2.1. AFOROS DEL MINISTERIO DE FOMENTO. ..... 6
2.2. AFOROS DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA. ..... 7
2.3. IMDS DEL AYUNTAMIENTO DE SEVILLA. ..... 8
2.4. OTROS AFOROS. ..... 10

APÉNDICE 1. PLANO DE INTENSIDADES MEDIAS DIARIAS (SITUACIÓN ACTUAL).
APÉNDICE 2. CAMPAÑA DE AFOROS DE TRÁFICO.

# 1. INTRODUCCIÓN. OBJETO DEL ESTUDIO.

Se redacta el presente anejo con la finalidad de conocer el tráfico actual que circula por el Puente del Centenario. Igualmente se ha analizado el tráfico actual en los viarios próximos al Puente del Centenario como son el viario urbano de Sevilla y el viario portuario habida cuenta de que, tal y como se expone en el anejo 19 Soluciones al tráfico, en determinados momentos de la actuación de sustitución de tirantes se propone la utilización de esos viarios como desvío de parte o de la totalidad del tráfico que circula por el puente.

# 2. CARACTERIZACIÓN DEL TRÁFICO ACTUAL.

El tramo comprendido entre los p.p.k.k. 10 y 12, en el que se sitúa el Puente del Centenario, constituye actualmente el tramo con menor capacidad de la autovía SE-30, ocasionándose en días laborables importantes congestiones de tráfico en horas punta en ambos sentidos de circulación. El Puente del Centenario dispone de una sección constituida por 2 carriles por sentido de 3,0 m de anchura, más un carril central reversible también de 3,0 m de anchura cuya regulación corresponde al Centro de Gestión de Tráfico del Suroeste, perteneciente a la D.G.T. Si bien la apertura al tráfico de este carril central reversible contribuye positivamente a mejorar la fluidez del tráfico, no es ni mucho menos la solución al registrarse largas colas de vehículos en ambos sentidos en las horas punta.

La carretera de La Esclusa presenta dos tramos claramente diferenciados en función del tipo de tráfico que acoge. Así, se distingue un primer tramo con un carácter marcadamente urbano comprendido entre la glorieta Avión Saeta (intersección con la avda. Juan Pablo II) y la glorieta del enlace 12 “Puerto Oeste” con la SE-30, y un segundo tramo entre esta glorieta de enlace y los puentes sobre la Nueva Esclusa que acoge principalmente tráfico vinculado con la actividad portuaria. Es este segundo tramo el que coincidirá con las conexiones provisionales proyectadas para aliviar el tráfico durante las obras y el cual se describe brevemente a continuación.

La carretera de La Esclusa tiene una sección constituida por 2 carriles por sentido separados físicamente por una mediana estricta de 1,5 m de anchura. A lo largo de su trazado se suceden una serie de nudos que permiten el acceso a las zonas colindantes destinadas a diversas actividades entre las que destacan las actividades portuarias e industriales. Son especialmente importantes las miniglorietas, con un diámetro máximo de la isleta central de 10 m y calzada anular constituida por 2 carriles, pasando a continuación a relacionar las mismas según sentido de circulación hacia la Nueva Esclusa:

- Miniglorieta nº 1: Sirve de acceso a las instalaciones portuarias “Puerto Oeste”.
- Miniglorieta nº 2: Sirve de acceso a la Zona de Actividades Logísticas (Z.A.L.).
- Miniglorieta nº 3: Actualmente solo permite los 2 movimientos de paso y los cambios de sentido, al estar anulado el tercer acceso (acceso secundario).
- Miniglorieta nº 4: Sirve de acceso al polígono industrial “Astilleros”.
- Miniglorieta nº 5: Permite el acceso a la Zona Franca.
- Glorieta nº 6: Únicamente da acceso a un camino agrícola en la zona Punta del Verde. Está diseñada para permitir cambios de sentido y reducir la velocidad de circulación.
- Glorieta nº 7: Situada inmediatamente antes de la Nueva Esclusa, permite el acceso a los dos puentes sobre la misma que conectan con la zona de El Cuarto.

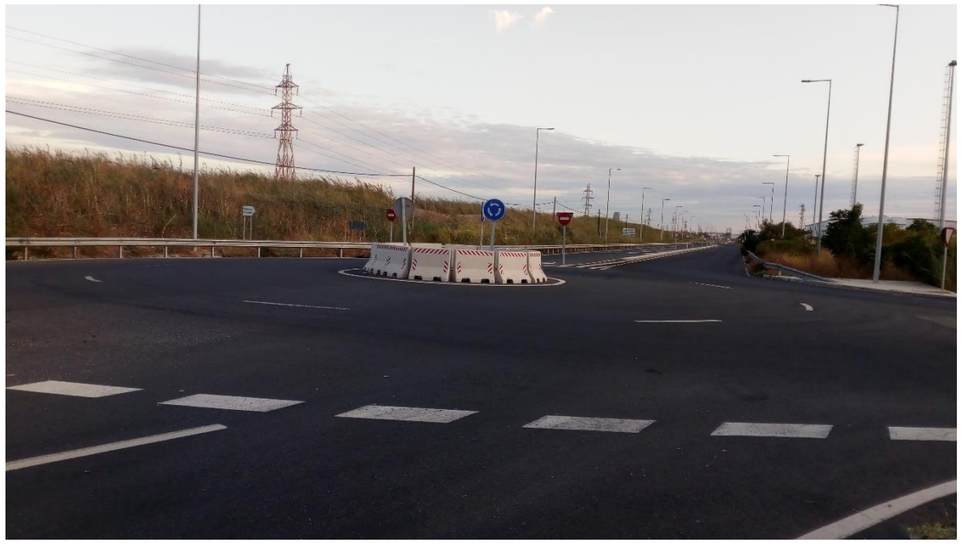
Foto 1: Miniglorieta de acceso a Puerto Oeste.




Foto 2: Miniglorieta de acceso a Z.A.L.



Foto 3: Miniglorieta de acceso a Zona Franca.



Adicionalmente existen una serie de accesos solo por una de las dos márgenes, en forma de intersección, permitiéndose desde el acceso únicamente el giro a la derecha y debiéndose realizar los giros a la izquierda desde el acceso (impedidos físicamente por la existencia de mediana elevada o con bolardos) mediante un cambio de sentido en la miniglorieta más cercana. Este es el caso por ejemplo del acceso Torrecuéllar por la margen derecha de la carretera desde las cocheras de los coches de caballos, situado entre las miniglorietas nº 2 y 3, debiendo los coches de caballos realizar el cambio de sentido en la miniglorieta nº 3 para dirigirse hacia Sevilla.

La carretera de La Esclusa presenta elevadas intensidades de tráfico, especialmente en el subtramo comprendido entre la glorieta del enlace 12 "Puerto Oeste" con la SE-30 y la miniglorieta nº 2 de acceso a la Z.A.L, donde se alcanzan intensidades de tráfico superiores a 10.000 veh/día en días laborables. A partir de la miniglorieta nº 2 de acceso a la Z.A.L., el tráfico baja a intensidades próximas a 4.000 veh/día, siendo el tráfico prácticamente inexistente a partir de la miniglorieta nº 5 de acceso a la Zona Franca. Además, el tráfico en la carretera de La Esclusa presenta importantes puntas horarias y elevadas intensidades de camiones, lo que sin duda produce una disminución en la capacidad de la vía.

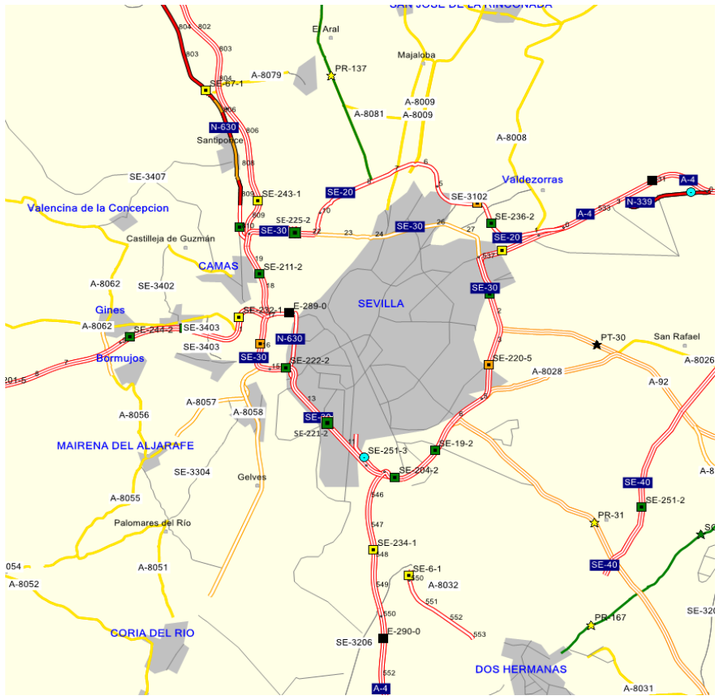
Como ha sido comentado anteriormente, debido a la presencia de las cocheras junto a la carretera, es bastante habitual la circulación de coches de caballos en la carretera de La Esclusa, especialmente por la mañana hacia Sevilla y por la tarde de regreso. Esto resulta importante por el entorpecimiento del tráfico debido a las bajas velocidades desarrolladas por estos vehículos.

Los datos más actuales sobre tráfico en el corredor se obtienen a partir de los datos de aforo recogidos en los Mapas de Tráfico que anualmente publican la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento y la Consejería de Fomento, Infraestructuras y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía. Así mismo, se han utilizado las intensidades medias diarias publicadas por el Ayuntamiento de Sevilla y los resultados de una campaña de aforos realizada por la Unidad de Carreteras del Estado en Sevilla.

## 2.1. AFOROS DEL MINISTERIO DE FOMENTO.

Para la caracterización del tráfico en el ámbito de estudio se recogen los datos correspondientes a las estaciones de aforo localizadas en la SE-30, las cuales son competencia del Ministerio de Fomento.

Figura 1. Mapa de tráfico. Ministerio de Fomento. Año 2017




La mayoría de las estaciones localizadas en la SE-30 son estaciones secundarias.

Tabla 1. Evolución del tráfico en las estaciones de aforo localizadas en la SE-30

| Año | SE-204-2 | | SE-221-2 | | SE-222-2 | | SE-223-5 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | IMD | %Pes | IMD | %Pes | IMD | %Pes | IMD | %Pes |
| 2006 | 106.228 | 11,03 | 103.593 | 8,81 | 150.195 | 6,56 | 91.231 | 9,08 |
| 2007 | 108.354 | 10,69 | 106.434 | 5,67 | 158.340 | 7,05 | 101.401 | 8,24 |
| 2008 | 113.363 | 11,12 | 110.808 | 5,86 | 155.675 | 6,17 | 108.122 | 7,66 |
| 2009 | 109.552 | 13,50 | 109.935 | 15,11 | 171.686 | 10,92 | 107.752 | 11,03 |
| 2010 | 115.786 | 13,72 | 111.249 | 13,42 | 157.171 | 11,33 | 106.289 | 12,07 |
| 2011 | 108.733 | 12,24 | 108.093 | 12,90 | 156.324 | 9,32 | 102.494 | 8,69 |
| 2012 | 104.448 | 13,59 | 98.451 | 9,73 | 149.664 | 11,26 | 96.458 | 7,14 |
| 2013 | 99.396 | 14,28 | 97.946 | 9,24 | 136.385 | 12,22 | 94.669 | 5,96 |
| 2014 | 98.153 | 13,07 | 96.623 | 9,89 | 142.213 | 11,43 | 95.355 | 6,46 |
| 2015 | 103.476 | 11,67 | 97.853 | 9,78 | 149.793 | 11,63 | 99.801 | 7,35 |
| 2016 | 99.335 | 7,18 | 99.240 | 9,39 | 144.195 | 6,00 | 99.934 | 6,38 |
| 2017 | 72.814 | 17,05 | 101.547 | 10,23 | 140.712 | 5,98 | 101.664 | 7,08 |

| Año | SE-225-2 | | SE-219-2 | | SE-220-5 | | SE-19-2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | IMD | %Pes | IMD | %Pes | IMD | %Pes | IMD | %Pes |
| 2006 | 69.847 | 6,27 | 117.183 | 8,26 | 103.863 | 8,88 | 121.687 | 10,04 |
| 2007 | 75.806 | 6,43 | 126.864 | 8,09 | 109.056 | 8,20 | 126.150 | 9,80 |
| 2008 | 83.758 | 5,61 | 121.754 | 9,26 | 110.154 | 8,93 | 128.368 | 10,30 |
| 2009 | 76.455 | 5,26 | 131.992 | 11,59 | 118.295 | 11,67 | 125.414 | 12,86 |
| 2010 | 79.356 | 5,08 | 127.372 | 10,77 | 111.845 | 11,10 | 129.998 | 12,34 |
| 2011 | 77.184 | 7,34 | 121.870 | 8,98 | 107.096 | 9,77 | 119.438 | 10,73 |
| 2012 | 69.832 | 4,57 | 109.643 | 10,53 | 98.070 | 7,33 | 111.108 | 12,82 |
| 2013 | 67.585 | 5,95 | 102.697 | 11,80 | 93.984 | 7,31 | 103.493 | 9,14 |
| 2014 | 68.426 | 5,38 | 102.087 | 6,91 | 92.818 | 6,37 | 104.753 | 8,07 |
| 2015 | 68.858 | 5,68 | 101.270 | 6,56 | 94.843 | 7,48 | 108.743 | 8,15 |
| 2016 | 71.814 | 4,00 | 104.037 | 6,15 | 96.629 | 6,91 | 102.595 | 8,06 |
| 2017 | 75.043 | 3,88 | 102.133 | 5,21 | 97.354 | 7,36 | 112.222 | 8,56 |

Para poder estudiar la estacionalidad en el entorno se han tomado los datos de la estación permanente E-290-0, localizada cerca de Bellavista en la Autovía del Sur (A-4) situada en el punto kilométrico 550+700. Esta estación muestra una tendencia creciente hasta 2005, año en el que experimenta un importante crecimiento obteniendo una IMD de 41.599 vehículos/día. También en este año se recoge el mayor volumen de tráfico pesado que alcanza casi el 20% del total. No obstante, a partir de 2007 comienza una tendencia decreciente continuada hasta 2013, año a partir del cual parece revertir dicha tendencia.

Tabla 2. Evolución del tráfico en la estación E-290-0

| Año | IMD Total | IMD Pesados | % Pesados |
|---|---|---|---|
| 2002 | 27.836 | 4.531 | 16,28 |
| 2003 | 26.496 | 4.658 | 17,58 |
| 2004 | 27.618 | 4.687 | 16,97 |
| 2005 | 41.599 | 8.240 | 19,81 |
| 2006 | 42.494 | 5.319 | 12,52 |
| 2007 | 44.033 | 4.633 | 10,52 |
| 2008 | 43.118 | 4.506 | 10,45 |
| 2009 | 42.853 | 4.144 | 9,67 |
| 2010 | 41.676 | 3.903 | 9,37 |
| 2011 | 40.162 | 3.680 | 9,16 |
| 2012 | 38.032 | 3.431 | 9,02 |
| 2013 | 36.662 | 3.337 | 9,1 |
| 2014 | 37.062 | 3.309 | 8,93 |
| 2015 | 38.950 | 3.432 | 8,81 |
| 2016 | 40.404 | 3.353 | 8,3 |
| 2017 | 36.072 | 3.371 | 9,35 |

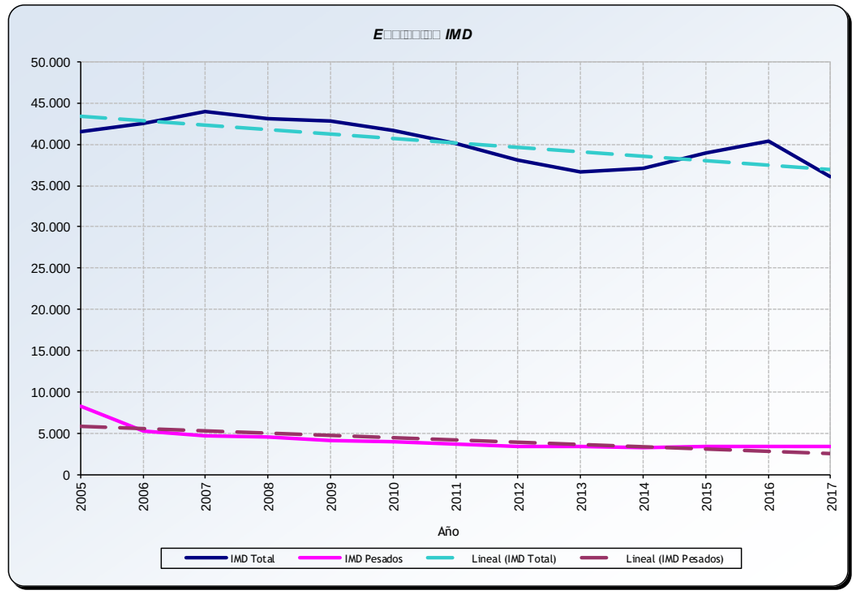
A partir de estos datos de aforo se han calculado los crecimientos anuales acumulativos de las intensidades medias diarias totales y del tráfico pesado, tomando los datos de los últimos diez años.

Tabla 3. Evolución del tráfico. Estación E-290-0

| Del año | Al año | IMD Total | | IMD Pesados | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Crecimiento | Anual | Crecimiento | Anual |
| 2016 | 2017 | -10,7% | -10,7% | 0,5% | 0,5% |
| 2012 | 2017 | -5,2% | -1,1% | -1,7% | -0,4% |
| 2007 | 2017 | -18,1% | -2,0% | -27,2% | -3,1% |
| 2002 | 2017 | 29,6% | 1,7% | -25,6% | -2,0% |

La siguiente figura muestra la evolución del tráfico en IMD y de vehículos pesados en los últimos diez años, que presenta una tendencia continuada de decrecimiento del tráfico.

Figura 2. Evolución del tráfico. Estación E-290-0




## 2.2. AFOROS DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA.

Los datos de aforo de la Consejería de Fomento, Infraestructuras y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía permiten caracterizar el tráfico en las radiales a la SE-30. El estudio se centra en la zona sur, de modo que las estaciones objeto de estudio son las siguientes.

Tabla 4. Estaciones de aforo. Junta de Andalucía

| Estación | Carretera | PK | Localización | Tipo |
|---|---|---|---|---|
| PR-135 | A-8058 | 6+900 | Coria del Río – Gelves | Primaria |
| SE-8208 | A-8058 | 8+200 | Coria del Río – SE-660 | De Cobertura |
| SE-8309 | A-8051 | 0+800 | Palomares del Río – Coria del Río | De Cobertura |
| SC-820 | A-8032 | 3+900 | N-IV – Dos Hermanas | Secundaria |
| SC-8100 | A-8058 | 8+200 | Coria del Río – Gelves | Secundaria |

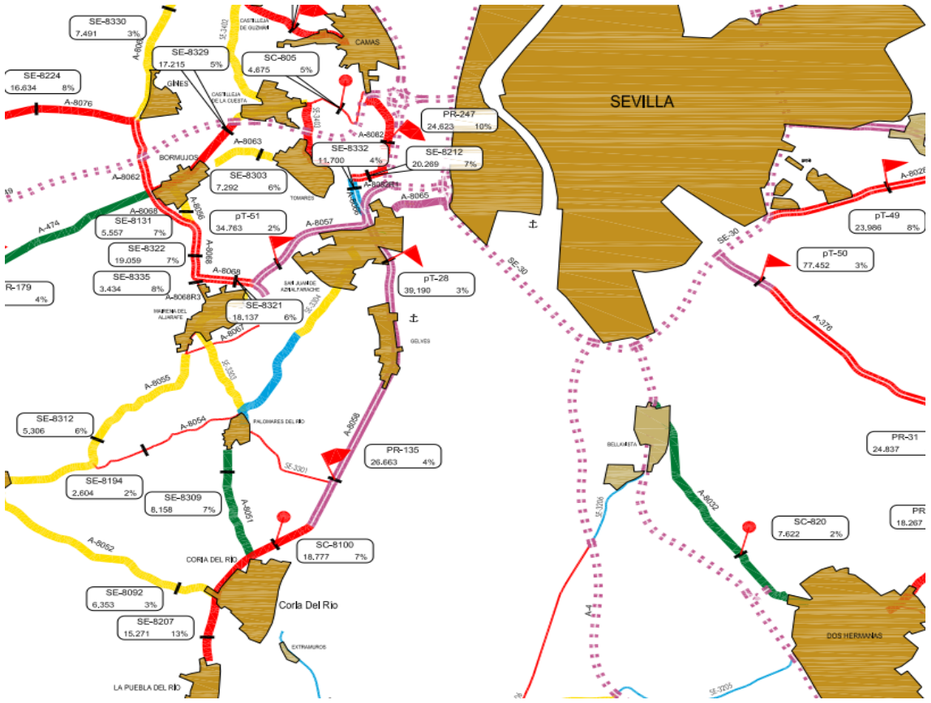
Tras un periodo de tendencia decreciente, se observa que durante los últimos tres años se produce un aumento del tráfico en estas estaciones de aforo.

Tabla 5. Evolución del tráfico. Estaciones de aforo. Junta de Andalucía

| Año | PR-135 | | SE-8208 | | SE-8309 | | SC-820 | | SC-8100 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | IMD | %Pes | IMD | %Pes | IMD | %Pes | IMD | %Pes | IMD | %Pes |
| 2006 | 28.002 | 7 | 17.343 | 10,6 | 7.934 | 5,3 | 10.461 | 3,3 | - | - |
| 2007 | 29.507 | 5,7 | - | - | 8.802 | 4,9 | 10.491 | 3,6 | - | - |
| 2008 | 29.576 | 2 | 16.958 | 11 | 8.034 | 5,5 | 10.724 | 4 | - | - |
| 2009 | 32.122 | 2 | 17.807 | 11 | 8.082 | 8 | 9.583 | 4 | - | - |
| 2010 | 28.038 | 2 | 18.278 | 10 | 8.304 | 5 | 9.853 | 4 | - | - |
| 2011 | 28.556 | 6 | - | - | 8.194 | 5 | 9.653 | 4 | - | - |
| 2012 | 26.571 | 6 | 16.686 | 9 | 8.116 | 6 | 8.783 | 4 | - | - |
| 2013 | 26.113 | 5 | - | - | 7.755 | 5 | 8.366 | 3 | 16.152 | 10 |
| 2014 | 25.904 | 4 | - | - | 7.662 | 5 | 8.074 | 4 | 16.073 | 9 |
| 2015 | 25.631 | 4 | - | - | 7.939 | 6 | 7.955 | 1 | 16.093 | 9 |
| 2016 | 26.663 | 4 | - | - | 8.158 | 7 | 7.622 | 2 | 18.777 | 7 |

A continuación, se recoge un plano con la localización de estos puntos de aforo.

Figura 3. Plan de aforos de la red principal de carreteras de Andalucía. Mapa de tráfico 2016




## 2.3. IMDS DEL AYUNTAMIENTO DE SEVILLA.

Adicionalmente, los datos de IMD publicados por el Ayuntamiento de Sevilla permiten caracterizar el tráfico en las principales arterias de la ciudad. A continuación, se detallan las principales rutas, localización y tráficos en IMD para el año 2017.

Tabla 6. Estaciones aforo Ayto. Sevilla. Localización

| RUTA | DENOMINACION |
|---|---|
| 1 | PALMERA ENTRADA |
| 2 | PALMERA SALIDA |
| 3 | RAMÓN Y CAJAL ENTRADA |
| 4 | RAMÓN Y CAJAL SALIDA |
| 5 | LUIS MONTOTO ENTRADA |
| 6 | LUIS MONTOTO SALIDA |
| 7 | KANSAS CITY ENTRADA |
| 8 | KANSAS CITY SALIDA |
| 9 | JIMENEZ BECERRIL ENTRADA |
| 10 | JIMENEZ BECERRIL SALIDA |
| 11 | CRISTO.EXPIRACIÓN ENTRADA |
| 12 | CRISTO.EXPIRACIÓN SALIDA |
| 13 | REP. ARGENTINA ENTRADA |
| 14 | REP. ARGENTINA SALIDA |
| 15 | S.FCO.JAVIER- SUR-NORTE |
| 16 | S.FCO.JAVIER- NORTE-SUR |
| 17 | TAMARGUILLO SUR.- SUR-NORTE |
| 18 | TAMARGUILLO SUR.- NORTE-SUR |
| 19 | SU EMINENCIA - SUR-NORTE |
| 20 | SU EMINENCIA - NORTE-SUR |
| 21 | VIRGEN DE LUJAN - SUR-NORTE |
| 22 | VIRGEN DE LUJAN - NORTE-SUR |
| 24 | R. HISTORICA - NORTE-SUR |
| 25 | PASEO COLON - NORTE-SUR |
| 26 | PASEO COLON - SUR-NORTE |
| 27 | EL GRECO - SUR-NORTE |
| 28 | EL GRECO - NORTE-SUR |
| 29 | BORBOLLA - SUR-NORTE |
| 30 | BORBOLLA - NORTE-SUR |
| 31 | EDUARDO DATO ENTRADA |
| 32 | EDUARDO DATO SALIDA |
| 33 | DR. FEDRIANI ENTRADA |
| 34 | DR. FEDRIANI SALIDA |
| 36 | FLOTA DE INDIAS SALIDA |
| 37 | FLOTA DE INDIAS ENTRADA |
| 38 | RONDA TRIANA - NORTE-SUR |
| 39 | RONDA TRIANA - SUR-NORTE |
| 40 | MIRAFLORES SALIDA |
| 41 | PINO MONTANO ENTRADA |

| RUTA | DENOMINACION |
|---|---|
| 42 | CTRA. CARMONA SALIDA |
| 43 | CTRA. CARMONA ENTRADA |
| 44 | AVDA. PAZ SALIDA |
| 45 | AVDA. PAZ ENTRADA |
| 46 | PUENTE DE LAS DELICIAS ENTRADA |
| 47 | PUENTE DE LAS DELICIAS SALIDA |
| 48 | BUHAIRA - NORTE-SUR |
| 49 | BUHAIRA - SUR-NORTE |
| 50 | TAMARGUILLO NORTE - SUR-NORTE |
| 51 | TAMARGUILLO NORTE - NORTE-SUR |
| 52 | TORNEO - NORTE-SUR |
| 53 | TORNEO - SUR-NORTE |
| 54 | J.M. MORENO GALVAN - NORTE-SUR |
| 55 | J.M. MORENO GALVAN - SUR-NORTE |
| 59 | MARTINEZ.BARRIOS - SUR-NORTE |
| 60 | MARTINEZ.BARRIOS - NORTE-SUR |
| 61 | C.CAMPO-CIUDAD JARDIN - SUR-NORTE |
| 62 | C.CAMPO-CIUDAD JARDIN - NORTE-SUR |
| 63 | FELIPE II - OESTE-ESTE |
| 64 | FELIPE II - ESTE-OESTE |
| 65 | MONTES SIERRA SALIDA |
| 66 | MONTES SIERRA ENTRADA |
| 67 | AVDA. DE LAS CIENCIAS - NORTE-SUR |
| 68 | AVDA. DE LAS CIENCIAS - SUR-NORTE |
| 69 | SECOYA - SUR-NORTE |
| 70 | SECOYA - NORTE-SUR |
| 71 | R. NORTE (SECTOR ESTE) - SUR-NORTE |
| 72 | R. NORTE (SECTOR ESTE) - NORTE-SUR |
| 73 | R. NORTE (SECTOR OESTE) - ESTE-OESTE |
| 74 | R. NORTE (SECTOR OESTE) - OESTE-ESTE |
| 77 | CARLOS III - NORTE-SUR |
| 84 | RONDA PIO XII - ESTE-OESTE |
| 86 | LUCA DE TENA - ESTE-OESTE |
| 87 | CARDENAL ILUNDAIN - OESTE-ESTE |
| 89 | MENENDEZ PELAYO - SUR-NORTE |
| 90 | MENENDEZ PELAYO - NORTE-SUR |
| 91 | AV. SÉNECA - OESTE-ESTE |
| 92 | AV. SÉNECA - ESTE-OESTE |

Tabla 7. Estaciones aforo Ayto. Aforo 00h00 - 12h00

| | 00-01h | 01-02h | 02-03h | 03-04h | 04-05h | 05-06h | 06-07h | 07-08h | 08-09h | 09-10h | 10-11h | 11-12h |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| RUTA 01 | 231 | 112 | 56 | 39 | 37 | 80 | 333 | 1399 | 1822 | 1687 | 1436 | 1420 |
| RUTA 02 | 344 | 199 | 103 | 70 | 58 | 64 | 175 | 1264 | 2092 | 1301 | 1116 | 1181 |
| RUTA 03 | 117 | 53 | 32 | 21 | 27 | 53 | 151 | 480 | 729 | 703 | 656 | 661 |
| RUTA 04 | 175 | 95 | 51 | 37 | 31 | 42 | 108 | 435 | 753 | 697 | 625 | 654 |
| RUTA 05 | 185 | 77 | 50 | 42 | 66 | 173 | 533 | 1267 | 1517 | 1485 | 1394 | 1397 |
| RUTA 06 | 249 | 126 | 97 | 72 | 69 | 98 | 228 | 559 | 993 | 1012 | 947 | 1035 |
| RUTA 07 | 205 | 80 | 38 | 25 | 33 | 113 | 362 | 1020 | 1222 | 1229 | 1023 | 1042 |
| RUTA 08 | 293 | 133 | 76 | 45 | 39 | 74 | 195 | 811 | 1288 | 1077 | 928 | 979 |
| RUTA 09 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RUTA 10 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RUTA 11 | 296 | 138 | 68 | 50 | 53 | 116 | 557 | 2146 | 2441 | 2201 | 1670 | 1615 |
| RUTA 12 | 326 | 150 | 66 | 41 | 48 | 69 | 273 | 1197 | 1724 | 1430 | 1235 | 1326 |
| RUTA 13 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RUTA 14 | 238 | 129 | 74 | 53 | 38 | 47 | 109 | 377 | 730 | 730 | 669 | 720 |
| RUTA 15 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RUTA 16 | 223 | 94 | 57 | 31 | 24 | 38 | 147 | 702 | 1214 | 919 | 692 | 761 |
| RUTA 17 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RUTA 18 | 285 | 164 | 98 | 65 | 68 | 119 | 327 | 1064 | 1309 | 1197 | 1088 | 1080 |
| RUTA 19 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RUTA 20 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RUTA 21 | 141 | 80 | 52 | 42 | 38 | 44 | 154 | 310 | 611 | 912 | 907 | 864 |
| RUTA 22 | 232 | 135 | 84 | 55 | 46 | 52 | 128 | 436 | 698 | 567 | 521 | 583 |
| RUTA 24 | 288 | 161 | 92 | 62 | 53 | 81 | 284 | 889 | 1307 | 1209 | 1040 | 1064 |
| RUTA 25 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RUTA 26 | 357 | 193 | 126 | 85 | 74 | 85 | 192 | 842 | 1520 | 1519 | 1449 | 1541 |
| RUTA 27 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RUTA 28 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RUTA 29 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RUTA 30 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RUTA 31 | 80 | 51 | 34 | 26 | 26 | 42 | 119 | 414 | 639 | 551 | 465 | 492 |
| RUTA 32 | 155 | 64 | 51 | 26 | 21 | 26 | 59 | 202 | 360 | 403 | 388 | 418 |
| RUTA 33 | 237 | 106 | 65 | 39 | 49 | 83 | 183 | 536 | 810 | 786 | 820 | 835 |
| RUTA 34 | 109 | 48 | 46 | 13 | 24 | 36 | 129 | 372 | 690 | 742 | 773 | 765 |
| RUTA 36 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RUTA 37 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RUTA 38 | 108 | 47 | 33 | 15 | 9 | 15 | 37 | 168 | 344 | 406 | 361 | 392 |
| RUTA 39 | 162 | 104 | 62 | 35 | 27 | 35 | 97 | 243 | 386 | 413 | 419 | 387 |
| RUTA 40 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RUTA 41 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RUTA 42 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RUTA 43 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RUTA 44 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RUTA 45 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RUTA 46 | 160 | 71 | 36 | 26 | 24 | 70 | 525 | 1583 | 1790 | 1617 | 1292 | 1250 |
| RUTA 47 | 280 | 166 | 102 | 77 | 51 | 69 | 196 | 694 | 1192 | 1289 | 1196 | 1309 |
| RUTA 48 | 128 | 62 | 33 | 20 | 14 | 18 | 58 | 268 | 537 | 485 | 379 | 417 |
| RUTA 49 | 185 | 108 | 73 | 45 | 37 | 40 | 122 | 386 | 558 | 545 | 509 | 541 |
| RUTA 50 | 280 | 102 | 40 | 28 | 19 | 42 | 175 | 604 | 1034 | 885 | 761 | 835 |
| RUTA 51 | 139 | 67 | 36 | 24 | 30 | 79 | 268 | 871 | 1213 | 1014 | 861 | 827 |
| RUTA 52 | 236 | 126 | 62 | 44 | 48 | 70 | 233 | 880 | 1310 | 1169 | 981 | 1036 |
| RUTA 53 | 354 | 237 | 138 | 93 | 67 | 76 | 210 | 1159 | 1418 | 1392 | 1159 | 1101 |
| RUTA 54 | 106 | 41 | 23 | 21 | 8 | 21 | 110 | 542 | 695 | 597 | 510 | 488 |
| RUTA 55 | 162 | 94 | 43 | 31 | 32 | 33 | 83 | 254 | 492 | 535 | 544 | 581 |
| RUTA 59 | 197 | 87 | 52 | 30 | 27 | 73 | 313 | 1302 | 1737 | 1550 | 1156 | 1120 |
| RUTA 60 | 253 | 106 | 65 | 38 | 27 | 43 | 134 | 638 | 1007 | 805 | 698 | 723 |
| RUTA 61 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RUTA 62 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RUTA 63 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RUTA 64 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RUTA 65 | 304 | 212 | 144 | 107 | 106 | 122 | 257 | 573 | 1021 | 1051 | 1105 | 1246 |
| RUTA 66 | 138 | 95 | 61 | 46 | 37 | 75 | 160 | 881 | 1632 | 1504 | 1184 | 1269 |
| RUTA 67 | 251 | 161 | 107 | 81 | 57 | 61 | 156 | 534 | 928 | 921 | 789 | 851 |
| RUTA 68 | 207 | 117 | 71 | 57 | 65 | 108 | 337 | 1115 | 1484 | 1245 | 962 | 986 |
| RUTA 69 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RUTA 70 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RUTA 71 | 424 | 192 | 102 | 79 | 114 | 242 | 804 | 1864 | 2029 | 2082 | 1975 | 1998 |
| RUTA 72 | 597 | 300 | 185 | 164 | 201 | 414 | 1014 | 1838 | 2084 | 1831 | 1792 | 2010 |
| RUTA 73 | 369 | 184 | 112 | 96 | 115 | 251 | 776 | 1732 | 2023 | 1716 | 1521 | 1569 |
| RUTA 74 | 273 | 134 | 58 | 47 | 69 | 150 | 596 | 1675 | 2216 | 1907 | 1459 | 1521 |
| RUTA 77 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RUTA 84 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RUTA 86 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RUTA 87 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RUTA 89 | 231 | 136 | 97 | 72 | 62 | 76 | 231 | 724 | 1073 | 1025 | 982 | 959 |
| RUTA 90 | 405 | 184 | 84 | 42 | 34 | 65 | 209 | 535 | 985 | 1204 | 951 | 849 |
| RUTA 91 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RUTA 92 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

Tabla 8. Estaciones aforo Ayto. Aforo 12h00 - 24h00

| | 12-13h | 13-14h | 14-15h | 15-16h | 16-17h | 17-18h | 18-19h | 19-20h | 20-21h | 21-22h | 22-23h | 23-00h | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| RUTA 01 | 1358 | 1380 | 1584 | 1415 | 1185 | 1383 | 1268 | 1332 | 1246 | 959 | 584 | 352 | 22700 |
| RUTA 02 | 1256 | 1430 | 1617 | 1268 | 1039 | 1073 | 1179 | 1176 | 1256 | 1041 | 592 | 423 | 21315 |
| RUTA 03 | 673 | 641 | 688 | 664 | 539 | 566 | 566 | 608 | 612 | 464 | 272 | 186 | 10173 |
| RUTA 04 | 763 | 890 | 986 | 793 | 610 | 665 | 699 | 711 | 747 | 642 | 413 | 265 | 11884 |
| RUTA 05 | 1373 | 1424 | 1557 | 1398 | 1285 | 1287 | 1316 | 1242 | 984 | 737 | 512 | 361 | 21663 |
| RUTA 06 | 1151 | 1199 | 1201 | 1099 | 1001 | 1093 | 1047 | 1036 | 1016 | 841 | 581 | 364 | 17116 |
| RUTA 07 | 1014 | 1108 | 1296 | 1238 | 1036 | 1035 | 1006 | 1227 | 1091 | 926 | 556 | 321 | 18250 |
| RUTA 08 | 1004 | 1119 | 1353 | 1171 | 942 | 950 | 1051 | 1141 | 1140 | 980 | 650 | 373 | 17812 |
| RUTA 09 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RUTA 10 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RUTA 11 | 1514 | 1481 | 1746 | 1804 | 1827 | 1805 | 1765 | 1737 | 1569 | 1320 | 851 | 472 | 29241 |
| RUTA 12 | 1411 | 1720 | 2200 | 2037 | 1502 | 1424 | 1614 | 1797 | 1858 | 1729 | 1183 | 594 | 26965 |
| RUTA 13 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RUTA 14 | 766 | 820 | 917 | 748 | 684 | 715 | 756 | 787 | 824 | 704 | 461 | 316 | 12412 |
| RUTA 15 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RUTA 16 | 798 | 980 | 1167 | 1016 | 819 | 879 | 893 | 966 | 990 | 856 | 539 | 305 | 15111 |
| RUTA 17 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RUTA 18 | 1020 | 1005 | 1118 | 1045 | 984 | 976 | 945 | 1007 | 966 | 871 | 592 | 401 | 17800 |
| RUTA 19 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RUTA 20 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RUTA 21 | 886 | 804 | 946 | 747 | 720 | 813 | 492 | 237 | 197 | 197 | 231 | 183 | 10607 |
| RUTA 22 | 615 | 659 | 665 | 634 | 509 | 529 | 509 | 644 | 656 | 534 | 384 | 278 | 10154 |
| RUTA 24 | 1144 | 1190 | 1493 | 1352 | 944 | 1009 | 1057 | 1143 | 1083 | 911 | 615 | 375 | 18846 |
| RUTA 25 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RUTA 26 | 1659 | 1681 | 1799 | 1688 | 1299 | 1379 | 1411 | 1246 | 1193 | 1000 | 665 | 493 | 23496 |
| RUTA 27 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RUTA 28 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RUTA 29 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RUTA 30 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RUTA 31 | 491 | 484 | 490 | 419 | 409 | 458 | 438 | 445 | 402 | 321 | 225 | 151 | 7673 |
| RUTA 32 | 489 | 534 | 633 | 446 | 364 | 427 | 451 | 484 | 480 | 393 | 272 | 180 | 7334 |
| RUTA 33 | 821 | 821 | 991 | 813 | 619 | 620 | 626 | 686 | 689 | 566 | 421 | 304 | 12538 |
| RUTA 34 | 854 | 849 | 1141 | 765 | 585 | 584 | 627 | 643 | 729 | 577 | 318 | 145 | 11563 |
| RUTA 36 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RUTA 37 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RUTA 38 | 417 | 488 | 676 | 556 | 328 | 347 | 405 | 440 | 417 | 346 | 201 | 134 | 6692 |
| RUTA 39 | 465 | 522 | 578 | 498 | 339 | 361 | 358 | 318 | 422 | 446 | 342 | 227 | 7244 |
| RUTA 40 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RUTA 41 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RUTA 42 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RUTA 43 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RUTA 44 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RUTA 45 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RUTA 46 | 1174 | 1189 | 1534 | 1446 | 1189 | 1201 | 1244 | 1315 | 1152 | 933 | 518 | 258 | 21600 |
| RUTA 47 | 1348 | 1435 | 1705 | 1677 | 1216 | 1266 | 1270 | 1372 | 1363 | 999 | 378 | 308 | 21008 |
| RUTA 48 | 445 | 503 | 619 | 500 | 413 | 432 | 478 | 477 | 481 | 414 | 239 | 161 | 7580 |
| RUTA 49 | 592 | 604 | 649 | 407 | 316 | 389 | 427 | 505 | 521 | 491 | 355 | 257 | 8663 |
| RUTA 50 | 948 | 1226 | 1578 | 1266 | 931 | 905 | 1042 | 1147 | 1168 | 970 | 677 | 339 | 17001 |
| RUTA 51 | 900 | 1036 | 1234 | 1017 | 885 | 964 | 979 | 1027 | 956 | 731 | 455 | 273 | 15887 |
| RUTA 52 | 1102 | 1142 | 1444 | 1336 | 1037 | 1075 | 1135 | 1210 | 1175 | 1030 | 686 | 407 | 18973 |
| RUTA 53 | 1136 | 1379 | 1549 | 1435 | 896 | 988 | 1061 | 1136 | 1309 | 1285 | 1047 | 791 | 21417 |
| RUTA 54 | 453 | 485 | 562 | 481 | 491 | 516 | 537 | 553 | 558 | 393 | 284 | 159 | 8632 |
| RUTA 55 | 614 | 667 | 808 | 602 | 466 | 530 | 585 | 590 | 572 | 507 | 298 | 194 | 9319 |
| RUTA 59 | 1094 | 1252 | 1599 | 1509 | 1155 | 1255 | 1412 | 1449 | 1371 | 1089 | 594 | 326 | 21767 |
| RUTA 60 | 794 | 916 | 1055 | 899 | 740 | 786 | 822 | 898 | 946 | 771 | 511 | 299 | 13972 |
| RUTA 61 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RUTA 62 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RUTA 63 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RUTA 64 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RUTA 65 | 1482 | 1643 | 1887 | 1529 | 1155 | 1197 | 1324 | 1459 | 1472 | 1137 | 772 | 520 | 21832 |
| RUTA 66 | 1244 | 1195 | 1328 | 1122 | 1098 | 1217 | 1293 | 1376 | 1137 | 635 | 296 | 201 | 19223 |
| RUTA 67 | 1033 | 1241 | 1348 | 1146 | 910 | 935 | 1060 | 1188 | 1188 | 1011 | 674 | 389 | 17020 |
| RUTA 68 | 1086 | 1152 | 1364 | 1154 | 1052 | 1085 | 1186 | 1267 | 1147 | 881 | 492 | 309 | 18928 |
| RUTA 69 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RUTA 70 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RUTA 71 | 2144 | 2412 | 2700 | 2392 | 2108 | 2318 | 2483 | 2561 | 2223 | 1743 | 1298 | 718 | 37006 |
| RUTA 72 | 2106 | 2340 | 2470 | 2328 | 2070 | 2099 | 2163 | 2218 | 2090 | 1950 | 1375 | 891 | 36528 |
| RUTA 73 | 1606 | 1727 | 1921 | 1956 | 1675 | 1751 | 1662 | 1815 | 1791 | 1469 | 969 | 620 | 29428 |
| RUTA 74 | 1655 | 1945 | 2408 | 2181 | 1665 | 1722 | 2066 | 2075 | 1811 | 1457 | 888 | 447 | 30424 |
| RUTA 77 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RUTA 84 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RUTA 86 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RUTA 87 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RUTA 89 | 1051 | 1125 | 1219 | 1038 | 857 | 919 | 920 | 982 | 1007 | 901 | 535 | 354 | 16576 |
| RUTA 90 | 929 | 1158 | 1417 | 1042 | 780 | 640 | 700 | 773 | 845 | 824 | 575 | 440 | 15669 |
| RUTA 91 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RUTA 92 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

## 2.4. OTROS AFOROS.

Adicionalmente, se han considerado los datos de IMD obtenidos a partir de los aforos realizados en el ámbito de estudio en diversos periodos de los años 2018 y 2019.

En las siguientes figuras se muestran los aforos utilizados para completar la caracterización de la situación actual en el ámbito de estudio.

Figura 4. Aforos específicos en el Enlace 12 Puerto Oeste

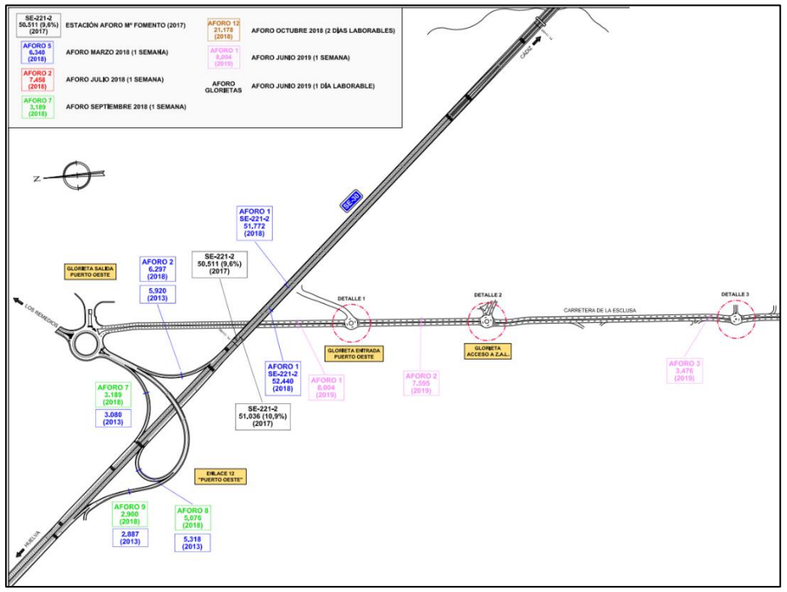



Figura 5. Aforos de glorietas por movimientos

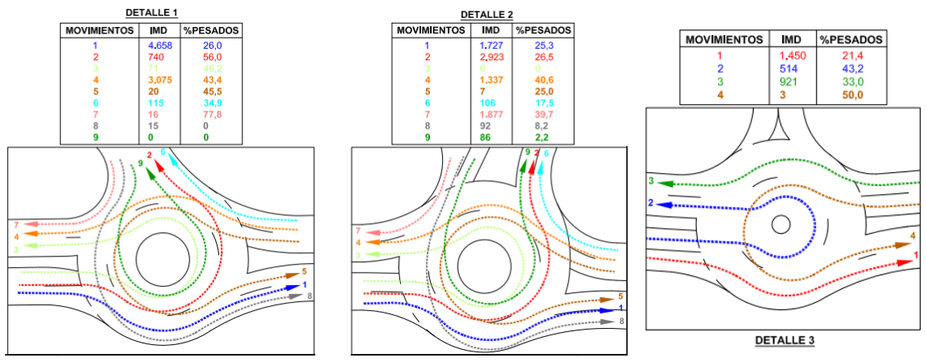



Figura 6. Aforos específicos en los ramales del enlace 9 SE-30 con A-4

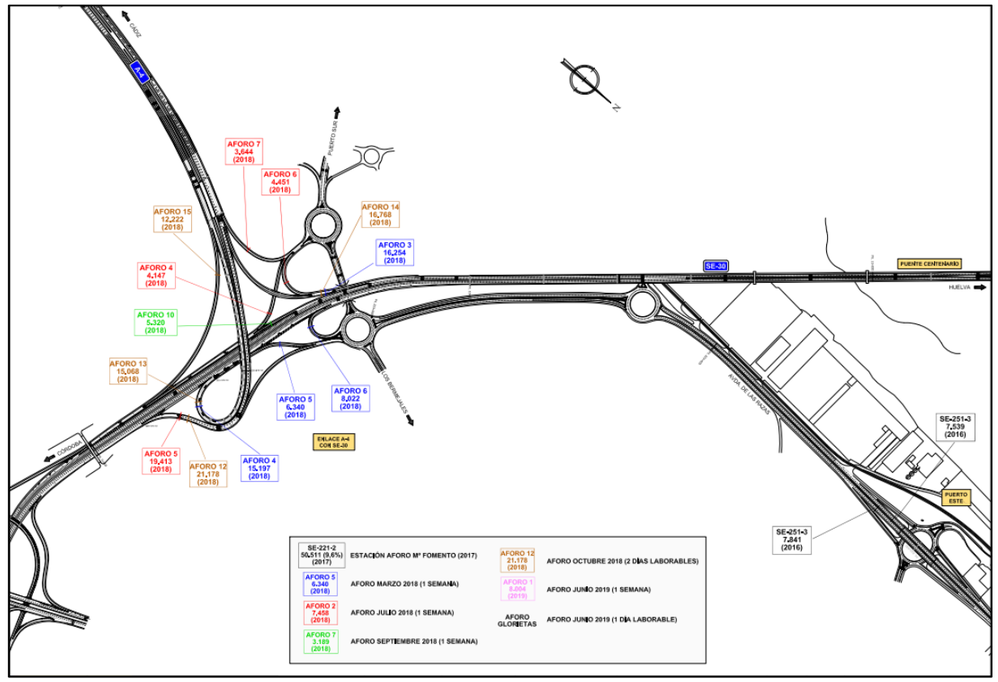
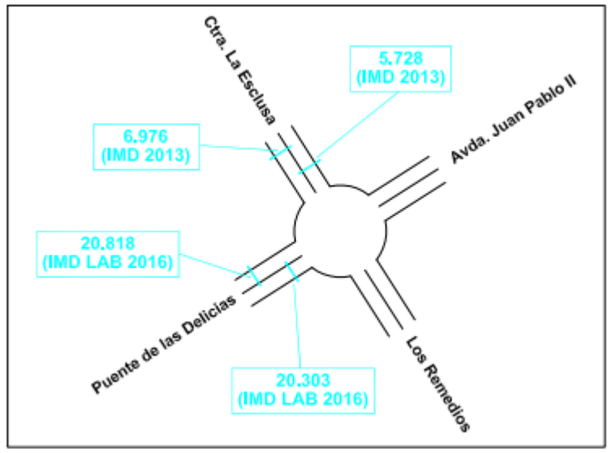



Figura 7. Aforos específicos en la carretera de La Esclusa



# Apéndice 1 Plano de Intensidades Medias Diarias (Situación actual)

SE-221-2
50.511 (9,6%)
(2017) ESTACIÓN AFORO Mº FOMENTO (2017)

AFORO 5
6.340
(2018) AFORO MARZO 2018 (1 SEMANA)

AFORO 2
7.458
(2018) AFORO JULIO 2018 (1 SEMANA)

AFORO 7
3.189
(2018) AFORO SEPTIEMBRE 2018 (1 SEMANA)

AFORO 12
21.178
(2018) AFORO OCTUBRE 2018 (2 DÍAS LABORABLES)

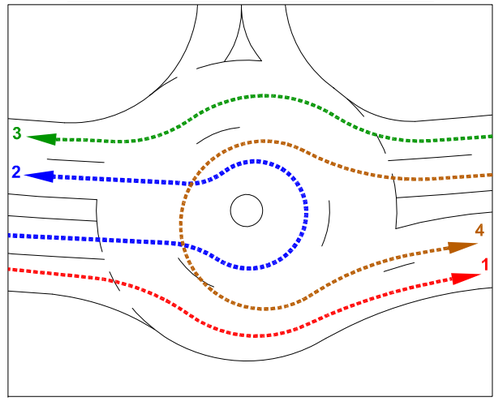
AFORO 1
8.004
(2019) AFORO JUNIO 2019 (1 SEMANA)

AFORO GLORIETAS

AFORO JUNIO 2019 (1 DÍA LABORABLE)

AFORO 1
8.004
(2019) ESTACIÓN AFORO Mº FOMENTO

| MOVIMIENTOS | IMD | %PESADOS |
|---|---|---|
| 1 | 1.450 | 21,4 |
| 2 | 514 | 43,2 |
| 3 | 921 | 33,0 |
| 4 | 3 | 50,0 |




DETALLE 3




DETALLE 1

| MOVIMIENTOS | IMD | %PESADOS |
|---|---|---|
| 1 | 4.658 | 26,0 |
| 2 | 740 | 56,0 |
| 3 | 71 | 46,2 |
| 4 | 3.075 | 43,4 |
| 5 | 20 | 45,5 |
| 6 | 115 | 34,9 |
| 7 | 16 | 77,8 |
| 8 | 15 | 0 |
| 9 | 0 | 0 |




DETALLE 2

| MOVIMIENTOS | IMD | %PESADOS |
|---|---|---|
| 1 | 1.727 | 25,3 |
| 2 | 2.923 | 26,5 |
| 3 | 6 | 0 |
| 4 | 1.337 | 40,6 |
| 5 | 7 | 25,0 |
| 6 | 106 | 17,5 |
| 7 | 1.877 | 39,7 |
| 8 | 92 | 8,2 |
| 9 | 86 | 2,2 |







GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA
SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS
DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL

CONSULTOR: FHECOR Ingenieros Consultores IDEAM

INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO: JOSÉ ROMO MARTÍN, LUIS MATUTE RUBIO

INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO: EMILIO ASENSIO GARCÍA

ESCALA ORIGINAL: INDICADAS
ORIGINAL UNE A-1

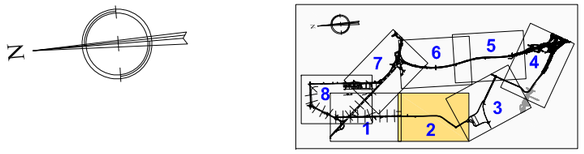
TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:
PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA

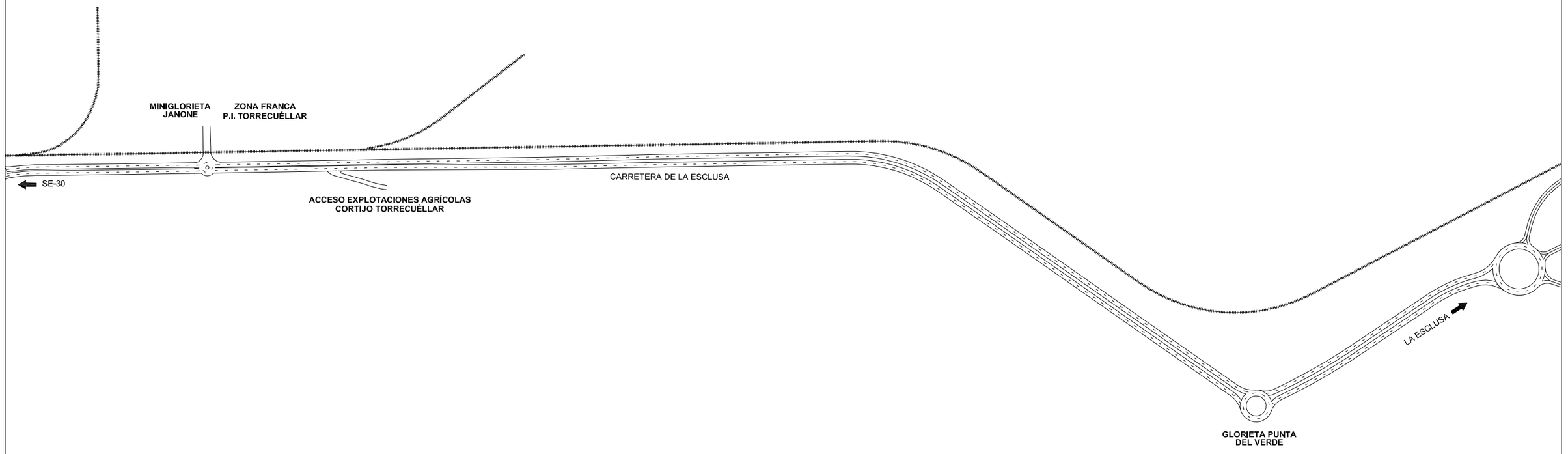
CLAVE: T4-SE-5090

Nº PLANO: 1
HOJA 1 DE 8

**INTENSIDADES MEDIAS DIARIAS**
SITUACIÓN ACTUAL

FECHA: DICIEMBRE 2019




| | | | |
|---|---|---|---|
| SE-221-2 50.511 (9,6%) (2017) | ESTACIÓN AFORO Mº FOMENTO (2017) | AFORO 12 21.178 (2018) | AFORO OCTUBRE 2018 (2 DÍAS LABORABLES) |
| AFORO 5 6.340 (2018) | AFORO MARZO 2018 (1 SEMANA) | AFORO 1 8.004 (2019) | AFORO JUNIO 2019 (1 SEMANA) |
| AFORO 2 7.458 (2018) | AFORO JULIO 2018 (1 SEMANA) | AFORO GLORIETAS | AFORO JUNIO 2019 (1 DÍA LABORABLE) |
| AFORO 7 3.189 (2018) | AFORO SEPTIEMBRE 2018 (1 SEMANA) | AFORO 1 8.004 (2019) | ESTACIÓN AFORO Mº FOMENTO |

ESCALA 1:3000

0 30 60 90m

GOBIERNO DE ESPAÑA — MINISTERIO DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA
SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS
DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL

CONSULTOR: FHECOR Ingenieros Consultores — IDEAM

INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO: JOSÉ ROMO MARTÍN, LUIS MATUTE RUBIO

INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO: EMILIO ASENSIO GARCÍA

ESCALA ORIGINAL: INDICADAS — ORIGINAL UNE A–1

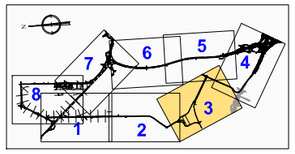
TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO: PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA

CLAVE: T4-SE-5090

Nº PLANO: 1 — HOJA 2 DE 8

**INTENSIDADES MEDIAS DIARIAS**
SITUACIÓN ACTUAL

FECHA: DICIEMBRE 2019




N

PUERTO SUR

GLORIETA VIAL SUR
DÁRSENA DEL CUARTO

OBRA EN FINALIZACIÓN
EJECUCIÓN DEL RAMAL
FERROVIARIO DE LA DÁRSENA DEL
CUARTO Y VIALES ASOCIADOS

NUEVA ESCLUSA
GLORIETA ESTE

CONEXIÓN RAMAL ESTE
(EN CONSTRUCCIÓN)

PUENTE NUEVA
ESCLUSA

ACCESO ESTE A
BASE MILITAR EL
COPERO

SE-40

SE-30

NUEVA ESCLUSA
GLORIETA NORTE

CONTROL
ESCLUSA

NUEVO VIARIO PARA MATERIALIZAR
ITINERARIOS ALTERNATIVOS SEGÚN
EL FUNCIONAMIENTO DE LOS
PUENTES DE LA NUEVA ESCLUSA
(EN CONSTRUCCIÓN)

PUENTE NUEVA
ESCLUSA

NUEVA ESCLUSA
GLORIETA SUR

ACCESO OESTE A
BASE MILITAR EL
COPERO

CTRA. EL COPERO SUR

P.I. LA ISLA
SE-3206

ESCALA 1:3000
0 30 60 90m

| | | | |
|---|---|---|---|
| SE-221-2<br>50.511 (9,6%)<br>(2017) | ESTACIÓN AFORO Mº FOMENTO (2017) | AFORO 12<br>21.178<br>(2018) | AFORO OCTUBRE 2018 (2 DÍAS LABORABLES) |
| AFORO 5<br>6.340<br>(2018) | AFORO MARZO 2018 (1 SEMANA) | AFORO 1<br>8.004<br>(2019) | AFORO JUNIO 2019 (1 SEMANA) |
| AFORO 2<br>7.458<br>(2018) | AFORO JULIO 2018 (1 SEMANA) | AFORO GLORIETAS | AFORO JUNIO 2019 (1 DÍA LABORABLE) |
| AFORO 7<br>3.189<br>(2018) | AFORO SEPTIEMBRE 2018 (1 SEMANA) | AFORO 1<br>8.004<br>(2019) | ESTACIÓN AFORO Mº FOMENTO |

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA
SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS
DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL

CONSULTOR: FHECOR Ingenieros Consultores / IDEAM

INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO: JOSÉ ROMO MARTÍN, LUIS MATUTE RUBIO

INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO: EMILIO ASENSIO GARCÍA

ESCALA ORIGINAL: INDICADAS
ORIGINAL UNE A-1

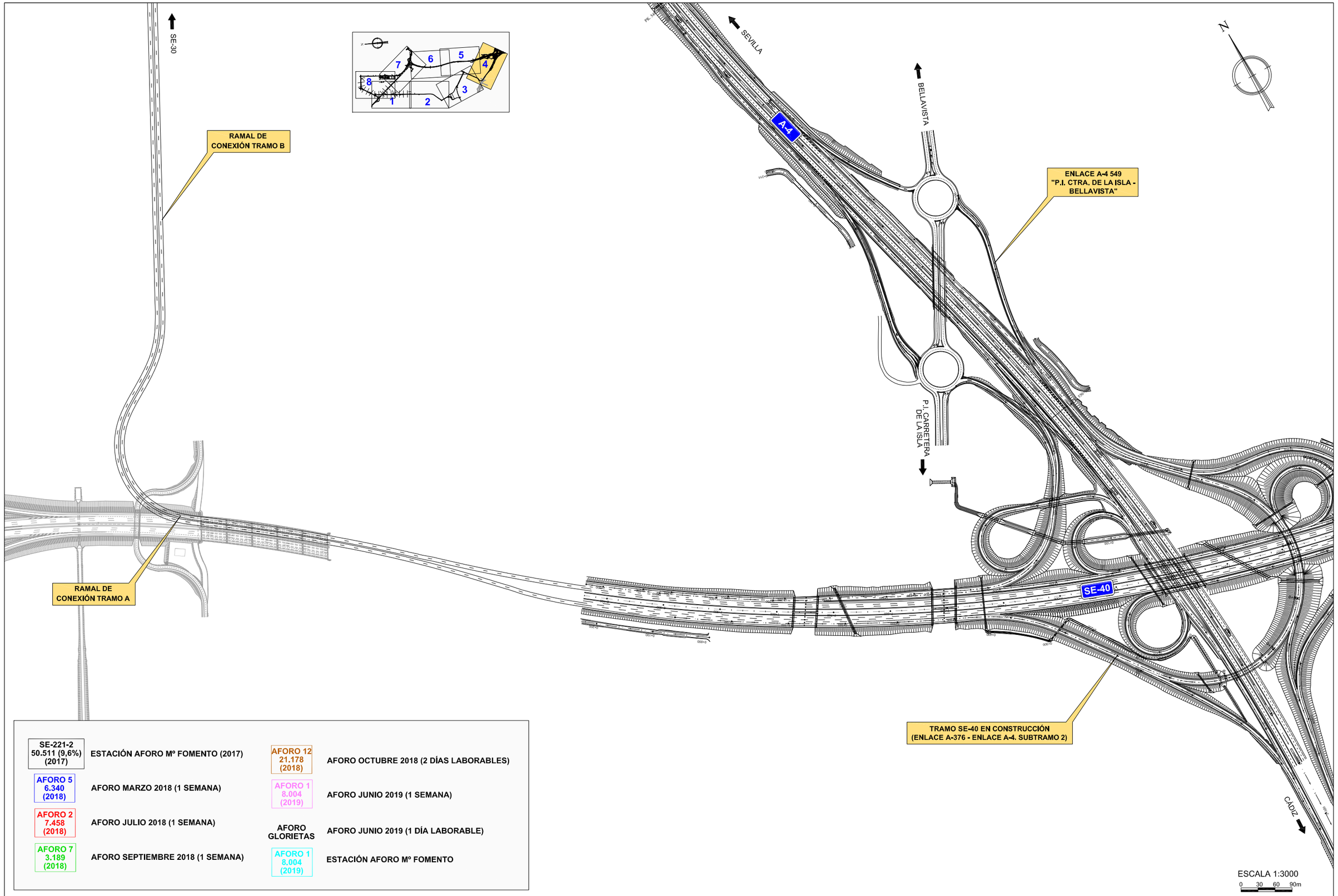
TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:
PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA

CLAVE: T4-SE-5090

Nº PLANO: 1
HOJA 3 DE 8

**INTENSIDADES MEDIAS DIARIAS**
SITUACIÓN ACTUAL

FECHA: DICIEMBRE 2019




| | | | |
|---|---|---|---|
| SE-221-2 50.511 (9,6%) (2017) | ESTACIÓN AFORO Mº FOMENTO (2017) | AFORO 12 21.178 (2018) | AFORO OCTUBRE 2018 (2 DÍAS LABORABLES) |
| AFORO 5 6.340 (2018) | AFORO MARZO 2018 (1 SEMANA) | AFORO 1 8.004 (2019) | AFORO JUNIO 2019 (1 SEMANA) |
| AFORO 2 7.458 (2018) | AFORO JULIO 2018 (1 SEMANA) | AFORO GLORIETAS | AFORO JUNIO 2019 (1 DÍA LABORABLE) |
| AFORO 7 3.189 (2018) | AFORO SEPTIEMBRE 2018 (1 SEMANA) | AFORO 1 8.004 (2019) | ESTACIÓN AFORO Mº FOMENTO |

ESCALA 1:3000

0 30 60 90m

GOBIERNO DE ESPAÑA — MINISTERIO DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA
SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS
DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL

CONSULTOR: FHECOR Ingenieros Consultores — IDEAM

INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO: JOSÉ ROMO MARTÍN; LUIS MATUTE RUBIO

INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO: EMILIO ASENSIO GARCÍA

ESCALA ORIGINAL: INDICADAS — ORIGINAL UNE A-1

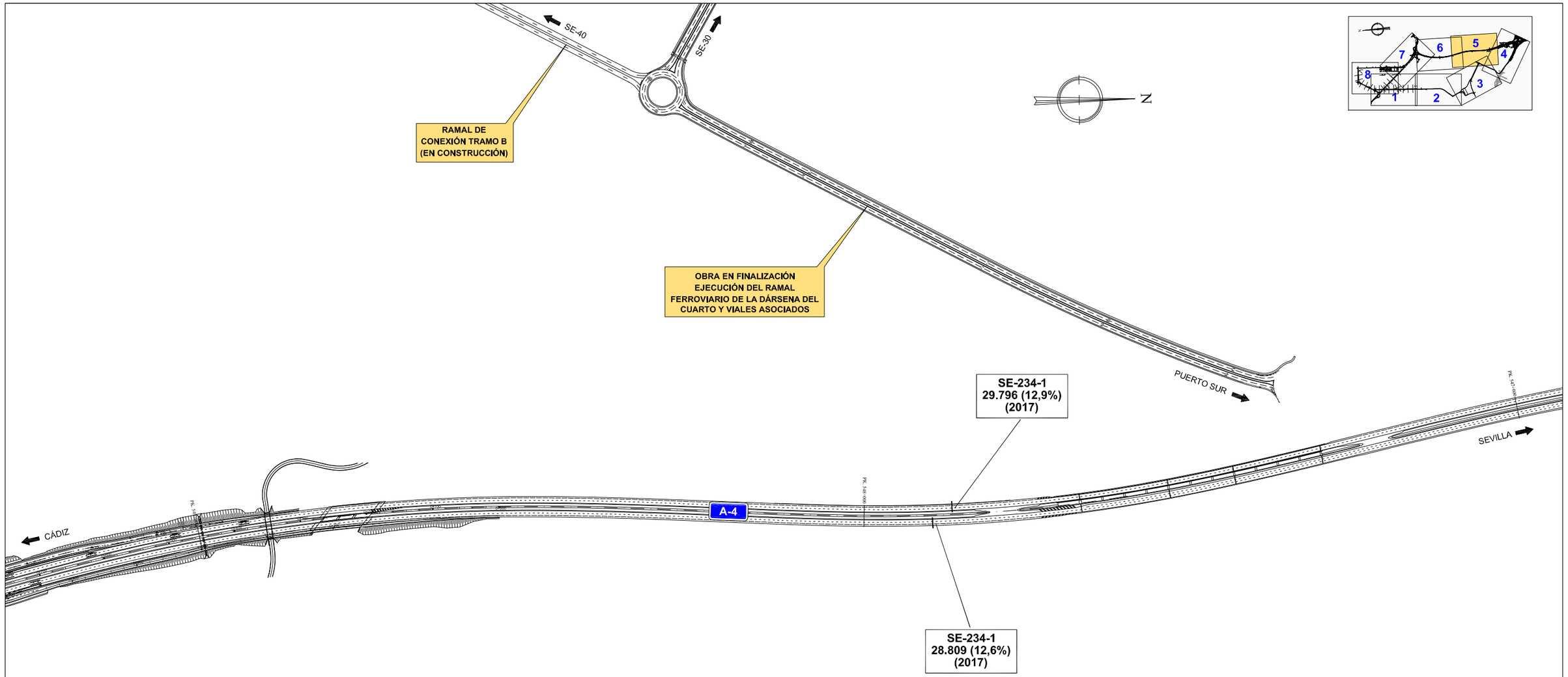
TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO: PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA

CLAVE: T4-SE-5090

Nº PLANO: 1 — HOJA 4 DE 8

**INTENSIDADES MEDIAS DIARIAS**
SITUACIÓN ACTUAL

FECHA: DICIEMBRE 2019







| | | | |
|---|---|---|---|
| SE-221-2 50.511 (9,6%) (2017) | ESTACIÓN AFORO Mº FOMENTO (2017) | AFORO 12 21.178 (2018) | AFORO OCTUBRE 2018 (2 DÍAS LABORABLES) |
| AFORO 5 6.340 (2018) | AFORO MARZO 2018 (1 SEMANA) | AFORO 1 8.004 (2019) | AFORO JUNIO 2019 (1 SEMANA) |
| AFORO 2 7.458 (2018) | AFORO JULIO 2018 (1 SEMANA) | AFORO GLORIETAS | AFORO JUNIO 2019 (1 DÍA LABORABLE) |
| AFORO 7 3.189 (2018) | AFORO SEPTIEMBRE 2018 (1 SEMANA) | AFORO 1 8.004 (2019) | ESTACIÓN AFORO Mº FOMENTO |

ESCALA 1:3000

0 30 60 90m

GOBIERNO DE ESPAÑA — MINISTERIO DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA
SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS
DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL

CONSULTOR: FHECOR Ingenieros Consultores — IDEAM

INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO: JOSÉ ROMO MARTÍN; LUIS MATUTE RUBIO

INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO: EMILIO ASENSIO GARCÍA

ESCALA ORIGINAL: INDICADAS — ORIGINAL UNE A-1

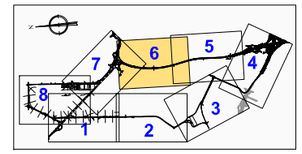
TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO: PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA

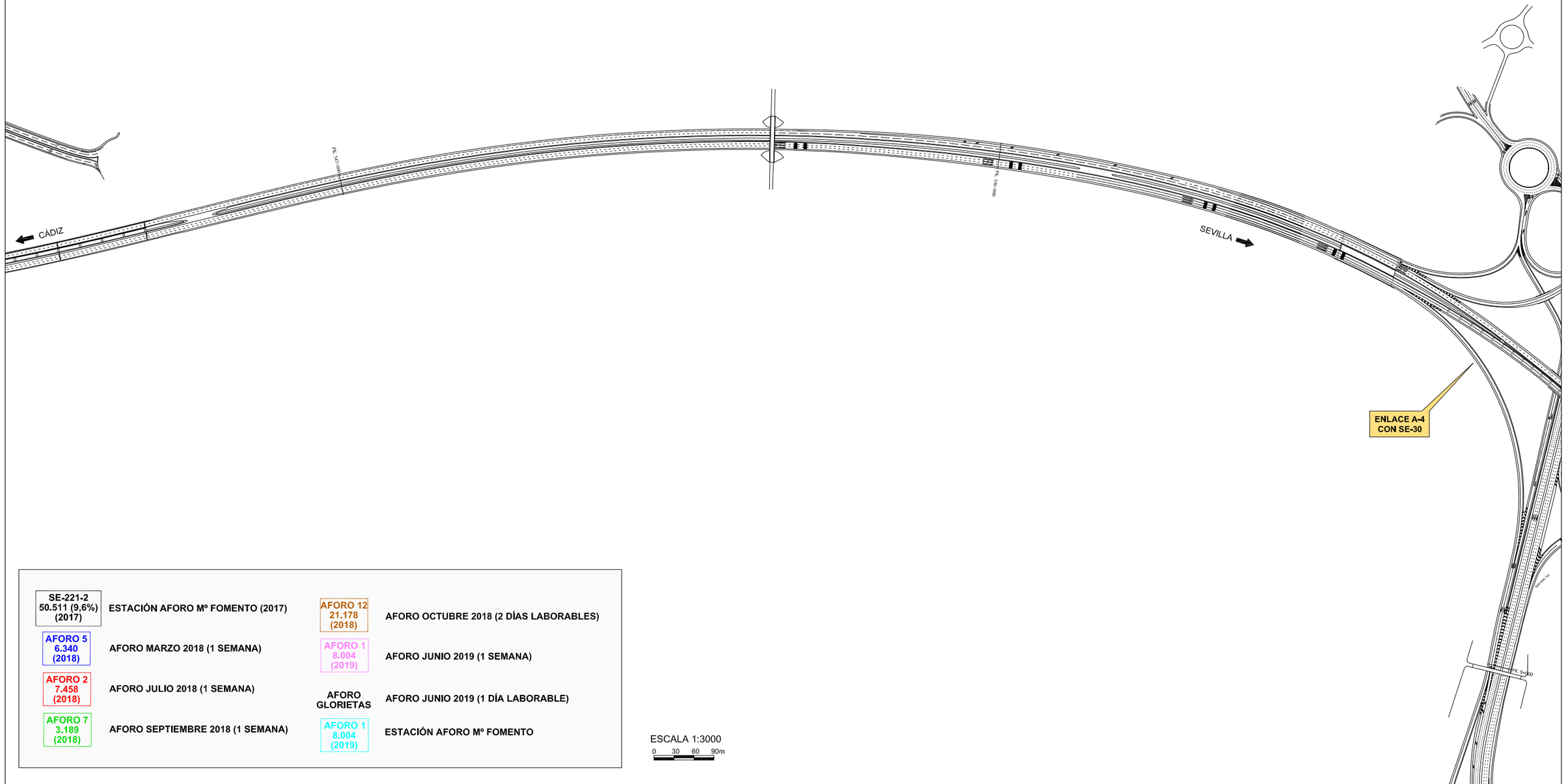
CLAVE: T4-SE-5090

Nº PLANO: 1 — HOJA 5 DE 8

**INTENSIDADES MEDIAS DIARIAS**
SITUACIÓN ACTUAL

FECHA: DICIEMBRE 2019




| | | | |
|---|---|---|---|
| SE-221-2 50.511 (9,6%) (2017) | ESTACIÓN AFORO Mº FOMENTO (2017) | AFORO 12 21.178 (2018) | AFORO OCTUBRE 2018 (2 DÍAS LABORABLES) |
| AFORO 5 6.340 (2018) | AFORO MARZO 2018 (1 SEMANA) | AFORO 1 8.004 (2019) | AFORO JUNIO 2019 (1 SEMANA) |
| AFORO 2 7.458 (2018) | AFORO JULIO 2018 (1 SEMANA) | AFORO GLORIETAS | AFORO JUNIO 2019 (1 DÍA LABORABLE) |
| AFORO 7 3.189 (2018) | AFORO SEPTIEMBRE 2018 (1 SEMANA) | AFORO 1 8.004 (2019) | ESTACIÓN AFORO Mº FOMENTO |

ESCALA 1:3000

0 30 60 90m

GOBIERNO DE ESPAÑA — MINISTERIO DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA
SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS
DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL

CONSULTOR: FHECOR Ingenieros Consultores — IDEAM

INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO: JOSÉ ROMO MARTÍN; LUIS MATUTE RUBIO

INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO: EMILIO ASENSIO GARCÍA

ESCALA ORIGINAL: INDICADAS — ORIGINAL UNE A-1

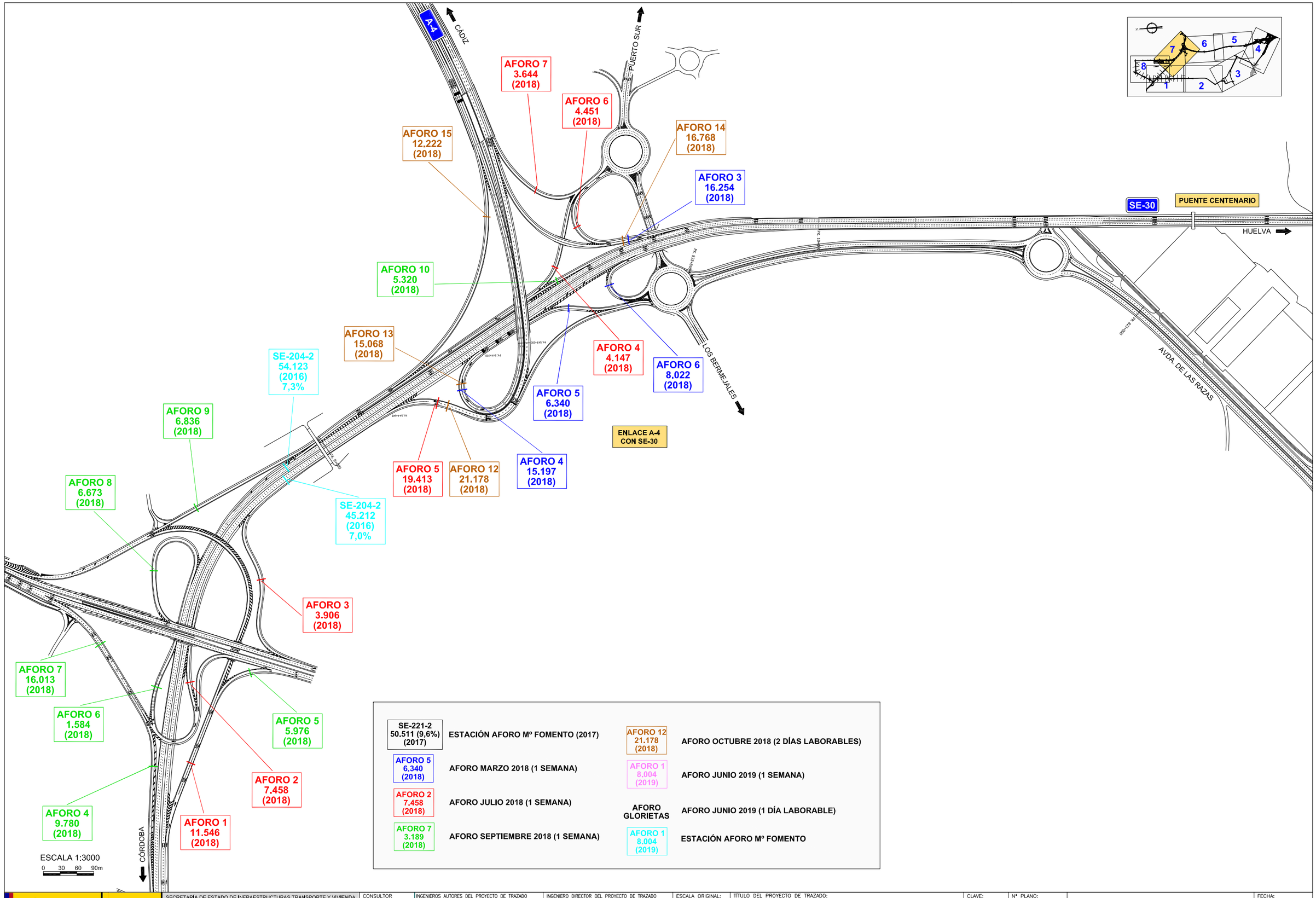
TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO: PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA

CLAVE: T4-SE-5090

Nº PLANO: 1 — HOJA 6 DE 8

**INTENSIDADES MEDIAS DIARIAS**
SITUACIÓN ACTUAL

FECHA: DICIEMBRE 2019




| | | | |
|---|---|---|---|
| SE-221-2 50.511 (9,6%) (2017) | ESTACIÓN AFORO Mº FOMENTO (2017) | AFORO 12 21.178 (2018) | AFORO OCTUBRE 2018 (2 DÍAS LABORABLES) |
| AFORO 5 6.340 (2018) | AFORO MARZO 2018 (1 SEMANA) | AFORO 1 8.004 (2019) | AFORO JUNIO 2019 (1 SEMANA) |
| AFORO 2 7.458 (2018) | AFORO JULIO 2018 (1 SEMANA) | AFORO GLORIETAS | AFORO JUNIO 2019 (1 DÍA LABORABLE) |
| AFORO 7 3.189 (2018) | AFORO SEPTIEMBRE 2018 (1 SEMANA) | AFORO 1 8.004 (2019) | ESTACIÓN AFORO Mº FOMENTO |

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA
SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS
DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL

CONSULTOR: FHECOR Ingenieros Consultores · IDEAM

INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO: JOSÉ ROMO MARTÍN · LUIS MATUTE RUBIO

INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO: EMILIO ASENSIO GARCÍA

ESCALA ORIGINAL: INDICADAS · ORIGINAL UNE A-1

TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO: PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA

CLAVE: T4-SE-5090

Nº PLANO: 1 · HOJA 7 DE 8

**INTENSIDADES MEDIAS DIARIAS**
SITUACIÓN ACTUAL

FECHA: DICIEMBRE 2019




| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A–1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>1<br>HOJA 8 DE 8 | **INTENSIDADES MEDIAS DIARIAS**<br>SITUACIÓN ACTUAL | FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |

# Apéndice 2 Campaña de Aforos de Tráfico.

## ***AFORO DE COBERTURA.***

***Carretera de la esclusa***

***DIA 26/06/2019  AL 2/07/2019 I.M.D total diaria***

***Aforo 1(Puerto Oeste)***

| MIERCOLES | JUEVES | VIERNES | SABADO | DOMINGO | LUNES | MARTES |
|---|---|---|---|---|---|---|
| DIA 26-6-19 | DIA 27-6-19 | DIA 28-6-19 | DIA 29-6-19 | DIA 30-6-19 | DIA 1-7-19 | DIA 2-7-19 |
| 10.418 | 10.656 | 10.811 | 3.014 | 2.069 | 9.705 | 10.478 |

***Aforo 2(Zal)***

| MIERCOLES | JUEVES | VIERNES | SABADO | DOMINGO | LUNES | MARTES |
|---|---|---|---|---|---|---|
| DIA 26-6-19 | DIA 27-6-19 | DIA 28-6-19 | DIA 29-6-19 | DIA 30-6-19 | DIA 1-7-19 | DIA 2-7-19 |
| 9.513 | 9.876 | 10.008 | 3.025 | 2.072 | 9.750 | 9.983 |

***Aforo 3***

| MIERCOLES | JUEVES | VIERNES | SABADO | DOMINGO | LUNES | MARTES |
|---|---|---|---|---|---|---|
| DIA 26-6-19 | DIA 27-6-19 | DIA 28-6-19 | DIA 29-6-19 | DIA 30-6-19 | DIA 1-7-19 | DIA 2-7-19 |
| 4.165 | 4.390 | 4.476 | 1.732 | 1.274 | 4.394 | 4.391 |

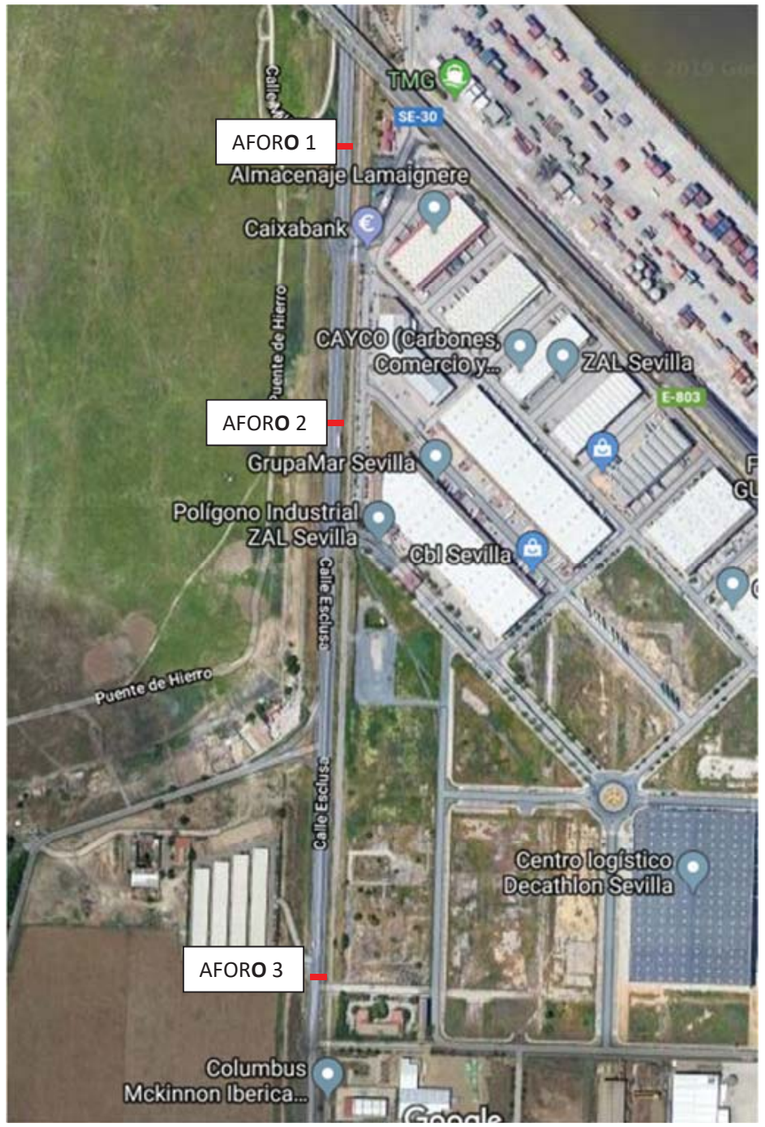


**TABLA Y GRÁFICO I.M.D. DE ESTACIÓN DE COBERTURA AFORO 1**

**SITUACIÓN: CARRETERA DE LA ESCLUSA (ROTONDA 1)**

**DIAS DEL 26 DE JUNIO AL 2 DE JULIO DE 2.019**

| HORA | DIA DEL MES | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 26-X | 27-J | 28-V | 29-S | 30-D | 1-L | 2-M |
| 1:00 | 39 | 59 | 79 | 35 | 33 | 38 | 42 |
| 2:00 | 59 | 53 | 78 | 49 | 27 | 71 | 56 |
| 3:00 | 84 | 97 | 92 | 53 | 34 | 80 | 99 |
| 4:00 | 99 | 109 | 163 | 53 | 30 | 90 | 107 |
| 5:00 | 258 | 233 | 277 | 120 | 63 | 215 | 240 |
| 6:00 | 676 | 632 | 649 | 212 | 61 | 647 | 668 |
| 7:00 | 633 | 667 | 681 | 110 | 60 | 558 | 649 |
| 8:00 | 580 | 610 | 614 | 110 | 56 | 474 | 606 |
| 9:00 | 336 | 370 | 367 | 85 | 51 | 274 | 345 |
| 10:00 | 304 | 312 | 344 | 69 | 45 | 236 | 330 |
| 11:00 | 291 | 313 | 298 | 85 | 47 | 230 | 313 |
| 12:00 | 256 | 263 | 294 | 63 | 43 | 203 | 282 |
| 13:00 | 304 | 261 | 264 | 47 | 53 | 272 | 333 |
| 14:00 | 273 | 259 | 287 | 34 | 27 | 328 | 332 |
| 15:00 | 295 | 239 | 228 | 25 | 27 | 272 | 263 |
| 16:00 | 245 | 291 | 237 | 33 | 34 | 226 | 211 |
| 17:00 | 224 | 215 | 173 | 44 | 41 | 194 | 215 |
| 18:00 | 179 | 192 | 213 | 66 | 49 | 183 | 191 |
| 19:00 | 120 | 131 | 155 | 59 | 67 | 145 | 136 |
| 20:00 | 96 | 93 | 93 | 58 | 69 | 88 | 112 |
| 21:00 | 73 | 105 | 65 | 34 | 57 | 71 | 65 |
| 22:00 | 118 | 125 | 110 | 58 | 54 | 105 | 116 |
| 23:00 | 48 | 65 | 36 | 27 | 42 | 66 | 42 |
| 24:00 | 62 | 40 | 74 | 32 | 41 | 34 | 36 |

| Sentido | I.M.D. TOTAL DIARIA | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ascend | 5652 | 5734 | 5871 | 1561 | 1111 | 5100 | 5789 |
| Descen | 4766 | 4922 | 4940 | 1453 | 958 | 4605 | 4689 |

| Ambos | 10418 | 10656 | 10811 | 3014 | 2069 | 9705 | 10478 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

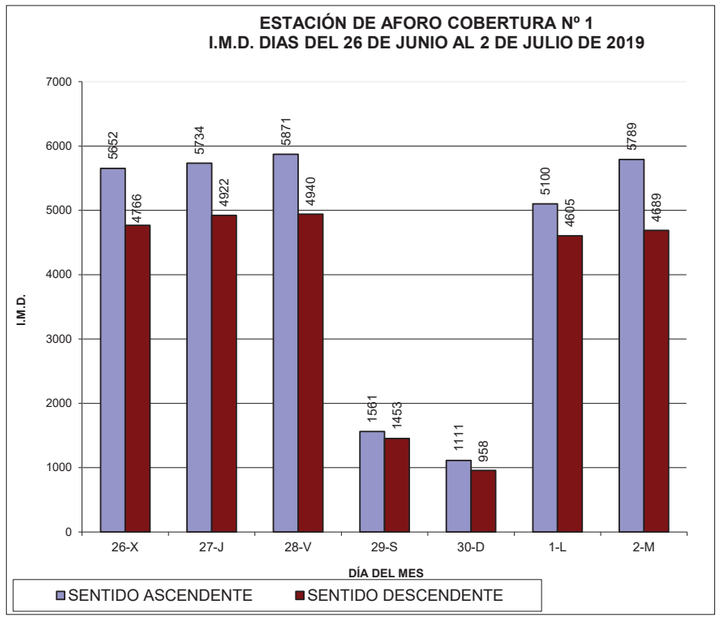



**TABLA Y GRÁFICO I.M.D. DE ESTACIÓN DE AFORO DE COBERTURA AFORO 2**

**SITUACIÓN: CARRETERA DE LA ESCLUSA (ROTONDA 2)**

**DIAS DEL 26 DE JUNIO AL 2 DE JULIO DE 2019**

| HORA | DIA DEL MES | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 26-X | 27-J | 28-V | 29-S | 30-D | 1-L | 2-M |
| 1:00 | 33 | 46 | 50 | 34 | 33 | 36 | 39 |
| 2:00 | 39 | 45 | 65 | 48 | 27 | 77 | 60 |
| 3:00 | 65 | 77 | 89 | 47 | 33 | 80 | 105 |
| 4:00 | 93 | 122 | 135 | 50 | 24 | 81 | 95 |
| 5:00 | 101 | 251 | 274 | 129 | 69 | 250 | 254 |
| 6:00 | 264 | 578 | 623 | 194 | 56 | 647 | 617 |
| 7:00 | 598 | 566 | 599 | 106 | 56 | 558 | 583 |
| 8:00 | 568 | 452 | 480 | 95 | 52 | 474 | 459 |
| 9:00 | 495 | 252 | 274 | 77 | 50 | 274 | 278 |
| 10:00 | 308 | 269 | 265 | 66 | 40 | 236 | 230 |
| 11:00 | 240 | 238 | 233 | 74 | 43 | 230 | 253 |
| 12:00 | 196 | 189 | 196 | 43 | 29 | 203 | 207 |
| 13:00 | 259 | 212 | 219 | 37 | 52 | 223 | 238 |
| 14:00 | 247 | 215 | 217 | 23 | 21 | 256 | 279 |
| 15:00 | 244 | 213 | 200 | 19 | 24 | 252 | 212 |
| 16:00 | 197 | 241 | 171 | 32 | 27 | 177 | 191 |
| 17:00 | 169 | 188 | 134 | 39 | 39 | 165 | 170 |
| 18:00 | 158 | 163 | 184 | 62 | 50 | 160 | 163 |
| 19:00 | 94 | 120 | 113 | 61 | 63 | 136 | 115 |
| 20:00 | 74 | 85 | 73 | 40 | 59 | 66 | 88 |
| 21:00 | 74 | 57 | 48 | 35 | 38 | 63 | 64 |
| 22:00 | 101 | 75 | 92 | 45 | 46 | 97 | 89 |
| 23:00 | 42 | 55 | 30 | 26 | 41 | 49 | 39 |
| 24:00 | 35 | 40 | 37 | 30 | 32 | 29 | 31 |

| Sentido | I.M.D. TOTAL DIARIA | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ascend | 4694 | 4749 | 4801 | 1412 | 1004 | 4819 | 4859 |
| Descen | 4819 | 5127 | 5207 | 1613 | 1068 | 4931 | 5124 |

| Ambos | 9513 | 9876 | 10008 | 3025 | 2072 | 9750 | 9983 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

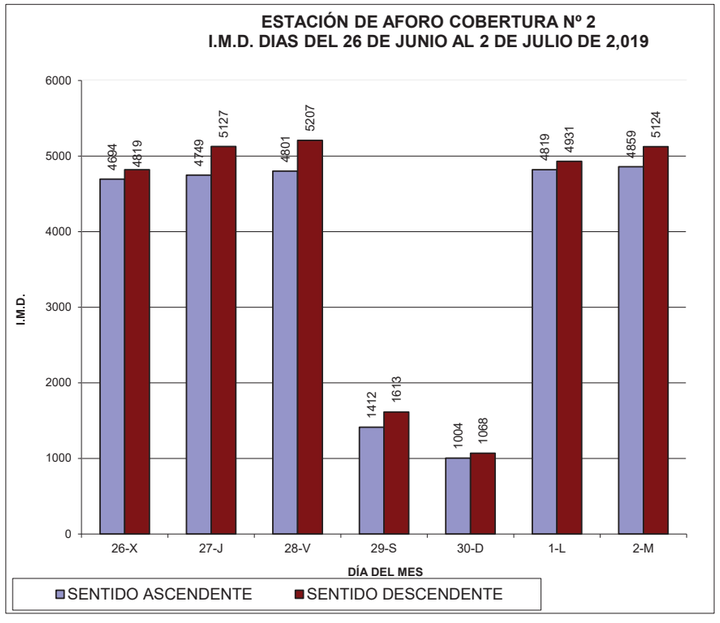


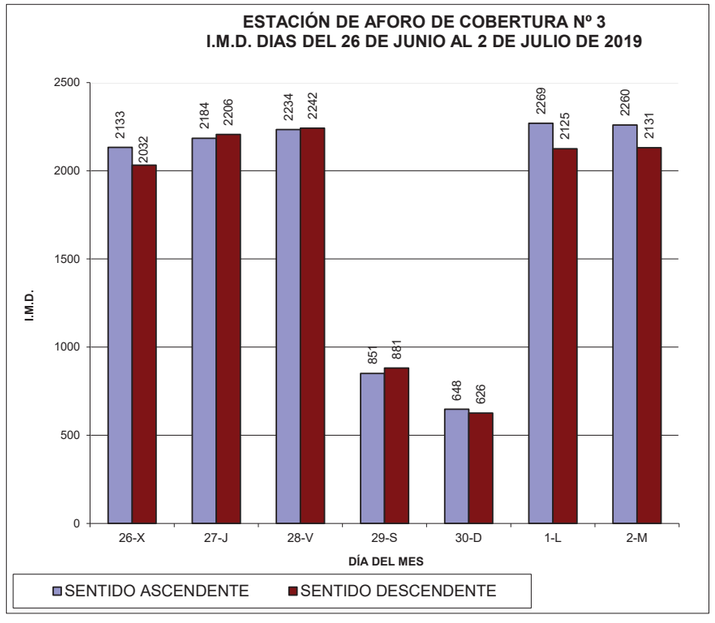
**TABLA Y GRÁFICO I.M.D. DE ESTACIÓN DE AFORO DE COBERTURA AFORO 3**

**SITUACIÓN: CARRETERA DE LA ESCLUSA (ROTONDA 3)**

**DIAS DEL 26 DE JUNIO AL 2 DE JULIO DE 2019**

| HORA | DIA DEL MES | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 26-X | 27-J | 28-V | 29-S | 30-D | 1-L | 2-M |
| 1:00 | 15 | 24 | 33 | 25 | 28 | 18 | 24 |
| 2:00 | 22 | 23 | 21 | 19 | 19 | 18 | 18 |
| 3:00 | 18 | 10 | 21 | 15 | 12 | 13 | 19 |
| 4:00 | 37 | 33 | 54 | 16 | 16 | 38 | 33 |
| 5:00 | 28 | 27 | 61 | 17 | 10 | 29 | 32 |
| 6:00 | 267 | 272 | 288 | 90 | 10 | 309 | 302 |
| 7:00 | 252 | 291 | 287 | 37 | 30 | 265 | 262 |
| 8:00 | 196 | 205 | 229 | 63 | 44 | 228 | 221 |
| 9:00 | 146 | 155 | 161 | 74 | 63 | 161 | 157 |
| 10:00 | 123 | 124 | 134 | 56 | 39 | 129 | 127 |
| 11:00 | 128 | 120 | 112 | 48 | 40 | 133 | 126 |
| 12:00 | 104 | 111 | 129 | 55 | 27 | 117 | 122 |
| 13:00 | 83 | 104 | 89 | 30 | 15 | 85 | 116 |
| 14:00 | 101 | 98 | 81 | 20 | 18 | 128 | 115 |
| 15:00 | 116 | 105 | 52 | 16 | 13 | 111 | 109 |
| 16:00 | 73 | 74 | 58 | 19 | 19 | 67 | 56 |
| 17:00 | 52 | 51 | 67 | 26 | 23 | 59 | 59 |
| 18:00 | 64 | 76 | 69 | 31 | 19 | 77 | 70 |
| 19:00 | 57 | 50 | 64 | 31 | 36 | 50 | 53 |
| 20:00 | 71 | 57 | 48 | 47 | 53 | 67 | 48 |
| 21:00 | 38 | 40 | 45 | 39 | 29 | 47 | 54 |
| 22:00 | 81 | 66 | 75 | 29 | 34 | 61 | 66 |
| 23:00 | 35 | 35 | 27 | 24 | 28 | 35 | 30 |
| 24:00 | 26 | 33 | 29 | 24 | 23 | 24 | 41 |

| Sentido | TOTAL DIARIA | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ascend | 2133 | 2184 | 2234 | 851 | 648 | 2269 | 2260 |
| Descen | 2032 | 2206 | 2242 | 881 | 626 | 2125 | 2131 |
| **Ambos** | 4165 | 4390 | 4476 | 1732 | 1274 | 4394 | 4391 |



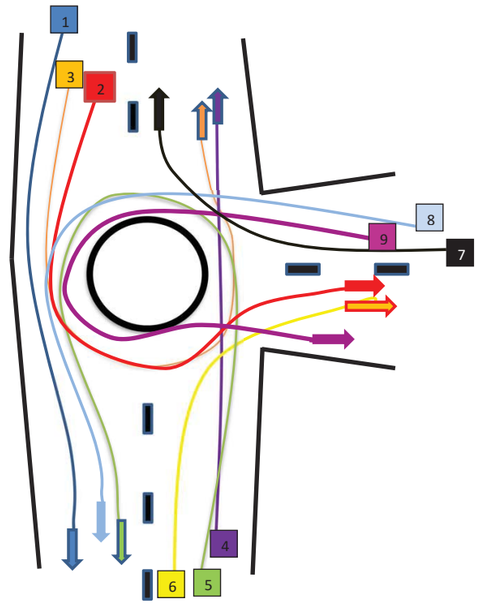
## ***AFORO MANUAL ESPECIAL.***

***SITUACIÓN: CARRETERA DE LA ESCLUSA (ROTONDA 1)***

***ENTRADA PUERTO OESTE***

***SITUACION:***



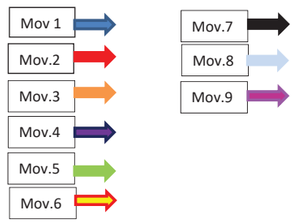




***DIA 27/06/2019***

***Rotonda 1***

| | Mov 1 | | Mov 2 | | Mov 3 | | Mov 4 | | Mov 5 | | Mov 6 | | Mov 7 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Horas** | **V.ligeros** | **V.Pesados** | **V.ligeros** | **V.Pesados** | **V.ligeros** | **V.Pesados** | **V.ligeros** | **V.Pesado** | **V.ligeros** | **V.Pesados** | **V.ligeros** | **V.Pesados** | **V.ligeros** | **V.Pesados** |
| 7 -8h | 629 | 106 | 48 | 40 | 1 | 0 | 128 | 114 | 0 | 0 | 4 | 4 | 0 | 0 |
| 8-9h | 507 | 98 | 27 | 39 | 1 | 1 | 107 | 111 | 0 | 1 | 10 | 3 | 0 | 0 |
| 9-10h | 229 | 87 | 18 | 23 | 3 | 9 | 147 | 113 | 0 | 0 | 9 | 1 | 0 | 2 |
| 10-11h | 153 | 102 | 16 | 34 | 3 | 2 | 127 | 77 | 1 | 2 | 8 | 4 | 0 | 1 |
| 11-12h | 121 | 101 | 29 | 22 | 7 | 3 | 136 | 95 | 1 | 2 | 6 | 0 | 0 | 2 |
| 12-13h | 116 | 87 | 19 | 34 | 2 | 2 | 169 | 101 | 3 | 0 | 2 | 6 | 2 | 1 |
| 13-14h | 132 | 83 | 21 | 35 | 4 | 1 | 139 | 120 | 1 | 0 | 2 | 4 | 0 | 1 |

| | Mov 8 | | Mov 9 | | TOTALES | TOTALES | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **V.ligeros** | **V.Pesados** | **V.ligeros** | **V.Pesados** | **V.ligeros** | **V.Pesados** | **TOTAL** |
| 7 -8h | 0 | 0 | 0 | 0 | 810 | 264 | **1074** |
| 8-9h | 0 | 0 | 0 | 0 | 652 | 253 | **905** |
| 9-10h | 0 | 0 | 0 | 0 | 406 | 235 | **641** |
| 10-11h | 0 | 0 | 0 | 0 | 480 | 222 | **702** |
| 11-12h | 2 | 0 | 0 | 0 | 302 | 225 | **527** |
| 12-13h | 5 | 0 | 0 | 0 | 434 | 231 | **665** |
| 13-14h | 1 | 0 | 0 | 0 | 300 | 244 | **544** |



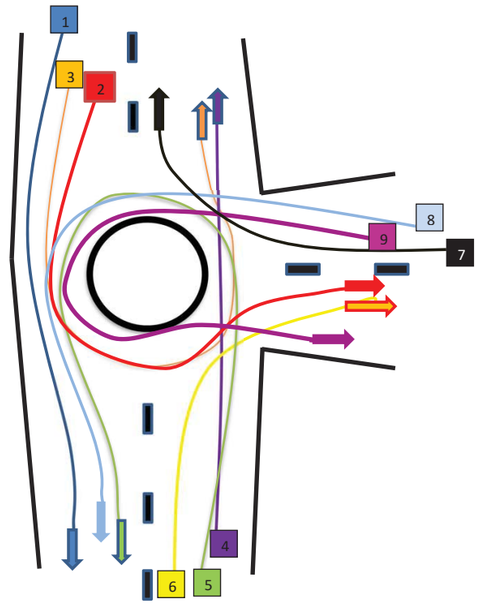
## ***AFORO MANUAL ESPECIAL.***

***SITUACIÓN: CARRETERA DE LA ESCLUSA (ROTONDA 2)***

***ENTRADA ZAL***

***SITUACION:***



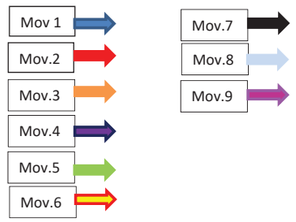




***DIA 26/06/2019***

***Rotonda 2***

| | Mov 1 | | Mov 2 | | Mov 3 | | Mov 4 | | Mov 5 | | Mov 6 | | Mov 7 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Horas** | **V.ligeros** | **V.Pesados** | **V.ligeros** | **V.Pesados** | **V.ligeros** | **V.Pesados** | **V.ligeros** | **V.Pesado** | **V.ligeros** | **V.Pesados** | **V.ligeros** | **V.Pesados** | **V.ligeros** | **V.Pesados** |
| 7 -8h | 234 | 43 | 345 | 71 | 0 | 0 | 58 | 42 | 0 | 0 | 9 | 2 | 68 | 55 |
| 8-9h | 181 | 35 | 300 | 64 | 0 | 0 | 35 | 39 | 0 | 0 | 7 | 3 | 72 | 66 |
| 9-10h | 73 | 29 | 183 | 68 | 1 | 0 | 66 | 53 | 1 | 0 | 9 | 4 | 90 | 74 |
| 10-11h | 62 | 29 | 102 | 67 | 1 | 0 | 55 | 27 | 1 | 0 | 5 | 0 | 98 | 51 |
| 11-12h | 49 | 51 | 72 | 44 | 0 | 0 | 94 | 67 | 1 | 1 | 10 | 0 | 49 | 52 |
| 12-13h | 51 | 25 | 79 | 45 | 1 | 0 | 53 | 37 | 0 | 0 | 1 | 1 | 97 | 60 |
| 13-14h | 41 | 22 | 70 | 55 | 0 | 0 | 64 | 26 | 0 | 0 | 6 | 0 | 132 | 41 |

| | Mov 8 | | Mov 9 | | TOTALES | TOTALES | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **V.ligeros** | **V.Pesados** | **V.ligeros** | **V.Pesados** | **V.ligeros** | **V.Pesados** | **TOTAL** |
| 7 -8h | 8 | 0 | 5 | 0 | 727 | 213 | **940** |
| 8-9h | 4 | 0 | 7 | 0 | 606 | 279 | **885** |
| 9-10h | 11 | 2 | 11 | 1 | 445 | 231 | **676** |
| 10-11h | 10 | 2 | 18 | 0 | 352 | 176 | **528** |
| 11-12h | 6 | 0 | 3 | 0 | 284 | 171 | **455** |
| 12-13h | 4 | 0 | 1 | 0 | 287 | 168 | **455** |
| 13-14h | 2 | 0 | 0 | 0 | 315 | 144 | **459** |

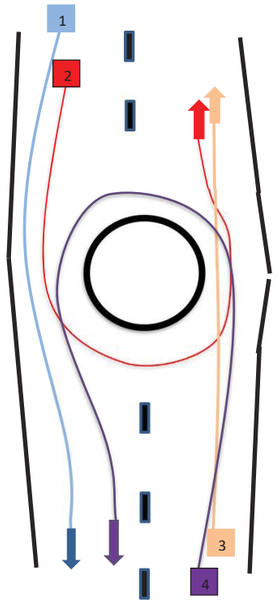


## ***AFORO MANUAL ESPECIAL.***

***SITUACIÓN: CARRETERA DE LA ESCLUSA (ROTONDA 3)***

***SITUACION:***



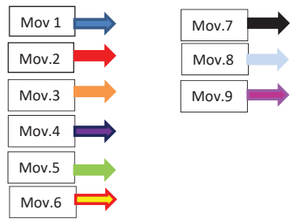




***DIA 28/06/2019***

***Rotonda 3***

| | Mov 1 | | Mov 2 | | Mov 3 | | Mov 4 | | Mov 5 | | Mov 6 | | Mov 7 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Horas** | **V.ligeros** | **V.Pesados** | **V.ligeros** | **V.Pesados** | **V.ligeros** | **V.Pesados** | **V.ligeros** | **V.Pesado** | **V.ligeros** | **V.Pesados** | **V.ligeros** | **V.Pesados** | **V.ligeros** | **V.Pesados** |
| 7 -8h | 222 | 28 | 15 | 15 | 36 | 17 | 0 | 0 | | | | | | |
| 8-9h | 161 | 21 | 31 | 20 | 30 | 23 | 0 | 1 | | | | | | |
| 9-10h | 54 | 26 | 52 | 24 | 46 | 35 | 0 | 0 | | | | | | |
| 10-11h | 58 | 26 | 34 | 8 | 52 | 22 | 1 | 0 | | | | | | |
| 11-12h | 52 | 34 | 8 | 19 | 51 | 24 | 0 | 0 | | | | | | |
| 12-13h | 59 | 22 | 12 | 24 | 75 | 37 | 0 | 0 | | | | | | |
| 13-14h | 62 | 25 | 19 | 20 | 72 | 20 | 0 | 0 | | | | | | |

| | Mov 8 | | Mov 9 | | TOTALES | TOTALES | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **V.ligeros** | **V.Pesados** | **V.ligeros** | **V.Pesados** | **V.ligeros** | **V.Pesados** | **TOTAL** |
| 7 -8h | | | | | 273 | 60 | **333** |
| 8-9h | | | | | 222 | 65 | **287** |
| 9-10h | | | | | 152 | 85 | **237** |
| 10-11h | | | | | 145 | 56 | **201** |
| 11-12h | | | | | 111 | 77 | **188** |
| 12-13h | | | | | 146 | 83 | **229** |
| 13-14h | | | | | 153 | 65 | **218** |



**ENTRADA COCHES DE CABALLOS A SEVILLA**. (PUERTO OESTE) 12/06/2019

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| HORA:<br>UNIDADES: | 7:00<br>0 | 8:00<br>1 | 9.00<br>5 | 10:00<br>14 | 11:00<br>2 | 12:00<br>0 | 13:00<br>0 |
| HORA:<br>UNIDADES: | 7:10<br>1 | 8.10<br>2 | 9:10<br>7 | 10:10<br>4 | 11:10<br>2 | 12:10<br>1 | 13:10<br>0 |
| HORA:<br>UNIDADES: | 7:20<br>2 | 8.20<br>4 | 9:20<br>3 | 10:20<br>2 | 11:20<br>2 | 12:20<br>0 | 13:20 |
| HORA:<br>UNIDADES: | 7:30<br>1 | 8.30<br>3 | 9:30<br>2 | 10:30<br>3 | 11:30<br>0 | 12:30<br>1 | 13:30 |
| HORA:<br>UNIDADES: | 7:40<br>1 | 8.40<br>4 | 9:40<br>3 | 10:40<br>4 | 11:40<br>0 | 12:40<br>0 | 13:40 |
| HORA:<br>UNIDADES: | 7:50<br>4 | 8.50<br>3 | 9:50<br>2 | 10:50<br>1 | 11:50<br>1 | 12:50<br>0 | 13:50 |
| TOTAL: | **9** | **17** | **22** | **28** | **7** | **2** | **0** |

**SALIDA COCHES DE CABALLOS A COCHERA.** (PUERTO OESTE)

HORA UNIDADES

12:20h ------ 1

13:23h ------- 1

DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA Y ANEJOS

# ANEJO 12. ESTUDIO GEOTÉCNICO

# ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN ..... 5

2 CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL EMPLAZAMIENTO ..... 5

3 RECOMENDACIONES PARA LA EJECUCIÓN DE LAS PENÍNSULAS PROVISIONALES ..... 7

APÉNDICE 1 INFORME GEOTÉCNICO. CEMOSA. NOVIEMBRE DE 2018

APÉNDICE 2 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

# 1 INTRODUCCIÓN

En el presente Anejo se establece el marco geológico-geotécnico en el que se sitúa el Puente del Centenario, a partir de la información disponible:

- Informe geotécnico elaborado por CEMOSA de la campaña geotécnica encargada en 2018 por la Demarcación de Carreteras del Estado en Andalucía Occidental el contexto de las actuaciones de emergencia emprendidas para analizar la viabilidad de una eventual sustitución de los tirantes del Puente del Centenario que podría requerir de ajustes en las cimentaciones. En esta campaña se programaron y realizaron cuatro (4) sondeos mecánicos, dos por margen, de manera que, al menos, penetraran seis metros (6 m) en las margas azules. Los sondeos se llevaron a cabo en el entorno de las dos pilas más próximas al vano principal sobre el canal de navegación, es decir, pila 13, pila 14, pila 15 y pila 16. El Informe Geotécnico elaborado por CEMOSA se incluye en el presente anejo como Apéndice nº1.
- Referencias bibliográficas relativas a las consideraciones geotécnicas consideradas en la redacción de la Modificación del Nº1 del citado proyecto de construcción, de 1991. Se recoge en el Apéndice nº2.
- Proyecto de Construcción de la Nueva Carretera del Tramo Suroeste de la Circunvalación de Sevilla de 1987.

# 2 CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL EMPLAZAMIENTO

Las propiedades geotécnicas del terreno de Sevilla han sido objeto de numerosos estudios que ha permitido elaborar una imagen geotécnica bastante verosímil de los terrenos de la ciudad de Sevilla. Un corte estratigráfico simple habitual en la ciudad de Sevilla sería el siguiente:

- Un recubrimiento arcillo-arenoso superior: está constituido por rellenos antrópicos bajo los cuales se presentan depósitos cuaternarios, (arenas flojas y arcillas blandas a medias).

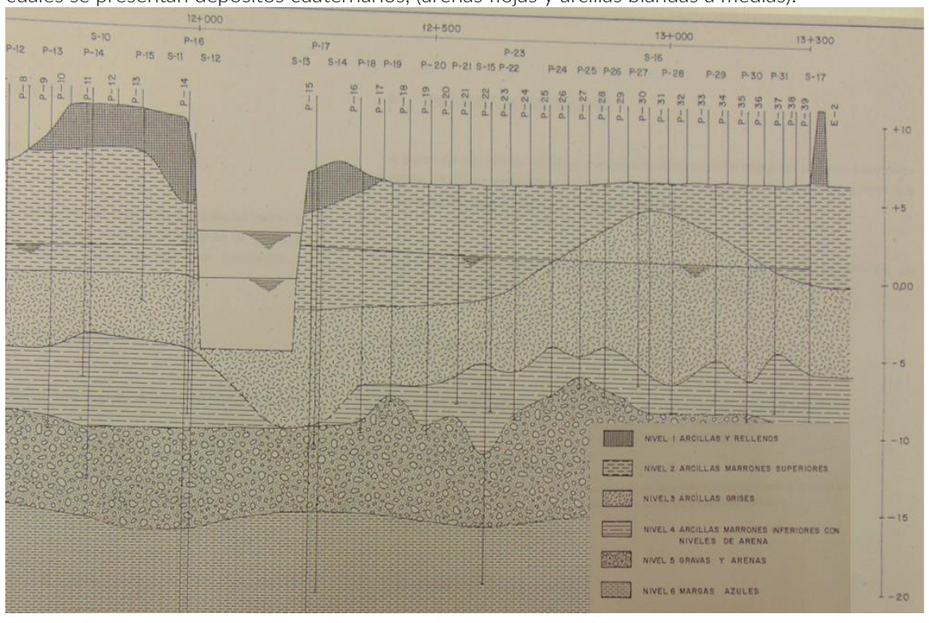



*Figura 1. Perfil geotécnico recogido en el Proyecto de Construcción de 1987*

- Las gravas cuaternarias que se presentan en todo el ámbito de la Vega del Río Guadalquivir. Las gravas suelen tener tamaños que varían entre 20 y 80 mm, con algunas capas arenosas intercaladas. En algunas zonas de la ciudad, se presentan niveles cementados de gravas (el "derretío"), que dan extraordinaria cohesión a las gravas.
- El sustrato está constituido por las denominadas "margas azules del Guadalquivir". Se trata de arcillas miocenas fisuradas, con un 12-25% de Ca $CO_3$ de plasticidad media a alta (límite líquido de 45 a 65), algo expansivas (sobre todo en superficie), con resistencia a compresión simple variable entre 0,3 y 1,4 MPa.

De acuerdo con la información geotécnica recogida en el Proyecto de Construcción del Tramo Suroeste de la Circunvalación de Sevilla (octubre1987), la estratigrafía que sería previsible encontrar en ambas márgenes del Canal del Guadalquivir en la zona donde se construyó el Puente del Centenario es la siguiente:

| Proyecto de Construcción 1987 | Margen oriental | | | Margen occidental | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Nivel geotécnico | Zsuperior [m] | Zinferior [m] | Potencia [m] | Zsuperior [m] | Zinferior [m] | Potencia [m] |
| 1. Rellenos | 9.4 | 3.8 | 5.6 | 6.3 | 3.5 | 2.8 |
| 2. Arcillas marrones superiores | 3.8 | -1.0 | 4.8 | 3.5 | -3.0 | 6.5 |
| 3. Arcillas grises | -1.0 | -5.5 | 4.5 | -3.0 | -10.0 | 7.0 |
| 4. Arcillas marrones inferiores con niveles de arena | -5.5 | -11.0 | 5.5 | -10.0 | -10.0 | 0.0 |
| 5. Gravas y arenas | -11.0 | -17.0 | 6.0 | -10.0 | -16.0 | 6.0 |
| 6. Margas azules | -17.0 | | | -16.0 | | |
| Nivel freático | 1.2 | | | 1.2 | | |

Además las prospecciones complementarias realizadas para la redacción de la Modificación nº 1 permitieron afinar el perfil geotécnico de diseño de las cimentaciones del tramo atirantado: en el emplazamiento del Puente del Centenario, existe un primer nivel de rellenos artificiales de hasta3.0 – 4.0 m de espesor, seguido por un segundo nivel de arcillas marrones de consistencia media, de unos 5.0 - 6.0 m de potencia. A continuación de éstas se detecta un tercer nivel de arcillas grises de consistencia blanda de 6.0 a 7.0 m de espesor y posteriormente hay un nivel de transición de arcillas con arenas de consistencia firme del orden de 1.0 m de potencia que tiene debajo un nivel de arenas y gravas, muy densas, cuyo espesor en la zona del puente es de 5.0 a 7.0 m. Este nivel de arenas y gravas es el que se escogió como soporte de la cimentación. Más abajo, se encuentra la marga azul, a unos 3.0 m bajo la cota de apoyo. El perfil geológico descrito puede verse representado en la figura adjunta.

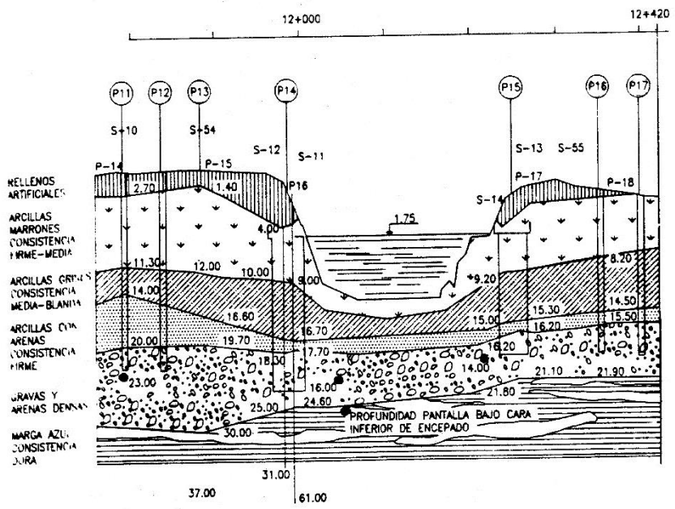



*Figura 2 Perfil geotécnico del tramo atirantado de acuerdo con la Modificación nº1 del Proyecto de Construcción (Fuente: Ingeoter2: Algunos casos reales de cimentaciones de viaductos singulares; Germán Burbano)*

Por último la campaña complementaria de confirmación de la estratigrafía del emplazamiento del puente llevada a cabo en noviembre de 2018 por CEMOSA , por encargo de la Demarcación de Carreteras del Estado de Andalucía Occidental establece la siguiente estratigrafía

| Campaña complementaria 2018 (Cemosa) | Sondeo 2 -> Z= 8.24 | | Sondeo 3 -> Z= 6.35 | |
|---|---|---|---|---|
| NIVEL GEOTÉCNICO | prof superior [m] | prof inferior [m] | prof superior [m] | prof inferior [m] |
| UG1 Rellenos de naturaleza antrópica | 0.0 | 3.5 | 0.0 | 1.8 |
| UG2.a Arcillas limosas con intercalaciones de lentes arenosas. Color marrón | 3.5 | 10.0 | 1.8 | 8.5 |
| UG2.b Arcillas limosas aspecto fangoso con restos de materia orgánica. Tonalidad grisácea | 10.0 | 13.0 | 8.5 | 15.0 |
| UG3 Limos arenosos y limos arcillosos de tonalidad marrón | 13.0 | 17.5 | 15.0 | 15.0 |
| UG4 Gravas y bolos en matriz limo arenosa de tonalidad marrón | 17.5 | 24.0 | 15.0 | 21.0 |
| UG5 Arcillas margosas de alta plasticidad de tonalidad grisácea | 24.0 | | 21.0 | |
| Nivel freático | 6.9 | | 5.5 | |

Corrigiendo los datos de profundidades de los sondeos con la cota de su boca, obtenida topográficamente, se puede establecer el siguiente corte estratigráfico en cotas absolutas:

| Campaña complementaria 2018 (Cemosa) | Margen oriental | | | Margen occidental | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| NIVEL GEOTÉCNICO | Zsuperior [m] | Zinferior [m] | Potencia [m] | Zsuperior [m] | Zinferior [m] | Potencia [m] |
| UG1 Rellenos de naturaleza antrópica | 8.2 | 4.7 | 3.5 | 6.35 | 4.6 | 1.8 |
| UG2.a Arcillas limosas con intercalaciones de lentes arenosas. Color marrón | 4.7 | -1.8 | 6.5 | 4.6 | -2.2 | 6.7 |
| UG2.b Arcillas limosas aspecto fangoso con restos de materia orgánica. Tonalidad grisácea | -1.8 | -4.8 | 3.0 | -2.2 | -8.7 | 6.5 |
| UG3 Limos arenosos y limos arcillosos de tonalidad marrón | -4.8 | -9.3 | 4.5 | -8.7 | -8.7 | 0.0 |
| UG4 Gravas y bolos en matriz limo arenosa de tonalidad marrón | -9.3 | -15.8 | 6.5 | -8.7 | -14.7 | 6.0 |
| UG5 Arcillas margosas de alta plasticidad de tonalidad grisácea | -15.8 | | | -14.7 | | |
| Nivel freático | 1.31 | | | 0.8 | | |

Este corte estratigráfico es similar, salvo matices, con los interpretados en las campañas de 1987 y 1991

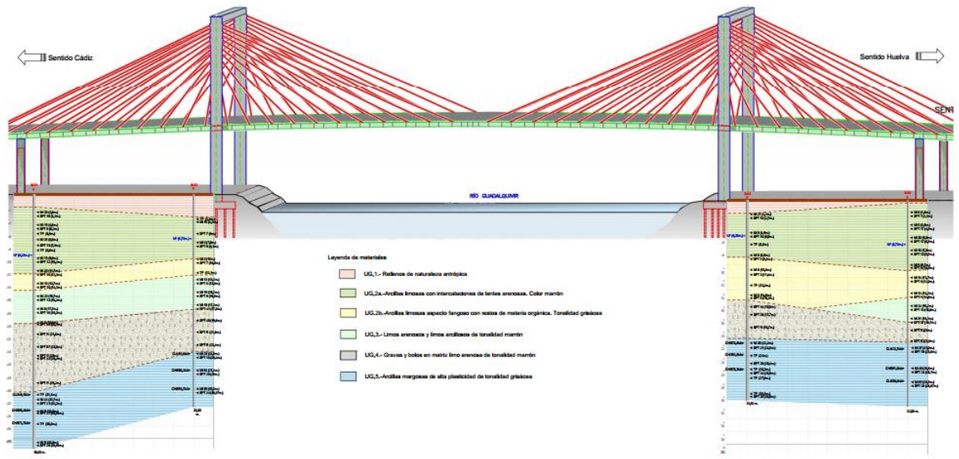



*Figura 3. Perfil geotécnico esquemático según campaña geotécnica 2018 (Cemosa)*

Los parámetros geotécnicos medios más relevantes de los diferentes niveles recogidos en el Proyecto de Construcción de 1987, se resumen en la tabla adjunta:

| NIVEL GEOTÉCNICO | % finos | LL (%) | IP(%) | USCS | Densidad seca (g/cm$^3$) | Humedad (%) | resistencia compresión simple (MPa) | Nspt |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Arcillas marrones superiores | 97 | 59 | 37 | CH-CL | 1.54 | 27 | 0.225 | 16 |
| Arcillas grises | 97 | 57 | 34 | CH | 1.46 | 32 | 0.147 | 12 |
| Arcillas marrones inferiores con niveles de arena | 89 | 37 | 19 | CH-CL | 1.71 | 22 | 0.155 | 20 |
| | 30 | -- | -- | SM | 1.69 | 15 | | 30 |
| Gravas y arenas | | | | GP | | | | Rechazo |
| Margas azules | 97 | 57 | 34 | CH | 1.62 | 24 | 0.41 ( 3 m)<br>0.54 | 50 |

A partir de los ensayos realizados en la Campaña Complementaria de 2018 y de la experiencia existente sobre el comportamiento del terreno en Sevilla (que va más allá de los datos puntuales), se proponen los siguientes parámetros geotécnicos:

*Propuesta de parámetros geotécnicos*

| | $\gamma_{ap}$ (kN/m$^3$) | $\phi$' (º) | c' (kPa) | E (MPa) | $\nu$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Relleno | 18 | 28 | 0 | 10 | 0,35 |
| Arcilla | 20 | 27,5 | 10 | 16 | 0,30 |
| Limos | 21 | 32 | 0 | 20 | 0,30 |
| Gravas | 21 | 37 | 0 | 110 | 0,30 |
| Margas | 20 | 28 | 40 | 55 | 0,30 |

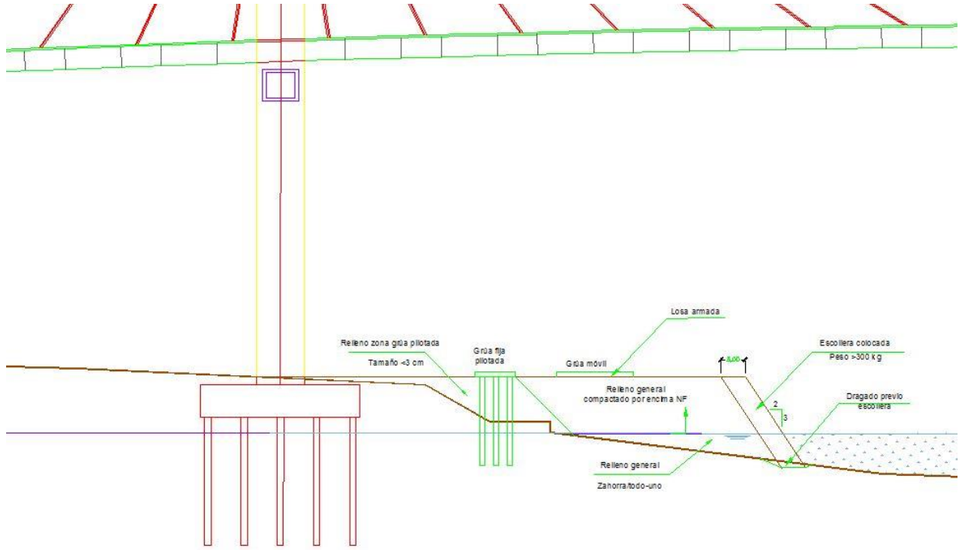
## 3 RECOMENDACIONES PARA LA EJECUCIÓN DE LAS PENÍNSULAS PROVISIONALES

En el fondo del canal Alfonso XIII, en las proximidades del muelle del Centenario del Puerto de Sevilla, es de esperar que exista una zona superficial de material de alta deformabilidad y baja resistencia (fangos). Sería conveniente proceder al dragado de este material previamente a la ejecución de las penínsulas provisionales en las inmediaciones de los pilonos del puente del Centenario. En caso de no ser posible, sería conveniente colocar piedra de gran tamaño en el fondo para que se pudiera "clavar" en este material más flojo, de manera que se densificara e incrementara y aumentara su resistencia.

Para el núcleo de la península se podría emplear material tipo todo uno y colocar escollera de mayor tamaño como protección exterior, lo que permitirá verticalizar los taludes de borde y así evitar la afección al canal de navegación. La escollera deberá colocarse piedra a piedra con máquina y para hacerla más estable y segura es conveniente que la maquinaria de ejecución transite sobre ella, una vez superado el nivel de agua del canal. Es recomendable compactar el relleno todo-uno durante su ejecución.

Como dentro de estas plataformas se prevé la instalación de grúas torres, estas serán cimentadas mediante pilotes, por lo que se aconseja que en las zonas de instalación se limite el tamaño máximo del relleno a 10 cm para poder perforar correctamente los pilotes. Si se opta por pilotes hincados dicho tamaño máximo se limitará a 2-3 cm.

También está previsto que sobre la plataforma trabajen grúas automóviles de gran tonelaje. Por ello, independientemente de cómo se construya finalmente las plataformas (tipo de material, geometría…), se debe prever que los apoyos de la grúa asienten cuando transmitan carga. Estos asientos se producirán por roturas en los contactos, fracturación de las piedras… Se recomienda que en las zonas donde vaya a posicionarse las grúas, se debería colocar una "losa" de hormigón armado (min 15 cm). Si se observaran, al colocar la grúa, deformaciones excesivas/giros se podrían realizar una serie de taladros y rellenar con mortero de baja movilidad. De esta manera el mortero podría rellenar los huecos entre la escollera, mejorando la transmisión de cargas entre piedras y evitando su rotura.



Apéndice 1. Informe Geotécnico. CEMOSA. Noviembre de 2018

# INFORME DE RESULTADOS PARA LA SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO. SEVILLA

Peticionario: **DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO.**

Termino Municipal: **SEVILLA**



Expediente: **O/1806388**

Fecha: **Noviembre de 2018**


cemosa Ingeniería y Control

Polígono Industrial "Los Palillos". C/ Los palillos diez, 10-12 (41500)
Alcalá de Guadaíra. SEVILLA
Tel: 954 520 511 Fax: 954 520 553
sevilla@cemosa.es

Estudios geotécnicos del terreno
Estudios de estabilidad de taludes
Patología de cimentaciones



Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A
C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga). C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356




**TITULO DEL DOCUMENTO**: **INFORME DE RESULTADOS PARA LA SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO. SEVILLA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Edición número: | 0 | Fecha edición : | Noviembre de 2018 |
| Revisión número: | 0 | Fecha revisión : | Noviembre de 2018 |
| Revisión número: | 1 | Fecha revisión : | |
| Revisión número: | 2 | Fecha revisión : | |

## CONTROL DE CALIDAD

| | Nombre | Firma | Fecha |
|---|---|---|---|
| Realizado por | Olga de Adriaensens | | Noviembre de 2018 |
| Revisado | Isidro Ocete Ruiz | | Noviembre de 2018 |
| Aprobado | Isidro Ocete Ruiz | | Noviembre de 2018 |

## REGISTRO DE MODIFICACIONES

| Edic./Rev. | Fecha | Responsable modificación | Secc./Párrafo Modificado | Modificación efectuada |
|---|---|---|---|---|
| 0/0 | Noviembre de 2018 | - | - | Edición inicial |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |


Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga). C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga). C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

# MEMORIA

1.- INTRODUCCIÓN....1
2.- ANTECEDENTES....1
3.- ENTORNO GEOGRÁFICO....5
4.- TRABAJOS REALIZADOS....12
4.1.- Reconocimientos de campo....12
4.2.- Ensayos de campo y laboratorio....19
5.- GEOLOGÍA....25
6.- SISMOLOGÍA....27
6.1.- Introducción....27
6.2.- Aplicación de la normativa....28
7.- CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA DE LOS MATERIALES....31
7.1.- Nivel freático....34
7.2.- UG.1 Rellenos de naturaleza antrópica....35
7.3.- UG.2a Arcillas limosas con intercalaciones de lentes arenosas. Color marrón....36
7.4.- UG.2b Arcillas limosas aspecto fangoso con restos de materia orgánica. Tonalidad grisácea....38
7.5.- UG.3 Limos arenosos y limos arcillosos de tonalidad marrón....40
7.6.- UG.4 Gravas y bolos en matriz limo arenosa de tonalidad marrón....41
7.7.- UG.5 Arcillas margosas de alta plasticidad de tonalidad grisácea....43
7.8.- Muestras tomadas en sondeos y ensayadas de la UG-5....45
7.8.1.- Identificación....45
7.8.2.- Parámetros de estado natural....49
7.8.3.- Parámetros de resistencia....50

Polígono Industrial "Los Palillos". C/ Los palillos diez, 10-12 (41500)
Alcalá de Guadaíra. SEVILLA
Tel: 954 520 511 Fax: 954 520 553
sevilla@cemosa.es

INFORME DE RESULTADOS PARA LA SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO. SEVILLA
DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO
SEVILLA EXPEDIENTE: O/1806388

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga). C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

# ANEJOS

ANEJO 1. PLANTA GENERAL Y DE SITUACIÓN
ANEJO 2. MARCO GEOLÓGICO
ANEJO 3. PERFILES GEOLÓGICOS Y GEOTÉCNICOS
ANEJO 4. TRABAJOS DE CAMPO
ANEJO 4.1 Registro de sondeos a rotación
ANEJO 4.2 Fotografías de testigos de sondeos a rotación
ANEJO 4.3 Actas de ensayos presiométricos
ANEJO 5. ACTAS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

# APENDICES

APÉNDICE 1. HOJA DOCUMENTAL

Polígono Industrial "Los Palillos". C/ Los palillos diez, 10-12 (41500)
Alcalá de Guadaíra. SEVILLA
Tel: 954 520 511 Fax: 954 520 553
sevilla@cemosa.es

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

## 1.- Introducción

El presente documento responde al **INFORME DE RESULTADOS PARA LA SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO** en **SEVILLA** solicitado a **CEMOSA** por **DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO.**

El trabajo se establece con expediente O/1806388, y realizado por la delegación de CEMOSA en Sevilla.

El objeto del presente estudio es la campaña geotécnica complementaria del tramo atirantado del puente del Centenario en Sevilla en el contexto de las actuaciones para la sustitución de los tirantes, lo que requiere de ajustes en las cimentaciones de los pilonos y de las pilas de retenida.

Para este cometido se han realizado los trabajos de campo, consistentes sondeos mecánicos y rotativos con extracción continua de testigo.

Para el desarrollo de este trabajo se han ejecutado los siguientes trabajos:

-Trabajos de campo y laboratorio realizados.

-Caracterización geotécnica de los materiales implicados: definición y parametrización.

-Entorno geológico.

-Presencia de nivel freático.

-Perfil geológico-geotécnico.

## 2.- Antecedentes

De acuerdo con la información geotécnica recogida en el Proyecto de Construcción del Tramo Suroeste de la Circunvalación de Sevilla, la cimentación de las pilas próximas al canal es profunda mediante módulos de pantallas apoyados en gravas.

Se ha realizado dos sondeos en cada margen en el entorno de las dos pilas más próximas al vano principal sobre el canal de navegación.

Pilas 13 y 14 en el margen Este y pilas 15 y 16 en el margen Oeste.



INFORME DE RESULTADOS PARA LA SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO. SEVILLA
DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO
SEVILLA EXPEDIENTE: O/1806388

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356




Figura Nº 1.- Margen de la orilla Oeste.

En el margen de la orilla Oeste, las pilas 15 y 16 se encuentran dentro de la zona portuaria. La pila 15 esta dentro del poligono industrial ZAL, que han reformado hace poco tiempo la urbanización ubicando dicha pila en las inmediaciones de un vial.



Figura Nº 2.- Entorno ubicación S-03, pila 15

La pila 16 se encuentra dentro del propio puerto, no teniendo ningun uso y la zona no se encuentra urbanizada, a veces se utiliza esta zona de aparcamientos de camiones.

Polígono Industrial "Los Palillos". C/ Los palillos diez, 10-12 (41500)
Alcalá de Guadaíra. SEVILLA
Tel: 954 520 511 Fax: 954 520 553
sevilla@cemosa.es



Figura Nº 3.- Entorno ubicación S-04, pila 16

En el margen de la orilla Este, las pilas 13 y 14 se encuentran dentro del COEX. Se encuentran en zonas antiguas de la zona portuaria, encontrándose en las inmediaciones antiguas zonas de cargas.



Figura Nº 4.- Margen de la orilla Este

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.IBenaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F::.A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356







Figura Nº 5.- Entorno de ubicación S-02, pila 14



Figura Nº 6.- Entorno ubicación S-02, pila 14

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.IBenaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F::.A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.:.A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

## 3.- Entorno geográfico

La zona estudiada se sitúa en el término municipal de SEVILLA.

Las coordenadas aproximadas de la zona estudiada se aportan a continuación:

**Tabla 1. Coordenadas aproximadas UTM**

| UTM | |
|---|---|
| X | Y |
| 234.958 | 4.137.689 |

*Nota: Huso UTM: 30, Zona: S, Datum: WGS84.*

En las fotografías siguientes se muestra la ubicación de los trabajos de campo realizados.



Figura Nº 7.- Imagen de la ejecución del sondeo mecánico y rotativo referido como S-01.





Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.:.A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356



Figura Nº 8.- Imagen del entorno S-01 terminado.



Figura Nº 9.- Imagen de la ejecución del sondeo mecánico y rotativo referido como S-02.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga). C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356



Figura Nº 10.- Imagen del entorno S-02 terminado.



Figura Nº 11.- Imagen de la ejecución del sondeo mecánico y rotativo referido como S-03.





Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga). C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356



Figura Nº 12.- Imagen del entono S-03 terminado.



Figura Nº 13.- Imagen de la ejecución del sondeo mecánico y rotativo referido como S-04.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga). C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356



Figura Nº 14.- Imagen del entorno S-04 terminado.



Figura Nº 15.- Imagen de la ejecución de la calicata referida como C-01.





Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga). C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

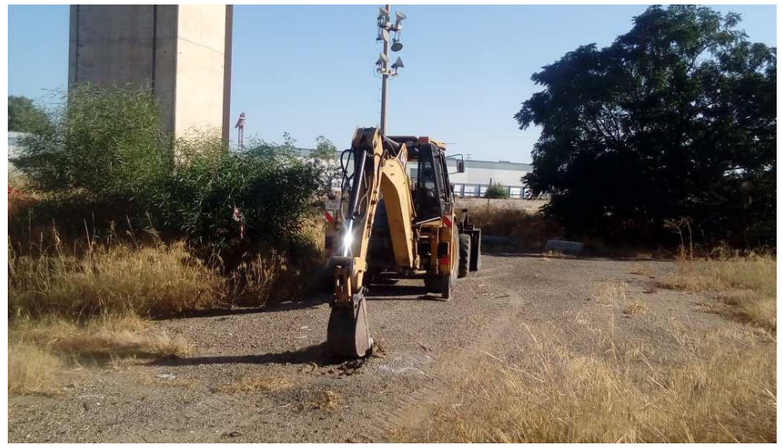


Figura Nº 16.- Imagen de la ejecución de la calicata referida como C-02.




Figura Nº 17.- Imagen de la ejecución de la calicata referida como C-03.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga). C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356



Figura Nº 18.- Imagen de la ejecución de la calicata referida como C-04.





Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga). C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

# 4.- Trabajos realizados

Los trabajos realizados han tenido dos caracteres diferentes, los ejecutados en campo o "in situ" y los de laboratorio.

## 4.1.- Reconocimientos de campo

Los trabajos de campo realizados se definen a continuación.

**Tabla 2. Trabajos de campo**

| Tipo | Unidades | Profundidad mínima alcanzada (m.) | Profundidad máxima alcanzada (m.) |
|---|---|---|---|
| Sondeos mecánicos con recuperación de testigo | 4 | 32.00 | 39.53 |
| Calicatas de Reconocimiento | 4 | 1.50 | |
| Ensayos presiométricos | 10 | - | |
| Ensayo penetrometro manual | 47 | - | |

Las coordenadas de los reconocimientos de campo efectuados son las siguientes:

**Tabla 3. Coordenadas aproximadas UTM**

| Reconocimiento | Coor. X | Coor. Y | Coor. Z |
|---|---|---|---|
| S-01 | 235036 | 4137632 | 9 m |
| S-02 | 234967 | 4137690 | 7 m |
| S-03 | 234759 | 4137923 | 6 m |
| S-04 | 234715 | 4137969 | 11 m |

Los sondeos mecánicos a rotación consisten en la ejecución de perforaciones de pequeño diámetro, generalmente de 65 y 140 mm que permiten reconocer la naturaleza y localización de las diferentes capas del subsuelo mediante la extracción continua de testigo de suelo o roca, a la vez que se alterna con ensayos geotécnicos de penetración y extracción de muestras inalteradas, en los casos que es posible. Las perforaciones se realizaron con una sonda modelo TECOINSA TP50. Una vez finalizados los sondeos se introdujo tubería PVC ranurada en cada uno de los mismos con objeto de poder realizar un seguimiento de los posibles niveles freáticos y se instaló una tapa metálica como medida de protección de la embocadura de los sondeos.

Las muestras inalteradas se pueden obtener a percusión, a presión, o a rotación. En el primer caso, se trata de un ensayo parecido al S.P.T., con la diferencia de que el tomamuestras empleado es del tipo GMPV de pared gruesa, de mayor sección que el del S.P.T., diseñado especialmente para que la muestra se recupere en el interior de un tubo

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga). C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

de plástico que cerrado herméticamente con tapas de goma, mantenga inalteradas largo tiempo las propiedades del suelo.



Figura Nº 19.- Toma muestras de pared fina (Shelby)



Figura Nº 20.- Toma muestras pared gruesa

Al igual que en el ensayo S.P.T., se contabilizan los golpes necesarios para penetrar 30 cm, después de haber desechado los primeros 15 cm. Al número obtenido, se le denomina Ni, para diferenciarlo del ensayo Standard. También se pueden obtener muestras inalteradas con el tomamuestras anterior, introducido a presión.





Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga). C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356



Figura Nº 21.- Toma muestras SPT

Las diferentes actas de todos los reconocimientos de campo desarrollados para este trabajo se aportan en los anejos correspondientes.

### 4.1.1.- *Ensayos de penetrómetro manual*

Una vez realizados los sondeos se han testificado in situ por un geólogo especialista y se han realizado ensayos de penetrómetro manual y ensayos de resistencia a torsión con vanetest. Los resultados obtenidos se incluyen en las comunas de sondeos incluidas en el correspondiente Anejos.




Figura Nº 22.- Penetrometro de bolsillo

A continuación se muestra una tabla resumen con los resultados de penetrómetro manual obtenidos y una comparación de dichos resultados con el registro de los ensayos SPT.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga). C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Tabla 4. Resultados de Penetrómetro manual o de bolsillo.

| Sondeo | Litología | Valores SPT para referencia | | Valor Penetrómetro manual (qu) | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | cota | N30 | cota | Mpa |
| S-01 | UG-2a | 3,20 | 16 | 2,00 | 0.30 |
| | | 5,20 | 5 | 4,00 | 0.25 |
| | | 7,80 | 13 | 6,80 | 0.31 |
| | | 7,80 | 13 | 7,50 | 0.30 |
| | | 10,40 | 12 | 9,60 | 0.31 |
| | | 12,30 | 10 | 11,50 | 0.30 |
| | UG-2b | 14,30 | 10 | 13,50 | 0.20 |
| | UG-3 | 16,30 | 13 | 15,00 | 0.25 |
| | | 16,30 | 13 | 15,50 | 0.13 |
| | | 18,30 | 16 | 17,50 | 0.11 |
| | | 18,30 | 16 | 19,00 | 0.10 |
| | UG-5 | 25,40 | 43 | 24,40 | 0.35 |
| | | 38,93 | 24 | 34,60 | 0.40 |
| | | 29.20 | 24 | 36,30 | 0.40 |
| S-02 | UG-2a | 6,00 | 7 | 4,00 | 0.30 |
| | | 6,00 | 7 | 5,00 | 0.25 |
| | | 6,00 | 7 | 5,80 | 0.16 |
| | | 8,10 | 9 | 7,30 | 0.30 |
| | UG-2b | 10,60 | 7 | 9,00 | 0.35 |
| | UG-2a | 13,80 | 8 | 11,50 | 0.10 |
| | | 13,80 | 8 | 12,65 | 0.15 |
| | UG-3 | 15,80 | 9 | 15,00 | 0.30 |
| | | 17,80 | 41 | 16,00 | 0.31 |
| | | 17,80 | 41 | 17,50 | 0.12 |
| | UG-5 | 24,40 | 18 | 24,50 | 0.10 |
| | | 28,00 | 26 | 26,50 | 0.30 |
| | | 28,00 | 26 | 27,00 | 0.50 |
| | | 30,87 | 24 | 29,00 | 0.30 |
| S-03 | UG-2a | 2,70 | 13 | 2,00 | 0.25 |
| | | 5,50 | 10 | 4,50 | 0.20 |
| | | 5,50 | 10 | 6,50 | 0.20 |
| | UG-2b | 9,10 | 4 | 9,00 | 0.11 |
| | | 11,40 | 3 | 12,00 | 0.10 |
| | | 15,20 | 8 | 14,00 | 0.10 |
| | UG-5 | 22,80 | 21 | 21,00 | 0.20 |
| | | 26,90 | 24 | 25,00 | 0.20 |
| | | 30,50 | 26 | 29,00 | 0.35 |
| S-04 | UG-2a | 2,10 | 7 | 2,80 | 0.30 |
| | | 6,10 | 17 | 6,80 | 0.20 |
| | | 10,30 | 9 | 9,50 | 0.25 |
| | UG-2b | 12,30 | 8 | 11,50 | 0.10 |
| | | 14,80 | 1 | 14,00 | 0.15 |
| | UG-3 | 16,80 | 10 | 15,60 | 0.10 |
| | | 18,70 | 37 | 18,00 | 0.20 |





Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga). C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

| Sondeo | Litología | Valores SPT para referencia | | Valor Penetrómetro manual (qu) | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | cota | N30 | cota | Mpa |
| S-01 | UG-5 | 23,60 | 19 | 22,50 | 0.30 |
| | | 26,70 | 24 | 24,00 | 0.30 |
| | | 28,67 | 28 | 28,00 | 0.30 |

### 4.1.2.- *Ensayos de presiómetros en el interior de sondeos*

Se ha realizado una campaña de investigación presiométrica a lo largo de los diferentes sondeos, con un total de 10 presiómetros, en los que se han empleado la sonda tipo OYO HQ, y la sonda hinca del equipo Menard para suelos granulares, intentado realizar el ensayo en el S-02, dejándolo al haber dado 240 golpes para introducir 20 cm. Para el ensayo tipo OYO se aplica la norma ASTM D4719

A continuación detallamos el fundamento de estos reconocimientos y se presenta un resumen de los valores obtenidos en cada uno de ellos, cuándo ello ha sido posible.

#### 4.1.2.1.- *Presiometro OYO*

Los ensayos presiométricos OYO se realizan de acuerdo con las normas ASTM D-4719-87/94.

El equipo utilizado para la ejecución de los ensayos presiométricos ha sido un presiómetro OYO, fabricado por OYO CORPORATION que consta de los siguientes componentes principales:

- SONDA OYO ELASTMETER-2 de 72 mm. Alcanza una presión de trabajo de hasta 200 bares.
- CAJA DE LECTURAS ELECTRÓNICA externa, con almacenamiento de datos en un ordenador portátil, con rango de resolución desde 1 KPa hasta 2000 KPa, aunque en este tipo de presiómetro pueden optimizarse para cada tipo de suelo.
- BOMBA DE PRESIÓN. Permite la inyección/succión del fluido utilizado en la sonda.
- MULTIPLICADOR. Permite inyectar/succionar 8 veces más fluido.
- DOBLE CABLE (electrónica/fluido) hasta profundidades de ensayo de 200 m.

En las siguientes figuras se muestra un esquema de la configuración del equipo para la realización del ensayo y la geometría de la sonda tricelular:

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga). C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356



Figura Nº 23.- Presiómetro Oyo

La base teórica del ensayo se fundamenta en la expansión radial de una membrana flexible a presión controlada en el interior de un tramo específico de sondeo. Se crea así un campo de tensiones cilíndricos con deformaciones planas, y el desarrollo del ensayo hasta la rotura del suelo permite obtener curvas presión-deformación que representan las distintas fases de comportamiento del suelo, a partir de las cuales se obtienen los parámetros geotécnicos de interés.

Las tensiones se aplican escalonadamente mediante la inyección de un fluido (agua a presión mediante Nitrógeno), registrándose los incrementos de volumen de la célula central de la sonda a intervalos de 15, 30 y 60 segundos tras haber alcanzado el escalón de presión correspondiente.

Las lecturas de los cambios de volumen de la célula central de la sonda corresponden a deformaciones del suelo, mientras que las células de guarda garantizan la expansión cilíndrica de la célula central, fundamento teórico del ensayo.

A partir de los resultados obtenidos se obtienen dos tipos de curvas:

- Curva presiométrica bruta: relaciona las presiones alcanzadas con las variaciones de volumen a medidas en el intervalo de 60'.

En la curva bruta, pueden distinguirse tres fases:

- Fase inicial: corresponde a la puesta en contacto de la camisa de la sonda con la pared del sondeo.
- Fase pseudo-elástica: con un carácter lineal, representa el comportamiento elástico del terreno.
- Fase plástica: corresponde a grandes desplazamientos de la pared del sondeo.





Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga). C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

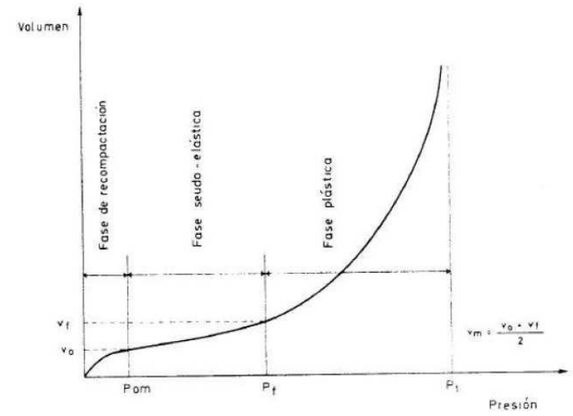



Figura Nº 24.- Ejemplo de curva presiométrica

- Curva de fluencia: Refleja las diferencias de volumen en los intervalos de 30' a 60' para cada escalón de presión.

La curva de fluencia presenta la forma de líneas poligonales cuyos vértices corresponden a los límites de cada una de las tres fases de la curva presiométrica.

Para obtener los parámetros presiométricos, se deben aplicar una serie de correcciones a las lecturas de campo, obteniéndose así la curva presiométrica neta.

Los parámetros geotécnicos que pueden obtenerse a partir del ensayo presiométrico son:

- Módulo presiométrico ($E_M$)
- Presión límite ($P_L$)
- Presión de fluencia ($P_F$)

La presión límite se ha utilizado el método del inverso de la deformación unitaria ε.

A partir de los resultados obtenidos se puede establecer una clasificación preliminar de los suelos de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 5. Clasificación del terreno en base al ensayo presiométrico

| Presión límite (bares) | Naturaleza del suelo | Categoría |
|---|---|---|
| 0 – 12 | Arcilla | I |
| 0 – 7 | Limo | |
| 18 – 40 | Margas o arcilla firme | II |
| 12 – 30 | Limo compacto | |
| 4 – 8 | Arena compresible | |
| 10 – 30 | Roca blanda o meteorizada | |
| 10 – 20 | Arena y grava | III |
| 40 – 100 | Roca | |
| 30 - 60 | Arena y grava muy compacta | IIIA |

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.IBenaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.:.A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

En la siguiente tabla se resumen los resultados obtenidos en los diferentes ensayos realizados a lo largo de la campaña:

Tabla 6. Valores del ensayo presiométrico

| Prospección | Cota. | Tipo | Módulo presiométrico (Em) | Presión límite (Pl) | Presión de fluencia (Pf) | Relación presiométrica | Unidad Geotécnica |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | m | | Mpa | Mpa | Mpa | | |
| S-02 | 6.50 | OYO | 6.50 | 0.49 | 0.23 | 13.15 | UG-2a |
| | 12.60 | OYO | 4.86 | 0.70 | 0.37 | 6.91 | UG-2b |
| | 16.10 | OYO | 9.84 | 1.15 | 0.48 | 8.54 | UG-3 |
| | | MENARD | | | | | UG-4 |
| | 28.90 | OYO | 42.11 | 4.82 | 1.69 | 8.74 | UG-5 |
| | 31.90 | OYO | 85.51 | 6.82 | 2.65 | 13.75 | UG-5 |
| S-03 | 7.40 | OYO | 10.51 | 1.01 | 0.47 | 10.40 | UG-2a |
| | 13.40 | OYO | 2.59 | 0.54 | 0.38 | 4.76 | UG-2b |
| | 23.20 | OYO | 26.99 | 3.60 | 1.06 | 7.51 | UG-5 |
| | 28.70 | OYO | 91.00 | 8.78 | | 10.36 | UG-5 |

*Nota: los ensayos que aparecen sin resultados son aquellos en donde se ha obtenido rechazo y no se ha podido hincar el presiómetro por la presencia de bolos, especialmente en UG-4.*

### 4.1.3.- *Calicatas de reconocimiento*

En total se han realizado 4 calicatas en los puntos indicados por la Especificación, donde se ha verificado la no presencia de servicios que pudieran verse afectados por las perforaciones.

Todas ellas se han realizado con medios mecánicos mediante retroexcavadora tipo mixta.

## 4.2.- Ensayos de campo y laboratorio

Los ensayos y trabajos de campo realizados para determinar las características de los materiales detectados han sido los siguientes:

Tabla 7. Ensayos y Trabajos de campo

| Ensayo | unidades | norma |
|---|---|---|
| Toma de muestra inalterada con tomamuestras de tipo abierto | 30 | ASTM D6169-98, ASTM D3550-01, XP P94-202 |
| Ensayo de penetración estandar (SPT) | 55 | UNE 103800 |
| Toma de muestra inalterada tipo Shelby | 9 | Norma ASTM D1587 |
| Testigo parafinado | 12 | - |

Los ensayos de campo y los valores obtenidos se detallan a continuación:



INFORME DE RESULTADOS PARA LA SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO. SEVILLA
DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO
SEVILLA EXPEDIENTE: O/1806388

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.IBenaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.:.A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Tabla 8. Valores de consistencia o compacidad

| Muestra | | | Consistencia o Compacidad | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Golpeo/15cm | | | | | |
| Reconocimiento | Tipo de muestra | Prof. Inicial muestra | V1 | V2 | V3 | V4 | N30 MI | N30 SPT |
| S-01 | MI | 2.60 | 6 | 12 | 18 | 22 | 30 | |
| S-01 | SPT | 3,30 | 3 | 5 | 11 | 11 | | 16 |
| S-01 | MI | 4,60 | 6 | 10 | 8 | 9 | 18 | |
| S-01 | SPT | 5,20 | 1 | 2 | 3 | 4 | | 5 |
| S-01 | TP | 5,90 | | | | | | |
| S-01 | MI | 6,80 | 7 | 12 | 19 | 23 | 31 | |
| S-01 | SPT | 7,80 | 3 | 5 | 8 | 9 | | 13 |
| S-01 | TP | 8,60 | | | | | | |
| S-01 | MI | 9,80 | 3 | 5 | 8 | 11 | 13 | |
| S-01 | SPT | 10,40 | 4 | 5 | 7 | 9 | | 12 |
| S-01 | MI | 11,70 | 4 | 8 | 12 | 15 | 20 | |
| S-01 | SPT | 12,30 | 3 | 4 | 6 | 9 | | 10 |
| S-01 | MI | 13,70 | 3 | 4 | 6 | 8 | 10 | |
| S-01 | SPT | 14,30 | 3 | 4 | 6 | 9 | | 10 |
| S-01 | MI | 15,70 | 7 | 8 | 12 | 13 | 20 | |
| S-01 | SPT | 16,30 | 5 | 6 | 7 | 8 | | 13 |
| S-01 | MI | 17,70 | | | | | 0 | |
| S-01 | SPT | 18,30 | 5 | 6 | 10 | 9 | | 16 |
| S-01 | MI | 19,80 | | | | | 0 | |
| S-01 | SPT | 20,10 | 37 | 26 | 22 | 18 | | 48 |
| S-01 | SPT | 21,60 | 27 | R | | | | R |
| S-01 | SPT | 23,50 | 21 | 30 | 27 | 31 | | 57 |
| S-01 | SPT | 25,40 | 23 | 21 | 22 | 25 | | 43 |
| S-01 | SPT | 25,00 | 30 | R | | | | R |
| S-01 | SPT | 29,20 | 25 | R | | | | R |
| S-01 | TP | 31,10 | | | | | | |
| S-01 | MI | 31,70 | 18 | 20 | 24 | 32 | 44 | |
| S-01 | SPT | 32,30 | 5 | 9 | 12 | 16 | | 21 |
| S-01 | MI | 33,50 | 15 | 26 | R | | R | |
| S-01 | SPT | 33,94 | 8 | 12 | 15 | 20 | | 27 |
| S-01 | TP | 35,60 | | | | | | |
| S-01 | MI | 38,50 | 16 | 24 | R | | R | |
| S-01 | SPT | 38,93 | 6 | 12 | 14 | 19 | | 26 |
| S-02 | TP | 3,80 | | | | | | |
| S-02 | MI | 4,20 | 4 | 6 | 10 | 13 | 16 | |
| S-02 | SPT | 6,00 | 2 | 3 | 4 | 7 | | 7 |
| S-02 | MI | 7,50 | | | | | 0 | |

Polígono Industrial "Los Palillos". C/ Los palillos diez, 10-12 (41500)
Alcalá de Guadaíra. SEVILLA
Tel: 954 520 511 Fax: 954 520 553
sevilla@cemosa.es

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.:.A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

**Tabla 8. Valores de consistencia o compacidad**

| Muestra | | | Consistencia o Compacidad | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Golpeo/15cm | | | | | |
| Reconocimiento | Tipo de muestra | Prof. Inicial muestra | V1 | V2 | V3 | V4 | N30 MI | N30 SPT |
| S-02 | SPT | 8,10 | 3 | 4 | 5 | 6 | | 9 |
| S-02 | MI | 10,00 | | | | | 0 | |
| S-02 | SPT | 10,60 | 3 | 3 | 4 | 4 | | 7 |
| S-02 | TP | 12,10 | | | | | | |
| S-02 | MI | 13,20 | 4 | 6 | 7 | 11 | 13 | |
| S-02 | SPT | 13,80 | 4 | 4 | 4 | 5 | | 8 |
| S-02 | MI | 15,20 | 6 | 9 | 10 | 15 | 19 | |
| S-02 | SPT | 15,80 | 4 | 4 | 5 | 6 | | 9 |
| S-02 | MI | 17,20 | 9 | 9 | 6 | 15 | 15 | |
| S-02 | SPT | 17,80 | 13 | 19 | 22 | 30 | | 41 |
| S-02 | SPT | 19,60 | 18 | 24 | 21 | 27 | | 45 |
| S-02 | SPT | 21,50 | 29 | 37 | R | | | R |
| S-02 | SPT | 23,40 | 21 | R | | | | R |
| S-02 | MI | 24,80 | 9 | 14 | 19 | 32 | 33 | |
| S-02 | SPT | 25,40 | 5 | 8 | 10 | 13 | | 18 |
| S-02 | MI | 27,40 | 12 | 19 | 35 | R | 54 | |
| S-02 | SPT | 28,00 | 9 | 11 | 15 | 16 | | 26 |
| S-02 | MI | 30,30 | 15 | 22 | 37 | R | 59 | |
| S-02 | SPT | 30,87 | 9 | 10 | 14 | 17 | | 24 |
| S-03 | MI | 2,10 | 7 | 9 | 12 | 16 | 21 | |
| S-03 | SPT | 2,70 | 3 | 5 | 8 | 8 | | 13 |
| S-03 | MI | 4,90 | | | | | 0 | |
| S-03 | SPT | 5,50 | 3 | 4 | 6 | 8 | | 10 |
| S-03 | TP | 6,80 | | | | | | |
| S-03 | MI | 8,50 | | | | | 0 | |
| S-03 | SPT | 9,10 | 1 | 2 | 2 | 2 | | 4 |
| S-03 | MI | 10,80 | | | | | 0 | |
| S-03 | SPT | 11,40 | 1 | 1 | 2 | 3 | | 3 |
| S-03 | TP | 13,20 | | | | | | |
| S-03 | MI | 14,60 | 1 | 3 | 5 | 7 | 8 | |
| S-03 | SPT | 15,20 | 1 | 3 | 5 | 11 | | 8 |
| S-03 | SPT | 16,50 | 23 | 24 | 20 | 21 | | 44 |
| S-03 | SPT | 17,70 | 16 | 13 | 12 | 11 | | 25 |
| S-03 | SPT | 19,70 | 18 | 27 | R | | | R |
| S-03 | MI | 22,20 | 8 | 13 | 22 | 30 | 35 | |
| S-03 | SPT | 22,80 | 6 | 9 | 12 | 15 | | 21 |
| S-03 | TP | 24,00 | | | | | | |



INFORME DE RESULTADOS PARA LA SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO. SEVILLA
DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO
SEVILLA EXPEDIENTE: O/1806388

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.:.A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

**Tabla 8. Valores de consistencia o compacidad**

| Muestra | | | Consistencia o Compacidad | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Golpeo/15cm | | | | | |
| Reconocimiento | Tipo de muestra | Prof. Inicial muestra | V1 | V2 | V3 | V4 | N30 MI | N30 SPT |
| S-03 | SPT | 25,40 | 9 | 11 | 14 | 18 | | 25 |
| S-03 | TP | 26,30 | | | | | | |
| S-03 | SPT | 26,90 | 9 | 11 | 13 | 19 | | 24 |
| S-03 | TP | 27,60 | | | | | | |
| S-03 | TP | 30,10 | | | | | | |
| S-03 | SPT | 30,50 | 9 | 12 | 14 | 20 | | 26 |
| S-04 | MI | 1,50 | | | | | 0 | |
| S-04 | SPT | 2,10 | 2 | 3 | 4 | 4 | | 7 |
| S-04 | MI | 3,50 | | | | | 0 | |
| S-04 | SPT | 4,10 | 4 | 7 | 10 | 11 | | 17 |
| S-04 | MI | 5,50 | 8 | 12 | 18 | 25 | 30 | |
| S-04 | SPT | 6,10 | 4 | 7 | 10 | 13 | | 17 |
| S-04 | MI | 7,50 | 4 | 6 | 10 | 11 | 16 | |
| S-04 | SPT | 8,10 | 4 | 4 | 6 | 8 | | 10 |
| S-04 | MI | 9,70 | 4 | 4 | 5 | 7 | 9 | |
| S-04 | SPT | 10,30 | 3 | 4 | 5 | 5 | | 9 |
| S-04 | MI | 11,70 | 5 | 6 | 8 | 10 | 14 | |
| S-04 | SPT | 12,30 | 3 | 3 | 5 | 5 | | 8 |
| S-04 | MI | 14,20 | 5 | 6 | 8 | 9 | 14 | |
| S-04 | SPT | 14,80 | 3 | 1 | 0 | 1 | | 1 |
| S-04 | MI | 16,20 | 4 | 12 | 12 | 11 | 24 | |
| S-04 | SPT | 16,80 | 8 | 5 | 5 | 5 | | 10 |
| S-04 | MI | 18,10 | 9 | 15 | 16 | 18 | 31 | |
| S-04 | SPT | 18,70 | 5 | 13 | 24 | 34 | | 37 |
| S-04 | SPT | 20,00 | 18 | 31 | R | | | R |
| S-04 | SPT | 21,60 | R | | | | | R |
| S-04 | MI | 23,00 | 10 | 15 | 22 | 31 | 37 | |
| S-04 | SPT | 23,60 | 6 | 8 | 11 | 14 | | 19 |
| S-04 | MI | 26,10 | 12 | 19 | 29 | 40 | 48 | |
| S-04 | SPT | 26,70 | 7 | 11 | 13 | 18 | | 24 |
| S-04 | MI | 28,10 | 16 | 22 | 39 | R | 61 | |
| S-04 | SPT | 28,67 | 9 | 12 | 16 | 22 | | 28 |

Los ensayos de laboratorio realizados para la elaboración de este documento quedan reflejados en las tablas siguientes:

Polígono Industrial "Los Palillos". C/ Los palillos diez, 10-12 (41500)
Alcalá de Guadaíra. SEVILLA
Tel: 954 520 511 Fax: 954 520 553
sevilla@cemosa.es

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.:.A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

### Tabla 9. Trabajos de laboratorio realizados a muestras tomadas en sondeos

| Ensayo | unidades | norma |
|---|---|---|
| Clasificación USCS | 12 | ISSMGE |
| Análisis granulométrico por tamizado | 12 | UNE 103101 |
| Determinación de los límites de Atterberg | 12 | UNE 103103 - 104 |
| Determinación de humedad natural | 12 | UNE 103300 |
| Determinación de peso específico aparente | 12 | UNE 103301 |
| Ensayo de compresión simple en suelos | 12 | UNE 103400 |

Los valores obtenidos para cada uno de los ensayos realizados se establecen en las siguientes tablas

### Tabla 10. Ensayos de identificación realizados a muestras tomadas en sondeos

| Muestra | | | Identificación | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Granulometría | | | | | | | | L. Atterberg | | | |
| Reconocimiento | Tipo de muestra | Prof. Inicial muestra | 20 mm. | 5 mm. | 2 mm. | 0,4 mm. | 0,08 mm. | Grava (>2mm) % | Arena (2-0.08mm) % | Finos (<0,08mm) % | Límite Líquido | Límite Plástico | Indice Plasticidad | Clasificación USCS |
| S-01 | TP | 31.10 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 91,70 | 0,00 | 8,30 | 91,70 | 48,50 | 20,50 | 28,00 | CL |
| S-01 | MI | 33.50 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 98,60 | 0,00 | 1,40 | 98,60 | 53,20 | 23,60 | 29,60 | CH |
| S-01 | TP | 35.60 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 97,60 | 0,00 | 2,40 | 97,60 | 53,90 | 20,50 | 33,40 | CH |
| S-02 | MI | 24.80 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 92,20 | 0,00 | 7,80 | 92,20 | 45,80 | 19,80 | 26,00 | CL |
| S-02 | MI | 27.40 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 96,90 | 0,00 | 3,10 | 96,90 | 55,40 | 21,30 | 34,10 | CH |
| S-02 | MI | 30.30 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 97,20 | 0,00 | 2,80 | 97,20 | 50,00 | 20,80 | 29,30 | CH |
| S-03 | MI | 22,20 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 93,50 | 0,00 | 6,50 | 93,50 | 50,70 | 20,70 | 30,00 | CH |
| S-03 | TP | 24,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 94,50 | 0,00 | 5,50 | 94,50 | 54,60 | 20,70 | 33,90 | CH |
| S-03 | TP | 26,30 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 94,60 | 0,00 | 5,40 | 94,60 | 54,10 | 21,10 | 33,00 | CH |
| S-04 | MI | 23,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 85,70 | 0,00 | 14,30 | 85,70 | 41,50 | 17,10 | 24,40 | CL |
| S-04 | MI | 26,10 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 97,70 | 0,00 | 2,30 | 97,70 | 54,30 | 22,20 | 32,10 | CH |
| S-04 | MI | 28,10 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 99,00 | 91,10 | 0,00 | 8,90 | 91,10 | 47,10 | 19,70 | 27,40 | CL |





Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.:.A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

### Tabla 11. Ensayos de definición del estado natural y resistencia realizados a muestras tomadas en sondeos

| Muestra | | | Parámetros de estado natural | | | | Resistencia | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | Con Drenaje | | | Sin Drenaje | | | |
| Reconocimiento | Tipo de muestra | Prof. Inicial muestra | P.Específico kN/m$^3$ | Densd.Seca kN/m$^3$ | Densd.Aparente kN/m$^3$ | Humedad % | RCS Kpa | Corte Directo / Triaxial | Ang. Rozamiento Efectivo ° | Cohesión Efectiva Kpa | Corte Directo / Triaxial | Ang. Rozamiento sin drenaje ° | Cohesión Efectiva Kpa |
| S-01 | TP | 31.10 | | 15,70 | 19,82 | 25,70 | 349,10 | | | | | | |
| S-01 | MI | 33.50 | | 15,80 | 19,91 | 25,80 | 588,40 | | | | | | |
| S-01 | TP | 35.60 | | 16,20 | 20,21 | 24,80 | 572,70 | | | | | | |
| S-02 | MI | 24.80 | | 16,00 | 20,21 | 25,80 | 416,60 | | | | | | |
| S-02 | MI | 27.40 | | 16,10 | 20,21 | 26,30 | 650,20 | | | | | | |
| S-02 | MI | 22,20 | | 15,60 | 20,01 | 28,50 | 518,70 | | | | | | |
| S-03 | MI | 24,00 | | 16,20 | 20,21 | 24,70 | 578,80 | | | | | | |
| S-03 | TP | 26,30 | | 15,70 | 19,72 | 25,40 | 392,80 | | | | | | |
| S-03 | TP | 23,00 | | 16,10 | 20,01 | 24,60 | 575,30 | | | | | | |
| S-04 | MI | 26,10 | | 16,90 | 20,60 | 22,40 | 423,70 | | | | | | |
| S-04 | MI | 28,10 | | 16,10 | 20,11 | 25,70 | 581,80 | | | | | | |
| S-04 | MI | 22,20 | | 16,70 | 20,70 | 24,40 | 639,80 | | | | | | |

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.IBenaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.:.A-29021334. R.J. de Málaga. T.:185, L.98-SA, F.:195, P.:1356

## 5.- Geología

La ubicación geológica, a efectos gráficos, del término municipal de SEVILLA se aporta en el anejo correspondiente.

La situación geológica de la zona estudiada se expresa en el siguiente gráfico extraído de la documentación existente del Mapa Geológico de España (MAGNA), a escala original 1:50.000, del Instituto Geológico y Minero de España, del Ministerio de Ciencia e Innovación




Figura Nº 25.- Mapa geológico donde se sitúa el área estudiada en el término municipal de SEVILLA. Fuente: Instituto Geológico y Minero de España.

La zona se enmarca dentro de la Depresión (o cuenca) del Guadalquivir, localizada entre el macizo hercínico de la Meseta y el borde septentrional de las Cordilleras Béticas. Se trata de una cuenca de antepaís, que se superpone al surco frontal que existiría al norte de la cordillera a la vez que se iba formando. Tiene una marcada asimetría ya que el borde norte (macizo hercínico) es tectónicamente inactivo mientras que el borde sur sería activo, lo que trae como consecuencia que junto a este borde activo se depositasen importantes volúmenes de olistostromas formados por masas (olistolitos) de procedencia bética en el seno de materiales del Mioceno. La mitad norte de la Depresión del Guadalquivir corresponde a afloramientos del Mioceno superior y Plioceno sin olistostromas





Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.IBenaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.:.A-29021334. R.J. de Málaga. T.:185, L.98-SA, F.:195, P.:1356

La zona de estudio se sitúa en la denominada Depresión del Guadalquivir, Unidad geológica caracterizada por una gran monotonía estratigráfica, en donde afloran materiales de edad Cuaternaria y Terciaria.

En el ámbito de la zona de estudio los depósitos Cuaternarios pertenecen al río Guadalquivir y los tributarios de éste que generan diversas terrazas con distintas cotas y distintas litologías asociadas a cada terraza.

Los materiales cuaternarios se disponen sobre el sustrato terciario constituido por las conocidas margas azules o margas de la depresión del Guadalquivir.

Además de estas dos grandes zonas, existen otros dominios entre los que destacan las depresiones post-orogénicas terciarias, rellenas de materiales terciarios y cuaternarios procedentes de la erosión de los relieves circundantes.

Las características básicas de cada uno de los materiales que conforman este Unidad se describen a continuación:

Depósitos Cuaternarios: En la zona de estudio se encuentran los materiales correspondientes a la terraza QT2, situada a una cota de 25-30 m y caracterizada por una serie alternante en donde es típico encontrar gravas, arenas, limos y arcillas de forma entremezclada. Son depósitos típicos de un medio de elevada energía, depósitos arrastrados por flujos fluviales y depositados en los márgenes de los antiguos cauces.

Los cantos rodados que aparecen son de cuarcita, que aunque abundan sobre todo en las partes bajas de la zona, no es raro encontrarlos mezcladas con cantidades importantes de margas arrastradas de los márgenes.

Margas Azules: Se trata de depósitos típicos de un ambiente de baja energía, que comenzaron a depositarse en los fondos del mar existente durante la edad andaluciense.

Las margas se presentan, si se encuentran “in situ”, compactas, duras, en estado de sequedad, con fractura concoidea. Localmente pueden considerarse como arcillas calcáreas. A veces pueden llevar impregnaciones de hidróxidos de hierro y pirita

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

# 6.- Sismología

## 6.1.- Introducción

La normativa utilizada a la hora de tener en cuenta o no los posibles efectos sísmicos sobre las obras proyectadas, ha sido la "Norma de Construcción Sismorresistente". NCSE-02. REAL DECRETO 997/2002 de 27 de septiembre.

NCSE-02 o Norma de construcción sismorresistente, es una norma española, publicada en BOE 11 octubre 2002.

Típicamente la norma NCSE-02 propone un método de cálculo, que al igual que su predecesora, la NCSE-94 utiliza los métodos tradicionales de proyecto sismorresistente basados en la resistencia.

La NCSE-02 está centrada en la seguridad de la estructura, pero no en cuantificar los daños, por lo que sus comprobaciones sólo son válidas en estado límite último.

Sus capítulos se ordenan como sigue:

- Capítulo 1: generalidades.
- Capítulo 2: peligrosidad sísmica y acción sísmica en cada punto del territorio.
- Capítulo 3: métodos de cálculo para obtención de acciones y desplazamientos.
- Capítulo 4: reglas de proyecto y prescripciones constructivas.

La norma NCSE-02 sigue las fases típicas del análisis dinámico de estructuras:

- En un primer paso se establece el modelo estructural adecuado. A partir de las características geométricas, los materiales y la configuración de la estructura del modelo se construyen las matrices de masa, amortiguación y rigidez de acuerdo a las convenciones habituales del análisis dinámico. A partir de esas matrices se puede determinar gracias al análisis modal espectral las frecuencias propias de la estructura y sus modos propios. El movimiento oscilatorio de la estructura se representa de hecho como un movimiento armónico compuesto, que en general no será periódico.
- A partir de la ubicación de la estructura, las propiedades del terreno y la zonificación sísmica asociada a la norma se estiman unas aceleraciones típicas impuestas por el terreno y recogidas en los espectros elásticos de respuesta.
- A continuación la combinación de la solicitación sísmica resumida en los espectros de respuesta y las características de respuesta del terreno resumidas en las frecuencias y modos propios de la estructura, se determinan las fuerzas sísmicas equivalentes sobre el edificio. Posteriormente, estas fuerzas son reducidas en función de la ductilidad de la estructura.



INFORME DE RESULTADOS PARA LA SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO. SEVILLA
DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO
SEVILLA EXPEDIENTE: O/1806388

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

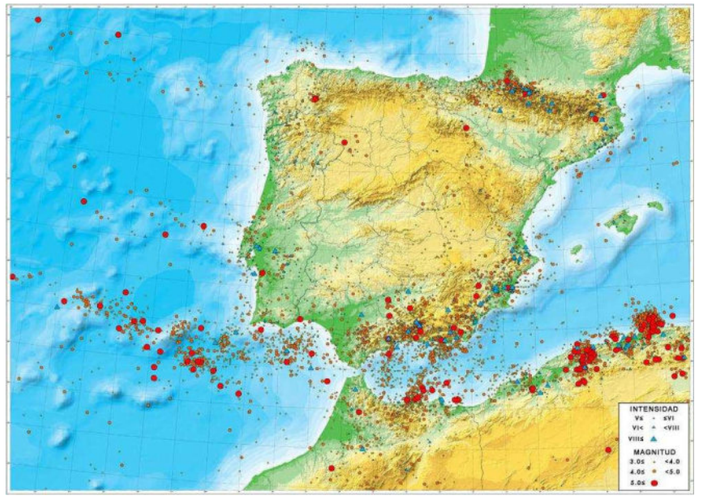



Figura Nº 26.- Magnitud y profundidad de los principales sismos en la zona. Ministerio de Fomento Subsecretaría. Dirección General del Instituto Geográfico.

## 6.2.- Aplicación de la normativa

Atendiendo a la normativa referida el tipo de obra a considerar son las siguientes:

1. De moderada importancia: "Aquellas con probabilidad despreciable de que su destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio primario o producir daños económicos significativos a terceros".

2. De normal importancia: "Aquellas cuya destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni puedan dar lugar a efectos catastróficos".

3. De especial importancia: Aquellas cuya destrucción por el terremoto, pueda interrumpir un servicio imprescindible o dar lugar a efectos catastróficos. En este grupo se incluyen las construcciones que así se consideren en el planeamiento urbanístico y documentos públicos análogos así como en reglamentaciones más específicas y, al menos, las siguientes construcciones:

- Hospitales, centros o instalaciones sanitarias de cierta importancia.
- Edificios e instalaciones básicas de comunicaciones, radio, televisión, centrales telefónicas y telegráficas.
- Edificios para centros de organización y coordinación de funciones para casos de desastre.
- Edificios para personal y equipos de ayuda, como cuarteles de bomberos, policía, fuerzas armadas y parques de maquinaria y de ambulancias.

Polígono Industrial "Los Palillos". C/ Los palillos diez, 10-12 (41500)
Alcalá de Guadaíra. SEVILLA
Tel: 954 520 511 Fax: 954 520 553
sevilla@cemosa.es

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.:: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

- Las construcciones para instalaciones básicas de las poblaciones como depósitos de agua, gas, combustibles, estaciones de bombeo, redes de distribución, centrales eléctricas y centros de transformación.
- Las estructuras pertenecientes a vías de comunicación tales como puentes, muros, etc. que estén clasificadas como de importancia especial en las normativas o disposiciones específicas de puentes de carretera y de ferrocarril.
- Edificios e instalaciones vitales de los medios de transporte en las estaciones de ferrocarril, aeropuertos y puertos.
- Edificios e instalaciones industriales incluidos en el ámbito de aplicación del Real Decreto 1254/1999, de 16 de julio, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.
- Las grandes construcciones de ingeniería civil como centrales nucleares o térmicas, grandes presas y aquellas presas que, en función del riesgo potencial que puede derivarse de su posible rotura o de su funcionamiento incorrecto, estén clasificadas en las categorías A o B del Reglamento Técnico sobre Seguridad de Presas y Embalses vigente.
- Las construcciones catalogadas como monumentos históricos o artísticos, o bien de interés cultural o similar, por los órganos competentes de las Administraciones Públicas.
- Las construcciones destinadas a espectáculos públicos y las grandes superficies comerciales, en las que se prevea una ocupación masiva de personas.

### 6.3.- Mapa de peligrosidad sísmica. Coeficiente de distribución.

La peligrosidad sísmica del territorio nacional se define por medio del mapa de peligrosidad sísmica. Dicho mapa suministra el coeficiente de contribución K, que tiene en cuenta la influencia de los distintos tipos de terremotos esperados en la peligrosidad sísmica de cada punto.

El valor obtenido es el siguiente:

**Tabla 12. Coeficiente de distribución**

| | | |
|---|---|---|
| Coeficiente de contribución | K | 1,10 |

### 6.4.- Mapa de peligrosidad sísmica. Aceleración sísmica básica.

La peligrosidad sísmica del territorio nacional se define por medio del mapa de peligrosidad sísmica. Dicho mapa suministra, expresada en relación al valor de la gravedad, g, la aceleración sísmica básica, ab –un valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno.





Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.:: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

En la NSCE en su anejo nº 1 se representan los valores de la aceleración sísmica básica y del coeficiente de contribución, K, de los términos municipales con ab > ó = a 0,04g, organizado por comunidades autónomas.

El valor obtenido es el siguiente:

**Tabla 13. Aceleración sísmica básica**

| | | |
|---|---|---|
| Aceleración sísmica básica | $a_b$ / g | 0,07 |

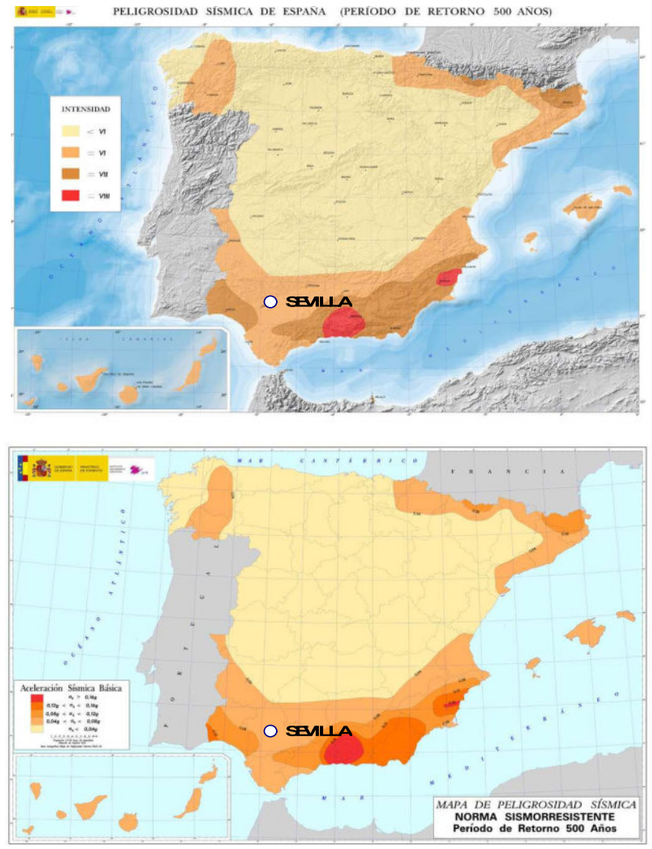



Figura Nº 27.- Peligrosidad sísmica de España (Periodo de retorno 500 años). Intensidad y aceleración sísmica básica.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.:.A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

## 7.- Caracterización geológica y geotécnica de los materiales

Los datos obtenidos se han analizado en gabinete, integrándolos con los existentes en la bibliografía consultada y permitiendo de esta manera la síntesis de los mismos en la que quedan representados las distintas formaciones y suelos existentes, los datos hidrogeológicos más relevantes (zonas encharcadas, cursos de agua, etc.), las zonas potencialmente inestables (deslizamientos, etc.) y los condicionantes constructivos del terreno.

Una vez conocidas las diferentes formaciones existentes y su geometría, se procede a caracterizar los materiales.

Sintetizando, los aspectos fundamentales del trabajo realizado han sido el reconocimiento de los terrenos atravesados definiendo:

- Litologías.
- Clasificaciones de los materiales.
- Características geotécnicas.
- Situación del nivel freático.
- Obtención del perfil geotécnico.
- Niveles geotécnicos.
- Espesor de tierra vegetal y rellenos.

En función de los trabajos de campo realizados, junto con ensayos de laboratorio ejecutados podemos establecer la siguiente secuencia estratigráfica modelo:

*Tabla 14.* **Modelo estratigráfico establecido.**

| *Nivel* | *Material* |
|---|---|
| UG.1 | Rellenos de naturaleza antrópica |
| UG.2a | Arcillas limosas con intercalaciones de lentes arenosas. Color marrón |
| UG.2b | Arcillas limosas aspecto fangoso con restos de materia orgánica. Tonalidad grisácea |
| UG.3 | Limos arenosos y limos arcillosos de tonalidad marrón |
| UG.4 | Gravas y bolos en matriz limo arenosa de tonalidad marrón |
| UG.5 | Arcillas margosas de alta plasticidad de tonalidad grisácea |



INFORME DE RESULTADOS PARA LA SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO. SEVILLA
DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO
SEVILLA EXPEDIENTE: O/1806388

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.:.A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

El modelo geotécnico establecido para la Orilla Oeste es el siguiente:

*Tabla 15.* **Modelo estratigráfico establecido. Orilla Oeste**

| *Nivel* | *Material* | *Desde (m.)* | *Hasta (m.)* |
|---|---|---|---|
| UG.1 | Rellenos de naturaleza antrópica | 0,00 | 2.00 |
| UG.2a | Arcillas limosas con intercalaciones de lentes arenosas. Color marrón | 2.00 | 10.00 |
| UG.2b | Arcillas limosas aspecto fangoso con restos de materia orgánica. Tonalidad grisácea | 10.00 | 15.00 |
| UG.3 | Limos arenosos y limos arcillosos de tonalidad marrón | 15.00 | 19.00 |
| UG.4 | Gravas y bolos en matriz limo arenosa de tonalidad marrón | 19.00 | 21.00 |
| UG.5 | Arcillas margosas de alta plasticidad de tonalidad grisácea | 21.00 | - |

Por otro lado, el modelo geotécnico establecido para la Orilla Este es el siguiente:

*Tabla 16.* **Modelo estratigráfico establecido. Orilla Este**

| *Nivel* | *Material* | *Desde (m.)* | *Hasta (m.)* |
|---|---|---|---|
| UG.1 | Rellenos de naturaleza antrópica | 0,00 | 2.00 |
| UG.2a | Arcillas limosas con intercalaciones de lentes arenosas. Color marrón | 2.00 | 10.00 |
| UG.2b | Arcillas limosas aspecto fangoso con restos de materia orgánica. Tonalidad grisácea | 10.00 | 13.00 |
| UG.2a | Arcillas limosas con intercalaciones de lentes arenosas. Color marrón | 13.00 | 16.00 |
| UG.3 | Limos arenosos y limos arcillosos de tonalidad marrón | 16.00 | 18.00 |
| UG.4 | Gravas y bolos en matriz limo arenosa de tonalidad marrón | 18.00 | 26.00 |
| UG.5 | Arcillas margosas de alta plasticidad de tonalidad grisácea | 26.00 | - |

El perfil esquemático obtenido se adapta a la siguiente secuencia de materiales detectados.

Polígono Industrial "Los Palillos". C/ Los palillos diez, 10-12 (41500)
Alcalá de Guadaíra. SEVILLA
Tel: 954 520 511 Fax: 954 520 553
sevilla@cemosa.es

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga). C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

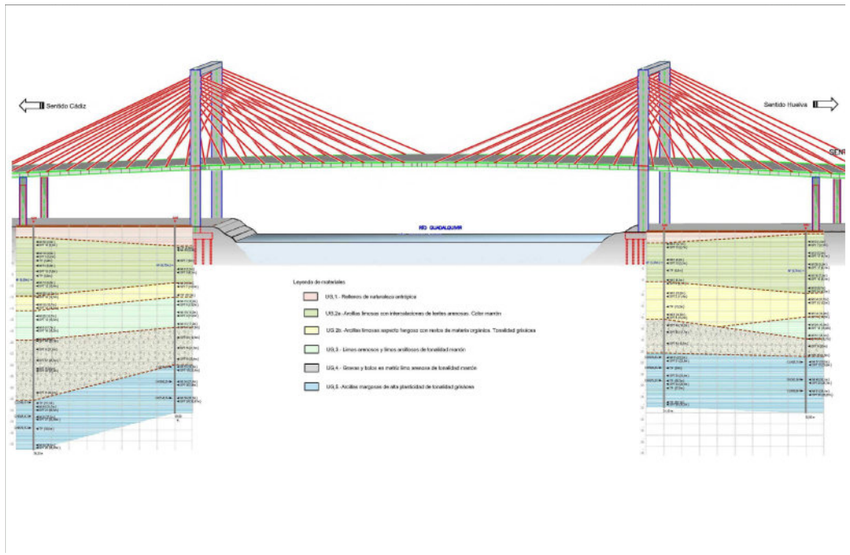



Figura Nº 28.- Perfil esquemático




Figura Nº 29.-Perfil esquemático Orilla Este.





Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga). C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

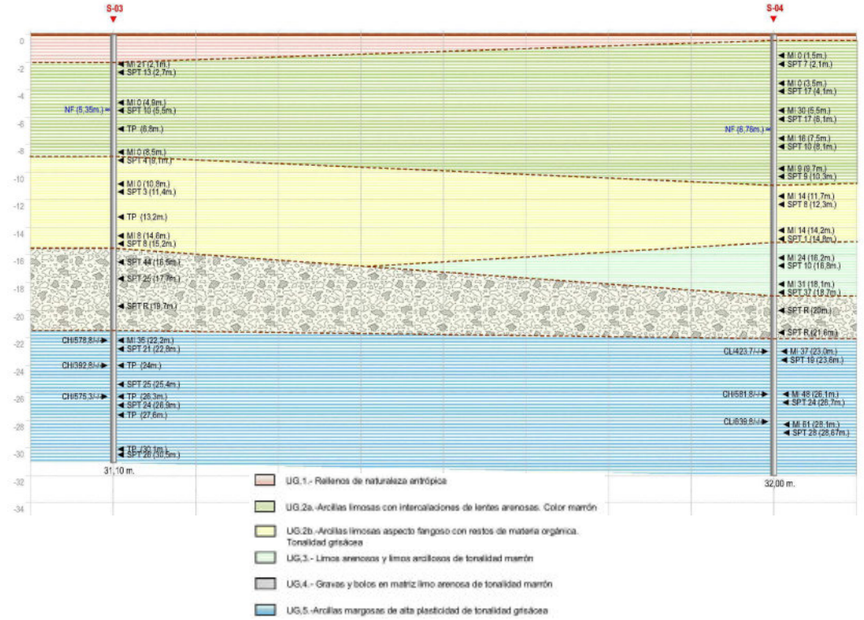



Figura Nº 30.- Perfil esquemático Orilla Oeste

## 7.1.- Nivel freático

Durante las labores de campo se ha comprobado la existencia o no de los niveles freáticos.




Figura Nº 31.- Detección de niveles freáticos

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.:.A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Se ha detectado el nivel freático en los siguientes reconocimientos, y a la profundidad que se refiere medida desde boca de perforación:

***Tabla 1.*** **Niveles freáticos**

| Fecha/hora | S-01 | S-02 | S-03 | S-04 |
|---|---|---|---|---|
| 08/10/2018 (16,00 h) | *9,58* | * | * | * |
| 9/10/218 (16,20 h) | *9,55* | * | * | * |
| 10/10/2018 (16,00 h) | *9,55* | * | * | * |
| 11/10/2018 (14,00 h) | *9,55* | *6,50* | * | * |
| 15/10/2018 (15.00 h) | *9.55* | *6.50* | * | * |
| 19/10/2018 (12,00-13,00 h) | * | * | * | *6,85* |
| 22/10/2018 (16,00-17,00 h) | *9,52* | *6,93* | *5,53* | *6,85* |
| 23/10/2018 (16,00-17,00 h) | *9,47* | *6,92* | *5,51* | *6,83* |
| 24/10/2018 (16,00-17,00 h) | *9,42* | *6,88* | *5,48* | *6,8* |
| 25/10/2018 (16,00-17,00 h) | ** (puerta cerrada)* | ** (puerta cerrada)* | *5,46* | *6,79* |
| 31/10/2018 (13.00-14.00 h) | 9,28 | 6,75 | 5,36 | 6,77 |
| 07/11/2018 (15.00 h-16.00 h) | 9,28 | 6,73 | 5,35 | 6,76 |

Hemos de hacer notar que las medidas del nivel freático se han realizado a la finalización de las perforaciones.

Es probable que el nivel freático pueda oscilar en función del régimen climático y estacional no permaneciendo inalterable, consideración que habrá de ser tenida en cuenta.

### 7.2.- UG.1 Rellenos de naturaleza antrópica

La UG.1 esta formada por rellenos de naturaleza antrópica, según los trabajos de campo realizados, junto con el seguimiento realizado en gabinete.

La distribución de este nivel, en referencia a su potencia, dentro de las perforaciones realizadas se detalla en la siguiente tabla:





Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.:.A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

**Tabla 17. Distribución y potencia del nivel estudiado (Cont.).**

| | S-01 | S-02 | S-03 | S-04 |
|---|---|---|---|---|
| UG-01 | 2.00 | 3.50 | 2.00 | 0.40 |
| UG-02a | 12.30 | 10.00 | 9.00 | 10.90 |
| UG-02b | 15.00 | 12.70 | 15.50 | 15.10 |
| UG-02a | 16.30 | 15.50 | - | - |
| UG-03 | 20.10 | 17.90 | - | 19.00 |
| UG-04 | 30.80 | 24.50 | 21.50 | 22.10 |
| UG-05 | 39.53 | 33.00 | 31.10 | 32.00 |

Este nivel, para la columna estratigráfica adoptada, se ha situado entre las cotas 0,00 m. a techo y 2,00 m. a muro, según el siguiente modelo:

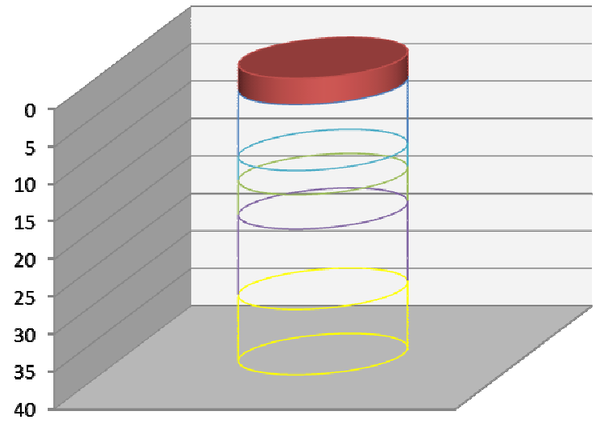



Figura Nº 32.- Distribución del nivel dentro del modelo establecido.

Desde un punto de vista mecánico-geotécnico, este material se caracteriza por presentar bajo e irregular grado de compacidad, siendo imprevisibles los asientos que se pueden producir. Por tal motivo, no lo consideramos apto para cimentar directamente sobre él.

### 7.3.- UG.2a Arcillas limosas con intercalaciones de lentes arenosas. Color marrón

La UG.2a esta formada por Arcillas limosas con intercalaciones de lentes arenosas, con nódulos carbonatados, patinas negruzcas e intercalaciones de veteado grisáceo y anaranajdo. Color marrón, según los trabajos de campo realizados, junto con el seguimiento realizado en gabinete.

La distribución de este nivel, en referencia a su potencia, dentro de las perforaciones realizadas se detalla en la siguiente tabla:

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

**Tabla 18. Distribución y potencia del nivel estudiado (Cont.).**

| | S-01 | S-02 | S-03 | S-04 |
|---|---|---|---|---|
| UG-01 | 2.00 | 3.50 | 2.00 | 0.40 |
| UG-02a | 12.30 | 10.00 | 9.00 | 10.90 |
| UG-02b | 15.00 | 12.70 | 15.50 | 15.10 |
| UG-02a | 16.30 | 15.50 | - | - |
| UG-03 | 20.10 | 17.90 | - | 19.00 |
| UG-04 | 30.80 | 24.50 | 21.50 | 22.10 |
| UG-05 | 39.53 | 33.00 | 31.10 | 32.00 |

Este nivel, para la columna estratigráfica adoptada, se ha situado entre las cotas 2,00 m. a techo y 12.30 m. a muro, según el siguiente modelo:

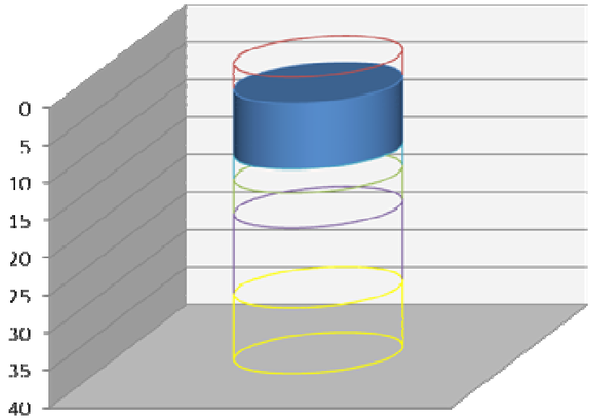



Figura Nº 33.- Distribución del nivel dentro del modelo establecido.

Los ensayos de campo realizados, en cuanto a consistencia o compacidad, junto con las muestras extraídas se detallan a continuación:





Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

**Tabla 19. Toma de Muestras. Ensayos de Consistencia o Compacidad**

| *Recon.* | *Tipo Muestra* | *Prof. (m.)* | *N(1)* | *N(2)* | *N(3)* | *N(4)* | *N30 (MI)* | *N30 (SPT)* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| S-01 | SPT | 5,20 | 1 | 2 | 3 | 4 | | 5 |
| S-01 | TP | 5,90 | | | | | | |
| S-01 | MI | 6,80 | 7 | 12 | 19 | 23 | 31 | |
| S-01 | SPT | 7,80 | 3 | 5 | 8 | 9 | | 13 |
| S-01 | TP | 8,60 | | | | | | |
| S-01 | MI | 9,80 | 3 | 5 | 8 | 11 | 13 | |
| S-01 | SPT | 10,40 | 4 | 5 | 7 | 9 | | 12 |
| S-01 | MI | 11,70 | 4 | 8 | 12 | 15 | 20 | |
| S-01 | SPT | 12,30 | 3 | 4 | 6 | 9 | | 10 |
| S-01 | MI | 15,70 | 7 | 8 | 12 | 13 | 20 | |
| S-02 | TP | 3,80 | | | | | | |
| S-02 | MI | 4,20 | 4 | 6 | 10 | 13 | 16 | |
| S-02 | SPT | 6,00 | 2 | 3 | 4 | 7 | | 7 |
| S-02 | MI | 7,50 | | | | | 0 | |
| S-02 | SPT | 8,10 | 3 | 4 | 5 | 6 | | 9 |
| S-02 | MI | 13,20 | 4 | 6 | 7 | 11 | 13 | |
| S-02 | SPT | 13,80 | 4 | 4 | 4 | 5 | | 8 |
| S-02 | MI | 15,20 | 6 | 9 | 10 | 15 | 19 | |
| S-03 | MI | 2,10 | 7 | 9 | 12 | 16 | 21 | |
| S-03 | SPT | 2,70 | 3 | 5 | 8 | 8 | | 13 |
| S-03 | MI | 4,90 | | | | | 0 | |
| S-03 | SPT | 5,50 | 3 | 4 | 6 | 8 | | 10 |
| S-03 | TP | 6,80 | | | | | | |
| S-03 | MI | 8,50 | | | | | 0 | |
| S-04 | MI | 1,50 | | | | | 0 | |
| S-04 | SPT | 2,10 | 2 | 3 | 4 | 4 | | 7 |
| S-04 | MI | 3,50 | | | | | 0 | |
| S-04 | SPT | 4,10 | 4 | 7 | 10 | 11 | | 17 |
| S-04 | MI | 5,50 | 8 | 12 | 18 | 25 | 30 | |
| S-04 | SPT | 6,10 | 4 | 7 | 10 | 13 | | 17 |
| S-04 | MI | 7,50 | 4 | 6 | 10 | 11 | 16 | |
| S-04 | SPT | 8,10 | 4 | 4 | 6 | 8 | | 10 |
| S-04 | MI | 9,70 | 4 | 4 | 5 | 7 | 9 | |
| S-04 | SPT | 10,30 | 3 | 4 | 5 | 5 | | 9 |

## 7.4.- UG.2b Arcillas limosas aspecto fangoso con restos de materia orgánica. Tonalidad grisácea

La UG.2b esta formada por Arcillas limosas aspecto fangoso con restos de materia orgánica. Tonalidad grisácea, según los trabajos de campo realizados, junto con el seguimiento realizado en gabinete.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga). C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

La distribución de este nivel, en referencia a su potencia, dentro de las perforaciones realizadas se detalla en la siguiente tabla:

**Tabla 20. Distribución y potencia del nivel estudiado (Cont.).**

| | S-01 | S-02 | S-03 | S-04 |
|---|---|---|---|---|
| UG-01 | 2.00 | 3.50 | 2.00 | 0.40 |
| UG-02a | 12.30 | 10.00 | 9.00 | 10.90 |
| UG-02b | 15.00 | 12.70 | 15.50 | 15.10 |
| UG-02a | 16.30 | 15.50 | - | - |
| UG-03 | 20.10 | 17.90 | - | 19.00 |
| UG-04 | 30.80 | 24.50 | 21.50 | 22.10 |
| UG-05 | 39.53 | 33.00 | 31.10 | 32.00 |

Este nivel, para la columna estratigráfica adoptada, se ha situado entre las cotas 12.30 m. a techo y 15,50 m. a muro, según el siguiente modelo:

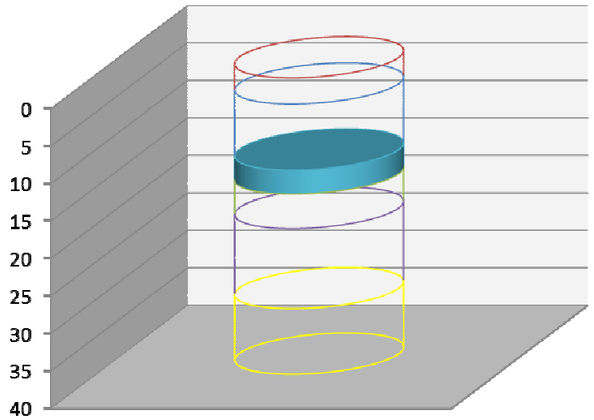



Figura Nº 34.- Distribución del nivel dentro del modelo establecido.

Los ensayos de campo realizados, en cuanto a consistencia o compacidad, junto con las muestras extraídas se detallan a continuación:

**Tabla 21. Toma de Muestras. Ensayos de Consistencia o Compacidad**

| *Recon.* | *Tipo Muestra* | *Prof. (m.)* | *N(1)* | *N(2)* | *N(3)* | *N(4)* | *N30 (MI)* | *N30 (SPT)* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| S-01 | MI | 13,70 | 3 | 4 | 6 | 8 | 10 | |
| S-01 | SPT | 14,30 | 3 | 4 | 6 | 9 | | 10 |
| S-02 | MI | 10,00 | | | | | 0 | |





Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga). C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

**Tabla 21. Toma de Muestras. Ensayos de Consistencia o Compacidad**

| *Recon.* | *Tipo Muestra* | *Prof. (m.)* | *N(1)* | *N(2)* | *N(3)* | *N(4)* | *N30 (MI)* | *N30 (SPT)* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| S-02 | SPT | 10,60 | 3 | 3 | 4 | 4 | | 7 |
| S-02 | TP | 12,10 | | | | | | |
| S-03 | SPT | 9,10 | 1 | 2 | 2 | 2 | | 4 |
| S-03 | MI | 10,80 | | | | | 0 | |
| S-03 | SPT | 11,40 | 1 | 1 | 2 | 3 | | 3 |
| S-03 | TP | 13,20 | | | | | | |
| S-03 | MI | 14,60 | 1 | 3 | 5 | 7 | 8 | |
| S-03 | SPT | 15,20 | 1 | 3 | 5 | 11 | | 8 |
| S-04 | MI | 11,70 | 5 | 6 | 8 | 10 | 14 | |
| S-04 | SPT | 12,30 | 3 | 3 | 5 | 5 | | 8 |
| S-04 | MI | 14,20 | 5 | 6 | 8 | 9 | 14 | |
| S-04 | SPT | 14,80 | 3 | 1 | 0 | 1 | | 1 |

## 7.5.- UG.3 Limos arenosos y limos arcillosos de tonalidad marrón

La UG.3 esta formada por limos arenosos y limos arcillosos de tonalidad marrón, según los trabajos de campo realizados, junto con el seguimiento realizado en gabinete.

La distribución de este nivel, en referencia a su potencia, dentro de las perforaciones realizadas se detalla en la siguiente tabla:

**Tabla 22. Distribución y potencia del nivel estudiado (Cont.).**

| | S-01 | S-02 | S-03 | S-04 |
|---|---|---|---|---|
| UG-01 | 2.00 | 3.50 | 2.00 | 0.40 |
| UG-02a | 12.30 | 10.00 | 9.00 | 10.90 |
| UG-02b | 15.00 | 12.70 | 15.50 | 15.10 |
| UG-02a | 16.30 | 15.50 | - | - |
| UG-03 | 20.10 | 17.90 | - | 19.00 |
| UG-04 | 30.80 | 24.50 | 21.50 | 22.10 |
| UG-05 | 39.53 | 33.00 | 31.10 | 32.00 |

Este nivel, para la columna estratigráfica adoptada, se ha situado entre las cotas 15,50 m. a techo y 20,10 m. a muro, según el siguiente modelo:

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

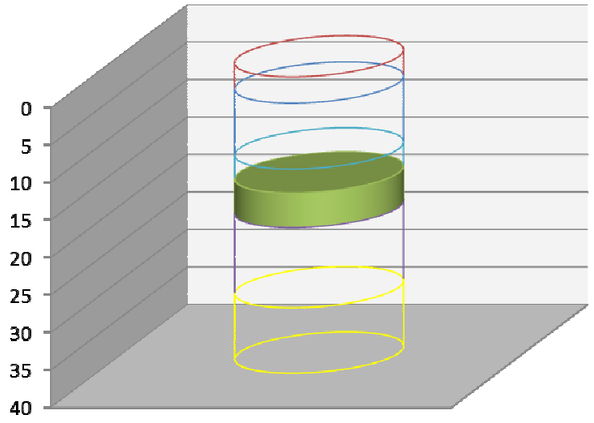



Figura Nº 35.- Distribución del nivel dentro del modelo establecido.

Los ensayos de campo realizados, en cuanto a consistencia o compacidad, junto con las muestras extraídas se detallan a continuación:

**Tabla 23. Toma de Muestras. Ensayos de Consistencia o Compacidad**

| *Recon.* | *Tipo Muestra* | *Prof. (m.)* | *N(1)* | *N(2)* | *N(3)* | *N(4)* | *N30 (MI)* | *N30 (SPT)* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| S-01 | SPT | 16,30 | 5 | 6 | 7 | 8 | | 13 |
| S-01 | MI | 17,70 | | | | | 0 | |
| S-01 | SPT | 18,30 | 5 | 6 | 10 | 9 | | 16 |
| S-01 | MI | 19,80 | | | | | 0 | |
| S-02 | SPT | 15,80 | 4 | 4 | 5 | 6 | | 9 |
| S-02 | MI | 17,20 | 9 | 9 | 6 | 15 | 15 | |
| S-02 | SPT | 17,80 | 13 | 19 | 22 | 30 | | 41 |
| S-04 | MI | 16,20 | 4 | 12 | 12 | 11 | 24 | |
| S-04 | SPT | 16,80 | 8 | 5 | 5 | 5 | | 10 |
| S-04 | MI | 18,10 | 9 | 15 | 16 | 18 | 31 | |
| S-04 | SPT | 18,70 | 5 | 13 | 24 | 34 | | 37 |

### 7.6.- UG.4 Gravas y bolos en matriz limo arenosa de tonalidad marrón

La UG.4 esta formada por gravas y bolos subredondeados, heterométricos y poligénicos en matriz limo arenosa de tonalidad marrón, según los trabajos de campo realizados, junto con el seguimiento realizado en gabinete.





Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

La distribución de este nivel, en referencia a su potencia, dentro de las perforaciones realizadas se detalla en la siguiente tabla:

**Tabla 24. Distribución y potencia del nivel estudiado (Cont.).**

| | S-01 | S-02 | S-03 | S-04 |
|---|---|---|---|---|
| UG-01 | 2.00 | 3.50 | 2.00 | 0.40 |
| UG-02a | 12.30 | 10.00 | 9.00 | 10.90 |
| UG-02b | 15.00 | 12.70 | 15.50 | 15.10 |
| UG-02a | 16.30 | 15.50 | - | - |
| UG-03 | 20.10 | 17.90 | - | 19.00 |
| UG-04 | 30.80 | 24.50 | 21.50 | 22.10 |
| UG-05 | 39.53 | 33.00 | 31.10 | 32.00 |

Este nivel, para la columna estratigráfica adoptada, se ha situado entre las cotas 20,10 m. a techo y 30.80 m. a muro, según el siguiente modelo:

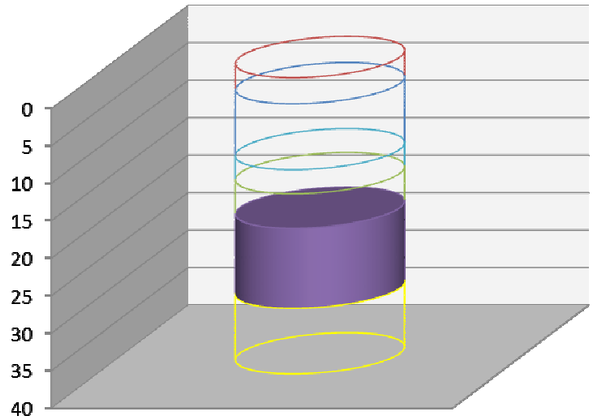



Figura Nº 36.- Distribución del nivel dentro del modelo establecido.

Los ensayos de campo realizados, en cuanto a consistencia o compacidad, junto con las muestras extraídas se detallan a continuación:

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga). C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

**Tabla 25. Toma de Muestras. Ensayos de Consistencia o Compacidad**

| *Recon.* | *Tipo Muestra* | *Prof. (m.)* | *N(1)* | *N(2)* | *N(3)* | *N(4)* | *N30 (MI)* | *N30 (SPT)* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| S-01 | SPT | 20,10 | 37 | 26 | 22 | 18 | | 48 |
| S-01 | SPT | 21,60 | 27 | R | | | | R |
| S-01 | SPT | 23,50 | 21 | 30 | 27 | 31 | | 57 |
| S-01 | SPT | 25,40 | 23 | 21 | 22 | 25 | | 43 |
| S-01 | SPT | 25,00 | 30 | R | | | | R |
| S-01 | SPT | 29,20 | 25 | R | | | | R |
| S-02 | SPT | 19,60 | 18 | 24 | 21 | 27 | | 45 |
| S-02 | SPT | 21,50 | 29 | 37 | R | | | R |
| S-02 | SPT | 23,40 | 21 | R | | | | R |
| S-03 | SPT | 16,50 | 23 | 24 | 20 | 21 | | 44 |
| S-03 | SPT | 17,70 | 16 | 13 | 12 | 11 | | 25 |
| S-03 | SPT | 19,70 | 18 | 27 | R | | | R |
| S-04 | SPT | 20,00 | 18 | 31 | R | | | R |
| S-04 | SPT | 21,60 | R | | | | | R |

### 7.7.- UG.5 Arcillas margosas de alta plasticidad de tonalidad grisácea

La UG. esta formada por Arcillas margosa se alta plasticidad con intercalaciones de lentes limoarenosa grisácea e indicios de bioclastos. Tonalidad grisácea, según los trabajos de campo y laboratorio realizados, junto con el seguimiento realizado en gabinete.

La distribución de este nivel, en referencia a su potencia, dentro de las perforaciones realizadas se detalla en la siguiente tabla:

**Tabla 26. Distribución y potencia del nivel estudiado (Cont.).**

| | S-01 | S-02 | S-03 | S-04 |
|---|---|---|---|---|
| UG-01 | 2.00 | 3.50 | 2.00 | 0.40 |
| UG-02a | 12.30 | 10.00 | 9.00 | 10.90 |
| UG-02b | 15.00 | 12.70 | 15.50 | 15.10 |
| UG-02a | 16.30 | 15.50 | - | - |
| UG-03 | 20.10 | 17.90 | - | 19.00 |
| UG-04 | 30.80 | 24.50 | 21.50 | 22.10 |
| UG-05 | 39.53 | 33.00 | 31.10 | 32.00 |

Este nivel, para la columna estratigráfica adoptada, se ha situado entre las cotas 30,80 m. a techo y hasta la máxima profundidad reconocida, según el siguiente modelo:





Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga). C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

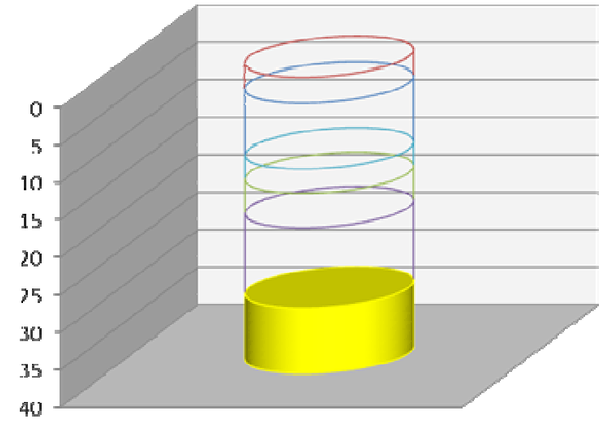



Figura Nº 37.- Distribución del nivel dentro del modelo establecido.

Los ensayos de campo realizados, en cuanto a consistencia o compacidad, junto con las muestras extraídas se detallan a continuación:

**Tabla 27. Toma de Muestras. Ensayos de Consistencia o Compacidad**

| *Recon.* | *Tipo Muestra* | *Prof. (m.)* | *N(1)* | *N(2)* | *N(3)* | *N(4)* | *N30 (MI)* | *N30 (SPT)* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| S-01 | TP | 31,10 | | | | | | |
| S-01 | MI | 31,70 | 18 | 20 | 24 | 32 | 44 | |
| S-01 | SPT | 32,30 | 5 | 9 | 12 | 16 | | 21 |
| S-01 | MI | 33,50 | 15 | 26 | R | | R | |
| S-01 | SPT | 33,94 | 8 | 12 | 15 | 20 | | 27 |
| S-01 | TP | 35,60 | | | | | | |
| S-01 | MI | 38,50 | 16 | 24 | R | | R | |
| S-01 | SPT | 38,93 | 6 | 12 | 14 | 19 | | 26 |
| S-02 | MI | 24,80 | 9 | 14 | 19 | 32 | 33 | |
| S-02 | SPT | 25,40 | 5 | 8 | 10 | 13 | | 18 |
| S-02 | MI | 27,40 | 12 | 19 | 35 | R | 54 | |
| S-02 | SPT | 28,00 | 9 | 11 | 15 | 16 | | 26 |
| S-02 | MI | 30,30 | 15 | 22 | 37 | R | 59 | |
| S-02 | SPT | 30,87 | 9 | 10 | 14 | 17 | | 24 |
| S-03 | MI | 22,20 | 8 | 13 | 22 | 30 | 35 | |
| S-03 | SPT | 22,80 | 6 | 9 | 12 | 15 | | 21 |
| S-03 | TP | 24,00 | | | | | | |
| S-03 | SPT | 25,40 | 9 | 11 | 14 | 18 | | 25 |
| S-03 | TP | 26,30 | | | | | | |
| S-03 | SPT | 26,90 | 9 | 11 | 13 | 19 | | 24 |

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

**Tabla 27. Toma de Muestras. Ensayos de Consistencia o Compacidad**

| *Recon.* | *Tipo Muestra* | *Prof. (m.)* | *N(1)* | *N(2)* | *N(3)* | *N(4)* | *N30 (MI)* | *N30 (SPT)* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| S-03 | TP | 27,60 | | | | | | |
| S-03 | TP | 30,10 | | | | | | |
| S-03 | SPT | 30,50 | 9 | 12 | 14 | 20 | | 26 |
| S-04 | MI | 23,00 | 10 | 15 | 22 | 31 | 37 | |
| S-04 | SPT | 23,60 | 6 | 8 | 11 | 14 | | 19 |
| S-04 | MI | 26,10 | 12 | 19 | 29 | 40 | 48 | |
| S-04 | SPT | 26,70 | 7 | 11 | 13 | 18 | | 24 |
| S-04 | MI | 28,10 | 16 | 22 | 39 | R | 61 | |
| S-04 | SPT | 28,67 | 9 | 12 | 16 | 22 | | 28 |

## 7.8.- Muestras tomadas en sondeos y ensayadas de la UG-5.

### 7.8.1.- *Identificación*

De los ensayos granulométricos y de límites de Atterberg, se puede observar que la mayoría de las muestras ensayadas responden a CH (Arcillas inorgánicas de alta plasticidad).

Los ensayos granulométricos realizados, para esta unidad se detallan en la siguiente tabla, donde se aportan los resultados obtenidos:

**Tabla 28. Valores granulométricos**

| *Recon.* | *Prof. (m.)* | Diámetro (mm.) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | *20,00* | *5,00* | *2,00* | *0,40* | *0,08* |
| S-01 | 31,10 | 100 | 100 | 100 | 100 | 91,7 |
| S-01 | 33,50 | 100 | 100 | 100 | 100 | 98,6 |
| S-01 | 35,60 | 100 | 100 | 100 | 100 | 97,6 |
| S-02 | 24,80 | 100 | 100 | 100 | 100 | 92,2 |
| S-02 | 27,40 | 100 | 100 | 100 | 100 | 96,9 |
| S-02 | 30,30 | 100 | 100 | 100 | 100 | 97,2 |
| S-03 | 22,20 | 100 | 100 | 100 | 100 | 93,5 |
| S-03 | 24,00 | 100 | 100 | 100 | 100 | 94,5 |
| S-03 | 26,30 | 100 | 100 | 100 | 100 | 94,6 |
| S-04 | 23,00 | 100 | 100 | 100 | 100 | 85,7 |
| S-04 | 26,10 | 100 | 100 | 100 | 100 | 97,7 |
| S-04 | 28,10 | 100 | 100 | 100 | 99 | 91,1 |

Los valores obtenidos en las curvas granulométricas han sido las siguientes:





Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

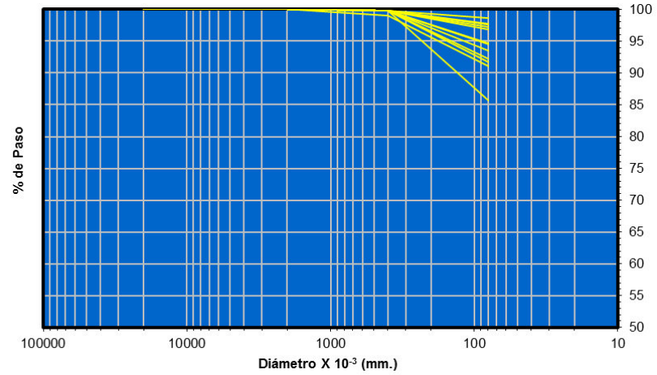



Figura Nº 38.- Distribución de curvas granulométricas.

Los valores medios obtenidos han sido los siguientes:

**Tabla 29. Valores estadísticos granulométricos**

| | *Diámetro (mm.)* | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | *20,00* | *5,00* | *2,00* | *0,40* | *0,08* |
| *Mínimo (%)* | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 99,00 | 85,70 |
| *Máximo (%)* | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 99,80 | 98,60 |
| *Media (%)* | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 99,73 | 94,28 |
| *Desviación* | | | | 0,23 | 3,72 |
| *Nº de ensayos* | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |

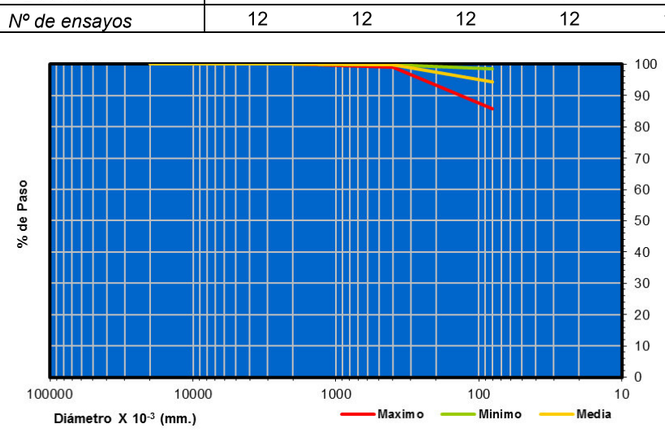



Figura Nº 39.- Valores estadísticos gráficos.

Los valores obtenidos para cada uno de los ensayos de límites de Atterberg desarrollados en este trabajo se definen a continuación:

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga). C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

**Tabla 30. Límites de Atterberg**

| *Recon.* | *Prof. (m.)* | *Límite Líquido* | *Límite Plástico* | *Indice Plásticidad* |
|---|---|---|---|---|
| S-01 | 31,10 | 48,5 | 20,5 | 28 |
| S-01 | 33,50 | 53,2 | 23,6 | 29,6 |
| S-01 | 35,60 | 53,9 | 20,5 | 33,4 |
| S-02 | 24,80 | 45,8 | 19,8 | 26 |
| S-02 | 27,40 | 55,4 | 21,3 | 34,1 |
| S-02 | 30,30 | 50,0 | 20,8 | 29,3 |
| S-03 | 22,20 | 50,7 | 20,7 | 30 |
| S-03 | 24,00 | 54,6 | 20,7 | 33,9 |
| S-03 | 26,30 | 54,1 | 21,1 | 33 |
| S-04 | 23,00 | 41,5 | 17,1 | 24,4 |
| S-04 | 26,10 | 54,3 | 22,2 | 32,1 |
| S-04 | 28,10 | 47,1 | 19,7 | 27,4 |

La variación de los límites líquidos y plásticos se detallan a continuación:

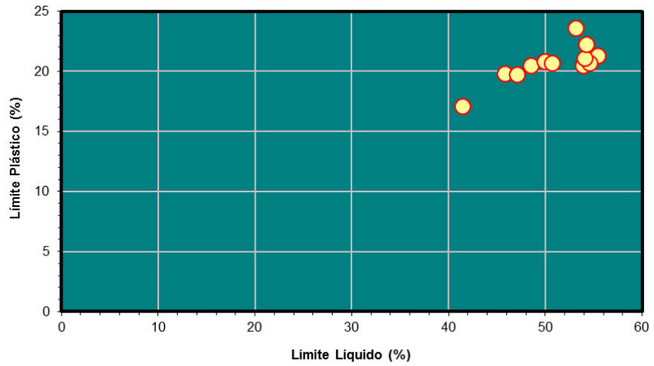



Figura Nº 40.- Variación de entre los límites líquido y plástico.

Por lo que se respecta a los materiales finos, se ha realizado ensayos para determinar los llamados Límites de Atterberg, cuyos resultados pueden observarse gráficamente en la representación de Casagrande.





Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga). C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

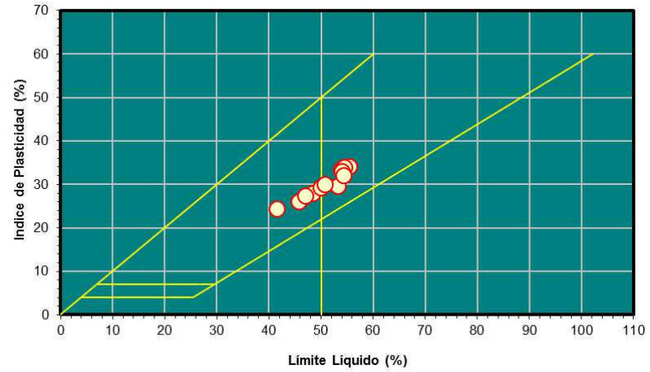



Figura Nº 41.- Carta de Casagrande.

En el gráfico siguiente se aporta la situación de los ensayos de Límites de Atterberg realizados en referencia con los principales tipos de arcillas.

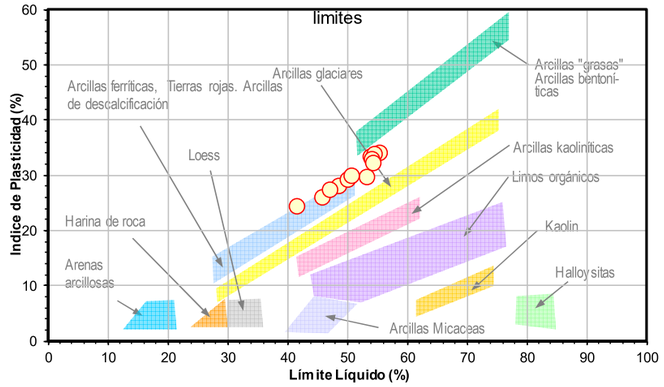



Figura Nº 42.- Carta de Casagrande en relación con los tipos de arcillas.

Los valores medios obtenidos, referentes a los Límites de Atterberg han sido los siguientes:

**Tabla 31. Valores estadísticos Límites de Atterberg**

| | *L. Liquido* | *I.Plasticidad* |
|---|---|---|
| *Mínimo (%)* | 41,50 | 24,40 |
| *Máximo (%)* | 55,40 | 34,10 |
| *Media (%)* | 50,76 | 30,10 |
| *Desviación* | 4,32 | 3,24 |
| *Nº de ensayos* | 12 | 12 |

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.:.A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

La clasificación obtenida según los ensayos realizados ha sido la que se aporta en la tabla siguiente:

**Tabla 32. Clasificación (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos)**

| *Recon.* | *Prof. (m.)* | *Clasificación* |
|---|---|---|
| S-01 | 31,10 | CL |
| S-01 | 33,50 | CH |
| S-01 | 35,60 | CH |
| S-02 | 24,80 | CL |
| S-02 | 27,40 | CH |
| S-02 | 30,30 | CH |
| S-03 | 22,20 | CH |
| S-03 | 24,00 | CH |
| S-03 | 26,30 | CH |
| S-04 | 23,00 | CL |
| S-04 | 26,10 | CH |
| S-04 | 28,10 | CL |

La distribución porcentual de las muestras ensayadas se puede ver en la grafica siguiente:

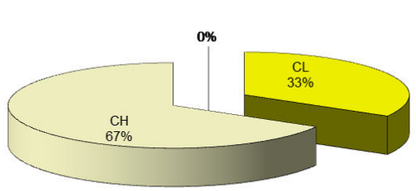



Figura Nº 43.- Clasificación.

### 7.8.2.- *Parámetros de estado natural*

Los valores obtenidos de los parámetros naturales ensayados han sido los siguientes:



INFORME DE RESULTADOS PARA LA SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO. SEVILLA
DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO
SEVILLA EXPEDIENTE: O/1806388

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.:.A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

**Tabla 33. Valores obtenidos de estado natural**

| *Recon.* | *Prof. (m.)* | *Peso Especifico (kN/m3)* | *Densidad seca (kN/m3)* | *Densidad aparente (kN/m3)* | *Humedad (%)* |
|---|---|---|---|---|---|
| S-01 | 31,10 | - | 15,7 | 19,82 | 25,7 |
| S-01 | 33,50 | - | 15,8 | 19,91 | 25,8 |
| S-01 | 35,60 | - | 16,2 | 20,21 | 24,8 |
| S-02 | 24,80 | - | 16 | 20,21 | 25,8 |
| S-02 | 27,40 | - | 16,1 | 20,21 | 26,3 |
| S-02 | 30,30 | - | 15,6 | 20,01 | 28,5 |
| S-03 | 22,20 | - | 16,2 | 20,21 | 24,7 |
| S-03 | 24,00 | - | 15,7 | 19,72 | 25,4 |
| S-03 | 26,30 | - | 16,1 | 20,01 | 24,6 |
| S-04 | 23,00 | - | 16,9 | 20,60 | 22,4 |
| S-04 | 26,10 | - | 16,1 | 20,11 | 25,7 |
| S-04 | 28,10 | - | 16,7 | 20,70 | 24,4 |

Los valores estadísticos del estado natural son los siguientes:

**Tabla 34. Valores estadísticos**

| | *P.Especifico (kN/m3)* | *Densidad seca (kN/m3)* | *Densidad aparente (kN/m3)* | *Humedad (%)* |
|---|---|---|---|---|
| *Mínimo* | - | 15,60 | 19,72 | 22,37 |
| *Máximo* | - | 16,87 | 20,70 | 28,47 |
| *Media* | - | 16,08 | 20,14 | 25,34 |
| *Desviación* | - | 0,38 | 0,29 | 1,42 |
| *Nº de ensayos* | 0 | 12 | 12 | 12 |

### 7.8.3.- *Parámetros de resistencia*

Los valores de resistencia obtenidos para este nivel son los siguientes:

**Tabla 35. Valores obtenidos en los ensayos de resistencia ejecutados. *Nota: C (Corte Directo). T (Triaxial). CD (Ensayos consolidados y drenados). CU (Ensayos consolidados y sin drenar). UU (Ensayos sin consolidar y sin drenar).**

| | | | *Ensayos con Drenaje* | | | *Ensayos sin Drenaje* | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Recon.* | *Prof. (m.)* | *Comp.Simple (KPa)* | *Tipo de ensayo* | *Ang.roz. Efectivo* | *Coh.Efect. (Kpa)* | *Tipo de ensayo* | *Ang.roz. sin drenaje* | *Coh.sin dren.(Kpa)* |
| S-01 | 31,10 | 349,1 | | | | | | |
| S-01 | 33,50 | 588,4 | | | | | | |
| S-01 | 35,60 | 572,7 | | | | | | |
| S-02 | 24,80 | 416,6 | | | | | | |

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

**Tabla 35. Valores obtenidos en los ensayos de resistencia ejecutados. *Nota: C (Corte Directo). T (Triaxial). CD (Ensayos consolidados y drenados). CU (Ensayos consolidados y sin drenar). UU (Ensayos sin consolidar y sin drenar).**

| | | | *Ensayos con Drenaje* | | | *Ensayos sin Drenaje* | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Recon.* | *Prof. (m.)* | *Comp.Simple (KPa)* | *Tipo de ensayo* | *Ang.roz. Efectivo* | *Coh.Efect. (Kpa)* | *Tipo de ensayo* | *Ang.roz. sin drenaje* | *Coh.sin dren.(Kpa)* |
| S-02 | 27,40 | 650,2 | | | | | | |
| S-02 | 30,30 | 518,7 | | | | | | |
| S-03 | 22,20 | 578,8 | | | | | | |
| S-03 | 24,00 | 392,8 | | | | | | |
| S-03 | 26,30 | 575,3 | | | | | | |
| S-04 | 23,00 | 423,7 | | | | | | |
| S-04 | 26,10 | 581,8 | | | | | | |
| S-04 | 28,10 | 639,8 | | | | | | |

A partir de los ensayos realizados, se han podido establecer los siguientes valores estadísticos para el nivel definido como UG.3.

Los valores estadísticos referidos son los siguientes:

**Tabla 36. Valores estadísticos de resistencia**

| | | *Ensayos con Drenaje* | | *Ensayos sin Drenaje* | |
|---|---|---|---|---|---|
| | *Comp.Simple (KPa)* | *Ang.roz. Efectivo* | *Coh.Efect. (Kpa)* | *Ang.roz. sin drenaje* | *Coh.sin dren.(Kpa)* |
| *Mínimo* | 349,10 | - | - | - | - |
| *Máximo* | 650,20 | - | - | - | - |
| *Media* | 523,99 | - | - | - | - |
| *Desviación* | 101,92 | - | - | - | - |
| *Nº de ensayos* | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Los valores de compresión simple obtenidos se detallan en la siguiente gráfica:

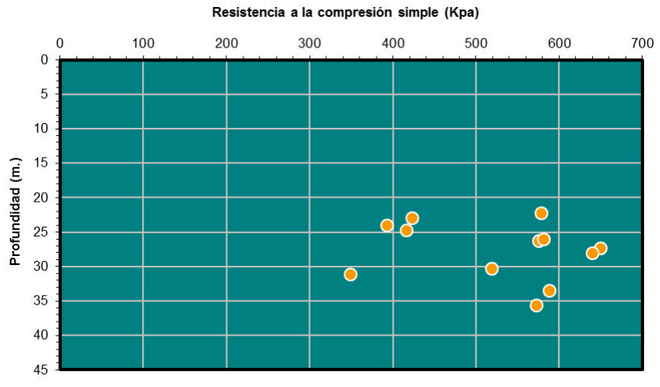



Figura Nº 44.- Valores de compresión simple en relación a la profundidad.





Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

El presente estudio geotécnico consta de una memoria de 52 páginas, 6 anejos a la memoria y un apéndice.

En Sevilla y firmado en Noviembre de 2018

Carlos Álvarez Calvo
Grado Ingeniería Civil
Técnico redactor

Olga de Adriaensens Pérez
Lda. en CC. Geológicas
Técnico redactor

Juan Alfonso Delgado Capllonch
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Supervisor

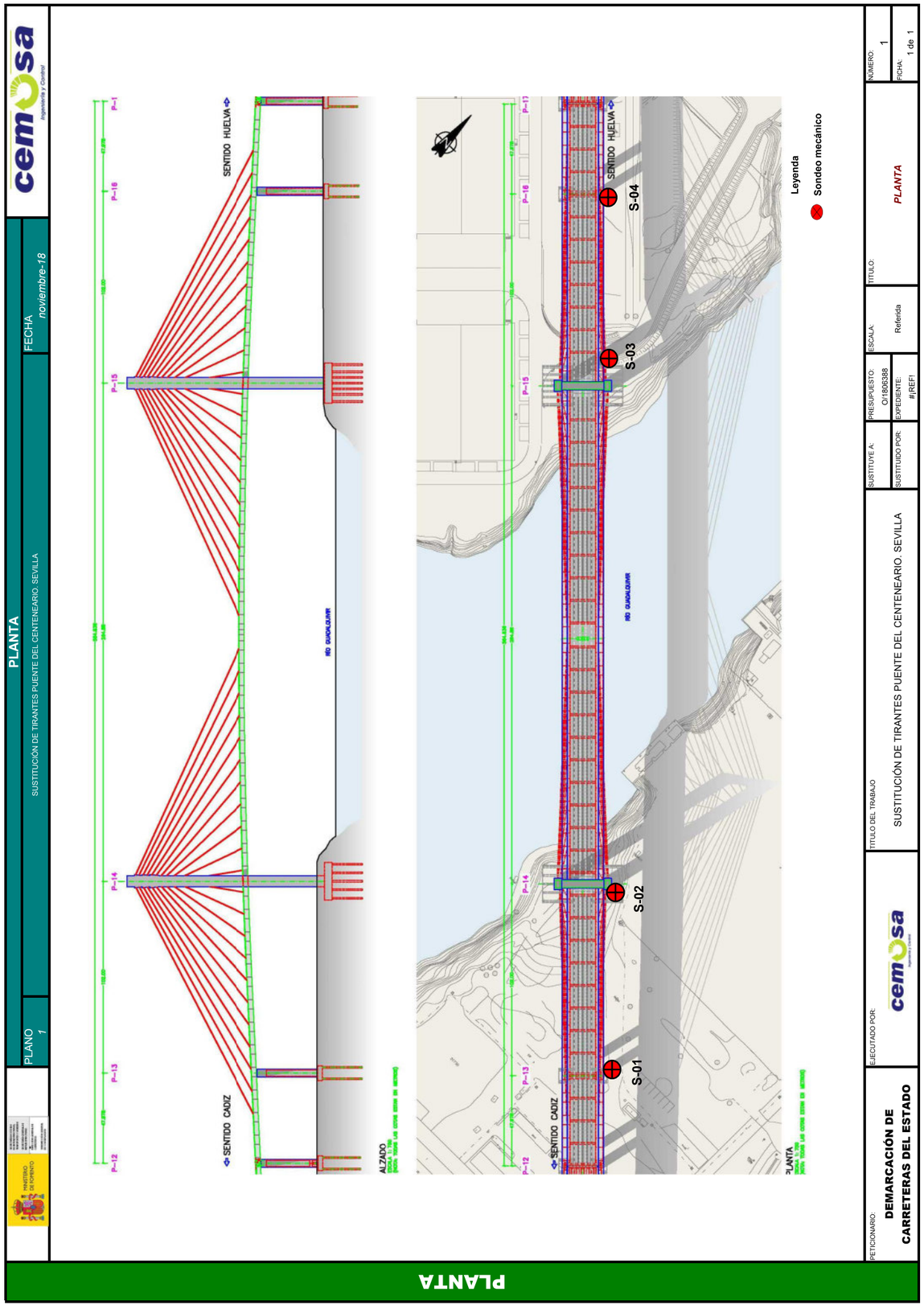
Isidro Ocete Ruiz
Ldo. en CC. Geológicas
Director Técnico Dpto. Geotecnia
Supervisor

cemosa Ingeniería y Control

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

# ANEJO 1. PLANTA GENERAL Y DE SITUACIÓN

Polígono Industrial "Los Palillos". C/ Los palillos diez, 10-12 (41500)
Alcalá de Guadaíra. SEVILLA
Tel: 954 520 511 Fax: 954 520 553
sevilla@cemosa.es



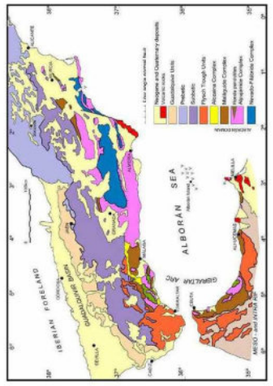
Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T 185, L.98-SA, F.195, P.1356

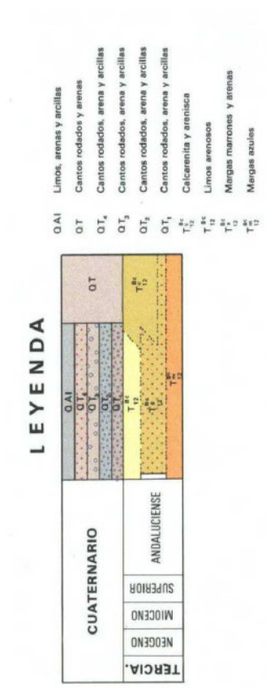
# ANEJO 2. MARCO GEOLÓGICO

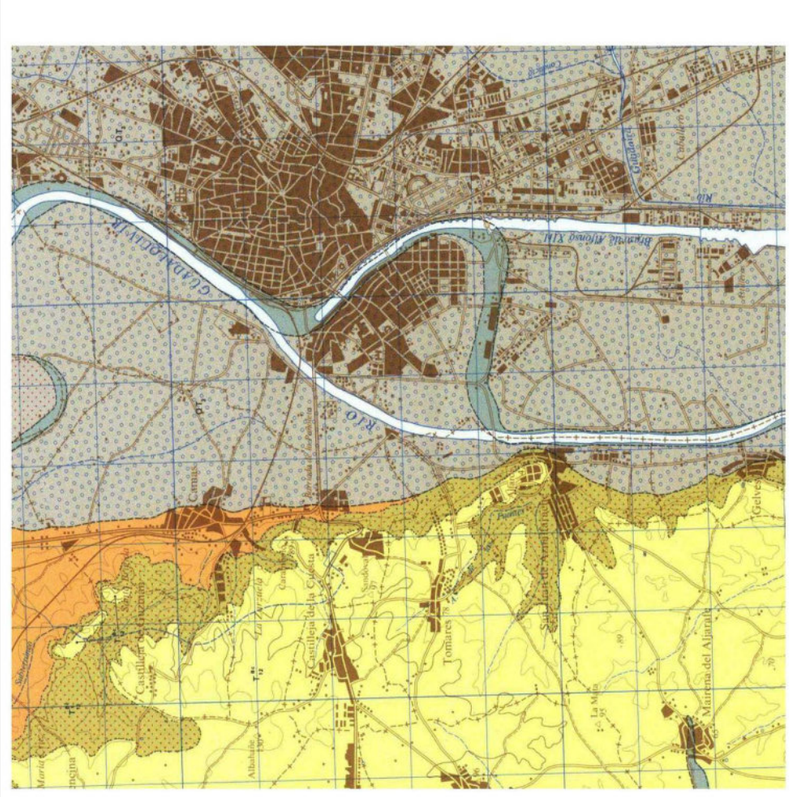
Polígono Industrial "Los Palillos". C/ Los palillos diez, 10-12 (41500)
Alcalá de Guadaíra. SEVILLA
Tel: 954 520 511 Fax: 954 520 553
sevilla@cemosa.es

cemosa Ingeniería y Control

PLANTA DE UBICACIÓN FOTOGRÁFICA
SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO. SEVILLA
FECHA noviembre-18
PLANO 2





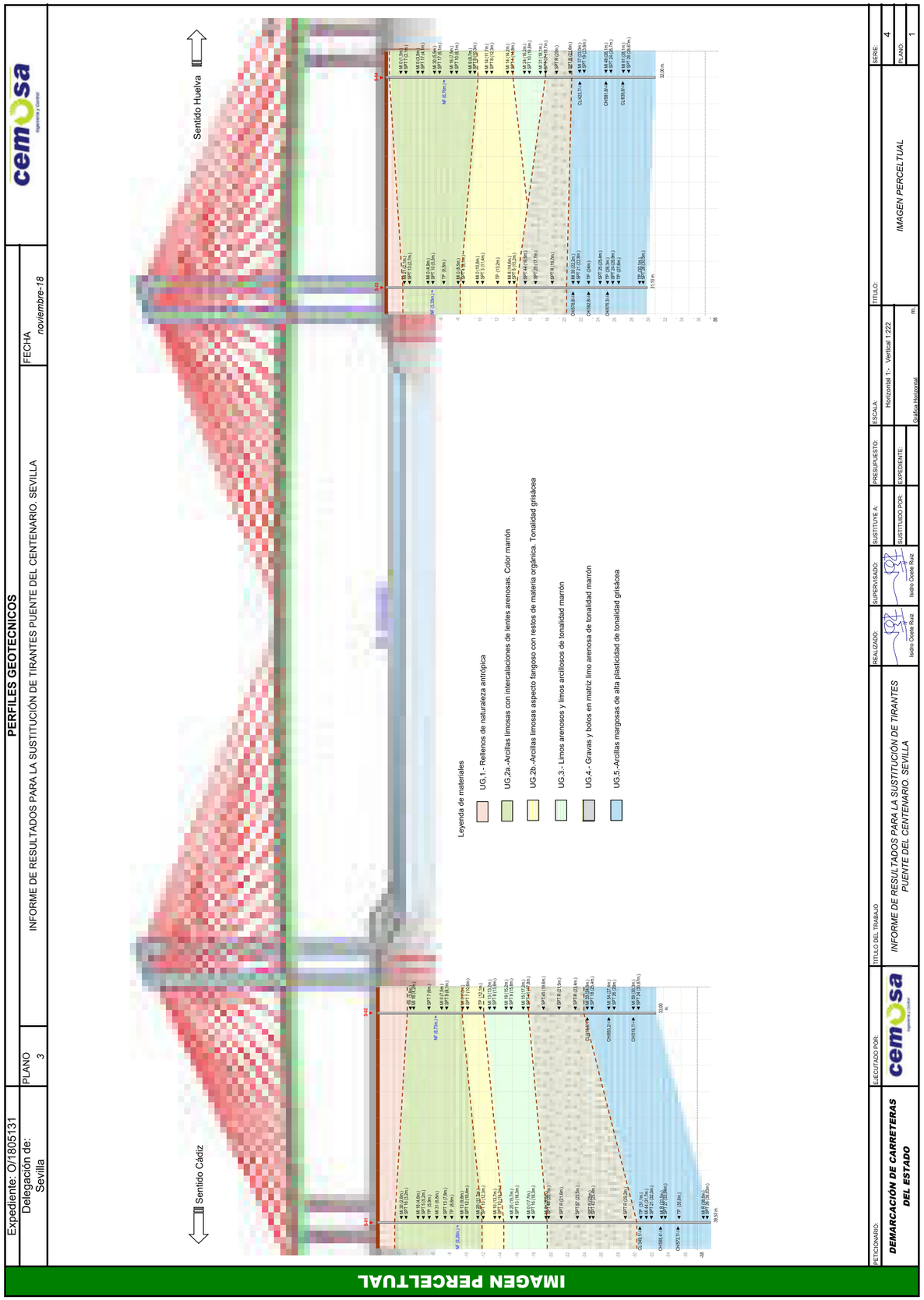
MARCO GEOLÓGICO

SUSTITUYE A:
SUSTITUIDO POR:
PRESUPUESTO: -
EXPEDIENTE: O/1806388
ESCALA: Referida
TITULO: MARCO GEOLÓGICO
NÚMERO: 2
FICHA: 2 de 3
TITULO DEL TRABAJO: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO. SEVILLA
EJECUTADO POR: cemosa
PETICIONARIO: DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

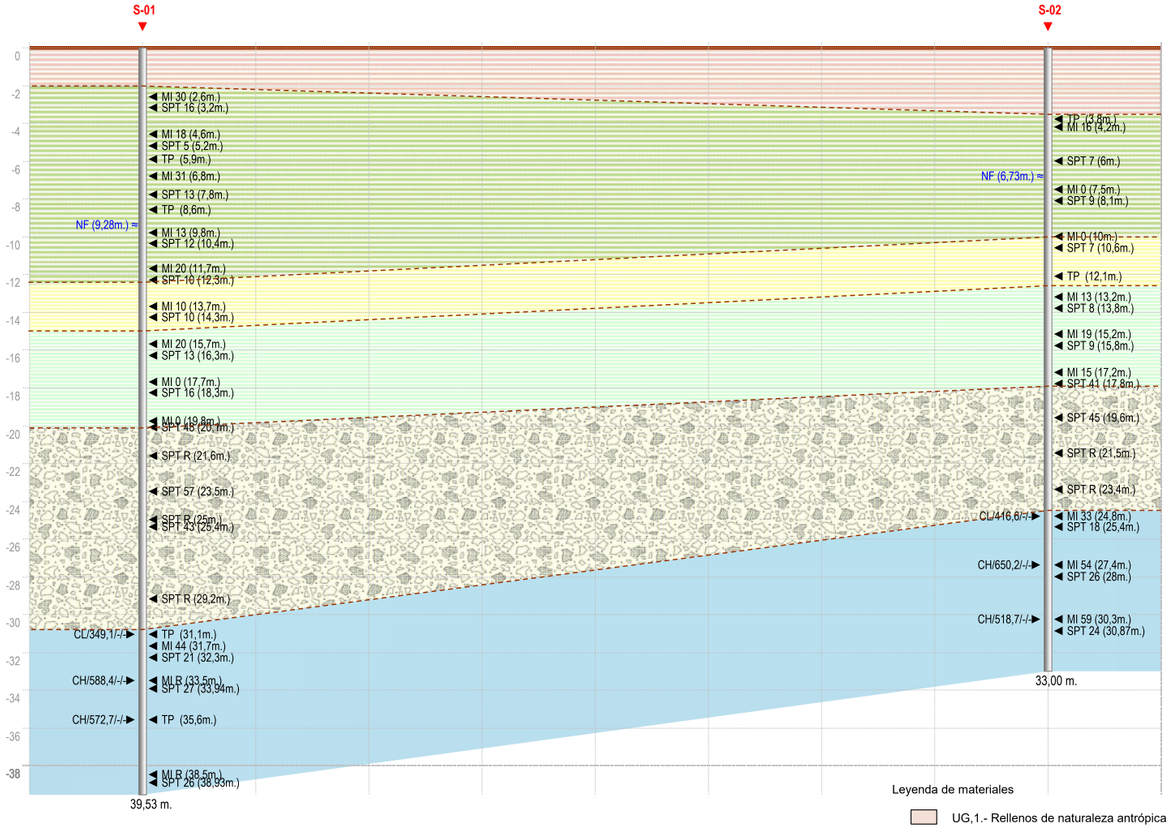
# ANEJO 3. PERFILES GEOLÓGICOS Y GEOTÉCNICOS

Polígono Industrial "Los Palillos". C/ Los palillos diez, 10-12 (41500)
Alcalá de Guadaíra. SEVILLA
Tel: 954 520 511 Fax: 954 520 553
sevilla@cemosa.es



PERFILES GEOTECNICOS

| Expediente: O/1806388 | PERFILES GEOTECNICOS | | |
|---|---|---|---|
| Delegación de: Sevilla | PLANO 3 | INFORME DE RESULTADOS PARA LA SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO. SEVILLA | FECHA noviembre-18 |




Penetración dinámica




Ensayo de penetración dinámica, con indicación de la máxima profundidad alcanzada y referencia del máximo golpeo obtenido.

Calicata



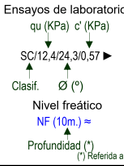

Calicata de reconocimiento con indicación de la máxima profundidad alcanzada y ensayos de laboratorio realizados.

Sondeo




Sondeo mecánico y rotativo, con extracción continua de testigo y con indicación de la máxima profundidad alcanzada y ensayos de laboratorio realizados.

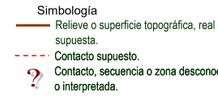
Ensayos de laboratorio




**Ensayos de campo**




Simbología



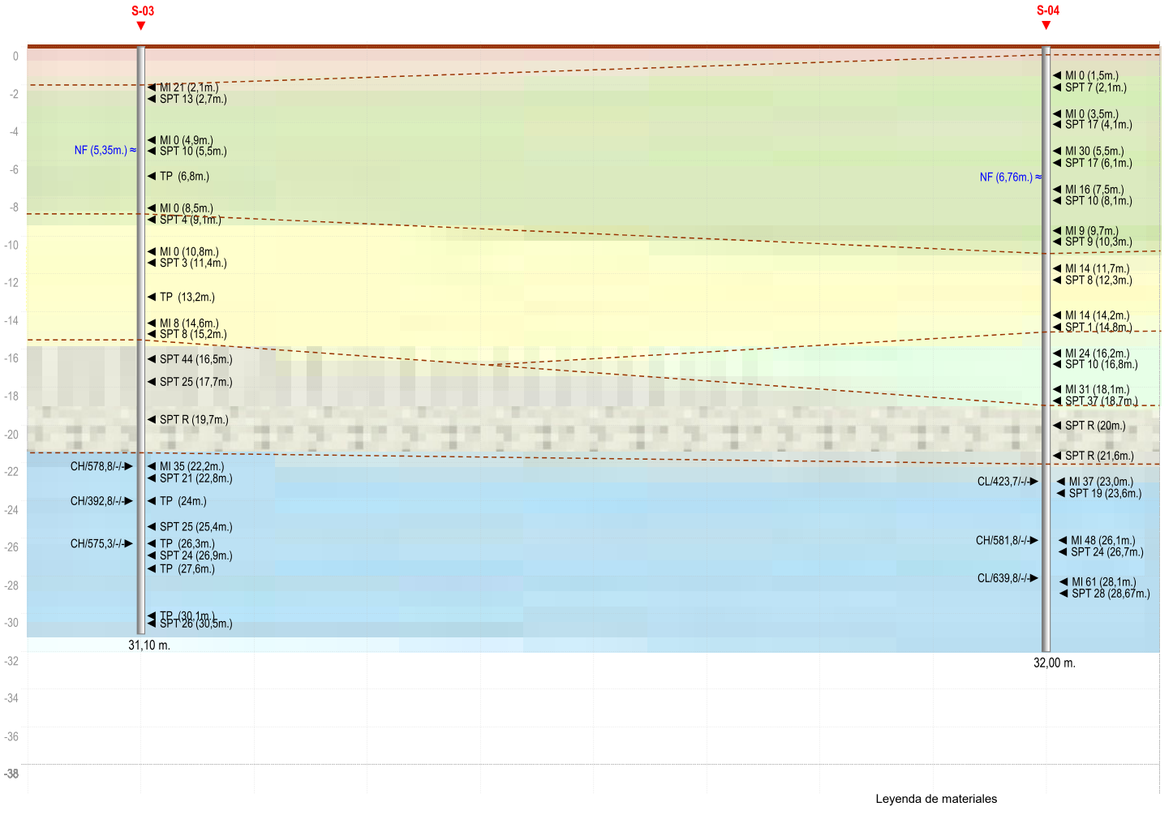

Leyenda de materiales

- UG,1.- Rellenos de naturaleza antrópica
- UG,2a.-Arcillas limosas con intercalaciones de lentes arenosas. Color marrón
- UG.2b.-Arcillas limosas aspecto fangoso con restos de materia orgánica. Tonalidad grisácea
- UG,3.- Limos arenosos y limos arcillosos de tonalidad marrón
- UG,4.- Gravas y bolos en matriz limo arenosa de tonalidad marrón
- UG,5.-Arcillas margosas de alta plasticidad de tonalidad grisácea

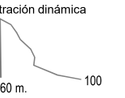
| PETICIONARIO: | EJECUTADO POR: | TITULO DEL TRABAJO | REALIZADO: | SUPERVISADO: | SUSTITUYE A: | PRESUPUESTO: | ESCALA: | TITULO: | SERIE: |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO | cemosa | INFORME DE RESULTADOS PARA LA SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO. SEVILLA | Isidro Ocete Ruiz | Isidro Ocete Ruiz | SUSTITUIDO POR: | EXPEDIENTE: | Horizontal 1:- Vertical 1:222 Gráfica Horizontal m. | PERFILES GEOTECNICOS | 3 PLANO: 1 |

PERFILES GEOTECNICOS

| Expediente: O/1805131 | PERFILES GEOTECNICOS | | |
|---|---|---|---|
| Delegación de: Sevilla | PLANO 3 | INFORME DE RESULTADOS PARA LA SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO. SEVILLA | FECHA noviembre-18 |




Penetración dinámica




Ensayo de penetración dinámica, con indicación de la máxima profundidad alcanzada y referencia del máximo golpeo obtenido.

Calicata




Calicata de reconocimiento con indicación de la máxima profundidad alcanzada y ensayos de laboratorio realizados.

Sondeo

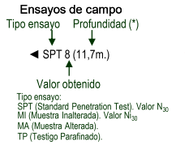



Sondeo mecánico y rotativo, con extracción continua de testigo y con indicación de la máxima profundidad alcanzada y ensayos de laboratorio realizados.

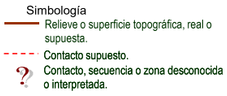
Ensayos de laboratorio




**Ensayos de campo**




Simbología




Leyenda de materiales

- UG,1.- Rellenos de naturaleza antrópica
- UG,2a.-Arcillas limosas con intercalaciones de lentes arenosas. Color marrón
- UG.2b.-Arcillas limosas aspecto fangoso con restos de materia orgánica. Tonalidad grisácea
- UG,3.- Limos arenosos y limos arcillosos de tonalidad marrón
- UG,4.- Gravas y bolos en matriz limo arenosa de tonalidad marrón
- UG,5.-Arcillas margosas de alta plasticidad de tonalidad grisácea

| PETICIONARIO: | EJECUTADO POR: | TITULO DEL TRABAJO | REALIZADO: | SUPERVISADO: | SUSTITUYE A: | PRESUPUESTO: | ESCALA: | TITULO: | SERIE: |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO | cemosa | INFORME DE RESULTADOS PARA LA SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO. SEVILLA | Isidro Ocete Ruiz | Isidro Ocete Ruiz | SUSTITUIDO POR: | EXPEDIENTE: | Horizontal 1:- Vertical 1:222 Gráfica Horizontal m. | PERFIL GEOTÉCNICO SENTIDO HUELVA | 3 PLANO: 2 |

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

# ANEJO 4. TRABAJOS DE CAMPO

Polígono Industrial "Los Palillos". C/ Los palillos diez, 10-12 (41500)
Alcalá de Guadaíra. SEVILLA
Tel: 954 520 511 Fax: 954 520 553
sevilla@cemosa.es

INFORME DE RESULTADOS PARA LA SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO. SEVILLA
DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO
SEVILLA EXPEDIENTE: O/1806388

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

# ANEJO 4.1 Registro de sondeos a rotación

Polígono Industrial "Los Palillos". C/ Los palillos diez, 10-12 (41500)
Alcalá de Guadaíra. SEVILLA
Tel: 954 520 511 Fax: 954 520 553
sevilla@cemosa.es

**CLIENTE:** MINISTERIO DE FOMENTO

**TRABAJO:** SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO. SEVILLA

**Supervisor:** O. Adriaensens
**Empresa:** CEMOSA
**Sondista:** Antonio Lomas y Antonio Bermal
**Equipo:** Mobil Drill B80 R

**P.K.:**
**Distancia eje, m:**
**Inclinación**

**X ESTR89:** 235.036
**Y ESTR89:** 4.137.632
**Z ESTR89:** 9 M

**FECHA INICIO:** 3-oct-2018
**FECHA FINAL:** 5-oct-2018

**SONDEO:** S-01
**PROFUNDIDAD:** 39,53 m

**CONSULTOR:** cemosa Ingeniería y Control

PERFORACIÓN | COLUMNA Y DESCRIPCIÓN | DATOS GEOMECÁNICOS Y ESTRUCTURALES | MUESTRAS / ENSAYOS SPT | ENSAYOS "IN SITU" | ENSAYOS DE LABORATORIO

| PROFUNDIDAD (m) | TIPO DE PERFORACIÓN | PERFORACIÓN CON AGUA | DIÁMETRO DE PERFORACIÓN (mm) | DIÁMETRO ENTUBACIÓN (mm) | PROFUNDIDAD MANGUERA (m) | NIVEL PIEZOMÉTRICO (m) | COLUMNA LITOLÓGICA | PROFUNDIDAD (m) | SIMBOLOGÍA | DESCRIPCION LITOLÓGICA | ESPESOR (m) | RECUPERACIÓN (%) | GRADO DE METEORIZACIÓN | Nº FRACTURAS CADA 25 cm | BUZAMIENTO JUNTAS | BUZAMIENTO EN GRADOS | DISCONTINUIDADES/ RELLENO | RMR (básico) | LONGITUD | DIÁMETRO | MUESTRA / ENSAYO Nº | GOLPES / 15 cm. | SPT | SPT CORREGIDO | CaCO3 | SULFATOS/YESOS | VANE TEST BAJO SELLO | TILL TEST | PENETROMETRO | PERMEABILIDAD | LUGEON | MODULO DE CORTE | MODULO DE DEFORMACIÓN | PRESIÓN LIMITE | DENSIDADES | PESO ESPECÍFICO | HUMEDAD | LIMITES DE ATTERBERG | GRANULOMETRÍA | CLASIFICACIÓN U.S.C.S. | CONTENIDO EN | EDÓMETRO | RESISTENCIA COMP. | ENSAYO BRASILEÑO | ÍNDICE SCHMIZEK | AGRESIVIDAD AL HORMIGÓN | CORTE DIRECTO / TRIAXIAL | CONSOLIDACIÓN |
|---|---|---

**CLIENTE:** MINISTERIO DE FOMENTO

**TRABAJO:** SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO. SEVILLA

**Supervisor:** O. Adriaensens
**Empresa:** CEMOSA
**Sondista:** Antonio Lomas y Antonio Bermal
**Equipo:** Mobil Drill B80 R

**P.K.:**
**Distancia eje, m:**
**Inclinación**

**X ESTR89:** 235.036,0
**Y ESTR89:** 4.137.632,0
**Z ESTR89:** 9 M

**FECHA INICIO:** 3-oct-2018
**FECHA FINAL:** 5-oct-2018

**SONDEO:** S-01
**PROFUNDIDAD:** 39,53 m

**CONSULTOR:** cemosa Ingeniería y Control

| PROFUNDIDAD (m) | PERFORACIÓN: TIPO DE PERFORACIÓN | PERFORACIÓN: CON AGUA (%) | PERFORACIÓN: DIÁMETRO REVESTIMIENTO (mm) | PERFORACIÓN: DIÁMETRO TESTIGO (mm) | PROFUNDIDAD MANIOBRA (m) | NIVEL PIEZOMÉTRICO (m) | COLUMNA LITOLÓGICA | PROFUNDIDAD (m) | SIMBOLOGÍA | DESCRIPCION LITOLÓGICA | ESPESOR (m) | RECUPERACIÓN (%) | GRADO DE METEORIZACIÓN | Nº FRACTURAS CADA 25 cm | BUZAMIENTO JUNTAS | BUZAMIENTO EN GRADOS | DISCONTINUIDADES/ RELLENO | RMR (básico) | LONGITUD (m) | DIÁMETRO (mm) | MUESTRA / ENSAYO Nº | GOLPES / 15 cm. | SPT | SPT CORREGIDO | CaCO3 (S/N) | SULFATOS/YESOS (S/N) | VANE TEST/ BOLSILLO Cu (kp/cm²) | TILL TEST (°) | PENETROMETRO (Mpa) | PERMEABILIDAD m/s | LUGEON U.L. | MODULO DE DEFORMACIÓN Em (kp/cm²) | ENSAYO PRESIOMETRICO: PRESIÓN DE HINCHAMIENTO Pf (kp/cm²) | PRESIÓN LIMITE Pl (kp/cm²) | ESTADO NATURAL: DENSIDADES Aparente (g/cm³) | DENSIDADES Seca (g/cm³) | PESO ESPECÍFICO G | HUMEDAD Wnat (%) | LIMITE S DE ATTERBERG WL (%) | LIMITE S DE ATTERBERG IP (%) | GRANULOMETRÍA: TAMICES UNE % PASA 10 | GRANULOMETRÍA: TAMICES UNE % PASA 5 | GRANULOMETRÍA: TAMICES UNE % PASA 2 | GRANULOMETRÍA: TAMICES UNE % PASA 0,08 | CLASIFICACIÓN U.S.C.S. | CONTENIDO EN: CARBONATOS (%) | CONTENIDO EN: SALES SOLUBLES (%) | CONTENIDO EN: YESOS (%) | CONTENIDO EN: SULFATOS (%) | CONTENIDO EN: MATERIA ORGÁNICA (%) | CORTE DIRECTO / TRIAXIAL: TIPO | CORTE DIRECTO / TRIAXIAL: c (kp/cm²) | CORTE DIRECTO / TRIAXIAL: Φ (°) | CONSOLIDACIÓN: e0 | CONSOLIDACIÓN: Cc | CONSOLIDACIÓN: Cs | EDÓMETRO: HINCHAM. LIBRE HL (%) | EDÓMETRO: Ic (%) | EDÓMETRO: COLAPSO PH (Kpa) | RESISTENCIA COMP. RCS (kp/cm²) | B (kp/cm²) | ENSAYO BRASILEÑO | ÍNDICE SCHMIZEK | AGRESIVIDAD AL HORMIGÓN |
|---|---|---

**CLIENTE:** MINISTERIO DE FOMENTO

**TRABAJO:** SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO. SEVILLA

**Supervisor:** O. Adriaensens
**Empresa:** CEMOSA
**Sondista:** Antonio Lomas y Antonio Bermal
**Equipo:** Mobil Drill B80 R

**P.K.:**
**Distancia eje, m:**
**Inclinación**

**X ESTR89:** 234.967,0
**Y ESTR89:** 4.137.690,0
**Z ESTR89:** 7 M

**FECHA INICIO:** 8-oct-2018
**FECHA FINAL:** 10-oct-2018

**SONDEO:** S-02
**PROFUNDIDAD:** 33,00 m

**CONSULTOR:** cemosa Ingeniería y Control

## PERFORACIÓN

| PROFUNDIDAD (m) | TIPO DE PERFORACIÓN | PERFORACIÓN CON AGUA | DIÁMETRO DEL REVESTIMIENTO (mm) | PROFUNDIDAD MANIOBRA (m) | NIVEL PIEZOMÉTRICO (m) |
|---|---|---|---|---|---|
| 15 | BW-101 | NO | 113 | 0,60 | |
| 16 | | | | 0,60 | |
| 17 | | | | 0,80 | |
| 18 | | | | 0,60 | |
| 19 | | | | 0,60 | |
| 20 | | | | 0,70 | |
| 21 | | | | 0,50 | |
| 22 | | | | 0,30 | |
| 23 | | | | 0,35 | |
| 24 | | | | 2,45 | |
| 25 | | | | 0,25 | |
| 26 | | | | 0,80 | |
| 27 | BW-86 | | | 0,30 | |
| 28 | | | | 0,60 | |
| 29 | | | | 0,60 | |
| 30 | | | | 1,40 | |
| 31 | | | | 0,60 | |
| 32 | | | | 0,60 | |
| 33 | BW-76 | | | 1,10 | |

## COLUMNA Y DESCRIPCIÓN

| COLUMNA LITOLÓGICA | PROFUNDIDAD (m) | SIMBOLOGÍA | DESCRIPCION LITOLÓGICA | ESPESOR (m) |
|---|---|---|---|---|
| | 15,5 | | | 2,80 |
| | | | Limos arenosos de color marrón (5,3 7,5YR) | 2,40 |
| | 17,9 | | | |
| | | | Gravas y bolos subredondeados a redondeados, heterométricos y poligénicos en una matriz areno limosa marrón (6,3 10YR). | 6,6 |
| | 24,5 | | | |
| | | | MARGAS. Arcillas de alta plasticidad con indicios de intercacalaciones de lentes arenosas de color grisáceo, incidios de bioclastos. Color grisáceo ( 5,1 GLEY) | 8,50 |

## DATOS GEOMECÁNICOS Y ESTRUCTURALES

RECUPERACIÓN (%) — 20 40 60 80

GRADO DE METEORIZACIÓN — V IV III II I

Nº FRACTURAS CADA 30 cm — n = 10; n = 5; n = 1

BUZAMIENTO JUNTAS — TIPO; BUZAMIENTO

BUZAMIENTO EN GRADOS — REFERENCIA PLANO C; PLANO DE REFERENCIA R: D/A, C/D, C/C, B/C, A/B, A/A, JRC

DISCONTINUIDADES/ RELLENO — ESPESOR (m); NATURALEZA

RMR (Bieniawski) — 30 40 50 60 70

RMR (Laubscher) — 30 40 50 60 70

## MUESTRAS / ENSAYOS SPT

| LONGITUD m | DIÁMETRO mm | MUESTRA / ENSAYO Nº: M.P. / M.I. / SPT | Nº | GOLPES / 15 cm. | SPT N | SPT CORREGIDO N' |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,60 | 75 | Mi-3 | | 6 9 10 15 | | |
| 0,60 | 50 | SPT-5 | | 4 4 5 6 | 9 | |
| 0,60 | 76 | PRE-3 | | | | |
| 0,45 | 75 | Mi-4 | | 6 9 10 15 | | |
| 0,30 | 50 | SPT-6 | | 13 19 22 30 | 41 | |
| 0,60 | 50 | SPT-7 | | 18 24 21 27 | 45 | |
| 0,20 | 76 | PRE-4 | | | | |
| 0,35 | 50 | SPT-8 | | 29 35 R | R | |
| 0,23 | 50 | SPT-10 | | 21 R | R | |
| 0,55 | 73 | Mi-5 | | 9 14 19 32 | | |
| 0,60 | 50 | SPT-10 | | 5 8 10 13 | 18 | |
| 0,50 | 73 | Mi-6 | | 12 19 35 50 | | |
| 0,60 | 50 | SPT-11 | | 9 11 15 16 | 26 | |
| 0,60 | 76 | PRE-5 | | | | |

## ENSAYOS "IN SITU"

| CaCO3 S/N | SULFATOS/YESOS S/N | VANE TEST (Cu) kp/cm² | RIG.SELLO (T) | TILL TEST Mpa | PENETRÓMETRO Mpa | PRESIÓMETRO: ENSAYO DE ABILID m/ | PRESIÓMETRO: LEFRANC m/ | PRESIÓMETRO: LUGEON U.L. | PRESIÓMETRO: MÓDULO DEFORMACIÓN Em Kpa | PRESIÓMETRO: PRESIÓN DE FLUENCIA Pf Kpa | PRESIÓMETRO: PRESIÓN LIMITE Pl Kpa |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 0,31 | | | | | | |
| | | | | | | | | | 9,84 | 0,48 | 1,15 |
| | | | | | 0,12 | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | 0,10 | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | 0,30 | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | 42,11 | 1,69 | 4,82 |
| | | | | | 0,50 | | | | | | |

## ENSAYOS DE LABORATORIO

| ESTADO NATURAL: DENSIDADES Aparente g/cm³ | DENSIDADES Seca g/cm³ | PESO ESPECÍFICO G | HUMEDAD Wnat % | LÍMITES DE ATTERBERG: WL % | LÍMITES DE ATTERBERG: IP % | GRANULOMETRÍA: TAMICES UNE % PASA 10 | 5 | 2 | 0,08 | CLASIFICACIÓN U.S.C.S. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2,04 | 1,59 | | 28,5 | 50 | 29,3 | 100 | 100 | 100 | 97,2 | CH |
| | | | | | | | | | | |
| 2,06 | 1,63 | | 25,8 | 45,8 | 26 | 100 | 100 | 100 | 92,2 | CL |
| | | | | | | | | | | |
| 2,06 | 1,64 | | 26,3 | 100 | 100 | 100 | 100 | 96,9 | | CH |

| CONTENIDO EN: CARBONATOS % | SALES SOLUBLES % | YESOS % | SULFATOS % | MATERIA ORGÁNICA % | CORTE DIRECTO / TRIAXIAL: TIPO | c Kp/cm² | Φ ° | CONSOLIDACIÓN: e0 | Cc | Cs | EDÓMETRO: HINCHAM. LIBRE % | Ic % | COLAPSO % | PH Kpa | PRESION DE HINCHAM. Kp/cm² | RESISTENCIA COMP. RCS Kp/cm² | B Kp/cm² | ENSAYO BRASILEÑO | ÍNDICE SCHMIAZEK | AGRESIVIDAD AL HORMIGÓN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | | | | 4,25 | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | 6,6 | | | | |

**OBSERVACIONES:**

**LEYENDA:**
WL: Wire Line B: Batería simple T: Batería Doble W: Corona de Widia D: Corona de Diamante R: Testigo roto al aplicar esclerómetro O: Óxidos a: Arcillas l: Limos.

---

**CLIENTE:** MINISTERIO DE FOMENTO

**TRABAJO:** SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO. SEVILLA

**Supervisor:** O. Adriaensens
**Empresa:** CEMOSA
**Sondista:** Antonio Lomas y Antonio Bermal
**Equipo:** Mobil Drill B80 R

**P.K.:**
**Distancia eje, m:**
**Inclinación**

**X ESTR89:** 234.967,0
**Y ESTR89:** 4.137.690,0
**Z ESTR89:** 7 M

**FECHA INICIO:** 8-oct-2018
**FECHA FINAL:** 10-oct-2018

**SONDEO:** S-02
**PROFUNDIDAD:** 33,00 m

**CONSULTOR:** cemosa Ingeniería y Control

## PERFORACIÓN

| PROFUNDIDAD (m) | TIPO DE PERFORACIÓN | PERFORACIÓN CON AGUA | DIÁMETRO DEL REVESTIMIENTO (mm) | PROFUNDIDAD MANIOBRA (m) | NIVEL PIEZOMÉTRICO (m) |
|---|---|---|---|---|---|
| 30 | BW-76 | NO | | 1,10 | |
| 31 | BW-86 | | | 0,60 | |
| 32 | | | | 0,60 | |
| 33 | BW-76 | | | 1,60 | |

## COLUMNA Y DESCRIPCIÓN

| COLUMNA LITOLÓGICA | PROFUNDIDAD (m) | SIMBOLOGÍA | DESCRIPCION LITOLÓGICA | ESPESOR (m) |
|---|---|---|---|---|
| | 33,0 | | MARGAS. Arcillas de alta plasticidad con indicios de intercacalaciones de lentes arenosas de color grisáceo, incidios de bioclastos. Color grisáceo ( 5,1 GLEY) | 8,50 |

## DATOS GEOMECÁNICOS Y ESTRUCTURALES

RECUPERACIÓN (%) — 20 40 60 80

GRADO DE METEORIZACIÓN — V IV III II I

Nº FRACTURAS CADA 30 cm — n = 10; n = 5; n = 1

BUZAMIENTO JUNTAS — TIPO; BUZAMIENTO

BUZAMIENTO EN GRADOS — REFERENCIA PLANO C; PLANO DE REFERENCIA R: D/A, C/D, C/C, B/C, A/B, A/A, JRC

DISCONTINUIDADES/ RELLENO — ESPESOR (m); NATURALEZA

RMR (Bieniawski) — 30 40 50 60 70

RMR (Laubscher) — 30 40 50 60 70

## MUESTRAS / ENSAYOS SPT

| LONGITUD m | DIÁMETRO mm | MUESTRA / ENSAYO Nº: M.P. / M.I. / SPT | Nº | GOLPES / 15 cm. | SPT N | SPT CORREGIDO N' |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,57 | 73 | Mi-7 | | 15 22 37 R | | |
| 0,60 | 50 | SPT-12 | | 9 10 14 17 | 24 | |
| 0,60 | 76 | PRE-6 | | | | |

## ENSAYOS "IN SITU"

| CaCO3 S/N | SULFATOS/YESOS S/N | VANE TEST (Cu) kp/cm² | RIG.SELLO (T) | TILL TEST Mpa | PENETRÓMETRO Mpa | PRESIÓMETRO: ENSAYO DE ABILID m/ | PRESIÓMETRO: LEFRANC m/ | PRESIÓMETRO: LUGEON U.L. | PRESIÓMETRO: MÓDULO DEFORMACIÓN Em Kpa | PRESIÓMETRO: PRESIÓN DE FLUENCIA Pf Kpa | PRESIÓMETRO: PRESIÓN LIMITE Pl Kpa |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 0,35 | | | | | | |
| | | | | | | | | | 85,51 | 2,65 | 6,22 |

## ENSAYOS DE LABORATORIO

| ESTADO NATURAL: DENSIDADES Aparente g/cm³ | DENSIDADES Seca g/cm³ | PESO ESPECÍFICO G | HUMEDAD Wnat % | LÍMITES DE ATTERBERG: WL % | LÍMITES DE ATTERBERG: IP % | GRANULOMETRÍA: TAMICES UNE % PASA 10 | 5 | 2 | 0,08 | CLASIFICACIÓN U.S.C.S. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2,04 | 1,59 | | 28,5 | 50 | 29,3 | 100 | 100 | 100 | 97,2 | CH |

| CONTENIDO EN: CARBONATOS % | SALES SOLUBLES % | YESOS % | SULFATOS % | MATERIA ORGÁNICA % | CORTE DIRECTO / TRIAXIAL: TIPO | c Kp/cm² | Φ ° | CONSOLIDACIÓN: e0 | Cc | Cs | EDÓMETRO: HINCHAM. LIBRE % | Ic % | COLAPSO % | PH Kpa | PRESION DE HINCHAM. Kp/cm² | RESISTENCIA COMP. RCS Kp/cm² | B Kp/cm² | ENSAYO BRASILEÑO | ÍNDICE SCHMIAZEK | AGRESIVIDAD AL HORMIGÓN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

**OBSERVACIONES:**
*ANGULO ROZAMIENTO BÁSICO:*

**LEYENDA:**
WL: Wire Line B: Batería simple T: Batería Doble W: Corona de Widia D: Corona de Diamante R: Testigo roto al aplicar esclerómetro O: Óxidos a: Arcillas l: Limos.

**CLIENTE:** MINISTERIO DE FOMENTO

**TRABAJO:** SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO. SEVILLA

**Supervisor:** O. Adriaensens
**Empresa:** CEMOSA
**Sondista:** Antonio Lomas y Antonio Bermal
**Equipo:** Mobil Drill B80 R

**P.K.:**
**Distancia eje, m:**
**Inclinación**

**X ESTR89:** 234.759
**Y ESTR89:** 4.137.923
**Z ESTR89:** 6 M

**FECHA INICIO:** 17-oct-2018
**FECHA FINAL:** 19-oct-2018

**SONDEO:** S-03
**PROFUNDIDAD:** 31,10 m

**CONSULTOR:** cemosa Ingeniería y Control

## PERFORACIÓN

| PROFUNDIDAD (m) | TIPO DE PERFORACIÓN | PERFORACIÓN CON AGUA (SI/NO) | DIÁMETRO REVESTIMIENTO (mm) | PROFUNDIDAD MANIOBRA (m) | NIVEL PIEZOMÉTRICO (m) |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | | | | | |
| 1 | BW-101 | NO | 113 | 0,30 | |
| | | | | 0,40 | |
| | | | | 0,20 | |
| 2 | | | | 0,30 | |
| | | | | 0,40 | |
| | | | | 0,60 | |
| 3 | | | | 0,60 | |
| | | | | 0,60 | |
| 4 | | | | 1,00 | |
| | | | | 0,60 | 5,50 m |
| 5 | | | | 0,60 | |
| | | | | 0,60 | |
| 6 | | | | 0,75 | |
| | BW-76 | | | 0,40 | |
| 7 | | | | 1,30 | |
| | | | | 0,60 | |
| 8 | | | | 0,60 | |
| | | | | 1,10 | |
| 9 | | | | 0,60 | |
| | BW-101 | | | 0,40 | |
| 10 | | | | 1,20 | |
| | | | | 0,60 | |
| 11 | | | | 0,40 | |
| | | | | 0,50 | |
| 12 | | | | 0,45 | |
| | BW-76 | | | 0,20 | |
| 13 | | | | 0,60 | |
| | | | | 0,45 | |
| 14 | | | | 1,30 | |
| | | | | 0,60 | |
| 15 | | | | 0,60 | |

## COLUMNA Y DESCRIPCIÓN

| PROFUNDIDAD (m) | SIMBOLOGÍA | DESCRIPCION LITOLÓGICA | ESPESOR (m) |
|---|---|---|---|
| 1,0 | | Rellenos. Arena limosa. Color marrón amarillento | 0,95 |
| 2,0 | | Rellenos. Arcillas limosas con restos de materia orgánica y algo de gravilla. Color marrón | 1,05 |
| 6,4 | | Arcillas limosas de color marrón (4,3 10YR) | 4,40 |
| 9,0 | | Arcilla limosa plástica de consistencia dura, indicios de pátinas negruzcas que aumentan hacia muro. Intercalaciones de vetado grisáceo y marrón anaranjado. Color marrón grisáceo(3,1 7,5YR) | 2,60 |
| | | Arcillas limosas de consisitencia blanda, de aspecto fangoso, restos de materia orgánica. Color Gris oscuro (3,1 GLEY 1) | 6,50 |

## DATOS GEOMECÁNICOS Y ESTRUCTURALES

RECUPERACIÓN (%) — 20 40 60 80

GRADO DE METEORIZACIÓN — V IV III II I

Nº FRACTURAS CADA 25 cm — ∞ 4 2 1

BUZAMIENTO JUNTAS — TIPO — DIR. BUZAM. — BUZAMIENTO

BUZAMIENTO EN GRADOS — REFERENCIA PLANO C — BUZAMIENTO DE REFERENCIA: A, B, C, D

DISCONTINUIDADES: D/A, C/D, C/B, B/C, A/B, A/C — JRC — ESPESOR — RELLENO — NATURALEZA

RMR (básico) — 20 40 50 60 70

RMR (geco) — 30 40 50 60 70 80

## MUESTRAS / ENSAYOS SPT

| LONGITUD m | DIÁMETRO mm | MUESTRA / ENSAYO Nº M.P./ M.I. / SPT | GOLPES / 15 cm. | SPT N | SPT CORREGIDO N' |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,60 | 73 | MI-1 | 7 9 12 16 | 21 | |
| 0,60 | 50 | SPT-1 | 3 5 8 8 | 13 | |
| 0,60 | 73 | SHE-1 | | | |
| 0,60 | 50 | SPT-2 | 3 4 6 8 | 10 | |
| 0,40 | 76 | TP-1 | | | |
| 0,60 | 76 | PRE-1 | | | |
| 0,60 | 73 | SHE-2 | | | |
| 0,60 | 50 | SPT-3 | 1 2 2 2 | 4 | |
| 0,60 | 73 | SHE-3 | | | |
| 0,60 | 50 | SPT-4 | 0 1 2 3 | 3 | |
| 0,60 | 76 | PRE-2 | | | |
| 0,40 | 76 | TP-2 | | | |
| 0,60 | 73 | MI-2 | 1 3 5 7 | 8 | |

## ENSAYOS "IN SITU"

| CaCO3 S/N | SULFATOS/YESOS S/N | VANE TEST Cu kp/cm² | TILL TEST (°) | PENETRÓMETRO Mpa | PERMEABILIDAD A/h m/s | LUGEON u.l. | MODULO DEFORMACIÓN Em kp/cm² | ENSAYO PRESIOMÉTRICO PRESIÓN DE FLUENCIA Pf kp/cm² | PRESIÓN LIMITE Pl kp/cm² |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 0,20 | | | | | |
| | | | | 0,20 | | | | | |
| | | | | 0,20 | | | | | |
| | | | | | | | 10,51 | 0,47 | 1,01 |
| | | | | 0,11 | | | | | |
| | | | | 0,10 | | | | | |
| | | | | | | | 2,59 | 0,38 | 0,54 |
| | | | | 0,10 | | | | | |

## ENSAYOS DE LABORATORIO

| DENSIDADES Aparece g/cm³ | DENSIDADES Seca g/cm³ | PESO ESPECÍFICO G | HUMEDAD Wnat % | LIMITES DE ATTERBERG WL % | LIMITES DE ATTERBERG IP % | GRANULOMETRÍA TAMICES UNE % PASA 10 | 5 | 2 | 0,08 | CLASIFICACIÓN U.S.C.S. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| 2,06 | 1,65 | | 24,7 | 50,7 | 30 | 100 | 100 | 100 | 93,5 | CH |
| | | | | | | | | | | |
| 2,01 | 1,60 | | 25,4 | 54,6 | 33,9 | 100 | 100 | 100 | 94,5 | CH |
| | | | | | | | | | | |
| 2,04 | 1,64 | | 24,6 | 54,1 | 21,1 | 100 | 100 | 100 | 94,6 | CH |

| CONTENIDO EN: CARBONATOS % | SALES SOLUBLES % | YESOS % | SULFATOS % | MATERIA ORGÁNICA % | CORTE DIRECTO / TRIAXIAL: TIPO | c kp/cm² | Φ ° | CONSOLIDACIÓN: e0 | Cc | Cs | EDÓMETRO: HINCHAM. LIBRE HL % | COLAPSO Ic % | PRESION DE HINCHAM PH Kpa | RESISTENCIA COMP. RCS kp/cm² | B kp/cm² | ENSAYO BRASILEÑO | INDICE SCHMIZEK | AGRESIVIDAD AL HORMIGÓN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | 5,9 | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | 4,0 | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | 5,9 | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

**OBSERVACIONES:** Los colores estan definidos por la tabla de MUNSELL

**LEYENDA:**

B: Batería simple T: Batería Doble W: Corona de Widia D: Corona de Diamante R: Testigo roto al aplicar esclerómetro O: Óxidos a: Arcillas l: Limos.


**CLIENTE:** MINISTERIO DE FOMENTO

**TRABAJO:** SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO. SEVILLA

**Supervisor:** O. Adriaensens
**Empresa:** CEMOSA
**Sondista:** Antonio Lomas y Antonio Bermal
**Equipo:** Mobil Drill B80 R

**P.K.:**
**Distancia eje, m:**
**Inclinación**

**X ESTR89:** 234.759,0
**Y ESTR89:** 4.137.923,0
**Z ESTR89:** 6 M

**FECHA INICIO:** 17-oct-2018
**FECHA FINAL:** 19-oct-2018

**SONDEO:** S-03
**PROFUNDIDAD:** 31,10 m

**CONSULTOR:** cemosa Ingeniería y Control


## PERFORACIÓN

| PROFUNDIDAD (m) | TIPO DE PERFORACIÓN | PERFORACIÓN CON AGUA (SI/NO) | DIÁMETRO REVESTIMIENTO (mm) | PROFUNDIDAD MANIOBRA (m) | NIVEL PIEZOMÉTRICO (m) |
|---|---|---|---|---|---|
| 15 | | | | | |
| | BW-76 | | | 0,60 | |
| 16 | | | | 0,60 | |
| | | | | 0,60 | |
| 17 | | | | 0,60 | |
| | | | | 0,60 | |
| 18 | | | | 0,60 | |
| | | | | 0,60 | |
| 19 | BW-101 | NO | 113 | 0,80 | |
| | | | | 0,40 | |
| 20 | | | | 1,37 | |
| | | | | 0,75 | |
| 21 | | | | 0,60 | |
| | | | | 0,60 | |
| 22 | | | | 0,80 | |
| | | | | 0,40 | |
| 23 | | | | 0,60 | |
| | | | | 0,40 | |
| 24 | | | | 0,80 | |
| | | | | 0,60 | |
| 25 | | | | 0,40 | |
| | | | | 0,50 | |
| 26 | | | | 0,45 | |
| | BW-76 | | | 0,20 | |
| 27 | | | | 0,60 | |
| | | | | 0,45 | |
| 28 | | | | 1,30 | |
| | | | | 0,60 | |
| 29 | | | | 2,10 | |
| | | | | 0,60 | |
| 30 | | | | 0,60 | |

## COLUMNA Y DESCRIPCIÓN

| PROFUNDIDAD (m) | SIMBOLOGÍA | DESCRIPCION LITOLÓGICA | ESPESOR (m) |
|---|---|---|---|
| 15,5 | | Arcillas limosas de consisitencia blanda, de aspecto fangoso, restos de materia orgánica. Color Gris oscuro (3,1 GLEY 1) | 6,50 |
| 21,5 | | Gravas y bolos subredondeados a redondeados, heterométricos y poligénicos en una matriz areno limosa marrón (6,3 10YR). | 6,00 |
| | | MARGAS. Arcillas de alta plasticidad con indicios de intercacalaciones de lentes arenosas de color grisáceo, incidios de bioclastos. Color grisáceo ( 5,1 GLEY) | 9,60 |

## DATOS GEOMECÁNICOS Y ESTRUCTURALES

RECUPERACIÓN (%) — 20 40 60 80

GRADO DE METEORIZACIÓN — V IV III II I

Nº FRACTURAS CADA 25 cm — ∞ 4 2 1

BUZAMIENTO JUNTAS — TIPO — DIR. BUZAM. — BUZAMIENTO

BUZAMIENTO EN GRADOS — REFERENCIA PLANO C — BUZAMIENTO DE REFERENCIA: A, B, C, D

DISCONTINUIDADES: D/A, C/D, C/B, B/C, A/B, A/C — JRC — ESPESOR — RELLENO — NATURALEZA

RMR (básico) — 30 40 50 60 70 80

RMR (geco) — 30 40 50 60 70 80

## MUESTRAS / ENSAYOS SPT

| LONGITUD m | DIÁMETRO mm | MUESTRA / ENSAYO Nº M.P./ M.I. / SPT | GOLPES / 15 cm. | SPT N | SPT CORREGIDO N' |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,60 | 50 | SPT-5 | 1 3 5 11 | 8 | |
| 0,60 | 50 | SPT-6 | 23 24 20 21 | 44 | |
| 0,60 | 50 | SPT-7 | 16 13 12 11 | 25 | |
| 0,43 | 50 | SPT-8 | 18 27 R | R | |
| 0,60 | 73 | MI-3 | 8 13 22 30 | 35 | |
| 0,60 | 50 | SPT-9 | 6 9 12 15 | 21 | |
| 0,60 | 76 | PRE-3 | | | |
| 0,40 | 76 | TP-3 | | | |
| 0,60 | 50 | SPT-10 | 9 11 14 18 | 25 | |
| 0,40 | 76 | TP-4 | | | |
| 0,60 | 50 | SPT-11 | 9 11 13 19 | 24 | |
| 0,40 | 76 | TP-5 | | | |
| 0,60 | 76 | PRE-4 | | | |

## ENSAYOS "IN SITU"

| CaCO3 S/N | SULFATOS/YESOS S/N | VANE TEST Cu kp/cm² | TILL TEST (°) | PENETRÓMETRO Mpa | PERMEABILIDAD A/h m/s | LUGEON u.l. | MODULO DEFORMACIÓN Em kp/cm² | ENSAYO PRESIOMÉTRICO PRESIÓN DE FLUENCIA Pf kp/cm² | PRESIÓN LIMITE Pl kp/cm² |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 0,20 | | | | | |
| | | | | | | | 26,99 | 1,06 | 3,60 |
| | | | | 0,30 | | | | | |
| | | | | | | | 91 | 2,52 | 8,78 |
| | | | | 0,35 | | | | | |

## ENSAYOS DE LABORATORIO

| DENSIDADES Aparece g/cm³ | DENSIDADES Seca g/cm³ | PESO ESPECÍFICO G | HUMEDAD Wnat % | LIMITES DE ATTERBERG WL % | LIMITES DE ATTERBERG IP % | GRANULOMETRÍA TAMICES UNE % PASA 10 | 5 | 2 | 0,08 | CLASIFICACIÓN U.S.C.S. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |

**CLIENTE:** MINISTERIO DE FOMENTO

**TRABAJO:** SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO. SEVILLA

**Supervisor:** O. Adriaensens
**Empresa:** CEMOSA
**Sondista:** Antonio Lomas y Antonio Bermal
**Equipo:** Mobil Drill B80 R

**P.K.:**
**Distancia eje, m:**
**Inclinación**

**X ESTR89:** 234.759,0
**Y ESTR89:** 4.137.923,0
**Z ESTR89:** 6 M

**FECHA INICIO:** 17-oct-2018
**FECHA FINAL:** 19-oct-2018

**SONDEO:** S-03
**PROFUNDIDAD:** 31,10 m

**CONSULTOR:** cemosa Ingeniería y Control

PERFORACIÓN | COLUMNA Y DESCRIPCIÓN | DATOS GEOMECÁNICOS Y ESTRUCTURALES | MUESTRAS / ENSAYOS SPT | ENSAYOS "IN SITU" | ENSAYOS DE LABORATORIO

| PROFUNDIDAD (m) | TIPO DE PERFORACIÓN | PERFORACIÓN CON AGUA | DIÁMETRO DE REVESTIMIENTO | PROFUNDIDAD MANOBRA (m) | NIVEL PIEZOMÉTRICO (m) | COLUMNA LITOLÓGICA | PROFUNDIDAD (m) | SIMBOLOGÍA | DESCRIPCION LITOLÓGICA | ESPESOR (m) | RECUPERACIÓN (%) | GRADO DE METEORIZACIÓN | Nº FRACTURAS CADA 25 cm | BUZAMIENTO JUNTAS | BUZAMIENTO EN GRADOS | DISCONTINUIDADES/ RELLENO | RMR (básico) | LONGITUD | DIÁMETRO | MUESTRA / ENSAYO Nº | GOLPES / 15 cm. | SPT | SPT CORREGIDO | CaCO3 | SULFATOS/YESOS | VANE TEST/ BOLSILLO | TILL TEST | PENETRÓMETRO | PERMEABILIDAD | ENSAYO PRESIOMÉTRICO | ESTADO NATURAL | LIMITES DE ATTERBERG | GRANULOMETRÍA | CLASIFICACIÓN U.S.C.S. | CONTENIDO EN | CORTE DIRECTO / TRIAXIAL | CONSOLIDACIÓN | EDÓMETRO | RESISTENCIA COMP. | ENSAYO BRASILEÑO | ÍNDICE SCHMIZEK | AGRESIVIDAD AL HORMIGÓN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | 20 40 60 80 | V IV III II I | | | BUZAMIENTO EN GRADOS (REFERENCIA PLANO C) | | 30 40 50 60 70 | m | mm | M.P / M.I. / SPT Nº | | N | N' | S/N | S/N | Cu kg/cm² | (°) | Mpa | m/ u.L | Em Kg/cm² | Pf Kg/cm² | Pl Kg/cm² | Aparente g/cm³ | G | Wnat % | WL % | IP % | 10 | 5 | 2 | 0,08 | % | % | % | % | % | % | TIPO | c Kg/cm² | Φ ° | e0 | Cc | Cs | HL % | Ic % | PH Kpa | RCS Kg/cm² | B Kg/cm² | | |
| 30 | BW-76 | NO | 113 | 0,30 | | | | | MARGAS. Arcillas de alta plasticidad con indicios de intercacalaciones de lentes arenosas de color grisáceo, incidios de bioclastos. Color grisáceo ( 5,1 GLEY) | 9,60 | | | | | | | | 0,40 | 76 | TP-6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 31 | | | | 0,60 | | | | | | | | | | | | | | 0,60 | 50 | SPT-12 | 9 | 12 | 14 | 20 | 26 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 32 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 33 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 34 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 35 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 36 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 37 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 38 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 39 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 41 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 42 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 43 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 44 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 45 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

**OBSERVACIONES:** *ANGULO ROZAMIENTO BÁSICO:*

**LEYENDA:**
B: Batería simple T: Batería Doble W: Corona de Widia D: Corona de Diamante R: Testigo roto al aplicar esclerómetro O: Óxidos a: Arcillas l: Limos.

**CLIENTE:** MINISTERIO DE FOMENTO

**TRABAJO:** SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO. SEVILLA

**Supervisor:** O. Adriaensens
**Empresa:** CEMOSA
**Sondista:** Antonio Lomas y Antonio Bermal
**Equipo:** Mobil Drill B80 R

**P.K.:**
**Distancia eje, m:**
**Inclinación**

**X ESTR89:** 234.715
**Y ESTR89:** 4.137.969
**Z ESTR89:** 11 M

**FECHA INICIO:** 15-oct-2018
**FECHA FINAL:** 16-oct-2018

**SONDEO:** S-04
**PROFUNDIDAD:** 32,00 m

**CONSULTOR:** cemosa Ingeniería y Control

PERFORACIÓN | COLUMNA Y DESCRIPCIÓN | DATOS GEOMECÁNICOS Y ESTRUCTURALES | MUESTRAS / ENSAYOS SPT | ENSAYOS "IN SITU" | ENSAYOS DE LABORATORIO

| PROFUNDIDAD (m) | TIPO DE PERFORACIÓN | PERFORACIÓN CON AGUA | DIÁMETRO DE REVESTIMIENTO | PROFUNDIDAD MANOBRA (m) | NIVEL PIEZOMÉTRICO (m) | COLUMNA LITOLÓGICA | PROFUNDIDAD (m) | SIMBOLOGÍA | DESCRIPCION LITOLÓGICA | ESPESOR (m) | RECUPERACIÓN (%) | GRADO DE METEORIZACIÓN | Nº FRACTURAS CADA 25 cm | BUZAMIENTO JUNTAS | BUZAMIENTO EN GRADOS | DISCONTINUIDADES/ RELLENO | RMR (básico) | LONGITUD | DIÁMETRO | MUESTRA / ENSAYO Nº | GOLPES / 15 cm. | SPT | SPT CORREGIDO | CaCO3 | SULFATOS/YESOS | VANE TEST/ BOLSILLO | TILL TEST | PENETRÓMETRO | PERMEABILIDAD | ENSAYO PRESIOMÉTRICO | ESTADO NATURAL | LIMITES DE ATTERBERG | GRANULOMETRÍA | CLASIFICACIÓN U.S.C.S. | CONTENIDO EN | CORTE DIRECTO / TRIAXIAL | CONSOLIDACIÓN | EDÓMETRO | RESISTENCIA COMP. | ENSAYO BRASILEÑO | ÍNDICE SCHMIZEK | AGRESIVIDAD AL HORMIGÓN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | 20 40 60 80 | V IV III II I | | | BUZAMIENTO EN GRADOS (REFERENCIA PLANO C) | | 30 40 50 60 70 | m | mm | M.P / M.I. / SPT Nº | | N | N' | S/N | S/N | Cu kg/cm² | (°) | Mpa | m/ u.L | Em Kg/cm² | Pf Kg/cm² | Pl Kg/cm² | Aparente g/cm³ | G | Wnat % | WL % | IP % | 10 | 5 | 2 | 0,08 | % | % | % | % | % | % | TIPO | c Kg/cm² | Φ ° | e0 | Cc | Cs | HL % | Ic % | PH Kpa | RCS Kg/cm² | B Kg/cm² | | |
| 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | | | 0,40 | | | 0,4 | | Rellenos. Arena limosa con algo de gravilla. Color marrón amarillento | 0,40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | 0,80 | | | | | | | | | | | | | | 0,60 | 73 | SHE-1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | 0,80 | | | | | | | | | | | | | | 0,60 | 50 | SPT-1 | 2 | 3 | 4 | 4 | 7 | | | | | | 0,30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | 0,80 | | | | | Arcillas limosas con intercalaciones de lentes arenosas. Color marrón ( 4,3 10 YR) | 4,60 | | | | | | | | 0,60 | 73 | SHE-2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | 0,80 | | | | | | | | | | | | | | 0,60 | 50 | SPT-2 | 4 | 7 | 10 | 11 | 17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | 0,80 | | | 5,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6,85 m | | | | 0,80 | | | | | Arcilla limosa de consistencia dura con pátinas negruzcas que aumentan hacia muro, algunos nódulos carbonatados. Intercalaciones de vetado grisáceo y marrón anaranjado. Color marrón grisáceo(3,1 7,5YR) | 2,30 | | | | | | | | 0,60 | 73 | Mi-1 | 8 | 12 | 18 | 25 | | | | | | | | 0,20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | 0,80 | | | | | | | | | | | | | | 0,60 | 50 | SPT-3 | 4 | 7 | 10 | 13 | 17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | BW-101 | NO | 113 | 0,80 | | | 7,3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | Arcilla de alta plasticidad con pátinas negruzcas . Intercalaciones de vetado grisáceo y marrón anaranjado. Color marrón grisáceo(3,1 7,5YR) | 3,60 | | | | | | | | 0,60 | 73 | Mi-2 | 4 | 6 | 10 | 11 | | | | | | | | 0,25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | 0,80 | | | | | | | | | | | | | | 0,60 | 50 | SPT-4 | 4 | 4 | 6 | 8 | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | 0,80 | | | 10,9 | | | | | | | | | | | 0,60 | 73 | Mi-3 | 4 | 4 | 5 | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | 0,80 | | | | | | | | | | | | | | 0,60 | 50 | SPT-5 | 3 | 4 | 5 | 5 | 9 | | | | | | 0,10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | 0,80 | | | | | | | | | | | | | | 0,60 | 73 | Mi-4 | 5 | 6 | 8 | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | 0,80 | | | | | Arcillas limosas de consisitencia blanda, de aspecto fangoso, A 13,20 aumenta bastante el contenido en restos de materia orgánica. Color Gris oscuro (3,1 GLEY 1) | 4,20 | | | | | | | | 0,60 | 50 | SPT-6 | 3 | 3 | 5 | 5 | 8 | | | | | | 0,15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | 1,20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | 0,80 | | | 15,0 | | | | | | | | | | | 0,60 | 73 | Mi-5 | 5 | 6 | 8 | 9 | 14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

**OBSERVACIONES:** Los colores estan definidos por la tabla de MUNSELL

**LEYENDA:**
WL: Wire Line B: Batería simple T: Batería Doble W: Corona de Widia D: Corona de Diamante R: Testigo roto al aplicar esclerómetro O: Óxidos a: Arcillas l: Limos.

**CLIENTE:** MINISTERIO DE FOMENTO

**TRABAJO:** SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO. SEVILLA

**Supervisor:** O. Adriaensens
**Empresa:** CEMOSA
**Sondista:** Antonio Lomas y Antonio Bermal
**Equipo:** Mobil Drill B80 R

**P.K.:**
**Distancia eje, m:**
**Inclinación**

**X ESTR89:** 234.715,0
**Y ESTR89:** 4.137.969,0
**Z ESTR89:** 11 M

**FECHA INICIO:** 15-oct-2018
**FECHA FINAL:** 15-oct-2018

**SONDEO:** S-04
**PROFUNDIDAD:** 32,00 m

**CONSULTOR:** cemosa Ingeniería y Control

PERFORACIÓN | COLUMNA Y DESCRIPCIÓN | DATOS GEOMECÁNICOS Y ESTRUCTURALES | MUESTRAS / ENSAYOS SPT | ENSAYOS "IN SITU" | ENSAYOS DE LABORATORIO

| PROFUNDIDAD (m) | TIPO DE PERFORACIÓN | PERFORACIÓN CON AGUA (SI/NO) | DIÁMETRO REVESTIMIENTO (mm) | PROFUNDIDAD MANOBRA (m) | NIVEL PIEZOMÉTRICO (m) | COLUMNA LITOLÓGICA | PROFUNDIDAD (m) | SIMBOLOGÍA | DESCRIPCION LITOLÓGICA | ESPESOR (m) | RECUPERACIÓN (%) | GRADO DE METEORIZACIÓN | Nº FRACTURAS CADA 30 cm | BUZAMIENTO JUNTAS | BUZAMIENTO EN GRADOS (REFERENCIA PLANO C) | DISCONTINUIDADES/ RELLENO | RMR (básico) | LONGITUD | DIÁMETRO | MUESTRA / ENSAYO Nº | GOLPES / 15 cm. | SPT | SPT CORREGIDO | CaCO3 | SULFATOS/YESOS | HAM / TEST BOLSILLO | TILL / TEST | PENETROMETRO | PENDEABILIDAD | MODELO DEFORMACIÓN | ESTATE Y PRESIOMETRIC O | ESTADO NATURAL | LIMITES DE ATTERBERG | GRANULOMETRÍA | CLASIFICACIÓN | CONTENIDO EN | CORTE DIRECTO / TRIAXIAL | CONSOLIDACIÓN | EDÓMETRO | RESISTENCIA COMP | ENSAYO BRASILEÑO | ÍNDICE SCHMAZEK | AGRESIVIDAD AL HORMIGÓN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | 20 40 60 80 | V IV III II I | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | m | mm | | | N | N' | S/N | S/N | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | 15,10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | BW-101 | NO | 113 | 2,71 | | | | | Limos arenosos de color marrón (6,3 10YR) | 2,70 | | | | | | | | 0,60 | 50 | SPT-7 | 3 1 0 1 | 1 | | | | | | | 0,10 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,60 | 73 | Mi-6 | 4 12 12 11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,60 | 50 | SPT-8 | 8 5 5 5 | 10 | | | | | | | 0,20 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | 19,0 | | | | | | | | | | | 0,60 | 73 | Mi-7 | 9 15 16 18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,60 | 50 | SPT-9 | 5 13 24 34 | 37 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | Gravas y bolos subredondeados a redondeados, heterométricos y poligénicos en una matriz areno limosa marrón (6,3 10YR). | 3,10 | | | | | | | | 0,40 | 50 | SPT-10 | 18 37 R | R | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | 22,1 | | | | | | | | | | | 0,12 | 50 | SPT-11 | R | R | | | | | | | 0,30 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,60 | 73 | Mi-8 | 10 15 22 31 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,60 | 50 | SPT-12 | 6 8 11 14 | 19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,30 | | | | | | | | | | | | | | |
| 26 | BW-86 | NO | 113 | 2,71 | | | | | MARGAS. Arcillas de alta plasticidad con indicios de intercacalaciones de lentes arenosas de color grisáceo, incidios de bioclastos. Color grisáceo ( 5,1 GLEY) | 9,90 | | | | | | | | 0,60 | 73 | Mi-9 | 12 19 29 40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,60 | 50 | SPT-13 | 7 11 13 18 | 24 | | | | | | | 0,30 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,57 | 73 | Mi-10 | 16 22 39 R | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,60 | 50 | SPT-14 | 9 12 16 22 | 28 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| PROFUNDIDAD (m) | TIPO DE PERFORACIÓN | PERFORACIÓN CON AGUA (SI/NO) | DIÁMETRO REVESTIMIENTO (mm) | PROFUNDIDAD MANOBRA (m) | NIVEL PIEZOMÉTRICO (m) | COLUMNA LITOLÓGICA | PROFUNDIDAD (m) | SIMBOLOGÍA | DESCRIPCION LITOLÓGICA | ESPESOR (m) | RECUPERACIÓN (%) | GRADO DE METEORIZACIÓN | Nº FRACTURAS CADA 30 cm | BUZAMIENTO JUNTAS | BUZAMIENTO EN GRADOS (REFERENCIA PLANO C) | DISCONTINUIDADES/ RELLENO | RMR (básico) | LONGITUD | DIÁMETRO | MUESTRA / ENSAYO Nº | GOLPES / 15 cm. | SPT | SPT CORREGIDO | CaCO3 | SULFATOS/YESOS | HAM / TEST BOLSILLO | TILL / TEST | PENETROMETRO | PENDEABILIDAD | MODELO DEFORMACIÓN | ESTATE Y PRESIOMETRIC O | ESTADO NATURAL | LIMITES DE ATTERBERG | GRANULOMETRÍA | CLASIFICACIÓN | CONTENIDO EN | CORTE DIRECTO / TRIAXIAL | CONSOLIDACIÓN | EDÓMETRO | RESISTENCIA COMP | ENSAYO BRASILEÑO | ÍNDICE SCHMAZEK | AGRESIVIDAD AL HORMIGÓN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | 20 40 60 80 | V IV III II I | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | m | mm | | | N | N' | S/N | S/N | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 31 | BW-86 | NO | 113 | 2,71 | | | | | MARGAS. Arcillas de alta plasticidad con indicios de intercacalaciones de lentes arenosas de color grisáceo, incidios de bioclastos. Color grisáceo ( 5,1 GLEY) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 32 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 33 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 34 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 35 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 36 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 37 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 38 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 39 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 41 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 42 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 43 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 44 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 45 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

**OBSERVACIONES:**

*ANGULO ROZAMIENTO BÁSICO:*

**LEYENDA:**

WL: Wire Line B: Batería simple T: Batería Doble W: Corona de Widia D: Corona de Diamante R: Testigo roto al aplicar esclerómetro O: Óxidos a: Arcillas l: Limos.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga). C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

# ANEJO 4.2 Fotografías de testigos de sondeos a rotación

Polígono Industrial "Los Palillos". C/ Los palillos diez, 10-12 (41500)
Alcalá de Guadaíra. SEVILLA
Tel: 954 520 511 Fax: 954 520 553
sevilla@cemosa.es

| | | |
|---|---|---|
| cemosa Ingeniería y Control | REGISTRO FOTOGRÁFICO<br>Sondeo Mecánico Rotativo | **Ensayo:**<br>**S-01** |




Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 1.




Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 2.

| cemosa Ingeniería y Control | REGISTRO FOTOGRÁFICO | **Ensayo:** |
|---|---|---|
| | Sondeo Mecánico Rotativo | **S-01** |
| | | |




Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 3.




Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 4.

| cemosa Ingeniería y Control | REGISTRO FOTOGRÁFICO | **Ensayo:** |
|---|---|---|
| | Sondeo Mecánico Rotativo | **S-01** |
| | | |




Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 5.




Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 6.

| cemosa Ingeniería y Control | REGISTRO FOTOGRÁFICO | **Ensayo:** |
|---|---|---|
| | Sondeo Mecánico Rotativo | **S-01** |
| | | |




Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 7.




Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 8.

| cemosa Ingeniería y Control | REGISTRO FOTOGRÁFICO | **Ensayo:** |
|---|---|---|
| | Sondeo Mecánico Rotativo | **S-01** |
| | | |




Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 9.




Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 10.

| cemosa Ingeniería y Control | REGISTRO FOTOGRÁFICO | **Ensayo:** |
|---|---|---|
| | Sondeo Mecánico Rotativo | **S-01** |
| | | |




Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 11.




Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 12.

| cemosa Ingeniería y Control | REGISTRO FOTOGRÁFICO | **Ensayo:** |
|---|---|---|
| | Sondeo Mecánico Rotativo | **S-01** |
| | | |




Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 13.

| cemosa Ingeniería y Control | REGISTRO FOTOGRÁFICO | **Ensayo:** |
|---|---|---|
| | Sondeo Mecánico Rotativo | **S-02** |
| | | |




Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 1.




Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 2.

| cemosa Ingeniería y Control | REGISTRO FOTOGRÁFICO | **Ensayo:** |
|---|---|---|
| | Sondeo Mecánico Rotativo | **S-02** |
| | | |




Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 3.

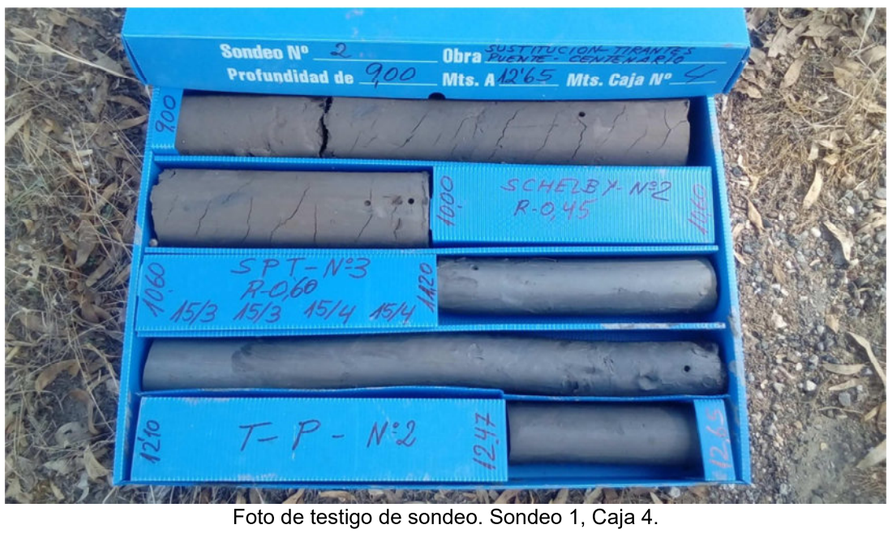



Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 4.

| cemosa Ingeniería y Control | REGISTRO FOTOGRÁFICO | **Ensayo:** |
|---|---|---|
| | Sondeo Mecánico Rotativo | **S-02** |
| | | |

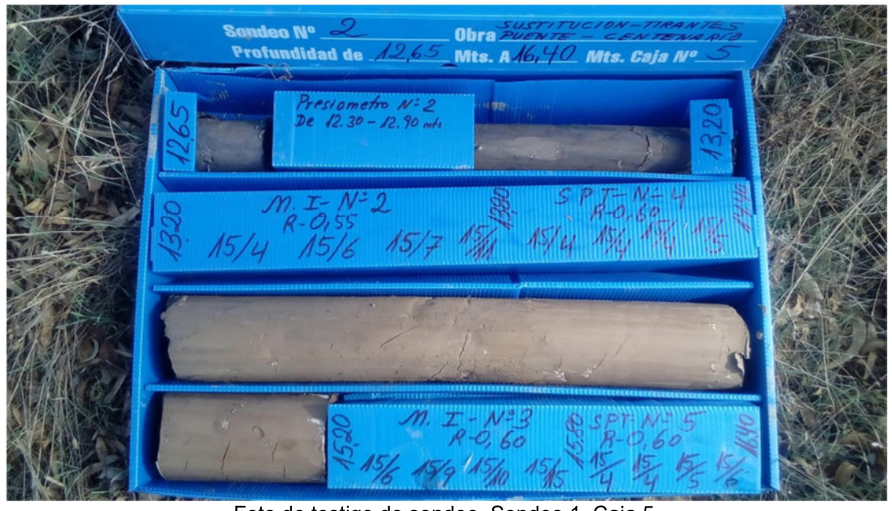



Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 5.




Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 6.

| cemosa Ingeniería y Control | REGISTRO FOTOGRÁFICO | **Ensayo:** |
|---|---|---|
| | Sondeo Mecánico Rotativo | **S-02** |
| | | |




Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 7.




Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 8.

| cemosa Ingeniería y Control | REGISTRO FOTOGRÁFICO | **Ensayo:** |
|---|---|---|
| | Sondeo Mecánico Rotativo | **S-02** |
| | | |




Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 9.




Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 10.

| cemosa Ingeniería y Control | REGISTRO FOTOGRÁFICO | **Ensayo:** |
|---|---|---|
| | Sondeo Mecánico Rotativo | **S-03** |
| | | |




Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 1.

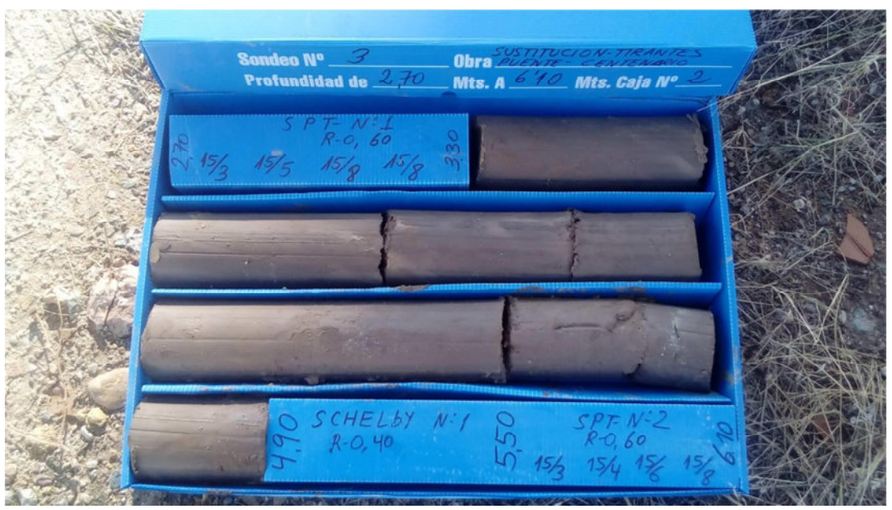



Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 2.

| cemosa Ingeniería y Control | REGISTRO FOTOGRÁFICO | **Ensayo:** |
|---|---|---|
| | Sondeo Mecánico Rotativo | **S-03** |
| | | |




Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 3.




Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 4.

| cemosa Ingeniería y Control | REGISTRO FOTOGRÁFICO | **Ensayo:** |
|---|---|---|
| | Sondeo Mecánico Rotativo | **S-03** |
| | | |




Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 5.




Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 6.

| cemosa Ingeniería y Control | REGISTRO FOTOGRÁFICO | **Ensayo:** |
|---|---|---|
| | Sondeo Mecánico Rotativo | **S-03** |
| | | |




Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 7.




Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 8.

| cemosa Ingeniería y Control | REGISTRO FOTOGRÁFICO | **Ensayo:** |
|---|---|---|
| | Sondeo Mecánico Rotativo | **S-03** |
| | | |




Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 9.

| cemosa Ingeniería y Control | REGISTRO FOTOGRÁFICO | **Ensayo:** |
|---|---|---|
| | Sondeo Mecánico Rotativo | **S-04** |
| | | |




Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 1.

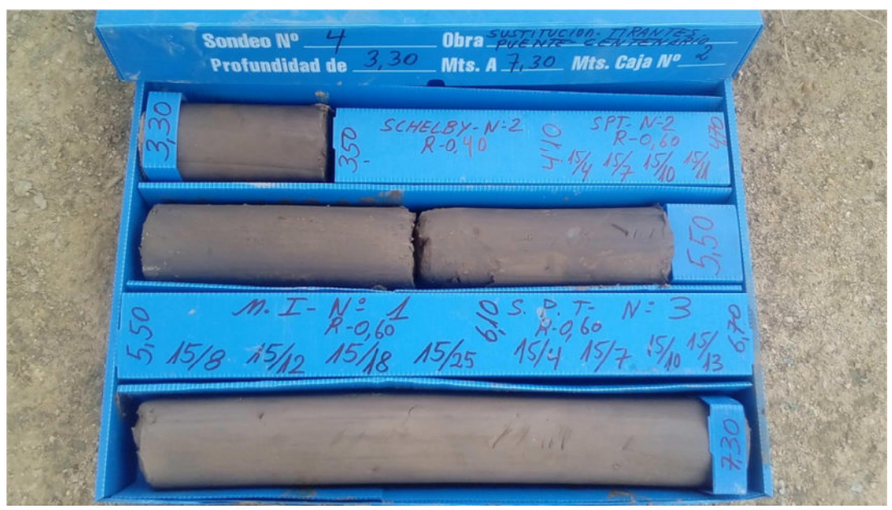



Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 2.

| cemosa Ingeniería y Control | REGISTRO FOTOGRÁFICO | **Ensayo:** |
|---|---|---|
| | Sondeo Mecánico Rotativo | **S-04** |
| | | |




Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 3.




Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 4.

| cemosa Ingeniería y Control | REGISTRO FOTOGRÁFICO | **Ensayo:** |
|---|---|---|
| | Sondeo Mecánico Rotativo | **S-04** |
| | | |




Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 5.




Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 6.

| cemosa Ingeniería y Control | REGISTRO FOTOGRÁFICO | **Ensayo:** |
|---|---|---|
| | Sondeo Mecánico Rotativo | **S-04** |
| | | |




Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 7.




Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 8.

| | | |
|---|---|---|
| cemosa Ingeniería y Control | REGISTRO FOTOGRÁFICO | **Ensayo:** |
| | Sondeo Mecánico Rotativo | **S-04** |
| | | |




Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 9.



cemosa Ingeniería y Control

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

# ANEJO 4.3 Actas de ensayos presiométricos

Polígono Industrial "Los Palillos". C/ Los palillos diez, 10-12 (41500)
Alcalá de Guadaíra. SEVILLA
Tel: 954 520 511 Fax: 954 520 553
sevilla@cemosa.es

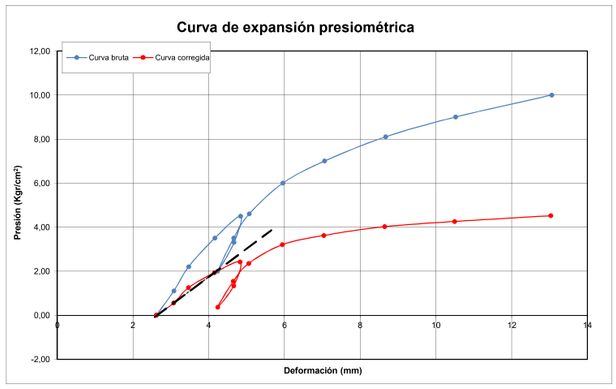
## ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYO PRESIOMÉTRICO

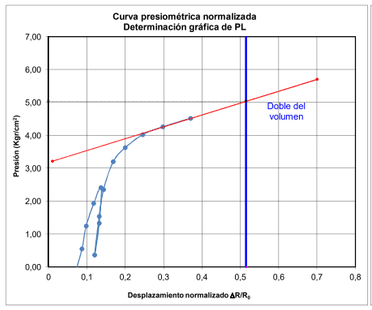
| | | | |
|---|---|---|---|
| **PETICIONARIO:** | DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO | | |
| **DIRECCIÓN:** | | | |
| **OBRA:** | ESTUDIO GEOTÉCNICO SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA | **EXPEDIENTE:** | O/1806388 |

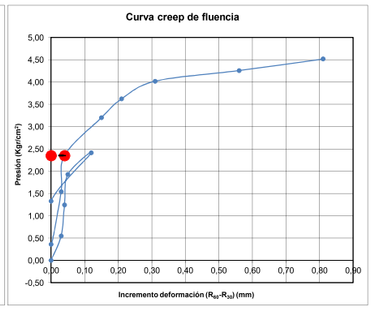
**ASTM D-4719**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **SITUACIÓN:** | SEVILLA | | | **TÉCNICO:** | FRANCISCO FERNÁNDEZ RUIZ |
| **SONDEO:** | S-2 | **PROFUNDIDAD:** | 6,5 m | **FECHA:** | 08/10/2018 |
| **DIÁMETRO SONDEO:** | 76 mm | **NIVEL FREÁTICO:** | 4,5 m | **TIPO CAMISA:** | DURA |
| **LITOLOGÍA:** | ARCILLA MARRÓN CON INDICIOS DE ARENA | | | | |
| **OBSERVACIONES:** | | | | | |

| $P_R$ (Kgr/cm$^2$) | P (Kgr/cm$^2$) | $R_{15}$ (mm) | $R_{30}$ (mm) | $R_{60}$ (mm) | $R_{30}$-$R_{60}$ (mm) |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,00 | 0,00 | 2,62 | 2,62 | 2,62 | 0,00 |
| 1,10 | 0,55 | 3,02 | 3,05 | 3,08 | 0,03 |
| 2,20 | 1,25 | 3,39 | 3,42 | 3,46 | 0,04 |
| 3,50 | 1,93 | 4,04 | 4,10 | 4,15 | 0,05 |
| 4,50 | 2,41 | 4,64 | 4,71 | 4,83 | 0,12 |
| 3,30 | 1,33 | 4,69 | 4,66 | 4,66 | 0,00 |
| 2,00 | 0,36 | 4,28 | 4,23 | 4,23 | 0,00 |
| 3,50 | 1,54 | 4,60 | 4,62 | 4,65 | 0,03 |
| 4,60 | 2,35 | 4,99 | 5,02 | 5,06 | 0,04 |
| 6,00 | 3,20 | 5,67 | 5,79 | 5,94 | 0,15 |
| 7,00 | 3,62 | 6,62 | 6,83 | 7,04 | 0,21 |
| 8,10 | 4,02 | 8,12 | 8,34 | 8,65 | 0,31 |
| 9,00 | 4,26 | 9,62 | 9,93 | 10,49 | 0,56 |
| 10,00 | 4,52 | 11,85 | 12,22 | 13,03 | 0,81 |




**MÓDULO PRESIOMÉTRICO**

$Ep = (1 + \gamma)\,(R_p + \Delta R_m)\,\Delta P/d\Delta R$

| | |
|---|---|
| $\gamma$ | *Coeficiente de Poisson.* |
| $R_p$ | *Radio de la sonda desinflada (mm).* |
| $\Delta R_m$ | *Incremento Radio sonda en el punto donde se calcula el módulo (mm).* |
| $\Delta P/dDR$ | *Relación de Incremento de presión y radio* |

**PRESIÓN LÍMITE**

*Si* ($V_0$+2$V_i$):Tomamos la presión corresponciente
*Si no alcanzamos* ($V_0$+2$V_i$): extrapolamos la rama plástica hasta ($V_0$+2$V_i$) el doble del volumen

| | |
|---|---|
| $V_0$ | Volumen de la sonda desinflada (cm$^3$) |
| $V_i$ | Volumen corregido en contacto con paredes del sondeo (cm$^3$) |
| $\Delta R$ | Incremento de radio |
| $R_0$ | Radio inicial en el momento de tocar las paredes de la cavidad |

**PRESIÓN DE FLUENCIA**

Estimado a partir de la curva de fluencia, **CREEP CURVE**

**RESULTADOS ENSAYO ASTM D-4719**

| | Kgr/cm$^2$ | KPa |
|---|---|---|
| Módulo presiométrico $E_p$ | 66,24 | 6.495,71 |
| Presión límite $P_L$ | 5,04 | 494,01 |
| Presión de fluencia $P_f$ | 2,35 | 230,64 |

| | |
|---|---|
| Relación presiométrica | 13,15 |

Málaga 8 de octubre de 2018
Responsable de Ensayo

Fdo: Francisco Fernández Ruiz
Licenciado en Geología

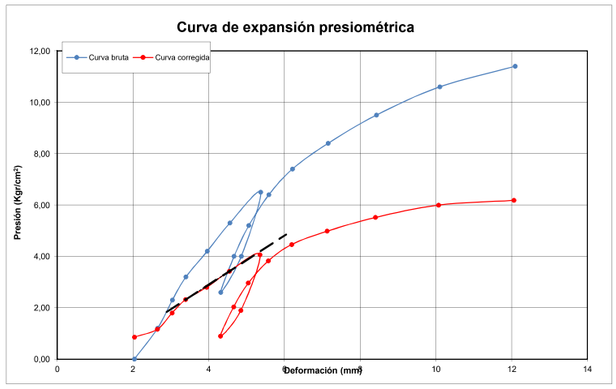
## ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYO PRESIOMÉTRICO

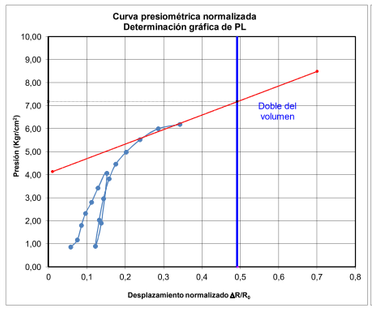
| | | | |
|---|---|---|---|
| **PETICIONARIO:** | DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO | | |
| **DIRECCIÓN:** | | | |
| **OBRA:** | ESTUDIO GEOTÉCNICO SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA | **EXPEDIENTE:** | O/1806388 |

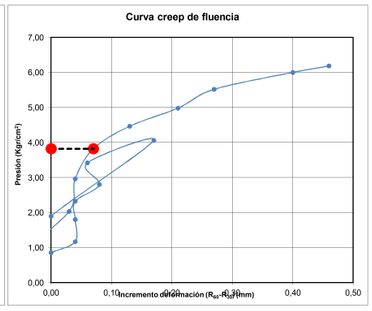
**ASTM D-4719**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **SITUACIÓN:** | SEVILLA | | | **TÉCNICO:** | FRANCISCO FERNÁNDEZ RUIZ |
| **SONDEO:** | S-2 | **PROFUNDIDAD:** | 12,6 m | **FECHA:** | 08/10/2018 |
| **DIÁMETRO SONDEO:** | 76 mm | **NIVEL FREÁTICO:** | 4,5 m | **TIPO CAMISA:** | DURA |
| **LITOLOGÍA:** | ARCILLA GRIS | | | | |
| **OBSERVACIONES:** | | | | | |

| $P_R$ (Kgr/cm$^2$) | P (Kgr/cm$^2$) | $R_{15}$ (mm) | $R_{30}$ (mm) | $R_{60}$ (mm) | $R_{30}$-$R_{60}$ (mm) |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,00 | 0,86 | 2,04 | 2,04 | 2,04 | 0,00 |
| 1,20 | 1,17 | 2,61 | 2,61 | 2,65 | 0,04 |
| 2,30 | 1,80 | 2,96 | 2,99 | 3,03 | 0,04 |
| 3,20 | 2,32 | 3,32 | 3,35 | 3,39 | 0,04 |
| 4,20 | 2,80 | 3,83 | 3,87 | 3,95 | 0,08 |
| 5,30 | 3,42 | 4,41 | 4,49 | 4,55 | 0,06 |
| 6,50 | 4,06 | 5,08 | 5,18 | 5,35 | 0,17 |
| 4,00 | 1,90 | 4,86 | 4,85 | 4,85 | 0,00 |
| 2,60 | 0,90 | 4,38 | 4,36 | 4,31 | -0,05 |
| 4,00 | 2,03 | 4,62 | 4,63 | 4,66 | 0,03 |
| 5,20 | 2,96 | 4,98 | 5,01 | 5,05 | 0,04 |
| 6,40 | 3,82 | 5,44 | 5,50 | 5,57 | 0,07 |
| 7,40 | 4,46 | 5,97 | 6,06 | 6,19 | 0,13 |
| 8,40 | 4,98 | 6,80 | 6,92 | 7,13 | 0,21 |
| 9,50 | 5,52 | 7,97 | 8,13 | 8,40 | 0,27 |
| 10,60 | 6,00 | 9,45 | 9,67 | 10,07 | 0,40 |
| 11,40 | 6,18 | 11,37 | 11,60 | 12,06 | 0,46 |




**MÓDULO PRESIOMÉTRICO**

$Ep = (1 + \gamma)\,(R_p + \Delta R_m)\,\Delta P/d\Delta R$

| | |
|---|---|
| $\gamma$ | *Coeficiente de Poisson.* |
| $R_p$ | *Radio de la sonda desinflada (mm).* |
| $\Delta R_m$ | *Incremento Radio sonda en el punto donde se calcula el módulo (mm).* |
| $\Delta P/dDR$ | *Relación de Incremento de presión y radio* |

**PRESIÓN LÍMITE**

*Si* ($V_0$+2$V_i$):Tomamos la presión corresponciente
*Si no alcanzamos* ($V_0$+2$V_i$): extrapolamos la rama plástica hasta ($V_0$+2$V_i$) el doble del volumen

| | |
|---|---|
| $V_0$ | Volumen de la sonda desinflada (cm$^3$) |
| $V_i$ | Volumen corregido en contacto con paredes del sondeo (cm$^3$) |
| $\Delta R$ | Incremento de radio |
| $R_0$ | Radio inicial en el momento de tocar las paredes de la cavidad |

**PRESIÓN DE FLUENCIA**

Estimado a partir de la curva de fluencia, **CREEP CURVE**

**RESULTADOS ENSAYO ASTM D-4719**

| | Kgr/cm$^2$ | KPa |
|---|---|---|
| Módulo presiométrico $E_p$ | 49,59 | 4.863,19 |
| Presión límite $P_L$ | 7,18 | 703,79 |
| Presión de fluencia $P_f$ | 3,82 | 374,65 |

| | |
|---|---|
| Relación presiométrica | 6,91 |

Málaga 8 de octubre de 2018
Responsable de Ensayo

Fdo: Francisco Fernández Ruiz
Licenciado en Geología

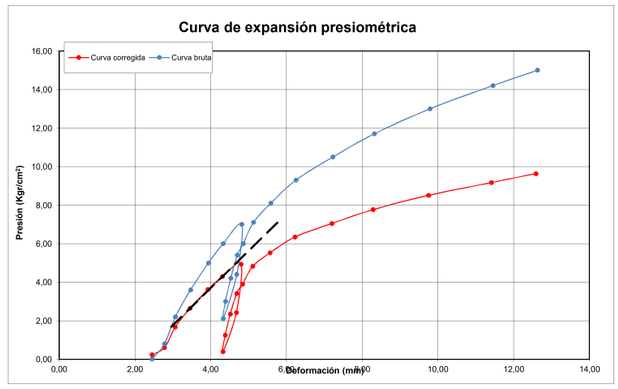
## ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYO PRESIOMÉTRICO

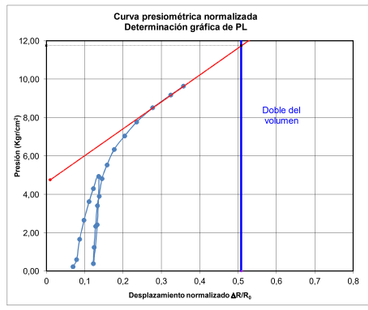
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **PETICIONARIO:** | DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO | | | | |
| **DIRECCIÓN:** | | | | | |
| **OBRA:** | ESTUDIO GEOTÉCNICO SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA | | | **EXPEDIENTE:** | O/1806388 |

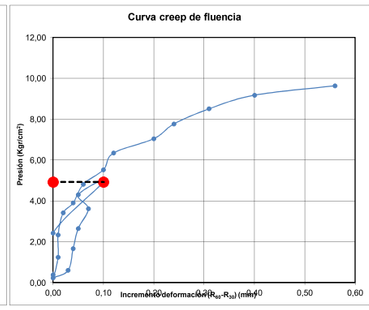
**ASTM D-4719**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **SITUACIÓN:** | SEVILLA | | | **TÉCNICO:** | FRANCISCO FERNÁNDEZ RUIZ |
| **SONDEO:** | S-2 | **PROFUNDIDAD:** | 16,1 m | **FECHA:** | 08/10/2018 |
| **DIÁMETRO SONDEO:** | 76 mm | **NIVEL FREÁTICO:** | 4,5 m | **TIPO CAMISA:** | DURA |
| **LITOLOGÍA:** | ARCILLA LIMOSA MARRÓN | | | | |
| **OBSERVACIONES:** | | | | | |

| $P_R$ (Kgr/cm$^2$) | P (Kgr/cm$^2$) | $R_{15}$ (mm) | $R_{30}$ (mm) | $R_{60}$ (mm) | $R_{30}$-$R_{60}$ (mm) |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,00 | 0,23 | 2,45 | 2,45 | 2,45 | 0,00 |
| 0,80 | 0,60 | 2,69 | 2,75 | 2,78 | 0,03 |
| 2,20 | 1,66 | 3,01 | 3,02 | 3,06 | 0,04 |
| 3,60 | 2,65 | 3,37 | 3,41 | 3,46 | 0,05 |
| 5,00 | 3,62 | 3,81 | 3,86 | 3,93 | 0,07 |
| 6,00 | 4,30 | 4,22 | 4,26 | 4,31 | 0,05 |
| 7,00 | 4,93 | 4,63 | 4,70 | 4,80 | 0,10 |
| 4,40 | 2,42 | 4,68 | 4,68 | 4,68 | 0,00 |
| 2,10 | 0,39 | 4,33 | 4,32 | 4,32 | 0,00 |
| 3,00 | 1,24 | 4,37 | 4,37 | 4,38 | 0,01 |
| 4,20 | 2,34 | 4,51 | 4,51 | 4,52 | 0,01 |
| 5,40 | 3,41 | 4,65 | 4,66 | 4,68 | 0,02 |
| 6,00 | 3,90 | 4,78 | 4,80 | 4,84 | 0,04 |
| 7,10 | 4,82 | 5,03 | 5,05 | 5,11 | 0,06 |
| 8,10 | 5,52 | 5,39 | 5,47 | 5,57 | 0,10 |
| 9,30 | 6,34 | 6,02 | 6,10 | 6,22 | 0,12 |
| 10,50 | 7,04 | 6,85 | 7,00 | 7,20 | 0,20 |
| 11,70 | 7,76 | 7,91 | 8,05 | 8,29 | 0,24 |
| 13,00 | 8,51 | 9,24 | 9,44 | 9,75 | 0,31 |
| 14,20 | 9,17 | 10,77 | 11,01 | 11,41 | 0,40 |
| 15,00 | 9,63 | 11,82 | 12,03 | 12,59 | 0,56 |




**MÓDULO PRESIOMÉTRICO**

$Ep = (1 + \gamma)\,(R_p + \Delta R_m)\,\Delta P/d\Delta R$

| | |
|---|---|
| $\gamma$ | *Coeficiente de Poisson.* |
| $R_p$ | *Radio de la sonda desinflada (mm).* |
| $\Delta R_m$ | *Incremento Radio sonda en el punto donde se calcula el módulo (mm).* |
| $\Delta P/dDR$ | *Relación de Incremento de presión y radio* |

**PRESIÓN LÍMITE**

*Si* ($V_0$+2$V_i$):Tomamos la presión corresponciente

*Si no alcanzamos* ($V_0$+2$V_i$); extrapolamos la rama plástica hasta ($V_0$+2$V_i$) el doble del volumen

| | |
|---|---|
| $V_0$ | Volumen de la sonda desinflada (cm$^3$) |
| $V_i$ | Volumen corregido en contacto con paredes del sondeo (cm$^3$) |
| $\Delta R$ | Incremento de radio |
| $R_0$ | Radio inicial en el momento de tocar las paredes de la cavidad |

**PRESIÓN DE FLUENCIA**

Estimado a partir de la curva de fluencia, **CREEP CURVE**

**RESULTADOS ENSAYO ASTM D-4719**

| | Kgr/cm$^2$ | KPa |
|---|---|---|
| Módulo presiométrico $E_p$ | 100,31 | 9.837,31 |
| Presión límite $P_L$ | 11,75 | 1.151,85 |
| Presión de fluencia $P_f$ | 4,93 | 483,47 |

| | |
|---|---|
| Relación presiométrica | 8,54 |

Málaga 8 de octubre de 2018
Responsable de Ensayo

Fdo: Francisco Fernández Ruiz
Licenciado en Geología

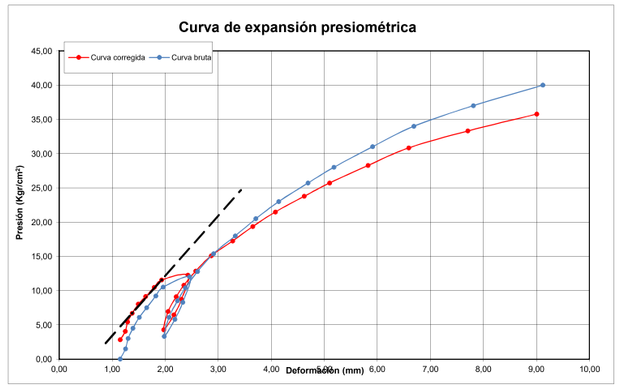
## ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYO PRESIOMÉTRICO

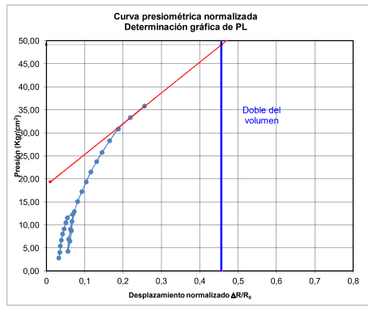
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **PETICIONARIO:** | DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO | | | | |
| **DIRECCIÓN:** | | | | | |
| **OBRA:** | ESTUDIO GEOTÉCNICO SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA | | | **EXPEDIENTE:** | O/1806388 |

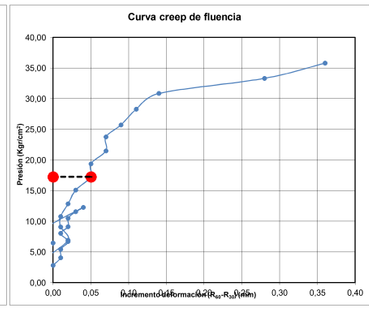
**ASTM D-4719**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **SITUACIÓN:** | SEVILLA | | | **TÉCNICO:** | FRANCISCO FERNÁNDEZ RUIZ |
| **SONDEO:** | S-2 | **PROFUNDIDAD:** | 28,9 m | **FECHA:** | 10/10/2018 |
| **DIÁMETRO SONDEO:** | 76 mm | **NIVEL FREÁTICO:** | 4,5 m | **TIPO CAMISA:** | DURA |
| **LITOLOGÍA:** | ARCILLA MARGOSA GRIS-AZULADA | | | | |
| **OBSERVACIONES:** | | | | | |

| $P_R$ (Kgr/cm$^2$) | P (Kgr/cm$^2$) | $R_{15}$ (mm) | $R_{30}$ (mm) | $R_{60}$ (mm) | $R_{30}$-$R_{60}$ (mm) |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,00 | 2,81 | 1,15 | 1,15 | 1,15 | 0,00 |
| 1,50 | 4,04 | 1,24 | 1,24 | 1,25 | 0,01 |
| 3,00 | 5,42 | 1,28 | 1,28 | 1,29 | 0,01 |
| 4,50 | 6,70 | 1,34 | 1,36 | 1,38 | 0,02 |
| 6,10 | 8,02 | 1,47 | 1,48 | 1,49 | 0,01 |
| 7,50 | 9,12 | 1,60 | 1,61 | 1,63 | 0,02 |
| 9,20 | 10,49 | 1,75 | 1,77 | 1,79 | 0,02 |
| 10,50 | 11,54 | 1,87 | 1,90 | 1,93 | 0,03 |
| 12,00 | 12,26 | 2,31 | 2,39 | 2,43 | 0,04 |
| 8,30 | 8,74 | 2,32 | 2,32 | 2,31 | -0,01 |
| 5,80 | 6,45 | 2,17 | 2,16 | 2,16 | 0,00 |
| 3,30 | 4,27 | 1,99 | 1,98 | 1,97 | -0,01 |
| 6,10 | 6,93 | 2,03 | 2,03 | 2,05 | 0,02 |
| 8,50 | 9,09 | 2,19 | 2,20 | 2,21 | 0,01 |
| 10,40 | 10,77 | 2,33 | 2,34 | 2,35 | 0,01 |
| 12,80 | 12,86 | 2,53 | 2,55 | 2,57 | 0,02 |
| 15,40 | 15,09 | 2,82 | 2,84 | 2,87 | 0,03 |
| 18,00 | 17,24 | 3,19 | 3,22 | 3,27 | 0,05 |
| 20,50 | 19,36 | 3,56 | 3,60 | 3,65 | 0,05 |
| 23,00 | 21,49 | 3,96 | 4,01 | 4,08 | 0,07 |
| 25,70 | 23,76 | 4,51 | 4,55 | 4,62 | 0,07 |
| 28,00 | 25,72 | 4,94 | 5,01 | 5,10 | 0,09 |
| 31,00 | 28,27 | 5,63 | 5,71 | 5,82 | 0,11 |
| 34,00 | 30,84 | 6,37 | 6,45 | 6,59 | 0,14 |
| 37,00 | 33,31 | 7,39 | 7,43 | 7,71 | 0,28 |
| 40,00 | 35,78 | 8,57 | 8,65 | 9,01 | 0,36 |




**MÓDULO PRESIOMÉTRICO**

$Ep = (1 + \gamma)\,(R_p + \Delta R_m)\,\Delta P/d\Delta R$

| | |
|---|---|
| $\gamma$ | *Coeficiente de Poisson.* |
| $R_p$ | *Radio de la sonda desinflada (mm).* |
| $\Delta R_m$ | *Incremento Radio sonda en el punto donde se calcula el módulo (mm).* |
| $\Delta P/dDR$ | *Relación de Incremento de presión y radio* |

**PRESIÓN LÍMITE**

*Si* ($V_0$+2$V_i$):Tomamos la presión corresponciente

*Si no alcanzamos* ($V_0$+2$V_i$); extrapolamos la rama plástica hasta ($V_0$+2$V_i$) el doble del volumen

| | |
|---|---|
| $V_0$ | Volumen de la sonda desinflada (cm$^3$) |
| $V_i$ | Volumen corregido en contacto con paredes del sondeo (cm$^3$) |
| $\Delta R$ | Incremento de radio |
| $R_0$ | Radio inicial en el momento de tocar las paredes de la cavidad |

**PRESIÓN DE FLUENCIA**

Estimado a partir de la curva de fluencia, **CREEP CURVE**

**RESULTADOS ENSAYO ASTM D-4719**

| | Kgr/cm$^2$ | KPa |
|---|---|---|
| Módulo presiométrico $E_p$ | 429,43 | 42.112,95 |
| Presión límite $P_L$ | 49,13 | 4.818,10 |
| Presión de fluencia $P_f$ | 17,24 | 1.690,96 |

| | |
|---|---|
| Relación presiométrica | 8,74 |

Málaga 18 de octubre de 2018
Responsable de Ensayo

Fdo: Francisco Fernández Ruiz
Licenciado en Geología

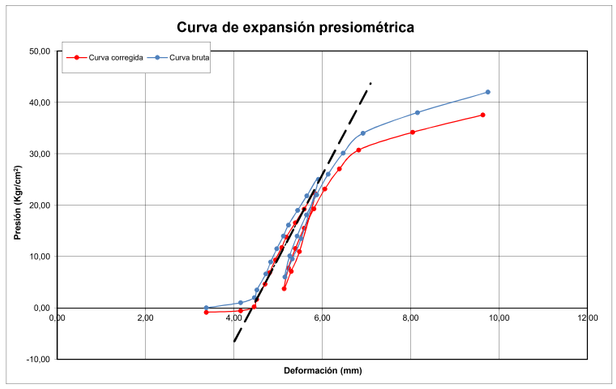
## ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYO PRESIOMÉTRICO

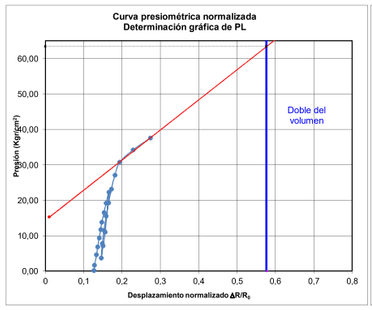
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **PETICIONARIO:** | DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO | | | | |
| **DIRECCIÓN:** | | | | | |
| **OBRA:** | ESTUDIO GEOTÉCNICO SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA | | | **EXPEDIENTE:** | O/1806388 |

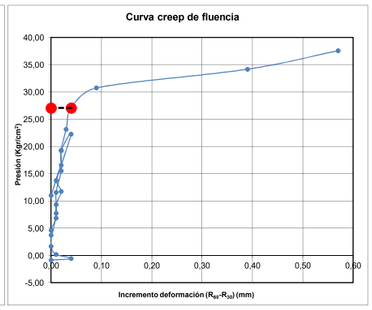
**ASTM D-4719**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **SITUACIÓN:** | SEVILLA | | | **TÉCNICO:** | FRANCISCO FERNÁNDEZ RUIZ |
| **SONDEO:** | S-2 | **PROFUNDIDAD:** | 31,9 m | **FECHA:** | 10/10/2018 |
| **DIÁMETRO SONDEO:** | 76 mm | **NIVEL FREÁTICO:** | 4,5 m | **TIPO CAMISA:** | DURA |
| **LITOLOGÍA:** | ARCILLA MARGOSA GRIS-AZULADA | | | | |
| **OBSERVACIONES:** | | | | | |

| $P_R$ (Kgr/cm$^2$) | P (Kgr/cm$^2$) | $R_{15}$ (mm) | $R_{30}$ (mm) | $R_{60}$ (mm) | $R_{30}$-$R_{60}$ (mm) |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,00 | -0,86 | 3,37 | 3,37 | 3,37 | 0,00 |
| 1,00 | -0,57 | 4,06 | 4,11 | 4,15 | 0,04 |
| 2,00 | 0,19 | 4,39 | 4,44 | 4,45 | 0,01 |
| 3,50 | 1,64 | 4,50 | 4,51 | 4,51 | 0,00 |
| 6,60 | 4,60 | 4,69 | 4,70 | 4,70 | 0,00 |
| 8,90 | 6,83 | 4,79 | 4,79 | 4,80 | 0,01 |
| 11,50 | 9,33 | 4,92 | 4,93 | 4,94 | 0,01 |
| 14,00 | 11,74 | 5,05 | 5,06 | 5,08 | 0,02 |
| 16,10 | 13,77 | 5,15 | 5,17 | 5,18 | 0,01 |
| 19,00 | 16,54 | 5,36 | 5,37 | 5,39 | 0,02 |
| 21,80 | 19,21 | 5,55 | 5,57 | 5,59 | 0,02 |
| 25,00 | 22,26 | 5,78 | 5,80 | 5,84 | 0,04 |
| 13,50 | 10,98 | 5,48 | 5,48 | 5,48 | 0,00 |
| 9,50 | 7,10 | 5,31 | 5,30 | 5,29 | -0,01 |
| 6,00 | 3,70 | 5,13 | 5,13 | 5,13 | 0,00 |
| 10,10 | 7,74 | 5,22 | 5,22 | 5,23 | 0,01 |
| 14,00 | 11,53 | 5,37 | 5,38 | 5,39 | 0,01 |
| 18,10 | 15,51 | 5,56 | 5,57 | 5,59 | 0,02 |
| 22,00 | 19,28 | 5,78 | 5,79 | 5,81 | 0,02 |
| 26,00 | 23,14 | 6,01 | 6,03 | 6,06 | 0,03 |
| 30,10 | 27,05 | 6,32 | 6,35 | 6,39 | 0,04 |
| 34,00 | 30,73 | 6,69 | 6,73 | 6,82 | 0,09 |
| 38,00 | 34,17 | 7,48 | 7,65 | 8,04 | 0,39 |
| 42,00 | 37,55 | 8,84 | 9,06 | 9,63 | 0,57 |




**MÓDULO PRESIOMÉTRICO**

$Ep = (1 + \gamma)\,(R_p + \Delta R_m)\,\Delta P/d\Delta R$

| | |
|---|---|
| $\gamma$ | *Coeficiente de Poisson.* |
| $R_p$ | *Radio de la sonda desinflada (mm).* |
| $\Delta R_m$ | *Incremento Radio sonda en el punto donde se calcula el módulo (mm).* |
| $\Delta P/dDR$ | *Relación de Incremento de presión y radio* |

**PRESIÓN LÍMITE**

*Si* ($V_0$+2$V_i$):Tomamos la presión corresponciente
*Si no alcanzamos* ($V_0$+2$V_i$); extrapolamos la rama plástica hasta ($V_0$+2$V_i$) el doble del volumen

| | |
|---|---|
| $V_0$ | Volumen de la sonda desinflada (cm$^3$) |
| $V_i$ | Volumen corregido en contacto con paredes del sondeo (cm$^3$) |
| $\Delta R$ | Incremento de radio |
| $R_0$ | Radio inicial en el momento de tocar las paredes de la cavidad |

**PRESIÓN DE FLUENCIA**

Estimado a partir de la curva de fluencia, **CREEP CURVE**

**RESULTADOS ENSAYO ASTM D-4719**

| | Kgr/cm$^2$ | KPa |
|---|---|---|
| Módulo presiométrico $E_p$ | 871,95 | 85.508,76 |
| Presión límite $P_L$ | 63,40 | 6.217,62 |
| Presión de fluencia $P_f$ | 27,05 | 2.653,15 |

| | |
|---|---|
| Relación presiométrica | 13,75 |

Málaga 18 de octubre de 2018
Responsable de Ensayo

Fdo: Francisco Fernández Ruiz
Licenciado en Geología

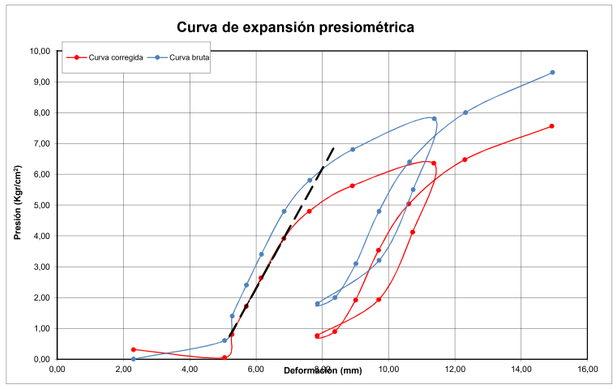
## ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYO PRESIOMÉTRICO

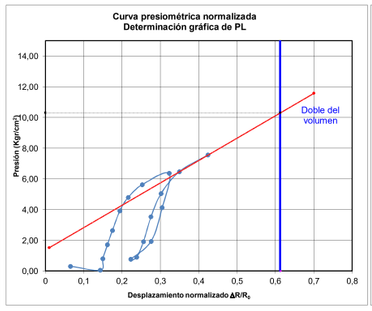
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **PETICIONARIO:** | DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO | | | | |
| **DIRECCIÓN:** | | | | | |
| **OBRA:** | ESTUDIO GEOTÉCNICO SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA | | | **EXPEDIENTE:** | O/1806388 |

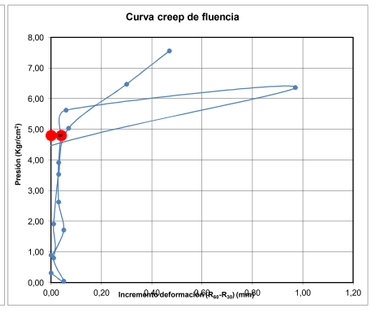
**ASTM D-4719**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **SITUACIÓN:** | SEVILLA | | | **TÉCNICO:** | FRANCISCO FERNÁNDEZ RUIZ |
| **SONDEO:** | S-3 | **PROFUNDIDAD:** | 7,4 m | **FECHA:** | 17/10/2018 |
| **DIÁMETRO SONDEO:** | 76 mm | **NIVEL FREÁTICO:** | 4,5 m | **TIPO CAMISA:** | BLANDA |
| **LITOLOGÍA:** | ARCILLA MARRÓN GRISÁCEA | | | | |
| **OBSERVACIONES:** | | | | | |

| $P_R$ (Kgr/cm$^2$) | P (Kgr/cm$^2$) | $R_{15}$ (mm) | $R_{30}$ (mm) | $R_{60}$ (mm) | $R_{30}$-$R_{60}$ (mm) |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,00 | 0,31 | 2,30 | 2,30 | 2,30 | 0,00 |
| 0,60 | 0,05 | 4,99 | 5,00 | 5,05 | 0,05 |
| 1,40 | 0,80 | 5,25 | 5,27 | 5,28 | 0,01 |
| 2,40 | 1,71 | 5,63 | 5,65 | 5,70 | 0,05 |
| 3,40 | 2,63 | 6,07 | 6,12 | 6,15 | 0,03 |
| 4,80 | 3,91 | 6,77 | 6,81 | 6,84 | 0,03 |
| 5,80 | 4,80 | 7,54 | 7,56 | 7,60 | 0,04 |
| 6,80 | 5,63 | 8,44 | 8,84 | 8,90 | 0,06 |
| 7,80 | 6,36 | 10,09 | 10,39 | 11,36 | 0,97 |
| 5,50 | 4,12 | 10,95 | 10,84 | 10,72 | -0,12 |
| 3,20 | 1,93 | 9,94 | 9,84 | 9,70 | -0,14 |
| 1,80 | 0,76 | 8,22 | 8,04 | 7,84 | -0,20 |
| 2,00 | 0,89 | 8,25 | 8,37 | 8,37 | 0,00 |
| 3,10 | 1,91 | 8,99 | 8,99 | 9,00 | 0,01 |
| 4,80 | 3,53 | 9,67 | 9,67 | 9,70 | 0,03 |
| 6,40 | 5,03 | 10,53 | 10,54 | 10,61 | 0,07 |
| 8,00 | 6,47 | 11,97 | 12,00 | 12,30 | 0,30 |
| 9,30 | 7,56 | 14,21 | 14,45 | 14,92 | 0,47 |




**MÓDULO PRESIOMÉTRICO**

$Ep = (1 + \gamma)\,(R_p + \Delta R_m)\,\Delta P/d\Delta R$

| | |
|---|---|
| $\gamma$ | *Coeficiente de Poisson.* |
| $R_p$ | *Radio de la sonda desinflada (mm).* |
| $\Delta R_m$ | *Incremento Radio sonda en el punto donde se calcula el módulo (mm).* |
| $\Delta P/dDR$ | *Relación de Incremento de presión y radio* |

**PRESIÓN LÍMITE**

*Si* ($V_0$+2$V_i$):Tomamos la presión corresponciente
*Si no alcanzamos* ($V_0$+2$V_i$); extrapolamos la rama plástica hasta ($V_0$+2$V_i$) el doble del volumen

| | |
|---|---|
| $V_0$ | Volumen de la sonda desinflada (cm$^3$) |
| $V_i$ | Volumen corregido en contacto con paredes del sondeo (cm$^3$) |
| $\Delta R$ | Incremento de radio |
| $R_0$ | Radio inicial en el momento de tocar las paredes de la cavidad |

**PRESIÓN DE FLUENCIA**

Estimado a partir de la curva de fluencia, **CREEP CURVE**

**RESULTADOS ENSAYO ASTM D-4719**

| | Kgr/cm$^2$ | KPa |
|---|---|---|
| Módulo presiométrico $E_p$ | 107,13 | 10.506,16 |
| Presión límite $P_L$ | 10,30 | 1.010,36 |
| Presión de fluencia $P_f$ | 4,80 | 470,53 |

| | |
|---|---|
| Relación presiométrica | 10,40 |

Málaga 18 de octubre de 2018
Responsable de Ensayo

Fdo: Francisco Fernández Ruiz
Licenciado en Geología

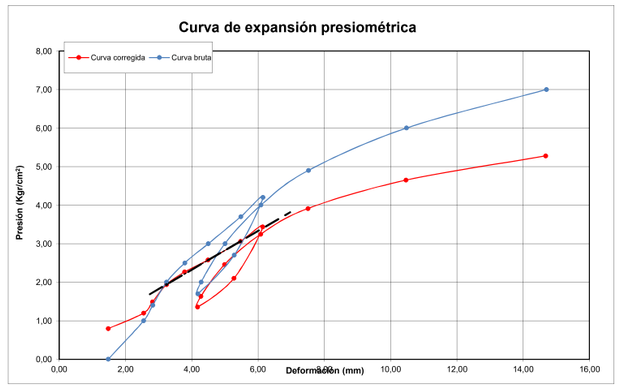
## ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYO PRESIOMÉTRICO

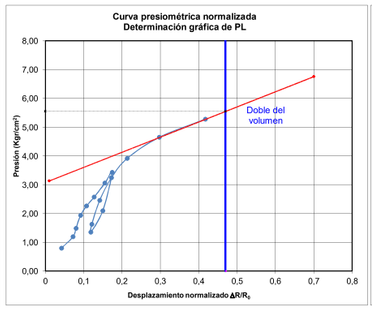
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **PETICIONARIO:** | DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO | | | | |
| **DIRECCIÓN:** | | | | | |
| **OBRA:** | ESTUDIO GEOTÉCNICO SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA | | | **EXPEDIENTE:** | O/1806388 |

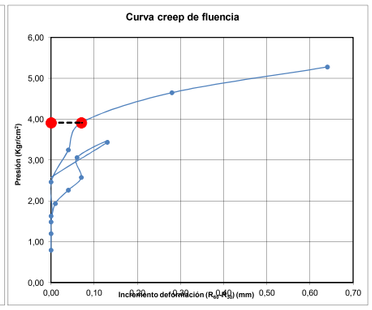
**ASTM D-4719**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **SITUACIÓN:** | SEVILLA | | | **TÉCNICO:** | FRANCISCO FERNÁNDEZ RUIZ |
| **SONDEO:** | S-3 | **PROFUNDIDAD:** | 13,4 m | **FECHA:** | 17/10/2018 |
| **DIÁMETRO SONDEO:** | 76 mm | **NIVEL FREÁTICO:** | 4,5 m | **TIPO CAMISA:** | BLANDA |
| **LITOLOGÍA:** | ARCILLA LIMOSA MARRÓN GRISÁCEA | | | | |
| **OBSERVACIONES:** | | | | | |

| $P_R$ (Kgr/cm$^2$) | P (Kgr/cm$^2$) | $R_{15}$ (mm) | $R_{30}$ (mm) | $R_{60}$ (mm) | $R_{30}$-$R_{60}$ (mm) |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,00 | 0,79 | 1,48 | 1,48 | 1,48 | 0,00 |
| 1,00 | 1,20 | 2,54 | 2,55 | 2,55 | 0,00 |
| 1,40 | 1,49 | 2,82 | 2,82 | 2,82 | 0,00 |
| 2,00 | 1,94 | 3,21 | 3,22 | 3,23 | 0,01 |
| 2,50 | 2,26 | 3,73 | 3,74 | 3,78 | 0,04 |
| 3,00 | 2,58 | 4,37 | 4,42 | 4,49 | 0,07 |
| 3,70 | 3,06 | 5,27 | 5,41 | 5,47 | 0,06 |
| 4,20 | 3,43 | 6,01 | 6,01 | 6,14 | 0,13 |
| 2,70 | 2,10 | 5,36 | 5,33 | 5,27 | -0,06 |
| 1,70 | 1,36 | 4,25 | 4,23 | 4,18 | -0,05 |
| 2,00 | 1,63 | 4,27 | 4,27 | 4,27 | 0,00 |
| 3,00 | 2,46 | 4,99 | 4,99 | 4,99 | 0,00 |
| 4,00 | 3,24 | 6,04 | 6,04 | 6,08 | 0,04 |
| 4,90 | 3,91 | 7,35 | 7,44 | 7,51 | 0,07 |
| 6,00 | 4,65 | 9,96 | 10,18 | 10,46 | 0,28 |
| 7,00 | 5,28 | 13,97 | 14,04 | 14,68 | 0,64 |




**MÓDULO PRESIOMÉTRICO**

$Ep = (1 + \gamma)\,(R_p + \Delta R_m)\,\Delta P/d\Delta R$

| | |
|---|---|
| $\gamma$ | *Coeficiente de Poisson.* |
| $R_p$ | *Radio de la sonda desinflada (mm).* |
| $\Delta R_m$ | *Incremento Radio sonda en el punto donde se calcula el módulo (mm).* |
| $\Delta P/dDR$ | *Relación de Incremento de presión y radio* |

**PRESIÓN LÍMITE**

*Si* $(V_0+2V_i)$:Tomamos la presión corresponciente

*Si no alcanzamos* $(V_0+2V_i)$; extrapolamos la rama plástica hasta $(V_0+2V_i)$ el doble del volumen

| | |
|---|---|
| $V_0$ | Volumen de la sonda desinflada (cm$^3$) |
| $V_i$ | Volumen corregido en contacto con paredes del sondeo (cm$^3$) |
| $\Delta R$ | Incremento de radio |
| $R_0$ | Radio inicial en el momento de tocar las paredes de la cavidad |

**PRESIÓN DE FLUENCIA**

Estimado a partir de la curva de fluencia, **CREEP CURVE**

**RESULTADOS ENSAYO ASTM D-4719**

| | Kgr/cm$^2$ | KPa |
|---|---|---|
| Módulo presiométrico $E_p$ | 26,45 | 2.593,59 |
| Presión límite $P_L$ | 5,55 | 544,32 |
| Presión de fluencia $P_f$ | 3,91 | 383,66 |

| | |
|---|---|
| Relación presiométrica | 4,76 |

Málaga 18 de octubre de 2018
Responsable de Ensayo

Fdo: Francisco Fernández Ruiz
Licenciado en Geología

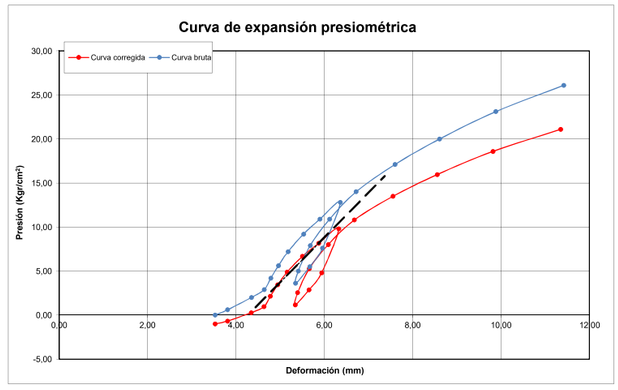
## ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYO PRESIOMÉTRICO

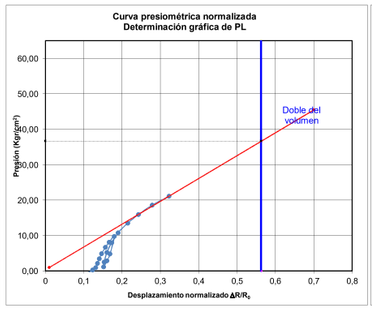
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **PETICIONARIO:** | DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO | | | | |
| **DIRECCIÓN:** | | | | | |
| **OBRA:** | ESTUDIO GEOTÉCNICO SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA | | | **EXPEDIENTE:** | O/1806388 |

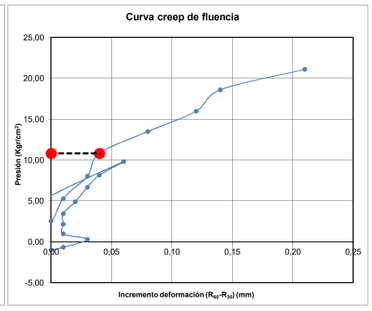
**ASTM D-4719**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **SITUACIÓN:** | SEVILLA | | | **TÉCNICO:** | FRANCISCO FERNÁNDEZ RUIZ |
| **SONDEO:** | S-3 | **PROFUNDIDAD:** | 23,2 m | **FECHA:** | 19/10/2018 |
| **DIÁMETRO SONDEO:** | 76 mm | **NIVEL FREÁTICO:** | 4,5 m | **TIPO CAMISA:** | DURA |
| **LITOLOGÍA:** | ARCILLA MARGOSA GRIS-AZULADA | | | | |
| **OBSERVACIONES:** | | | | | |

| $P_R$ (Kgr/cm$^2$) | P (Kgr/cm$^2$) | $R_{15}$ (mm) | $R_{30}$ (mm) | $R_{60}$ (mm) | $R_{30}$-$R_{60}$ (mm) |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,00 | -1,02 | 3,53 | 3,53 | 3,53 | 0,00 |
| 0,60 | -0,68 | 3,78 | 3,80 | 3,81 | 0,01 |
| 2,00 | 0,27 | 4,25 | 4,31 | 4,34 | 0,03 |
| 2,90 | 0,95 | 4,60 | 4,62 | 4,63 | 0,01 |
| 4,20 | 2,15 | 4,76 | 4,77 | 4,78 | 0,01 |
| 5,60 | 3,43 | 4,92 | 4,93 | 4,94 | 0,01 |
| 7,20 | 4,88 | 5,12 | 5,14 | 5,16 | 0,02 |
| 9,20 | 6,66 | 5,44 | 5,47 | 5,50 | 0,03 |
| 10,90 | 8,14 | 5,80 | 5,83 | 5,87 | 0,04 |
| 12,80 | 9,79 | 6,23 | 6,26 | 6,32 | 0,06 |
| 7,60 | 4,80 | 5,96 | 5,95 | 5,94 | -0,01 |
| 5,50 | 2,87 | 5,67 | 5,66 | 5,65 | -0,01 |
| 3,60 | 1,17 | 5,38 | 5,36 | 5,34 | -0,02 |
| 5,00 | 2,53 | 5,40 | 5,40 | 5,40 | 0,00 |
| 7,90 | 5,27 | 5,64 | 5,65 | 5,66 | 0,01 |
| 10,90 | 8,02 | 6,05 | 6,06 | 6,09 | 0,03 |
| 14,00 | 10,80 | 6,61 | 6,64 | 6,68 | 0,04 |
| 17,10 | 13,48 | 7,42 | 7,47 | 7,55 | 0,08 |
| 20,00 | 15,96 | 8,33 | 8,43 | 8,55 | 0,12 |
| 23,10 | 18,58 | 9,55 | 9,67 | 9,81 | 0,14 |
| 26,10 | 21,09 | 10,88 | 11,14 | 11,35 | 0,21 |




**MÓDULO PRESIOMÉTRICO**

$Ep = (1 + \gamma)\,(R_p + \Delta R_m)\,\Delta P/d\Delta R$

| | |
|---|---|
| $\gamma$ | *Coeficiente de Poisson.* |
| $R_p$ | *Radio de la sonda desinflada (mm).* |
| $\Delta R_m$ | *Incremento Radio sonda en el punto donde se calcula el módulo (mm).* |
| $\Delta P/dDR$ | *Relación de Incremento de presión y radio* |

**PRESIÓN LÍMITE**

*Si* $(V_0+2V_i)$:Tomamos la presión corresponciente

*Si no alcanzamos* $(V_0+2V_i)$; extrapolamos la rama plástica hasta $(V_0+2V_i)$ el doble del volumen

| | |
|---|---|
| $V_0$ | Volumen de la sonda desinflada (cm$^3$) |
| $V_i$ | Volumen corregido en contacto con paredes del sondeo (cm$^3$) |
| $\Delta R$ | Incremento de radio |
| $R_0$ | Radio inicial en el momento de tocar las paredes de la cavidad |

**PRESIÓN DE FLUENCIA**

Estimado a partir de la curva de fluencia, **CREEP CURVE**

**RESULTADOS ENSAYO ASTM D-4719**

| | Kgr/cm$^2$ | KPa |
|---|---|---|
| Módulo presiométrico $E_p$ | 275,19 | 26.986,65 |
| Presión límite $P_L$ | 36,67 | 3.595,64 |
| Presión de fluencia $P_f$ | 10,80 | 1.059,12 |

| | |
|---|---|
| Relación presiométrica | 7,51 |

Málaga 22 de octubre de 2018
Responsable de Ensayo

Fdo: Francisco Fernández Ruiz
Licenciado en Geología

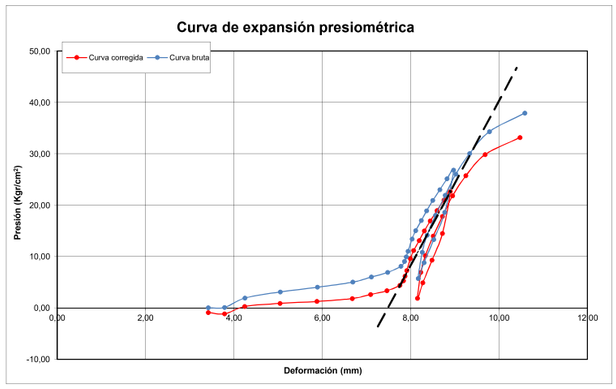
## ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYO PRESIOMÉTRICO

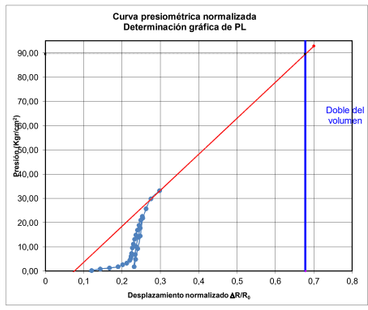
| | | | |
|---|---|---|---|
| **PETICIONARIO:** | DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO | | |
| **DIRECCIÓN:** | | | |
| **OBRA:** | ESTUDIO GEOTÉCNICO SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA | **EXPEDIENTE:** | O/1806388 |

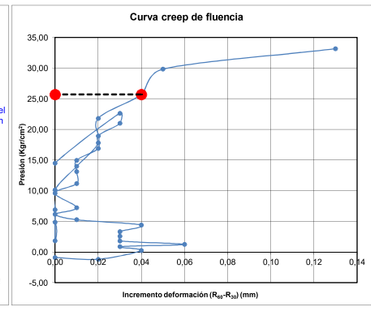
**ASTM D-4719**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **SITUACIÓN:** | SEVILLA | | | **TÉCNICO:** | FRANCISCO FERNÁNDEZ RUIZ |
| **SONDEO:** | S-3 | **PROFUNDIDAD:** | 28,7 m | **FECHA:** | 19/10/2018 |
| **DIÁMETRO SONDEO:** | 76 mm | **NIVEL FREÁTICO:** | 4,5 m | **TIPO CAMISA:** | DURA |
| **LITOLOGÍA:** | ARCILLA MARGOSA GRIS-AZULADA | | | | |
| **OBSERVACIONES:** | | | | | |

| $P_R$ (Kgr/cm$^2$) | P (Kgr/cm$^2$) | $R_{15}$ (mm) | $R_{30}$ (mm) | $R_{60}$ (mm) | $R_{30}$-$R_{60}$ (mm) |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,00 | -0,91 | 3,42 | 3,42 | 3,42 | 0,00 |
| 0,08 | -1,18 | 3,76 | 3,77 | 3,79 | 0,02 |
| 1,90 | 0,25 | 4,18 | 4,20 | 4,24 | 0,04 |
| 3,10 | 0,86 | 4,99 | 5,01 | 5,04 | 0,03 |
| 4,00 | 1,24 | 5,79 | 5,82 | 5,88 | 0,06 |
| 5,00 | 1,80 | 6,63 | 6,65 | 6,68 | 0,03 |
| 6,00 | 2,60 | 7,03 | 7,06 | 7,09 | 0,03 |
| 6,90 | 3,32 | 7,40 | 7,43 | 7,46 | 0,03 |
| 8,10 | 4,39 | 7,67 | 7,72 | 7,76 | 0,04 |
| 9,00 | 5,26 | 7,81 | 7,82 | 7,83 | 0,01 |
| 9,90 | 6,14 | 7,87 | 7,87 | 7,87 | 0,00 |
| 11,00 | 7,22 | 7,90 | 7,90 | 7,91 | 0,01 |
| 13,40 | 9,59 | 7,98 | 7,99 | 7,99 | 0,00 |
| 15,00 | 11,16 | 8,05 | 8,06 | 8,07 | 0,01 |
| 17,00 | 13,10 | 8,17 | 8,18 | 8,19 | 0,01 |
| 18,90 | 14,96 | 8,29 | 8,30 | 8,31 | 0,01 |
| 20,90 | 16,90 | 8,42 | 8,42 | 8,44 | 0,02 |
| 23,00 | 18,94 | 8,57 | 8,58 | 8,60 | 0,02 |
| 25,10 | 20,98 | 8,71 | 8,72 | 8,75 | 0,03 |
| 26,80 | 22,62 | 8,85 | 8,86 | 8,89 | 0,03 |
| 18,60 | 14,49 | 8,72 | 8,72 | 8,72 | 0,00 |
| 13,30 | 9,28 | 8,49 | 8,49 | 8,48 | -0,01 |
| 8,80 | 4,87 | 8,28 | 8,28 | 8,28 | 0,00 |
| 5,70 | 1,82 | 8,15 | 8,15 | 8,15 | 0,00 |
| 10,80 | 6,89 | 8,23 | 8,23 | 8,23 | 0,00 |
| 14,10 | 10,15 | 8,33 | 8,33 | 8,33 | 0,00 |
| 18,00 | 13,97 | 8,49 | 8,50 | 8,51 | 0,01 |
| 21,90 | 17,79 | 8,69 | 8,70 | 8,72 | 0,02 |
| 26,00 | 21,80 | 8,91 | 8,93 | 8,95 | 0,02 |
| 30,00 | 25,69 | 9,20 | 9,21 | 9,25 | 0,04 |
| 34,30 | 29,83 | 9,60 | 9,63 | 9,68 | 0,05 |
| 37,90 | 33,16 | 10,17 | 10,34 | 10,47 | 0,13 |




**MÓDULO PRESIOMÉTRICO**

$Ep = (1 + \gamma)\,(R_p + \Delta R_m)\,\Delta P/d\Delta R$

| | |
|---|---|
| $\gamma$ | *Coeficiente de Poisson.* |
| $R_p$ | *Radio de la sonda desinflada (mm).* |
| $\Delta R_m$ | *Incremento Radio sonda en el punto donde se calcula el módulo (mm).* |
| $\Delta P/dDR$ | *Relación de Incremento de presión y radio* |

**PRESIÓN LÍMITE**

*Si* ($V_0$+2$V_i$):Tomamos la presión corresponciente
*Si no alcanzamos* ($V_0$+2$V_i$): extrapolamos la rama plástica hasta ($V_0$+2$V_i$) el doble del volumen

| | |
|---|---|
| $V_0$ | Volumen de la sonda desinflada (cm$^3$) |
| $V_i$ | Volumen corregido en contacto con paredes del sondeo (cm$^3$) |
| $\Delta R$ | Incremento de radio |
| $R_0$ | Radio inicial en el momento de tocar las paredes de la cavidad |

**PRESIÓN DE FLUENCIA**

Estimado a partir de la curva de fluencia, **CREEP CURVE**

**RESULTADOS ENSAYO ASTM D-4719**

| | Kgr/cm$^2$ | KPa |
|---|---|---|
| Módulo presiométrico $E_p$ | 927,98 | 91.003,44 |
| Presión límite $P_L$ | 89,57 | 8.783,79 |
| Presión de fluencia $P_f$ | 25,69 | 2.519,26 |

| | |
|---|---|
| Relación presiométrica | 10,36 |

Málaga 22 de octubre de 2018
Responsable de Ensayo

Fdo: Francisco Fernández Ruiz
Licenciado en Geología





# ANEJO 5. ACTAS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Polígono Industrial "Los Palillos". C/ Los palillos diez, 10-12 (41500)
Alcalá de Guadaíra. SEVILLA
Tel: 954 520 511 Fax: 954 520 553
sevilla@cemosa.es

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033127/1 Anula a:

DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5
41092 SEVILLA (Sevilla) España

# *Ensayos de Idoneidad de Suelos*

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-01 TP COTA 31.1-31.50

LUGAR DE TOMA: S-01 TP COTA 31.1-31.50
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016531

## 2.TRABAJOS REALIZADOS

De acuerdo con el programa establecido, se han realizado los siguientes ensayos

- SUE Humedad mediante secado en estufa — UNE 103300:1993
- SUE Densidad apar. (balanza hidrostátic — UNE 103301:1994
- SUE Análisis granulométrico — UNE 103101:1995
- SUE Límites de Atterberg — UNE 103103:1994
- SUE Clasificación e índice de grupo — ASTM 2487:2000
- SUE Ensayo de compresión simple — UNE 103400:1993

## 3.RESULTADOS

Los resultados de los ensayos se presentan en las siguientes páginas.

29/10/2018



cemosa Ingeniería y Control

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

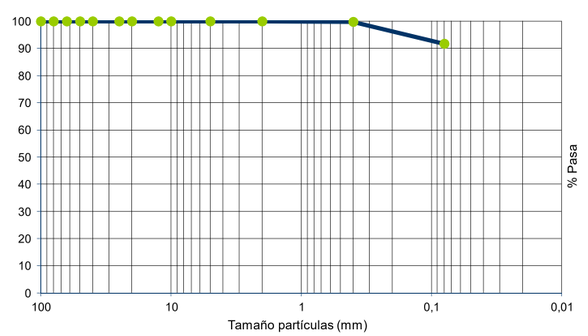
Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033127/1 Anula a:

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-01 TP COTA 31.1-31.50

LUGAR DE TOMA: S-01 TP COTA 31.1-31.50
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016531

## *Análisis Granulométrico*

| Tamiz (mm) | % PASA |
|---|---|
| 100 | 100,0 |
| 80 | 100,0 |
| 63 | 100,0 |
| 50 | 100,0 |
| 40 | 100,0 |
| 25 | 100,0 |
| 20 | 100,0 |
| 12,5 | 100,0 |
| 10 | 100,0 |
| 5 | 100,0 |
| 2 | 100,0 |
| 0,4 | 99,8 |
| 0,08 | 91,7 |



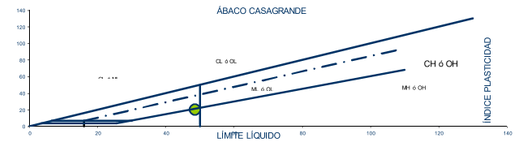

## *Límites de Atterberg*

Límite líquido: 48,5 Límite plástico: 20,5 Índice de plasticidad: 28,0

## *Clasificación*

Arcilla de Baja Plasticidad
AASHTO: A-7-6

U.S.C.S: CL
Índice de grupo: 20




*Fdo. ELENA FRADE VIANO*
*Director Técnico de Laboratorio*
*Licenciado en Ciencias Químicas*

*Málaga*
*29 de octubre de 2018*

*Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO*
*Responsable de Ensayos Físicos*
*Ldo. en Ciencias Ambientales*

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033127/1 Anula a:

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-01 TP COTA 31.1-31.50

LUGAR DE TOMA: S-01 TP COTA 31.1-31.50
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016531

## *Densidad y Humedad*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Densidad UNE 103301 | Húmeda (g/cm$^3$): | 2,02 | Humedad (%) UNE 103201: | 25,72 |
| | Seca (g/cm$^3$): | 1,60 | | |

*Fdo. ELENA FRADE VIANO*
*Director Técnico de Laboratorio*
*Licenciado en Ciencias Químicas*

*Fdo. ELENA FRADE VIANO*
*Responsable de Ensayos Químicos*
*Licenciado en Ciencias Químicas*
*Málaga , 29 de octubre de 2018*

*Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO*
*Responsable de Ensayos Físicos*
*Ldo. en Ciencias Ambientales*

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio



cemosa Ingeniería y Control

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033127/1 Anula a:

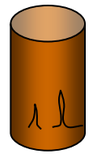
PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-01 TP COTA 31.1-31.50

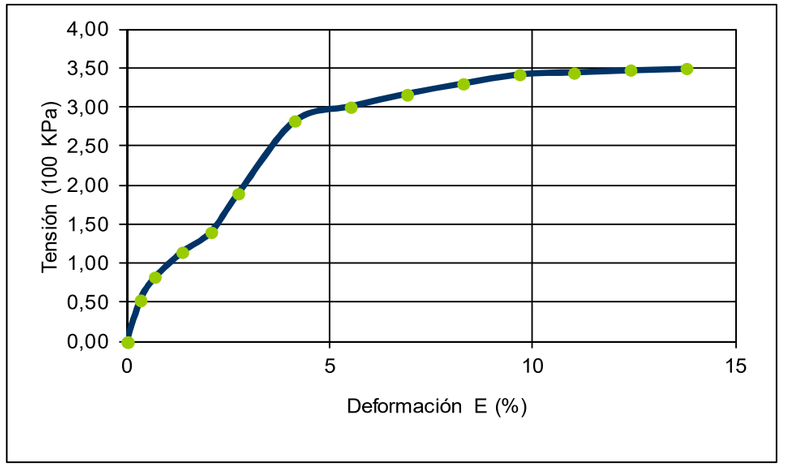
LUGAR DE TOMA: S-01 TP COTA 31.1-31.50
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016531

## *Rotura a Compresión Simple en Probetas de Suelo*

| Ensayo con muestra | *Inalterada* |
|---|---|
| Diametro d (cm) | 8,90 |
| Altura h (cm) | 14,49 |
| Humedad W (%) | 25,72 |
| R. Comp. Simple (Kpa) | 349,1 |
| R. Comp. Simple (Kp/cm2) | 3,56 |
| Deform. en Rotura E(%) | 13,80 |
| Densidad Humeda (g/cm3) | 2,02 |
| Densidad Seca (g/cm3) | 1,60 |

Forma de Rotura






*Fdo. ELENA FRADE VIANO*
*Director Técnico de Laboratorio*
*Licenciado en Ciencias Químicas*

*Málaga*
*29 de octubre de 2018*

*Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO*
*Responsable de Ensayos Físicos*
*Ldo. en Ciencias Ambientales*

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033130/1 Anula a:

DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5
41092 SEVILLA (Sevilla) España

# *Ensayos de Idoneidad de Suelos*

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-01 MI COTA 33.50-33.94

LUGAR DE TOMA: S-01 MI COTA 33.50-33.94
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016532

## 2.TRABAJOS REALIZADOS

De acuerdo con el programa establecido, se han realizado los siguientes ensayos

- SUE Humedad mediante secado en estufa — UNE 103300:1993
- SUE Densidad apar. (balanza hidrostátic — UNE 103301:1994
- SUE Análisis granulométrico — UNE 103101:1995
- SUE Límites de Atterberg — UNE 103103:1994
- SUE Clasificación e índice de grupo — ASTM 2487:2000
- SUE Ensayo de compresión simple — UNE 103400:1993

## 3.RESULTADOS

Los resultados de los ensayos se presentan en las siguientes páginas.

29/10/2018



cemosa
Ingeniería y Control

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

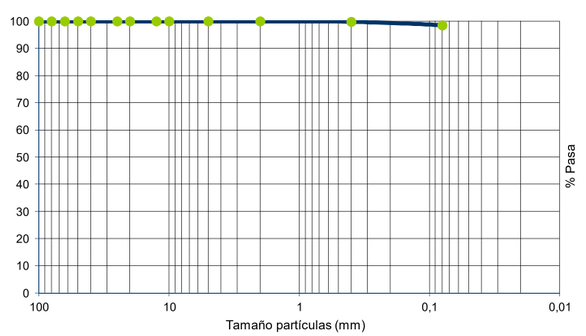
Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033130/1 Anula a:

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-01 MI COTA 33.50-33.94

LUGAR DE TOMA: S-01 MI COTA 33.50-33.94
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016532

## *Análisis Granulométrico*

| Tamiz (mm) | % PASA |
|---|---|
| 100 | 100,0 |
| 80 | 100,0 |
| 63 | 100,0 |
| 50 | 100,0 |
| 40 | 100,0 |
| 25 | 100,0 |
| 20 | 100,0 |
| 12,5 | 100,0 |
| 10 | 100,0 |
| 5 | 100,0 |
| 2 | 100,0 |
| 0,4 | 99,8 |
| 0,08 | 98,6 |



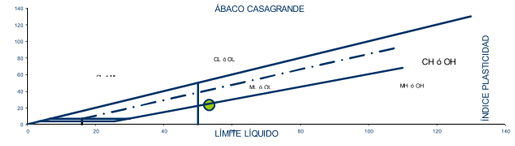

## *Límites de Atterberg*

Límite líquido: 53,2 Límite plástico: 23,6 Índice de plasticidad: 29,6

## *Clasificación*

Arcilla de Alta Plasticidad
AASHTO: A-7-6

U.S.C.S: CH
Índice de grupo: 20




*Fdo. ELENA FRADE VIANO*
*Director Técnico de Laboratorio*
*Licenciado en Ciencias Químicas*

*Málaga*
*29 de octubre de 2018*

*Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO*
*Responsable de Ensayos Físicos*
*Ldo. en Ciencias Ambientales*

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033130/1 Anula a:

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-01 MI COTA 33.50-33.94

LUGAR DE TOMA: S-01 MI COTA 33.50-33.94
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016532

## *Densidad y Humedad*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Densidad UNE 103301 | Húmeda (g/cm$^3$): | 2,03 | Humedad (%) UNE 103201: | 25,83 |
| | Seca (g/cm$^3$): | 1,61 | | |

*Fdo. ELENA FRADE VIANO*
*Director Técnico de Laboratorio*
*Licenciado en Ciencias Químicas*

*Fdo. ELENA FRADE VIANO*
*Responsable de Ensayos Químicos*
*Licenciado en Ciencias Químicas*
*Málaga , 29 de octubre de 2018*

*Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO*
*Responsable de Ensayos Físicos*
*Ldo. en Ciencias Ambientales*

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio



cemosa
Ingeniería y Control

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033130/1 Anula a:

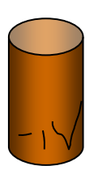
PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-01 MI COTA 33.50-33.94

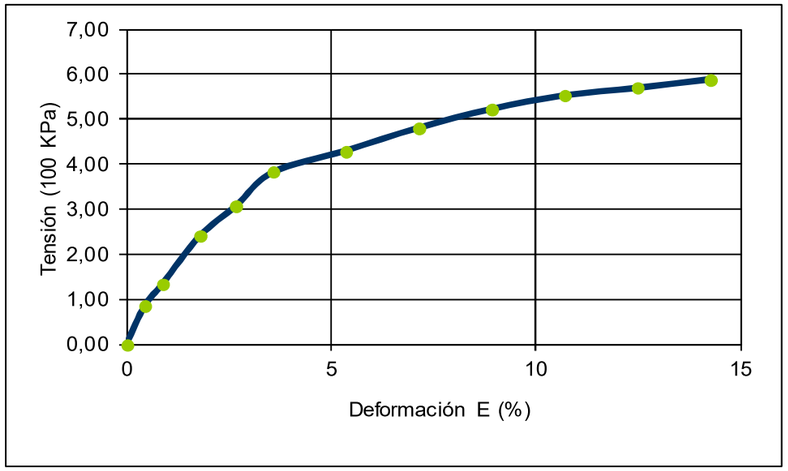
LUGAR DE TOMA: S-01 MI COTA 33.50-33.94
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016532

## *Rotura a Compresión Simple en Probetas de Suelo*

| Ensayo con muestra | *Inalterada* |
|---|---|
| Diametro d (cm) | 5,83 |
| Altura h (cm) | 11,22 |
| Humedad W (%) | 25,83 |
| R. Comp. Simple (Kpa) | 588,4 |
| R. Comp. Simple (Kp/cm2) | 6,00 |
| Deform. en Rotura E(%) | 14,26 |
| Densidad Humeda (g/cm3) | 2,03 |
| Densidad Seca (g/cm3) | 1,61 |

Forma de Rotura






*Fdo. ELENA FRADE VIANO*
*Director Técnico de Laboratorio*
*Licenciado en Ciencias Químicas*

*Málaga*
*29 de octubre de 2018*

*Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO*
*Responsable de Ensayos Físicos*
*Ldo. en Ciencias Ambientales*

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033139/1 Anula a:

DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5
41092 SEVILLA (Sevilla) España

# *Ensayos de Idoneidad de Suelos*

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-01 TP COTA 35.60-36.00

LUGAR DE TOMA: S-01 TP COTA 35.60-36.00
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016533

## 2.TRABAJOS REALIZADOS

De acuerdo con el programa establecido, se han realizado los siguientes ensayos

- SUE Humedad mediante secado en estufa — UNE 103300:1993
- SUE Densidad apar. (balanza hidrostátic — UNE 103301:1994
- SUE Análisis granulométrico — UNE 103101:1995
- SUE Límites de Atterberg — UNE 103103:1994
- SUE Clasificación e índice de grupo — ASTM 2487:2000
- SUE Ensayo de compresión simple — UNE 103400:1993

## 3.RESULTADOS

Los resultados de los ensayos se presentan en las siguientes páginas.

29/10/2018



cemosa
Ingeniería y Control

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

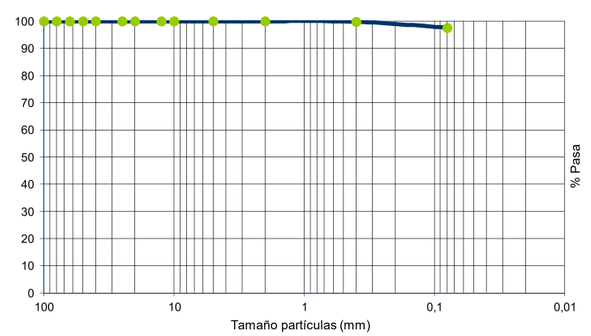
Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033139/1 Anula a:

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-01 TP COTA 35.60-36.00

LUGAR DE TOMA: S-01 TP COTA 35.60-36.00
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016533

## *Análisis Granulométrico*

| Tamiz (mm) | % PASA |
|---|---|
| 100 | 100,0 |
| 80 | 100,0 |
| 63 | 100,0 |
| 50 | 100,0 |
| 40 | 100,0 |
| 25 | 100,0 |
| 20 | 100,0 |
| 12,5 | 100,0 |
| 10 | 100,0 |
| 5 | 100,0 |
| 2 | 100,0 |
| 0,4 | 99,8 |
| 0,08 | 97,6 |



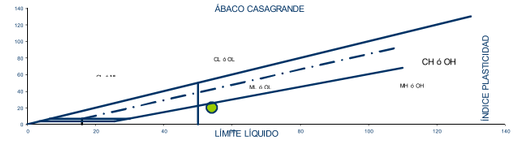

## *Límites de Atterberg*

Límite líquido: 53,9 Límite plástico: 20,5 Índice de plasticidad: 33,4

## *Clasificación*

Arcilla de Alta Plasticidad
AASHTO: A-7-6

U.S.C.S: CH
Índice de grupo: 20




*Fdo. ELENA FRADE VIANO*
*Director Técnico de Laboratorio*
*Licenciado en Ciencias Químicas*

*Málaga*
*29 de octubre de 2018*

*Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO*
*Responsable de Ensayos Físicos*
*Ldo. en Ciencias Ambientales*

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033139/1 Anula a:

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-01 TP COTA 35.60-36.00

LUGAR DE TOMA: S-01 TP COTA 35.60-36.00
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016533

## Densidad y Humedad

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Densidad UNE 103301 | Húmeda (g/cm$^3$): | 2,06 | Humedad (%) UNE 103201: | 24,83 |
| | Seca (g/cm$^3$): | 1,65 | | |

*Fdo. ELENA FRADE VIANO*
*Director Técnico de Laboratorio*
*Licenciado en Ciencias Químicas*

*Fdo. ELENA FRADE VIANO*
*Responsable de Ensayos Químicos*
*Licenciado en Ciencias Químicas*
*Málaga , 29 de octubre de 2018*

*Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO*
*Responsable de Ensayos Físicos*
*Ldo. en Ciencias Ambientales*

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio



cemosa
Ingeniería y Control

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033139/1 Anula a:

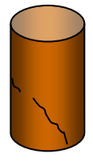
PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-01 TP COTA 35.60-36.00

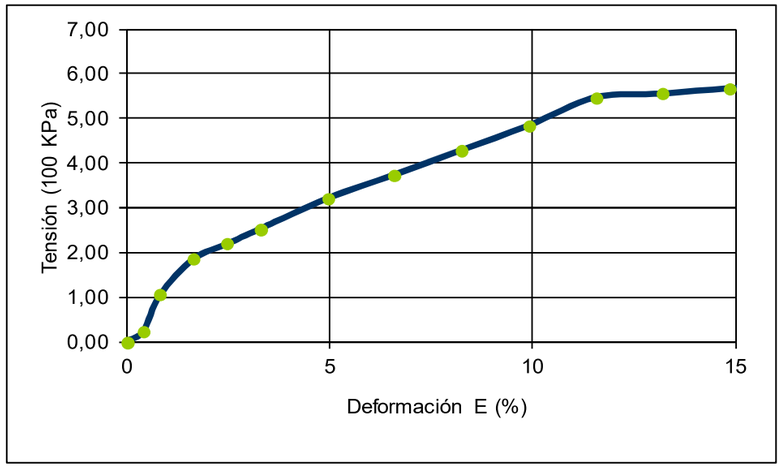
LUGAR DE TOMA: S-01 TP COTA 35.60-36.00
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016533

## Rotura a Compresión Simple en Probetas de Suelo

| Ensayo con muestra | *Inalterada* |
|---|---|
| Diametro d (cm) | 7,32 |
| Altura h (cm) | 12,11 |
| Humedad W (%) | 24,83 |
| R. Comp. Simple (Kpa) | 572,7 |
| R. Comp. Simple (Kp/cm2) | 5,84 |
| Deform. en Rotura E(%) | 16,52 |
| Densidad Humeda (g/cm3) | 2,06 |
| Densidad Seca (g/cm3) | 1,65 |

Forma de Rotura






OBSERVACIONES: SE ALCANZA EL 15% DE DEFORMACIÓN SIN LLEGAR A ROTURA

*Fdo. ELENA FRADE VIANO*
*Director Técnico de Laboratorio*
*Licenciado en Ciencias Químicas*

*Málaga*
*29 de octubre de 2018*

*Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO*
*Responsable de Ensayos Físicos*
*Ldo. en Ciencias Ambientales*

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033180/1 Anula a:

DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5
41092 SEVILLA (Sevilla) España

# *Ensayos de Idoneidad de Suelos*

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-02 MI COTA 24.80-25.40

LUGAR DE TOMA: S-02 MI COTA 24.80-25.40
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016534

## 2.TRABAJOS REALIZADOS

De acuerdo con el programa establecido, se han realizado los siguientes ensayos

- SUE Humedad mediante secado en estufa — UNE 103300:1993
- SUE Densidad apar. (balanza hidrostátic — UNE 103301:1994
- SUE Análisis granulométrico — UNE 103101:1995
- SUE Límites de Atterberg — UNE 103103:1994
- SUE Clasificación e índice de grupo — ASTM 2487:2000
- SUE Ensayo de compresión simple — UNE 103400:1993

## 3.RESULTADOS

Los resultados de los ensayos se presentan en las siguientes páginas.

29/10/2018



cemosa
Ingeniería y Control

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

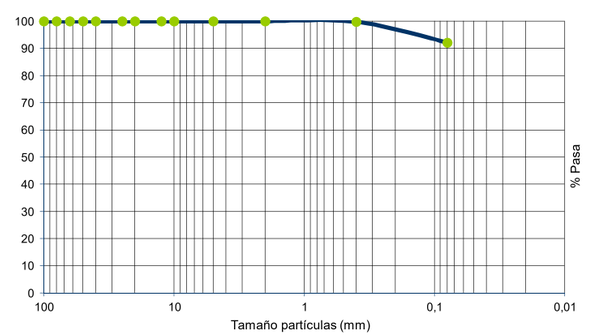
Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033180/1 Anula a:

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-02 MI COTA 24.80-25.40

LUGAR DE TOMA: S-02 MI COTA 24.80-25.40
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016534

## *Análisis Granulométrico*

| Tamiz (mm) | % PASA |
|---|---|
| 100 | 100,0 |
| 80 | 100,0 |
| 63 | 100,0 |
| 50 | 100,0 |
| 40 | 100,0 |
| 25 | 100,0 |
| 20 | 100,0 |
| 12,5 | 100,0 |
| 10 | 100,0 |
| 5 | 100,0 |
| 2 | 100,0 |
| 0,4 | 99,8 |
| 0,08 | 92,2 |



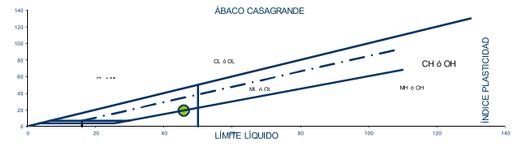

## *Límites de Atterberg*

Límite líquido: 45,8 Límite plástico: 19,8 Índice de plasticidad: 26,0

## *Clasificación*

Arcilla de Baja Plasticidad
AASHTO: A-7-6

U.S.C.S: CL
Índice de grupo: 20




*Fdo. ELENA FRADE VIANO*
*Director Técnico de Laboratorio*
*Licenciado en Ciencias Químicas*

*Málaga*
*29 de octubre de 2018*

*Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO*
*Responsable de Ensayos Físicos*
*Ldo. en Ciencias Ambientales*

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033180/1 Anula a:

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-02 MI COTA 24.80-25.40

LUGAR DE TOMA: S-02 MI COTA 24.80-25.40
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016534

## Densidad y Humedad

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Densidad UNE 103301 | Húmeda (g/cm$^3$): | 2,06 | Humedad (%) UNE 103201: | 25,8 |
| | Seca (g/cm$^3$): | 1,63 | | |

*Fdo. ELENA FRADE VIANO*
*Director Técnico de Laboratorio*
*Licenciado en Ciencias Químicas*

*Fdo. ELENA FRADE VIANO*
*Responsable de Ensayos Químicos*
*Licenciado en Ciencias Químicas*
*Málaga , 29 de octubre de 2018*

*Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO*
*Responsable de Ensayos Físicos*
*Ldo. en Ciencias Ambientales*

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio



cemosa
Ingeniería y Control

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033180/1 Anula a:

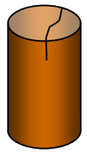
PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-02 MI COTA 24.80-25.40

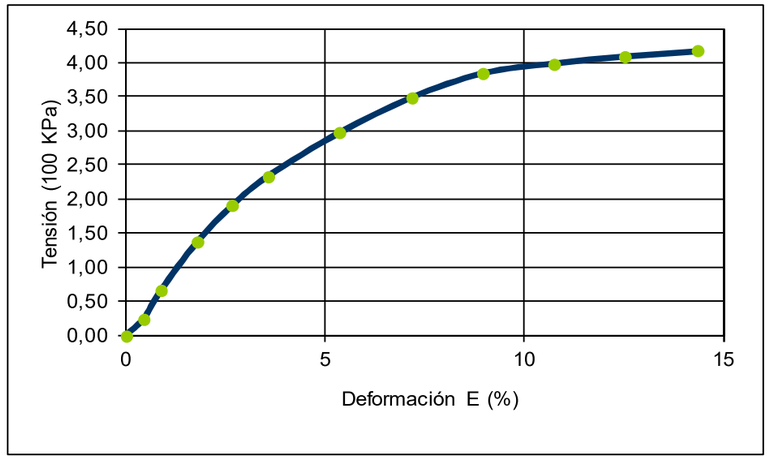
LUGAR DE TOMA: S-02 MI COTA 24.80-25.40
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016534

## Rotura a Compresión Simple en Probetas de Suelo

| Ensayo con muestra | *Inalterada* |
|---|---|
| Diametro d (cm) | 5,81 |
| Altura h (cm) | 11,16 |
| Humedad W (%) | 25,80 |
| R. Comp. Simple (Kpa) | 416,6 |
| R. Comp. Simple (Kp/cm2) | 4,25 |
| Deform. en Rotura E(%) | 14,34 |
| Densidad Humeda (g/cm3) | 2,06 |
| Densidad Seca (g/cm3) | 1,63 |

Forma de Rotura






*Fdo. ELENA FRADE VIANO*
*Director Técnico de Laboratorio*
*Licenciado en Ciencias Químicas*

*Málaga*
*29 de octubre de 2018*

*Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO*
*Responsable de Ensayos Físicos*
*Ldo. en Ciencias Ambientales*

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN
SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033181/1 Anula a:

DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5
41092 SEVILLA (Sevilla) España

# *Ensayos de Idoneidad de Suelos*

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-02 MI COTA 27.40-28.00

LUGAR DE TOMA: S-02 MI COTA 27.40-28.00
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016535

## 2.TRABAJOS REALIZADOS

De acuerdo con el programa establecido, se han realizado los siguientes ensayos

- SUE Humedad mediante secado en estufa — UNE 103300:1993
- SUE Densidad apar. (balanza hidrostátic — UNE 103301:1994
- SUE Análisis granulométrico — UNE 103101:1995
- SUE Límites de Atterberg — UNE 103103:1994
- SUE Clasificación e índice de grupo — ASTM 2487:2000
- SUE Ensayo de compresión simple — UNE 103400:1993

## 3.RESULTADOS

Los resultados de los ensayos se presentan en las siguientes páginas.

29/10/2018



cemosa
Ingeniería y Control

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN
SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

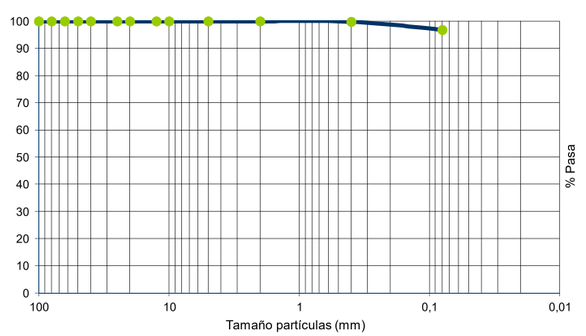
Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033181/1 Anula a:

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-02 MI COTA 27.40-28.00

LUGAR DE TOMA: S-02 MI COTA 27.40-28.00
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016535

## *Análisis Granulométrico*

| Tamiz (mm) | % PASA |
|---|---|
| 100 | 100,0 |
| 80 | 100,0 |
| 63 | 100,0 |
| 50 | 100,0 |
| 40 | 100,0 |
| 25 | 100,0 |
| 20 | 100,0 |
| 12,5 | 100,0 |
| 10 | 100,0 |
| 5 | 100,0 |
| 2 | 100,0 |
| 0,4 | 99,8 |
| 0,08 | 96,9 |



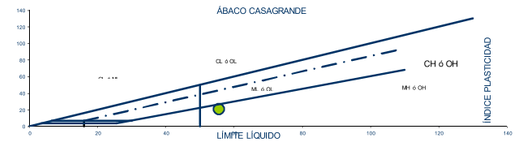

## *Límites de Atterberg*

Límite líquido: 55,4 Límite plástico: 21,3 Índice de plasticidad: 34,1

## *Clasificación*

Arcilla de Alta Plasticidad
AASHTO: A-7-6

U.S.C.S: CH
Índice de grupo: 20




*Fdo. ELENA FRADE VIANO*
*Director Técnico de Laboratorio*
*Licenciado en Ciencias Químicas*

*Málaga*
*29 de octubre de 2018*

*Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO*
*Responsable de Ensayos Físicos*
*Ldo. en Ciencias Ambientales*

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033181/1 Anula a:

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-02 MI COTA 27.40-28.00

LUGAR DE TOMA: S-02 MI COTA 27.40-28.00
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016535

## Densidad y Humedad

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Densidad UNE 103301 | Húmeda (g/cm$^3$): | 2,06 | Humedad (%) UNE 103201: | 26,27 |
| | Seca (g/cm$^3$): | 1,64 | | |

*Fdo. ELENA FRADE VIANO*
*Director Técnico de Laboratorio*
*Licenciado en Ciencias Químicas*

*Fdo. ELENA FRADE VIANO*
*Responsable de Ensayos Químicos*
*Licenciado en Ciencias Químicas*
*Málaga , 29 de octubre de 2018*

*Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO*
*Responsable de Ensayos Físicos*
*Ldo. en Ciencias Ambientales*

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio



C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033181/1 Anula a:

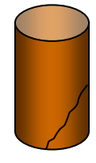
PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-02 MI COTA 27.40-28.00

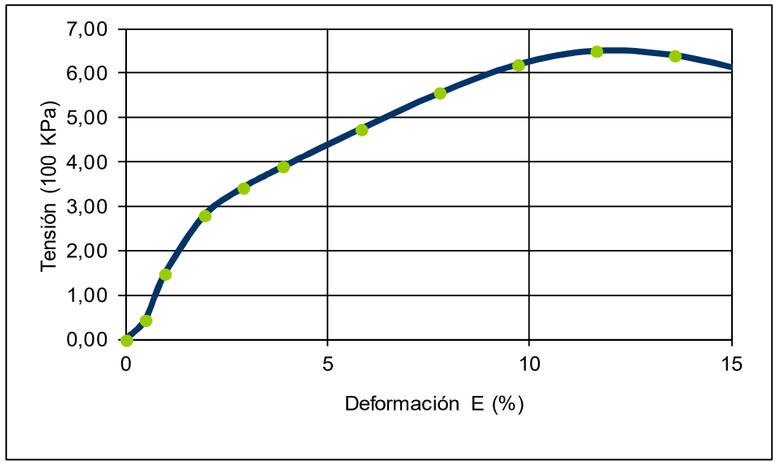
LUGAR DE TOMA: S-02 MI COTA 27.40-28.00
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016535

## Rotura a Compresión Simple en Probetas de Suelo

| Ensayo con muestra | *Inalterada* |
|---|---|
| Diametro d (cm) | 5,82 |
| Altura h (cm) | 10,31 |
| Humedad W (%) | 26,27 |
| R. Comp. Simple (Kpa) | 650,2 |
| R. Comp. Simple (Kp/cm2) | 6,63 |
| Deform. en Rotura E(%) | 11,64 |
| Densidad Humeda (g/cm3) | 2,06 |
| Densidad Seca (g/cm3) | 1,64 |

Forma de Rotura






*Fdo. ELENA FRADE VIANO*
*Director Técnico de Laboratorio*
*Licenciado en Ciencias Químicas*

*Málaga*
*29 de octubre de 2018*

*Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO*
*Responsable de Ensayos Físicos*
*Ldo. en Ciencias Ambientales*

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033184/1 Anula a:

DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5
41092 SEVILLA (Sevilla) España

# *Ensayos de Idoneidad de Suelos*

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-02 MI COTA 30.3-30.87

LUGAR DE TOMA: S-02 MI COTA 30.3-30.87
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016536

## 2.TRABAJOS REALIZADOS

De acuerdo con el programa establecido, se han realizado los siguientes ensayos

- SUE Humedad mediante secado en estufa — UNE 103300:1993
- SUE Densidad apar. (balanza hidrostátic — UNE 103301:1994
- SUE Análisis granulométrico — UNE 103101:1995
- SUE Límites de Atterberg — UNE 103103:1994
- SUE Clasificación e índice de grupo — ASTM 2487:2000
- SUE Ensayo de compresión simple — UNE 103400:1993

## 3.RESULTADOS

Los resultados de los ensayos se presentan en las siguientes páginas.

29/10/2018



cemosa
Ingeniería y Control

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

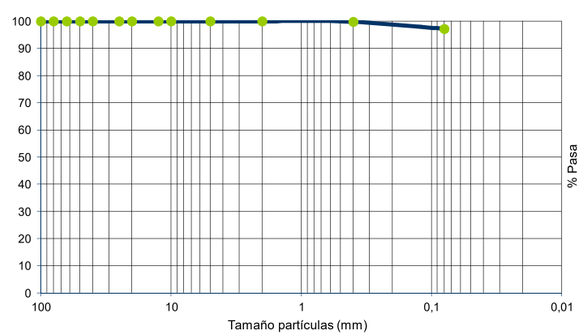
Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033184/1 Anula a:

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-02 MI COTA 30.3-30.87

LUGAR DE TOMA: S-02 MI COTA 30.3-30.87
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016536

## *Análisis Granulométrico*

| Tamiz (mm) | % PASA |
|---|---|
| 100 | 100,0 |
| 80 | 100,0 |
| 63 | 100,0 |
| 50 | 100,0 |
| 40 | 100,0 |
| 25 | 100,0 |
| 20 | 100,0 |
| 12,5 | 100,0 |
| 10 | 100,0 |
| 5 | 100,0 |
| 2 | 100,0 |
| 0,4 | 99,8 |
| 0,08 | 97,2 |



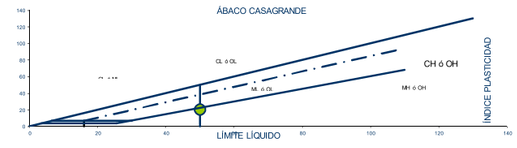

## *Límites de Atterberg*

Límite líquido: 50,0 Límite plástico: 20,8 Índice de plasticidad: 29,3

## *Clasificación*

Arcilla de Alta Plasticidad
AASHTO: A-7-6

U.S.C.S: CH
Índice de grupo: 20




*Fdo. ELENA FRADE VIANO*
*Director Técnico de Laboratorio*
*Licenciado en Ciencias Químicas*

*Málaga*
*29 de octubre de 2018*

*Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO*
*Responsable de Ensayos Físicos*
*Ldo. en Ciencias Ambientales*

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033184/1 Anula a:

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-02 MI COTA 30.3-30.87

LUGAR DE TOMA: S-02 MI COTA 30.3-30.87
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016536

## *Densidad y Humedad*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Densidad UNE 103301 | Húmeda (g/cm$^3$): | 2,04 | Humedad (%) UNE 103201: | 28,47 |
| | Seca (g/cm$^3$): | 1,59 | | |

*Fdo. ELENA FRADE VIANO*
*Director Técnico de Laboratorio*
*Licenciado en Ciencias Químicas*

*Fdo. ELENA FRADE VIANO*
*Responsable de Ensayos Químicos*
*Licenciado en Ciencias Químicas*
*Málaga , 29 de octubre de 2018*

*Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO*
*Responsable de Ensayos Físicos*
*Ldo. en Ciencias Ambientales*

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio



C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033184/1 Anula a:

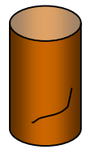
PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-02 MI COTA 30.3-30.87

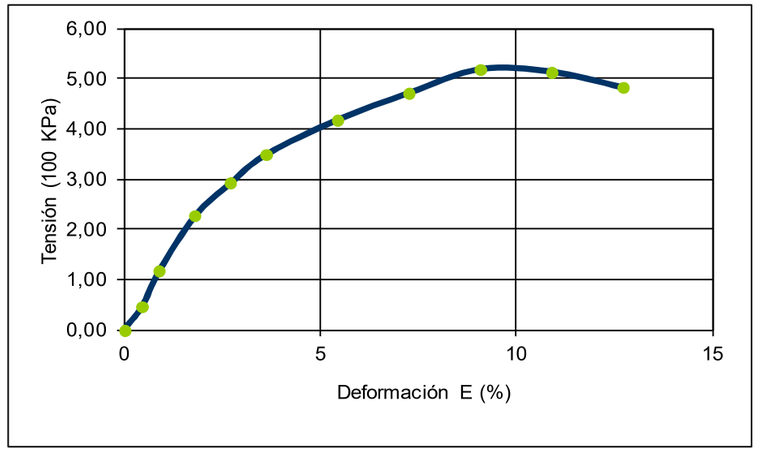
LUGAR DE TOMA: S-02 MI COTA 30.3-30.87
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016536

## *Rotura a Compresión Simple en Probetas de Suelo*

| Ensayo con muestra | *Inalterada* |
|---|---|
| Diametro d (cm) | 5,82 |
| Altura h (cm) | 11,00 |
| Humedad W (%) | 28,47 |
| R. Comp. Simple (Kpa) | 518,7 |
| R. Comp. Simple (Kp/cm2) | 5,29 |
| Deform. en Rotura E(%) | 9,09 |
| Densidad Humeda (g/cm3) | 2,04 |
| Densidad Seca (g/cm3) | 1,59 |

Forma de Rotura






*Fdo. ELENA FRADE VIANO*
*Director Técnico de Laboratorio*
*Licenciado en Ciencias Químicas*

*Málaga*
*29 de octubre de 2018*

*Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO*
*Responsable de Ensayos Físicos*
*Ldo. en Ciencias Ambientales*

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN
SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033202/1 Anula a:

DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5
41092 SEVILLA (Sevilla) España

# *Ensayos de Idoneidad de Suelos*

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-03 MI COTA 22.20-22.80

LUGAR DE TOMA: S-03 MI COTA 22.20-22.80
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016537

## 2.TRABAJOS REALIZADOS

De acuerdo con el programa establecido, se han realizado los siguientes ensayos

- SUE Humedad mediante secado en estufa — UNE 103300:1993
- SUE Densidad apar. (balanza hidrostátic — UNE 103301:1994
- SUE Análisis granulométrico — UNE 103101:1995
- SUE Límites de Atterberg — UNE 103103:1994
- SUE Clasificación e índice de grupo — ASTM 2487:2000
- SUE Ensayo de compresión simple — UNE 103400:1993

## 3.RESULTADOS

Los resultados de los ensayos se presentan en las siguientes páginas.

29/10/2018



cemosa
Ingeniería y Control

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN
SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

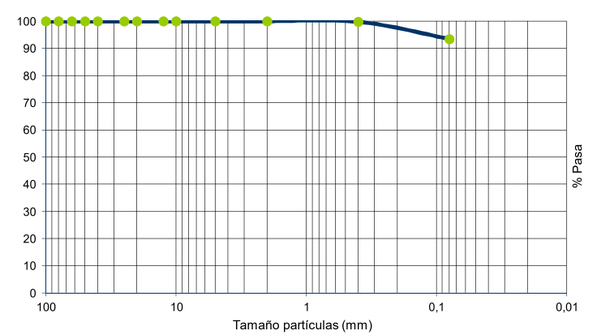
Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033202/1 Anula a:

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-03 MI COTA 22.20-22.80

LUGAR DE TOMA: S-03 MI COTA 22.20-22.80
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016537

## *Análisis Granulométrico*

| Tamiz (mm) | % PASA |
|---|---|
| 100 | 100,0 |
| 80 | 100,0 |
| 63 | 100,0 |
| 50 | 100,0 |
| 40 | 100,0 |
| 25 | 100,0 |
| 20 | 100,0 |
| 12,5 | 100,0 |
| 10 | 100,0 |
| 5 | 100,0 |
| 2 | 100,0 |
| 0,4 | 99,8 |
| 0,08 | 93,5 |



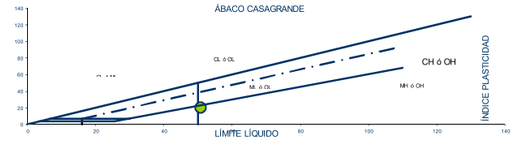

## *Límites de Atterberg*

Límite líquido: 50,7 Límite plástico: 20,7 Índice de plasticidad: 30,0

## *Clasificación*

Arcilla de Alta Plasticidad
AASHTO: A-7-6

U.S.C.S: CH
Índice de grupo: 20




*Fdo. ELENA FRADE VIANO*
*Director Técnico de Laboratorio*
*Licenciado en Ciencias Químicas*

*Málaga*
*29 de octubre de 2018*

*Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO*
*Responsable de Ensayos Físicos*
*Ldo. en Ciencias Ambientales*

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033202/1 Anula a:

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-03 MI COTA 22.20-22.80

LUGAR DE TOMA: S-03 MI COTA 22.20-22.80
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016537

## Densidad y Humedad

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Densidad UNE 103301 | Húmeda (g/cm$^3$): | 2,06 | Humedad (%) UNE 103201: | 24,67 |
| | Seca (g/cm$^3$): | 1,65 | | |

*Fdo. ELENA FRADE VIANO*
*Director Técnico de Laboratorio*
*Licenciado en Ciencias Químicas*

*Fdo. ELENA FRADE VIANO*
*Responsable de Ensayos Químicos*
*Licenciado en Ciencias Químicas*
*Málaga , 29 de octubre de 2018*

*Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO*
*Responsable de Ensayos Físicos*
*Ldo. en Ciencias Ambientales*

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio



cemosa Ingeniería y Control

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033202/1 Anula a:

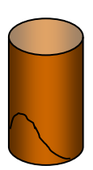
PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-03 MI COTA 22.20-22.80

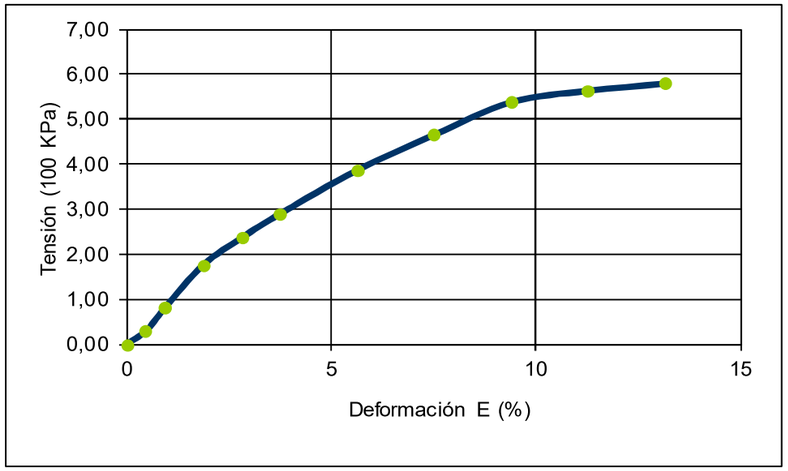
LUGAR DE TOMA: S-03 MI COTA 22.20-22.80
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016537

## Rotura a Compresión Simple en Probetas de Suelo

| Ensayo con muestra | *Inalterada* |
|---|---|
| Diametro d (cm) | 5,82 |
| Altura h (cm) | 10,64 |
| Humedad W (%) | 24,67 |
| R. Comp. Simple (Kpa) | 578,8 |
| R. Comp. Simple (Kp/cm2) | 5,90 |
| Deform. en Rotura E(%) | 13,16 |
| Densidad Humeda (g/cm3) | 2,06 |
| Densidad Seca (g/cm3) | 1,65 |

Forma de Rotura






*Fdo. ELENA FRADE VIANO*
*Director Técnico de Laboratorio*
*Licenciado en Ciencias Químicas*

*Málaga*
*29 de octubre de 2018*

*Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO*
*Responsable de Ensayos Físicos*
*Ldo. en Ciencias Ambientales*

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es
LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033216/1 Anula a:

DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5
41092 SEVILLA (Sevilla) España

# *Ensayos de Idoneidad de Suelos*

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-03 TP COTA 24.00-24.40

LUGAR DE TOMA: S-03 TP COTA 24.00-24.40
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016538

## 2.TRABAJOS REALIZADOS

De acuerdo con el programa establecido, se han realizado los siguientes ensayos

- SUE Humedad mediante secado en estufa — UNE 103300:1993
- SUE Densidad apar. (balanza hidrostátic — UNE 103301:1994
- SUE Análisis granulométrico — UNE 103101:1995
- SUE Límites de Atterberg — UNE 103103:1994
- SUE Clasificación e índice de grupo — ASTM 2487:2000
- SUE Ensayo de compresión simple — UNE 103400:1993

## 3.RESULTADOS

Los resultados de los ensayos se presentan en las siguientes páginas.

29/10/2018



cemosa Ingeniería y Control

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es
LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

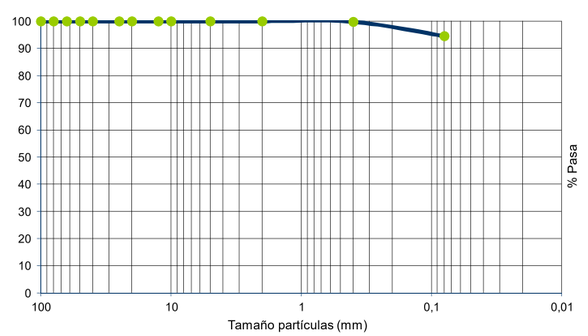
Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033216/1 Anula a:

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-03 TP COTA 24.00-24.40

LUGAR DE TOMA: S-03 TP COTA 24.00-24.40
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016538

## *Análisis Granulométrico*

| Tamiz (mm) | % PASA |
|---|---|
| 100 | 100,0 |
| 80 | 100,0 |
| 63 | 100,0 |
| 50 | 100,0 |
| 40 | 100,0 |
| 25 | 100,0 |
| 20 | 100,0 |
| 12,5 | 100,0 |
| 10 | 100,0 |
| 5 | 100,0 |
| 2 | 100,0 |
| 0,4 | 99,8 |
| 0,08 | 94,5 |



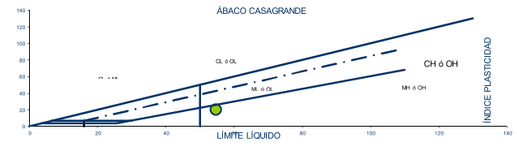

## *Límites de Atterberg*

Límite líquido: 54,6 Límite plástico: 20,7 Índice de plasticidad: 33,9

## *Clasificación*

Arcilla de Alta Plasticidad
AASHTO: A-7-6

U.S.C.S: CH
Índice de grupo: 20




*Fdo. ELENA FRADE VIANO*
*Director Técnico de Laboratorio*
*Licenciado en Ciencias Químicas*

*Málaga*
*29 de octubre de 2018*

*Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO*
*Responsable de Ensayos Físicos*
*Ldo. en Ciencias Ambientales*

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018
ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033216/1 Anula a:

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-03 TP COTA 24.00-24.40

LUGAR DE TOMA: S-03 TP COTA 24.00-24.40
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016538

## *Densidad y Humedad*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Densidad UNE 103301 | Húmeda (g/cm$^3$): | 2,01 | Humedad (%) UNE 103201: | 25,4 |
| | Seca (g/cm$^3$): | 1,60 | | |

*Fdo. ELENA FRADE VIANO*
*Director Técnico de Laboratorio*
*Licenciado en Ciencias Químicas*

*Fdo. ELENA FRADE VIANO*
*Responsable de Ensayos Químicos*
*Licenciado en Ciencias Químicas*
*Málaga , 29 de octubre de 2018*

*Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO*
*Responsable de Ensayos Físicos*
*Ldo. en Ciencias Ambientales*

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio



C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033216/1 Anula a:

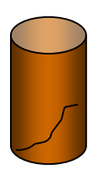
PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-03 TP COTA 24.00-24.40

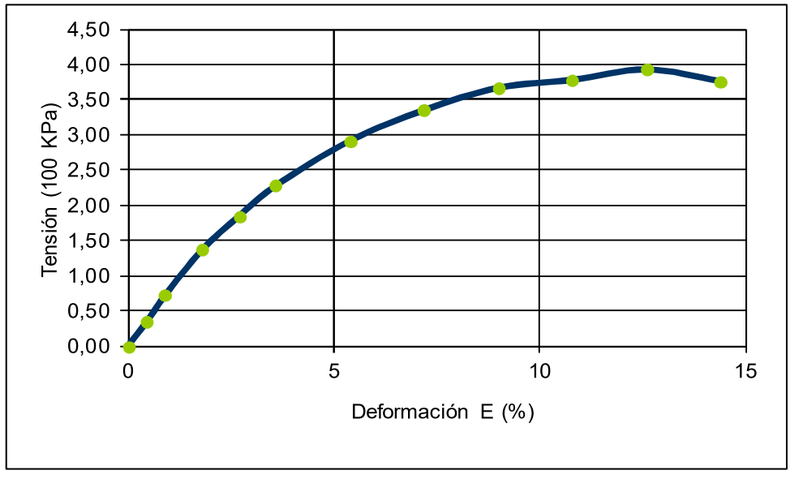
LUGAR DE TOMA: S-03 TP COTA 24.00-24.40
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016538

## *Rotura a Compresión Simple en Probetas de Suelo*

| Ensayo con muestra | *Inalterada* |
|---|---|
| Diametro d (cm) | 6,30 |
| Altura h (cm) | 11,11 |
| Humedad W (%) | 25,40 |
| R. Comp. Simple (Kpa) | 392,8 |
| R. Comp. Simple (Kp/cm2) | 4,01 |
| Deform. en Rotura E(%) | 12,60 |
| Densidad Humeda (g/cm3) | 2,01 |
| Densidad Seca (g/cm3) | 1,60 |

Forma de Rotura






*Fdo. ELENA FRADE VIANO*
*Director Técnico de Laboratorio*
*Licenciado en Ciencias Químicas*

*Málaga*
*29 de octubre de 2018*

*Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO*
*Responsable de Ensayos Físicos*
*Ldo. en Ciencias Ambientales*

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033217/1 Anula a:

DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5
41092 SEVILLA (Sevilla) España

# *Ensayos de Idoneidad de Suelos*

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-03 TP COTA 26.30-26.90

LUGAR DE TOMA: S-03 TP COTA 26.30-26.90
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016539

## 2.TRABAJOS REALIZADOS

De acuerdo con el programa establecido, se han realizado los siguientes ensayos

- SUE Humedad mediante secado en estufa — UNE 103300:1993
- SUE Densidad apar. (balanza hidrostátic — UNE 103301:1994
- SUE Análisis granulométrico — UNE 103101:1995
- SUE Límites de Atterberg — UNE 103103:1994
- SUE Clasificación e índice de grupo — ASTM 2487:2000
- SUE Ensayo de compresión simple — UNE 103400:1993

## 3.RESULTADOS

Los resultados de los ensayos se presentan en las siguientes páginas.

29/10/2018



cemosa
Ingeniería y Control

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

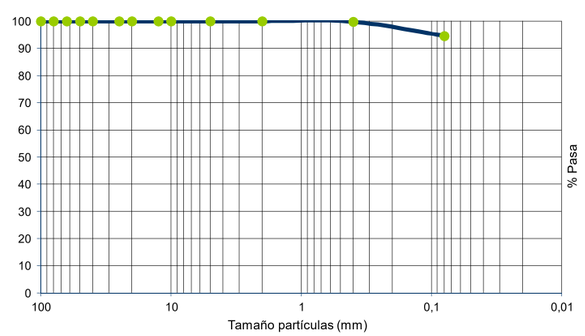
Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033217/1 Anula a:

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-03 TP COTA 26.30-26.90

LUGAR DE TOMA: S-03 TP COTA 26.30-26.90
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016539

## *Análisis Granulométrico*

| Tamiz (mm) | % PASA |
|---|---|
| 100 | 100,0 |
| 80 | 100,0 |
| 63 | 100,0 |
| 50 | 100,0 |
| 40 | 100,0 |
| 25 | 100,0 |
| 20 | 100,0 |
| 12,5 | 100,0 |
| 10 | 100,0 |
| 5 | 100,0 |
| 2 | 100,0 |
| 0,4 | 99,8 |
| 0,08 | 94,6 |



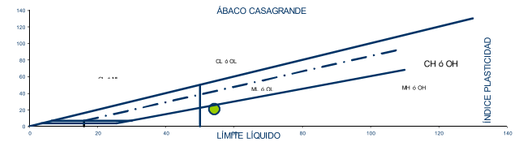

## *Límites de Atterberg*

Límite líquido: 54,1 Límite plástico: 21,1 Índice de plasticidad: 33,0

## *Clasificación*

Arcilla de Alta Plasticidad
AASHTO: A-7-6

U.S.C.S: CH
Índice de grupo: 20




*Fdo. ELENA FRADE VIANO*
*Director Técnico de Laboratorio*
*Licenciado en Ciencias Químicas*

*Málaga*
*29 de octubre de 2018*

*Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO*
*Responsable de Ensayos Físicos*
*Ldo. en Ciencias Ambientales*

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033217/1 Anula a:

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-03 TP COTA 26.30-26.90

LUGAR DE TOMA: S-03 TP COTA 26.30-26.90
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016539

## Densidad y Humedad

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Densidad UNE 103301 | Húmeda (g/cm$^3$): | 2,04 | Humedad (%) UNE 103201: | 24,6 |
| | Seca (g/cm$^3$): | 1,64 | | |

*Fdo. ELENA FRADE VIANO*
*Director Técnico de Laboratorio*
*Licenciado en Ciencias Químicas*

*Fdo. ELENA FRADE VIANO*
*Responsable de Ensayos Químicos*
*Licenciado en Ciencias Químicas*
*Málaga , 29 de octubre de 2018*

*Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO*
*Responsable de Ensayos Físicos*
*Ldo. en Ciencias Ambientales*

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio



cemosa
Ingeniería y Control

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033217/1 Anula a:

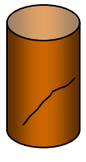
PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-03 TP COTA 26.30-26.90

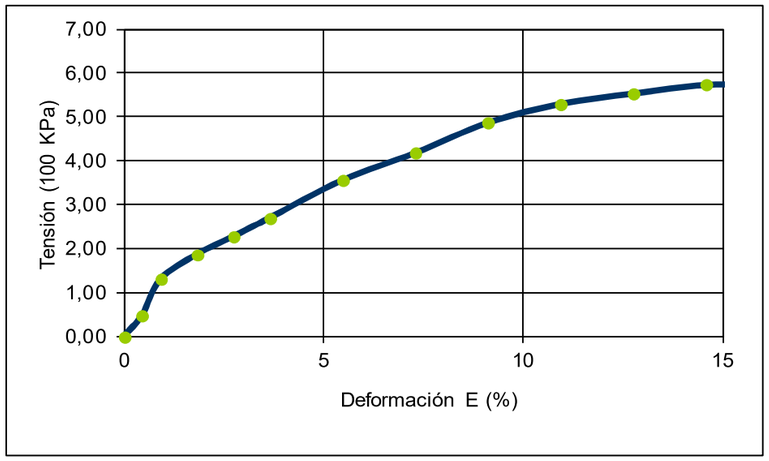
LUGAR DE TOMA: S-03 TP COTA 26.30-26.90
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016539

## Rotura a Compresión Simple en Probetas de Suelo

| Ensayo con muestra | *Inalterada* |
|---|---|
| Diametro d (cm) | 6,34 |
| Altura h (cm) | 10,96 |
| Humedad W (%) | 24,60 |
| R. Comp. Simple (Kpa) | 575,3 |
| R. Comp. Simple (Kp/cm2) | 5,87 |
| Deform. en Rotura E(%) | 18,25 |
| Densidad Humeda (g/cm3) | 2,04 |
| Densidad Seca (g/cm3) | 1,64 |

Forma de Rotura






OBSERVACIONES: SE ALCANZA EL 15% DE DEFORMACIÓN SIN LLEGAR A ROTURA

*Fdo. ELENA FRADE VIANO*
*Director Técnico de Laboratorio*
*Licenciado en Ciencias Químicas*

*Málaga*
*29 de octubre de 2018*

*Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO*
*Responsable de Ensayos Físicos*
*Ldo. en Ciencias Ambientales*

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033219/1 Anula a:

DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5
41092 SEVILLA (Sevilla) España

# *Ensayos de Idoneidad de Suelos*

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-04 MI COTA 23.00-23.60

LUGAR DE TOMA: S-04 MI COTA 23.00-23.60
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016540

## 2.TRABAJOS REALIZADOS

De acuerdo con el programa establecido, se han realizado los siguientes ensayos

- SUE Humedad mediante secado en estufa — UNE 103300:1993
- SUE Densidad apar. (balanza hidrostátic — UNE 103301:1994
- SUE Análisis granulométrico — UNE 103101:1995
- SUE Límites de Atterberg — UNE 103103:1994
- SUE Clasificación e índice de grupo — ASTM 2487:2000
- SUE Ensayo de compresión simple — UNE 103400:1993

## 3.RESULTADOS

Los resultados de los ensayos se presentan en las siguientes páginas.

29/10/2018



cemosa
Ingeniería y Control

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

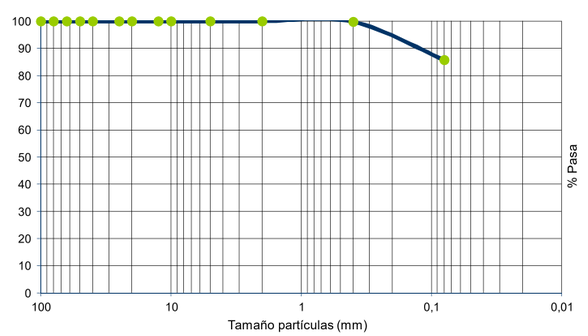
Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033219/1 Anula a:

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-04 MI COTA 23.00-23.60

LUGAR DE TOMA: S-04 MI COTA 23.00-23.60
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016540

## *Análisis Granulométrico*

| Tamiz (mm) | % PASA |
|---|---|
| 100 | 100,0 |
| 80 | 100,0 |
| 63 | 100,0 |
| 50 | 100,0 |
| 40 | 100,0 |
| 25 | 100,0 |
| 20 | 100,0 |
| 12,5 | 100,0 |
| 10 | 100,0 |
| 5 | 100,0 |
| 2 | 100,0 |
| 0,4 | 99,8 |
| 0,08 | 85,7 |



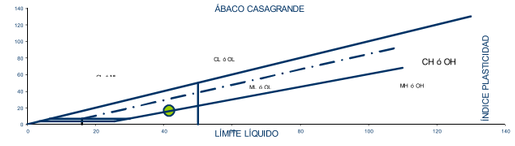

## *Límites de Atterberg*

Límite líquido: 41,5 Límite plástico: 17,1 Índice de plasticidad: 24,4

## *Clasificación*

Arcilla de Baja Plasticidad
AASHTO: A-7-6

U.S.C.S: CL
Índice de grupo: 20




*Fdo. ELENA FRADE VIANO*
*Director Técnico de Laboratorio*
*Licenciado en Ciencias Químicas*

*Málaga*
*29 de octubre de 2018*

*Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO*
*Responsable de Ensayos Físicos*
*Ldo. en Ciencias Ambientales*

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033219/1 Anula a:

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-04 MI COTA 23.00-23.60

LUGAR DE TOMA: S-04 MI COTA 23.00-23.60
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016540

## *Densidad y Humedad*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Densidad UNE 103301 | Húmeda (g/cm$^3$): | 2,10 | Humedad (%) UNE 103201: | 22,37 |
| | Seca (g/cm$^3$): | 1,72 | | |

*Fdo. ELENA FRADE VIANO*
*Director Técnico de Laboratorio*
*Licenciado en Ciencias Químicas*

*Fdo. ELENA FRADE VIANO*
*Responsable de Ensayos Químicos*
*Licenciado en Ciencias Químicas*
*Málaga , 29 de octubre de 2018*

*Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO*
*Responsable de Ensayos Físicos*
*Ldo. en Ciencias Ambientales*

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio



cemosa Ingeniería y Control

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033219/1 Anula a:

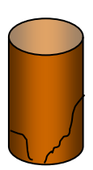
PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-04 MI COTA 23.00-23.60

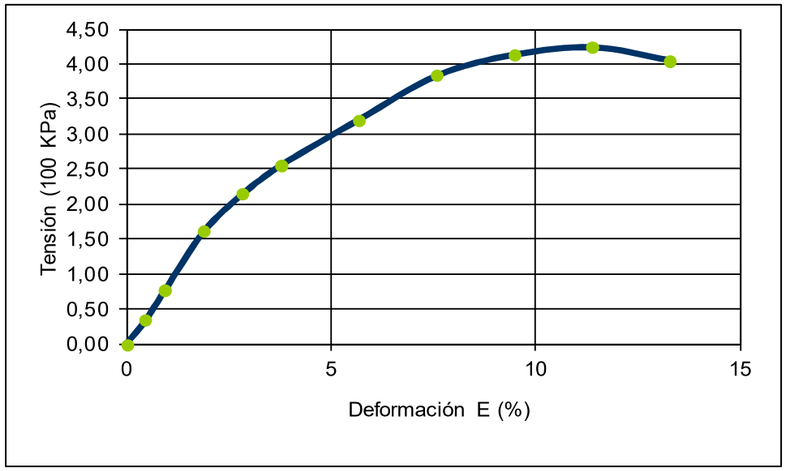
LUGAR DE TOMA: S-04 MI COTA 23.00-23.60
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016540

## *Rotura a Compresión Simple en Probetas de Suelo*

| Ensayo con muestra | *Inalterada* |
|---|---|
| Diametro d (cm) | 5,81 |
| Altura h (cm) | 10,53 |
| Humedad W (%) | 22,37 |
| R. Comp. Simple (Kpa) | 423,7 |
| R. Comp. Simple (Kp/cm2) | 4,32 |
| Deform. en Rotura E(%) | 11,40 |
| Densidad Humeda (g/cm3) | 2,10 |
| Densidad Seca (g/cm3) | 1,72 |

Forma de Rotura






*Fdo. ELENA FRADE VIANO*
*Director Técnico de Laboratorio*
*Licenciado en Ciencias Químicas*

*Málaga*
*29 de octubre de 2018*

*Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO*
*Responsable de Ensayos Físicos*
*Ldo. en Ciencias Ambientales*

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033220/1 Anula a:

DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5
41092 SEVILLA (Sevilla) España

# *Ensayos de Idoneidad de Suelos*

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-04 MI COTA 26.10-26.70

LUGAR DE TOMA: S-04 MI COTA 26.10-26.70
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016541

## 2.TRABAJOS REALIZADOS

De acuerdo con el programa establecido, se han realizado los siguientes ensayos

| | |
|---|---|
| - SUE Humedad mediante secado en estufa | UNE 103300:1993 |
| - SUE Densidad apar. (balanza hidrostátic | UNE 103301:1994 |
| - SUE Análisis granulométrico | UNE 103101:1995 |
| - SUE Límites de Atterberg | UNE 103103:1994 |
| - SUE Clasificación e índice de grupo | ASTM 2487:2000 |
| - SUE Ensayo de compresión simple | UNE 103400:1993 |

## 3.RESULTADOS

Los resultados de los ensayos se presentan en las siguientes páginas.

29/10/2018



C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

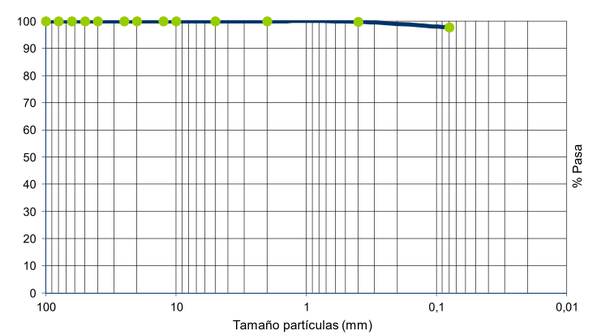
Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033220/1 Anula a:

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-04 MI COTA 26.10-26.70

LUGAR DE TOMA: S-04 MI COTA 26.10-26.70
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016541

## *Análisis Granulométrico*

| Tamiz (mm) | % PASA |
|---|---|
| 100 | 100,0 |
| 80 | 100,0 |
| 63 | 100,0 |
| 50 | 100,0 |
| 40 | 100,0 |
| 25 | 100,0 |
| 20 | 100,0 |
| 12,5 | 100,0 |
| 10 | 100,0 |
| 5 | 100,0 |
| 2 | 100,0 |
| 0,4 | 99,8 |
| 0,08 | 97,7 |



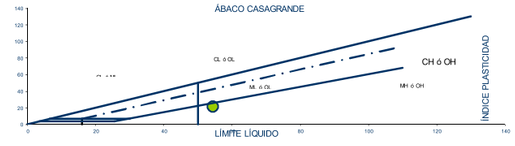

## *Límites de Atterberg*

Límite líquido: 54,3 Límite plástico: 22,2 Índice de plasticidad: 32,1

## *Clasificación*

Arcilla de Alta Plasticidad
AASHTO: A-7-6

U.S.C.S: CH
Índice de grupo: 20




*Fdo. ELENA FRADE VIANO*
*Director Técnico de Laboratorio*
*Licenciado en Ciencias Químicas*

*Málaga*
*29 de octubre de 2018*

*Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO*
*Responsable de Ensayos Físicos*
*Ldo. en Ciencias Ambientales*

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033220/1 Anula a:

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-04 MI COTA 26.10-26.70

LUGAR DE TOMA: S-04 MI COTA 26.10-26.70
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016541

## Densidad y Humedad

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Densidad UNE 103301 | Húmeda (g/cm$^3$): | 2,05 | Humedad (%) UNE 103201: | 25,67 |
| | Seca (g/cm$^3$): | 1,64 | | |

*Fdo. ELENA FRADE VIANO*
*Director Técnico de Laboratorio*
*Licenciado en Ciencias Químicas*

*Fdo. ELENA FRADE VIANO*
*Responsable de Ensayos Químicos*
*Licenciado en Ciencias Químicas*
*Málaga , 29 de octubre de 2018*

*Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO*
*Responsable de Ensayos Físicos*
*Ldo. en Ciencias Ambientales*

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio



cemosa Ingeniería y Control

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033220/1 Anula a:

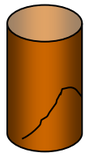
PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-04 MI COTA 26.10-26.70

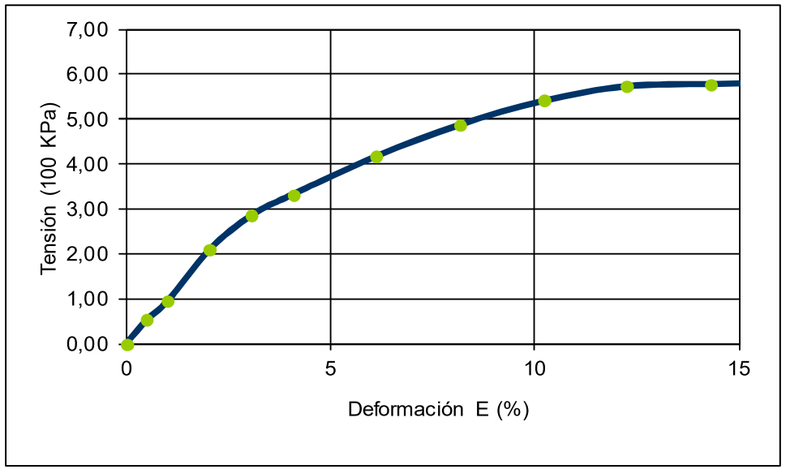
LUGAR DE TOMA: S-04 MI COTA 26.10-26.70
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016541

## Rotura a Compresión Simple en Probetas de Suelo

| Ensayo con muestra | *Inalterada* |
|---|---|
| Diametro d (cm) | 5,83 |
| Altura h (cm) | 9,79 |
| Humedad W (%) | 25,67 |
| R. Comp. Simple (Kpa) | 581,8 |
| R. Comp. Simple (Kp/cm2) | 5,93 |
| Deform. en Rotura E(%) | 16,34 |
| Densidad Humeda (g/cm3) | 2,05 |
| Densidad Seca (g/cm3) | 1,64 |

Forma de Rotura






OBSERVACIONES: SE ALCANZA EL 15% DE DEFORMACIÓN SIN LLEGAR A ROTURA

*Fdo. ELENA FRADE VIANO*
*Director Técnico de Laboratorio*
*Licenciado en Ciencias Químicas*

*Málaga*
*29 de octubre de 2018*

*Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO*
*Responsable de Ensayos Físicos*
*Ldo. en Ciencias Ambientales*

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es
LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033222/1 Anula a:

DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5
41092 SEVILLA (Sevilla) España

# *Ensayos de Idoneidad de Suelos*

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-04 MI COTA 28.10-28.67

LUGAR DE TOMA: S-04 MI COTA 28.10-28.67
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016542

## 2.TRABAJOS REALIZADOS

De acuerdo con el programa establecido, se han realizado los siguientes ensayos

- SUE Humedad mediante secado en estufa — UNE 103300:1993
- SUE Densidad apar. (balanza hidrostátic — UNE 103301:1994
- SUE Análisis granulométrico — UNE 103101:1995
- SUE Límites de Atterberg — UNE 103103:1994
- SUE Clasificación e índice de grupo — ASTM 2487:2000
- SUE Ensayo de compresión simple — UNE 103400:1993

## 3.RESULTADOS

Los resultados de los ensayos se presentan en las siguientes páginas.

29/10/2018



cemosa Ingeniería y Control

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es
LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

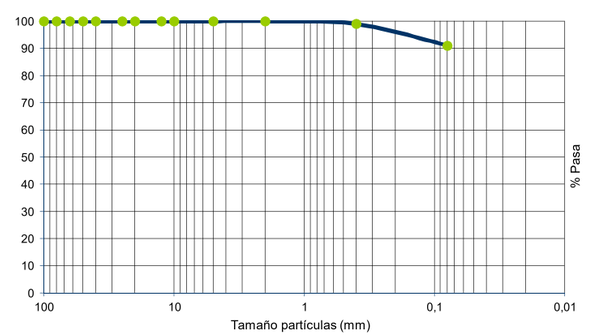
Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033222/1 Anula a:

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-04 MI COTA 28.10-28.67

LUGAR DE TOMA: S-04 MI COTA 28.10-28.67
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016542

## *Análisis Granulométrico*

| Tamiz (mm) | % PASA |
|---|---|
| 100 | 100,0 |
| 80 | 100,0 |
| 63 | 100,0 |
| 50 | 100,0 |
| 40 | 100,0 |
| 25 | 100,0 |
| 20 | 100,0 |
| 12,5 | 100,0 |
| 10 | 100,0 |
| 5 | 100,0 |
| 2 | 100,0 |
| 0,4 | 99,0 |
| 0,08 | 91,1 |




## *Límites de Atterberg*

Límite líquido: 47,1 Límite plástico: 19,7 Índice de plasticidad: 27,4

## *Clasificación*

Arcilla de Baja Plasticidad
AASHTO: A-7-6

U.S.C.S: CL
Índice de grupo: 20




*Fdo. ELENA FRADE VIANO*
*Director Técnico de Laboratorio*
*Licenciado en Ciencias Químicas*

*Málaga*
*29 de octubre de 2018*

*Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO*
*Responsable de Ensayos Físicos*
*Ldo. en Ciencias Ambientales*

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018
ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033222/1 Anula a:

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-04 MI COTA 28.10-28.67

LUGAR DE TOMA: S-04 MI COTA 28.10-28.67
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016542

## Densidad y Humedad

Densidad UNE 103301
Húmeda (g/cm$^3$): 2,11
Seca (g/cm$^3$): 1,70

Humedad (%) UNE 103201: 24,4

*Fdo. ELENA FRADE VIANO*
*Director Técnico de Laboratorio*
*Licenciado en Ciencias Químicas*

*Fdo. ELENA FRADE VIANO*
*Responsable de Ensayos Químicos*
*Licenciado en Ciencias Químicas*
*Málaga , 29 de octubre de 2018*

*Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO*
*Responsable de Ensayos Físicos*
*Ldo. en Ciencias Ambientales*

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio



cemosa
Ingeniería y Control

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033222/1 Anula a:

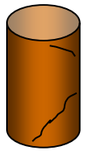
PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-04 MI COTA 28.10-28.67

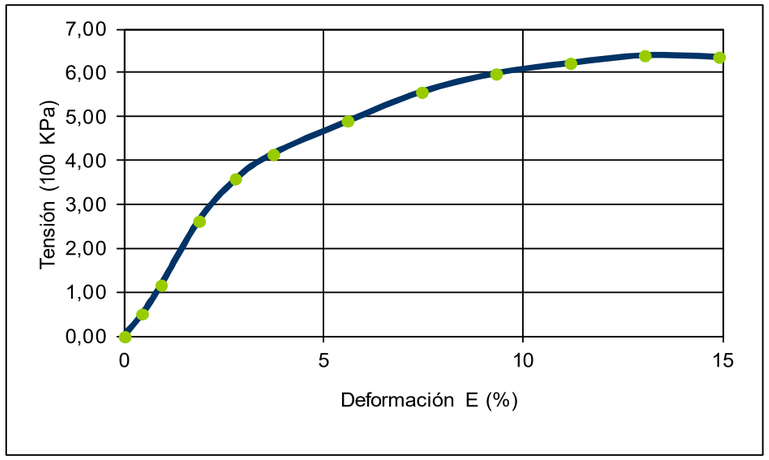
LUGAR DE TOMA: S-04 MI COTA 28.10-28.67
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016542

## Rotura a Compresión Simple en Probetas de Suelo

| Ensayo con muestra | *Inalterada* |
|---|---|
| Diametro d (cm) | 5,80 |
| Altura h (cm) | 10,74 |
| Humedad W (%) | 24,40 |
| R. Comp. Simple (Kpa) | 639,8 |
| R. Comp. Simple (Kp/cm2) | 6,52 |
| Deform. en Rotura E(%) | 13,04 |
| Densidad Humeda (g/cm3) | 2,11 |
| Densidad Seca (g/cm3) | 1,70 |

Forma de Rotura






*Fdo. ELENA FRADE VIANO*
*Director Técnico de Laboratorio*
*Licenciado en Ciencias Químicas*

*Málaga*
*29 de octubre de 2018*

*Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO*
*Responsable de Ensayos Físicos*
*Ldo. en Ciencias Ambientales*

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

# APÉNDICE 1. HOJA DOCUMENTAL

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

## FICHA DOCUMENTAL

El presente informe, de título **INFORME DE RESULTADOS PARA LA SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO. SEVILLA** ha sido realizado por CEMOSA, en su delegación de **Sevilla**, en la siguiente dirección:

**Polígono Industrial "Los Palillos". C/ Los palillos diez, 10-12 (41500)**

**Alcalá de Guadaíra. SEVILLA**

El teléfono y email de contacto son los siguientes:

**Tel: 954 520 511 Fax: 954 520 553**

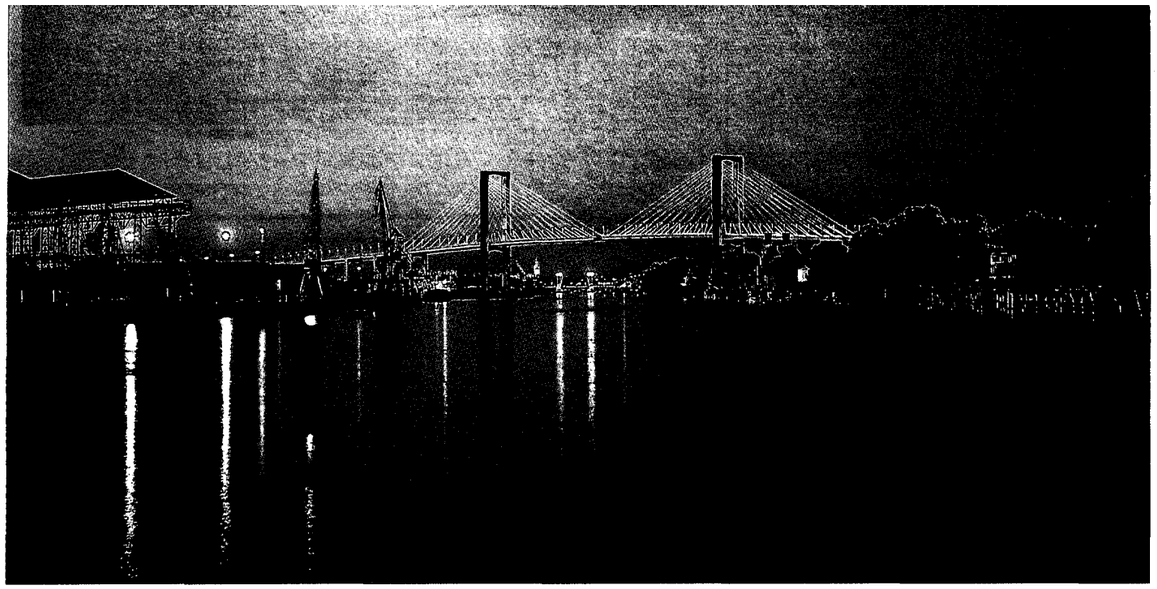
**sevilla@cemosa.es**

Para cualquier consulta o aclaración, así como para cualquier cuestión relacionada con este documento habrá de dirigirse al siguiente técnico de contacto:

**Olga de Adriaensens Pérez**

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

# Apéndice 2. Referencias bibliográficas



# EL PUENTE DEL CENTENARIO

## SOBRE LA DARSENA DEL RIO GUADALQUIVIR, EN SEVILLA

Por José A. Fernández Ordóñez, Julio Martínez Calzón,
Francisco Millanes (Ideam, S.A.), Guillermo Ontañón (Intecsa),
Manuel Burón Maestro (Pacadar, S.A.), y Javier Marco (Eptisa-Intemac)

### 1. INTRODUCCION

El Puente del Centenario[1] —tal como hemos afirmado en otras ocasiones— es el resultado final de una larga experiencia de treinta y dos años en el proyecto y construcción de puentes, tanto desde el punto de vista teórico y especulativo —donde lo histórico, lo estético y lo ambiental han tenido siempre un primordial sentido— hasta lo más práctico, encarnado no sólo en los grandes planteamientos tipológicos o constructivos, sino llegando a los detalles en apariencia más insignificantes.

En el caso del Puente del Centenario, esta experiencia común se concentra en dos especiales ámbitos de la cultura de los puentes, que son donde nuestra aportación ha sido más significativa: las estructuras mixtas y la prefabricación, dos conceptos que, con una brillante tradición de aplicaciones en el mundo constructivo clásico, han sido fundamentales en nuestro trabajo. Antecedentes que sirven, no para tomarlos como modelo a imitar, sino para pensar en ellos e intentar superarlos con los materiales de nuestro tiempo.

Además, este impulso en el proyecto y construcción de puentes supone, por vez primera, el más consciente intento de superación de una dicotomía profundamente arraigada en las mentes de los más brillantes ingenieros de puentes desde mediados del siglo XIX, es decir, entre quienes defendían exclusivamente las estructuras metálicas, y quienes no aceptaban trabajos mas que con el hormigón[2].

**El Puente del Centenario es el resultado final de una larga experiencia de treinta y dos años.**

[1] El Puente del Centenario fue proyectado durante 1986 y 1987, y construido en dos años entre los veranos de 1989 y 1991.

[2] El Puente del Centenario. Revista O.P. n.° 21, Otoño 1991. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Cataluña.



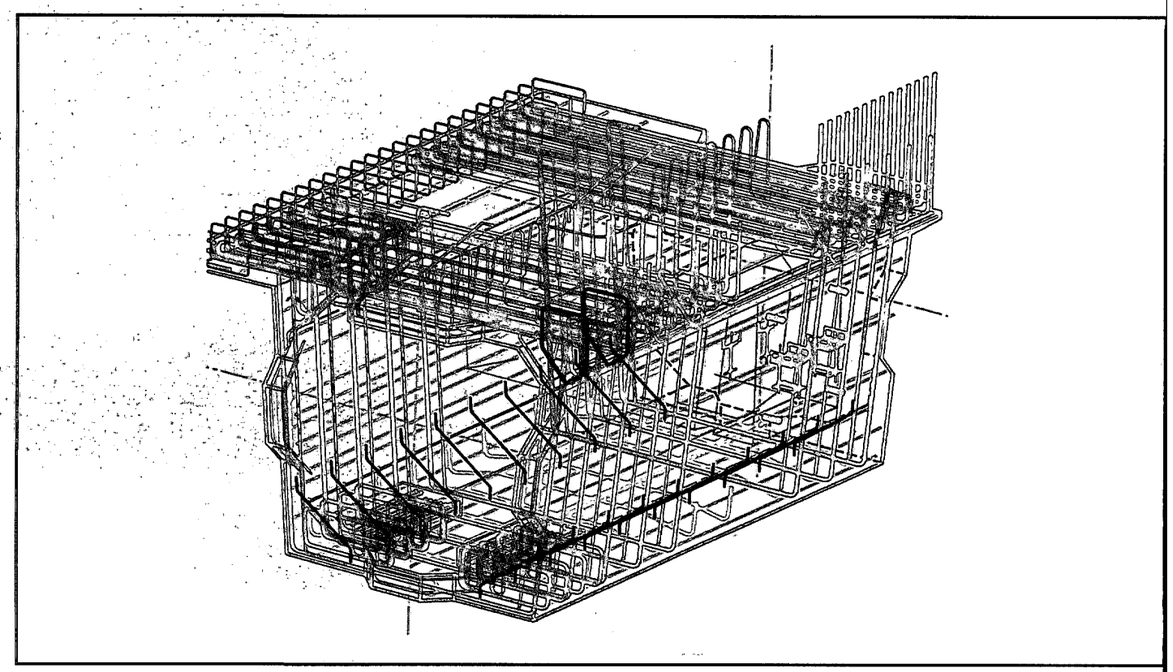


*Figura 6.1.2. Prefabricación esquema de las armaduras de las dovelas.*

### 2. TIPOLOGIA ESTRUCTURAL

#### 2.1. Puente atirantado

El puente atirantado propiamente dicho está formado por cinco vanos con dimensiones en metros de 48-102-265-102-48, con una longitud total de 565 m. entre sus juntas extremas, y presenta dos familias de tirantes situados en planos prácticamente verticales dispuestos en los bordes exteriores de la calzada, dejando las aceras peatonales por fuera de los mismos.

El vano central se suspende de dos pilas, cada una de ellas con dos fustes verticales colocados exteriormente a los bordes laterales del tablero, que se completan con dos piezas transversales, una en coronación y otra dispuesta inmediatamente debajo del tablero, formando el conjunto un pórtico recto en forma de A.

La disposición de las familias de cables corresponde a la tipología de abanico corregido o semiarpa; es decir: los tirantes se anclan en el tablero a intervalos regulares, mientras que en la pila lo hacen buscando la máxima altura posible, pero manteniendo la condición de que en cada punto de anclaje sólo se crucen dos tirantes, uno por cada lado de la pila. Los tirantes atraviesan el fuste de la pila anclándose en la cara opuesta al vano del cual provienen.

El atirantamiento del vano central se compensa de forma simétrica en cuanto a disposición geométrica, mediante tirantes anclados en la totalidad de los vanos adyacentes de 102 m. y en la mitad de la luz de los vanos laterales de 48 m.

El número total de tirantes es de 22 por fuste, 11 a cada lado del mismo, de forma que no se produce apoyo del tablero en el travesaño, sino que el tablero pasa a través de la pila suspendido exclusivamente por los tirantes.

El anclaje de cables en los fustes de pila se ha efectuado manteniendo claramente el paralelismo de los planos de cables a un lado y otro del fuste, aun a sabiendas de la importante torsión que produce esta disposición en el fuste.

*Vista desde la acera.*



El tablero, además de la sustentación producida por los tirantes, se apoya en las pilas laterales e intermedias; en las laterales lo hace en forma simple, vertical y deslizante; en las intermedias, el apoyo es de articulación pretensada, mediante cables verticales anclados superiormente en el tablero e inferiormente en un punto bajo del fuste, con objeto de impedir los posibles movimientos de elevación del tablero respecto de la pila, pero permitiendo el deslizamiento relativo entre ambos sistemas, mediante los oportunos dispositivos. (Figura 2.1.1).

Así pues, la sustentación longitudinal del tramo atirantado es la esquematizada en el croquis, en la que puede apreciarse que la estabilidad longitudinal está exclusivamente conseguida por las pilas principales, actuando como grandes ménsulas que recogen las acciones de los tirantes en la parte superior de los fustes.

Este tipo de vinculación, que determina condiciones de estabilidad muy rigurosas para dichas pilas principales, ofrece la importante ventaja de lograr que las pilas laterales e intermedias sean muy estrictas, y no se requieran grandes macizos de anclaje y compensación que provocarían una gran ruptura formal y visual entre las zonas de acceso y centrales de la obra. Dada la gran altura de dichas pilas laterales y su ubicación en zonas de uso, este efecto quería ser claramente evitado y por ello se adoptó la tipología descrita, en la que las dos pilas principales son marcadamente fuertes para hacer frente a los condicionantes de estabilidad longitudinal. De esta forma, además, la ejecución de las obras puede contar con la total capacidad de la pila frente a los desequilibrios de montaje, sin necesidad de establecer muertos ni anclajes provisionales de ningún tipo.

En dirección transversal, el tablero se apoya en forma articulada en las seis pilas, cuatro laterales y dos centrales, permitiendo la transferencia de las acciones de viento en proporción a las rigideces del conjunto tablero-pilas.

La solución de atirantamiento en doble capa, una a cada lado de la calzada, viene determinada por el intento de emplear una solución de construcción prefabricada, consistente en la disposición de dos vigas cajón situadas en las zonas próximas a los bordes del tablero, de forma que los ejes longitudinales de las mismas coincidan con los planos de cables, con lo que el sistema estructural de transferencia de las cargas de las zonas centrales del tablero resulta relativamente muy reducido, y puede ser abordado, asimismo, con una tipología de prefabricación de tipo básicamente ligero y de fácil puesta en obra (Figura 2.1.2).

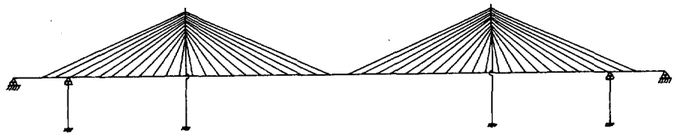


*Figura 2.1.1.*

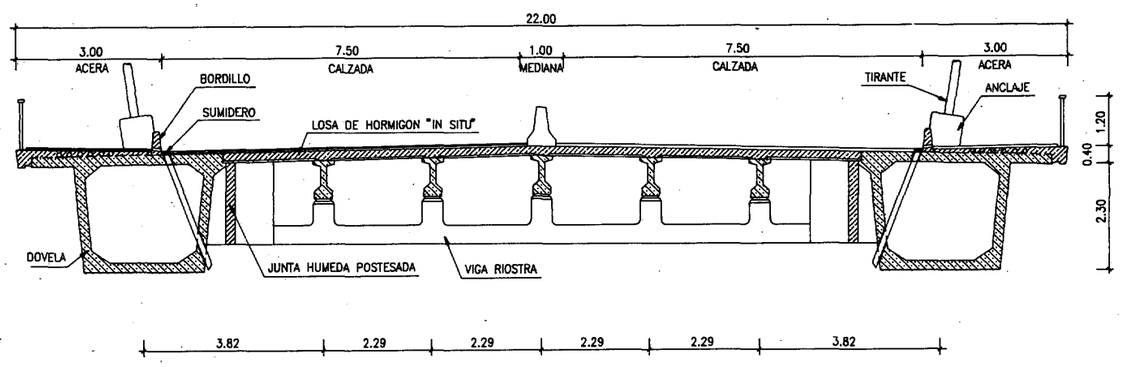
La figura adjunta ilustra adecuadamente el mecanismo estructural del tablero.

Por otra parte, las soluciones de doble familia de cables presentan una mejor respuesta frente a las solicitaciones de viento, sobre todo teniendo en cuenta que los tirantes no se encuentran en planos estrictamente verticales, sino que lo hacen en planos ligeramente inclinados hacia el interior del puente.

Así pues, la tipología constructiva elegida para el tablero establece de una manera muy definida la de los elementos principales de la estructura, cables y pilas, no sólo formalmente, sino en cuanto a criterios puramente estructurales y constructivos, elegidos a su vez inicialmente de forma de favorecer expresamente muchos de estos últimos aspectos.

Los tirantes se anclan en las pilas mediante anclajes regulables o activos, mientras que en el tablero lo hacen en el interior de las vigas cajón de forma fija o pasiva. Con esta disposición se reducen al mínimo las operaciones de anclaje de los cables en el tablero, facilitándose una ejecución con total garantía y seguridad. Por otra parte la incidencia visual de los bloques de anclaje de los tirantes en el tablero es muy pequeña y se manifiesta únicamente en reducidos macizos de anclaje en la separación calzada-aceras.

*Figura 2.1.2. Sección transversal.*

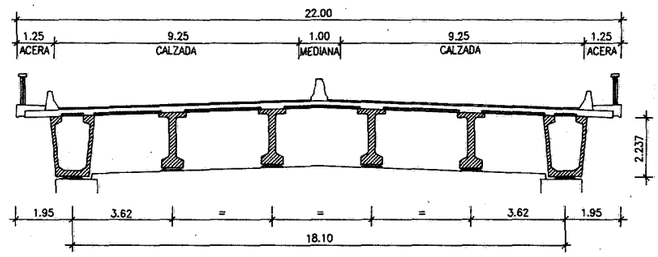




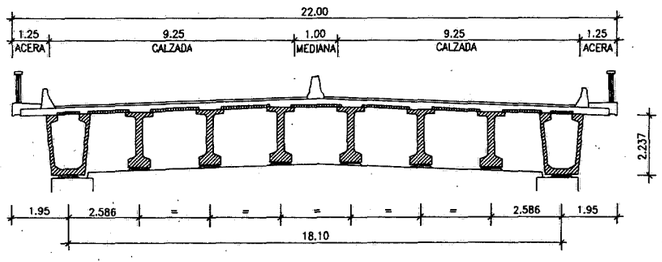

**El sistema de prefabricación permite ejecutar este tipo de tableros en factorías fijas.**

La separación de anclajes en el tablero es de 12 m. y representa un valor ligeramente superior a los adoptados en los sistemas realizados «in situ», pero perfectamente acorde con las características de las piezas-cajón del dintel en cuanto a su tipología, pesos máximos de transporte y minimización del número de puntos de anclaje, manteniéndose dentro de las capacidades de tirantes que permiten las unidades de anclaje standard. Esta mayor separación permite a su vez reducir el número de anclajes en pila facilitando las operaciones y permitiendo lograr puntos de anclaje más elevados para iguales alturas de fustes, lo que redunda en mejor condicionamiento del conjunto; y en el plano visual permite una mejor lectura y comprensión del sistema desde ángulos diagonales, sin llegar al excesivo confusionismo en las perspectivas por la proliferación del número de cruces de cables.

*Figura 2.2.1. Sección transversal en viaductos de acceso. Vanos de 42 y 46 metros.*




SECCION TRANSVERSAL EN VANO DE 42 M.




SECCION TRANSVERSAL EN VANO DE 46 M.

Ante la conocida disyuntiva de disposición de los cables en arpa o abanico se ha optado por la solución de abanico corregido que intenta aprovechar al máximo las ventajas de ambas soluciones; por una parte la mayor eficacia del atirantamiento y menor altura de pila de la solución abanico y por otra la sencillez de anclaje de los cables y la belleza y armonía de la solución arpa.

La disposición adoptada para los cables sin que se produzca apoyo del tablero en el travesaño de la pila, logra evitar la aparición de momentos negativos importantes en dicha zona, como los que se presentan en una viga sobre apoyos elásticos ante la presencia de un «punto duro», como sería dicho apoyo.

La disposición y distribución del atirantamiento de los vanos laterales, compensadores del central, se efectúa junto con la acción de anclaje del tablero a las pilas intermedias. Esto permite lograr que los valores negativos de las flexiones del tablero en dicha zona alcancen valores no muy diferentes de los máximos en el centro del vano principal, con lo cual la sección de las vigas cajón puede mantenerse prácticamente constante a lo largo de toda la estructura.

La altura de la pila por encima del tablero presenta una relación respecto a la luz del vano central de valor L/H = 4,5 que resulta muy favorable para lograr un atirantamiento de gran eficacia que requiera exclusivamente los anclajes standard ya mencionados.

El sistema constituido por el conjunto de las seis pilas y el tablero del tramo atirantado está coaccionado en dirección longitudinal exclusivamente por las pilas principales de gran rigidez, y queda separado de los accesos mediante juntas de dilatación capaces de absorber los movimientos térmicos alternativos y las deformaciones diferidas de acortamiento de fluencia y retracción. En las pilas principales se disponen topes amortiguadores limitadores del movimiento antedicho para el caso de movimientos adicionales de tipo sísmico, de forma que en caso de presentarse, no se producirían movimientos longitudinales excesivos de bamboleo del tablero.

La sección transversal del tablero obedece, como ha quedado dicho, a las ideas fundamentales citadas; lograr la prefabricación de los elementos principales y secundarios del tablero, de forma de alcanzar una gran rapidez de ejecución y garantía de calidad de los elementos fundamentales, combinada con la máxima sencillez constructiva.

Para ello, juntamente con las dos vigas cajón longitudinales sustentadas por los tirantes, se disponen vigas riostras prefabricadas que unen ambas en todos los puntos de anclaje, y que se conectan mediante pretensado a dichos cajones, logrando un nudo rígido entre ambos sistemas. Estas riostras reciben, asimismo, por ambos lados las vigas longitudinales ligeras, simplemente apoyadas, que constituyen la estructura resistente central del tablero; y sobre ellas se disponen placas prefabricadas semirresistentes que reciben la losa de hormigón in situ que formaliza la cara superior del tablero y que se realiza y trabaja de modo continuo, solidarizando adecuadamente todos los elementos prefabricados del conjunto.

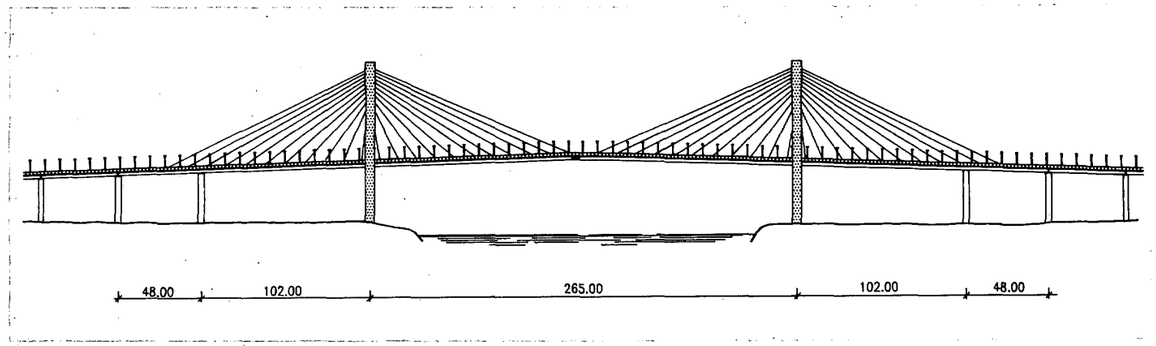



*Figura 2.2.2. Alzado.*

## 2.2. Viaductos de acceso

Los accesos a ambos lados del tramo atirantado se han resuelto mediante sendas estructuras de múltiples vanos biapoyados, cuyas luces más significativas son 42 m. y 46 m. Las estructuras de acceso tienen 512 m. de longitud por un lado de la Dársena del Guadalquivir, y 941 m. por el otro. En ambos casos la anchura total de la plataforma, constituida por el tablero, es de 22 m., igual que en el tramo atirantado (Fig. 2.2.1).

En el lado Norte de la Dársena del Guadalquivir la rampa de acceso es muy larga (941 m.). Ello ha motivado que se divida en dos partes. En la primera, adyacente al tramo atirantado, se mantiene el canto del tablero igual al del tramo atirantado, y las luces de 42 m. y 46 m. son idénticas a las de la rampa de acceso del lado Sur. De este modo se crea una unidad formal, prácticamente simétrica con relación a la Dársena, compuesta por el tramo atirantado y las rampas de acceso de luces 42 m. y 46 m. a ambos lados de la Dársena, que adquiere el carácter de estructura principal (Fig. 2.2.2).

La segunda parte del acceso del lado Norte se separa de la primera mediante un falso estribo (vacío de Tierras) cuya misión, además de dar apoyo a los vanos adyacentes a él, es diferenciar claramente la estructura principal de la secundaria. La estructura secundaria ajusta las luces de sus vanos (desde 22 m. a 32 m.) a criterios funcionales (paso de carretera, de ferrocarril y posible tráfico en la zona portuaria) y económicas (Fig. 2.2.3).

Tipológicamente los tableros son estructuras isostáticas, apoyadas sobre pórticos formados por dos pilas verticales y el dintel horizontal.

Las juntas de calzada se sitúan cada cuatro vanos tanto en la zona de luces 42 m. y 46 m., como en las zonas de luces variables desde 22 m. a 37 m. Para ello se establece continuidad entre las losas de los diversos vanos entre cada dos juntas sucesivas.

Los pórticos de apoyo son estructuras hiperestáticas de nudos rígidos, con empotramiento de las pilas en la cimentación.

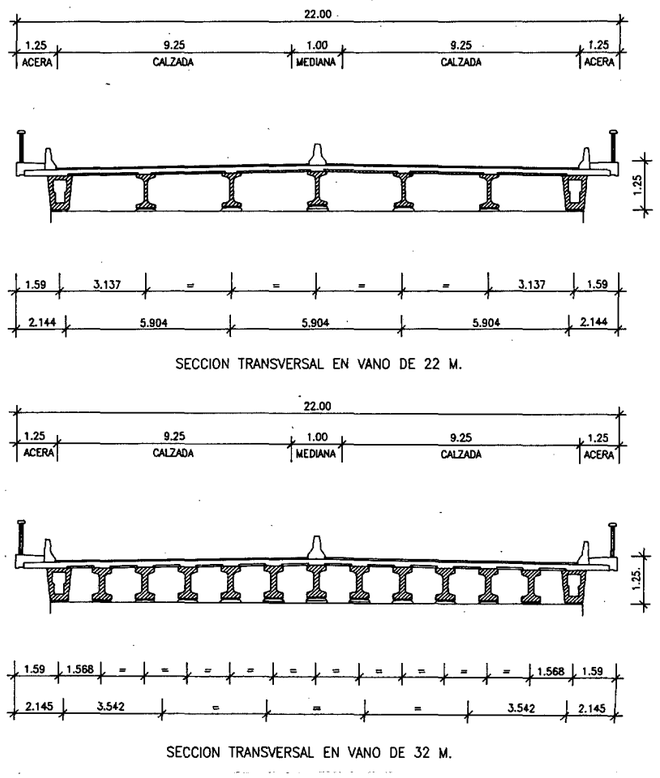
Las acciones horizontales y verticales sobre el tablero se transmiten a los pórticos de apoyo mediante los aparatos de apoyo de neopreno zunchado, provistas de cuñas metálicas para dar la pendiente longitudinal de las rampas.

## 3. CIMENTACION

### 3.1. Naturaleza del terreno

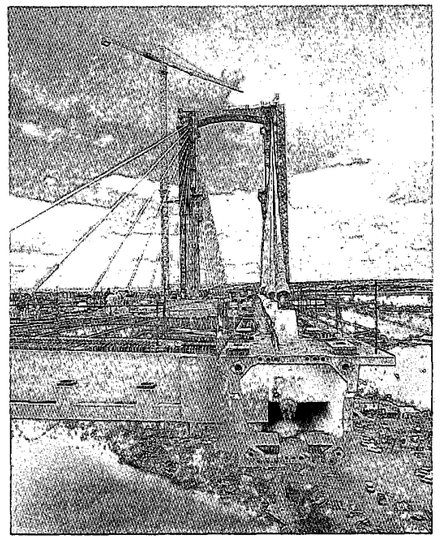
El subsuelo de todo el área urbana de Sevilla está formado por un potente substrato de arcillas margosas tortonienses (Mioceno), de formación marina, conocidas localmente como «margas azules», aludiendo tanto a la presencia de carbonatos como a su color gris azulado. Sobre esta base se apoyan los materiales producto de la aportación del río.

*Figura 2.2.3. Sección transversal en viaductos de acceso. Vanos de 22 y 32 metros.*






*Frente de avance de dovelas y riostras prefabricadas.*



En el emplazamiento del puente, existe un primer nivel de rellenos artificiales de hasta 3-4 m. de espesor, seguido por un segundo nivel de arcillas marrones de consistencia media, de unos 5,0-6,0 m. de potencia. A continuación de éstas se detecta un tercer nivel de arcillas grises de consistencia blanda de 6,0 a 7,0 m. de espesor y posteriormente hay un nivel de transición de arcillas con arenas de consistencia firme del orden de 1,0 m. de potencia que tienen debajo un nivel de arenas y gravas, muy densas, cuyo espesor en la zona del puente es de 5,0 a 7,0 m. Este nivel de arenas y gravas es el que se ha escogido como soporte de la cimentación. Más abajo, se encuentra la marga azul, a unos 3,0 m. bajo la cota de apoyo (Figura 3.1.1).

Se ha prestado especial atención al reconocimiento de las gravas y al de la marga azul, en especial al contacto entre ambas formaciones. No se han detectado zonas blandas en este contacto, aunque sí una ligera disminución de resistencia. De un total de 56 ensayos, el valor medio de la resistencia a compresión simple de la marga azul es de $q_u = 5{,}3$ Kp/cm$^2$. Si de estos valores se separan los resultados obtenidos en los tres primeros metros se obtiene $q_u = 4{,}2$ Kp/cm$^2$ y 5,5 Kp/cm$^2$ en el resto de los valores.

### 3.2. Cimentación

La cimentación de toda la estructura se ha resuelto mediante elementos portantes de 2,50 × 0,80 m. excavados con empleo de lodos bentoníticos, dispuestos en grupo en función de la carga y geometría de los distintos tipos de pilas, empotrándose en el estrato de gravas y arenas que hay sobre la marga azul.

En la pila principal de la margen izquierda (pila 14), la cimentación de cada fuste está constituida por sendos grupos de 30 pantallas de 16 m. de profundidad bajo encepados de 4 m. de canto, arriostrados entre sí. La cimentación de la pila principal de la margen derecha (pila 15) es análoga, aunque en este caso los grupos eran de 42

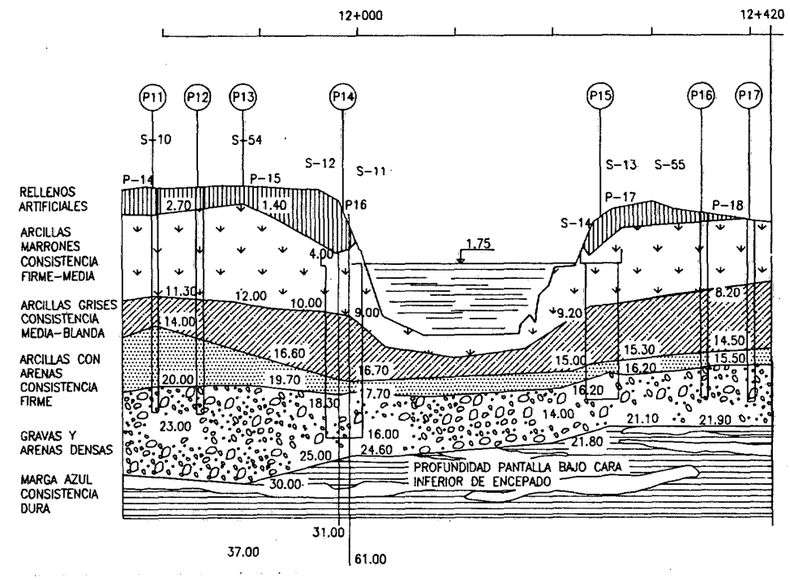
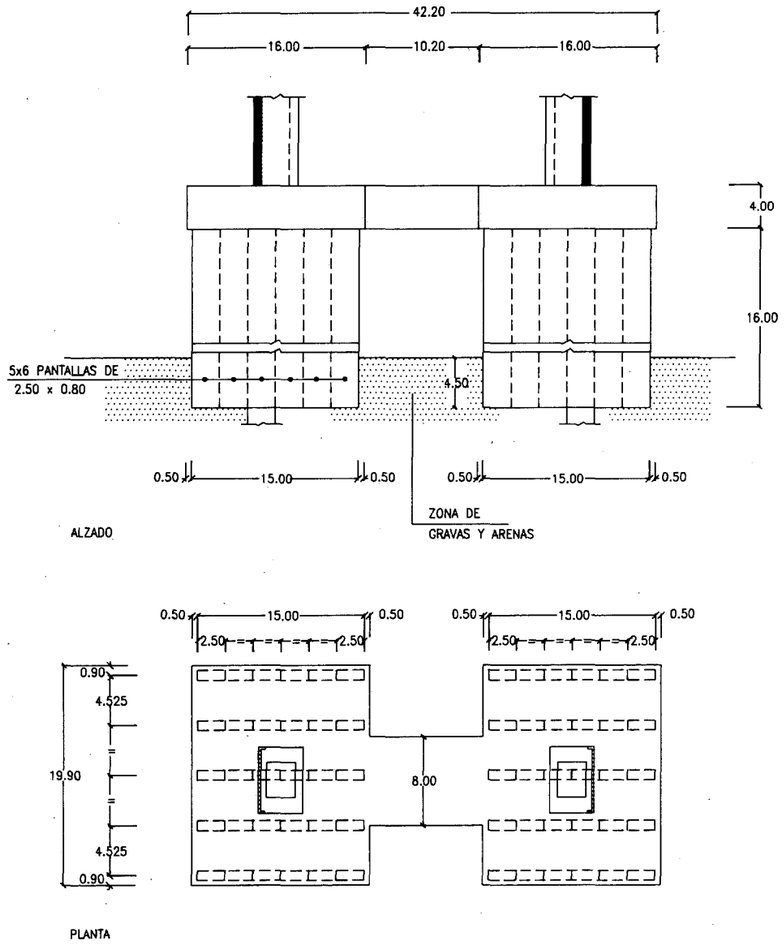



*Figura 3.1.1.*

*Figura 3.2.1.*




pantallas de 14 m. de profundidad bajo encepado (Figura 3.2.1).

Los elementos portantes se han comprobado tanto considerando su trabajo individual (con cargas de trabajo reducidas, entre 16 y 21 Kg/cm$^2$)como el de efecto grupo, considerando el conjunto como un gran pozo o cajón apoyado en el sustrato de gravas, el cual reparte la carga sobre la marga azul. Las tensiones de trabajo del conjunto de la cimentación eran del orden de los 2,2 a 4,4 Kp/cm$^2$ en el estrato de gravas y de 1,4 a 2,5 Kp/cm$^2$ en el techo de la marga, según las hipótesis de reparto de tensiones que se considerasen.

Se evaluaron los módulos del terreno de deformabilidad vertical, horizontal y coacción al giro del conjunto de la cimentación. Estos módulos se incluyeron en el análisis de la interrelación suelo-estructura, contemplando tanto el sentido transversal, con el efecto de los fustes y riostras, como en sentido longitudinal, con las coacciones en cabeza de pila producidas por el sistema de cables.

Para el cálculo de asientos se estimaron unos módulos de elasticidad de 1.000 Kp/cm$^2$ en las gravas y de 500 Kp/cm$^2$ en la marga (valor que tenía en cuenta la zona más alterada del contacto). En la situación previa al cierre del tablero y descontando el peso del encepado, los valores de los asientos calculados en la pila 15 (la más desfavorable) resultaban ser de 25-32 mm.

Durante la ejecución de la cimentación se midieron los asientos a partir de la terminación de



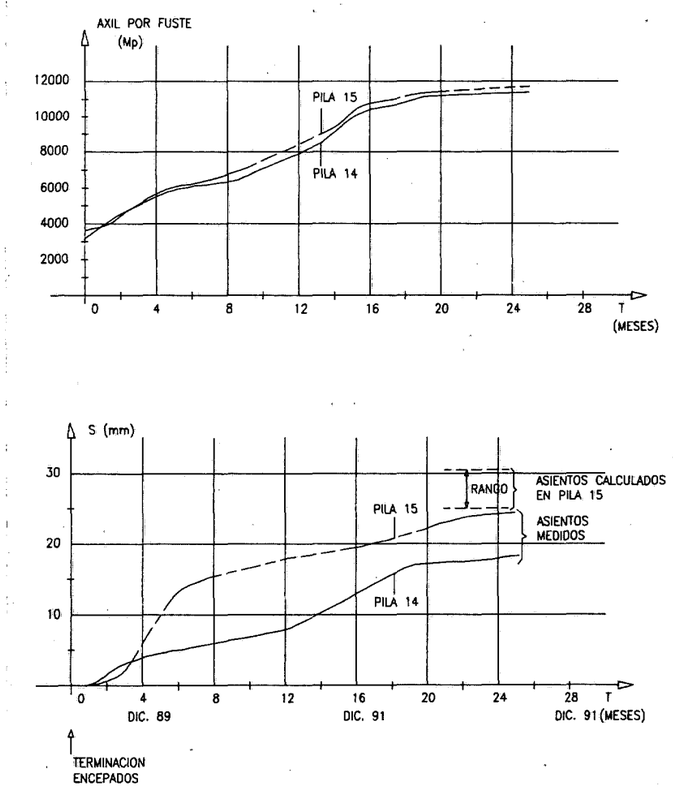



*Figura 3.2.2. Diagramas. Cargas-Tiempos y Asientos-Tiempos.*

los encepados. Los valores obtenidos al final de la construcción fueron de 18 mm. en la pila 14 y de 25 mm. en la pila 15, valor que concordaba muy bien con el calculado (Figura 3.2.2).

### 3.3. Ejecución

Con objeto de garantizar una adecuada transmisión de cargas de las pantallas a las gravas y evitar el efecto del aflojamiento producido por la excavación, se realizó un lavado e inyección de la punta de las pantallas, para lo cual se dejaron dispuestos unos tubos en cada uno de los módulos.

La cimentación ejecutada permitió utilizar un número elevado de equipos de trabajo, con una gran rapidez de ejecución al no superar los elementos portantes los 20 m. de profundidad. Siendo la ejecución de pantallas en Sevilla un sistema habitual de cimentación, se garantizaban así los resultados y rendimientos. De hecho, con 4 equipos de trabajo (2 por pila) la ejecución de la cimentación de las pilas principales duró menos de 2 meses.

## 4 PILAS PRINCIPALES

Las pilas principales del tramo atirantado constituyen básicamente la imagen de singularidad del puente confiriéndole su carácter de monumentalidad, a través de su gran expresividad formal, cromática y simbólica.

Cada una de las pilas se ha proyectado como un pórtico formado por dos fustes verticales de sección rectangular hueca de dimensiones exteriores de 6 x 4,50 m. y 102 m. de altura sobre el plano de apoyo, separados 22,2 m. entre sí y 26,2 m. entre ejes, con tabiques de espesores variables entre 1,20 y 0,60 m. En las zonas de anclaje de los tirantes estos fustes se macizan y son atravesados por aquéllos. Los dos fustes se unen entre sí mediante dos piezas transversales:

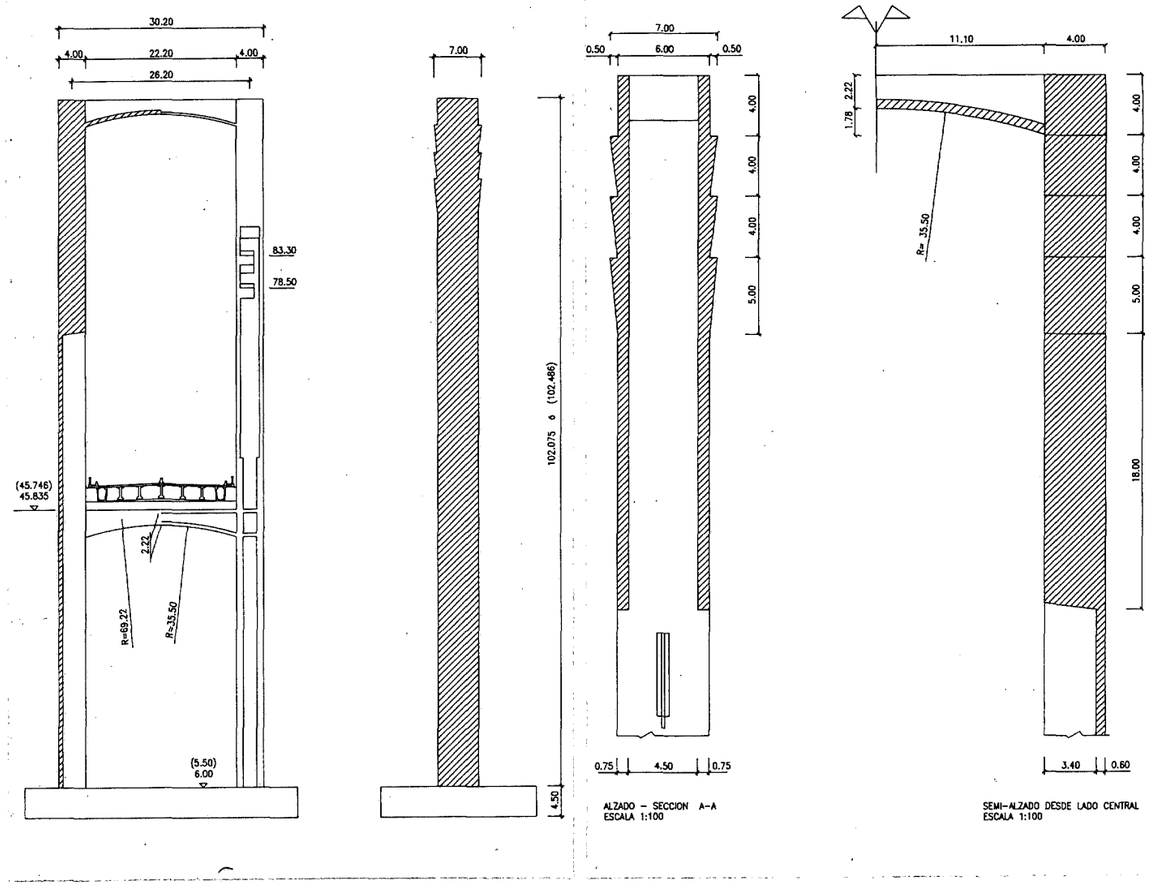
- Un travesaño intermedio dispuesto a unos 40 m. de altura, situado inmediatamente por debajo del tablero, pero sin contacto con el mismo, salvo en las primeras fases de ejecución.
- Un dintel de coronación que remata el conjunto.

Estas dos piezas presentan cantos variables entre 2,2 y 4 m., con su borde inferior en forma de arco circular muy rebajado y borde superior horizontal; y un ancho constante de 4,50 m., menor que los 6 m. de la anchura de los fustes, de manera que su presencia queda remetida ligeramente y su importancia visual se reduce respecto a los fustes.

El diseño de las pilas presenta como aspecto creativo fundamental, que se transmite al carácter y expresividad de la obra total del puente, la utilización del empleo exterior de acero de alta resistencia a la corrosión, tipo CORTEN, en ciertas zonas de las pilas elegidas cuidadosamente, para constituir piezas mixtas de hormigón y acero estructural. La situación y disposición de estos elementos de acero responden a una idea global con el objetivo, entre otros, de introducir el color siena obscuro y la textura superficial característica de este material, para lograr una profunda singularidad visual de estos elementos. Una vez definida su posición, se completó el estudio aprovechando la total capacidad resistente y constructiva de este material, logrando que su presencia quede vinculada de manera total e íntima con la del hormigón armado, para dar lugar a un sistema netamente estructural.

Así, en las zonas verticales sin cables se sitúa solo en las caras exteriores, con estrechas platabandas de borde situadas en las caras adyacentes permitiendo muy favorables condiciones de rigidización, conexión con el hormigón y montaje. En las zonas de anclajes, por el contrario, encierra prácticamente todo el contorno a excepción de la franja que recibe el dintel superior, en la cual se mantiene la visión del hormigón para establecer la máxima interacción estructural y visual de los dos materiales.

El dintel superior está constituido también como una pieza mixta, situándose el acero estructural en su cara inferior arqueada, y en dos bandas de borde que suben ligeramente por las caras laterales y permiten su unión, tanto visual como estructural con el acero de los fustes (Fig. 4.1).




Todo este sistema, se completa con la adaptación de unos elementos, también de acero CORTEN destinados a la creación de unos dentados o almenados superiores en las caras laterales, en la zona de inserción de los tirantes, para lograr la ruptura y vibración de estas grandes superficies, e incorporar un factor simbólico, al remate de estas grandes piezas; a la vez que permite la eliminación de la presencia de los perturbadores conos de anclaje de los tirantes, logrando que la entrada de los mismos en el fuste se perciba limpia y con una máxima simplicidad (Fig. 4.2).

La inclusión de las pletinas de borde en todas las superficies de acero estructural, para evitar —a modo de canalones— la caída del agua sobre las superficies de hormigón, determina una rotundidad adicional de la pila por la nitidez de las sombras delimitadoras que produce.

La potencia de las pilas, por sus dimensiones y cromatismo, reflejan netamente el carácter no sólo sustentante de las acciones verticales del tramo principal atirantado, sino que detallan claramente su total respuesta frente a todos los componentes horizontales de viento o eventual sismo, permitiendo que la continuidad de este tramo en los accesos sea prácticamente continua, sin necesidad de incorporar grandes macizos, grupos de cables especiales de retenida, etc.; dando lugar a la óptima integración entre el sistema atirantado y sus accesos, en una imagen de continuidad y unidad.

El estudio de las pilas incluye además de las acciones globales transferidas por el tramo atirantado, las acciones producidas por un incremento térmico de ± 13,8°C en el conjunto y un gradiente de 3,3°C/m. de canto en sus diversas piezas.

El análisis de segundo orden, para controlar la estabilidad del conjunto y la local de cada una de sus piezas frente al pandeo, determinó en la dirección longitudinal del puente longitudes ideales de pandeo de valor $L_k$ = 150 m., lo cual equivale a una altura ideal próxima al 95 % de la existente entre la base de los fustes y el anclaje de los tirantes inferiores. Transversalmente, tanto el fuste inferior como el superior presentan como luces de pandeo prácticamente las luces ideales de dichas piezas.

***A la izquierda. Figura 4.1. Pilar principal. A la derecha. Figura 4.2. Dintel superior pila principal.***



**El ritmo de avance del tablero fue de 48 metros a la semana.**

Todo el estudio de las piezas de la pila se efectuó mediante el criterio de la columna modelo preconizado por el CEB, considerando inicialmente para el dimensionamiento combinado de las armaduras, acero estructural y hormigón, los diagramas momentos-curvaturas en flexión recta y su combinación esviada mediante el criterio simplificado de interacción reducida mediante diagrama lineal.

Una vez definidas las secciones de armaduras y chapas de las piezas se efectuaron controles ajustados esviados de las piezas determinando los diagramas Momento-Curvatura en el plano real de flexión esviada, lo que permitió obtener factores ligeramente reductores de las cuantías inicialmente deducidas.

En las zonas superiores en las que se produce la inserción de los tirantes, el sistema metálico de acero estructural se combina con armaduras de cierre en la cara abierta sin acero estructural, para recoger, junto con los esfuerzos anteriormente mencionados, la torsión producida por las dos familias de tirantes que se cruzan en dicha zona.

Las órdenes de magnitud de los esfuerzos mayorados máximos en base de pilas fueron:

I) $M_d$ (longitudinal) = 41.500 mt.
   $M'_d$ (transversal) = 7.000 mt.
II) $M_d$ = 24.600 mt.
   $M'_d$ = 13.000 mt.

con esfuerzos axiles concomitantes $N_d$ del orden de 14.000 y 14.500 t., respectivamente.

Los torsores máximos mayorados en la zona superior de los fustes presentan valores máximos del orden $T_d$ = 6.000 mt. con variación muy rápida en la zona de tirantes.

La ejecución de las pilas se llevó a cabo mediante la colocación inicial de los paneles de acero estructural mediante posicionamiento dirigido por bulones y llaves de guiado, y atornillado de fijación. Seguidamente se procedía al soldeo de la unión entre paneles desde el borde exterior con chapa dorsal, y a la colocación de los módulos de ferralla completamente preparados en gálibos de armado y a la colocación del encofrado de cierre en las caras no provistas de acero estructural.

Las superficies de acero estructural se analizaron bajo las solicitaciones no sólo de carácter resistente en la fase de piezas mixtas, sino en las fases de hormigonado, limitando las deformaciones de los paneles y subpaneles bajo la presión de vibrado, de forma que no se presentaran condiciones visibles de bombeo o combadura visible en los mismos.

## 5. TIRANTES

Los tirantes, en un total de 88 unidades, están formados por cordones paralelos instalados dentro de una vaina doble de polietileno de alta densidad; posteriormente son inyectados con lechada de cemento. La longitud de los tirantes varía entre 25 y 145 m., y el número de cordones, de ø 0,6", entre 32 y 78 por tirante. El sistema de anclaje es por cuñas individuales y mazalota múltiple, inyectada posteriormente a la puesta en tensión de los tirantes.

La vaina interna es negra y con su espesor provee la resistencia necesaria para hacer frente a la presión derivada de la inyección de lechada; la externa es blanca, tiene funciones estéticas y es de menor espesor; refleja la energía calorífica solar en defensa de la lechada (Fig. 5.1).

El proceso de preparación y montaje de vainas, enfilado de cordones, bloqueo de cuñas, tesado y retesado (controlados mediante bandas extensométricas debidamente taradas, y con el sucesivo control de movimientos de los frentes de avance) aunque son maniobras básicas en el logro correcto de la obra, corresponden a operaciones sistemáticas y de carácter hoy en día muy bien conocido, que no requieren una especial exposición.

Pero lo que sí presenta como innovación constructiva digna de mención este puente, es el tipo de tratamiento exterior adoptado para las vainas de los tirantes. Las usuales soluciones de polietileno de alta densidad negras, han sido aquí completadas con la incorporación a estas últimas, de una cobertura adicional de polietileno de alta densidad blanco unido a la vaina interior mediante una operación de tratamiento térmico a modo de sellado o pegado total, que garantiza un comportamiento totalmente solidario debido a la igualdad de características mecánicas de ambos elementos. Ello permite, manteniendo las propiedades que el negro de humo implica de protección frente a las radiaciones ultravioleta, la inclusión de un aislamiento térmico adicional por la reflexión que el banco proporciona frente a la radiación solar. Pero sobre todo, proporciona a los tirantes una apariencia de textura y tonalidad altamente estética, que potencia en la forma ideal buscada la expresividad de estos elementos en el diálogo polifónico del conjunto del puente, a la par que ofrece a su visión nocturna una de las más atractivas posibilidades de contemplación de la obra.

## 6. TABLERO

### 6.1. Prefabricación

La prefabricación del tablero (2.017 m. de longitud por 22 m. de anchura) ha sido ejecutada por PACADAR, S.A. en sus fábricas de Madrid, Sevilla y Valencia.

El sistema de prefabricación desarrollado por PACADAR, S.A. y utilizado en la prefabricación del Puente del Centenario permite ejecutar este tipo de tableros en factorías fijas, auténticas fábricas donde aquello que es difícil ejecutar «in situ» se realiza sencillamente.

El tablero de la estructura atirantada está modulado en vanos de 12 m., coincidiendo con la reparación entre tirantes, y está dividido en cuatro tipos de piezas: dovelas, vigas riostra, vigas longitudinales y placas (Fig. 6.1.1).

Las dovelas constituyen las piezas fundamentales del tablero y se disponen en cada uno de los extremos de la sección transversal. Las vigas riostra son elementos transversales que unen las dovelas cada 12 m., coincidiendo con el punto en que el tablero es sustentado por cada uno de los tirantes. Dovelas y vigas riostras forman de esta manera el entramado básico del tablero.

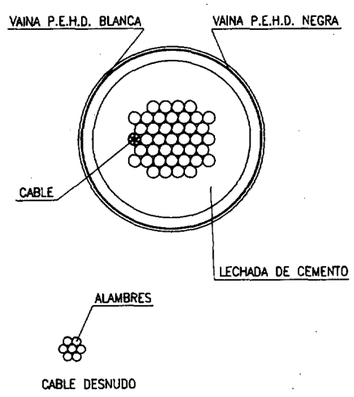
Apoyando sobre dos riostras consecutivas, se disponen las vigas longitudinales, como se haría en un tablero convencional de 12 m. de luz. En este caso el número de vigas longitudinales es de 5. Es decir, existen 5 vigas longitudinales separadas entre sí 2,29 m. y que, apoyándose en dos riostras contiguas, dividen la anchura libre entre dovelas en 6 huecos. Estos huecos se cubren con placas prefabricadas pretensadas que actúan como encofrado perdido y cuyo espesor es 4 cm.

Todo el conjunto se solidariza a través de una losa de hormigón armado ejecutada «in situ». El espesor de hormigón vertido «in situ» es de 16 cm. Tanto las dovelas como las vigas riostras y las vigas longitudinales llevan armaduras salientes que quedan alojadas en el interior de esta losa.

La unión entre dovelas es seca, sin aportación de hormigón «in situ», la interfase es resina epoxi y la armadura activa que une cada dovela a la anterior es el postesado.

La unión dovela-viga riostra también es postesada, si bien en este caso se hormigona, previamente al postesado, las pequeñas juntas existentes entre los extremos de la viga riostra y las paredes laterales de las dovelas. El hormigonado de estas juntas se realiza con hormigón de alta resistencia y sin retracción, y el postesado transversal se efectúa desde el interior de las propias dovelas. Para no obstaculizar el montaje, esta unión viga-riostra tiene una primera fase en la que se comporta como una rótula materializada por el apoyo directo de los perfiles metálicos que sobresalen en los extremos de la viga riostra con los perfiles metálicos que se dejan al efecto sobresaliendo de las paredes laterales de las dovelas.

*Figura 5.1. Tirante: sección transversal.*




La unión viga longitudinal-viga riostra es un simple apoyo que se materializa con el correspondiente aparato de neopreno.

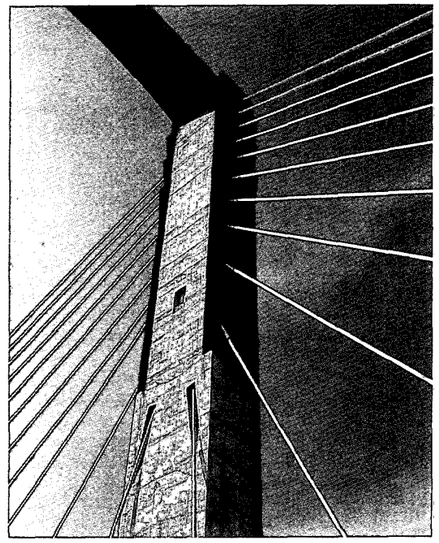
La continuidad del conjunto dovela-viga riostra-vigas longitudinales, se obtiene mediante las armaduras salientes de cada uno de estos elementos y el hormigón de la losa que a modo de capa de compresión se ejecuta «in situ».




*Figura 6.1.1. Prefabricación: esquema de elementos prefabricados en el tramo atirantado.*



*Cabeza de pila principal.*



La unión entre los tirantes y las dovelas se realiza directamente al montar el tirante ya que las dovelas llevan en su interior la zona correspondiente al anclaje del tirante totalmente terminada.

Las dovelas son vigas cajón de 2,50 m. de canto, 3,95 m. de anchura y longitudes de 7 m. y 5 m. alternativamente. Estas longitudes corresponden a la partición efectuada del módulo de 12 m. con objeto de equilibrar el peso de los dos tipos de dovelas y no superar las 80 Tn. de peso en ninguna de ellas. La dovela de 5 m. lleva en su interior la riostra transversal en la que se ancla el correspondiente tirante (Fig. 6.1.2).

El tipo de junta seca previsto entre dovelas exige que el hormigonado de cada una de ellas se realice contra la que le precede en la obra, según el orden de montaje establecido.

Para la prefabricación de las dovelas se ha dispuesto de dos líneas de fabricación dotadas, cada una de ellas, de un molde para dovelas de 7 m. y otro para dovelas de 5 m. El ritmo de fabricación es de 4 dovelas a la semana, lo que equivale a un tramo completo de 12 m. semanalmente (Fig. 6.1.3).

Los moldes utilizados son metálicos, siendo los exteriores fijos y los interiores móviles mediante un sistema de túneles articulados, con rodadura longitudinal.

El control dimensional de las dovelas, así como su alineación en planta, alzado y sección transversal, se ha referido a las partes fijas de los moldes, solera y paramentos exteriores, colocados y nivelados mediante riguroso control topográfico.

**La utilización de la prefabricación no empobrece la calidad estética, ya que ésta no depende del sistema de construcción empleado, sino del diseño del conjunto.**

La línea de fabricación de la ferralla, dotada de utillaje móvil para reproducir la geometría de cada dovela, ha permitido introducir en el molde la ferralla terminada y perfectamente posicionada.

Para el hormigonado se ha dipuesto un sistema de desplazamiento de las dovelas fabricadas mediante apoyos de neopreno-teflón, así como un sistema de posicionamiento de las mismas mediante empujadores hidráulicos y mecánicos, que aseguran, con el correspondiente control topográfico, la correcta alineación de las dovelas. Para que las dovelas se ajustaran al perfil longitudinal de la rasante, se actuaba sobre los apoyos de neopreno-teflón posicionándolos con la pendiente adecuada para cada dovela. Esta pendiente era variable en función de la posición de las dovelas con relación a la clave del puente.

La prefabricación de las dovelas ha permitido controlar, en el parque de productos terminados de la fábrica, el procedimiento de unión y el peso propio de todas las dovelas. Este control de pesos propios, prácticamente imposible de efectuar en una obra «in situ», es fundamental para el control geométrico de la estructura durante el proceso de construcción (Fig. 6.1.4).

La prefabricación también ha permitido instalar en fábrica la instrumentación necesaria para el control de la obra, con tiempo suficiente como para poder tarar las diversas medidas, a partir de las condiciones iniciales de la obra, antes de iniciar el montaje.

Las vigas riostra se han fabricado con un molde metálico cuyas caras laterales coinciden exactamente con la parte de la dovela a la que se unirán en obra. La sección utilizada es la de T invertida, para poder montar, entre cada dos vigas riostras, las vigas longitudinales.

La estructura complementaria entre vigas riostra cubre el vano de 12 m., como cualquier tablero prefabricado de la misma luz. De este modo gran parte del tablero se resuelve aplicando la técnica habitual de los tableros de vigas prefabricadas pretensadas, cuyas ventajas y rendimientos son por todos conocidos.

Para ello, las vigas longitudinales son vigas prefabricadas pretensadas, de sección doble T, de 0,82 m. de canto, entre las que se disponen placas prefabricadas pretensadas de 0,04 m. de canto.

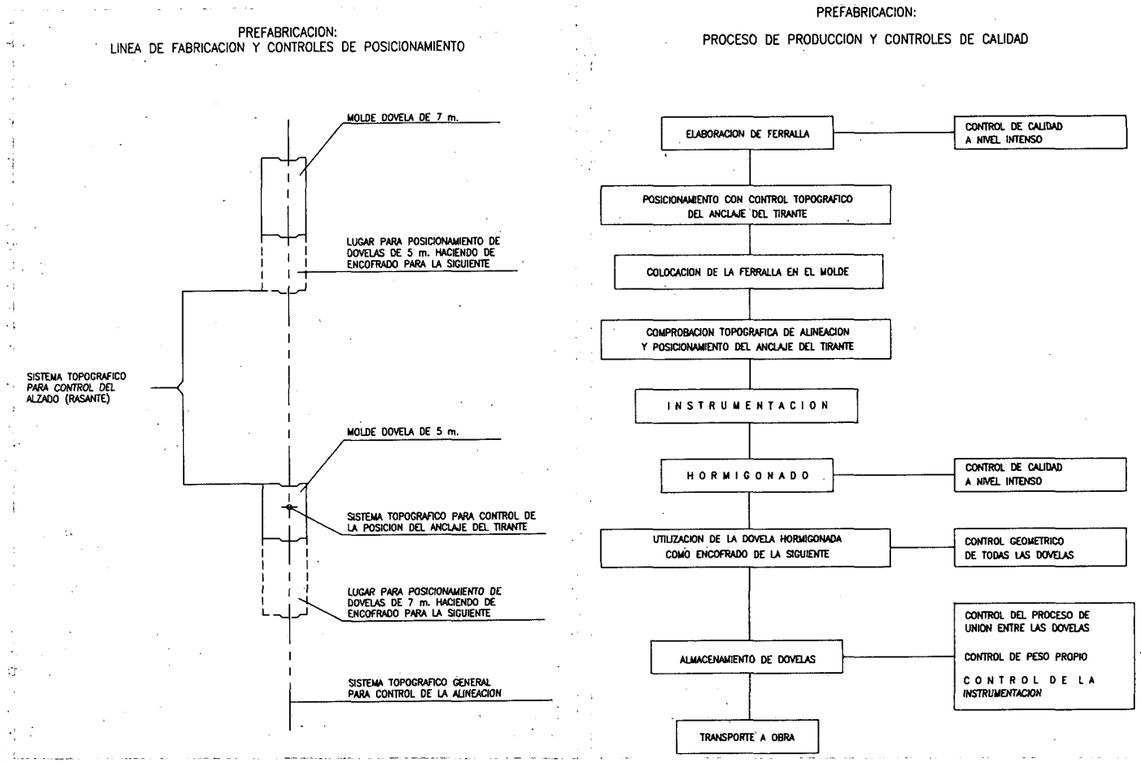
Las vigas longitudinales y las placas de encofrado perdido se fabrican en bancos de 180 m. de longitud, con lo cual, a pesar del gran número de piezas existentes en el tablero, se pueden fabricar al ritmo marcado por las dovelas.

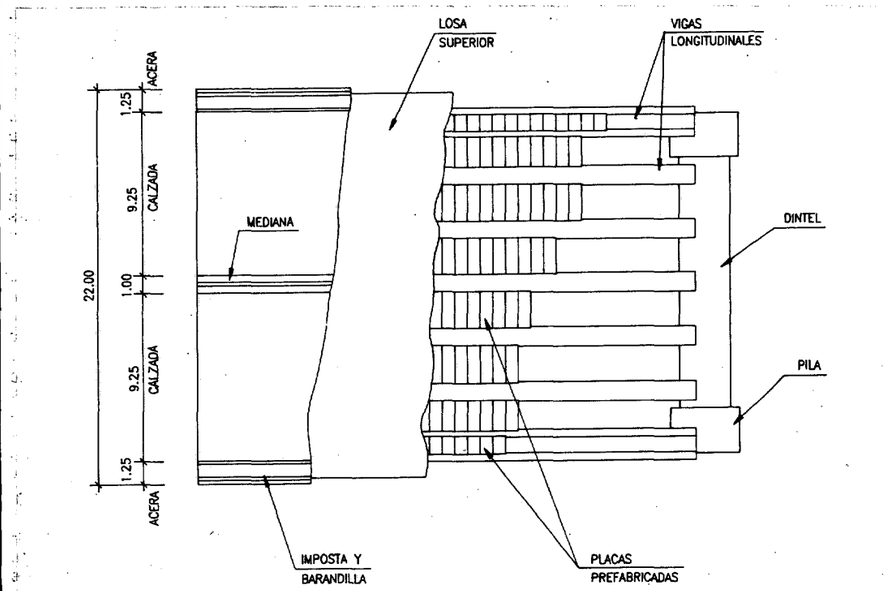
Para el transporte de las piezas hasta la obra se utilizan vehículos especiales tipo góndola para las dovelas, y vehículos normales para el resto de las piezas.

El sistema de prefabricación descrito facilitó que el ritmo de avance del tablero fuera de 48 m. a la semana.

La prefabricación de los tableros de las zonas de acceso se ha planteado en base a aprovechar la eficacia de las vigas de sección doble T en este tipo de estructuras. La solución de tablero con vigas doble T es la más económica y ofrece al observador situado bajo el tablero un techo artesonado similar al de la estructura airantada y coherente con las ideas básicas de este proyecto: belleza, sencillez, autenticidad y coste estricto (Fig. 6.1.5).

En este caso la pieza fundamental es la viga longitudinal con sección doble T, de canto 2,15 m. y dispuesta a reparaciones variables en función de la luz del vano a cubrir.

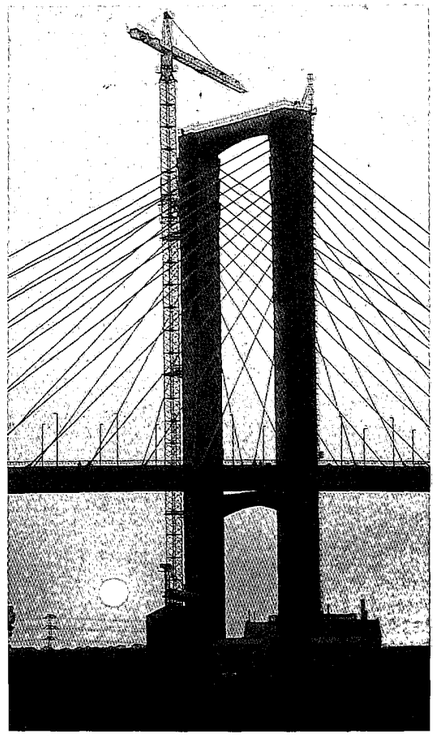



***A la izquierda. Figura 6.1.3.***
***A la derecha. Figura 6.1.4.***

***Figura 6.1.5.***
***Prefabricación: esquema de elementos prefabricados en los accesos.***





Como elemento de continuidad entre la estructura atirantada y los vanos de acceso se utilizó el paramento de las dovelas. Para ello los tableros de vigas de las zonas de acceso llevan una viga de borde a ambos lados. Esta viga de borde tiene igual canto que las dovelas (2,50 m.) e idéntica pendiente en su paramento lateral que es liso, de modo que su alzado es idéntico al de una dovela. Tipológicamente las vigas de borde son secciones cajón. El peso de estos elementos es de 120 Tn. para los vanos de 46 m. de luz.

Para reforzar la continuidad visual de los tableros, la dovelas y vigas de borde se pintaron en la fábrica, de modo que a pesar de ser fabricadas con técnicas de vibración distintos, presentan al observador paramentos idénticos.

Con todo ello, el puente adquiere el carácter de obra excepcional, de gran calidad estética, poniendo de manifiesto que la utilización de la prefabricación y las secciones resistentes habitualmente utilizadas, vigas doble T y cajón, no vulgariza ni empobrece la calidad estética de la obra, ya que ésta no depende del sistema de construcción empleada, sino del diseño del conjunto. No depende del uso de costosos y complicados elementos resistentes, sino de la armonía conseguida entre los elementos que determinan la imagen de la obra.

**El Puente del Centenario es un hito en el avance de la prefabricación en los puentes de gran luz.**

El Puente del Centenario es un hito en el avance de la prefabricación de los puentes de gran luz y confirma las posibilidades del sistema de prefabricación empleado, auténtico sistema de construcción abierto, flexible, rápido, económico, eficaz, capaz de determinar «a priori» el precio cierto de la obra, y de ofrecer la calidad necesaria para construir puentes de gran dignidad estética.

## 6.2. Proceso de montaje

La construcción del tablero se comienza desde las dos pilas principales con el montaje de la dovela inicial a partir del apoyo que ofrecen sus travesaños intermedios. Mediante un sistema de cosido de la dovela inicial al travesaño se produce un empotramiento de la misma que permite el montaje en voladizo a ambos lados de la pila. De este modo, con el montaje de la viga cajón, la colocación de riostras y vigas longitudinales y el hormigonado de la losa de compresión se completa una plataforma de unos 16 m. de longitud que queda dispuesta para la instalación de la primera pareja de tirantes de cada vano. Una vez efectuada la puesta en carga de los 4 tirantes se libera el empotramiento del tablero en la pila quedando simplemente bloqueado a efectos de desplazamientos horizontales, tanto transversales como longitudinales.

La colocación de la primera dovela requiere conocer exactamente su posición en cota y pendiente, con objeto de que al finalizar el proceso de montaje de toda la estructura, y teniendo en cuenta las sucesivas acciones y movimientos verticales que se producen, quede en posición adecuada.

A partir de este momento inicial se inicia el proceso sistemático de construcción del módulo tipo de tablero de 12 m. de longitud a cada lado de la pila y la colocación de dos nuevas parejas de tirantes.

En cada módulo de 12 m., las vigas cajón se montan en piezas de 7 y 5 m. de longitud, con objeto de equilibrar sus pesos y optimizar los medios de montaje. Por este motivo los dispositivos de anclaje de los tirantes y de conexión con las vigas riostras transversales se disponen en las piezas de 5 m.

En este proceso las vigas cajón se conectan provisionalmente mediante cables exteriores de pretensado que se sustituyen posteriormente por pretensado interior adherente.

El montaje de las vigas cajón, que se realiza con grúa desde tierra en los vanos laterales o desde pontona en el vano central, se efectúa de modo alternativo, una dovela en cada vuelo y lado del tablero de modo que en ningún caso haya más de una pieza que desequilibre la pila longitudinalmente, o el tablero transversalmente.

Este proceso alternativo de montaje, resulta conveniente para la pila con objeto de no someterla a esfuerzos innecesarios, pero es imprescindible para el buen funcionamiento del tablero. En efecto, a medida que progresa la construcción del tablero y aumenta la longitud del voladizo crecen las flechas que se producen en el montaje de cada pieza. Este proceso produce diferencias de flechas importantes entre los extremos del mismo voladizo cada vez que se monta una pieza de las vigas cajón, diferencias que se anulan al montar

la pieza gemela. Estas diferencias de flechas alcanzan valores elevados en el extremo del voladizo en construcción y disminuyen rápidamente hasta reducirse a valores relativamente pequeños a unos 30 m. del extremo volado. Con objeto de evitar que esta asimetría transversal en el montaje produzca esfuerzos elevados en las riostras transversales y en la propia losa del tablero se ha desfasado la conexión rígida de las riostras a las vigas cajón y el hormigonado de la losa un par de dovelas. De este modo los cajones, extremos del voladizo flectan libremente y sólo se encuentran transversalmente unidos por riostras y losas en aquellas zonas suficientemente alejadas del frente de montaje, donde las flechas diferenciales entre ambos voladizos son reducidas.

El esquema de la figura adjunta ilusta adecuadamente el fenómeno descrito (Fig. 6.2.1).

Este fenómeno apenas tiene efecto en el montaje de las cuatro primeras dovelas, por la que el proceso de montaje se ajusta para alcanzar el desfase citado a partir de la quinta dovela. El montaje a cada lado de la pila principal de las dovelas enésimas (n) del vano central y lateral, supone la construcción de dos módulos de 12 m. (24 m. en total) que se realiza en el plazo de una semana. El proceso realizado de modo idéntico y simultáneo a partir de ambas pilas principales supone la construcción semanal de 48 m. de tablero de puente atirantado.

El montaje de una dovela en cada lado de una pila principal se realiza según las operaciones siguientes:

— Montaje de la dovela N en vano central
— Montaje de la dovela N en vano lateral

1. Montaje en vano central de módulos de viga cajón de 7 m. de longitud.
2. Montaje en vano lateral de módulos de viga cajón de 7 m. de longitud.
3. Montaje en vano central de módulos de viga cajón de 5 m. de longitud.
4. Montaje en vano lateral de módulos de viga cajón de 5 m. de longitud.
5. Montaje de riostras en extremo de dovelas en vano central y lateral.
6. Montaje de viguetas y placas de encofrado en ambas dovelas.
7. Colocación y tesado de tirantes en extemo de dovela N en vano central y lateral.
8. Conexión de riostra y hormigonado de losa en las dovelas N-2.
9. Retesado de las parejas de tirantes en las dovelas N-3 del vano central y lateral.

El proceso, que se repite cíclicamente hasta llegar a clave ha supuesto en cada operación un control exhaustivo de las flechas y deformaciones del tablero ajustadas en cada caso en función de las condiciones térmicas ambientales.

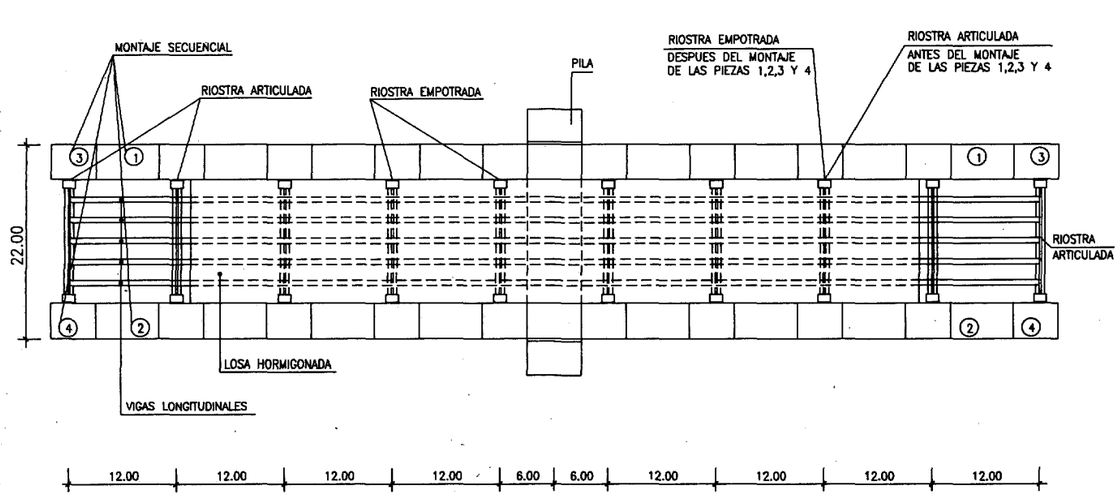



*Figura 6.2.1.*



**La construcción de un puente atirantado requiere en todo momento un perfecto conocimiento de la situación tensional en que se encuentra la estructura.**

El proceso se ha desarrollado montando siempre por delante la dovela del vano central con objeto de poder colocar con facilidad la dovela que se sitúa sobre la pila lateral. A partir de este momento el orden se ha invertido, a fin de garantizar el apoyo del tablero en la pila lateral lo que mejora extraordinariamente el estado de solicitaciones sobre la pila principal.

El cierre de clave se ha realizado con una dovela de 9 m. de longitud. El dispositivo de cierre se efectúa mediante una estructura metálica apoyada en ambos voladizos capaz, mediante un sistema de gastos y balancín de corregir posibles diferencias de flechas en los voladizos de hasta 10 cm. Con objeto de reducir los esfuerzos que generan en las pilas los efectos de fluencia y retracción del tablero se efectuó una apertura del puente en clave mediante gatos de unos 15 cm.

El proceso de ejecución se ha desarrollado de manera que la puesta en carga de los tirantes se ha efectuado en todos los casos en sólo dos operaciones.

En la primera, la de instalación del tirante, la puesta en carga se ha efectuado cordón a cordón mediante un gato alevín. A estos efectos se estudió un programa de tesado que permitía dar a cada cordón el esfuerzo necesario para que, en función de la rigidez del tirante y la de la estructura, todos los cordones del tirante quedaran al finalizar la operación con la misma carga. En cada voladizo el tesado de los tirantes homólogos se realizó de modo simultáneo. Esta operación se controlaba exhaustivamente a través de los manómetros de los gatos y de las flechas del tablero, adecuadamente homogeneizadas en función de las condiciones térmicas de la estructura.

El retesado de los tirantes se efectuó con el gato G-1000 con ajuste de alargamientos y cargas en manómetros y reglaje con rosca en anclajes.

Con objeto de reducir en los posible las incidencias térmicas, y la necesaria corrección en los esfuerzos de puesta en tensión inicial de los tirantes, su proceso de montaje se ha realizado por las noches a lo largo de toda la obra.

### 6.3. Análisis aerodinámico

Dada la importancia de la obra se consideró necesario realizar un control analítico que permitiera estimar las velocidades críticas del viento para las que aparecen problemas de inestabilidad aeroelástica del tablero.

Para ello se procedió a la obtención de los modos naturales de vibración, y de las frecuencias propias correspondientes, mediante un análisis dinámico tridimensional que reflejara con toda precisión las diferentes rigideces y masas puestas en juego, según el modelo espacial que sirvió asimismo para obtener los esfuerzos de flexión transversal en riostras y de torsión en cajones y fustes y dinteles de pilas debidos a aquellas acciones que solicitan la estructura con un marcado carácter tridimensional.

- esfuerzos producidos por la rotura de un tirante cualquiera;
- esfuerzos transversales debidos al viento y sismo;
- esfuerzos bajo la acción de sobrecargas móviles excéntricas en el tablero;
- esfuerzos de construcción durante el montaje en voladizo de una de las semidovelas en sección cajón.

| Tipo de Vibración | Modo | Período [T] (seg) | Frecuencia [f] (Hz) | Frecuencia [w] (rad/seg) |
|---|---|---|---|---|
| Flexión Longitudinal Pilas (mov. longitudinal tablero). | 1 | 5,88 | 0,17 | 1,07 |
| Flexión Vertical Tablero. | 2 | 2,61 | 0,38 | 2,41 |
| | 6 | 1,89 | 0,53 | 3,32 |
| | 9 | 1,21 | 0,82 | 5,18 |
| | 10 | 1,05 | 0,96 | 6,01 |
| | 11 | 1,04 | 0,96 | 6,04 |
| | 15 | 1,18 | 0,85 | 7,42 |
| Flexión Transversal Tablero. | 3 | 2,44 | 0,41 | 2,57 |
| Torsión Tablero | 4 | 2,01 | 0,50 | 3,12 |
| | 8 | 1,22 | 0,82 | 5,14 |
| | 12 | 1,02 | 0,98 | 6,14 |
| | 13 | 1,01 | 0,99 | 6,34 |
| | 14 | 0,87 | 1,15 | 7,22 |
| Flexión Transversal Pilas. | 5 | 1,91 | 0,52 | 3,28 |
| | 7 | 1,54 | 0,65 | 4,09 |

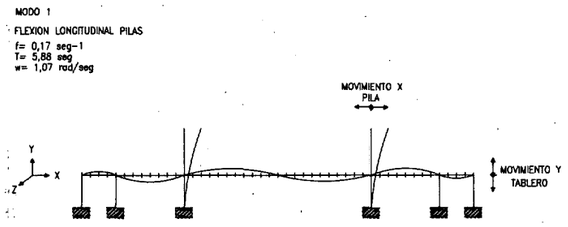



Figura 6.3.1

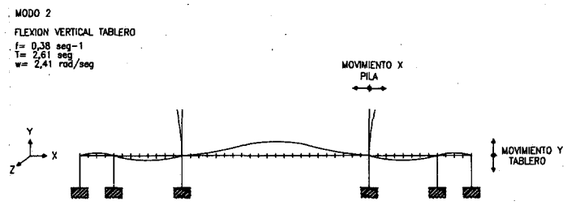



Figura 6.3.2

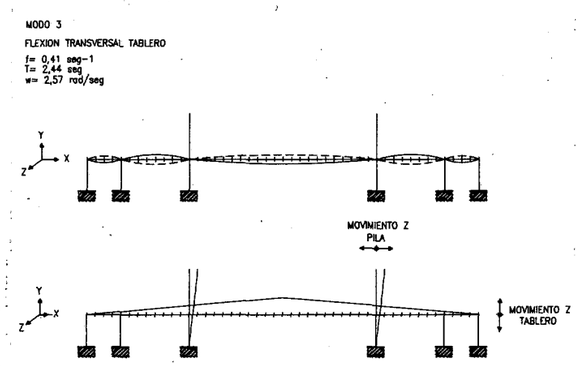
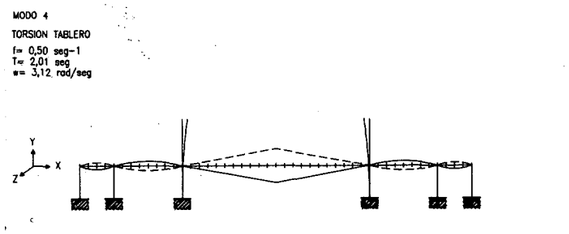



Figura 6.3.3



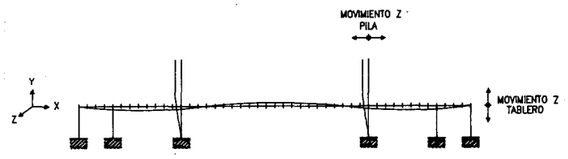




Figura 6.3.4

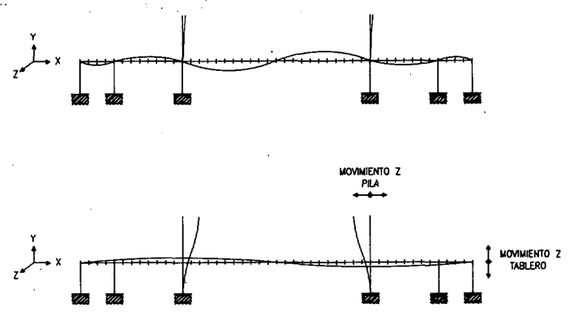



Figura 6.3.5

Los resultados más significativos, para los modos principales de vibración, se incluyen en el cuadro y figuras adjuntas.

Se constata claramente la mayor flexibilidad del modo principal de flexión longitudinal de pilas como corresponde al esquema resistente longitudinal, ya comentado en el apartado anterior, en el que se asigna a las pilas principales del puente la práctica totalidad de la respuesta frente a acciones horizontales de la estructura.

En cambio los períodos propios correspondientes a los modos principales de vibración del tablero son bastante rígidos, inferiores a 2,60 seg., con una correcta separación entre los modos de flexión y torsión: $T_{flexión}/T_{torsión} = 1,30$, por lo que no son de esperar problemas de inestabilidad bajo las velocidades máximas de proyecto:

***Figuras 6.3.1., 6.3.2., 6.3.3., 6.3.4., y 6.3.5.***



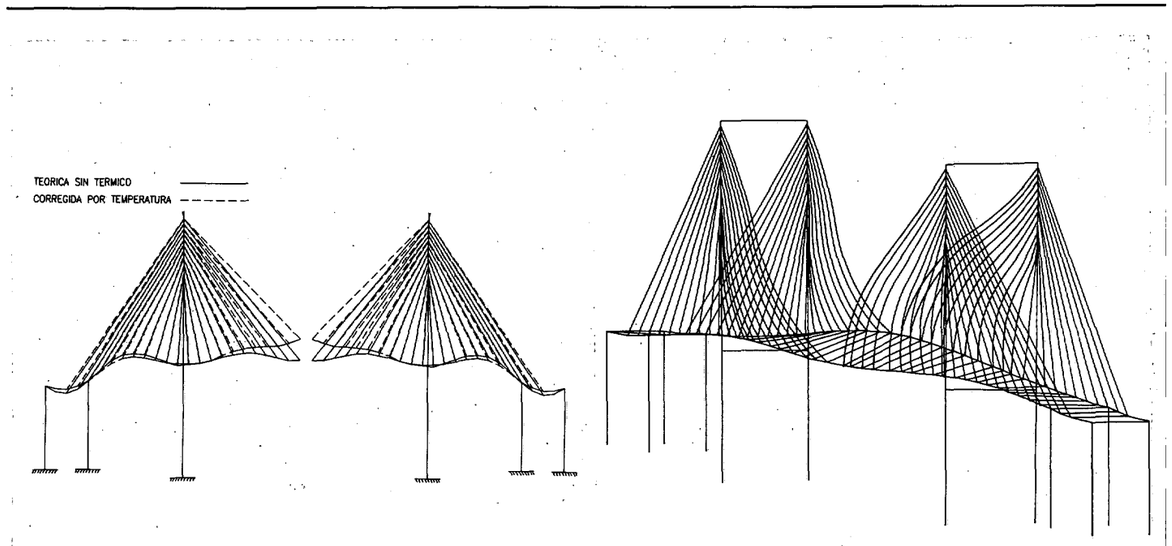


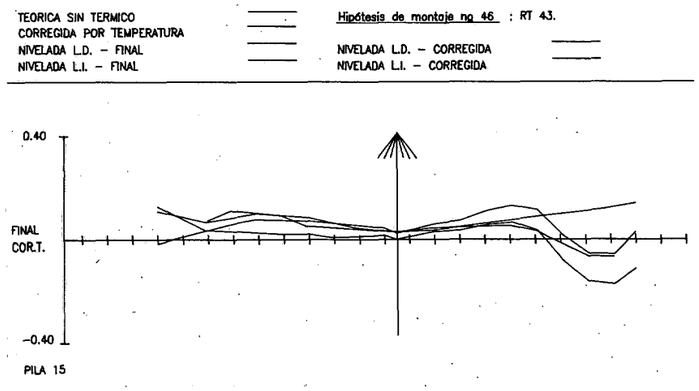

***Figura 7.1. Hipótesis de montaje n.° 60. A la derecha. Figura 7.3. Deformada correspondiente al primer modo de torsión.***

Velocidad crítica de flameo ≃ 246 km/hora (método Klöppel & Thiele)
270 km/hora (formulación C.E.C.M.)

Velocidad crítica de estabilidad aeroelástica a torsión pura ≃ 252 km/hora (para $\Delta = 0,08$)
213 km/hora (para $\Delta = 0,03$)

valores todos ellos suficientemente alejados de las velocidades máximas de proyecto (Figs. 6.3.1; 6.3.2; 6.3.3; 6.3.4 y 6.3.5).

***Figura 7.2. Hipótesis de montaje n.° 43.***



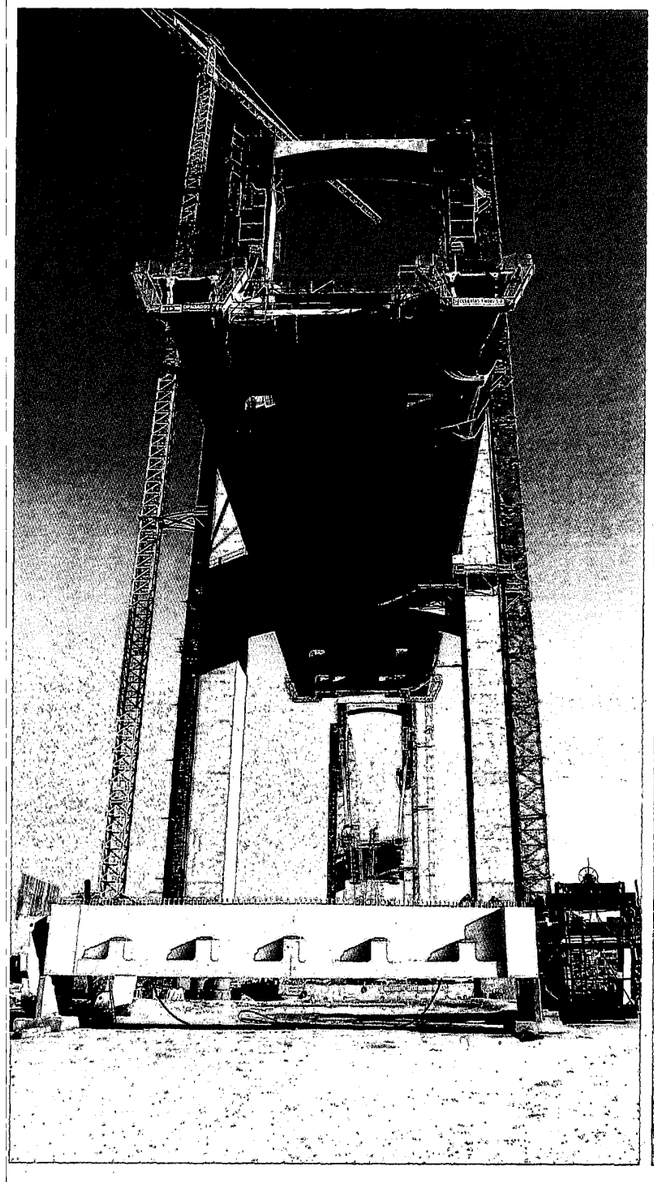

## 7. CONTROL DEL PROCESO CONSTRUCTIVO

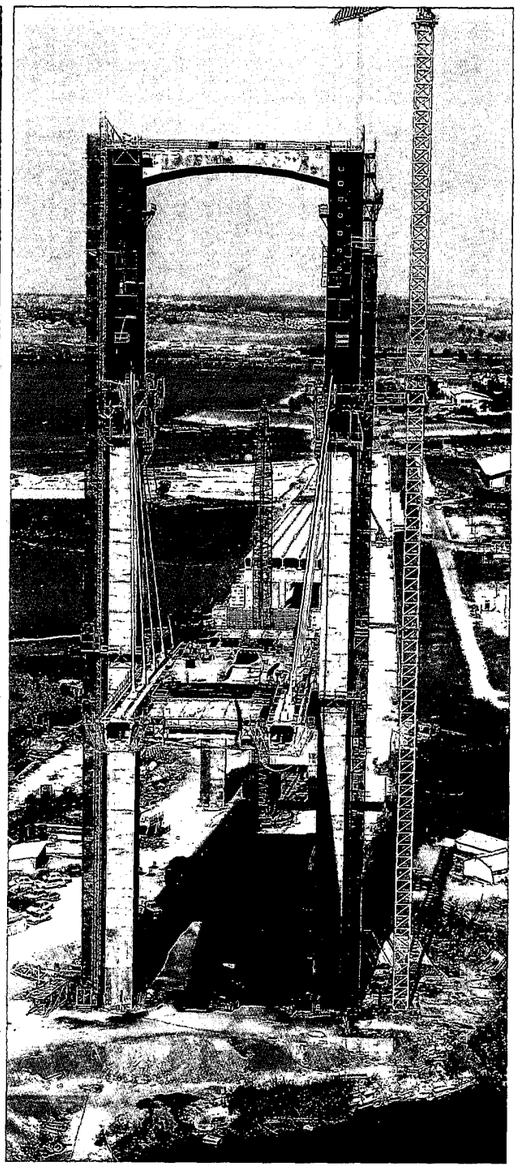
La construcción de un puente atirantado requiere en todo momento un perfecto conocimiento de la situación tensional en que se encuentra la estructura. Esto es así tanto por el elevado valor de las fuerzas contrapuestas que se van introduciendo sucesivamente, pesos de piezas nuevas y tracción de tirantes en un delicado desequilibrio, como por la gran esbeltez de sus elementos. Por otra parte esta gran esbeltez hace que la influencia de la temperatura sea muy elevada, induciendo grandes desplazamientos en el tablero y la cabeza de la pila.

Los objetivos fundamentales del control durante la construcción serán dos: por una parte que el estado tensional no llegue a ser en ningún momento peligroso, y por otra parte que la rasante final sea correcta sin presentar quiebros ni una directriz sensiblemente diferente de la proyectada.

Como la medida directa de las tensiones es suficientemente fiable sólo en el caso de los materiales metálicos, y desde luego casi nunca en el caso del hormigón, hay que acudir a medidas indirectas para poder obtener una buena estimación en los elementos del tablero y pilas. Estas medidas consisten en controlar topográficamente el desplazamiento de los nudos del tablero y de la cabeza de las pilas para poder compararlos con los cálculos teóricos y, dada la relación existente entre desplazamientos y tensiones, poder deducir de las desviaciones de los primeros las que han producido en las segundas.

La nivelación continua del tablero es por tanto necesaria, así como un procedimiento para depurar los desplazamientos debido a la temperatura





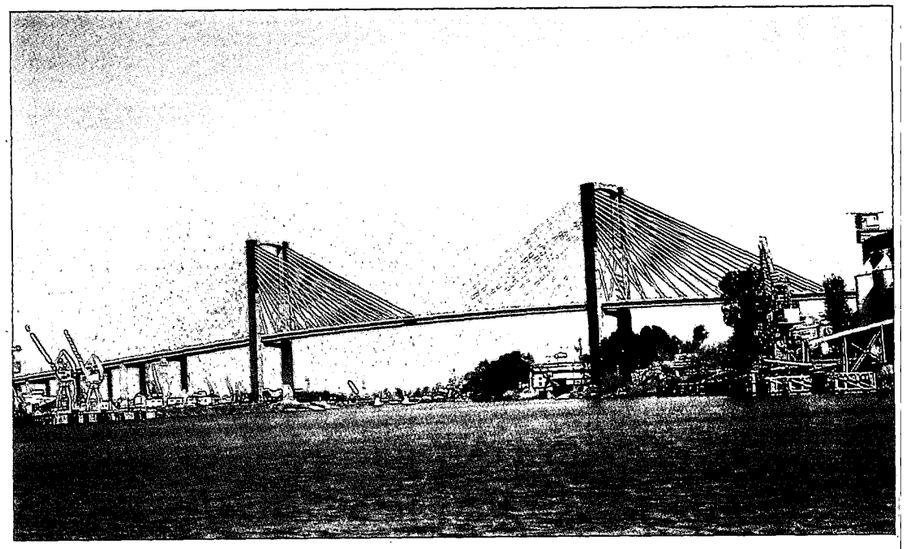
Para esto último se debe estimar cinco valores paramétricos que se utilizarán en la corrección térmica: temperaturas medias en tirantes, tablero y pila, y gradiente, o diferencia de temperatura entre caras, en tablero y en pila. Con este fin en el Puente del Centenario se dispuso una red de sensores formada por 52 termómetros en pilas, 36 en tablero y 24 en tirantes, para posteriormente con un modelo de cálculo estimar las correcciones a introducir en los desplazamientos medidos del tablero y pila.

La medida directa de las tensiones se efectuó con otra red de sensores constituida por bandas extensométricas que se dispusieron en el acero de los tirantes. Esto, como se pudo comprobar durante la obra, permite obtener altas precisiones lo que lo convirtió en un muy fiable procedimiento de control. El número total de bandas dispues-

*A la izquierda vista desde la dársena: Dovelas, riostras, vigas y placas prefabricadas. A la derecha vista aérea del puente en construcción en voladizos sucesivos.*



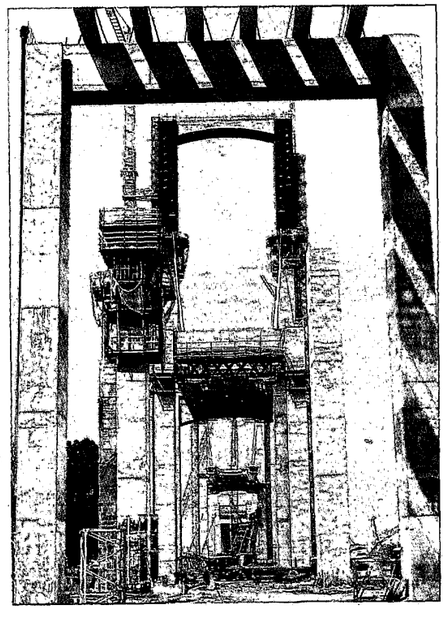
*Vista desde la esclusa.*



**Un puente es algo más que una estructura resistente o una serie de estructuras funcionales: es una realidad instruida, tanto de materia social y de cultura, como de acero, áridos, agua y cemento; y es también el diálogo que entabla con el usuario, la entonación que impone a su mirada y las cambiantes y durables imágenes que deja en su memoria.**

tas superó las 400, pudiendo determinarse en todas las operaciones el incremento de tensiones de al menos un tirante de cada pareja. La lectura estaba centralizada en un ordenador situado en el interior de cada pila que proporcionaba automáticamente en tiempo real estas variaciones.

Por último, una vez terminada la estructura y la colocación de la carga muerta, se efectuó la prueba de carga, estática y dinámica. La primera consistió en la colocación de 16 camiones en diferentes posiciones, consiguiéndose llegar a valores superiores al 80 % de los momentos característicos de proyecto en las secciones críticas. La lectura de las flechas producidas y su comparación con la estimación teórica previa informó del buen funcionamiento de la estructura. La prueba dinámica consistió en la suelta de un peso de 20 Tn. colocado excéntricamente en la sección de clave del tablero, con el fin de excitar simultáneamente su vibración en flexión y en torsión. Ambos fenómenos fueron auscultados disponiendo una red de acelerómetros que permitió comprobar los periodos de vibración. La correspondencia con los valores previstos en el Proyecto fue extraordinaria, lo que permite asegurar la estabilidad de la estructura frente a excitaciones aeroelásticas inducidas por el viento y que el grado de seguridad calculado en Proyecto frente a acciones sísmicas se ha alcanzado realmente (Figs. 7.1 y 7.2).



*Viaductos de acceso en construcción.*

## 8. CONCLUSION

En este artículo hemos intentado explicar, con más información y detenimiento que en otras ocasiones, los aspectos técnicos más interesantes del proyecto y de la construcción del Puente del Centenario. Pero el lector no debe olvidar que un puente es algo más que una estructura resistente o una serie de estructuras funcionales: es una realidad instruida, tanto de materia social y de cultura, como de acero, áridos, agua y cemento; y es también el diálogo que entabla con el usuario; la entonación que impone a su mirada y las cambiantes y durables imágenes que deja en su memoria.■

# ALGUNOS CASOS REALES DE CIMENTACIONES DE VIADUCTOS SINGULARES

**Germán BURBANO JUANA**
Dragados Obras y Proyectos, S.A.

## 1.- INTRODUCCIÓN

En esta comunicación se presentan las soluciones de cimentación adoptadas en tres estructuras singulares.

En primer lugar el Puente Centenario en la Circunvalación de Sevilla. Un puente de 2.017 m de longitud total con un tramo atirantado de 565 m. La cimentación prevista inicialmente con pilotes de 56 m empotrados en el sustrato de arcilla margosa terciaria, se optimizó con elementos portantes de pantallas trabajando a cargas más reducidas, apoyándose entre 15 y 20 m de profundidad en un nivel de gravas de 5 a 7 m de espesor situado sobre la arcilla margosa. La ejecución de este tipo de cimentación permitió el empleo de un mayor número de equipos de mejor disponibilidad y con mayor rapidez y facilidad de ejecución.

En segundo lugar el Viaducto del Río Ocreza, en la Autopista Beira Interior, en Portugal. Con una longitud de 400 m y altura de pilares de hasta 105 m, siendo record de altura de pilas en el país vecino. Está situado entre laderas abruptas, una de las cuales presenta una estabilidad precaria en los niveles superficiales de terreno. Ha sido preciso llevar a cabo trabajos de estabilización de las pilas y de los apoyos de las cimentaciones mediante bulones y anclajes de gran capacidad de carga. Asimismo, se ha realizado una detallada auscultación de la ladera, cimentación y anclajes con una instrumentación dispuesta al efecto, con inclinómetros, células de carga, etc…

En tercer lugar se expone el caso del Puente levadizo para tráfico rodado y de ferrocarril en el Puerto de Valencia con 98 m de luz y longitud de total de 125 m, record en puentes ferroviario. Este tipo de estructura es muy exigente respecto a la necesidad de reducir movimientos en la cimentación. Los cajones de alojamiento de los mecanismos de elevación del tablero se han resuelto con recintos de pantallas de 34 m de profundidad. Estos recintos realizados en rellenos portuarios de muy baja consistencia precisan una técnica novedosa en la ejecución de pantallas y necesitan así mismo una estanqueidad garantizada para los mecanismos, compatibles con una profundidad de excavación de 15 m bajo la cota de agua. La presencia de intercalaciones impermeables entre zonas permeables obligó a adoptar disposiciones constructivas para evitar roturas del terreno por levantamiento del fondo.

## 2.- PUENTE DEL CENTENARIO

### 2.1.- Introducción

La obra consiste en la ejecución de un tramo de autovía de 6,5 Km de longitud, formando parte de la Autovía SE-30, entre la CN-IV Sevilla-Cádiz y la carretera de San Juan de Aznalfarache, completando el cinturón de 32 Km del la Circunvalación de Sevilla.

Como parte importante y singular dentro de la obra estaba la construcción del Puente del Centenario sobre la dársena del Río Guadalquivir, donde se combinan las estructuras mixtas y de prefabricación. En la Foto 2.1 se presenta una vista general del puente ubicado en la obra.

El Puente del Centenario tiene una longitud total de 2.017 m repartidos en tres zonas claramente diferenciadas: dos tramos de acceso de 512 m y 940 m y un tramo central (puente atirantado) de 565 m. El tramo de Acceso Este se compone de 10 vanos de 42 m y 2 de 46 m. El Acceso Oeste tiene 15 vanos de 42 m, 8 de 22 m, y 3 de 32 m con dos zonas intermedias de unos 20 m de longitud a modo de falsos estribos intermedios separando tipologías de luces o esviajes diferentes. El tramo central está repartido en 5 vanos de 48+102+265+102+48 m. En la Figura 2.1 se muestra un alzado del tramo atirantado.

La anchura total del tablero es de 22 m. La rasante comienza con una altura de unos 12 m desde el terreno natural para llegar a casi 50 m de elevación sobre el nivel del agua en el canal de navegación.

Las pilas del tramo atirantado constituyen básicamente la imagen de singularidad del puente confiriéndole su carácter de monumentalidad, a través de su gran expresividad formal y simbólica. Cada una de las pilas se ha proyectado como un pórtico formado por dos fustes verticales de sección rectangular hueca de altura de 102 m sobre el plano de apoyo, separados 26,2 m entre ejes. En las zonas de anclaje de los tirantes estos fustes se macizan y son atravesados por aquellos. En la Foto 2.2 se presenta una vista de las pilas con detalle de los tirantes en el fuste.

Los accesos a ambos lados del tramo atirantado se han resuelto mediante sendas estructuras de múltiples vanos biapoyados. Los tableros son estructuras isostáticas, apoyadas sobre pórticos formados por dos pilas verticales y el dintel horizontal. Los pórticos de apoyo son estructuras hiperestáticas de nudos rígidos, con empotramiento de las pilas en la cimentación.

En este artículo se presenta la resolución de los condicionantes de diseño y construcción de la cimentación del Puente del Centenario, con especial detalle del tramo atirantado central.

### 2.2.- Descripción de la cimentación

La cimentación propuesta en proyecto para las pilas principales era cimentación profunda mediante pilotes de 2.0 m de diámetro con profundidades hasta de 56 m empotrándose en el substrato de las margas azules. Este tipo de cimentaciones exigía el empleo de equipos de perforación con muy poca experiencia en el trabajo a esas profundidades y por lo general muy lentos. Para mejorar estos condicionantes se cambió la cimentación de las pilas principales a elementos portantes de $2.50 \times 0.80$ m, excavados con empleo de lodos bentoníticos, y dispuestos en grupo en función de las cargas y geometría de los distintos tipos de pilas.

Para no llegar hasta profundidades de 56 m y con ello evitar las dificultades debidas al proceso de ejecución, se resolvió cimentar en el estrato de gravas y arenas que hay sobre la marga azul, a costa de incrementar el área total de los elementos de cimentación, con lo que las cargas unitarias de trabajo del hormigón de los pilotes-pantalla se minoraban respecto a las previstas en el Proyecto de Construcción original.

Esta solución permitió ampliar el número de equipos de trabajo, con la ventaja de una mayor rapidez de ejecución al no superar los elementos portantes los 25 m de profundidad, igualándose al resto de las pilas donde el proyecto ya contemplaba esta solución.

Además, la ejecución de pantallas en la localidad de Sevilla es un sistema habitual de cimentación, lo que garantizaba mayores resultados y rendimientos, pudiéndose así obviar las posibles indeterminaciones causadas inevitablemente en la ejecución de pilotes tan profundos planteados en el

proyecto original. Con ello se le dotaba seguridad al proceso constructivo, por lograr una homogeneidad en los trabajos de ejecución de las pilas, tanto en la tipología del elemento portante como en las profundidades.

En la pila principal de la margen izquierda (pila 14), la cimentación de cada fuste queda constituida por sendos grupos de 30 pantallas de 16 m de profundidad bajo encepados de 4 m de canto, arriostrados entre sí. La cimentación de la pila principal de la margen derecha (pila 15) es análoga, aunque en este caso los grupos eran de 42 pantallas de 14 m de profundidad bajo encepado. Los encepados de cada fuste están unidos por una viga riostra de 8.0 m de ancho y 4.0 m de canto con objeto de hacer monolítico el sistema frente a esfuerzos horizontales. En la Figura 2.2 se presenta un alzado y planta de la cimentación de las pilas principales.

Las cimentaciones de las pilas intermedias y laterales de la zona atirantada son también profundas y se resolvieron mediante pantallas de $2.50 \times 0.80$ m con profundidades que varían de 16 a 21 m

En los tramos de accesos, tanto en las pilas como en los estribos, la cimentación también se resolvió mediante pantallas de $2.50 \times 0.80$ m con tres zonas claramente diferenciadas: De pilas 1 a 4 las longitudes de las pantallas oscilan entre 14 y 15 m, entre las pilas 5 a 11, las longitudes se mueven ente 20 y 23 m, y en la pila 18 hasta el final se cimentaron con una profundidad entre 17 y 19 m por debajo de la cara inferior de encepado. Todos los estribos cuentan con pantallas de 17 m de longitud aproximadamente.

Según las pilas de que se trate el número de elementos portantes, es variable entre 2 elementos por fuste para casi todas las pilas y 6 elementos para la pila 40.

**2.3.- Naturaleza del terreno**

El subsuelo de todo el área de Sevilla está formado por un potente substrato de arcillas margosas tortonienses (Mioceno), de formación marina, conocidas localmente como “margas azules”, aludiendo tanto a la presencia de carbonatos como a su color gris azulado. Sobre esta base se apoyan los materiales producto de la aportación del río.

En el emplazamiento del Puente del Centenario, existe un primer nivel de rellenos artificiales de hasta 3.0 – 4.0 m de espesor, seguido por un segundo nivel de arcillas marrones de consistencia media, de unos 5.0 - 6.0 m de potencia. A continuación de éstas se detecta un tercer nivel de arcillas grises de consistencia blanda de 6.0 a 7.0 m de espesor y posteriormente hay un nivel de transición de arcillas con arenas de consistencia firme del orden de 1.0 m de potencia que tiene debajo un nivel de arenas y gravas, muy densas, cuyo espesor en la zona del puente es de 5.0 a 7.0 m. Este nivel de arenas y gravas es el que se escogió como soporte de la cimentación. Más abajo, se encuentra la marga azul, a unos 3.0 m bajo la cota de apoyo. El perfil geológico descrito puede verse representado en la Figura 2.3

Se prestó especial interés en el reconocimiento de las gravas y de la marga azul, en especial al contacto entre ambas formaciones. No se detectaron zonas blandas en dicho contacto, aunque sí una ligera disminución de la resistencia.

De un total de 56 ensayos, el valor medio de la resistencia a compresión simple de la marga azul es de $q_u$ = 0.52 Mpa. Si de estos valores se separan los resultados obtenidos en los tres primeros metros se obtiene $q_u$ = 0.41 Mpa y 0.54 Mpa en el resto de los valores.

**2.4.- Metodología de cálculo**

Para el estudio de la cimentación se mantuvieron las mismas expresiones que en el Proyecto original para la determinación de las resistencias unitarias por punta y fuste de los elementos de cimentación con los mismos coeficientes de seguridad, así como los mismos criterios para definir las zonas de influencia de las cimentaciones, basado todo ello en la N.T.E. de cimentaciones.

El problema planteado por la modificación realizada en la cimentación propuesta en proyecto para las pilas principales, con el cambio del substrato de apoyo al nivel de gravas existente por encima de las margas azules, se resolvió aumentando el área y número de elementos de cimentación para que trabajasen a cargas unitarias más reducidas y resultasen admisibles con los criterios adoptados en la N.T.E.

Esta modificación en las pilas principales, cambió el modo de trabajo de los elementos de cimentación y en vez de resistir fundamentalmente por fuste, como estaba previsto en el Proyecto original, se obtuvo un elemento portante que trabajaba en torno a un 60% por punta, aunque con cargas de trabajo muy minoradas por el efecto de forma (se minoró por un factor de 1.30), y por el efecto de la marga azul.

Es por esta razón que se consideró muy importante garantizar una correcta limpieza de la base durante la ejecución de las pantallas, para así conseguir una buena transmisión de las cargas al nivel de apoyo.

Los elementos portantes se comprobaron tanto considerando su trabajo individual (con cargas de trabajo reducidas, entre 1.6 y 2.1 Mpa) como el efecto grupo, considerando el conjunto como un gran pozo o cajón apoyado en el sustrato de gravas, el cual reparte la carga sobre la marga azul. Las tensiones de trabajo del conjunto de la cimentación eran del orden de los 0.22 a 0.44 Mpa en el estrato de gravas y de 0.14 a 0.25 Mpa en el techo de la marga, según las hipótesis de reparto de tensiones que se considerasen, las cuales se detallan a continuación.

En el cálculo del comportamiento del grupo de pilotes frente a carga vertical y asientos se estudiaron dos hipótesis para el reparto de tensiones. En la hipótesis a) se calculaba una cimentación equivalente, cuyo plano de apoyo se consideró a 2/3 de la profundidad de los pilotes (despreciando las capas blandas superficiales), la carga transmitida por el fuste de los pilotes (o pantallas) se asimila a un reparto con un ángulo 1:4 respecto a la vertical. A partir de la base de la cimentación equivalente, el ángulo de reparto de la carga a los estratos subyacentes es de 30º con la vertical.

En la hipótesis b) se consideró que la carga se reparte en el terreno a partir del techo del estrato de gravas, sin considerar la colaboración de la arcilla superior. En la figura 2.4 se representa ambas hipótesis.

Para el cálculo de asientos se estimaron unos módulos de elasticidad de 98 Mpa en las gravas y de 49 Mpa en la marga (valor que tenía en cuenta la zona más alterada del contacto)

Se evaluaron los módulos del terreno de deformabilidad vertical, horizontal y coacción al giro del conjunto de la cimentación. Estos módulos se incluyeron en el análisis de la interrelación suelo-estructura, contemplando tanto el sentido transversal, con el efecto de los fustes y riostras, como en sentido longitudinal, con las coacciones en cabeza de pila producidas por el sistema de cables.

En la situación previa al cierre del tablero y descontando el peso del encepado, los valores de los asientos calculados en la pila 15 (la más desfavorable) resultaban ser de 25-32 mm.

Durante la ejecución de la cimentación se midieron los asientos a partir de la terminación de los encepados. Los valores obtenidos al final de la construcción fueron de 18 mm en la pila 14 y de 25 mm en la pila 15, valor que concordaba muy bien con el calculado. En la Figura 2.5 se representan los diagramas de Cargas-Tiempos y de Asientos-Tiempos.

La variante que se propuso tenía coeficientes de seguridad superiores a 2,5 respecto a la carga máxima y mayores de 3,0 respecto a la carga media (del orden de 3,7 en las pilas principales)

**2.5.- Ejecución**

Por los condicionantes del aumento en el trabajo por punta de los elementos portantes al 60%, se prestó gran importancia a garantizar una correcta limpieza de la base de las pantallas, y así garantizar una adecuada transmisión de cargas de las pantallas a las gravas y evitar el efecto del aflojamiento producido por la excavación. Para ello se dejaron colocados unos tubos de PVC sujetos a la jaula de las armaduras en cada uno de los módulos, para, una vez finalizadas las pantallas, sondear la punta y en el caso de apreciarse una limpieza incorrecta, se procedía al lavado e inyección de la zona en malas condiciones. En la Foto 2.3 se puede ver la jaula de armadura donde se colocaban dichos tubos.

En la foto 2.4 se pueden ver la construcción de los muretes guías de las pilas principales.

Otro aspecto que se cuidó fue el asegurar la colaboración lateral del terreno en los metros superiores. Para ello, se realizó el replanteo de cada cimentación, junto con la topografía y batimetría del cauce en las inmediaciones, para poder luego proteger adecuadamente a la cimentación en caso de que se detectase un resguardo insuficiente o existiera el riesgo de erosión por socavación.

También en las pilas principales, para una mayor seguridad respecto a la naturaleza y espesor del estrato resistente de gravas y arenas y respecto a la cota del techo de la marga, se realizaron sondeos a gran escala. Estos consistieron en profundizar los módulos de pantallas centrales de cada uno de los dos encepados de cada pila principal, penetrando un mínimo de 4 m en la marga azul.

Con motivo de la fuerte agresividad de las aguas, fue necesario el empleo de cementos resistentes a los sulfatos.

Como ya se ha comentado, la variante realizada en los elementos portantes permitió ampliar el número de equipos de trabajo, con la ventaja de una mayor rapidez de ejecución por la disminución en las longitudes y por el conocimiento local del sistema de cimentación.

Los resultados y rendimientos alcanzados fueron elevados, con cuatro equipos de trabajo (2 por pila), se redujo el tiempo de ejecución de la cimentación de las pilas principales (72 elementos portantes) a menos de dos meses.

**5.- BIBLIOGRAFÍA**


- Dragados Obras y Proyectos, S.A. Memoria de Obra. (1.992)
- Fernández Ordóñez, J.A; Martínez Calzón, J.; Millanes, F.; Ontañón, G.; Burón Maestro, M.; Marco, J. (1992).: “El Puente del Centenario”. Revista de Obras Públicas nº 3312 Julio 1.992. Madrid, España

**LISTADO DE FOTOS Y FIGURAS DEL ARTÍCULO DE INGEOTER 2**

PUENTE DEL CENTENARIO



Foto 2. 1. Vista general del Puente del Centenario

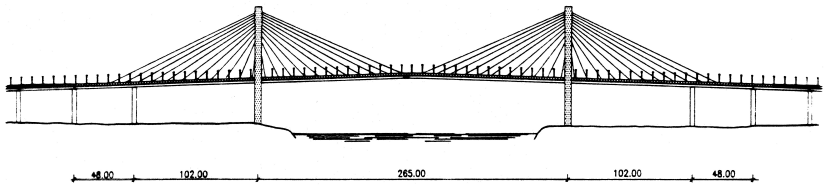



Figura 2.1. Vista general del puente



Foto 2. 2. Detalle del tramo atirantado

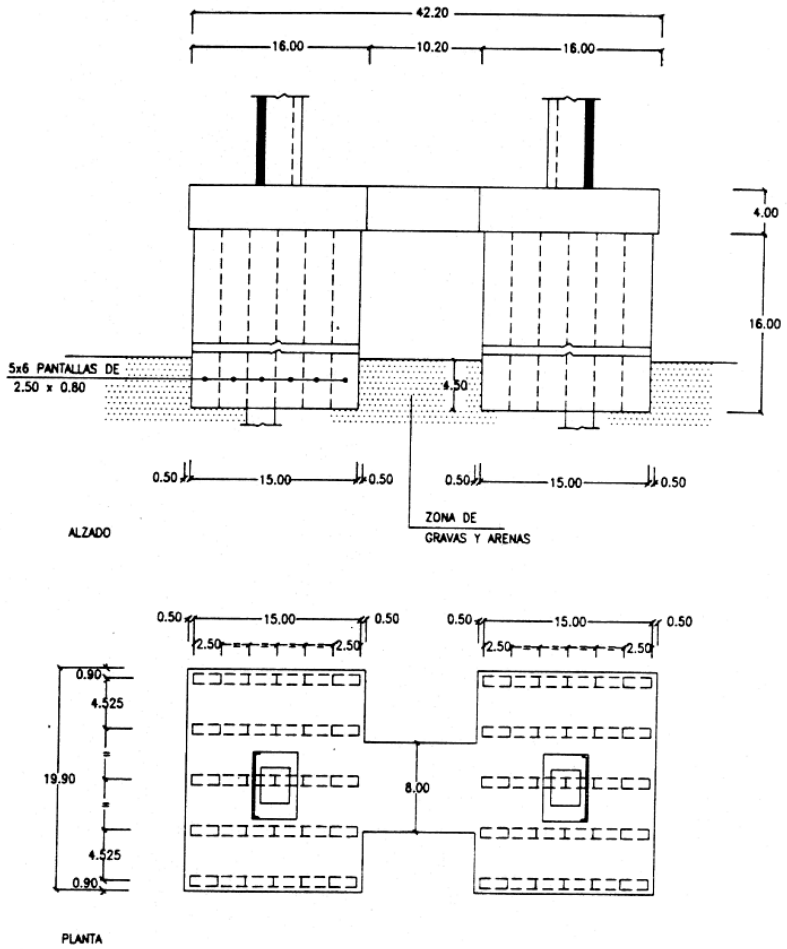



Figura 2. 2. Alzado y Planta de la cimentación de las pilas principales

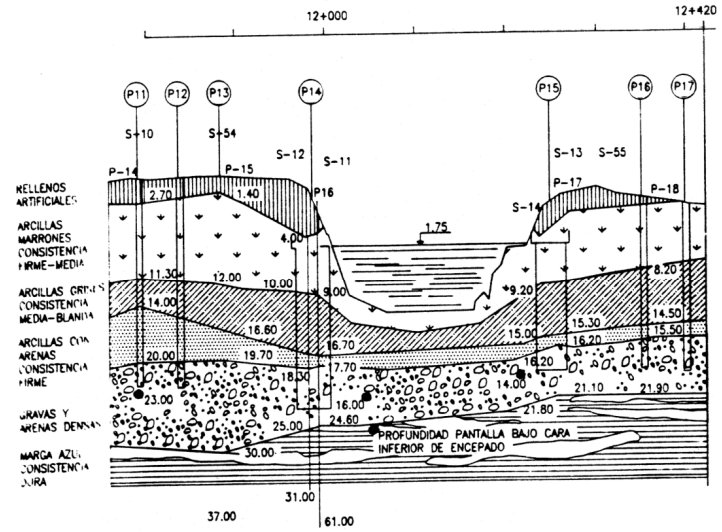



Figura 2. 3. Perfil geológico

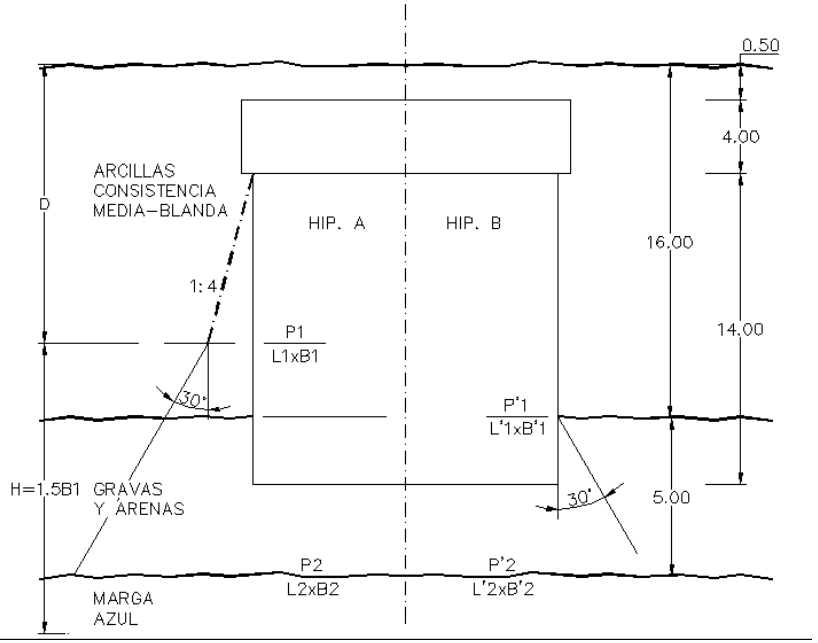



Figura 2. 4. Hipótesis de reparto de cargas sobre el terreno de cimentación

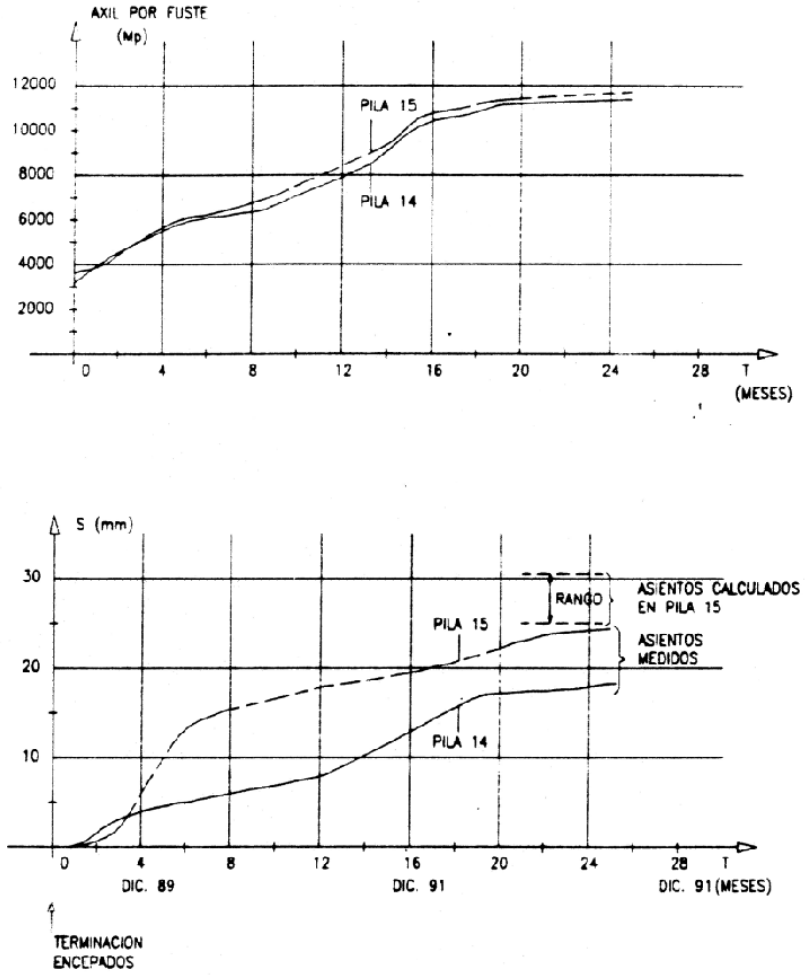



Figura 2. 5. Diagramas. Cargas-Tiempos y Asientos-Tiempos



Foto 2. 3. Colocación de la jaula de armadura junto con los tubos de P.V.C.



Foto 2. 4.  Construcción de los muretes guías de las pilas principales

DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA Y ANEJOS

# ANEJO 13. ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURAS

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN ..... 5
2 GEOMETRÍA DE LA CIMENTACIÓN ..... 5
3 ESTIMACIÓN DE CARGAS ..... 7
4 ESTRATIGRAFÍA ..... 8
5 ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN ..... 13
6 METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN DE LOS PILONOS ..... 15
7 COMPROBACIÓN DE LA CIMENTACIÓN DE LOS PILONOS P-14 Y P-15 ..... 15
8 COMPROBACIÓN DE LA CIMENTACIÓN DE LAS PILAS P-13 Y P-16 ..... 18
9 CONSIDERACIONES SOBRE ACTUACIONES DE MEJORA DE LA CIMENTACIÓN ..... 19

APÉNDICE 1. PARÁMETROS GEOTÉCNICOS DEL TERRENO ..... 23

# 1 INTRODUCCIÓN

El objeto del Proyecto es sustituir de los tirantes del Puente del Centenario (Sevilla), lo que permitiría liberar espacio en el tablero actual (Fase 1). También se ha proyectado la posible ampliación del tablero con dos calzadas laterales (Fase 2). El alcance de este Anejo del Proyecto se limita a las pilas 13 y 16 y a las torres o pilonos 14 y 15.

El objeto de este Anejo nº 7 ("Cimentación de estructuras") es analizar si las cimentaciones actuales podrían transmitir correctamente las nuevas cargas al cimiento. Si el resultado no fuera favorable, se propondría unas actuaciones para mejorar el comportamiento de la cimentación. Como se explicará más adelante en este Anejo, el aspecto fundamental es evaluar los posibles asientos adicionales producidos por las nuevas cargas producidas por las actuaciones en el puente. Para ello, se ha revisado la información disponible de las cimentaciones actuales, así como se han analizado los datos obtenidos durante la campaña geotécnica complementaria realizada por CEMOSA (los datos se pueden consultar en el Anejo de Geotecnia de este Proyecto).

Para la redacción de este Anejo se ha empleado la siguiente documentación:

- Proyecto de Construcción del Tramo Suroeste de la Circunvalación de Sevilla (1987). Se ha dispuesto de la Memoria del Proyecto y del Anejo de Cimentaciones de Estructuras.
- Proyecto Modificado nº 1 (1991). Se ha podido consultar la Memoria, el Anejo Geotécnico, Justificación de cimentación don elementos portantes y los Planos.
- Planos de la liquidación provisional (1994)
- Artículo de Fernández Ordóñez et al, titulado "El puente del Centenario sobe la dársena del río Guadalquivir, en Sevilla". Publicado en la Revista de Obra Públicas en 1992.

Además, se ha dispuesto del Informe Geotécnico elaborado por CEMOSA donde se resumen los resultados de la campaña geotécnica complementaria realizada en el mes de octubre del año 2018.

Por último, indicar que durante la redacción de este Proyecto se pudo contactar con el técnico de la constructora que diseñó la cimentación actual del puente, pudiendo conocer algunos detalles del diseño, así como información de detalle de los datos del control de obra, del proceso de ejecución… Parte de esta información se incluye en el artículo antes indicado de la Revista de Obras Públicas ("El puente del Centenario sobe la dársena del río Guadalquivir, en Sevilla").

Por encargo de Fhecor, este Anejo ha sido redactado por los técnicos de Ingeniería del Suelo.

# 2 GEOMETRÍA DE LA CIMENTACIÓN

En este apartado se incluye la geometría de las cimentaciones objeto de estudio en este Proyecto. Las figuras que se incluyen han sido copiadas del Proyecto Modificado nº 1.

En primer lugar, se resumen los datos principales sobre la geometría de la cimentación de los apoyos P-14 y P-15.

La cimentación estaría realizada con módulos de pantalla de 2,5 m de longitud y 0,8 m de ancho. En todos los casos se han realizado 6 módulos o paneles de pantalla de manera consecutiva, dando lugar a un elemento portante de 15 m x 0,8 m. En el apoyo P-14 se han ejecutado 5 elementos portantes separados 4,525 m en cada una de las dos pilas. Ver Figura nº 1.

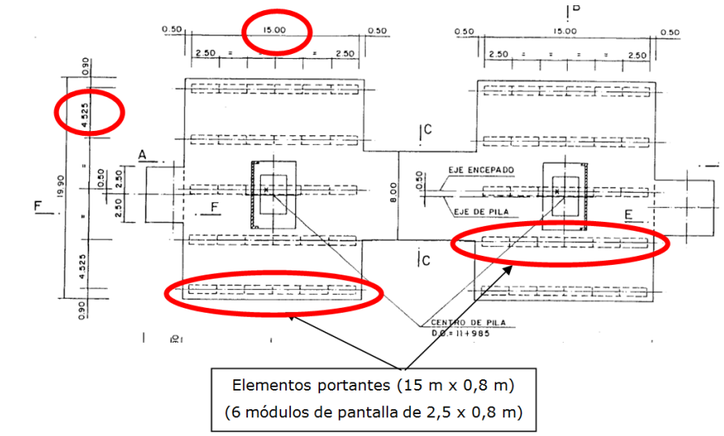



*Figura nº 1.- Planta de la cimentación del pilono P-14 (copiada del Proyecto Modificado nº 1)*

En el apoyo P-15 los elementos portantes de cada pila están también constituidos por 6 paneles o módulos de pantalla, pero en este caso son 7 elementos en vez de 5 en cada una de las pilas. La separación entre los elementos portantes es de 3 m. Ver Figura nº 2.

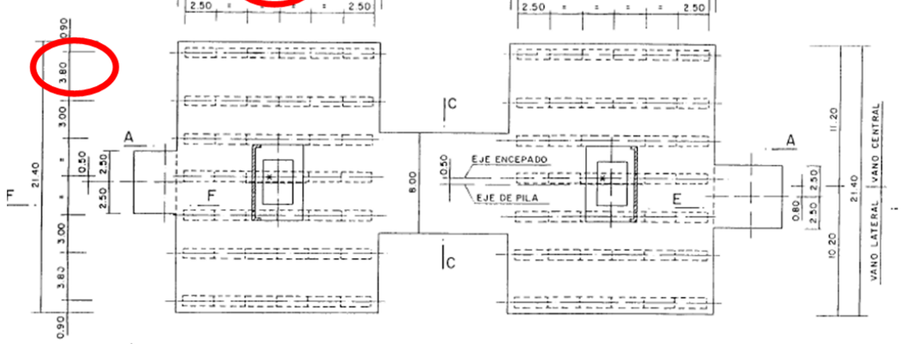



*Figura nº 2.- Planta de la cimentación del pilono P-15 (copiada del Proyecto Modificado nº 1)*

En cuanto a las cotas, si se consultan los planos del Proyecto Modificado nº 1 (ver Figura nº 3), se conocen los siguientes datos:

- Cota superior del encepado: +6 m.
- Cota inferior del encepado: +6 m – 4 m = + 2 m.

A partir de estos datos y como se indica la longitud de las pantallas es posible estimar la cota de apoyo de las mismas.

- Cota de apoyo de la punta de las pantallas P-14: +6-20 = -14 m

A partir del plano del pilono P-15 se obtiene, de manera análoga, la posición de la punta de la pantalla.

- Cota de apoyo de la punta de las pantallas[1] P-15: -12 m

En el caso del pilono 14, en los planos del Proyecto Modificado nº 1, se indica que la penetración en la zona de gravas y arenas es de 4,5 m y en el pilono P-15, 2 m.

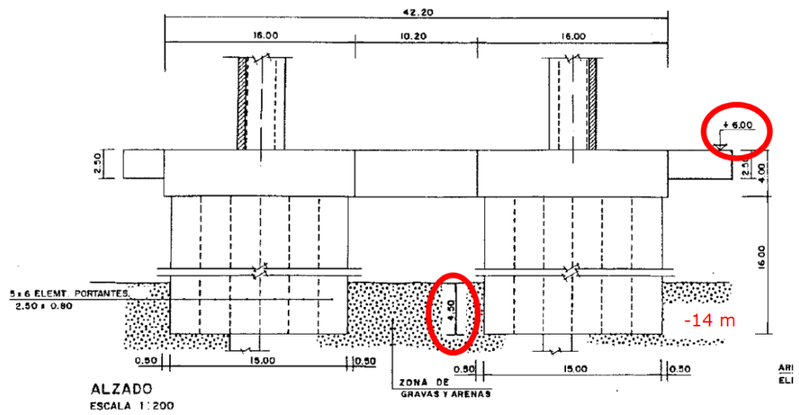



*Figura nº 3.- Alzado de la cimentación del pilono P-14. (copiada del Proyecto Modificado nº 1)*

Como se comentará más adelante en el informe, el espesor de la capa de gravas, de acuerdo a la información disponible al realizar el Proyecto Modificado n ° 1, era de 7 m en el pilono P-14 y 6 m en el pilono P-15. Por tanto, bajo la punta de los elementos portantes el espesor de gravas sería de 2,5 m en el pilono P-14 y 5 m en el pilono P-15.

En el plano 2.7.3.0 del Proyecto Modificado nº 1 se indica que a través de unos tubos de PVC de 90 mm se realizó la inyección del terreno como mejora del contacto del fondo de los elementos portantes. No se indica la técnica de ejecución (mediante tubo-manguito, mediante colocación de un obturador en el fondo del tubo…), ni el tipo de fluido de inyección (mortero, lechada…), ni las presiones aplicadas… *En cualquier caso, la inyección de la zona de la punta es una medida muy favorable para asegurar el buen comportamiento de la cimentación ya que recomprime el terreno, aumentando su resistencia y disminuyendo su deformabilidad.*

Tras consultar con el técnico responsable de la solución de cimentación del Proyecto Modificado nº 1 parece que la inyección se realizó obturando en el fondo del tubo. Según parece, durante la inyección, parte de la lechada salía por el tubo contiguo.

A continuación, se describen las cimentaciones de las pilas P-13 y P-16 contiguas a los pilonos P-14 y P-15 que se acaban de detallar.

En la Figura nº 4 se muestra una planta con la cimentación de las pilas P-13 y P-16, tal como viene definida en el Proyecto Modificado nº 1. Como se puede ver cada apoyo está cimentado mediante cuatro módulos de pantalla de 2,5 m x 0,8 m. Los cuatro módulos de pantalla están unidos por un encepado de 8,5 m x 7,8 m.

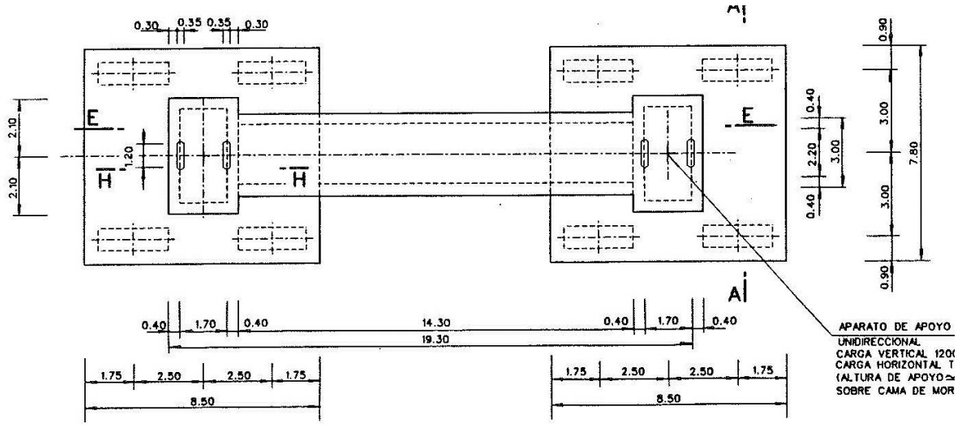



*Figura nº 4.- Planta de la cimentación de las pilas P-13 y 16 (copiada del Proyecto Modificado nº 1)*

Las pantallas profundizan hasta penetrar en las gravas 4 m en el caso de la pila P-13 y 3,50 m en la pila P-16.

En la Figura nº 5 se puede consultar el plano del Modificado nº 1 con el alzado de la cimentación de las pilas P-13 y P-16.

[1] De acuerdo al plano del Proyecto Modificado nº 1, el módulo de pantalla (2,5 m x 0,8 m) colocado bajo el pilono penetrará en las margas 3 m, siendo su longitud de 19 m (igual en ambos apoyos: P-14 y P-15).

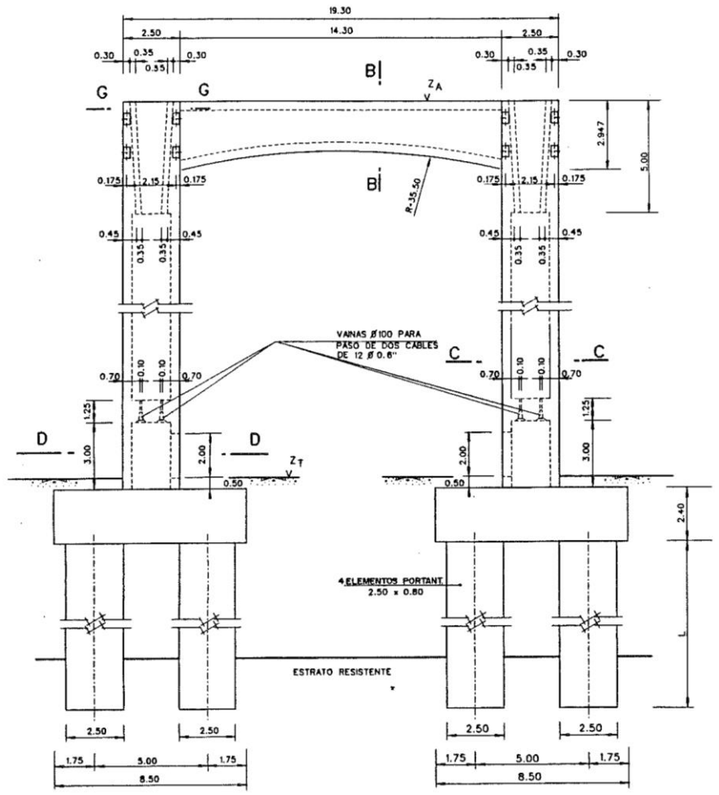



*Figura nº 5.- Alzado de la cimentación de las pilas P-13 y P-16 (copiada del Proyecto Modificado nº 1)*

# 3 ESTIMACIÓN DE CARGAS

Para la redacción de este Anejo, Fhecor ha realizado una estimación de las cargas transmitidas a la cimentación de los pilonos P-14 y P-15. Los valores han sido calculados tanto para la hipótesis característica como para la frecuente y corresponden a la carga por apoyo del pilono[2]. Ver Tabla I. En la Tabla II se han estimado las cargas en el elemento portante más solicitado en cada una de las cimentaciones. Como se puede ver las acciones transmitidas por las pilas a la cimentación son iguales tanto en el pilono P-14 como en el pilono P-15. En cambio, sobre los elementos portantes, (al ser diferente el número de ellos en cada pila) sí que existen diferencias entre cada apoyo.

El criterio de signos empleado ha sido que el eje z es en vertical y el eje x es el que sigue el eje longitudinal del viaducto.

Se puede comprobar que la sustitución de los tirantes y la ampliación del tablero (Fase 2) produciría un incremento en la carga vertical[3] en la base del apoyo será del 84% (pasa de 113,7 MN a 209,9 MN) para la combinación característica y del 89% para la combinación frecuente (de 102,7 MN a 195,1 MN). Si sólo se realizara la Fase 1 el incremento sería del 40% para la combinación característica (de 113,7 MN a 159,0 MN) y del 45% en la frecuente (de 102,7 MN a 149,0 MN).

*Tabla I.- Estimación de acciones actuales y futuras (P-14 y P-15)*

| | Pz (kN) | Py (kN) | Px (kN) | Mz (kNm) | My (kNm) | Mx (kNm) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ELS Caract Fase 0 | -113705 | -3041 | -1315 | 5937 | 346302 | -53628 |
| ELS Frecuente Fase 0 | -102659 | -945 | -408 | 4691 | 226714 | -11315 |
| ELU Fase 1 | -214016 | -4563 | -2112 | 6777 | 629223 | -353967 |
| ELA Sismo Fase 1 | -169868 | -11635 | -2348 | -406 | -426599 | -434965 |
| ELS Caract Fase 1 | -152678 | -426 | -4076 | 10234 | 652113 | -164990 |
| ELS Frecuente Fase 1 | -149052 | -567 | -936 | 2974 | 364955 | -154069 |
| ELU Fase 2 | -282602 | -4441 | 5443 | -5042 | -326755 | -442352 |
| ELA Sismo Fase 2 | -243703 | -13477 | -6998 | 26 | -504676 | -619451 |
| ELS Caract Fase 2 | -209950 | -3030 | 4049 | -3733 | -260454 | -319351 |
| ELS Frecuente Fase 2 | -195059 | -841 | 2403 | -2347 | -239371 | -218955 |

De manera análoga, en la

Tabla III y Tabla IV se resumen las cargas actuales y futuras de las pilas P-13 y P-16. Como se puede ver en la Fase 1 la carga se incrementaría en un 50% respecto al a actual mientras que en la Fase 2 se duplicaría

A partir de esos valores se ha estimado las reacciones y tensiones por módulos de pantalla. Ver Tabla V.

*Tabla II.- Estimación de reacciones en módulos de pantalla (P-14 y P-15)*

| | PILA 14 | | PILA 15 | |
|---|---|---|---|---|
| | Reacción en módulo pantalla (MN) | Tensión (kg/cm2) | Reacción en módulo pantalla (MN) | Tensión (kg/cm2) |
| ELS Caract Fase 0 | 8.0 | 40.1 | 5.9 | 29.4 |
| ELS Frecuen Fase 0 | 6.2 | 31.0 | 4.5 | 22.6 |
| ELS Caract Fase 1 | 11.8 | 59.2 | 8.7 | 43.5 |
| ELS Frecuen Fase 1 | 9.7 | 48.6 | 7.1 | 35.3 |
| ELS Caract Fase 2 | 13.1 | 65.3 | 9.6 | 48.0 |
| ELS Frecuen Fase 2 | 11.6 | 58.1 | 8.5 | 42.6 |

*Tabla III.- Estimación de las cargas en pila P-13*

| | Pz (kN) | Py (kN) | Px (kN) | Mz (kNm) | My (kNm) | Mx (kNm) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ELS Caract Fase 0 | -11448 | 491 | 0 | 0 | 7885 | 7258 |
| ELS Frecuen Fase 0 | -8407 | 58 | 0 | 0 | 5663 | 491 |

[2] Cada pilono tiene dos apoyos.
[3] Se han comparado los valores correspondientes a la envolvente de N

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ELU Fase 1 | -23842 | 914 | -85 | -40 | 16618 | 19225 |
| ELA Sismo Fase 1 | -22123 | -7043 | -567 | -151 | -27200 | -134181 |
| ELS Caract Fase 1 | -17578 | 608 | -63 | -30 | 11908 | 12876 |
| ELS Frecuen Fase 1 | -14450 | -13 | -63 | -30 | 9655 | 320 |
| ELU Fase 2 | -32150 | 1152 | 0 | 0 | 23311 | 27701 |
| ELA Sismo Fase 2 | -26397 | -8226 | -567 | -151 | -29474 | -156503 |
| ELS Caract Fase 2 | -23645 | 754 | 0 | 0 | 16469 | 18545 |
| ELS Frecuen Fase 2 | -17482 | -111 | 0 | 0 | 11841 | -298 |

*Tabla IV.- Estimación de las cargas en pila P-16*

| | Pz (kN) | Py (kN) | Px (kN) | Mz (kNm) | My (kNm) | Mx (kNm) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ELS Caract Fase 0 | -11838 | 455 | 0 | 0 | 8197 | 7309 |
| ELS Frecuen Fase 0 | -8814 | 52 | 0 | 0 | 5969 | 515 |
| ELU Fase 1 | -24833 | 891 | 85 | 38 | -17388 | 20029 |
| ELA Sismo Fase 1 | -24326 | -7236 | -603 | -142 | -31238 | -150133 |
| ELS Caract Fase 1 | -18306 | 593 | 63 | 28 | -12442 | 13406 |
| ELS Frecuen Fase 1 | -15123 | -12 | 63 | 28 | -10134 | 309 |
| ELU Fase 2 | -33071 | 1063 | 0 | 0 | 24086 | 27378 |
| ELA Sismo Fase 2 | -25614 | -6458 | -603 | -142 | -31937 | -133561 |
| ELS Caract Fase 2 | -24324 | 695 | 0 | 0 | 16996 | 18290 |
| ELS Frecuen Fase 2 | -18142 | -100 | 0 | 0 | 12324 | -315 |

*Tabla V.- Estimación de reacciones en módulos de pantalla (P-13 y P-16)*

| | PILA 13 | | PILA 16 | |
|---|---|---|---|---|
| | Reacción en módulo pantalla (MN) | Tensión (kg/cm2) | Reacción en módulo pantalla (MN) | Tensión (kg/cm2) |
| ELS Caract Fase 0 | 5.4 | 27.0 | 5.5 | 27.5 |
| ELS Frecuen Fase 0 | 3.6 | 18.1 | 3.8 | 19.0 |
| ELS Caract Fase 1 | 7.5 | 37.5 | 7.7 | 38.3 |
| ELS Frecuen Fase 1 | 5.3 | 29.5 | 6.1 | 30.5 |
| ELS Caract Fase 2 | 9.7 | 48.5 | 9.9 | 49.5 |
| ELS Frecuen Fase 2 | 6.8 | 33.6 | 7.0 | 34.8 |

# 4 ESTRATIGRAFÍA

En el mes de octubre de 2018 CEMOSA ha realizado los trabajos de campo de la campaña geotécnica complementaria. El alcance de los mismos ha sido la realización de 4 sondeos con recuperación continua de testigo con toma de muestras inalteradas. Para caracterizar el terreno travesado durante la perforación se han realizado ensayos de penetración estándar tipo SPT y ensayos presiométricos.

El objeto fundamental de estos reconocimientos era establecer la estratigrafía del terreno ya que las características de los distintos materiales son ampliamente conocidas en el entorno de Sevilla.

Los reconocimientos se han replanteado cerca de algunas de las pilas del viaducto actual objeto del Presente Proyecto. En concreto la posición de los sondeos es:

- Sondeo S-1: ubicado cerca de la posición de la pila P-13.
- Sondeo S-2: junto al pilono P-14.
- Sondeo S-3: cerca del pilono P-15.
- Sondeo S-4: en las inmediaciones de la pila P-16.

Las cotas de boca de los sondeos son las siguientes[4]:

- Cota Sondeo S-1: +10,32 m
- Cota Sondeo S-2: +8,24 m
- Cota Sondeo S-3: +6,35 m
- Cota Sondeo S-4: +7,72 m

En este apartado se compara la estratigrafía deducida del plano existente en el Anejo nº 12 del Proyecto Constructivo con la testificación facilitada de los sondeos complementarios ahora realizados por CEMOSA (2018).

Inicialmente se compara en la Tabla VI el espesor de cada una de las capas del terreno en la zona de la pila P-13.

*Tabla VI.- Espesor de los distintos estratos. P-13 (m)*

| | Plano Proyecto Constructivo Pila P-13 | | Sondeo complementario (2018) S-1 | |
|---|---|---|---|---|
| Relleno | 3,5 | | 2,0 | |
| Arcillas | 10,5 | 19 | 14,3 | 20,1 |
| Limos/arenas | 5,0 | | 3,8 | |
| Gravas | 7,0 | | 10,7 | |

Se puede ver que el espesor de las arcillas es unos 4 m mayor en el sondeo (14,3 m) complementario que en el perfil estratigráfico (10,5 m). Como se puede ver el espesor por encima del techo de las gravas es parecido. Puede que la diferencia entre los espesores de las distintas capas sea debido a una diferente testificación de los testigos. Además, la capa de gravas, ahora detectada, presenta un espesor 3 m mayor que el valor esperable con la información existente.

Se ha intentado estimar la cota del techo de los distintos estratos. Ver Tabla VII.

[4]Se ha comprobado que las cotas indicadas en el informe de CEMOSA no son correctas. Las nuevas referencias fueron tomadas durante la elaboración del Anteproyecto.

*Tabla VII.- Cota absoluta del techo de los distintos estratos. P-13 (m)*

| | Plano Proyecto Constructivo. Pila P-13 | Sondeo complementario (2018) S-1 |
|---|---|---|
| Relleno | +9,0 | +10,32 |
| Arcillas | +5,5 | +8,32 |
| Limos/arenas | -5,0 | -5,98 |
| Gravas | -10,0 | -9,78 |
| Margas azules | -17,0 | -20,48 |

De acuerdo a los datos del nuevo sondeo (S-1), la cota del techo de las margas azules se encontraría más profundo que lo indicado en el Proyecto Constructivo (unos 3,5). El techo de las gravas es prácticamente igual.

A continuación, se realiza un análisis similar al realizado en la pila P-13, comparando la columna estratigráfica del sondeo S-2 con la estratigrafía del pilono P-14 deducida del plano del Anejo de Estructuras del Proyecto Constructivo.

En la Tabla VIII se comparan los espesores de los diferentes estratos del terreno. Como se puede ver los espesores son similares en ambos reconocimientos (los del Proyecto y los actuales de CEMOSA). Sólo hay una pequeña diferencia en la testificación de las arcillas y limos. La suma del espesor de ambos estratos es similar. La única variación es que el espesor de las arcillas en el sondeo complementario S-2 es algo mayor que el perfil estratigráfico y, en cambio, el espesor de los limos algo menor.

*Tabla VIII.- Espesor de los distintos estratos. P-14 (m)*

| | Plano Proyecto Constructivo Pilono P-14 | | Sondeo complementario (2018) S-2 | |
|---|---|---|---|---|
| Relleno | 3,0 | | 3,50 | |
| Arcillas | 10,0 | 18,0 | 12,0 | 17,9 |
| Limos/arenas | 5,0 | | 2,4 | |
| Gravas | 7,0 | | 6,6 | |

Para la zona del pilono P-14 se establece el techo de los diferentes materiales en la Tabla IX

*Tabla IX.- Cota absoluta del techo de los distintos estratos. P-14 (m)*

| | Plano Proyecto Constructivo Pilono P-14 | Sondeo complementario (2018) S-2 |
|---|---|---|
| Relleno | +8,0 | +8,24 |
| Arcillas | +5,0 | +4,74 |
| Limos/arenas | -5,0 | -7,26 |
| Gravas | -10,0 | -9,66 |
| Margas azules | -17,0 | -16,26 |

De manera análoga se continúa el estudio de la información del sondeo S-3, situado en las inmediaciones del pilono P-15. En primer, lugar se comparan los espesores de cada una de las capas. Ver Tabla X. Como se puede ver los valores obtenidos en el sondeo actual son muy similares a los que se han podido recopilar del Proyecto Modificado.

*Tabla X.- Espesor de los distintos estratos. P-15 (m)*

| | Plano Proyecto Constructivo Pilono P-15 | | Sondeo complementario (2018) S-3 | |
|---|---|---|---|---|
| Relleno | 2,6 | | 2,0 | |
| Arcillas | 13,6 | 16,2 | 13,5 | 15,5 |
| Limos/arenas | -- | | -- | |
| Gravas | 6,0 | | 6,0 | |

La cota de boca del sondeo S-3 medida in situ es la +6,35 m. A partir de este valor, se comparan las cotas del techo de cada uno de los estratos según los datos del Modificado nº 1 y según el sondeo S-3. Ver Tabla XI.

*Tabla XI.- Cota absoluta del techo de los distintos estratos. P-15 (m)*

| | Plano Proyecto Constructivo Pilono P-15 | Sondeo complementario (2018) S-3 |
|---|---|---|
| Relleno | +6,0 | +6,35 |
| Arcillas | +3,4 | +4,35 |
| Limos/arenas | -- | -- |
| Gravas | -10,2 | -9,15 |
| Margas | -16,2 | -15,15 |

Por último, se hace una comparativa de los resultados del sondeo S-4 con los datos estimados en el Proyecto modificado nº 1. En la Tabla XII se ha realizado la comparación en términos de espesores y en la Tabla XI en términos de cotas absolutas (la cota de boca facilitada por CEMOSA es la +11 m pero la correcta es la +7,72 m).

La primera diferencia es la cota de boca de los reconocimientos. El sondeo realizado por CEMOSA en el 2018 se situaba 1,2 m más alto que el del Proyecto Modificado. Puede que se haya producido algún relleno en la zona donde se ha realizado el sondeo desde que se construyó el Puente hasta ahora. Como se puede ver en la

Tabla XIII, la diferencia entre los espesores de las dos campañas son 2-3 m.

*Tabla XII.- Espesor de los distintos estratos. P-16 (m)*

| | Plano Proyecto Constructivo Pila P-16 | | Sondeo complementario (2018) S-4 | |
|---|---|---|---|---|
| Relleno | 1,3 | | 0,40 | |
| Arcillas | 12,6 | 15,9 | 14,7 | 19,0 |
| Limos/arenas | 2,0 | | 3,9 | |
| Gravas | 6,0 | | 3,1 | |

*Tabla XIII- Cota absoluta del techo de los distintos estratos. P-16 (m)*

| | Plano Proyecto Constructivo Pila P-16 | Sondeo complementario (2018) S-4 |
|---|---|---|
| Relleno | +6,5 | +7,72 |
| Arcillas | +5,2 | +7,32 |
| Limos/arenas | -7,4 | -7,38 |
| Gravas | -9,4 | -11,28 |
| Margas | -15,4 | -14,38 |

Para completar esta información, indicar que para la elaboración del Proyecto Modificado nº 1 se realizaron 4 sondeos. Aunque no se ha dispuesto del plano con la ubicación de los reconocimientos, en todos ellos se indica que el techo de las margas se encuentra a 22 m-23 m de profundidad respecto a la boca del sondeo (que no se indica en los partes). Estas profundidades son algo menores que los indicadas en el Proyecto de Construcción. Sin embargo, son parecidas a los resultados de la nueva campaña (excepto las detectadas en el sondeo S-2). En cuanto al techo de las gravas, en los sondeos del Proyecto Modificado se indicaba una profundidad de 16,5-17 m de profundidad, excepto en un sondeo que aparecía a una cota mayor, 19 m. En general, en los nuevos reconocimientos ahora realizados, el espesor de terreno hasta alcanzar el techo de las gravas ha sido algo mayor.

Para resumir la estratigrafía de la zona, se ha elaborado un perfil estratigráfico a partir de las columnas de los sondeos facilitadas por CEMOSA[5]. Ver Figura nº 6. En el Anejo de Geotecnia de este Proyecto se puede consultar un perfil más detallado.

Además, en la Figura nº 7 y Figura nº 8 se han dibujado las cimentaciones de las pilas P-13 a P-16 junto al perfil estratigráfico deducido de los nuevos sondeos realizados por CEMOSA.

Una vez analizada toda la información se puede concluir que los nuevos reconocimientos confirman la estratigrafía del terreno del Proyecto. Sin embargo, puntualmente existe alguna pequeña variación en la cota de techo de las gravas y las margas. Además, en algunos casos el espesor de gravas detectado es menor.

[5] En el Anejo de Geotecnia se puede consultar un perfil estratigráfico más detallado

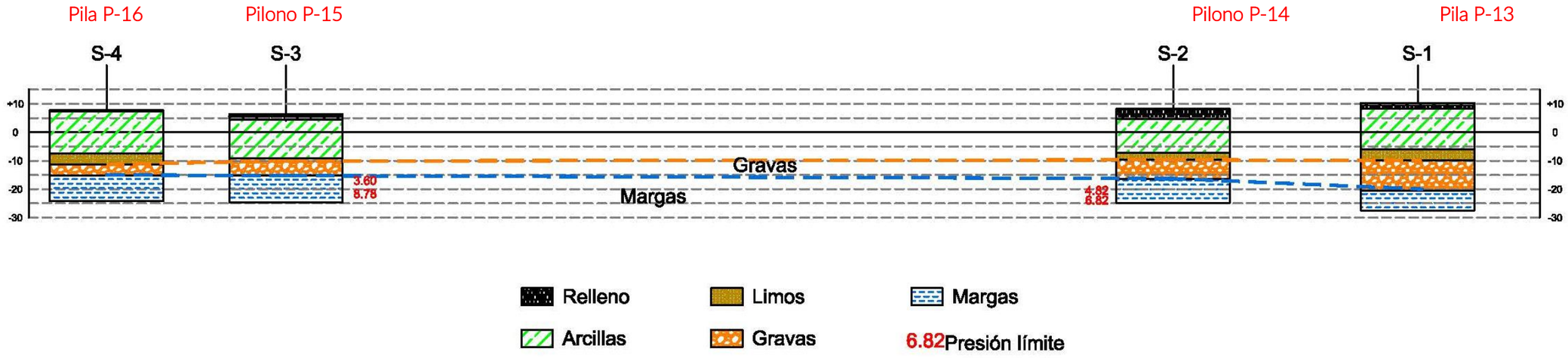



Figura nº 6.- Perfil estratigráfico esquemático según un perfil longitudinal del viaducto

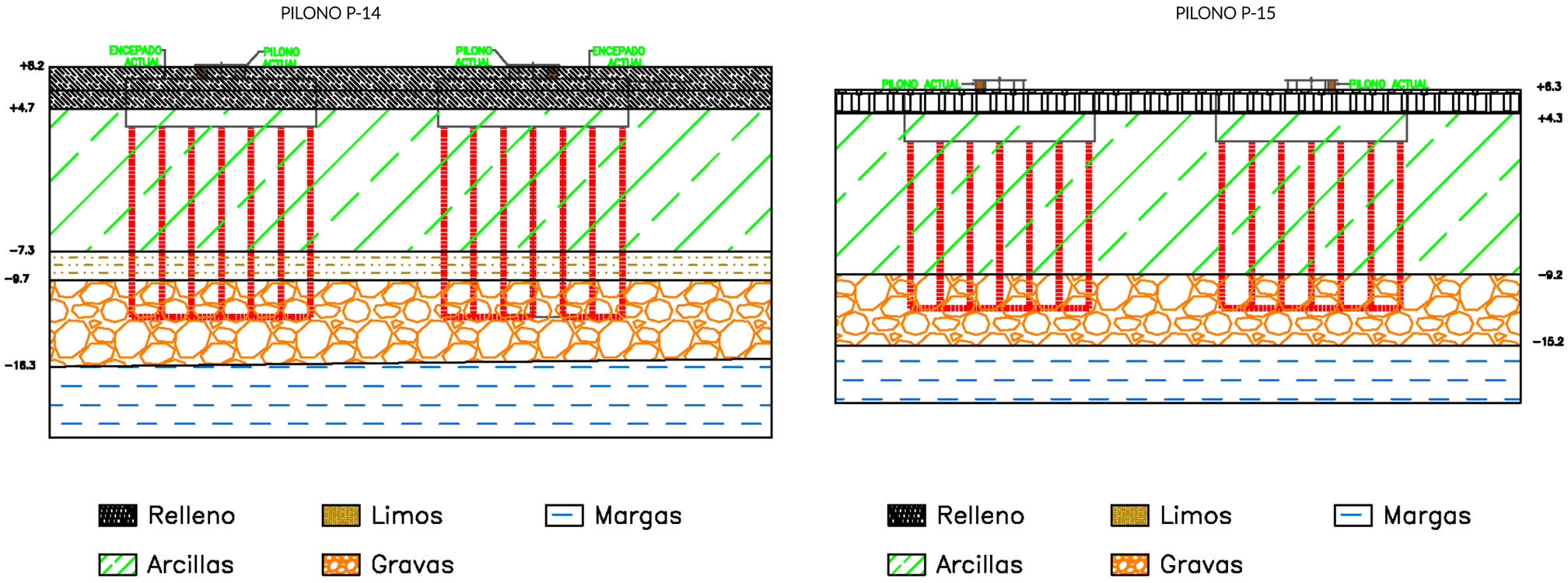



*Figura nº 7.- Esquema de la cimentación de las pilas P-14 y P-15*

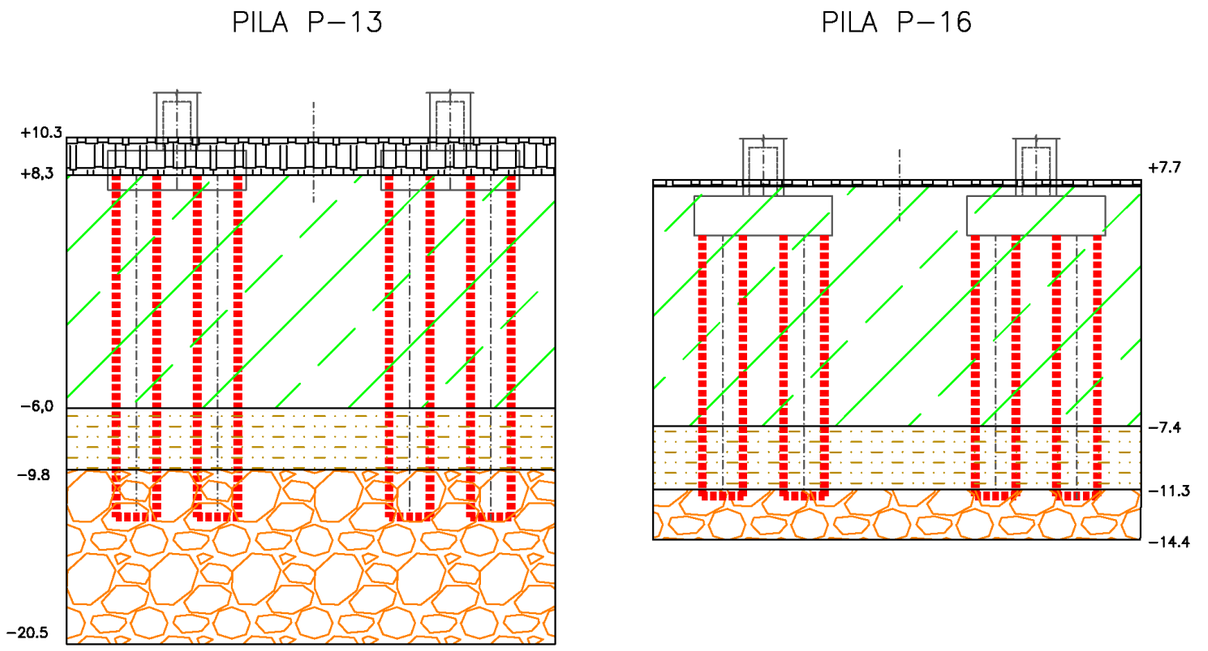



*Figura nº 8.- Esquema de la cimentación de las pilas P-13 y P-16*

# 5 ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN

Para realizar la caracterización de los distintos materiales se han llevado a cabo una serie de ensayos in situ. Además, durante la perforación de los sondeos se tomaron algunas muestras inalteradas y testigos parafinados con la finalidad de realizar ensayos de laboratorio. En este apartado se resumen los resultados principales de estos ensayos.

Los estratos que deberían caracterizarse con detalle serían las gravas (donde apoya la cimentación) y las margas azules subyacentes. Los materiales superiores, debido a su baja compacidad, apenas aportan resistencia a la cimentación. El "problema" es que las gravas no se pueden ensayar ya que no se pueden extraer muestras inalteradas ni tampoco ha sido posible realizar ensayos in situ. Por tanto, sólo se dispone de datos de ensayos de las margas azules.

### Ensayos de resistencia a compresión simple

En la siguiente Tabla XIV se resumen los resultados de los ensayos de la resistencia a compresión simple realizados indicando la profundidad de la muestra ensayada.

*Tabla XIV.- Resultados de los ensayos de resistencia a compresión simple*

| Sondeo | Profundidad (m) | Resistencia a compresión simple (kPa) |
|---|---|---|
| S-01 | 31,1 | 349,1 |
| S-01 | 33,5 | 588,4 |
| S-01 | 35,6 | 572,7 |
| S-02 | 24,8 | 416,6 |
| S-02 | 27,4 | 650,2 |
| S-02 | 30,3 | 518,7 |
| S-03 | 22,2 | 578,8 |
| S-03 | 24,0 | 392,8 |
| S-03 | 26,3 | 575,3 |
| S-04 | 23,0 | 423,7 |
| S-04 | 26,1 | 581,8 |
| S-04 | 28,1 | 639,8 |

En la Figura nº 9 se han representado los valores del a resistencia a compresión simple en función de la cota absoluta de la muestra ensayada.

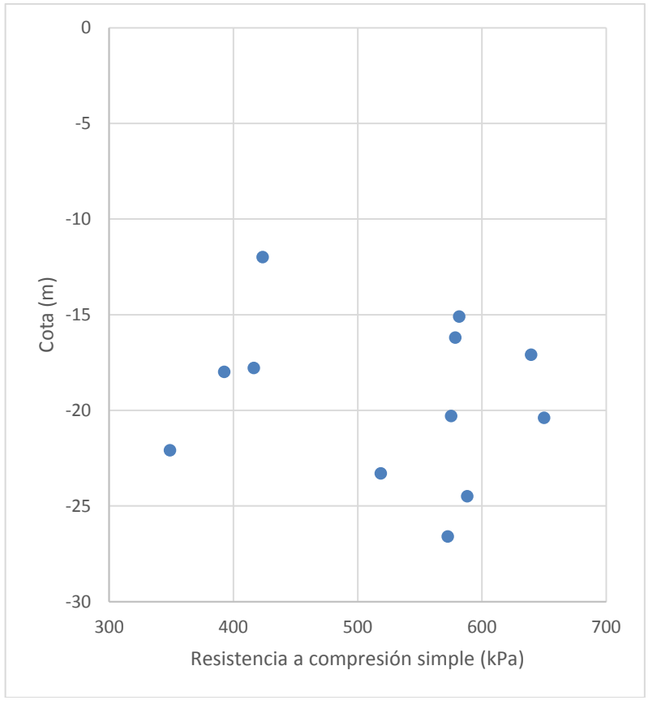



*Figura nº 9.- Resultados de los ensayos de resistencia a compresión simple*

Como se puede ver existe una cierta dispersión de los valores. Menos en el caso del sondeo S-3, la muestra más superficial es la que presenta una menor resistencia. Esto indicaría la existencia de un cierto espesor de alteración de la zona superficial de las margas, existiendo, posteriormente un incremento de resistencia con la profundidad.

### Ensayos presiométricos

A continuación, se incluyen en la Tabla XV los resultados de los ensayos presiométricos realizados al nivel de las margas.

*Tabla XV.- Resultados de los ensayos presiométricos*

| Sondeo | Prof. (m) | Módulo presiométrico (MPa) | Presión límite (MPa) | Presión de fluencia (MPa) |
|---|---|---|---|---|
| S-2 | 28,9 | 42,11 | 4,82 | 1,69 |
| S-2 | 31,9 | 85,51 | 6,82 | 2,65 |
| S-3 | 23,2 | 26,99 | 3,60 | 1,06 |
| S-3 | 28,7 | 91,00 | 8,78 | -- |

En la Figura nº 10 se representan los valores de los módulos presiométricos en función de la cota a la que se ha tomado la muestra y en la Figura nº 11, la presión límite estimada en cada uno de los ensayos.

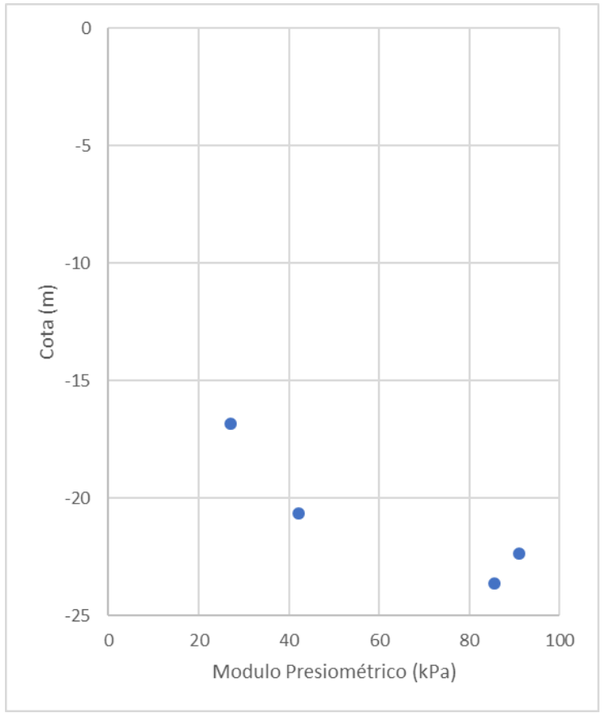



*Figura nº 10.- Módulo presiométrico*

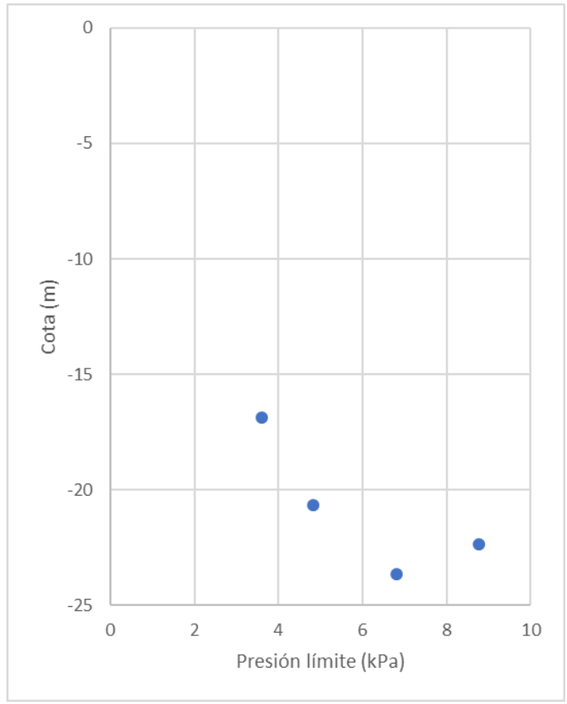



*Figura nº 11.- Presión límite del ensayo presiométrico*

# 6 METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN DE LOS PILONOS

En el Proyecto original se había diseñado la cimentación de las pilas mediante pilotes de gran diámetro (2 m). Para su diseño se le asignó una resistencia por punta y por fuste al pilote.

Sin embargo, posteriormente, en el Modificado nº 1 se propuso un cambio de cimentación, proponiendo la realización de una serie de módulos de pantalla como se ha descrito en el apartado nº 2 del presente Anejo, Así, la cimentación finalmente construida en los pilonos P-14 y P-15 está compuesta por varios elementos portantes formados, a su vez, por módulos de pantalla. Esta solución fue diseñada y justificada en el Proyecto Modificado del Puente del Centenario.

Por tanto, la nueva cimentación propuesta se trataría de una cimentación de gran área que sería similar al caso descrito en la Guía de Cimentaciones en Obras de Carretera en el apartado 5.10.4. Según se indica en dicho apartado *el conjunto de todos los pilotes* (en este caso módulos de pantalla) *se asimilará a un gran pilote* (en este caso a un gran módulo de pantalla) *cuya sección transversal sea tal que englobe (circunscriba) a todas las secciones transversales de los pilotes (módulos de pantalla) y del terreno existente entre ellos*. Esto quiere decir que la cimentación debe considerarse de manera conjunta terreno-grupo de elementos portantes: cimentación semienterrada o pozo de grandes dimensiones.[6]

Este criterio ha sido el empleado en el Modificado nº 1, en el apartado nº 5 del documento Justificación de cimentación con elementos portantes (Comprobación del funcionamiento del bloque de cimentación como pozo). Ver Figura nº 12. *El estudio está orientado fundamentalmente a la comprobación de la capacidad portante y la deformabilidad del terreno*.

A continuación, se indica la metodología empleada para el estudio de la cimentación en el Proyecto Modificado.

*El cálculo del comportamiento del grupo de pilotes frente a la carga vertical y asientos, se siguió el método de Tomlinson (1981).*

Aunque puede existir una resistencia por fuste en el estrato de arcillas del orden del 30%, se consideró en el Proyecto Modificado que la carga se reparte a partir del techo de las gravas con un ángulo de 30º respecto a la vertical, sin considerar la colaboración de la capa superior. Por tanto, se adoptó un criterio conservador. Ver Figura nº 12 tomada del Proyecto Modificado nº 1. Como se puede ver se incluye en la misma el valor de los módulos de deformación adoptados.

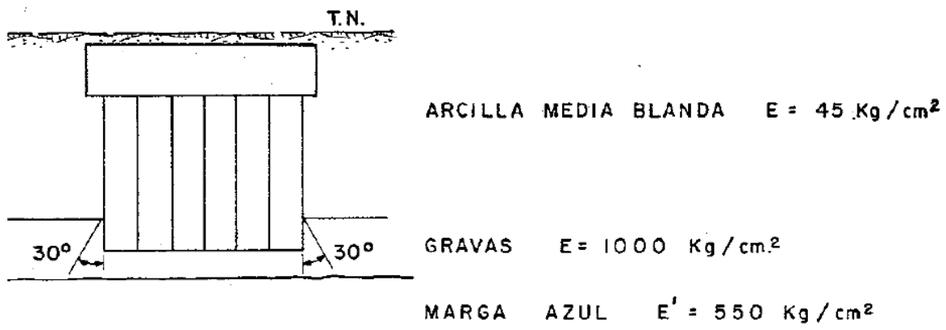



*Figura nº 12.- Esquema de cálculo del Proyecto Modificado*

En este tipo de cimentación conjunta, el dimensionamiento está condicionado, por los movimientos y no por la carga de hundimiento. Así, para aceptar la validez de la cimentación, el criterio fundamental es el valor del asiento estimada de misma. La carga de hundimiento no será el condicionante de la cimentación. Es más, no tendría significado en una cimentación de las dimensiones de la estudiada. Así se indica en la Justificación de la solución del Modificado nº 1. Aunque se estima la presión unitaria en el techo de las gravas y en el techo de las margas, se dice "*que puede comprenderse que la capacidad portante frente a hundimiento es holgada, por lo que van a estimarse los asientos de una cimentación de ancho B apoyada en el contacto arcillas grava*".

En el siguiente apartado se calcula el asiento de la cimentación bajo la acción de las nuevas cargas, empleando los criterios de diseño empleados en el Modificado nº 1.

# 7 COMPROBACIÓN DE LA CIMENTACIÓN DE LOS PILONOS P-14 Y P-15

Como se ha comentado en el apartado anterior, la cimentación de los pilonos del puente debe considerarse como un elemento de cimentación conjunto elementos portantes-terreno. Para estimar el asiento de la cimentación el dato fundamental es obtener el módulo de deformación del terreno. Aunque se han realizado durante la ejecución ensayos presiométricos, y se dispone de datos de ensayos de resistencia a compresión simple, se considera que el dato más fiable sobre la deformabilidad conjunta del terreno es la deducida del control de movimientos de la cimentación que se realizó durante la construcción el puente. En la Figura nº 13 se incluyen los datos medidos que han sido obtenidos del artículo "El Puente del Centenario sobre la dársena del río Guadalquivir, en Sevilla" publicado en el número 3.312 de la revista de Obras Públicas.

[6] En la página 31 del artículo "El Puente del Centenario sobre la dársena del río Guadalquivir, en Sevilla" se indica "considerando el conjunto como un gran pozo o cajón apoyado en el sustrato de gravas, el cual reparte la carga sobre la marga azul"

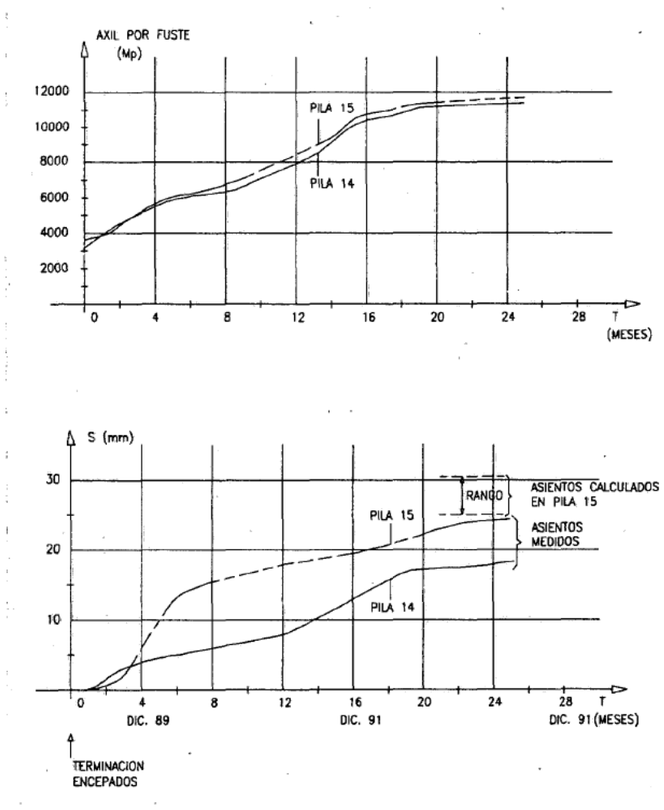



*Figura nº 13.- Movimientos medidos durante la construcción del Puente*

Como se pude ver la relación entre el incremento de carga y los movimientos producidos es bastante lineal. Esto indicaría que el terreno tiene un comportamiento elástico, alejado de las tensiones de plastificación. Los asientos máximos estuvieron durante la construcción en el orden de 20 mm. Este valor es pequeño para la cimentación de una estructura con las luces del puente del Centenario.

A continuación, se va a intentar estimar el módulo de deformación del terreno a partir de estos datos medidos in situ. Para realizar el estudio de los asientos de la estructura durante su ampliación se ha asimilado el terreno real (gravas + margas + mejorados con las inyecciones realizadas) a un terreno homogéneo equivalente que condujera a un asiento similar al medido.

La equivalencia se ha realizado considerando un comportamiento elástico del terreno y empleando la expresión indicada en la página 114 de la Guía de Cimentaciones en Obras de Carretera para zapata rígida.

$$s = \frac{V \cdot (1 - \nu^2)}{1{,}25 \cdot E \cdot \sqrt{B \cdot L}}$$

donde:

V: es la resultante vertical actuante sobre la cimentación

ν: coeficiente de Poisson

E: Módulo de deformación medio del terreno en el bulbo de tensiones de la zapata.

B y L: son las dimensiones en planta de la cimentación.

Para el caso del pilono P-14 sería necesario un módulo de 270 MPa para que el asiento, al aplicar la carga estimada que transmite el puente (117.000 kN descontado el peso propio del encepado), resulte unos 18 mm tal como se midió durante la construcción del puente. En el caso de la pila P-15, el asiento medido fue algo mayor (25 mm) para el mismo valor de la magnitud de la carga. Para "justificar" dichos valores el módulo de deformación debería haber sido 180 MPa. Como se puede deducir los valores deducidos a partir de los datos del control de asientos serían claramente mayores de los deducidos de los ensayos realizados durante el reconocimiento geotécnico.

Conocidos estos datos se van a estudiar el valor de incremento de tensiones transmitidas al terreno por la obra prevista, así como los asientos que se producirían.

Como se ha comentado, en opinión del redactor del presente Anejo, en los pilonos P-14 y P-15 la existencia de varios elementos portantes relativamente próximos haría considerar el trabajo conjunto (efecto grupo) de los distintos elementos portantes. Se trataría, por tanto, de una cimentación semienterrada.

Para analizar la transmisión de las cargas al terreno se han asumido dos hipótesis sobre el área de reparto de la carga.

a) Área estricta de la cimentación

Como se puede ver en las Figuras n$^{os}$ 1 y 2, los pilonos o torres tiene dos fustes. Se va a estudiar la cimentación de uno de los fustes de manera aislada. Una vez analizada la geometría, se considera que los elementos portantes bajo cada fuste de la pila trabajan de manera conjunta (5 elementos portantes en el fuste del pilono P-14 y 7 en el fuste de la pila P-15). Ver Figura nº 14.

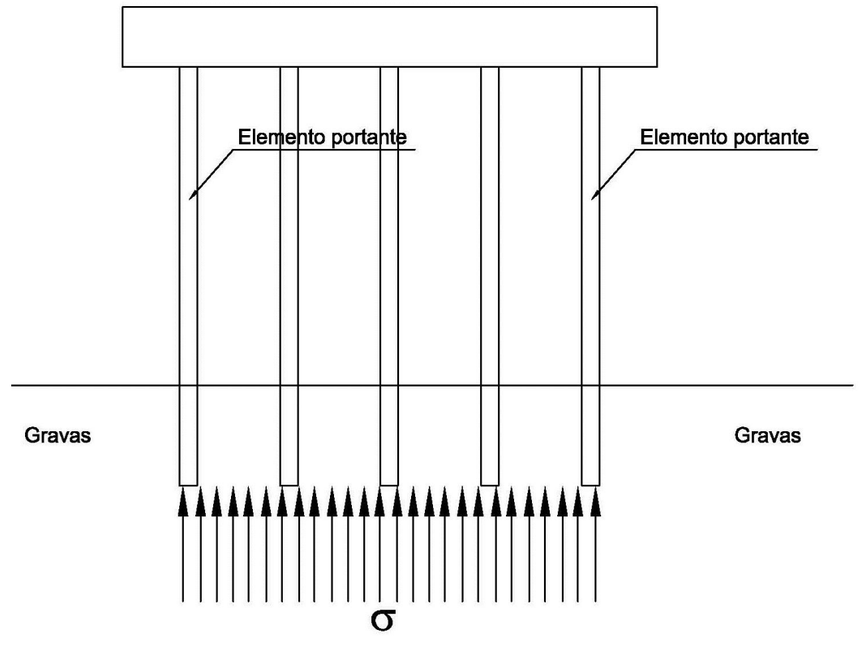



*Figura nº 14.- Transmisión de carga por punta*

En este primer caso, se considera que el área de la cimentación "conjunta" sería el perímetro que inscribe todos los elementos portantes existentes:

Pilono P-14 A = B · L =15 · 19,9 = 298,5 $m^2$

Pilono P-15 A = B · L =15 · 21,4 = 321 $m^2$

De esta manera la tensión media transmitida al terreno en la zona de la punta de las pantallas durante la Fase 2 sería la carga actuante en cada fuste (la mitad de la carga total del pilono, puesto que cada pilono tiene 2 fustes) dividida por el área indicada anteriormente. Se han obtenido los valores medios y máximos (en el extremo más desfavorable del elemento portante) para la combinación característica.

Pilono P-14. Tensión media. Combinación característica

$$\sigma_{fase2} = \frac{Carga\ pilono}{Area\ conjunta} = \frac{209.950\ \text{kN}}{298{,}5\ m^2} = 703{,}3\ \text{kPa} = 7{,}03\ \text{kp/cm}^2$$

Pilono P-14. Tensión máxima. Combinación característica

$$\sigma_{\text{fase2}} = \frac{209.950\ \text{kN}}{298{,}5\ \text{m}^2} + \frac{260.454 \cdot 9.05}{\frac{1}{12}19{,}9^3 \cdot 15} + \frac{319.351 \cdot 7}{\frac{1}{12}19{,}9^3 \cdot 15} = 701{,}2 + 239.3 + 226{,}9 = 1170\ \text{kPa} = 11{,}70\ \text{kp/cm}^2$$

Si se realizara un cálculo similar con las cargas actuales, la tensión media transmitida en la punta de las pantallas sería, teóricamente, de 380,9 kPa (3,81 Kp/$cm^2$). Y la tensión máxima 737,2 kPa (7,37 kp/$cm^2$). Por tanto, en la Fase 2 se produciría un incremento en las tensiones máximas del orden del 60% respecto a la situación actual.

Un cálculo análogo para el Apoyo P-15 conduciría a los siguientes resultados.

Pila P-15. Tensión media. Combinación característica

$$\sigma_{\text{fase2}} = \frac{\text{Carga pilono}}{\text{Area conjunta}} = \frac{209.950\ \text{kN}}{321\ \text{m}^2} = 654{,}0\ \text{kPa} = 6{,}54\ \text{kp/cm}^2$$

Pila P-15. Tensión máxima. Combinación característica

$$\sigma_{\text{fase2}} = \frac{209.950\ \text{kN}}{321\ \text{m}^2} + \frac{260.454 \cdot 9.8}{\frac{1}{12}21{,}40^3 \cdot 15} + \frac{319.351 \cdot 7}{\frac{1}{12}21{,}4^3 \cdot 15} = 654{,}0 + 192{,}4 + 182{,}5 = 1028{,}9\ \text{kPa} = 10{,}3\ \text{kp/cm}^2$$

El incremento de la tensión máxima respecto a la situación actual es similar a la comentada en el caso del pilono P-14, del orden del 60% (de 640,7 kPa a 1028,9 kPa).

Una vez realizado la estimación de las tensiones transmitidas por la cimentación se procede a realizar una evaluación de los asientos de la cimentación, considerando la misma como una cimentación conjunta módulos de pantalla-terreno "confinado" entre las mismas. El estudio se ha realizado de acuerdo a lo indicado en la página 114 de la Guía de Cimentaciones en Obras de Carretera.

Asiento debido a la carga vertical (V)

$$s = \frac{V \cdot (1 - \nu^2)}{1{,}25 \cdot E \cdot \sqrt{B \cdot L}}$$

Asiento adicional debido al giro producido por el momento[7] (M)

$$s = \frac{4 \cdot M \cdot (1 - \nu^2)}{E \cdot L_1^2 \cdot L_2} . 0{,}5 \cdot L_1$$

[7] En la Guía de Cimentaciones en Obras de Carretera se facilita el valor del giro de la cimentación producido por el momento. Dicho giro se ha multiplicado por el brazo para obtener el asiento producido por el giro en el extremo de la cimentación.

Los resultados obtenidos para la combinación frecuente serían los indicados en la Tabla XVI Para obtener estos valores se ha supuesto un módulo de deformación elástico lineal igual a 180 MPa (que sería el menor de los valores deducidos del control de asientos durante la construcción del puente).

*Tabla XVI.- Asiento máximo de la cimentación[*] (cm)*

| | Apoyo P-14 | | | Apoyo P-15 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Situación actual | Etapa 1 | Etapa 2 | Situación actual | Etapa 1 | Etapa 2 |
| Asiento Vz | 2,4** | 3,5 (1,1) | 4,6 (2,2) | 2,3*** | 3,4 (0,9) | 4,4 (2,1) |
| Asiento My | 0,8 | 1,2 (0,4) | 0,8 (0,0) | 0,7 | 1,1 (0,4) | 0,8 (0,1) |
| Asiento Mx | 0,0 | 0,5 (0,5) | 0,7 (0,7) | 0,0 | 0,5 (0,5) | 0,7 (0,7) |
| Asiento total | 3,2 | 5,2 (2,0) | 6,1 (2,9) | 3,1 | 5,0 (1,9) | 5,8 (2,7) |

[*] Entre paréntesis se indica el incremento respecto al valor actual

[**] Durante la construcción se midió un asiento de 18 mm

[***] Durante la construcción se midió un asiento de 25 mm

Como se puede ver parte de los asientos son debidos a la existencia de un momento en la cimentación. Una fracción de este valor será producido por la acción del viento. Al ser una acción de corta duración, se podría considerar un módulo de deformación mayor para estimar dicho movimiento. En este cálculo se ha considerado adoptar una hipótesis conservadora y adoptar el mismo módulo de deformación del terreno tanto para las acciones permanentes como para aquellas que son de corta duración.

Como se puede comprobar, los asientos estimados hasta este momento, están en el orden de magnitud de los valores medidos. En todo caso, resultaría que en debido a la ejecución de la Etapa 1 la cimentación asentaría 2 cm más y para la Etapa 2 algo menos de 3,0 cm[8]. Se deberá confirmar que este incremento de asiento es admisible para la estructura.

b) Área ampliada de la cimentación

En realidad, el reparto de parte de las cargas por el fuste de los elementos portantes, hará que a nivel de las puntas de las pantallas las tensiones actuantes serán menores que las adoptadas en el apartado anterior. O lo que es lo mismo, las dimensiones en planta para transmitir las cargas sean algo mayores. El área "de reparto de las cargas" podría estimarse según la siguiente expresión.

A = (B + h) · (L + h)

siendo h el ancho adicional de la cimentación en la zona de la punta. Se ha considerado un reparto tensional según una inclinación 1H:2V desde el techo de las gravas hasta la profundidad de la punta de las pantallas. Ver Figura nº 15. Está hipótesis de reparto de carga ya fue adoptada en el diseño de la cimentación del Proyecto Modificado nº 1.

Para el caso del pilono P-14 h=2,25 m y para la pila P-15 de apenas 1 m.

Pilono P-14 A = (B+h) · (L+h) = (15 + 2,25) · (19,9 + 2,25) = 382,1 $m^2$

Pilono P-15 A = (B+h) · (L+h) = (15 + 1) · (21,4 + 1) = 358,4 $m^2$

Para está nueva hipótesis, las tensiones alcanzadas para la combinación característica serían las indicados en la Tabla XVII.

[8] A partir de los asientos producidos por los momentos se puede obtener el giro de la cimentación.

*Tabla XVII.- Tensiones en la base de la cimentación* (kPa)*

| | Apoyo P-14 | | | Apoyo P-15 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Etapa inicial | Etapa 1 | Etapa 2 | Etapa inicial | Etapa 1 | Etapa 2 |
| Tensión media | 297,5 | 399,6 (102,0) | 549,5 (251,9) | 317,2 | 426,0 (108,8) | 585,8 (268,6) |
| Tensión máxima | 523,1 | 824,3 (301,2) | 719,1 (196,0) | 555,2 | 874,2 (319,0) | 764,8 (209,6) |

* *Entre paréntesis se indica el incremento respecto al valor actual*

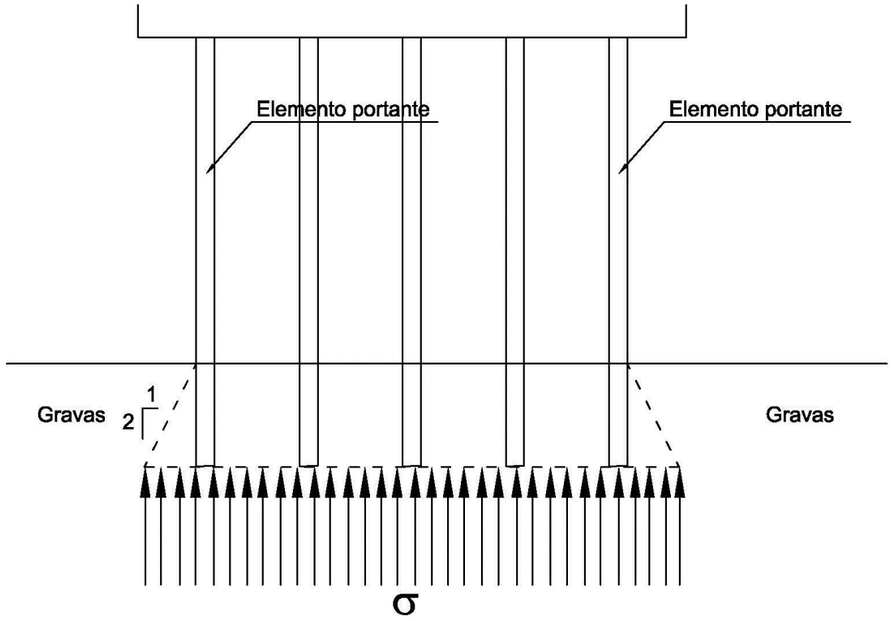



*Figura nº 15.- Transmisión de la carga por fuste y punta*

Los asientos obtenidos suponiendo el reparto de las tensiones serían los que se indican a continuación para la combinación frecuente (Tabla XVIII).

*Tabla XVIII.- Asiento máximo de la cimentación (cm)*

| | **Apoyo P-14** | | | **Apoyo P-15** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Etapa inicial | Etapa 1 | Etapa 2 | Etapa inicial | Etapa 1 | Etapa 2 |
| Asiento Vz | 2,1 | 3,1 (1,0) | 4,0 (1,9) | 2,2 | 3,2 (1,0) | 4,2 (2,0) |
| Asiento My | 0,5 | 0,9 (0,4) | 0,5 (0,0) | 0,6 | 1,0 (0,4) | 0,6 (0,0) |
| Asiento Mx | 0,0 | 0,4 (0,4) | 0,6 (0,6) | 0 | 0,5 (0,5) | 0,6 (0,6) |
| Asiento total | 2,7 | 4,4 (1,7) | 5,2 (2,5) | 2,9 | 4,7 (1,8) | 5,4 (2,5) |

* *Entre paréntesis se indica el incremento respecto al valor actual*

Los valores de la etapa inicial serían del orden de magnitud de los medidos durante la construcción. Como se puede ver, para esta hipótesis de considerar el área ampliada de la cimentación, la construcción de la etapa 1 produciría un asiento adicional de casi 2 cm y la etapa 2 del orden de 2,5 cm. Como es lógico, estos valores son algo menores que los obtenidos si se considera el área estricta de la cimentación.

El estudio de la cimentación indicaría que las tensiones transmitidas al terreno son razonables y que los asientos máximos que se producirían durante la ampliación del puente serían de 2,5 cm. Aunque se considera un valor razonable, se deberá comprobar que el comportamiento estructural y funcional de la estructura es correcto si se produce dicho asiento.

En el Apéndice 2 de ese Anejo se completa el estudio analizando el comportamiento de la cimentación si se considerasen como aislados cada uno de los elementos de apoyo.

# 8 COMPROBACIÓN DE LA CIMENTACIÓN DE LAS PILAS P-13 Y P-16

Las pilas P-13 y P-16 están cimentadas mediante cuatro módulos de pantalla. En este caso, debido a la separación entre módulos se debe considerar los módulos de pantalla como elementos de cimentación aislados.

En primer lugar, se ha comprobado la tensión recibida en los distintos módulos de pantalla para la situación actual. Se ha podido estimar que la tensión en ambas pilas (P-13 y P-16) es del orden de 2 MPa para la combinación frecuente y 2,7 MPa para la combinación característica. Como se pueden ver, los valores son muy bajos comparados con los criterios habituales de diseño.

Las cargas futuras se incrementarán en ambos apoyos hasta valores próximos a 3,0 MPa para la combinación frecuente de la Fase 1 y 3,5 MPa para la combinación frecuente de la fase 2. Estos valores serían inferiores a los topes estructurales que se podría admitir para este tipo de cimentación y en este tipo de terreno (podría ser admisible 6 MPa).

A continuación, se resumen las reacciones en el módulo de pantalla más solicitado y la tensión correspondiente para las distintas combinaciones estudiadas. Tabla XIX.

*Tabla XIX.- Tensión máxima en módulo de pantalla. Pilas P-13 y P-16 (MPa)*

| | Apoyo P-13 | | Apoyo P-16 | |
|---|---|---|---|---|
| | Combinación característica | Combinación frecuente | Combinación característica | Combinación frecuente |
| Fase inicial | 2,7 | 1,8 | 2,8 | 1,9 |
| Fase 1 | 3,8 | 3,0 | 3,8 | 3,0 |
| Fase 2 | 4,9 | 3,4 | 5,0 | 3,5 |

La carga de hundimiento del terreno sería el orden de 8 MPa por lo que resultaría un coeficiente de seguridad del orden de 1,6 para la situación más desfavorable, que sería la combinación característica de la fase 2). Este valor sería inferior al indicado en la GCOC para la combinación característica (F=2,6)

En el Apéndice 2 de este Anejo se pueden consultar los detalles de los cálculos realizados.

# 9 CONSIDERACIONES SOBRE ACTUACIONES DE MEJORA DE LA CIMENTACIÓN

El estudio realizado en los apartados anteriores indicaría que la cimentación existente podría ser suficiente para transmitir las futuras cargas previstas ya que el incremento de cargas y de asiento producido por las nuevas acciones podrían considerarse admisibles para la estructura analizada. Aunque, evidentemente, el margen de seguridad futuro, aunque aceptable, sería menor. Esta conclusión, obtenida del estudio realizado en el presente Anejo, se debe, fundamentalmente, a que se adoptaron unos valores conservadores al realizar la modificación de la cimentación (Proyecto Modificado nº 1). Así se pone de manifiesto en el valor reducido de los asientos medidos durante la construcción de la estructura.

A pesar de que los tanteos realizados parecen indicar la viabilidad de la cimentación, se considera que pudiera ser conveniente realizar algunas actuaciones para llevar a cabo una mejora real de la seguridad de la cimentación.

En primer lugar, se analiza las cimentaciones de los pilonos P-14 y P-15. En este caso se podrían plantear trabajos en el terreno de mejora con un doble objetivo:

- Realizar algún tipo de actuación que asegure el "trabajo" conjunto de toda la cimentación.
- Ejecutar un tratamiento en la zona de la punta para incrementar su resistencia y disminuir su deformabilidad. Los datos de asientos reales medidos pondrían de manifiesto la disminución de la deformabilidad del terreno gracias a las inyecciones realizada durante la construcción del puente.

Para lograr este doble objetivo se propone realizar inyecciones entre los elementos portantes, en la zona del estrato de grava. De esta manera se recomprimiría/densificaría el terreno en la zona de la cimentación de manera que se aseguraría el trabajo conjunto terreno-cimentación creando una cimentación conjunta "monolítica". Además, las inyecciones incrementarían la resistencia (es como si en el terreno inyectado se creara una cohesión "artificial").

Además, se realizarían inyecciones adicionales en la zona de la punta con el fin de disminuir la deformabilidad del terreno. En los puntos con poco espesor de gravas bajo la punta se podría profundizar hasta tratar la zona de alteración de la capa de margas (que de acuerdo al reconocimiento geotécnico sería el 1,5-2 m más superficial del estrato de margas[9]). En definitiva, con la inyección de esta zona se aumentaría la rigidez del terreno y se reducirían los asientos (y se incrementaría la carga que se puede transmitir al terreno). Además, podría densifica el material existente entre las pantallas.

Las inyecciones mediante tubo manguito propuestas permiten introducir lechada a presión en el terreno. Puede que la lechada circule por los huecos (como una inyección de impregnación) o, posiblemente, se produzca la fracturación hidráulica del terreno creándose lajas en el terreno en la posición de cada uno de los manguitos.

En la Figura nº 16 y Figura nº 17 se muestra un esquema tentativo del posible tratamiento de los pilonos P-14 y P-15. La longitud de los taladros debe ser tal que penetren del orden de 3,5 m por debajo de la punta de las pantallas. En algunos casos se podría alcanzar la cota de alteración de las margas. Por tanto, deberían existir maguitos desde 1 m por encima del techo de las gravas hasta 3,5 m por debajo de la punta de la cimentación. La distancia entre manguitos será de 0,5 m.

Con el criterio que se acaba de indicar, en el pilono P-14 el tratamiento se realizaría entre las cotas -8,70 m y -17,50 m. Mientras que en el pilono P-15, las inyecciones se llevarían a cabo entre las cotas -8,20 y -15,50 m.

El diámetro de perforación para ejecutar las inyecciones dependerá del tipo de tubo a emplear. Se puede establecer de 3", ya que será necesario revestir la misma ya que la zona de las gravas podría no ser estable. No se deberá perforar a menos de 2 m de un tubo manguito que haya sido inyectado en las últimas 12 h para evitar que el fluido de be barrido de la perforación pueda afectar a la lechada de la vaina.

La tubería de tubo-manguito podría ser de PVC (no es necesario que sea metálica).

Una vez colocado el tubo manguito en la perforación, se procederá al relleno del espacio anular comprendido entre el propio tubo manguito y la perforación.

Para el relleno de inyección de la vaina, se deberá limitar la presión a 5 kp/cm$^2$ en la bomba de inyección.

La lechada de inyección se elaboraría con las siguientes especificaciones:

- Se empleará microcemento (12 μm)
- La relación agua/cemento será 1/1, la relación bentonita/cemento hasta un 10%. En caso de ser necesario se podrá añadir hasta un 4% de un aditivo plastificante.
- Las propiedades de la mezcla serán:
  - Resistencia a compresión simple a 28 días: 20 kg/cm$^2$
  - Viscosidad Marsh a 20º C: 30-60 s.
  - Densidad: 1,35-1,8 gr/dm$^3$
  - Agua libre (2 horas): <5%

En todo caso, en obra de deberán realizar pruebas previas al inicio de los trabajos que permitirá establecer la dosificación más adecuada.

La inyección del terreno se deberá realizar en retirada, utilizando obturadores dobles que permita aislar cada una de las válvulas de los manguitos. Es decir, desde el fondo hasta el emboquille hasta que en cada uno de los manguitos se alcance la presión de cierre o hasta alcanzar el volumen máximo. Cuando se detenga la inyección por alcanzar el volumen máximo, de debe repetir la inyección hasta conseguir que se alcance la presión de cierre en cada manguito. Esta nueva fase de inyección deberá realizarse al menos 12 h después de la finalización de la primera.

Los criterios de inyección de cada manguito serían los siguientes:

- Volumen máximo inyectado en cada fase sería de 125 l.
- El caudal de inyección será igual o menor a 18 l/min
- La presión máxima de inyección será de 5 kg/cm$^2$
- La presión máxima de rotura de la vaina será inferior a 50 kg/cm$^2$
- Se deberá detener la inyección si se observa que sale lechada por algún punto del terreno, por el río o cualquier otra incidencia.

Estos criterios deberán ser ajustados en obra en una serie de campos de pruebas antes del inicio de los trabajos.

Durante la ejecución de las inyecciones será necesario llevar a cabo un control de los movimientos de los encepados. Como mínimo 4 puntos en cada apoyo (por tanto, en los pilonos se colocarían 8 puntos de control). El sistema de lectura deberá ser tal que se garantice que el sistema de lectura tenga una precisión real inferior a 1 mm.

En el caso de las cimentaciones de las pilas P-13 y P-16 se propone mejorar la resistencia y la rigidez del terreno en la zona de la punta mediante inyecciones de tubo manguito en la zona del bulbo de tensiones de los módulos de pantalla. El esquema de tratamiento planteado se puede consultar en la Figura nº 18 (pila 13) y en la Figura nº 19 (pila 16).

Como se puede ver en la pila P-13 el tratamiento se ejecutaría entre -8,80 y -17,40 y en la pila P-16 entre las cotas -10,3 m y -15,2 m.

Los criterios de diseño, de inyección y de control serían los mismos que se acaban de describir para los pilonos P-14 y P-15.

[9] En las margas sanas apenas existirá posibilidad de inyectar lechada. Pero se deberá intentar para asegurarse que queda tratada completamente la zona de alteración.

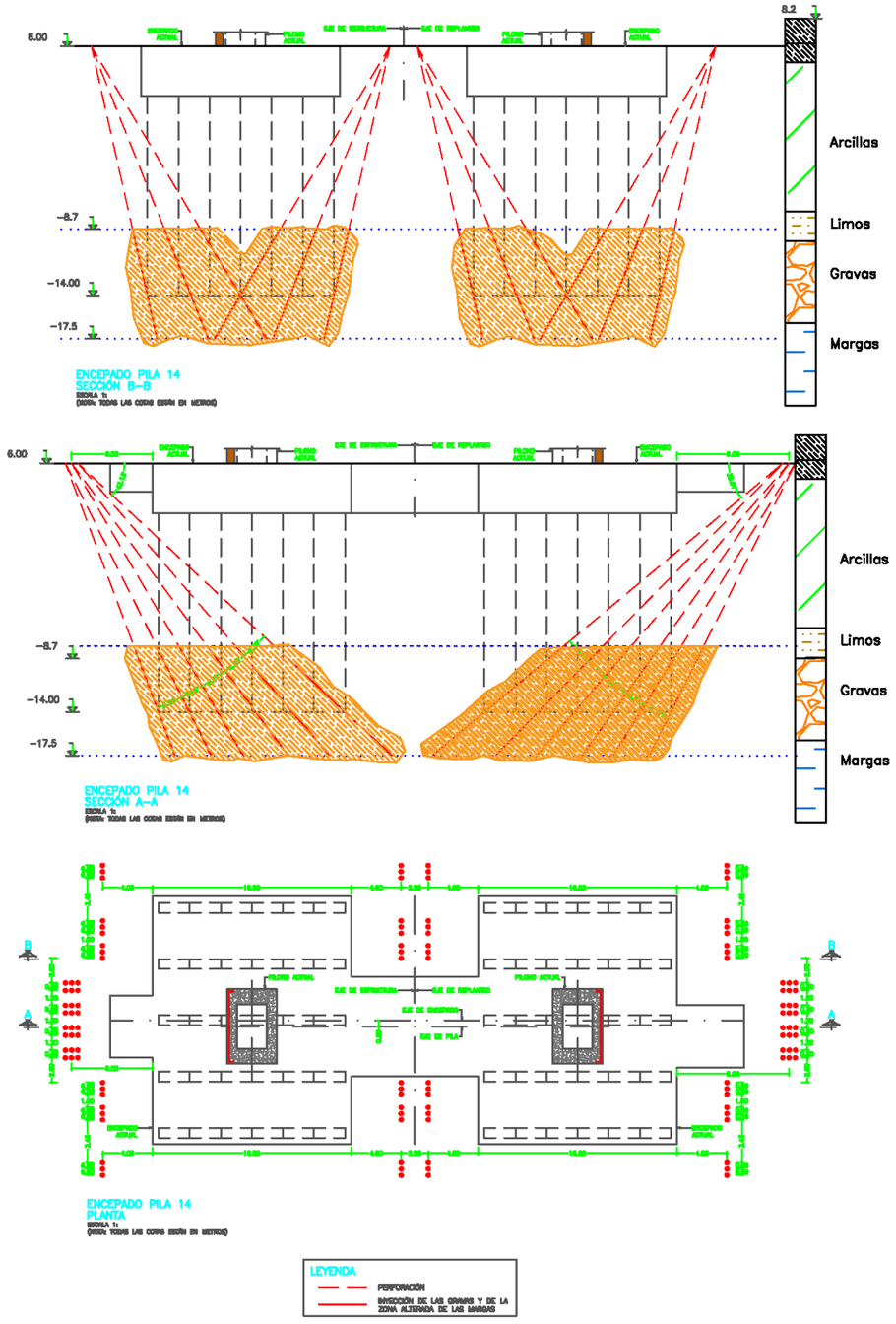



*Figura nº 16.- Esquema del tratamiento de inyección P-1*

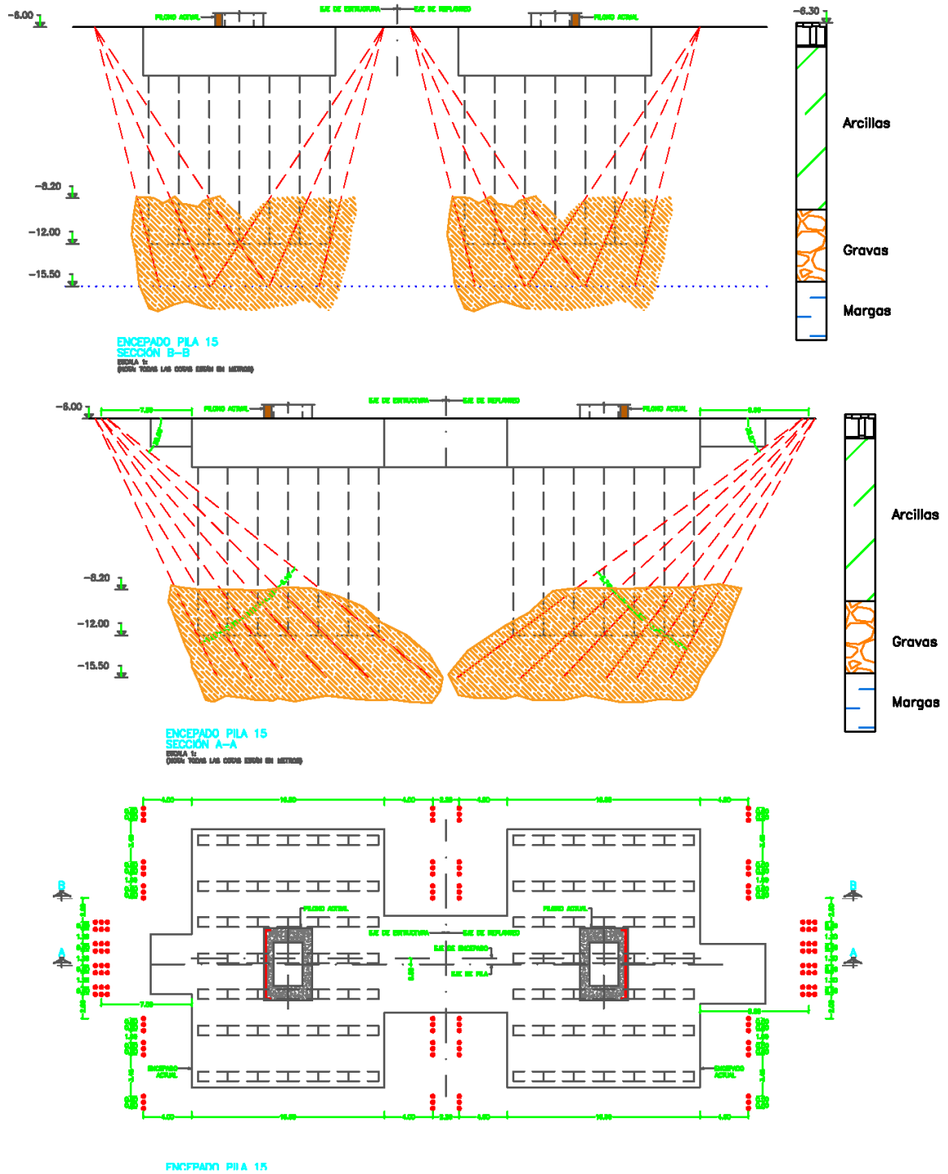



*Figura nº 17.- Esquema del tratamiento de inyección P-15*

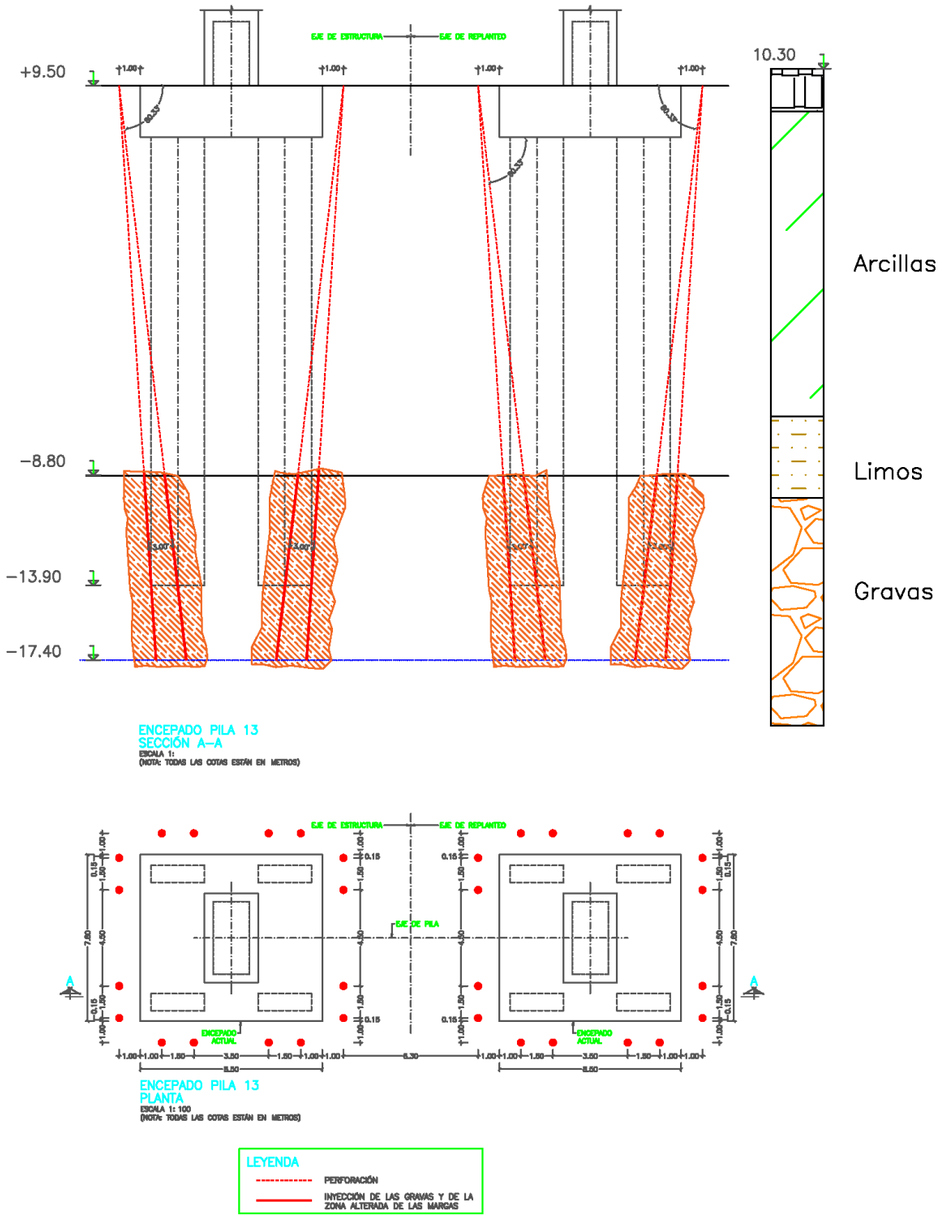



*Figura nº 18.- Esquema del tratamiento de inyección P-13*

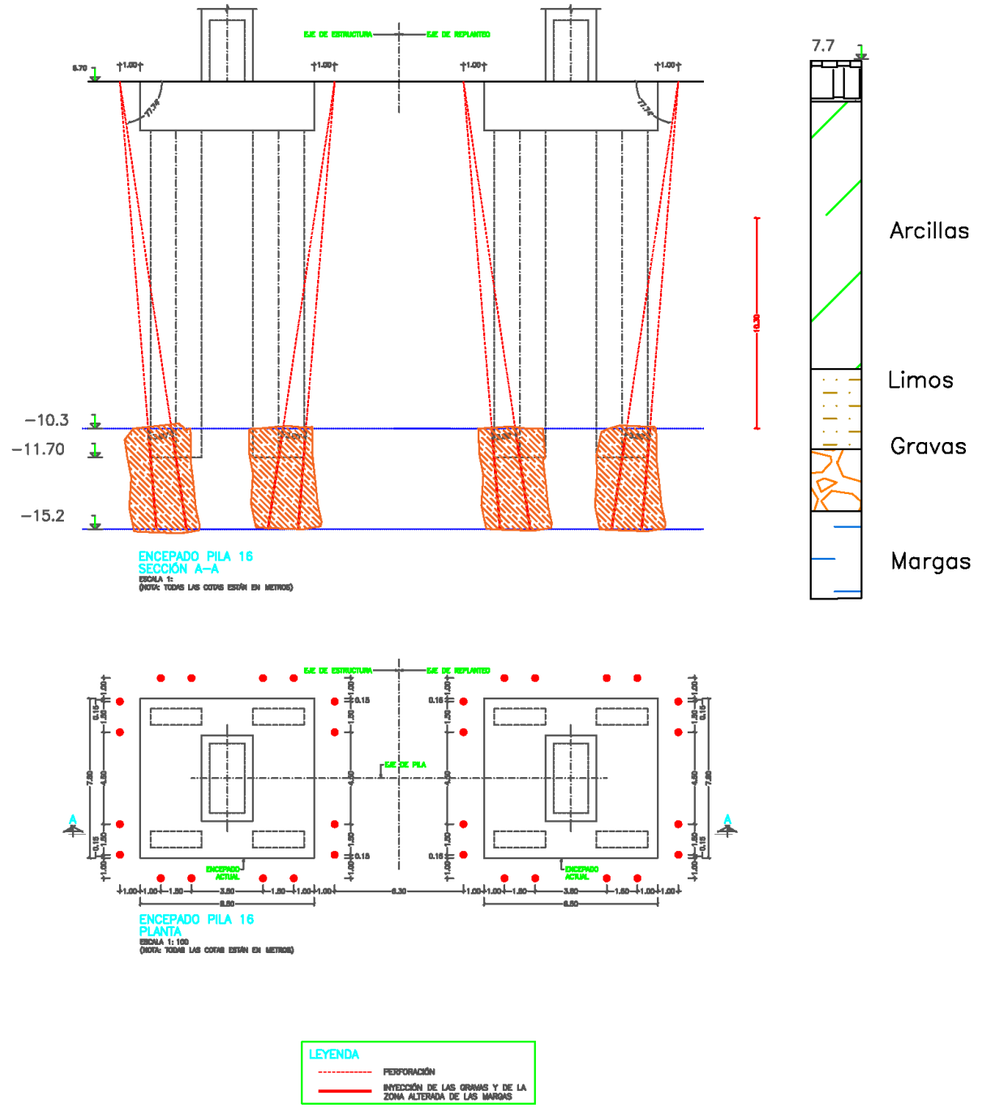



*Figura nº 19.- Esquema del tratamiento de inyección P-16*

# Apéndice 1. Parámetros geotécnicos del terreno

# Apéndice 1. Parámetros geotécnicos del terreno

En el Apartado nº 4 de la Memoria del Anejo se ha establecido la estratigrafía de la zona y en el Apartado nº 5 se han analizado los ensayos de caracterización realizados. Como se ha comentado en la memoria del Anejo, el dato fundamental para el estudio de la cimentación es la deformabilidad del terreno. Y dicho dato ha sido estimado a partir del control de los movimientos de la cimentación.

Por si fuera necesario para estudiar algún otro tema geotécnico del Proyecto, en este Apéndice, se caracterizan la totalidad de los materiales existentes en el emplazamiento: rellenos, arcillas, limos, gravas y margas azules.

Para llevar a cabo la caracterización de los materiales se dispone de ensayos de caracterización (granulometría, límites de Atterberg), ensayos de penetración estándar tipo SPT y ensayos presiométricos en las margas. Pero más importante que estos datos puntuales es la experiencia que se tiene sobre el comportamiento del terreno en Sevilla[10], así como los valores empleados en el Proyecto. Con todo ello se proponen los siguientes parámetros geotécnicos. Ver Tabla XX.

*Tabla XX.- Propuesta de parámetros geotécnicos*

| | $\gamma_{ap}$ (kN/m$^3$) | ϕ' (º) | c' (kPa) | E (MPa) | ν |
|---|---|---|---|---|---|
| Relleno | 18 | 28 | 0 | 10 | 0,35 |
| Arcilla | 20 | 27,5 | 10 | 16 | 0,30 |
| Limos | 21 | 32 | 0 | 20 | 0,30 |
| Gravas | 21 | 37 | 0 | 110 | 0,30 |
| Margas | 20 | 28 | 40 | 55 | 0,30 |

Con estos valores sería suficiente para poder analizar cualquier problema geotécnico del Proyecto (excepto temas relacionados con la permeabilidad).

Sin embargo, para facilitar el cálculo de las cimentaciones profundas (en caso de existir alguna)) se indica a continuación las resistencias unitarias últimas (de hundimiento) por punta y por apoyo.

- Resistencia unitaria por fuste en rellenos: nula
- Resistencia unitaria por fuste en arcillas y limos: 40 kPa
- Resistencia unitaria por fuste en gravas: 100 kPa
- Resistencia unitaria por fuste en margas: 70 kPa
- Resistencia unitaria por punta en arcillas y limos: 0,65 MPa
- Resistencia unitaria por punta en las gravas: 10[11] MPa
- Resistencia unitaria por punta en las margas: 3,5 MPa

El valor de cálculo de la resistencia por punta será el valor medio o semisuma del valor promediado que se asigne a la zona activa inferior y el que se asigne a la zona pasiva superior, considerando como 'D' el ancho del módulo de pantalla.

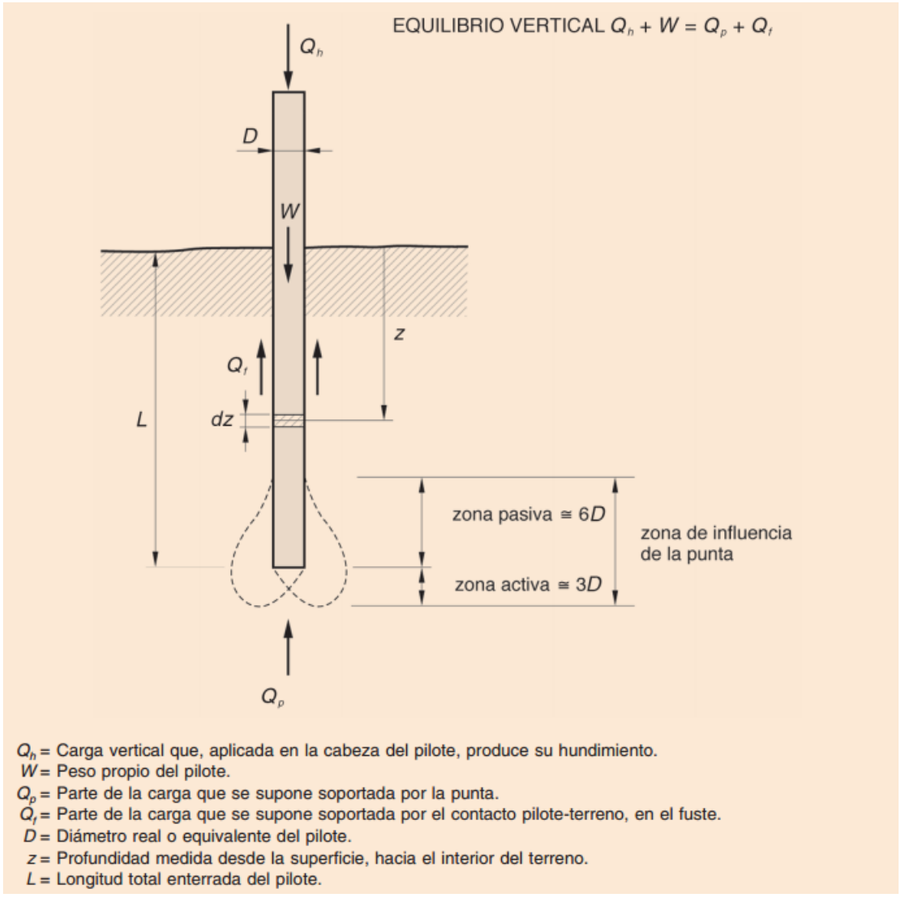


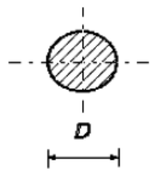

*Figura 1. Zona de influencia de la punta de las cimentaciones profundas*

La norma UNE-EN 1997-1:2016 del Eurocódigo contempla el diseño de cimentaciones profundas con los pilotes perforados ejecutados siguiendo los criterios de ejecución de la norma UNE-EN 1536:2010. Y esta norma europea cubre los elementos portantes apantallados ("barrettes"), que cumplan con los siguientes criterios geométricos:

- La dimensión menor W es de al menos 0,40 m (W≤0,40 m)
- La relación entre su dimensión mayor L y su dimensión menor W no supera el valor de 6 (L/W≤6)
- El área A de su sección transversal no supera los 15 metros cuadrados (A≤15 m$^2$)

Las cimentaciones del Puente del Centenario están formadas por módulos que cumplen con estos criterios (pues W=0,80 m y L=2,50 y por tanto L/W=3,13 y A=2,0 m$^2$) y no es necesario aplicar ningún coeficiente geométrico por la forma de la punta.

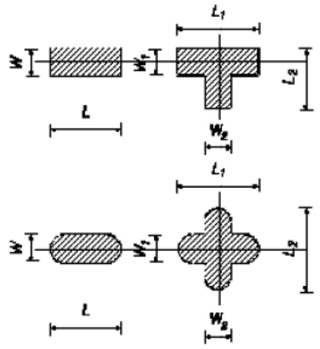
[10] Se ha consultado las tesis doctorales "Comportamiento del terreno durante las obras de construcción de la Línea 1 del metro de Sevilla en los tramos de túnel entre pantallas y es las estaciones subterráneas" de Pedro Arozamena y "Comportamiento volumétrico de la marga azul del Guadalquivir ante los cambios de succión" de Manuel Vázquez.
[11] Al no disponer de datos de las inyecciones realizadas no se ha tenido en cuenta cuando se ha estimado la resistencia por punta en las gravas. Evidentemente, las inyecciones realizadas hacen que esa resistencia unitaria deba ser mayor.
Sólo se ha dispuesto de la información de la página 32 del artículo "El Puente del Centenario sobre la dársena del río Guadalquivir, en Sevilla" donde se indica que, para evitar el efecto de aflojamiento producido por la excavación, se realizó un lavado e inyección de la punta de las pantallas para lo cual dejaron dispuestos unos tubos en cada uno de los módulos.




Leyenda

*D* Diámetro del pilote

**Figura 1 – Pilote perforado con sección circular**




Leyenda

*L* Longitud del elemento portante (*barrette*)
*W* Espesor del elemento portante (*barrette*)
*A* Área de la sección del fuste

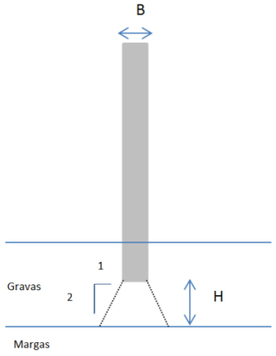
**Figura 2 – Pilote perforado con sección no circular (elemento portante (*barrette*))**

*Figura 2 Pilotes perforados contemplados en el Eurocódigo 7*

Para el cálculo de la cimentación frente a las acciones horizontales puede ser necesario sustituir el terreno real por una serie de constantes de resorte. Los valores que se proponen emplear para un pilote de diámetro unidad son:

- $K_h$ relleno: 22 MN/m$^3$
- $K_h$ arcilla: 28 MN/m$^3$
- $K_h$ limos: 40 MN/m$^3$
- $K_h$ gravas: 46 MN/m$^3$
- $K_h$ margas: 35 MN/m$^3$

Se considera que para las cargas actuantes no se produce la plastificación del terreno y, por tanto, no es necesario definir los valores de plastificación de las constantes de resorte.




Pero como bajo las gravas hay un estrato cohesivo de menor resistencia (las margas), la resistencia por punta de los elementos portantes debe limitarse al valor

$$q_p \leq 6 \cdot c_u \cdot (1 + H/B) \cdot (1 + H/L) \qquad [1]$$

Siendo:

H: la distancia de la punta del pilote al estrato del suelo cohesivo blando inferior;

B y L: las dimensiones en planta de la pantalla;

$c_u$: la resistencia al corte sin drenaje del estrato de suelo cohesivo blando. Siendo 6 $c_u$ la resistencia por punta del estrato cohesivo divida por 1,50.

DOCUMENTO Nº1. MEMORIA Y ANEJOS

# ANEJO Nº14. TRAZADO, REORDENACIÓN DE ACCESOS Y REPOSICIÓN DE CAMINOS

# INDICE

1 OBJETO DEL PRESENTE ANEJO....4
2 DATOS DE PARTIDA....4
3 TRAZADO GEOMÉTRICO....4
3.1 DEFINICIÓN DE EJES EN PLANTA Y ALZADO....4
3.2 SECCIÓN TIPO....4
3.2.1 Transiciones entre secciones....5
3.3 APARTADEROS....5

Apéndice No 1. Datos del trazado geométrico

# 1 OBJETO DEL PRESENTE ANEJO

La principal finalidad del presente anejo es la de documentar de la manera más fiel posible, cuáles han sido los trabajos desarrollados en cuanto a la definición geométrica del trazado necesario para una adecuada realización del presente proyecto.

# 2 DATOS DE PARTIDA

Para el desarrollo del trazado del proyecto, se han tenido en cuenta los trabajos previamente desarrollados para el *"ANTEPROYECTO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE CENTAENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K. 12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA"*.

También se han tenido en cuenta las cartografías facilitadas por la Dirección General de Carreteras, Servicio de Conservación de la Demarcación de Carreteras del Estado en Andalucía Occidental.

Todos estos datos de partida, han servido como base para la definición geométrica de los ejes que conforman el proyecto.

# 3 TRAZADO GEOMÉTRICO

## 3.1 DEFINICIÓN DE EJES EN PLANTA Y ALZADO

Partiendo de la cartografía finalmente establecida para el proyecto, se ha definido un eje en planta y alzado de la SE-30 en el ámbito del Puente del centenario, habiéndose mecanizado el trazado, mediante el programa de ingeniería civil y trazado "Istram-Ispol".

Para ello, se ha trazado un eje en planta por el centro de la autovía SE-30, definiendo con ello un eje que va por su mediana y que divide por tanto los dos sentidos de la autovía, a excepción de la zona correspondiente al actual carril reversible, por donde el eje transita por el centro de dicho carril.

El eje definido consta únicamente de una alineación recta y su origen se ha definido de manera que sus pp.kk sean coincidentes con los dispuestos en la autovía SE-30, en la medida de lo posible.

Este eje, define por tanto el trazado geométrico de la autovía SE-30 en el ámbito del Puente del centenario y podrá ser utilizado desde esta etapa temprana del proyecto, hasta la materialización final de las marcas viales de la autovía una vez ejecutada la obra que materialice el proyecto constructivo.

El resumen del eje definido se incluye a continuación:

| PRO□ECTO DE TRA□ADO DE S□STIT□CI□N DE TIRANTES DEL P□ENTE DEL CENTENARIO SIT□ADO ENTRE EL P.□. □□□□□□ □EL P.□. □2□□□□ DE LA A□TO□A SE□□□EN SE□ILLA | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DEFINICI□N DE LOS E□ES DEL ENLACE | | | | | | | |
| D□□□□ □□□□□□ □□□ □ r□□ □□ | E□□ | D□□□□□□□ d□□□□□ | | | □□□□□ d□ C□□□□□ | | |
| | | P□. □□□□□□ | P□. F□□□□ | L□□□□□d □□ □ | P□. I□□□□□□ P□□□ □ | P□. F□□□□ P□□□ 2□ | L□□□□□d □□ □ |
| SE-30 | 1 | 10+354.281 | 11+346.520 | 992.239 | 10+382.285 | 11+289.873 | 907.588 |
| | | | | | | | |
| | L□□□□□d T□□□□□□ □□ | | | □□2.2□□ | L□□□□□d T□□□□□□ □□ | | □□□.5□□ |
| LON□IT□D TOTAL DE E□ES PRO□ECTADOS □□ □□ | | | | □□2.2□□ | | | □□□.5□□ |

En el apéndice 1 de este anejo, se incluyen los listados con la definición geométrica siguiente:

- Listados con la definición geométrica del eje en planta.
- Listado con la definición geométrica del eje en alzado.

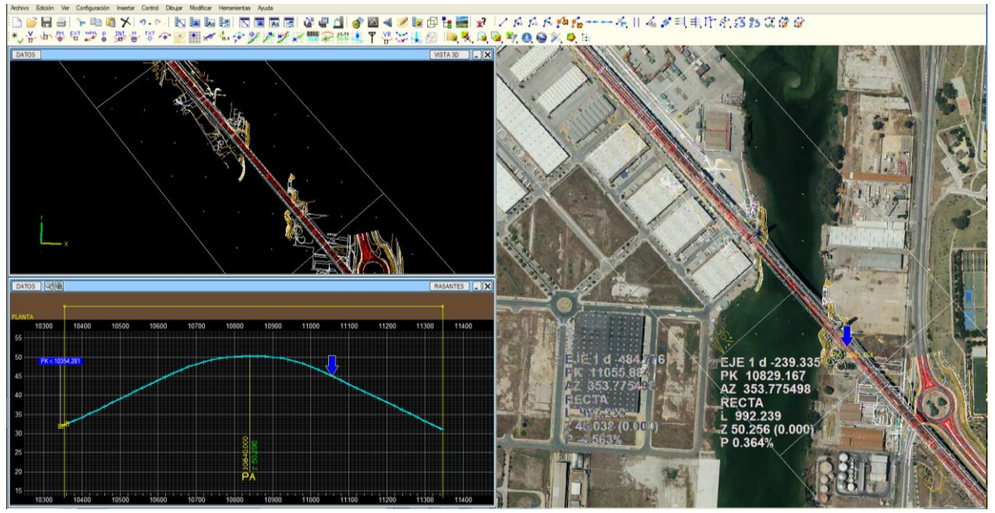



*Figura 1. Imagen de la geometrización en planta y alzado del eje definido para la actuación, en el programa Istram-Ispol.*

## 3.2 SECCIÓN TIPO

Se han definido distintas secciones tipo, en función del espacio disponible en los distintos puntos del viaducto. Con ello, se resumen a continuación las principales secciones tipo propuestas para las actuaciones proyectadas:

- Sección tipo entre pilas 8 a 11 y pilas 18 a 21 (ancho total 22.00 m)
  - Nº calzadas: 2
  - Acerado exterior (incluida la barrera): 1.45 m
  - Arcén exterior: 0.15 m
  - Nº carriles por calzada y ancho de cada carril: 3 x 3.0 m
  - Arcén interior: 0.10 m
  - Mediana: 0.60 m

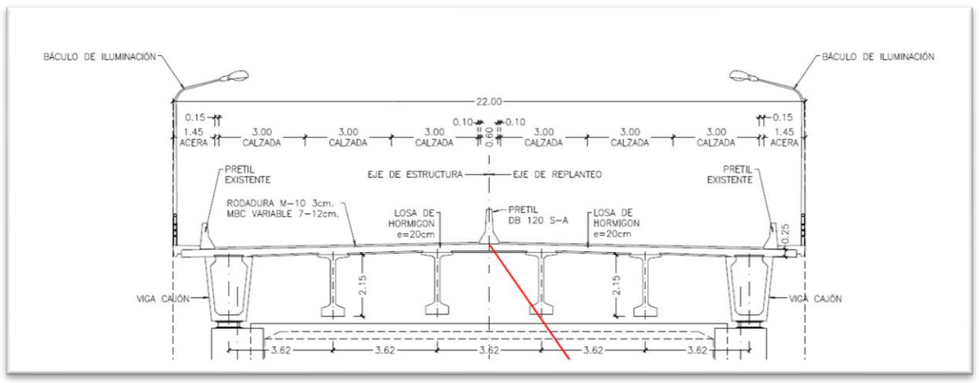


*Figura 2. Imagen de la sección tipo proyectada generada sobre la pila 8*

- Sección tipo en pilas 12 y 17 (ancho total 21.40 m)
  - Nº calzadas: 2
  - Pretil: 0.70 m
  - Arcén exterior: 0.20 m
  - Nº carriles por calzada y ancho de cada carril: 2 x 3.0 m + 3.30m
  - Arcén interior: 0.15 m
  - Mediana: 0.70 m

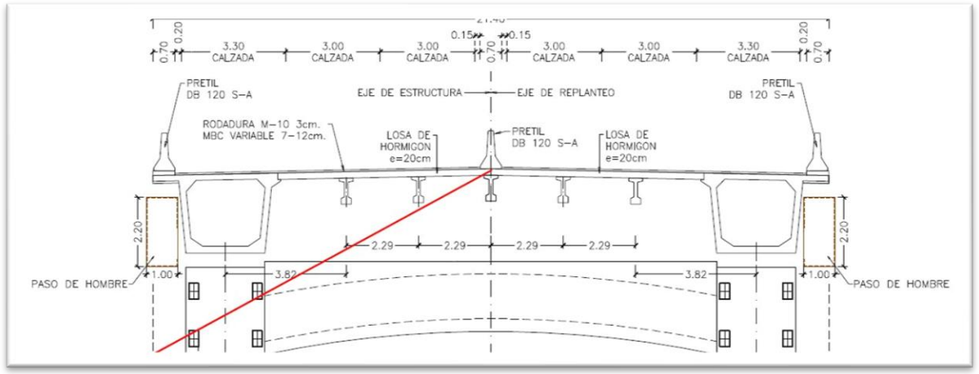



*Figura 3. Imagen de la sección tipo proyectada generada sobre la pila 17*

- Sección tipo para zona atirantada (ancho total 33.80 m)
  - Nº calzadas: 2
  - (Espacio para atirantado y mantenimiento: 4.70 m)
  - Acerado: 1.50 m
  - Barrera: 0.70 m
  - Arcén exterior: 0.20 m
  - Nº carriles por calzada y ancho de cada carril: 2 x 3.0 m + 3.30 m
  - Arcén interior: 0.15 m
  - Mediana: 0.70 m

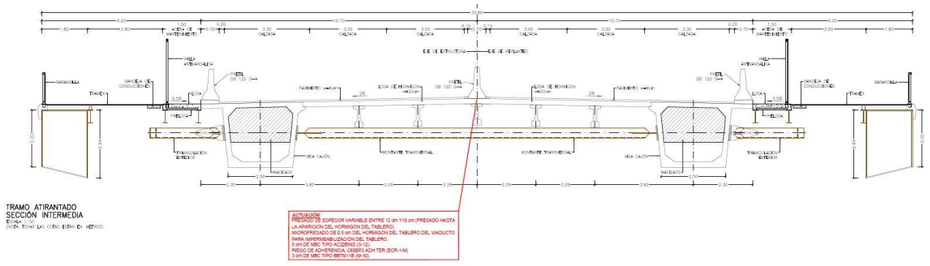



*Figura 4. Imagen de la sección tipo proyectada en tramo atirantado*

### 3.2.1 Transiciones entre secciones

Como consecuencia de la ampliación del viaducto, motivada por la sustitución de los tirantes actuales, se hace necesario plantear una solución para la transición de la plataforma entre los Viaductos de Acceso y el Viaducto central atirantado, desde Pila 8 a Pila 12 y desde Pila 17 a Pila 21.

Para ello, se necesita plantear una transición que afectará tanto a los arcenes exteriores e interiores, a la mediana y a los carriles exteriores, afectando también a las zonas que queden por fuera del arcén exterior pero no afectando estas al tráfico rodado.

Según se establece en la norma de trazado 3.1 IC en su apartado 7.5, *la transición de los arcenes se hará, salvo justificación en contrario, linealmente en una longitud mayor o igual que cincuenta metros en las carreteras de los Grupos 1 y 2*.

Debido a que el proyecto se realiza sobre una estructura y a que las transiciones a realizar son muy pequeñas en anchura (a efectos prácticos son prácticamente imperceptibles para el conductor), se adoptará como longitud para las transiciones, la distancia existente entre los vanos del viaducto, los cuales tienen distancias que rondan los 42 m. Se considera justificada por tanto la adopción de la longitud entre vanos para realizar las transiciones mencionadas: transiciones de anchos de carriles, arcenes y mediana en el proyecto.

En los planos correspondientes a las secciones tipo se indican las transiciones referidas.

## 3.3 APARTADEROS

Se proyecta la disposición de tres apartaderos por margen, uno de ellos al principio del tramo atirantado con dimensiones de apartadero de “emergencia”, otro en la parte central del tipo de “conservación y explotación” y un tercero al final, del mismo tipo que el inicial.

En el Anteproyecto, ya se previó un apartadero por sentido y extremo, que se correspondía con la geometría de los apartaderos de emergencia de la norma de trazado 3.1-IC de longitud 90 m, manteniéndose para el proyecto, esta misma tipología.

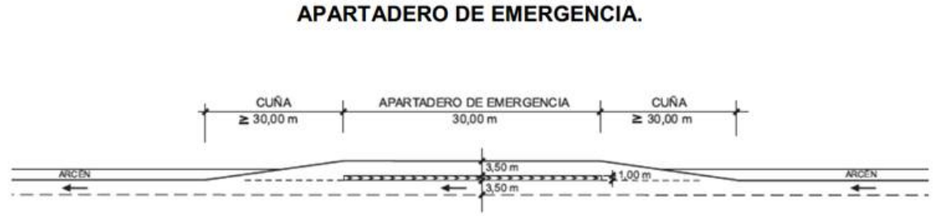



*Figura 5. Imagen de apartadero de emergencia obtenida de la norma de trazado 3.1-IC*

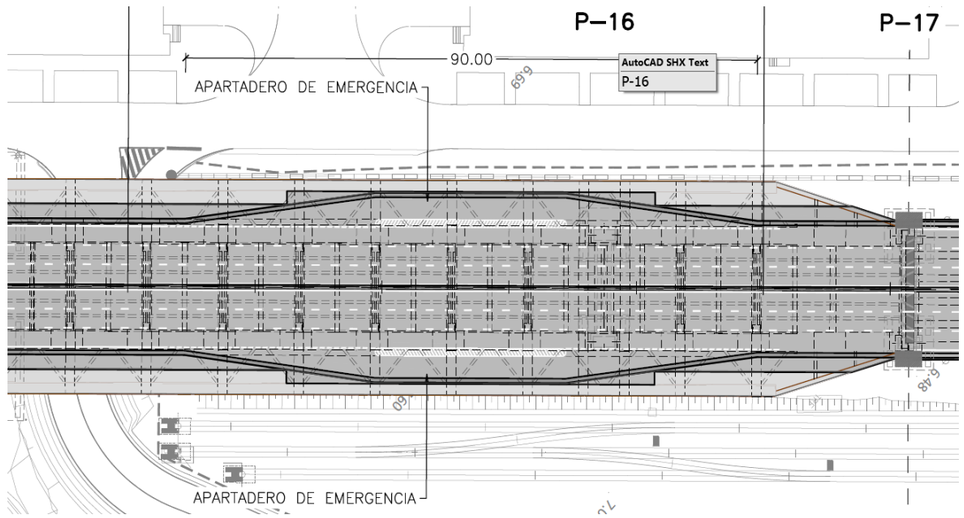



*Figura 6. Imagen del apartadero de emergencia con su distribución en el viaducto*

Como dato, en cuanto al apartadero de emergencia, sus cuñas de 30 m se corresponderían con cuñas reducidas (mitad de las cuñas normales) para velocidad de 60 km/h.

Por otro lado, en el anteproyecto también se contempló la disposición en el centro del tablero, de un apartadero de explotación y conservación de 30 m de longitud




*Figura 7. Imagen de apartadero de conservación y explotación obtenida de la norma de trazado 31-IC*

Para este apartadero de conservación y explotación, en el proyecto actual, se contempló en un principio, la disposición de 2 cuñas de 10 m y tramo central también de 10 m (Longitud total 30 m) y posteriormente, se planteó la posibilidad de disponer cuñas de. 5 m y tramo central de 20 m, pero las cuñas de 5 m obligarían a una reducción importante de la velocidad del vehículo de explotación, si bien este irá equipado de luminoso giratorio. Además, la parte central de 20 m podría acomodar bien un camión de 5 ejes o 4 vehículos tipo turismo.

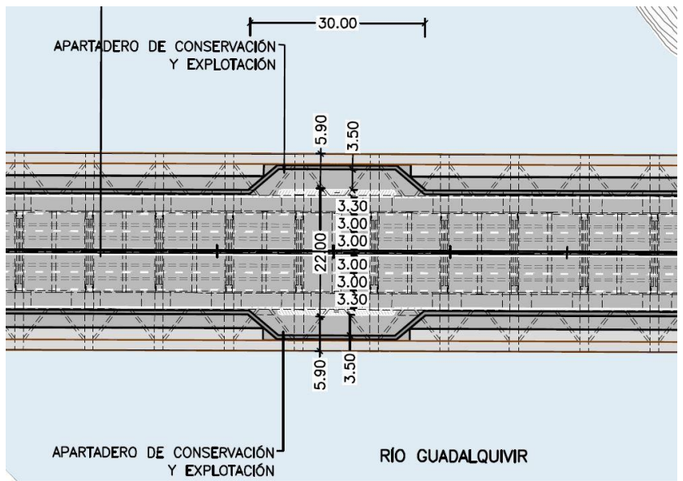



*Figura 8. Imagen del apartadero de conservación con cuñas estrictas de 5 m*

Apéndice No 1

# Datos del trazado geométrico

Istram 19.05.05.29 13/08/19 10:57:16 2378 pagina 1

PROYECTO :

GRUPO : 0 : Grupo 0

EJE : 1 : SE-30

==========

* * * LISTADO DE LAS ALINEACIONES * * *

==========

| DATO | TIPO | LONGITUD | P.K. | X TANGENCIA | Y TANGENCIA | RADIO | PARAMETRO | AZIMUT | Cos/Xc/Xinf | Sen/Yc/Yinf |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | RECTA | 992.239 | 10354.281 | 235188.724 | 4137436.017 | | | 353.7755 | -0.6639530 | 0.7477743 |
| | | | 11346.520 | 234529.923 | 4138177.988 | | | 353.7755 | | |

Istram 19.05.05.29 09/08/19 09:06:05 2378 pagina 1
PROYECTO :
GRUPO : 0 : Grupo 0
EJE : 1 : SE-30

## * * * ESTADO DE RASANTES * * *

| PENDIENTE | LONGITUD | PARAMETRO | VÉRTICE | | ENTRADA AL ACUERDO | | SALIDA DEL ACUERDO | | BISECT. | DIF.PEN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (%) | (m.) | ( kv ) | PK | Z | PK | Z | PK | Z | (m.) | (%) |
| | | | | | 10344.281 | 31.909 | | | | |
| 4.347516 | 0.000 | 0.000 | 10360.000 | 32.593 | 10360.000 | 32.593 | 10360.000 | 32.593 | 0.000 | -0.236 |
| 4.111175 | 0.000 | 0.000 | 10380.000 | 33.415 | 10380.000 | 33.415 | 10380.000 | 33.415 | 0.000 | -0.258 |
| 3.852730 | 0.000 | 0.000 | 10400.000 | 34.186 | 10400.000 | 34.186 | 10400.000 | 34.186 | 0.000 | 1.484 |
| 5.336820 | 0.000 | 0.000 | 10420.000 | 35.253 | 10420.000 | 35.253 | 10420.000 | 35.253 | 0.000 | -1.264 |
| 4.072990 | 0.000 | 0.000 | 10440.000 | 36.068 | 10440.000 | 36.068 | 10440.000 | 36.068 | 0.000 | 1.171 |
| 5.244215 | 0.000 | 0.000 | 10460.000 | 37.116 | 10460.000 | 37.116 | 10460.000 | 37.116 | 0.000 | -0.219 |
| 5.024835 | 0.000 | 0.000 | 10480.000 | 38.121 | 10480.000 | 38.121 | 10480.000 | 38.121 | 0.000 | -0.205 |
| 4.819565 | 0.000 | 0.000 | 10500.000 | 39.085 | 10500.000 | 39.085 | 10500.000 | 39.085 | 0.000 | 0.169 |
| 4.988670 | 0.000 | 0.000 | 10520.000 | 40.083 | 10520.000 | 40.083 | 10520.000 | 40.083 | 0.000 | 0.198 |
| 5.186595 | 0.000 | 0.000 | 10540.000 | 41.120 | 10540.000 | 41.120 | 10540.000 | 41.120 | 0.000 | -0.463 |
| 4.723970 | 0.000 | 0.000 | 10560.000 | 42.065 | 10560.000 | 42.065 | 10560.000 | 42.065 | 0.000 | 0.060 |
| 4.783495 | 0.000 | 0.000 | 10580.000 | 43.022 | 10580.000 | 43.022 | 10580.000 | 43.022 | 0.000 | -0.555 |
| 4.228785 | 0.000 | 0.000 | 10600.000 | 43.868 | 10600.000 | 43.868 | 10600.000 | 43.868 | 0.000 | 0.491 |
| 4.719640 | 0.000 | 0.000 | 10620.000 | 44.812 | 10620.000 | 44.812 | 10620.000 | 44.812 | 0.000 | 0.073 |
| 4.792495 | 0.000 | 0.000 | 10640.000 | 45.770 | 10640.000 | 45.770 | 10640.000 | 45.770 | 0.000 | -0.452 |
| 4.340115 | 0.000 | 0.000 | 10660.000 | 46.638 | 10660.000 | 46.638 | 10660.000 | 46.638 | 0.000 | -0.070 |
| 4.270405 | 0.000 | 0.000 | 10680.000 | 47.492 | 10680.000 | 47.492 | 10680.000 | 47.492 | 0.000 | -1.083 |
| 3.187805 | 0.000 | 0.000 | 10700.000 | 48.130 | 10700.000 | 48.130 | 10700.000 | 48.130 | 0.000 | 0.023 |
| 3.210640 | 0.000 | 0.000 | 10720.000 | 48.772 | 10720.000 | 48.772 | 10720.000 | 48.772 | 0.000 | -0.800 |
| 2.410645 | 0.000 | 0.000 | 10740.000 | 49.254 | 10740.000 | 49.254 | 10740.000 | 49.254 | 0.000 | -0.415 |
| 1.995830 | 0.000 | 0.000 | 10760.000 | 49.653 | 10760.000 | 49.653 | 10760.000 | 49.653 | 0.000 | -0.558 |
| 1.437585 | 0.000 | 0.000 | 10780.000 | 49.941 | 10780.000 | 49.941 | 10780.000 | 49.941 | 0.000 | -0.563 |
| 0.875075 | 0.000 | 0.000 | 10800.000 | 50.116 | 10800.000 | 50.116 | 10800.000 | 50.116 | 0.000 | -0.338 |
| 0.537335 | 0.000 | 0.000 | 10820.000 | 50.223 | 10820.000 | 50.223 | 10820.000 | 50.223 | 0.000 | -0.174 |
| 0.363790 | 0.000 | 0.000 | 10840.000 | 50.296 | 10840.000 | 50.296 | 10840.000 | 50.296 | 0.000 | -0.556 |
| -0.192205 | 0.000 | 0.000 | 10860.000 | 50.257 | 10860.000 | 50.257 | 10860.000 | 50.257 | 0.000 | -0.157 |
| -0.348985 | 0.000 | 0.000 | 10880.000 | 50.188 | 10880.000 | 50.188 | 10880.000 | 50.188 | 0.000 | -0.616 |
| -0.965080 | 0.000 | 0.000 | 10900.000 | 49.995 | 10900.000 | 49.995 | 10900.000 | 49.995 | 0.000 | -0.104 |
| -1.068920 | 0.000 | 0.000 | 10920.000 | 49.781 | 10920.000 | 49.781 | 10920.000 | 49.781 | 0.000 | -1.093 |
| -2.161670 | 0.000 | 0.000 | 10940.000 | 49.348 | 10940.000 | 49.348 | 10940.000 | 49.348 | 0.000 | -0.271 |
| -2.432385 | 0.000 | 0.000 | 10960.000 | 48.862 | 10960.000 | 48.862 | 10960.000 | 48.862 | 0.000 | -0.193 |
| -2.625350 | 0.000 | 0.000 | 10980.000 | 48.337 | 10980.000 | 48.337 | 10980.000 | 48.337 | 0.000 | -1.276 |
| -3.901120 | 0.000 | 0.000 | 11000.000 | 47.557 | 11000.000 | 47.557 | 11000.000 | 47.557 | 0.000 | -0.356 |
| -4.257395 | 0.000 | 0.000 | 11020.000 | 46.705 | 11020.000 | 46.705 | 11020.000 | 46.705 | 0.000 | -0.457 |
| -4.714220 | 0.000 | 0.000 | 11040.000 | 45.762 | 11040.000 | 45.762 | 11040.000 | 45.762 | 0.000 | 0.152 |
| -4.562705 | 0.000 | 0.000 | 11060.000 | 44.850 | 11060.000 | 44.850 | 11060.000 | 44.850 | 0.000 | -0.343 |

Istram 19.05.05.29 09/08/19 09:06:05 2378 pagina 2
PROYECTO :
GRUPO : 0 : Grupo 0
EJE : 1 : SE-30

* * * ESTADO DE RASANTES * * *

| PENDIENTE | LONGITUD | PARAMETRO | VÉRTICE | | ENTRADA AL ACUERDO | | SALIDA DEL ACUERDO | | BISECT. | DIF.PEN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (%) | (m.) | ( kv ) | PK | Z | PK | Z | PK | Z | (m.) | (%) |
| -4.905260 | 0.000 | 0.000 | 11080.000 | 43.869 | 11080.000 | 43.869 | 11080.000 | 43.869 | 0.000 | 0.151 |
| -4.754545 | 0.000 | 0.000 | 11100.000 | 42.918 | 11100.000 | 42.918 | 11100.000 | 42.918 | 0.000 | -0.371 |
| -5.125100 | 0.000 | 0.000 | 11120.000 | 41.893 | 11120.000 | 41.893 | 11120.000 | 41.893 | 0.000 | 0.543 |
| -4.581625 | 0.000 | 0.000 | 11140.000 | 40.977 | 11140.000 | 40.977 | 11140.000 | 40.977 | 0.000 | 0.116 |
| -4.465525 | 0.000 | 0.000 | 11160.000 | 40.083 | 11160.000 | 40.083 | 11160.000 | 40.083 | 0.000 | -0.347 |
| -4.812640 | 0.000 | 0.000 | 11180.000 | 39.121 | 11180.000 | 39.121 | 11180.000 | 39.121 | 0.000 | -0.018 |
| -4.830950 | 0.000 | 0.000 | 11200.000 | 38.155 | 11200.000 | 38.155 | 11200.000 | 38.155 | 0.000 | -0.069 |
| -4.900245 | 0.000 | 0.000 | 11220.000 | 37.175 | 11220.000 | 37.175 | 11220.000 | 37.175 | 0.000 | 0.103 |
| -4.796945 | 0.000 | 0.000 | 11240.000 | 36.215 | 11240.000 | 36.215 | 11240.000 | 36.215 | 0.000 | 0.088 |
| -4.709130 | 0.000 | 0.000 | 11260.000 | 35.273 | 11260.000 | 35.273 | 11260.000 | 35.273 | 0.000 | -0.297 |
| -5.006200 | 0.000 | 0.000 | 11280.000 | 34.272 | 11280.000 | 34.272 | 11280.000 | 34.272 | 0.000 | -0.069 |
| -5.075280 | 0.000 | 0.000 | 11300.000 | 33.257 | 11300.000 | 33.257 | 11300.000 | 33.257 | 0.000 | 0.212 |
| -4.862940 | 0.000 | 0.000 | 11320.000 | 32.285 | 11320.000 | 32.285 | 11320.000 | 32.285 | 0.000 | 0.271 |
| -4.591970 | 0.000 | 0.000 | 11340.000 | 31.366 | 11340.000 | 31.366 | 11340.000 | 31.366 | 0.000 | 0.057 |
| -4.535429 | | | 11346.520 | 31.070 | | | | | | |

DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA Y ANEJOS

# ANEJO Nº 18. ESTRUCTURAS

# INDICE

1 INTRODUCCIÓN ..... 5
2 OBJETO Y ALCANCE ..... 5
2.1 LOCALIZACIÓN ..... 5
2.2 VIAL ..... 5
2.3 CARACTERIZACIÓN DEL EMPLAZAMIENTO ..... 5
3 DESCRIPCIÓN BÁSICA DE LA ESTRUCTURA ..... 6
4 DEFINICIÓN DE LA SOLUCIÓN PROYECTADA ..... 7
4.1 AMPLIACIÓN LATERAL DE PILONOS: ..... 7
4.1.1 Cimentaciones: ..... 8
4.1.2 Ampliación lateral de fustes ..... 8
4.2 AMPLIACIÓN LATERAL DE LAS PILAS DE RETENIDA P-13 Y P-16: ..... 8
4.3 TABLERO ..... 9
5 PROCESO CONSTRUCTIVO PREVISTO ..... 9
5.1 FASE 1. IMPLANTACIÓN DE LA OBRA Y TRATAMIENTO DE SERVICIOS AFECTADOS. 10
5.2 FASE 2. AMPLIACIÓN DE PILONOS ACTUALES ..... 11
5.2.1 Fase 2.1: tratamiento de mejora de la cimentación ..... 11
5.2.2 Fase 2.2: ejecución de nueva zapata sobre encepado existente ..... 12
5.2.3 Fase 2.3: ampliación lateral de fustes ..... 13
5.2.4 Fase 2.4: instalación de grúas torre ..... 20
5.3 FASE 3. AMPLIACIÓN DE PILAS DE RETENIDA ..... 22
5.4 FASE 4. SUSTITUCIÓN DE TIRANTES Y ACONDICIONAMIENTO LATERAL DE PLATAFORMA. ..... 24
5.4.1 Fase 4.1 y 4.2: Montaje de estructura metálica de tablero y pre-instalación de tirante definitivo ..... 25
5.4.2 Fase 4.3.: Sustitución de tirantes y acondicionamiento lateral de la plataforma ..... 31
5.5 FASE 5: ACONDICIONAMIENTO GLOBAL DE PLATAFORMA ..... 32
5.5.1 Necesidades de ocupación. ..... 32
5.5.2 Medios auxiliares (análisis conceptual que deberá concretar el Constructor en fase de obra) ..... 33
5.5.3 Listado de posibles afecciones al tráfico de la SE-30 ..... 33
5.6 FASE 6: ACABADOS Y FIN DE OBRA ..... 33
5.7 POSIBLE AMPLIACIÓN FUTURA FINAL ..... 33

# 1 INTRODUCCIÓN

El puente del Centenario se corresponde con una obra emblemática y singular que se proyectó y ejecutó con vistas a la celebración de la Exposición Universal que tuvo lugar en la ciudad de Sevilla en el año 1992, cuyo nombre se otorga en conmemoración al lugar de referencia donde está ubicado, el muelle del Centenario, llamado así para conmemorar los 100 años de la Junta de Obras del Puerto de Sevilla.

El puente presenta una longitud total de 2016,59 m, formando a su vez por tres estructuras claramente diferenciadas, dos viaductos de acceso y un viaducto central, formado por un puente atirantado.

Transcurridos 27 años de su inauguración, en noviembre de 1991, el tramo atirantado presenta indicios de que en los anclajes inferiores del sistema de atirantamiento no está garantizado su aislamiento frente al agua, siendo por tanto susceptibles a sufrir deterioros, cuyo avance en el tiempo puede comprometer seriamente la funcionalidad y seguridad de la estructura, con el consiguiente riesgo para la integridad del importante tráfico viario que soporta esta infraestructura. Razón que motiva la necesidad de proceder a la sustitución del actual sistema de atirantamiento por un nuevo sistema de tirantes, gracias a los importantes avances técnicos que presenta la tecnología actual de atirantamiento de puentes respecto a la tecnología utilizada en la época en la que se construyó.

De esta forma, el presente documento tiene por objeto realizar una presentación de las líneas generales en las que se organiza el proceso constructivo inicialmente previsto para la ejecución de los trabajos de sustitución de los actuales tirantes del puente del Centenario. Esta descripción se establece a nivel conceptual con objeto de estudiar y confirmar la viabilidad técnica de ejecución de los trabajos de reparación proyectados, cuyo desarrollo en detalle será objeto de documentos posteriores.

# 2 OBJETO Y ALCANCE

## 2.1 LOCALIZACIÓN

El puente del Centenario se localiza en el km 10 de la ronda de circunvalación de Sevilla SE-30, permitiendo salvar el obstáculo que supone la presencia del canal de navegación Alfonso XIII a través del cual el tráfico portuario accede a las distintas instalaciones, muelles y terminales que posee el puerto de Sevilla.




*Figura 1. Localización en planta del tramo atirantado del puente del Centenario.*

## 2.2 VIAL

En el punto en el que se encuentra la estructura, la autovía de circunvalación SE-30 soporta un tráfico

*Tabla nº1. IMD vial. (Fuente: Mapa de Tráfico 2015. DGC. Ministerio de Fomento)*

| Año 2015 | Total |
|---|---|
| IMD (Total) | 97.853 |
| Pesados | 8.762 |
| % Pesados | 8,95 |

Estos datos han sido tomados en la estación de cobertura SE-221-2, situada en el P.K. 12+000 de la SE-30, según el mapa de tráfico del Ministerio de Fomento de 2015.

Según los datos del Mapa de Tráfico de 2017 editados por el Ministerio de Fomento, la IMD total de la estación de cobertura indicada asciende a 101.547 vehículos/día.

Según los datos más recientes facilitados por el Ministerio de Fomento, la estación SE-221-2 arroja unas lecturas provisionales en 2018 de IMD en el sentido ascendente de 51.772 veh/día, mientras que en sentido descendente la IMD es de unos 52.440 veh/día, lo que determina una IMD total de 104.212 vehículos/día.

## 2.3 CARACTERIZACIÓN DEL EMPLAZAMIENTO

La caracterización principal del emplazamiento en el que se ubica la estructura se corresponde con que el aproximadamente 80% de la longitud total del puente del Centenario (de 2.016 m) transcurre, de forma elevada, sobre terrenos pertenecientes al área de servicio del Puerto interior de Sevilla.

El puerto de Sevilla se corresponde con un puerto marítimo interior situado en el estuario del Guadalquivir, a unos 90 km de la desembocadura del río en el Golfo de Cádiz, a lo largo de los cuales el río resulta navegable hasta alcanzar las proximidades del centro metropolitano de Sevilla en donde se ubica el puerto.

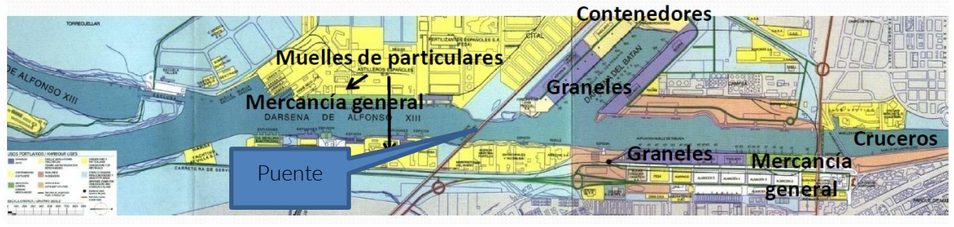



*Figura 2.Planta esquemática de áreas y uso portuarios*

Atendiendo a la información pública que facilita la web oficial de la Autoridad Portuaria de Sevilla (http://portal.apsevilla.com), la delimitación de espacios y usos portuarios del puerto se organiza en 13 áreas diferenciadas, de las cuales las áreas 5 (Dársena del Batán), 6 (Mirador de Batán), 7 (Dársena del Cuarto) y 8 (Zona de Actividades Logísticas Z.A.L) son las áreas inmediatas que se ven afectadas por la presencia del puente del Centenario.

Los siguientes croquis muestran la distribución de las distintas áreas dentro del puerto de la superficie ocupada por el puerto de Sevilla:

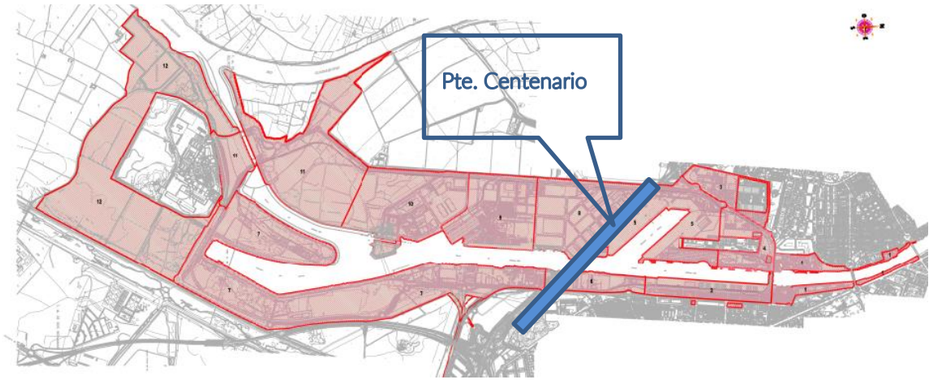



*Figura 3.Planta general del puerto. (Fuente: Autoridad Portuaria de Sevilla)*

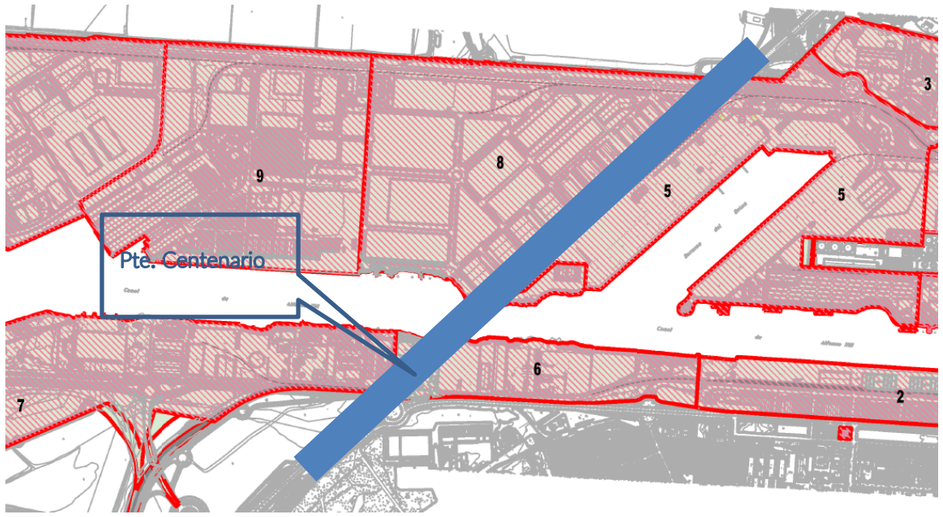



*Figura 4.Distribución de áreas portuarias en las inmediaciones del puente del Centenario (Fuente: Autoridad Portuaria de Sevilla)*

| | |
|---|---|
| AREA Nº 5 | DARSENA DEL BATAN |
| AREA Nº 6 | MIRADOR BATAN |
| AREA Nº 7 | DARSENA DEL CUARTO |
| AREA Nº 8 | ZONA DE ACTIVIDADES LOGISTICAS (ZAL) |

# 3 DESCRIPCIÓN BÁSICA DE LA ESTRUCTURA

El puente del Centenario permite el cruce de la autovía de circunvalación SE-30 sobre el canal de navegación del puerto interior de Sevilla. El puente, de un ancho de tablero de 22 m y una longitud total de 2.016,59 m, está constituido por 3 estructuras diferenciadas: 2 viaductos de acceso y un viaducto central atirantado.

Debido a que la actuación de reparación proyectada afecta en exclusiva al tramo central atirantado, la descripción básica de la estructura se centrará en este viaducto, sin más que mencionar de los viaductos de acceso que:

- El viaducto de acceso del lado Cádiz tiene una longitud total de 511,76 m, distribuida en 12 vanos con luces de 41,98 m y 45,98 m (10x41,98+2x45,98m).
- El viaducto de acceso del lado Huelva tiene una longitud total de 940,08 m, está constituido por 28 vanos con la siguiente distribución de luces 2x41,50+13x42+20+8x22+19,50+3x32.
- En ambos viaductos de acceso, el tablero se resuelve por la clásica solución de tablero de vigas doble “T”.
- El tramo atirantado, con una longitud total de 564,74 m, se compone de 5 vanos con luces de 48+102+265+102+48 m.

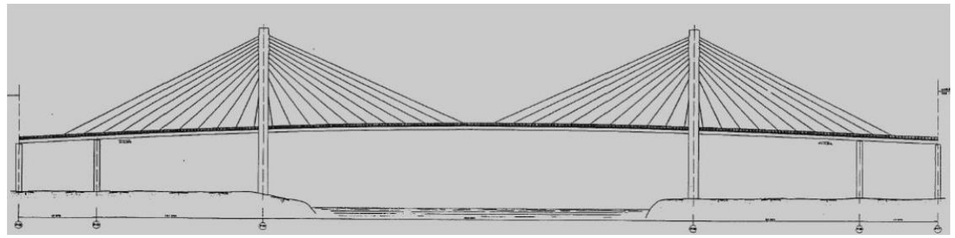


*Figura 5.Alzado del tramo atirantado del Viaducto del Centenario*

La sección transversal del tablero, de 22 m de ancho, está constituida por dos vigas de borde de tipo cajón, de 2,50 m de canto y continúas en toda la longitud del tramo atirantado. Cada 12 m, coincidiendo con la disposición de los anclajes pasivos de los tirantes, el tablero presenta unas vigas riostras transversales postensadas empotradas en sus extremos en las vigas cajón de borde, y que sirven de elemento de sustentación de las 5 vigas “doble T” centrales de 0,82 m de canto que constituyen la sección del tablero. Sobre el emparrillado formado por las vigas riostras y las vigas longitudinales se dispone una losa de hormigón armado 20 cm de canto, ejecutada con la ayuda de prelosas no colaborantes.

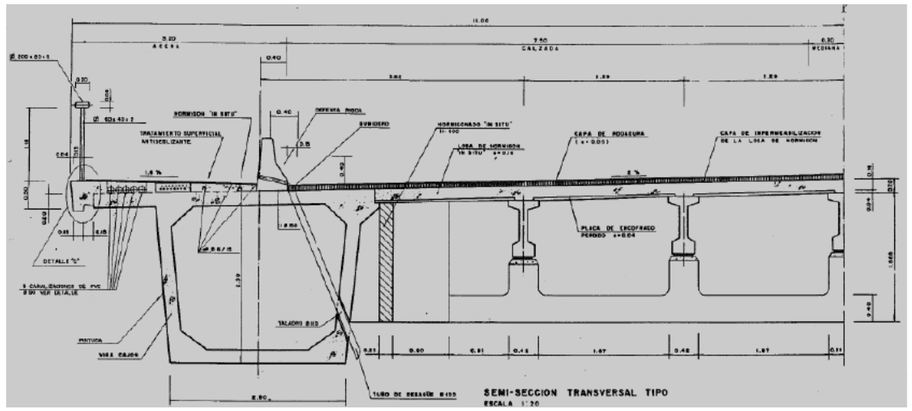



*Figura 6.Detalle de semi-sección tipo en zonas riostra.*

El tablero queda suspendido del sistema de atirantamiento del viaducto formado por un total de 88 tirantes. La disposición de tirantes obedece a una tipología de “abanico corregido o semi-arpa”, donde los tirantes se anclan en el tablero a intervalos regulares de 12m, en coincidencia con la ubicación de las vigas riostras, mientras que en el pilono se anclan buscando la máxima altura posible, pero manteniendo la condición de que en cada punto de anclaje sólo se crucen dos tirantes, uno por cada lado de la pila.

Los tirantes se agrupan en dos haces de atirantamiento, cuasiverticales, y situados en la proximidad de los bordes laterales del tablero. Cada plano de atirantamiento en el pilono contiene, por fuste, un total de 22 tirantes (11 tirantes delanteros encargados de sustentar el vano principal y sus 11 tirantes de retenida para sustentar los vanos de compensación y equilibrar las cargas en los pilonos).

A su vez, los tirantes están constituidos por cordones de acero paralelos, alojados en el interior de una vaina doble de polietileno de alta densidad (interior negra y exterior blanca). El número de cordones que integran el tirante varía de unos tirantes a otros, con valores mínimos de 32 cordones en los tirantes más cortos de unos 37 m, hasta un máximo de 78 cordones en los tirantes de mayor longitud de unos 147 m. Conforme a la técnica de atirantamiento de la época de construcción, una vez tesados los tirantes, se procedía al relleno interior de la vaina interior global con una lechada de cemento con objeto de garantizar la durabilidad del acero.

Los pilonos (pilas 14 y 15) se corresponden con las pilas principales del tramo atirantado. Su tipología es de tipo pórtico mixto (hormigón+acero) en forma de "A" rectangular, compuesto por dos fustes verticales y dos dinteles horizontales de arriostramiento situados sobre un nivel intermedio y en coronación respectivamente. La altura de los pilonos es de unos 104,5 m desde la coronación de la cimentación. Los fustes verticales son de sección hueca, de 4,00x6,00 m de geometría exterior, hasta alcanzar la zona de los anclajes activos de los tirantes en donde la sección se maciza. Los dinteles son igualmente de sección hueca, de 4,50 m de ancho y canto variable. El dintel superior en cabeza es de sección mixta, mientras que el dintel intermedio se resuelve en hormigón armado, donde se reseña que el tablero se encuentra suspendido de los tirantes, sin apoyar el tablero sobre el dintel intermedio. La cimentación de los pilonos es profunda a base de un encepado dotado de unas pantallas de sección rectangular que hacen las veces de pilotes.



*Figura 7.Vista general de las pilas principales (pilones) del puente del Centenario*

El resto de pilas del tramo atirantado son de tipo pórtico en forma de ∏, constituidas por dos fustes de sección rectangular hueca, de contorno exterior de 4,20x2,50 m, con espesores de tablas de 0,40 m. El dintel es igualmente de sección rectangular hueca donde el ancho de 3,00 m permanece constante, mientras que el canto es variable entre los 2,22 y los 2,95 m. Cada fuste del pórtico de las pilas descansa sobre una cimentación profunda dotada de 4 pilotes de sección rectangular de 2,50x0,80 m.

Por último, indicar que en las pilas 13 y 16, para evitar el levantamiento del tablero inducido por la descompensación de luces (entre el vano principal y el vano adjunto) y por las fuerzas transmitidas por los tirantes, se procede al anclaje del tablero mediante la disposición en cada fuste de dos cables de postensado.

# 4 DEFINICIÓN DE LA SOLUCIÓN PROYECTADA

Para llevar a cabo la sustitución de los tirantes actuales por un nuevo sistema de atirantamiento es necesario llevar a cabo las siguientes actuaciones sobre la estructura existente:

- Ampliación lateral de pilonos.
- Ampliación lateral de pilas de retenida.
- Acondicionamiento de tablero para su sustentación por los tirantes definitivos.

## 4.1 AMPLIACIÓN LATERAL DE PILONOS:

Se plantea ampliar los fustes de los pilonos existentes por su cara exterior, para situar en estas ampliaciones laterales las nuevas familias de tirantes del sistema definitivo.

La ampliación de los pilonos existentes contempla:

- Ejecución de una nueva zapata sobre el encepado existente
- Ampliación lateral de los fustes.

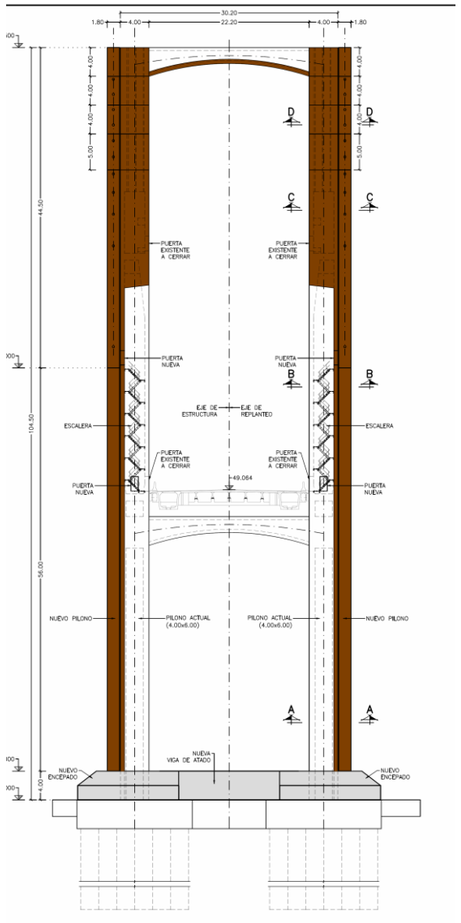



*Figura 8.Vista frontal y lateral de la ampliación de los pilonos.*

### 4.1.1 Cimentaciones:

A nivel de las cimentaciones, se prevé la ejecución de una nueva zapata directamente apoyada sobre la coronación del encepado actual de los pilonos, sin conexión estructural entre ambos.

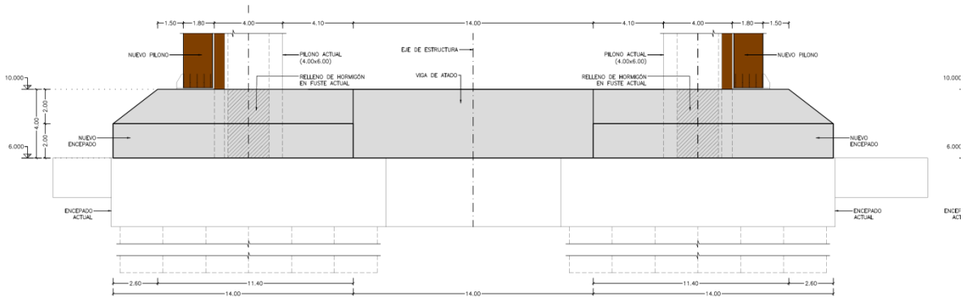



*Figura 9.Vista en alzado de la nueva zapata sobre el encepado actual.*

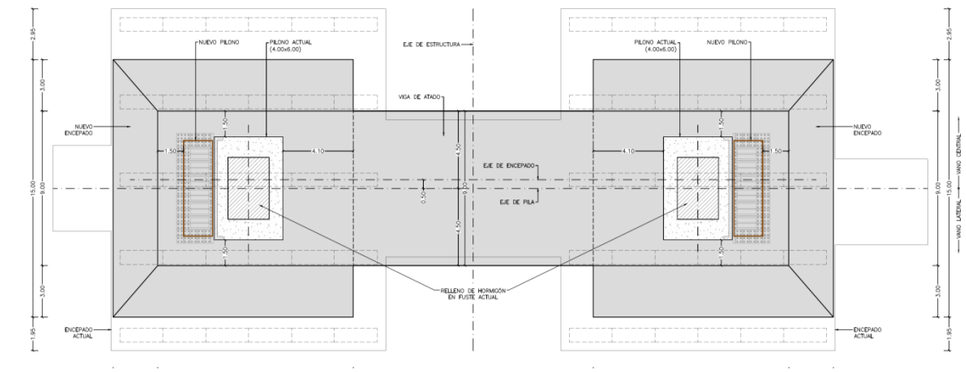



*Figura 10.Vista en planta de la nueva zapata sobre el encepado actual.*

### 4.1.2 Ampliación lateral de fustes

La ampliación lateral de los fustes se extenderá en toda la altura de los fustes, realizándose mediante una estructura metálica en sección cajón cerrada, adosada a la cara exterior lateral de los pilonos existentes.

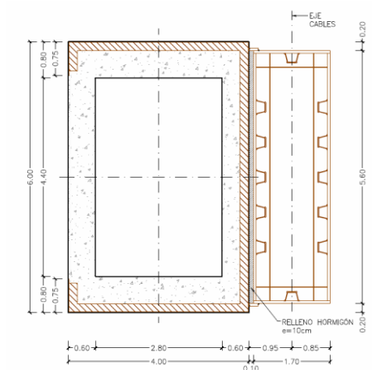



*Figura 11.Sección tipo de la ampliación lateral de los fustes de los pilonos.*

## 4.2 AMPLIACIÓN LATERAL DE LAS PILAS DE RETENIDA P-13 Y P-16:

La ampliación de las pilas de retenida existentes contempla:

- Cimentaciones: Ejecución de una viga centradora directamente apoyada sobre la cimentación existente.
- Ampliación lateral de los fustes, mediante una sección transversal en cajón hueca ejecutada en hormigón armado y debidamente conectada al hormigón del fuste actual.

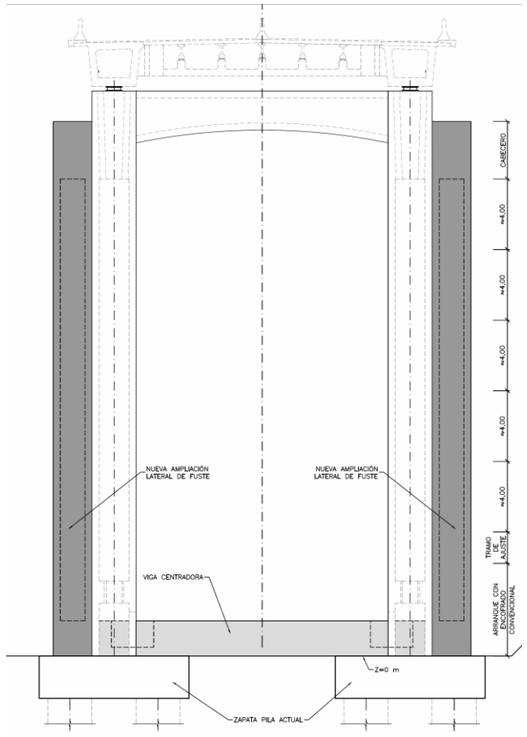



*Figura 12.Ejecución de viga centrado y ampliación lateral de las pilas de retenida P-13 y P-16*

## 4.3 TABLERO

La solución proyectada para posibilitar el cambio de tirantes consistirá, en esencia, en la disposición de unas vigas riostras transversales, metálicas, en cuyos extremos laterales se situarán los anclajes de los tirantes futuros, junto con la disposición, bajo tablero, de un entramado metálico con una configuración romboidal de perfiles.

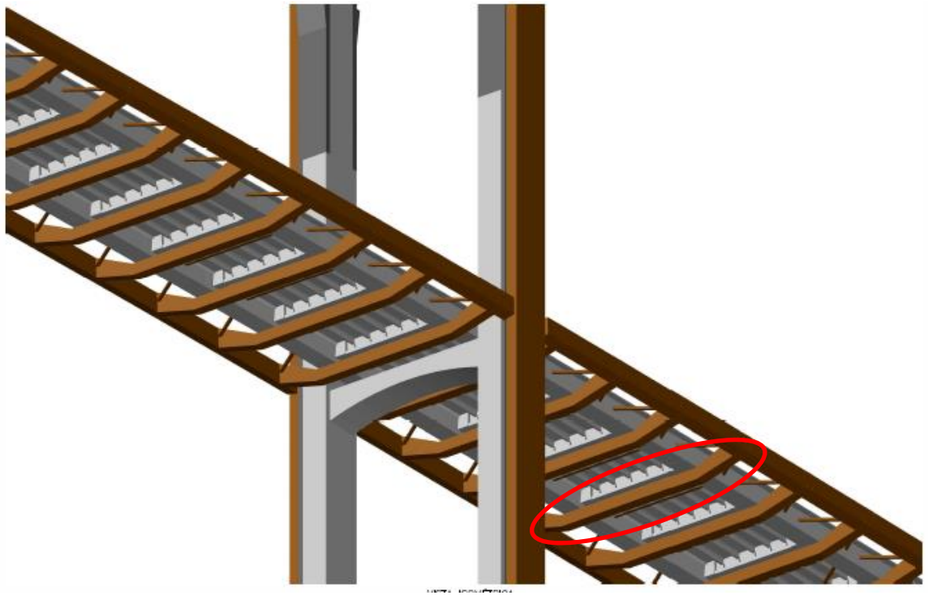


*Figura 13. Infografía de la costilla metálica.*

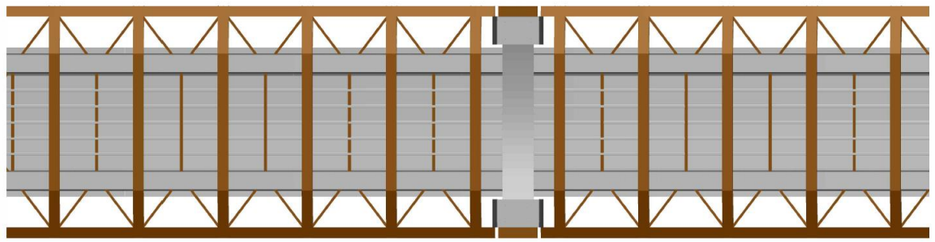


*Figura 14. Entramado romboidal de puntales metálicos bajo tablero*

Las vigas riostras, de sección transversal hueca en cajón cerrado, son los elementos portantes principales encargados de sustentar las cargas del tablero a través de unos aparatos de apoyo dispuestos entre las vigas artesas actuales y las futuras riostras metálicas, y transmitir estas cargas al sistema de atirantamiento definitivo dispuesto en los extremos de las riostras.

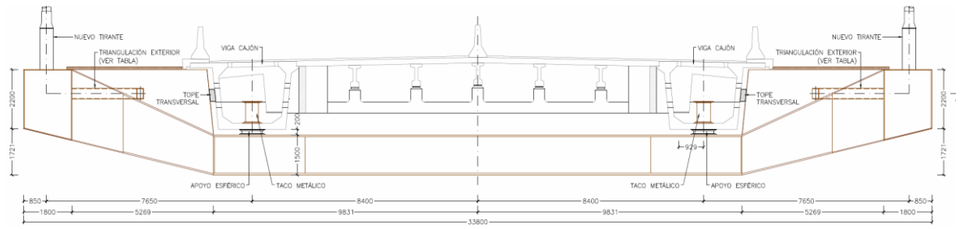



*Figura 15. Vista frontal de riostra metálica.*

De estas riostras nacen los elementos de triangulación exterior, formados por unos puntales metálicos de sección tubular hueca, encargados de inyectar en el tablero actual de hormigón la compresión inducida por la componente longitudinal del tiro de los tirantes.

En las secciones transversales del tablero actual coincidente con los nudos donde convergen los puntales inclinados de la triangulación exterior sobre la viga artesa lateral se hace necesaria la colocación de un puntal transversal para equilibrar las fuerzas de desvío local inducidas en esta sección.

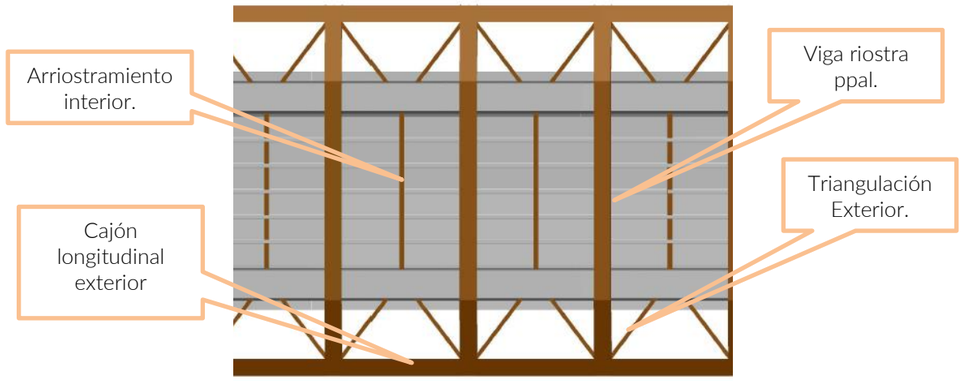



*Figura 16. Configuración de entramado metálico bajo tablero.*

Por último, indicar la disposición lateral, entre vigas riostras principales, de una viga longitudinal en cajón hueca, carente de función estructural en el mecanismo resistente global del tablero, cuya única función será permitir la dotación de una plataforma lateral, a modo de paseo, para posibilitar futuros trabajos de mantenimiento y conservación y como elemento de transmisión de cargas entre tirantes en situaciones accidentales de rotura de un tirante.

# 5 PROCESO CONSTRUCTIVO PREVISTO

El proceso constructivo inicialmente previsto para los trabajos de sustitución de los tirantes podría definirse, a nivel conceptual, en las siguientes grandes fases de ejecución:

- Fase 1: Implantación de la obra y tratamiento de servicios afectados.
- Fase 2: Ampliación de pilonos actuales. Esta fase, a su vez, se divide en:
  - Fase 2.1: Ejecución de tratamiento de mejora del terreno con inyecciones
  - Fase 2.2: Ejecución de nueva zapata sobre cimentación existente
  - Fase 2.3: Actuaciones de durabilidad del pilono existente

  - Fase 2.4: Ampliación lateral de fustes.
  - Fase 2.5: Montaje e instalación de grúas torre.
- Fase 3: Ampliación de pilas de retenida. Esta fase, a su vez, se divide en:
  - Fase 3.1: Ejecución de tratamiento de mejora del terreno con inyecciones.
  - Fase 3.2: Ejecución de viga centradora.
  - Fase 3.3: Actuaciones de durabilidad de pilas de retenida y extremas
  - Fase 3.4: Ampliación de fustes.
  - Fase 3.5: Disposición de elementos de retenida
  - Fase 3.6: Ejecución de ménsula en pilas de junta
- Fase 4: Sustitución de tirantes y acondicionamiento lateral de plataforma.
  - Fase 4.1: Trabajos preparatorios previos, tales como demolición de aceras, montaje de carro y elementos de izado, Actuaciones de durabilidad en el tablero existente y macizados de dovela.
  - Fase 4.2: Montaje de riostras y preinstalación de tirantes definitivos.
  - Fase 4.3: Sustitución de tirantes y acondicionamiento del lateral de la plataforma.
- Fase 5: Acondicionamiento global de plataforma, en su caso.
  - Adecuación de pretiles en zona de mediana.
  - Fresado, impermeabilización y reaglomerado.
  - Sustitución de junta de dilatación.
- Fase 6: Acabados.

En los siguientes apartados se realizará una descripción de los terrenos que se estiman necesarios ocupar para la ejecución de la obra, los trabajos a realizar en cada una de las fases previstas, así como un estudio de los procedimientos de ejecución y de la necesidad de medios auxiliares prevista en cada uno de ellos, con especial atención al estudio de los riesgos asociados al uso de unos u otros medios auxiliares. Por último, se realizará una estimación de los plazos de ejecución previstos en cada una de las fases principales que integran el proceso constructivo.

En la siguiente figura se resume de forma esquemática las principales ocupaciones previstas durante el desarrollo de la obras.

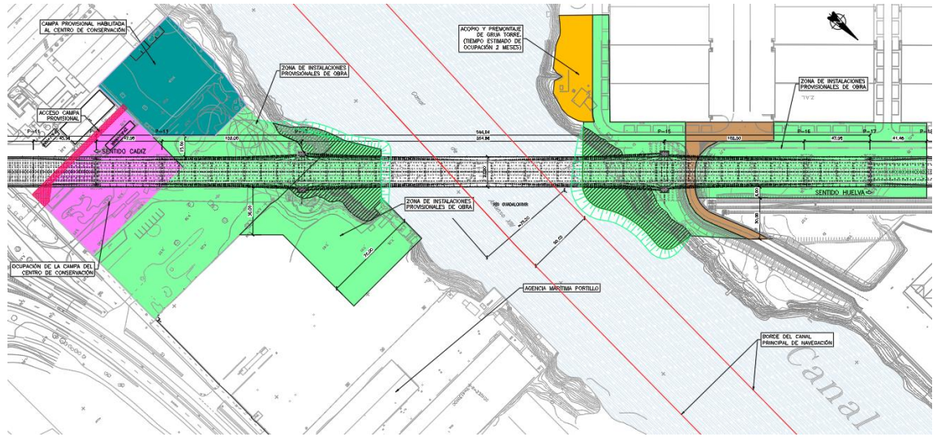



Figura 17. Esquema general de ocupaciones previstas durante las obras

## 5.1 FASE 1. IMPLANTACIÓN DE LA OBRA Y TRATAMIENTO DE SERVICIOS AFECTADOS.

La fase 1 se corresponderá principalmente con los trabajos asociados a la implantación de la obra, dentro de cuyos trabajos se incluiría:

- Cerramiento provisional de los terrenos que resulta necesarios ocupar para el desarrollo de la obra.

  En el caso de la zona de instalaciones auxiliares de obra situadas en la zona de la pila 15, se prevé la necesidad de desmontar parte del cerramiento actual que impide el acceso a la sombra del puente en la zona del ZAL.



*Figura 18. Desmontaje provisional de cerramiento existente*



*Figura 18. Vista del cerramiento existente junto al viario situado en la zona del ZAL*

- Acondicionamiento de los terrenos ocupados por la obra, con objeto de poder establecer la zona de acopios, maquinaria, casetas de obra, etc. Estos trabajos consistirán en el despeje y desbroce de la zona, allá donde exista vegetación, así como posibles trabajos de explanación para la obtención de una superficie relativamente plana.
- Instalación de casetas de obra.
- Levantamiento exhaustivo de todos los servicios existentes, procediendo al estudio de las posibles afecciones y a la ejecución de los pertinentes desvíos o protecciones provisionales, de forma coordinada con los titulares de los servicios.
- Estudio y planificación de medios auxiliares necesarios para la ejecución de la obra, procediendo al encargo de redacción de sus proyectos de definición e instalación, así como al inicio de su fabricación, una vez se disponga la autorización de la Dirección de Obra en cuanto a los criterios últimos de diseño y de la adecuación documental de sus proyectos a la normativa nacional aplicable.
- Ejecución de península de escollera en el margen oeste del canal de navegación. Sobre esta península provisional se ejecutará un camino provisional que garantice el acceso a las instalaciones de la empresa “Frigoríficos del Guadalquivir”, cuando por necesidades del proceso constructivo se requiera el corte puntual del camino de acceso existente.
- En el caso de la península provisional de escollera a ejecutar en el margen este del canal de navegación, su ejecución se podrá abordar en la presente fase 1, o bien, retrasar su ejecución al inicio de la fase 4 como paso previo para posibilitar el izado de las primeras dovelas del vano principal en las inmediaciones de la pila P-14 (pilono).

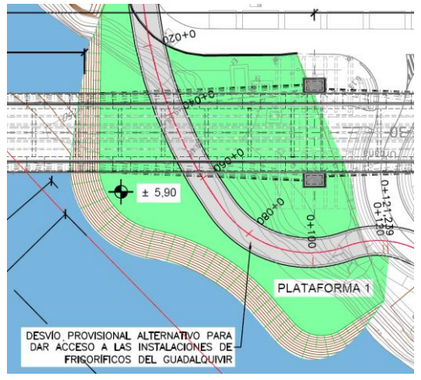



*Figura 19. Península provisional de escollera y camino provisional alternativo de acceso a Frigoríficos del Guadalquivir.*

## 5.2 FASE 2. AMPLIACIÓN DE PILONOS ACTUALES

El nuevo sistema de atirantamiento, en sustitución del existente, discurrirá por un plano paralelo al actual desplazado transversalmente hacia el exterior de la sección del tablero. Esta solución requiere la ampliación lateral de los pilonos para permitir el anclaje de los nuevos tirantes. La ampliación lateral del pilono se ejecutará mediante una estructura metálica adosada a la cara lateral exterior del pilono actual, formada por una sección metálica en cajón hueca, dotada de una rigidización transversal y longitudinal, soldada a la chapa metálica exterior del pilono actual.

Hasta la cota 66 (tomando como cota de referencia la cara superior del encepado de la cimentación actual, situada en la Z=6 m), la sección metálica hueca se rellenará de hormigón, constituyendo una sección mixta de hormigón-acero. A partir de dicha cota, hasta la coronación del pilono, la sección no se maciza con objeto de proporcionar accesibilidad al interior del cajón de cara a los futuros trabajos de inspección y mantenimiento de los anclajes del sistema de atirantamiento.

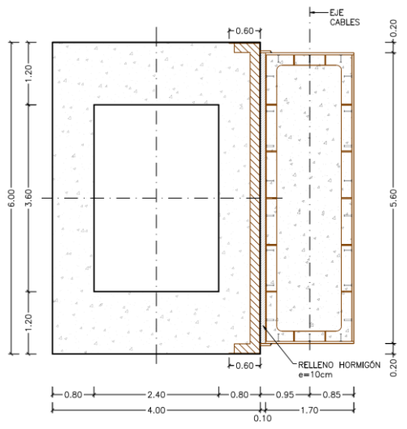



*Figura 20. Sección maciza en ampliación lateral del pilono, desde arranque de pilono hasta la cota 66 m.*

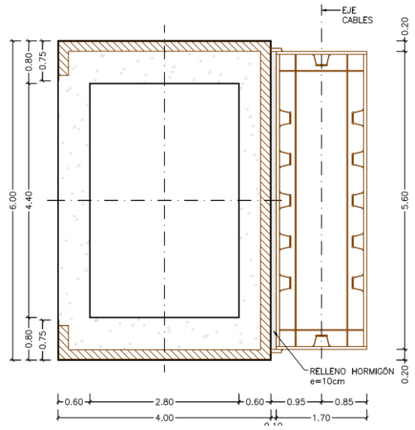



*Figura 20. Sección metálica hueca en ampliación lateral del pilono, desde la cota 66 m hasta la coronación del pilono.*

### 5.2.1 Fase 2.1: tratamiento de mejora de la cimentación

Con objeto de mejorar el comportamiento resistente del terreno de cimentación bajo los pilonos, se contempla la ejecución de una campaña de inyecciones en la zona del estrato de grava, con el objetivo de conseguir una recompresión del terreno en la zona de cimentación, incrementando con ellos su resistencia y creando una cimentación conjunta monolítica.

A su vez se realizarán inyecciones hasta superar la zona de alteración de la capa de margas que subyace bajo el estrato de gravas, aumentando la rigidez del terreno, con la consiguiente disminución de los asientos.

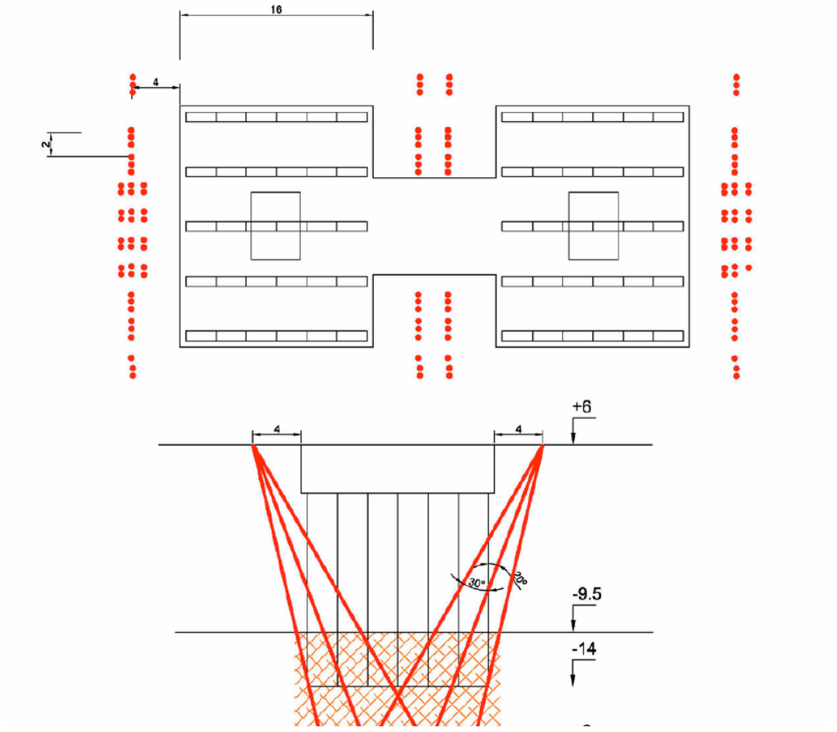



*Figura 21. Tratamiento de inyecciones del terreno bajo cimentación de pilonos*

#### Necesidades de ocupación

Para llevar a cabo los trabajos de perforación e inyección del terreno se requiere del acondicionamiento de cierta plataforma de trabajo sensiblemente horizontal para que pueda operar sin dificultades la maquinaria específica de esta actividad.

En el caso de la pila 15, la campaña de inyección requiere la ocupación del vial actual que permite el acceso a las instalaciones de la empresa de Frigoríficos del Guadalquivir, de forma que para garantizar el acceso a estas instalaciones se ha de ejecutar un camino alternativo, desviando el tráfico por este desvío en función de las necesidades de la obra. Por tanto, con carácter previo a la campaña de inyecciones se procederá a la ejecución de la península de escollera sobre la que discurrirá el camino de acceso alternativo. Localmente, en las inmediaciones de la cimentación existente, la península de escollera no se ejecutará hasta su coronación sobre la cota Z=5,90 m, dejándose rebajada para tener descubierta la cimentación existente.

En el caso de la pila 14 también está prevista la ejecución de una península provisional de escollera cuya coronación se encontrará sensiblemente sobre la cota Z=6,00 m. Desde dicha coronación se

podrá proceder a la realización de la campaña de las inyecciones (ya que es esa la cota a la que se supone que está la cota superior de la cimentación existente).

Se ha estimado una distancia mínima de ocupación para realizar los trabajos de tratamiento del terreno de 10 m respecto al borde del encepado existente.

**Medios auxiliares (análisis conceptual que deberá concretar el Constructor en fase de obra)**

Esta actividad no requiere la utilización de ningún medio auxiliar específico, más allá de la propia maquinaria utilizada en la perforación e inyección del terreno.



*Figura 22. Ejemplo de maquinaria de tratamiento de inyecciones*

**Listado de posibles afecciones al tráfico de la SE-30**

Los trabajos de mejora del terreno de cimentación de los pilonos no suponen ningún riesgo para la seguridad del tráfico de la SE-30.

El principal riesgo durante la ejecución de esta actividad se corresponde con cierta reducción de la visibilidad en las inmediaciones de la zona de trabajos debido al polvo generado durante los trabajos de perforación e inyección, lo cual podría afectar al tráfico del ramal de acceso a las instalaciones de Frigoríficos del Guadalquivir.



*Figura 23. Polvo generado durante los trabajos de perforación.*

### 5.2.2 Fase 2.2: ejecución de nueva zapata sobre encepado existente

La nueva zapata de los pilonos se ejecutará sobre la coronación del encepado actual de los mismos, pero sin conectar estructuralmente entre ambos elementos. La nueva zapata tendrá unas dimensiones en planta de 15x14 m dotada de una viga de atado, conforme al croquis adjunto:

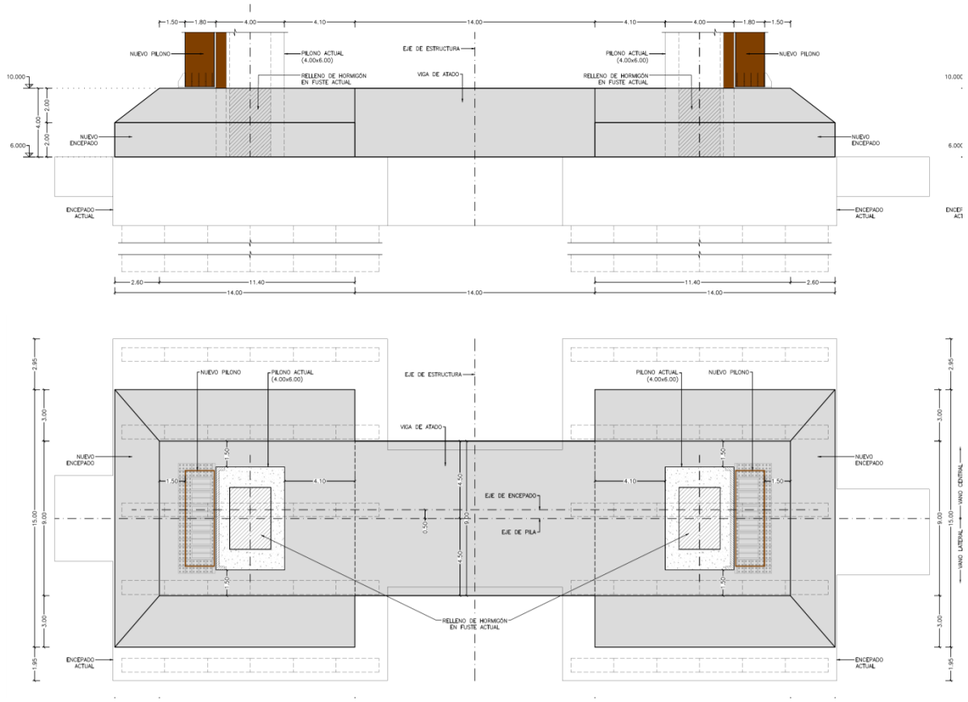



*Figura 24. Alzado frontal (superior) y planta (inferior) de nueva zapata de pilonos sobre cimentación existente.*

Los trabajos a realizar en esta fase se corresponden con:

- Ejecución de taladros de perforación en el arranque de los fustes actuales para alojar los cables de postensado.
- Ferrallado, encofrado y hormigonado.
- Operación de tesado de armaduras activas.

**Necesidades de ocupación**

Los trabajos se desarrollarán sobre la coronación de la cimentación existente, sin mayores necesidades de ocupación a las ya descritas con anterioridad para la fase precedente de inyecciones.

**Medios auxiliares necesarios**

Los medios auxiliares previstos se corresponden con:

- Equipos de hormigonado.
- Camión pluma para el manejo e izado de pequeñas cargas: encofrados, ferralla…
- Equipos de tesado.

**Listado de posibles afecciones al tráfico de la SE-30**

Los trabajos de mejora del terreno de cimentación de los pilonos no suponen ningún riesgo para la seguridad del tráfico de la SE-30.

En cuanto a los viales internos del puerto, sólo la operación de tesado podría producir alguna situación de riesgo ante la rotura de algún cordón de pretensado que, durante el tesado, saliese proyectado pudiendo impactar sobre algún vehículo que transitase por el vial de acceso a las instalaciones de Frigoríficos del Guadalquivir, o su camino alternativo. Como medida preventiva se prohibirá durante el tesado la presencia del tráfico tras los anclajes activos.

### 5.2.3 Fase 2.3: ampliación lateral de fustes

La ampliación lateral de los pilonos actuales se resolverá una mediante una estructura metálica adosada a la cara lateral exterior del pilono actual, formada por una sección metálica en cajón hueca, dotada de una rigidización transversal y longitudinal, soldada a la chapa metálica exterior del pilono actual.

Hasta la cota Z=66 m (sabiendo que la cara superior del encepado de la cimentación actual se corresponde con la Z=6 m), la sección hueca de la ampliación se rellenará de hormigón, constituyendo una sección mixta de hormigón-acero. A partir de dicha cota, hasta la coronación del pilono, la sección no se maciza con objeto de proporcionar accesibilidad al interior del cajón de cara a los futuros trabajos de inspección y mantenimiento de los anclajes del sistema de atirantamiento.

Para la ejecución de la estructura metálica del fuste, de unos 104,50 m de longitud total, se dividirá en cierto número de módulos de menor longitud que permitan su transporte a obra. La longitud del módulo se definiría en fases posteriores de obra, buscando la longitud que optimice los costes de transporte, así como los costes debidos a terminar de ensamblar la pieza a pie de obra y proceder a su posterior izado y colocación en altura.

Los módulos del pilono se ejecutarán en un taller metálico y deberán ser transportados a la obra mediante vehículos especiales. Con objeto de minimizar los trabajos de soldadura a pie de obra, preferiblemente el módulo de la ampliación vendrá de taller totalmente ensamblado en una única pieza.

Sólo en el caso en el que las dificultades del transporte especial impidiesen la llegada a obra del módulo en una única pieza, se procedería a partir la fabricación del módulo en piezas. Una vez en obra, se procedería a ejecutar la unión de estas piezas para terminar de configurar la sección final de la ampliación. Estos trabajos se acometerían a cota de “suelo”, debiendo disponerse una estructura metálica auxiliar que haga las veces de bancada de trabajo para posicionar sendas piezas y ejecutar la unión de las piezas.

Deberán realizarse ensayos para caracterizar las chapas y pruebas de soldeo del pilono existente. Previamente a la fabricación de la estructura metálica deberá realizarse un replanteo en altura de los pilonos que garantice el ajuste geométrico de la ampliación. Así como chorreado previo a soldeo.

Para los módulos correspondientes a los primeros 60 m del fuste donde el interior del cajón se rellena con hormigón, igualmente se procederá en el taller a la colocación y fijación de la ferralla a la sección metálica ya ensamblada (a excepción del armado de solape con el módulo anterior, el cual deberá ser dispuesto en obra).

Una vez terminado el ensamblaje de la sección metálica final se procedería al izado de la pieza a su posición definitiva y a ejecutar su conexión soldada al pilono existente.

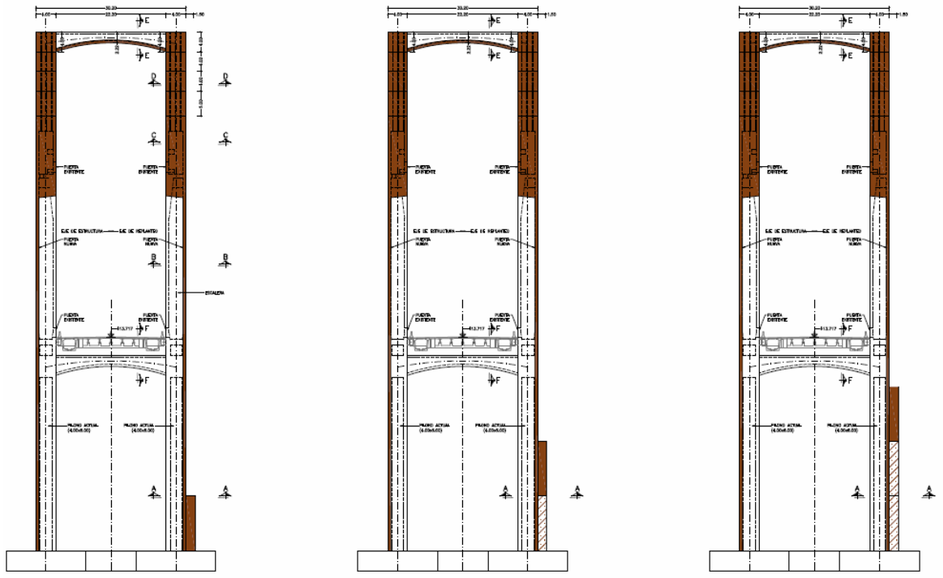


*Figura 25.Izado de módulos de la ampliación lateral de los pilonos metálico.*

Terminada la unión soldada del módulo al pilono existente, se procedería al relleno con hormigón del hueco dejado entre el paramento del pilono existente y la sección de la ampliación. Esta operación de macizado de la sección con hormigón, como ya se ha indicado, se ejecutará para los primeros 60 m de fustes, cota a partir de la cual la sección queda hueca para garantizar su accesibilidad interior para la inspección y mantenimiento de los anclajes de los tirantes.

Un punto singular de los recrecidos de los pilonos se corresponde con las secciones en donde se establece la conexión del recrecido con los travesaños del pilono actual. Esta vinculación se establece mediante el uso de barras de pretensar. A modo de ejemplo se adjunta el detalle de la vinculación del recrecido del pilono con el travesaño inferior.

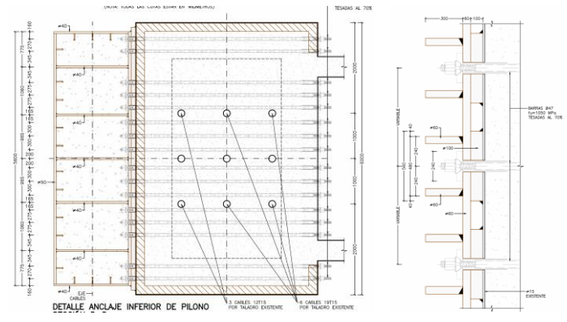



*Figura 26.Detalle de conexión recrecido pilono-travesaño inferior.*

El proceso constructivo previsto sería:

- Ejecución de las chapas de #50 mm
- Colocación del módulo del recrecido del pilono. Este módulo estará dotado de ventanas en su perímetro a cuyo través accederá el personal de obra al interior de la sección hueca del recrecido.

- Ejecución de los taladros pasantes desde la cara interna del pilono existente.
- Enfilado y tesado de barras de pretensar.
- Ejecución de cupones metálicos para el cierre de las ventanas provisionales.

### Necesidades de ocupación

No se prevé la necesidad de ocupar ningún terreno adicional a los ya previstos como instalaciones provisionales de obra.

### Medios auxiliares necesarios

En relación a la maquinaria y a los principales medios auxiliares previstos para acometer la ampliación se corresponden con:

- Medios especiales de izado.
- Equipos de hormigonado:
- Plataformas de trabajos auxiliares para el acceso del personal de obra.

### Medios especiales de izado:

Se requerirán medios especiales de izado para la colocación en altura de los módulos metálicos de la ampliación. Debido a la significante altura del pilono, con un fuste de unos 105 m, se tendrá que recurrir a potentes medios de izado. Las posibles alternativas, serían:

- Grúas telescópicas autopropulsadas de 500 t o 1000 t, en función del peso del módulo y de la altura de izado.
- Grúa de cadenas y en celosía del tipo Liebherr LR 1600 o similar.
- Sistemas de izado de heavy lift posicionado en el dintel de coronación del pilono.
- Esta alternativa se descarta “a priori” tanto en cuanto requiere una estructura metálica auxiliar anclada en la cabeza del pilono y la presencia permanente de personal en la cabeza del pilono a 105 m de altura durante su operativa, debiéndoles dar un medio de acceso que puede interferir y dificultar la maniobra de izado de los módulos.



*Figura 27.Sistemas de izado por cable de heavy lift*



Para implantar este sistema sería necesario diseñar una estructura metálica, anclada al dintel superior en coronación del pilono, que sobrevuele de la planta del pilono para posibilitar el izado de la pieza.

- Emplear la grúa torre como elemento de izado de la estructura metálica de la ampliación lateral de los fustes.

  Esta alternativa se descarta por la poca capacidad de izado de este tipo de grúas que conllevaría la necesidad de restringir sobremanera las longitudes de los módulos de montaje en detrimento de los plazos de ejecución por el mayor número de soldaduras a ejecutar a pie de obra.

Por tanto, para el izado de los módulos del pilono se prevé el uso de grúas telescópicas autopropulsadas o bien de celosía sobre cadenas.



*Figura 28. Grúa de cadenas en celosía.*



*Figura 28.Grúa telescópica autopropulsada.*

Como criterio general, podría indicarse que los costes de instalación y montaje de las grúas de cadenas son muy superiores al de la puesta a disposición de las grúas autopropulsadas. Sin embargo, a nivel de costes horarios de los equipos, la grúa autopropulsada suele resulta más cara que la grúa de celosía, pudiendo concluirse que para periodos cortos es más competitiva la grúa telescópica

autopropulsada, mientras que para estancias más largas en la obra podría acabar siendo más competitiva en costes la grúa de cadenas.

A este respecto, un aspecto que puede adquirir relevancia por los condicionantes propios de la obra es que el uso de grúas telescópicas autopropulsadas presenta una mayor versatilidad y rendimiento ya que con una unidad de grúa podemos abarcar, de forma prácticamente simultánea, el izado de los módulos de sendos fustes de un mismo pilono. De esta forma un día se puede izar el módulo de uno de los fustes, para al día siguiente estar en condiciones de poder izar otro módulo en el otro fuste sin más que recoger la pluma de la grúa y posicionarse al otro lado del tablero, cruzando bajo el mismo.

En el caso de utilizar grúas de celosía no se podría abarcar un recrecido simultáneo de ambos fustes de un mismo pilono haciendo uso de una única grúa, ya que ésta es incapaz de cruzar por debajo del tablero, salvo que se proceda a un desmontaje parcial de su pluma (y nuevo montaje al otro lado del tablero), en claro detrimento de los rendimientos de obra. Por tanto, el recrecido simultáneo de ambos fustes sólo sería posible duplicando las unidades de grúa, encareciendo con ello la solución.

Un aspecto importante a considerar en la elección definitiva de grúa telescópica es que debido a la estrechez de la sección metálica de la ampliación (ancho 1,70 m), habría que asegurarse que la cabeza de la pluma telescópica pueda izar y colocar la pieza sin topar con el pilono existente. En principio, con los modelos de grúa consultados, (grúa de 500t y 1000t), parece salvarse este escollo. Las figuras siguientes muestran la problemática comentada, así como los resguardos esperados en esta operación.

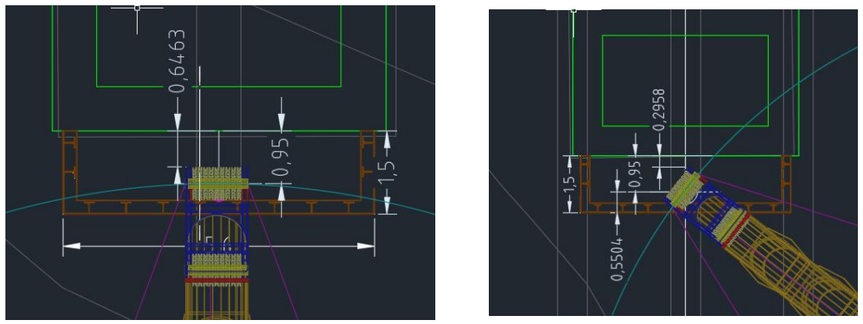



*Figura 29. Resguardos esperados entre cabeza de pluma y pilono, según distintos ángulos de posicionamiento de la pluma respecto al pilono.*

En base a todo lo anterior, de recurrir al uso definitivo de grúas telescópicas, el planteamiento propuesto consistiría en dividir la ampliación del fuste de los pilonos en 9 módulos, empleando la tipología y configuración de grúa indicada en la siguiente tabla:

| modulo | Longitud módulo (m) | Peso del módulo (t) | Altura de izado (m) | Tipo de grúa |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 14 | 70 | 18 | 500T arriostrada |
| 2 | 14 | 70 | 32 | 500T arriostrada |
| 3 | 14 | 70 | 46 | 500T arriostrada |
| 4 | 12 | 60 | 58 | 500T arriostrada |
| 5 | 12.5 | 72 | 70.5 | 1000T arriostrada |
| 6 | 10 | 59 | 80.5 | 1000T arriostrada |
| 7 | 10.5 | 62 | 91 | 1000T con plumin |
| 8 | 6.75 | 43 | 97.75 | 1000T con plumin |
| 9 | 6.75 | 43 | 104.5 | 1000T con plumin |

*Figura 30.Propuesta de longitudes de módulo y grúa a utilizar en su izad*

Como se puede observar, los tipos de grúas propuestos son:

- Grúa de 500 t dotada de arriostramiento. (
- Grúa de 1000 t dotada de arriostramiento. (HA-100-SSL de la casa Demag)
- Grúa de 1000 t, dotada de arriostramiento y plumín (HA-100-WIHI VA SSL de la casa Demag)

Las siguientes hojas recogen esquemas de la configuración de grúa y sus tablas de carga:

| m | 31,7 m | 36,9 m | 42,1 m | 47,3 m | 52,5 m | 57,7 m | 62,9 m | 68,1 m | 73,4 m | 78,6 m | 84 m | m |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 204 | | | | | | | | | | | 5 |
| 6 | 198 | 167 | | | | | | | | | | 6 |
| 7 | 190 | 162 | 127 | | | | | | | | | 7 |
| 8 | 170 | 157 | 123 | 121 | | | | | | | | 8 |
| 9 | 154 | 147 | 119 | 117 | 111 | | | | | | | 9 |
| 10 | 140 | 135 | 115 | 113 | 107 | 96 | | | | | | 10 |
| 12 | 120 | 114 | 108 | 105 | 101 | 91 | 81 | | | | | 12 |
| 14 | 103 | 104 | 96 | 96 | 91 | 86 | 77 | 70 | 62 | | | 14 |
| 16 | 93 | 93 | 86 | 86 | 83 | 79 | 74 | 66 | 59 | 52 | 44 | 16 |
| 18 | 83 | 83 | 82 | 79 | 75 | 73 | 69 | 63 | 57 | 49,5 | 42 | 18 |
| 20 | 73 | 74 | 74 | 73 | 70 | 67 | 65 | 59 | 54 | 47,5 | 40,5 | 20 |
| 22 | 65 | 67 | 67 | 66 | 66 | 61 | 60 | 55 | 52 | 45,5 | 38,5 | 22 |
| 24 | 59 | 60 | 60 | 61 | 60 | 57 | 55 | 52 | 49 | 44 | 36,5 | 24 |
| 26 | 53 | 55 | 54 | 55 | 54 | 53 | 51 | 49,5 | 45,5 | 42 | 35 | 26 |
| 28 | 47,5 | 49,5 | 49 | 50 | 48,5 | 50 | 47 | 46,5 | 42 | 40 | 33,5 | 28 |
| 30 | 36,5 | 45 | 44,5 | 46 | 44,5 | 45,5 | 43 | 43 | 39 | 38,5 | 32 | 30 |
| 32 | | 41 | 40,5 | 42 | 40,5 | 41,5 | 39,5 | 40 | 36,5 | 36 | 30,5 | 32 |
| 34 | | 36,5 | 37 | 38,5 | 37 | 38 | 36 | 37 | 33,5 | 33,5 | 29,4 | 34 |
| 36 | | | 34 | 35,5 | 34 | 35 | 33 | 34 | 30,5 | 31 | 28,1 | 36 |
| 38 | | | 31,5 | 32,5 | 31 | 32 | 30,5 | 31,5 | 28,3 | 28,7 | 26,9 | 38 |
| 40 | | | 24,6 | 30 | 28,7 | 29,7 | 27,8 | 28,8 | 26 | 26,5 | 25,8 | 40 |
| 42 | | | | 27,9 | 26,4 | 27,5 | 25,6 | 26,6 | 24 | 24,6 | 24,2 | 42 |
| 44 | | | | 24,7 | 24,4 | 25,4 | 23,5 | 24,5 | 22 | 22,8 | 22,5 | 44 |
| 46 | | | | 15,2 | 22,5 | 23,5 | 21,7 | 22,6 | 20,1 | 21,1 | 20,8 | 46 |
| 48 | | | | | 20,8 | 21,8 | 20 | 20,9 | 18,4 | 19,4 | 19,3 | 48 |
| 50 | | | | | 16 | 20,3 | 18,4 | 19,4 | 16,8 | 17,8 | 17,9 | 50 |
| 52 | | | | | | 18,9 | 16,9 | 17,9 | 15,4 | 16,4 | 16,6 | 52 |
| 54 | | | | | | 16,2 | 15,6 | 16,6 | 14,1 | 15,1 | 15,2 | 54 |
| 56 | | | | | | 10,8 | 14,4 | 15,3 | 12,8 | 13,8 | 14 | 56 |
| 58 | | | | | | | 12,6 | 14,2 | 11,7 | 12,7 | 12,8 | 58 |
| 60 | | | | | | | 9,3 | 13,1 | 10,6 | 11,6 | 11,8 | 60 |
| 62 | | | | | | | | 12,1 | 9,6 | 10,6 | 10,8 | 62 |
| 64 | | | | | | | | 9,7 | 8,7 | 9,6 | 9,8 | 64 |
| 66 | | | | | | | | | 7,8 | 8,7 | 8,9 | 66 |
| 68 | | | | | | | | | 5,9 | 7,9 | 8,1 | 68 |
| 70 | | | | | | | | | | 7 | 7,3 | 70 |
| 72 | | | | | | | | | | 5,9 | 6,6 | 72 |
| 74 | | | | | | | | | | 4,1 | 5,8 | 74 |
| 76 | | | | | | | | | | | 5 | 76 |
| 78 | | | | | | | | | | | 3,8 | 78 |

*Figura 31.Grúa telescópica autopropulsada de 500 t arriostrada. Tabla de cargas*

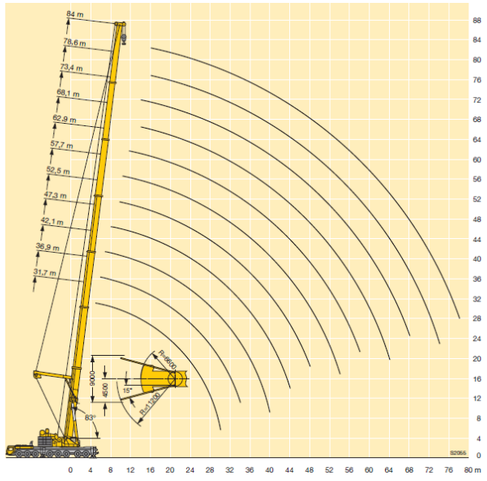



*Figura 32.Grúa telescópica autopropulsada de 500 t. Configuración de pluma arriostrada*

| m | 64,4 m | 69,9 m | 73,8 m | 77,9 m | 82,0 m | 87,8 m | 96,0 m | 100,0 m | m |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | t | t | t | t | t | t | t | t | |
| 12 | 139,0** | 130,5** | 120,5** | - | - | - | - | - | 12 |
| 14 | 122,5** | 117,0** | 109,0** | 99,2** | 90,3** | - | - | - | 14 |
| 16 | 111,5** | 106,0** | 98,2** | 90,0** | 83,0** | 75,8** | 60,3** | - | 16 |
| 18 | 101,5** | 97,0** | 90,4** | 82,6** | 75,9** | 69,8** | 57,1** | 49,2** | 18 |
| 20 | 92,2** | 88,7** | 83,1** | 76,3** | 70,6** | 64,5** | 54,0** | 47,0** | 20 |
| 22 | 83,8** | 81,0** | 76,3** | 70,5** | 65,5** | 60,2** | 50,8** | 44,7** | 22 |
| 24 | 76,6* | 74,1** | 70,0** | 65,0** | 60,8** | 56,2** | 47,8** | 42,5** | 24 |
| 26 | 71,2* | 67,8** | 64,3** | 60,0** | 56,4** | 52,3** | 44,9** | 40,3** | 26 |
| 28 | 66,1* | 63,3* | 59,2** | 55,4** | 52,4** | 48,8** | 42,2** | 38,2** | 28 |
| 30 | 60,9* | 59,3* | 55,5* | 51,2** | 48,6** | 45,4** | 39,6** | 36,2** | 30 |
| 32 | 55,6* | 54,8* | 52,2* | 48,1* | 45,2** | 42,3** | 37,2** | 34,3** | 32 |
| 34 | 50,6* | 49,7* | 49,1* | 45,4* | 42,5* | 39,4** | 34,9** | 32,5** | 34 |
| 36 | 46,1 | 45,1* | 46,1* | 42,8* | 40,2* | 36,8** | 32,7** | 30,8** | 36 |
| 38 | 41,9 | 40,9* | 42,6* | 40,3* | 38,0* | 34,4** | 30,7** | 29,1** | 38 |
| 40 | 38,2 | 37,1* | 38,8* | 37,9* | 35,9* | 32,5* | 28,9** | 27,5** | 40 |
| 42 | 34,8 | 33,7 | 35,4* | 35,8* | 33,9* | 30,8* | 27,2** | 26,1** | 42 |
| 44 | 31,8 | 30,7 | 32,3* | 33,5* | 32,0* | 29,2* | 25,6** | 24,7** | 44 |
| 46 | 29,0 | 27,9 | 29,5* | 30,7* | 30,5* | 27,5* | 24,2** | 23,3** | 46 |
| 48 | 26,5 | 25,3 | 26,9 | 28,1* | 29,1* | 26,2* | 22,9** | 22,1** | 48 |
| 50 | 24,2 | 23,0 | 24,6 | 25,7* | 27,1* | 25,1* | 21,8** | 21,0** | 50 |
| 54 | 20,2 | 18,9 | 20,4 | 21,6 | 22,9* | 22,3* | 19,9** | 18,9** | 54 |
| 58 | 16,9 | 15,4 | 16,9 | 18,0 | 19,3 | 19,3* | 18,2* | 17,3** | 58 |
| 62 | 14,2 | 12,9 | 14,0 | 15,0 | 16,2 | 16,2* | 16,9* | 15,9** | 62 |
| 66 | - | 10,9 | 11,8 | 12,6 | 13,5 | 13,4* | 14,2* | 14,8* | 66 |
| 70 | - | - | 9,9 | 10,7 | 11,5 | 11,4* | 12,0* | 12,8* | 70 |
| 74 | - | - | - | 8,8 | 9,8 | 9,6 | 10,2* | 10,9* | 74 |
| 78 | - | - | - | - | 8,0 | 8,1 | 8,6 | 9,3* | 78 |
| 82 | - | - | - | - | - | 6,7 | 7,2 | 7,9 | 82 |
| 86 | - | - | - | - | - | 5,5 | 6,0 | 6,6 | 86 |
| 90 | - | - | - | - | - | - | 4,9* | 5,5 | 90 |
| 94 | - | - | - | - | - | - | - | 4,5* | 94 |

0° * 15° ** 30°

*Figura 33.Grúa telescópica autopropulsada de 1000 t arriostrada. Tabla de cargas*

13,5 m x 13,5 m — 360° — ISO

34,0 m + 16 m — 60°

| m | 24,0 m 84° | 30,0 m 84° | 36,0 m 84° | 42,0 m 84° | 48,0 m 84° | 54,0 m 84° | 60,0 m 84° | 66,0 m 84° | 72,0 m 84° | 78,0 m 84° | 84,0 m 84° | m |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | t | t | t | t | t | t | t | t | t | t | t | |
| 19 | 119,5 | 115,5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 19 |
| 20 | 115,5 | 111,5 | - | 106,5 | - | - | - | - | - | - | - | 20 |
| 21 | 112,0 | 107,5 | 106,0 | 103,5 | - | - | - | - | - | - | - | 21 |
| 22 | 108,0 | 104,0 | 102,5 | 100,0 | 94,5 | - | - | - | - | - | - | 22 |
| 23 | 103,5 | 101,5 | 99,1 | 97,2 | 92,0 | 84,4 | - | - | - | - | - | 23 |
| 24 | 98,7 | 98,2 | 95,6 | 94,1 | 89,5 | 82,4 | - | - | - | - | - | 24 |
| 25 | 94,5 | 94,0 | 92,8 | 90,9 | 87,0 | 80,5 | 75,5 | - | - | - | - | 25 |
| 26 | 90,3 | 89,7 | 88,8 | 87,8 | 84,5 | 78,5 | 73,9 | 65,7 | - | - | - | 26 |
| 27 | 86,8 | 86,1 | 85,2 | 84,4 | 82,0 | 76,6 | 72,4 | 64,6 | 57,2 | - | - | 27 |
| 28 | 83,2 | 82,5 | 81,6 | 80,9 | 79,5 | 74,6 | 70,8 | 63,4 | 56,4 | - | - | 28 |
| 29 | - | 79,4 | 78,5 | 77,8 | 76,8 | 72,7 | 69,2 | 62,3 | 55,6 | 47,8 | - | 29 |
| 30 | - | 76,3 | 75,3 | 74,7 | 74,1 | 70,7 | 67,6 | 61,1 | 54,8 | 47,2 | 43,4 | 30 |
| 31 | - | 73,8 | 72,8 | 72,1 | 71,5 | 68,7 | 66,0 | 59,9 | 54,0 | 46,7 | 43,0 | 31 |
| 32 | - | 71,3 | 70,2 | 69,6 | 69,0 | 66,7 | 64,5 | 58,8 | 53,2 | 46,1 | 42,5 | 32 |
| 33 | - | 68,7 | 67,7 | 67,0 | 66,4 | 64,6 | 62,9 | 57,6 | 52,4 | 45,6 | 42,1 | 33 |
| 34 | - | 66,2 | 65,1 | 64,4 | 63,8 | 62,6 | 61,3 | 56,4 | 51,6 | 45,0 | 41,6 | 34 |
| 35 | - | - | 63,1 | 62,4 | 61,8 | 60,6 | 59,8 | 55,3 | 50,8 | 44,5 | 41,1 | 35 |
| 36 | - | - | 61,2 | 60,4 | 59,8 | 58,6 | 58,3 | 54,1 | 50,0 | 43,9 | 40,7 | 36 |
| 37 | - | - | 59,2 | 58,4 | 57,8 | 56,5 | 56,7 | 53,0 | 49,1 | 43,4 | 40,2 | 37 |
| 38 | - | - | 57,2 | 56,4 | 55,8 | 54,5 | 55,2 | 51,8 | 48,3 | 42,8 | 39,7 | 38 |
| 39 | - | - | 55,6 | 54,8 | 54,1 | 52,8 | 53,5 | 50,9 | 47,5 | 42,3 | 39,3 | 39 |
| 40 | - | - | 53,9 | 53,1 | 52,4 | 51,1 | 51,8 | 49,9 | 46,8 | 41,7 | 38,8 | 40 |
| 42 | - | - | - | 50,1 | 49,4 | 48,1 | 48,7 | 47,8 | 45,2 | 40,6 | 37,9 | 42 |
| 44 | - | - | - | 47,6 | 46,8 | 45,5 | 46,1 | 45,2 | 43,8 | 39,6 | 37,0 | 44 |
| 46 | - | - | - | 45,0 | 44,1 | 42,8 | 43,4 | 42,5 | 42,3 | 38,5 | 36,1 | 46 |
| 48 | - | - | - | - | 42,0 | 40,6 | 41,2 | 40,3 | 40,1 | 37,6 | 35,2 | 48 |
| 50 | - | - | - | - | 39,8 | 38,4 | 39,0 | 38,0 | 37,9 | 36,6 | 34,2 | 50 |
| 54 | - | - | - | - | - | 34,7 | 35,3 | 34,3 | 34,2 | 34,7 | 32,3 | 54 |
| 58 | - | - | - | - | - | 31,6 | 32,1 | 31,0 | 30,9 | 31,8 | 30,4 | 58 |
| 62 | - | - | - | - | - | - | 29,4 | 28,3 | 28,2 | 29,0 | 28,4 | 62 |
| 66 | - | - | - | - | - | - | - | 25,9 | 25,7 | 26,6 | 26,0 | 66 |
| 70 | - | - | - | - | - | - | - | 23,8 | 23,5 | 24,4 | 23,7 | 70 |
| 74 | - | - | - | - | - | - | - | - | 21,6 | 22,4 | 21,7 | 74 |
| 78 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 20,7 | 19,9 | 78 |
| 82 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 18,3 | 82 |
| 86 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 16,9 | 86 |

128 t | 148 t | 168 t | 188 t | 208 t | 228 t

*Figura 34.Grúa telescópica autopropulsada de 1000 t arriostrada y con plumín. Tabla de cargas*

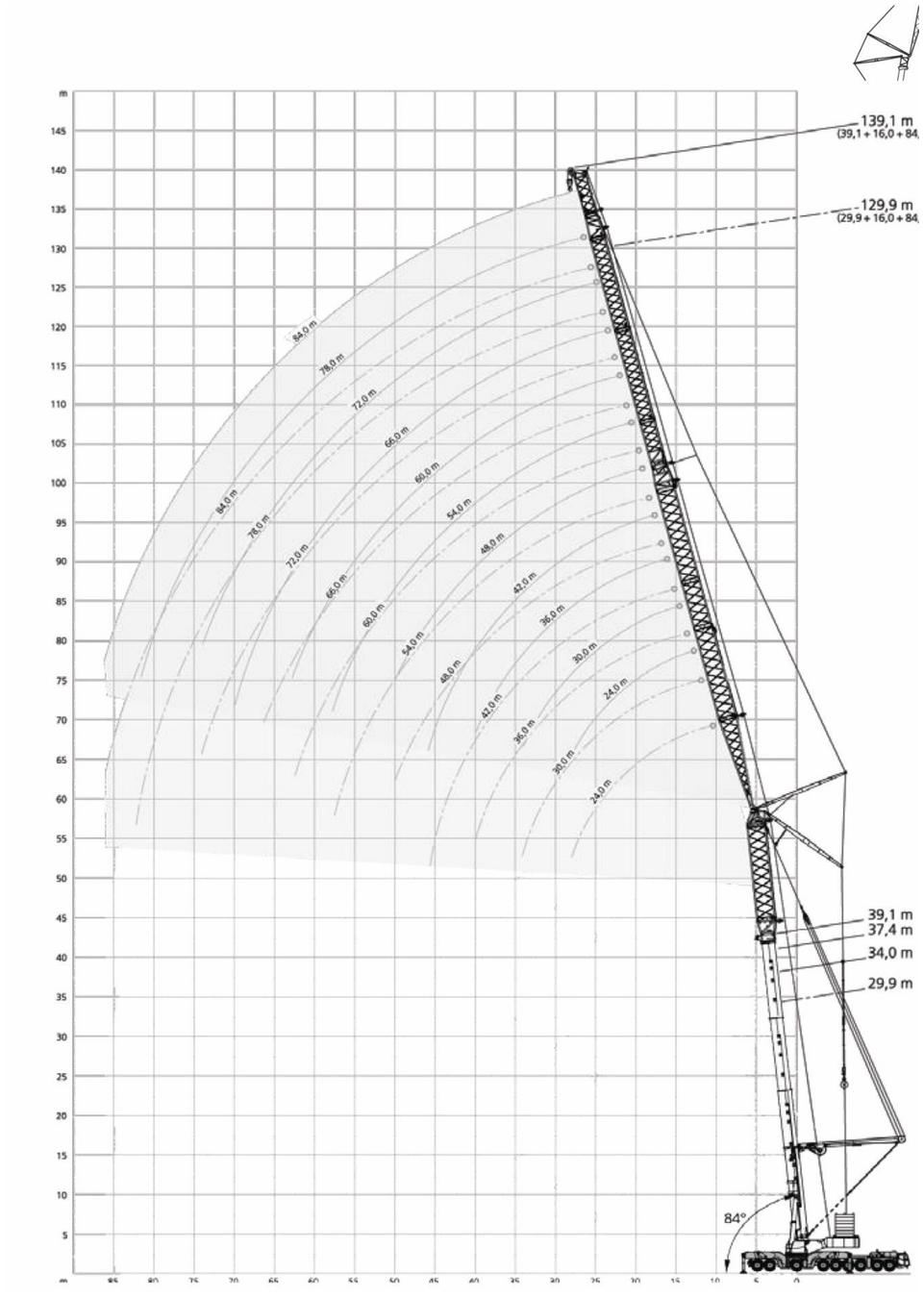



*Figura 35. Configuración de grúa telescópica autopropulsada de 1000 t arriostrada y con plumín.*

A este respecto, indicar que una vez se necesite configurar la grúa con el plumín se pierde la posibilidad de cruzar con agilidad por debajo del tablero para situarse en el otro fuste del pilono, ya que para esta operación se requiere el desmontaje del plumín. En cualquier caso, esta circunstancia sólo afecta a los 3 últimos módulos de la ampliación del pilono.

Finalmente indicar que como alternativa al uso de grúas telescópicas estaría el empleo de grúas de celosía. En este caso, sería suficiente utilizar una grúa de celosía de 600 ton de capacidad máxima de izado. Su principal ventaja es que permitiría una mayor capacidad de izado de carga, pudiendo levantar una carga de 110 ton a 122 m de altura.

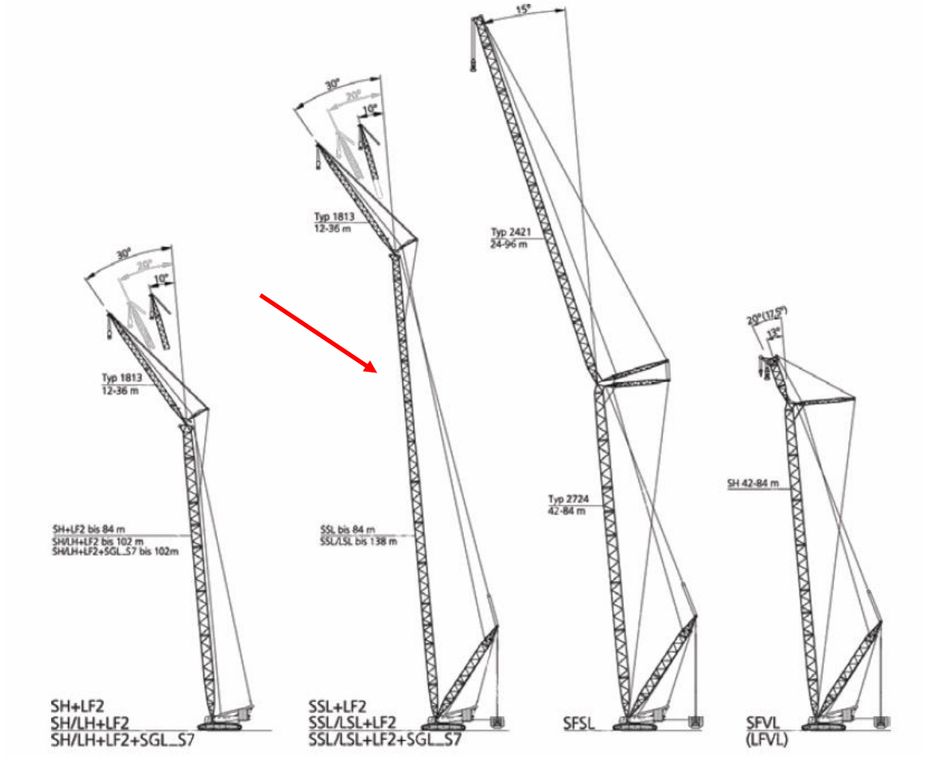



*Figura 36. Configuración de grúa de celosía sobre cadenas.*

Su principal inconveniente reside en que la ejecución simultánea de la ampliación de ambos fustes de un mismo pilono sólo se puede abordar con el uso de dos unidades de grúa desde el comienzo de esta fase de montaje.

### Equipos de hormigonado

El hormigonado de la sección donde ésta es maciza se realizará mediante autobomba en casi la totalidad de la ampliación del pilono, en donde el relleno de hormigón es necesario. Los últimos metros de la sección a macizar de la ampliación del pilono se encuentran, sensiblemente, muy próximos a los límites de bombeo del hormigón que presentan las bombas comerciales de mayor alcance, por lo que muy probablemente los últimos metros de hormigonado se tengan que ejecutar con la ayuda de un cubilote izado mediante la grúa torre.



*Figura 37.Hormigonado con autobomba*



*Figura 37.Hormigonado con cubilote para alturas grandes.*

**Plataformas de trabajo en los pilonos.**

Para la ejecución de la obra se necesitan un conjunto de plataforma de trabajo en altura. Por un lado, se necesitará disponer plataformas de trabajo en coincidencia con las juntas de conexión entre los módulos del pilono, con objeto de poder realizar "in situ" la soldadura de conexión entre el módulo ejecutado en fase anterior y el módulo nuevo recién izado. Por otro lado, los módulos de la ampliación se sueldan al pilono existente mediante unos cordones verticales, continuos en toda la longitud del pilono.

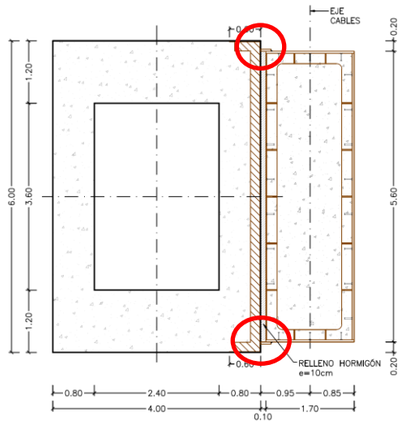



*Figura 38. Localización de soldaduras de unión entre el pilono existente y la ampliación (continuas en toda la altura)*

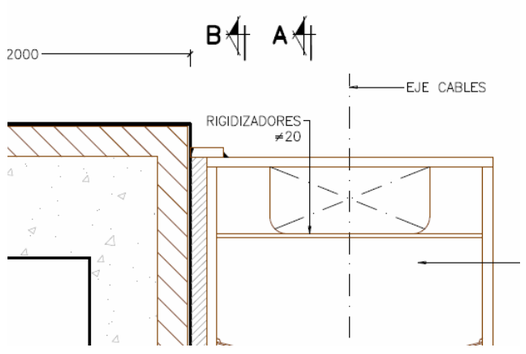



*Figura 38. Detalle de la soldadura vertical continua entre pilono existente y ampliación.*

Durante los trabajos de montaje de la ampliación de los fustes del pilono se prevé la instalación de tres plataformas elevadoras motorizadas independientes, todas ellas monomástil. Estas plataformas consisten en un mástil metálico sobre el que monta una plataforma horizontal que se va desplazando verticalmente sobre el mástil mediante un sistema de piñón y cremallera. Para garantizar la estabilidad del conjunto, el mástil estará dotado de arriostramientos horizontales, anclados en este caso al pilono existente.

Las plataformas situadas en la cara frontal y dorsal del fuste tienen por objeto proporcionar el acceso para la ejecución de las soldaduras verticales continuas. La plataforma situada en la cara lateral del fuste tiene por objeto dar acceso para soldar la junta horizontal entre módulos. Esta última irá arriostrada a la ampliación del pilono.

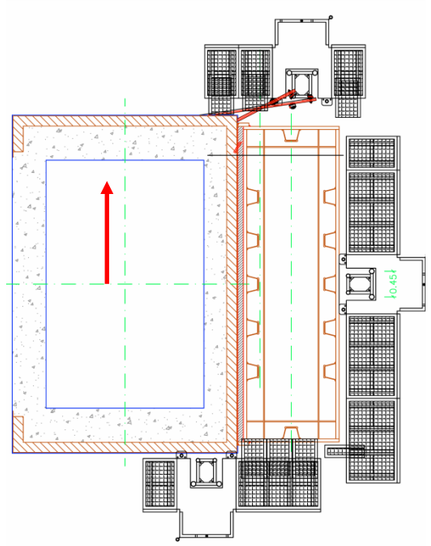



*Figura 39. Plataformas elevadoras motorizadas en fuste de pilono.*



*Figura 39. Ejemplo de plataforma elevadora motorizada*

En el caso de las plataformas de la cara frontal y dorsal, su ubicación no resulta simétrica debido a la necesidad de salvar el obstáculo que suponen los haces de tirantes, cuyos anclajes, en relación al pilono, difieren en posición de una cara a la otra.

Para el acceso a las zonas en donde se ejecutará la conexión de la ampliación lateral del pilono con los travesaños del pilono, se prevé un sistema de andamio colgado de los mismos dinteles del travesaño.



*Figura 40. Andamio tipo colgado del travesaño. Izquierda: vista general. Derecha: detalle*

Una vez terminada la ampliación lateral de los fustes se procederá al desmontaje de las 3 plataformas elevadoras, para a continuación, en la cara lateral exterior del pilono montar un elevador (ascensor de obra) que de acceso a las plataformas de trabajo que se dispondrán en los extremos superiores de los tirantes en el pilono, en la cara dorsal y frontal de éste, para poder llevar a cabo los trabajos de sustitución de tirantes.

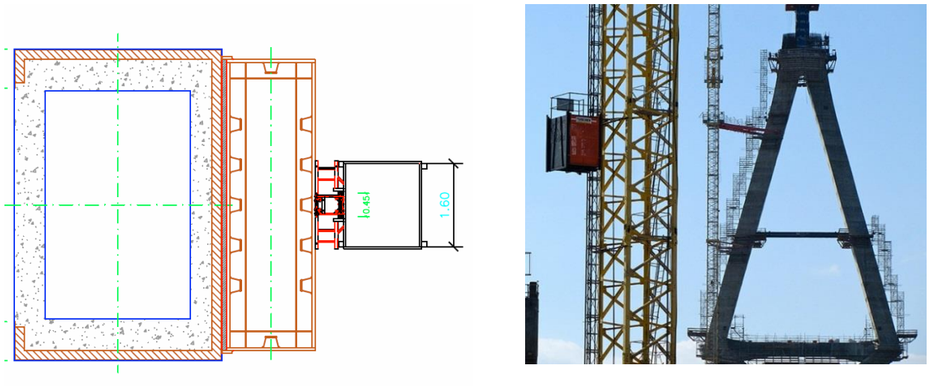



*Figura 41.Ubicación propuesta del elevador (izquierda) y ejemplo real de aplicación en obra (derecha).*

Estas plataformas, dispuestas en la cara dorsal y frontal del pilono, se resolverán mediante una estructura metálica fija colgadas del pilono a la cota que correspondan.



*Figura 42.Detalle de distintas plataformas de trabajo colgadas/ancladas.*

Como alternativa a las plataformas colgadas del pilono se encontraría la posibilidad de ejecutar un andamio que arrancase desde la cota de suelo, con niveles de plataforma cada 2 m conectados entre sí mediante escaleras que discurren por el propio andamio.

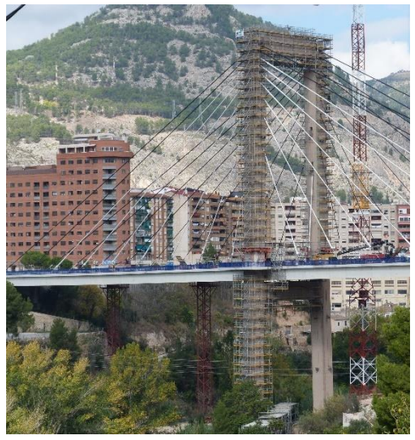


*Figura 43. Vista general de pilono de Alcoy*



*Figura 43. Detalle de andamio para plataformas de acceso en altura*

### Listado de posibles afecciones al tráfico de la SE-30

En principio, el izado de los módulos metálicos que se sitúen a cotas superiores a la del tablero suponen un riesgo limitado para el tráfico de la SE-30 ante la baja probabilidad de accidente durante el izado, siempre y cuando se utilicen los medios adecuados y se tenga bien estudiada la maniobra de izado. La tendencia más probable de caída de la pieza es hacia el exterior de la plataforma, de forma que es muy poco probable que el tráfico de la SE-30 se viese afectado por la caída accidental de uno de los módulos. En cualquier caso, siempre se podrá adoptar medidas de seguridad adicionales para impedir una posible caída sobre la calzada de la SE-30.

En el caso de los edificios situados al margen izquierdo del tablero en las inmediaciones de la pila P-15, en principio, la separación lateral existente entre el pilono y las edificaciones, a pesar de ser un tanto estricta, debería ser suficiente para evitar que la caída del módulo impactase directamente contra la edificación, si bien podría ser alcanzada por fragmentos que se proyectasen tras el impacto inicial contra el suelo.

A su vez, en las proximidades de margen derecho de la pila 15 se encuentra el vial de acceso a la empresa Frigoríficos Guadalquivir, cuyo tráfico podría verse afectado por cualquier fallo durante el izado de las piezas del pilono.

Por todo ello, la seguridad de la operación de izado pasa por el correcto dimensionamiento de la capacidad de izado de los equipos de grúa (verificando el adecuado estado de conservación y funcionamientos de estos medios), el estudio minucioso de la maniobra de izado y el cumplimiento riguroso de los límites de carga en función del posicionamiento de la grúa, así como respetando las limitaciones de viento máximo establecido para el izado de estas cargas.

En cualquier caso, para minimizar cualquier riesgo a los usuarios de estos edificios y del camino existente, se podría plantear para la pila 15, el izado de las piezas metálicas de la ampliación del pilono en horario nocturno. Esta medida no aplicaría a la pila 14 en cuyo entorno no existe agentes externos a la obra que se pudiesen ver afectados por un fallo durante el izado.

En relación a los trabajos de ampliación de los pilonos, uno de los principales riesgos a los que se enfrenta el tráfico de la SE-30 es a la caída de objetos de pequeño tamaño, (del tipo de pequeñas herramientas o similar), que porten los operarios que estén trabajando en el pilono. Debido a la altura de los pilonos, la caída de cualquier pequeño objeto desde los pilonos supone un gran riesgo para la seguridad del tráfico de la SE-30. Razón por la cual se propone la adopción de medidas de protección.

Estas medidas de protección pueden ir desde la implantación de un pórtico metálico sobre la calzada de la SE-30, a la adopción de redes de retención ancladas (similares a las habitualmente empleadas en edificación) o incluso la colocación de viseras de protección, estos dos últimos sistemas anclados a los alzados de las pilas.

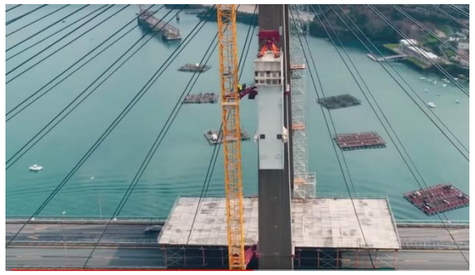




*Figura 44. Pórtico de protección del tráfico rodado. Ampliación puente de Rande.*



*Figura 45. Red de protección y retención en obra de edificación.*



*Figura 45.Visera de protección en obra de edificación.*

### 5.2.4 Fase 2.4: instalación de grúas torre

Con objeto de disponer un medio de elevación permanente en la obra se prevé la instalación de una grúa torre en las inmediaciones de cada uno de los pilonos. Estas grúas no están orientadas al izado de grandes pesos, de forma que su principal función reside en dar apoyo a los trabajos de montaje del nuevo sistema de atirantamiento y desmontaje de los tirantes existentes.

Una de las singularidades de estas grúas será su importante altura, ya que su pluma debe disponerse por encima de la coronación del pilono, lo cual se traduce en que la altura de montaje será de unos 115-125 m de altura bajo gancho. En cuanto a la flecha, será difícil superar los 70 m de longitud. La capacidad de izado de estas grúas rondará las 20 ton de carga máxima, reduciéndose a medida que aumente el radio de trabajo.

Debido a la importante altura del fuste, muchos de los modelos disponibles en el mercado podrían requerir un arriostramiento que estabilice el fuste frente a cargas horizontales. Esta estructura de arriostramiento podría suponer cierta limitación en la elección última del posicionamiento de la grúa, ya que a medida que la posición de la grúa se aleje del fuste del pilono, el tamaño de la estructura de arriostramiento será más potente, pudiendo encarecer la solución final a la par que significará un mayor plazo de montaje de la grúa.



*Figura 46. Vista general de grúa torre en la ejecución del Viaducto del Tajo en Cáceres.*



*Figura 46. Detalle de estructura de arriostramiento del fuste de grúa torre.*



*Figura 47.Grúa torre arriostrada para la ampliación del puente de Rande.*

En base a lo anterior, y en la medida que el resto de condicionantes lo permitan, lo idóneo será recurrir al uso grúas autoestables que no requieran de ninguna estructura de arriostramiento. Las consultas realizadas a las empresas suministradoras de este tipo de grúa, confirman que hasta una altura bajo gancho de 125 m se puede recurrir al empleo de grúas autoestables, sin necesidad de arriostramiento.



*Figura 48.Grúa torre autoestable para la reparación del puente de Fernando Reig (Alcoy)*

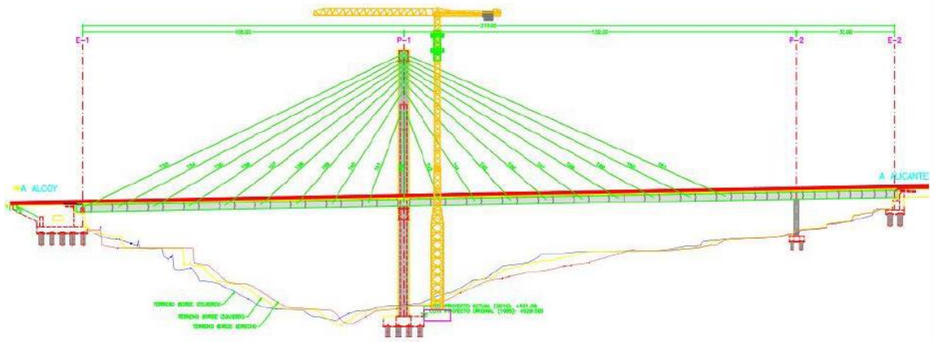



*Figura 49.Grúa torre sin arriostramiento horizontal.*

Otra de las singularidades a exigir a las grúas es que sean automontables, es decir, que la grúa se va montando así misma, gracias al uso de un módulo especial que permite el telescopaje de la grúa hasta alcanzar su altura definitiva. En este sistema la secuencia de instalación suele ser la siguiente:

- Ejecución de la cimentación de la grúa torre.

  Cada una de las grúas requerirá la ejecución de una zapata de cimentación, en donde se empotrará el arranque del fuste. En función de la geotecnia del emplazamiento se podrá recurrir a una cimentación directa, si bien muy probablemente en el caso que nos atañe se deba recurrir a un encepado micropilotado o pilotado.

  No obstante, un aspecto a estudiar durante la fase de proyecto es analizar, en caso de confirmarse la necesidad de ampliar las cimentaciones de los pilonos, si esta ampliación se puede dejar acondicionada para su aprovechamiento como cimiento de la propia grúa torre. Con ello, se reducirían plazos de ejecución y se abarataría el coste de instalación de la grúa.

  De resultar inviable aprovechar la ampliación de las cimentaciones de los pilonos, (bien porque no se acaben ampliando, bien porque complicase el diseño de éstos), se prevé la ejecución de un encepado micropilotado o pilotado para la cimentación de las grúas. Estos encepados tendrían unas dimensiones aproximadas en planta, que oscilarían entre los 6x6m y 10x10 m.

- Montaje de los primeros módulos estándar del fuste hasta una determinada altura, con la ayuda de una grúa telescópica auxiliar.
- Montaje del módulo especial que permite el telescopaje, con la ayuda de una grúa telescópica auxiliar.
- Montaje del módulo de coronación del fuste de la torre, con la ayuda de una grúa telescópica auxiliar.
- Ensamblaje de la contrapluma a cota de suelo y su posterior izado y colocación con la ayuda de una grúa auxiliar.
- Ensamblaje de la pluma a cota de suelo y su posterior izado y colocación con la ayuda de una grúa auxiliar.
- Telescopaje del fuste de la torre mediante el montaje de nuevos módulos del fuste, gracias al empleo del módulo especial. El izado de estos módulos se realiza ya con la propia grúa torre, sin necesitar el apoyo de una grúa auxiliar.



*Figura 50.Grúa torre durante su proceso de auto-montaje. Izado y colocación de nuevos módulos del fuste.*

Necesidades de ocupación

**La situación ideal se corresponde con intentar aprovechar la nueva cimentación del pilono como cimentación de la grúa torre. Esta situación sólo se podrá estudiar una vez se conozca el suministrador final de la grúa, su geometría y las cargas que transmita la grúa a la cimentación. A efectos del presente documento, de forma conservadora, se considera que la cimentación de la grúa torre será una cimentación independiente a la nueva zapata ejecutada en los pilonos.**

El emplazamiento de las grúas torres se realizará en las proximidades de los actuales pilonos. Su ubicación definitiva se deberá concretar en fase de obra por el Constructor en función de los procedimientos de construcción y medios necesarios, así como la posible afección con los servicios afectados. En fase de proyecto hemos estimado que la posición óptima de las grúas torres será en el lateral derecho de las cimentaciones de los pilonos y en las esquinas más próximas al canal de navegación.

En cualquier caso, las necesidades de ocupación requeridas por las grúas son relativamente reducidas (hablamos de zapatas de 10x10 m aproximadamente) y no supondrán ocupar terrenos adicionales a los inicialmente ya previstos para la ocupación por la obra.

En fase de montaje, las necesidades de espacio para el acopio en obra de los módulos que integran la grúa, así como para el ensamblaje a cota de suelo de pluma y contrapluma, se realizará, igualmente, dentro del área asignada por las instalaciones auxiliares de obra.

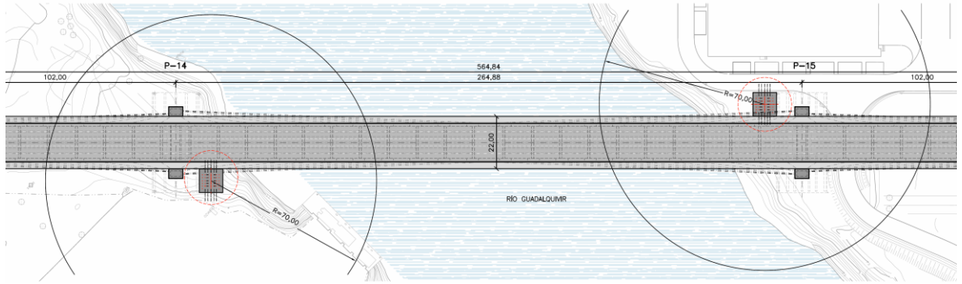



*Figura 51.Grúa torre durante su proceso de auto-montaje. Izado y colocación de nuevos módulos del fuste.*

**Medios auxiliares (análisis conceptual que deberá concretar el Constructor en fase de obra)**

Para los trabajos de ejecución de la cimentación de las grúas torre se prevén los siguientes medios:

- Excavadora para preparación de la explanación de la cimentación.
- Maquinaria de ejecución de micropilotes (en función de conclusiones de estudio geotécnico).
- Equipos de hormigonado.
- Grúa autopropulsada de bajo tonelaje o camión pluma.

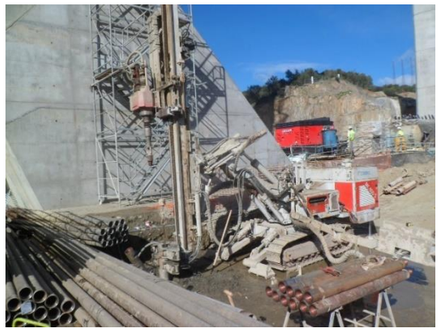


*Figura 52. Maquinaria de micropilotes*



*Figura 52. Armado de encepado.*

Para los trabajos de montaje de la grúa torre la única maquinaria requerida será la puesta a disposición de medios de izados auxiliares. Para el montaje de los primeros módulos del fuste, así como para el ensamblaje a cota de suelo de pluma y contrapluma, bastará una grúa autopropulsada de bajo tonelaje, de unas 80 ton o incluso una menor, ya que los pesos a mover rondarán las 10 ton. Sólo cuando se procede al izado de la pluma y contrapluma será necesario una grúa de mayor tonelaje.

**Listado de posibles afecciones al tráfico de la SE-30**

En principio, los trabajos asociados a la ejecución de los encepados de las grúas no suponen ningún riesgo para el tráfico de la SE-30, ni para el tráfico de los viales internos del puerto.

En el caso de la pila 15, suponiendo que el ensamblaje de la pluma y contrapluma se ejecute en los terrenos destacados en la siguiente figura, no sería de esperar ningún riesgo especial, más allá de vigilar que durante el izado de las piezas no se golpee a las edificaciones existentes. Precaución que se tendrá siempre en cuenta a lo largo igualmente del ciclo de explotación de las grúas.



*Figura 53. Zona propuesta de montaje de pluma y contrapluma*

Respetando el emplazamiento final indicado de la grúa, un ensamblaje de pluma y contrapluma alternativo en un emplazamiento distinto al indicado (siempre dentro de los terrenos previstos de ocupación), conllevaría la necesidad de realizar operaciones intermedias de traslados de piezas hasta su izado y posicionamiento final, complicando con ello significativamente la operación de montaje.

Durante el automontaje de la grúa, mientras el fuste de la torre va ganando en altura, habrá situaciones transitorias en las que la grúa podría girar y golpear a la pila, tablero o a los cables del sistema de atirantamiento. Por esta razón, se cree conveniente implementar un sistema de bloqueo que coaccione el giro de la grúa en el rango de ángulo en los que habría riesgo de impacto.

Temporalmente, hasta que la pluma no supere en cota la coronación del pilono, no se podrá dejar la grúa libre en “veleta”, aun cuando las condiciones de viento así lo requiriesen, circunstancia que deberá ser considerado en la fase de diseño de la grúa.

## 5.3 FASE 3. AMPLIACIÓN DE PILAS DE RETENIDA

Si bien la ejecución de la ampliación de las pilas de retenida se incluye como la fase 3, en realidad los trabajos de ampliación de las pilas de retenida se podrían realizar en simultaneidad con la fase 2, por poder ejecutarse de forma simultánea con la ampliación de las pilas principales.

La solución propuesta consistirá en la ampliación lateral de los fustes de la pila junto con la ejecución de una viga centradora en el arranque de pila, directamente apoyada sobre la coronación de la zapata existente.

La sección tipo de la ampliación lateral consiste en una sección hueca de hormigón armado en forma de “C”, con espesores de tabla de 40 cm y dimensiones exteriores de 4,20 m (longitudinal, según el eje del tablero) y de 2,25 m (según el eje perpendicular).

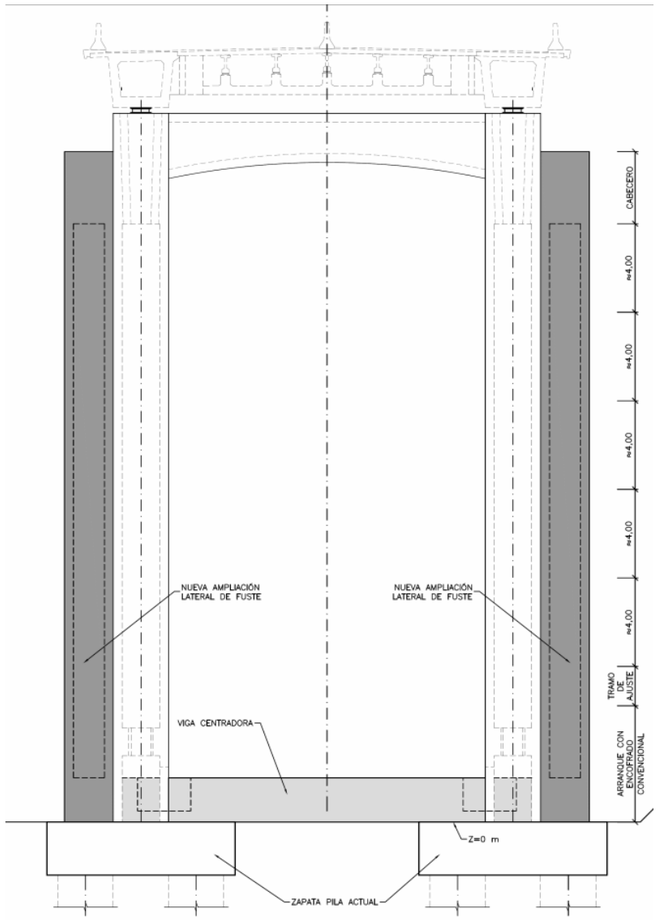



*Figura 54. Alzado frontal de la ampliación de la cimentación y fustes de las pilas de retenida.*

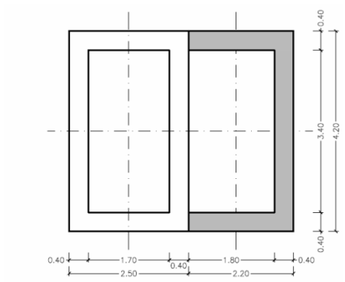
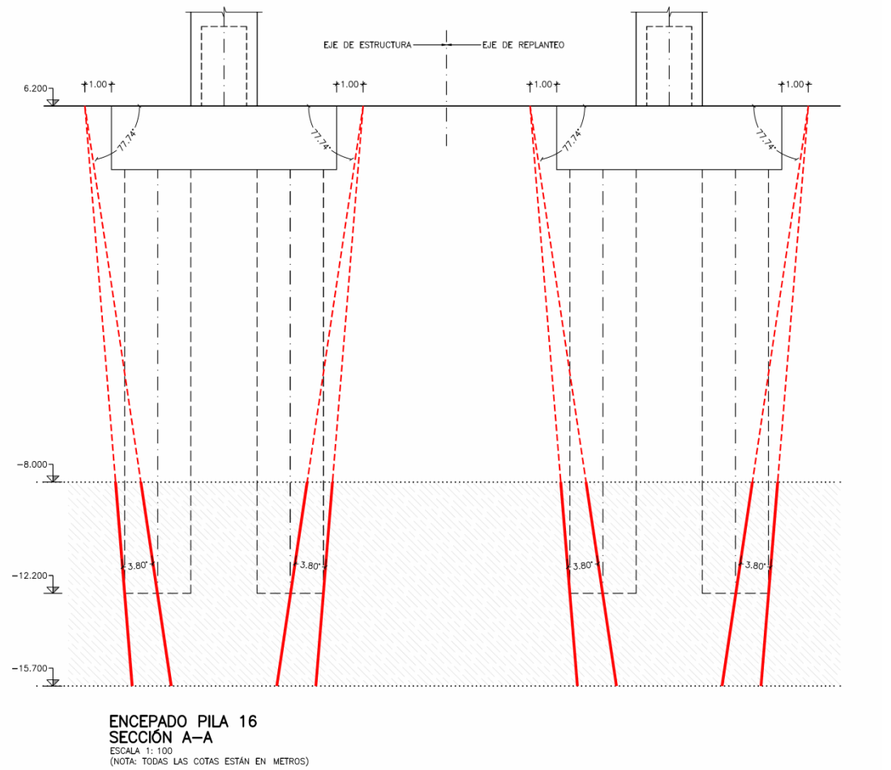



*Figura 55. Sección transversal tipo de la ampliación del fuste de las pilas de retenida.*

El hormigón nuevo de la ampliación se conectará al hormigón existente de la pila actual mediante taladros anclados con resina. Estos taladros se distribuirán de manera uniforme a lo largo de la trepa, de forma que será necesario disponer varios niveles de plataforma para garantizar el acceso en toda la altura de la trepa. La ejecución de los alzados se resolverá mediante un sistema de encofrado trepante, utilizando una modulación de trepas de una altura entre 4-5m.

Las fases constructivas en que se divide la actuación en las pilas de retenida se corresponden con:

- Fase 1: Tratamiento de inyección del terreno de cimentación.



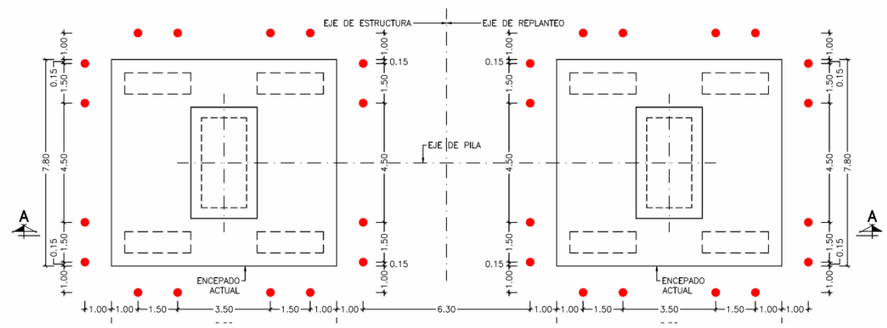
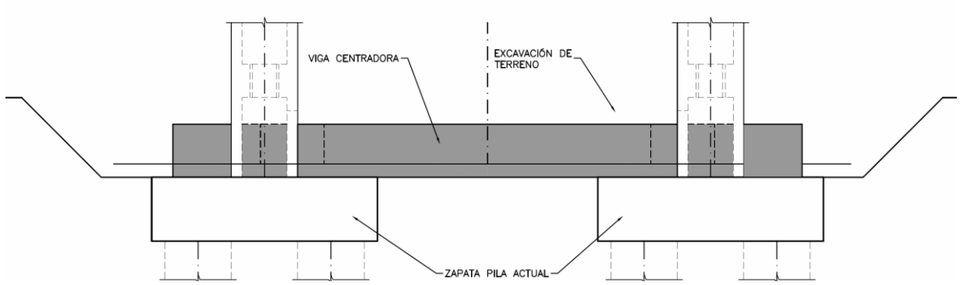




*Figura 56. Croquis de detalle orientativo de campaña de inyección en pilas de retenida.*

- Fase 2: Ejecución de viga centradora.




- Fase 3. Ejecución de ampliación lateral mediante sistema de trepas.

- Fase 4. Tope antilevantamiento.

**Necesidades de ocupación**

No se prevé la necesidad de ocupar ningún terreno adicional a los ya previstos como instalaciones provisionales de obra.

**Medios auxiliares (análisis conceptual que deberá concretar el Constructor en fase de obra)**

Los medios auxiliares previstos para esta operación serían:

- Grúa autopropulsada para el posicionamiento de encofrados y plataformas.
- Sistema de encofrado trepante.
- Equipos de hormigonado: autobomba.
- Escalera de zanca para el acceso en altura a la pila.
- Plataformas de trabajo en altura.

El sistema de trepa estará constituido por un encofrado interior, para materializar la sección hueca y un encofrado exterior. El sistema de encofrado se sustentaría en la trepa previamente ejecutada, sin más que dejar embebido en la sección de hormigón, previamente al hormigonado, el sistema de anclaje al que se fijará el encofrado de la siguiente puesta.

Las plataformas de trabajo en altura se podrán materializar mediante el montaje de andamios, que irían creciendo en altura conforme lo hace la pila, o bien adoptando un sistema de plataformas de trabajo, con los 2-3 niveles requeridos, que se anclasen a la trepa ya hormigonada y que se fuesen trasladando en cada puesta.

Por último, para dar acceso a estas plataformas desde la cota de suelo se requerirá la implantación de una escalera de tipo zanca.



*Figura 57. Detalle de plataforma de trabajo en altura anclada a la trepa anteriormente ejecutada y colocación de encofrado interior.*



*Figura 57.b. Detalle de encofrado exterior, incorporando en su diseño unas plataformas de trabajo*

**Listado de posibles afecciones al tráfico de la SE-30**

Los trabajos de ampliación de las pilas de retenida no suponen ningún riesgo para el tráfico de la SE-30, tanto en cuanto la zona de trabajos se encuentra siempre por debajo de la cota de la plataforma.

La playa de vías de la terminal ferroviaria de contenedores se encuentra muy próxima a la sombra del tablero en el margen derecho de la pila 16. Habrá que estudiar en detalle el espacio útil disponible que se puede disponer como zona de trabajos sin generar afección alguna las instalaciones ferroviarias, analizando si hay espacio disponible entre la ampliación de la pila y la playa de vías para el emplazamiento de los equipos de hormigonado, en particular la autobomba, así como de las grúas que izarán los encofrados de las trepas.

De resultar inviable el posicionamiento de estos equipos al pie del fuste de la ampliación, posicionados en paralelo al tablero, las operaciones de colocación de encofrados y hormigonado se deberían afrontar desde la calzada de la SE-30, lo cual supondría afecciones puntuales al tráfico que obligaría a la realización de estos trabajos en horario nocturno mediante el corte del carril lateral.

Por último, y una vez más debido a dicha cercanía, el personal que pudiese transitar por la playa de vías (no esperable en principio) podría estar expuesto a la caída de pequeños objetos desde las plataformas de trabajo elevadas de la pila, en cuyo se debería adoptar las medidas de protección oportunas.

## 5.4 FASE 4. SUSTITUCIÓN DE TIRANTES Y ACONDICIONAMIENTO LATERAL DE PLATAFORMA.

La solución proyectada para posibilitar el cambio de tirantes consistirá, en esencia, en la disposición de unas vigas riostras transversales, metálicas, en cuyos extremos laterales se situarán los anclajes pasivos de los tirantes futuros, junto con la disposición, bajo tablero, de un entramado metálico con una configuración romboidal de perfiles.

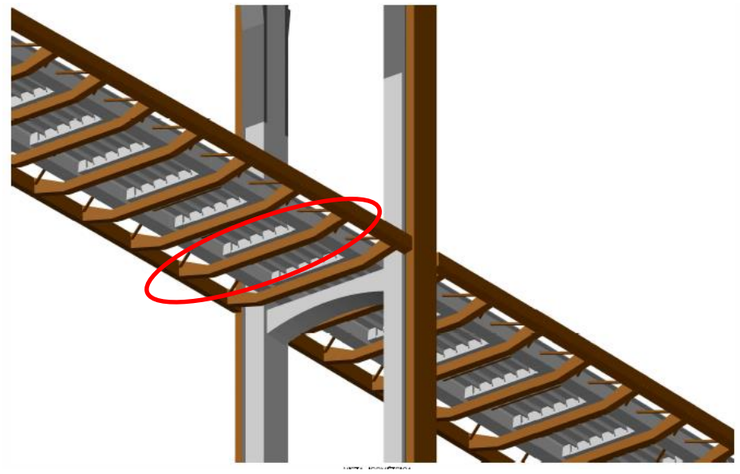


*Figura 58. Infografía de la costilla metálica.*

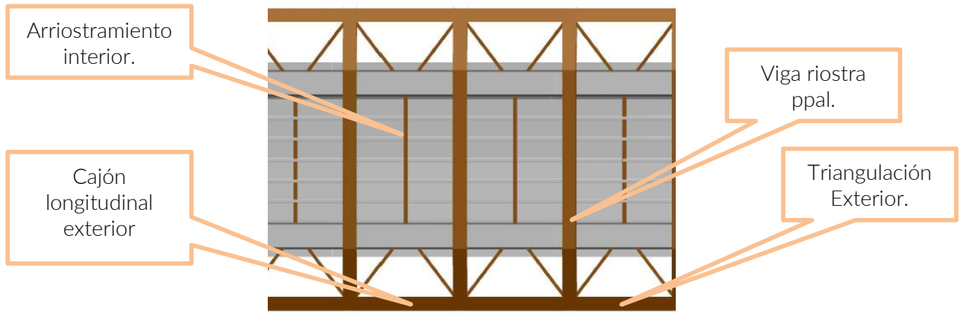



*Figura 59. Entramado romboidal de puntales metálicos bajo tablero*

De estas riostras nacen los elementos de triangulación exterior, formados por unos puntales metálicos de sección tubular hueca, encargados de inyectar en el tablero actual de hormigón la compresión inducida por la componente longitudinal del tiro de los tirantes.

En las secciones transversales del tablero actual coincidente con los nudos donde convergen los puntales inclinados de la triangulación exterior sobre la viga artesa lateral se hace necesaria la colocación de un puntal transversal para equilibrar las fuerzas de desvío local inducidas en esta sección.

Por último, indicar la disposición lateral, entre vigas riostras principales, de una viga longitudinal en cajón hueca, carente de función estructural en el mecanismo resistente global del tablero, cuya única función será permitir la dotación de una plataforma lateral, a modo de paseo, para posibilitar futuros trabajos de mantenimiento y conservación.

La fase 4 de sustitución de tirantes y acondicionamiento lateral de la plataforma se subdivide en dos fases:

- Fase 4.1: Trabajos preparatorios previos, tales como demolición de aceras, montaje de carro y elementos de izado, Actuaciones de durabilidad en el tablero existente y macizados de dovela.
- Fase 4.2.: Montaje de riostras y preinstalación de tirantes definitivos.
  - Fase 4.3.: Sustitución de tirantes y acondicionamiento del lateral de la plataforma.

De esta forma, en una primera fase se procederá a la colocación de todas las vigas riostras en toda la longitud de tablero junto con la preinstalación de su tirante definitivo, para en segunda fase, proceder a transferir la carga de los tirantes existentes a los tirantes definitivos y acometer el desmontaje de los tirantes existentes.

### 5.4.1 Fase 4.1 y 4.2: Montaje de estructura metálica de tablero y pre-instalación de tirante definitivo

La descripción de la presente fase se concentra en el procedimiento de izado y colocación de la estructura metálica a disponer en el tablero para permitir la sustitución de tirantes y dejar acondicionado al puente de cara a una futura ampliación.

El procedimiento de izado de la estructura metálica del tablero viene condicionado por la prescripción de que el cuelgue de estos elementos del tablero no puede suponer un incremento en la carga axil de los tirantes existentes.

Para el cumplimiento de esta prescripción se prevé la colocación de un tirante provisional. Este tirante se anclará en su extremo superior en la parte ampliada del pilono metálico y en su extremo inferior se anclará en el tablero en la zona de la acera. El anclaje activo, desde el que se efectuará el tesado del tirante, se encontrará en el extremo del tirante situado en el pilono, mientras que el anclaje pasivo se situará en el tablero.

Como no puede ser de otra manera, para no introducir desequilibrios en el pilono, la colocación del tirante provisional debe realizarse conjuntamente tanto en el vano de retenida, como en el vano principal.

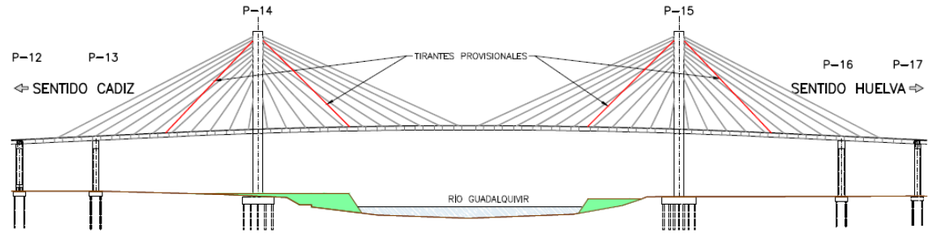



*Figura 60. Disposición de tirante provisional (destacado en color rojo).*

En el pilono, en la zona del anclaje activo del tirante se soldará una basa dotada de unas orejetas que permite la conexión de la ésta a una especie de cajón metálico en el que se coloca el gato de tesado del tirante. En el extremo del tirante situado en el tablero se dispondrá otro marco metálico en donde se colocará la placa de anclaje pasivo del tirante. Este marco se conecta a otra basa, conectada a su vez al tablero con barras pretensadas coincidentes con los macizados de dovela.

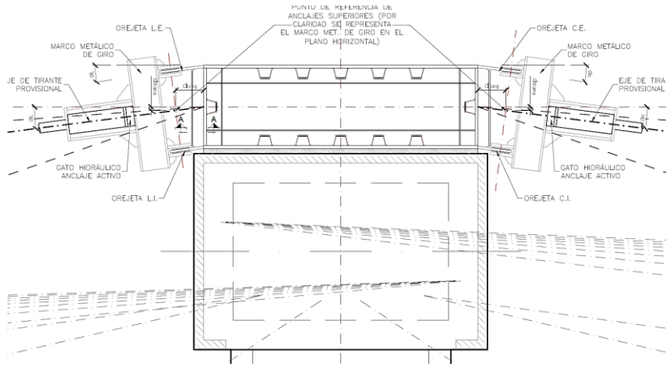



*Figura 61. Croquis de detalle de anclaje superior de tirante provisional.*




*Figura 62. Ejemplo de sistema de atirantamiento provisional.*

Gracias al tesado del tirante provisional se producirá una descarga parcial en los tirantes existentes situados en la proximidad del tirante provisional. Esta descarga parcial permite colocar la estructura metálica del tablero (riostras+ triangulación exterior+ arriostramiento interior) en el ámbito de los tirantes existentes que se han descargado bajo la influencia del tirante provisional.

Tras la instalación y tesado del tirante provisional, se procederá al izado de la estructura metálica del tablero. Este izado se realizará mediante dovelas en forma de "H", en donde cada dovela queda configurada por la viga riostra principal y por dos tramos de 12 m (6m a cada lado de la riostra) de los cajones longitudinales (se recuerda que esta operación se realiza sin incrementar la carga en los tirantes actuales gracias a la instalación del tirante provisional).

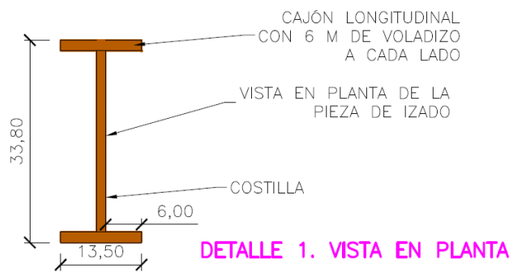



*Figura 63. Dovela tipo a izar.*



El izado de la dovela se realizará recurriendo a un sistema de "Heavy Lift", como se detallará en el apartado de medios auxiliares. Previamente al montaje de la dovela en H se habría montado en el tablero los montantes transversales interiores entre vigas longitudinales actuales y las cartelas de conexión. A continuación, se iza la dovela hasta su posición definitiva sobre el tablero y se procede al bloqueo mecánico de los cables de izado del "heavy lift". Después, se colocan en su posición los perfiles de la triangulación exterior asociado a dicha dovela, ejecutándose sus correspondientes uniones al tablero conforme a los detalles indicados en los planos de la actuación. Se plantea la posibilidad de izar la dovela en H con las diagonales montadas y abatidas para facilitar el montaje final.

Por último, se procede a la preinstalación del tirante definitivo anclado a los extremos de la costilla de la dovela. Se colocarán las vainas y se enfilarán los cordones del acero, a los cuales se les dará una mínima tensión de instalación de unas 2-3 ton/cordón.

Terminada la operación de tesado preliminar de los tirantes definitivos de la dovela, se procede a repetir la operación de izado de la siguiente dovela. Así sucesivamente hasta que, conforme a las fases establecidas en proceso constructivo, se haga necesario destesar el tirante provisional y cambiar su ubicación a la nueva posición de la siguiente fase del proceso constructivo.

En cuanto al montaje de los perfiles de la triangulación exterior y del puntal interior, estos elementos se caracterizan por ser de poco peso, facilitando su manipulación y montaje. Se estima que los montantes transversales y las cartelas de conexión se colocan desde la plataforma auxiliar móvil con medios auxiliares sencillos (polipastos, gatos, etc.). Respecto la triangulación (diagonales) exteriores se plantea su montaje conjunto con la dovela en H, premontadas y en posición abatida, para llevarlas a su posición definitiva una vez colocada la dovela en H de las riostras.

En cualquier caso, se deja constancia que, debido a la pequeña magnitud de los pesos de estos perfiles, existirán múltiples sistemas y alternativas de colocación que garantizan la colocación de estos perfiles en posición, sin afectar el tráfico de la SE-30, a excepción, según lo ya expuesto, de la operación de descarga del perfil de la celosía exterior. Operación de muy corta duración, y que llegado el caso se plantearía siempre en horario nocturno, con corte puntual del carril exterior.

De cara a los distintos trabajos de soldadura en la estructura metálica, existen múltiples sistemas de medios auxiliares con los que se podrán abordar estos trabajos, como puedan ser pequeños carros de soldadura.



*Figura 64. Carros de soldadura empleados en la construcción del Viaducto del Ulla para Adif Alta Velocidad.*

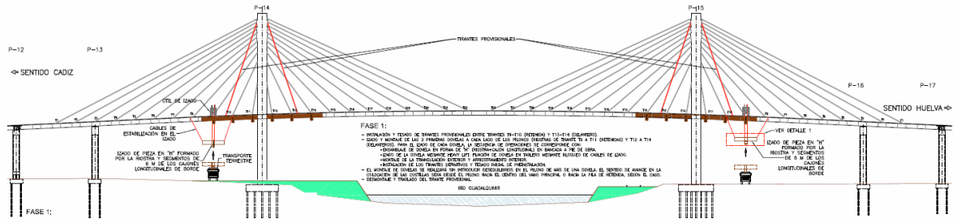
No obstante, a todo lo anterior, estos temas relativos a la colocación de los perfiles de las celosías interiores y exteriores, así como a los trabajos de soldadura entre elementos metálicos, se estudiarán y resolverán en la fase posterior de proyecto.

En otro orden de asuntos, otra prescripción a cumplir en la secuencia de izado de la estructura metálica es no generar desequilibrios importantes en el pilono, de forma que el izado de las dovelas se

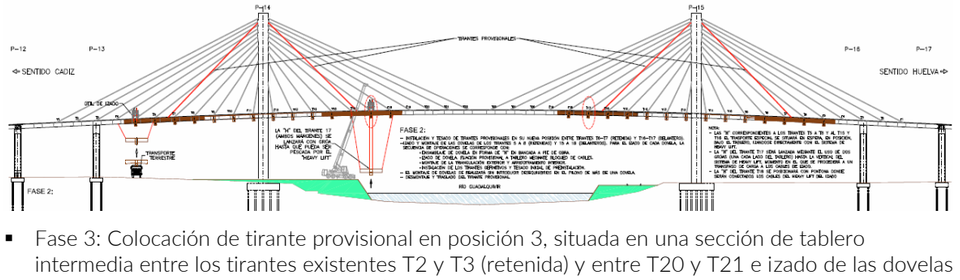
realizará siempre de forma simétrica respecto del pilono, o a lo sumo, con un desfase máximo de una dovela.

De esta forma, el proceso constructivo de izado de la estructura metálica del tablero consta de 3 fases:

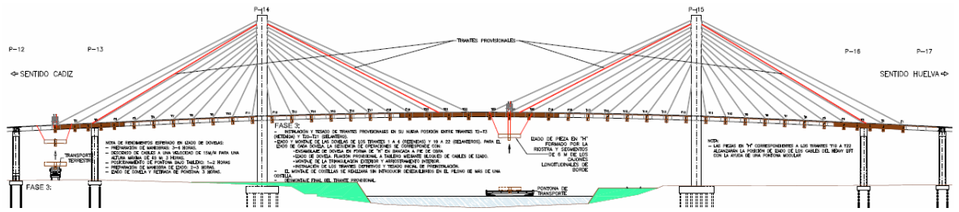
- Fase 1: Colocación de tirante provisional en posición 1, situada en una sección de tablero intermedia entre los tirantes existentes T9 y T10 (retenida) y entre T13 y T14 (vano principal), e izado de las dovelas de los tirantes T9 a T11 (vano retenida) y T12 a T14 (vano principal).




- Fase 2: Colocación de tirante provisional en posición 2, situada en una sección de tablero intermedia entre los tirantes existentes T6 y T7 (retenida) y entre T16 y T17 (vano principal) e izado de las dovelas de los tirantes T5 a T8 (vano retenida) y T15 a T18 (vano principal).




- Fase 3: Colocación de tirante provisional en posición 3, situada en una sección de tablero intermedia entre los tirantes existentes T2 y T3 (retenida) y entre T20 y T21 e izado de las dovelas de los tirantes T1 a T4 (vano retenida) y T19 a T22 (vano principal)..




*Necesidades de ocupación*

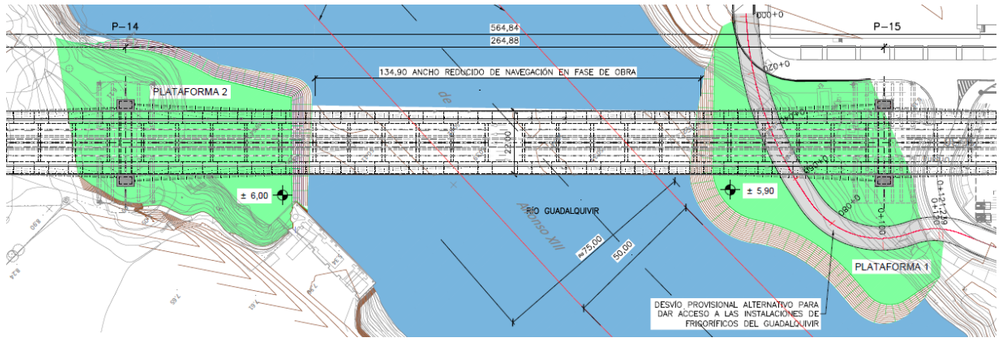
**Para la instalación del cable provisional de atirantamiento, el izado de las vigas riostras junto con los demás elementos metálicos del entramado y la preinstalación del tirante definitivo no se prevé ninguna afección al tráfico de la SE-30, de forma que la realización de estos trabajos será perfectamente compatible con mantener abiertos al tráfico los 5 carriles existentes**.

Para facilitar la entrada de material de obra en plataforma y para maniobras de montaje con camión grúa también desde plataforma, se estima la necesidad de realizar cortes nocturnos de los carriles exteriores en función de las necesidades de la obra. Estos cortes se retiran por la mañana para asegurar el tráfico de los 5 carriles en las horas de máxima intensidad de circulación.

La principal necesidad de ocupación se localiza, no en tierra, sino en el propio canal de navegación que da acceso al puerto, en cuyos márgenes, según lo ya comentado, se hace necesario ejecutar unas penínsulas provisionales de escollera.

Las pontonas para el izado de las vigas riostras requieren, para su uso y operativa, un calado mínimo de agua. Las primeras riostras a colocar sobre la lámina de agua del canal, éste no tiene el calado requerido por estas embarcaciones, de forma que les resulte imposible a las pontonas acceder a la posición de izado de estas primeras riostras. Esta es la razón principal que justifica la península en el margen este del canal, mientras que el margen oeste, a esta razón hay que sumar la necesidad de ejecutar, aprovechando la superficie de la península, un camino de acceso provisional a las instalaciones de Frigoríficos del Guadalquivir.

**En cualquier caso, resulta fundamental reseñar que con las penínsulas de escollera proyectadas en sendos márgenes del canal, la anchura útil del canal será de unos 75 m, respetando los 60 m centrales del canal de mayor calado**.




*Medios auxiliares necesarios*

Los medios auxiliares necesarios para la realización de esta operación serían:

- Medios especiales de izado.
- Plataforma de trabajo colgada bajo el tablero del puente, a modo de carro de avance.
- Ejecución de pequeñas penínsulas de tierra/escollera en el canal de navegación junto a los pilonos.
- Plataformas auxiliares de acceso para la ejecución de las uniones soldadas entre piezas metálicas de las riostras.
- Camión grúa para la descarga de material en plataforma y para operaciones de acceso y montaje de poca entidad en las riostras metálicas desde la plataforma.

*Medios auxiliares (análisis conceptual que deberá concretar el Constructor en fase de obra):*

Se plantea a continuación una descripción conceptual de los medios auxiliares de izado previstos para el montaje de la estructura metálica. Necesariamente estos medios auxiliares especiales deberán definirse en fase de obra por el Constructor, en base a sus necesidades constructivas y en coordinación con el Taller Metálico.

La problemática principal del izado de las vigas riostra se sitúa en el tramo principal atirantado de unos 265 m de luz que cruza sobre el canal de navegación de acceso a las instalaciones portuarias, ya que los vanos sobre tierra se podrán siempre resolver mediante grúas convencionales, autopropulsadas o de celosía.

Tras analizar diferentes alternativas de izado de las costillas sobre el canal de navegación planteamos como las solución más óptima el montaje en altura de las piezas mediante pontona y cables de “heavy lift” colocados en una estructura auxiliar posicionada en el tablero del puente.

Este sistema consiste en la utilización de un sistema de cables accionados mediante un sistema de gatos hidráulicos que posibilitan el descenso y ascenso de los cables.




*Figura 65. Ejemplos de gatos de cable de izado*

Este sistema se instalará sobre una estructura metálica, en adelante, "útil de izado", dispuesta en la acera, entre la barrera de hormigón existente y el borde del tablero actual. Los elementos portantes principales de dicha estructura estarán formados por una especie de dos pórticos, con una separación entre ejes de 3,50m, y debidamente arriostrados entre sí. Para el izado de la dovela se necesitan dos útiles de izado, uno en cada lateral del tablero.

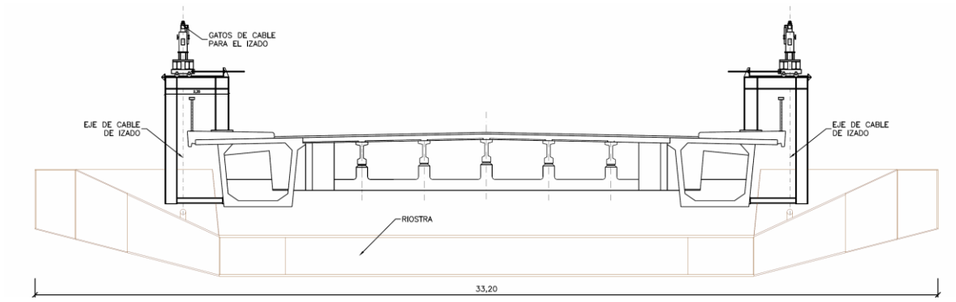



*Figura 66. Vista general de los útiles de izado*

Sobre los dinteles del útil se disponen dos gatos de izado de 60 ton, apoyados sobre un carrito que permite ciertos desplazamientos para el ajuste final de la dovela en su posición definitiva.

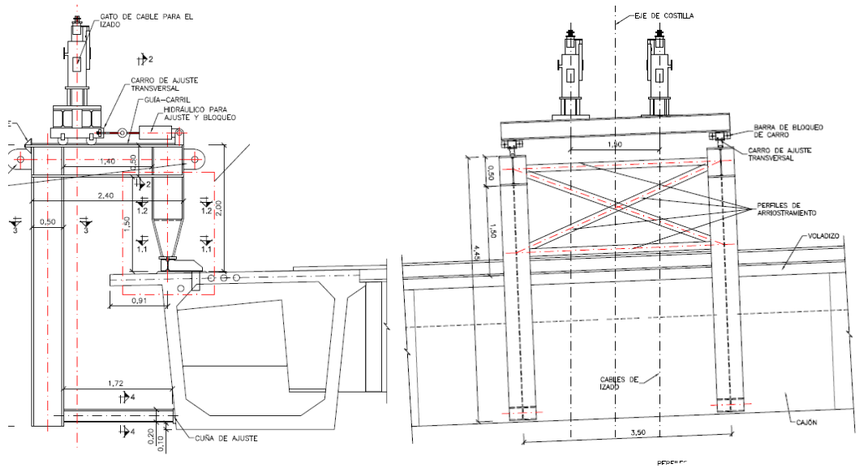



*Figura 67. Detalle de útil de izado. Vista lateral (izq) y vista frontal (dcha)*

Sobre los dinteles del útil se disponen dos gatos de izado de 60 ton, apoyados sobre un carrito que permite ciertos desplazamientos para el ajuste final de la dovela en su posición definitiva.

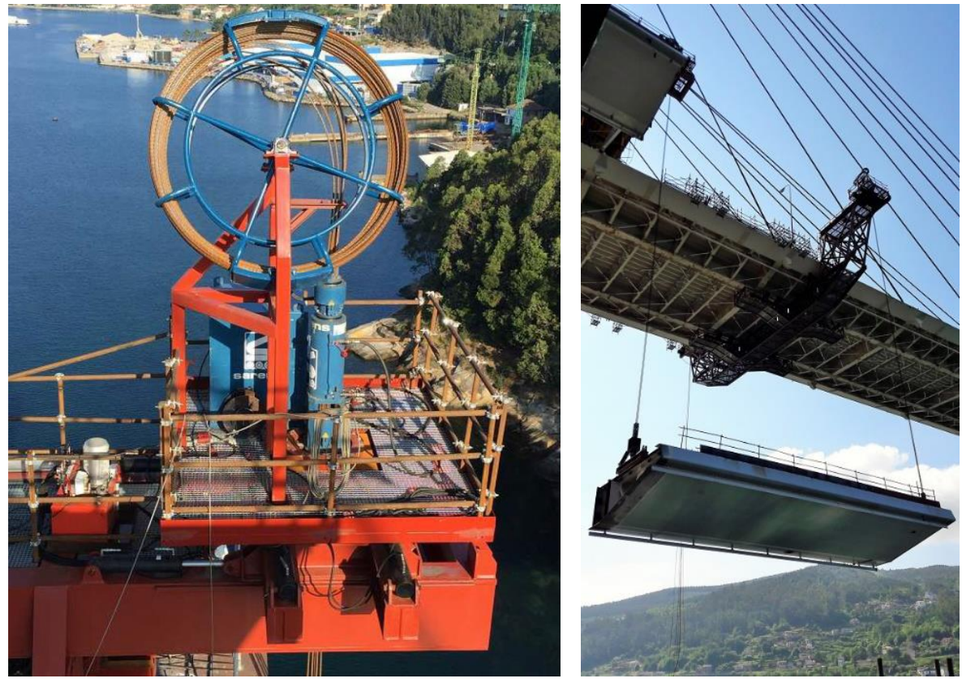


*Figura 68.Sistema de izado mediante cables de "Heavy Lift"*

Para la colocación de las dovelas, cuya proyección vertical se encuentra sobre tierra (incluida la zona de las penínsulas provisionales) se posicionará la dovela bajo el útil de izado con la ayuda de un transporte terrestre especial. A continuación, se conectan los cables de izado y comienza el ascenso

de la dovela. Alcanzada la posición definitiva, se procede al bloqueo mecánicos de los cables (gracias a un doble sistema de cuñas de enclavamiento) y se procede a la pre- instalación del tirante definitivo.

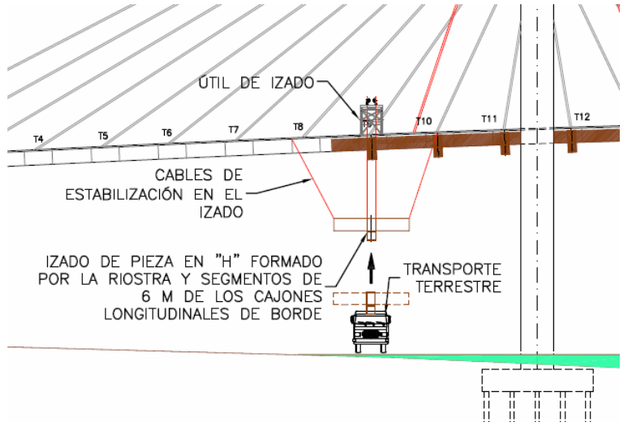



*Figura 69. Izado de dovelas en zona de tierra.*

Para la colocación de las dovelas situadas sobre el canal de navegación se recurrirá al uso de pontonas modulares. Estas pontonas cargarán la dovela desde un muelle existente en la zona de instalaciones de obra y transportarán la viga por el canal de navegación hasta situarse en posición bajo la sección de izado.



*Figura 70. Pontona modular para transporte de la dovela.*

De esta forma, la cinemática prevista para el montaje de las dovelas del tablero situadas sobre la lámina de agua del canal, en líneas generales, consistiría en las siguientes operaciones:

- Preparación de maniobra: carga de riostras sobre pontona amarrada en el muelle existente en la margen este.
- Descenso de cables de izado. Estos elementos se han de tener enrollados junto con los elementos hidráulicos en el tablero para evitar posibles interferencias con el propio tráfico marítimo.
- Posicionamiento de pontona con la riostra cargada bajo la vertical del tirante correspondiente al izado.
- Amarre y ajuste de elementos de izado.
- Izado de la pieza hasta su posición definitiva y/o de bloqueo provisional.

Los tiempos y afecciones estimados de estas operaciones, aproximadamente serían:

| Operación | Afecciones/interferencias | Duración estimada |
|---|---|---|
| Preparación de maniobra | Sin afecciones al tráfico marítimo | 3-4 horas |
| **Descenso de cables. Altura máxima ≈45 m. Velocidad media 15 m/hora** | **Restricción de gálibo en la vertical de la operación** | **3 horas** |
| Posicionamiento de pontona | Ocupación parcial del canal. Completa para grandes embarcaciones en zona cetral | 1-2 horas |
| **Preparación de maniobra de izado** | **Ídem** | **2-3 horas** |
| **Izado de viga riostra (15m /h) y retirada de pontona** | **Ídem** | **3 horas** |

Conforme a la estimación de tiempos anterior, en donde se han resaltado las operaciones críticas, al poderse realizar el resto sin afecciones a la navegación o de forma solapada con el resto de actividades, **el tiempo total de afección completa, a medias/grandes embarcaciones, sería del orden de 9 horas por cada costilla.** A este respecto indicar que, siempre que fuera posible y, evidentemente, de forma coordinada con el control de tráfico portuario, resultaría recomendable comenzar la operación de descenso de cables lo antes posible, dejando los cables suspendidos a cierta altura, con el resguardo correspondiente de seguridad en función de las alturas de las diferentes embarcaciones de paso previstas, de forma que se pudiera optimizar el tiempo previsto de la fase inicial de descenso de cables.

Existe un caso particular, correspondiente al izado de la dovela 17 en ambos márgenes del canal de navegación. La proyección del emplazamiento de esta dovela sobre la vertical se sitúa en las inmediaciones del talud de tierras de la península provisional, de forma que el camión de transporte no puede situarse en la posición exigida por el emplazamiento de los cables. A su vez, este talud de tierras impide el uso de la pontona, ya que la carga de la dovela sobre la pontona estaría en una posición demasiado excéntrica para garantizar la adecuada estabilidad de la pontona.

En este caso, la colocación de la dovela 17 se conseguirá con la ayuda de dos grúas, (una a cada lado del tablero) que lanzarán la dovela hasta situarla en la vertical donde se encuentran en espera los cables del heavy lift. A continuación, unos operarios subidos a unas plataformas tipo cesta procederán a la conexión a la dovela de los cables de izado y a soltar las eslingas de las grúas autopropulsadas. Hecha esta transferencia de carga, se procede al izado convencional de la dovela mediante el heavy lift.

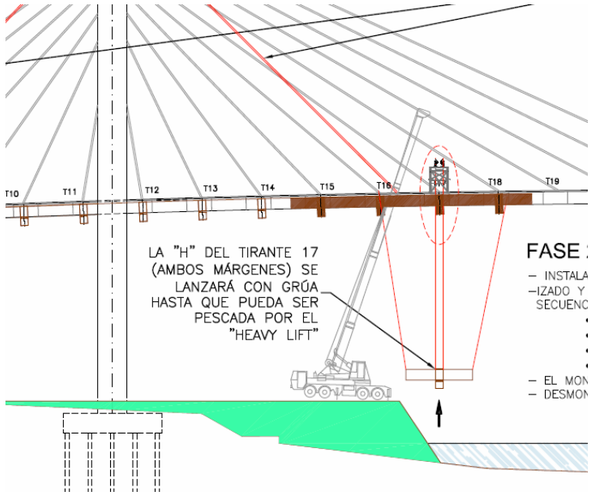



*Figura 71. Croquis del lanzamiento de dovela 17.*

La bobina de los nuevos cables se colocaría justo encima de la viga metálica longitudinal, o bien sobre un trámex provisional sobre las vigas longitudinales. El acceso a los puntos de trabajos se realizaría mediante plataformas auxiliares colocadas en las propias riostras. Las vainas se acopiarían en la zona de la acera del puente existente y se montarían con las grúas torre. Según se avance en el izado de dovelas se va habilitando hacia el pilono una plataforma de trabajo con espacio para las bobinas y los nuevos tirantes.

**Plataforma de trabajo colgada bajo el tablero del puente.**

Los trabajos de conexión de las vigas metálicas de las riostras al tablero existente, requieren la dotación de unas plataformas de trabajo bajo el tablero. Estas plataformas se sustentarían del tablero actual y están diseñadas para permitir el desplazamiento de este medio auxiliar a lo largo del tablero, para ir de la posición de instalación de una viga riostra a la siguiente.

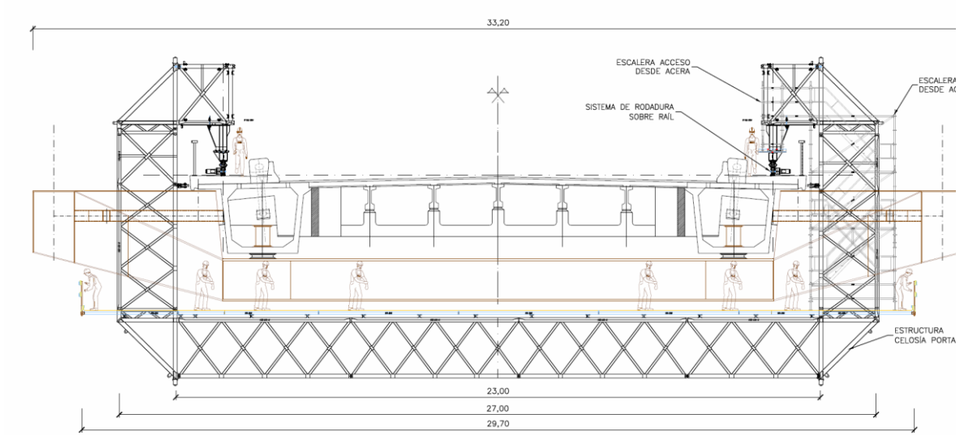



*Figura 72. Vista frontal del carro de la plataforma de trabajo bajo tablero.*



*Figura 73.Plataforma móvil de trabajo bajo tablero.*

Este carro se apoya en la zona de acera, sin suponer ninguna afección al tráfico de la SE-30



*Figura 74.Sistema de guía en la zona de acera para desplazamiento del carro.*

En fases posteriores de proyecto se procederá al estudio detallado de la cinemática específica de los carros de trabajos propuestos.

***Listado de posibles afecciones al tráfico de la SE-30***

Los principales riesgos asociados a esta fase de ejecución están relacionados con el manejo de grandes cargas en altura, que supone el izado y colocación de las vigas metálicas de las riostras en su posición colgada bajo el tablero.

Los riesgos específicos de esta operación podrán variar en función del sistema y los medios de izado finalmente implementados en la obra. No obstante, con carácter general, se puede establecer que las principales afecciones en materia de seguridad se generan sobre el tráfico marítimo del canal de navegación que da acceso al puerto. El uso de medios acuáticos para el izado de las vigas supondrá una ocupación temporal del canal de navegación, reduciéndose el ancho útil de paso de embarcaciones, que podría dificultar las operaciones del tránsito portuario. No obstante, la operación de izado y fijación temporal de las vigas mediante unas barras de cuelgue, se prevé de corta duración, no más allá de 3-4 horas, de forma que siempre se podrá buscar una ventana de trabajo en la que no se tenga programado el paso de buques de envergadura.

Igualmente, una vez colgadas la viga del tablero mediante unas barras de cuelgue, se considera que la viga está afianzada y no hay riesgo de desprendimiento. En cualquier caso, si las autoridades portuarias y/o de seguridad lo estiman oportuno, siempre se podría limitar el paso de tráfico marítimo en una franja de seguridad bajo la vertical de la viga suspendida.

Otro factor de riesgo sobre el canal de navegación se podría establecer asociado al movimiento de avance del medio auxiliar que se diseñe como plataforma de trabajo en altura, bajo el tablero, para la conexión definitiva de la costilla al tablero. Para garantizar la seguridad del tráfico portuario, la primera medida podría consistir en impedir el paso de embarcaciones bajo la vertical de la plataforma en su movimiento de avance, o bien, realizar esta operación de forma coordinada con la autoridad portuaria aprovechando la ventana de trabajo que ésta dictamine, en la que no se prevea el paso de embarcaciones.

A su vez, indicar que la plataforma de trabajo en altura estará dotada de cuantas medidas de seguridad sean oportunas (lonas, redes de protección, rodapiés, etc) para impedir la caída de herramientas y pequeños objetos en general al canal que pudiesen alcanzar al tráfico portuario.

De forma análoga a los riesgos inducidos en el canal de navegación, asociados al izado y fijación de las costillas metálicas, el ramal viario que da acceso a las instalaciones de la empresa de Frigoríficos del Guadalquivir estará sujeto a los mismos riesgos durante el izado de las costillas que se sitúen sobre la vertical del ramal o sus inmediaciones. En este caso concreto, puede ser muy interesante la generación de un camino provisional alternativo por la cara dorsal de la pila 15, de forma que se vaya jugando según interese con el paso por el viario existente o el camino provisional alternativo, en función de la localización de los tajos en la obra. Este camino alternativo podría requerir, no obstante, ganar algo de terreno al canal de navegación, conforme a lo ya indicado en el apartado de "Necesidades de ocupación".

Por último, indicar que las operaciones de izado de costillas realizadas en esta fase no suponen riesgo alguno para el tráfico de la SE-30 por llevarse a cabo siempre desde cotas inferiores a la plataforma del tráfico. Sólo cabría una excepción, que se generaría en el caso de recurrir al izado de las costillas mediante uso de blondines colgados de cables anclados en las cabezas de los pilonos. Si bien los cables de sustentación del blondín se sitúan fuera de la proyección vertical de la calzada, al estar los pilonos por fuera del tablero, la rotura accidental de alguno de estos cables podría afectar a la seguridad de la calzada de la SE-30. De confirmarse el empleo de este sistema ya estudiarían en detalle las medidas de seguridad a adoptar.

En cuanto a la operación de instalación de las vainas de los tirantes definitivos, la necesidad de izar unos de los extremos de la vaina a la ampliación del pilono, podría suponer cierto riesgo para la seguridad del tráfico rodado de la SE-30. No obstante, este riesgo se califica de riesgo mínimo, siempre y cuanto se aseguren las condiciones de estrobado y se cumplan las limitaciones de viento establecidas para el izado de la vaina. Además, es de destacar que el izado de esta vaina se realizará siempre por el exterior de la vertical de calzada, donde el propio sistema de atirantamiento existente supone una barrera física entre la vaina que está izando y el tráfico. En base a esta exposición, se entiende que el izado de las vainas se puede acometer sin poner en peligro en ningún momento la seguridad del tráfico de la SE-30.

Se han previsto cortes nocturnos de los carriles exteriores de la plataforma para la descarga de material y para asegurar el acceso mediante camión grúa y cesta a determinadas actuaciones no accesibles desde la plataforma móvil.

### 5.4.2 Fase 4.3.: Sustitución de tirantes y acondicionamiento lateral de la plataforma

**Los trabajos de sustitución de los tirantes comenzarán con la ocupación de la mitad de los carriles exteriores de la calzada de la SE-30,** reduciendo la capacidad de la calzada a sólo 4 carriles, dos en cada sentido de circulación. Se instalará la señalización provisional de obra, junto con una barrera provisional de tipo New Jersey de hormigón, en separación del tráfico rodado y la zona de trabajos.

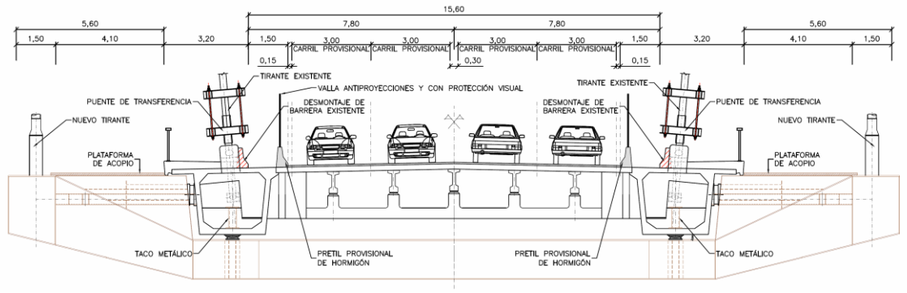



*Figura 75. Ocupación temporal del medio carril extremo de la calzada de la SE-30. Reducción a 4 carriles provisionales (2 por sentido de circulación)*

A continuación, para el tirante existente en el que se va efectuar su transferencia de carga, se instalará el puente de transferencia en el extremo del tirante situado a cota del tablero. Este dispositivo consiste en una estructura metálica auxiliar dotada de unas barras de anclaje que absorberán temporalmente la carga del tirante existente, para continuación transferírsela al tirante definitivo una vez se haya cortado el antiguo anclaje activo del tirante existente y se descarguen las barras de anclaje del puente de transferencia.

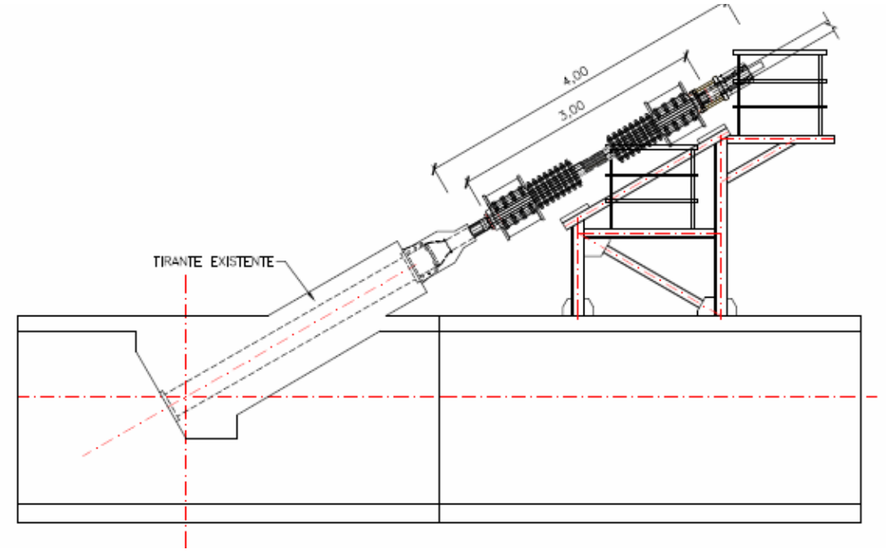



*Figura 76. Detalle tipo del puente de transferencia.*

La figura precedente contempla un detalle tipo del puente de transferencia. Este detalle, donde el puente de transferencia está compuesto por dos barras Macalloy de Ø75 mm servirá para aquellos tirantes cuyo número de cordones sea inferior a 36 unidades. Para los tirantes cuyo número de cordones supere este valor se deberá ajustar a las exigencias de carga de dichos tirantes.

Para la instalación del puente de transferencia sobre un tirante existente, las operaciones a realizar son:

- Fase 1: Montaje de plataformas de trabajos, retirada de vaina y eliminación del mortero del relleno de los tirantes, para a continuación limpiar la armadura con chorro de agua.
- Fase 2: Colocación de torones de ajuste y atado mediante flejes metálicos e inyección del tramo saneado de cordones.
- Fase 3: Colocación de yugos y barras Macalloy. Colocación de bridas y tesado de tornillos de alta resistencia, a cuyo término se tesarán las barras Macalloy.
- Fase 4: Corte progresivo de cordones con soplete.

  **La operación de corte de los cordones del tirante se hará en horario nocturno con corte total del tráfico por el tablero.**

- Fase 5: Destesado progresivo mediante escalones del puente de transferencia y tesado del tirante definitivo.
- Fase 6: Desmontaje de puente de transferencia para el traslado al siguiente tirante.
- Fase 7: Retirada del tirante existente.

Una vez sin carga el tirante existente, el desmontaje de éste (fase 7) consistirá en colocar en el extremo superior del tirante situado sobre el paramento del pilono, unas bridas de sujeción abrazando a las vainas a las que se conectará el gancho de la grúa torre. Asegurado el enganche de la grúa a la brida del tirante, se procederá al corte del tirante en una sección intermedia entre el paramento del pilono y la brida, de forma que cuando se culmine el corte, el tirante se encuentre suspendido de la grúa torre a través de su enganche a la brida. A continuación, se realizará el descenso de la vaina, y una vez depositado en toda su longitud sobre la acera, se procederá a cortar el tirante en tramos más pequeños que permitan su carga y transporte a vertedero.

Por último, en el tramo de tablero donde se han desmontado los tirantes existentes, se procederá al acondicionamiento de la plataforma, picando los dados de anclaje de los antiguos tirantes y las aceras existentes, así como se procederá a la instalación (o preinstalación) de los pretiles de contención definitivos. A continuación, se realizaría una regularización de las superficies de aceras demolidas, pensando en el posterior tratamiento de impermeabilización y pavimentación de la superficie ganada a la plataforma.

*Necesidades de ocupación*

Para la operación de transferencia de carga del tirante actual al tirante definitivo se afectará parcialmente al tráfico de la SE-30, procediendo a la ocupación, en ambos márgenes del tablero, de la mitad del carril exterior. Circunstancia que supone que durante la ejecución de estos trabajos, a lo largo de un periodo de unos 3-4 meses, el puente sólo dispondrá abierto al tráfico 4 de los 5 carriles de circulación existentes.

*Medios auxiliares necesarios*

En esta fase no se prevé el uso de ningún medio auxiliar adicional más allá del empleo de la grúa torre dentro de su radio de alcance, o fuera de éste, el empleo de grúas de pequeño tonelaje/camiones pluma para el traslado a lo largo del puente de los equipos necesarios para realizar la sustitución de tirantes (accesorios del tirante provisional, equipos de tesado, estructura de puente de transferencia, etc..).

*Listado de posibles afecciones al tráfico de la SE-30*

Si bien no se puede catalogar de un riesgo en sí mismo, la realización de los trabajos previstos en esta fase supondrá la ocupación parcial de la calzada de la SE-30, reduciéndose temporalmente a 4 carriles de circulación (2 por sentido) con el consiguiente aumento de la congestión, especialmente en las horas de máxima intensidad de tráfico. A su vez, la realización de trabajos en plataforma puede ser objeto de distracciones por parte del tráfico rodado que se traduzcan en alcances y pequeñas colisiones. Para minimizar estas distracciones se considera adecuado disponer sobre la barrera de tipo New Jersey provisional, en separación del tráfico y la zona de trabajos, un cerramiento opaco de obra, que a su vez servirá como elemento de contención de pequeñas partículas que pudiesen salir proyectadas durante los trabajos de demolición (aceras y desmontaje de pretil actual de hormigón).

En cuanto a las operaciones de transferencia de carga, de los tirantes existentes a los tirantes definitivos, a pesar de ser una operación con garantías donde el riesgo de accidente es muy limitado, se puede programar la ejecución de esta operación en horario nocturno, aprovechando la baja intensidad de tráfico en dicha ventana de trabajo.

## 5.5 FASE 5: ACONDICIONAMIENTO GLOBAL DE PLATAFORMA

La presente fase tiene por objeto el acondicionamiento del pretil situado en la mediana, en separación de los sentidos de circulación, junto con el tratamiento de impermeabilización de toda la superficie del tablero para garantizar la adecuada durabilidad del tablero.

Los trabajos de acondicionamiento de la plataforma se iniciaron en la fase precedente, aprovechando el corte parcial de los carriles exteriores del tablero con motivo de los trabajos de transferencia de carga de los tirantes actuales a los definitivos.

El resto de la plataforma se acondicionará por subfases con la premisa de tener siempre abiertos al tráfico dos carriles provisionales para cada sentido de circulación:

### 5.5.1 Necesidades de ocupación.

Para impermeabilización de toda la superficie de trabajos, los trabajos se subdividirán de forma que siempre se tengan a disposición del tráfico dos carriles provisionales, conforme a las siguientes fases:

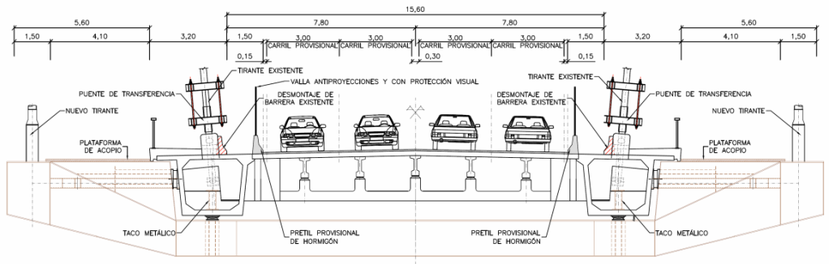



*Figura 77. Acondicionamiento lateral de la plataforma (esta fase se irá ejecutando conforme se va haciendo la transferencia de carga a los tirantes definitivos.*

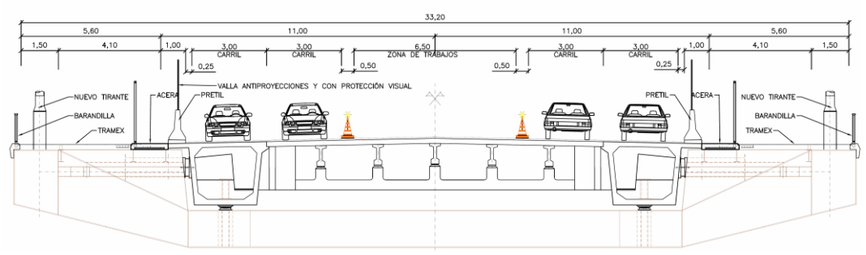



*Figura 78. Fresado, impermeabilización y aglomerado en zona de mediana*

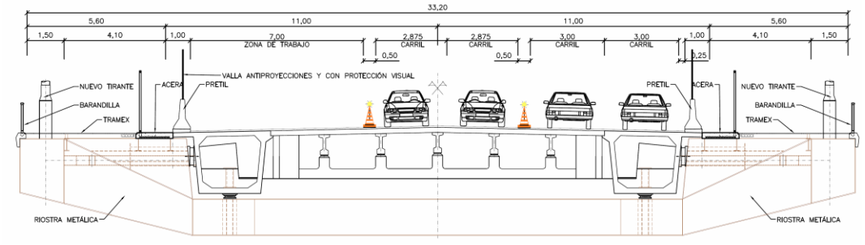



*Figura 79. Fresado, impermeabilización y aglomerado en lateral izquierdo*

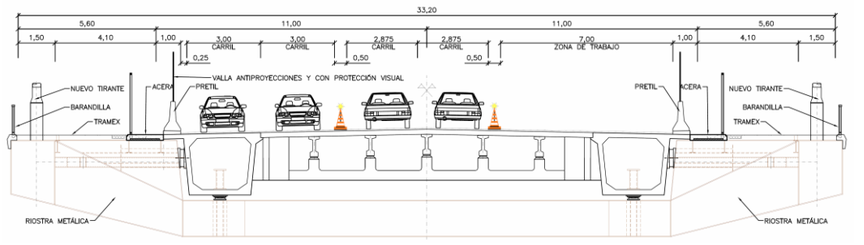



*Figura 80. Fresado, impermeabilización y aglomerado en lateral derecho*

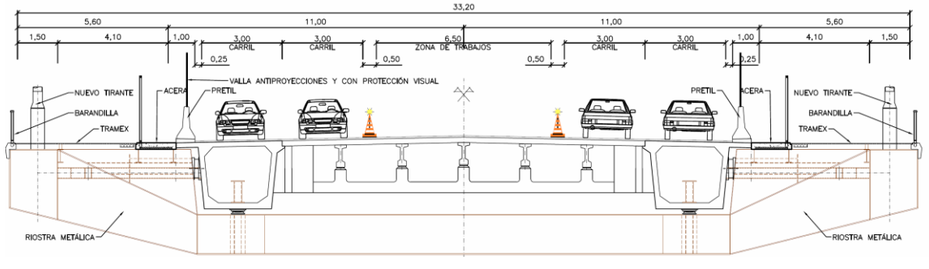



*Figura 81. Instalación de pretil en zona de mediana*

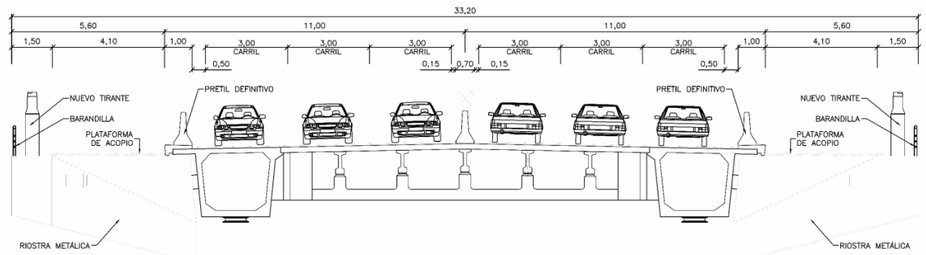



*Figura 82. Situación definitiva con 3 carriles por sentido*

### 5.5.2 Medios auxiliares (análisis conceptual que deberá concretar el Constructor en fase de obra)

Para la implantación del pretil de mediana no se considera necesario el empleo de ningún tipo de medio auxiliar, más allá de un camión pluma para la descarga de materiales.

En el caso de los trabajos de impermeabilización de la plataforma, los medios auxiliares se restringirán a los equipos de fresado y aglomerado.

### 5.5.3 Listado de posibles afecciones al tráfico de la SE-30

Para garantizar la seguridad de la obra durante los trabajos de instalación del pretil central de mediana se prevé la colocación de dos barreras rígidas de hormigón de tipo New Jersey, separando el tráfico rodado de la zona de trabajos.

Esta operativa de colocación de barreras de hormigón de tipo New Jersey en separación del tráfico de la zona de trabajos se extendería a los trabajos de fresado, impermeabilización y repavimentación.

## 5.6 FASE 6: ACABADOS Y FIN DE OBRA

Esta fase se corresponde el final de obra, donde se procederá a la retirada de las penínsulas provisionales de escollera, el desmontaje de medios auxiliares, la reposición final de servicios, restitución de cerramientos, etc…

## 5.7 POSIBLE AMPLIACIÓN FUTURA FINAL

Como se ha indicado en el presente proyecto de trazado, el diseño de la estructura metálica que permitirá los trabajos de sustitución de tirantes tiene en cuenta la posibilidad de una futura ampliación del tablero, mediante dos tableros exentos por el exterior del tablero actual.



*Figura 83. Infografía de la posible ampliación futura del tablero,*

El montaje del tablero de Fase 2 (ampliación futura del tablero actual) podría realizarse de forma similar a la que se izan las piezas (costillas y cajón lateral) en Fase 1 (fase de sustitución de tirantes), p.ej., con izado desde barcaza.

En realidad, esta fase de montaje tiene menores limitaciones que la Fase 1, al no afectar al tráfico, y poder contar con puntos de apoyo de los medios de izado con mayor facilidad (no hay limitaciones de espacio como sí que ocurre con el montaje de Fase 1).

En cualquier caso, se considera que hay diferentes alternativas posibles, y que esto no resulta condicionante para el diseño en Fase 1.

DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA Y ANEJOS

# ANEJO Nº 19. SOLUCIONES PROPUESTAS AL TRÁFICO DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

# INDICE

1 INTRODUCCIÓN ..... 5
2 CARACTERÍSTICAS DEL TRÁFICO ..... 5
2.1 LOCALIZACIÓN ..... 5
2.2 VIAL ..... 5
3 FASES CONSTRUCTIVAS Y AFECCIONES VIARIAS ASOCIADAS. ..... 5
4 SOLUCIONES AL TRÁFICO PROPUESTAS ..... 6
4.1 AFECCIONES NOCTURNAS. CORTE DE CARRIL EN HORARIO NOCTURNO ..... 6
4.2 CORTE PERMANENTE DE UN CARRIL. ELIMINACIÓN DE CARRIL REVERSIBLE ..... 7
4.3 ITINERARIOS ALTERNATIVOS POR CARRETERA DE LA ESCLUSA. CONEXIONES PROVISIONALES ..... 10
4.3.1 Tráfico a desviar ..... 11
4.3.1.1. Desvío de tráfico pesado de una o ambas calzadas ..... 11
4.3.1.2. Desvío de tráfico SE-30 decreciente hacia A-4 creciente ..... 11
4.3.1.3. Desvío de tráfico A-4 decreciente hacia SE-30 creciente ..... 11
4.3.2 Funcionamiento Carretera de la Esclusa, parte de viario de la Dársena del Cuarto y Conexión Provisional Sur entre Puerto de Sevilla y SE-40 ..... 12
4.3.3 Funcionamiento puentes de la esclusa ..... 12
4.4 AFECCIONES NOCTURNAS. CORTE TOTAL DE CALZADA ..... 12
4.5 TRÁFICO DURANTE LAS OBRAS EN LA ZONA DE ACTIVIDADES LOGÍSTICAS DEL PUERTO ..... 12
5 PRESUPUESTO DE SEÑALIZACIÓN DE OBRAS. ..... 14
6 PLANOS ..... 14

Apéndice No 1 Planos

# 1 INTRODUCCIÓN

El presente anejo tiene como finalidad estudiar las necesidades en materia de tráfico durante los trabajos de sustitución de tirantes en el puente del Centenario de la SE-30 de Sevilla.

La SE-30, en general, se trata de una infraestructura crítica desde el punto de vista de la gestión del tráfico en la ciudad de Sevilla. No obstante, el puente del Centenario, como consecuencia de la configuración de su plataforma de 2 carriles por sentido y un carril central reversible, resulta el tramo más problemático de todos desde el punto de vista de la explotación por su falta de capacidad en determinadas franjas horarias.

Es por ello, que estudio y definición de los adecuados desvíos de tráfico resulta una tarea de especial importancia, pues de alguna forma, el éxito de la operación global está supeditado a las soluciones provisionales que se den al tráfico.

En este sentido, en el presente documento se recogen, de forma conceptual, las diferentes soluciones al tráfico para cada fase o períodos de obra y, al mismo tiempo se plantea la valoración estimada para cada una de las fases o soluciones.

# 2 CARACTERÍSTICAS DEL TRÁFICO

## 2.1 LOCALIZACIÓN

El puente del Centenario se localiza en el km 10 de la ronda de circunvalación de Sevilla SE-30, permitiendo salvar el obstáculo que supone la presencia del canal de navegación Alfonso XIII a través del cual el tráfico portuario accede a las distintas instalaciones, muelles y terminales que posee el puerto de Sevilla.




*Figura 1. Vista del puente del Centenario*

## 2.2 VIAL

En el punto en el que se encuentra la estructura, la autovía de circunvalación SE-30 soporta un tráfico de vehículos, cuyas principales características se recogen en la tabla que se incluye a continuación:

| Año 2017 | Total |
|---|---|
| IMD (Total) | 101.547 |
| Pesados | 10.384 |
| % Pesados | 91.163 |

*Tabla 1. IMD vial (Fuente: Mapa de Tráfico 2017. DGC. Ministerio de Fomento)*

Estos datos han sido tomados en la estación de cobertura SE-221-2, situada en el P.K. 12+000 de la SE-30, según el mapa de tráfico del Ministerio de Fomento de 2017.

Según los datos del Mapa de Tráfico de 2017 editados por el Ministerio de Fomento, la IMD total de la estación de cobertura indicada asciende a 101.547 vehículos/día.

Según los datos más recientes facilitados por el Ministerio de Fomento, la estación SE-221-2 arroja unas lecturas provisionales en 2018 de IMD en el sentido ascendente de 51.772 veh/día, mientras que en sentido descendente la IMD es de unos 52.440 veh/día, lo que determina una IMD total de 104.212 vehículos/día.

# 3 FASES CONSTRUCTIVAS Y AFECCIONES VIARIAS ASOCIADAS.

El proceso constructivo inicialmente previsto para los trabajos de sustitución de los tirantes podría definirse, a nivel conceptual, en las siguientes grandes fases de ejecución:

- Fase 1: Implantación de la obra y tratamiento de servicios afectados.
- Fase 2: Ampliación de pilonos actuales. Esta fase, a su vez, se divide en:
  - Fase 2.1: Ejecución de tratamiento de mejora del terreno con inyecciones
  - Fase 2.2: Ejecución de nueva zapata sobre cimentación existente
  - Fase 2.3: Ampliación lateral de fustes.
  - Fase 2.4: Montaje e instalación de grúas torre.
- Fase 3: Ampliación de pilas de retenida. Esta fase, a su vez, se divide en:
  - Fase 3.1: Ejecución de tratamiento de mejora del terreno con inyecciones.
  - Fase 3.2: Ejecución de viga centradora.
  - Fase 3.3: Ampliación de fustes.
- Fase 4: Sustitución de tirantes y acondicionamiento lateral de plataforma.
  - Fase 4.1 y 4.2: Montaje de riostras y preinstalación de tirante definitivo.
  - Fase 4.3: Sustitución de tirantes y acondicionamiento del lateral de la plataforma.
- Fase 5: Acondicionamiento global de plataforma, en su caso.
  - Adecuación de pretiles en zona de mediana.
  - Fresado, impermeabilización y reaglomerado.
- Fase 6: Acabados.

En las primeras fases de la obra (fases 1, 2 y 3), se producirán afecciones al tráfico en la zona de actividades logísticas del puerto, debido a la necesidad de ocupación de terrenos para zonas de acopios, circulación de vehículos de obra, instalación de grúas, etc, y afecciones en la propia SE-30, planificadas en horario nocturno, debido a las necesidades de acceso y trabajos en el Puente. En resumen el tronco de la SE-30 no se afecta de forma permanente contando con su configuración actual durante el día que es cuando registra mayores puntas de tráfico y realizando cortes puntuales nocturnos de forma temporal.

Conforme a las diferentes fases de obra planteadas, las afecciones más significativas que se producirán al tráfico, alterando la distribución de los carriles de circulación, se corresponden con las fases 4 y 5, y en menor medida la 6, siendo éstas en las que se actúa en el refuerzo del tablero previo a la sustitución de tirantes y en la propia actuación de su sustitución. Las afecciones al tráfico asociadas a cada una de estas fases constructivas serían:

- **Fases de obra 4.1 y 4.2**, correspondiente con el montaje de las riostras transversales y la preinstalación de los tirantes definitivos. Esta fase, si bien requerirá la realización de numerosos trabajos en plataforma y tablero, se ha estudiado y definido de tal forma que se pueda realizar sin necesidad de reducir ningún carril de circulación en horario diurno. No obstante, si se prevé la necesidad de realizar cortes provisionales de los carriles, situación que se entiende compatible con el tráfico siempre que el corte se materialice de 22-06 h, aproximadamente.

- **Fase de obra 4.3**, correspondiente a la propia operación de la sustitución de tirantes y a la demolición de barreras y aceras. Durante esta fase, tanto para la instalación del sistema de transferencia de carga de los tirantes como para el acondicionamiento de los bordes de la plataforma (demolición de barreras y aceras, corte de macizos provisionales de pretensado, impermeabilización, instalación de pretil definitivo y pavimentación) resulta necesaria la ocupación permanente de medio carril por sentido, resultando un ancho de trabajo de 4,25 m (acera existente más corte parcial de carril exterior), suficiente para la realización de los trabajos. Esto tiene como consecuencia la reducción de la capacidad del puente a 2+2 carriles de forma permanente durante toda esta fase. Adicionalmente, se deberá prever la realización de cortes complementarios nocturnos de carril para el suministro de materiales y la retirada de los escombros resultantes de la demolición y cortes totales de la plataforma puntuales y nocturnos para realizar el destesado de los tirantes actuales y el tesado de los nuevos tirantes.
- **Fase de obra 5**. Esta fase de obra plantea la propia adecuación de la plataforma a la sección transversal futura, viéndose afectado el tráfico durante toda la ejecución de la misma. Estos trabajos se acometerán tras haber habilitado las actuales aceras como plataforma viaria, por lo que se dispondrá de todo el ancho del tablero para la organización del tráfico, pudiendo destinarse siempre 2+2 carriles al tráfico en plataforma y 2 carriles para la zona de obras.

Evidentemente, durante el resto de fases de obra se requerirá el acceso a plataforma con vehículos, debiéndose realizar, todos ellos, en horario nocturno, siempre sin afectar a la explotación en horario diurno de la plataforma.

En el siguiente cuadro se resume de forma esquemática la gestión de las afecciones al tráfico de la SE-30 durante las obras, diferenciando entre actuaciones diurnas y nocturnas:

| PLANTEAMIENTO GENERAL DE GESTIÓN DE LAS AFECCIONES AL TRÁFICO EN LA SE-30 DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **FASE CONSTRUCTIVA** | | **Necesidades de acceso en plataforma** | **AFECCIÓN DIURNA** | **AFECCIÓN NOCTURNA** |
| **FASE 1** | Implantación de la obra y tratamiento de servicios afectados | Inspección y toma de datos. Accesos a pilonos.<br>Reposición servicios afectados en acera/plataforma. | No se prevén afecciones. | Corte de un único carril.<br>Corte de dos carriles, uno por sentido. Corte de dos carriles en el mismo sentido. |
| **FASE 2** | Ampliación de Pilonos | Montaje de pórtico protección.<br>Montaje de andamios, plataformas de acceso auxiliares, etc.<br>Carga/descarga de material. | No se prevén afecciones. | Corte de un único carril.<br>Corte de dos carriles, uno por sentido. Corte de dos carriles en el mismo sentido. Corte completo de plataforma |
| **FASE 3** | Ampliación Pilas de retenida | Apoyo montaje sitema apoyo y retenida. Carga/descarga de material. | No se prevén afecciones. | Corte de un único carril.<br>Corte de dos carriles, uno por sentido. Corte de dos carriles en el mismo sentido. |
| **FASE 4.1 y 4.2** | Montaje riostras y preinstalación tirantes | Apoyo montaje de plataforma móvil y medio auxiliar izado. Apoyo montaje tirantes auxiliares y nuevos tirantes.<br>Carga/descarga de material. | No se prevén afecciones. | Corte de un único carril.<br>Corte de dos carriles, uno por sentido. Corte de dos carriles en el mismo sentido. |
| **FASE 4.3** | Sustitución tirantes y acondicionamiento lateral de la plataforma | Sistema transferencia tirantes. Sustitución tirantes.<br>Acondicionamiento lateral plataforma. Desmontaje pórtico de protección.<br>Desmontajes de plataformas de acceso y medios auxiliares.<br>Carga/descarga de material. | Reducción capacidad a 2+2 carriles. | Reducción capacidad a 2+2 carriles. Corte adicional de un único carril.<br>Corte adicional de dos carriles, uno por sentido. Corte adicional de dos carriles en el mismo sentido. Corte adicional completo de plataforma |
| **FASE 5** | Actuaciones en plataforma | Actuaciones en plataformas. Ejecución capa rodadura.<br>Sustitución junta de dilatación. Prueba de carga | Reducción capacidad a 2+2 carriles. | Reducción capacidad a 2+2 carriles. Corte adicional completo de plataforma |
| **FASE 6** | Acabados | Reposición servicios afectados. Carga/descarga material. | No se prevén afecciones. | Corte de un único carril.<br>Corte de dos carriles, uno por sentido. Corte de dos carriles en el mismo sentido. |

En la siguiente tabla se muestran los plazos previstos para cada una de las fases, así como las previsiones de cortes de carril adicionales de carril, o total de plataforma, en horario nocturno, planteados en el proyecto:

| FASE CONSTRUCTIVA | PLAZO PREVISTO | Cortes de carril | Corte total |
|---|---|---|---|
| **FASE 1** | 12 meses | 53 | 15 |
| **FASE 2** | | | |
| **FASE 3** | | | |
| **FASE 4.1 y 4.2** | 10 meses | 396 | 0 |
| **FASE 4.3** | 12 meses (5 meses reducción capacidad 2+2 carriles) | 420 | 70 |
| **FASE 5** | 2 meses | 0 | 3 |
| **FASE 6** | 2 meses | 12 | 0 |

# 4 SOLUCIONES AL TRÁFICO PROPUESTAS

Conforme se ha planteado en el apartado anterior, las soluciones provisionales al tráfico que se deben plantear deben dar respuesta a las diferentes situaciones de ocupación de la plataforma. Así, se distinguen las diferentes actuaciones y necesidades:

- Ejecución de corte parcial temporal de plataforma en horario nocturno, de forma genérica durante toda la obra, con o sin compatibilizar con la reducción de ancho.
- Reducción permanente de ancho de calzada a 4 carriles (eliminación de carril reversible) para la fase de sustitución de tirantes y acondicionamiento lateral de la plataforma. El plazo estimado para esta actividad es de unos 7 meses totales, por lo que durante ese periodo se plantea el desvío de parte del tráfico que circula por el Puente del Centenario hacia el viario de la carretera de la esclusa, puentes de la esclusa y SE-40, y para ello se están ejecutando actualmente las obras 33-SE-5170 Mejora del acceso al Puerto Oeste de Sevilla desde la SE-30 y 33-SE-5180 Conexión provisional de Acceso Sur al Puerto de Sevilla desde la SE-40.
- Itinerarios alternativos para parte del tráfico durante la fase de reducción de ancho a través de las conexiones provisionales por Carretera de la Esclusa del Puerto y Puentes de la esclusa
- Corte total temporal del tráfico en horario nocturno para la realización de las operaciones de transferencia de carga de los tirantes existentes a los futuros
- Reordenación del tráfico en Zona de Actividades Logísticas debido a la ocupación temporal necesaria de parte de la ZAL para la ejecución de las obras.

## 4.1 AFECCIONES NOCTURNAS. CORTE DE CARRIL EN HORARIO NOCTURNO

Tal y como se ha comentado con anterioridad, estos trabajos provisionales se realizarán con bastante frecuencia durante toda la obra. En función de las necesidades de los trabajos a realizar, estos desvíos de tráfico deberán comenzar a montarse a partir de las 22.00-23.00 h aproximadamente y deberán estar totalmente retirados a las 6.00 h, debiendo programar las actividades a desarrollar en esa franja horaria.

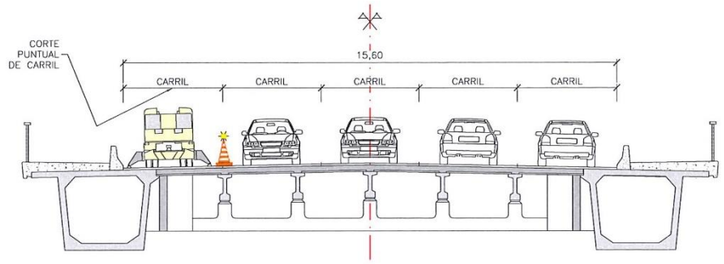
Las ocupaciones provisionales de carril podrán plantearse de la siguiente forma:

- **Corte de un único carril**. Se aprovechará el carril reversible para mantener 2+2 carriles de circulación.
- **Corte de dos carriles, uno por sentido**. En este caso, se considera conveniente mantener el carril reversible cerrado, salvo que las condiciones de explotación aconsejen mantener una plataforma en situación de 1+2 o 2+1.
- **Corte de dos carriles en el sentido**. Cuando las necesidades de la obra así lo requieran, como por ejemplo para la carga y descarga de materiales pesados o movimientos de cargas de

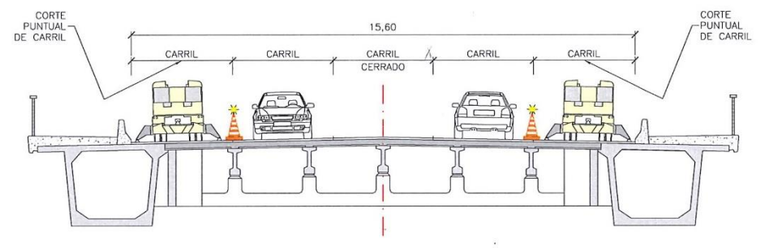
medio tamaño, seguramente resulte necesario disponer grúas o maquinaria de cierta envergadura, no requiriendo la ocupación provisional de los dos carriles en el mismo sentido. En este caso, se utilizará el carril reversible en el mismo sentido que los carriles cortados, usando los otros dos carriles para el otro sentido.

Dado su escaso lapso temporal, estas configuraciones de carriles se conseguirán mediante el empleo de conos de obra, apoyo de los paneles de mensajes variables, u otro tipo de elementos móviles similares fácilmente removibles y reutilizables.

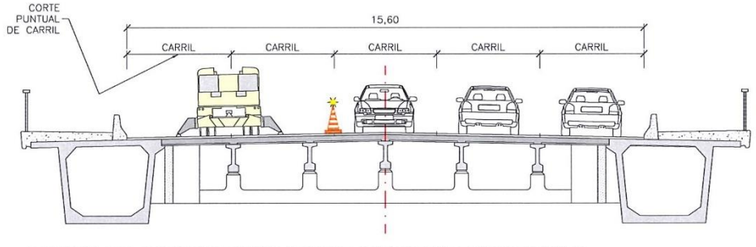
Estas ocupaciones adicionales de carril en horario nocturno se producirán en todas las fases de obra, según lo especificado en el cuadro del apartado 3, indicándose a continuación, de manera gráfica las configuraciones según las ocupaciones de carriles previstas para las diferentes fases:




AFECCIÓN S-30: CORTE NOCTURNO DE UN ÚNICO CARRIL




AFECCIÓN S-30: CORTE NOCTURNO DE DOS CARRILES EXTERNOS, UNO POR SENTIDO




AFECCIÓN S-30: CORTE NOCTURNO DE DOS CARRILES EN EL MISMO SENTIDO

*Figura 2. Configuraciones resultantes de los cortes parciales de carril en horario nocturno.*



## 4.2 CORTE PERMANENTE DE UN CARRIL. ELIMINACIÓN DE CARRIL REVERSIBLE

Tal y como se ha comentado con anterioridad, durante la fase de corte y desmontaje de los tirantes actuales (fase 4.3) , así como durante el acondicionamiento de la plataforma (fase 5), por motivos operativos y de seguridad, se ha de reducir necesariamente un carril de circulación de la plataforma, lo que a efectos prácticos se traduciría en la eliminación del carril reversible y, durante el plazo de dicha operación, estimada en 7 meses, quedarían 2 carriles por sentido, lo que se considera totalmente insuficiente para satisfacer las necesidades de explotación de la vía.

Esta necesidad de corte de un carril durante un tiempo prolongado, se producirá durante la ejecución de las fases 4.3 y 5, con las siguientes secciones disponibles para la circulación de vehículos:

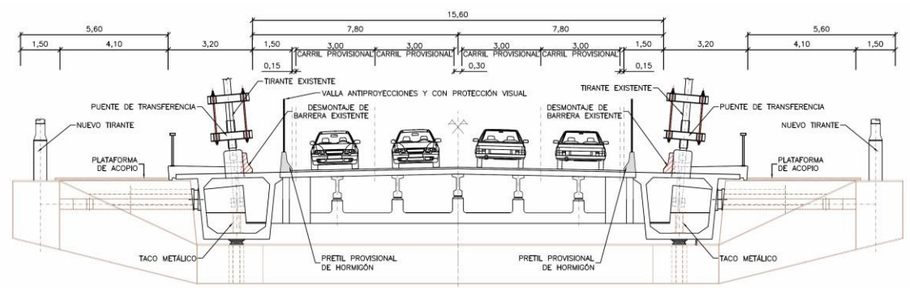



*Figura 3. Sección transversal del puente con 2+2 carriles de circulación correspondientes a la fase 4.3.*

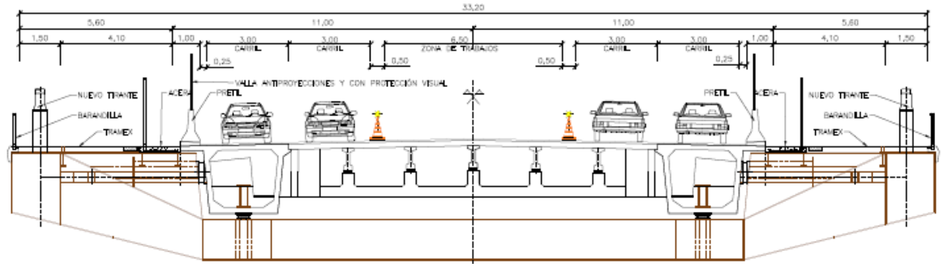



*Figura 4. Sección transversal del puente con 2+2 carriles de circulación correspondientes a la fase 5.1.*

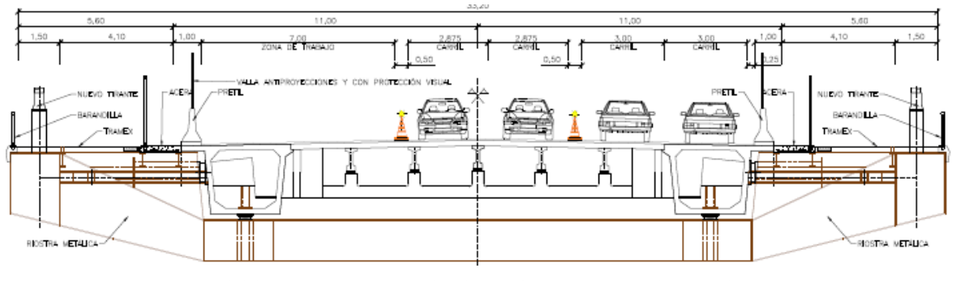



*Figura 5. Sección transversal del puente con 2+2 carriles de circulación correspondientes a la fase 5.2.*

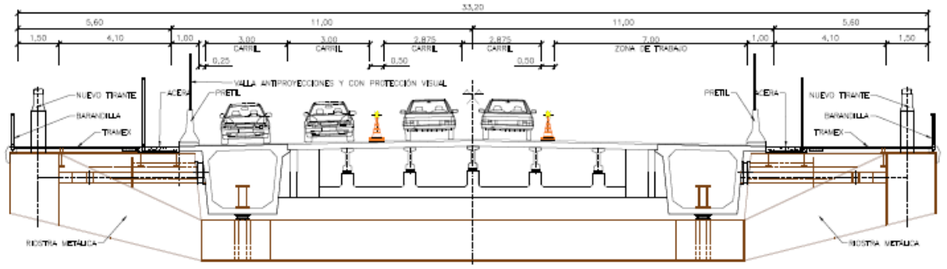



*Figura 6. Sección transversal del puente con 2+2 carriles de circulación correspondientes a la fase 5.3.*

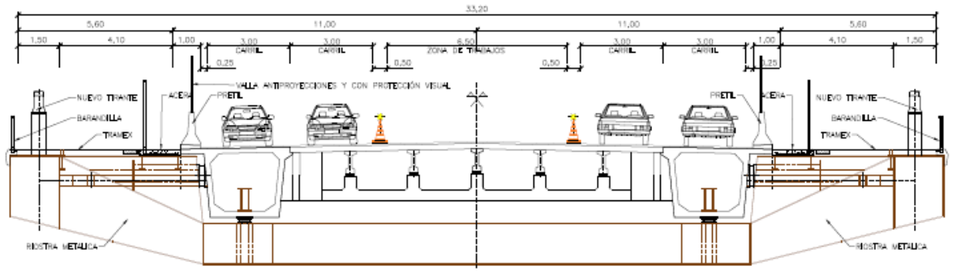



*Figura 7. Sección transversal del puente con 2+2 carriles de circulación correspondientes a la fase 5.4.*

Para la definición de la señalización en dichas transiciones, se ha tomado como modelo los siguientes ejemplos del Manual de Ejemplos Señalización de Obras Fijas:

Para la fase 4, el ejemplo 3.13.1, aplicable a ambas calzadas, la base de la señalización se ha establecido de acuerdo a la siguiente imagen:

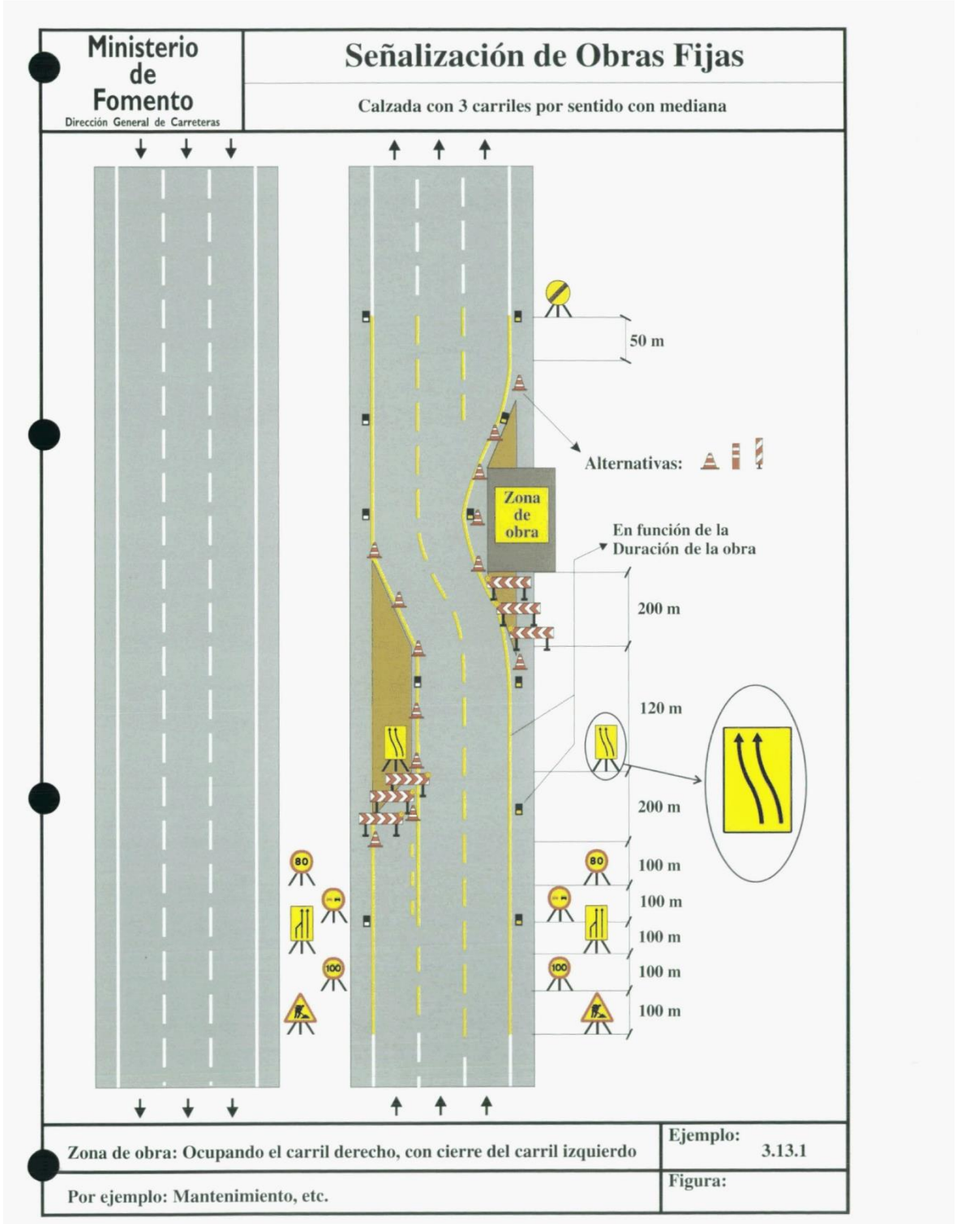



*Figura 8. Ejemplo 3.13.1 como base para la señalización de la fase 4.3 de obras*

Para las fases 5.1 y 5.4, se emplea como ejemplo base de señalización el número 3.18 del Manual, considerando la reducción de un carril en ambos sentidos:

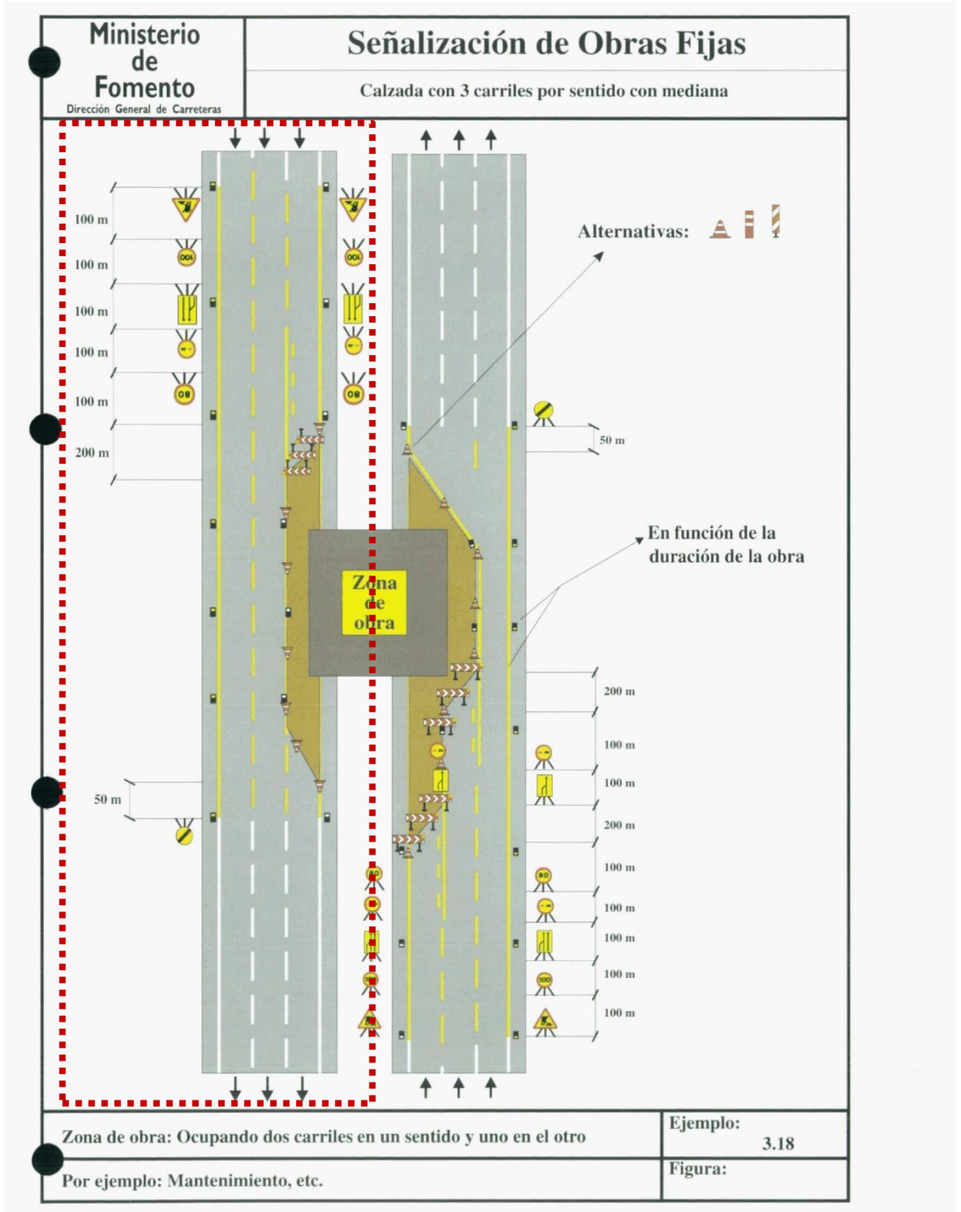



*Figura 9. Ejemplo 3.18 como base para la señalización de las fases 5.1 y 5.4 de obras.*

Para las fases 5.2 y 5.3 resulta de aplicación ejemplo 3.16 de la Norm, que es el que se ha utilizado como base para la señalización de obra:

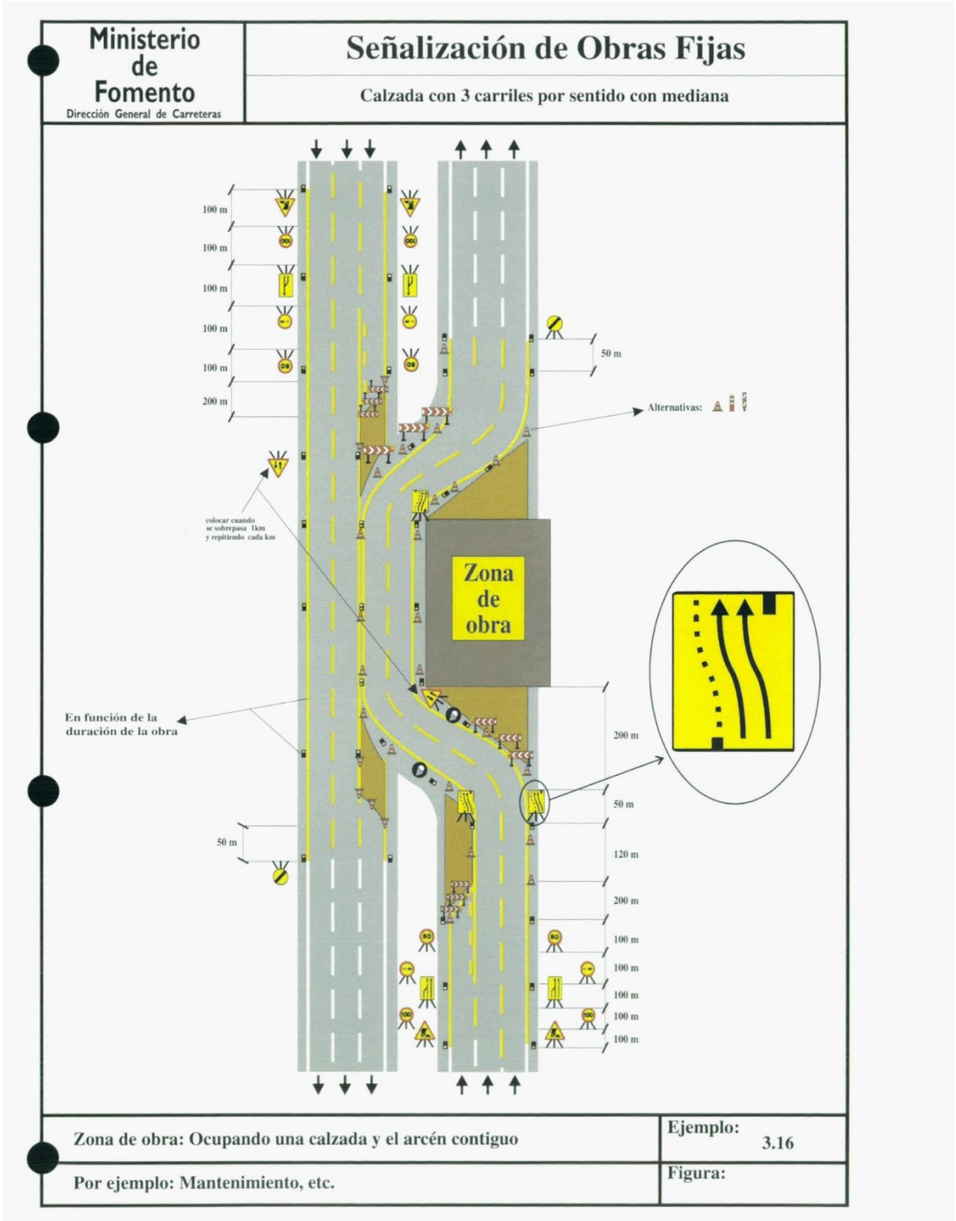



*Figura 10. Ejemplo 3.16 como base para la señalización de las fases 5.2 y 5.3 de obras.*

## 4.3 ITINERARIOS ALTERNATIVOS POR CARRETERA DE LA ESCLUSA. CONEXIONES PROVISIONALES

Como se ha indicado en el apartado anterior, durante las fases 4.3 y 5 se produce la reducción permanente de 1 carril lo que equivale a disponer sobre el Puente del Centenario 2 carriles por sentido.

Esta situación unida a la propia actividad de obra que se está realizando fuera de la plataforma disponible supone una grave afección al tráfico habitual sobre el puente que ya hoy por hoy registra momentos de elevada congestión. **Asimismo las colas terminarían por bloquear el tronco de la SE-30 en los enlaces de Puerto Este y Puerto Oeste afectando muy negativamente a la accesibilidad del Puerto de Sevilla durante un periodo de tiempo muy dilatado**.

En este sentido, desde las fases preliminares de este proyecto, se han estudiado las diferentes posibilidades de mejora de capacidad a implantar durante estas fases de obra que suponen la reducción permanente de un carril para evitar dicha afección negativa. En líneas generales las posibilidades serían:

- Habilitación temporal del viario del puerto y cruzar el canal de navegación por los puentes de la esclusa.
- Habilitar los desvíos provisionales por el interior urbano de la Ciudad.

Entre ambas opciones, rápidamente se deduce que el desvío urbano por los viarios de Sevilla, si bien sería la solución más rápida y económica, es una alternativa poco eficiente y de capacidad reducida, habiéndose planteado, como esquema más funcional, la utilización y adaptación de los viales del puerto, previa lógica coordinación entre los diversos agentes involucrados.

En este sentido para poder materializar un eje de descarga de tráfico del Puente del Centenario se hace necesario realizar una conexión provisional entre el viario del Puerto y una mejora del enlace de Puerto Oeste.

Dichas actuaciones se encuentran actualmente en ejecución y son las siguientes:

- 33-SE-5170 “Emergencia. Trabajos Previos para la sustitución de tirantes del Puente del Centenario. Mejora del acceso al Puerto Oeste de Sevilla desde la SE-30”. Dicha actuación se encuentra actualmente desde el punto de vista administrativo en fase de análisis de alegaciones por lo que las imágenes que se muestran en este documento corresponden a un trazado provisional y no definitivo.
- 33-SE-5180. “Emergencia. Trabajos Previos para la sustitución de tirantes del Puente del Centenario. Conexión provisional de Acceso Sur al Puerto de Sevilla desde la SE-40”. Dicha actuación se encuentra actualmente desde el punto de vista administrativo aprobada definitivamente por lo que las imágenes que se muestran en este documento corresponden a su trazado definitivo.

Con estas dos actuaciones se crea un camino alternativo para el cruce del Canal al propio puente del Centenario.

De forma previa a la puesta en servicio de este eje será necesario llevar a cabo una adecuación de la señalización orientativa en las principales vías de la Red de Carreteras del Estado como SE-30, A-4 y SE-40, para orientar adecuadamente al uso de este desvío, del tráfico que se considere adecuado.

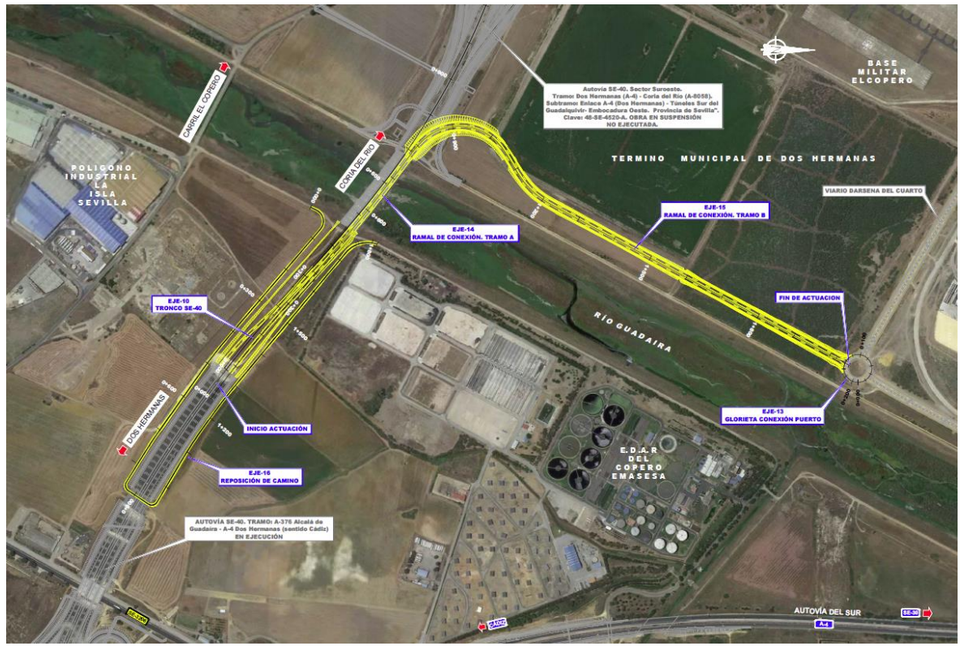



*Figura 11. 33-SE-5180. Planta definitiva Conexión provisional de Acceso Sur al Puerto de Sevilla desde la SE-40*

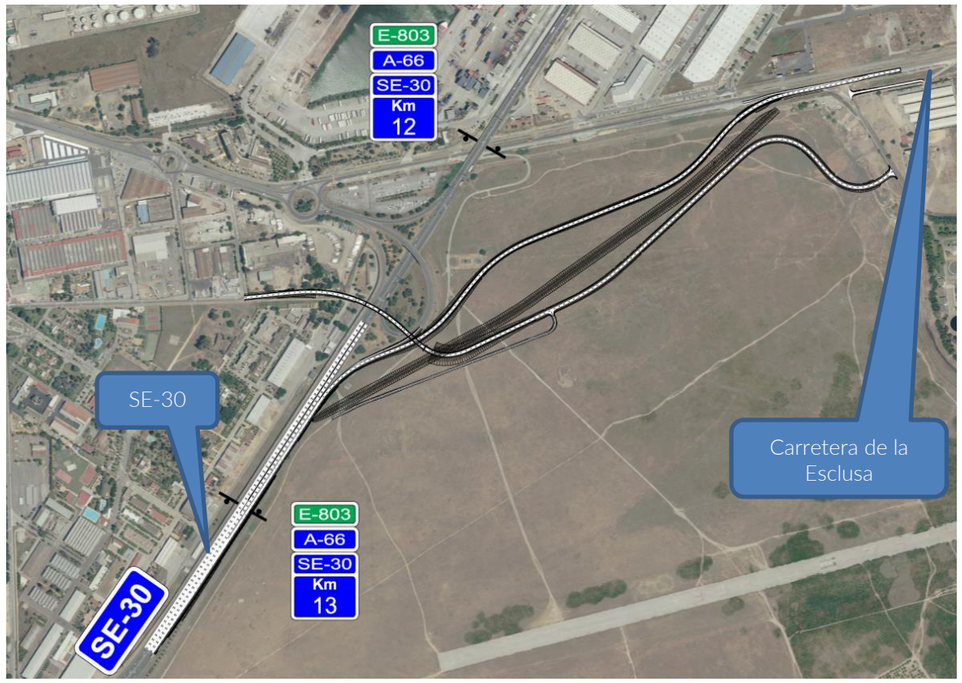



*Figura 12. 33-SE-5170. Planta provisional de solución del ramal de acceso directo al puerto oeste y ramales del puerto habilitados en el desvío.*

En cuanto a los tiempos previstos de utilización de este nuevo eje, se entiende que, si bien el plazo estricto estimado sería del orden de los 7 meses como se ha comentado anteriormente, sería conveniente habilitarlos de forma previa a su estricta necesidad pues de esa forma serviría para "habituar" a los usuarios al uso de los mismos.

### 4.3.1 Tráfico a desviar

Las actuaciones de conexiones provisionales descritas anteriormente se han diseñado con capacidad suficiente (2 carriles por sentido) como para poder ser empleadas por un volumen importante de tráfico.

En cuanto al tráfico que es posible desviar por este nuevo eje y que dejaría de emplear el Puente del Centenario (que en esta fase dispone de 2 carriles por sentido) existen diferentes opciones que se enumeran a continuación, y que pueden combinarse entre ellas, y que, se determinarán tras el proceso de Información Pública y correspondientes estudios de tráfico, a fin de que sean compatibles con la explotación portuaria, y cómodas y seguras para los usuarios de las mismas.

Este aspecto se deberá regular y coordinar adecuadamente entre la Demarcación de Carreteras del Estado de Andalucía Occidental y la Autoridad Portuaria de Sevilla y quedar recogido en un Convenio Interadministrativo, convenio al que debe sumarse la Dirección General de Tráfico para su apoyo en la gestión del tráfico por los itinerarios alternativos así como adecuada coordinación entre la Policía Portuaria y la Agrupación de Tráfico de la Guardia Civil.

#### 4.3.1.1. Desvío de tráfico pesado de una o ambas calzadas

Esta opción consistiría en prohibir la circulación de vehículos pesados sobre el Puente del Centenario dando como alternativa a ese tráfico el empleo del nuevo eje creado por carretera de la esclusa y puentes de la esclusa. Sobre cada una de las calzadas del puente circulan diariamente (media anual) unos 5000 vehículos pesados.

Para ello bastaría con instalar carteles informativos a los conductores de vehículos pesados informando de la eventualidad de la prohibición de circulación de los mismos por el puente del Centenario. Esta señalización podrá estar particularizada a la vía por la que vaya circulando el vehículo pesado, o se pondría de modo genérico, según el caso, como se indica a continuación a modo de ejemplo:




*Figura 13. Señalización provisional de aviso de prohibición de circulación de pesados por puente Centenario.*

#### 4.3.1.2. Desvío de tráfico SE-30 decreciente hacia A-4 creciente

Esta opción consistiría en desviar el tráfico que actualmente emplea el ramal de 1 carril del enlace de Puerto Este que une la calzada decreciente de la SE-30 con la A-4 creciente por el que circulan diariamente (media anual) unos 12.000 vehículos (2000 vehículos pesados y 10.000 vehículos ligeros).

Para poder materializar dicho desvío sería necesario realizar el corte material de dicho ramal al que se le debería unir el ramal que une la glorieta sur del enlace de Puerto Este con la A-4 hacia Cádiz.

#### 4.3.1.3. Desvío de tráfico A-4 decreciente hacia SE-30 creciente

Esta opción consistiría en desviar el tráfico que actualmente emplea el ramal de 1 carril del enlace de Puerto Este que une la calzada creciente de la A-4 con la SE-30 creciente por el que circulan diariamente (media anual) unos 8.000 vehículos (2000 vehículos pesados y 6.000 vehículos ligeros).

Para poder materializar dicho desvío sería necesario realizar el corte material de dicho ramal al que se le debería unir el ramal que une la glorieta norte del enlace de Puerto Este con la SE-30 hacia Huelva.

Se muestra a continuación una imagen en la que se representan los cuatro cortes de carril planteados:

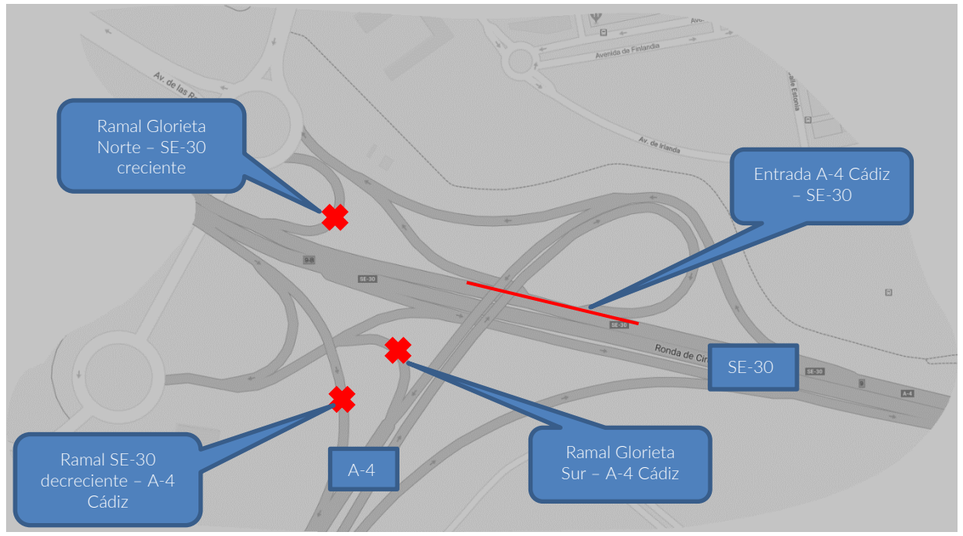



*Figura 14. Cortes de carriles planteados para los movimientos SE-30 – A-4.*

### 4.3.2 Funcionamiento Carretera de la Esclusa, parte de viario de la Dársena del Cuarto y Conexión Provisional Sur entre Puerto de Sevilla y SE-40

El desvío parcial de tráfico al nuevo eje creado alterará el actual funcionamiento de la carretera de la esclusa que tiene un tráfico actual, descrito en el anejo 11. Por lo tanto será necesario analizar sus particularidades dado que por ese viario circulan transportes especiales interiores del puerto, dispone de glorietas de reducido diámetro y presenta numerosos accesos en su margen del lado del río.

Estas cuestiones se determinarán tras el proceso de Información Pública y correspondientes estudios de tráfico, a fin de que el funcionamiento de la carretera de la esclusa con tráfico público sea compatible con la explotación portuaria, y cómodas y seguras para los usuarios de la misma.

Sobre la carretera de la esclusa es probable que sea necesario actuar para adecuarla al nuevo tráfico que circulará por ella durante el periodo de tiempo en el que se ocupará temporalmente por parte de tráfico proveniente de la Red de Carreteras del Estado y que recordemos es de 7 meses.

Estas actuaciones serán unas u otras en función del tráfico (naturaleza y volumen) que la utilice durante ese tiempo. Fundamentalmente se corresponderían con señalización horizontal, incluyendo bandas transversales de alerta, vertical y adecuación de cartelería, instalación de semáforos provisionales, realización de podas en vegetación que invade parte de la plataforma, etc.

Este aspecto se deberá regular y coordinar adecuadamente entre la  Demarcación de Carreteras del Estado de Andalucía Occidental y la Autoridad Portuaria de Sevilla y quedar recogido en un Convenio Interadministrativo, convenio al que debe sumarse la Dirección General de Tráfico para su apoyo en la gestión del tráfico por los itinerarios alternativos así como adecuada coordinación entre la Policía Portuaria y la Agrupación de Tráfico de la Guardia Civil.

### 4.3.3 Funcionamiento puentes de la esclusa

El nuevo eje creado tiene un punto débil en cuanto a su capacidad que son los puentes de la esclusa.

Sobre la esclusa existen 2 puentes móviles que disponen de dos carriles cada uno de ellos en una configuración de 1 carril para cada sentido.

Los tableros de cada uno de los puentes tienen un ancho de 12 metros.

La esclusa permite el paso de barcos de entrada y salida del puerto con lo que en este punto se deben conjugar el paso del tráfico terrestre desviado con el tráfico marítimo.

Esta cuestión se determinará tras el proceso de Información Pública y correspondientes estudios de tráfico tanto marítimo como terrestre, a fin de que la servidumbre de paso temporal de tráfico terrestre sobre los puentes de la esclusa sea compatible con la explotación portuaria, y cómoda y segura para los usuarios de la misma.

Es probable que sea necesario, en función del tráfico que emplee este paso, reforzar el equipamiento de seguridad actual existente para adaptarlo al nuevo tráfico que circularía por esta zona.

Este aspecto se deberá regular y coordinar adecuadamente entre la  Demarcación de Carreteras del Estado de Andalucía Occidental y la Autoridad Portuaria de Sevilla y quedar recogido en un Convenio Interadministrativo, convenio al que debe sumarse la Dirección General de Tráfico para su apoyo en la gestión del tráfico por los itinerarios alternativos así como adecuada coordinación entre la Policía Portuaria y la Agrupación de Tráfico de la Guardia Civil.

## 4.4 AFECCIONES NOCTURNAS. CORTE TOTAL DE CALZADA

Ante las operaciones de transferencia de carga a los tirantes definitivos principalmente y en diferentes fases de obras con carácter más puntual, en horario nocturno se deberá proceder al corte completo de la circulación en el puente.

Habida cuenta de que en horario nocturno el tráfico desciende notablemente se considera adecuado desviar el mismo por el viario urbano según el esquema de la figura 15 empleando para ello el Puente de las Delicias. Este tipo de desvíos es habitual cuando se ha realizado a lo largo de la vida del puente de algún tipo de corte total por trabajos de conservación sobre el mismo.

Este aspecto se coordinará adecuadamente con el Ayuntamiento de Sevilla.

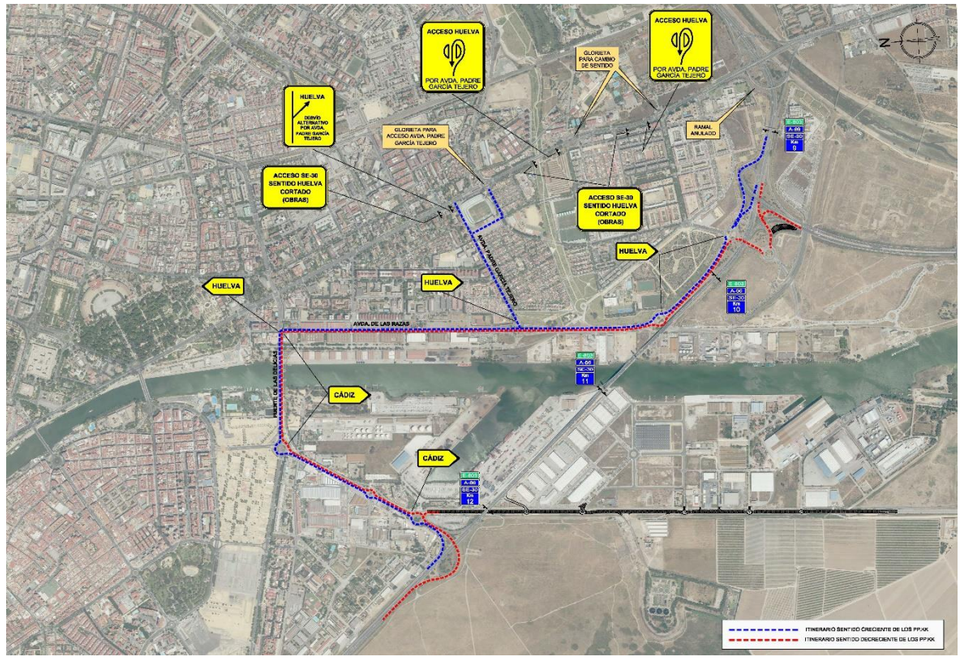



*Figura 15. Itinerario alternativo propuesto por el Puente de las Delicias para cortes totales nocturnos del Puente del Centenario*

## 4.5 TRÁFICO DURANTE LAS OBRAS EN LA ZONA DE ACTIVIDADES LOGÍSTICAS DEL PUERTO

Durante la ejecución de las obras de ampliaciones de pilonos y tablero, y sustitución de tirantes, será necesario ocupar terrenos portuarios bajo el puente para acopios de materiales, ubicación de grúas y circulación de vehículos de obra.

Ello obligará a una reordenación temporal de las condiciones de circulación del tráfico hasta la fase 4 de las obras.

Para las fases 1, 2 y 3 será necesario disponer de ciertas señales provisionales de obra indicando la ordenación del tráfico en la zona de la ZAL, tal y como se ha definido en el apéndice de planos. A continuación, se muestra el esquema circulatorio junto con las zonas de ocupaciones necesarias previstas para la realización de la obra.

La servidumbre de paso para acceso a la zona de obras se deberá regular y coordinar adecuadamente entre la  Demarcación de Carreteras del Estado de Andalucía Occidental y la Autoridad Portuaria de Sevilla.

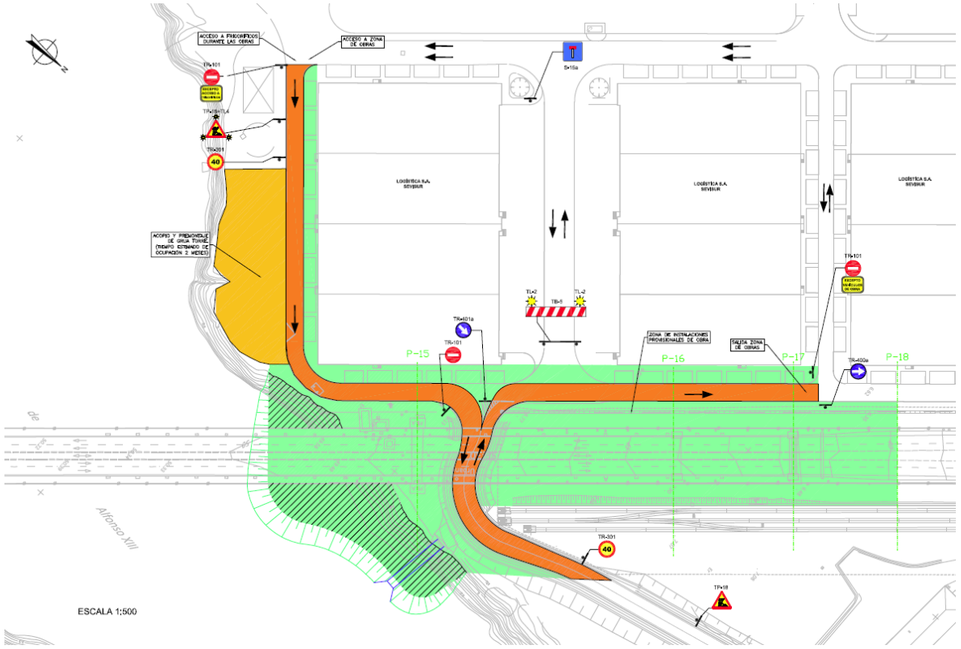
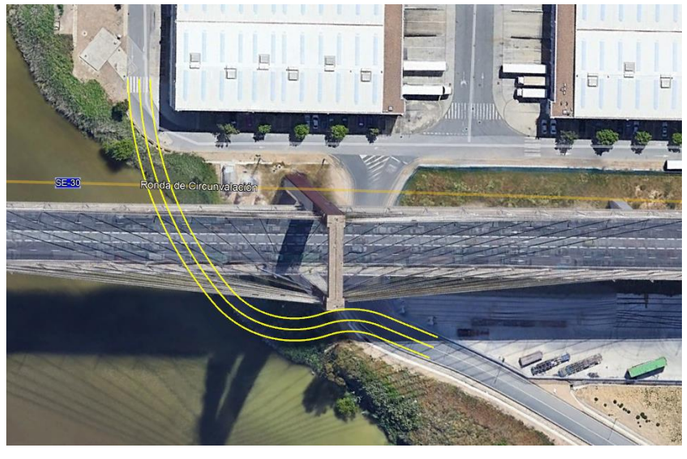



*Figura 16. Esquema circulatorio en ZAL Puerto para las fases 1, 2 y 3.*

Para la fase 4, se proyecta la realización de un desvío provisional para dar acceso a Frigoríficos Guadalquivir, puesto que es necesario cortar el acceso existente para la instalación de maquinaria de obra para el proceso de elevación de las costillas en la zona de influencia de dicho acceso.

Este desvío provisional aprovecha como plataforma de apoyo la península temporal a ejecutar en las proximidades de la pila 15, necesaria para la ejecución de las obras. Este desvío provisional queda definido geométricamente en el apéndice de planos.

A continuación, se muestra la figura esquemática con la identificación del desvío:



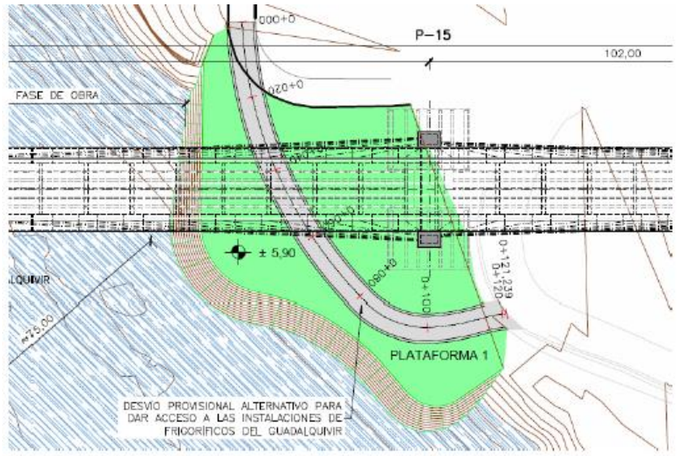




*Figura 17. Península provisional con escollera y camino provisional alternativo de acceso a Frigoríficos del Guadalquivir.*

En cuanto a la circulación en el conjunto de la zona de influencia de la ZAL, a continuación, se muestra una imagen con el esquema circulatorio resultante:

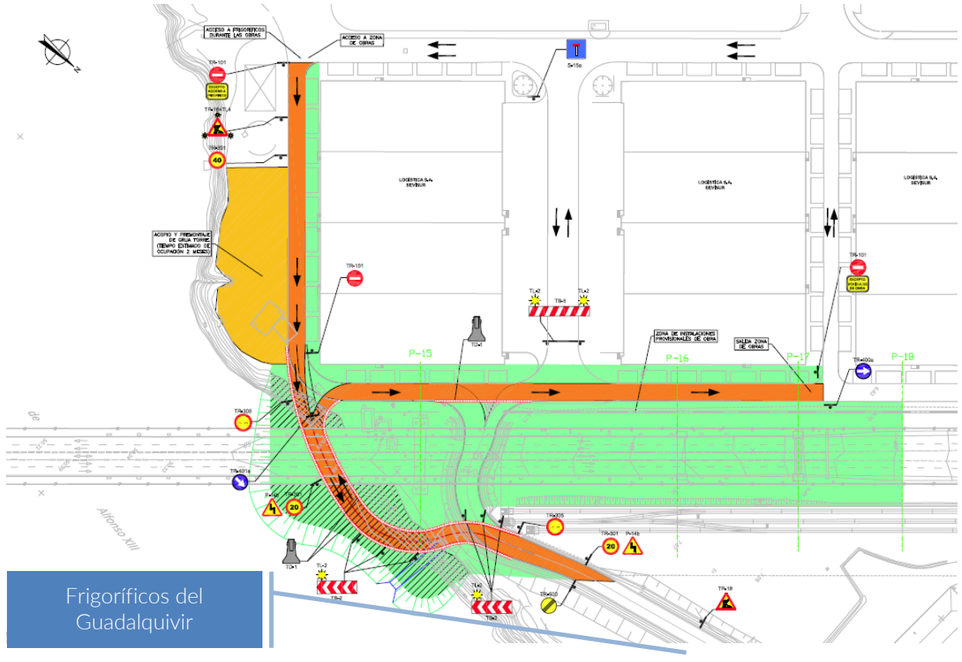



*Figura 18. Esquema circulatorio en ZAL Puerto para la fase 4.*

# 5 PRESUPUESTO DE SEÑALIZACIÓN DE OBRAS.

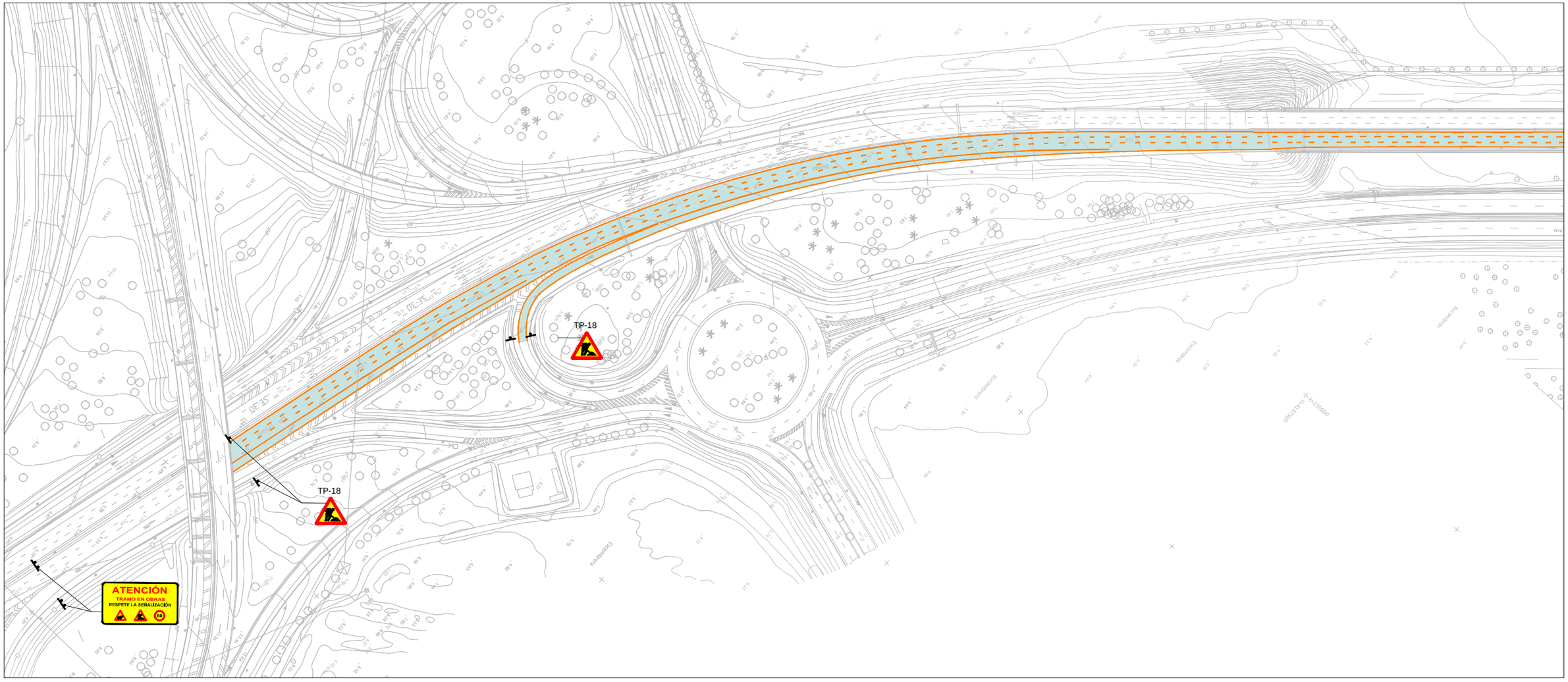
El importe correspondiente a esta partida asciende a la cantidad de 4.715.444,59 €.

# 6 PLANOS

En el apéndice nº 1 se incluyen los planos correspondientes a las soluciones propuestas al tráfico durante la ejecución de las obras.

Apéndice No 1

# Planos

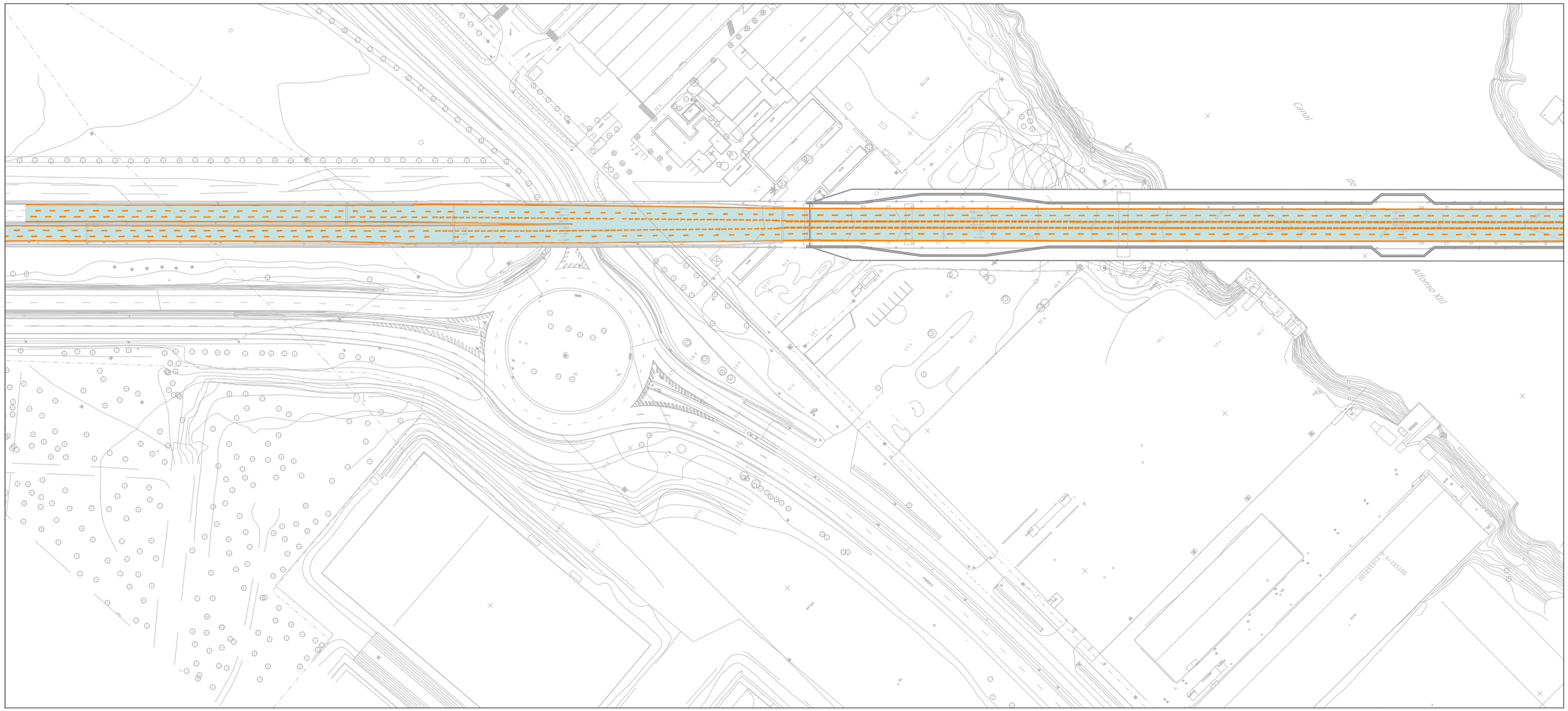



ZONA DE TRÁFICO

1:1000

0 5 10 15 20m

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A–1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.0<br>HOJA 1 DE 4 | **SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES ESQUEMA INICIAL** | FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |




ZONA DE TRÁFICO

1:1000

0 5 10 15 20m

GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA

SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS

DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS

DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL

CONSULTOR

FHECOR Ingenieros Consultores

IDEAM

INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO

JOSÉ ROMO MARTÍN

LUIS MATUTE RUBIO

INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO

EMILIO ASENSIO GARCÍA

ESCALA ORIGINAL:

INDICADAS

ORIGINAL UNE A-1

TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:

PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA

CLAVE:

T4-SE-5090

Nº PLANO:

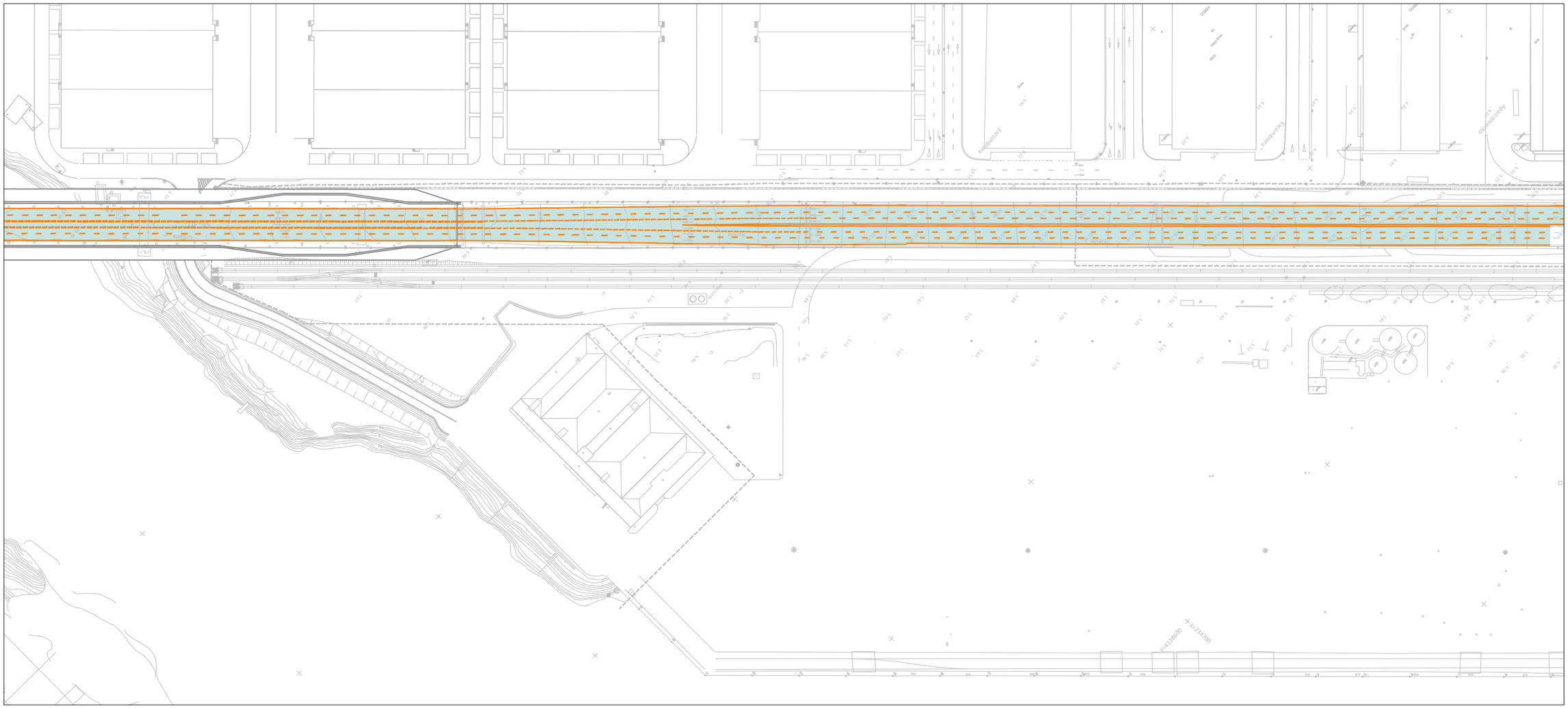
A19.0

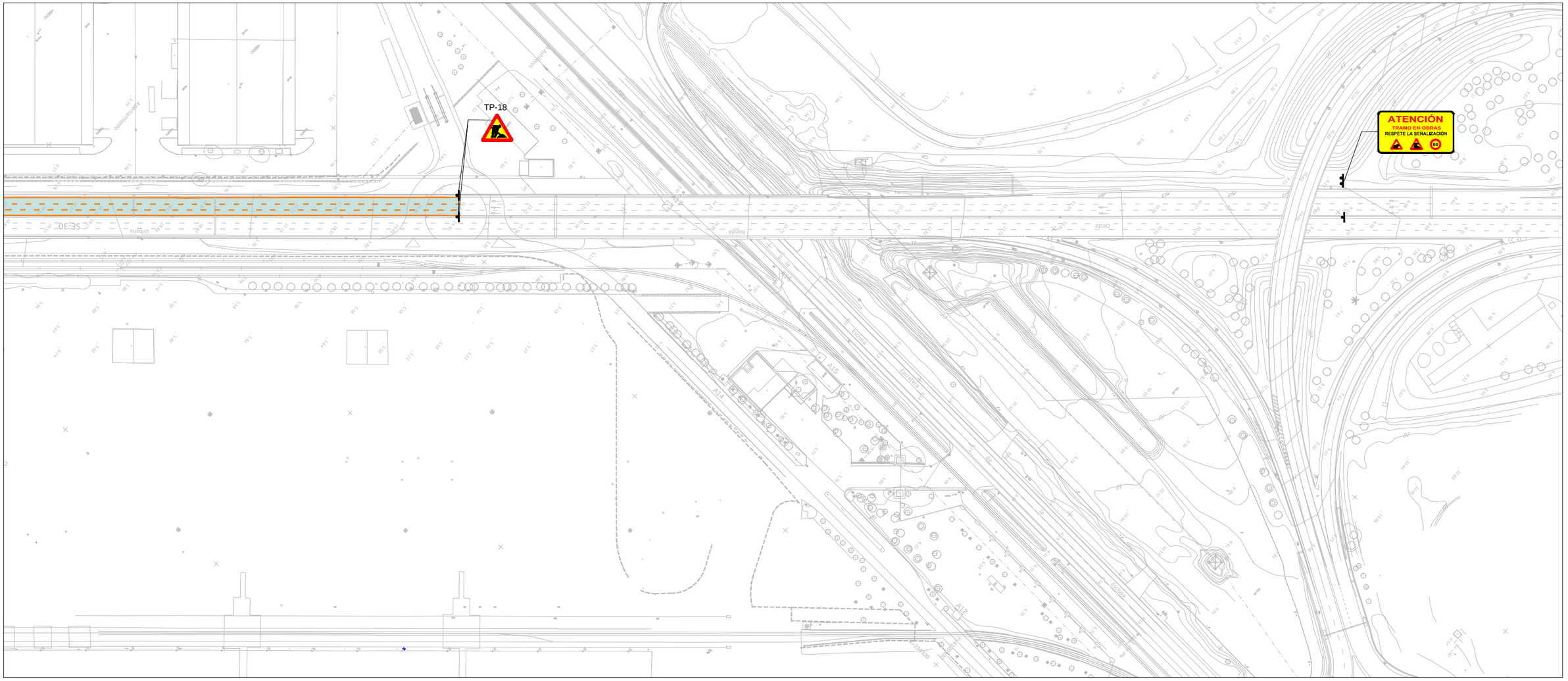
HOJA 2 DE 4

**SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES ESQUEMA INICIAL**

FECHA:

DICIEMBRE 2019


Escombrera
Escombrera
Aparcamiento
Edificio
Edificio
Edificio

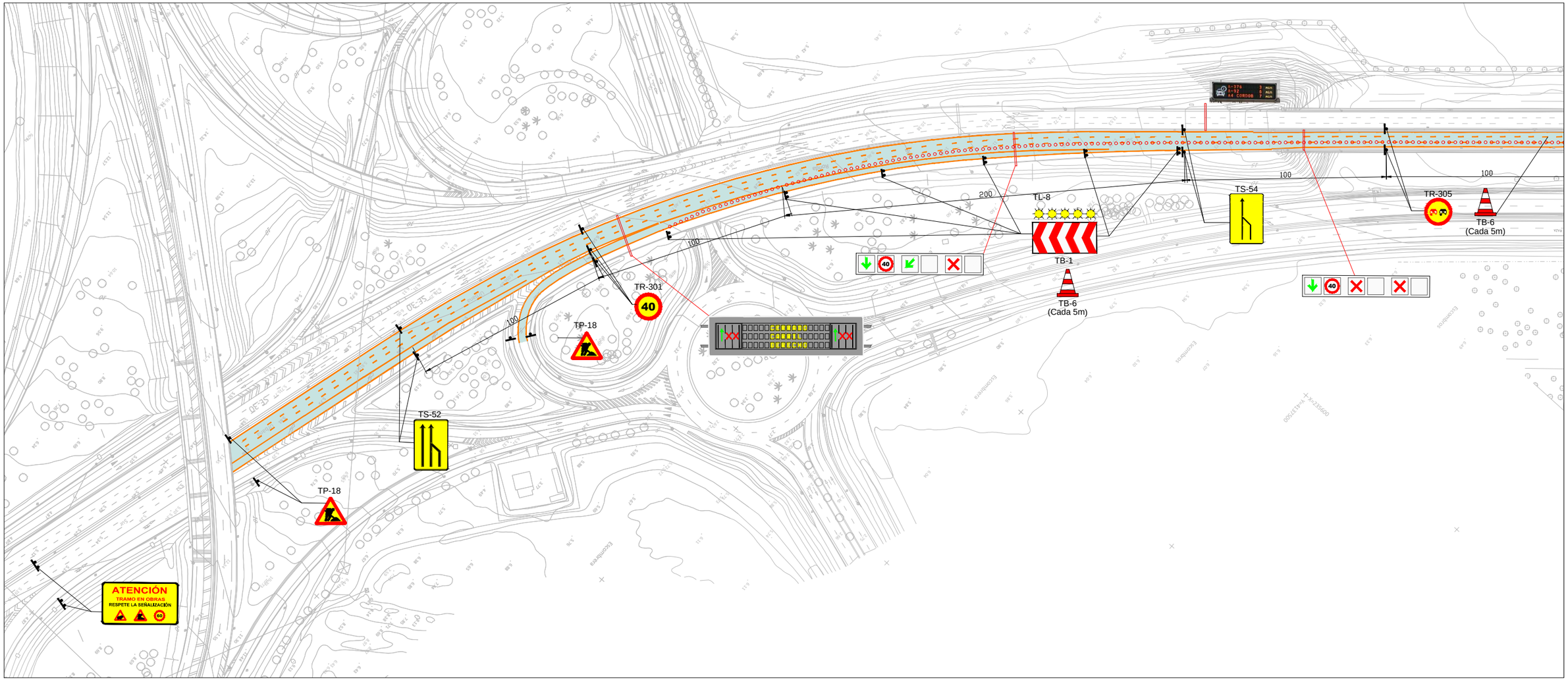



ZONA DE TRÁFICO

1:1000

0 5 10 15 20m

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A-1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.0<br>HOJA 4 DE 4 | **SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES ESQUEMA INICIAL** | FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |

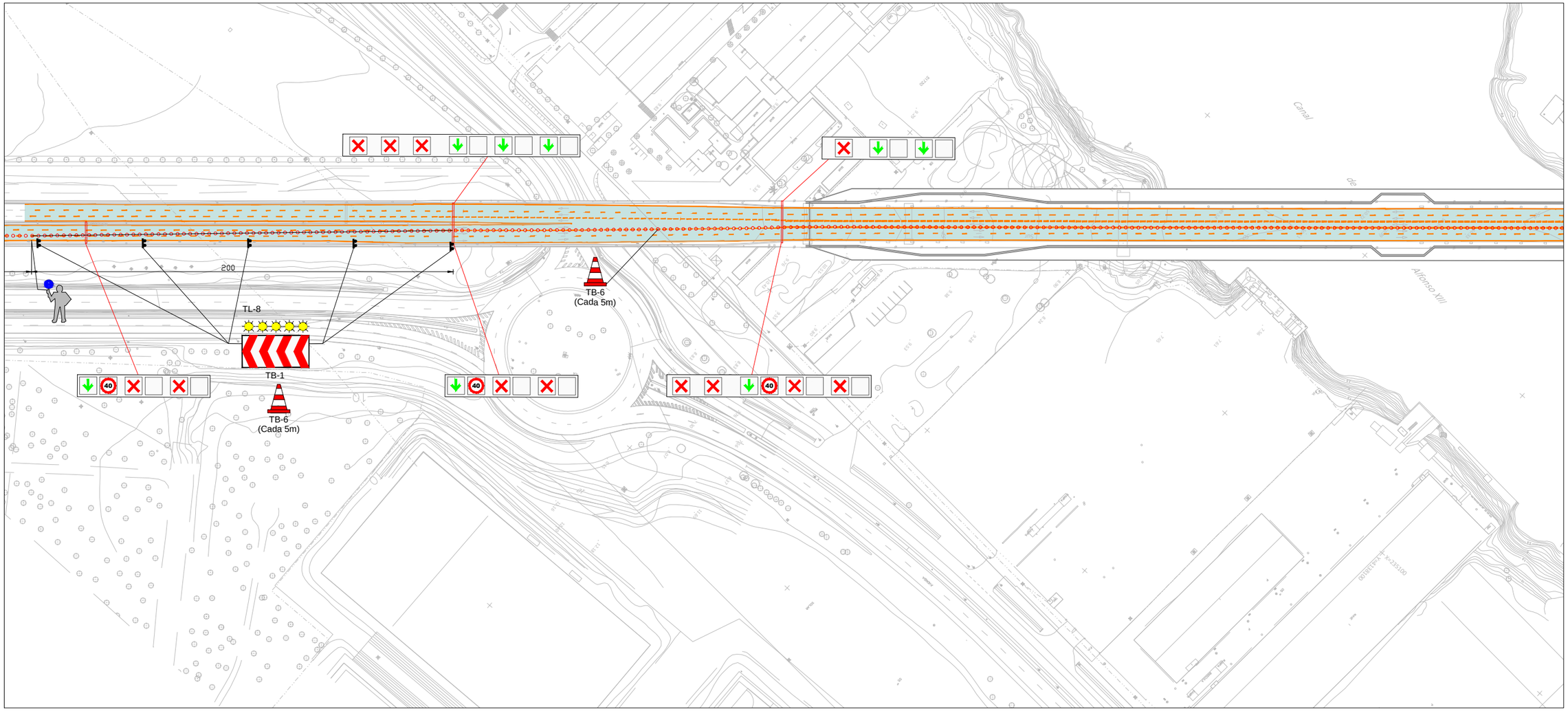



ZONA DE TRÁFICO

1:1000

0 5 10 15 20m

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A–1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.1.1<br>HOJA 1 DE 4 | **SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES**<br>**CORTE NOCTURNO DE DOS CARRILES SENTIDO CRECIENTE. FASES 1, 2, 3, 4.1, 4.2 Y 4.3**<br>FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |

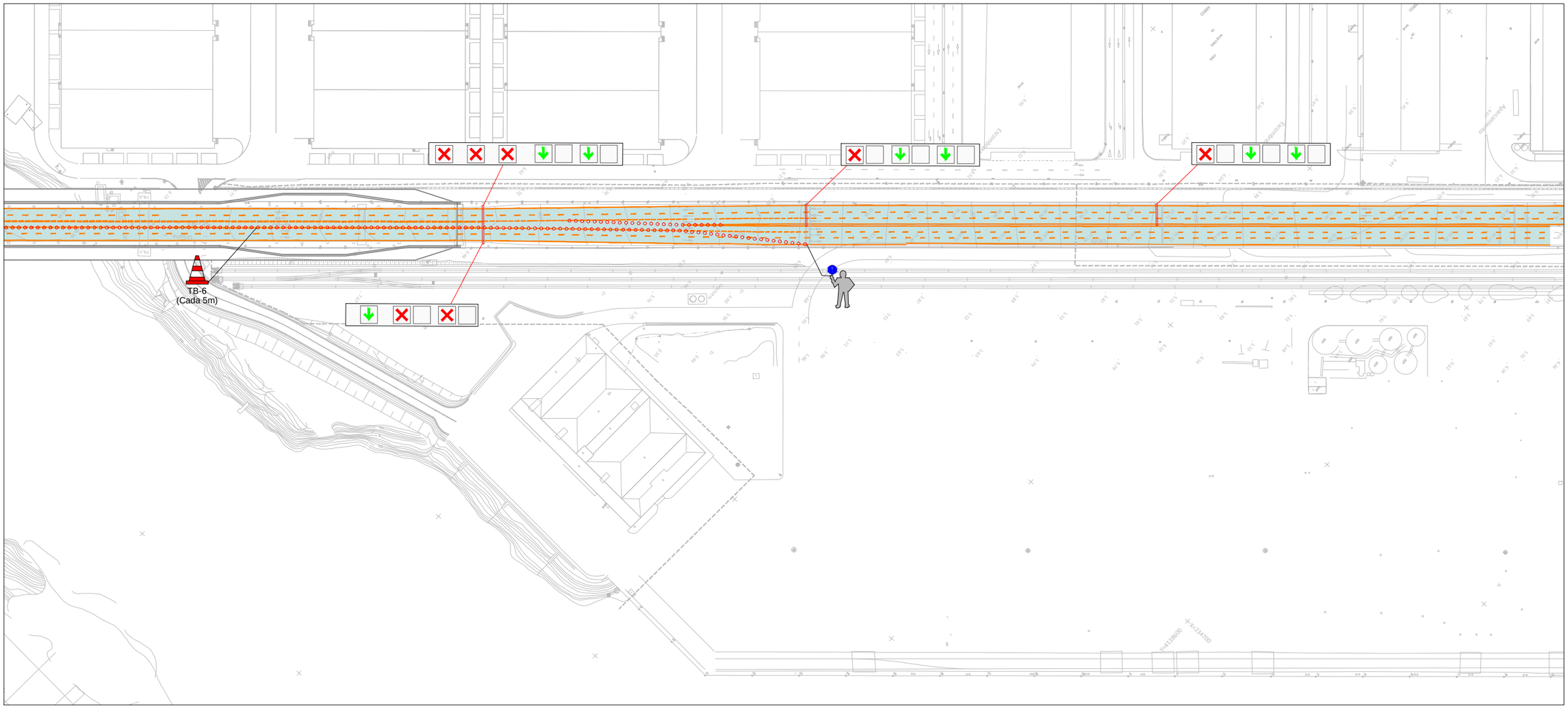



ZONA DE TRÁFICO

1:1000

0 5 10 15 20m

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A-1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.1.1<br>HOJA 2 DE 4 | **SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES**<br>**CORTE NOCTURNO DE DOS CARRILES SENTIDO CRECIENTE. FASES 1, 2, 3, 4.1, 4.2 Y 4.3**<br>FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |

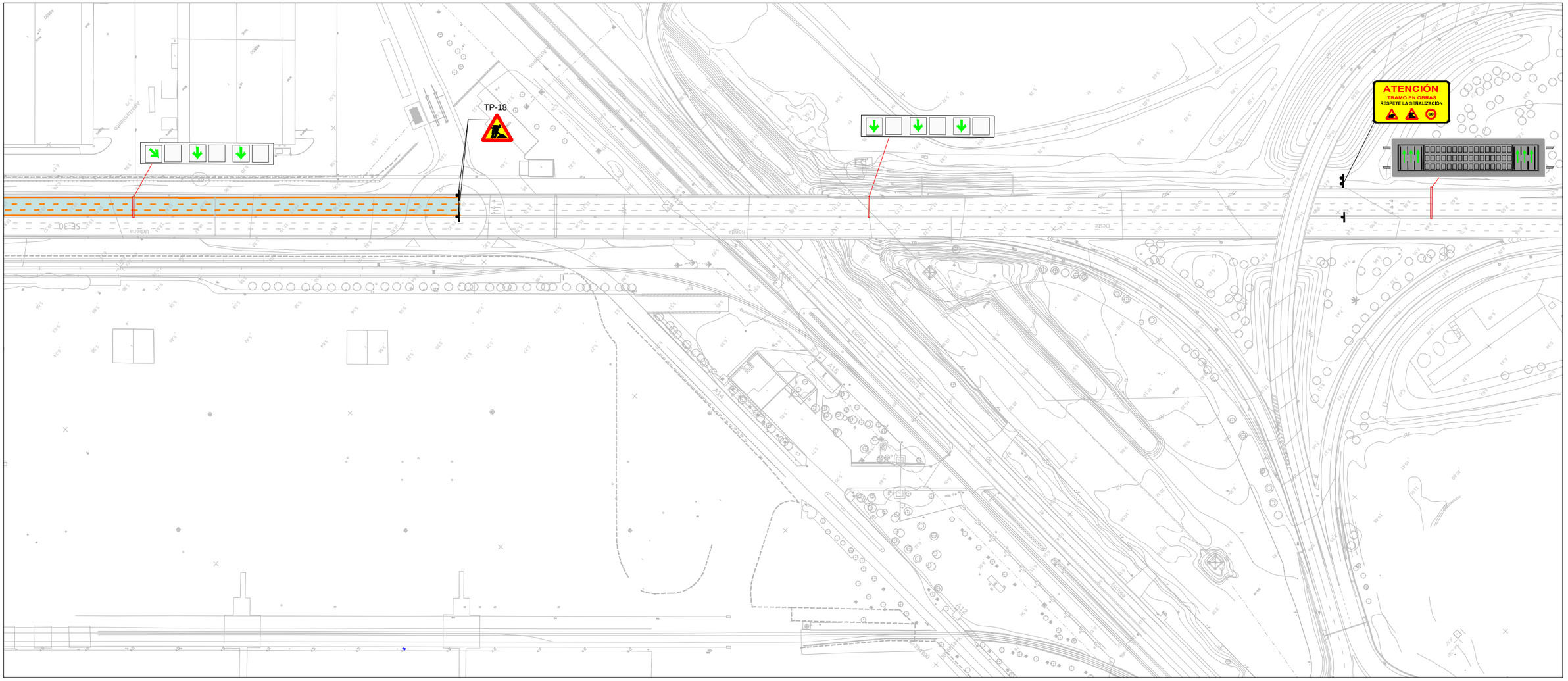



ZONA DE TRÁFICO

1:1000

0 5 10 15 20m

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A-1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.1.1<br>HOJA 3 DE 4 | **SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES**<br>**CORTE NOCTURNO DE DOS CARRILES SENTIDO CRECIENTE. FASES 1, 2, 3, 4.1, 4.2 Y 4.3** | FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |




ZONA DE TRÁFICO

1:1000

0 5 10 15 20m

GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA

SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS

DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS

DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL

CONSULTOR

FHECOR Ingenieros Consultores

IDEAM

INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO

JOSÉ ROMO MARTÍN

LUIS MATUTE RUBIO

INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO

EMILIO ASENSIO GARCÍA

ESCALA ORIGINAL:

INDICADAS

ORIGINAL UNE A-1

TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:

PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA

CLAVE:

T4-SE-5090

Nº PLANO:

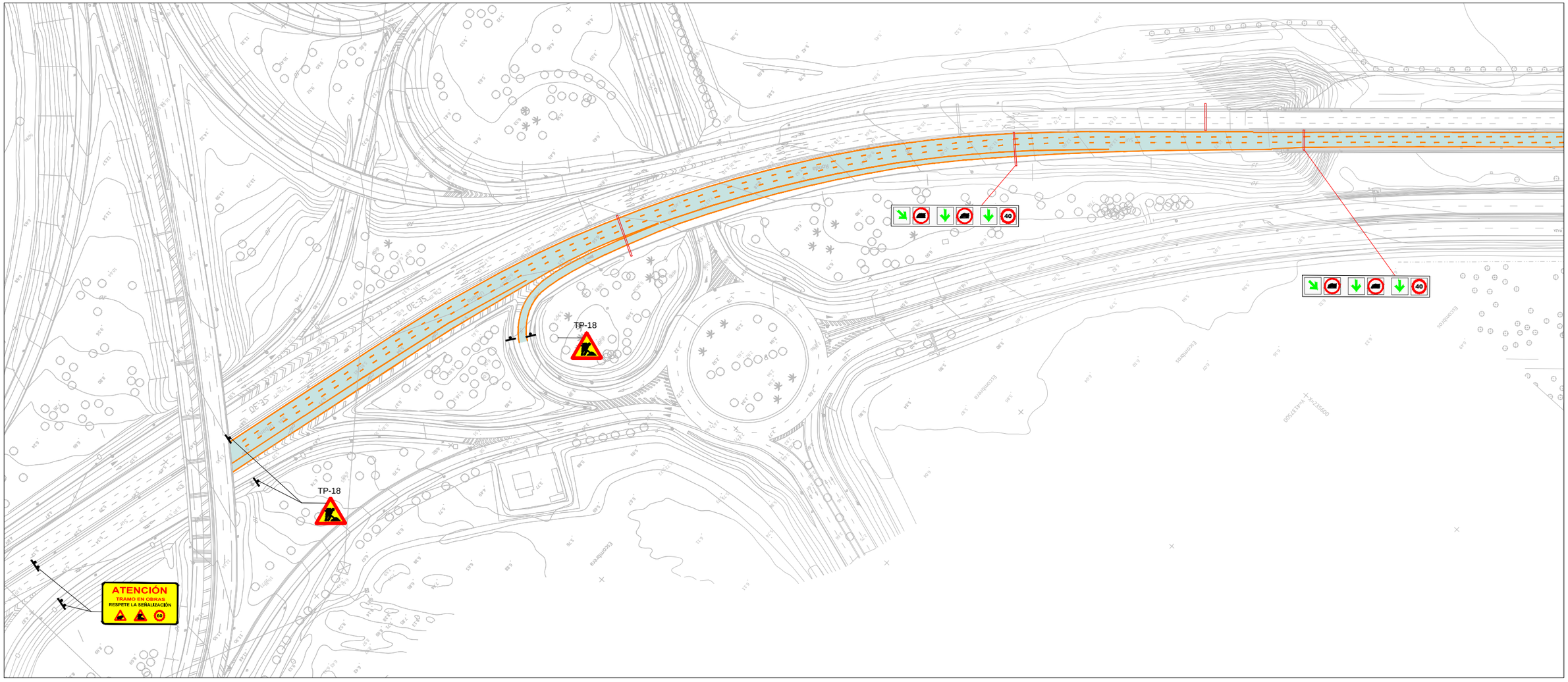
A19.1.1

HOJA 4 DE 4

# SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES
## CORTE NOCTURNO DE DOS CARRILES SENTIDO CRECIENTE. FASES 1, 2, 3, 4.1, 4.2 Y 4.3

FECHA:

DICIEMBRE 2019




ZONA DE TRÁFICO

1:1000

0 5 10 15 20m

GOBIERNO DE ESPAÑA | MINISTERIO DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA
SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS
DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL

CONSULTOR: FHECOR Ingenieros Consultores — IDEAM

INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO: JOSÉ ROMO MARTÍN; LUIS MATUTE RUBIO

INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO: EMILIO ASENSIO GARCÍA

ESCALA ORIGINAL: INDICADAS — ORIGINAL UNE A–1

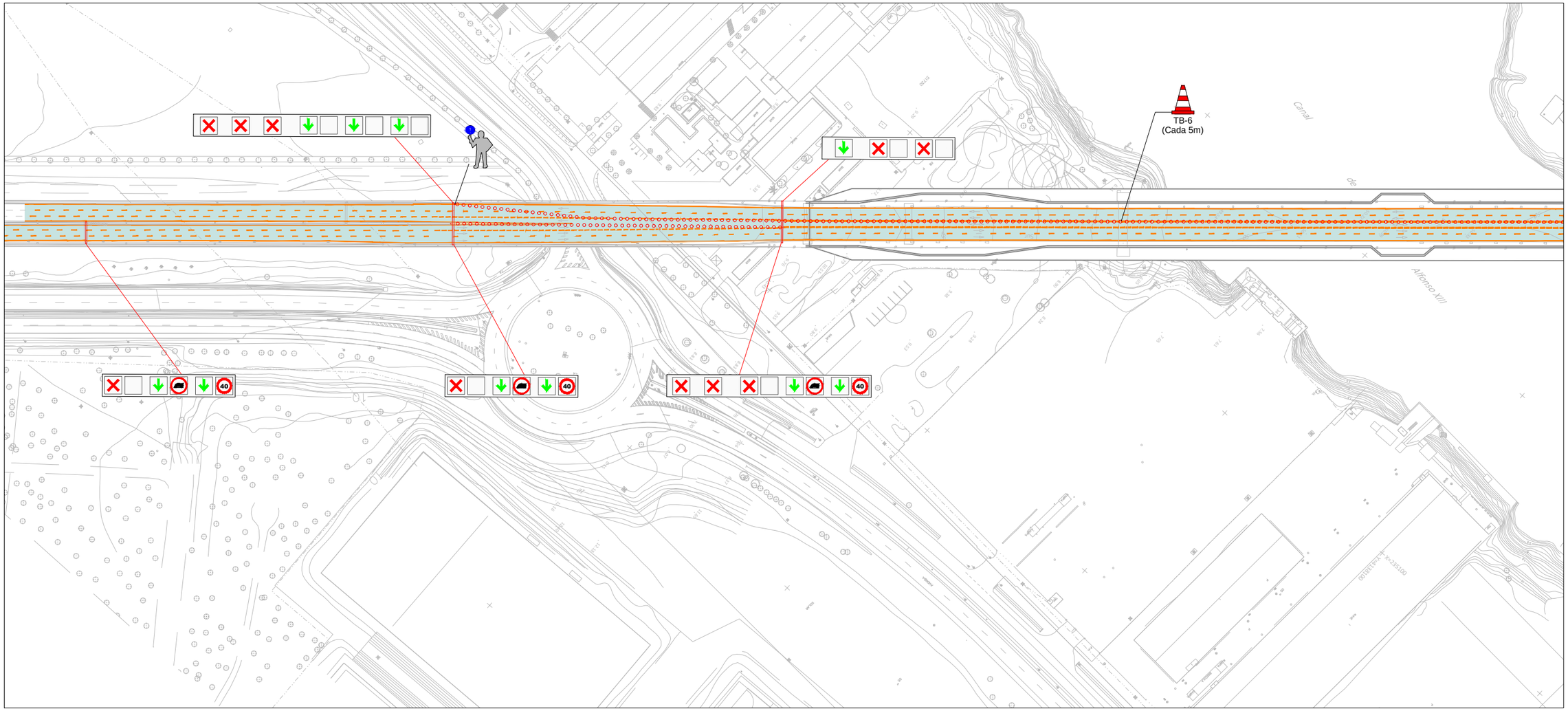
TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO: PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA

CLAVE: T4-SE-5090

Nº PLANO: A19.1.1 — HOJA 1 DE 4

# SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES
## CORTE NOCTURNO DE DOS CARRILES SENTIDO DECRECIENTE. FASES 1, 2, 3, 4.1, 4.2, Y 4.3

FECHA: DICIEMBRE 2019

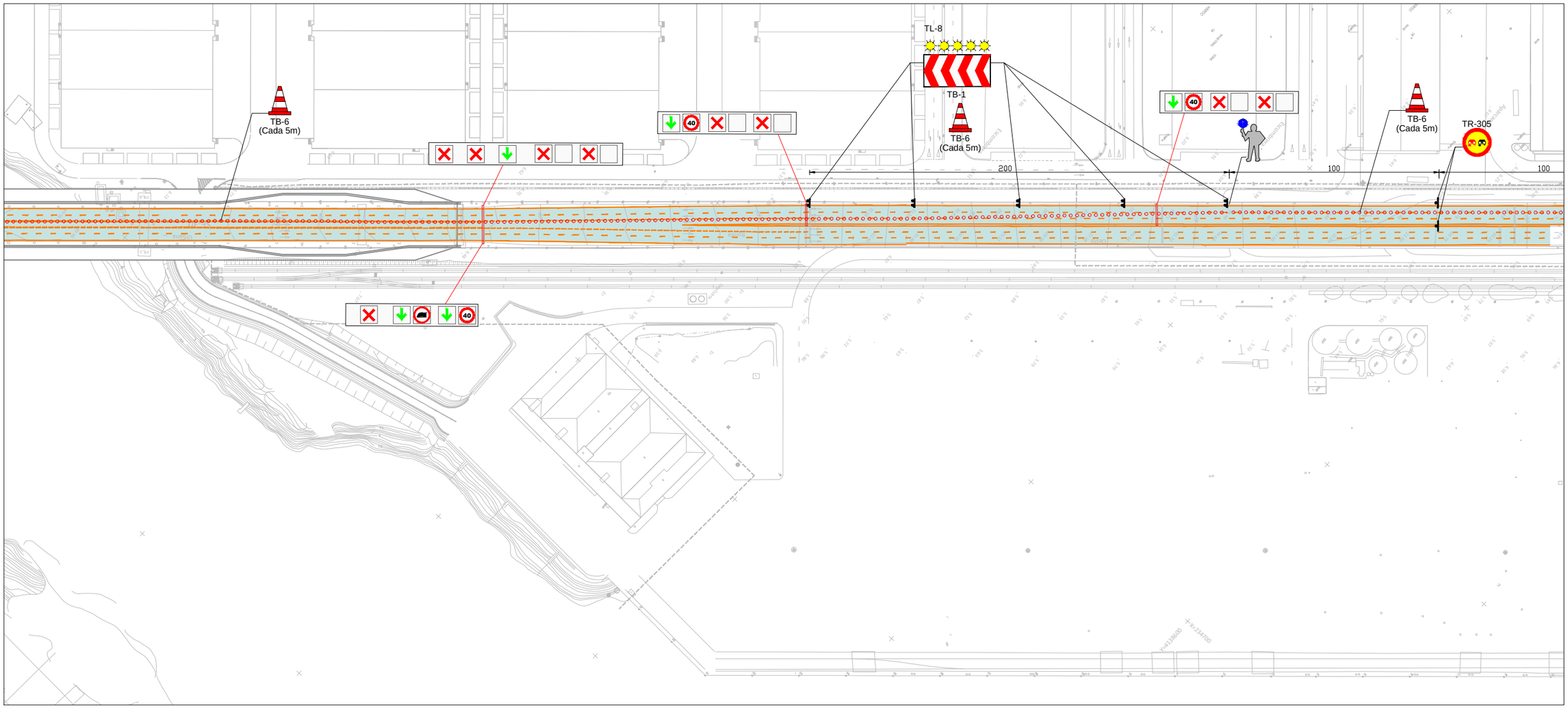


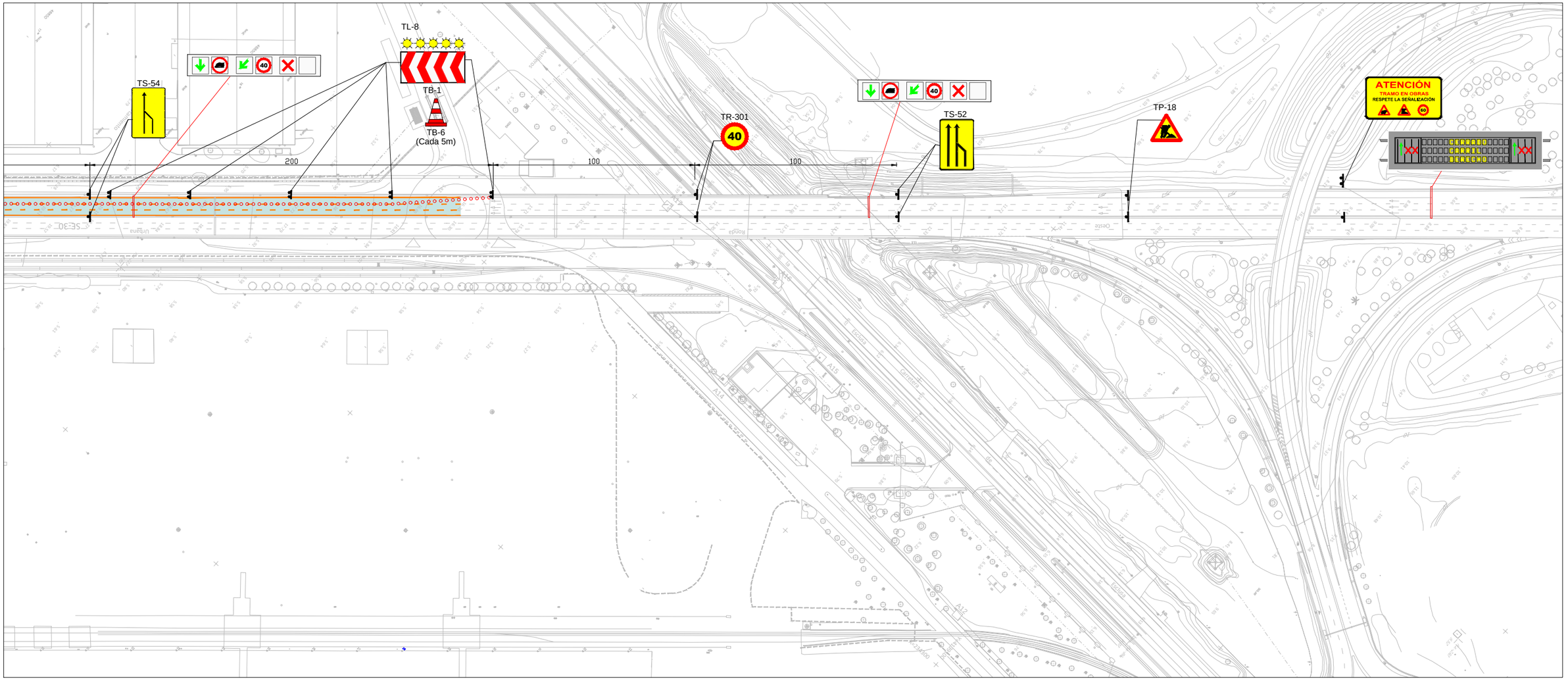

ZONA DE TRÁFICO

1:1000

0 5 10 15 20m

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A-1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.1.1<br>HOJA 2 DE 4 | **SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES**<br>**CORTE NOCTURNO DE DOS CARRILES SENTIDO DECRECIENTE. FASES 1, 2, 3, 4.1, 4.2, Y 4.3**<br>FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |


TB-6
(Cada 5m)
TL-8
TB-1
TB-6
(Cada 5m)
200
100
TB-6
(Cada 5m)
TR-305
100
40
40
40
Escombrera
Escombrera
Apoyo
Apoyo
Apoyo

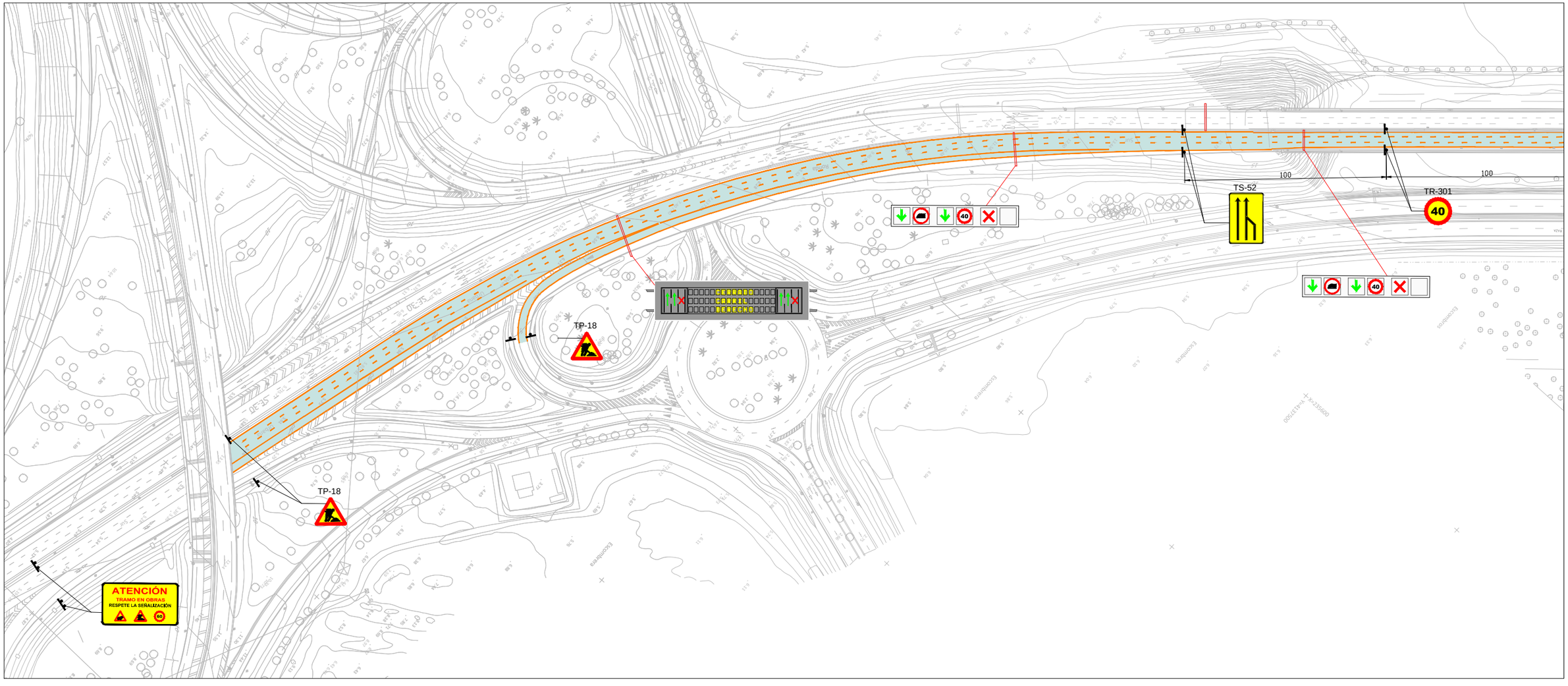



ZONA DE TRÁFICO

1:1000

0 5 10 15 20m

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A-1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.1.1<br>HOJA 4 DE 4 | **SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES**<br>**CORTE NOCTURNO DE DOS CARRILES SENTIDO DECRECIENTE. FASES 1, 2, 3, 4.1, 4.2, Y 4.3** | FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |




ZONA DE TRÁFICO

1:1000

0 5 10 15 20m

GOBIERNO DE ESPAÑA | MINISTERIO DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA
SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS
DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL

CONSULTOR: FHECOR Ingenieros Consultores — IDEAM

INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO: JOSÉ ROMO MARTÍN; LUIS MATUTE RUBIO

INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO: EMILIO ASENSIO GARCÍA

ESCALA ORIGINAL: INDICADAS
ORIGINAL UNE A–1

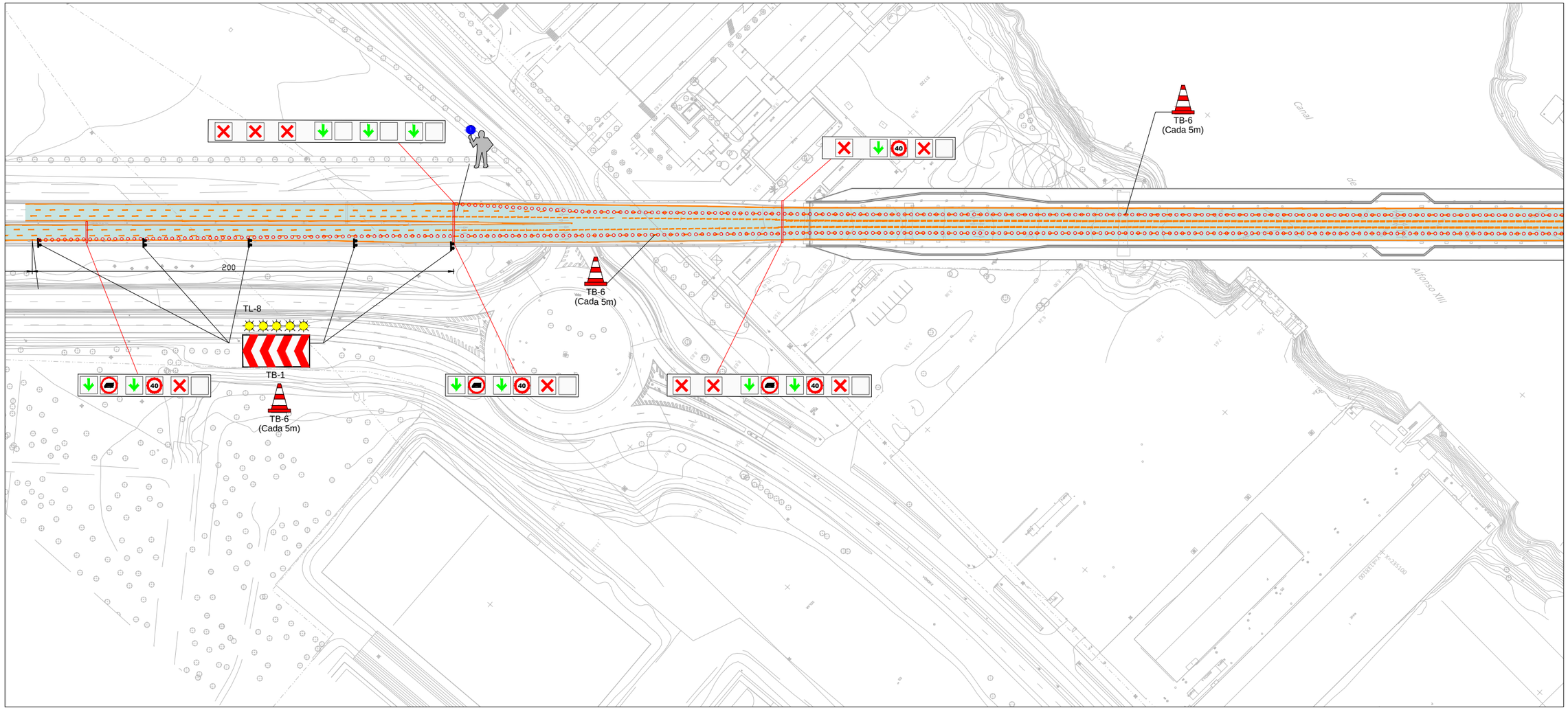
TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:
PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA

CLAVE: T4-SE-5090

Nº PLANO: A19.1.1
HOJA 1 DE 4

**SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES**
**CORTE NOCTURNO DE UN CARRIL AMBOS SENTIDOS. FASES 1, 2, 3, 4.1, 4.2 Y 4.3**

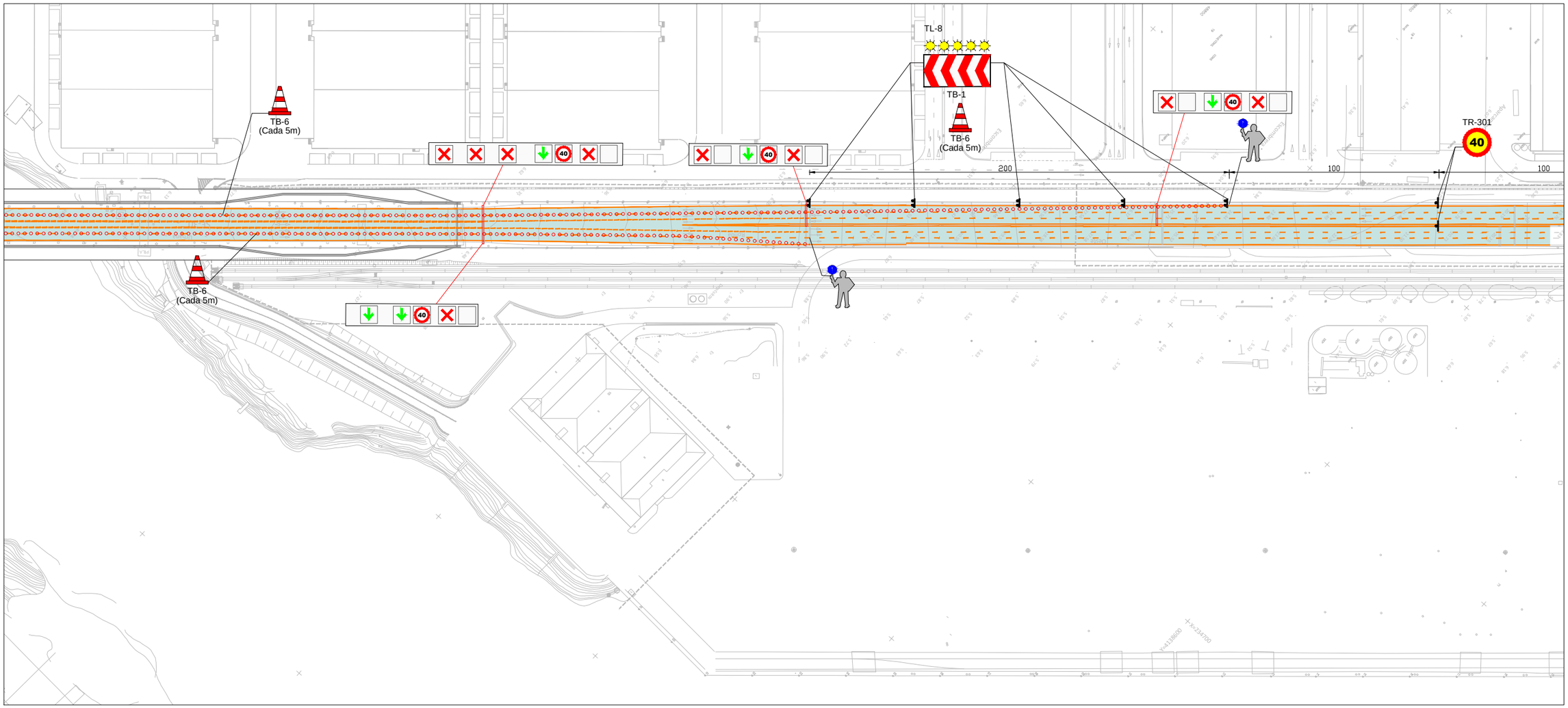
FECHA: DICIEMBRE 2019




ZONA DE TRÁFICO

1:1000
0 5 10 15 20m

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A-1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.1.1<br>HOJA 2 DE 4 | **SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES**<br>**CORTE NOCTURNO DE UN CARRIL AMBOS SENTIDOS. FASES 1, 2, 3, 4.1, 4.2 Y 4.3**<br>FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |

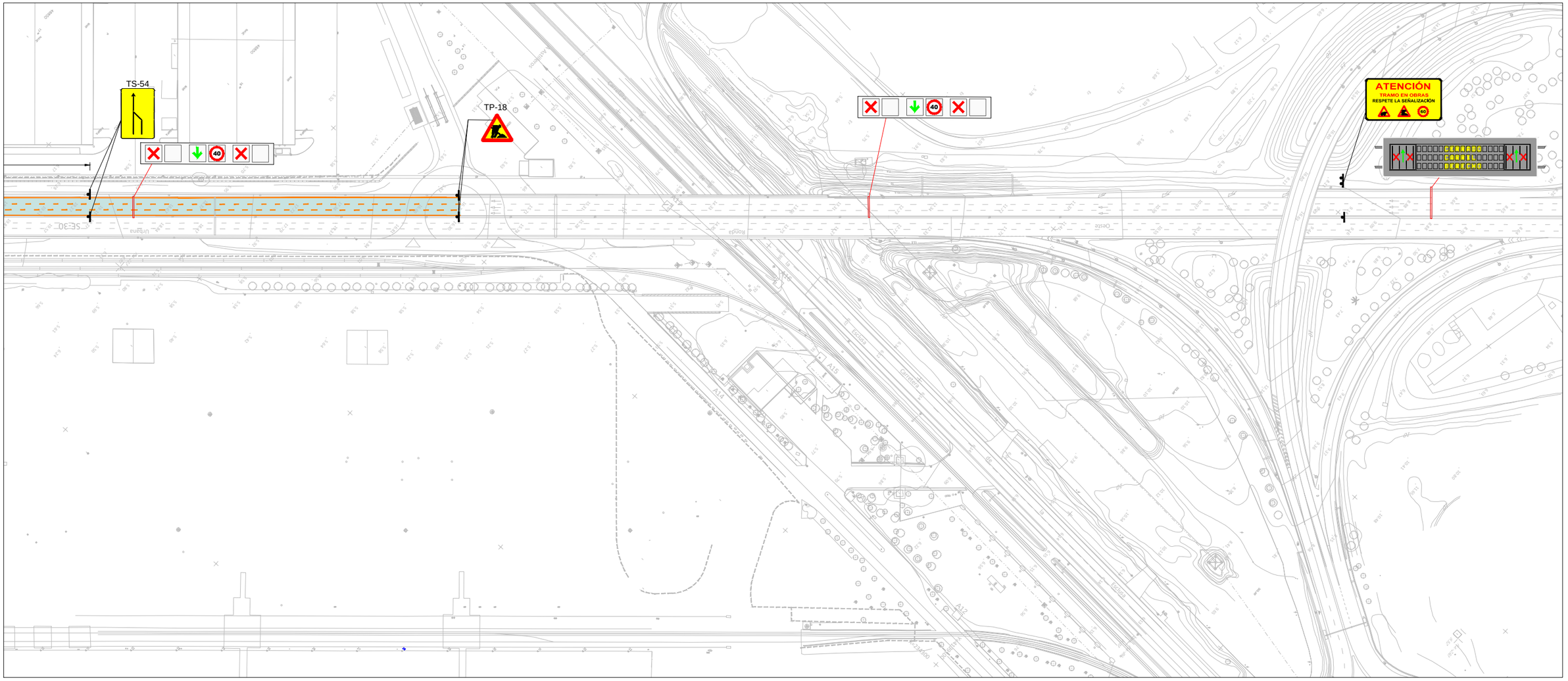



ZONA DE TRÁFICO

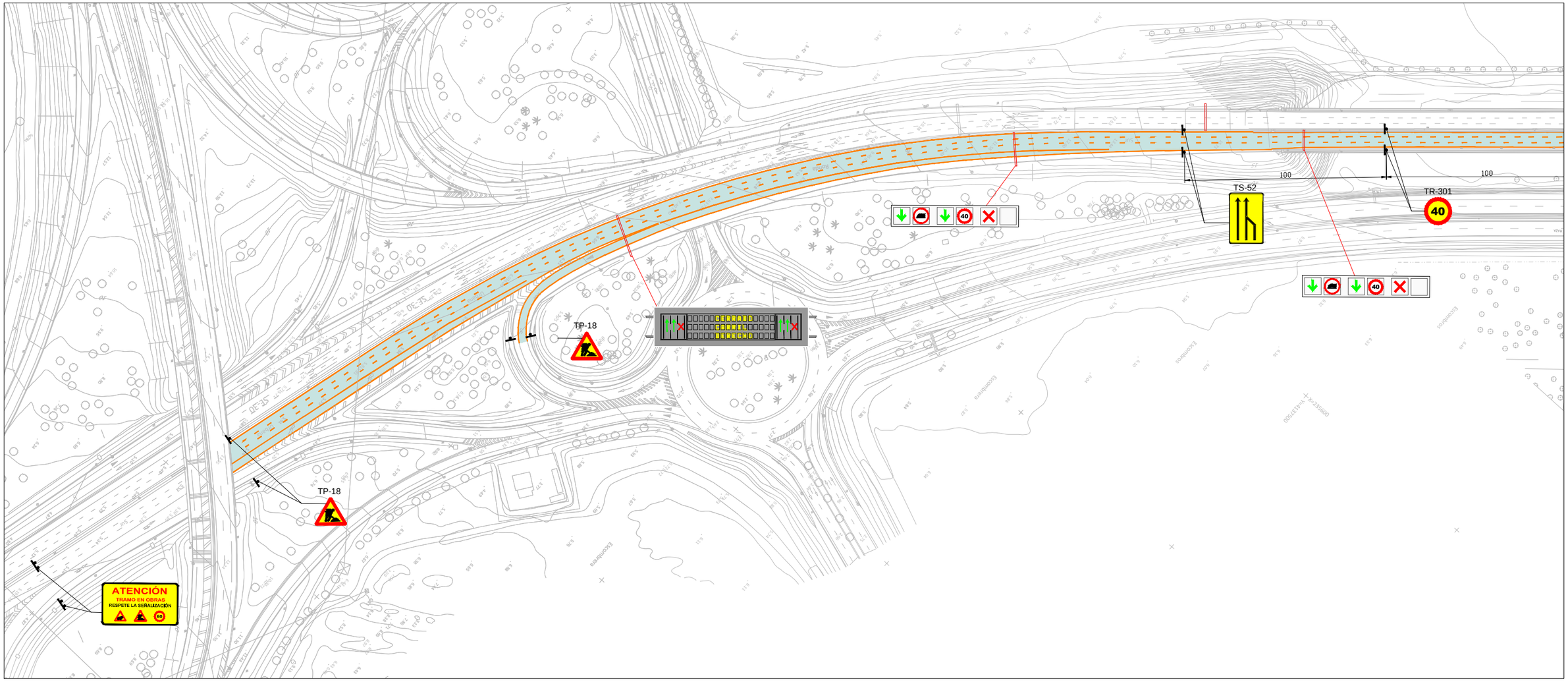
1:1000

0 5 10 15 20m

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A-1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.1.1<br>HOJA 3 DE 4 | **SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES**<br>**CORTE NOCTURNO DE UN CARRIL AMBOS SENTIDOS. FASES 1, 2, 3, 4.1, 4.2 Y 4.3** | FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |




| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A-1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.1.1<br>HOJA 4 DE 4 | **SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES**<br>**CORTE NOCTURNO DE UN CARRIL AMBOS SENTIDOS. FASES 1, 2, 3, 4.1, 4.2 Y 4.3** | FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |




ZONA DE TRÁFICO

1:1000

0 5 10 15 20m

GOBIERNO DE ESPAÑA | MINISTERIO DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA
SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS
DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL

CONSULTOR: FHECOR Ingenieros Consultores — IDEAM

INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO: JOSÉ ROMO MARTÍN; LUIS MATUTE RUBIO

INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO: EMILIO ASENSIO GARCÍA

ESCALA ORIGINAL: INDICADAS — ORIGINAL UNE A–1

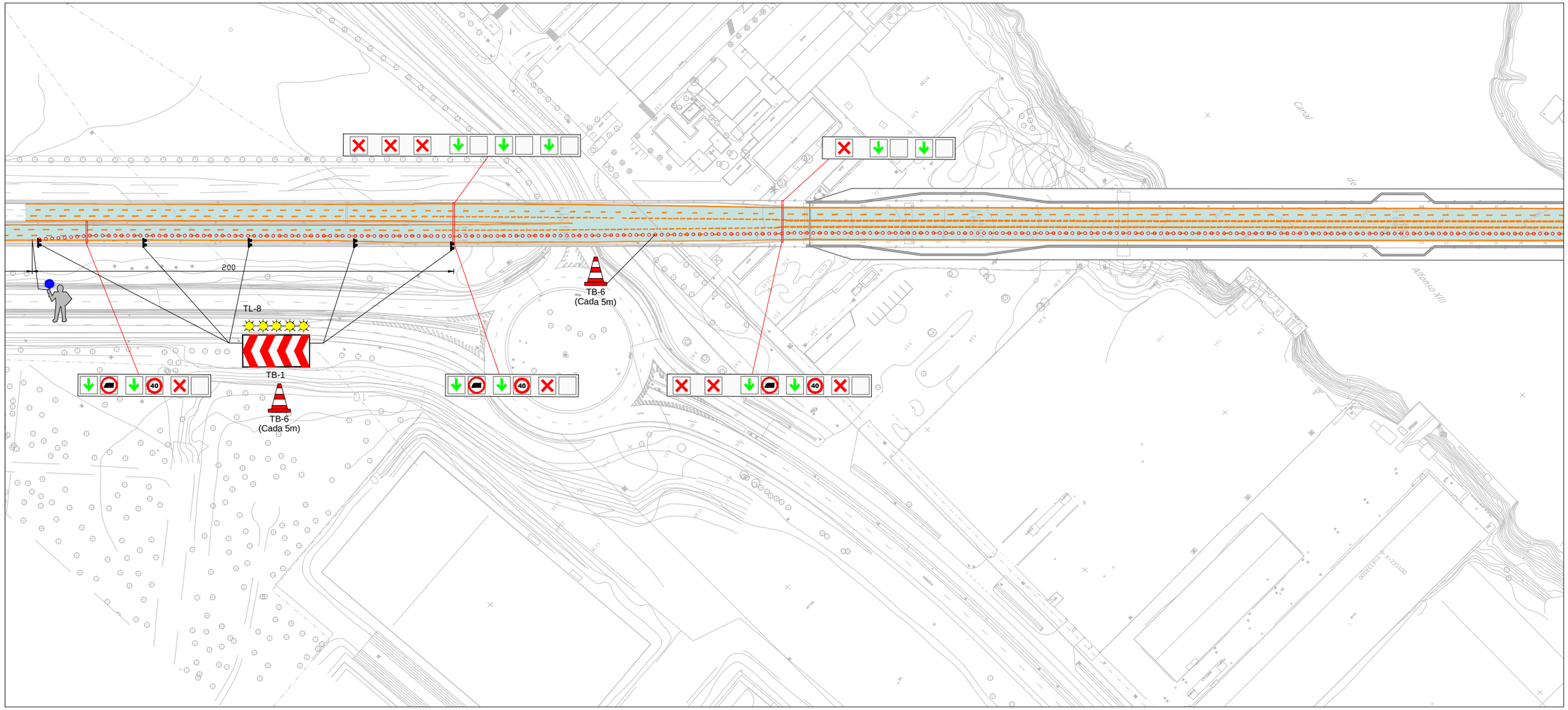
TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO: PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA

CLAVE: T4-SE-5090

Nº PLANO: A19.1.1 — HOJA 1 DE 4

# SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES
## CORTE NOCTURNO DE UN CARRIL SENTIDO CRECIENTE. FASES 1, 2, 3, 4.1, 4.2 Y 4.3

FECHA: DICIEMBRE 2019

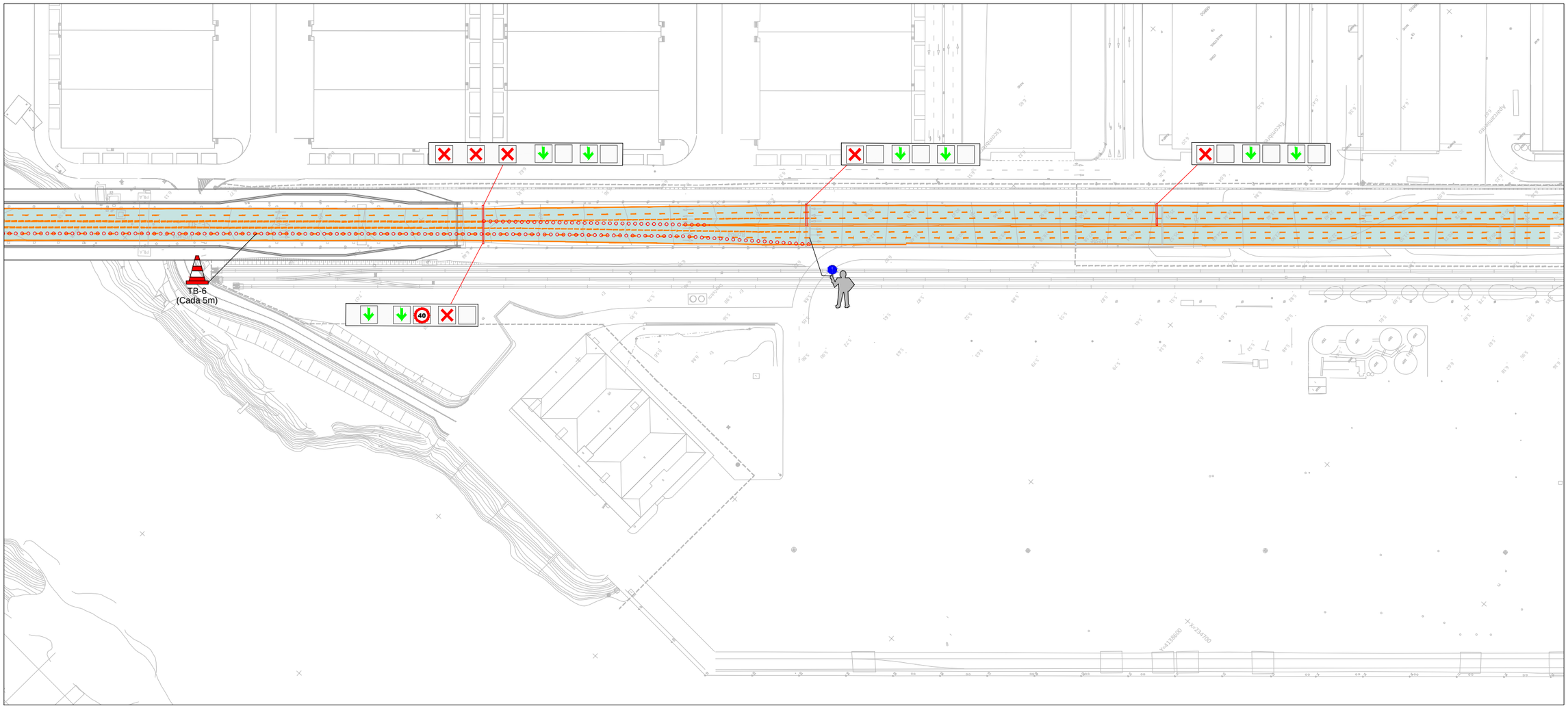



ZONA DE TRÁFICO

1:1000

0 5 10 15 20m

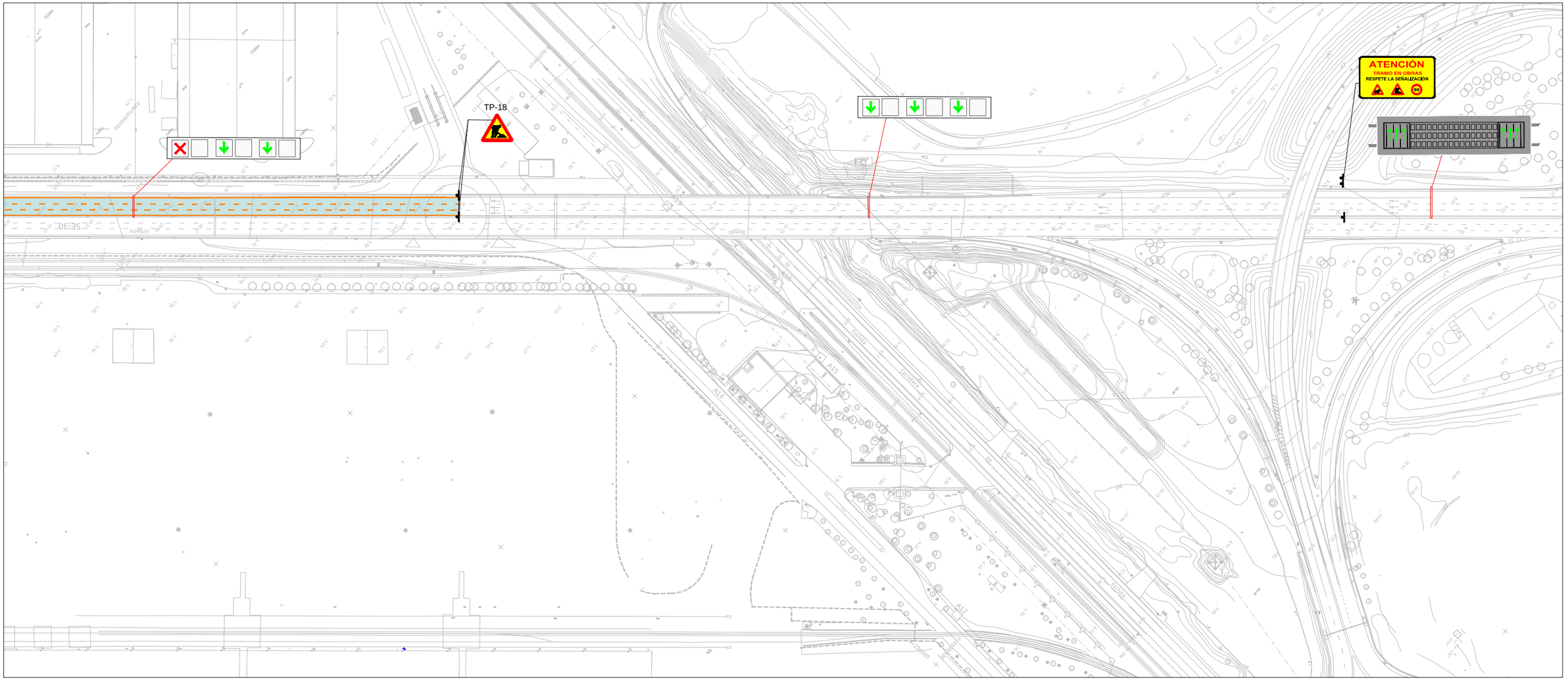
| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A-1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.1.1<br>HOJA 2 DE 4 | **SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES**<br>**CORTE NOCTURNO DE UN CARRIL SENTIDO CRECIENTE. FASES 1, 2, 3, 4.1, 4.2 Y 4.3**<br>FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |




ZONA DE TRÁFICO

1:1000
0 5 10 15 20m

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A–1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.1.1<br>HOJA 3 DE 4 | **SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES**<br>**CORTE NOCTURNO DE UN CARRIL SENTIDO CRECIENTE. FASES 1, 2, 3, 4.1, 4.2 Y 4.3** | FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |




ZONA DE TRÁFICO

1:1000

0 5 10 15 20m

GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA

SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS

DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS

DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL

CONSULTOR: FHECOR Ingenieros Consultores — IDEAM

INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO: JOSÉ ROMO MARTÍN; LUIS MATUTE RUBIO

INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO: EMILIO ASENSIO GARCÍA

ESCALA ORIGINAL: INDICADAS

ORIGINAL UNE A-1

TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:

PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA

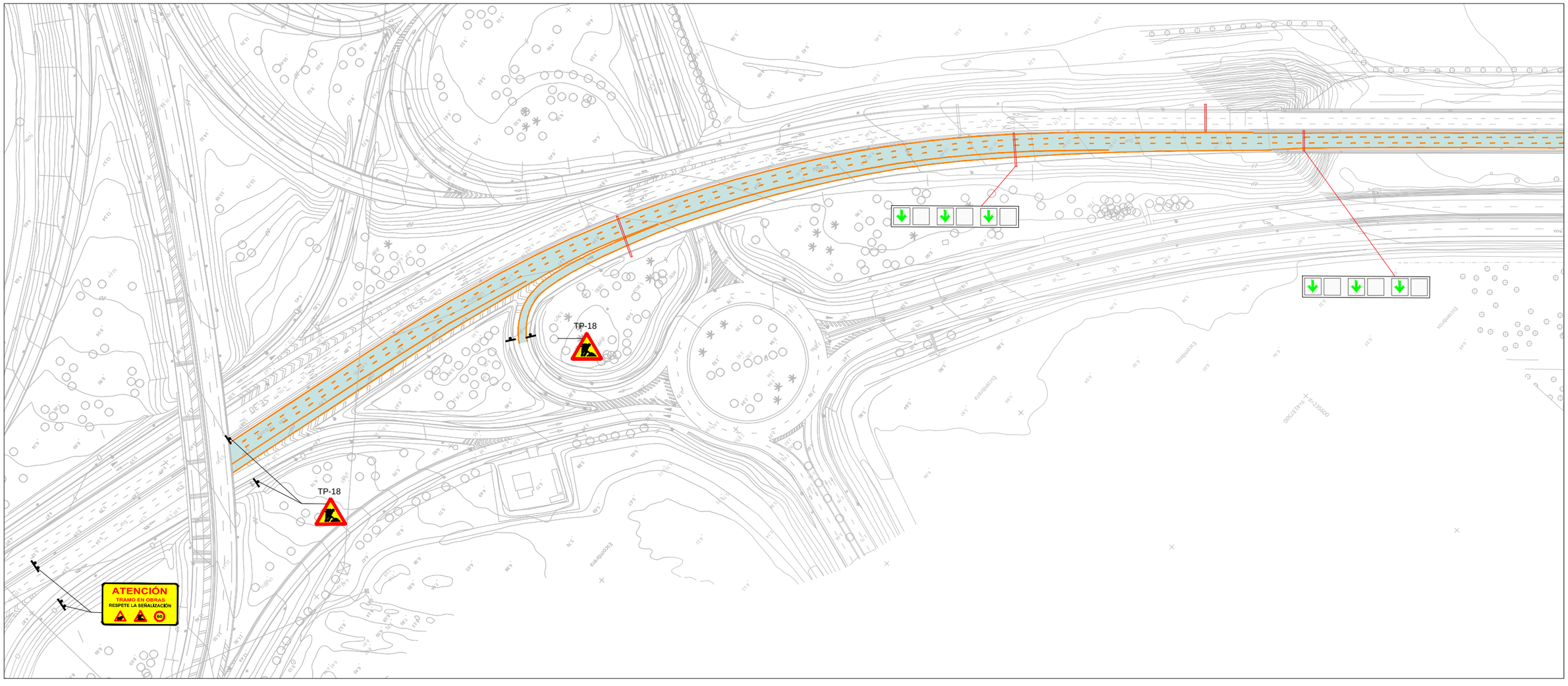
CLAVE: T4-SE-5090

Nº PLANO: A19.1.1

HOJA 4 DE 4

# SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES
## CORTE NOCTURNO DE UN CARRIL SENTIDO CRECIENTE. FASES 1, 2, 3, 4.1, 4.2 Y 4.3

FECHA: DICIEMBRE 2019




ZONA DE TRÁFICO

1:1000

0 5 10 15 20m

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA
SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS
DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL

CONSULTOR
FHECOR Ingenieros Consultores
IDEAM

INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO
JOSÉ ROMO MARTÍN
LUIS MATUTE RUBIO

INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO
EMILIO ASENSIO GARCÍA

ESCALA ORIGINAL:
INDICADAS
ORIGINAL UNE A–1

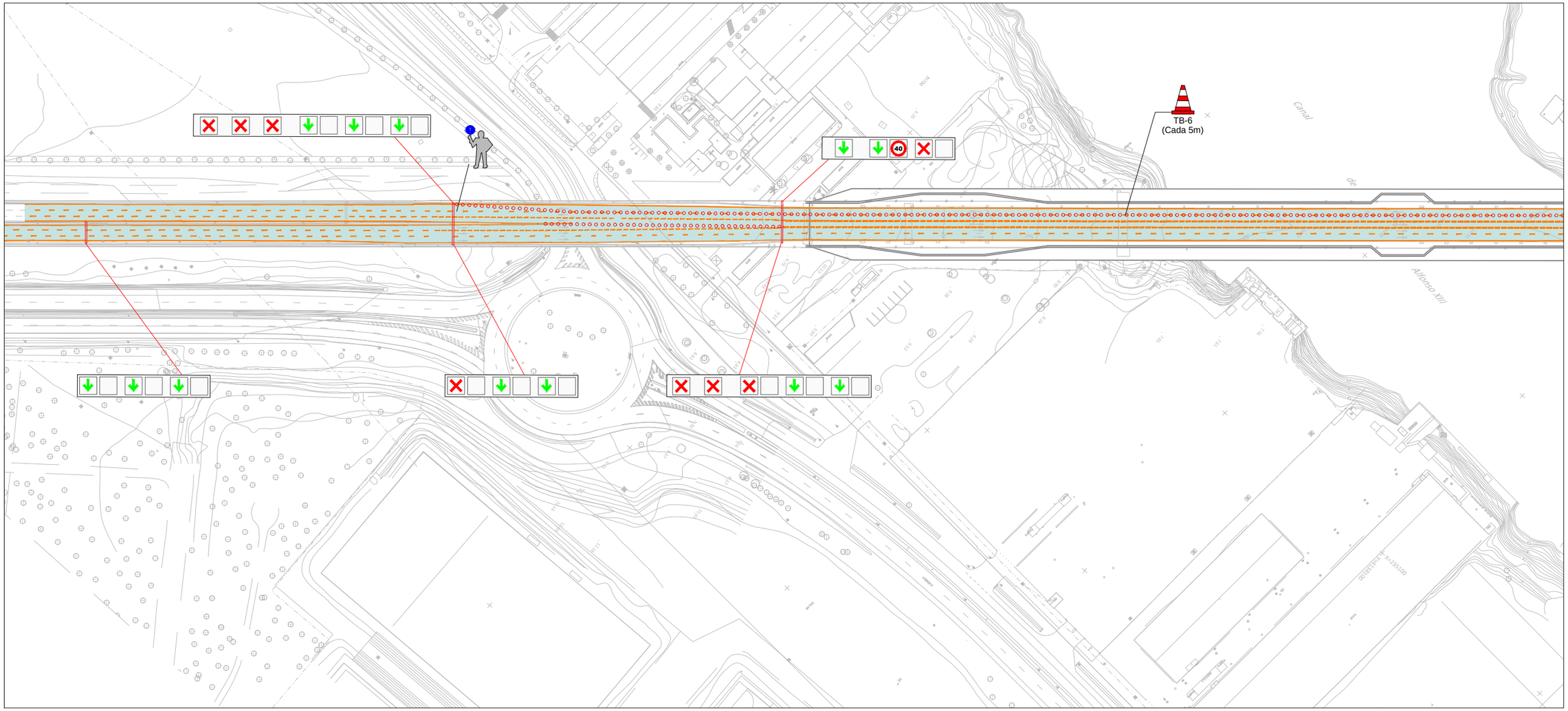
TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:
PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA

CLAVE:
T4-SE-5090

Nº PLANO:
A19.1.1
HOJA 1 DE 4

**SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES**
**CORTE NOCTURNO DE UN CARRIL SENTIDO DECRECIENTE. FASES 1, 2, 3, 4.1, 4.2, Y 4.3**

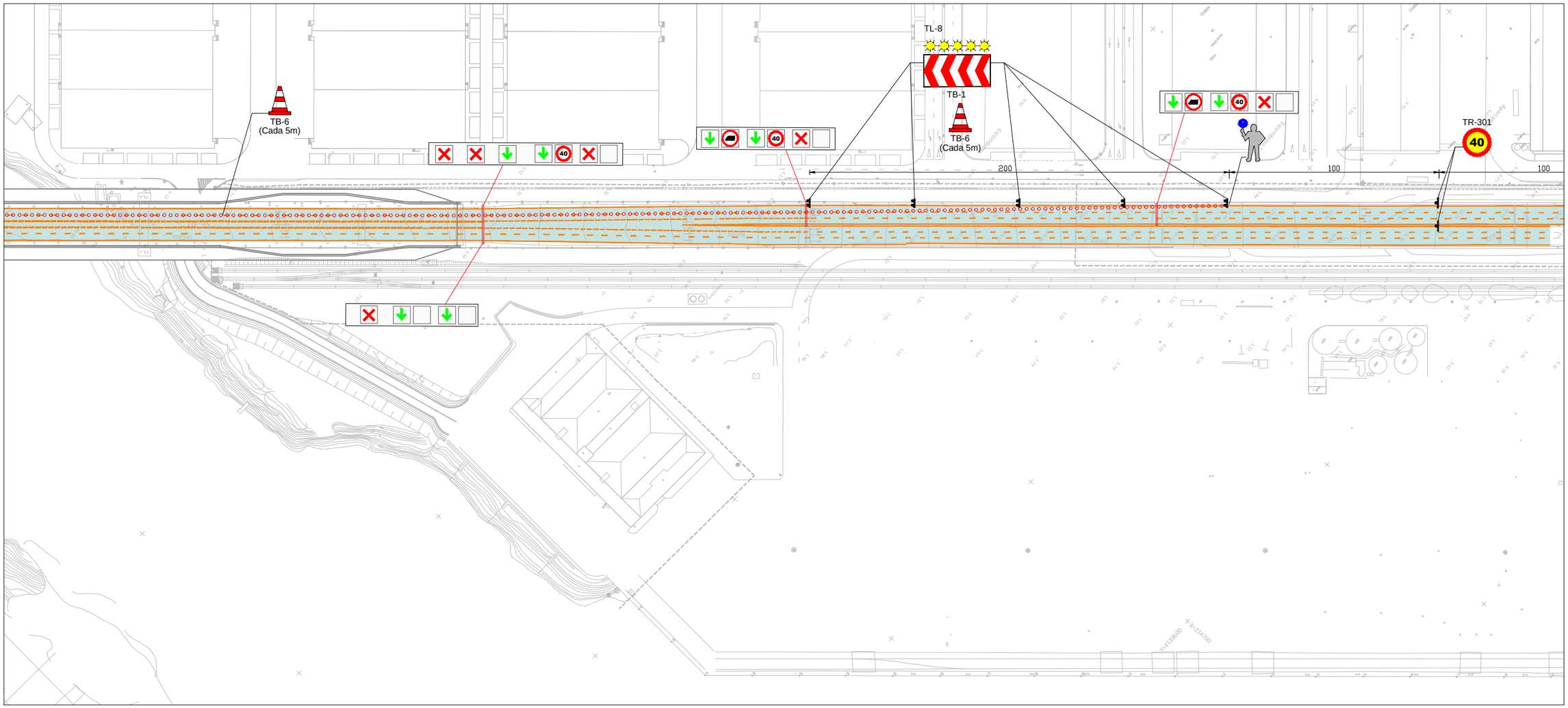
FECHA:
DICIEMBRE 2019



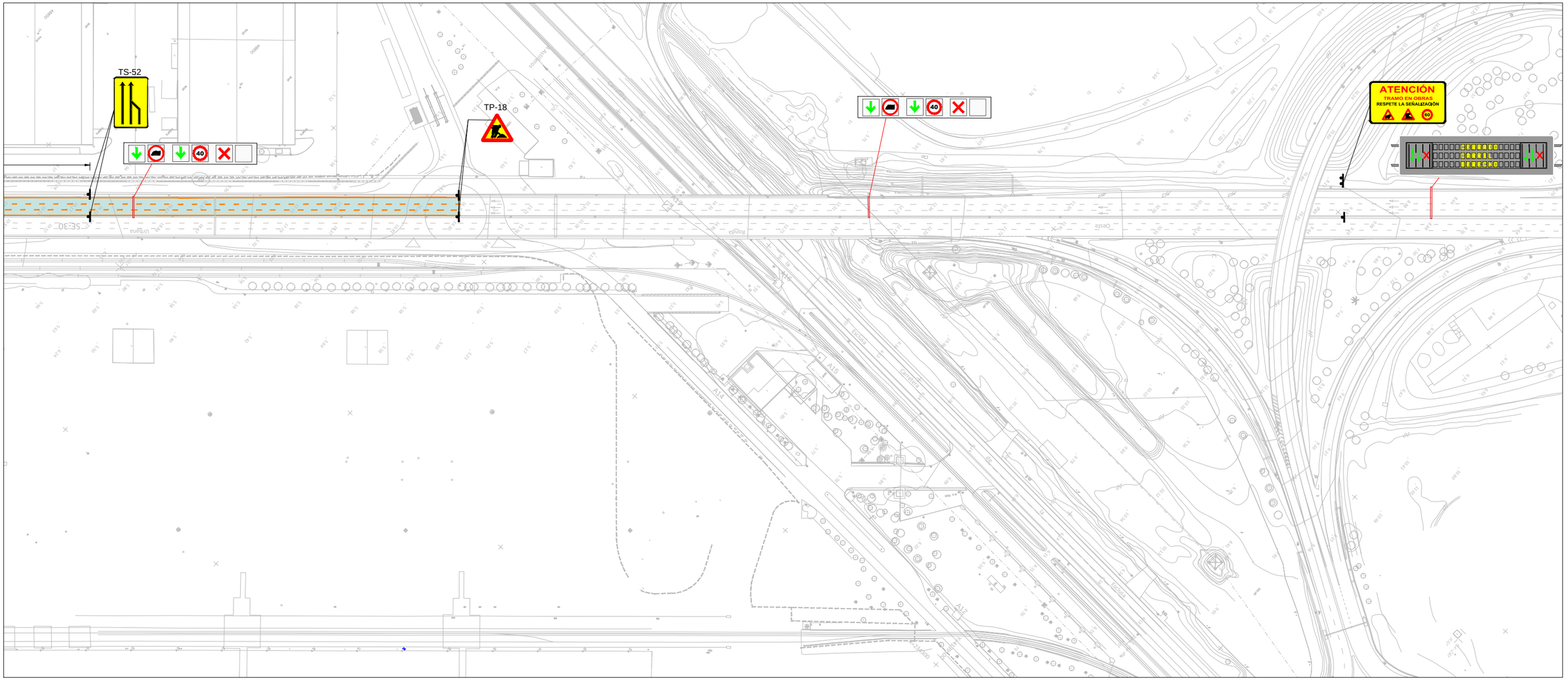

ZONA DE TRÁFICO

1:1000
0 5 10 15 20m

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A-1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.1.1<br>HOJA 2 DE 4 | **SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES**<br>**CORTE NOCTURNO DE UN CARRIL SENTIDO DECRECIENTE. FASES 1, 2, 3, 4.1, 4.2, Y 4.3**<br>FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |




| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A-1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.1.1<br>HOJA 3 DE 4 | **SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES**<br>**CORTE NOCTURNO DE UN CARRIL SENTIDO DECRECIENTE. FASES 1, 2, 3, 4.1, 4.2, Y 4.3** | FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |




ZONA DE TRÁFICO

1:1000
0 5 10 15 20m

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA
SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS
DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL

CONSULTOR
FHECOR Ingenieros Consultores
IDEAM

INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO
JOSÉ ROMO MARTÍN
LUIS MATUTE RUBIO

INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO
EMILIO ASENSIO GARCÍA

ESCALA ORIGINAL:
INDICADAS
ORIGINAL UNE A-1

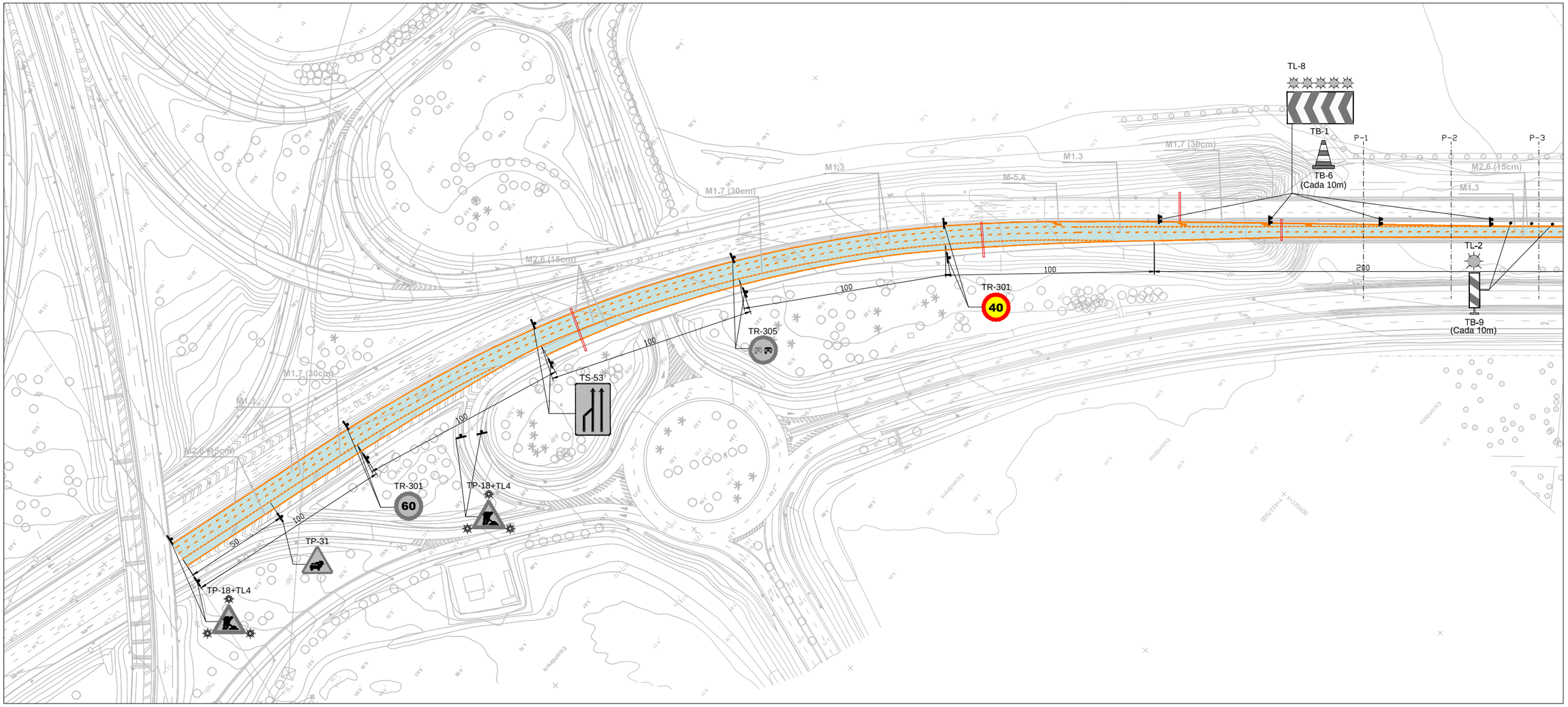
TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:
PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA

CLAVE:
T4-SE-5090

Nº PLANO:
A19.1.1
HOJA 4 DE 4

**SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES**
**CORTE NOCTURNO DE UN CARRIL SENTIDO DECRECIENTE. FASES 1, 2, 3, 4.1, 4.2, Y 4.3**

FECHA:
DICIEMBRE 2019



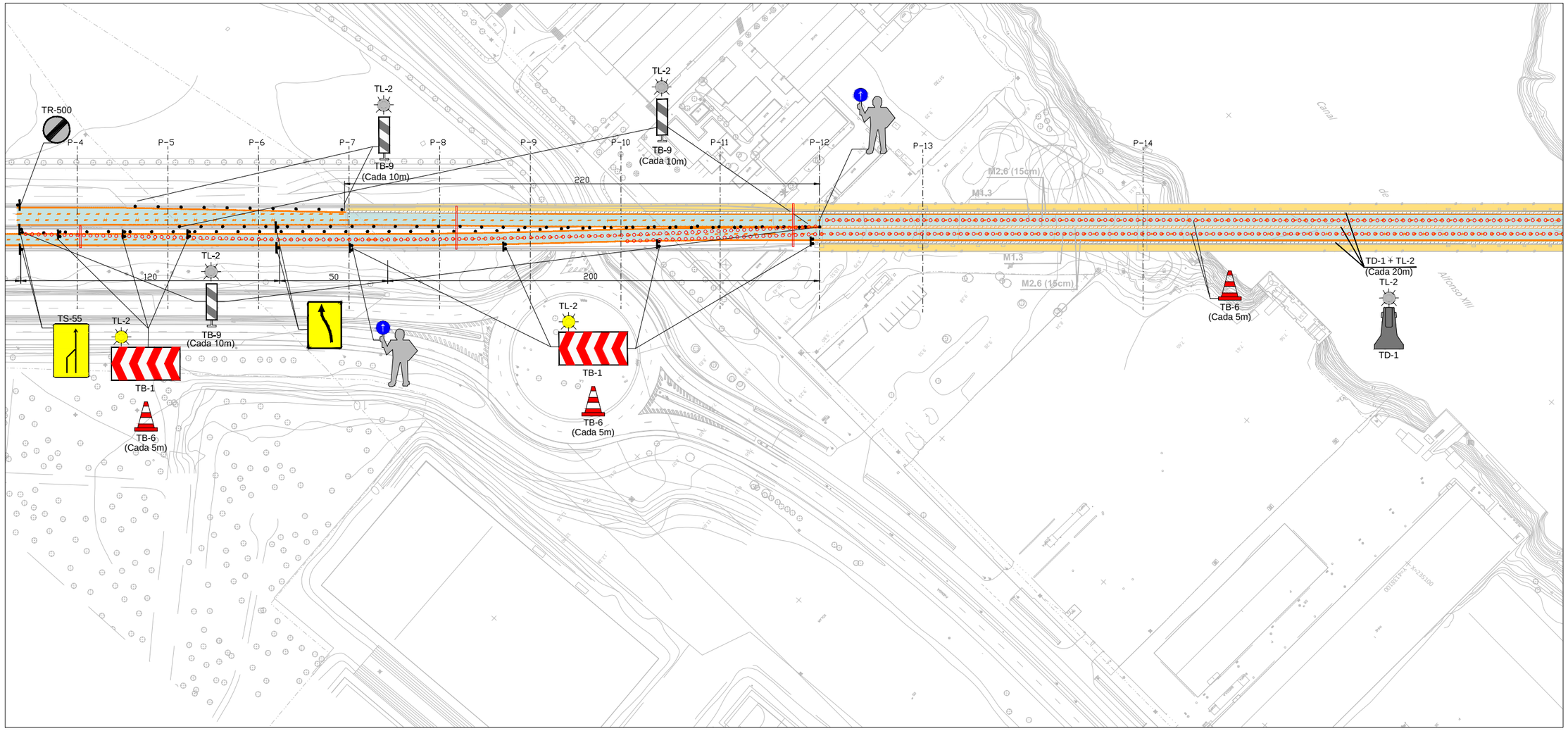

ZONA DE TRÁFICO

ZONA DE OBRAS

1:1000

0 5 10 15 20m

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A-1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.1.1<br>HOJA 1 DE 4 | **SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES**<br>**CORTE NOCTURNO DE UN CARRIL**<br>**AMBOS SENTIDOS. FASE 4.4** | FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |



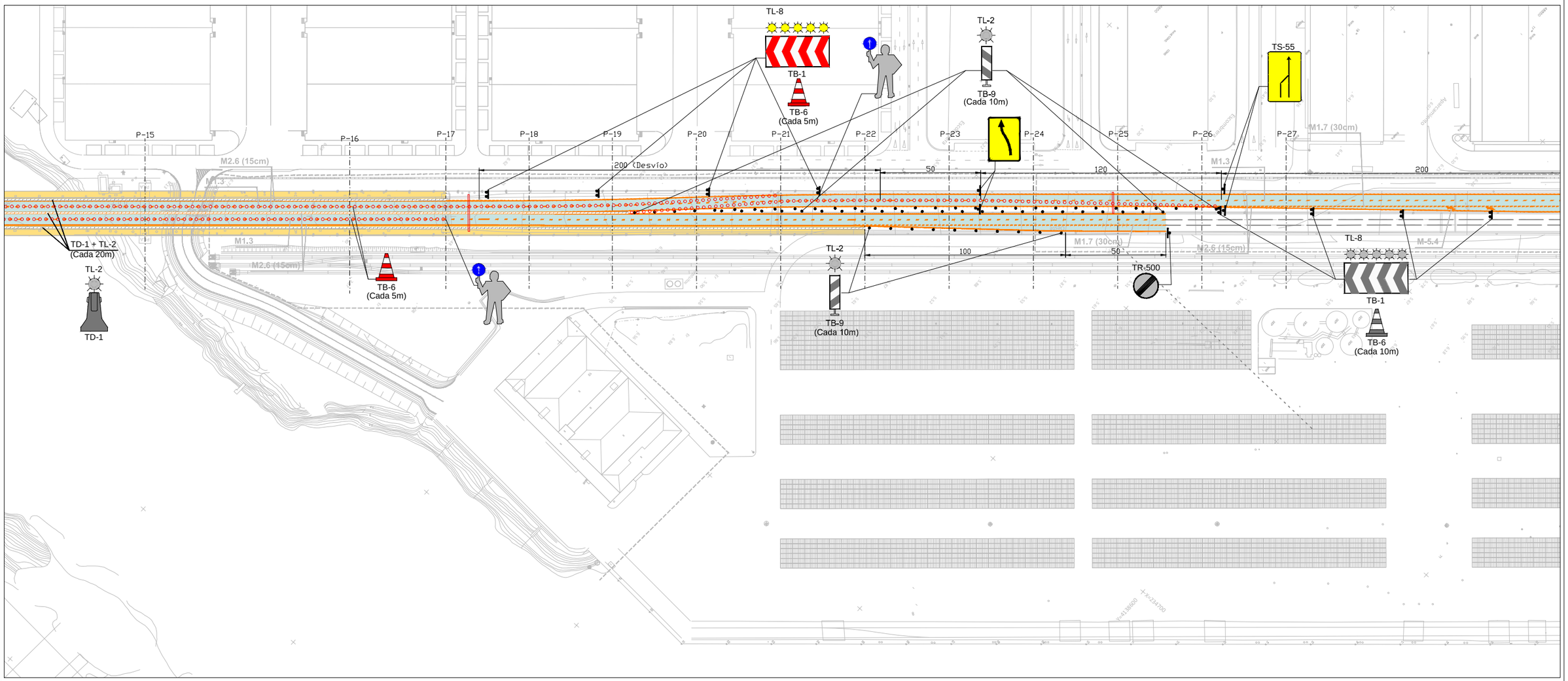

ZONA DE TRÁFICO

ZONA DE OBRAS

1:1000

0 5 10 15 20m

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A-1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.1.1<br>HOJA 2 DE 4 | **SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES**<br>**CORTE NOCTURNO DE UN CARRIL**<br>**AMBOS SENTIDOS. FASE 4.4** | FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |



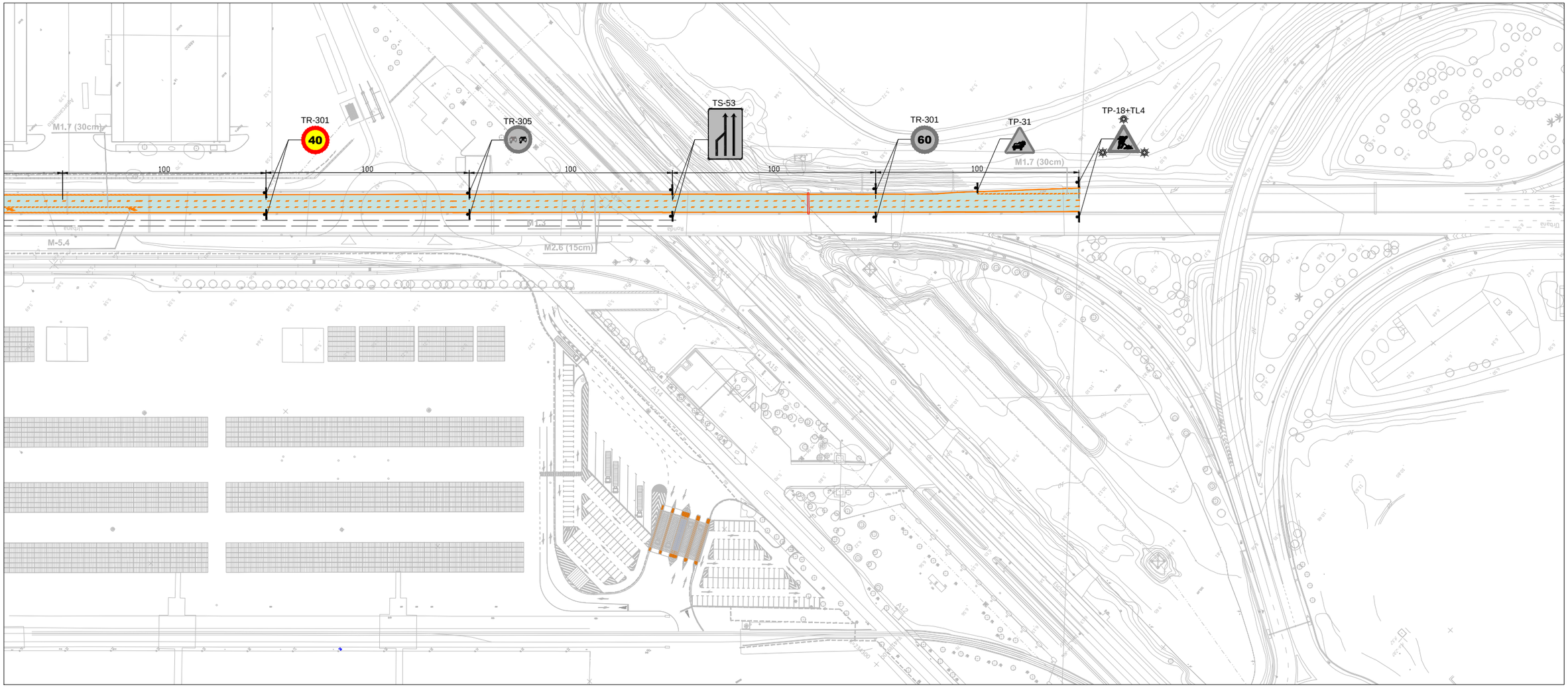

ZONA DE TRÁFICO

ZONA DE OBRAS

1:1000

0 5 10 15 20m

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A-1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.1.1<br>HOJA 3 DE 4 | **SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES**<br>**CORTE NOCTURNO DE UN CARRIL**<br>**AMBOS SENTIDOS. FASE 4.4** | FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |



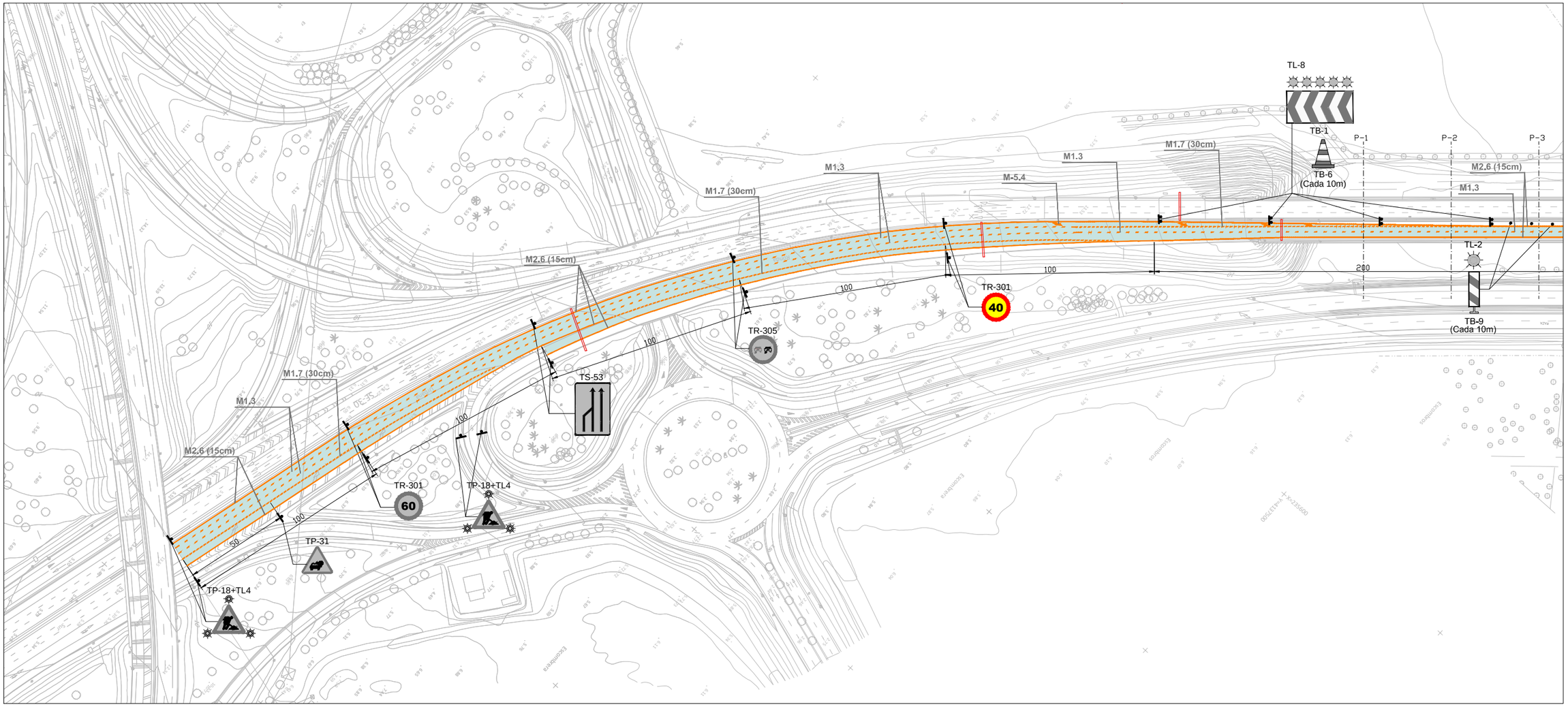

ZONA DE TRÁFICO

ZONA DE OBRAS

1:1000

0 5 10 15 20m

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A–1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.1.1<br>HOJA 4 DE 4 | **SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES**<br>**CORTE NOCTURNO DE UN CARRIL**<br>**AMBOS SENTIDOS. FASE 4.4** | FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |



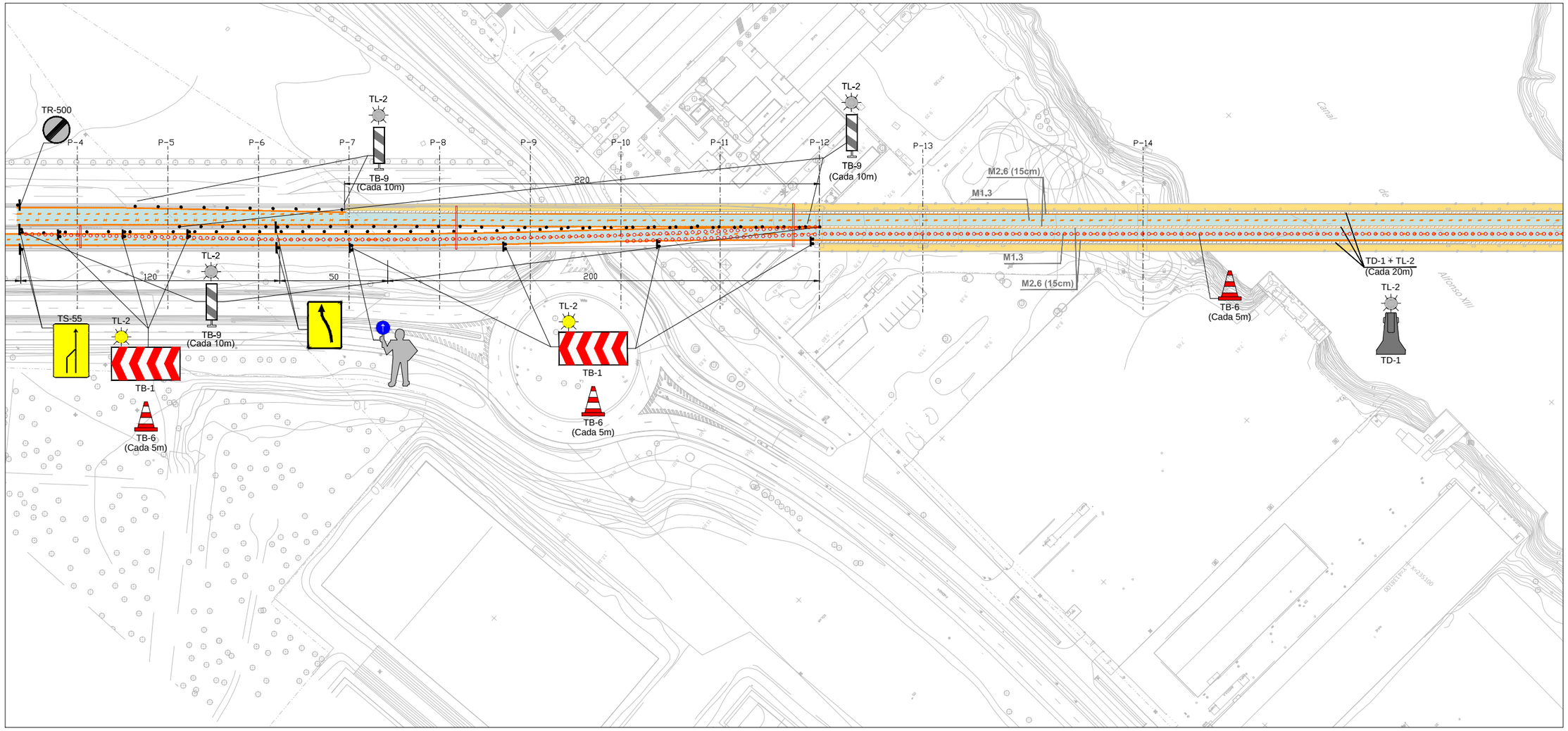

ZONA DE TRÁFICO

ZONA DE OBRAS

1:1000

0 5 10 15 20m

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A-1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.1.2<br>HOJA 1 DE 4 | **SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES**<br>**CORTE NOCTURNO DE UN CARRIL SENTIDO CRECIENTE. FASE 4.4** | FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |



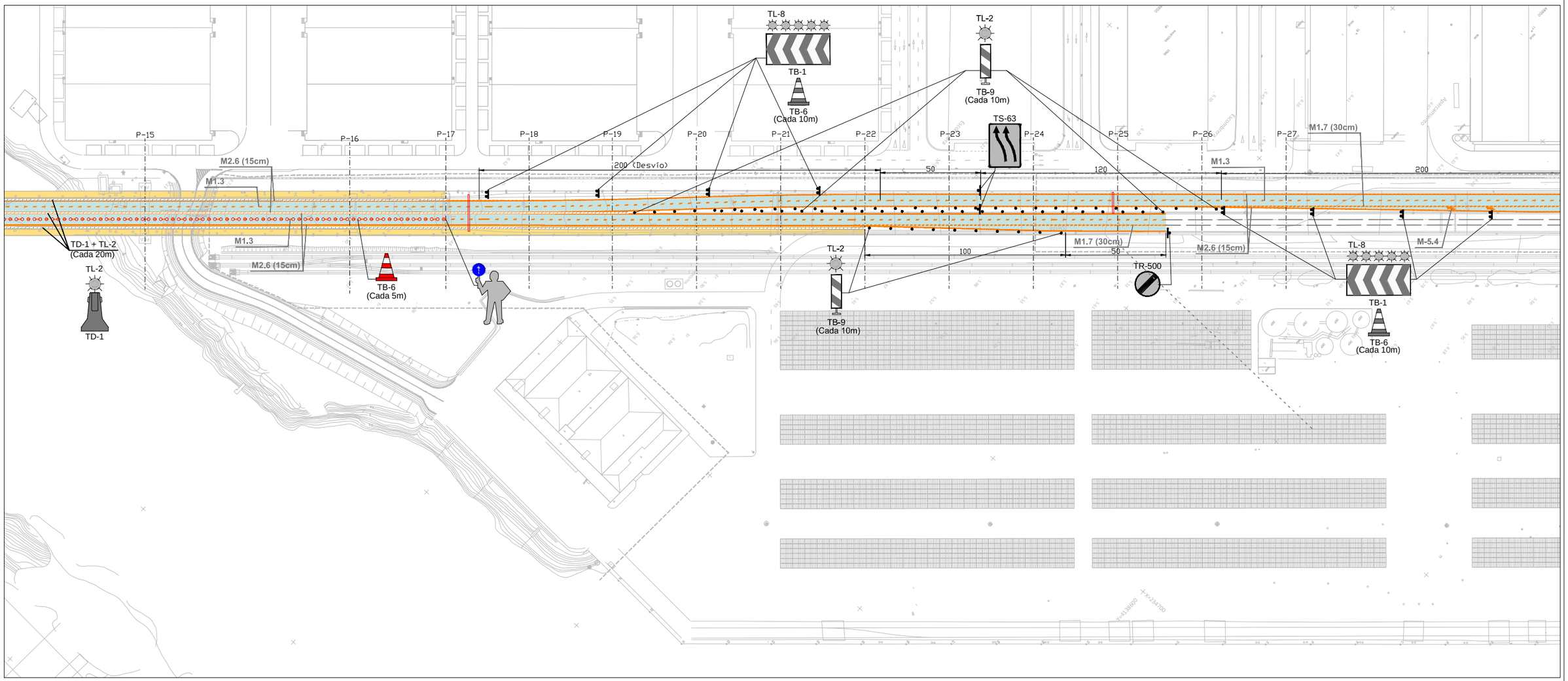

ZONA DE TRÁFICO

ZONA DE OBRAS

1:1000

0 5 10 15 20m

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A-1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.1.2<br>HOJA 2 DE 4 | **SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES**<br>**CORTE NOCTURNO DE UN CARRIL SENTIDO CRECIENTE. FASE 4.4**<br>FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |



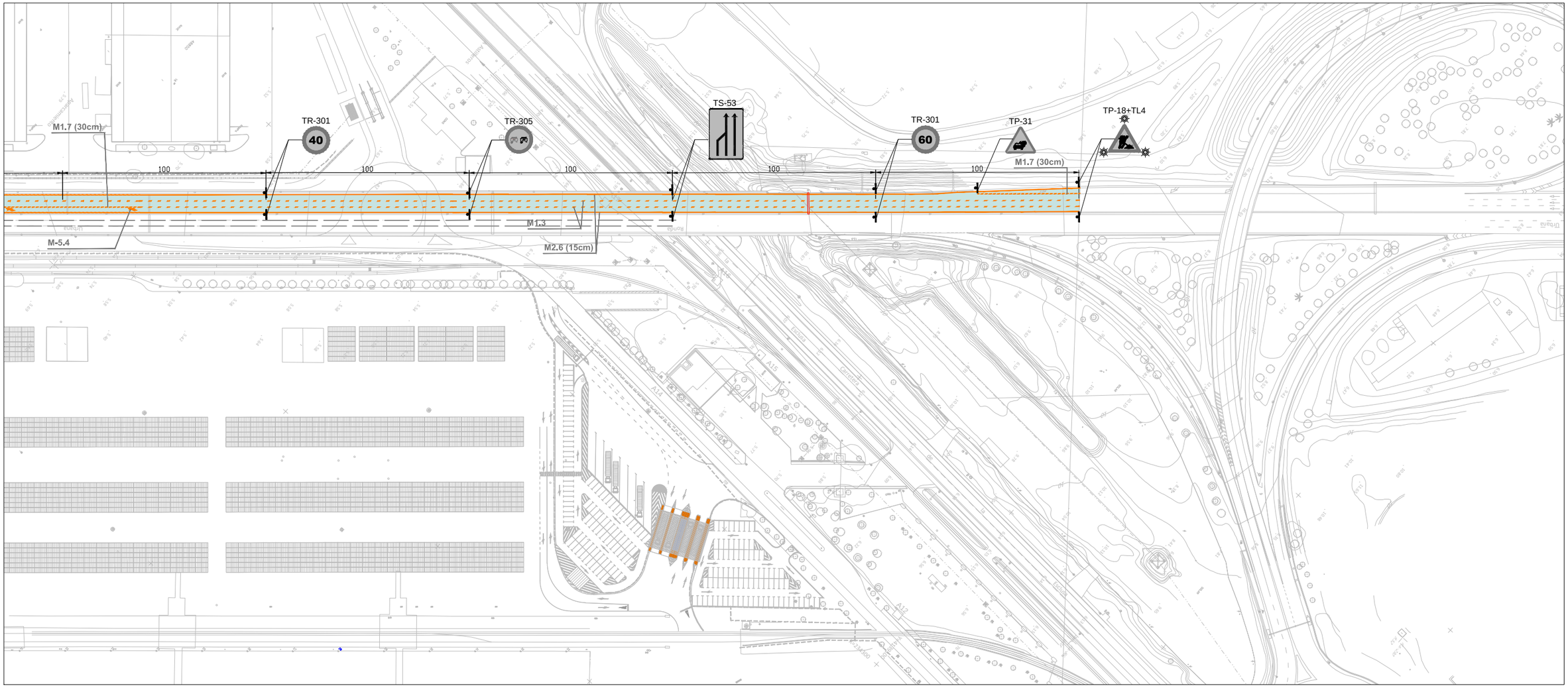

ZONA DE TRÁFICO

ZONA DE OBRAS

1:1000

0 5 10 15 20m

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A-1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.1.2<br>HOJA 3 DE 4 | **SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES**<br>**CORTE NOCTURNO DE UN CARRIL SENTIDO CRECIENTE. FASE 4.4**<br>FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |



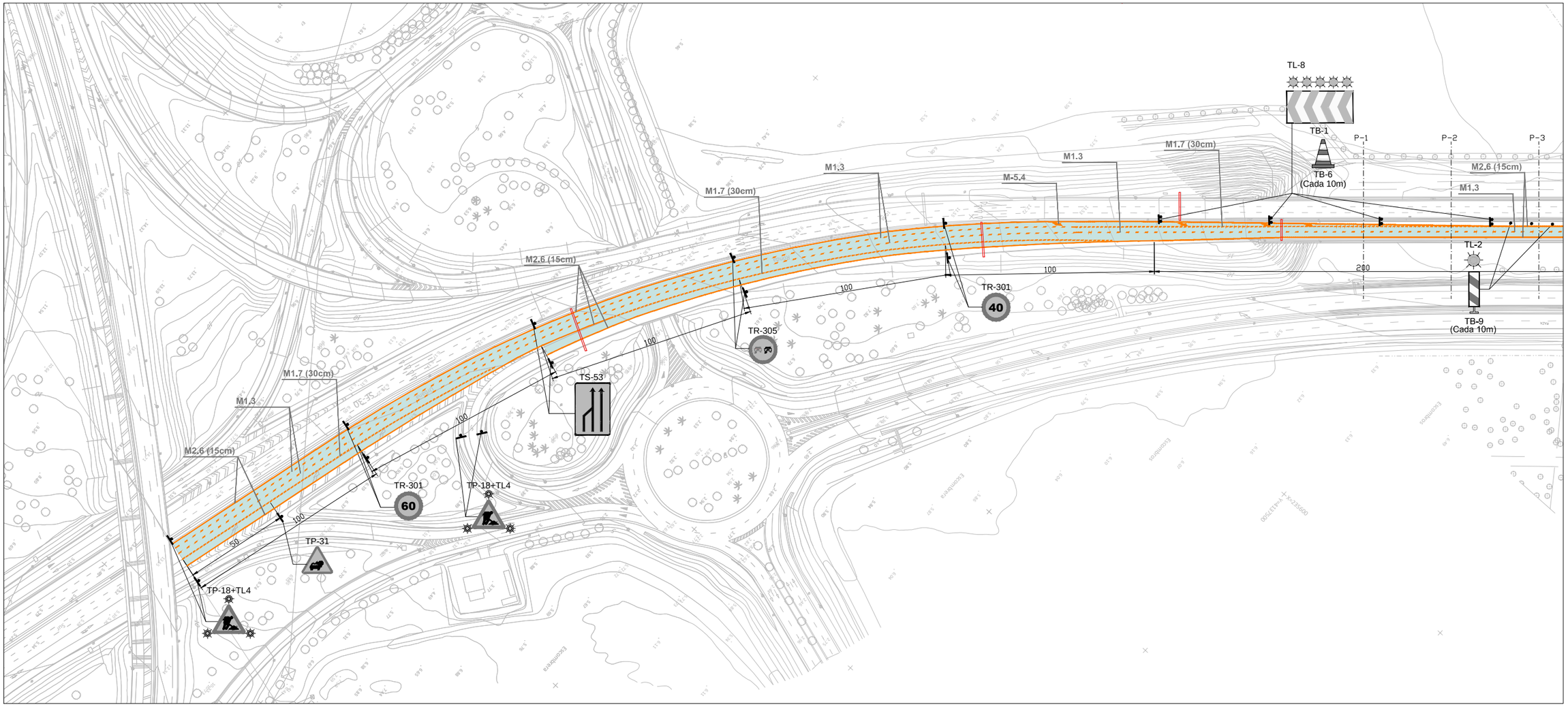

ZONA DE TRÁFICO

ZONA DE OBRAS

1:1000

0 5 10 15 20m

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A–1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.1.2<br>HOJA 4 DE 4 | **SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES**<br>**CORTE NOCTURNO DE UN CARRIL SENTIDO CRECIENTE. FASE 4.4** | FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |



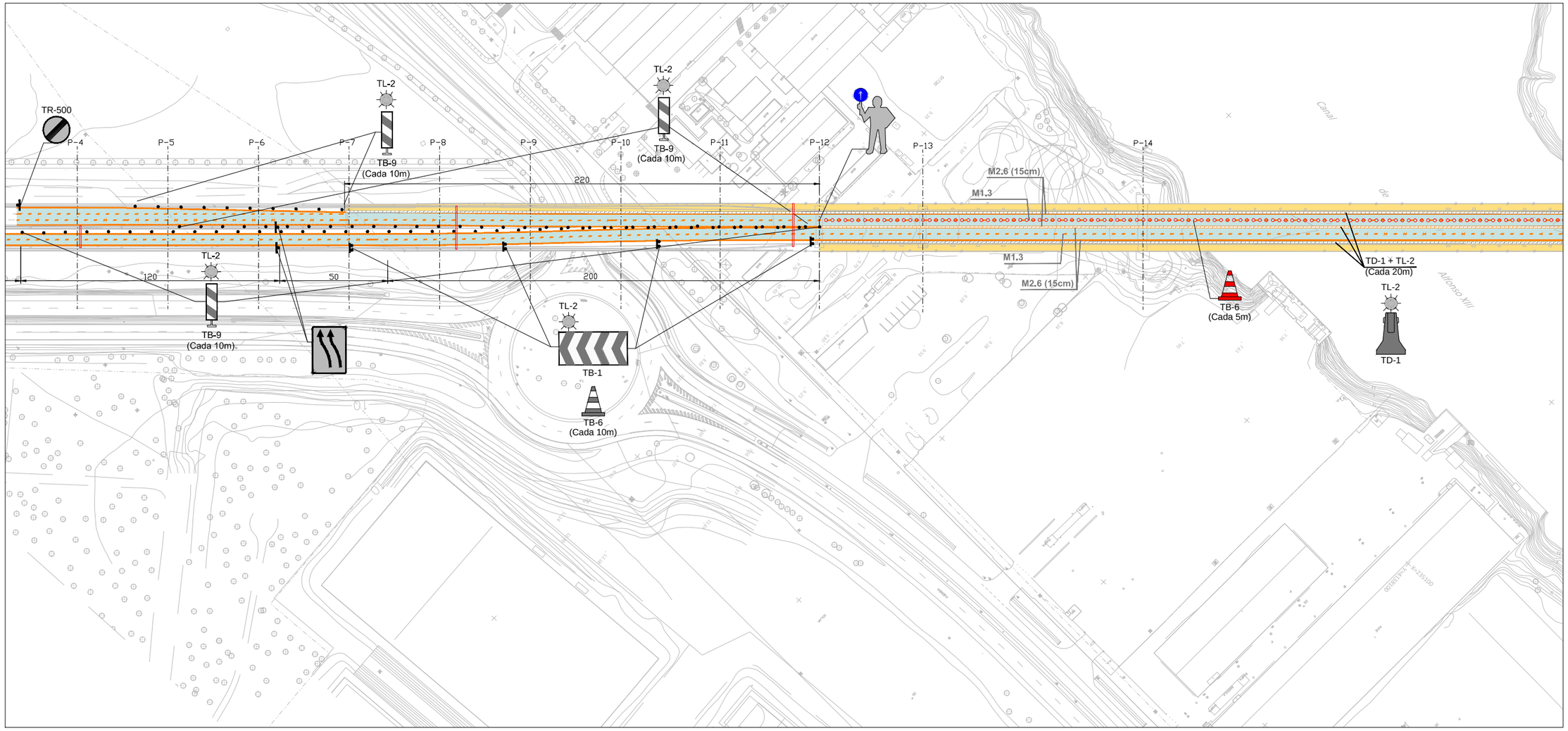

ZONA DE TRÁFICO

ZONA DE OBRAS

1:1000

0 5 10 15 20m

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A-1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.1.2<br>HOJA 1 DE 4 | **SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES**<br>**CORTE NOCTURNO DE UN CARRIL SENTIDO DECRECIENTE. FASE 4.4** | FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |



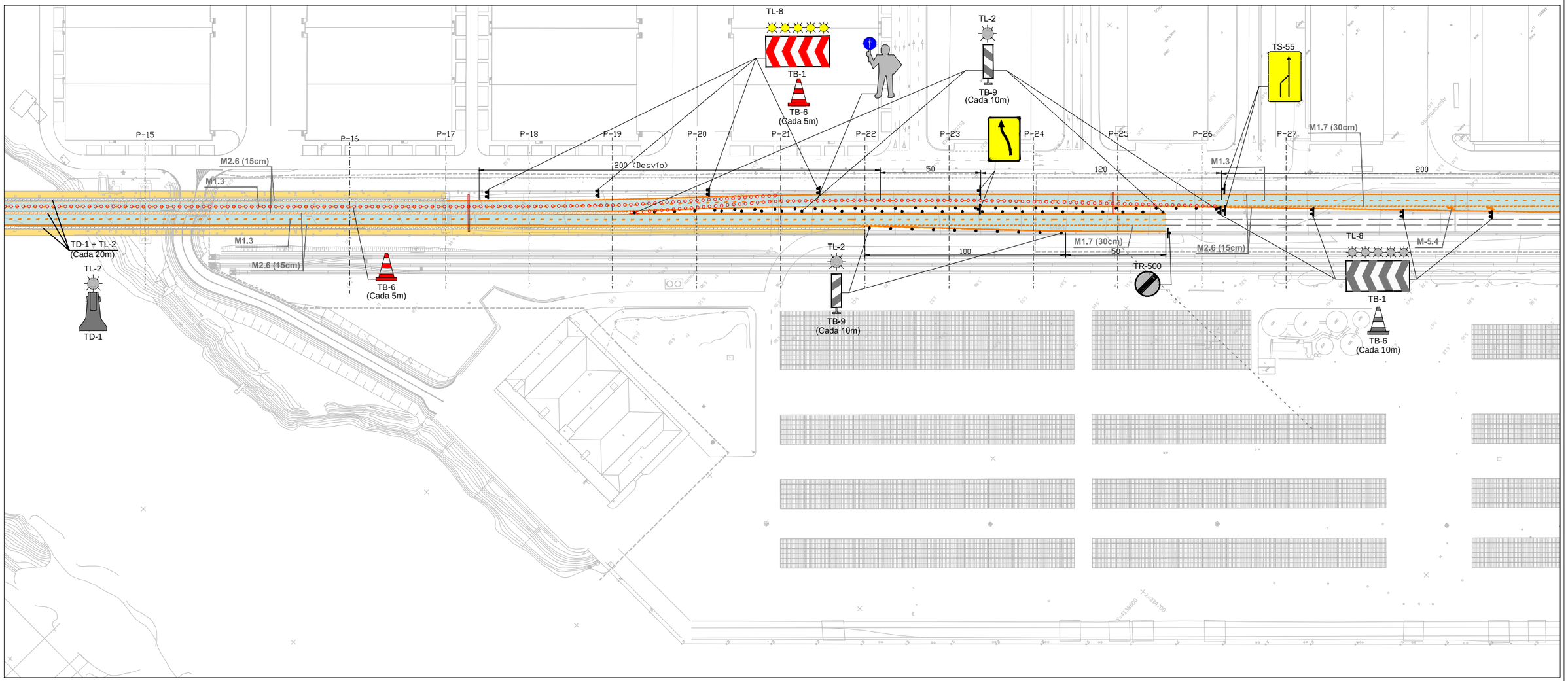

ZONA DE TRÁFICO

ZONA DE OBRAS

1:1000

0 5 10 15 20m

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A-1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.1.2<br>HOJA 2 DE 4 | **SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES**<br>**CORTE NOCTURNO DE UN CARRIL SENTIDO DECRECIENTE. FASE 4.4** | FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |



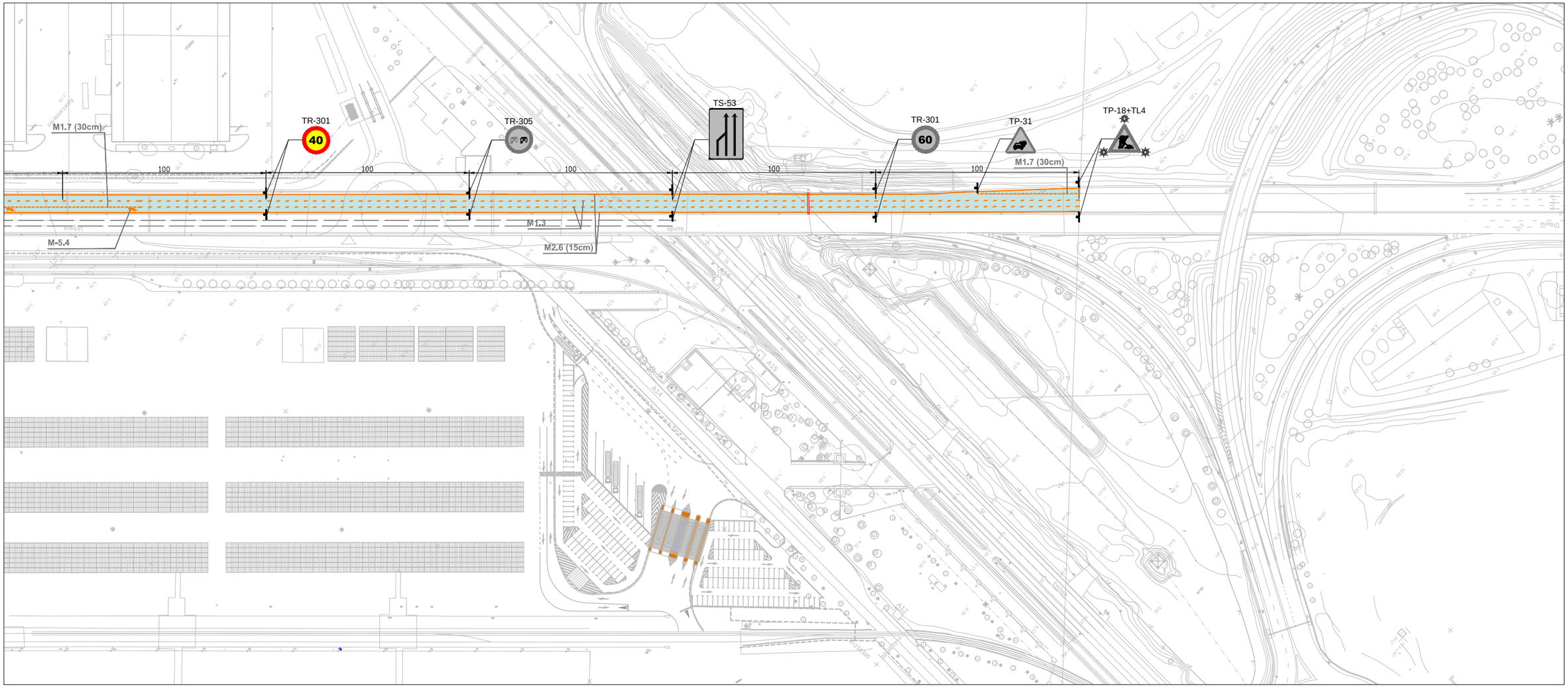

ZONA DE TRÁFICO

ZONA DE OBRAS

1:1000

0 5 10 15 20m

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A-1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.1.2<br>HOJA 3 DE 4 | **SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES**<br>**CORTE NOCTURNO DE UN CARRIL SENTIDO DECRECIENTE. FASE 4.4** | FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |



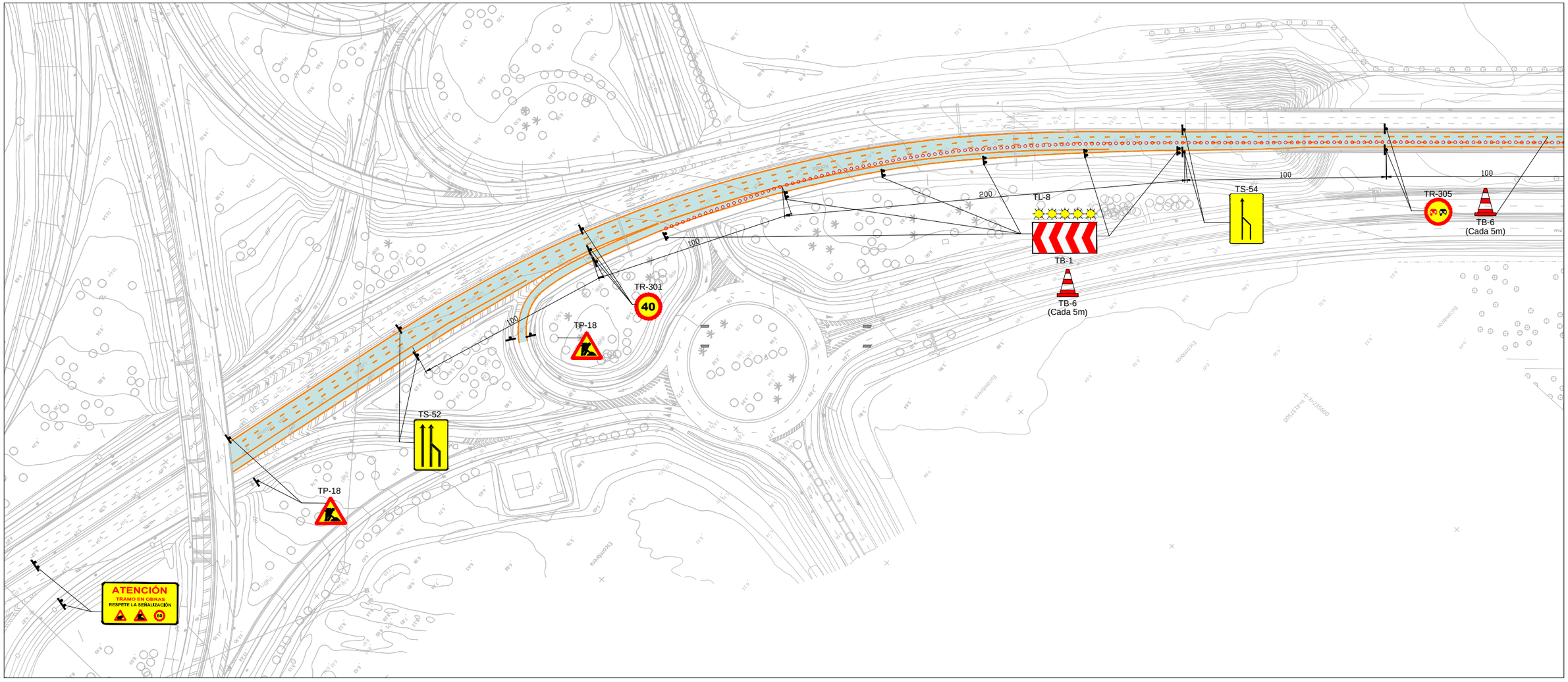

ZONA DE TRÁFICO

ZONA DE OBRAS

1:1000

0 5 10 15 20m

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A–1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.1.2<br>HOJA 4 DE 4 | **SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES**<br>**CORTE NOCTURNO DE UN CARRIL SENTIDO DECRECIENTE. FASE 4**.4 | FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |

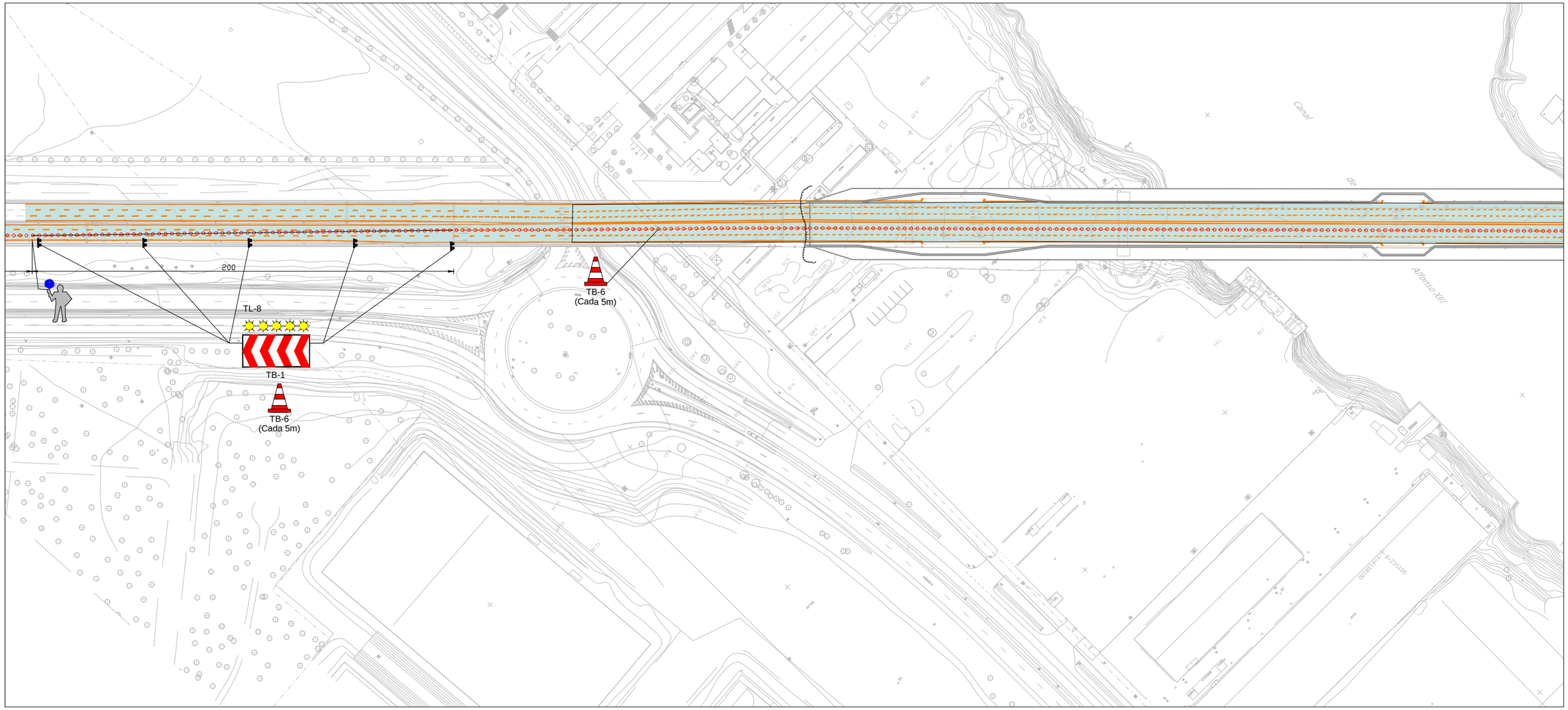



ZONA DE TRÁFICO

1:1000

0 5 10 15 20m

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A–1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.1.3<br>HOJA 1 DE 4 | **SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES**<br>**CORTE NOCTURNO DE DOS CARRILES SENTIDO CRECIENTE. FASE 6** | FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |

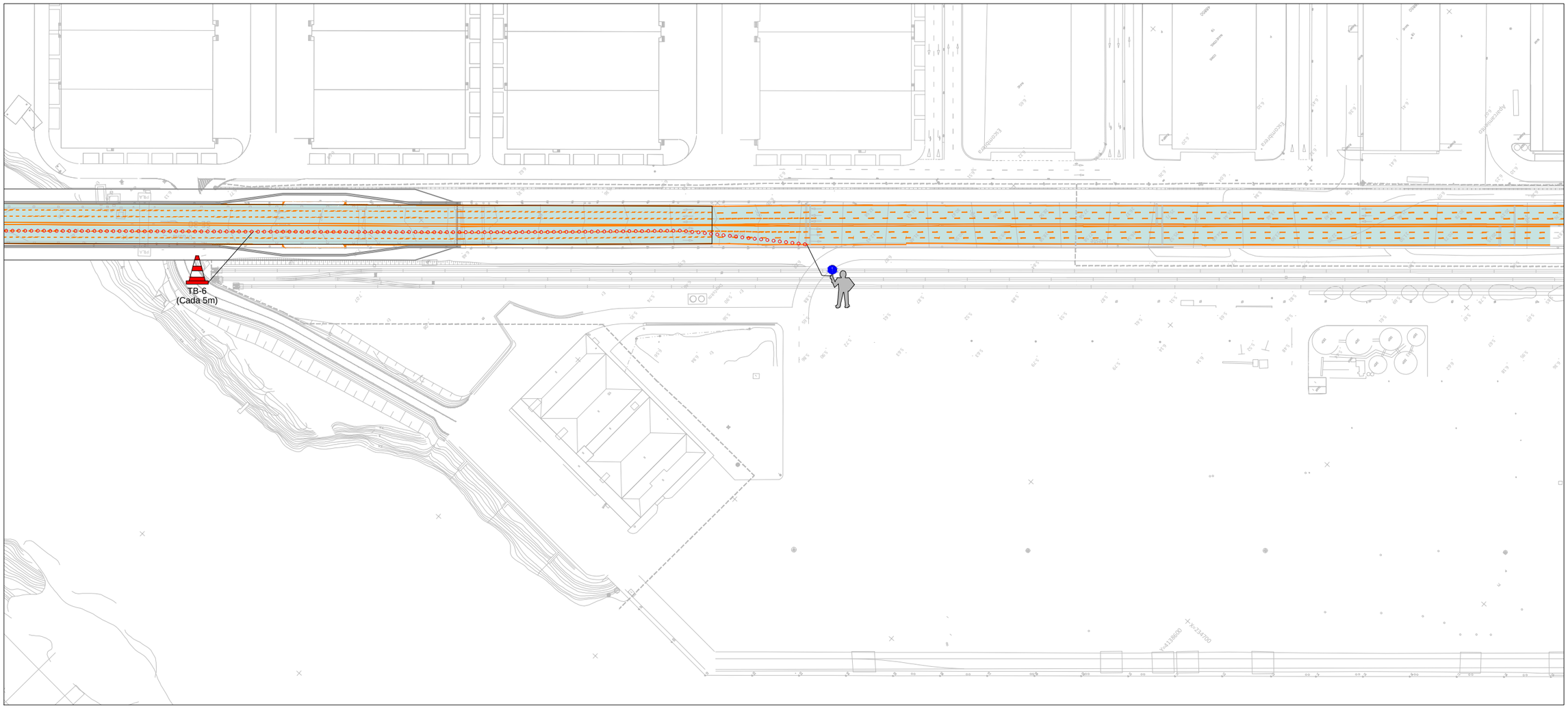



ZONA DE TRÁFICO

1:1000

0 5 10 15 20m

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A-1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.1.3<br>HOJA 2 DE 4 | **SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES**<br>**CORTE NOCTURNO DE DOS CARRILES SENTIDO CRECIENTE. FASE 6** | FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |

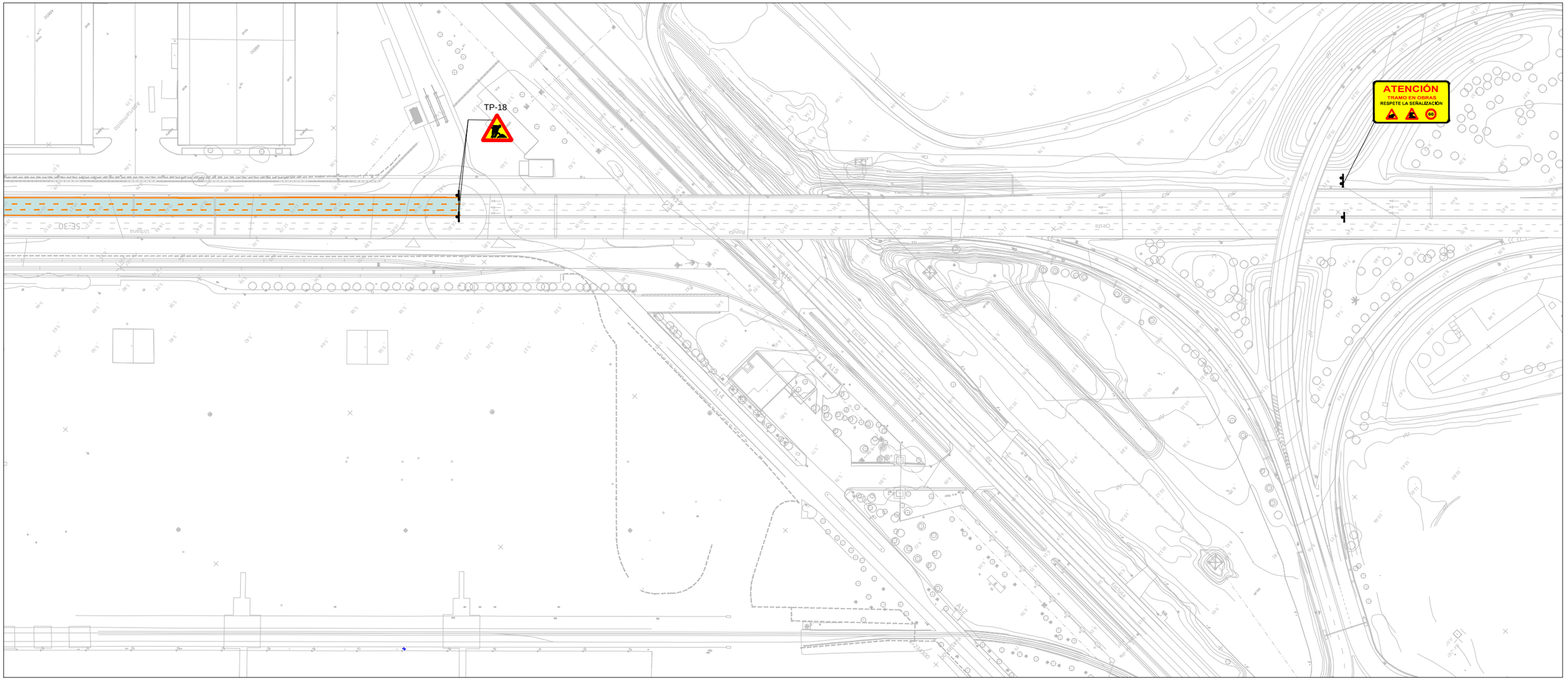



ZONA DE TRÁFICO

1:1000

0 5 10 15 20m

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A-1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.1.3<br>HOJA 3 DE 4 | **SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES**<br>**CORTE NOCTURNO DE DOS CARRILES SENTIDO CRECIENTE. FASE 6** | FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |

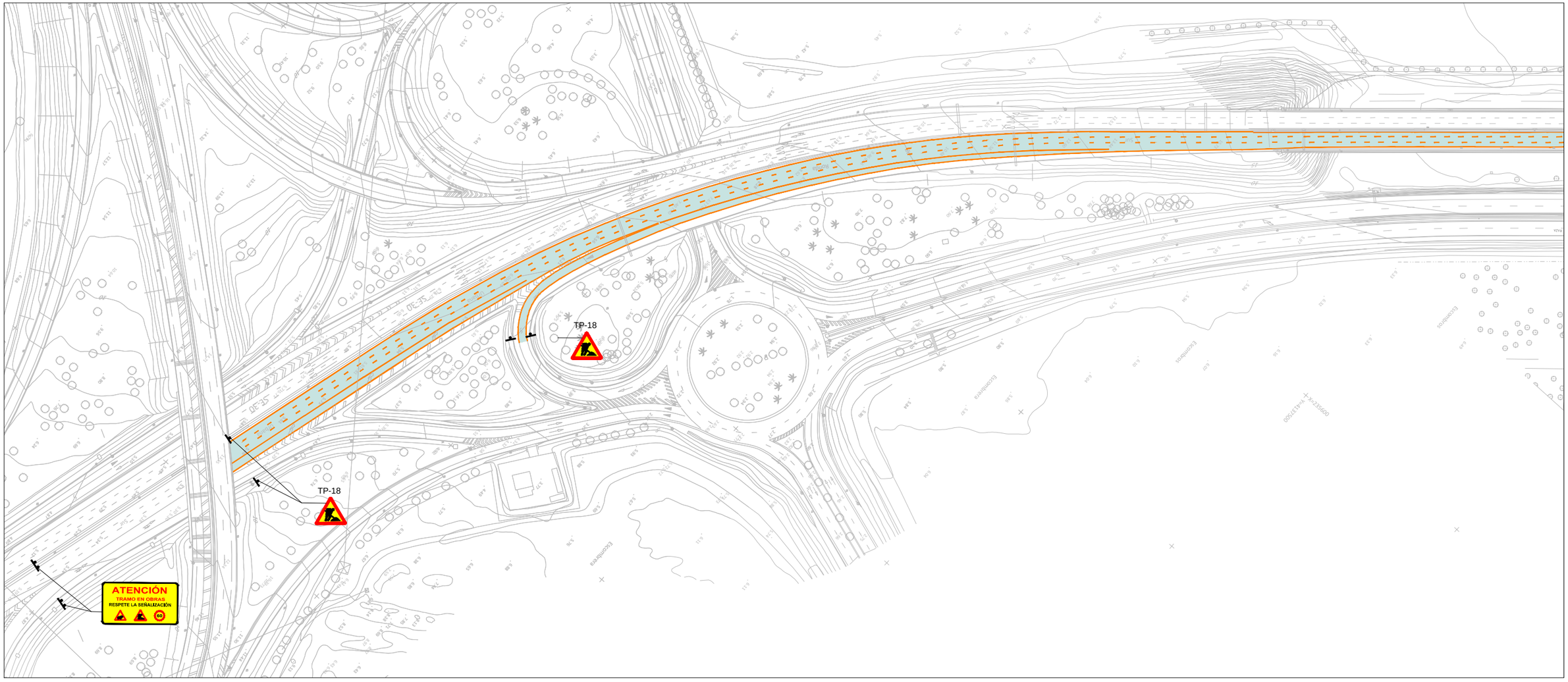



ZONA DE TRÁFICO

1:1000

0 5 10 15 20m

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A-1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.1.3<br>HOJA 4 DE 4 | **SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES**<br>**CORTE NOCTURNO DE DOS CARRILES SENTIDO CRECIENTE. FASE 6** | FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |




ZONA DE TRÁFICO

1:1000

0 5 10 15 20m

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA
SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS
DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL

CONSULTOR
FHECOR Ingenieros Consultores
IDEAM

INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO
JOSÉ ROMO MARTÍN
LUIS MATUTE RUBIO

INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO
EMILIO ASENSIO GARCÍA

ESCALA ORIGINAL:
INDICADAS
ORIGINAL UNE A–1

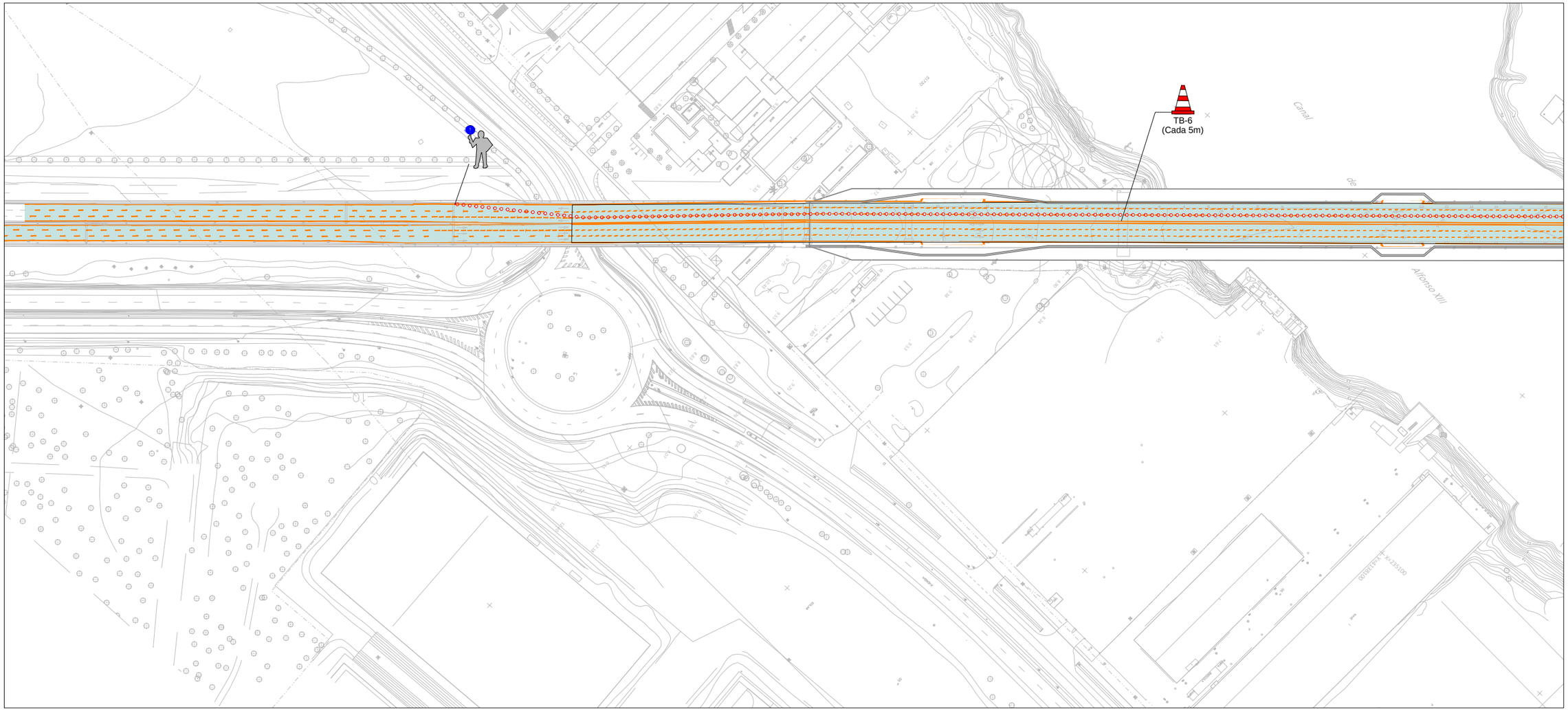
TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:
PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA

CLAVE:
T4-SE-5090

Nº PLANO:
A19.1.3
HOJA 1 DE 4

**SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES**
**CORTE NOCTURNO DE DOS CARRILES SENTIDO DECRECIENTE. FASE 6**

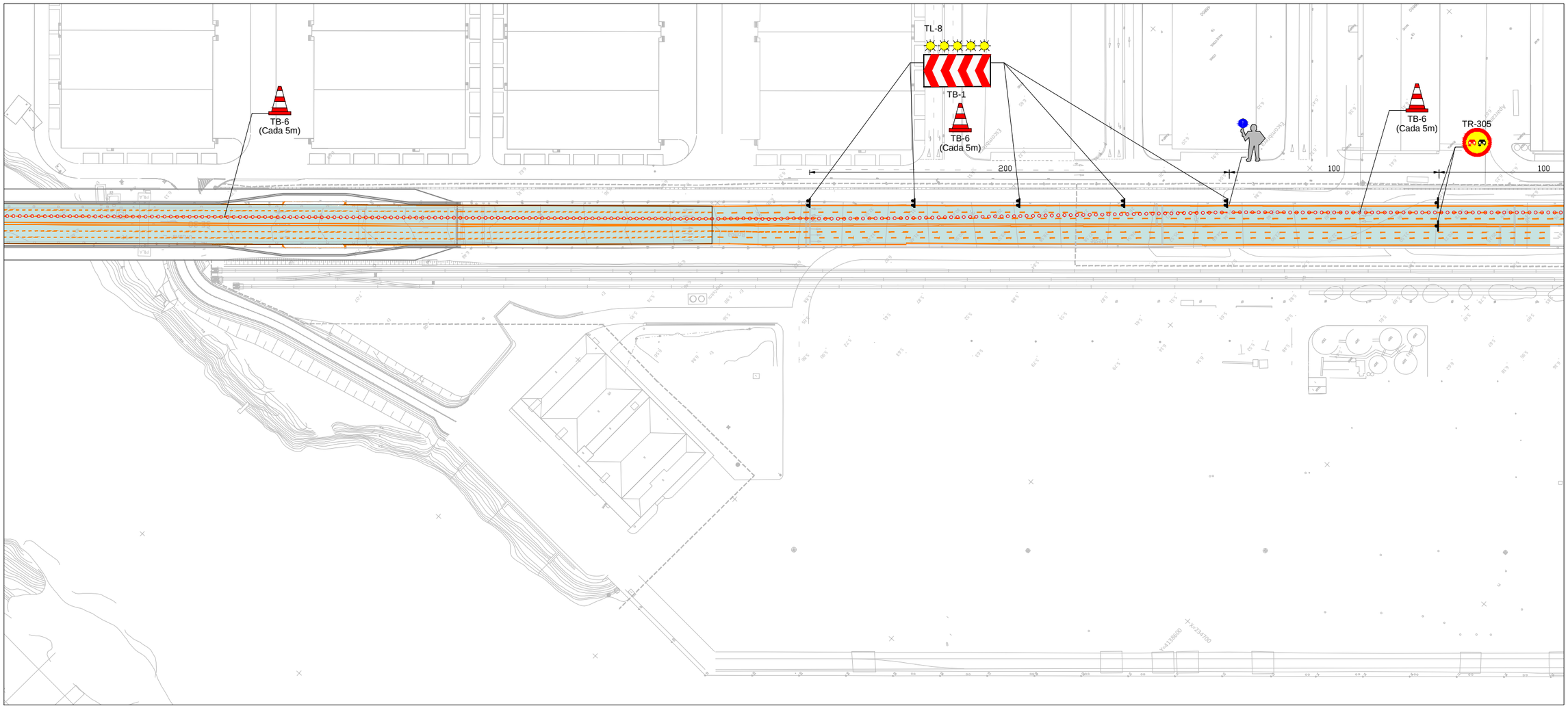
FECHA:
DICIEMBRE 2019




ZONA DE TRÁFICO

1:1000
0 5 10 15 20m

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A-1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.1.3<br>HOJA 2 DE 4 | **SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES**<br>**CORTE NOCTURNO DE DOS CARRILES SENTIDO DECRECIENTE. FASE 6** | FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |

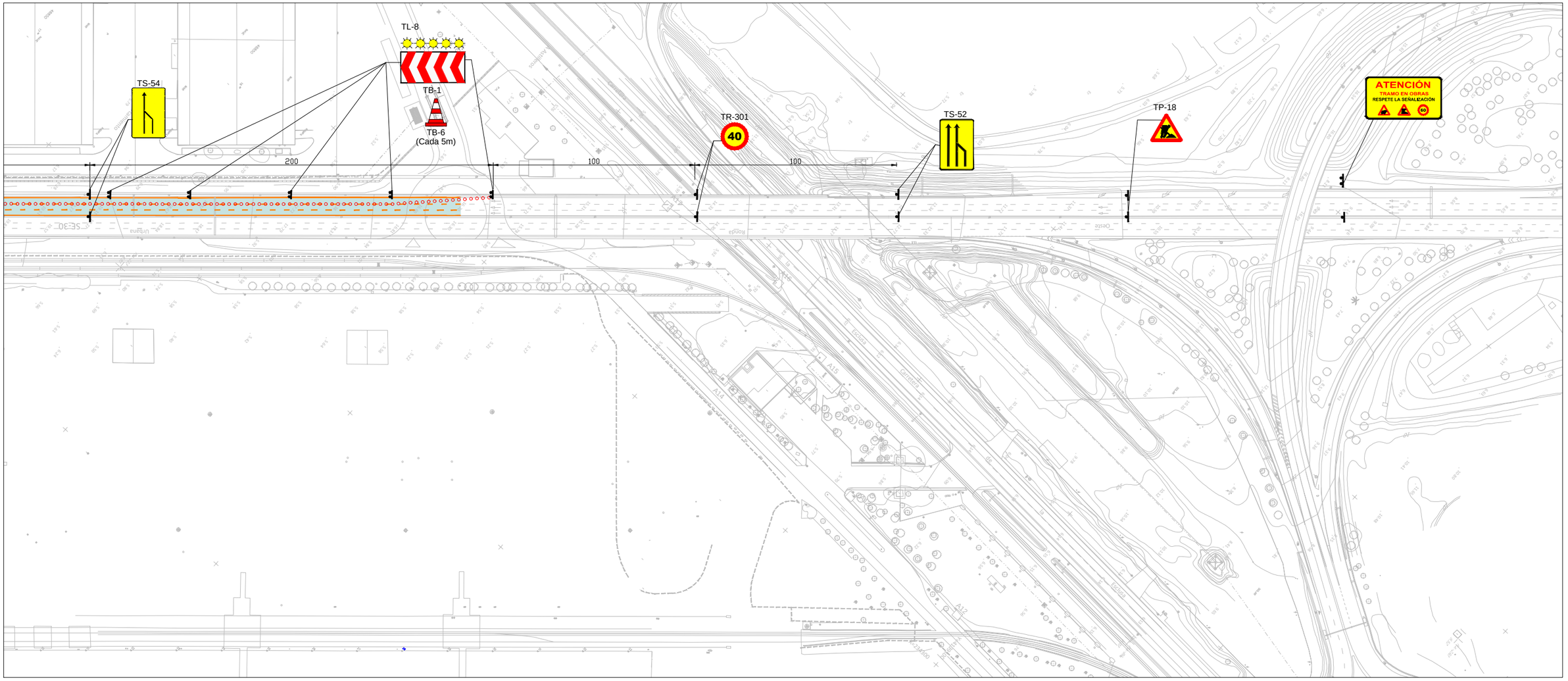



ZONA DE TRÁFICO

1:1000

0 5 10 15 20m

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A-1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.1.3<br>HOJA 3 DE 4 | **SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES**<br>**CORTE NOCTURNO DE DOS CARRILES SENTIDO DECRECIENTE. FASE 6** | FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |

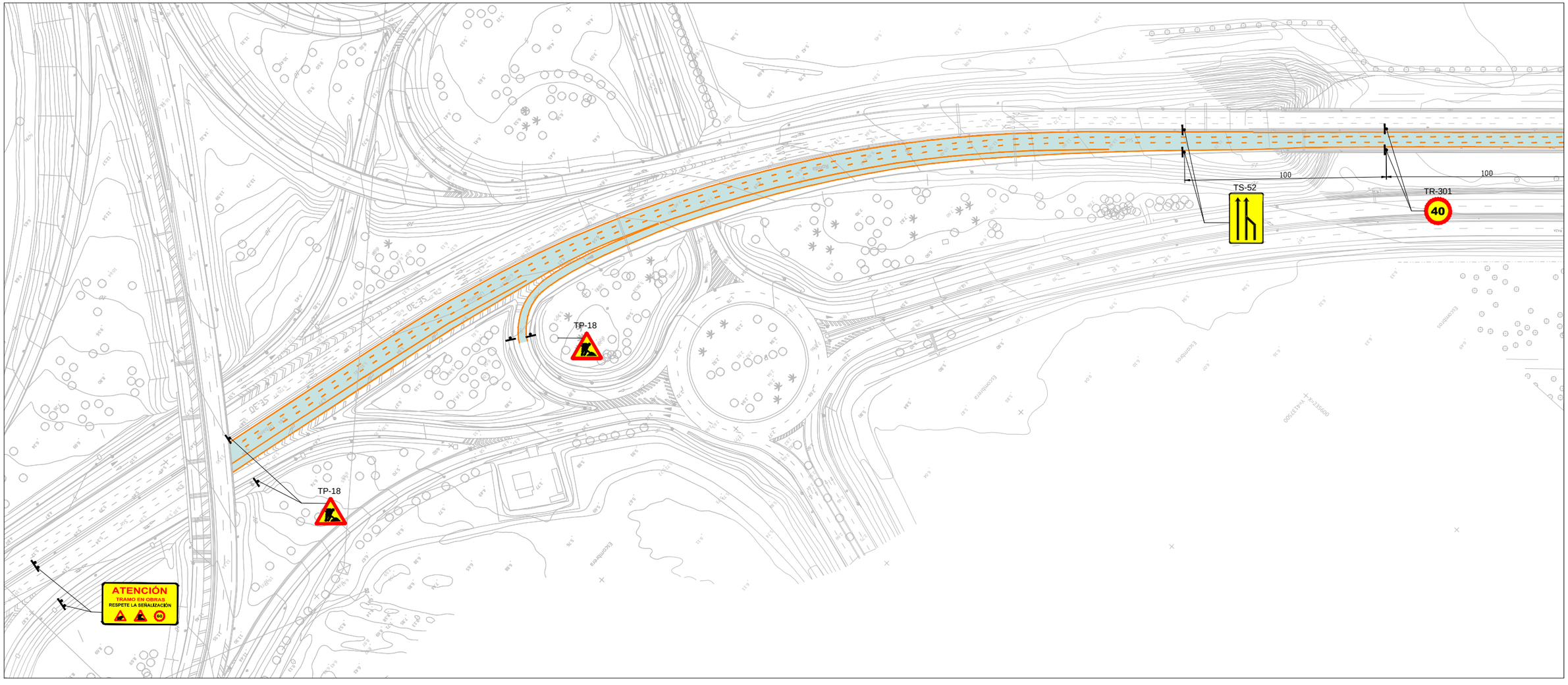



ZONA DE TRÁFICO

1:1000

0 5 10 15 20m

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A-1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.1.3<br>HOJA 4 DE 4 | **SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES**<br>**CORTE NOCTURNO DE DOS CARRILES SENTIDO DECRECIENTE. FASE 6** | FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |




ZONA DE TRÁFICO

1:1000

0 5 10 15 20m

GOBIERNO DE ESPAÑA | MINISTERIO DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA
SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS
DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL

CONSULTOR: FHECOR Ingenieros Consultores / IDEAM

INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO: JOSÉ ROMO MARTÍN, LUIS MATUTE RUBIO

INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO: EMILIO ASENSIO GARCÍA

ESCALA ORIGINAL: INDICADAS
ORIGINAL UNE A–1

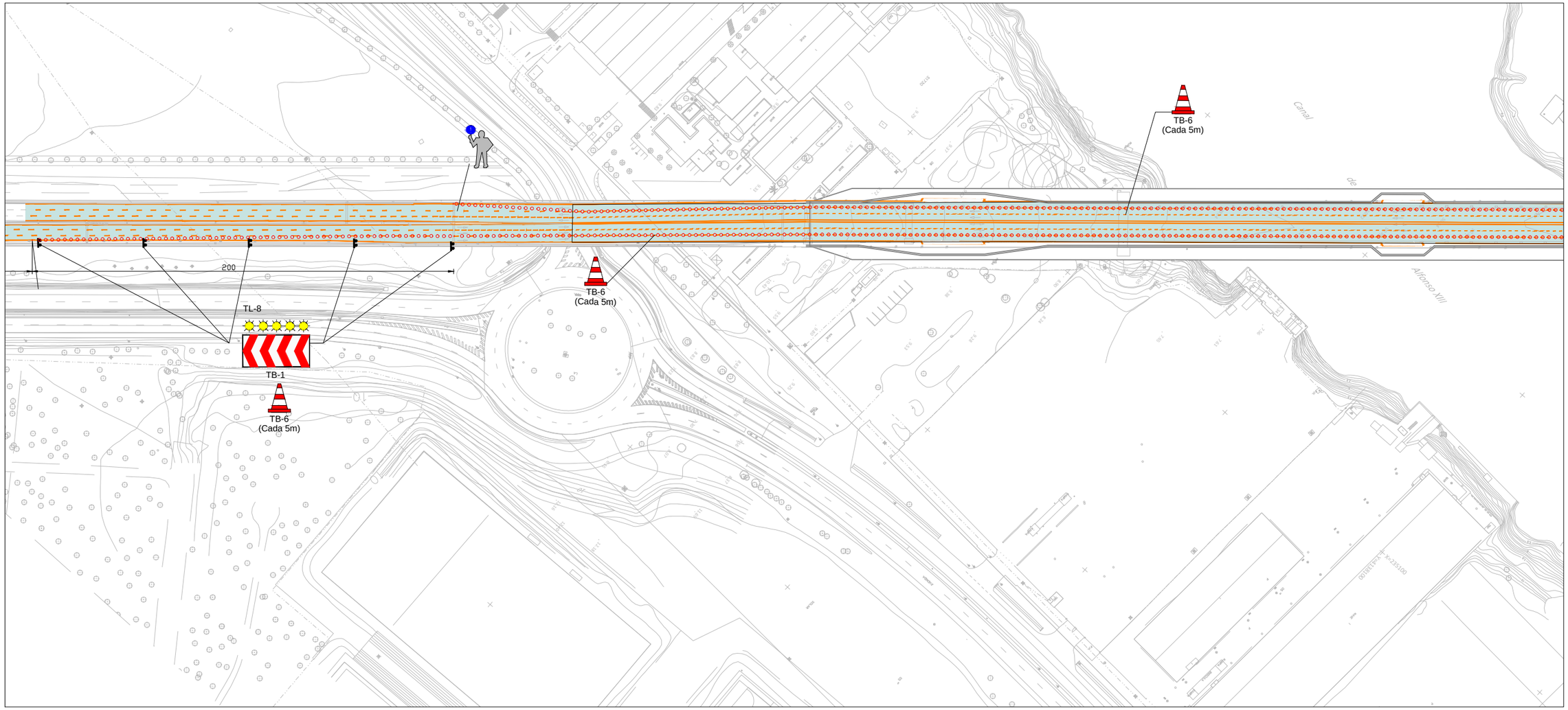
TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:
PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA

CLAVE: T4-SE-5090

Nº PLANO: A19.1.3
HOJA 1 DE 4

**SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES**
**CORTE NOCTURNO DE UN CARRIL AMBOS SENTIDOS. FASE 6**

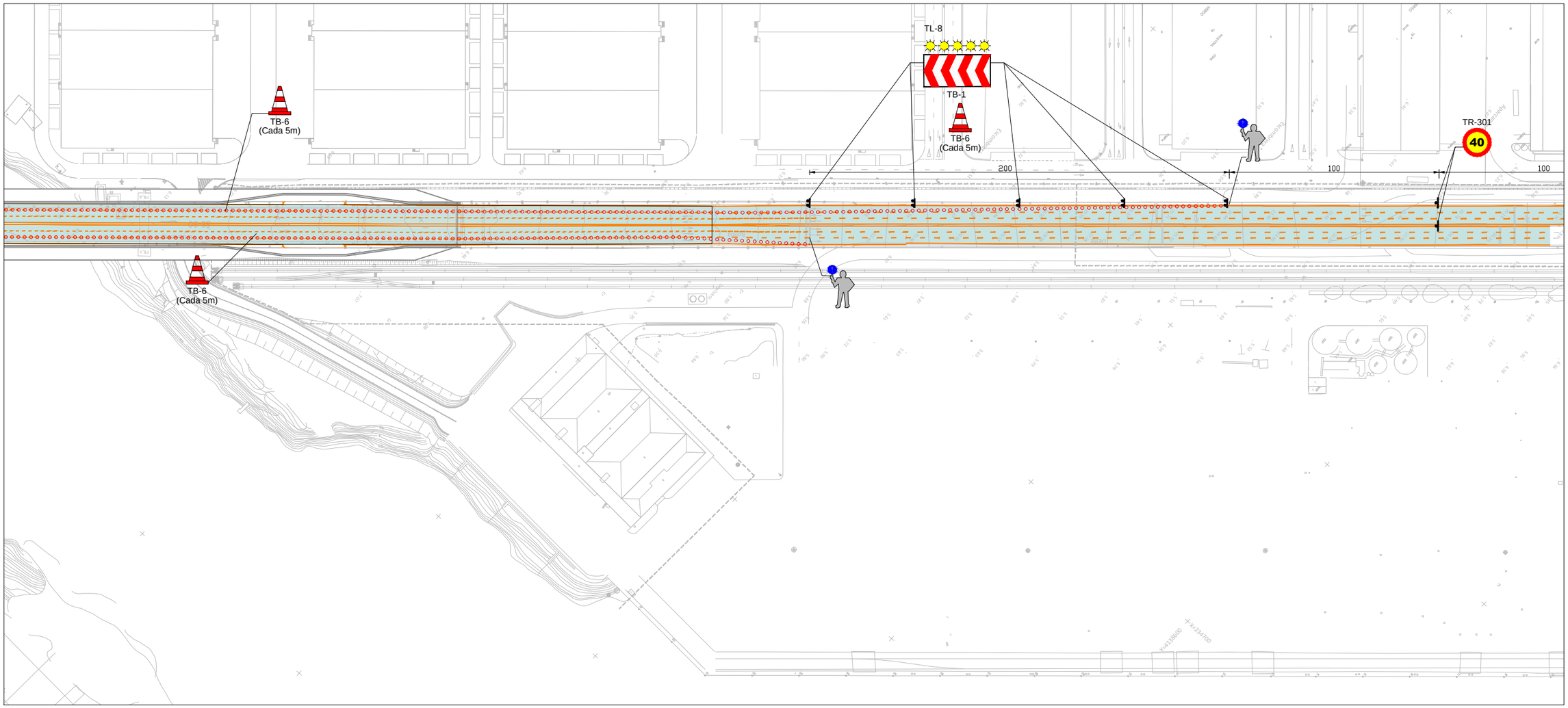
FECHA: DICIEMBRE 2019




ZONA DE TRÁFICO

1:1000
0 5 10 15 20m

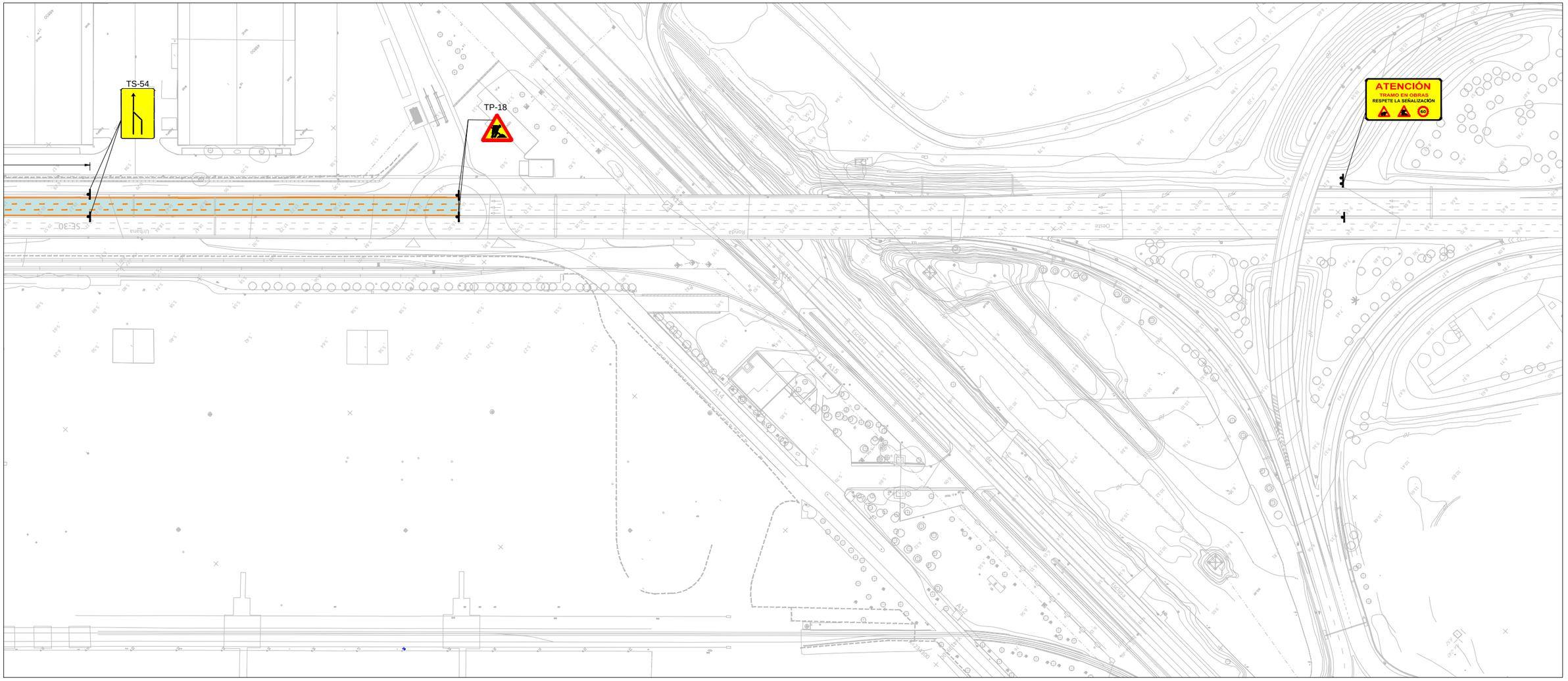
| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A-1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.1.3<br>HOJA 2 DE 4 | **SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES**<br>**CORTE NOCTURNO DE UN CARRIL AMBOS SENTIDOS. FASES 6**<br>FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |




ZONA DE TRÁFICO

1:1000
0 5 10 15 20m

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A-1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.1.3<br>HOJA 3 DE 4 | **SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES**<br>**CORTE NOCTURNO DE UN CARRIL AMBOS SENTIDOS. FASE 6** | FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |




ZONA DE TRÁFICO

1:1000

0 5 10 15 20m

GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA

SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS

DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS

DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL

CONSULTOR: FHECOR Ingenieros Consultores — IDEAM

INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO: JOSÉ ROMO MARTÍN; LUIS MATUTE RUBIO

INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO: EMILIO ASENSIO GARCÍA

ESCALA ORIGINAL: INDICADAS

ORIGINAL UNE A-1

TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:

PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA

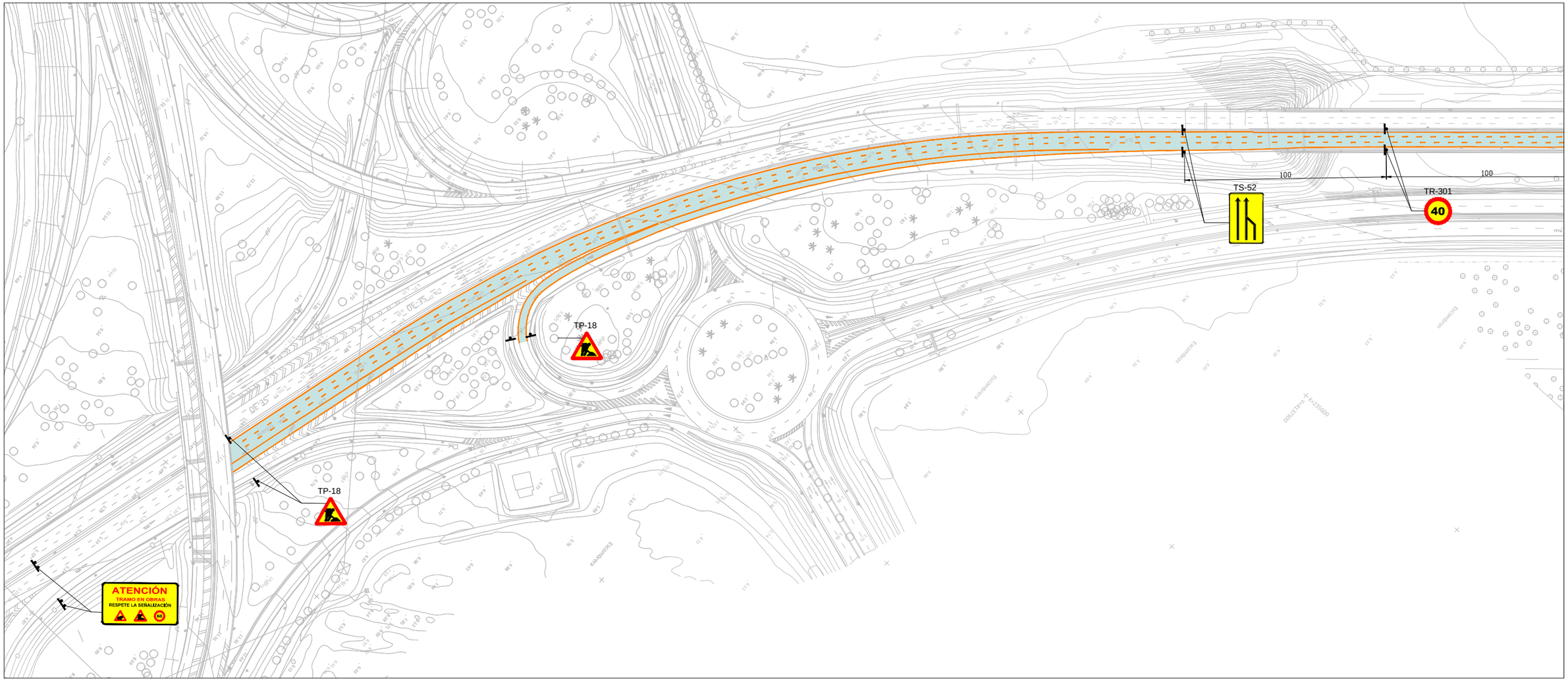
CLAVE: T4-SE-5090

Nº PLANO: A19.1.3

HOJA 4 DE 4

# SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES
## CORTE NOCTURNO DE UN CARRIL AMBOS SENTIDOS. FASE 6

FECHA: DICIEMBRE 2019




ZONA DE TRÁFICO

1:1000

0 5 10 15 20m

GOBIERNO DE ESPAÑA | MINISTERIO DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA
SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS
DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL

CONSULTOR: FHECOR Ingenieros Consultores — IDEAM

INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO: JOSÉ ROMO MARTÍN; LUIS MATUTE RUBIO

INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO: EMILIO ASENSIO GARCÍA

ESCALA ORIGINAL: INDICADAS — ORIGINAL UNE A–1

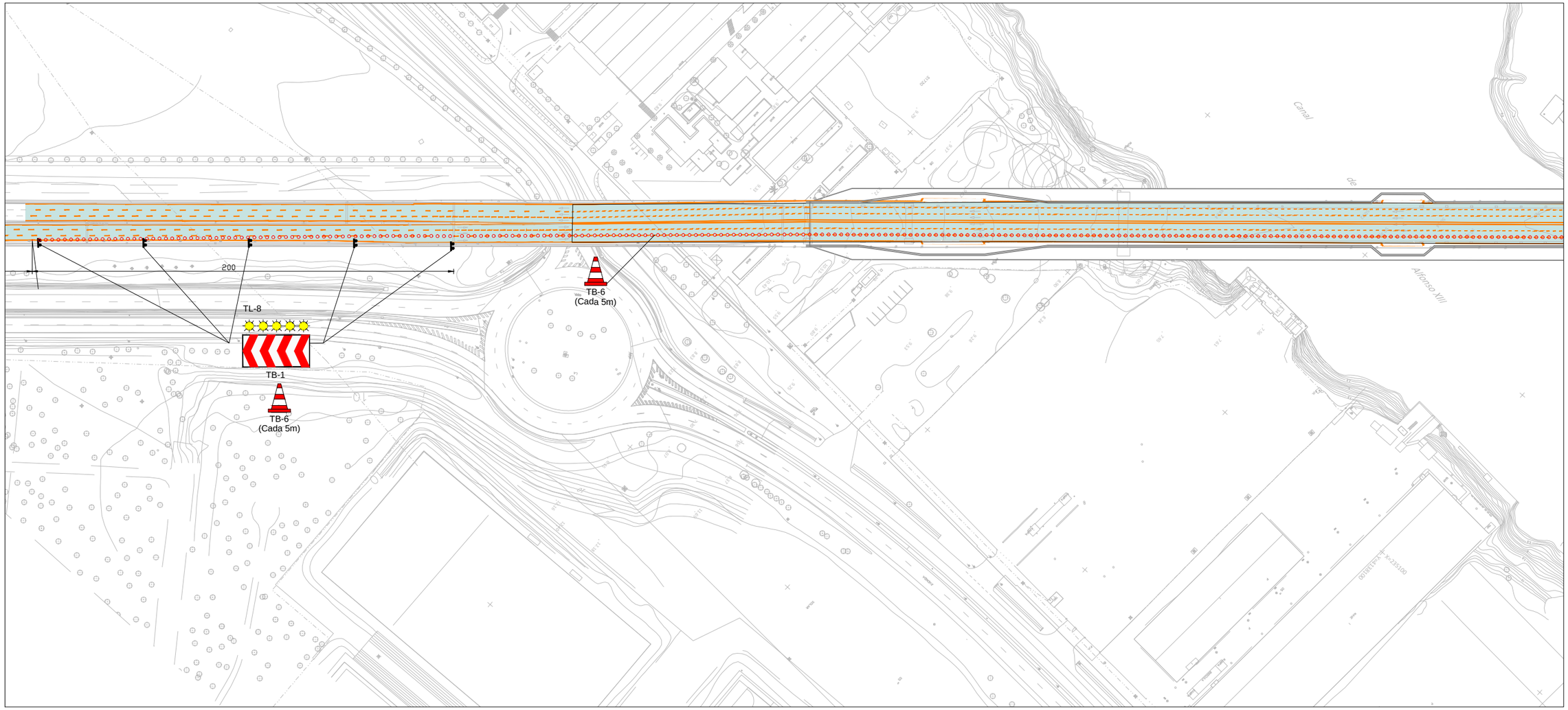
TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO: PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA

CLAVE: T4-SE-5090

Nº PLANO: A19.1.3 — HOJA 1 DE 4

# SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES
## CORTE NOCTURNO DE UN CARRIL SENTIDO CRECIENTE. FASE 6

FECHA: DICIEMBRE 2019

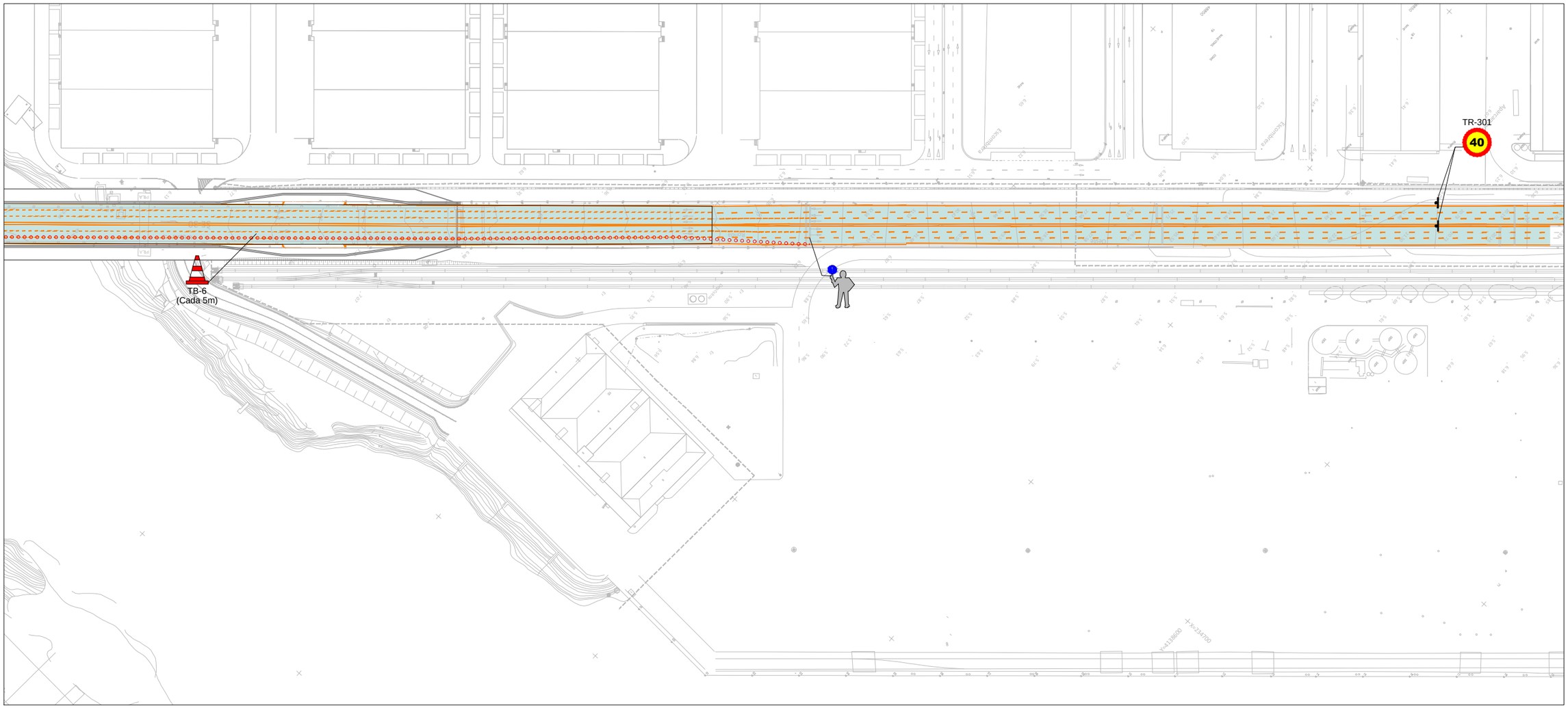



ZONA DE TRÁFICO

1:1000

0 5 10 15 20m

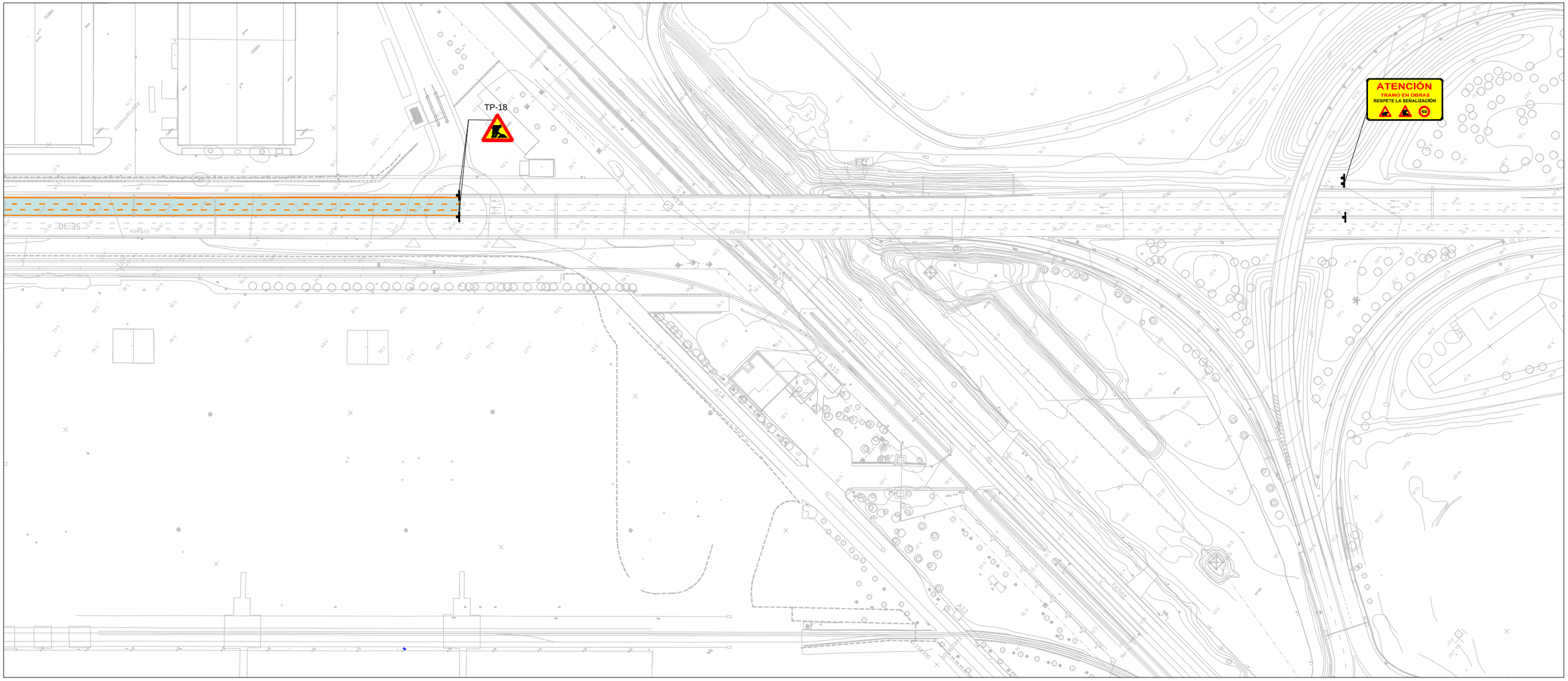
| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A-1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.1.3<br>HOJA 2 DE 4 | **SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES**<br>**CORTE NOCTURNO DE UN CARRIL SENTIDO CRECIENTE. FASE 6** | FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |




ZONA DE TRÁFICO

1:1000
0 5 10 15 20m

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A-1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.1.3<br>HOJA 3 DE 4 | **SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES**<br>**CORTE NOCTURNO DE UN CARRIL SENTIDO CRECIENTE. FASE 6** | FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |

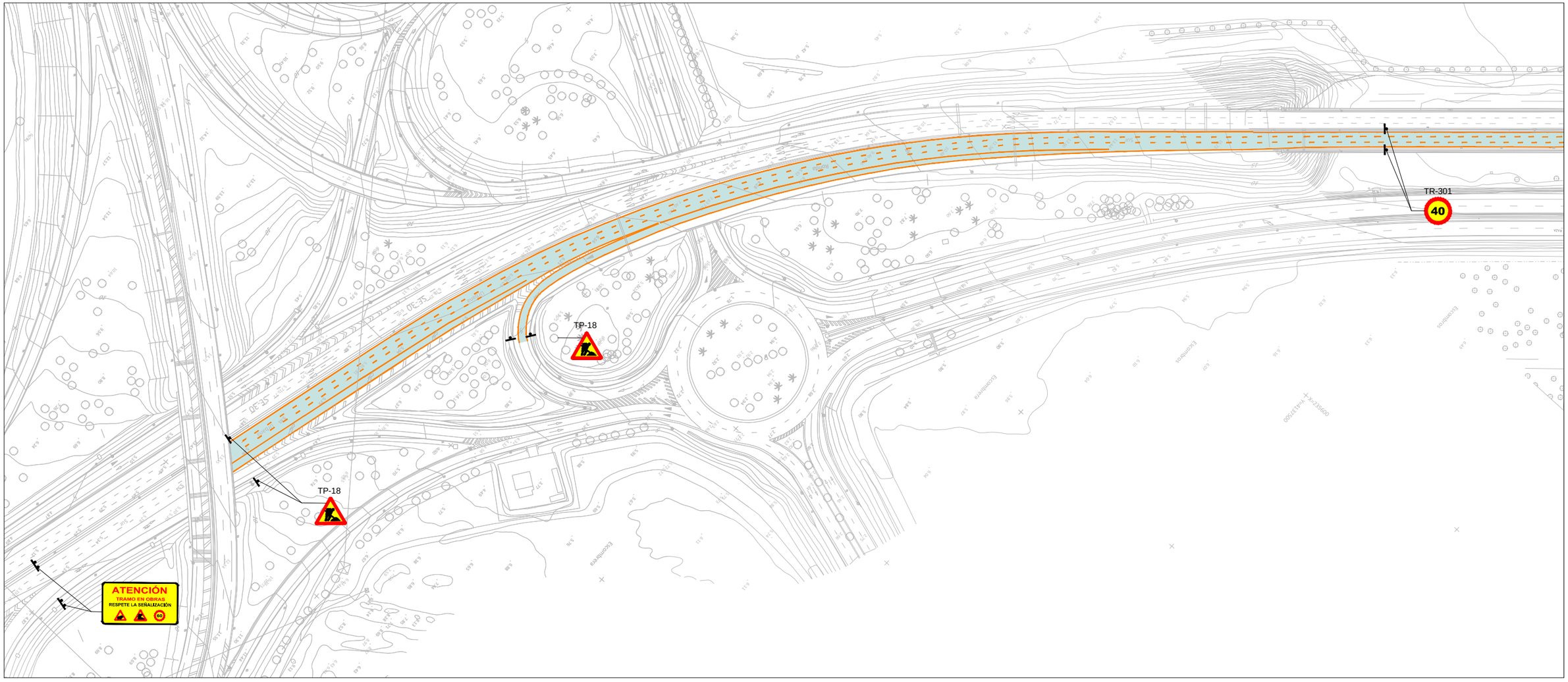



ZONA DE TRÁFICO

1:1000

0 5 10 15 20m

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A-1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.1.3<br>HOJA 4 DE 4 | **SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES**<br>**CORTE NOCTURNO DE UN CARRIL SENTIDO CRECIENTE. FASE 6** | FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |

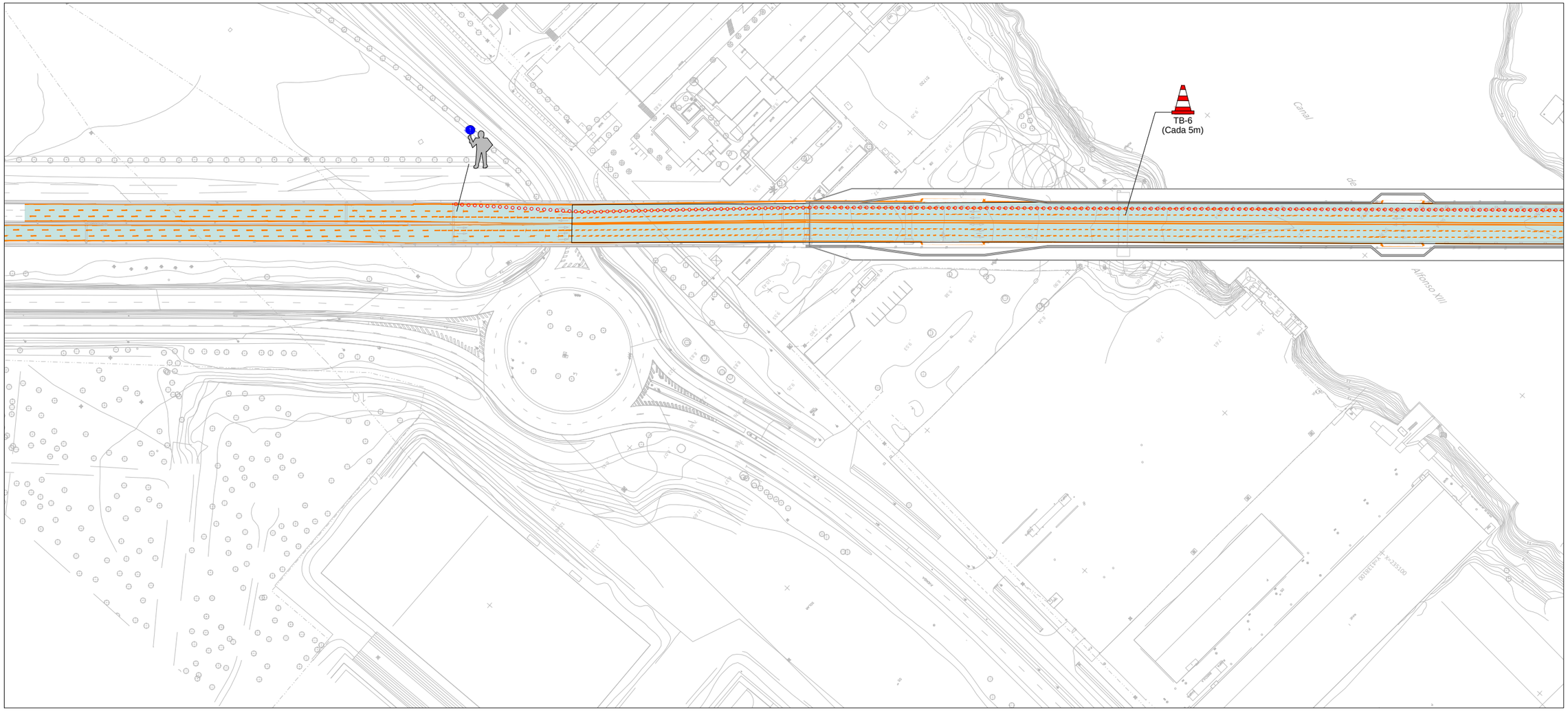



ZONA DE TRÁFICO

1:1000

0 5 10 15 20m

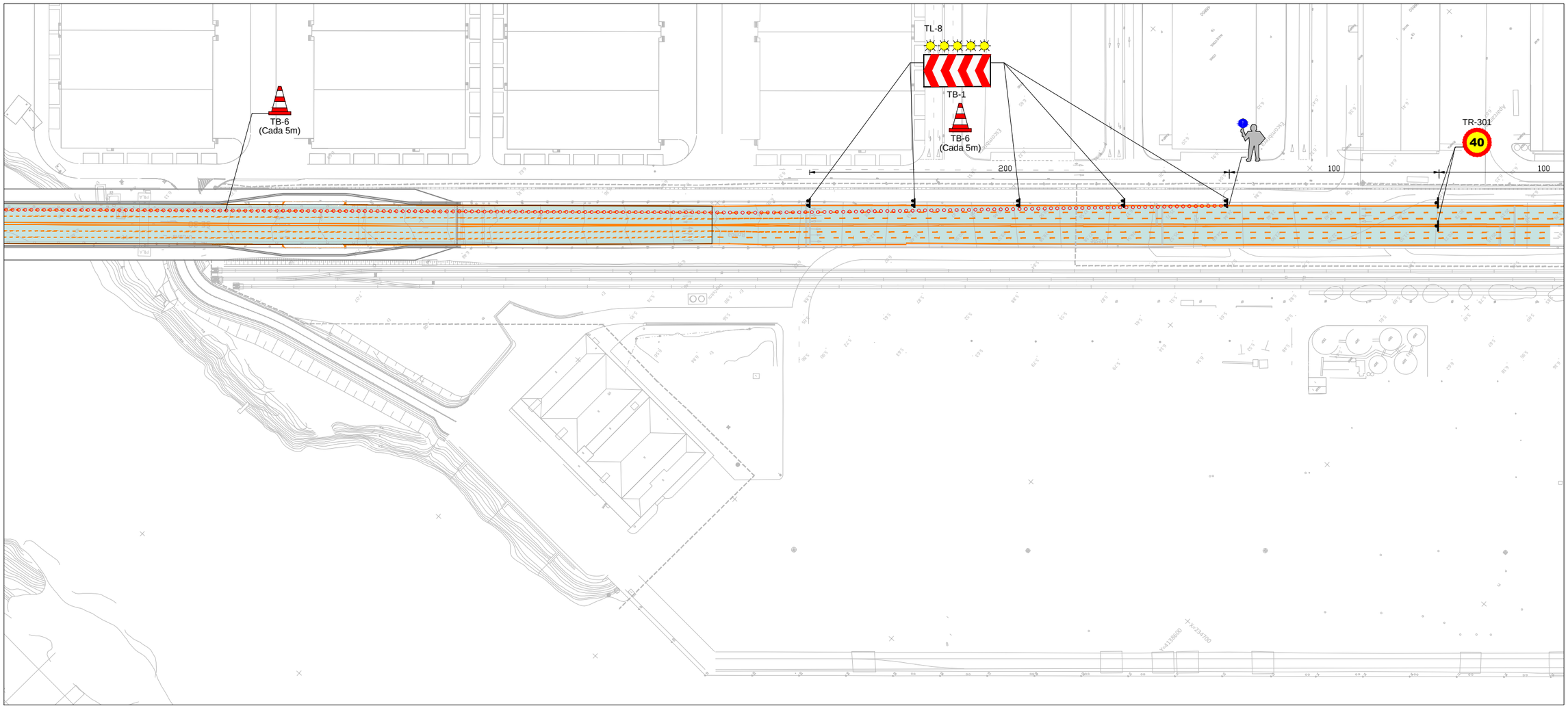
| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A–1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.1.3<br>HOJA 1 DE 4 | **SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES**<br>**CORTE NOCTURNO DE UN CARRIL SENTIDO DECRECIENTE. FASE 6** | FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |




ZONA DE TRÁFICO

1:1000
0 5 10 15 20m

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A-1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.1.3<br>HOJA 2 DE 4<br>**SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES**<br>**CORTE NOCTURNO DE UN CARRIL SENTIDO DECRECIENTE. FASE 6** | FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |

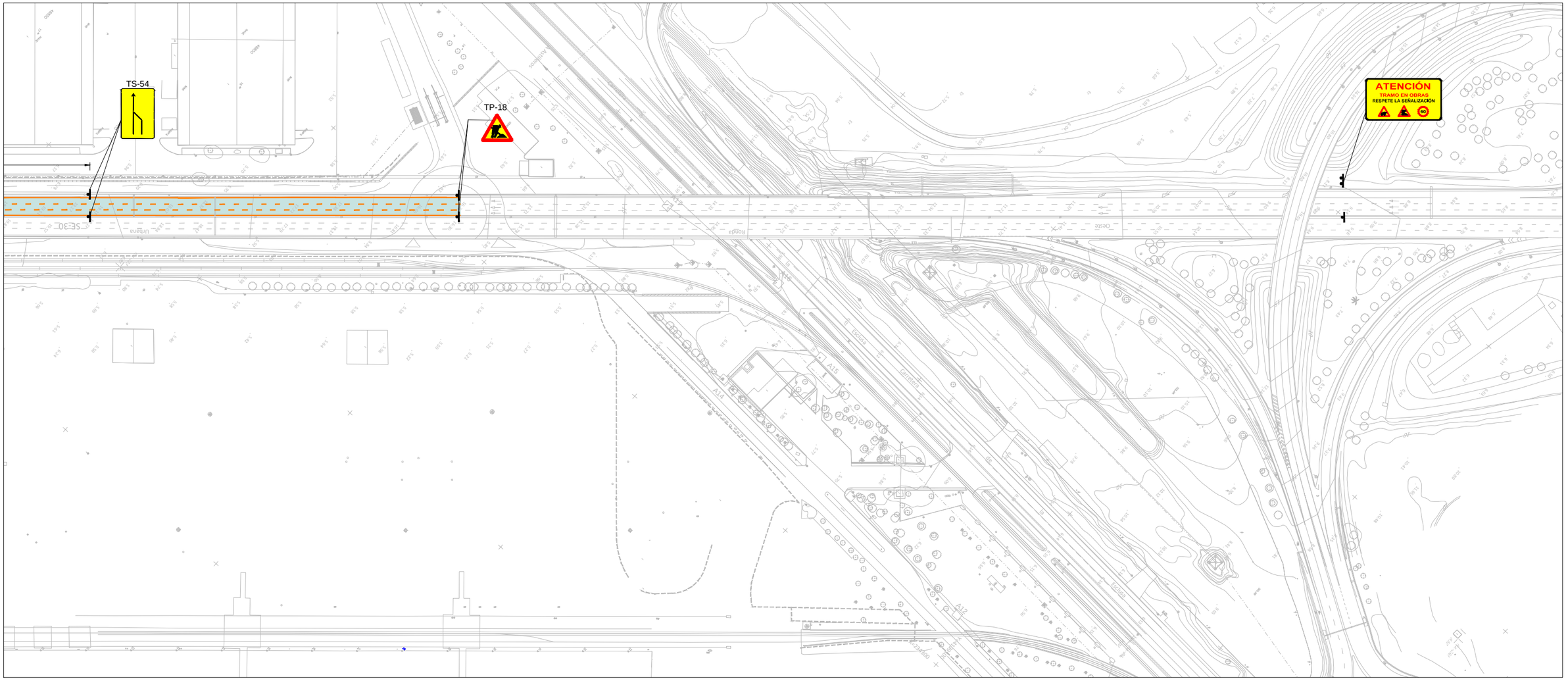



ZONA DE TRÁFICO

1:1000

0 5 10 15 20m

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A-1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.1.3<br>HOJA 3 DE 4 | **SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES**<br>**CORTE NOCTURNO DE UN CARRIL SENTIDO DECRECIENTE. FASE 6** | FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |

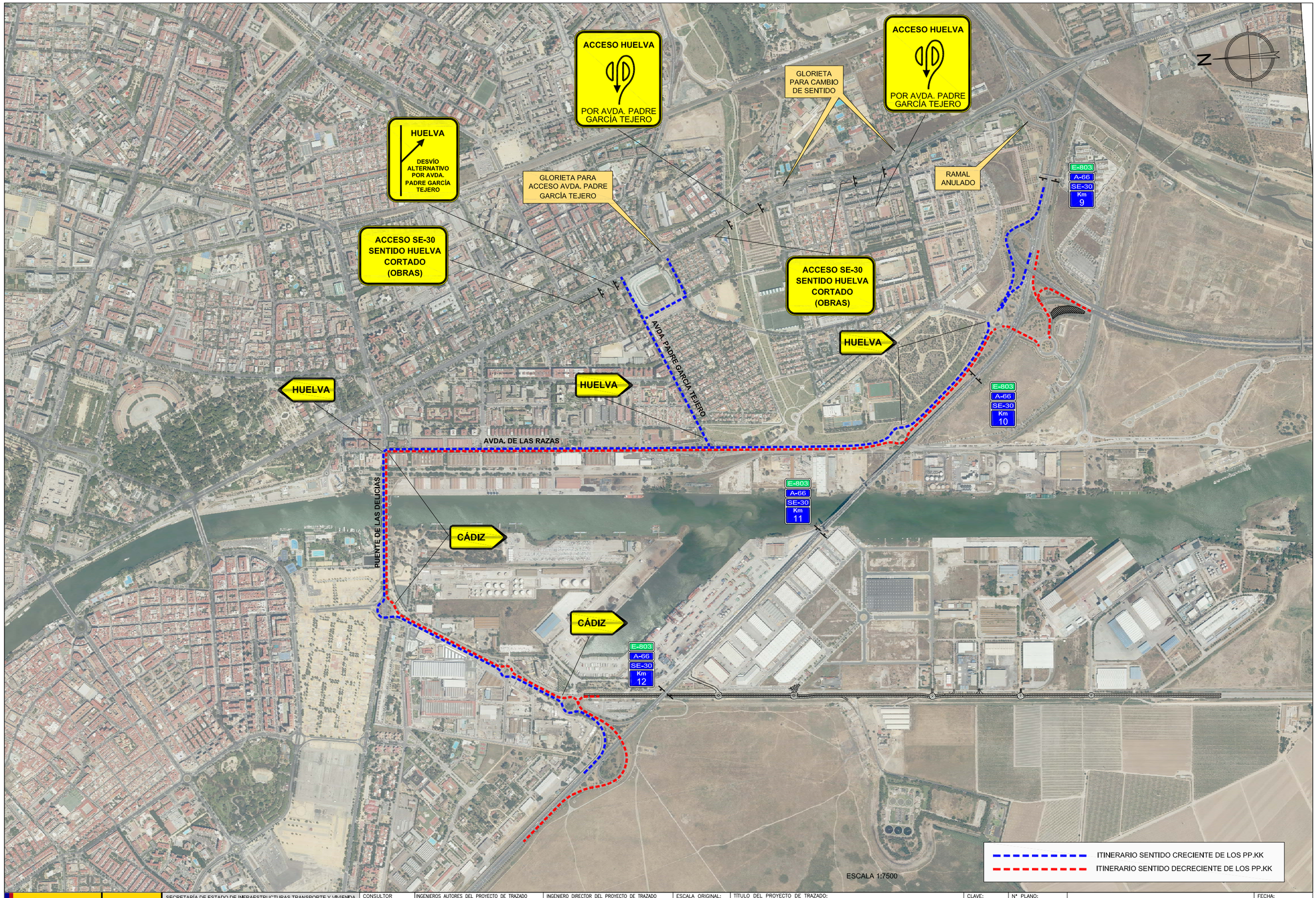



ZONA DE TRÁFICO

1:1000

0 5 10 15 20m

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A-1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.1.3<br>HOJA 4 DE 4 | **SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES**<br>**CORTE NOCTURNO DE UN CARRIL SENTIDO DECRECIENTE. FASE 6** | FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |




GOBIERNO DE ESPAÑA — MINISTERIO DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA
SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS
DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL

CONSULTOR: FHECOR Ingenieros Consultores — IDEAM

INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO: JOSÉ ROMO MARTÍN; LUIS MATUTE RUBIO

INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO: EMILIO ASENSIO GARCÍA

ESCALA ORIGINAL: INDICADAS — ORIGINAL UNE A-1

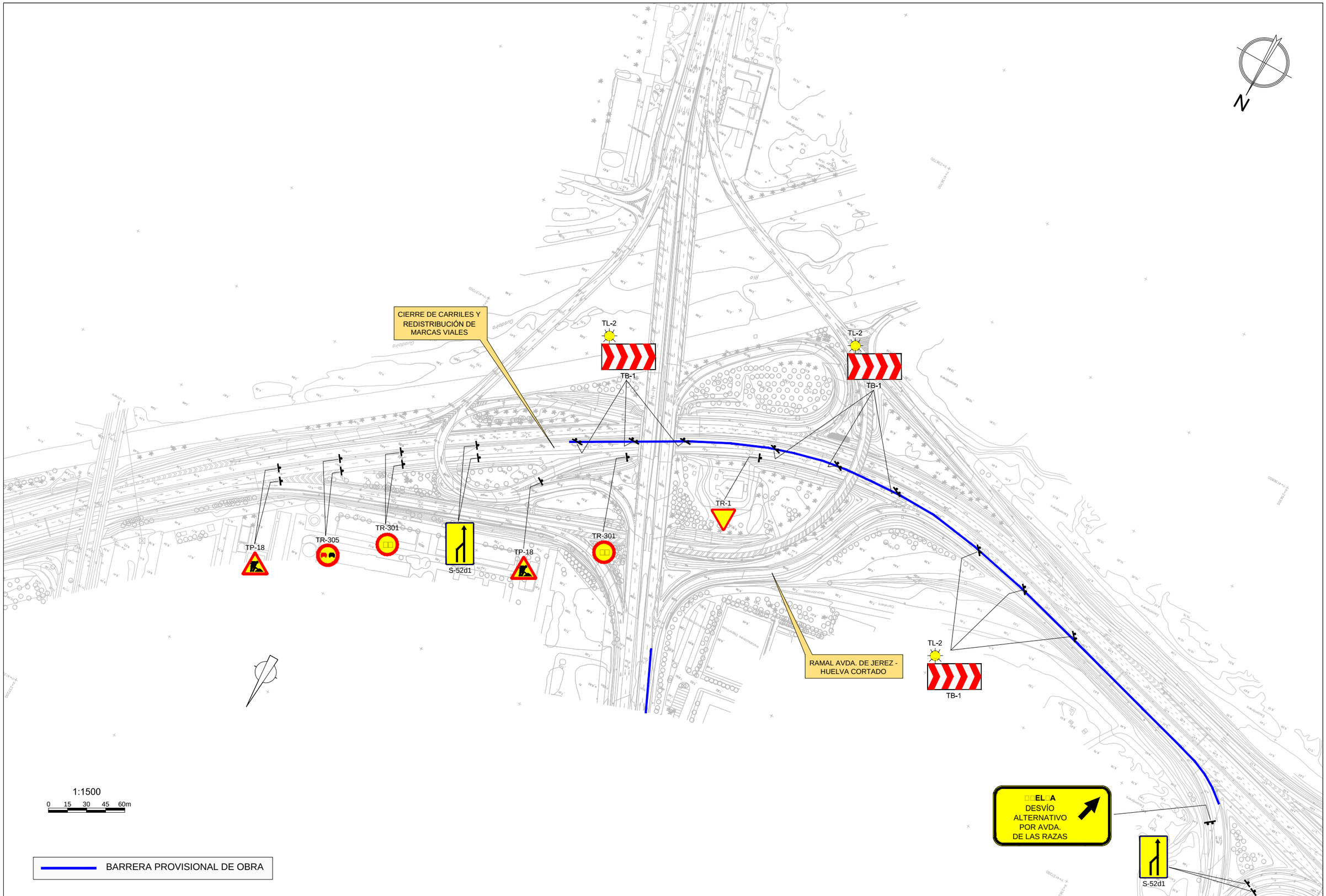
TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:
PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA

CLAVE: T4-SE-5090

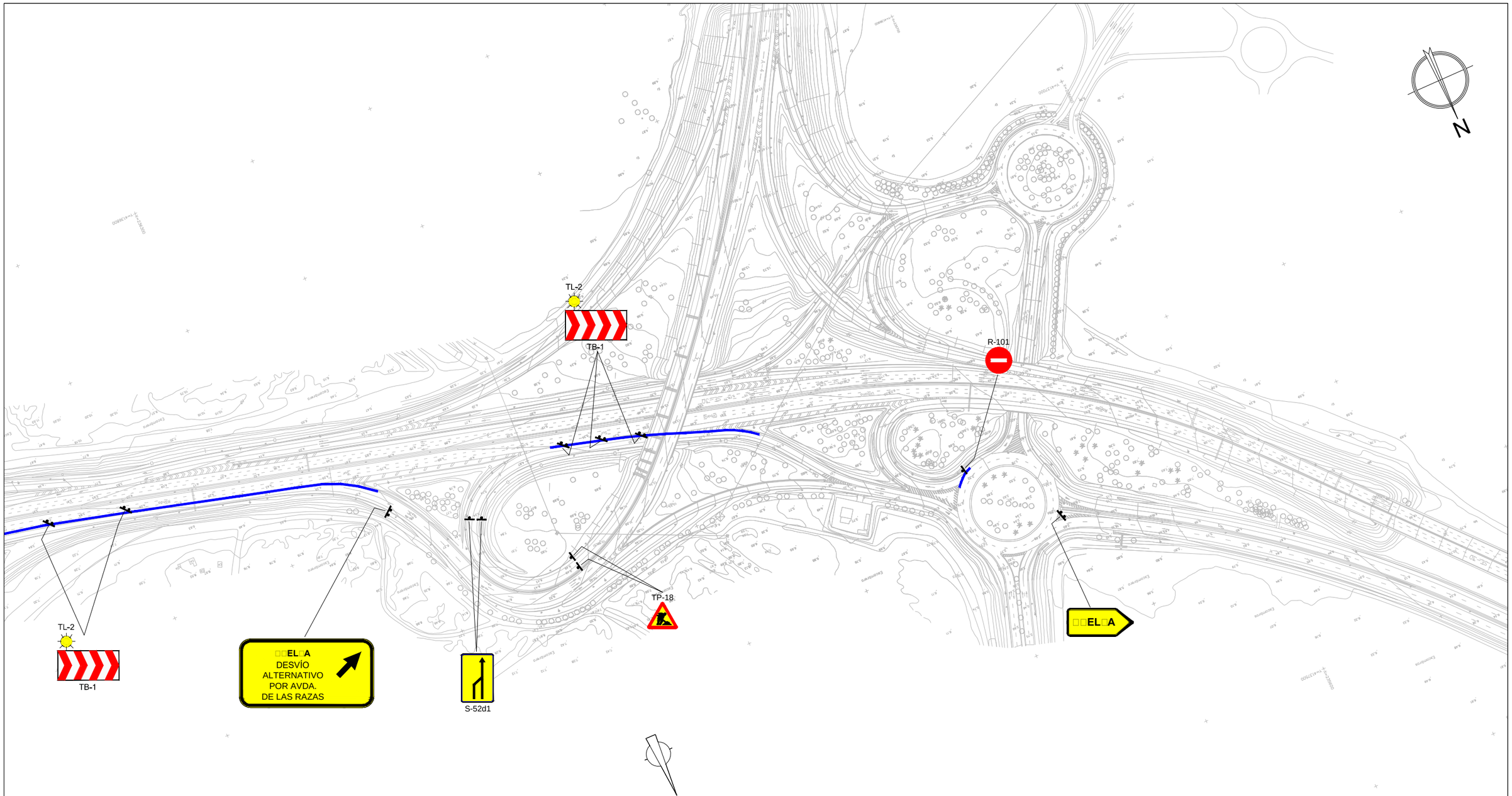
Nº PLANO: A19.1.4 — HOJA 1 DE 4

# SEÑALIZACIÓN. DESVÍOS PROVISIONALES
## CORTES TOTALES NOCTURNOS

FECHA: DICIEMBRE 2019




| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A-1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.1.4<br>HOJA 2 DE 4 | **SOLUCIONES AL TRÁFICO**<br>**DETALLES** | FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |




GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA
SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS
DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL

CONSULTOR: FHECOR Ingenieros Consultores — IDEAM

INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO: JOSÉ ROMO MARTÍN; LUIS MATUTE RUBIO

INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO: EMILIO ASENSIO GARCÍA

ESCALA ORIGINAL: INDICADAS
ORIGINAL UNE A-1

TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:
PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA

CLAVE: T4-SE-5090

Nº PLANO: A19.1.4
HOJA 3 DE 4

**SOLUCIONES AL TRÁFICO**
**DETALLES**

FECHA: DICIEMBRE 2019

CIERRE DE CARRILES

BARRERA RÍGIDA EXISTENTE

BARRERA PROVISIONAL DE OBRA

RAMAL CORTADO AL TRÁFICO

SEÑALIZACIÓN VERTICAL Y BALIZAMIENTO (ESQUEMA 1)

RAMAL CORTADO AL TRÁFICO

ENLACE PUERTO OESTE

E-803 / A-66 / SE-30 / Km 13

**ESQUEMA 1**




1:1000

0 10 20 30 40m

BARRERA PROVISIONAL DE OBRA

GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA

SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS

DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS

DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL

CONSULTOR: FHECOR Ingenieros Consultores, IDEAM

INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO: JOSÉ ROMO MARTÍN, LUIS MATUTE RUBIO

INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO: EMILIO ASENSIO GARCÍA

ESCALA ORIGINAL: INDICADAS

ORIGINAL UNE A-1

TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO: PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA

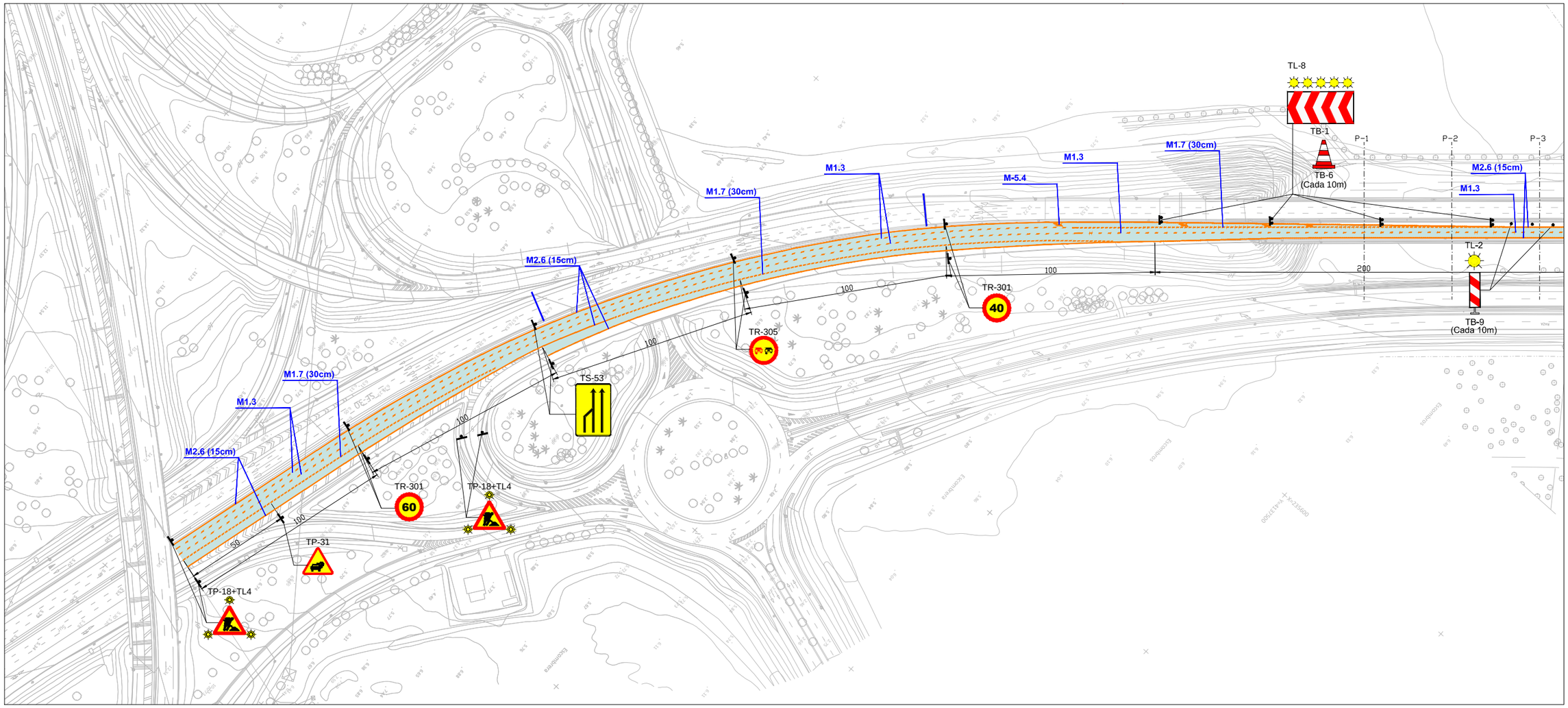
CLAVE: T4-SE-5090

Nº PLANO: A19.1.4

HOJA 4 DE 4

**SOLUCIONES AL TRÁFICO**
**DETALLES**

FECHA: DICIEMBRE 2019



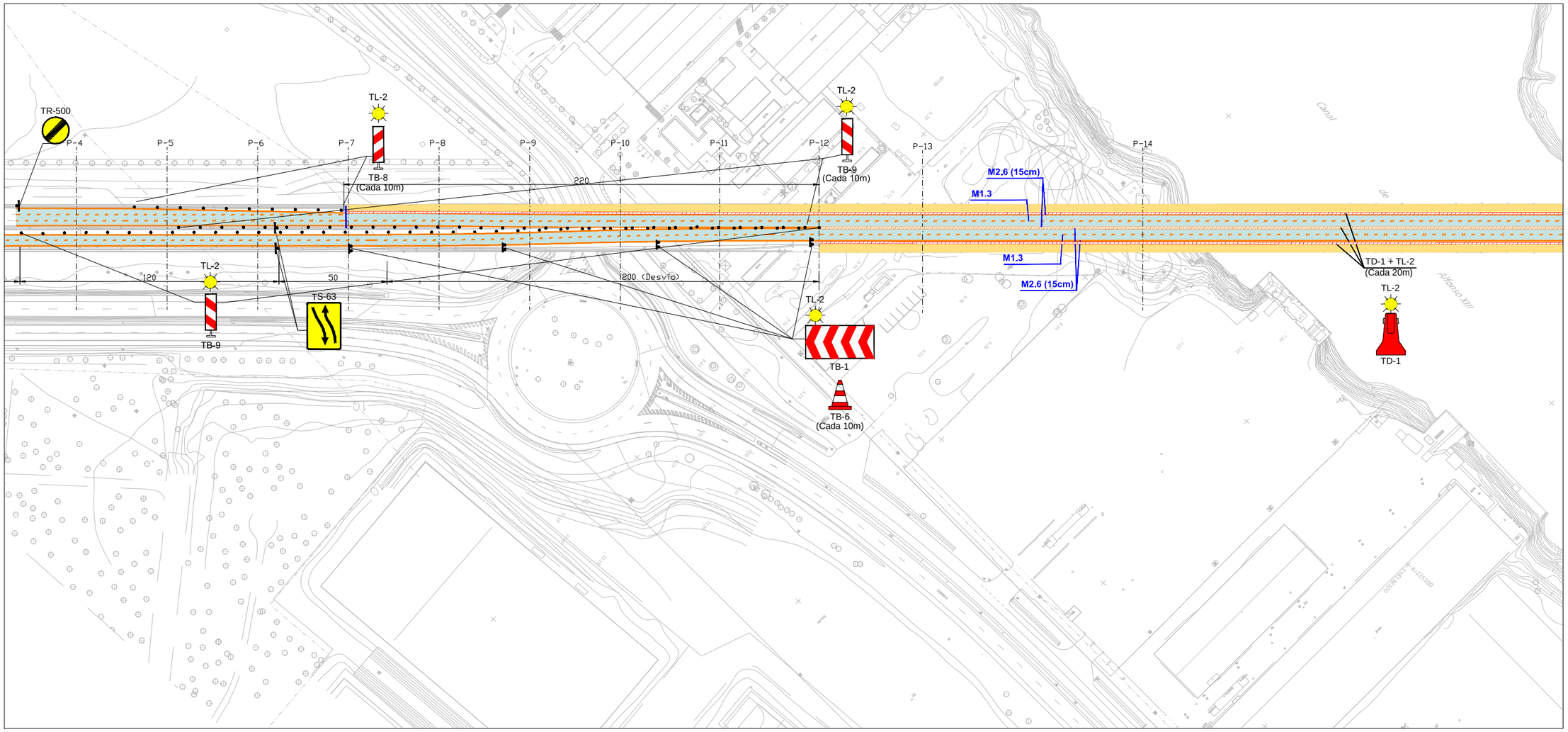

ZONA DE TRÁFICO

ZONA DE OBRAS

1:1000

0 5 10 15 20m

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A-1 | TITULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.2.1<br>HOJA 1 DE 4 | **SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES FASE 4.4** | FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |



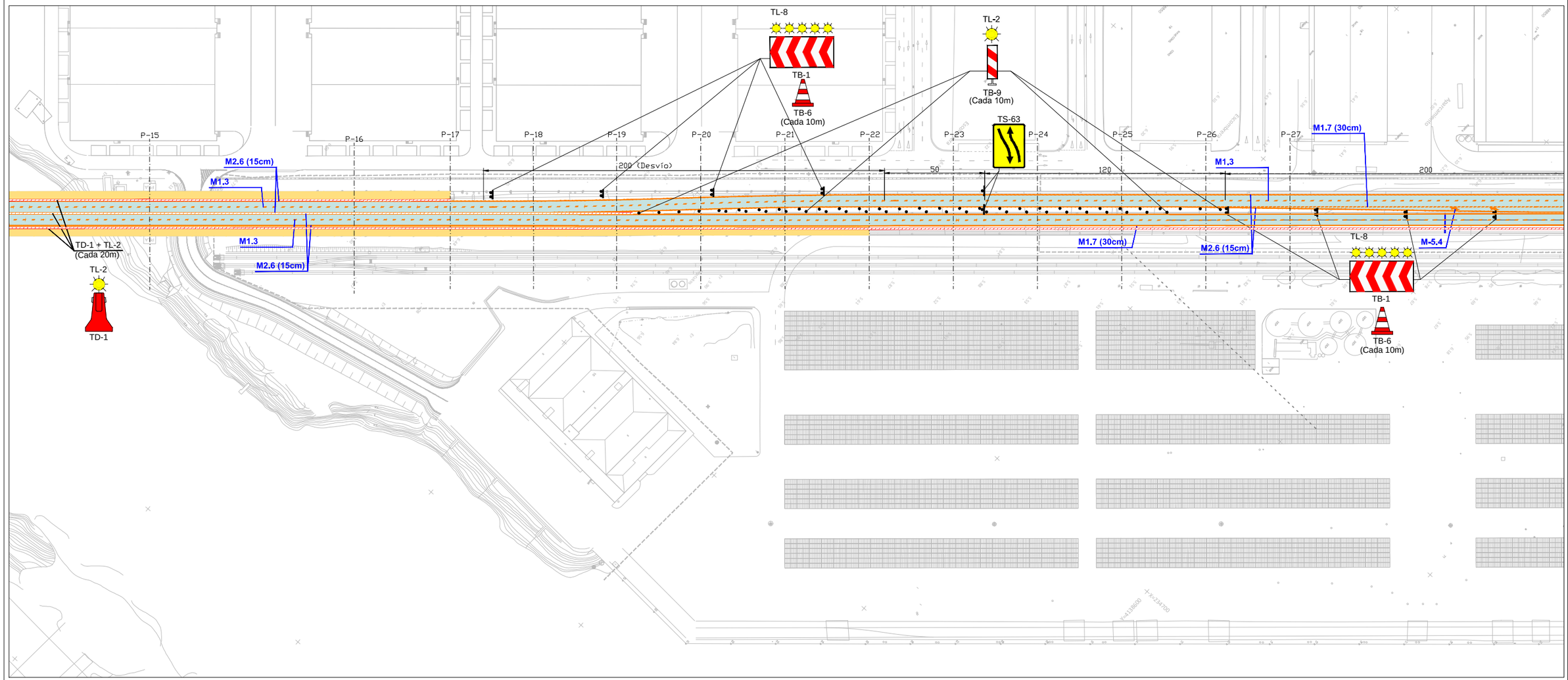

ZONA DE TRÁFICO

ZONA DE OBRAS

1:1000

0 5 10 15 20m

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A-1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.2.1<br>HOJA 2 DE 4 | **SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES FASE 4.4**<br>FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |



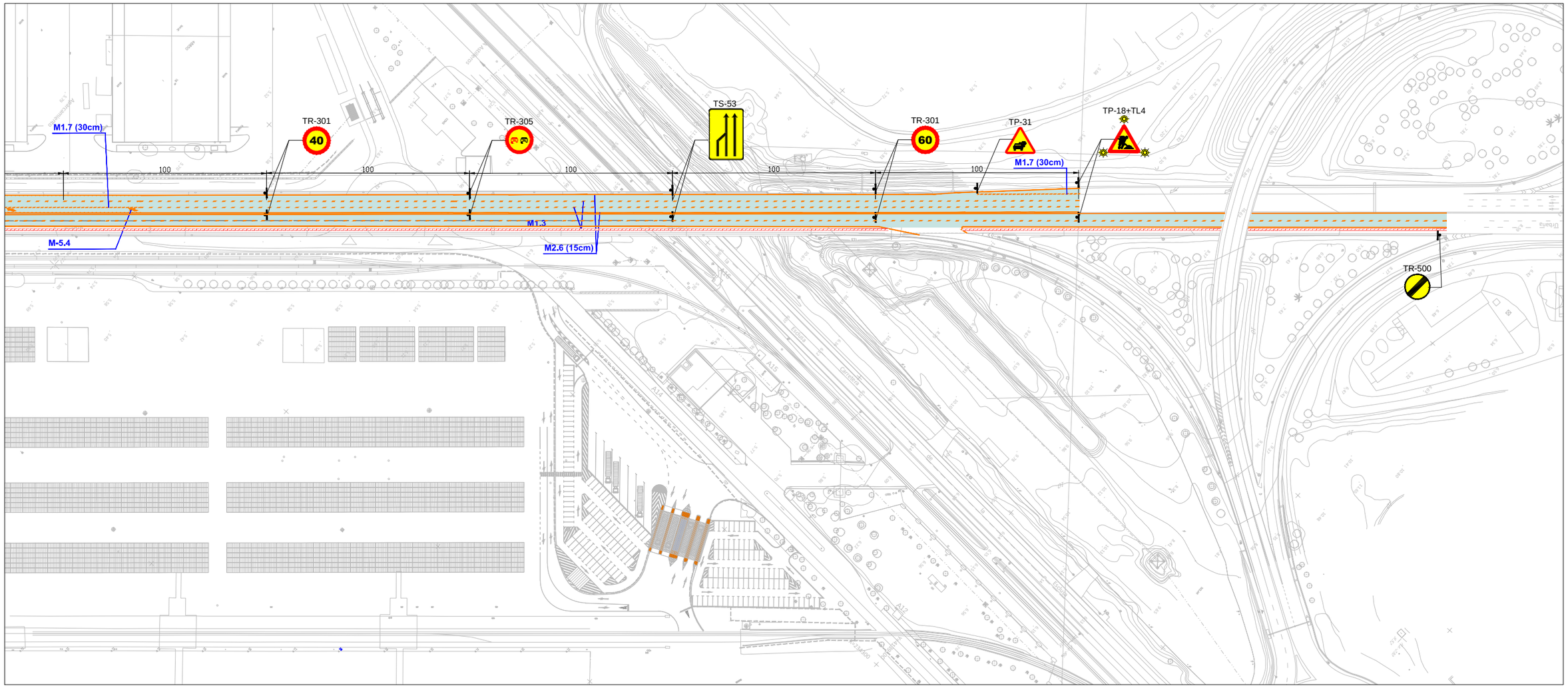

ZONA DE TRÁFICO

ZONA DE OBRAS

1:1000

0 5 10 15 20m

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A–1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.2.1<br>HOJA 3 DE 4 | **SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES FASE 4.4** | FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |



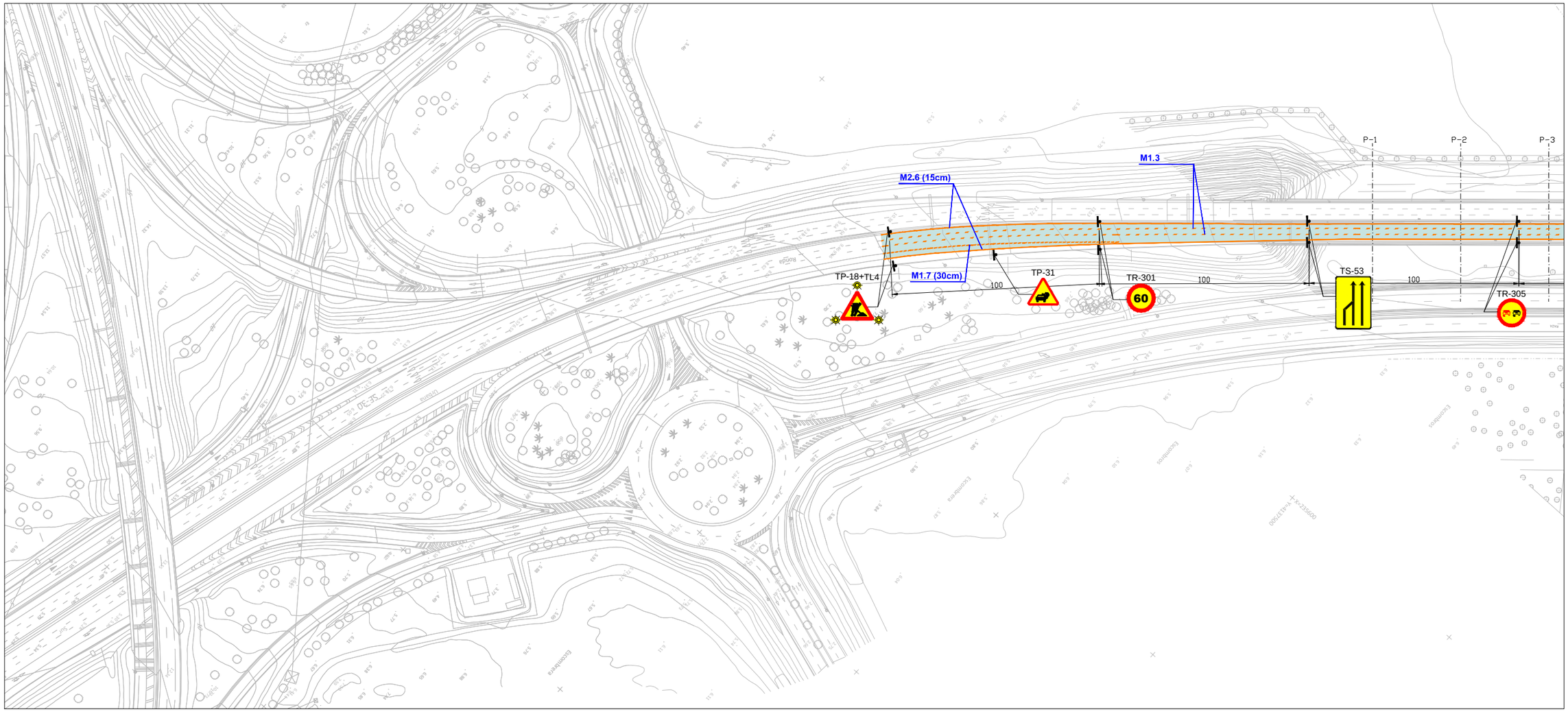

ZONA DE TRÁFICO

ZONA DE OBRAS

1:1000

0 5 10 15 20m

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A-1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.2.1<br>HOJA 4 DE 4 | **SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES FASE 4.4**<br>FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |



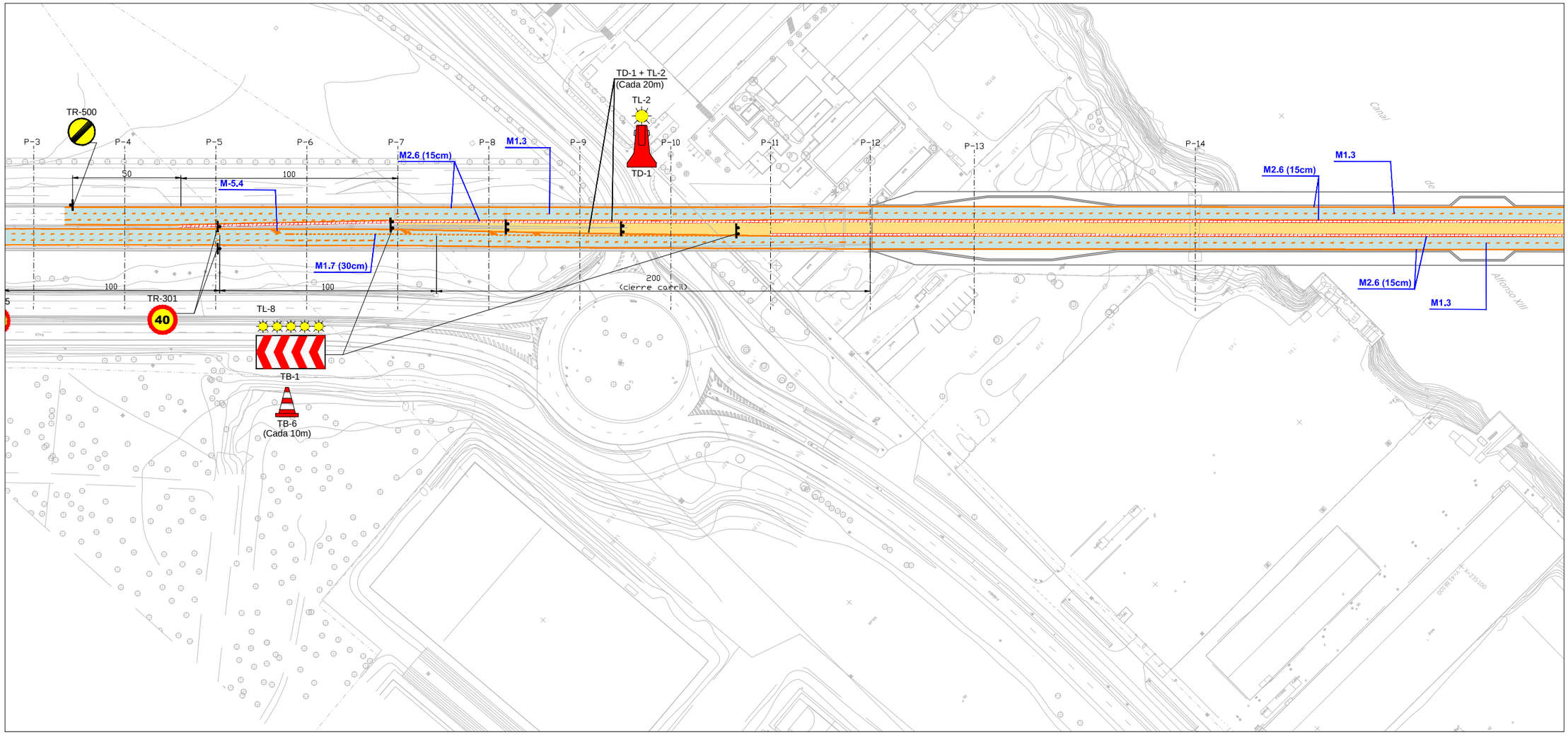

ZONA DE TRÁFICO

ZONA DE OBRAS

1:1000

0 5 10 15 20m

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A-1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.2.2<br>HOJA 1 DE 4 | **SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES FASE 5.1 Y 5.4**<br>FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |



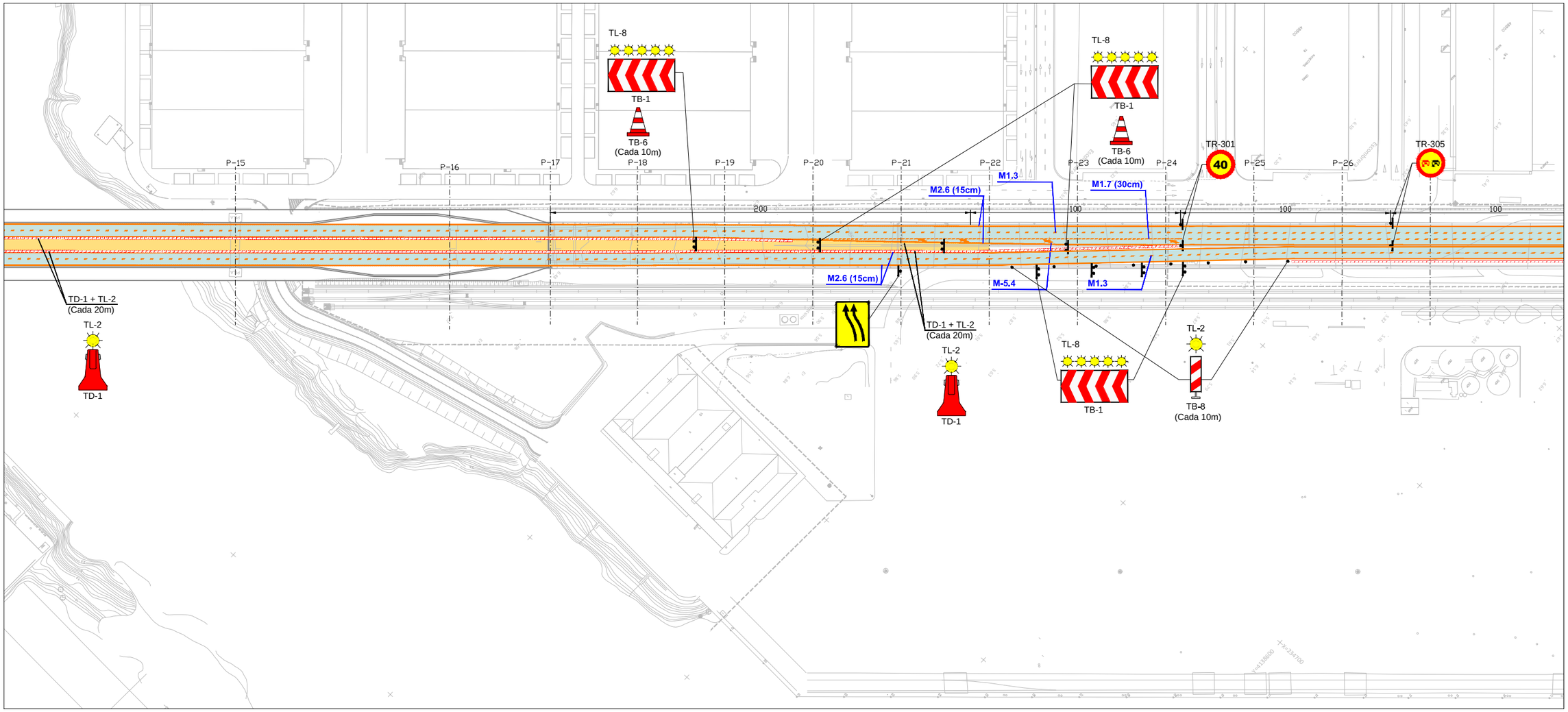

ZONA DE TRÁFICO

ZONA DE OBRAS

1:1000

0 5 10 15 20m

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A-1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.2.2<br>HOJA 2 DE 4 | **SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES FASE 5.1 Y 5.4** | FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |



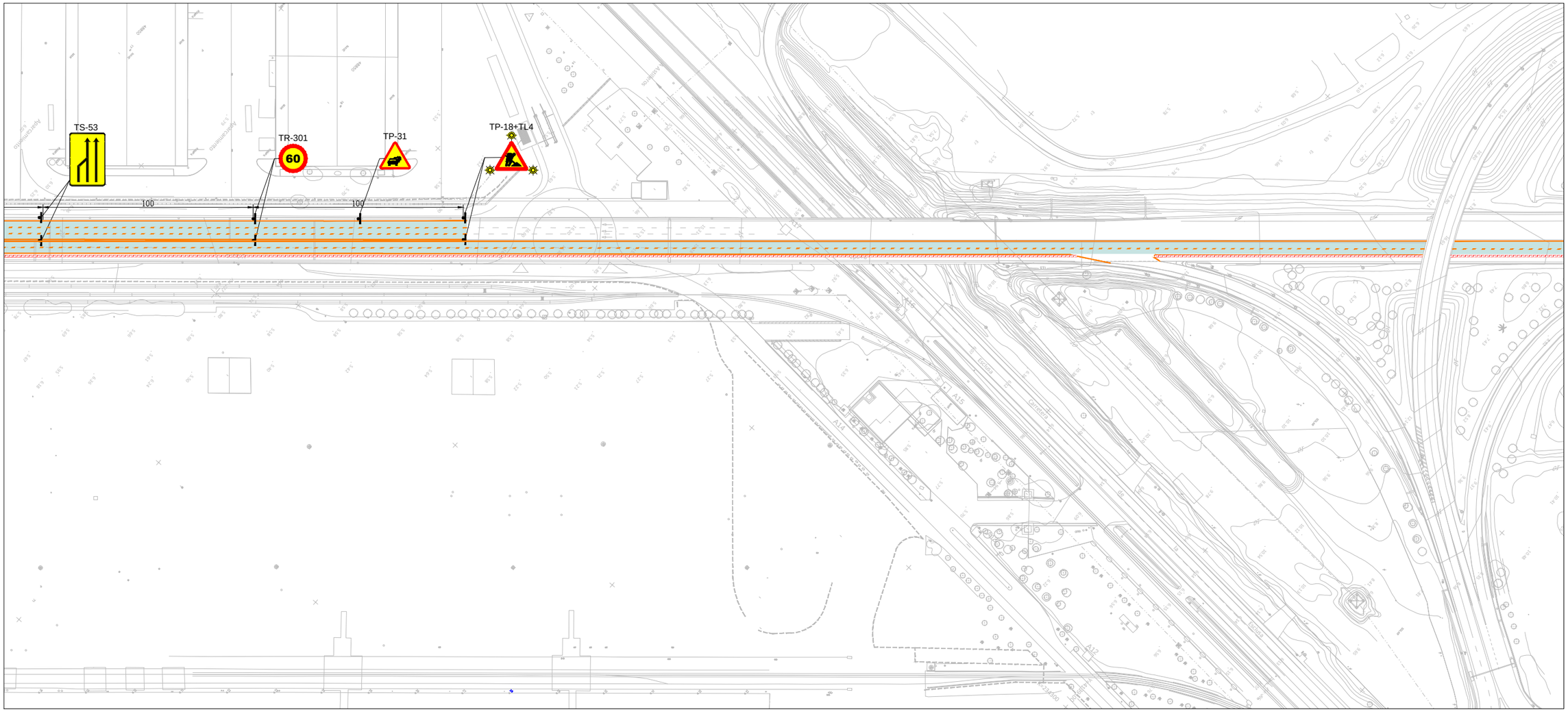

ZONA DE TRÁFICO

ZONA DE OBRAS

1:1000

0 5 10 15 20m

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A-1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.2.2<br>HOJA 3 DE 4 | **SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES FASE 5.1 Y 5.4** | FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |



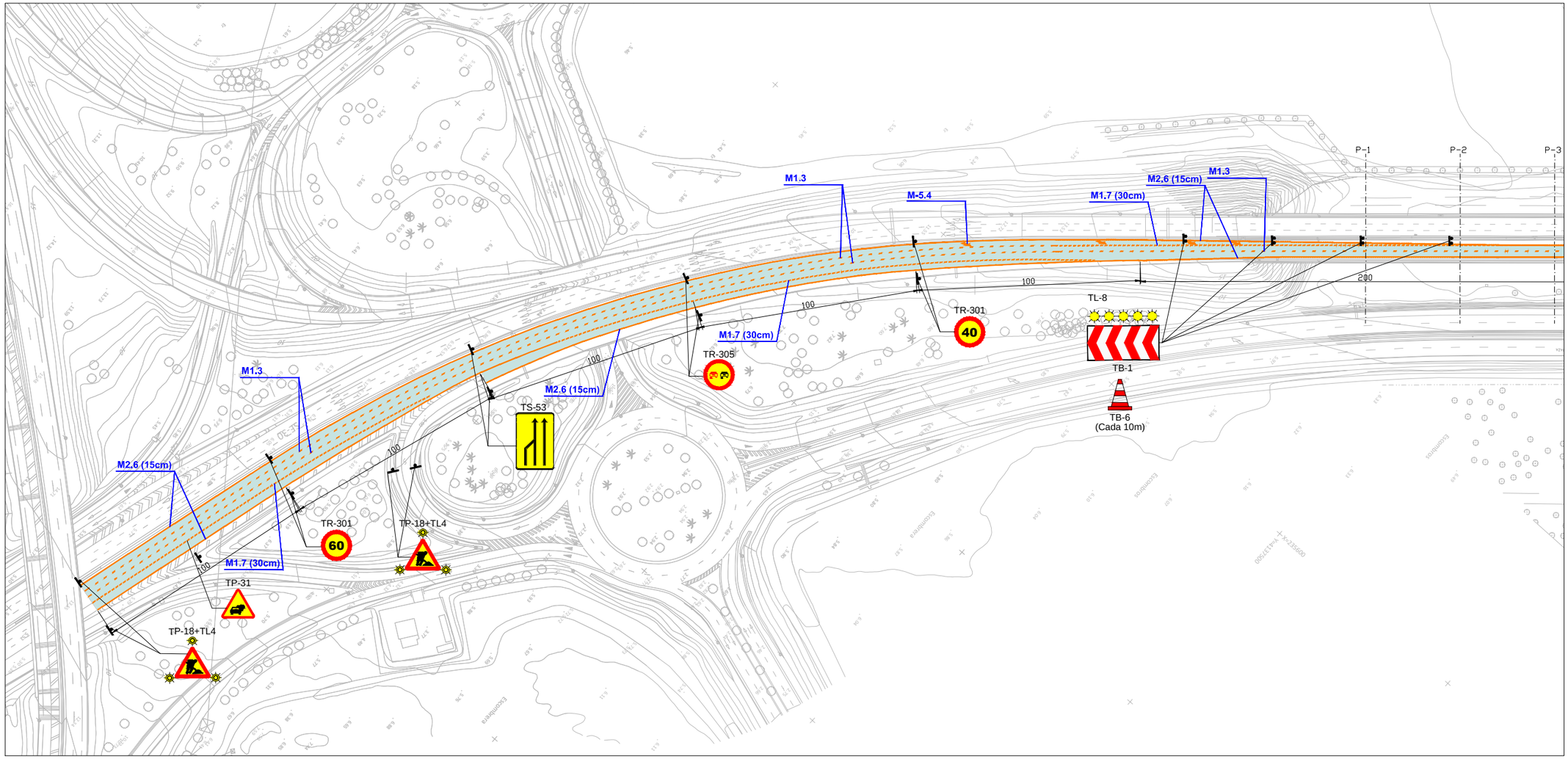

ZONA DE TRÁFICO

ZONA DE OBRAS

1:1000

0 5 10 15 20m

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A-1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.2.2<br>HOJA 4 DE 4 | **SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES FASE 5.1 Y 5.4** | FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |




ZONA DE TRÁFICO

ZONA DE OBRAS

1:1000

0 5 10 15 20m

GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA

SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS

DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS

DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL

CONSULTOR: FHECOR Ingenieros Consultores, IDEAM

INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO: JOSÉ ROMO MARTÍN, LUIS MATUTE RUBIO

INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO: EMILIO ASENSIO GARCÍA

ESCALA ORIGINAL: INDICADAS

ORIGINAL UNE A-1

TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:

PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA

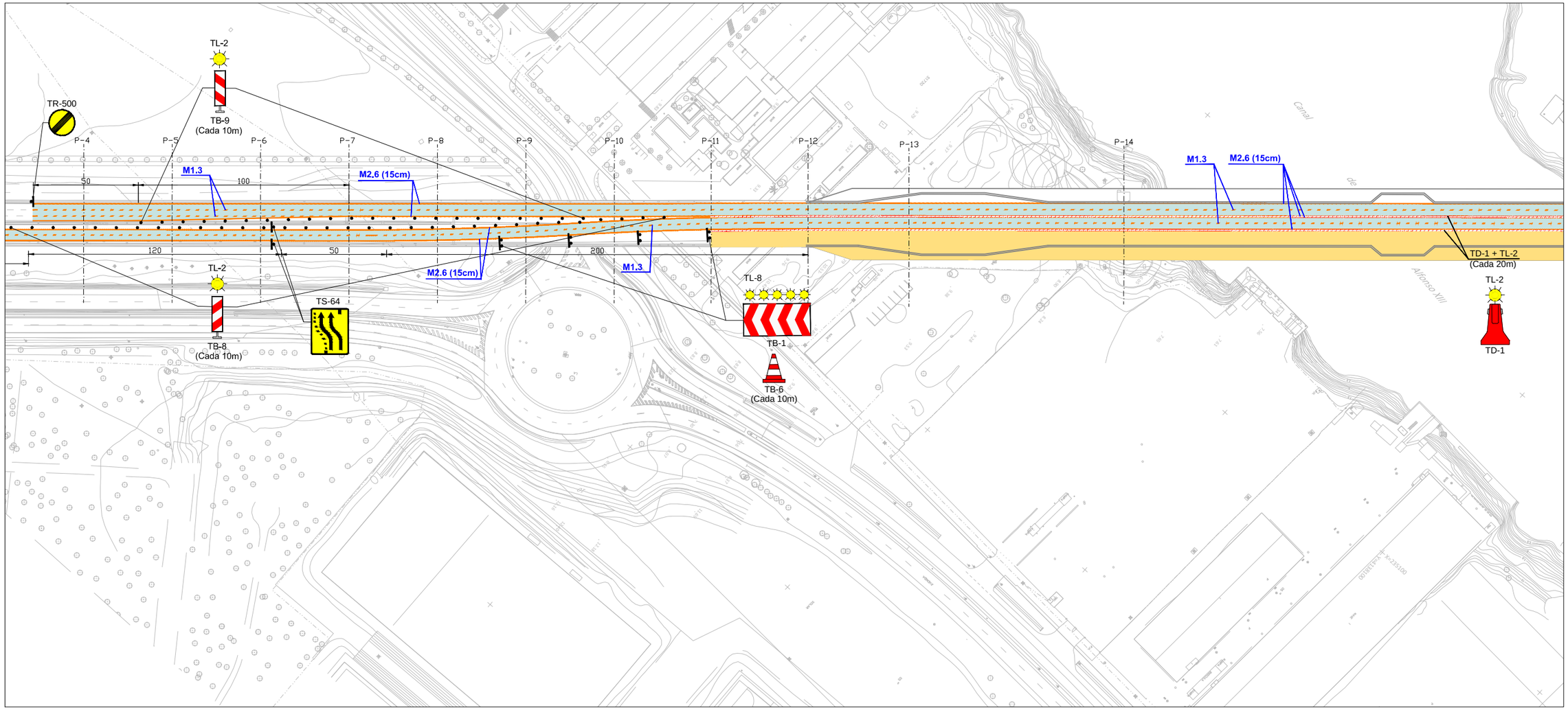
CLAVE: T4-SE-5090

Nº PLANO: A19.2.3

HOJA 1 DE 4

# SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES FASE 5.2

FECHA: DICIEMBRE 2019



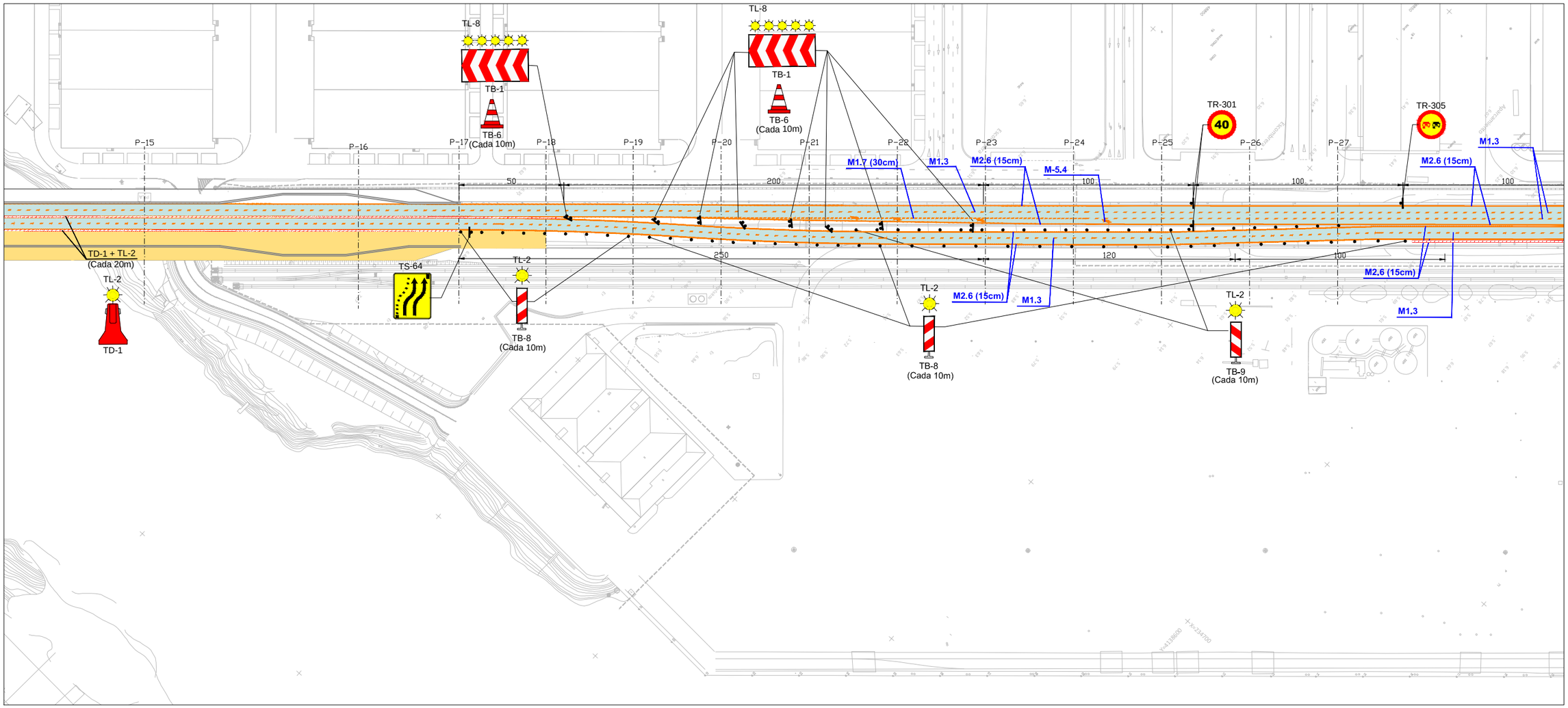

ZONA DE TRÁFICO

ZONA DE OBRAS

1:1000

0 5 10 15 20m

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A-1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.2.3<br>HOJA 2 DE 4 | **SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES FASE 5.2**<br>FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |



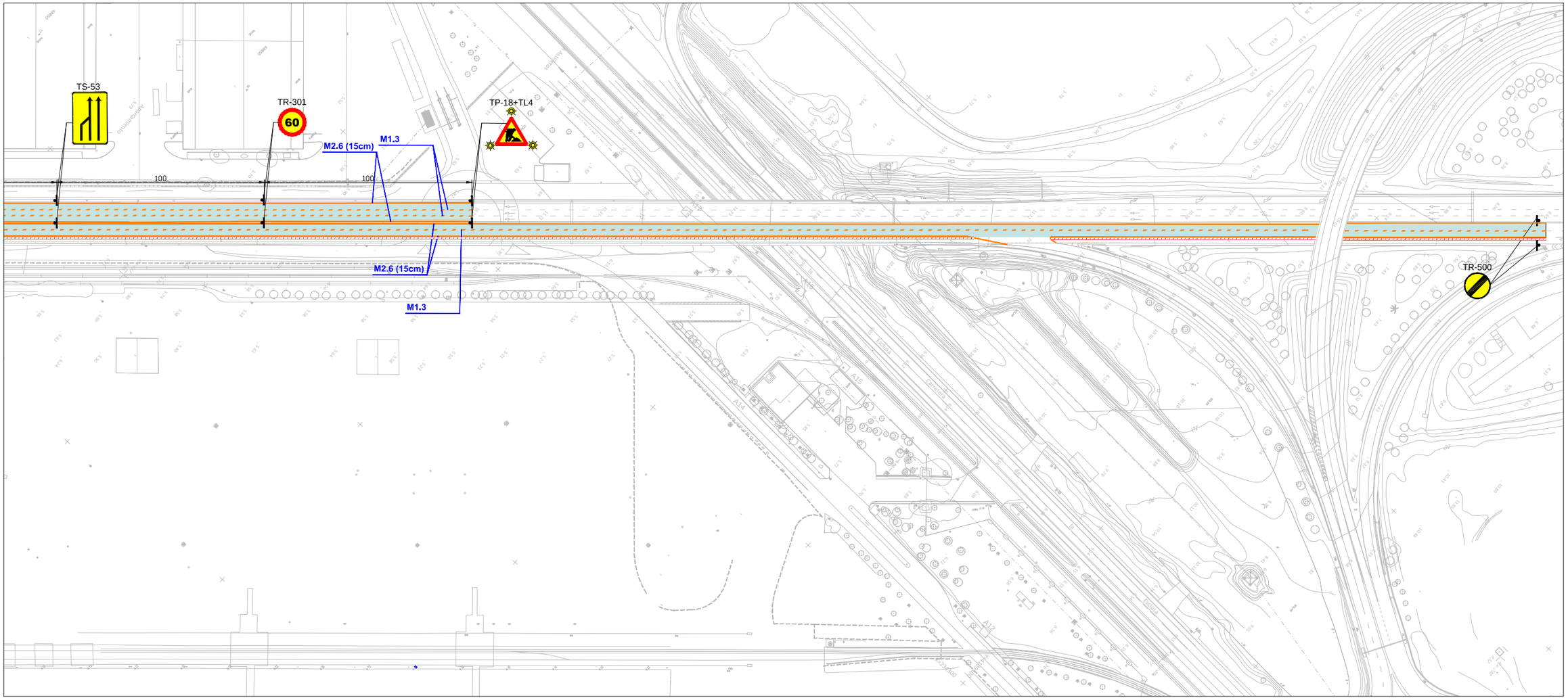

ZONA DE TRÁFICO

ZONA DE OBRAS

1:1000

0 5 10 15 20m

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A-1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.2.3<br>HOJA 3 DE 4 | **SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES FASE 5.2** | FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |




ZONA DE TRÁFICO

ZONA DE OBRAS

1:1000

0 5 10 15 20m

GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA

SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS

DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS

DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL

CONSULTOR: FHECOR Ingenieros Consultores / IDEAM

INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO: JOSÉ ROMO MARTÍN, LUIS MATUTE RUBIO

INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO: EMILIO ASENSIO GARCÍA

ESCALA ORIGINAL: INDICADAS

ORIGINAL UNE A-1

TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:

PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA

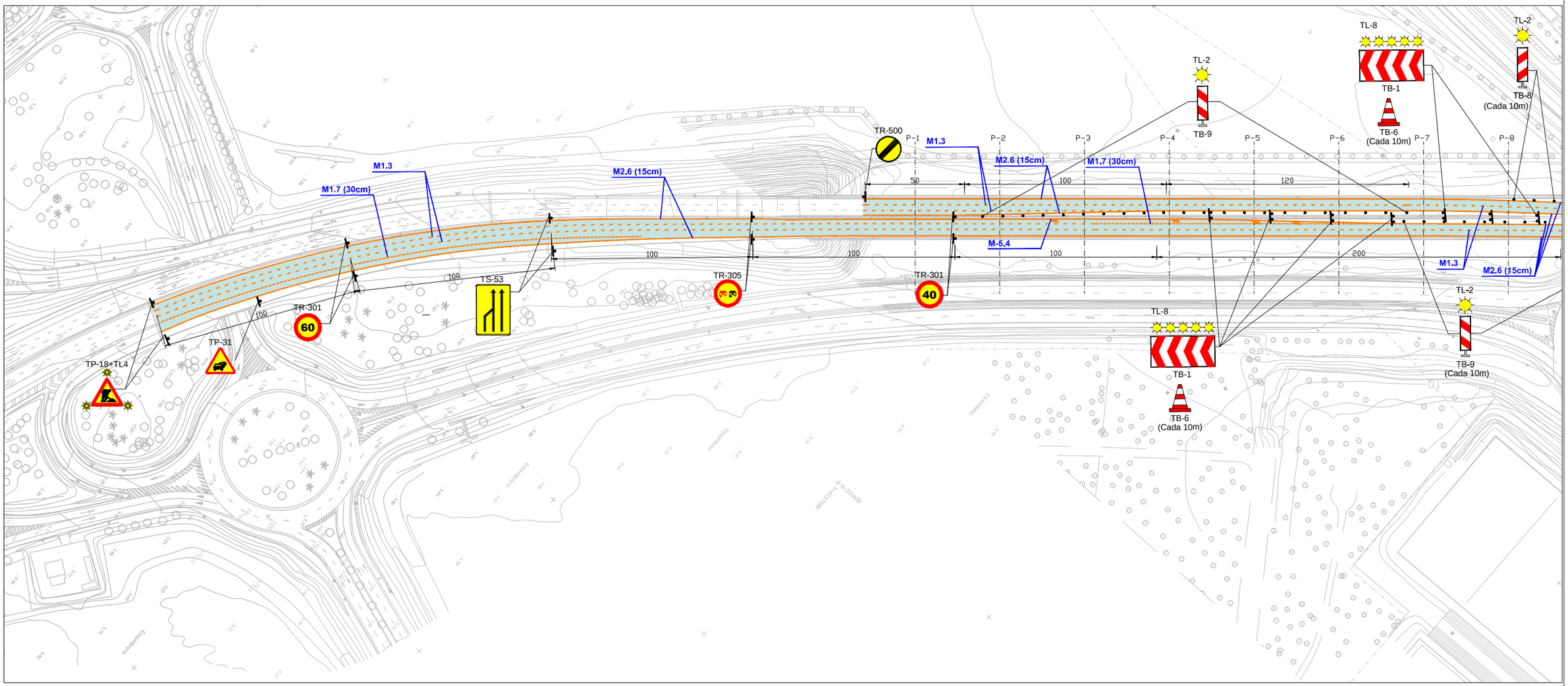
CLAVE: T4-SE-5090

Nº PLANO: A19.2.3

HOJA 4 DE 4

# SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES FASE 5.2

FECHA: DICIEMBRE 2019



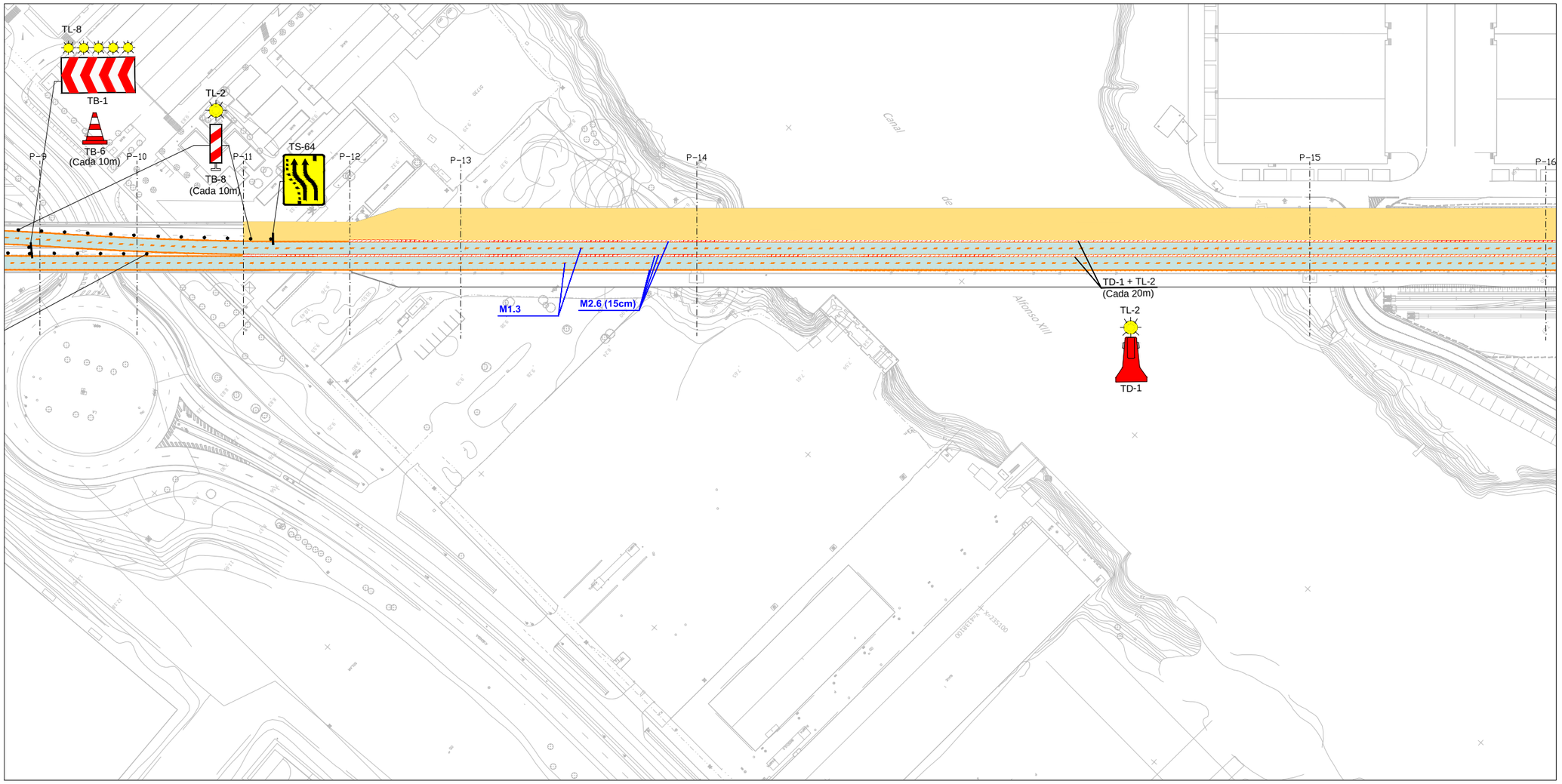

ZONA DE TRÁFICO

ZONA DE OBRAS

1:1000

0 5 10 15 20m

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A-1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.2.4<br>HOJA 1 DE 4 | **SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES FASE 5.3**<br>FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |



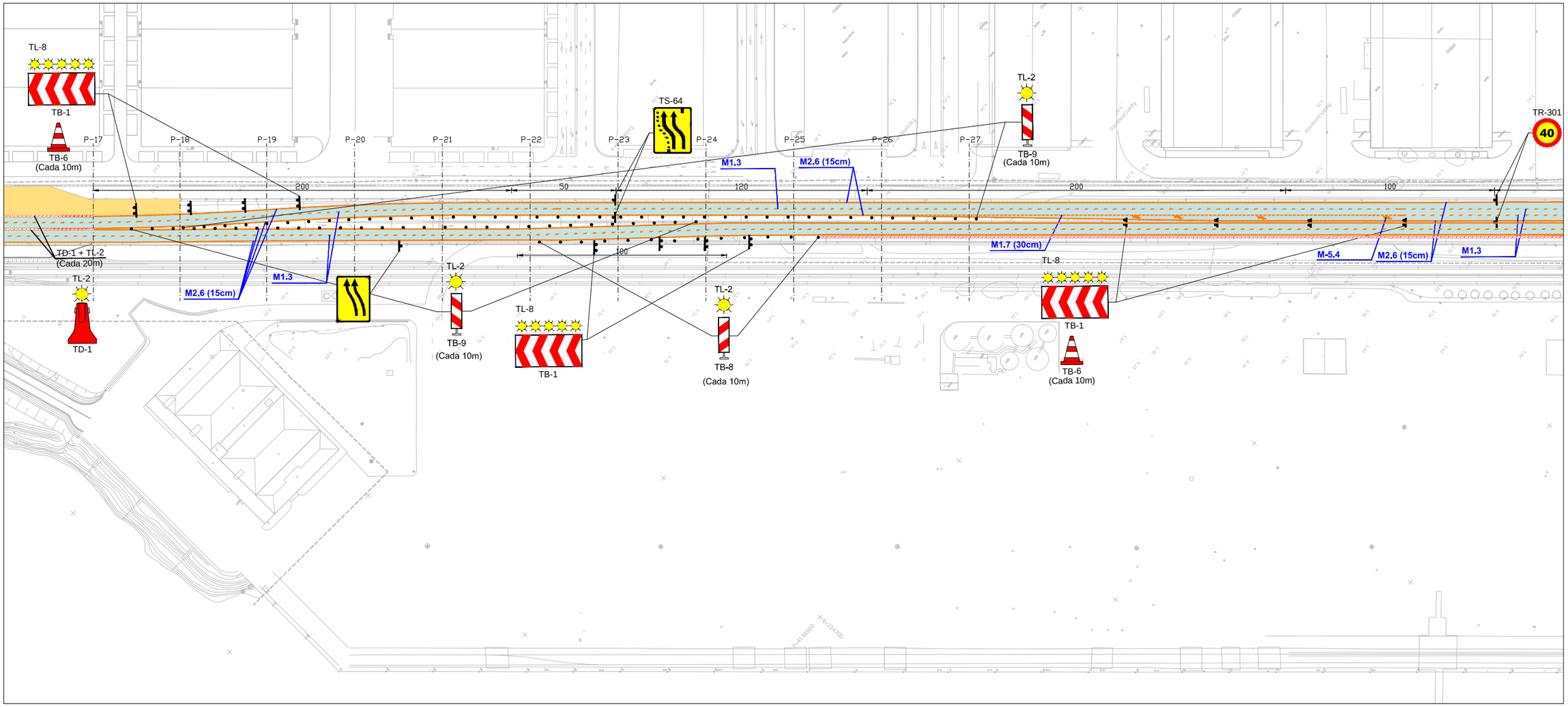

ZONA DE TRÁFICO

ZONA DE OBRAS

1:1000

0 5 10 15 20m

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A-1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.2.4<br>HOJA 2 DE 4 | **SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES FASE 5.3**<br>FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |



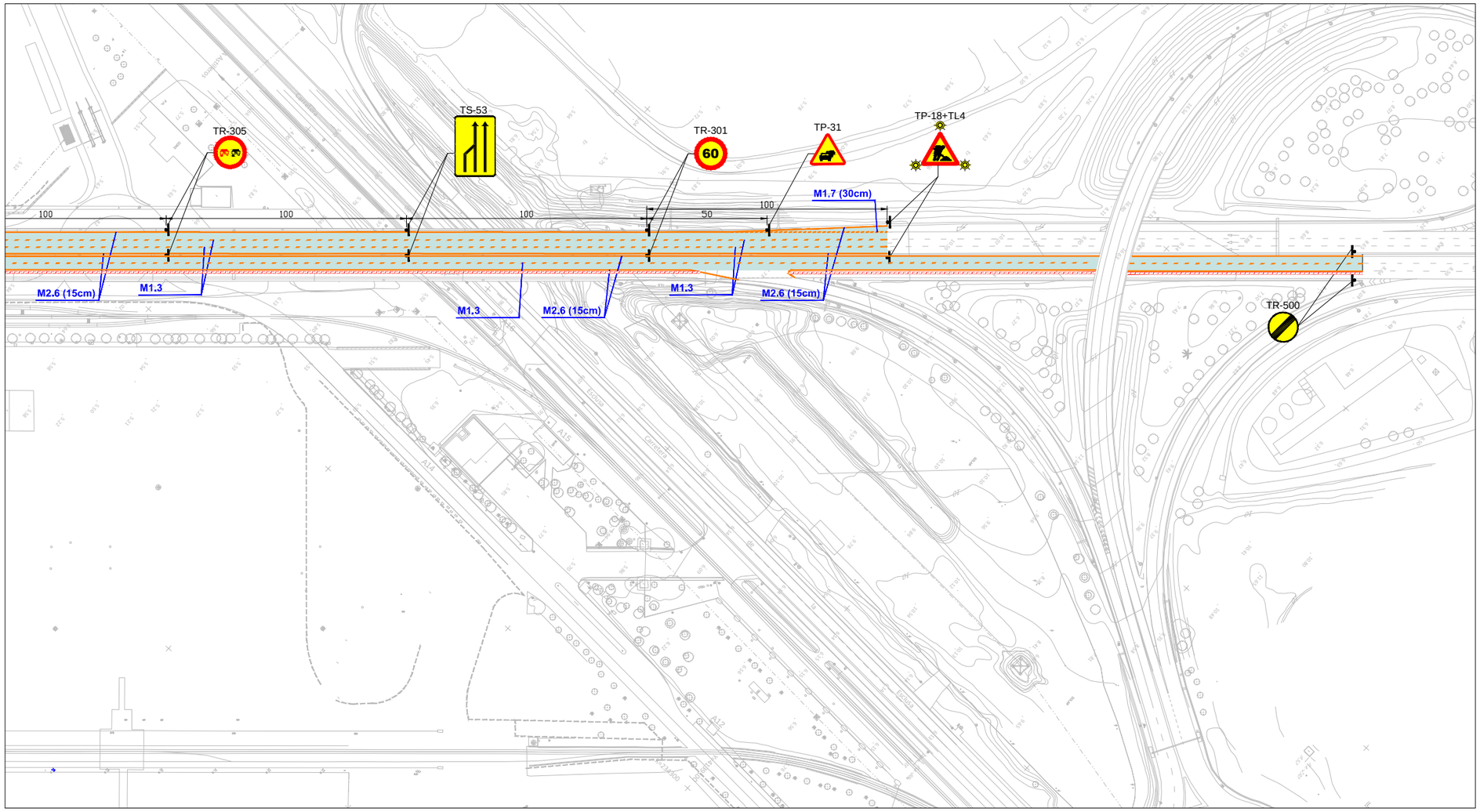

ZONA DE TRÁFICO

ZONA DE OBRAS

1:1000

0 5 10 15 20m

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A-1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.2.4<br>HOJA 3 DE 4 | **SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES FASE 5.3** | FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |



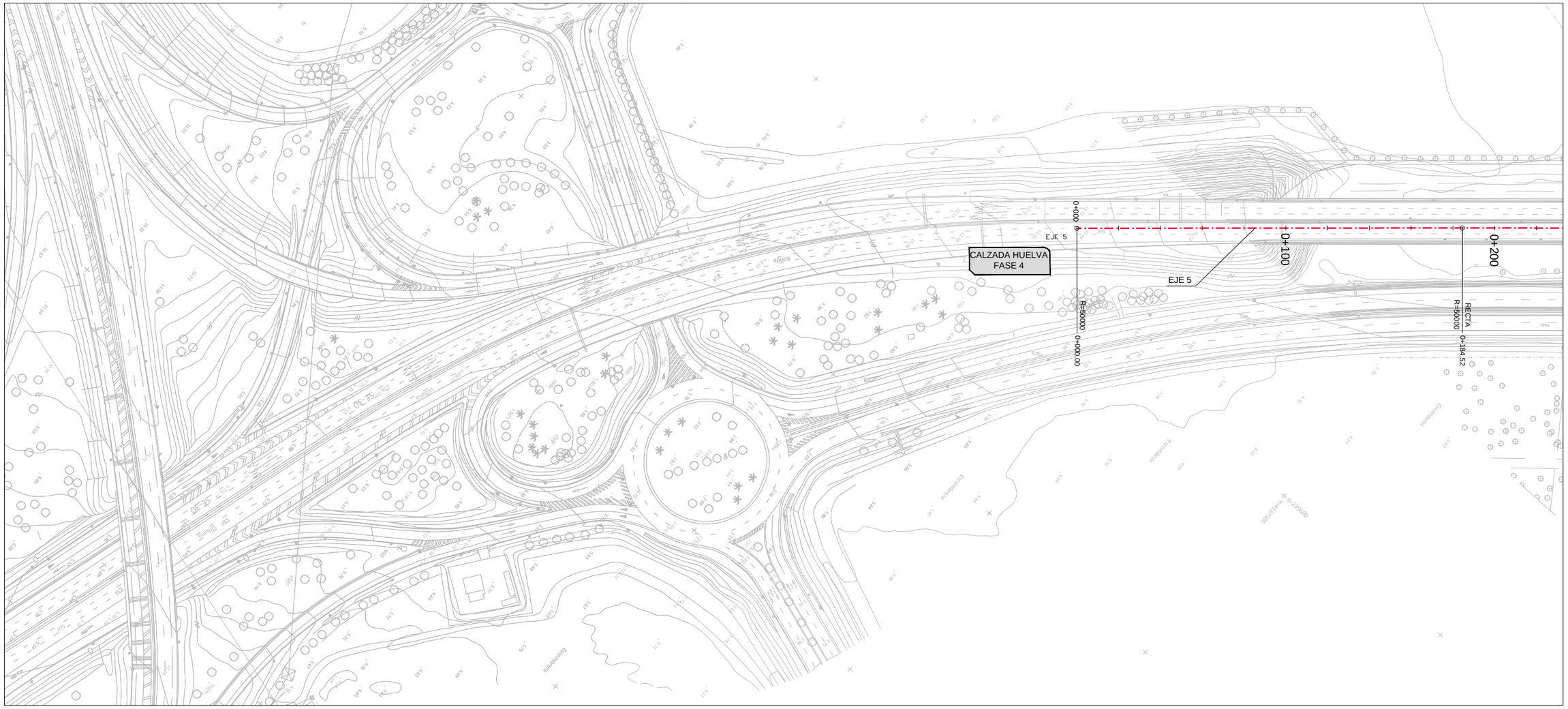

ZONA DE TRÁFICO

ZONA DE OBRAS

1:1000

0 5 10 15 20m

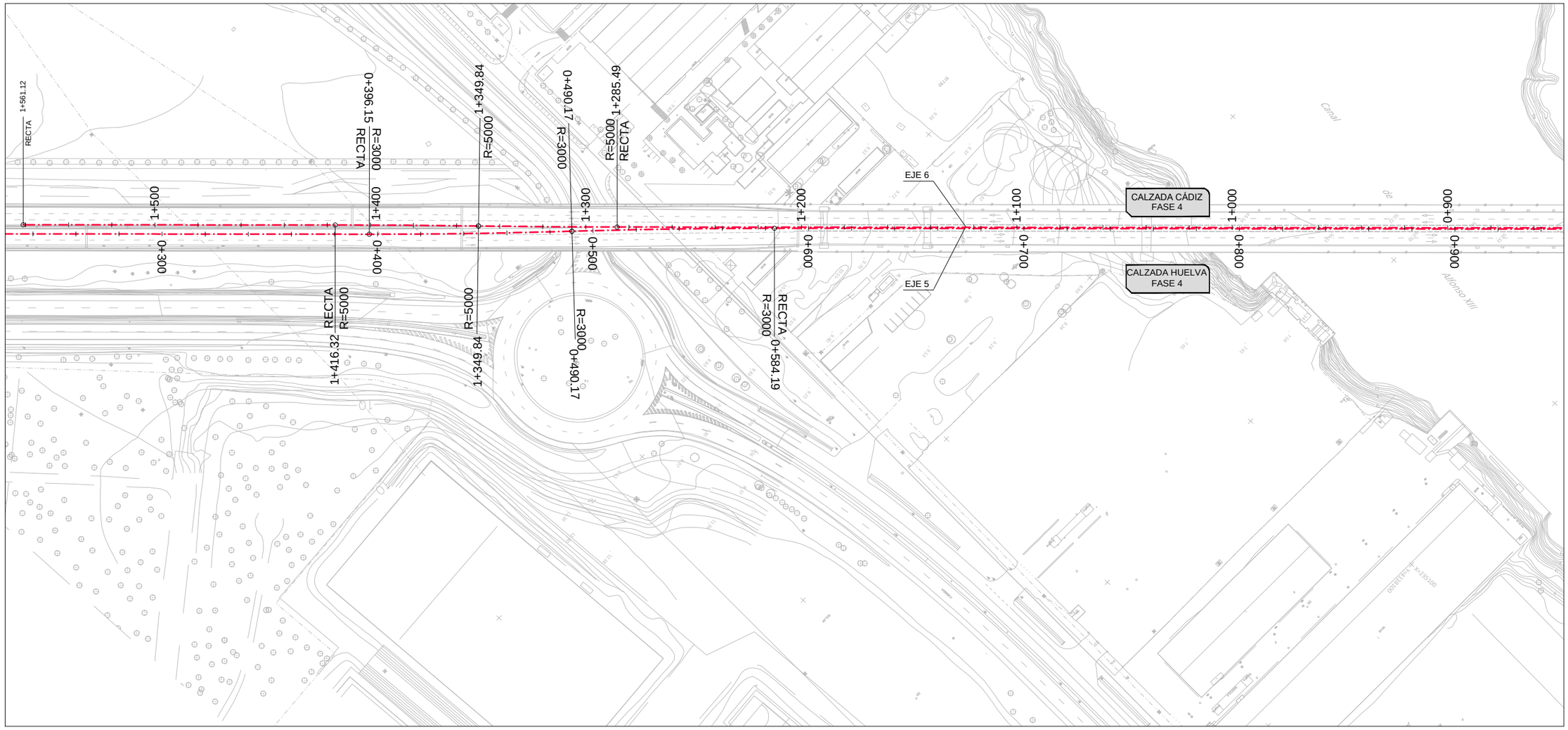
| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A-1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.2.4<br>HOJA 4 DE 4 | **SEÑALIZACIÓN DESVÍOS PROVISIONALES FASE 5.3**<br>FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |




1:1000

0 5 10 15 20m

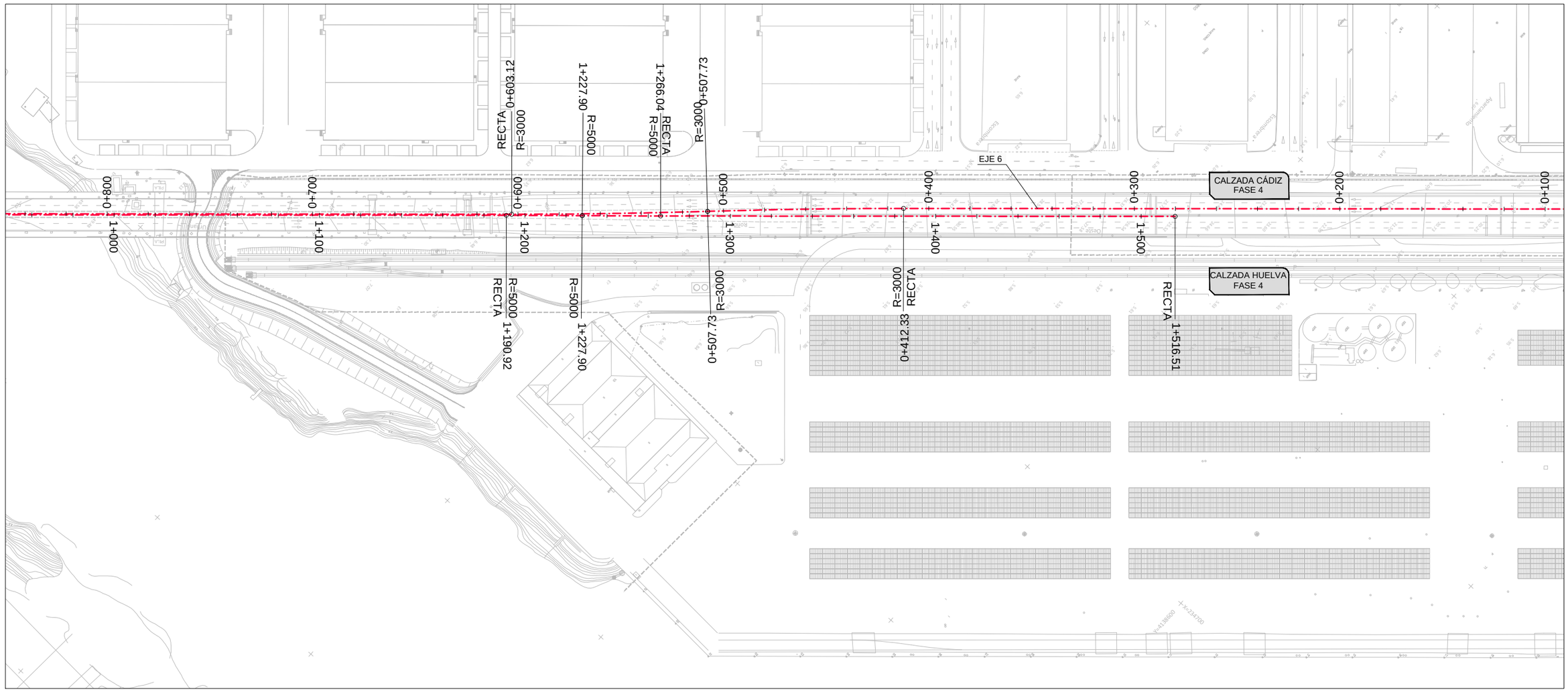
| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A-1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.2.5<br>HOJA 1 DE 4 | **PLANTA DE REPLANTEO DE CARRILES FASE □.□** | FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |




1:1000

0 5 10 15 20m

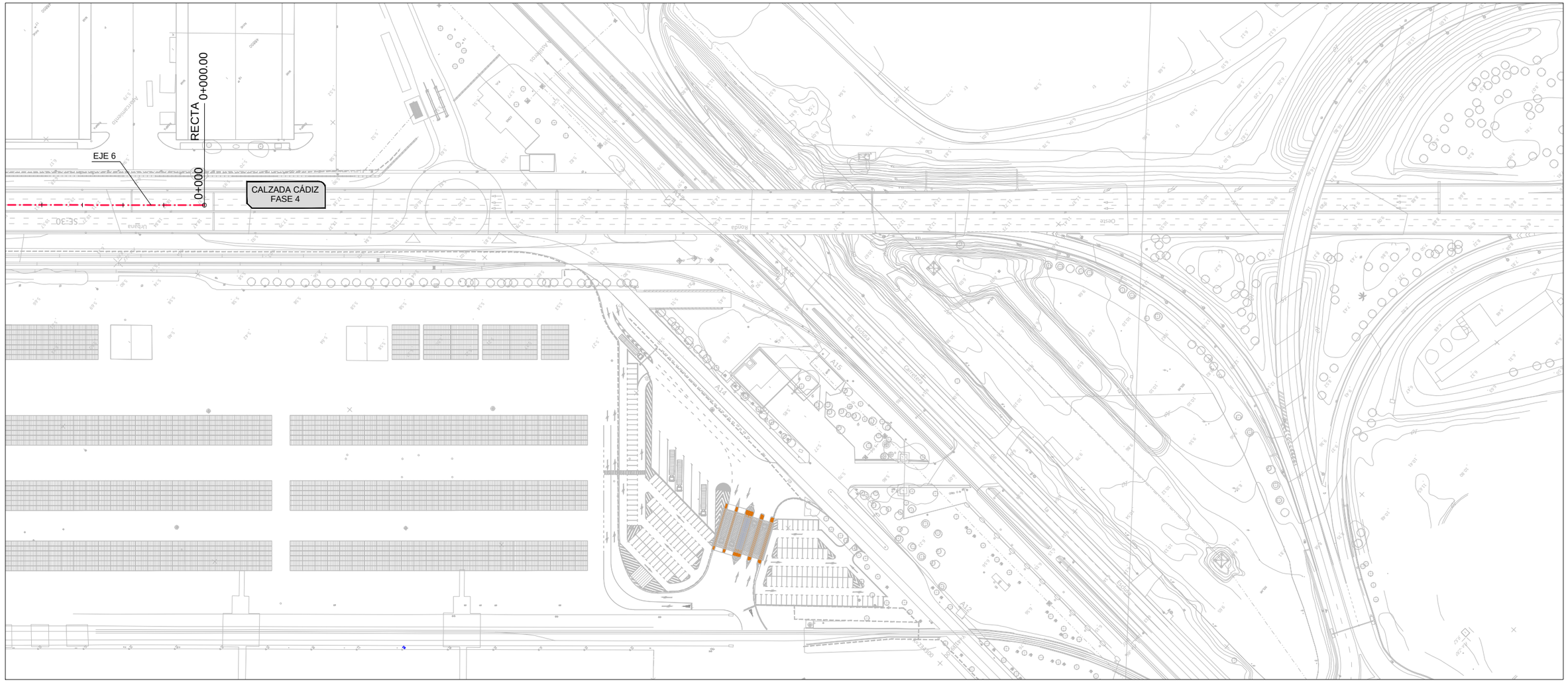
| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A–1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.2.5<br>HOJA 2 DE 4 | **PLANTA DE REPLANTEO DE CARRILES FASE 4** | FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |




1:1000

0 5 10 15 20m

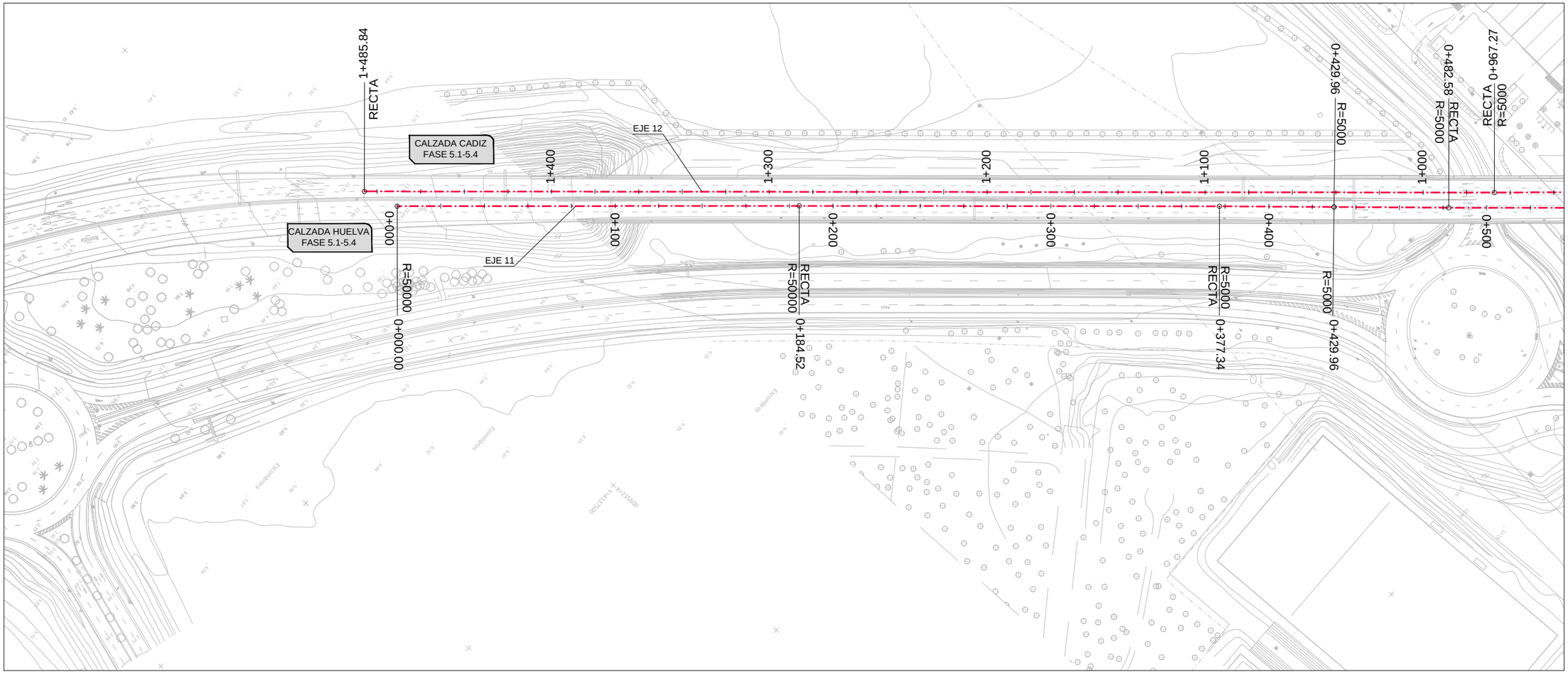
| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A-1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.2.5<br>HOJA 3 DE 4 | **PLANTA DE REPLANTEO DE CARRILES FASE □.□**<br>FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |



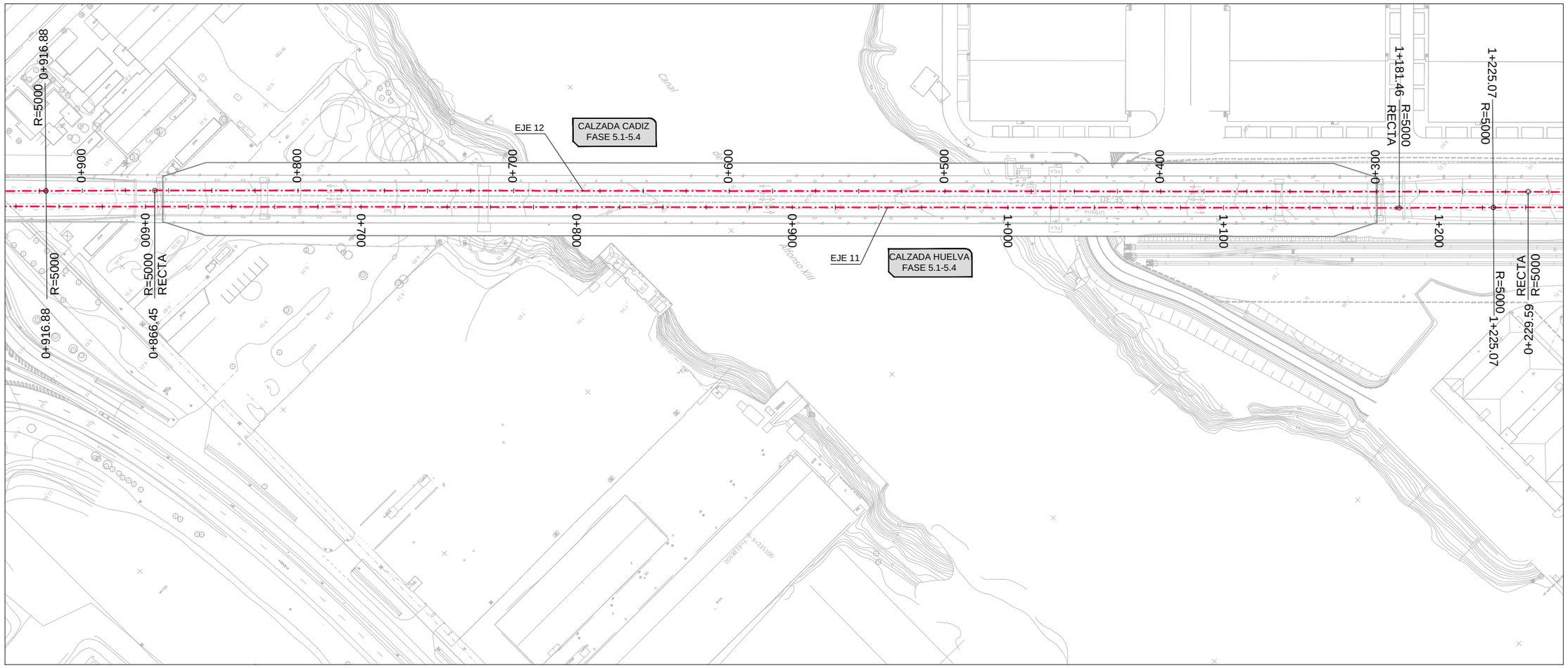

1:1000

0 5 10 15 20m

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A-1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.2.5<br>HOJA 4 DE 4 | **PLANTA DE REPLANTEO DE CARRILES FASE □4**<br>FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |




| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A-1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.2.6<br>HOJA 1 DE 3 | **PLANTA DE REPLANTEO DE CARRILES FASE 5.□□ 5.□** | FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |




1:1000

0 5 10 15 20m

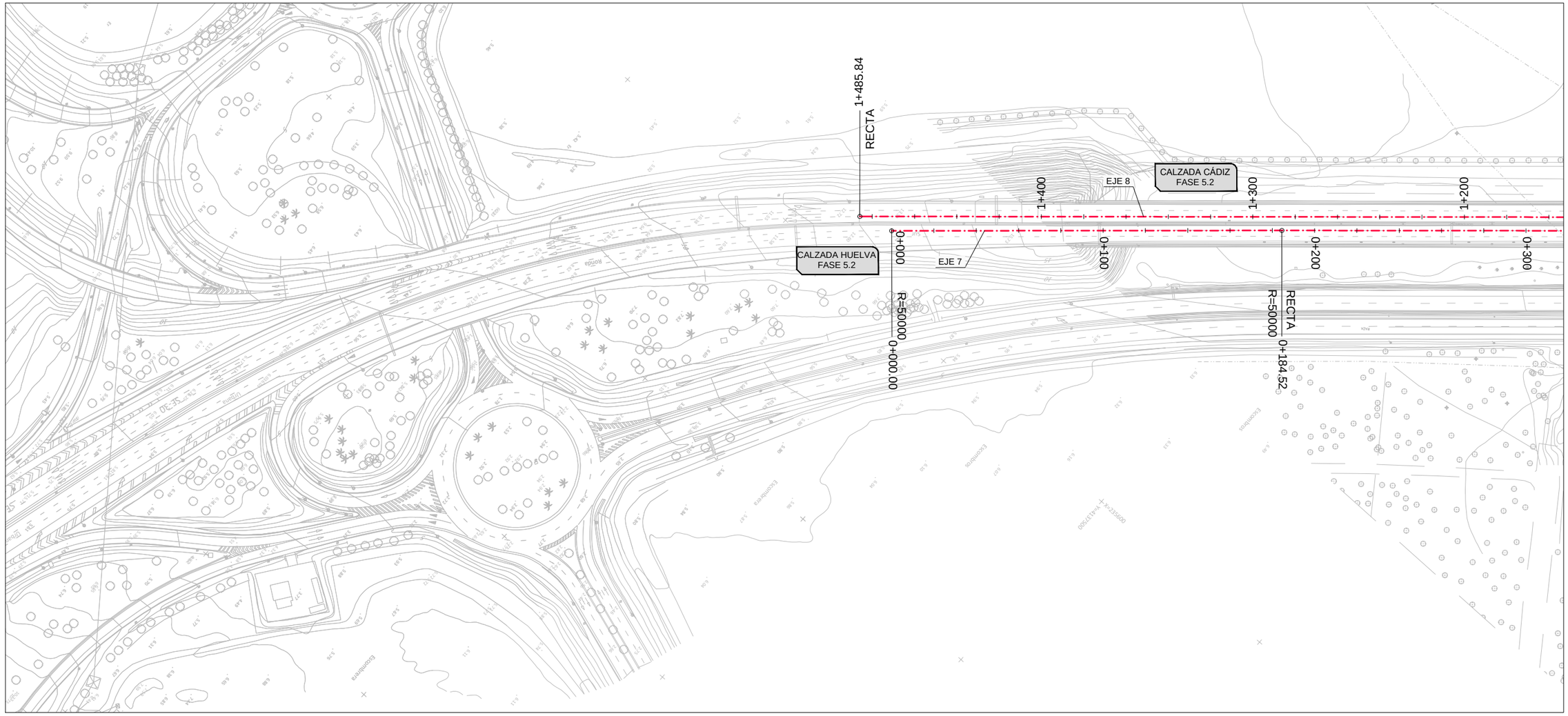
| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A-1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.2.6<br>HOJA 2 DE 3 | **PLANTA DE REPLANTEO DE CARRILES FASE 5.□□ 5.□**<br>FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |




1:1000

0 5 10 15 20m

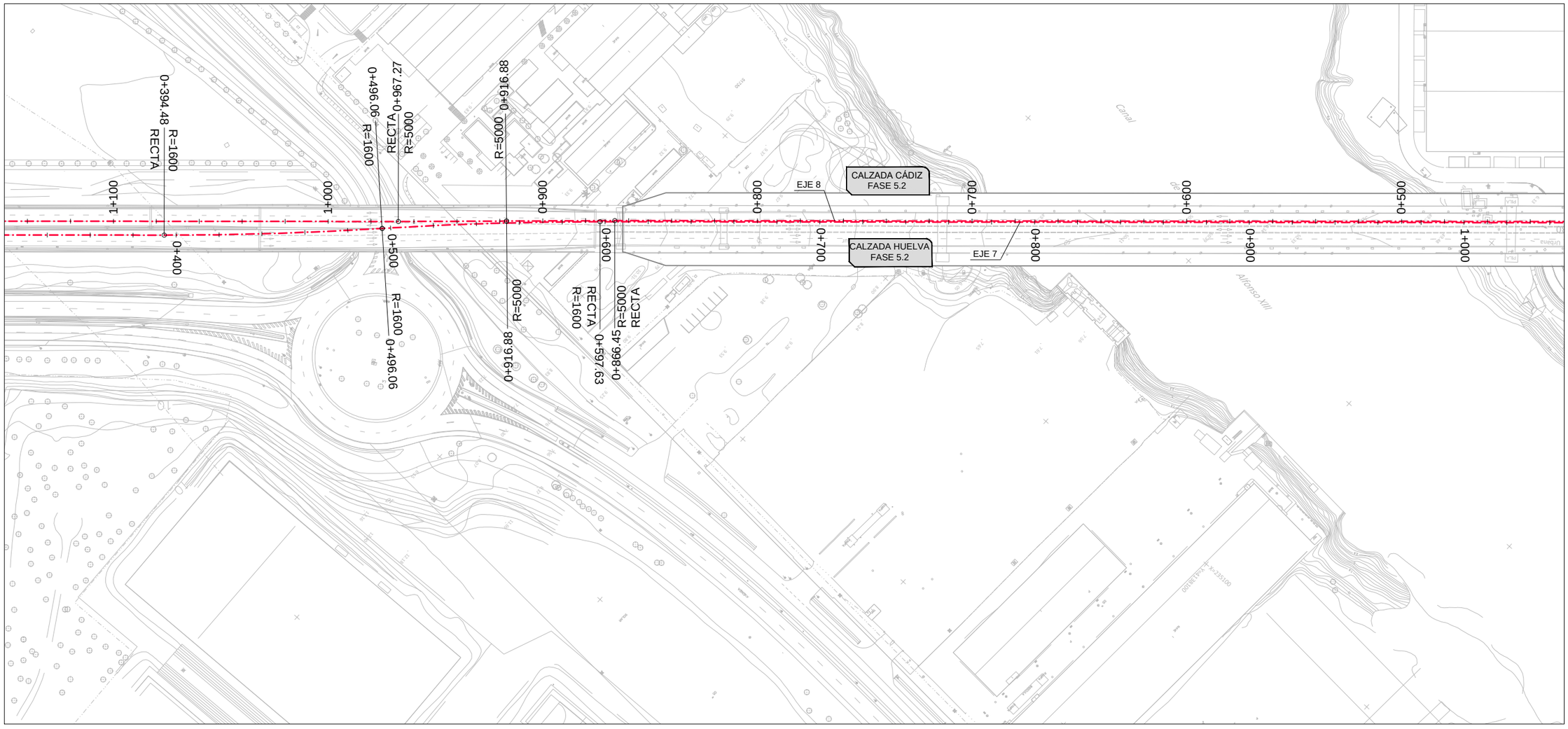
| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A–1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.2.6<br>HOJA 3 DE 3 | **PLANTA DE REPLANTEO DE CARRILES FASE 5.□ □ 5.□** | FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |




1:1000

0 5 10 15 20m

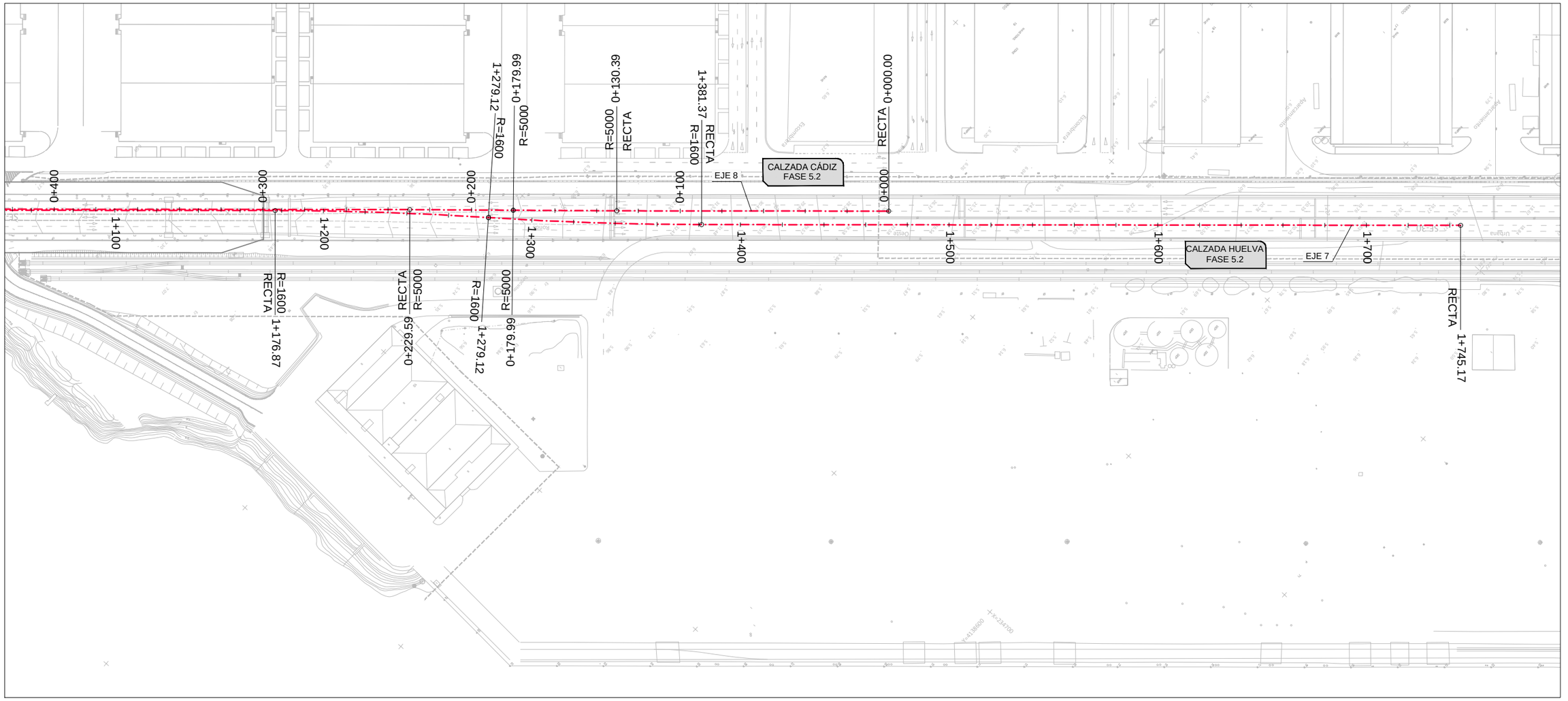
| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A-1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.2.7<br>HOJA 1 DE 3 | **PLANTA DE REPLANTEO DE CARRILES FASE 5.2** | FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |




1:1000

0 5 10 15 20m

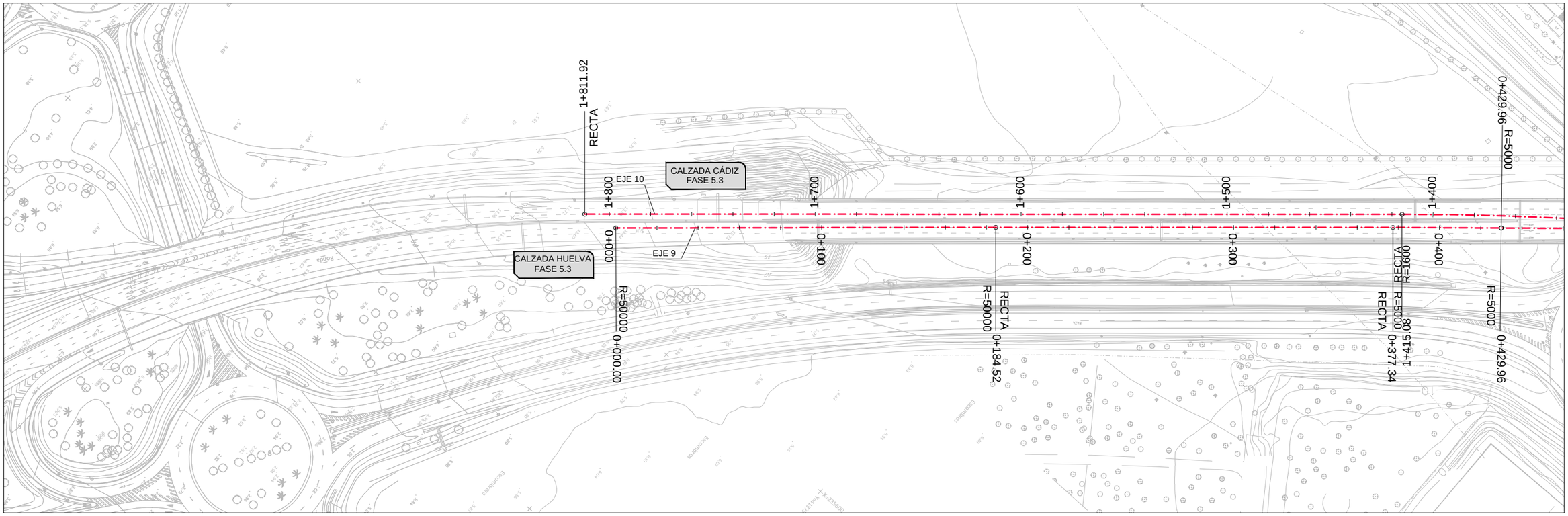
| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A-1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.2.7<br>HOJA 2 DE 3 | **PLANTA DE REPLANTEO DE CARRILES FASE 5.2** | FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |




1:1000

0 5 10 15 20m

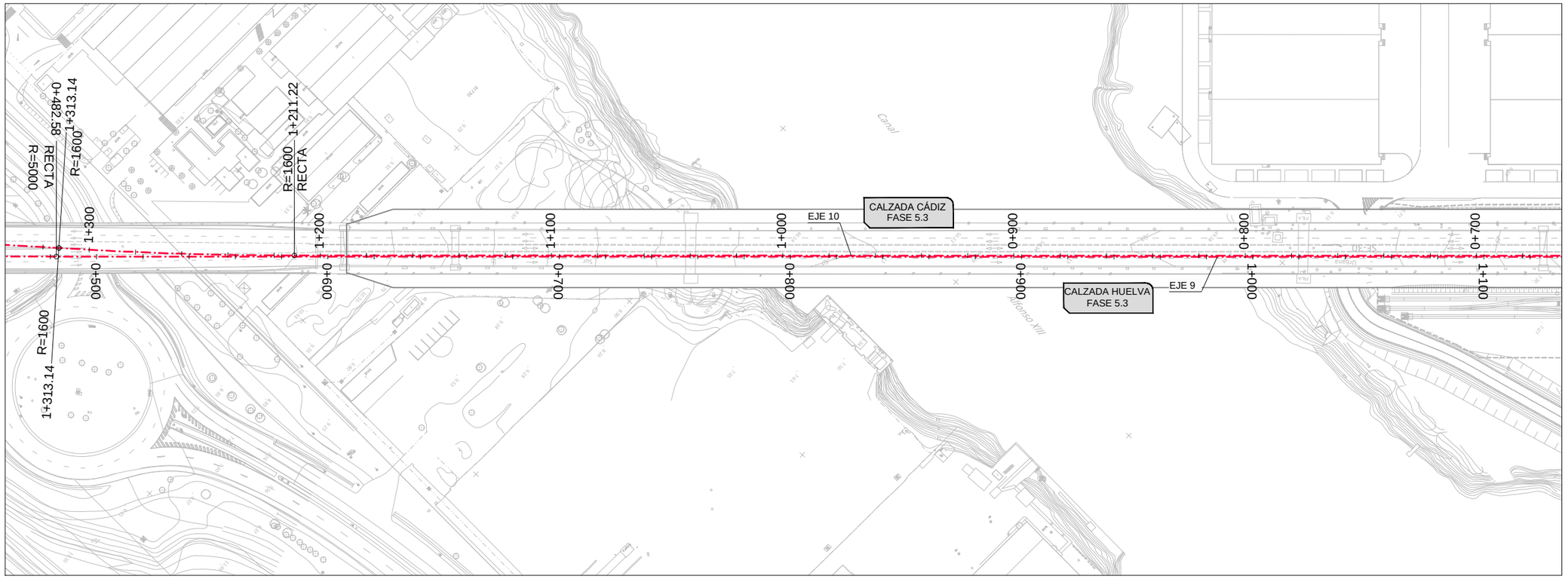
| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A-1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.2.7<br>HOJA 3 DE 3 | **PLANTA DE REPLANTEO DE CARRILES FASE 5.2** | FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |




1:1000

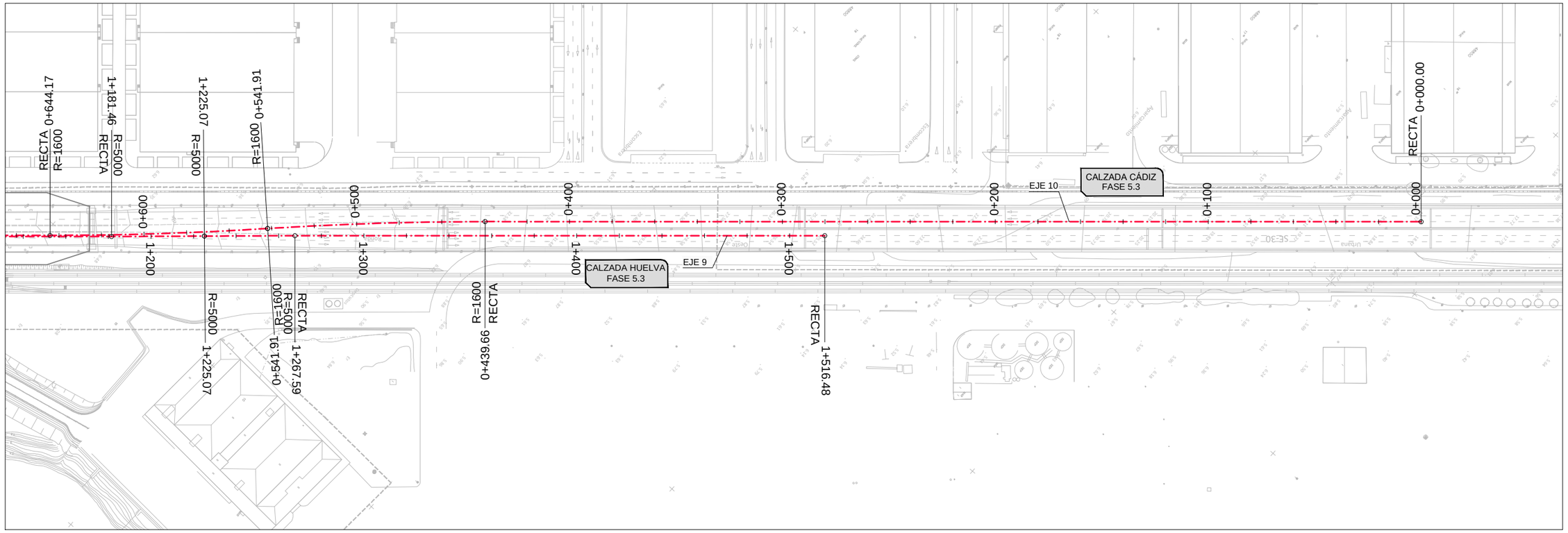
0 5 10 15 20m

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A-1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.2.8<br>HOJA 1 DE 3 | **PLANTA DE REPLANTEO DE CARRILES FASE 5.3** | FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |




1:1000
0 5 10 15 20m

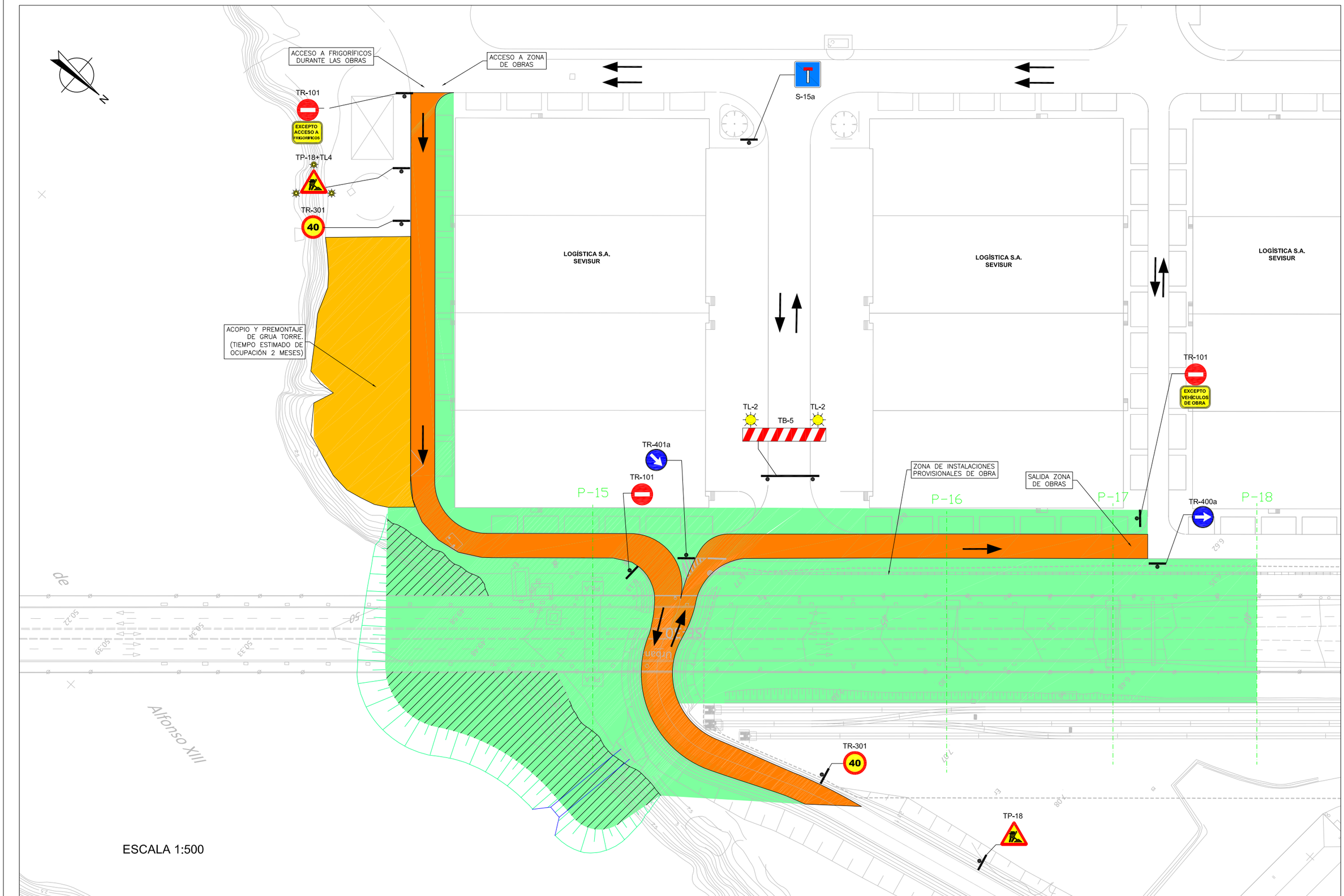
| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A-1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.2.8<br>HOJA 2 DE 3 | **PLANTA DE REPLANTEO DE CARRILES FASE 5.3**<br>FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |



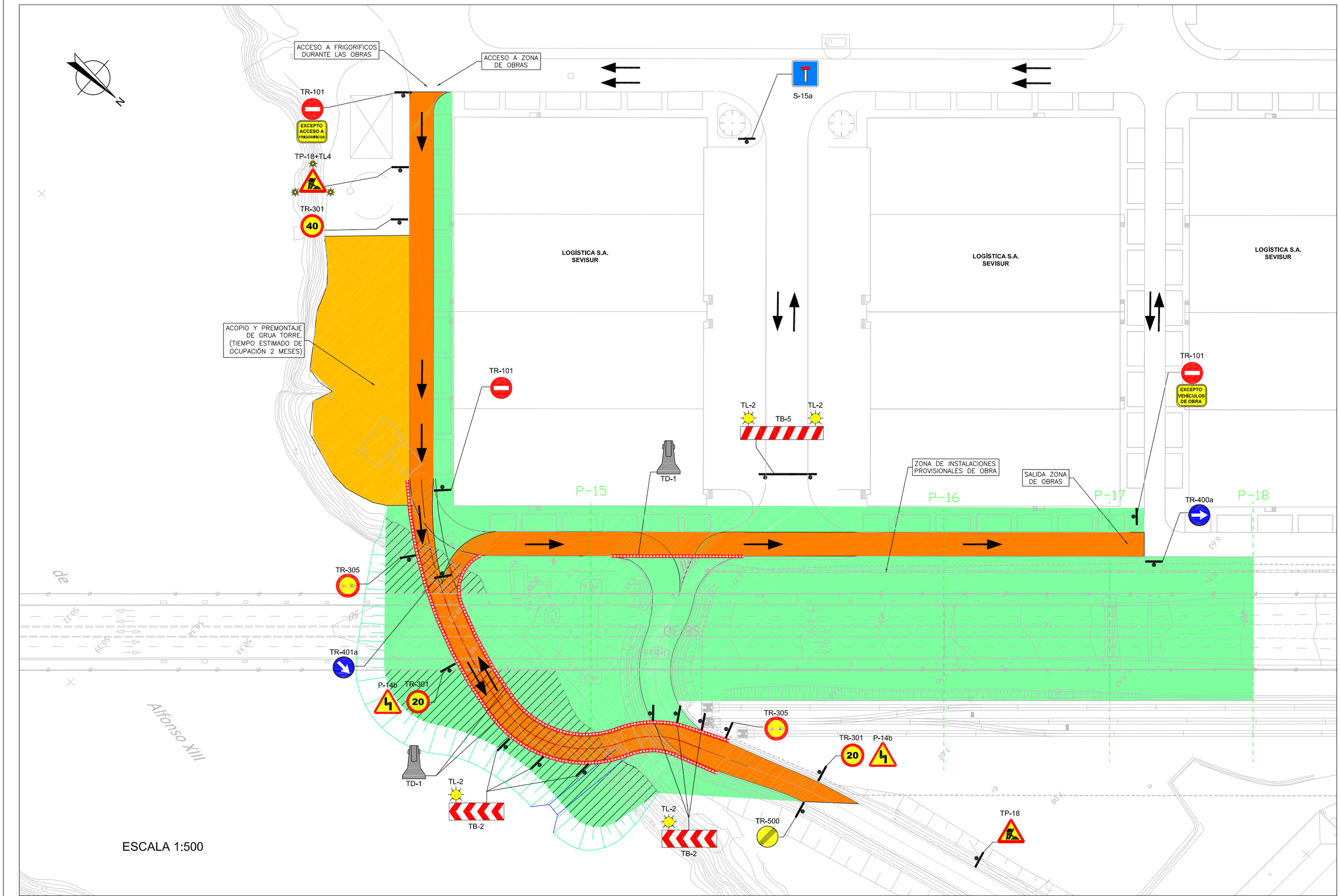

1:1000

0 5 10 15 20m

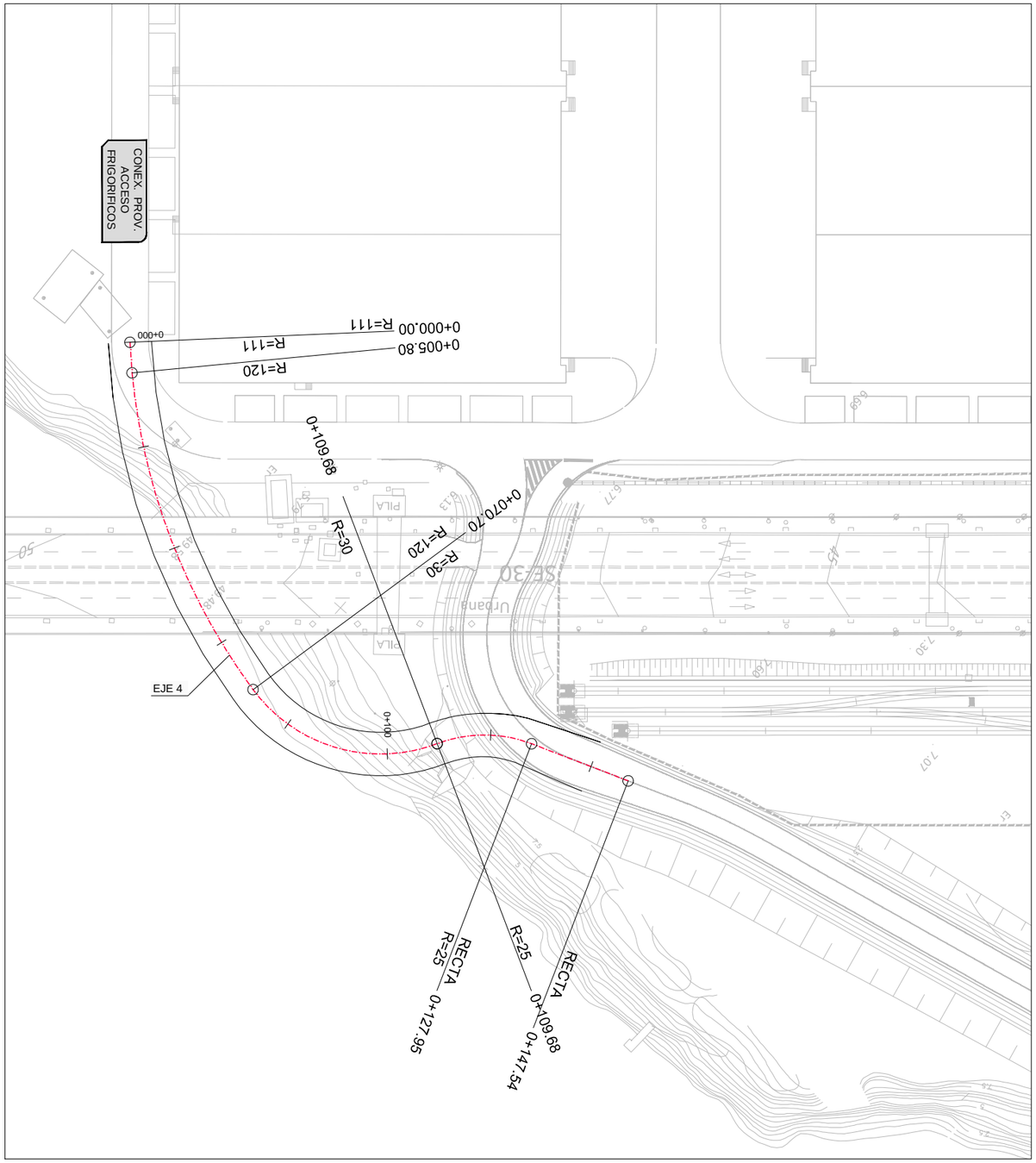
| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A–1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.2.8<br>HOJA 3 DE 3 | **PLANTA DE REPLANTEO DE CARRILES FASE 5.3** | FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |



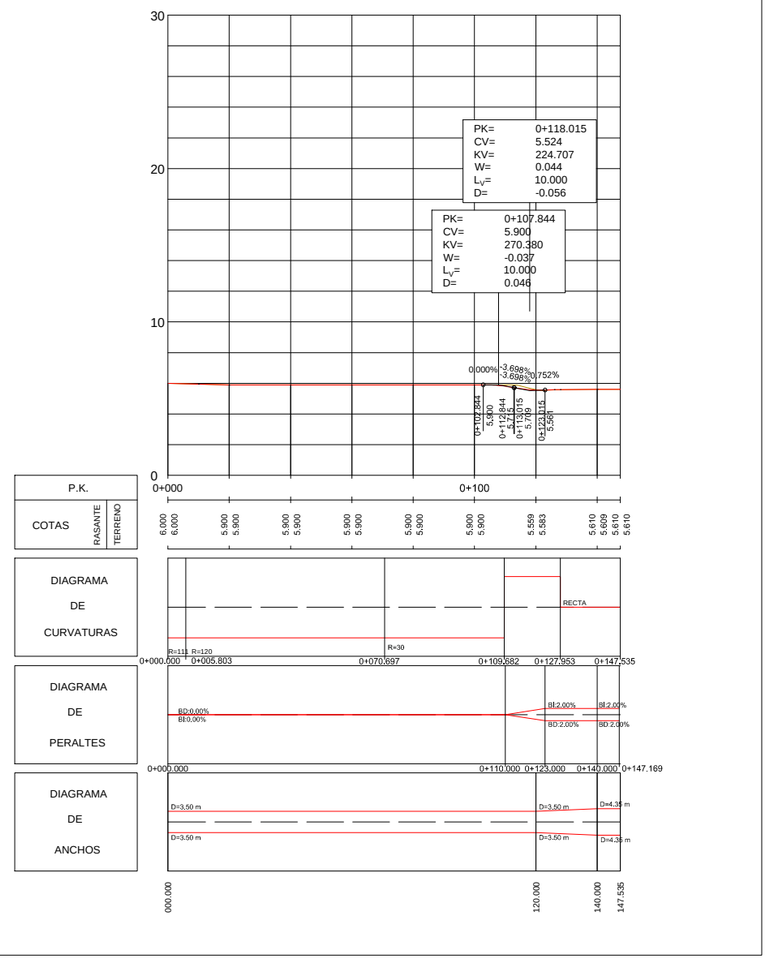

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A-1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.3.1<br>HOJA 1 DE 1 | **ESQUEMA DE CIRCULACIÓN EN ZONA DE ACTIVIDADES LOGÍSTICAS (ZAL). FASES 1, 2 y 3** | FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |



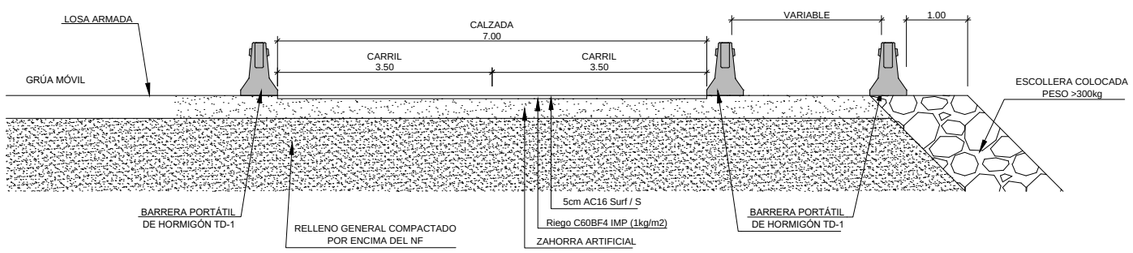

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A-1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.3.2<br>HOJA 1 DE 1 | **ESQUEMA DE CIRCULACIÓN EN ZONA DE ACTIVIDADES LOGÍSTICAS (ZAL) FASE 4** | FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |




**PLANTA DE REPLANTEO**
**ESCALA 1:500**

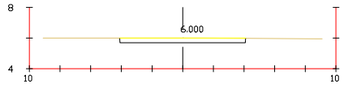



**PERFIL LONGITUDINAL.**
**ESCALA V: 1:200**
**ESCALA H: 1:1000**



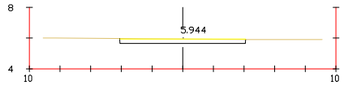

**SECCIÓN TIPO**
**ESCALA 1:50**

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA<br>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS<br>DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS<br>DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL | CONSULTOR<br>FHECOR Ingenieros Consultores<br>IDEAM | INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>JOSÉ ROMO MARTÍN<br>LUIS MATUTE RUBIO | INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO<br>EMILIO ASENSIO GARCÍA | ESCALA ORIGINAL:<br>INDICADAS<br>ORIGINAL UNE A-1 | TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:<br>PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA | CLAVE:<br>T4-SE-5090 | Nº PLANO:<br>A19.3.3<br>HOJA 1 DE 2 | **PLANTA DE REPLANTEO<br>PERFIL LONGITUDINAL Y SECCIÓN TIPO<br>DE DESVÍO PROVISIONAL** | FECHA:<br>DICIEMBRE 2019 |



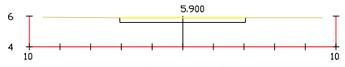

Pk=0+000

S. FIRME = 2.46 m2.
S. D TIERRA = 2.43 m2.



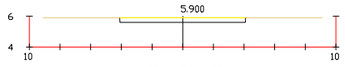

Pk=0+010

S. FIRME = 2.46 m2.
S. D TIERRA = 2.46 m2.



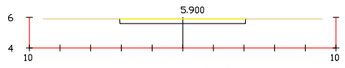

Pk=0+020

S. FIRME = 2.46 m2.
S. D TIERRA = 2.46 m2.



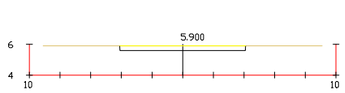

Pk=0+030

S. FIRME = 2.46 m2.
S. D TIERRA = 2.46 m2.



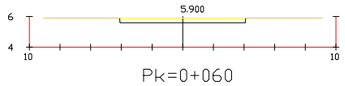

Pk=0+040

S. FIRME = 2.46 m2.
S. D TIERRA = 2.46 m2.



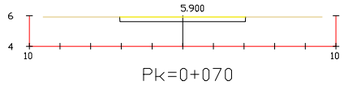

Pk=0+050

S. FIRME = 2.46 m2.
S. D TIERRA = 2.46 m2.



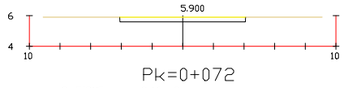

Pk=0+060

S. FIRME = 2.46 m2.
S. D TIERRA = 2.46 m2.



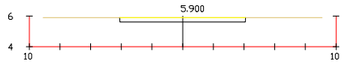

Pk=0+070

S. FIRME = 2.46 m2.
S. D TIERRA = 2.46 m2.



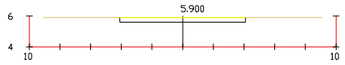

Pk=0+072

S. FIRME = 2.46 m2.
S. D TIERRA = 2.46 m2.



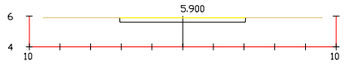

Pk=0+074

S. FIRME = 2.46 m2.
S. D TIERRA = 2.46 m2.



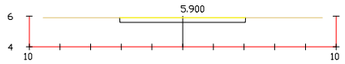

Pk=0+076

S. FIRME = 2.46 m2.
S. D TIERRA = 2.46 m2.



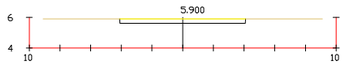

Pk=0+078

S. FIRME = 2.46 m2.
S. D TIERRA = 2.46 m2.



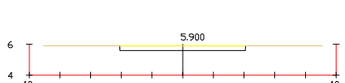

Pk=0+080

S. FIRME = 2.46 m2.
S. D TIERRA = 2.46 m2.



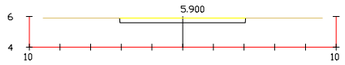

Pk=0+082

S. FIRME = 2.46 m2.
S. D TIERRA = 2.46 m2.



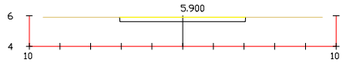

Pk=0+084

S. FIRME = 2.46 m2.
S. D TIERRA = 2.46 m2.



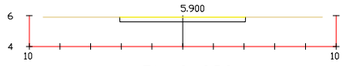

Pk=0+086

S. FIRME = 2.46 m2.
S. D TIERRA = 2.46 m2.



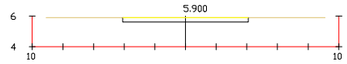

Pk=0+088

S. FIRME = 2.46 m2.
S. D TIERRA = 2.46 m2.



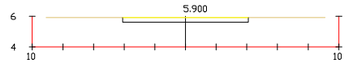

Pk=0+090

S. FIRME = 2.46 m2.
S. D TIERRA = 2.46 m2.




Pk=0+092

S. FIRME = 2.46 m2.
S. D TIERRA = 2.46 m2.



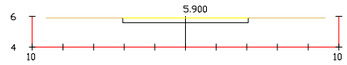

Pk=0+094

S. FIRME = 2.46 m2.
S. D TIERRA = 2.46 m2.



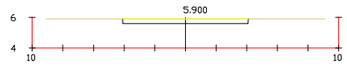

Pk=0+096

S. FIRME = 2.46 m2.
S. D TIERRA = 2.46 m2.



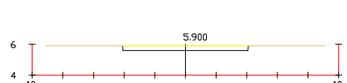

Pk=0+098

S. FIRME = 2.46 m2.
S. D TIERRA = 2.46 m2.



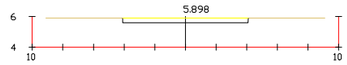

Pk=0+100

S. FIRME = 2.46 m2.
S. D TIERRA = 2.46 m2.



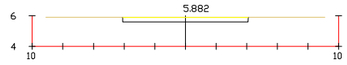

Pk=0+102

S. FIRME = 2.46 m2.
S. D TIERRA = 2.46 m2.




Pk=0+104

S. FIRME = 2.46 m2.
S. D TIERRA = 2.48 m2.



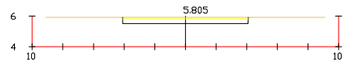

Pk=0+106

S. FIRME = 2.46 m2.
S. D TIERRA = 2.61 m2.




Pk=0+108

S. FIRME = 2.46 m2.
S. D TIERRA = 2.86 m2.




Pk=0+110

S. FIRME = 2.46 m2.
S. D TIERRA = 3.23 m2.




Pk=0+112

S. FIRME = 2.46 m2.
S. D TIERRA = 3.73 m2.



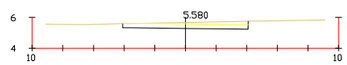

Pk=0+114

S. FIRME = 2.46 m2.
S. D TIERRA = 4.09 m2.



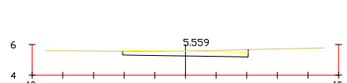

Pk=0+116

S. FIRME = 2.46 m2.
S. D TIERRA = 3.73 m2.



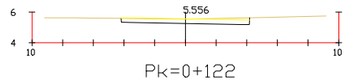

Pk=0+118

S. FIRME = 2.46 m2.
S. D TIERRA = 3.21 m2.



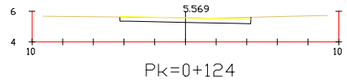

Pk=0+120

S. FIRME = 2.46 m2.
S. D TIERRA = 2.72 m2.



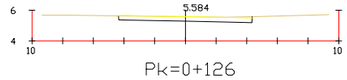

Pk=0+122

S. FIRME = 2.51 m2.
S. D TIERRA = 2.67 m2.



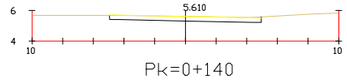

Pk=0+124

S. FIRME = 2.56 m2.
S. D TIERRA = 2.62 m2.




Pk=0+126

S. FIRME = 2.61 m2.
S. D TIERRA = 2.61 m2.




Pk=0+140

S. FIRME = 2.97 m2.
S. D TIERRA = 2.98 m2.

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS TRANSPORTE Y VIVIENDA
SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS
DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL

CONSULTOR
FHECOR Ingenieros Consultores
IDEAM

INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO DE TRAZADO
JOSÉ ROMO MARTÍN
LUIS MATUTE RUBIO

INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO DE TRAZADO
EMILIO ASENSIO GARCÍA

ESCALA ORIGINAL:
INDICADAS
ORIGINAL UNE A-1

TÍTULO DEL PROYECTO DE TRAZADO:
PROYECTO DE TRAZADO DE SUSTITUCIÓN DE TIRANTES DEL PUENTE DEL CENTENARIO, SITUADO ENTRE EL P.K. 10+000 Y EL P.K.12+000 DE LA AUTOVÍA SE-30 EN SEVILLA

CLAVE:
T4-SE-5090

Nº PLANO:
A19.3.3
HOJA 2 DE 2

**PERFILES TRANSVERSALES DE DESVÍO PROVISIONAL**

FECHA:
DICIEMBRE 2019