

Ferrocarriles de la Junta de Andalucía  
CONSEJERÍA DE OBRAS PÚBLICAS Y VIVIENDA

TÍTULO

## ANTEPROYECTO DE ALTERNATIVAS DE LA LÍNEA 2 DEL METRO DE SEVILLA

EXPEDIENTE :

T - MS6200/PPRO

INGENIERO GERENTE DEL CONTRATO

D. ABEL LÓPEZ JARAMILLO

INGENIEROS AUTORES DEL ANTEPROYECTO

D. JAVIER JUAN CORTACÁNS MUNER

D. MARCOS DORAO MADRUGA

AUTOR DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

D. ALVARO RAIGADA VIZUETE

CONSULTOR



FECHA DE REDACCIÓN

MAYO - 2010

FECHA DE VERSIÓN

MAYO - 2010

EJEMPLAR

1

CAJA

1

TOMO

1

DE

1

TOMO

I

TÍTULO

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**





# ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL





## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL



## INDICE

1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES .....	4	3.2.3. FAUNA.....	20
1.1. OBJETO DEL PROYECTO.....	4	3.3. PATRIMONIO CULTURAL .....	21
1.2. ANTECEDENTES .....	4	3.4. PAISAJE .....	21
1.3. NORMATIVA DE APLICACIÓN .....	6	3.5. MEDIO SOCIOECONÓMICO .....	23
1.3.1. A NIVEL COMUNITARIO .....	7	4. IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS.....	25
1.3.2. A NIVEL ESTATAL .....	8	4.1. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS .....	25
1.3.3. A NIVEL AUTONÓMICO .....	9	4.2. DESCRIPCIÓN DE LAS ACCIONES DEL PROYECTO.....	28
1.3.4. A NIVEL MUNICIPAL .....	10	4.2.1. FASE DE CONSTRUCCIÓN.....	28
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS .....	11	4.2.2. FASE DE EXPLOTACIÓN .....	33
2.1. RESUMEN DEL ESTUDIO DE ALTERNATIVAS .....	11	4.3. CARACTERIZACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS .....	35
2.2. DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS SELECCIONADAS .....	11	4.3.1. CARACTERIZACIÓN PARTICULARIZADA .....	35
3. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO .....	13	4.3.2. VALORACIÓN PARTICULARIZADA .....	39
3.1. MEDIO FÍSICO.....	13	4.3.3. ANÁLISIS VALORATIVO DE CADA UNO DE LOS FACTORES POR ALTERNATIVA .....	55
3.1.1. SITUACIÓN.....	13	4.3.4. CONCLUSIÓN Y DISCUSIÓN.....	56
3.1.2. CLIMA.....	13	5. PROPUESTA DE MEDIDAS PROTECTORAS Y CORRECTORAS.....	57
3.1.3. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA.....	13	5.1. MEDIDAS EN FASE DE PROYECTO. ....	57
3.1.4. HIDROLOGÍA SUPERFICIAL.....	14	5.2. MEDIDAS DURANTE LAS OBRAS. ....	57
3.1.5. HIDROGEOLOGÍA.....	15	5.2.1. MEDIDAS PREVIA AL INICIO DE LAS OBRAS .....	57
3.2. MEDIO BIÓTICO .....	16	5.2.2. MEDIDAS DURANTE LA FASE DE OBRA.....	62
3.2.1. EDAFOLOGÍA.....	16	5.2.3. MEDIDAS DURANTE LA FASE DE FUNCIONAMIENTO.....	71
3.2.2. VEGETACIÓN.....	17	6. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL .....	73
		6.1. OBJETIVO .....	73
		6.2. RESPONSABILIDAD DEL SEGUIMIENTO .....	74



6.2.1.	MEDIOS ASIGNADOS AL PVA.....	74	6.5.1.	ANTES DEL INICIO DE LAS OBRAS.....	89
6.3.	METODOLOGÍA DE SEGUIMIENTO.....	75	6.5.2.	INFORME PARALELO AL ACTA DE COMPROBACIÓN DEL REPLANTEO .....	89
6.3.1.	DATOS NECESARIOS PARA LA CONSECUCIÓN DE LOS OBJETIVOS DE CONTROL .....	75	6.5.3.	INFORMES SEMESTRALES DURANTE LA FASE DE OBRAS .....	89
6.3.2.	PROGRAMA DE RECOGIDA DE DATOS .....	76	6.5.4.	ANTES DEL ACTA DE RECEPCIÓN DE LA OBRA.....	89
6.3.3.	DELIMITACIÓN DE ÁREAS DE CONTROL .....	76	6.5.5.	CON PERIODICIDAD ANUAL DURANTE LOS TRES AÑOS SIGUIENTES AL ACTA DE RECEPCIÓN DE LA OBRA:.....	90
6.4.	ESTRUCTURACIÓN DEL PVA.....	76	6.5.6.	INFORMES ESPECIALES:.....	90
6.4.1.	JALONAMIENTO DE LA ZONA DE OCUPACIÓN DEL TRAZADO, DE LOS ELEMENTOS AUXILIARES.....	77	7.	DOCUMENTO DE SÍNTESIS .....	91
6.4.2.	PROTECCIÓN ATMOSFÉRICA.....	78	7.1.	CONCLUSIONES DE LA VIABILIDAD DE LAS ACTUACIONES PROPUESTAS. ....	91
6.4.3.	CONSERVACIÓN DE SUELOS.....	80	7.2.	CONCLUSIONES DEL EXAMEN Y ELECCIÓN DE LAS DISTINTAS ALTERNATIVAS. ....	93
6.4.4.	PROTECCIÓN DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS. ....	81	7.3.	MEDIDAS PROTECTORAS Y CORRECTORAS.....	95
6.4.5.	GESTIÓN DE RESIDUOS.....	83	7.4.	PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL .....	99
6.4.6.	MANTENIMIENTO DE LA PERMEABILIDAD TERRITORIAL Y CONTINUIDAD DE LOS SERVICIOS EXISTENTES.....	84			
6.4.7.	PROTECCIÓN Y RESTAURACIÓN DE LA VEGETACIÓN.....	84		ANEJO Nº 1: PLANOS	
6.4.8.	PROTECCIÓN DE LA FAUNA.....	86		ANEJO Nº 2: REPORTAJE FOTOGRÁFICO	
6.4.9.	PROTECCIÓN DE LAS CONDICIONES DE SOSIEGO PÚBLICO.....	86		ANEJO Nº 3: ESTUDIO ARQUEOLÓGICO	
6.4.10.	PROTECCIÓN DEL PATRIMONIO HISTÓRICO-ARQUEOLÓGICO.....	88		ANEJO Nº 4: ESTUDIO DE RUIDO	
6.4.11.	OTROS ASPECTOS A CONTROLAR.....	88		ANEJO Nº 5: PRESUPUESTO	
6.5.	CONTENIDO DE LOS INFORMES TÉCNICOS DEL PVA .....	89			



## 1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

### 1.1. OBJETO DEL PROYECTO

El presente “Estudio de Impacto Ambiental de la Línea 2 del Metro de Sevilla” es consecuencia del *contrato suscrito en enero de 2.008* por FERROCARRILES DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA y la UTE conformada por las empresas AEPO, EUROESTUDIOS, INSERCO y PROINTEC.

Con carácter más general, los trabajos de la línea 2 se incluyen en un ámbito mayor de carácter metropolitano que recoge los diversos trabajos que Ferrocarriles de la Junta está realizando en cuanto a la futura red de metro.

La base de partida de este trabajo son las alternativas generadas, estudiadas y aprobadas en el Proyecto Básico General de la Red de Metro de Sevilla del año 2.001, aprobado técnicamente y sometido al correspondiente proceso de información, con la emisión final de la Declaración de Impacto Ambiental.

Dado que la tramitación anterior, ha caducado por haber transcurrido más de 5 años desde su resolución, se redacta este nuevo documento conforme a lo establecido en la Ley 7/2007, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental, que entró en vigor el pasado 9 de febrero de 2008.

En el Artículo 27 de la Ley 7/2007 se define que se encuentran sometidas a Autorización Ambiental Unificada: “Las actuaciones, tanto públicas como privadas, así señaladas en el Anexo I.”

La infraestructura objeto del presente estudio se incluiría dentro del citado Anexo I, concretamente dentro del apartado 7, Proyectos de Infraestructuras, y en el punto 7.3. Construcción de tranvías, metros aéreos y subterráneos, líneas suspendidas o líneas similares.

Por consiguiente, la elaboración de este “ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL” tendrá lugar según el procedimiento de Autorización Ambiental Unificada, según se desarrolla en la Sección 3ª de la Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental.

Tal como se determina en la legislación vigente, el Estudio de Impacto Ambiental es el documento técnico que debe presentar el titular del proyecto, siendo la base sobre la que se produce la Declaración de Impacto Ambiental. De acuerdo con dicha legislación, el presente Estudio de Impacto Ambiental pretende identificar, describir y valorar de manera apropiada los efectos notables previsibles que la realización del proyecto produciría sobre los distintos aspectos ambientales.

Además, este documento incorpora las medidas protectoras y correctoras que minimizan los impactos ambientales negativos detectados, y establece el Programa de Vigilancia Ambiental que asegura el cumplimiento de tales medidas.



## 1.2. ANTECEDENTES

En el año 2.001 se redactó el “**Proyecto Básico General de la Red de Metro de Sevilla y Programación de Fases. Estudio y Evaluación de Impacto Ambiental**”, como consecuencia del contrato suscrito un año antes por Metro de Sevilla y la UTE conformada por las empresas consultoras IBERINSA y GHESA.

En líneas generales, y desde el punto de vista técnico, la redacción del proyecto se enmarca en un contexto asociado a la necesidad histórica de potenciar el transporte público en Sevilla y alrededores como consecuencia, sobre todo en los últimos años, del fuerte crecimiento experimentado por dicho enclave urbano.

El objeto del Proyecto Básico se circunscribía a 4 líneas de metro que conformarán el futuro entramado de la Red de Metro de Sevilla, estableciéndose un primer nivel de estudio de alternativas, tanto desde el punto de vista constructivo como de trazado, para a continuación desarrollar a nivel de Proyecto Básico las seleccionadas en la primera fase.

El Proyecto Básico y Estudio de Impacto Ambiental fueron sometidos al proceso de Información Pública y Oficial, con el objeto de poder formular y considerar las alegaciones y las prescripciones de la Declaración de Impacto Ambiental. En mayo de 2.001 la Consejería de medio Ambiente de la junta de Andalucía emitió el Informe Ambiental favorable que se adjunta al final del presente apartado.

Las bases de partida más relevantes para la redacción del proyecto, en lo que respecta a línea 2 eran las siguientes:

- ✓ Dirección oeste-este entre Torretriana y Torreblanca pasando por la estación de Santa Justa y bajo el centro histórico.
- ✓ El paso por el centro histórico se estudiará con suficiente detalle para garantizar la viabilidad constructiva.
- ✓ Los tramos en superficie incorporarán un estudio paisajístico que integre el Metro Ligero entre el espacio entre fachadas.
- ✓ Se definirá la reordenación del tráfico en el entorno del trazado de las líneas.
- ✓ Se prestará especial atención a las interferencias con zonas de interés arqueológico.
- ✓ Se incluye un ramal al aeropuerto.

En la fase de proyecto se estudiaron 8 alternativas, de las cuales se seleccionaron las dos primeras, las denominadas alternativas 1 y 2, siendo descartadas de la 3 a la 8.

La **caracterización de la alternativa 1**, que es la que realmente ha tenido peso y ha servido como base para los trabajos actuales es la siguiente:

- Se inicia en Torretriana ya con tuneladora para cruzar el río y la zona centro con este procedimiento de construcción. Se plantean 2 tuneladoras de vía única con solape en planta en la zona centro.
- Entre el casco histórico y las inmediaciones de Santa Justa se plantea realizar el resto del tramo subterráneo mediante pantallas, calle Gonzalo Bilbao.
- En el entorno de Santa Justa, se propone cruzar mediante una estructura singular por encima del haz de vías de salida de la estación sentido Cádiz, para a continuación cruzar el entramado urbano mediante viaducto incluyendo con esta tipología la estación de Santa Justa.
- En la zona de Kansas City se combinan los tramos soterrados, en rampa y en superficie (parte final).
- El resto de la línea, implantado en las calles Efeso, Carretera Amarilla, MonteSierra, Alcalde Luis Uruñuela y Avenida de las Ciencias en Sevilla Este, se implanta en superficie con la excepción del cruce con la SE-30 en el que se propone un soterramiento parcial.
- La zona de Torreblanca se resuelve mediante un viaducto sobre El canal del Bajo Guadalquivir y un viaducto sobre la A-92 que desemboca en el final de línea.

La **alternativa 2** difiere de la 1 sólo en dos zonas: en la zona centro propone 2 estaciones (Duque y Cristo de Burgos) en vez de 1 (Encarnación); la entrada a Torreblanca se realiza por otro vial hasta enlazar con la 1 en el viaducto sobre el Canal.

La filosofía general de las alternativas 1 y 2 no ha variado en la redacción del presente anteproyecto, aunque se han producido adaptaciones y ajustes que responden tanto al lógico grado de detalle de los trabajos como a la propia evolución integral de la ciudad y de los sistemas de transporte en general. De esta manera, se puede destacar lo siguiente:

- La solución de dos tuneladoras de vía única ha evolucionado a una tuneladora de vía doble.
- Se ha prolongado el tramo de tuneladora hasta Santa Justa para evitar el impacto derivado de los tramos en viaducto y para garantizar la compatibilidad urbanística en dicho entorno con futuras actuaciones gestadas en los últimos años.
- Se han considerado alternativas de prolongación o conexión entre Torreblanca y el Metro de Alcalá de Guadaíra con el objeto de potenciar la demanda y de compartir los talleres y cocheras entre ambas líneas.
- El ramal al aeropuerto no forma parte del contexto de línea 2 ya que en la planificación general de la red metropolitana y ferroviaria, el aeropuerto contará con un acceso ferroviario de naturaleza diferente.

Posteriormente y según la metodología del proyecto básico, se ha realizado un análisis multicriterio en base a criterios económicos, funcionales, urbanos y medioambientales. Así mismo, el proyecto recoge estudios varios financieros y de rentabilidad.

De acuerdo con el multicriterio técnico y el de rentabilidad económica y social, *la alternativa 1 es la que conlleva mejor valoración global* en el proyecto básico.

Dentro de la redacción del proyecto constructivo de la línea 2 de metro de Sevilla, en julio de 2008 se redacta el “**Estudio de viabilidad de alternativas subterráneas de la zona centro de la Línea 2 de metro de Sevilla**”, con el objeto de definir y analizar la viabilidad de las alternativas subterráneas planteadas. La zona corresponde al trazado del tramo 2, que se inicia en la calle Torneo-futura Estación Plaza de Armas, y finaliza en el entorno de la calle Amador de los Ríos.

Los condicionantes de trazado de la “Zona Centro” se concentran en la geotecnia y la arqueología como temas de estudio más significativos. Por ello, este estudio diferencia entre alternativas según su profundidad como primer condicionante a valorar.

A la profundidad de -36 metros, se plantean dos alternativas de trazado en planta y alzado similares, pero con una ubicación y número de estaciones diferentes: con 1 estación, situada en la plaza de la Encarnación o con dos estaciones situadas en las Plazas del Duque y Ponce de León. Estas alternativas, debido a los problemas de geotecnia (cimentación profunda de edificios, riesgo de asentamientos de materiales, etc.) por la poca profundidad de actuación y además, por su grave afección al patrimonio arqueológico, eran inviables.

A la profundidad de -50 metros, se plantean las mismas alternativas que a -36 m. con la ventaja de poder mejorar el trazado en planta con mejores radios y parámetros de las clotoideas, que en las alternativas menos profundas quedaban limitados a quedar centrados en planta en las calles y plazas. Además, Tanto en el campo de la geotecnia como en el de la arqueología, las alternativas de mayor profundidad son viables.

Tras la elección de la profundidad del trazado, se plantea la posible ubicación de estaciones entre las plazas: Duque, Encarnación, Ponce de León y Cristo de Burgos. Esta actuación conlleva, en mayor o menor medida, un importante grado potencial de afección arqueológica.

En septiembre de 2008 se realiza el documento de “**Estudio de alternativas**” con el objeto de plantear alternativas que cumplan los objetivos generales de la línea basadas en la filosofía del proyecto básico. En el estudio de alternativas, se divide la línea en siete tramos:

Tramo 1. Isla de la cartuja – Plaza de armas: (4 alternativas)

Tramo 2. Zona centro: (7 alternativas)

Tramo 3. Entorno de Santa Justa: (2 alternativas).

Tramo 4. San Pablo: (1 alternativa).

Tramo 5. Polígono Carretera Amarilla – Avda. Alcalde Luis Uruñuela: (3 alternativas).

Tramo 6. Avda. de las Ciencias: (2 alternativas).

Tramo 7. Torreblanca: (6 alternativas).

Una vez generadas las alternativas, se compararon con un doble baremo, mediante un análisis multicriterio y mediante un análisis de riesgos.

### 1.3. NORMATIVA DE APLICACIÓN

El Consejo de Administración de Metro de Sevilla, S.A. aprobó la licitación, mediante concurso abierto, de los trabajos de Consultoría y Asistencia Técnica para la redacción del “Proyecto Básico General de la Red de Metro de Sevilla y Programación de Fases. Estudio y Evaluación de Impacto Ambiental”. Por resolución del citado Consejo de Administración, de fecha de 19 de diciembre de 2000, se adjudica a la UTE IBERGHESA (Ibérica de Estudios e Ingeniería S.A. y GHESA Ingeniería y Tecnología S.A.) la realización de los citados trabajos. El objeto del proyecto básico fue el plantear y analizar las diferentes alternativas de trazado de las cuatro líneas que configuran la red de metro de Sevilla.

Desde el punto de vista medioambiental, la actividad proyectada se encuentra entre aquellos supuestos sujetos al procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental según el Decreto 292/1995, 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de E.I.A. de la Comunidad Autónoma de Andalucía para el desarrollo del Título I y Título II de la Ley 7/1994, de 18 de mayo, de Protección Ambiental. En cumplimiento de la legislación vigente a fecha de redacción, se elaboró el Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Básico General de la Red de Metro de Sevilla. Dicho Estudio de Impacto fue remitido a la Administración competente para su aprobación.

Posteriormente se dictó por Resolución emitida por la Comisión Interdepartamental Provincial de Medio Ambiente, en su reunión del día 9 de mayo de 2002, Declaración de Impacto Ambiental favorable al Proyecto Básico General de la Red de Metro de Sevilla y Programación de Fases. Estudio y Evaluación de Impacto Ambiental.

En 2007 Ferrocarriles de la Junta de Andalucía de la Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía sacó a licitación el curso público para la Redacción del Proyecto Constructivo de la Línea 2 del Metro de Sevilla: Torretriana – Torreblanca. Dicho concurso se adjudica a la UTE Torretriana – Línea 2 Metro Sevilla con fecha de 22 de noviembre de 2007.

En el artículo número 25, en su punto 7, del Decreto 292/1995, 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de E.I.A. de la Comunidad Autónoma de Andalucía se recoge que “La Declaración de Impacto Ambiental caducará a los cinco años, si durante este periodo no se inicia la ejecución del correspondiente Plan, Programa o Proyecto y será necesario un nuevo procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental para poder autorizar la actuación”.

Por lo tanto, dado que la Declaración de Impacto Ambiental tiene fecha de 9 de mayo de 2002, y la ejecución del proyecto correspondiente se inició a fecha de 22 de noviembre de 2007, queda caducada la Declaración de Impacto Ambiental correspondiente al Proyecto Básico General de la Red de Metro de Sevilla y Programación de Fases. Estudio y Evaluación de Impacto Ambiental. Esto implica la iniciación de



un nuevo procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental conforme a la legislación vigente en la fecha actual.

Conforme a la legislación vigente, Ley 7/2007, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental, el Proyecto de Construcción de la Línea 2 del Metro de Sevilla: Torretriana – Torreblanca, queda recogido en el supuesto 7.3 del Anexo I de la citada Ley, por lo que esta sometido al trámite de prevención ambiental de Autorización Ambiental Unifica.

Por otra parte, debido a las variaciones de trazados realizados en el presente proyecto respecto del proyecto básico, se estaría ante un caso de modificación sustancial recogido en la Ley 7/2007 de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental. La Ley determina que las modificaciones sustanciales de actuaciones recogidas en el Anexo I, caso del proyecto en redacción, quedan sometidas al trámite de prevención ambiental de Autorización Ambiental Unificada.

En cualquiera de los dos supuestos planteados, caducidad de la DIA o modificación sustancial, se debe realizar un nuevo trámite de prevención conforme a la Autorización Ambiental Unificada.

Por otro lado, la realización del presente proyecto, requiere del cumplimiento de un amplio marco normativo, que engloba tanto la legislación comunitaria, como estatal, autonómica y local. La descripción de la misma corresponde a la actualmente vigente, relacionada directa e indirectamente con la actividad a desarrollar y aquella que, en su caso, represente las condiciones más idóneas para la correcta planificación, ordenación, protección y conservación tanto de la salud humana como del medio ambiente.

A continuación se enumerará la relación de normas aplicables a la presente actuación.

### 1.3.1. A nivel Comunitario

#### Prevención Ambiental

- Directiva 2004/35/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de abril de 2004, sobre la responsabilidad medioambiental en relación con la prevención y reparación de daños medioambientales.
- Directiva 2001/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de junio de 2001, relativa a la evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente.
- Directiva 97/11/CE, de 3 de marzo, por la que se modifica la Directiva 85/337/CEE relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente.
- Directiva del Consejo 96/61/CE, de 24 de septiembre, relativa a la Prevención y al Control Integrado de la Contaminación.
- Directiva 85/337/CEE del Consejo, de 27 de junio de 1985, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente.

#### Biodiversidad

- DECISIÓN DE LA COMISIÓN de 12 de diciembre de 2008 por la que se adopta, de conformidad con la Directiva 92/43/CEE del Consejo, una segunda lista actualizada de lugares de importancia comunitaria de la región biogeográfica mediterránea”.
- Directiva 92/43/CEE relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres. El objetivo de esta Directiva es contribuir a garantizar la biodiversidad, teniendo en cuenta las exigencias económicas, sociales y culturales, así como las particularidades regionales y locales. Dicha Directiva se vio adaptada por la Directiva 97/62/CE, también conocida como Directiva Hábitat, para garantizar la biodiversidad en el territorio europeo, creando una serie de zonas de especial conservación (ZEC), que en conjunto componen la Red Natura 2000, cuya finalidad es el mantenimiento de los hábitats naturales en un estado favorable de conservación. Esta Directiva se transpone a nuestro ordenamiento legal a través del Real Decreto 1193/1998, en el cual se recogen los hábitats y especies de interés comunitario
- Directiva 79/409/CEE relativa a la conservación de las aves, que incluye como instrumento de aplicación territorial la red de Zonas de Especial Protección para las aves (ZEPAS) y establece que estos espacios se integren de forma automática en la Red Natura 2000. Esta Directiva ha sido modificada por la Directiva del Consejo 94/24/ CEE, de 8 de junio y por la Directiva 97/49/CE, de 29 de julio.

#### Forestal

- Reglamento 2121/2004/CE de la Comisión, de 13 de diciembre de 2004, que modifica el reglamento 1727/1999/CE por el que se establecen determinadas disposiciones de aplicación del Reglamento 2158/92/CE del Consejo, relativo a la protección de los bosques.

#### Atmósfera

- Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental.
- Directiva 96/62/CE, de 27 de septiembre, sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente.

#### Residuos

- Directiva 99/31/CE del Consejo, de 26 de abril, relativa a vertidos de residuos.
- Directiva 96/61/CE del Consejo del 24 de septiembre, relativa a la prevención y control integrado de la contaminación.
- Directiva 91/156/CEE del Consejo, de 18 de marzo, relativa a las pilas y a los acumuladores que contengan materias peligrosas.

- Directiva 91/157/CEE del Consejo, de 27 de junio, que modifica la Directiva 91/689/CEE relativa a los residuos peligrosos.
- Directiva 75/442/CEE del Consejo, de 15 de julio de 1975, relativa a los residuos.

### 1.3.2. A nivel Estatal

Para comenzar el análisis normativo, el primer referente de nuestro ordenamiento legal en materia de Medio Ambiente se encuentra en el artículo 45 de nuestra Carta Magna, la Constitución Española, la cual establece lo siguiente:

*“Todos tienen el derecho a disfrutar de un medio ambiente adecuado para el desarrollo de la persona, así como el deber de conservarlo.*

*Los poderes públicos velarán por la utilización racional de todos los recursos naturales, con el fin de proteger y mejorar la calidad de vida y defender y restaurar el medio ambiente, apoyándose en la indispensable solidaridad colectiva.*

*Para quienes violen lo dispuesto en el apartado anterior, en los términos que la ley fije se establecerán sanciones penales o, en su caso, administrativas, así como la obligación de reparar el daño causado”.*

Independientemente de esta Declaración de principios, la normativa específica que se encuentra de aplicación es:

#### Prevención Ambiental

- Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos.
- Ley 9/2006, de 28 de abril, sobre evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente. Derogada la Disposición final primera por el RDL 1/2008, de 11 de enero.
- Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrado de la contaminación.
- Real Decreto 1131/1988, de 30 de septiembre, por el que se aprueba el reglamento para la ejecución del Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de Evaluación de Impacto Ambiental.
- Real Decreto 2994/1982, de 15 de octubre, sobre restauración de espacio natural afectado por actividades mineras.

#### Acceso a la información en materia de medio ambiente

- Ley 27/2006, de 18 de julio, por la que se regulan los derechos de acceso a la información, de participación pública y de acceso a la justicia en materia de medio ambiente. Derogada la disposición final primera por el RDL 1/2008 de 11 de enero.

#### Aguas

- Real Decreto legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas. En función de la disposición derogatoria única de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación, han quedado derogadas las autorizaciones de vertidos a las aguas continentales de cuencas intracomunitarias reguladas en esta Ley.
- Real Decreto 484/1995, de 7 de abril, sobre medidas de regularización y control de vertidos.
- Real Decreto 2618/1986, de 24 de diciembre, por el que se aprueban medidas referentes a los acuíferos subterráneos.
- Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, a partir del cual se desarrolla el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que establece la normativa que debe cumplir cualquier solicitante que pretenda llevar a cabo, realizar o ejecutar una actuación que implique o precise la afección de dicho Dominio.

#### Biodiversidad

- Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.
- Real Decreto 1193/1998, de 12 de junio, por el que se modifica el Real Decreto 1997/1995, de 7 de diciembre, por el que se establecen medidas para contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres. Ambos Reales Decretos citados constituyen la transposición a la normativa nacional de la Directiva 92/43/CEE, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres. Derogados sus anexos I, II, III, IV, V y VI por la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.
- Ley 41/1997, de 5 de noviembre, por la que se modifica la Ley 4/1989, de 27 de marzo, de conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres.
- Real Decreto 1997/1995, de 7 de diciembre, por el que se establecen medidas para contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres. Derogados sus anexos I, II, III, IV, V y VI por la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.
- Real Decreto 439/1990, de 30 de marzo, por el que se regula el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas. Así como las modificaciones introducidas por la Orden de 9 de julio de 1998 y Orden de 10 de marzo de 2000 por la que se incluyen en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas determinadas especies, subespecies y poblaciones de flora y fauna y cambian de categoría y se excluyen otras especies ya incluidas en el mismo. Este Catálogo tiene una ampliación de especies en Andalucía.

## Forestal

- Ley 10/2006, de 28 de abril, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes. Derogada la disposición adicional primera por la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.
- Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes.

## Vías pecuarias

- Ley 3/1995, de 23 de marzo, de Vías Pecuarias. En ella se considera que las vías pecuarias deben ser funcionales como tales, sin que ninguna otra ocupación o influencia se ejerza sobre ellas. Esta ley está considerada como Básica del Estado, y cada Comunidad Autónoma ha podido desarrollar su Reglamento específico.

## Atmósfera

### Aire:

- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.
- Real Decreto 1613/85, de 1 de agosto, por el que se modifica parcialmente el Decreto 833/75 de 6 de febrero y se establecen nuevas normas del aire en lo referente a contaminación por dióxido de azufre y partículas.
- Decreto 833/75, de 6 de febrero, de desarrollo de la Ley 38/72. Derogados anexos II y III por la Ley 34/2007, de 15 de noviembre.

### Ruido:

- R.D. 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- R.D. 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental.
- Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido.

## Residuos

- R.D. 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- R.D. 679/2006, de 2 de junio, por el que se regula la gestión de los aceites industriales usados.
- R.D. 1416/2001, de 14 de diciembre sobre envases de productos fitosanitarios.

- Ley 10/98, de 21 de abril, de Residuos, la cual enuncia en su Capítulo 2, artículo 12 lo siguiente: “Queda prohibido el abandono, vertido o eliminación incontrolada de residuos en todo el territorio nacional y toda mezcla o dilución de residuos que dificulte su gestión”.
- Ley 11/1997 de 24 de abril, de envases y residuos de envases.
- Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986 de 14 de mayo, Básica de RTP, aprobado mediante el Real Decreto 833/1998, de 20 de julio.
- Real Decreto 833/ 1988, de 20 de julio, para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, de régimen jurídico básico de residuos tóxicos y peligrosos. (parcialmente derogado)

## Patrimonio Histórico:

- Real Decreto 162/2002, de 8 de febrero, por el que se modifica el artículo 58 del Real Decreto 111/1986, de 10 de enero, de desarrollo parcial de la Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español.
- Real Decreto 111/1986, de 10 de enero por el que se desarrolla parcialmente la Ley 16/1985, de 25 de junio del Patrimonio Histórico Español.
- Ley 16/ 1985, de 25 de junio de Patrimonio Histórico Español.

## 1.3.3. A nivel Autonómico

### Prevención Ambiental

- Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental.
- Decreto 94/2003, de 8 de abril, por el que se modifican puntualmente los anexos del Decreto 292/1995, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental de la Comunidad Autónoma de Andalucía y del Decreto 153/1996, de 30 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de Informe Ambiental.
- Decreto 292/1995, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental de la Comunidad Autónoma de Andalucía. (derogado por la Ley 7/2007, GICA, sin perjuicio de lo establecido en la disposición transitoria cuarta).

### Biodiversidad

- Decreto 98/2004, de 9 de marzo, por el que se crea el Inventario de Humedales de Andalucía y el Comité Andaluz de Humedales.
- Ley 8/2003, de 28 de octubre, de la flora y fauna silvestres.



- Decreto 95/2003, de 8 de abril, por el que se regula la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía y su Registro.
- Ley 2/1995, de 1 de junio, sobre modificación de la Ley 2/1989, de 18 de julio, por la que se aprueba el inventario de espacios naturales protegidos de Andalucía y se establecen medidas adicionales para su protección.
- Ley 2/1989, de 18 de julio, por la que se aprueba el inventario de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía y se establecen medidas adicionales para su protección. Derogado el apartado b, salvo en lo referente a minerales y fósiles, y el apartado e del artículo 26, así como los artículos 29, 30 y 32.2 por la Ley 8/2003.

#### Forestal

- Decreto 247/2001, de 13 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Prevención y lucha contra los incendios forestales.
- Decreto 208/1997, de 9 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento Forestal de Andalucía.
- Ley 2/1992, de 15 de junio, de Protección de Montes y Terrenos Forestales. Derogados los artículos 47.2 y 76.7, así como los artículos 48.b, 61, 64.3 y 77.3, en lo que se refiere a caza, pesca y fauna cinegética por la Ley 8/2003, de 28 de octubre, de flora y fauna silvestres.

#### Vías pecuarias

- Decreto 155/1998, de 21 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Vías Pecuarias de la Comunidad Autónoma Andaluza, cuyo objetivo principal es establecer los mecanismos de creación, delimitación, gestión y protección administrativa de las vías pecuarias, definir el ejercicio de los usos compatibles y complementarios con ellas y articular los derechos y obligaciones de aplicación en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Andalucía.

#### Atmósfera

##### Aire:

- Decreto 74/1996, por el que se aprueba el reglamento de calidad del aire. (derogados artículos 11, 12 Y 13 por la Ley 7/2007, GICA).
- Ley 74/1994 de control de la calidad del aire.

##### Ruido:

- Orden de 26 de julio de 2005, por el que se aprueba el modelo tipo de ordenanza municipal de protección contra la contaminación acústica.

- Decreto 326/2003, de 25 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Protección contra la Contaminación Acústica en Andalucía.

#### Residuos

- Decreto 283/1995, de 21 de noviembre, por el que se aprueba el reglamento de residuos de la Comunidad Autónoma de Andalucía.

#### Patrimonio Histórico:

- Ley 14/2007, de 26 de noviembre, del Patrimonio Histórico de Andalucía.

#### Urbanismo – Ordenación del territorio:

- Resolución de 14 de febrero de 2007, de la Dirección General de Urbanismo, por la que se dispone la publicación del Plan Especial de Protección del Medio Físico y Catálogo de Espacios y Bienes Protegidos de la provincia de Sevilla.
- Ley 1/1994, de 11 de enero, de Ordenación del Territorio de la Comunidad Autónoma de Andalucía.

#### 1.3.4. A nivel Municipal

Planes Generales de Ordenación Urbana (PGOU) o Normas Subsidiarias de los municipios afectados por el Estudio Informativo. Los PGOU's son el reflejo de la planificación y ordenación territorial de estos municipios, de modo que a partir de ellos se pueden conocer las posibles zonas protegidas por el ordenamiento municipal en materia ambiental.

Ordenanzas de estos ayuntamientos en materia de:

- Limpieza pública
- Protección ambiental en materia de ruidos
- Utilización del espacio público.
- Paisaje urbano

## 2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

### 2.1. RESUMEN DEL ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

El proyecto básico del año 2.001 recogía las alternativas de implantación de la Línea 2 del Metro de Sevilla, entre Torretriana y Torreblanca, con marcado sentido oeste-este. La línea atraviesa entornos heterogéneos desde el punto de vista urbanístico, desde zonas empresariales, residenciales o industriales, hasta zonas céntricas, desde zonas amplias con grandes ejes viarios hasta zonas con calles muy estrechas. Un primer vistazo a la implantación de la línea 2 en la ciudad permite realizar un análisis global de la misma desde un doble punto de vista interrelacionado: entorno urbano atravesado-tipología de plataforma según perfil longitudinal.

Parece acertado pensar que el corazón de la línea 2 se sitúa en la zona atravesada del centro de Sevilla, focalizada en plazas tan relevantes como pueden ser Duque y Encarnación. En los tramos adyacentes nos encontramos con la zona de la Cartuja al oeste, que es inicio de línea e incluye el cruce con el Guadalquivir, y con el ámbito de la estación ferroviaria de Santa Justa, de gran actividad comercial y zona de crecimiento natural a partir del casco histórico del centro. Estos tramos vienen fuertemente condicionados por la solución que se plantee en la zona centro, en la que la flexibilidad siempre tiende a ser menor. A partir de Santa Justa, el trazado discurre por avenidas más o menos amplias, hasta llegar al barrio de Torreblanca, en el que se implanta una naturaleza urbanística más propia de cascos históricos. Se plantea la prolongación a través de terrenos en fase de desarrollo hasta la conexión con metro de Alcalá de Guadaira.

Las alternativas planteadas en el proyecto básico recogían, de manera genérica, soluciones de plataforma segregada para los tres primeros ámbitos descritos (con claro predominio de opciones subterráneas) y soluciones tipo tranvía en el resto de la línea, zona de avenidas y Torreblanca.

En este anteproyecto de alternativas, como **metodología general**, las alternativas que en el presente documento tiene cabida parten con lógica de las del básico, no sólo pensando en el trazado en planta sino en el alzado, es decir en la tipología de la plataforma. A partir de ahí ha sido posible generar algunas alternativas adicionales que, respetando la naturaleza original de las incluidas en el básico, son fruto natural de un mayor detalle en el estudio y de la evolución urbana, real o potencial, de la ciudad.

El anteproyecto de alternativas se ha dividido en dos grandes fases de análisis y caracterización, que son:

- Una primera fase de análisis de condicionantes (urbanísticos, arqueológicos, geotécnicos, ambientales, etc), que permite establecer las restricciones que la ciudad y el entorno aportan al diseño de la línea 2, y que condicionan el diseño de las alternativas de trazado. Para un mejor análisis de los condicionantes y estudio de detalle, se ha procedido a **tramificar la línea** con los siguientes objetivos:
- ✓ Simplificar el proceso de generación y selección de alternativas.
- ✓ Independizar tramos independientes y sumables entre sí, tanto desde el punto de vista técnico como económico.

- ✓ Independizar la selección de alternativas por diferentes entornos, ya que dada la heterogeneidad urbanística aludida, las variables con mayor peso dentro de cada tramo variarán en función de la naturaleza urbanística y de la solución adoptada.

Con todo ello, se ha generado una batería de soluciones posibles que, atendiendo a criterios de transporte lógicos, conlleve una aceptable combinación de los factores medioambientales, de integración urbana y económicos. Posteriormente y por tramos independientes se ha realizado un análisis multicriterio que permite obtener una primera reflexión acerca de las mejores alternativas en cada tramo, reflexión que se ve reforzada con el posterior análisis de riesgos, lo que genera la evaluación y selección de alternativas de cada tramo.

- Segunda fase, de análisis de alternativas completas.

Si bien el análisis por tramos es detallado y abarca todos los factores fundamentales para la elección de la mejor alternativa en cada tramo, es cierto que es necesaria una fase posterior que arroje una visión global de la línea. El anteproyecto se adentra por tanto en este momento en una fase de análisis de alternativas globales, que cubren cada una de ellas el itinerario completo entre la isla de la Cartuja y Torreblanca. A partir de las alternativas por tramos obtenidas en el tramo anterior, y combinándolas entre sí, surgen una serie de alternativas de trazado que se denominarán “alternativas globales de línea”. Estas alternativas generan unas necesidades comunes a todas ellas en cuanto a talleres y cocheras, instalaciones ferroviarias, tipología de estaciones, electrificación etc, que son convenientemente estudiadas.

Posteriormente en esta fase se analizan las alternativas de línea bajo aspectos que no han sido analizados anteriormente porque perdían sentido en la reducción a subtramos; son aspectos como la demanda, la rentabilidad, la explotación y la valoración económica global.

Finalmente, la fase final del anteproyecto termina con un análisis multicriterio que selecciona la alternativa óptima para la implantación de la línea 2 de metro de Sevilla.

### 2.2. DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS SELECCIONADAS

A continuación se pasa a detallar las longitudes de cada uno de los tramos de las alternativas seleccionadas en el Anteproyecto de Alternativas que han pasado a fase de Estudio de Impacto Ambiental.

1P0					
Una estación en Duque, subterráneo en Avda. Montesierra, final en Avda. Parsi					
TRAMOS	ALTERNATIVA SELECCIONADA	P.K. INICIAL	P.K. FINAL	LONGITUD	LONGITUD ACUMULADA TOTAL
TRAMO1	1.2	0+000	0+924,72	924,72	924,72
TRAMO2	2.2.2	0+924,72	3+099,716	2.175,00	3.099,72
TRAMO 3	3.2	3+099,716	4+541,138	1.441,42	4.541,14
TRAMO 4	4.1	4+541,138	5+700,000	1.158,86	5.700,00
TRAMO 5	5.1	5+700,00	8+946,328	3.246,33	8.946,33
TRAMO 6	6.1	8+946,328	10+488,965	1.542,64	10.488,97
TRAMO 7	7.3	10+488,965	13+570,246	3.081,28	13.570,25

1SO					
Una estación en Duque, subterráneo+superficie en Avda. Montesierra, final en Avda. Parsi					
TRAMOS	ALTERNATIVA SELECCIONADA	P.K. INICIAL	P.K. FINAL	LONGITUD	LONGITUD ACUMULADA TOTAL
TRAMO1	1.2	0+000	0+924,72	924,72	924,72
TRAMO2	2.2.2	0+924,72	3+099,716	2.175,00	3.099,72
TRAMO 3	3.2	3+099,716	4+541,138	1.441,42	4.541,14
TRAMO 4	4.1	4+541,138	5+700,000	1.158,86	5.700,00
TRAMO 5	5.2	5+700,00	8+946,328	3.246,33	8.946,33
TRAMO 6	6.1	8+946,328	10+488,965	1.542,64	10.488,97
TRAMO 7	7.3	10+488,965	13+570,246	3.081,28	13.570,25

1PE					
Una estación en Duque, subterráneo en Avda. Montesierra, final por C/Columbretes					
TRAMOS	ALTERNATIVA SELECCIONADA	P.K. INICIAL	P.K. FINAL	LONGITUD	LONGITUD ACUMULADA TOTAL
TRAMO1	1.2	0+000	0+924,72	924,72	924,72
TRAMO2	2.2.2	0+924,72	3+099,716	2.175,00	3.099,72
TRAMO 3	3.2	3+099,716	4+541,138	1.441,42	4.541,14
TRAMO 4	4.1	4+541,138	5+700,000	1.158,86	5.700,00
TRAMO 5	5.1	5+700,00	8+946,328	3.246,33	8.946,33
TRAMO 6	6.1	8+946,328	10+488,965	1.542,64	10.488,97
TRAMO 7	7.4	10+488,965	14+093,536	3.604,57	14.093,54

1SE					
Una estación en Duque, subterráneo + superficie en Avda. Montesierra, final por C/Columbretes					
TRAMOS	ALTERNATIVA SELECCIONADA	P.K. INICIAL	P.K. FINAL	LONGITUD	LONGITUD ACUMULADA TOTAL
TRAMO1	1.2	0+000	0+924,72	924,72	924,72
TRAMO2	2.2.2	0+924,72	3+099,716	2.175,00	3.099,72
TRAMO 3	3.2	3+099,716	4+541,138	1.441,42	4.541,14
TRAMO 4	4.1	4+541,138	5+700,000	1.158,86	5.700,00
TRAMO 5	5.2	5+700,00	8+946,328	3.246,33	8.946,33
TRAMO 6	6.1	8+946,328	10+488,965	1.542,64	10.488,97
TRAMO 7	7.4	10+488,965	14+093,536	3.604,57	14.093,54

2P0					
Duque + C.Burgos, subterráneo en Avda. Montesierra, final en Avda. Parsi					
TRAMOS	ALTERNATIVA SELECCIONADA	P.K. INICIAL	P.K. FINAL	LONGITUD	LONGITUD ACUMULADA TOTAL
TRAMO1	1.2	0+000	0+924,72	924,72	924,72
TRAMO2	2.4.2.	0+924,72	3+178,647	2.253,93	3.178,65
TRAMO 3	3.2	3+099,716	4+541,138	1.441,42	4.620,07
TRAMO 4	4.1	4+541,138	5+700,000	1.158,86	5.700,00
TRAMO 5	5.1	5+700,00	8+946,328	3.246,33	9.025,26
TRAMO 6	6.1	8+946,328	10+488,965	1.542,64	10.567,90
TRAMO 7	7.3	10+488,965	13+570,246	3.081,28	13.649,18

2SO					
Duque + C.Burgos, subterráneo + superficie en Avda. Montesierra, final en Avda. Parsi					
TRAMOS	ALTERNATIVA SELECCIONADA	P.K. INICIAL	P.K. FINAL	LONGITUD	LONGITUD ACUMULADA TOTAL
TRAMO1	1.2	0+000	0+924,72	924,72	924,72
TRAMO2	2.4.2.	0+924,72	3+178,647	2.253,93	3.178,65
TRAMO 3	3.2	3+099,716	4+541,138	1.441,42	4.620,07
TRAMO 4	4.1	4+541,138	5+700,000	1.158,86	5.700,00
TRAMO 5	5.2	5+700,00	8+946,328	3.246,33	9.025,26
TRAMO 6	6.1	8+946,328	10+488,965	1.542,64	10.567,90
TRAMO 7	7.3	10+488,965	13+570,246	3.081,28	13.649,18



2PE					
Duque + C.Burgos, subterráneo en Avda. Montesierra, final por C/Columbretes					
TRAMOS	ALTERNATIVA SELECCIONADA	P.K. INICIAL	P.K. FINAL	LONGITUD	LONGITUD ACUMULADA TOTAL
TRAMO1	1.2	0+000	0+924,72	924,72	924,72
TRAMO2	2.4.2.	0+924,72	3+178,647	2.253,93	3.178,65
TRAMO 3	3.2	3+099,716	4+541,138	1.441,42	4.620,07
TRAMO 4	4.1	4+541,138	5+700,000	1.158,86	5.700,00
TRAMO 5	5.1	5+700,00	8+946,328	3.246,33	9.025,26
TRAMO 6	6.1	8+946,328	10+488,965	1.542,64	10.567,90
TRAMO 7	7.4	10+488,965	14+093,536	3.604,57	14.172,47

2SE					
Duque + C.Burgos, subterráneo + superficie en Avda. Montesierra, final por C/Columbretes					
TRAMOS	ALTERNATIVA SELECCIONADA	P.K. INICIAL	P.K. FINAL	LONGITUD	LONGITUD ACUMULADA TOTAL
TRAMO1	1.2	0+000	0+924,72	924,72	924,72
TRAMO2	2.4.2.	0+924,72	3+178,647	2.253,93	3.178,65
TRAMO 3	3.2	3+099,716	4+541,138	1.441,42	4.620,07
TRAMO 4	4.1	4+541,138	5+700,000	1.158,86	5.700,00
TRAMO 5	5.2	5+700,00	8+946,328	3.246,33	9.025,26
TRAMO 6	6.1	8+946,328	10+488,965	1.542,64	10.567,90
TRAMO 7	7.4	10+488,965	14+093,536	3.604,57	14.172,47

### 3. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO

#### 3.1. MEDIO FÍSICO

##### 3.1.1. Situación

La zona de actuación se sitúa dentro del término municipal de Sevilla y Alcalá de Guadaira. El núcleo urbano de Sevilla se encuentra ubicado en la provincia de Sevilla, en la margen izquierda del río Guadalquivir.

En el entorno de Sevilla hay una campiña de tierras marismeñas y una zona elevada que conforma la comarca del Aljarafe, muy vinculada con la ciudad por ser la zona de expansión residencial de Sevilla.

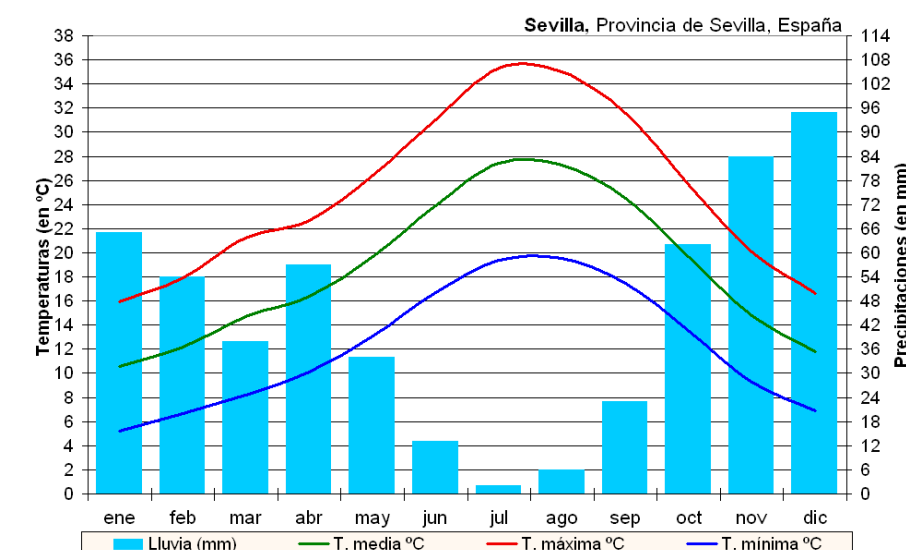
El término municipal de Sevilla, de 140,8 km de extensión, limita al norte con La Rinconada, La Algaba y Santiponce; al este con Alcalá de Guadaira; al sur con Dos Hermanas y Gelves y por el oeste, San Juan de Aznalfarache, Tomares y Camas.

##### 3.1.2. Clima

El clima de Sevilla es mediterráneo continental, con precipitaciones variables, veranos secos muy cálidos e inviernos suaves. La temperatura media anual es de 18,6 C, una de las mayores de Europa. Enero es el mes más frío con una media de temperaturas mínimas de 5,2 C; y julio es el mes más caluroso, con una media de temperaturas máximas diarias de 35,3 C.

En verano las temperaturas son extremas llegando a alcanzar valores de hasta 40°C. En general las medias mensuales de las máximas están en torno a los 20 °C.

Las precipitaciones oscilan de 500 a 600 mm al año, concentradas de octubre a abril; diciembre es el mes más lluvioso, con 95 mm. Hay un promedio de 52 días de lluvia al año, 2.898 horas de sol y varios días de heladas.



##### 3.1.3. Geología y Geomorfología

El territorio andaluz presenta una geología muy variada y compleja. Tres son las grandes unidades estructurales que encontramos en su solar:

- Sierra Morena
- Cordilleras Béticas.
- Valle del Guadalquivir.

La zona, ámbito de estudio, se encuentra situada entre el Valle del Guadalquivir.

La Depresión del Guadalquivir constituye una amplia llanura de forma triangular que se extiende entre los bordes escarpados de Sierra Morena al norte y las Cordilleras Béticas al sur. Desde diversos puntos de vista, la depresión, queda configurada por dos áreas espaciales internas: El Tronco del Guadalquivir y las Campiñas de Jaén, Córdoba y Sevilla, compartida esta última con el dominio Subbético.

Su altitud media oscila entorno a los 150 m y tiene una longitud de unos 330 km y unos 200 km en su porción atlántica. Se trata de gran zona hundida por los paroxismos alpinos, rellenada posteriormente por sedimentos terciarios de origen marino. El contacto norte de la depresión con Sierra Morena es rectilíneo y abrupto, mientras que el contacto sur es mucho más sinuoso y discontinuo.

Como se ha dicho, la zona de estudio se encuentra en la cuenca del Guadalquivir, que en su conjunto funciona a partir del Neógeno como una cuenca sedimentaria en la que los materiales se depositan en discordancia sobre el zócalo Paleozoico. De esta forma, los materiales que rellenan la Depresión Inferior del Guadalquivir son de edad Neógena, fundamentalmente del Mioceno-Plioceno, y afloran en grandes extensiones pero en cortes de escasa potencia, aunque en profundidad pueden superar potencias de 2000 m.

Durante el Mioceno Superior el mar alcanzaba el borde de la Meseta para luego retroceder en la gran regresión de finales del Andaluciense. En esta etapa se depositan facies regresivas, propias de un ambiente marino litoral muy cercano a la costa. Estos materiales miocenos fueron denudados parcialmente al quedar descubiertos, siendo más adelante, en la transgresión Pliocena cuando se depositan las arenas basales, en un ambiente de ensenada que se conserva hasta el Cuaternario. Durante el Cuaternario se instala un régimen de erosión fluvial caracterizado por el desarrollo de niveles de terrazas debido al encajamiento de la red hídrica.

De esta forma se pueden distinguir tres series de materiales en el Bajo Guadalquivir, denominadas formaciones autóctonas:

- Facies regresivas del Mioceno Superior (Transito Andaluciense-Plioceno): Son margas arcillosas o carbonatadas, en algunos casos ligeramente limosas, de color gris azulado con estratificación difusa o nula y fractura concoidea. En superficie se alteran a colores pardos amarillentos por la presencia de óxidos de hierro. En ocasiones puede observarse la presencia de yeso. Sobre las margas se depositan materiales arenosos y/o limosos que pasan lateralmente y hacia techo a formaciones de carácter detrítico carbonatado conocidas con el nombre de Calcarenitas de Carmona. Estas calcarenitas presentan generalmente un aspecto masivo, con algunas estructuras de ordenamiento interno. El sedimento es muy grosero, con más de un 80% de fragmentos de bivalvos y el resto de material siliciclástico, preferentemente cuarzo. Pueden presentarse también bien estratificadas, con capas de calcarenitas mejor clasificadas y de tamaño de grano medio en alternancia con láminas lutíticas.
- Arenas basales pliocuaternarias: Formaciones detríticas acumuladas principalmente durante el Plioceno medio y superior que se conservaron hasta el Cuaternario. En general son depósitos de escasa potencia que se sitúan discordantes sobre los anteriores. Están constituidos por

arenas limosas amarillentas, en ocasiones arcillosas. Presentan numerosas tinciones por óxidos de hierro y cantidades notables en metales pesados. Poseen numerosos nódulos de margas azules que a veces deforman la estratificación y que provienen, evidentemente, de la erosión de las margas del Andaluciense. Muestran zonas de calcificación, siendo las más frecuentes estructuras cilíndricas verticales a veces de más de un metro de longitud.

- Depósitos aluviales y terrazas cuaternarias: Gravas, conglomerados, arenas y areniscas, y arcillas depositadas por el río Guadalquivir en su llanura aluvial y las terrazas producidas por el encajamiento de la red fluvial.

### 3.1.4. Hidrología superficial.

La zona de estudio se enmarca dentro de la Cuenca hidrológica del Guadalquivir, y dentro de la misma se desarrollan cinco subcuencas: subcuenca del Guadaira, subcuenca del Guadalquivir del Corbones al Guadaira, subcuenca del Guadalquivir del Rivera de Huelva al Guadiamar, subcuenca del Guadalquivir del Viar al Rivera de Huelva y subcuenca del Rivera de Huelva.

El Guadalquivir es el río más largo de Andalucía y el quinto de la Península Ibérica, con un recorrido de 657 km. Es navegable a través de un tronco principal de unos 80 km de longitud, desde su desembocadura al océano Atlántico en Sanlúcar de Barrameda (Cádiz) hasta Sevilla, donde se halla el único puerto fluvial de España.

La parte oriental y suroriental de Sevilla está bañada por otros tres cursos fluviales, afluentes o subafluentes del Guadalquivir por su margen izquierda. El más importante de ellos es el río Guadaira, que nace en la gaditana sierra de Pozo Amargo, discurre por el extremo sureste del término municipal y desemboca en el Guadalquivir, 20 km aguas abajo del casco urbano sevillano. Los arroyos Tagarete y Tamarguillo completan la red hidrográfica de la ciudad.

A su paso por la urbe, el río Guadalquivir posee un caudal notable, tras haber recibido las aportaciones de todos sus grandes afluentes, entre ellos el Genil, que es su afluente más importante y confluye con él en la localidad de Palma del Río. En la estación de aforo instalada en Sevilla, el Guadalquivir registra un caudal medio de 164,3 m³/s, muy superior a los niveles alcanzados en el curso medio (68,40 km³/s, en Marmolejo, Jaén) y en el curso alto (19,80 m³/s, en el poblado de Pantano del Tranco, (Jaén).

Este río presenta un régimen hidrológico preferentemente pluvial, que determina fuertes variaciones de su caudal. Éstas eran visibles en Sevilla, con estiajes por debajo de los 10 m³/s y crecidas de 5.000 y 9.000 m³/s, con periodos de recurrencia de 5 y 100 años respectivamente. En la actualidad, las oscilaciones han disminuido notablemente gracias a la regulación a la que está sometida toda la cuenca del río.

El cauce natural del río ha sido modificado por infraestructuras dirigidas a prevenir las grandes avenidas.

Las intervenciones en el cauce del río, consistentes en su mayor parte en rectificaciones cortas del cauce y en el levantamiento de diques, han provocado una reducción del curso del Guadalquivir en casi 40 km. Es el caso de las obras realizadas en el año 1950, mediante las cuales se desvió el cauce activo hacia el oeste y se construyó una dársena.

También se ha alterado la red hidrográfica municipal de la margen izquierda del Guadalquivir, conformada por los ya citados arroyos Tagarete y Tamarguillo y el río Guadaira, igualmente caracterizados por un régimen de fuerte irregularidad. Su cauce ha sido sucesivamente modificado, alejándolo progresivamente del núcleo urbano y convirtiéndolo en un afluente directo del Tamarguillo.

Los cursos fluviales, ríos, arroyos y canales, que se localizan en el área de estudio son los enumerados a continuación:

- Río Guadalquivir
- Río Guadaira
- Arroyo del Tamarguillo
- Arroyo de Miraflores
- Arroyo Ranilla
- Dársena de San Jerónimo
- Canal de Alfonso XII
- Canal del Bajo Guadalquivir

### 3.1.5. Hidrogeología.

La zona de estudio se sitúa sobre tres unidades hidrogeológicas, estas son: Unidad de Sevilla-Carmona, Unidad del Aluvial del Guadalquivir y la Unidad del Aljarafe.

Dentro de estas unidades se encuentran los siguientes acuíferos:

#### Aluvial del Guadalquivir

Este acuífero se corresponde con las terrazas baja y actual del río Guadalquivir formadas por arenas, gravas y limos con tramos de muy alta permeabilidad. El sustrato impermeable lo forman las margas azules del Mioceno de la Depresión del Guadalquivir.

El espesor medio saturado del acuífero oscila entre 10 y 15 m, obteniendo caudales medios de explotación entre 20 y 50 l/s. La transmisividad es del orden de 1000 a 3000 m<sup>2</sup>/día y el coeficiente de almacenamiento del 2 al 8%, aunque en ambos casos se dan valores superiores.

La alimentación del acuífero se produce por infiltración de lluvia y excedentes de riego, muy importantes en esta zona y también por la descarga lateral del acuífero Sevilla-Carmona. La descarga se produce hacia el río Guadalquivir a lo largo de todo su cauce, además de bombeos más o menos importantes en función de la pluviometría del año y de las dotaciones asignadas para las zonas regables.

#### Acuífero de Sevilla-Carmona

En función de su litología se pueden diferenciar tres acuíferos dentro de este sistema: Terraza media, Terraza antigua y Calcarenitas de Carmona. En todos los casos son acuíferos detríticos, permeables por porosidad, aunque en el caso de las calcarenitas, incluso en la zona sur, es importante la permeabilidad por fisuración.

El espesor de los acuíferos es variable; en las terrazas aluviales la potencia varía de 10 a 20 m y en las calcarenitas se encuentran espesores mayores, incluso de 40 m, aunque la potencia media es de 10 m.

Todos los acuíferos están conectados entre sí y tienen carácter libre. La recarga fundamental tiene lugar por infiltración de la precipitación, aunque también hay que considerar una pequeña parte, dominada por los canales de riego del bajo Guadalquivir, con infiltración de riego. El drenaje viene impuesto por el río Guadalquivir y, en menor medida, por el Guadaira, que conforman ejes de drenaje.

En todos los acuíferos la permeabilidad es alta si bien, al no tener un espesor saturado suficiente, la transmisividad no es elevada. El resultado son unos gradientes variables del 8 por mil en las calcarenitas, del 6 por mil en la terraza media y del 2 por cien en algunos sectores de la terraza antigua.

#### Almonte-Marismas y Aljarafe sevillano

Aunque en realidad se trata de dos acuíferos diferentes que están separados por el río Guadiamar, su continuidad geográfica y características geológicas e hidrogeológicas semejantes, permiten tratarlos conjuntamente.

La superficie sobre la que se asientan es de unos 3000 km<sup>2</sup>, de los que aproximadamente 2000 km<sup>2</sup> corresponden a los afloramientos de terrenos permeables, y el resto a superficie ocupada por marismas.

Los materiales acuíferos que los forman son los diferentes depósitos detríticos descritos con anterioridad. Con frecuencia aparecen intercalaciones arcillosas entre las arenas, lo que les confiere en cierto grado, carácter de acuífero multicapas. Los terrenos impermeables son las margas azules de fondo y las arcillas de marismas.

Se constituye así un sistema hidrogeológico en el que hay que distinguir el acuífero libre, en la zona de arenas, y el acuífero semiconfinado en la zona de marismas.



## 3.2. MEDIO BIÓTICO

### 3.2.1. Edafología.

En función del grado de evolución, se dan los siguientes grupos:

1. Suelos poco o nada evolucionados desde un punto de vista edáfico. Son suelos brutos en los que la continua erosión hace que presenten aun características muy próximas a las de la roca madre. Se desarrollan sobre materiales margosos de cualquier edad. Atendiendo a las normas de la “Soil Taxonomy”, se clasifican como Entisoles.
2. Suelos que presentan un mayor grado de edafización, pero que nunca llega a ser excesivo, suelos pardos y pardo-rojos calizos al sur de la zona de estudio. Siguiendo la clasificación “Soil Taxonomy”, se clasifican como Inceptisoles. Son suelos medianamente evolucionados, que presenta un moderado grado de evolución. Son suelos moderadamente profundos, pobres en materia orgánica y con abundante caliza en todo el perfil. Son los más extendidos por la zona de estudio.
3. En las clasificaciones de suelos del Soil Taxonomy, un vertisol es aquel suelo en donde hay un alto contenido de arcilla expansiva conocida como montmorillonita que forma profundas grietas en las estaciones secas, o en años. Las expansiones y contracciones alternativas causan *auto-mulching*, donde el material del suelo se mezcla consistentemente entre sí, causando vertisoles con un horizonte A extremadamente profundo y sin horizonte B. (Un suelo sin horizonte B se denomina *suelo A/C soil*). Esto también produce en ascenso de material interno a la superficie creando microrrelieves conocidos como *gilgai*. Los Vertisoles se forman típicamente de rocas altamente básicas tales como basalto en climas estacionalmente húmidos o sujetos a sequías erráticas y a inundación.
4. Los alfisoles son un orden de suelos en el sistema de Soil Taxonomy. Son suelos minerales que presentan un endopediación argílico o kándico, con un porcentaje de saturación de bases de medio a alto. Son suelos formados en superficies suficientemente jóvenes como para mantener reservas notables de minerales primarios, arcillas, etc, que han permanecido estables, esto es, libres de erosión y otras perturbaciones edáficas, cuando menos a lo largo del último milenio. Su régimen de humedad es tal que son suelos capaces de suministrar agua a las plantas mesófilas durante más de la mitad del año o por lo menos durante más de tres meses consecutivos a lo largo de la estación de crecimiento. En condiciones xéricas el epipediación es duro y macizo en seco. Tanto la saturación de bases como la reserva de nutrientes disponibles para las plantas, en general altos, determinan la fertilidad de muchos alfisoles que por ello sirven de asiento para obtener cultivos de ciclo corto y forrajes.

Siguiendo el criterio de clasificación de suelos del “Catalogo de Suelos de Andalucía” de la Junta de Andalucía (Agencia de Medio Ambiente), la zona de estudio se encuadra en una zona donde los tipos de suelos más representativos son los pertenecientes a tres clases, estos son:

- “Rojo Aljarafe”, código SE-02-(1-5)

Son suelos con un relieve normal con una elevación de 100 m y una pendiente del 4%, son suelos que sufren una erosión ligera, que tienen un buen drenaje, con pedregosidad y rocosidad nula. Su material original es arenisca caliza del Mioceno.

HORIZONTE	PROFUNDIDAD	DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA
Ap	0 - 30 cm	Amarillo rojizo (seco); franco-arcilloso-arenoso; estructura subangular, fina, fuertemente desarrollada; moderadamente firme en húmedo; abundantes raíces, medias; reacción ligera; límite neto y plano.
B1	30 – 55 cm	Rojo-amarillento (seco), franco-arcilloso-arenoso; estructura subangular, media, fuertemente desarrollada; moderadamente friable en húmedo; abundantes raíces, finas; reacción nula; límite neto y ondulado
B2T	55 - 110 cm	Rojo (seco); arcillo-arenoso; estructura prismática, media, fuertemente desarrollada; muy firme en húmedo; reacción nula; límite neto y ondulado.
B3	110 - 120 cm	Amarillo rojizo (seco); franco-arenoso; estructura prismática, fina, fuertemente desarrollada; moderadamente firme en húmedo; reacción fuerte; escasos nódulos, calizos; límite gradual y ondulado.
CCA	120 cm	Blanco rosado (seco); franco-arenoso; sin estructura; moderadamente friable en húmedo; reacción muy fuerte; abundantes nódulos, calizos.

- “Salino marismas”, código SE-05-(1-4)

Son suelos con un relieve plano o cóncavo con una elevación de 2 m y una pendiente del 1%, son suelos que sufren una erosión ligera, que tienen un drenaje muy deficiente, con pedregosidad y rocosidad nula. Su material original es arcilla del Holoceno.

HORIZONTE	PROFUNDIDAD	DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA
A1SA	0 - 10 cm	Gris claro (seco), pardo grisáceo oscuro (húmedo); arcilloso; estructura subangular, media, moderadamente desarrollada; muy plástico en mojado, moderadamente firme en húmedo, muy duro en seco; abundantes raíces, finas; reacción fuerte; abundantes revestimientos de sales solubles; límite neto y plano.
B11G	10 – 37 cm	Pardo grisáceo oscuro (seco), Pardo grisáceo oscuro (húmedo); arcilloso; estructura masiva, gruesa, fuertemente desarrollada; muy plástico en mojado, muy firme en húmedo, muy duro en seco; frecuentes raíces, finas; reacción fuerte; frecuentes revestimientos de sales solubles; límite gradual y plano
B12G	37 - 56 cm	Abigarrado (seco); arcilloso; estructura masiva; muy plástico en mojado, moderadamente firme en húmedo; escasas raíces, finas; reacción fuerte; frecuentes revestimientos de sales solubles; límite gradual y plano.

IICG	56 cm	Pardo grisáceo (seco), pardo a pardo oscuro (húmedo); arcilloso; estructura angular, gruesa, fuertemente desarrollada; muy plástico en mojado, moderadamente firme en húmedo; escasas raíces, finas; reacción fuerte; frecuentes nódulos, ferruginosos.
------	-------	---

- “Franco-vega”, código SE-09-(1-4)

Son suelos con un relieve plano o cóncavo con una elevación de 10 m y una pendiente del 3%, son suelos que sufren una erosión nula, que tienen un drenaje bueno, con pedregosidad y rocosidad nula. Su material original es limo del Holoceno.

HORIZONTE	PROFUNDIDAD	DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA
AP	0 - 25 cm	Pardo pálido (seco); franco-arcillo-arenoso; estructura subangular, media, débilmente desarrollada; moderadamente friable en húmedo; abundantes raíces; reacción fuerte; límite neto y plano.
C1	25 – 55 cm	Pardo pálido (seco), franco-arcillo-arenoso; estructura subangular, media, moderadamente friable en húmedo; frecuentes raíces, finas; reacción fuerte; límite neto y plano
C2	55 - 80 cm	Pardo amarillento oscuro (seco); franco-arcillo-arenoso; sin estructura; muy friable en húmedo; escasas raíces, finas; reacción fuerte; límite gradual y plano.
C3	80cm	Pardo amarillento (seco), franco-arcillo-arenoso; sin estructura; muy friable en húmedo; abundantes raíces; reacción fuerte.

### 3.2.2. Vegetación.

#### Vegetación potencial.

La serie de vegetación que se corresponden con la vegetación potencial de la zona de estudio es la **Serie termomediterránea, bética, algarviense y mauritánica, seca-subhúmeda, basófila de la encina (Quercus rotundifolia): Smilaco mauritanicae-Querceto rotundifoliae S. Faciación calcífuga con Cytisus malacitanus. (Sm-Qr.c.)**

Muy extendida por todas las zonas basales de Andalucía, ya que es de distribución termomediterránea, se localiza sobre suelos ricos en bases y el ombrotipo bajo el que se desarrolla va del seco al húmedo. La comunidad climax es un encinar (*Smilaco mauritanicae-Quercetum rotundifoliae*) de estructura parecida a la desarrollada en el mesomediterráneo, aunque mucho más enriquecido en taxones netamente termófilos y elementos lianoides. Como orla y primera etapa de sustitución aparece un coscojal-lentiscar (*Asparagus albi-Rhamnetum oleoidis*, *Bupleuro gibraltarici- Pistacietum lentisci*) que varía en su composición según la biogeografía. Además aparecen una serie de comunidades como escobonales-retamales (*Coridothymo capitati-Genistetum haenseleri*, *Genisto retamoidis-Retametum sphaerocarpace*), espartales (*Lapiedro*

*martinezii-Stipetum tenacissimae*), romerales-aulagares-tomillares (*Ulici baetici-Cistetum clusii*, *Asperulo hirsuti-Ulicetum scabri*, *Odontito purpureae-Thymetum baeticae*, *Teucro lusitanici-Coridothymetum capitati*), albadares (comunidad de *Anthyllis cytisoides*), bolinares (*Lavandulo caesia-Genistetum equisetiformis*), pastizales-cerrillares (*Ruto angustifoliae-Brachypodietum retusii*, *Aristido coerulescentis-Hyparrhenietum hirtae*, *Lotononido lupinifoliae-Hyparrhenietum sinaicae*) y tomillares nitrófilos (*Andryalo ragusinae-Artemisietum barrelieri*), cuya dinámica comentaremos más adelante.

En los cauces naturales de la zona, la vegetación originaria que acompañaba, y en algunos casos aún acompaña a estos cursos fluviales se corresponde con la **Geoserie edafohigrófila mesomediterránea inferior y termomediterránea hispalense basófila**.

Aparece sobre los suelos margosos y margoarcillosos del valle del Guadalquivir, en aguas eutrofizadas y en ambientes no salinos bajo termótipo termomediterráneo

En la primera banda riparia se localiza la serie de vegetación de la sauceda *Saliceto neotrichae* S. en su faciación termófila hispalense. Esta serie tiene unos requerimientos de mayor humedad que las otras que conforman la geoserie, por ello se localiza en las proximidades del cauce de los ríos, sobre suelos que soportan un encharcamiento prolongado durante todo el año. En aquellos arroyos y cauces pequeños que no tienen un encharcamiento permanente esta serie de saucedas no aparece. En contacto con esta serie, se halla la serie de vegetación de las choperas termófilas hispalenses de *Nerio-Populeto albae* S. Esta serie se localiza en la segunda banda de vegetación, menos próxima al cauce del agua que las saucedas ya mencionadas. Necesita de humedad edáfica pero en verano puede desecarse el suelo al retirarse el nivel de agua por la sequía estival prolongada. La especie directriz de la cabeza de esta serie *Populus alba* es un álamo que no necesita mantener sus raíces en contacto permanente con el agua. Esta chopera se caracteriza por un enriquecimiento en el elemento termófilo *Nerium oleander*.

En los suelos de vega con un horizonte pseudogley se instala la olmeda de *Aro italici-Ulmeto minoris* S. ocupando aquellos biotopos más alejados del cauce del río.

Debido a la agresiva y secular acción antrópica (agricultura principalmente) acaecida en este sector, la vegetación riparia se halla alterada principalmente por deforestación, alteración de los caudales, y más recientemente por la contaminación de las aguas.

#### Vegetación actual

La importancia de este factor es notable dentro del ambiente urbano, ya que de su manejo depende en gran medida hacer de la ciudad un ambiente óptimo para el desarrollo cultural y físico del ser humano.

Su adecuado tratamiento permite gozar de un entorno físicamente agradable, y estéticamente mejorado, ya que camufla, oculta, acompaña o realza, según convenga, el resto de elementos que configuran el espacio urbano.

La infraestructura objeto de estudio impactará directamente sobre este factor, de forma que se pueden dar impactos de carácter directo (desbroce o transplante), o indirecto (podas preventivas o de labores protectoras en general).

La vegetación se ha clasificado en función de las estructuras jardineras que conforman, siendo alcorques, bulevares y jardines.

Dentro de cada uno de los tipos jardineros distinguidos, se han diferenciado dos niveles de importancia de acuerdo a la calidad de los siguientes factores:

- ☐ Estructura de la composición. Repeticiones, series, distancias, periodicidades, grupos, etc.
  - ☐ Estado fitosanitario. Tronco, ramas y hojas.
  - ☐ Botánica. Velocidad de crecimiento, origen, valor cultural, fragilidad, rareza en la ciudad, etc.
- Masas vegetales. Tipos fundamentales:

Isla de la Cartuja.

Las alternativas que transitan por la Isla de la Cartuja afectan fundamentalmente a estructuras vegetales que gozan de un buen estado de conservación fitosanitario, conforman agrupaciones diseñadas ex profeso (que conservan repeticiones o regularidades de cierta elaboración), y contienen especies procedentes del continente americano que remarcan el sentido de la Exposición Universal de 1.992. Asimismo, refuerza la tradición marítima de Sevilla en relación al comercio con las Indias y la influencia de éste en la arboleda tradicional sevillana.

Casco histórico.

La masa vegetal afectada se centra en las plazas ajardinadas de El Museo, El Duque de la Victoria, La Encarnación, San Pedro y Ponce de León.

Estas plazas (Museo y San Pedro principalmente) albergan ejemplares arbóreos únicos en la ciudad por su porte, lo que unido al marco histórico en el que han crecido, conforma un paisaje urbano irrepetible en Sevilla en el corto plazo. Son especies de tradición oceánica también, exóticos en su mayor parte, y con un estado de conservación aceptable.

Sevilla Este.

Desde la Carretera Amarilla hasta el final de la Avda. de las Ciencias, las alineaciones de alcorques y bulevares son constantes, dentro de un entorno dominado por árboles de gran porte que se superponen visualmente a edificios de 40 m de altura. La composición vegetal de estas agrupaciones o alineaciones responden a criterios estéticos de repetición, combinación y alternancia que aportan mayor valor a la masa vegetal. Su estado de conservación es buena en términos generales, y su composición botánica se caracteriza por ser una mezcla de especies autóctonas (pino, encina, álamo, ciprés) con exóticas (palmera canaria, aligustre, acacias, moreras, etc), de lo que se desprende que su principal valor es el ornamental.

- Inventario.

Se ha realizado un inventario botánico de la arboleda y principales arbustos afectados directamente por la infraestructura a lo largo de todas las alternativas.

Los inventarios se han realizado para árboles y arbustos de porte leñoso superior al metro y medio de altura. No se han contabilizado aquí setos, borduras, parterres o herbáceas de tipo anual, bulbosas, vivaces u otras similares.

Este inventario tiene su traducción gráfica en la serie de planos que se aporta en este estudio como vegetación real.

Resultados:



ESPECIES											
ÁRBOLES		1	2	3	4	5	6	7			
N. Científico	N. Vulgar										
		1.2	2.2	4.2	3.2	4.1	5.1	5.2	6.1	7.3	7.4
Brachychiton populneus	Brachichito					5	3	3			
Casuarina equisetifolia	Casuarina						6	6	1		
Catalpa bignoinoides	Catalpa	20		2					10		
Celtis australis	Almez										12
Cerataronia siliqua	Algarrobo				1						6
Cercis siliquastrum	Árbol del amor						4	4	1		5
Citrus aurantium	Naranja		4	8					1	5	15
Cupressus arizonica	Arizónica								2	1	1
Cupressus sempervirens	Ciprés						4	4	2	3	3
Eucaliptus globulus	Eucalipto						1	1			
Ficus macrophylla	Ficus australiano		2	2							
Ficus microcarpa	Laurel de indias			1		1					
Fraxinus angustifolia	Fresno hoja estrecha						57	57		14	14
Fraxinus excelsior	Fresno común		8								
Gleditsia triacanthos	Acacia tres espinas						3	3			
Grevillea robusta	Roble australiano						1	1			
Jacaranda mimosifolia	Jacaranda		4	2						4	20
Koelreuteria paniculata	Jabonero										28
Lagerstroemia indica	Júpiter		2	2							5
Ligustrum vulgare	Aligustre				16		22	22	15	6	25
Melia azedarach	Paraíso										1
Mioporum acuminatum	Transparente										1
Morus alba / Morus nigra	Morera								14		1
Olea europaea	Olivo				1					3	
Phoenix canariensis	Palmera canaria		6	8					16	3	10
Phoenix dactylifera	Palmera datilera				32	1					9
Pinus halepensis	Pino carrasco						8	8	12	6	6
Pinus pinea	Pino piñonero	10			4						2
Platanus x hispanica	Plátano de sombra			6	65					147	
Populus alba	Álamo blanco						23	23	7		
Prunus cerasifera ‘Atropurpurea’	Ciruelo de Japón						3	3	4	2	
Robinia pseudoacacia	Robinia										1
Schinus molle	Falsa pimienta										3
Tipuana tipu	Tipuana	3			4				8		9
Ulmus minor	Olmo		4				12	12	4	3	6
Washingtonia filifera	Palmera de abanicos	6								4	4
TOTALES		39	30	31	123	7	147	147	97	201	187

### 3.2.3. Fauna.

Las alternativas están vinculadas en su mayor parte a calzadas preexistentes. Esto implica que la pérdida de hábitat solo está vinculada a las afecciones vinculadas al proceso constructivo (ruidos, excavación, ocupación temporal, etc).

La fauna urbana centra su mayor cantidad y variedad en el grupo de las aves. Sin valorar la afección sobre los insectos, mamíferos, reptiles y anfibios muestran una presencia menor que aquellas tanto en cantidad como variedad.

Teniendo en cuenta lo anterior, la superestructura eléctrica de los tramos en superficie tampoco será un problema para las especies de aves que habitan en el ambiente urbano, precisamente colonizadoras de éste por su capacidad para adaptarse a las estructuras urbanas en general.

Así pues, realizaremos un breve recorrido por los principales ambiente urbanos atravesados por la línea 2, enumerando las especies que los habitan, y que se verán afectadas sobre todo en la fase de construcción.

Isla de La Cartuja.

La influencia de la vega del Guadalquivir en los parajes de Playas de Tercia, Gambogaz o Charco de la Pava, enriquece la fauna de la Cartuja, la cual es atravesada por el tramo 1 de esta línea 2. Adicionalmente, la Cartuja está repleta de una abundante arboleda y jardines, los cuales dotan de cierta continuidad espacial a los recursos necesarios para el desarrollo de su fauna.

Este contagio es particularmente notable en las especies con mayor capacidad de movilidad o menores requerimientos ecológicos, como las aves y los reptiles. Los mamíferos y los anfibios quedan en un segundo plano limitados por los recursos tróficos y de refugio.

Dentro de las aves, apreciamos la presencia de rapaces, que campean los cielos de la isla, como son el águila calzada (*Hieraaetus pennatus*), el milano negro (*Milvus migrans*), o el cernícalo común (*Falco tinnunculus*). Otras especies notables son las cigüeñas blancas (*Ciconia ciconia*), las cogujadas (*Galerida cristata*), las grajillas (*Corvus monedula*), las golondrinas comunes (*Hirundo rustica*), los aviones (*Delichon urbica*) y los vencejos (*Apus apus*). Al igual que éstas tres últimas, existen otras especies migratorias que recorren la isla en verano o invierno, como son el verdicillo (*Serinus serinus*), el pinzón común (*Fringilla coelebs*), o el colirrojo tizón (*Phoenicurus ochruros*). Otras especies de interés, de carácter eminentemente sedentario son el petirrojo (*Erithacus rubecula*), el mirlo común (*Turdus merula*), las palomas (*Columba sp.*) y las tórtolas comunes (*Streptopelia turtur*).

Los estanques y bordes de la isla, son ocupados por fauna procedente del ecotono ripario, con especies como el pato azulón (*Anas platyrhincos*), la garcilla (*Bubulcus ibis*), la garza real (*Ardea cinerea*), o el cormorán (*Phalacrocorax carbo*).

Reseñar que la dársena del Guadalquivir es guía para muchas de las especies que migran desde el norte hasta el Parque Nacional de Doñana, por lo que dos veces al año, especies como los gansos comunes (*Anser anser*), recorren los cielos de la Cartuja, así como los del casco histórico.

Los mamíferos, aparte de los roedores (ratones y ratas), están representados por los conejos (*Oryctolagus cuniculus*) en las zonas mas intrincadas de vegetación y menos transitadas (solares, pies de talud , etc). El erizo (*Erinaceus europaeus*) también se mueve por las zonas menos transitadas en busca de los insectos de los que se alimenta.

Los anfibios sobreviven ligados a los estanques de los jardines, riegos y acequias. Entre ellos están la rana verde (*Rana perezi*), y el sapo común (*Bufo bufo*).

Dentro de los reptiles, las especies más cosmopolitas, son las que sobreviven ligadas a jardines y zona abandonadas e intrincadas. Entre ellas la lagartija ibérica (*Podarcis hispanica*), la lagartija cenicienta (*Psammotromus hispanicus*), el lagarto ocelado (*Lacerta lepida*), la lagartija colilarga (*Psammotromus algirus*), o la salamquesa común (*Tarentola mauritanica*).

☐ Rondas.

Aquí la fauna reseñable queda prácticamente relegada especies de aves como las palomas, las tórtolas, los vencejos, aviones y golondrinas, y algunas de reptiles, como la salamquesa común y la lagartija ibérica.

☐ Casco histórico.

Excluyendo las sempiternas palomas, la fauna de este enclave urbano vuelve a concentrarse sobre los grupos de las aves entomófagas (vencejos, aviones y golondrinas), con la incorporación de las grajillas y cernícalos, que encuentran en las fachadas históricas recovecos en los que instalar sus nidos. Los mirlos dominan los pequeños jardines, y las especies emigrantes como verdicillos y pinzones, recorren sus arboledas en su época de paso.

Al igual que en el caso de las rondas, los reptiles se reducen a sus especies mas oportunistas: salamquesas y lagartijas ibéricas.

☐ Barrios residenciales.

En los barrios de Sevilla Este y del entorno del Polígono de San Pablo, identificamos dos grados de ocupación faunística distintos, favorable a Sevilla Este, dada la mayor superficie ajardinada de éste respecto a San Pablo.

Por ello, la fauna de Sevilla Este es muy parecida a la de la isla de La Cartuja, aunque descontando la influencia del río Guadalquivir. Aquí la influencia proviene de la fauna ligada a los cultivos de campiña de los alrededores de Alcalá de Guadaira.

Dentro de la avifauna, es improbable observar especies ligadas al medio acuático, pero no lo es hacerlo de especies predatoras propias de espacios abiertos, como el águila calzada, el ratonero (*Buteo buteo*), o el alcaudón común (*Lanius senator*), que pueden campear la frontera de la ciudad en los solares periurbanos, a la caza de insectos, reptiles, ratones o ratas. Asimismo, especies propias de espacios abiertos, como el chotacabras gris (*Caprimulgus europaeus*), puede aparecer en las proximidades del tramo 7, entre de los campos de algodón, girasol y cereal cosechados.

Los anfibios también experimentan un descenso respecto a los existentes en la Cartuja, dado que la superficie encharcada o estancada desciende drásticamente.

El caso de los reptiles es más equilibrado, dado que éstos se adaptan bien a los solares, plazas y jardines, que existen en abundancia. Especies como la lagartija ibérica, la cenicienta o la salamquesa común son normales.

El grupo de los mamíferos también registra especies parecidas a la Cartuja, con el conejo y el erizo como especies mas reseñables.

### 3.3. PATRIMONIO CULTURAL

#### Patrimonio Histórico

Con respecto a este factor, en la caracterización ambiental no va a aparecer reflejado debido a que se encuentra perfectamente desarrollado en el anejo III del presente documento.

#### Vías pecuarias

En el ámbito de estudio, al tratarse de una zona urbana, se ha perdido todo rastro de la originaria red de vías pecuarias que atravesaban el territorio y convergían dentro del núcleo urbano. El último tramo de la línea, que discurre por suelo agrícola, fuera del núcleo urbano, no afecta a ninguna vía pecuaria.

### 3.4. PAISAJE

Este factor aglutina a todos los anteriormente descritos, representando su síntesis perceptiva. Dentro del paisaje urbano se aprecia el ambiente acústico, la calidad del aire, la luz que alcanza el suelo superando los edificios, la variedad estacional, visual, olorosa y emotiva de las arboledas, etc.

Por su valor como síntesis de factores aislados, se le tendrá en cuenta como condicionante ambiental en la valoración de los trazados propuestos. Se trata de un potente informador sobre la potencialidad de un lugar para acoger o no determinadas intervenciones externas.

La aptitud de los distintos ambientes urbanos para acoger la infraestructura en superficie, ya sea a través de sus efectos directos o indirectos, decrece en la medida en que lo hace la cuenca visual de la calle en cuestión, así como la segregación de usos.

La inclusión en superficie de una infraestructura de esta potencia implica la disponibilidad de espacio y una clara organización de los usos de transporte, apoyada tanto en elementos inertes (mobiliario, bordillos, pavimentos, etc), como elementos vivos (árboles, arbustos, setos, parterres, pérgolas, etc), que diversifiquen espacios sin aislar, y sin recargar la escena de obstáculos. Fronteras de transición, no fronteras de aislamiento. Éstas últimas serán sinónimo de una mala elección de alternativas desde este punto de vista.

Entre los ambientes descritos al principio de este apartado;

- Ámbito urbano.
  - ☐ La Cartuja.
  - ☐ Rondas.
  - ☐ Casco histórico.
  - ☐ Barrios residenciales.
- Ámbito periurbano.
  - ☐ Torreblanca.

El casco histórico y el barrio de Torreblanca, son los que peores aptitudes generales presentan para adoptar las instalaciones de un metro en superficie. Por contra, los barrios residenciales y la Cartuja presentan características favorables, presentando una aptitud intermedia entre ellos las rondas.

A continuación se describen brevemente las principales características de los distintos ambientes urbanos ocupados.

- Ámbito urbano.
  - ☐ Isla de La Cartuja.

En planta este espacio se corresponde con alineaciones geométricas que se relacionan ortogonalmente entre sí. Las calzadas son amplias, en algunas calles separadas por medianas ajardinadas. Las aceras también lo son, hallándose separadas efectivamente de la circulación motorizada por bordillos definidos, carril bici y arboledas alineadas en alcorques rectilíneos.

En función de todo ello, se puede afirmar que el espacio público peatonal está claramente segregado y diferenciado de la calzada, gracias a la regularidad de sus amplias dimensiones y buen estado de conservación. La arboleda (alcorques y bulevares) y el carril bici refuerzan este aspecto, proporcionando un mayor uso no motorizado de éste en mejores condiciones microclimáticas de temperatura y humedad.

La organización vertical de las edificaciones no genera cuencas visuales completamente cerradas, siendo la amplitud de las calles y la separación de fachadas, factores clave para la componente paisajística abierta del conjunto urbano. Incluso en las calles menos anchas, existen puntos de fuga y perspectivas



que favorecen la observación de planos lejanos. La belleza de estas perspectivas se apoya mas en los elementos vegetales que las enmarcan que en los propios fondos escénicos que definen.

En suma, esta zona se caracteriza por la amplitud en planta y alzado, lo que junto a la densa arboleda favorece una adecuada renovación del aire y paisajes en perspectiva lineal frondosos y estacionales. La presencia de materiales inertes (cemento, fachadas, asfalto) queda enmascarada en gran medida por los elementos vegetales verticales, que son en alzado los protagonistas.

#### ☐ Rondas.

De diferentes características, las rondas de Torneo y Capuchinos representan dos tipos distintos de arterias motorizadas. Con gran capacidad de tránsito, ambas destinan gran parte de su superficie a calzada.

La principal diferencia estriba en la proporción de superficie que resta para el uso peatonal. Mientras mayor es ésta, mayor es la anchura de la ronda, es decir, la separación entre fachadas, con lo que factores que definen el medio ambiente urbano (cuenca visual, calidad del aire, condiciones microclimáticas, vegetación, etc) se amplían o mejoran sensiblemente. Otra diferencia importante entre las rondas radica en la distinta naturaleza arquitectónica de los inmuebles aledaños. En la Ronda de Torneo, a la altura de la interacción con las alternativas del tramo 2, se presentan edificios de componente industrial y de servicios, al albor de la histórica huella de la estación de trenes de Córdoba y la estación de autobuses de Plaza de Armas. En la de Capuchinos, los usos inmobiliarios están más volcados hacia el pequeño - mediano comercio en planta baja, y el residencial por lo general.

Estas diferencias grosso modo, definen dos ámbitos urbanos en los que la única similitud es la organización espacial en función del transporte motorizado, que es el eje en función del cual se articulan espacios peatonales, carriles bici, inmuebles y elementos vegetales.

En Torneo predominan amplias distancias entre fachadas, lo que unido a la contenida altura de los edificios, permite cuencas visuales amplias que dominan escenas urbanas protagonizadas por grandes arboledas y bulevares, así como por el tráfico rodado. La segregación de usos es alta, ya que se separan nítidamente los peatonales (bulevares) de los motorizados (alcorques y medianas arboladas), y las dimensiones de unos y otros son constantes.

En Capuchinos predomina la irregularidad de las dimensiones principales (siempre reducidas en los espacios peatonales), y la menor distancia entre fachadas, lo que unido a la altura de los edificios (similar a Torneo), constriñe la cuenca visual y limita la inclusión de nuevos elementos verticales de carácter inerte. La arboleda se reduce a alcorques alineados de forma discontinua e irregular. No existen los bulevares al paso de las alternativas.

#### ☐ Casco histórico.

Alineaciones irregulares y tortuosas de calles estrechas con escasa segregación del uso peatonal respecto del motorizado. Bordillos defectuosos, rebajados, aceras escasas y arboleda irregular adaptada a las limitaciones estéricas del lugar en cuestión.

Angostamientos y ensanchamientos sucesivos se suceden alternativamente a lo largo de las calles para enmarcar un ambiente entorno urbano claramente saturado en la recepción de elementos verticales dentro de la escasa planta destinada al espacio público entre fachadas. Se diría que no cabe nada más. La relevancia de los espacios abiertos se limita a las plazas y sus arboledas históricas en forma de grandes ejemplares.

Todo ello dibuja un entorno urbano dominado por la presencia del transporte rodado, el cual ha ido progresando en perjuicio del peatón. Cerrando los espacios abiertos y colapsando los cerrados. Generando un ambiente cargado que hace necesario limitar los impactos sobre la calidad del aire, el ambiente acústico y el paisaje urbano en pro de una mínima habitabilidad pública.

Los paisajes son de fuerte dominancia arquitectónica, siendo ésta la principal referencia escénica fuera de las plazas, donde las arboledas singulares copan el protagonismo frente a las fachadas.

#### ☐ Barrios residenciales.

De diversa tipología en función de la organización vertical y horizontal de cada uno de ellos, poseen en común su vinculación a importantes viales urbanos (Kansas City, José Laguillo, Luis Uruñuela, Avda. de las Ciencias, etc). Avenidas de varios carriles por sentido que implican una amplia distancia entre fachadas, lo que permitirá una cuenca visual más o menos amplia en función de la altura de las fachadas aledañas. Mientras mayor sea la altura de los edificios, mas constreñida quedará la cuenca, y menor será la capacidad del lugar para asumir nuevas estructuras verticales.

Estos ambientes se podrían catalogar en un nivel intermedio entre ambas rondas (Torneo y Capuchinos), ya que posee gran amplitud entre fachadas pero su cuenca visual no se corresponde con tal debido a la altura de las edificaciones limítrofes (muy superiores a las de las rondas), que cierran la cuenca visual verticalmente. Las características ambientales derivadas de esta configuración espacial dependen del grado en que se presenten las variables “distancia entre fachadas”, “altura de fachadas”, “calidad de elementos vegetales”.

La amplitud y calidad del paisaje urbano, la calidad del aire, las características microclimáticas y la preponderancia de los elementos inertes frente a los vivos son aspectos del ambiente urbano que fluctuarán por tramos según estas variables.

La segregación de usos peatonales y motorizados está perfectamente diferenciada y reforzada por elementos horizontales como carriles de aparcamiento, carriles bici y alcorques.

#### - Ámbito periurbano.

#### ☐ Torreblanca.

El tramo 7 llega desde el tramo urbano marcado por el último tramo de la Avenida de Las Ciencias, y se inserta en Torreblanca, barriada residencial históricamente marginada a los límites exteriores de la ciudad, que ésta ha engullido por su propio crecimiento, sin llegar a desarrollar estructuras urbanas de enlace que integren ambos ámbitos, el urbano y el periurbano.

La discontinuidad sigue siendo muy acusada en la entrada del tramo 7 dentro de esta barriada. Visualmente, esta discontinuidad se aprecia en el cambio de magnitud. Fachadas de dos o tres pisos, jalonando calles estrechas y paralelas, carentes en muchos casos de arbolado, y con una cuenca visual limitada debido a la baja relación anchura entre fachadas /altura de fachadas. Las reducidas dimensiones de estas calles hacen limitante el espacio para nuevas instalaciones en superficie, lo cual perjudicaría la escasa representación vegetal.

La segregación de usos está bien diferenciada por los distintos niveles de acerado y calzada, pero no marca fronteras ni habilita ambientes para peatones (sombras, barreras vegetales, amplias aceras, etc), debido básicamente al limitado equipamiento urbano y espacio con el que se cuenta. La exposición del peatón es compartida por los residentes, cuyas fachadas lindan con los usos más agresivos (aparcamientos, circulación, ruidos, gases, etc).

Rebasada la barriada de Torreblanca, penetramos hacia el sur a través de actuales campos de cultivo de algodón, limítrofes con el polígono industrial El Pino y nuevas zonas residenciales. Aquí se aprovechan viales amplios, con bulevares en mediana y alcorques en las aceras, que definen un ambiente algo más específico para el peatón, apoyado sobre todo en amplias aceras y la reciente arboleda.

La cuenca visual se amplía también, dada la relación proporcionada entre la altura de las fachadas y su distancia mínima. Incluso se amplía aún más en el caso de los campos de cultivo de algodón, aún resistentes al lado norte de la A-8028.

Es un lugar de reciente formación con una personalidad ambigua entre la dureza geométrica del polígono industrial, los materiales y colores mas variados de los edificios residenciales, y la amplitud de bulevares y campos de cultivo.

### 3.5. MEDIO SOCIOECONÓMICO

#### Población

La ciudad de Sevilla contaba en 2009 con 703.206 habitantes según el censo de población de las cuales 333.490 son varones lo cual representan un 47,65% y 366.269 son mujeres que a su vez representan un 52,35%. Hay una ligera superioridad de población menor de 40 años (51.34%) respecto a la edad superior a 40 años que es del 48,66%. La población más concentrada se encuentra en el tramo (20-40) con un 31,30%. Ya hay más población superior a 60 años (21,55%) que la de menos de 20 años (20,02%) lo cual indica una tendencia hacia el envejecimiento de la población

El municipio tiene una extensión de 140,8 km<sup>2</sup>. El área metropolitana de Sevilla está compuesta por 46 municipios e incluye a una población de 1.499.673 habitantes (Padrón Municipal de Habitantes, 2009), ocupando una superficie de 4.500 km<sup>2</sup>.

#### Economía

A continuación se presentan los datos económicos del municipio de Sevilla, cuya fuente es el Instituto de Estadística de Andalucía (SIMA):

Establecimientos con actividad económica. Año 2008.

Establecimientos con actividad económica	
Sin empleo conocido	14
Menos de 5 trabajadores	52743
Entre 6 y 19 trabajadores	5310
De 20 y más trabajadores	2281
Total establecimientos	60348

#### Agricultura

Cultivos herbáceos		Cultivos leñosos	
Superficie	2296	Superficie	922
Principal cultivo regadío	Algodón	Principal cultivo regadío	Naranja
Principal cultivo regadío: Has	460	Principal cultivo regadío: Has	300
Principal cultivo seco	Cereales invierno para forraje	Principal cultivo seco	
Principal cultivo seco: Has	50	Principal cultivo seco: Has	

#### Industria

En términos económicos, Sevilla es un importante centro comercial, de servicios, financiero, y junto con el Área Metropolitana un área intensamente industrial, donde se está impulsando el desarrollo de nuevas empresas que se ubican en los diferentes parques industriales.

#### Construcción

Actualmente este sector que ha sido creador de empleo durante varios años, está sufriendo una enorme crisis, debido al parón sufrido en la construcción.

En la provincia de Sevilla, el sector de la construcción suponía el 9,20% del PIB, debido al mayor peso que tienen los sectores primario y terciario. El total de trabajadores implicados en el sector de la construcción fue de 93.000 trabajadores en el tercer trimestre de 2005.

#### Servicios

El sector servicios de la ciudad de Sevilla ocupa un lugar destacado la distribución comercial. La educación con la Universidad al frente potencia la investigación. La sanidad, principalmente la hospitalaria, atiende las necesidades de la población del Área Metropolitana y el turismo cuenta con una buena red de hoteles y restaurantes, de todos los tamaños y categorías. Asimismo en la ciudad hay una amplia red de sucursales de todas las instituciones financieras del país.

#### Comercio

Sevilla es una plaza comercial muy importante que atiende en muchos aspectos a una población que incluye la propia de la ciudad, la de la provincia, la de las provincias limítrofes de Huelva, Cádiz, Córdoba y Badajoz.

## Turismo

Número de establecimientos vinculados al turismo. Año 2008

Turismo	
Restaurantes	424
Hoteles	99
Hostales y pensiones	103
Plazas en Hoteles	16073
Plazas en Hostales y pensiones	2156

## Planeamiento urbanístico

Mediante una Resolución de la Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía de 19 de julio de 2006 fue aprobado el Nuevo Plan General de Ordenación Urbanística de Sevilla (PGOU)

La clasificación del suelo que se da en el PGOU de este municipio es la siguiente:

- Suelo urbano: En aplicación de lo establecido en la Ley de Ordenación Urbanística de Andalucía, se distinguen dos categorías de suelo Urbano:
  - o Suelo Urbano Consolidado: los suelos ya clasificados como urbanos en, así como lo suelos que han sido transformados y urbanizados.
  - o Suelo urbano no Consolidado, constituido por los terrenos en que concurren alguna de las siguientes circunstancias:
    - Carecer de urbanización consolidada bien por no poseer todos los servicios de infraestructuras públicas necesaria, o bien por precisar la urbanización existente una urbanización mediante actuaciones integradas de reforma interior.
    - Formar parte de áreas homogéneas de edificación a las que el planeamiento atribuya un aprovechamiento objetivo superior al existente.
- Suelo no Urbanizable: El Plan General de Ordenación Urbanística establece las siguientes categorías de suelo de conformidad con el artículo 46 de la Ley de Ordenación Urbanística de Andalucía:
  - o Suelo No Urbanizable de carácter Natural o Rural. Incluiremos en esta categoría a los terrenos que:
    - Se considere necesaria la preservación de su carácter rural, por razón de su valor actual o potencial, agrícola, ganadero, forestal, cinegético o análogo.

- Se considere necesario el mantenimiento de sus características para garantizar la integridad y funcionalidad de infraestructuras, servicios, dotaciones o equipamientos públicos o de interés público.
- Sea improcedente su transformación teniendo en cuenta razones de sostenibilidad, racionalidad y las condiciones estructurales del municipio.
- o Suelo No Urbanizable de Especial Protección por planificación Territorial o urbanística. Estos concretamente van a ser los suelos protegidos por:
  - Los suelos delimitados, por la Red Natura 2000, con la catalogación de Lugar de Interés Comunitario. (LIC):
  - Terrenos delimitados por el Plan Especial de Protección del Medio Físico y Catálogo de la Provincia de Sevilla.
  - Monumentos naturales.
  - Vías Pecuarias.
  - Montes Públicos Catalogados
- o Suelo No Urbanizable de Protegido por legislación específica. Terrenos que tengan la condición de bienes de dominio público natural o estén sujetos a limitaciones y servidumbres por razón de éstos. También se incluirán los terrenos sometidos a algún régimen de especial protección por legislación específica, incluidas las limitaciones y servidumbres.
- Suelo Urbanizable: Se opta por ubicar el desarrollo urbanístico de los suelos de crecimiento en las zonas colindantes a la ciudad consolidada, completando los bordes de la ciudad existente y consiguiendo la máxima articulación con las áreas contiguas. El suelo urbanizable se subdivide en las siguientes categorías:
  - o Ordenado: es el suelo urbanizable con delimitación sectorial en el que el presente plan general establece su ordenación pormenorizada completa.
  - o Sectorizado: es el suelo urbanizable con delimitación de sectores respecto al cual, el presente plan general establece las determinaciones exigidas por la ley de ordenación urbanística mediante la formulación del correspondiente plan parcial.
  - o Ordenado transitorio: suelo urbanizable que proviene del plan general anteriormente vigente que cuente, a la entrada en vigor del presente plan general con su ordenación pormenorizada completamente establecida.



## 4. IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS

### 4.1. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS

La identificación y valoración de los impactos se ha realizado atendiendo a los impactos concretos por cada condicionante afectado expresado en una matriz de doble entrada al modo cualitativo expresado por distintos autores, conocidos como matriz causa-efecto.

Los impactos aquí identificados son enumerados en función del momento en que se producen atendiendo a los procesos que se desarrollan en la zona de afección a lo largo de las distintas fases (de construcción y de funcionamiento) de cada una de las alternativas planteadas en el presente estudio de Impacto Ambiental.

La identificación de los impactos se realizará atendiendo a la fabricación de distintas matrices de impacto, las cuales son:

- Matriz de identificación.
- Matriz de caracterización.
- Matriz de valoración.

El contenido de las anteriores matrices es el siguiente:

- Matriz de Identificación: En ella se reconocen los impactos generados a raíz de cruzar las acciones recogidas en el proyecto con los factores del medio susceptibles de recibirlas.
- Matriz de Caracterización: Desglosa en función de determinados parámetros las características que pudieran contener cada impacto. En el presente caso estas características cumplen con la reglamentación de impacto ambiental al efecto.
- Matriz de Valoración: A partir de la asignación de pesos a las características mencionadas, pasamos a crear la matriz de valoración de impactos en la que se resume en un valor la incidencia de la acción sobre el factor considerado en cada caso.

Estos tres tipos de matrices aportan distinta información sobre la calidad y cantidad de los impactos que las distintas acciones contempladas en el proyecto pueden suponer. Este método matricial representa un intento de objetivización en la tarea de identificar, caracterizar y valorar los impactos producidos tanto en la fase de construcción como en la de funcionamiento.

A raíz de esta tarea encontraremos finalmente impactos que, a pesar de ser distintos entre sí, sus características sean muy similares tanto en calidad como en cantidad. Esto es debido a la gran cantidad de factores y matices que inciden en la conformación de cada impacto y que no han sido recogidos en su integridad en la caracterización y valoración de los mismos debido a la confusión y densidad que resultaría en un análisis crítico del Estudio. Por todo ello, una vez realizadas las valoraciones pertinentes, pasaremos a especificar textual y reflexivamente toda la serie de matices que interviene en el resultado.

De este modo, características como el estado inicial del factor afectado, características urbanas para acoger este tipo de infraestructura, etc..., muy particulares todas ellas, podrían ser consideradas junto a las valoraciones obtenidas, para acotar mas exactamente cuales son la intensidad, extensión y gravedad exactas de los distintos impactos generados.

Así pues el proceso de valoración de impactos poseerá una fase descriptiva y analítica, en la que se identificarán y valorarán impactos. Y otra parte reflexiva y expositiva en la que razonar, considerando todo el abanico de matices influyentes, el alcance y dimensiones exactas de determinados impactos.

Una vez vistas las líneas maestras de este apartado, se pasa a continuación a describir detalladamente el método matricial.

El primer paso es identificar los impactos mediante la matriz de Identificación. Esta matriz consiste básicamente en cruzar las acciones del proyecto con los factores del medio, marcando con una “X” en aquellos cruces en que se entienda que una acción concreta afecta a un factor determinado.

Una vez identificados los impactos se pasa a caracterizarlos construyendo la correspondiente matriz de caracterización. La caracterización de impactos responde a la siguiente elección de atributos de efectos y a la siguiente escala de valoración de cada uno de ellos, así como de sus coeficientes globales, seleccionando los atributos según su espectro de acción; temporalidad, dinamismo, naturalidad, inmediatez, capacidad de acogida, complejidad del impacto, etc.

CUALIDAD	ATRIBUTO
NATURALEZA	POSITIVO (+)
	NEGATIVO (-)
INMEDIATEZ	DIRECTO (D)
	INDIRECTO (I)
TEMPORALIDAD	FUGAZ (F)
	TEMPORAL (T)
	PERMANENTE (P)
ACUMULATIVIDAD	SIMPLE (S)
	ACUMULATIVO (A)
REVERSIBILIDAD	CORTO PLAZO (RCP)
	MEDIO PLAZO (RMP)
	IRREVERSIBLE (I)
RECUPERABILIDAD	INMEDIATA (REIN)
	MEDIO PLAZO (REMP)
	LARGO PLAZO (RELP)
	IRRECUPERABLE (REI)
INTENSIDAD	BAJA (B)
	MEDIA (M)

CUALIDAD	ATRIBUTO
SINERGIA	ALTA (A)
	MUY ALTA (MA)
	NO SINÉRGICO (NS)
	SINÉRGICO (S)

A continuación definimos los distintos atributos seleccionados para la caracterización de impactos:

#### Inmediatez:

- Directo: Un efecto es directo cuando el factor afectado lo es directamente a raíz de una acción física o química por parte del agente causante en el lugar físico en el que se produce la afección. Ha de ser una afección real en tiempo y espacio. Es valorable por parte del evaluador a que se conocen mejor sus causas y condiciones de formación.
- Indirecto: Un efecto indirecto puede suceder fuera de esa ubicación tiempo y espacio a través de relaciones posteriores establecidas entre el agente y el factor afectado en cada caso. Sus causas no son siempre conocidas por parte del evaluador, así como tampoco su deriva o evolución. De ahí que se valore con 2 mientras el efecto directo se valora con 1.

#### Temporalidad:

- Fugaz: Un efecto temporal es aquel que se mantiene solo mientras permanece activo el agente o acción que la causa, no perdura en el tiempo.
- Temporal: Un efecto que supone alteración no permanente en el tiempo, con un plazo temporal de manifestación que puede estimarse o determinarse.
- Permanente: Un efecto será permanente cuando perdura en el tiempo de modo indeterminado tras su inicio y después de finalizar o no la acción que lo causa. Puede que el efecto sea permanente porque la acción que lo causa perdura en el tiempo.

#### Acumulatividad:

- Simple: Un efecto es simple porque es capaz de asimilar la entrada o salida de materia y energía que provoca el agente de impacto sin transformar sus características generales y capacidades funcionales como sistema en su entorno inmediato.
- Acumulativo: Un efecto es acumulativo cuando no es capaz de asimilar las transformaciones a las que se ve sometido, de tal modo que los efectos se acumulan en el tiempo.

#### Reversibilidad:

- Reversible a corto plazo: Un efecto es reversible a corto plazo porque es capaz de revertir una situación igual o muy similar a la original (previa al impacto) en cuanto a sus capacidades funcionales a través de un modo natural y en un corto periodo de tiempo.
- Reversible a medio plazo: Un efecto tendrá más dificultades para ser reversible mientras mayor complejidad posea el factor afectado, o mayor sea su nivel de tensión en el sistema al que pertenece, o mayor sea la importancia de su conservación para el mantenimiento del equilibrio de éste.
- Irreversible: Un impacto será irreversible cuando no sea capaz de regresar a un estado similar, en cuanto a sus características ecológicas o físicas, al que ostentaba previamente al impacto.

#### Recuperabilidad:

- Recuperación inmediata: Efecto en que la alteración que supone puede eliminarse por la acción humana, y, así mismo, aquel en que la alteración que supone puede ser reemplazable de forma rápida.
- Recuperación a medio plazo: Cuando el periodo entre que interviene la acción humana y la recuperación supone la espera de un determinado tiempo.
- Recuperación a largo plazo: Cuando el periodo entre que interviene la acción humana y la recuperación supone la espera de un tiempo más prolongado, o se da una recuperación parcial del factor afectado, pero en el que se pueden incluir medidas compensatorias.
- Irrecuperable: Efecto en el que la alteración o pérdida que supone es imposible de reparar o restaurar.

#### Intensidad:

- Alude al grado de incidencia sobre el factor, desde la acción que produce una afección mínima hasta la acción que supone la destrucción total del factor en el área en el que se produce el efecto o acción.
- Este atributo se ha dividido en cuatro posibles intensidades de afección o nivel de destrucción: Intensidad Baja/Intensidad Media/Intensidad Alta/Intensidad Muy Alta.

#### Sinergia:

- Sinérgico: Aquél que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varios agentes supone una incidencia ambiental mayor que el efecto suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente. Asimismo, se incluye en este tipo Aquél efecto cuyo modo de acción induce en el tiempo la aparición de otros nuevos.
- No sinergia: cuando no se producen las condiciones argumentadas para la sinergia.

Una vez caracterizados los efectos y compuesta la matriz con ellos, se trata de especificar la valoración cuantitativa que producen las actuaciones con respecto a los componentes del medio. Se conforma ahora una matriz de valoración, siempre de doble entrada, en la que las casillas sintetizan el valor del impacto mediante la realización de cálculos. Estos cálculos están basados en una función que relaciona magnitud e intensidad de los efectos identificados y valorados por cada una de las actuaciones. La valoración de la importancia de cada uno de los componentes que definen la función se refleja en la siguiente tabla:

CUALIDAD	ATRIBUTO	VALORACIÓN
NATURALEZA	POSITIVO (+)	+
	NEGATIVO (-)	-
INMEDIATEZ	DIRECTO (D)	1
	INDIRECTO (I)	2
TEMPORALIDAD	FUGAZ (F)	1
	TEMPORAL (T)	2
	PERMANENTE (P)	4
ACUMULATIVIDAD	SIMPLE (S)	1
	ACUMULATIVO (A)	4
REVERSIBILIDAD	CORTO PLAZO (RCP)	1
	MEDIO PLAZO (RMP)	2
	IRREVERSIBLE (I)	4
RECUPERABILIDAD	INMEDIATA (REIN)	1
	MEDIO PLAZO (REMP)	2
	LARGO PLAZO (RELP)	4
	IRRECUPERABLE (REI)	8
INTENSIDAD	BAJA (B)	1
	MEDIA (M)	2
	ALTA (A)	4
	MUY ALTA (MA)	8
SINERGIA	NO SINÉRGICO (NS)	1
	SINÉRGICO (S)	4

Dentro de estas cualidades, se le ha dado especial importancia a aquellas que actúan de forma más negativa sobre los factores impactados. Los impactos más negativos son aquellos que presentan baja o nula recuperabilidad y reversibilidad, así como los sinérgicos. Este rango de importancia viene dado por la atribución de coeficientes a cada atributo. Los coeficientes asignados son los siguientes:

COEFICIENTE	CUALIDAD
	NATURALEZA
1	INMEDIATEZ
2	TEMPORALIDAD
3	ACUMULATIVIDAD

COEFICIENTE	CUALIDAD
4	REVERSIBILIDAD
4	RECUPERABILIDAD
4	INTENSIDAD
3	SINERGIA

Para dicha valoración, se ha planteado el siguiente algoritmo, que debe entenderse como una forma de cuantificación relativa. Este algoritmo se ha compuesto valorando cada uno de los efectos según la relación subjetiva que se expresa más adelante, para después resolverlo mediante suma de todos ellos:

$$I = (+/-) \times [1x(D/I) + 2x(F/T/P) + 3x(S/A) + 4x(RCP/RMP/I) + 4x(REIN/REMP/RELP/REI) + 4x(B/M/A/MA) + 3x(S/NS)]$$

Siendo “I” la Importancia o valor global del impacto en cada caso.

Del resultado del algoritmo expuesto se obtienen los **valores cuantitativos** para los impactos generados por las actuaciones proyectadas.

Para obtener un **valor cualitativo** de los impactos se han establecido cuatro categorías:

- **Impacto Ambiental Compatible:** Aquel cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad y no precisa medidas protectoras y/o correctoras.
- **Impacto Ambiental Moderado:** Aquel cuya recuperación no precisa medidas correctoras y/o protectoras intensivas y en el que la consecución de las condiciones ambientales iniciales requiere cierto tiempo y esfuerzo.
- **Impacto Ambiental Severo:** Aquel en el que la recuperación de las condiciones del medio exige la adecuación de medidas protectoras, correctoras y/o compensatorias, y en el que, aún con esas medidas, aquella recuperación precisa de un periodo de tiempo dilatado.
- **Impacto Ambiental Crítico:** Aquel cuya magnitud es superior al umbral aceptable. Con él se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas protectoras, correctoras y/o compensatorias.

El siguiente paso es calcular el valor máximo y el mínimo que pueden resultar de todas las combinaciones posibles en el algoritmo expuesto. Estos valores, máximo y mínimo, determinan los valores del rango. Con todo esto resulta que los valores absolutos extremos que pueden ser alcanzados según el algoritmo propuesto son:

$$\text{Valor máximo: } I = (+/-) [(1 \times 2) + (2 \times 4) + (3 \times 4) + (4 \times 4) + (4 \times 8) + (4 \times 8) + (3 \times 4)] = 114$$



Valor mínimo:  $I = (+/-) [(1 \times 1) + (2 \times 1) + (3 \times 1) + (4 \times 1) + (4 \times 1) + (4 \times 1) + (3 \times 1)] = 21$

Teniendo en cuenta los márgenes antes señalados, la valoración de los impactos vendrá definida por los siguientes intervalos, a los que se le asigna una consideración cualitativa. Los intervalos no son del mismo valor puesto que las consideraciones ambientales tampoco se pueden considerar uniformes. Por ello, se ha estimado:

NIVEL	SECTORIZACIÓN
COMPATIBLE	21- 44
MODERADO	45 - 68
SEVERO	69 - 91
CRITICO	92 -114

A continuación se particulariza este valor de impacto general por cada elemento concreto del proyecto y sobre cada uno de los factores ambientales definidos. Como no todos los factores ambientales pueden tratarse con la misma importancia se va a realizar una particularización de algunos de ellos utilizando un coeficiente de calidad ambiental, cuyo método de obtención se expone mas adelante.

Por ultimo, una vez particularizados los impactos en función de las distintas actuaciones del proyecto, se recopila toda la información para determinar el impacto global del proyecto en su conjunto.

## 4.2. DESCRIPCIÓN DE LAS ACCIONES DEL PROYECTO

Las acciones aquí identificadas son enumeradas en función del momento en que se producen atendiendo a los procesos que se desarrollan en la zona de afección a lo largo de las distintas fases por las que pasa la red de saneamiento. La relación de las acciones susceptibles de causar impacto son las que a continuación se detallan.

### 4.2.1. Fase de Construcción

#### Expropiaciones/Ocupaciones temporales

Para la construcción de la línea 2 de Metro de Sevilla será necesario que los terrenos del núcleo urbano por donde discurre la actuación en rampa, pantalla y superficie, así todos los elementos necesarios como pozos, estaciones, etc..., sean ocupados temporalmente. Por otro lado, al discurrir el metro en superficie y por terrenos agrícolas, éstos tendrán que se expropiados para la implantación de dicha infraestructura.

En el caso de las expropiaciones, es por tanto una afección difícil de corregir, ya que es del todo necesaria para la ejecución de las obras.

Con carácter general, los criterios adoptados para delimitar las superficies afectadas por las obras se basan en los distintos tipos de expropiaciones u ocupaciones que se dan:

- Expropiación definitiva: Cuando sobre los terrenos se ubican construcciones u obras singulares. Será de aplicación a la plataforma del metro y estaciones que quedan fuera del núcleo urbano. Esta expropiación viene dada para las alternativas 1PE, 1SE, 2PE, 2SE, en una longitud de 1.400 m y en las alternativas 1PO, 1SO, 2PO Y 2SO con 1.120 m aproximadamente.
- Ocupación Temporal: Se aplica en todo aquel tramo de la plataforma que se ejecuta en pantalla, así como, para las instalaciones auxiliares necesarias durante el transcurso de las obras.

#### Movimiento de la maquinaria

La maquinaria es un elemento imprescindible en la realización de cualquier obra, que será utilizada tanto para la construcción de todos los elementos e instalaciones necesarias del metro.

El empleo continuado de la maquinaria durante todo el periodo de obras causará efectos directos sobre determinados elementos del medio. La maquinaria emite dos tipos de sustancia, en función del estado físico: polvo y gases contaminantes. Los camiones que transportan material para las obras y, en general, la mayoría de la maquinaria, provocan el levantamiento de polvo en sus desplazamientos habituales por los caminos de tierra.

Los tubos de escape de la maquinaria emiten gases contaminantes, principalmente monóxido de carbono, dióxido de carbono, hidrocarburos no quemados y óxidos de nitrógeno, lo cual afecta gravemente a distintos factores del medio.

Las afecciones producidas serán de carácter puntual o local y temporal pudiendo ser paliados, mientras tiene lugar esta fase, o corregidos una vez finalizada la fase de construcción. Estos efectos se apreciarán no solo en el espacio destinado para la construcción de la infraestructura sino también en las zonas adyacentes a las obras.

#### Desbroce y tala

Para la realización de las obras necesarias hay que realizar operaciones de despeje, desbroce y tala en la zona de actuación de la obra, lo que consiste en la eliminación de la cobertura vegetal. Esta actuación afecta de forma directa a la vegetación, de modo que toda presencia vegetal es eliminada de la futura instalación y sus alrededores para el correcto desarrollo de las funciones de obra.

El desbroce se llevará a cabo en aquellos tramos del metro que discurre o se ejecuta en rampa, pantalla y superficial, así como en el caso de los pozos de ataque, pozos de ventilación, pozos de salida de emergencia y estaciones; que coincidan con la presencia de vegetación. Tal y como se ha documentado

en apartados anteriores esta vegetación corresponde principalmente a vegetación urbana caracterizada por su mayor o menor valor ornamental, estético y socio-cultural. En cuanto a otro tipo de vegetación afectada será la localizada al final del trayecto correspondiente a cultivos herbáceos.

La vegetación atravesada por cada una de las alternativas corresponde principalmente a jardinería urbana en la que se encuentran formaciones distinguidos por distribución en alcorques, bulevar y jardines. Tan sólo el final del trayecto discurre por terrenos agrícolas con aprovechamiento de especies herbáceas. Como todas las alternativas tienen casi en su totalidad el mismo eje, la vegetación afectada será muy parecida entre cada una de ellas.

#### Decapaje de la tierra vegetal

Esta actuación tiene lugar a continuación del desbroce y tala, en los primeros momentos de la construcción de la obra, y consiste en retirar los primeros centímetros de suelo con la intención de acopiarlo para su posterior utilización. El motivo de esta acción es que esta tierra vegetal es rica en materia orgánica y semillas autóctonas de forma que es de gran utilidad su uso posterior para la integración paisajística de las superficies neoformadas u otras zonas a restaurar con vegetación.

Concretamente se van a retirar para su acopiado los primeros 30 cm, ya que es esta capa la que contiene banco de semillas. Los volúmenes de tierra vegetal a extraer para cada uno de las alternativas de la obra se recogen en la tabla adjunta.

ALTERNATIVA	Vol. Tierra Vegetal (m <sup>3</sup> )
1PO	2.688
1PE	3.360
1SO	2.688
1SE	3.360
2PO	2.688
2PE	3.360
2PO	2.688
2SE	3.360

#### Demolición de firmes

Esta actuación será llevada a cabo en aquellos tramos de cada una de las alternativas del metro que se ejecutan en rampa, pantalla y superficie, así como para la ejecución de los pozos y estaciones que discurren por suelo urbano. En este caso habrá que dismantelar parte de la

calzada, isletas y demás elementos existentes en la vía pública para la posterior incorporación de la plataforma del metro. En los casos en los que el metro se ejecuta en pantalla, finalmente se reconstruirá toda la vía afectada para dejarla en su situación inicial.

#### Movimientos de tierra

En este apartado se hace referencia a todos los movimientos y excavaciones necesarios para la realización de cada una de las alternativas de la línea 2 de metro de Sevilla. Estos movimientos consisten básicamente en la extracción de material en la ejecución de los tramos previstos en tuneladora, pantalla y rampa, ya que los tramos en superficie se disponen prácticamente a ras de suelo siendo la extracción de material muy excasa.

#### Excavación de túneles

La ejecución de los 3 primeros tramos de todas las alternativas planteadas se realizan mediante tuneladora, ya que es imprescindible atravesar bajo el Canal Alfonso XII y bajo el casco histórico de Sevilla.

La longitud de los túneles previstos para cada una de las alternativas es la siguiente:

ALTERNATIVA	Longitud tuneladora (m)
1PO	8.565,58
1PE	8.565,58
1SO	8.565,58
1SE	8.565,58
2PO	8.723,44
2PE	8.723,44
2PO	8.723,44
2SE	8.723,44

#### Ejecución de estructuras de hormigón

Se contemplan en esta acción la construcción de todos aquellos elementos constituidos básicamente por hormigón, tales como la ejecución de las pantallas, los pozos y estaciones. Esto supondrá la incorporación in situ de una planta de hormigonado para el abastecimiento de la obra.

Las cantidades de hormigón necesarias se detallan a continuación:

	Tuneladora	Pantalla	Estaciones y pozos	Superficie	SUMA
<b>1PO</b>	40.441	379.458	164.351	18.538	<b>602.789 m<sup>3</sup></b>
<b>1PE</b>	40.441	426.282	173.101	15.148	<b>654.972 m<sup>3</sup></b>
<b>1SO</b>	40.441	313.660	153.583	27.178	<b>534.862 m<sup>3</sup></b>
<b>1SE</b>	40.441	360.484	162.332	23.788	<b>587.046 m<sup>3</sup></b>
<b>2PO</b>	41.317	379.458	176.226	18.538	<b>615.539 m<sup>3</sup></b>
<b>2PE</b>	41.317	426.282	184.975	15.148	<b>667.723 m<sup>3</sup></b>
<b>2SO</b>	41.317	313.660	165.457	27.178	<b>547.613 m<sup>3</sup></b>
<b>2SE</b>	41.317	360.484	174.207	23.788	<b>599.797 m<sup>3</sup></b>

	Tuneladora	Pantalla	Estaciones y pozos	Superficie	SUMA
<b>1PO</b>	242.283	1.312.896	367.632	37.076	<b>1.959.887 m<sup>3</sup></b>
<b>1PE</b>	242.283	1.474.288	383.904	30.297	<b>2.130.771 m<sup>3</sup></b>
<b>1SO</b>	242.283	1.060.302	343.944	54.356	<b>1.700.885 m<sup>3</sup></b>
<b>1SE</b>	242.283	1.221.694	360.216	47.577	<b>1.871.769 m<sup>3</sup></b>
<b>2PO</b>	247.532	1.312.896	404.983	37.076	<b>2.002.487 m<sup>3</sup></b>
<b>2PE</b>	247.532	1.474.288	421.255	30.297	<b>2.173.371 m<sup>3</sup></b>
<b>2SO</b>	247.532	1.060.302	381.295	54.356	<b>1.743.485 m<sup>3</sup></b>
<b>2SE</b>	247.532	1.221.694	397.567	47.577	<b>1.914.369 m<sup>3</sup></b>

### Generación de Residuos (RCD)

La generación de residuos de construcción y demolición es inevitable en toda obra, ya sean plásticos u otros tipos de basuras como aceites, líquidos de freno o batería y demás productos utilizados por la maquinaria. De esta forma se debe procurar que estos residuos sean mínimos y que los producidos sean recogidos y retirados por gestores autorizados.

Por otra parte el cambio de aceites, líquidos de batería y de frenos y demás productos utilizados por la maquinaria, debe ser realizado en lugares acondicionados al efecto, evitando así la producción de vertidos.

### Demanda de nuevas superficies

En toda obra, la situación ideal es que el balance de tierras sea neto, es decir, que todas las tierras sobrantes de algún punto, puedan ser reutilizadas en otro. Pero esto no suele ser así la mayoría de las veces, ya que suele haber necesidades de material y excedentes de tierras.

En el caso del metro, la obra será básicamente excedentaria de material, ya que su ejecución en subterráneo implica una extracción de material de volumen considerable. El material extraído en este caso no es aprovechable para su reutilización en la obra por lo que deberá ir a vertedero autorizado.

A continuación se muestran los volúmenes de tierra a extraer según alternativa y elemento constructivo:

Por otro lado la necesidad de material a traer de cantera es muy pequeño pero necesario.

De esta forma surgen dos problemas medioambientales; la necesidad de extracción de materiales en canteras, y la necesidad de depositar materiales en vertederos. A este efecto se proponen las siguientes canteras y vertedero, por ser los más cercanos a la zona de obras y satisfacer las necesidades generadas.



### TABLA RESUMEN CANTERAS

DENOMINACIÓN	GRAVERA / EMPRESA	SITUACIÓN	OFICINA	TELEFONO DE CONTACTO	LITOLOGÍA
G-1	"SAN NICOLÁS-VISTAHERMOSA" ARIDOS AEROPUERTO, S.L.	SEVILLA (FRENTE AL AEROPUERTO)	CONTACTO: Mª GRACIA	955 950 866/ 954 191 227/ 954 140 308	GRAVAS SILÍCEAS
G-2	GRAVERA DE SANDO	LA RINCONADA (SEVILLA)	CTRA. BRENES-SEVILLA S/N	955 794 202	GRAVAS SILÍCEAS
G-3	"RIVERA DE HUELVA" TRANSASUR S.L.	GUILLENA (SEVILLA)	41010 FRAY TOMÁS DE BERLANGA, 1 1º B, SEVILLA	954 336 137 / 954 336 205	GRAVAS SILICEAS
G-4	ARIAN, S.L.	CTRA. SAN JOSE DE LA RINCONADA - BRENES	CTRA. CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA S/N (SAN JOSÉ DE LA RINCONADA)	955 791 973 / 955 791 461	TERRAZA DEL GUADALQUIVIR/ GRAVAS SILICEAS
G-5	"CORTIJO NUEVO BENEGAS" HORMIGONES HÉRCULES, S.L.	LA RINCONADA (SEVILLA)	CONTACTO: ALBERTO DE HOYOS 629 533 072	959 282 471 / FAX: 959 282 584	SÍLICE
G-6	COMPAÑÍA GENERAL DE CANTERAS, S.A.	SAN JOSÉ DE LA RINCONADA (SEVILLA)	41,309 SAN JOSÉ DE LA RINCONADA	955 791 667 / 955 791 620	CANTO RODADO DE SÍLICE
G-7	"EL NARANJAL" ÁRIDOS Y PREMEZCLADOS, S.A.	SAN JOSÉ DE LA RINCONADA (SEVILLA)	41300 SAN JOSÉ DE LA RINCONADA	916 700 010 / 954 686 311	SÍLICE GRIS MARRÓN

### TABLA RESUMEN CANTERAS

DENOMINACIÓN	GRAVERA / EMPRESA	SITUACIÓN	OFICINA	TELEFONO DE CONTACTO	LITOLOGÍA
G-1	"SAN NICOLÁS-VISTAHERMOSA" ARIDOS AEROPUERTO, S.L.	SEVILLA (FRENTE AL AEROPUERTO)	CONTACTO: Mª GRACIA	955 950 866/ 954 191 227/ 954 140 308	GRAVAS SILÍCEAS
G-2	GRAVERA DE SANDO	LA RINCONADA (SEVILLA)	CTRA. BRENES-SEVILLA S/N	955 794 202	GRAVAS SILÍCEAS
G-3	"RIVERA DE HUELVA" TRANSASUR S.L.	GUILLENA (SEVILLA)	41010 FRAY TOMÁS DE BERLANGA, 1 1º B, SEVILLA	954 336 137 / 954 336 205	GRAVAS SILICEAS
G-4	ARIAN, S.L.	CTRA. SAN JOSE DE LA RINCONADA - BRENES	CTRA. CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA S/N (SAN JOSÉ DE LA RINCONADA)	955 791 973 / 955 791 461	TERRAZA DEL GUADALQUIVIR/ GRAVAS SILICEAS
G-5	"CORTIJO NUEVO BENEGAS" HORMIGONES HÉRCULES, S.L.	LA RINCONADA (SEVILLA)	CONTACTO: ALBERTO DE HOYOS 629 533 072	959 282 471 / FAX: 959 282 584	SÍLICE
G-6	COMPAÑÍA GENERAL DE CANTERAS, S.A.	SAN JOSÉ DE LA RINCONADA (SEVILLA)	41,309 SAN JOSÉ DE LA RINCONADA	955 791 667 / 955 791 620	CANTO RODADO DE SÍLICE
G-7	"EL NARANJAL" ÁRIDOS Y PREMEZCLADOS, S.A.	SAN JOSÉ DE LA RINCONADA (SEVILLA)	41300 SAN JOSÉ DE LA RINCONADA	916 700 010 / 954 686 311	SÍLICE GRIS MARRÓN

VERTEDEROS		
EMPRESA	MUNICIPIO	DIRECCIÓN INSTALACIÓN
"LA JARRILLA III " TLF/FAX: 954 631 057/954 920 613	LA RINCONADA	REGIDO POR LA ASOCIACIÓN DE EMPRESARIOS DE TRANSPORTES, CUBAS Y CONTENEDORES DE SEVILLA Y PROVINCIA. PERSONA DE CONTACTO: D. JOSÉ ANTONIO ESCOBAR. ACCESO POR CARRETERA SE 111 SEVILLA-BRENES, KM. 12,3 CAMINO PARTICULAR A LA DERECHA QUE CONDUCE A LA HACIENDA LA JARRILLA . VOLUMEN 1.000.000 M3
"FINCA EL CORONEL " TLF: 955 667 612	ALCALÁ DE GUADAÍRA	PARAJE HUERTA DEL CORONEL, TAMBIÉN CONOCIDO COMO EL TOMILLAR. ACCESO DESDE LA SE-415 JUNTO AL SANATORIO DEL TOMILLAR. VOLUMEN: 371.000 M <sup>3</sup>
"ANDRADA BAJA " TLF: 955 661 400; 626 486 600	ALCALÁ DE GUADAÍRA	DETRÁS DEL PARAJE DEL TOMILLAR, CTRA. ALCALÁ DE GUADAÍRA-DOS HERMANAS, SE-415, KM. 5,5. PASADO EL HOSPITAL. VOLUMEN: 600.000 M <sup>3</sup> . Sólo deja verter si se utiliza su maquinaria en la obra
"VERTEDERO EL PATARÍN " TLF: 954 724 001; 655 888 749	ALCALÁ DE GUADAÍRA	ABIERTO AL PÚBLICO TEMPORALMENTE
MANCOMUNIDAD DE LOS ALCORES TELF: 955 69 89 68	ALCALÁ DE GUADAÍRA	CTRA. ALCALÁ DE GUADAÍRA-DOS HERMANAS, JUNTO AL HOSPITAL EL TOMILLAR

### Acopio de materiales

Para la realización de la obra se necesitan diferentes tipos de materiales (áridos, tuberías, ferrada, etc.) que serán depositados en lugares determinados para posteriormente ser utilizados. Según el lugar donde se ubique y la acción de depositar los materiales originan una serie de afecciones que se citan más adelante.

Es necesario mencionar que todas estas afecciones son puntuales debido a que el depósito de materiales será llevado a cabo en puntos concretos de la zona de actuación únicamente durante el transcurso de las obras.

### Generación de nuevas superficies

La generación de nuevas superficies se originan en aquellos tramos en los que el metro discurre por terrenos agrícolas, ya que los tramos en superficie que se ejecutan en ciudad no generan desmontes ni terraplenes. En este caso nos referimos a parte del último tramo que se ejecuta sobre terreno natural, pero por la topografía tan llana del mismo no será necesario la incorporación de taludes en desmonte ni en terraplén.

### Hormigonados y asfaltado

En aquellos tramos del metro que se ejecutan sobre viales en pantalla y rampa y que después deben ser repuesto a su estado original.

Estas operaciones serán necesarias tenerlas en cuenta por separado debido al alto poder contaminante de todos los compuestos que se usan para el asfaltado. Todas las posibles afecciones producidas por esta acción son de carácter local ya que se circunscriben a puntos concretos localizados. Las medidas correctoras que se puedan diseñar son escasas, únicamente se puede hablar de prevención de la contaminación ya que esta operación es imprescindible para la reconstrucción de los viales de la ciudad.

### Instalación de electrificación

Para el funcionamiento del metro será necesario la instalación de electrificación a lo largo de todo el trayecto del mismo. Para ello se procederá a la excavación de los pozos necesarios para

la cimentación de los apoyos. Esta acción se realiza justo en las inmediaciones de la vía del metro, evitando el aumento de la afección en superficie con respecto a la plataforma.

La incorporación de este elemento afectará al medio perceptual en aquellos tramos en los que el metro discurre en superficie.

## **4.2.2. Fase de explotación**

### Ocupación del suelo:

El metro, una vez terminado, ocupará un espacio que afectará, y producirá impactos a ciertos factores. Estos impactos, serán permanentes, por lo que para poder minimizar estos, será necesario, proceder a la implantación de medidas desde el inicio de la acción.

El tipo de impacto dependerá del tipo de ocupación; estaciones, pozos y arquetas y elementos de electrificación.

### Funcionamiento del metro:

Una vez concluida la obra será puesta en funcionamiento, de modo que su uso va a provocar nuevas afecciones al medio.

De nuevo, estas afecciones, tendrán distinta intensidad y características en función del elemento que las provoque: el propio metro y los elementos de electrificación. De esta forma se generarán ruidos y vibraciones por el paso del metro en superficie y por los elementos de electrificación que los acompañan.

Este impacto afectará principalmente a la población que vive, trabaja o pasea en las inmediaciones de la línea de metro. Por otro lado también se verá afectada la avifauna que vive en la vegetación y edificios más próximos a la infraestructura.

A continuación se incorpora una matriz de doble entrada en la que se identifican las acciones del proyecto que interfieren sobre cada uno de los factores ambientales tanto en fase de obra como de explotación.

### MATRIZ IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS ALTERNATIVA 2SE

		MEDIO FÍSICO				MEDIO BIÓTICO		MEDIO PERCEPTUAL, CULTURAL Y SOCIOECONOMICO			
FACTORES DEL MEDIO		Atmósfera		Geología	Hidrología	Hidrogeología	Vegetación	Fauna	Paisaje	Patrimonio Arqueológico	Empleo y economía
		Calidad del Aire	Calidad Acústica								
ACCIONES DEL PROYECTO											
FASE DE CONSTRUCCION											
Expropiaciones/Ocupaciones temporales											X
Movimiento de maquinaria		X	X		X	X	X	X		X	X
Desbroce y tala		X	X		X	X	X	X	X	X	X
Decapaje de la tierra vegetal		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Demolición de firmes		X	X						X	X	X
Movimiento de tierras		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Excavación de túneles		X		X		X				X	X
Ejecución de estrucutras de hormigón (pozos, pantallas, estaciones)		X	X			X	X	X	X	X	X
Generación de Residuos (RCD)		X			X	X	X	X			X
Demanda de superficies nuevas (préstamos y vertederos)		X		X	X	X	X	X	X		X
Acopios de materiales		X			X	X	X	X	X		X
Generación de nuevas superficies		X	X	X	X	X	X	X	X		X
Hormigonados - asfaltados		X	X		X	X	X	X	X		X
Instalación de electrificación		X	X				X	X	X		X
FASE DE EXPLOTACION											
Ocupación del espacio	Plataforma L2				X	X	X	X	X		
	Estaciones				X	X	X	X	X		
	Pozos						X	X	X		
	Elementos de electrificación						X	X	X		
Funcionamiento	L2 METRO (Generación de ruidos y vibraciones)		X					X			X
	Elementos de electrificación		X					X			X



### 4.3. CARACTERIZACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS

De todos los factores ambientales considerados se va a particularizar en aquellos que resultan más significativos o problemático el impacto producido, por una actuación como esta, para su posterior valoración. Es el caso de los siguientes factores: Vegetación, Paisaje, Patrimonio Histórico y Bien estar social.

El resto de los factores no se considera de la misma importancia para la definición de la infraestructura, habida cuenta de las características del medio, así como de los impactos que de él se deriven y su capacidad de corrección.

Todos los impactos cuentan en la valoración de la actuación. Únicamente se considerarán los factores comentados a la hora de establecer un indicador cuantitativo que complemente la valoración cualitativa adjudicada para cada impacto.

Así, los factores seleccionados son los más importantes de los identificados en la matriz para el equilibrio global del medio en su conjunto.

De este modo obtendremos una matriz de caracterización de impactos y otra de valoración.

A continuación se realiza una exposición de los criterios cualitativos que se han tenido en cuenta a la hora de caracterizar los impactos sobre estos factores.

#### 4.3.1. Caracterización particularizada

##### ○ Calidad acústica

En este apartado se procede a realizar la comparación entre las distintas alternativas bajo el criterio de la afección medioambiental en la calidad acústica, y que se basan, en el estudio sobre ruido y vibraciones incluido el anejo nº4. Dado el entorno urbano en el que se desarrolla la actuación, será muy importante este factor de cara a determinar la bondad de las distintas alternativas.

La afección sobre la calidad sonora en una actuación de este tipo se producirá en aquellas zonas donde el trazado discurre en superficie. Por tanto, para la determinación del indicador correspondiente se ha relacionado la longitud en superficie de cada alternativa con respecto a la longitud total, obteniendo un valor del porcentaje en superficie. El valor final del indicador se obtiene dividiendo el porcentaje entre el máximo de los porcentajes obtenidos y con un rango de valores entre 0 y 2, donde el valor 2 es el más desfavorable

El resultado de dicho análisis se indica en la tabla siguiente:

ALTERNATIVAS	LONGITUD TOTAL	SUBTRAMO EN SUPERFICIE			INDICADOR
		SUBTRAMO	LONGITUD EN SUPERFICIE m	% s / LONGITUD TOTAL	
<b>1PO</b>	13.570,25	ALT 7-3	2.520,25	18,57%	1,26
<b>1PE</b>	14.093,54	ALT 7-4	2.093,54	14,85%	1,01
<b>2PO</b>	13.649,18	ALT 7-3	2.520,25	18,46%	1,25
<b>2PE</b>	14.172,47	ALT 7-4	2.093,54	14,77%	1,00
<b>1SO</b>	13.570,25	ALT 5.2+ALT 7.3	4.000,25	29,48%	2,00
<b>1SE</b>	14.093,54	ALT 5.2+ALT 7.4	3.573,54	25,36%	1,72
<b>2SO</b>	13.649,18	ALT 5.2+ALT 7.3	4.000,25	29,31%	1,99
<b>2SE</b>	14.172,47	ALT 5.2+ALT 7.4	3.573,54	25,21%	1,71

Del análisis de la tabla anterior se destaca que las alternativas “P” son menos agresivas que las “S” con respecto al impacto en la calidad sonora (valores entorno a 1-1,25), ya que en general la longitud en superficie es menor. Las alternativas 1SO y 2SO son las alternativas con mayor afección, mientras que las 1PE y 2PE las de menor afección y por tanto más favorables con respecto al impacto acústico.

En cuanto a la fase de construcción se ha estimado con un valor de indicador de 1,5 para todas las alternativas ya que las diferencias constructivas existentes entre las distintas alternativas no van a suponer diferencia en cuanto a la generación de ruidos.

##### ○ Vegetación

Se ha procedido a calcular los valores de los indicadores para la evaluación multicriterio desde el punto de vista de **afección a la vegetación**.

Los criterios empleados para asignar puntuaciones relativas entre las 8 alternativas son los siguientes:

- Especies: valorado en función del carácter especial de su origen y significado. Rareza en la ciudad, valor simbólico, etc.
- Porte: valorado positivamente a mayor dimensión. Este valor es muy importante ya que influye en gran medida sobre algunos del resto de criterios, aportando simbolismo e importancia paisajística, independientemente de su origen o estado fitosanitario.
- Estado fitosanitario: mejor valorado cuanto mejor es su estado.

- Relevancia paisajística: valorada en función de la importancia de la vegetación en la composición e identificación del paisaje que forma, y al que pertenece.

Estos criterios se ordenan en función de los siguientes coeficientes de importancia:

COEFICIENTE	PESO (0-2)
ESPECIES	0,4
PORTE	0,8
ESTADO FITOSANITARIO	0,2
RELEVANCIA PAISAJISTICA	0,6

Las alternativas son valoradas en función de su afección a cada una de las zonas vegetales identificadas en los planos de vegetación real, asignando un valor entre 0 y 10 a cada afección, según los criterios explicados. Estos valores se suman para cada criterio dentro de cada alternativa, obteniéndose los siguientes valores absolutos para cada una de ellas:

Los valores absolutos resultantes para cada alternativa son los siguientes.

ALT.	SECTORES	ESPECIE	PORTE	ESTADO FITOSANITARIO	RELEVANCIA PAISAJISTICA
1PO	TRAMO 1	19	21	22	23
	TRAMO 2	22	27	25	23
	TRAMO 3	19	19	21	17
	TRAMO 4	12	11	14	12
	TRAMO 5	30	29	31	35
	TRAMO 6	34	41	35	50
	TRAMO 7	38	43	42	49
	TOTAL	174	191	190	209

ALT.	SECTORES	ESPECIE	PORTE	ESTADO FITOSANITARIO	RELEVANCIA PAISAJISTICA
1PE	TRAMO 1	19	21	22	23
	TRAMO 2	22	27	25	23
	TRAMO 3	19	19	21	17
	TRAMO 4	12	11	14	12
	TRAMO 5	30	29	31	35
	TRAMO 6	34	41	35	50
	TRAMO 7	31	30	30	37
	TOTAL	167	178	178	197

ALT.	SECTORES	ESPECIE	PORTE	ESTADO FITOSANITARIO	RELEVANCIA PAISAJISTICA
1SO	TRAMO 1	19	21	22	23
	TRAMO 2	22	27	25	23
	TRAMO 3	19	19	21	17
	TRAMO 4	12	11	14	12
	TRAMO 5	30	29	31	35
	TRAMO 6	34	41	35	50
	TRAMO 7	38	43	42	49
	TOTAL	174	191	190	209

ALT.	SECTORES	ESPECIE	PORTE	ESTADO FITOSANITARIO	RELEVANCIA PAISAJISTICA
1SE	TRAMO 1	19	21	22	23
	TRAMO 2	22	27	25	23
	TRAMO 3	19	19	21	17
	TRAMO 4	12	11	14	12
	TRAMO 5	30	29	31	35
	TRAMO 6	34	41	35	50
	TRAMO 7	31	30	30	37
	TOTAL	167	178	178	197

ALT.	SECTORES	ESPECIE	PORTE	ESTADO FITOSANITARIO	RELEVANCIA PAISAJISTICA
2PO	TRAMO 1	19	21	22	23
	TRAMO 2	39	45	46	40
	TRAMO 3	19	19	21	17
	TRAMO 4	12	11	14	12
	TRAMO 5	30	29	31	35
	TRAMO 6	34	41	35	50
	TRAMO 7	38	43	42	49
	TOTAL	191	209	211	226

ALT.	SECTORES	ESPECIE	PORTE	ESTADO FITOSANITARIO	RELEVANCIA PAISAJISTICA
2PE	TRAMO 1	19	21	22	23
	TRAMO 2	39	45	46	40
	TRAMO 3	19	19	21	17
	TRAMO 4	12	11	14	12
	TRAMO 5	30	29	31	35
	TRAMO 6	34	41	35	50
	TRAMO 7	31	30	30	37
	TOTAL	184	196	199	214

ALT.	SECTORES	ESPECIE	PORTE	ESTADO FITOSANITARIO	RELEVANCIA PAISAJÍSTICA
2S0	TRAMO 1	19	21	22	23
	TRAMO 2	39	45	46	40
	TRAMO 3	19	19	21	17
	TRAMO 4	12	11	14	12
	TRAMO 5	30	29	31	35
	TRAMO 6	34	41	35	50
	TRAMO 7	38	43	42	49
	TOTAL	191	209	211	226

ALT.	SECTORES	ESPECIE	PORTE	ESTADO FITOSANITARIO	RELEVANCIA PAISAJÍSTICA
2SE	TRAMO 1	19	21	22	23
	TRAMO 2	39	45	46	40
	TRAMO 3	19	19	21	17
	TRAMO 4	12	11	14	12
	TRAMO 5	30	29	31	35
	TRAMO 6	34	41	35	50
	TRAMO 7	31	30	30	37
	TOTAL	184	196	199	214

Cuantificadas las mediciones de cada criterio por alternativas se procede a calcular los indicadores para el análisis multicriterio mediante el **método Pattern**:

- Se le asigna un **factor de ponderación** a cada criterio, asumiendo que, a mayor valor, la valoración será más negativa. La suma de los factores de ponderación debe dar 2.
- Se calcula el valor de los indicadores de cada alternativa mediante la expresión:

$$I_i = \sum (x_i * P_x / \max(x))$$

Donde  $I_i$  es el indicador de cada alternativa

$x_i$  es el valor resultante en la medición de cada criterio

$P_x$  es el valor del factor ponderador de cada criterio y

$\max(x)$  es el mayor de los valores de medición de cada criterio

El resultado es el siguiente:

ALTERNATIVAS	ESPECIE	PORTE	ESTADO FITOSANITARIO	RELEVANCIA PAISAJÍSTICA	TOTAL
	0,4	0,8	0,2	0,6	2
1PO	174	191	190	209	1,83
1PE	167	178	178	197	1,72
1SO	174	191	190	209	1,83
1SE	167	178	178	197	1,72
2PO	191	209	211	226	2,00
2PE	184	196	199	214	1,89
2S0	191	209	211	226	2,00
2SE	184	196	199	214	1,89

#### ○ Paisaje:

Se ha procedido a calcular los valores de los indicadores para la evaluación multicriterio desde el punto de vista de **afección al paisaje**.

Los criterios empleados para asignar puntuaciones relativas entre las 8 alternativas son los siguientes:

- Tipo constructivo: Pantalla, rampa y superficie.
- Elementos constructivos: Pozos de ataque, resto de pozos, estaciones subterráneas y estaciones en superficie.
- Elementos naturales: alcorque, bulevar y jardín histórico.

Cuantificadas las mediciones de cada criterio por alternativas se procede a calcular los indicadores para el análisis multicriterio mediante el **método Pattern**:

- Se le asigna un **factor de ponderación** a cada criterio, asumiendo que, a mayor valor, la valoración será más negativa. La suma de los factores de ponderación debe dar 2.
- Se calcula el valor de los indicadores de cada alternativa mediante la expresión:

$$I_i = \sum (x_i * P_x / \max(x))$$

Donde  $I_i$  es el indicador de cada alternativa

$x_i$  es el valor resultante en la medición de cada criterio

$P_x$  es el valor del factor ponderador de cada criterio y

$\max(x)$  es el mayor de los valores de medición de cada criterio

Se ha decido calcular un indicador para fase de obras y otro para la fase de funcionamiento porque el impacto es variable entre ambas fases, al poderse recuperar a su estado original parte del paisaje afectado en obra.

Ejemplo. Indicador de arqueología de la alternativa 1PO para fase de obras:

$$I_{1PO} = (74.814 \cdot 0,12/88.082) + (1.380 \cdot 0,18/6.900) + (20.048 \cdot 0,3/32.848) + (1.828 \cdot 0,2/1.964) + (4.200 \cdot 0,04/5.100) + (15 \cdot 0,12/18) + (3 \cdot 0,04/7) + (310 \cdot 0,2/310) + (25.846 \cdot 0,3/25.846) + (2.500 \cdot 0,5/5.000) = 1,41$$

FACTORES DE PONDERACIÓN FASE DE CONSTRUCCIÓN											
Alternativas	Tipo constructivo			Elementos constructivos				Elementos naturales del paisaje			Indicador
	Pantalla	Rampa	Superficie	P. ataque	Pozos	Est. Sub.	Est. Sup.	Alcorque	Bulevar	J.Histórico	
Ponderación	0,12	0,18	0,30	0,20	0,04	0,12	0,04	0,20	0,30	0,50	2,00
1PO	74.814	1.380	20.048	1.828	4.200	15	3	310	25.846	2.500	1,41
1PE	88.082	2.300	16.264	1.828	4.800	17	2	310	23.278	2.500	1,40
1SO	53.414	5.980	32.848	1.828	3.300	11	7	310	25.846	2.500	1,60
1SE	66.682	6.900	29.064	1.828	3.900	13	6	310	23.278	2.500	1,59
2PO	74.814	1.380	20.048	1.964	4.500	16	3	310	25.846	5.000	1,68
2PE	88.082	2.300	16.264	1.964	5.100	18	2	310	23.278	5.000	1,67
2SO	53.414	5.980	32.848	1.964	3.600	12	7	310	25.846	5.000	1,88
2SE	66.682	6.900	29.064	1.964	4.200	14	6	310	23.278	5.000	1,87

FACTORES DE PONDERACIÓN FASE DE FUNCIONAMIENTO											
Alternativas	Tipo constructivo			Elementos constructivos				Elementos naturales del paisaje			Indicador
	Pantalla	Rampa	Superficie	P. ataque	Pozos	Est. Sub.	Est. Sup.	Alcorque	Bulevar	J.Histórico	
Ponderación	0,00	0,24	0,36	0,00	0,08	0,08	0,24	0,20	0,30	0,50	2,00
1PO	74.814	1.380	20.048	1.828	4.200	15	3	517	26.393	2.500	1,25
1PE	88.082	2.300	16.264	1.828	4.800	17	2	517	23.825	2.500	1,20
1SO	53.414	5.980	32.848	1.828	3.300	11	7	517	26.147	2.500	1,66
1SE	66.682	6.900	29.064	1.828	3.900	13	6	517	23.579	2.500	1,60
2PO	74.814	1.380	20.048	1.964	4.500	16	3	517	26.393	5.000	1,51
2PE	88.082	2.300	16.264	1.964	5.100	18	2	517	23.825	5.000	1,46
2SO	53.414	5.980	32.848	1.964	3.600	12	7	517	26.147	5.000	1,92
2SE	66.682	6.900	29.064	1.964	4.200	14	6	517	23.579	5.000	1,86

#### ○ Patrimonio Arqueológico

Se ha procedido a calcular los valores de los indicadores para la evaluación multicriterio desde el punto de vista de **afección al patrimonio arqueológico**.

Los criterios empleados para asignar puntuaciones relativas entre las 8 alternativas son los cuatro siguientes:

- Estaciones en zona centro: Número de estaciones que se ubican en la zona centro (1 ó 2 estaciones).
- Pozos en zona centro: Número de pozos de ventilación, bombeo o salidas de emergencia que se ubican en la zona centro.
- Estaciones o pozos en cartuja y Ronda histórica: suma del número de estaciones más el número de pozos que se sitúan en los tramos construidos mediante tuneladora, que no pertenecen al centro histórico de Sevilla.
- Longitud entre pantallas: Longitud total de túnel entre pantallas de cada alternativa.

Cuantificadas las mediciones de cada criterio por alternativas se procede a calcular los indicadores para el análisis multicriterio mediante el **método Pattern**:

1. Se le asigna un **factor de ponderación** a cada criterio, asumiendo que, a mayor valor, la valoración será más negativa. La suma de los factores de ponderación debe dar 2.
2. Se calcula el valor de los indicadores de cada alternativa mediante la expresión:

$$I_i = \sum (x_i \cdot P_x / \max(x))$$

Donde  $I_i$  es el indicador de cada alternativa

$x_i$  es el valor resultante en la medición de cada criterio

$P_x$  es le valor del factor ponderador de cada criterio y

$\max(x)$  es el mayor de los valores de medición de cada criterio

Ejemplo. Indicador de arqueología de la alternativa 1PO:

$$I_{1PO} = (1 \cdot 0,8/2) + (3 \cdot 0,6/3) + (9 \cdot 0,4/9) + (7565 \cdot 0,2/8515) = 1,5777$$

Alternativas	INDICADORES				Indicador
	Zona Centro		Cartuja y Ronda historica	Zona entre pantallas	
	Estaciones	Pozos	Estaciones o pozos	Longitud de pantallas	
Ponderación	0,8	0,6	0,4	0,2	2
1PO	1	3	9	7565	1,5777
1PE	1	3	9	8515	1,6
1SO	1	3	9	6515	1,553
1SE	1	3	9	7465	1,5753
2PO	2	3	9	7565	1,9777
2PE	2	3	9	8515	2
2SO	2	3	9	6515	1,953
2SE	2	3	9	7465	1,9753

La alternativa menos ventajosa desde el punto de vista de la agresión al patrimonio arqueológico es la 2PE con una puntuación de 2.



#### 4.3.2. Valoración particularizada

Los indicadores calculados serán los que se aplique al resultado del algoritmo obtenido para cada una de las acciones que afectan a este factor ambiental.

Una vez obtenidos los valores definitivos de cada uno de los factores de mayor importancia, habrá que adaptar la tabla de clasificación de grados de impacto definida originalmente.

Para ello se multiplican el límite superior del rango identificado en la tabla original por el mayor de los coeficientes resultantes en la homogeneización anterior (2), de forma que se aumenta la amplitud del intervalo de valoración en su conjunto. De este modo, todos los valores contenidos en la matriz tienen cabida en la nueva escala, pudiendo asignarse a cada impacto un grado de impacto concreto (compatible, moderado, severo y crítico).

NIVEL	SECTORIZACIÓN ORIGINAL	SECTORIZACIÓN DEFINITIVA
COMPATIBLE	21-44	21-55
MODERADO	45-68	56-89
SEVERO	69-91	90-123
CRÍTICO	92-114	124-157

En el siguiente apartado se incluye una descripción de la fase de construcción y funcionamiento en función del factor ambiental afectado, según la matriz de caracterización de impactos que se incorpora posteriormente.

Por último se realizan los cálculos de dicha caracterización mostrando los resultados en la matriz de valoración y realizando un resumen final de valoración de impactos por factor ambiental.

#### Fase de construcción

##### Atmósfera:

En cuanto a la calidad de el aire, durante la fase de construcción todas las zonas más o menos cercanas a la obra van a sufrir una continua afección por inmisión de gases y partículas en suspensión generadas por el continuo movimiento de maquinarias pesadas y sobre todo por el movimiento de tierras necesarias para la instalación de tuberías y construcción de instalaciones.

Las acciones que van a generar impacto sobre la atmósfera son las inherentes a la construcción del sistema de saneamiento.

- Movimiento de la maquinaria: La maquinaria de una obra de este tipo, emite dos tipos de sustancias en función de su estado físico; polvo y gases contaminantes. En consecuencia la calidad del aire será sensiblemente afectada por el aumento de la concentración de gases y la cantidad de partículas en suspensión.
- Desbroce y tala: implica la generación de polvo por el arrancado de la vegetación.
- El decapaje de la tierra vegetal: va a provocar la emisión de partículas sólidas.
- El movimiento de tierras también producen el levantamiento de partículas en suspensión, cambiando las características del aire en la zona de actuación. Las emisiones serán fundamentalmente polvo, procedente del levantamiento de materiales por parte de la maquinaria.
- Residuos: se puede emitir a la atmósfera contaminantes como consecuencia de la evaporación de algunos de los elementos que componen los residuos.
- La demanda de nuevas superficies (canteras y vertederos) será necesaria porque nos encontramos con una obra principalmente excedentaria en materiales, los cuales presenta baja calidad para su utilización en la propia obra por lo que será necesario tomar material procedente de canteras. La actividad propia de una cantera y/o vertedero genera gran cantidad de ruido y partículas en suspensión.
- Acopios: el acopio de áridos necesarios para la obra puede derivar en la emisión de partículas a la atmósfera durante la manipulación de estos acopios.
- La generación de nuevas superficies ocasiona gran cantidad de polvo, por el movimiento de las tierras que es necesario para la formación de estas superficies en las zonas donde se ubica la plataforma.
- Hormigonados-asfaltados: durante el asfaltado y hormigonados de superficies se pueden emitir a la atmósfera algunos contaminantes como consecuencia de la evaporación de parte de los elementos que componen el material (hidrocarburos).

Los impactos descritos para la atmósfera, en general, tienen carácter fugaz y puntual. Se producen únicamente durante el periodo de duración de las obras, cesando el impacto una vez finalizada la actividad, y se restringen a la zona concreta de actuación. Además se trata de impactos difusos difícil de cuantificar. Por otra parte, estos impactos, son fácilmente corregibles mediante la aplicación de las oportunas medidas preventivas y correctoras.

En cuanto a la calidad acústica el principal impacto vendrá derivado de la producción de ruidos en fase de obra, lo que implica aumento de contaminación acústica. Dado que la actuación

proyectada se sitúa casi íntegramente en el núcleo urbano de Sevilla se van a afectar aquellas edificios que se encuentran en las mismas calles por donde discurre el metro en pantalla, rampa y superficie.

Las acciones que van a generar impactos sobre la calidad acústica son:

- El movimiento de la maquinaria en el área de trabajo afecta directa y negativamente a la población aledaña a la obra ya que incide sobre el confort sonoro aumentando los niveles de ruido en el entorno.
- El desbroce y tala, conlleva la utilización de maquinaria propia para la tala de árboles que serán generadoras de ruido.
- El decapaje de la tierra vegetal, generación de nuevas superficies, excavación de túneles, demolición de firmes, movimiento de tierras y hormigonado y asfaltado afecta directa y negativamente a la población aledaña a la obra ya que incide sobre el confort por incrementando la concentración los niveles sonoros por la maquinaria necesaria para realizar estas actividades.

Se concluye que el impacto sobre la calidad acústica va a ser compatible, ya que se genera en zonas inmediatas a la obra y durante un corto periodo de tiempo.

#### Geología:

Este factor del medio ambiente se verá afectado por aquellas actividades que impliquen un cambio en los materiales geológicos y su estructura, ya sea por extracción y/o adicción de materiales.

Las acciones que van a provocar estos efectos son:

- El decapaje de la tierra vegetal: conlleva la destrucción de las primeras capas del suelo, alterándose así su estructura y modificándose su estratigrafía.
- Los movimientos de tierras y excavación de túneles producen un impacto sobre la geología por eliminación y modificación de los materiales geológicos, siendo la excavación de túneles la acción más impactante sobre este factor.
- El uso de nuevas superficies como son canteras y vertederos genera un impacto en la geología por la eliminación y adicción de materiales respectivamente.

- Con la generación de nuevas superficies ocurre lo mismo que en los casos anteriores, puesto que se está hablando de la necesidad de abrirse paso desmontando y terraplenando. Pero como se ha comentado antes esta acción es mínima por lo que producirá un impacto muy bajo.

Estos impactos presentan carácter temporal, ya que una vez finalizadas las obras cesa el impacto, no obstante la excavación de túneles será la acción que supondrá mayor afección puesto que será la generadora de las mayores modificaciones en la geología a lo largo del trazado del metro.

#### Hidrología:

Los cauces fluviales de la zona de estudio pueden verse afectados por diversas actuaciones y de diferentes maneras. Algunos de los impactos que pueden sufrir son la contaminación de sus aguas, cambios de curso y modificaciones del lecho fluvial. Los cauces atravesados son el Canal de Alfonso XII y el arroyo Ranilla. En el caso del Canal se hace por debajo del mismo a una profundidad cercana a los 50 m por lo que en principio no debe afectarse por el paso de la tuneladora. Relativamente cercano al final del trayecto de la Línea 2 de Metro se localiza el río Guadaira, pero no se ve directamente afectado, pero se podrían ver afectados de forma indirecta por las actuaciones que se realicen en la última estación de metro.

Las acciones que van a causar impacto serán las que siguen:

- Movimiento de la maquinaria: la maquinaria utilizada en obra requiere un mantenimiento, como puede ser el cambio de aceite. Este puede provocar derrames de contaminantes líquidos si no se lleva a cabo una gestión adecuada. Los vertidos de estos contaminantes pueden afectar de forma directa a la red fluvial, derivando en episodios de contaminación severa.
- Con el desbroce y la tala desaparece la vegetación y cambia la resistencia del terreno al discurrir de las aguas de escorrentía, pudiendo abrirse nuevas líneas de debilidad sobre el terreno allá donde antes no existían, modificándose por tanto la red de drenajes de la cuenca dentro de la cual se esté actuando. Esto posee finalmente efecto sobre el encharcamiento de zonas que previamente no se encharcaban. Todo ello provoca un cambio en el balance de tierras erosionadas y sedimentadas, así como en la ubicación de los lugares que las ceden y las reciben.
- El decapaje de la tierra vegetal puede producir partículas sólidas que pueden ir a parar a los cauces contaminándolos por aumento de la turbidez.
- Al realizarse movimientos de tierra, las escorrentías y cauces reciben la afección bien directamente, a través del enterramiento de los mismos o la modificación de

las pendientes, bien indirectamente a través del lavado de sólidos desprendidos que viajan disueltos o en suspensión, junto a grasas e hidrocarburos vertidos. El arrastre de estas sustancias provoca la pérdida de calidad de las aguas.

- Residuos: si no se toman las medidas preventivas oportunas, se puede ocasionar un vertido puntual de los residuos a la red de drenaje, provocando un episodio de contaminación severo.
- En las zonas de préstamos y vertederos puede ocasionarse algún derrame o vertido accidental de materiales que pueden llegar hasta cauces cercanos por escorrentía superficial y generar una afección sobre los mismos.
- Acopios de materiales: pueden provocar una afección importante si estos terminan en los cauces de los arroyos por fenómenos de escorrentía, contaminando física y químicamente el sistema hidrológico. Por ello será necesario no colocar acopios cercanos a elementos de la red hidrográfica.
- Al generar nuevas superficies tales como los terraplenes se puede crear un efecto barrera en el curso de las aguas superficiales, conllevando un riesgo de encharcamiento e inundaciones.
- Hormigonados y asfaltados: en caso de producirse derrames de asfalto y estos llegan a los cursos de agua, se produciría un episodio de contaminación severa.

En fase de obra el mayor impacto puede venir por la posibilidad de fenómenos de escorrentías o contaminación accidental, no obstante, es un impacto temporal, localizado y fácilmente controlable.

#### Hidrogeología:

Las afecciones sobre la hidrogeología pueden tener dos tendencias. Por un lado se pueden dar episodios de contaminación, ya sea de forma directa por infiltración, o de forma indirecta por contaminación de cauces que alimenten a los acuíferos. Otro tipo de impactos son los producidos por cambios en el volumen de agua de recarga – descarga de los acuíferos. Este impacto también puede tener carácter indirecto, por alteraciones de escorrentías, o directo, por cambios en las superficies de recarga (zonas permeables) y descarga (zonas impermeables). La línea 2 de Metro se ubica íntegramente sobre materiales de media permeabilidad.

Las acciones que van a incidir sobre la hidrogeología son las inherentes a la propia obra y las derivadas de obras complementarias:

- El movimiento y funcionamiento de la maquinaria pueden provocar derrames de contaminantes líquidos si no se lleva a cabo una gestión adecuada y vertidos accidentales de los propios materiales que se suelen transportar en estos tipos de obra. Los vertidos de estos contaminantes pueden afectar de forma directa a los acuíferos si se producen sobre zonas de recarga del sistema, y de forma indirecta si van a parar a curso fluviales que alimente a algún acuífero.
- Con el desbroce y la tala desaparece la vegetación y cambia la resistencia del terreno al discurrir de las aguas de escorrentía, pudiendo abrirse nuevas líneas de debilidad sobre el terreno, modificándose por tanto la red de drenajes de la cuenca dentro de la cual se esté actuando. Esto posee finalmente efecto sobre el encharcamiento de zonas que previamente no se encharcaban o la desaparición de escorrentías en lugares en las que previamente si corrían. Estos fenómenos pueden afectar a los acuíferos si se producen en zonas de recarga o de descarga.
- El decapaje de la tierra vegetal se traduce en la eliminación de los primeros centímetros del suelo. Si se trata de un suelo impermeable, al eliminarlo, se favorece la infiltración de agua en el subsuelo. Si el suelo es permeable se estará destruyendo el primer filtro natural de las aguas que se infiltran en el subsuelo.
- Con el movimiento de tierras, ejecución de túneles y estructuras de hormigón se puede alterar la recarga de los acuíferos sobre todo en el caso de la excavación de túneles en caso de que se haga en una zona de importancia para la recarga del acuífero.
- Todo residuo generado en las obras podría contaminar los acuíferos si se producen en una zona de recarga de estos o sobre cauces que cedan sus aguas a los mismos.
- Al necesitarse materiales de préstamos o canteras, es necesario realizar excavaciones y movimientos de tierras, que, al igual que en el caso anterior, puede provocar afección a los acuíferos presentes en la zona. En el caso de los vertederos se debe prestar especial atención a su ubicación, ya que si se sitúan sobre zonas muy permeables se podría producir contaminación de acuíferos por el lixiviado. Este impacto se puede corregir con el correcto diseño e implantación de un sistema de recogida de lixiviados en el vertedero y con la impermeabilización del mismo.
- Generación de nuevas superficies: la creación de terraplenes aumentan la impermeabilidad del suelo, disminuyendo la tasa de recarga de los acuíferos. El caso contrario ocurre con los desmontes, ya que consisten en la excavación y

retirada del terreno, de forma que se puede estar eliminando materiales impermeables (aumenta la permeabilidad) o materiales del propio sistema acuífero.

- En caso de producirse derrames de asfalto y estos lleguen a los cursos de agua que alimentan los acuíferos, se produciría un episodio de contaminación severa.

Las acciones del proyecto que van a generar mayor impacto serán las relacionadas con los movimientos de tierra, y especialmente en aquellas actuaciones que se localicen en el subsuelo. Serán impactos de carácter temporal y reversible a corto o medio plazo puesto que el principal factor que puede producir afección (ejecución del túnel) conlleva un sellado al mismo tiempo que avanza la tuneladora, evitando cualquier posible contaminación posterior del acuífero.

El segundo orden de impactos en importancia son aquellos que provocan contaminación de los acuíferos. Estos impactos son difusos, difíciles de cuantificar y puntuales. La mejor manera de evitar que se produzcan es la prevención y el control en la ejecución de la obra, estableciendo medidas como la correcta gestión de residuos o la impermeabilización de los parques de maquinaria.

#### Vegetación:

El impacto más importante sobre la vegetación será la destrucción directa de la misma. Este impacto será más grave cuando la vegetación afectada posea valor ornamental, paisajístico y social, como es el caso de los individuos arbóreos existentes en algunas de las plazas del caso histórico de Sevilla. Por el contrario, el impacto se ve reducido cuando la vegetación afectada carece de valor ecológico, como es el caso de los cultivos agrícolas herbáceos localizados al final del trayecto.

Las acciones que van a generar afección sobre la vegetación serán todas las inherentes a las obras y las derivadas de obras complementarias:

- Con el movimiento de la maquinaria de obra se origina gran cantidad de polvo y partículas en suspensión que puede provocar la alteración del sistema respiratorio al obstruir las estomas dificultando la fotosíntesis.
- El desbroce y tala conlleva la eliminación directa de la vegetación.
- El decapaje de la tierra vegetal también origina polvo y partículas en suspensión, provocando alteraciones en el sistema respiratorio de estas. Además esta tierra vegetal constituye el soporte físico y nutricional de la vegetación, así que al eliminarlo se la está afectando indirectamente.

- Al realizarse movimientos de tierra y ejecución de estructuras de hormigón, por un lado el cambio en la estructura del suelo repercute en la vegetación que éste soporta, especialmente en las características agrológicas del mismo. Por otro la ocupación del suelo conlleva la eliminación de la cubierta vegetal.
- La producción de cualquier tipo de residuo puede generar contaminación, ya sea directamente sobre la vegetación o indirectamente al contaminar el agua y/o suelo.
- La necesidad de superficies para los préstamos y vertederos, supone que una porción de terreno quedará totalmente imposibilitada para una posible regeneración.
- Los acopios de materiales ocasionan una alteración sobre la capacidad de uso del suelo para el desarrollo vegetal, llegando incluso a la posibilidad de perturbar el suelo de tal forma que no se vuelva a desarrollar cubierta vegetal sobre la zona de depósito del acopio.
- Las superficies neoformadas se encontrarán en el momento de su creación completamente desprovistas de vegetación, siendo colonizables a largo plazo por especies ruderales o adventicias, cuya principal característica ecológica es la capacidad de colonizar suelos pobres.
- En caso de producirse derrames de asfalto, estos pueden provocar una contaminación directa sobre la vegetación o indirectamente a través de la contaminación del suelo y/o el agua.
- La instalación de electrificación supone la eliminación directa de toda la vegetación que se encuentre en la zona de ubicación de los apoyos y la poda de las copas que se encuentren relativamente cercanos.

Durante la construcción la acción más impactante será el desbroce y tala, principalmente en la vegetación emblemática del casco histórico, consecuencia de la eliminación directa de la vegetación. Pero este impacto se puede minimizar mediante la aplicación de medidas correctoras y preventivas como pueden ser el marcaje de los pies arbóreos afectados (asegurando así que no se afectan a más ejemplares de los estrictamente necesarios) y la restauración vegetal.

#### Fauna:

Sobre la fauna, las acciones más impactantes serán aquellas que produzcan la muerte de ejemplares faunísticos. En segundo lugar en grado de impacto estarán aquellas acciones que provoquen degradación y/o desfragmentación del ecosistema. Por último se encuentran aquellas



acciones que provocan ahuyentamiento de la fauna como consecuencia del ruido y la presencia humana.

Los impactos detectados sobre la fauna son los que siguen:

- El movimiento de la maquinaria afecta a los seres vivos que se encuentren próximos a las obras, provocando el ahuyentamiento de animales debido a la generación ruidos y a la propia presencia de la maquinaria y operarios de las obras.
- El desbroce y la tala provoca un efecto de fragmentación de hábitat por inclusión de barreras de suelo libre de vegetación, sin protección para muchos de los animales que solo se desplazan entre hojarasca y matorral. También se provoca la huida de individuos cercanos a la zona de ejecución de los trabajos.
- El decapaje de la tierra vegetal afecta directamente a la vegetación, de forma que afecta indirectamente a la fauna por pérdida de calidad y cantidad de hábitat.
- Al realizarse movimientos de tierra y ejecución de estructuras de hormigón se genera una remoción de los horizontes superficiales, lo que se traduce en un efecto negativo para la edafofauna, que habita en estas primeras capas de suelo.
- La producción de cualquier tipo de residuo que se de incontroladamente afectara indirectamente a la fauna al contaminar y degradar su hábitat.
- La demanda de nuevas superficies podrá generar la desaparición directa del hábitat y la variación en las pautas de comportamiento a consecuencia de los cambios acaecidos en el medio.
- Al realizar acopios de materiales la fauna existente en los primeros centímetros del terreno afectado por el acopio perece fruto del apelmazamiento del terreno.
- La creación de nuevas superficies ocupará una franja de territorio que de forma directa y con carácter permanente destruye la cobertura vegetal o cualquier otra parte del hábitat esencial de las especies.
- En caso de producirse derrames de asfalto, estos pueden provocar una contaminación directa sobre la fauna o indirectamente a través de la contaminación del suelo y la vegetación.
- La fauna se resentirá durante la instalación de electrificación, ya que el ruido, la presencia humana y el movimiento de tierras obligará a estos individuos a alejarse de la zona, aunque después, en función del estado final de la zona y sus alrededores, puedan volver a ella.

Las acciones del proyecto que provocan impacto como consecuencia de la generación de ruidos y por la el movimiento de maquinaria son medianamente corregibles en fase de obras mediante la aplicación de medidas preventivas. Algunas de estas medidas la limitación de las actividades a periodos determinados del día (el mayor periodo de actividad de la fauna es al crepúsculo y al alba) y del año (época de cría y nidificación).

#### Paisaje:

El paisaje en este caso es un elemento constituido principalmente la distribución y tipología de la arquitectura de la ciudad, así como del los elementos naturales que la acompañan aumentando el valor y la calidad del mismo. Ya fuera de la ciudad el paisaje viene definido por las formas del relieve (pendientes, alturas, orientaciones) y la vegetación (cromatismo, textura). Por lo tanto los principales impactos serán aquellos que produzcan cambios en el relieve (movimientos de tierra), la vegetación y los que introduzcan o eliminen elementos en el paisaje.

Estos impactos serán los producidos por aquellas actividades inherentes a la obra y las derivadas de obras complementarias.

- Desbroce y tala: la vegetación, como elemento básico constituyente y definitorio del paisaje, influye decisivamente en él al desaparecer. Características como el cromatismo, la textura, incluso las formas y estructuras en algunos casos como los jardines histórico, bulevares, se ven afectadas por la acción del desbroce que aporta simplicidad frente a la riqueza previa. Donde existían variedad cromática con evocaciones más o menos naturales solo se aprecia después, fragmentos desnudos de las calles y plazas de la ciudad.
- Decapaje de la tierra vegetal: constituye un cambio en el cromatismo, pasando del color característico de los suelos al color de los materiales que se encuentren debajo.
- Movimiento de tierras: la geología, como constituyente del relieve, material objeto de estudio geomorfológico, se ve afectada directamente a través de las intensas modificaciones introducidas en el terreno a raíz de las excavaciones y rellenos consecuencia del movimiento de tierras. Esta actividad provoca cambios radicales en las líneas y formas que constituyen el relieve y morfología originales, lo cual afecta a la estructura del paisaje y a la percepción de este.
- La demanda de canteras y vertederos se verá influenciado por la extracción y vertido de materiales. Líneas y formas ven modificadas sus geometrías originales. En el caso de vertederos al realizarse la acumulación de tierra aparecen nuevas líneas y formas. En el caso de las canteras y préstamos ocurre lo contrario, desaparecen líneas que antes existían por la extracción de material. También se

produce una diferencia de color del terreno provocado por el cambio que se origina al pasar de una superficie en la que en un primer lugar está cubierta de vegetación, a pasar, a un cromatismo en el que va a predominar el color de la roca.

- El paisaje se ve alterado por la presencia de acopios de materiales en la zona de obra. Tendrá carácter temporal mientras duren las obras.
- La generación de nuevas superficies y ejecución de estructuras de hormigón va a producir un impacto visual que va a depender del punto de observación. Los terraplenes elevan la plataforma de forma que se hacen más visibles.
- Asfaltado y hormigonados: el mayor impacto es el producido por el cambio de cromatismo que implica el asfaltado.
- La incorporación de un elemento nuevo como la electrificación va a suponer un impacto negativo sobre el paisaje.

El impacto será mayor cuanto mayor sea la calidad paisajística del entorno en el que se actúe. De esta forma las afecciones son más graves cuando las actuaciones se localizan sobre la vegetación de mayor valor existente en la ciudad. En este caso las estaciones y pozos localizados sobre jardines y bulevares serán los que provoquen un mayor impacto. De igual manera ocurre con los tramos de vía que afectan a este tipo de vegetación.

#### Yacimientos Arqueológicos:

En el anexo nº 3 se incluye un inventario del patrimonio arqueológico de Sevilla en la zona de actuación de la Línea 2 de metro.

Las afecciones que se pueden producir son las derivadas de los movimientos de tierras, ya que durante el transcurso de las excavaciones se pueden dañar posibles yacimientos presentes en el subsuelo de los que se desconoce su existencia.

Las acciones del proyecto que van a afectar a los yacimientos arqueológicos son las siguientes:

- Movimiento de maquinaria: El paso de maquinaria puede ocasionar daños en el patrimonio arqueológico no catalogado y que se encuentre en niveles superficiales del suelo, al producirse la compactación de este.
- Con el desbroce y tala puede producirse afección a los restos arqueológicos sobre todo al retirar la parte radicular de los ejemplares arbóreos del casco histórico.

- El decapaje de la tierra vegetal puede traducirse en afecciones a yacimientos arqueológicos que se encuentren a nivel superficial, ya que el decapaje se realiza en los primeros centímetros del suelo.
- A consecuencia de los movimientos de tierra, excavación de túneles y demolición de firmes, se puede producir una afección directa a los yacimientos arqueológicos ya que en su mayoría se encuentran en el subsuelo. Al realizar las excavaciones se pueden dañar los elementos del patrimonio presentes en el subsuelo de los que no se conozca su existencia, así como de los que conociendo su existencia no se tomen las medidas correctoras necesarias.

#### Empleo y económica:

Todas las acciones del proyecto de construcción son tendentes a favorecer el incremento de la demanda de empleo, de modo que la actividad laboral se ve beneficiada en todo momento, ya que se puede participar en la ejecución y planificación de cualquiera de las tareas ligadas a la obra.

El sector servicios incrementará sus ingresos como consecuencia de las necesidades de consumo de los integrantes de la obra. Como consecuencia la actividad económica se ve favorecida, salvo en el caso de las expropiaciones, ya que se deja de destinar a la agricultura y al uso forestal terrenos que antes estaban destinados a estas actividades.

#### Fase de explotación

##### Atmósfera:

En fase de explotación los impactos sobre la atmósfera vendrán derivados del funcionamiento del metro y elementos de electrificación por la emisión de ruidos sobre todo en los tramos del metro que finalmente discurren en superficie por la ciudad.

##### Hidrología e hidrogeología:

Los impactos que se van a dar en fase de funcionamiento sobre la hidrología e hidrogeología se enumeran a continuación:

- La ocupación del suelo por la plataforma y estaciones implica la impermeabilización del terreno, de forma que se resta superficie a los afloramientos permeables de los acuíferos. Además esta impermeabilización altera las escorrentías superficiales. Esto sólo sucede en el último tramo en el que se atraviesa por terreno natural. El

resto del recorrido al ir por zona urbana, no se modifica la permeabilidad del terreno respecto a su estado original.

#### Vegetación:

Los impactos sobre la vegetación en fase de explotación siguen dos tendencias. Por un lado se va a producir la desaparición de vegetación permanente bajo la infraestructura en superficie y rampa, estaciones y pozos proyectados. Sin embargo, todas aquellas zonas de obra que son desmanteladas y vueltas a su estado original, podrán ser revegetadas a una situación más o menos similar a la original.

#### Fauna:

Durante la fase de funcionamiento la fauna se verá afectada de forma indirecta por la eliminación de la vegetación que no ha podido ser restituida, al ubicarse la plataforma y demás elementos constructivos que conlleva el metro.

Así mismo, el funcionamiento tanto del metro como de los elementos de electrificación ocasionarán ruidos que ahuyentará a la avifauna más próxima y existente en la ciudad de Sevilla. Por otro lado, las aves pueden sufrir muerte por electrocución.

La ocupación del suelo por la infraestructura en su último tramo que discurre sobre terreno natural, afecta de modo importante al uso que las distintas especies faunísticas (vertebrados terrestres, fundamentalmente reptiles) hacían de él por efecto de ahuyentamiento que producen.

#### Paisaje:

En cuanto al propio metro, la afección que produce sobre el paisaje será en aquellos tramos en los que finalmente discurre en superficie, así como las estaciones, pozos e instalación de electrificación proyectados.

Todos estos elementos serán visibles desde las propias calles, avenidas y plazas en las que se encuentren. A priori, la incorporación de estos nuevos elementos suponen un factor negativo y permanente sobre el paisaje sobre todo en el caso de la propia plataforma del metro. Pero hay que tener en cuenta que la visión de las estaciones, aunque negativas para el paisaje, son necesarias para la rápida localización por los usuarios y por tanto el correcto uso de la infraestructura.

#### Empleo y Económica:

El sector del empleo y la actividad económica se ve beneficiado por el uso de la infraestructura en todo momento, ya que puede participar en la ejecución y planificación de cualquiera de las

tareas ligadas a la planificación y mantenimiento, así como, por el uso del de un transporte público como este.

El mantenimiento de la propia infraestructura fomentará la contratación de empleados destinados a este fin.

A continuación se muestran las matrices de caracterización y de valoración de impactos.

**MATRIZ DE CARACTERIZACIÓN**

		MEDIO FÍSICO				MEDIO BIÓTICO		MEDIO PERCEPTUAL, CULTURAL Y SOCIOECONOMICO			
FACTORES DEL MEDIO		Atmósfera		Geología	Hidrología	Hidrogeología	Vegetación	Fauna	Paisaje	Patrimonio Arqueológico	Empleo y economía
		Calidad del Aire	Calidad Acústica								
ACCIONES DEL PROYECTO											
FASE DE CONSTRUCCIÓN											
Expropiaciones/ocupaciones temporales											+ , D, T, A, RCP, REIN, M, NS
Movimiento de maquinaria		- , D, T, A, RCP, REIN, M, NS	- , D, T, S, RMP, REIN, MA, NS		- , I, T, S, RCP, REIN, M, NS	- , I, F, A, RCP, REIN, B, NS	- , D, T, A, RMP, REMP, M, S	- , I, F, A, RCP, REIN, M, NS		- , D, F, S , I, REIN, B, NS	+ , D, T, A, RCP, REIN, M, NS
Desbroce y tala		- , I, F, S, RCP, REIN, B, NS	- , D, T, S, RCP, REIN, M, NS		- , I, F, S, RMP, REIN, B, NS	- , I, F, A, RCP, REIN, B, NS	- , D, T, A, RMP, REMP, MA, S	- , I, T, A, RMP, REMP, M, NS	- , D, T, A, I, RELP, MA, NS	- , D, F, S , RCP, REIN, B, NS	+ , D, T, A, RCP, REIN, B, NS
Decapaje de la tierra vegetal		- , I, F, S, RCP, REIN, M, NS	- , D, T, S, RCP, REIN, B, NS	- , D, T, S, I, REIN, M, NS	- , I, F, A, RCP, REIN, B, NS	- , I, F, A, RCP, REIN, B, NS	- , D, T, A, RMP, REMP, B, S	- , I, T, A, RMP, REIN, B, NS	- , D, T, S, RMP, REMP, B, NS	- , D, F, S , RCP, REIN, M, NS	+ , D, T, A, RCP, REIN, B, NS
Demolición de firmes		- , D, F, A, RMP, REMP, B, NS	- , D, T, S, RCP, REIN, M, NS						- , D, T, S, RCP, REIN, B, NS	- , I, F, S , RCP, REIN, B, NS	+ , D, T, A, RCP, REIN, B, NS
Movimientos de tierras		- , D, T, A, RMP, REMP, M, NS	- , D, T, S, RMP, REIN, A, NS	- , D, T, S, RMP, REMP, B, NS	- , I, T, A, RCP, REIN, A, S	- , I, T, A, RCP, REIN, M, NS	- , D, T, A, RMP, REMP, B, S	- , I, T, A, RMP, REMP, A, S	- , D, T, S, RCP, REIN, M, NS	- , D, T, S , I, RELP, MA, NS	+ , D, T, A, RCP, REIN, B, NS
Excavación de túneles		- , I, F, A, RCP, REIN, B, NS	- , I, T, S, RCP, REIN, B, NS	- , D, T, S, I, REI, M, NS		- , I, T, A, RCP, REIN, A, NS				- , D, T, S , RMP, REMP, M, NS	+ , D, T, A, RCP, REIN, B, NS
Ejecución de estructuras de hormigón (pozos, pantallas, estaciones)		- , I, F, A, RCP, REIN, B, NS	- , D, T, S, RMP, REIN, MA, NS			- , I, T, A, RCP, REIN, A, NS	- , D, T, A, RCP, REMP, B, S	- , I, T, A, RMP, REIN, B, NS	- , D, F, S, RCP, REIN, B, NS	- , D, T, S , I, RELP, MA, NS	+ , D, T, A, RCP, REIN, B, NS
Generación de Residuos (RCD)		- , I, F, S, RCP, REIN, B, NS			- , I, T, A, RCP, REIN, M, NS	- , I, T, A, RMP, REMP, M, NS	- , D, T, A, RCP, REMP, B, S	- , I, F, A, RCP, REIN, B, NS			+ , D, T, A, RCP, REIN, B, NS
Demanda de superficies nuevas (préstamos y vertederos)		- , D, T, S, RCP, REIN, M, NS		- , D,T, S, RMP, REMP, M, NS	- , I, T, A, RCP, REIN, M, NS	- , I, T, A, RMP, REMP, B, NS	- , D,T, A, RMP, REMP, M, NS	- , D, T, A, RMP, REMP, B, NS	- , D, T, S, RMP, REMP, M, NS		+ , D, T, A, RCP, REIN, B, NS
Acopios de materiales		- , I, F, S, RCP, REIN, B, NS			- , I, F, S, RCP, REIN, B, NS	- , I, T, A, RCP, REIN, B, NS	- , D, F, S, RCP, REIN, B, NS	- , I, F, S, RCP, REIN, B, NS	- , D, F, A, RCP, REIN, B, NS		+ , D, T, A, RCP, REIN, B, NS
Generación de nuevas superficies		- , D, T, S, RCP, REIN, B, NS	- , D, T, S, RCP, REIN, B, NS	- , D, T, S, RCP, REIN, B, NS	- , D, T, A, RMP, REIN, B, S	- , I, T, A, RCP, REIN, B, NS	- , D, T, S, RMP, REMP, B, S	- , D, T, A, RCP, REIN, B, S	- , D, T, A, RCP, REMP, B, NS		+ , D, T, A, RCP, REIN, B, NS
Hormigonados - asfaltados		- , D, T, S, RMP, REMP, M, NS	- , D, T, S, RCP, REIN, M, NS		- , I, F, S, RCP, REIN, B, NS	- , I, T, A, RCP, REIN, B, NS	- , I, F, A, RMP, REIN, A, S	- , I, F, S, RCP, REIN, B, NS	- , D, T, S, RMP, REMP, M, NS		+ , D, T, A, RCP, REIN, B, NS
Instalación de electrificación		- , I, F, S, RCP, REIN, B, NS	- , D, T, S, RCP, REIN, B, NS				- , D, T, A, RCP,REIN, B, S	- ,I, F, S, RCP, REIN, B, NS	- , D, T, A, RMP, REMP, A, NS		+ , D, T, A, RCP, REIN, B, NS
FASE DE EXPLOTACIÓN											
Ocupación del espacio	Plataforma L2				- , I, P, S, RCP, REIN, B, NS	- , D, P, S, RMP, REMP, M, NS	- , D, P, S, I, REMP, B, NS	- , I, P, S, RCP, REIN, B, NS	- , D, P, A, RMP, REMP, A, NS		
	Estaciones				- , I, P, S, RCP, REIN, B, NS	- , D, P, S, RMP, REMP, B, NS	- , D, P, S, I, REIN, B, NS	- , I, P, S, RMP, REMP, B, NS	- , D, P, A, RCP, REMP, M, NS		
	Pozos y arquetas						- , D, P, S, I, REIN, B, NS	- , I, P, S, RMP, REMP, B, NS	- , D, P, A, RCP, REIN, B, NS		
	Elementos de electrificación						- , D, P, S, RCP, REIN, B, NS	- , I, P, S, RMP, REMP, B, NS	- , D, P, A, RCP, REIN, M, NS		
Funcionamiento	L2 METRO (Generación de ruidos y vibraciones)		- , D, P, A, RCP, REIN, M, NS					- , I, P, S, RMP, REMP, M, NS			+ , D, P, A, RCP, REIN, A, NS
	Elementos de electrificación		- , D, P, A, RCP, REIN, B, NS					- , D, P, S, RMP, REMP, B, NS			+ , D, P, A, RCP, REIN, B, NS



**MATRIZ DE VALORACIÓN L2 METRO SEVILLA -ALTERNATIVA 1PO-**

		MEDIO FÍSICO				MEDIO BIÓTICO		MEDIO PERCEPTUAL, CULTURAL Y SOCIOECONOMICO			
FACTORES DEL MEDIO  ACCIONES DEL PROYECTO		Atmósfera		Geología	Hidrología	Hidrogeología	Vegetación	Fauna	Paisaje	Patrimonio Arqueológico	Empleo y economía
		Calidad del Aire	Calidad Acústica								
FASE DE CONSTRUCCIÓN											
Expropiaciones/ocupaciones temporales											36
Movimiento de maquinaria		-36	-83		-28	-31	-97	-35		-52	36
Desbroce y tala		-22	-41		-26	-31	-141	-45	-118	-33	32
Decapaje de la tierra vegetal		-26	-35	-39	-31	-31	-90	-37	-44	-39	32
Demolición de firmes		-38	-41						-32	-52	32
Movimientos de tierras		-44	-59	-31	-54	-37	-90	-62	-38	-93	32
Excavación de túneles		-31	-36	-67		-45				-55	32
Ejecución de estructuras de hormigón (pozos, pantallas, estaciones)		-31	-83			-45	-82	-37	-30	-93	32
Generación de Residuos (RCD)		-22			-37	-65	-82	-31			32
Demanda de superficies nuevas (préstamos y vertederos)		-27		-35	-37	-41	-81	-40	-49		32
Acopios de materiales		-22			-22	-33	-38	-22	-42		32
Generación de nuevas superficies		-23	-35	-23	-45	-33	-73	-41	-51		32
Hormigonados - asfaltados		-31	-41		-22	-33	-103	-22	-49		32
Instalación de electrificación		-22	-35				-75	-22	-73		32
FASE DE EXPLOTACION											
Ocupación del espacio	Plataforma L2				-28	-39	-79	-28	-70		
	Estaciones				-28	-35	-71	-36	-55		
	Pozos y arquetas						-71	-36	-45		
	Elementos de electrificación						-49	-36	-50		
Funcionamiento	L2 METRO (Generación de ruidos y vibraciones)		-50					-40			48
	Elementos de electrificación		-45					-35			36

**MATRIZ DE VALORACIÓN L2 METRO SEVILLA -ALTERNATIVA 1PE-**

		MEDIO FÍSICO				MEDIO BIÓTICO		MEDIO PERCEPTUAL, CULTURAL Y SOCIOECONOMICO			
FACTORES DEL MEDIO  ACCIONES DEL PROYECTO		Atmósfera		Geología	Hidrología	Hidrogeología	Vegetación	Fauna	Paisaje	Patrimonio Arqueológico	Empleo y economía
		Calidad del Aire	Calidad Acústica								
FASE DE CONSTRUCCION											
Expropiaciones/ocupaciones temporales											36
Movimiento de maquinaria		-36	-83		-28	-31	-91	-35		-53	36
Desbroce y tala		-22	-41		-26	-31	-133	-45	-117	-34	32
Decapaje de la tierra vegetal		-26	-35	-39	-31	-31	-84	-37	-43	-40	32
Demolición de firmes		-38	-41						-32	-53	32
Movimientos de tierras		-44	-59	-31	-54	-37	-84	-62	-38	-94	32
Excavación de túneles		-31	-36	-67		-45				-56	32
Ejecución de estructuras de hormigón (pozos, pantallas, estaciones)		-31	-83			-45	-78	-37	-29	-94	32
Generación de Residuos (RCD)		-22			-37	-65	-78	-31			32
Demanda de superficies nuevas (préstamos y vertederos)		-27		-35	-37	-41	-76	-40	-49		32
Acopios de materiales		-22			-22	-33	-36	-22	-42		32
Generación de nuevas superficies		-23	-35	-23	-45	-33	-69	-41	-50		32
Hormigonados - asfaltados		-31	-41		-22	-33	-96	-22	-49		32
Instalación de electrificación		-22	-35				-71	-22	-73		32
FASE DE EXPLOTACION											
Ocupación del espacio	Plataforma L2				-28	-39	-74	-28	-67		
	Estaciones				-28	-35	-67	-36	-53		
	Pozos y arquetas						-67	-36	-43		
	Elementos de electrificación						-47	-36	-48		
Funcionamiento	L2 METRO (Generación de ruidos y vibraciones)		-40					-40			48
	Elementos de electrificación		-36					-35			36

**MATRIZ DE VALORACIÓN L2 METRO SEVILLA -ALTERNATIVA 1SO-**

		MEDIO FÍSICO				MEDIO BIÓTICO		MEDIO PERCEPTUAL, CULTURAL Y SOCIOECONOMICO			
FACTORES DEL MEDIO		Atmósfera		Geología	Hidrología	Hidrogeología	Vegetación	Fauna	Paisaje	Patrimonio Arqueológico	Empleo y economía
ACCIONES DEL PROYECTO		Calidad del Aire	Calidad Acústica								
FASE DE CONSTRUCCIÓN											
Expropiaciones/ocupaciones temporales											36
Movimiento de maquinaria		-36	-83		-28	-31	-97	-35		-51	36
Desbroce y tala		-22	-41		-26	-31	-141	-45	-135	-33	32
Decapaje de la tierra vegetal		-26	-35	-39	-31	-31	-90	-37	-50	-39	32
Demolición de firmes		-38	-41						-37	-51	32
Movimientos de tierras		-44	-59	-31	-54	-37	-90	-62	-43	-92	32
Excavación de túneles		-31	-36	-67		-45				-54	32
Ejecución de estructuras de hormigón (pozos, pantallas, estaciones)		-31	-83			-45	-82	-37	-34	-92	32
Generación de Residuos (RCD)		-22			-37	-65	-82	-31			32
Demanda de superficies nuevas (préstamos y vertederos)		-27		-35	-37	-41	-81	-40	-56		32
Acopios de materiales		-22			-22	-33	-38	-22	-48		32
Generación de nuevas superficies		-23	-35	-23	-45	-33	-73	-41	-58		32
Hormigonados - asfaltados		-31	-41		-22	-33	-103	-22	-56		32
Instalación de electrificación		-22	-35				-75	-22	-83		32
FASE DE EXPLOTACION											
Ocupación del espacio	Plataforma L2				-28	-39	-79	-28	-93		
	Estaciones				-28	-35	-71	-36	-73		
	Pozos y arquetas						-71	-36	-60		
	Elementos de electrificación						-49	-36	-66		
Funcionamiento	L2 METRO (Generación de ruidos y vibraciones)		-80					-40			48
	Elementos de electrificación		-72					-35			36

**MATRIZ DE VALORACIÓN L2 METRO SEVILLA -ALTERNATIVA 1SE-**

		MEDIO FÍSICO				MEDIO BIÓTICO		MEDIO PERCEPTUAL, CULTURAL Y SOCIOECONOMICO			
FACTORES DEL MEDIO		Atmósfera		Geología	Hidrología	Hidrogeología	Vegetación	Fauna	Paisaje	Patrimonio Arqueológico	Empleo y economía
ACCIONES DEL PROYECTO		Calidad del Aire	Calidad Acústica								
FASE DE CONSTRUCCIÓN											
Expropiaciones/ocupaciones temporales											36
Movimiento de maquinaria		-36	-83		-28	-31	-91	-35		-52	36
Desbroce y tala		-22	-41		-26	-31	-133	-45	-134	-33	32
Decapaje de la tierra vegetal		-26	-35	-39	-31	-31	-84	-37	-49	-39	32
Demolición de firmes		-38	-41						-37	-52	32
Movimientos de tierras		-44	-59	-31	-54	-37	-84	-62	-43	-93	32
Excavación de túneles		-31	-36	-67		-45				-55	32
Ejecución de estructuras de hormigón (pozos, pantallas, estaciones)		-31	-83			-45	-78	-37	-33	-93	32
Generación de Residuos (RCD)		-22			-37	-65	-78	-31			32
Demanda de superficies nuevas (préstamos y vertederos)		-27		-35	-37	-41	-76	-40	-56		32
Acopios de materiales		-22			-22	-33	-36	-22	-48		32
Generación de nuevas superficies		-23	-35	-23	-45	-33	-69	-41	-57		32
Hormigonados - asfaltados		-31	-41		-22	-33	-96	-22	-56		32
Instalación de electrificación		-22	-35				-71	-22	-83		32
FASE DE EXPLOTACION											
Ocupación del espacio	Plataforma L2				-28	-39	-74	-28	-90		
	Estaciones				-28	-35	-67	-36	-70		
	Pozos y arquetas						-67	-36	-58		
	Elementos de electrificación						-47	-36	-64		
Funcionamiento	L2 METRO (Generación de ruidos y vibraciones)		-69					-40			48
	Elementos de electrificación		-62					-35			36



**MATRIZ DE VALORACIÓN L2 METRO SEVILLA -ALTERNATIVA 2PO-**

		MEDIO FÍSICO				MEDIO BIÓTICO		MEDIO PERCEPTUAL, CULTURAL Y SOCIOECONOMICO			
FACTORES DEL MEDIO  ACCIONES DEL PROYECTO		Atmósfera		Geología	Hidrología	Hidrogeología	Vegetación	Fauna	Paisaje	Patrimonio Arqueológico	Empleo y economía
		Calidad del Aire	Calidad Acústica								
FASE DE CONSTRUCCION											
Expropiaciones/ocupaciones temporales											36
Movimiento de maquinaria		-36	-83		-28	-31	-106	-35		-65	36
Desbroce y tala		-22	-41		-26	-31	-154	-45	-141	-42	32
Decapaje de la tierra vegetal		-26	-35	-39	-31	-31	-98	-37	-52	-49	32
Demolición de firmes		-38	-41						-39	-65	32
Movimientos de tierras		-44	-59	-31	-54	-37	-98	-62	-45	-117	32
Excavación de túneles		-31	-36	-67		-45				-69	32
Ejecución de estructuras de hormigón (pozos, pantallas, estaciones)		-31	-83			-45	-90	-37	-35	-117	32
Generación de Residuos (RCD)		-22			-37	-65	-90	-31			32
Demanda de superficies nuevas (préstamos y vertederos)		-27		-35	-37	-41	-88	-40	-59		32
Acopios de materiales		-22			-22	-33	-42	-22	-50		32
Generación de nuevas superficies		-23	-35	-23	-45	-33	-80	-41	-60		32
Hormigonados - asfaltados		-31	-41		-22	-33	-112	-22	-59		32
Instalación de electrificación		-22	-35				-82	-22	-87		32
FASE DE EXPLOTACION											
Ocupación del espacio	Plataforma L2				-28	-39	-86	-28	-85		
	Estaciones				-28	-35	-78	-36	-67		
	Pozos y arquetas						-78	-36	-54		
	Elementos de electrificación						-54	-36	-60		
Funcionamiento	L2 METRO (Generación de ruidos y vibraciones)		-50					-40			48
	Elementos de electrificación		-45					-35			36

**MATRIZ DE VALORACIÓN L2 METRO SEVILLA -ALTERNATIVA 2PE-**

		MEDIO FÍSICO				MEDIO BIÓTICO		MEDIO PERCEPTUAL, CULTURAL Y SOCIOECONOMICO			
FACTORES DEL MEDIO		Atmósfera		Geología	Hidrología	Hidrogeología	Vegetación	Fauna	Paisaje	Patrimonio Arqueológico	Empleo y economía
ACCIONES DEL PROYECTO		Calidad del Aire	Calidad Acústica								
FASE DE CONSTRUCCIÓN											
Expropiaciones/ocupaciones temporales											36
Movimiento de maquinaria		-36	-83		-28	-31	-100	-35		-66	36
Desbroce y tala		-22	-41		-26	-31	-146	-45	-140	-42	32
Decapaje de la tierra vegetal		-26	-35	-39	-31	-31	-93	-37	-52	-50	32
Demolición de firmes		-38	-41						-38	-66	32
Movimientos de tierras		-44	-59	-31	-54	-37	-93	-62	-45	-118	32
Excavación de túneles		-31	-36	-67		-45				-70	32
Ejecución de estructuras de hormigón (pozos, pantallas, estaciones)		-31	-83			-45	-85	-37	-35	-118	32
Generación de Residuos (RCD)		-22			-37	-65	-85	-31			32
Demanda de superficies nuevas (préstamos y vertederos)		-27		-35	-37	-41	-83	-40	-58		32
Acopios de materiales		-22			-22	-33	-40	-22	-50		32
Generación de nuevas superficies		-23	-35	-23	-45	-33	-76	-41	-60		32
Hormigonados - asfaltados		-31	-41		-22	-33	-106	-22	-58		32
Instalación de electrificación		-22	-35				-78	-22	-87		32
FASE DE EXPLOTACION											
Ocupación del espacio	Plataforma L2				-28	-39	-81	-28	-82		
	Estaciones				-28	-35	-74	-36	-64		
	Pozos y arquetas						-74	-36	-52		
	Elementos de electrificación						-51	-36	-58		
Funcionamiento	L2 METRO (Generación de ruidos y vibraciones)		-40					-40			48
	Elementos de electrificación		-36					-35			36

**MATRIZ DE VALORACIÓN L2 METRO SEVILLA -ALTERNATIVA 2SO-**

		MEDIO FÍSICO				MEDIO BIÓTICO		MEDIO PERCEPTUAL, CULTURAL Y SOCIOECONOMICO			
FACTORES DEL MEDIO		Atmósfera		Geología	Hidrología	Hidrogeología	Vegetación	Fauna	Paisaje	Patrimonio Arqueológico	Empleo y economía
ACCIONES DEL PROYECTO		Calidad del Aire	Calidad Acústica								
FASE DE CONSTRUCCIÓN											
Expropiaciones/ocupaciones temporales											36
Movimiento de maquinaria		-36	-83		-28	-31	-106	-35		-64	36
Desbroce y tala		-22	-41		-26	-31	-154	-45	-158	-41	32
Decapaje de la tierra vegetal		-26	-35	-39	-31	-31	-98	-37	-58	-49	32
Demolición de firmes		-38	-41						-43	-64	32
Movimientos de tierras		-44	-59	-31	-54	-37	-98	-62	-51	-115	32
Excavación de túneles		-31	-36	-67		-45				-68	32
Ejecución de estructuras de hormigón (pozos, pantallas, estaciones)		-31	-83			-45	-90	-37	-39	-115	32
Generación de Residuos (RCD)		-22			-37	-65	-90	-31			32
Demanda de superficies nuevas (préstamos y vertederos)		-27		-35	-37	-41	-88	-40	-66		32
Acopios de materiales		-22			-22	-33	-42	-22	-56		32
Generación de nuevas superficies		-23	-35	-23	-45	-33	-80	-41	-68		32
Hormigonados - asfaltados		-31	-41		-22	-33	-112	-22	-66		32
Instalación de electrificación		-22	-35				-82	-22	-98		32
FASE DE EXPLOTACION											
Ocupación del espacio	Plataforma L2				-28	-39	-86	-28	-107		
	Estaciones				-28	-35	-78	-36	-84		
	Pozos y arquetas						-78	-36	-69		
	Elementos de electrificación						-54	-36	-77		
Funcionamiento	L2 METRO (Generación de ruidos y vibraciones)		-80					-40			48
	Elementos de electrificación		-72					-35			36

**MATRIZ DE VALORACIÓN L2 METRO SEVILLA -ALTERNATIVA 2SE-**

		MEDIO FÍSICO				MEDIO BIÓTICO		MEDIO PERCEPTUAL, CULTURAL Y SOCIOECONOMICO			
FACTORES DEL MEDIO		Atmósfera		Geología	Hidrología	Hidrogeología	Vegetación	Fauna	Paisaje	Patrimonio Arqueológico	Empleo y economía
ACCIONES DEL PROYECTO		Calidad del Aire	Calidad Acústica								
FASE DE CONSTRUCCIÓN											
Expropiaciones/ocupaciones temporales											36
Movimiento de maquinaria		-36	-83		-28	-31	-100	-35		-65	36
Desbroce y tala		-22	-41		-26	-31	-146	-45	-157	-41	32
Decapaje de la tierra vegetal		-26	-35	-39	-31	-31	-93	-37	-58	-49	32
Demolición de firmes		-38	-41						-43	-65	32
Movimientos de tierras		-44	-59	-31	-54	-37	-93	-62	-50	-117	32
Excavación de túneles		-31	-36	-67		-45				-69	32
Ejecución de estructuras de hormigón (pozos, pantallas, estaciones)		-31	-83			-45	-85	-37	-39	-117	32
Generación de Residuos (RCD)		-22			-37	-65	-85	-31			32
Demanda de superficies nuevas (préstamos y vertederos)		-27		-35	-37	-41	-83	-40	-65		32
Acopios de materiales		-22			-22	-33	-40	-22	-56		32
Generación de nuevas superficies		-23	-35	-23	-45	-33	-76	-41	-67		32
Hormigonados - asfaltados		-31	-41		-22	-33	-106	-22	-65		32
Instalación de electrificación		-22	-35				-78	-22	-97		32
FASE DE EXPLOTACION											
Ocupación del espacio	Plataforma L2				-28	-39	-81	-28	-104		
	Estaciones				-28	-35	-74	-36	-82		
	Pozos y arquetas						-74	-36	-67		
	Elementos de electrificación						-51	-36	-74		
Funcionamiento	L2 METRO (Generación de ruidos y vibraciones)		-68					-40			48
	Elementos de electrificación		-62					-35			36



#### 4.3.3. Análisis valorativo de cada uno de los factores por alternativa

Del resumen de esta valoración general resulta un **impacto entre compatible, moderado y severo** sobre los distintos factores del medio, tanto en la fase de funcionamiento como de explotación, aun teniendo en cuenta que se dan impactos concretos que se han valorado como críticos.

A continuación se pasa a analizar el resultado de las valoraciones de cada una de las alternativas por factores del medio. En esta discusión se plantea el nivel de impacto causado sobre el medio desde un punto de vista reflexivo, en el que entra a jugar la interpretación de los valores numéricos obtenidos.

##### Atmósfera:

El impacto sobre la Calidad del aire va a ser **compatible** en fase de obras y **moderado** en fase de funcionamiento en todos los casos. En este caso se considera impacto compatible porque tiene carácter temporal y muy localizado, y además es fácilmente corregible mediante la aplicación de las medidas preventivas y correctoras.

Esto es así ya que durante la fase de construcción, su afección se deriva de la emisión de sustancias sólidas y gaseosa producida por las actividades inherentes a toda obra, y que por lo tanto se van a producir durante todo el transcurso de la obra. En esta fase el impacto del movimiento de maquinaria, demolición de firmes y movimiento de tierras serán ligeramente superiores, ya que son estas acciones las principales generadoras de partículas en suspensión y gases contaminantes.

En fase de explotación, al tratarse de un metro no se generan ningunos de estos contaminantes en la atmósfera.

Por otro lado, la Calidad acústica en fase de obras no presenta diferencia entre las alternativas. Sin embargo en fase de funcionamiento si que varia. De hecho, las alternativas que presentan mayor longitud de trazado en superficie presentarán mayor impacto acústico.

##### Geología:

Se considera **impacto compatible** durante la fase de construcción e inexistente en explotación.

Los mayores impactos se producen por la excavación de los túneles, que supondrá un volumen excedentario elevado y por tanto su llevada a vertedero. Pero desde una visión global, teniendo en cuenta el gran volumen de materiales geológicos presentes en la zona en relación con el volumen que se va a afectar, es lógico que en resumen el impacto sea compatible, ya que se va a alterar un porcentaje mínimo del volumen total de las formaciones geológicas.

##### Hidrología:

El impacto sobre la hidrología en fase de obra va a ser **compatible** en ambas fases y para todas las alternativas ya que los cursos fluviales atravesados no son afectados, por debajo de los mismos o cercanos a ello pero sin afección directa.

De la misma manera en fase de funcionamiento el impacto va a ser **compatible**.

##### Hidrogeología:

Sobre este factor se produce un **impacto compatible** para todas las alternativas tanto en fase de obras como de funcionamiento, ya que los tramos en subterráneo se ejecutan de tal manera que se sella la zona de trabajo para que no hay infiltraciones.

##### Vegetación:

En este caso hay más diferencias entre las alternativas ya que las que afectan mayormente a este factor son las que presentan más estaciones, el tramo 5 en superficie y la opción oeste del final del trayecto. Todas coinciden en que el desbroce y tala son críticos para este factor y para el resto de acciones se obtienen: valores mayormente **severos** para las alternativas 2SO, 2PE y 2SE; entre **moderados y severos** para las alternativas 1SO y 1PO; y finalmente para la 1PE y 1SE **moderados**.

En fase de funcionamiento cambia considerándose en todos los casos un impacto **moderado** salvo para las alternativas 2PO y 2SO en las que se obtienen valores entre **moderado y severo**.

Esto sucede porque aplicando las correspondientes medidas correctoras como son la implantación, en aquellas zonas que queden libres de infraestructuras, de vegetación corrigiendo el impacto ocasionado en fase de construcción.

##### Fauna:

El impacto sobre la fauna va a ser **compatible** para todas las alternativas tanto en fase de funcionamiento como en fase de construcción ya que gran parte del recorrido del metro discurre en subterráneo y por un ámbito totalmente urbano.

##### Paisaje:

En cuanto a este factor si existe algo más de diferencia entre las distintas alternativas proyectadas.

En fase de construcción afecta a este factor aquellos tramos construidos en rampa, pantalla y superficie, así como las estaciones y pozos totales que empeorarán el paisaje por la presencia de la maquinaria de obra, movimientos de tierra, ejecución de estructuras, acopios de materiales y eliminación de la vegetación existente entre otros. De esta forma se obtiene un impacto mayor en las alternativas 2SO y 2SE, seguido en un rango algo menor pero con poca diferencia las 2PO, 2PE, 1SO y 1SE; y por último se encuentran la 1PE y la 1PO.

En el caso de las 6 primeras alternativas indicadas se obtiene impacto crítico en cuanto al desbroce y tala mientras que para las 2 últimas se obtienen un impacto severo para la misma acción. Arenque se obtienen estos datos de manera global se puede decir que las 6 primeras alternativas indicadas obtienen un impacto entre **moderado y severo**, mientras que las dos últimas resulta **moderado**.

En el caso de la fase de funcionamiento el impacto se ve reducido, ya que todos los tramos construidos en pantalla quedan ocultos y devueltos a su situación inicial. No obstante hay que tener en cuenta que las estaciones va a permanecer incorporándose como un elemento nuevo que el paisaje debe absorber. Por lo tanto, las alternativas peor valoradas serán las que presenten mayor número de estaciones y mayor longitud en superficie coincidiendo con la 2SO, seguido de la, 2SE, 1SO y 1SE y por último con un impacto menor la 1PE, 1PO, 2PE y 2PO. De esta forma se obtiene un impacto de **moderado a severo** en las primeras 4 alternativas indicadas y de **compatible a moderado** en las 4 restantes.

Al igual que en el caso de la vegetación es lógico que el impacto en fase de funcionamiento disminuya por la aplicación de las medidas correctoras pertinentes.

#### ***Yacimientos arqueológicos:***

El impacto que se obtiene sobre los yacimientos es de **moderado a severo** para todas las alternativas pero con valores algo mayores en las alternativas 2PO, 2PE, 2SO y 2SE, al presentar una estación más en el casco histórico de Sevilla.

#### ***Empleo y económica:***

Tanto en fase de obra como en fase de funcionamiento se genera un impacto positivo, en todas las alternativas, sobre estos dos elementos del medio socioeconómico, ya que puede participar en la ejecución, conservación y planificación de cualquiera de las tareas ligadas a las distintas instalaciones. De esta forma se genera empleo y mejora la economía.

#### **4.3.4. Conclusión y discusión**

Como hemos podido comprobar hay factores del medio que se van a ver igualmente afectados o al menos de forma muy similar por las ocho alternativas, como es el caso de la calidad del aire, geología, hidrología, hidrogeología, fauna y empleo y economía, ya que no hay diferencias significativas entre las alternativas como para que resulten impacto diferenciados en cada uno de los factores para cada alternativa. Esto ocurre porque las alternativas son más similares de lo que pueden parecer en un principio.

De hecho, si observamos las matrices de valoración podemos ver como todas las alternativas causan un mayor impacto sobre los factores de vegetación, paisaje, arqueología y acústica. Concretamente la alternativa 2SO es la que causa mayor impacto sobre estos factores ya que es la que presenta mayor número de estaciones en la zona del casco histórico, presenta el tramo 5 en superficie y el tramo 7 por donde existe mayor superficie de vegetación afectada. La suma de todo esto eleva el impacto, respecto del resto de alternativas, en mayor número de comunidades arbóreas afectadas, mayor número de elementos incluidos en el paisaje y mayor riesgo de afección a restos arqueológicos.

Seguida de esta alternativa, pero no muy distante, nos encontramos en un rango menor en cuanto a impacto ambiental se refiere las alternativas 2SE y 2PO. Si se analizan ambas, la diferencia que se encuentran entre ellas, viene dada por la mayor afección de la 2SE sobre el paisaje y menor afección sobre la vegetación respecto a la 2PO. Eso supone un equilibrio entre ambas en cuanto al resultado del valor final del impacto.

En otro rango menor de impacto, y tampoco muy distante a las anteriores, se encuentra la alternativa 2PE la cual presenta similar afección sobre la vegetación de la 2SE y paisaje de la 2PO. Por tanto es normal que el valor de impacto sea algo menor y sin mucha diferencia de ambas.

En el siguiente rango de menor impacto se encuentran las alternativas 1SO y 1SE, tampoco muy distante del rango anterior. Ambas presenta una estación en la zona de casco histórico, ambas discurren en superficie por el tramo 5 y sólo se diferencian el trayecto final del recorrido del metro. Con respecto a las anteriores al presentar 1 estación en lugar de 2, originan menor impacto sobre la vegetación, paisaje y arqueología. En cuanto al tramo final (tramo 7) de cada una de ellas la 1SO presenta mayor impacto sobre la vegetación, pero igual sobre el paisaje, pero aun así la diferencia en cuanto a los valores obtenidos en las tablas de valoración no son muy distantes por lo que finalmente se obtiene el mismo valor de impacto para ambas alternativas.

Finalmente en el último rango de la valoración de impacto ambiental se encuentran las alternativas 1PO y 1PE, que presenta 1 estación e casco histórico, ambas van en pantalla en el tramo 5 y al igual que en el rango anterior sólo se diferencian en el último tramo. Con respecto al rango anterior se diferencia en cuanto a la menor afección que presentan sobre el paisaje para el tramo 5, que se ejecutará en pantallas, quedando el metro totalmente oculto en fase de funcionamiento.

Resumiendo se puede decir que las alternativas estudiadas en el presente estudio de Impacto Ambiental quedarían ordenadas de mayor a menor impacto, aunque sin diferencias significativas entre si, de la siguiente manera:

2SO / 2SE y 2PO / 2PE / 1SO y 1SE / 1PO y 1PE

## 5. PROPUESTA DE MEDIDAS PROTECTORAS Y CORRECTORAS.

En este apartado se pretende la formulación de las medidas protectoras pertinentes para amortiguar las afecciones surgidas en el transcurso del desarrollo de las actuaciones comprendidas en el Proyecto. Para ello se va a realizar un recorrido por los distintos elementos del medio, indicando la medida protectora y/o correctora más adecuada en cada caso. Este recorrido se va a dividir en función de la fase en que se tenga que llevar a cabo la medida preventiva y/o correctora:

- Fase de proyecto.
- Fase de construcción.
- Fase de funcionamiento.

La mayor parte de estas medidas se refieren a la forma de llevar a cabo las obras, de manera que ésta sea lo más compatible posible con el medio ambiente. Por tanto, muchas de éstas medidas no suponen un coste adicional, e incluso pueden suponer un ahorro.

### 5.1. MEDIDAS EN FASE DE PROYECTO.

#### Contaminación Acústica

Según el Decreto 326/2003, de 25 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Protección contra la Contaminación Acústica en Andalucía; se establece que:

- Para los proyectos que están incluidos en el anexo I de la Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental, será necesario realizar un estudio “in situ” de los niveles de ruido existentes en estado preoperacional, en períodos de más de 24 horas en continuo en aquellos puntos que sea necesario para poder identificar con claridad la situación acústica medioambiental en la zona de posible afección del presente proyecto de construcción.
- En segundo lugar, establece la necesidad de contrastar el ruido existente en fase preoperacional, y hacer una modelación del ruido que se generará según el tráfico previsto en metro y el nivel de ruido de inmisión en las viviendas o establecimientos públicos cercanos a la infraestructura.
- Por último se deberán realizar medidas de comprobación una vez puesta en funcionamiento la infraestructura.
- Según el artículo 38 del Decreto 326/2003, todos los estudios y mediciones que se realicen, deben ser llevados a cabo por una ECA (Empresa Colaboradora de la Administración).

- Con todo esto se verá la necesidad de proyectar, o no, pantallas acústicas en aquellos tramos del metro donde se supere los niveles de dB permitidos según la Ordenanza Municipal de Sevilla.

En cumplimiento de la citada normativa, se ha encargado la realización del Estudio Acústico para la presente actuación, el cual se adjunta en el Anejo 4 del presente Estudio Ambiental.

#### Yacimientos arqueológicos

Como medida preventiva a la posible afección a yacimientos arqueológicos durante la ejecución de las obras de la Línea 2 de Metro de Sevilla, se estima necesario realizar un análisis de las características geomorfológicas y arqueológicas que se puedan obtener de los sondeos geotécnicos a realizar en el desarrollo del Proyecto de Construcción de la Línea 2 del Metro de Sevilla. Esta información es de capital importancia para seguir evaluando registros arqueológicos hasta ahora desconocidos.

### 5.2. MEDIDAS DURANTE LAS OBRAS.

#### 5.2.1. Medidas Previa al inicio de las Obras

##### Prevención frente a la invasión de hitos de interés.

Se han considerado hitos de interés a los siguientes elementos del medio: yacimientos arqueológicos, ejemplares o comunidades vegetales de interés. Así estos hitos se consideran que deben ser delimitados mediante balizamiento por parte del Contratista de las obras a órdenes la Dirección de Obra una vez estudiado el terreno por parte de ésta.

Esta actividad habrá de ser realizada en conjunción con el replanteo de obra con el objetivo de ubicar los lugares transitados por la maquinaria, los de destino de acopios de material de obra, el parque de maquinaria, las instalaciones auxiliares, etc fuera de donde se considere que se ubica algún hito de interés.

En esta medida dictamos aquellos criterios que habrán de ser seguidos para la correcta ubicación y circulación de las diferentes unidades materiales que conforman el conjunto de la obra.

Con el balizamiento de los hitos de interés se pretende que no sea ocupada o atravesada por ningún motivo de obra salvo por motivos de extrema necesidad (salud y seguridad), o en los que disponga la dirección de obra una vez supervisados favorablemente los informes necesarios cuando sea imprescindible para la construcción del metro. Se procederá al balizamiento de aquella zona que quede fuera del tránsito de maquinaria así como de instalaciones auxiliares y zonas de acopio temporal o permanente de materiales según se ha estimado en el replanteo de la obra.

Como mínimo, tras el replanteo de la obra con el Asesor Medioambiental de la Dirección de Obra, habrán de ser balizados los siguientes hitos al paso del trazado de la infraestructura y su zona de influencia:

- Jardinería urbana.
- Polígonos de los yacimientos arqueológicos **definidos**.

#### Selección de zonas para acopio de temporales, parque de maquinaria e instalaciones auxiliares

Se escogerán los lugares adecuado para estas instalaciones de acuerdo a un protocolo definido para no afectar a los lugares de interés descritos en la anterior medida preventiva. Estos lugares son el parque de maquinaria, lugares para el acopio temporal de materiales, caminos para el tránsito de la maquinaria o instalaciones auxiliares.

En el protocolo para la ubicación de estos lugares constará además de una solicitud de la contrata a la Dirección de Obra de lo de lo siguiente:

- Cartografía topográfica en planta de los caminos de obra propuestos para la zona, o del perímetro de la instalación a ubicar.
- Razones por las que no se puede seleccionar una ruta, itinerario o perímetro que salve íntegramente el hito a afectar.
- Medidas correctoras propuestas por el contratista para paliar los efectos provocados con el paso o el uso de la parcela propuesta.

La aceptación por parte de la Dirección de Obra de esta solicitud deberá realizarse por escrito, adicionando en caso necesario las medidas o condiciones que estime oportunos la Asesoría Ambiental a la Dirección de Obra.

#### Protección de la hidrología e hidrogeológica.

En esta obra se hace necesaria la excavación de tierras pudiendo afectar al acuífero de la zona, especialmente en los tramos ejecutados con tuneladora a la que se discurre a gran profundidad y donde será necesario realizar cimentaciones para la instalación de las estructuras. Esto se produce porque al hacer los huecos de la cimentación puede surgir agua del acuífero que al realizar el hormigonado sería contaminado.

No obstante está previsto el sellado continuo del túnel a medida que avanza la tuneladora, evitando así la introducción de agua en la zona de trabajo y la contaminación del subsuelo y acuíferos existentes en la zona de actuación.

La ubicación del parque de maquinaria es parte fundamental para la salvaguarda de la no afección al sistema hidráulico por motivos de derrames de líquidos o fluidos tóxicos y peligrosos. Desde este estudio se establecen las siguientes limitaciones a este posicionamiento:

- No se situarán en los alrededores de yacimientos arqueológicos catalogados o descubiertos durante las obras, o en su zona de protección.

- No se localizará en zonas de escorrentías, arroyos o ríos incluyendo en esta restricción el Dominio Público Hidráulico.

Teniendo en cuenta estas limitaciones y dado que la mayor parte de la actuación discurre por zona urbana, se prevé necesario la instalación de más de un parque de maquinaria repartidos a lo largo de la actuación y preferentemente localizados en las superficies afectadas por la propia obra.

Por todo esto, el parque de maquinaria habrá de impermeabilizarse y acondicionarse para evitar una contaminación del sistema hidrológico superficial y subterráneo, de la siguiente manera:

- Impermeabilización con una geomembrana impermeable de 0,85 mm que cubra toda el área del parque. Sobre esta se extenderá una capa de zahorra artificial de 20 cm.
- Para delimitar correctamente la zona de ocupación del parque de maquinaria se instalará un bordillo en todo el perímetro.
- Sistema de recogida de aguas: las aguas serán recogidas por cunetas triangulares ubicadas en todo el perímetro del parque de maquinaria. Estas cunetas llevarán el agua hasta dos arquetas – sumidero que estarán conectadas por tubos de PVC a la balsa de decantación.
- Se instalará una balsa de decantación en el parque que será impermeabilizada con una geomembrana. La balsa tendrá 5 metros de lado y 1,5 metros de profundidad. El agua que salga de la balsa de decantación podrá ser vertida a los cursos de agua y barrancos, previa solicitud de permiso y siempre que no sea sobrepasado el valor establecido por la legislación vigente relativa a los vertidos. En caso de no ser así, deberá tratarse el agua por un sistema de coagulación y floculación antes del vertido.

Por otro lado, previo al inicio de las obras se tendrá que realizar un análisis de las aguas de los cauces más próximos a las obras, para obtener los valores de referencia de la calidad que presentan los ríos y cauces.

#### Protección de vegetación.

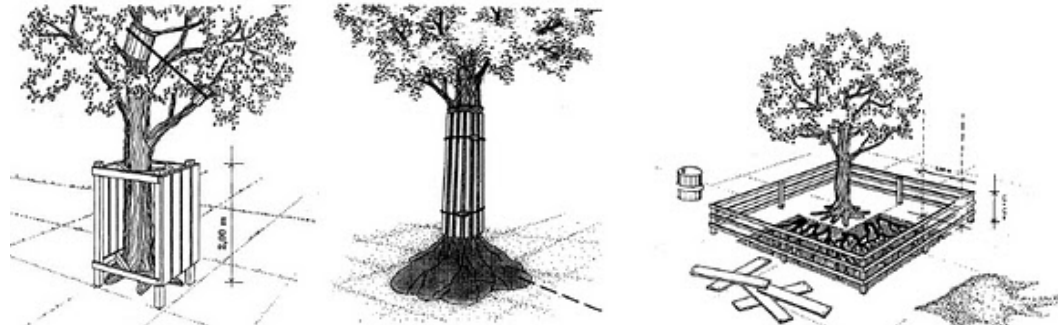
Toda aquella actuación que requiera la tala o desbroce de la totalidad o parte de cualquier ejemplar arbóreo o arbustivo, será necesario solicitar permiso a la administración competente en esta materia, indicando las características de la actuación, así como las razones que obligan a adoptar esta alternativa y no otra. Se añadirán específicamente las medidas correctoras ideadas para corregir el impacto ocasionado por la actuación.

Una vez formulada la solicitud se estará a lo que dispuesto por la contestación por la administración pertinente, en las condiciones impuestas por ésta.

- Cuando se realizan obras junto a ejemplar arbóreo es necesario proceder a delimitar “in situ” el área de protección de los ejemplares afectados, que incluirá completamente el árbol, de la raíz a las puntas, por personal debidamente cualificado. Como protección previa al comienzo de las obras, se procederá a la instalación de un vallado sólido e impenetrable, en dicha área. Su interior,



no podrá utilizarse como almacén o depósito de ningún tipo de material, protegerá del paso de maquinaria, de las compactaciones e impermeabilizaciones del suelo, de la apertura de zanjas, de las elevaciones o rebajes del nivel del suelo, etc., ya que estas actuaciones modificarían las condiciones del medio en las que se han desarrollado provocando la muerte de las raíces y condicionando gravemente la salud y seguridad del ejemplar. Esta protección se llevará a cabo a través de tablas de manera como se muestra en las figuras siguientes:



#### Protección arqueológica

Una vez identificadas las áreas de riesgo arqueológico y su gradación, y a falta de saber las conclusiones del análisis a realizar sobre los materiales obtenidos en los sondeos geotécnicos a ejecutar en fase de redacción del proyecto de construcción, se plantean los siguientes trabajos arqueológicos futuros a desarrollar.

- Campaña de excavaciones arqueológicas en las zonas de mayor incidencia de la obra en el Conjunto Histórico, así como la realización de sondeos arqueológicos de 5 x 5 m ubicados en todos aquellos puntos de escasa documentación o nivel de riesgo arqueológico alto. La profundidad de los mismos tenderá a agotar la estratigrafía arqueológica, es decir, alcanzar los rellenos de origen natural o pre-antrópico, a fin de tener una lectura de la secuencia de ocupación humana y sus características. No obstante, la profundidad de excavación estará condicionada por la aparición del freático, que en muchas áreas de la ciudad se sitúa a una cota más elevada que los niveles arqueológicos más antiguos.
- Elaboración de un programa de los trabajos de investigación arqueológica que se deben tener previstos en la fase de obras.
- Elaboración de propuestas de amortiguación del impacto de la obra nueva. Con ello se plantean medidas correctoras, a fin de evitar, en la medida de lo posible, riesgos de destrucción innecesarios o complicaciones presupuestarias y de tiempo en la ejecución de las obras.

A continuación se desglosan las alternativas de trazado de la Línea 2 de Metro especificándose el nivel de riesgo arqueológico posible; para, seguidamente, plantear propuestas actuación.

#### **TRAMOS 1 A 4:**

El hecho de que sea una opción profunda evita la realización de lesivos tratamientos de consolidación del subsuelo. La afección al patrimonio arqueológico se concentraría únicamente en los pozos de extracción, emergencia y bombeo, así como en las estaciones:

#### ESTACIÓN TORRETRIANA

- Nivel de riesgo arqueológico: 6.2.
- Propuestas de actuaciones futuras:
  - Análisis de las características geomorfológicas y arqueológicas que se puedan obtener de sondeos geotécnicos.
  - Realización de un sondeo arqueológico de 5 x 5 m a ubicar en el lugar que sea más óptimo desde el punto de vista de no afección a los servicios e instalaciones urbanas. La escasa riqueza arqueológica de la zona permitirá que la ejecución del corte se realice por medios mecánicos, siempre y cuando no se detecten restos arqueológicos, procediéndose en ese caso a la excavación manual.
  - Control arqueológico de los movimientos de tierra en fase de obras.

#### ESTACIÓN PLAZA DE ARMAS.

- Nivel de riesgo arqueológico: 5.1.
- Propuestas de actuaciones futuras:
  - Análisis de las características geomorfológicas y arqueológicas que se puedan obtener de sondeos geotécnicos.
  - Realización de un sondeo arqueológico de 5 x 5 m a ubicar en el lugar que sea más óptimo desde el punto de vista de no afección a los servicios e instalaciones urbanas. La escasa riqueza arqueológica de la zona permitirá que la ejecución del corte se realice por medios mecánicos, siempre y cuando no se detecten restos arqueológicos, procediéndose en ese caso a la excavación manual.
  - Control arqueológico de los movimientos de tierra en fase de obras.

#### ESTACIÓN PLAZA DEL DUQUE.

- Nivel de riesgo arqueológico: 3.1.
- Propuestas de actuaciones futuras:

- Análisis de las características geomorfológicas y arqueológicas que se puedan obtener de sondeos geotécnicos.
- Excavación extensiva adaptada al área de obra para la ejecución de la futura estación. En esta zona se debe plantear conjugar obra y conservación patrimonial, con la elaboración de un programa de integración arqueológica si fuera pertinente.

#### ESTACIÓN PLAZA DE LA ENCARNACIÓN Y ESTACIÓN PLAZA DEL CRISTO DE BURGOS.

- Nivel de riesgo arqueológico: 2.1.
- Propuestas de actuaciones futuras:
  - Análisis de las características geomorfológicas y arqueológicas que se puedan obtener de sondeos geotécnicos.
  - Excavación extensiva adaptada al área de obra para la ejecución de la futura estación. En esta zona se debe plantear conjugar obra y conservación patrimonial, con la elaboración de un programa de integración arqueológica si fuera pertinente.

#### ESTACIÓN JOSÉ LAGUILLO.

- Nivel de riesgo arqueológico: 4.1.
- Propuestas de actuaciones futuras:
  - Análisis de las características geomorfológicas y arqueológicas que se puedan obtener de sondeos geotécnicos.
  - Excavación extensiva adaptada al área de obra para la ejecución de la futura estación. En esta zona se debe plantear conjugar obra y conservación patrimonial, con la elaboración de un programa de integración arqueológica si fuera pertinente.

#### ESTACIÓN JOSÉ LAGUILLO Y ESTACIÓN SANTA JUSTA.

- Nivel de riesgo arqueológico: 6.2.
- Propuestas de actuaciones futuras:
  - Análisis de las características geomorfológicas y arqueológicas que se puedan obtener de sondeos geotécnicos.
  - Realización de un sondeo arqueológico de 5 x 5 m a ubicar en el lugar que sea más óptimo desde el punto de vista de no afección a los servicios e instalaciones urbanas. La escasa riqueza arqueológica de la zona permitirá que la ejecución del corte se realice por medios mecánicos, siempre y cuando no se detecten restos arqueológicos, procediéndose en ese caso a la excavación manual.

- Control arqueológico de los movimientos de tierra en fase de obras.

#### **TRAMO 4 DESDE ESTACIÓN SANTA JUSTA**

- Nivel de riesgo arqueológico: 6.2.
- Propuestas de actuaciones futuras:
  - Análisis de las características geomorfológicas y arqueológicas que se puedan obtener de sondeos geotécnicos.
  - Realización de 2 sondeos arqueológicos de 5 x 5 m a ubicar en el lugar que sea más óptimo desde el punto de vista de no afección a los servicios e instalaciones urbanas. La escasa riqueza arqueológica de la zona permitirá que la ejecución del corte se realice por medios mecánicos, siempre y cuando no se detecten restos arqueológicos, procediéndose en ese caso a la excavación manual.
  - Control arqueológico de los movimientos de tierra en fase de obras.

#### **Tramos 4 Al 7.**

*PK 4+700/9+250.*

- Nivel de riesgo arqueológico: 6.3. Aunque no tiene yacimientos arqueológicos catalogados, son zonas susceptibles de ocupación desde época antigua.
- Propuestas de actuaciones futuras:
  - Análisis de las características geomorfológicas y arqueológicas que se puedan obtener de sondeos geotécnicos.
  - Control arqueológico de los movimientos de tierra en fase de obras.

*PK 9+250/9+840.*

- Nivel de riesgo arqueológico: 6.2. Su proximidad al yacimiento Parque Infanta Elena eleva levemente su potencial arqueológico.
- Propuestas de actuaciones futuras:
  - Análisis de las características geomorfológicas y arqueológicas que se puedan obtener de sondeos geotécnicos.
  - Control arqueológico de los movimientos de tierra en fase de obras.

### ALTERNATIVA 7.3.

PK 10+500/13+746.

- Nivel de riesgo arqueológico: 6.3. Aunque no tiene yacimientos arqueológicos catalogados, son zonas susceptibles de ocupación desde época antigua.
- Propuestas de actuaciones futuras:
  - Análisis de las características geomorfológicas y arqueológicas que se puedan obtener de sondeos geotécnicos.
  - Control arqueológico de los movimientos de tierra en fase de obras.

### ALTERNATIVA 7.4.

PK 10+500/14+233.

- Nivel de riesgo arqueológico: 6.3. Aunque no tiene yacimientos arqueológicos catalogados, son zonas susceptibles de ocupación desde época antigua.
- Propuestas de actuaciones futuras:
  - Análisis de las características geomorfológicas y arqueológicas que se puedan obtener de sondeos geotécnicos.
  - Control arqueológico de los movimientos de tierra en fase de obras.

ALTERNATIVAS		NIVEL RIESGO ARQUEOLÓGICO	PROPUESTA ACTUACIONES FUTURAS
Nº ALTERNATIVA	ESTACIÓN/PTO KILOMÉTRICO		
1.2	Torretriana	6.2	Análisis caract geomorf y arqueológ Sondeo arqueológ de 5x5 m Control arqueológ movimiento tierras
TODAS	Plaza de Armas	5.1	Análisis caract geomorf y arqueológ Sondeo arqueológ de 5x5 m Control arqueológ movimiento tierras
	Plaza la Concordia	Nulo	No son necesarias
	Plaza del Duque	3.1	Análisis características geomorfológicas y arqueológicas que se puedan obtener de sondeos geotécnicos. Excavación extensiva adaptada al área de obra con la elaboración de un programa de integración arqueológica
	Plaza Encarnación	2.1	Análisis características geomorfológicas y arqueológicas que se puedan obtener de sondeos geotécnicos. Excavación extensiva adaptada al área de obra con la elaboración de un programa de integración arqueológica
	Plaza Cristo de Burgos		
	Plaza Ponce de León	3.1	Análisis características geomorfológicas y arqueológicas que se puedan obtener de sondeos geotécnicos. Excavación extensiva adaptada al área de obra con la elaboración de un programa de integración arqueológica
	José Laguillo/Mª Auxiliadora	4.1	Análisis caract geomorf y arqueológ Excavación extensiva adaptada al área de obra con la elaboración de un programa de integración arqueológica
	José Laguillo	6.2	Análisis caract geomorf y arqueológ Sondeo arqueológ de 5x5 m
	Santa Justa		
Tramo 4 desde Santa Justa		6.2	Análisis caract geomorf y arqueológ 2 Sondeos arqueológ de 5x5 m Control arqueológ movimiento tierras
Tramos del 4 al 7	PK 4+700/9+250.	6.3	Análisis caract geomorf y arqueológ Control arqueológ movimiento tierras
	PK 9+250/9+840.	6.2	Análisis caract geomorf y arqueológ Control arqueológ movimiento tierras
ALTERNATIVA 7.3	PK 10+500/13+746		Análisis características geomorfológicas y arqueológicas que se puedan obtener de sondeos geotécnicos.
ALTERNATIVA 7.4	PK 10+500/14+233.		Control arqueológ movimiento tierras

## 5.2.2. Medidas durante la Fase de Obra.

### Atmósfera

#### Contaminación atmosférica por emisión de ruidos:

Como medida general se plantea una rebaja del ruido producido por el funcionamiento de la maquinaria durante la fase de construcción a través del mantenimiento regular de la misma. Los niveles sonoros habituales en la ejecución de actividades constructivas son:

Compresor móvil	82 dB
Martillo neumático al aire libre	94 dB
Martillo perforador	110 dB
Equipo para hincar pilotes (a 15 m de distancia)	82 dB
Camiones	80 dB
Grúas automóbiles	90 dB
Mototraillas	105 dB
Cargadoras de cadenas	95-100 dB
Cargadores de neumáticos	84-90 dB
Tractores de cadenas	100 dB

Por lo tanto las medidas a adoptar son:

- Control de la documentación de la Inspección Técnica del vehículo para la comprobación de la aptitud del mismo y su buen estado técnico, especialmente en lo referido a la emisión de ruidos y vibraciones.
- Los requisitos de las máquinas puestas en servicio: marcado CE, indicación del nivel de potencia acústica (Directiva Máquina, Directiva 2001/63/CE).

#### Contaminación atmosférica por levantamiento de polvo:

El movimiento de los vehículos y en general, las actuaciones básicas de las obras como movimiento de tierras, provocan el levantamiento de polvo, lo cual supone un efecto negativo tanto para el hombre como la fauna y la vegetación. Frente a ello se propone las siguientes medidas:

- Para evitar en la medida de lo posible la emisión de polvo durante el transporte de materiales por los camiones se procederá al cubrimiento de la cubeta del camión con una lona.

- Se procederá al riego de las zonas transitadas por los camiones para evitar la emisión de polvo atendiendo a las siguientes premisas:
  - El riego será realizado durante el periodo estival.
  - Cuando se observe altos niveles de partículas en suspensión o en épocas de sequedad, la Dirección de Obra podrá cambiar los riegos dentro de las mediciones establecidas en este estudio.
  - Los riegos se realizarán a media mañana, a última hora de la mañana, y después a primera de la tarde y a última de la tarde.
  - Los riegos se realizarán mediante un camión cisterna o cuba que reparta el agua de forma regular por la zona transitada por los camiones de la obra.
  - En caso de que el agua sea tomada de algún curso fluvial de la zona será necesario solicitarlo al Distrito Hidrográfico del Guadalquivir
  - En periodos de escasez de agua pueden emplearse estabilizadores químicos como agentes humificantes o sales higroscópicas (mezclas de ClNa y ClCa) que retienen vapor de agua atmosférico, o agentes creadores de costras superficiales, como redes acrílicas, polímeros sintéticos y otros, que alcanzan una eficacia próxima al 100% en el control de emisiones de polvo.
- Control de emisión de partículas sólidas en suspensión. Las actividades que causan partículas que quedarán en suspensión en la atmósfera están reguladas por el Decreto 833/1975, de 6 de febrero que desarrolla la Ley 38/1972 de Protección del Ambiente Atmosférico. Este decreto indica los niveles de emisión de contaminantes a la atmósfera para las principales actividades industriales potencialmente contaminadoras de la atmósfera en su Anexo IV, siendo las permitidas para la ejecución de la obra las recogidas en el plan de vigilancia ambiental.
- Se dispondrá de trampas lava ruedas que eliminen las partículas que queden adheridas a éstas como piedras.



Ejemplo trampa lava ruedas



### Contaminación atmosférica por emisión de gases:

La emisión de gases por parte de la maquinaria a la atmósfera es un impacto que afecta tanto a los seres vivos como al medio inerte, y puede afectar tanto a escala global (macroecológica) como local (microecológica).

- Para minimizar dicha contaminación, las emisiones deberán estar siempre dentro de los niveles permitidos por la legislación. Para ello se poseerá el certificado técnico en ITV de cada uno de los vehículos.
- Las revisiones de la maquinaria habrán de realizarse en taller especializado para el caso, evitando cualquier control dentro de la zona de obra.
- La emisión gaseosa producida por la combustión de hidrocarburos se controlará mediante la anotación en el registro de entrada a la obra de la matrícula y toda la documentación de la Inspección Técnica del vehículo para la comprobación de la aptitud del mismo y su buen estado técnico, especialmente en lo referido a la emisión de gases.
- Cuando no sea necesario utilizar los vehículos durante un período superior o igual a un día serán estacionados en el parque de maquinaria.
- Características de los vehículos a motor: homologaciones en lo referente a niveles sonoros de emisión admisibles. Los vehículos a usar en obra estén homologados al respecto.

### Contaminación lumínica

Para la iluminación de las distintas zonas de obra en superficie tales como: pozos de ataque, ventilación y salida de emergencia; tramos de la vía ejecutados en pantalla, rampa y superficie, así como, zonas destinadas para las instalaciones auxiliares, se utilizarán iluminarías destinadas a la vigilancia y la seguridad nocturna.

Las emisiones luminosas hacia el cielo en instalaciones de alumbrado exterior se limitarán según la zona, encontrándose todas las instalaciones en la zona E2 “Áreas de brillo o luminosidad baja” según el Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07, siendo el valor límite del flujo hemisférico superior instalado para esta zona del 5%, debiendo cumplir la instalación de las luminarias los siguientes requisitos:

- Se iluminará solamente la superficie que se quiere dotar de alumbrado.
- Los niveles de iluminación no deberán superar los valores máximos establecidos en la ITC-AE-02.
- El factor de utilización y el factor de mantenimiento de la instalación satisfarán los valores mínimos establecidos en la ITC-EA-04.

Para evitar la emisión de flujos luminosos con intensidades, direcciones o rangos espectrales innecesarios se utilizarán las medidas impuestas por el Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07. Según se indica en la ITC-EA-01:

- Se iluminará únicamente la superficie que se quiere dotar de alumbrado.
- Se instalarán lámparas de elevada eficacia luminosa compatible con los requisitos cromáticos de la instalación y con valores no inferiores a los establecidos en la ITC-EA-04: 40lum/W, para alumbrados de vigilancia y seguridad nocturna.
- Se utilizarán luminarias y proyectores de rendimiento luminoso elevado según la ITC-EA-04.
- El equipo auxiliar será de pérdidas mínimas, dándose cumplimiento a los valores de potencia máxima del conjunto lámpara y equipo auxiliar, fijados en la ITC-EA-04.
- El factor de utilización de la instalación será el más elevado posible según el la ITCEA -04.
- El factor de mantenimiento de la instalación será el mayor alcanzable, según la ITC-EA-06.
- Los valores referencia de los niveles de luminancia media vertical en la fachada del edificio y horizontal en las inmediaciones del mismo, en función de la reflectancia o factor de reflexión p de la fachada, según la ITC-EA-02, son las siguientes:

Factor de reflexión fachada del edificio	Luminancia Media Em (lux)	
	Vertical en fachada	Horizontal en inmediaciones
Muy clara $p=0,60$	1	1
Normal $p=0,30$	2	2
Oscura $p=0,15$	4	2
Muy oscura $p=0,075$	8	4

Los niveles de la tabla son lo valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado. La iluminancia media vertical solo se considerará hasta una altura de 4 m desde el suelo.

En estas áreas los niveles de referencia medios de iluminancia serán los siguientes:

- Áreas de riesgo normal: 5 lux.
- Áreas de riesgo elevado: 20 lux.

- Áreas de alto riesgo: 50 lux.

La iluminación de las instalaciones corresponde a partidas presupuestarias de la obra civil, y no de las medidas correctoras. Desde este apartado se establecen únicamente las características técnicas que deben presentar las luminarias proyectadas en base a la legislación, características que cumple la iluminación diseñada en proyecto.

### **Geología y geomorfología**

Los mayores impactos sobre la geomorfología y geología serán aquellos que impliquen movimientos de materiales, se forma que se produzca la extracción de los mismos en unos puntos y la deposición en otros distintos. De esta forma se remueven los materiales geológicos y se alteran las formas del terreno.

Para evitar en la medida de lo posible esta circunstancia, la situación ideal es que todo el volumen de material excavado en obra sea reutilizado en otro punto dentro de la propia obra.

La obra de la Línea 2 del Metro de Sevilla se caracteriza por ser principalmente excedentaria en materiales para los 6 primeros tramos de todas las alternativas, por realizarse gran parte de su recorrido de forma subterránea, con tuneladora o en pantallas. El último tramo de metro, que discurre en superficie, lo hace en parte por zona urbana y en parte por terrenos agrícolas, presentando ambos una orografía muy llana, por tanto la construcción de la plataforma no va a generar movimientos de tierra elevados originándose tan sólo terraplenes de pequeña envergadura. Por último, hay que tener en cuenta que este tipo de obra requiere de un volumen muy elevado de hormigón para la realización de todo tipo de estructuras, pantallas, etc...para ello será necesario

La totalidad o casi totalidad de las tierras obtenidas como consecuencia de la extracción de material para los tramos de metro que discurren en subterráneo, tendrán que ser llevados a vertederos ya que por las características que presentan no pueden ser reutilizados en la propia obra. Por el contrario la necesidad de material obtenido de canteras será mínimo. Así, surge dos problemas medioambientales, por un lado la extracción de materiales, aunque en este caso será mínima y por otro el vertido de los excedentes.

Los vertederos tendrán que ser autorizados por la Consejería de Medio Ambiente con Proyectos de restauración Paisajística en vigor. La única excepción será el caso en que una zona se encuentre actualmente degradada por alguna actividad de gran impacto y no haya sido restaurada en cuyo caso el contratista de la obra civil deberá proceder a la restauración de este espacio degradado supervisado por la Asistencia Medioambiental de la Dirección de Obra. Para la realización del vertido en un vertedero no autorizado será necesaria la autorización por parte de la Consejería de Medio Ambiente. Para ello será necesario la emisión de un informe en el que se recogerá las características básicas del vertido así como los motivos de la realización del vertido. La solicitud deberá recoger los siguientes puntos:

- Necesidades de la movilización.
- Características ecológicas de la zona receptora de vertido.

- Características físicas y químicas del material a movilizar.
- Volumen a movilizar.
- Capacidad estimada del lugar de vertido en condiciones estables.
- Características de las posibles actuaciones de restauración que, a iniciativa propia, pudieran adoptarse.
- Reportaje fotográfico de la zona de vertidos

Si la actuación es autorizada por la Consejería de Medio Ambiente será llevada a cabo por el contratista bajo la vigilancia de la Asesoría Medioambiental de la Dirección de Obra que será la encargada de realizar el Programa de Vigilancia Ambiental.

En cuanto a canteras, todas ellas deberán estar autorizadas por lo que deberán poseer de un proyecto de explotación en el que se recojan las medidas correctoras de los impactos que se produzcan como consecuencia de su explotación. Es por ello que aquí no se recogen medidas correctoras para estas explotaciones como consecuencia de la construcción del metro.

En el caso de que se tenga que utilizar una cantera que no esté autorizada, será necesario la restauración de las previsibles afecciones que se causen como consecuencia de la realización del préstamo. Así será necesaria la restauración paisajística de la zona previa solicitud de autorización en la que se recoja lo siguiente:

- Necesidades de la extracción.
- Características ecológicas de la zona elegida.
- Características físicas y químicas del material a movilizar.
- Volumen a movilizar.
- Capacidad estimada de producción del lugar de extracción.
- Características básicas de la restauración del frente de extracción posterior a la actividad extractiva: especies, marcos de plantación, diseño y ubicación, mantenimiento, planos y presupuesto.
- Reportaje fotográfico de la zona que será el futuro frente de extracción.
- Los costes de este tipo de actuaciones serán íntegramente asumidos por el contratista de la obra civil.

## Hidrología e hidrogeología

La afección de los cauces existentes en las inmediaciones y a los acuíferos se debe al posible derrame de productos contaminantes tales como cambios de aceites, materiales de obra, etc.

Se proponen las siguientes medidas con carácter general:

- El parque de maquinaria a ubicar, se preverá en lugar donde no exista en las cercanías de alguna vía de agua, o que intercepten elementos importantes de la red de drenaje superficial, debido al posible riesgo de contaminación, afección a la morfología fluvial y calidad de las aguas.
- Con el fin de evitar la intrusión de contaminantes en las capas freáticas subyacentes, los vertidos procedentes de las labores de mantenimiento de la maquinaria serán recogidos y tratados convenientemente para ser enviados a los centros de tratamiento autorizados, acondicionándose una zona impermeabilizada para los cambios de aceite (parque de maquinaria).
- Se prohíbe el tránsito de maquinaria y la realización de acopios en las proximidades de los cauces, por lo que se balizarán los tramos de cauces susceptibles de sufrir este tipo de afección por su cercanía a las obras.
- Todo elemento que se vea contaminado deberá ser restaurado. En caso de urgencia se podrán realizar trabajos de protección de los márgenes de los cauces, siendo responsable de los daños derivados los propietarios de las obras.

### Análisis de las aguas de los cauces y balsa de decantación

Esta medida se realiza para asegurar que la calidad de las aguas no se ve empeorada durante el transcurso de las obras. De esta forma, y al igual que en la fase previa al comienzo de la obra se realizarán una serie de muestreos en los cauces más próximos, donde se controlarán los niveles de DBO5, DQO, pH y nivel de la turbidez de las aguas.

Para asegurar el correcto control en fase de proyecto de construcción se analizará el número de muestras de análisis de aguas necesarios para el correcto control de la de la composición química de la balsa de decantación de los cauces donde finalmente sean vertidas estas aguas.

En caso de superarse los niveles establecidos en la legislación vigente, se paralizarán las obras y se eliminará el foco que produce dicha contaminación. Previo a la reanudación de las obras se realizará un nuevo análisis del parámetro o parámetros superados, para verificar que realmente se puede continuar con los trabajos.

De igual manera, se tendrán que realizar análisis en la balsa de decantación previo a su vertido al cauce. Los parámetros a analizar serán los mismos que en el caso anterior más aceite, grasas y metales pesados.

En caso de superarse los niveles establecidos en la ley, se realizará un tratamiento de las aguas de la balsa de decantación hasta conseguir reducir dichos niveles a lo permitido.

## Suelos

El decapaje, la retirada de la capa de suelo superficial correspondiente a las raíces y material orgánica en su mayor parte, o a materiales finos cuando la vegetación escasea, es importante de cara al abastecimiento de la misma por parte del contratista de la Integración Paisajística. La retirada de la capa de tierra vegetal se realizará en las zonas a ocupar por la plataforma del metro y por las instalaciones auxiliares que se encuentren en terreno natural (fuera de zonas urbanizadas).

Su gran ventaja respecto a otras tierras adquiridas en el mercado es la existencia de nutrientes y un banco de semillas autóctono conveniente para impulsar y apoyar el sostenimiento y crecimiento de las unidades de restauración.

Los tramos que discurren sobre terrenos naturales que van a poseer tierra vegetal son los siguientes:

ALTERNATIVAS	TRAMO	P.K. INICIO – P.K. FIN
1PO	7.3	12+460 – 13+570,25
1PE	7.4	12+680 – 14+093,54
2PO	7.3	12+460 – 13+570,25
2PE	7.4	12+680 – 14+093,54
1SO	7.3	12+460 – 13+570,25
1SE	7.4	12+680 – 14+093,54
2SO	7.3	12+460 – 13+570,25
2SE	7.4	12+680 – 14+093,54

Para la correcta conservación de suelos es conveniente seguir los siguientes pasos:

- Se podrá manipular la tierra cuando su contenido en humedad sea menor del 60%.
- Aunque el grosor del primer horizonte sea superior, el decapaje se hará en los primeros 20 cm.
- El volumen de tierra vegetal que se va a acopiar será el total del volumen decapado.
- Los acopios no superarán los 2 metros de altura y no serán manejados una vez establecidos. La ubicación de estos acopios se entenderá definitiva hasta su extensión de nuevo en los tajos.

- La tierra vegetal se acopiara en bandas paralelas a la infraestructura.
- Los acopios de tierra vegetal serán convenientemente balizados para evitar ser mezclada con otros materiales y tierras de la propia obra.
- Se evitará absolutamente, salvo modificaciones en el proyecto o situaciones de emergencia, el paso de maquinaria sobre los acopios en los que se almacenará esta capa de suelo vegetal. Esto evitará la compactación del mismo.

El extendido de la tierra vegetal se llevará a cabo sobre las superficies neoformadas (taludes) en el final de la alternativa seleccionada.

Se tendrán en cuenta las siguientes especificaciones:

- El extendido de la tierra vegetal será llevado a cabo por el contratista de la obra civil.
- Antes del extendido de la tierra vegetal se realizará un aporte de materia orgánica así como abonado de fondo con compost.
- La capa de tierra vegetal que se extenderá sobre los taludes de las instalaciones tendrá un espesor máximo de 0,20 m.

### **Vegetación**

La vegetación que se ve afectada corresponde en su mayoría a especies arbóreas y arbustivas localizado en alcorques, bulevares y jardines de la propia ciudad de Sevilla. Tan sólo, al final de la actuación se atraviesan una zona agrícola dedicado principalmente al aprovechamiento de cultivos herbáceos.

Las medidas correctoras a tomar, una vez se reciba la pertinente autorización de tala y corte serán las siguientes:

- Si es necesaria la realización de podas para la ejecución de las obras según informe el contratista, una vez realizadas éstas se procederá al tratamiento con productos fitosanitarios que eviten la invasión de hongos, nematodos o insectos en el tronco y en el sistema vascular de los individuos tratados.
- Las podas han de ser supervisadas por la Asistencia Ambiental de la Dirección de Obra que elegirá las ramas a cortar así como las herramientas utilizadas y el modo de la poda.
- Queda totalmente prohibido la realización de fuegos para la eliminación de los residuos generados por las podas, durante la época estival o con carencia de precipitaciones.
- Queda prohibida la realización de acopios sobre especies vegetales de interés.

- Transplante de las especies arbóreas de interés afectadas. El número de pies arbóreos, aproximado, que se verá afectado directamente por la actuación, deberá ser analizado en fase de proyecto de construcción:

Esta actividad consiste en trasladar un ejemplar, arbóreo o arbustivo, del lugar donde esta enraizado y plantarlo en otra ubicación.

Las actividades del transplante se realizaran, preferiblemente, en invierno, durante el periodo de reposo vegetativo y especialmente al final, antes de la brotación primaveral, después de la caída de las hojas.

Para realizar los trasplantes mediante el sistema convencional se precisa de una retroexcavadora, preferentemente con un accesorio de apertura de zanjas con los perfiles lisos (sin dientes), una grúa móvil de gran tonelaje y maniobrabilidad, un camión trailer o una plataforma transportable y, opcionalmente, un camión cuba.

A continuación se detallan los pasos a seguir para el transplante de las especies.

Todo el proceso de transplante sigue lo establecido por las Normas Tecnológicas de Jardinería (NTJ) nº 8 E (Transplante de Grandes Ejemplares).

#### **1. Operaciones Pre-Transplante**

- Trabajos previos de planificación:
  - Se marcarán los ejemplares a trasplantar para evitar cualquier tipo de confusión. Aquellos pies que presenten un alto grado de plaga o enfermedad serán desechados y llevados a vertedero.
  - Definir los posibles recorridos y prever las posibles incidencias, obstáculos, accesos de la maquinaria de trabajo y localización de servicios.
  - Protección del ejemplar en los trabajos de construcción: antes del comienzo de cualquier trabajo que pueda afectar a los ejemplares a trasplantar, deberán ser protegidos.
- Tratamientos fitosanitarios y saneamientos:
  - En el caso de detectarse plagas o enfermedades que afecten a los ejemplares se utilizarán productos fitosanitarios.
  - Para preparar el ejemplar se restaurará, se realizará el saneamiento de la madera muerta y la sustentación de la estructura interna.
  - Se eliminarán las malas hierbas del cepellón.
- Equilibrio hídrico: el equilibrio hídrico entre la parte aérea y el sistema radical es un factor básico y se deberá actuar para mantenerlo. La pérdida de la capacidad de absorción producida por el corte



de las raíces en la formación del cepellón debe ser compensada. Las operaciones para compensar el desequilibrio hídrico son:

- Poda: el volumen de copa afectado por la poda será proporcional al volumen afectado por el corte del sistema radical, procurando mantener el máximo ramaje estructural y reduciendo el volumen de copa un 30% como máximo, y aplicando la técnica de poda correctamente. En concreto se realizará un terciado, es decir, se podarán las ramas terciarias.
- Se aplicarán compuestos cicatrizantes sobre las ramas podadas.
- Se preverá la recogida del ramaje y los restos de la poda.

## 2. Operaciones de Extracción

### • Dimensiones del cepellón:

- El diámetro del cepellón será 2-3 veces el perímetro del tronco medido a 1 m de altura del terreno, y 1-2 veces en altura, excepto en grandes ejemplares y casos especiales. En el siguiente cuadro se muestran las proporciones aproximadas entre perímetro del ejemplar, diámetro del cepellón, altura del cepellón y peso del ejemplar:

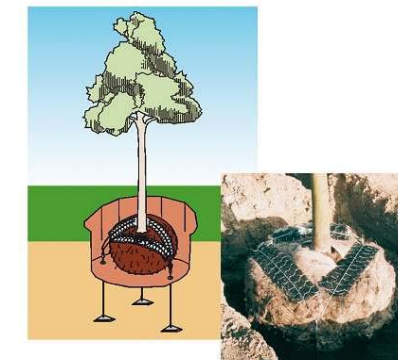
PERIMETRO EJEMPLAR (cm)	DIAMETRO CEPELLÓN (m)	ALTURA CEPELLÓN (m)	PESO EJEMPLAR (t)
30	0,75	0,50	2,5
40	1,00	0,60	3,3
50	1,25	0,75	3,9
60	1,50	0,90	4,6
70	1,75	1,05	5,9
80	2,00	1,20	7,6
90	2,25	1,35	9,3
100	2,50	1,50	11,0

- Una vez determinadas las dimensiones del cepellón, se calculara el tonelaje del ejemplar con cepellón para prever la maquinaria necesaria.

### • Repicado de ejemplares:

- Se abrirán cuidadosamente zanjas de 25-40 cm de anchura a 30-75 cm de profundidad, variables según la especie y las características del suelo, en la parte interior de la distancia prevista de acuerdo con el apartado anterior para conformar el cepellón definitivo.

- Las zanjas se abrirán con medios mecánicos.
- Para formar el cepellón inicial se excavará algunos centímetros más y se perfilará manualmente el cepellón definitivo. Las raíces que salgan del cepellón se eliminarán con cortes correctos.
- Durante todo el tiempo que duren las operaciones de trasplante se asegurará que el cepellón esta húmedo.
- Habrá que considerarse la necesidad de estabilizar el ejemplar durante el tiempo que dura el proceso de repicado y prevenir el efecto adverso de los vientos fuertes. Estas operaciones se realizaran con el uso de tutores y anclajes.



Ejemplo de anclaje de ejemplares

### • Formación del cepellón definitivo:

- Estabilización previa del ejemplar: sujetar el ejemplar con eslingas acolchadas especiales para árboles.



Ejemplo de eslinga para árboles

- Apertura de las zanjas: profundizar las zanjas abiertas en los repicados previos hasta llegar a la profundidad prevista del cepellón.

- Recubrimiento del cepellón: recubrir la parte superior y lateral del cepellón con tela metálica de diferente grosor y capas, dejando un faldón que se sujetara en la base del mismo. poner una tela arpillera y atarlo con cuerdas.



Ejemplos de tela metálica y tela arpillera para cepellón

- Orientación del ejemplar: marcar la cara norte del ejemplar para respetar la orientación original en el emplazamiento definitivo.
- Corte de las raíces basales: cortar las raíces por debajo del cepellón. Inclinar el ejemplar en la rampa preparada en un lateral del hoyo y proceder a realizar cortes correctos de la raíces.

- Extracción:

- El ejemplar será extraído con una grúa de gran tonelaje, alzado básicamente por el cepellón. En ningún caso se podrá extraer el ejemplar estirando solo desde los puntos embragados al tronco.
- Se podrán colocar cadenas alrededor del cepellón protegiendo su estructura con tablones de madera o similares.

### 3. Operaciones de Transporte y Depósito Temporal

- Transporte:

- Los ejemplares se ubicaran en posición casi horizontal en el vehículo.
- Se evitará al máximo proyecciones fuera del vehículo.
- Se inmovilizarán para evitar desplazamientos, y con ellos, posibles heridas o roturas.
- En transportes largos, la caja del vehículo estará cubierta.
- El tronco y las ramas principales se vendarán con yute o similares, especialmente en árboles de madera blanda. Se vendará desde la base del tronco, subiendo en espiral y superponiendo en cada vuelta.
- El ramaje se ligará con telas para evitar movimientos.

- Si los ejemplares presentan hojas, se colocarán telas de protección para minimizar la transpiración excesiva.
- Se protegerá la base del cepellón.

- Depósito temporal:

- El depósito temporal se realizará en un lugar donde los ejemplares estén protegidos de posibles daños y de donde no se tengan que mover.
- Para el depósito temporal se abrirá una zanja de 2 m de ancho y 100 cm de profundidad como mínimo.
- Antes de meter el árbol la zanja se regará. Una vez finalizado este riego se introducirá el árbol, se rellenará la zanja con la tierra que se ha extraído previamente y se regará de nuevo.
- En el periodo de duración de depósito temporal se realizará un riego al mes de todos los ejemplares a razón de 50 l por ejemplar. Se estima un total de 5 riegos en periodo estival.
- La zona de depósito temporal se balizará para evitar el paso de maquinaria y el acopio de materiales.

### 4. Operaciones de Plantación

La plantación de las especies se realizará siguiendo su ubicación original. En la zona de acopio temporal se comprobará el estado de los ejemplares. Aquellos que presenten un alto grado de plaga o enfermedad serán desechados y llevados a vertedero.

A continuación se procederá a la apertura de la zanja de depósito temporal, comprobándose el estado del cepellón. La extracción del ejemplar se realizará conforme a lo establecido en el apartado de operaciones de extracción.

El transporte a la zona de ubicación definitiva se realizara conforme a lo establecido para el efecto en el apartado de transporte y depósito temporal.

Las operaciones a seguir para la plantación son las siguientes:

- Apertura del hoyo de plantación: el hoyo de plantación deberá ser 50-80 cm más grande que el cepellón.
- Los suelos compactados se subsolarán alrededor del hoyo de plantación.
- La tierra extraída se apilará para ser reutilizada posteriormente en el tapado del hoyo.
- Se evitará todo movimiento innecesario del árbol para prevenir roturas de raíces del cepellón.

- Antes de descargar o mover un ejemplar de un depósito temporal, se comprobarán las dimensiones del cepellón en relación con las del hoyo de plantación, y si es necesario, se ajustará el tamaño y la forma del hoyo de plantación.
- Se dará forma a la base del hoyo de plantación para facilitar la colocación y la orientación del ejemplar, la cual coincidirá con la que tenía originalmente y deberá ser lo más verticalizada posible.
- Una vez colocado el ejemplar la superficie del cepellón no quedará ni por debajo ni por encima del suelo circundante.
- Se sacarán las protecciones del cepellón y posteriormente, se procederá al relleno del hoyo por capas con una compactación ligera, suficiente para asegurar que no queden bolsas de aire.
- Las paredes del hoyo de plantación se rascarán para favorecer la penetración de las raíces. Se preparará una zanja de enraizamiento de 40-70 cm de profundidad y 25-40 cm de anchura y un recubrimiento de unos 10 cm de tierra de jardinería de textura arenosa alrededor del cepellón en el hoyo de plantación.
- Se conformará una poza de riego con un caballón de 30-40 cm de altura y 50-80 cm más ancha que el hoyo de plantación.
- El ejemplar se regará abundantemente, 50 l, asegurando que se empape el cepellón entero y que salgan rápidamente las bolsas de aire.
- En el caso de que sea necesario, se colocarán tutores y anclajes para fijar el ejemplar trasplantado al hoyo de plantación, evitando así movimientos y rotaciones.
- Acolchado (mulch): los materiales utilizados serán orgánicos y granulares. No se pueden colocar materiales que restrinjan el movimiento del agua o aire a la zona radical. Se aconseja extender una capa de acolchado de 6-12 cm dentro de la poza de riego, especialmente en aquellos individuos procedentes de zonas sombrías. El acolchado se extenderá sin cubrir el cuello del árbol y después de haber regado.
- Protección del ejemplar: los ejemplares trasplantados recientemente serán protegidos del acceso continuado de personas y maquinaria, así como de aquellas actividades que puedan poner en peligro su supervivencia.

##### 5. Operaciones de Mantenimiento

- Las malas hierbas que crezcan dentro de la poza se eliminarán preferentemente con una escarda manual.

- Riego: el riego es la clave para la supervivencia de los ejemplares recién trasplantados. Habrá de ponerse especial atención en zonas de baja pluviometría y en los meses de verano. Se realizarán 5 riegos en verano.
  - El riego se suministrará a baja presión.
  - Tanto la frecuencia como la dosis de riego varían con las condiciones climatológicas de la temporada, la especie, el tipo de suelo, el drenaje, la situación y la orientación. El siguiente cuadro muestra dosis orientativas de riego en ejemplares trasplantados, según las NTJ08E (Transplante de grandes ejemplares):

PERIMETRO TRONCO (cm)	DOSIS RIEGO (l)
30	300-400
40	350-450
50	400-500
60	500-600
70	600-700
80	700-800
90	800-900
100	900-1000

- Abonos: Durante la primera época de crecimiento después del trasplante no es recomendable hacer aportaciones de abono, y de realizarse, estas se harán con abonos de liberación lenta. Se realizara 1 abonado en época primaveral aportando 50 gramos de abono inorgánico triple quince (N:P:K, 15:15:15) por unidad transplantada.
- Al año del transplante se realizará un podado terciario y un saneamiento que consistirá en eliminar las ramas rotas y fuertemente dañadas, dejando las heridas perfectamente lisas y saneadas.
- Los restos de la poda y el saneamiento serán recogidos y llevados a vertedero.
- Control y seguimiento: se debe hacer un control y un seguimiento periódico de la estabilidad del ejemplar. Se controlará cualquier movimiento del cepellón o de la base del ejemplar.
- De haberse colocado tutores, vientos y anclajes, estos se verificarán periódicamente y siempre después de los vientos fuertes y de las lluvias copiosas.

## **Fauna**

Para minimizar la afección a la fauna, la tala y corte de los individuos arbóreos de la ciudad se realizarán fuera de la época de cría y reproducción de las especies passeriformes, columbiformes y pequeñas rapaces. Esta época es en los meses de marzo a junio.

## **Paisaje**

Las obras quedarán siempre que se pueda, ocultas al resto de la ciudad para minimizar el impacto paisajístico sobre el entorno. La superficie de afección, será la estrictamente necesaria para afectar al menor número de individuos vegetales posible.

## **Patrimonio arqueológico**

Como mediada para el correcto aseguramiento de la integridad de aquellos restos arqueológicos que puedan aparecer durante el movimiento de tierras de la obra se disponen las siguientes medidas preventivas y correctoras:

- Control del movimiento de tierras por arqueólogo competente en aquellos puntos en los que se afecte a estratos con posibilidad de hallar restos arqueológicos. El arqueólogo podrá exigir que se utilice la maquinaria adecuada (retro con cazo de limpieza) para abrir la zanja en aquellos puntos más sensibles y detendrá la obra en aquellos puntos donde aparezcan restos con el objetivo de limpiarlos, documentarlos y evaluarlos. En función de la calidad y tipología de los posibles hallazgos, se pedirá la inspección de un técnico de Cultura con el fin de determinar las acciones a seguir.
- La realización de estas actividades arqueológicas requiere de la solicitud a la Delegación de Cultura de Sevilla de los correspondientes permisos, mediante la redacción de un proyecto arqueológico suscrito por técnico competente.
- En caso que así se estime oportuno se podrá proceder a la paralización de las obras que hayan provocado el descubrimiento. Este suceso deberá ser comunicado a la Delegación Provincial de Cultura en Sevilla en un plazo de 30 días. Dicha Delegación, junto al Asesor Ambiental de la Dirección de Obra, decidirán las medidas protectoras a adoptar tras una visita de campo, y el orden de las actuaciones a llevar a cabo dentro del perímetro de protección que pueda definirse como consecuencia del descubrimiento.
- Cualquier persona que observe peligro de destrucción o deterioro de un bien del patrimonio histórico lo pondrá inmediatamente en conocimiento de la Administración.

## **Población**

Las calles que se verán afectadas por las obras de la Línea 2 de Metro de Sevilla tendrán que ser adecuadas al tránsito de peatones, contando con la señalización suficiente para su correcto uso diario. Estos pasos, tendrán que quedar perfectamente definidos en el proyecto de construcción.

## **Gestión de residuos**

La generación de residuos es inevitable en toda obra, ya sean plásticos u otros tipos de basuras como aceites, líquidos de freno o batería y demás productos utilizados por la maquinaria. Estos residuos son, de forma general, altamente contaminantes, por lo que deben ser minimizados y gestionados. Se elaborará un programa de trabajo de retirada y limpieza de residuos.

El programa de trabajos se planificará de modo que cada mes se transporte a vertedero los residuos generados. El traslado de residuos se basará en los principios de proximidad y suficiencia.

Mensualmente, se llevará a cabo una limpieza general de la zona, que conlleve la retirada, incluyendo recogida y transporte a vertedero o punto de reciclaje, de todos los residuos existentes en la zona de actuación.

Para evitar vertidos procedentes de la maquinaria los cambios de aceite y demás actividades productoras de residuos se realizarán en las zonas habilitadas a tal efecto (parque de maquinaria). Estos residuos serán recogidos por gestor autorizado.

La mejor manera de minimizar la producción de residuos consiste en una adecuada separación inmediatamente después de que se haya producido la 'generación' del residuo. Esta separación permite que cada residuo producido en obra sea dirigido hacia el proceso más adecuado desde el punto de vista ambiental: valoración, reutilización, reciclado o vertido. Siguiendo este criterio se destinarán a obra distintos tipos de contenedores que se ubicarán preferiblemente en el parque de maquinaria.

Los contenedores serán de distintos tipos dependiendo del tipo de desecho que contenga. Cada tipo de contenedor tendrá una señal identificativa del tipo de residuo que contiene y, de ser necesario, se indicará la ubicación de los puntos de vertido.

Se señala la siguiente relación de contenedores a utilizar en la obra:

- Metálicos: restos de ferralla, metales y recipientes metálicos. Estos contenedores serán de color gris.
- Madera: restos de madera procedentes de encofrados, puntales y envases industriales. De color marrón.
- Plásticos: residuos de envases industriales. Contenedores de color amarillo



- Contenedor estanco para embalajes de papel y cartón de color azul
- Contenedor estanco para recipientes de vidrio de color verde.
- Contenedor estanco para restos orgánicos.
- Contenedor para aceites y derivados del petróleo de color rojo.

Todo el personal que intervenga en la obra y cuyas labores generen cualquier tipo de residuos, será informado del tratamiento que deberá dar a los mismos, indicándose la ubicación de los puntos de depósito o vertido.

La legislación recoge las siguientes obligaciones y normas generales para el poseedor/productor de residuos:

- Queda prohibido el abandono, vertido o eliminación incontrolada de residuos en todo el territorio nacional y toda mezcla a dilución de residuos que dificulte su gestión.
- Indicaciones recogidas como medidas preventivas: el productor - poseedor de residuos debe mantener los residuos en condiciones tales que no supongan molestia ni riesgo, los adecuará para su efectiva recogida, esta obligado a facilitar toda aquella información que le requiera la administración competente.
- El poseedor / productor de residuos deberá realizar un registros de gestión de residuos aplicados a la obra en cuestión.
- Obligaciones del productor de aceites usados en relación al correcto almacenamiento y tratamiento de los mismos, así como prohibición de vertidos en suelos y aguas.
- Obligación del productor de entregar los aceites usados a un gestor autorizado.
- Obligaciones del poseedor de residuos de construcción y demolición: correcta separación de residuos y posibilidad de reutilización y valorización de los mismos.
- Obligaciones del poseedor de residuos de envases: almacenamiento, manipulación y entrega a gestores en condiciones de seguridad para la salud humana y la protección del medio ambiente.
- Sobre residuos peligrosos. Correcto tratamiento de los mismos; separación, etiquetado, envasado, registros y autorización de recogida, almacenamiento y transporte.
- Queda totalmente prohibido la realización de fuegos para la eliminación de los residuos peligrosos generados.

En relación a la gestión de residuos en obra, en fase de proyecto de construcción tendrá que ser redactado un Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición conforme a lo indicado en el

Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

### 5.2.3. Medidas durante la Fase de Funcionamiento.

#### Atmósfera

El principal elemento que se verá afectado en fase de funcionamiento en aquellos tramos en los que el metro discurre en superficie será la calidad acústica de las inmediaciones al metro. La intensidad de este impacto dependerá principalmente del nivel de decibelios emitidos y de la distancia al receptor de este ruido.

Tal y como se ha comentado anteriormente será necesario realizar ensayos acústicos para medir los niveles de inmisión sonora en los edificios más cercanos a la actuación, una vez puesta en funcionamiento la línea.

De los datos obtenidos se desprenderá la necesidad de realizar alguna actuación de mitigación de ruido. En caso afirmativo, se utilizarán pantallas absorbentes o reflectantes, según el caso concreto y la orientación del edificio respecto a los vientos dominantes considerando las posibles direcciones de propagación del sonido.

#### Hidrología:

La ocupación del suelo por parte de la infraestructura implica que, una vez en funcionamiento la infraestructura, las escorrentías que han sido interceptados por la misma han podido sufrir cambios en su cauce. Este impacto se ha corregido ya en fase de obra mediante la adecuación de obras de drenaje. Por lo tanto, en fase de explotación, se indica como medida correctora comprobar la eficacia de estas obras de drenaje.

#### Paisaje:

Una vez finalizadas las obras se procederá a la implantación de la vegetación afectada en aquellos tramos del metro que discurre en pantalla, y sobre aquellas plazas afectadas por los pozos de ataque e instalaciones auxiliares que finalmente sean desmantelados.

De esta forma, alcorques, bulevares o jardines históricos afectados durante el transcurso de las obras son recuperados y restaurados con la incorporación de aquellos individuos transplantados o con ejemplares nuevos en caso de ser necesario.

Por último, como aseguramiento de los trasplantes y plantaciones ejecutadas se definen una serie de trabajos de mantenimiento y conservación que se deberán realizar para conseguir el correcto arraigo de las especies vegetales incorporadas.

Los trabajos a realizar son:

#### Riego de Plantaciones

Se realizará un riego a los 15 días tras la plantación de las unidades vegetales para salvar las situaciones de estrés que pudieran surgir como consecuencia de la plantación, y un riego mensual durante el periodo estival de cada año de conservación y mantenimiento.

Las fechas de cada uno de los riegos habrán de ser finalmente autorizadas por la dirección de obra en función de la marcha de los trabajos y de las condiciones meteorológicas.

Las dosis recomendadas son:

- Árboles: 100 litr/ud
- Arbustos: 25 lit/ud

#### Abonado:

Se realizará únicamente sobre las plantaciones con una frecuencia de 1 vez por año de conservación. Se realizará un aporte de abonos de rápida asimilación, inorgánico triple quince N: P: K (15:15:15), justo al comienzo de la primavera, para facilitar los procesos de floración y maduración de semillas.

La dosis será no superior a:

- Árboles: 100 gr/ud
- Arbustos: 25 gr/ud

#### Escarda y Limpieza General.

Se incluye en esta labor el escardado mecánico manual de los alcorques de las plantaciones realizadas. La escarda se realizará junto con la labor de abonado, sobre todos los alcorques de las plantaciones realizadas, con la finalidad de evitar la competencia con las propias plantaciones.

Finalmente se mantendrá totalmente limpio todas las zonas objeto de integración paisajística.

## 6. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

El planeamiento de la problemática medioambiental y de todas las medidas correctoras necesarias para la minimización de las afecciones derivadas del proceso de construcción, carece de practicidad de cara a experiencias futuras si no se realiza un correcto seguimiento de la aplicación de las mismas durante la fase de construcción y posterior explotación.

Aspectos como el valor final de los impactos previstos en el Estudio de Impacto, la eficacia y la fiabilidad de las medidas correctoras planificadas, sus problemas de ejecución técnica y sus problemas de integración dentro del proceso constructivo son de necesario control para mejorar el diseño y aplicación de las medidas correctoras en futuros proyectos.

Una vez adoptadas las posibles medidas preventivas iniciales, la Asistencia Técnica a la Dirección de Obra en el plano ambiental, utilizará las medidas preventivas y correctoras del Programa de Vigilancia Ambiental como instrumento que asegure el cumplimiento de los objetivos propuestos en el documento de Análisis Ambiental del proyecto de construcción.

Desde el estricto cumplimiento de las medidas y disposiciones recogidas en ambos documentos, se propone la siguiente planificación de actuaciones, en orden a implementar la efectividad de las medidas preventivas y correctoras planteadas en el Estudio de Impacto Ambiental y concretadas en el Análisis Ambiental, así como de las potenciales que pudieran surgir como consecuencia del replanteo y cambios de trazado o programación no previstos en el proyecto de construcción.

### 6.1 OBJETIVO

El objetivo general a alcanzar en el Programa de Vigilancia Ambiental será estipular los procedimientos adecuados, en forma de informes y estudios, para conseguir la efectiva supervisión y control de la incidencia ambiental de todas las actuaciones implicadas en la fase de construcción y explotación de la obra.

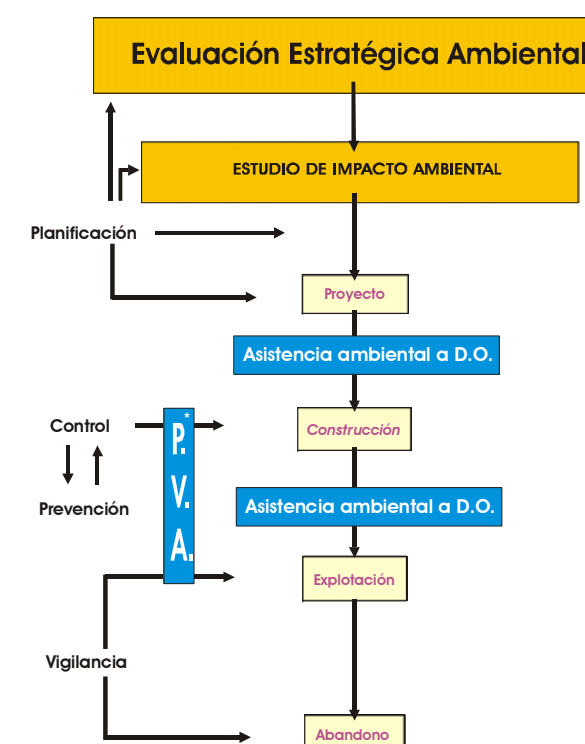
Esperamos ayudar así a alcanzar sobre la práctica la compatibilización ambiental de las afecciones generadas por las actuaciones vinculadas directa e indirectamente al proyecto, de acuerdo a los criterios establecidos por los documentos que conforman el expediente ambiental del mismo.

A continuación se detallan las labores y actuaciones a realizar por el equipo asesor ambiental encargado de la vigilancia referida, con el objetivo de garantizar la calidad final de los materiales y procedimientos aplicados durante la preparación y ejecución de las medidas correctoras plasmadas en el Análisis Ambiental correspondiente al proyecto a redactar.

La elaboración de este plan ha sido concebida desde la consideración de dos premisas fundamentales (gráfico 1):

- Prevención: Correspondiente a posibles cambios en la programación prevista, o a modificaciones sustanciales sobre las actuaciones proyectadas y evaluadas ambientalmente. Éstas podrían ocasionar la materialización de posibles afecciones negativas sobre el medio que soporta la obra. A ello debemos añadir las afecciones ambientales imprevistas que surgen durante el desarrollo de la obra.
- Control: Será ejercido a través de las visitas que realice el Equipo Asesor Ambiental a la zona de obra. Consistirá en un exhaustivo seguimiento y vigilancia de la ejecución de las medidas correctoras plasmadas en informes periódicos, de modo que en éstos se refleje pormenorizadamente tanto la calidad de los materiales como la marcha de las obras implicadas en su ejecución, con el fin de obtener la evaluación de su efectividad final.

Gráfico 1. Peldaños para la inserción de la variable ambiental en el proceso de toma de decisiones.



\* Plan de Vigilancia Ambiental

El Plan de Vigilancia Ambiental para la ejecución de las obras, asume como objetivos de control, a nivel general, los establecidos como objetivos marco por la normativa vigente, así como los señalados en el presente anejo ambiental y medidas correctoras del proyecto de construcción.

En base a lo mencionado se establecen los siguientes objetivos de control:

- Garantizar el estricto cumplimiento de las especificaciones técnicas del proyecto.
- Detectar impactos no previstos y prever las medidas adecuadas para reducirlos, eliminarlos o compensarlos.

- Garantizar la aplicación de las determinaciones establecidas en el presente anejo ambiental y medidas correctoras.
- Comprobar la eficacia de las medidas protectoras y correctoras establecidas y ejecutadas. Cuando tal eficacia se considere insatisfactoria, determinar las causas y establecer los medios adecuados.
- Controlar la correcta ejecución de las medidas previstas sobre la integración ambiental y su adecuación a los criterios de integración ambiental.
- Verificar los estándares de calidad de los materiales (tierra, plantas, agua, etc.) y medios empleados en el proyecto de integración ambiental.
- Informar al órgano competente sobre los aspectos objeto de vigilancia y ofrecerle un método sistemático, lo más sencillo y económico posible, para realizar la vigilancia de una forma eficaz.
- Comprobar la disponibilidad de datos e información sobre programas similares ya existentes. Examen particular de los logros alcanzados en función de los objetivos propuestos.
- Analizar la viabilidad del Programa propuesto: exigencia de plazos, períodos, personal, presupuesto y otros aspectos relevantes.
- Describir el tipo de informes y la frecuencia y periodo de su emisión que deben remitirse a la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental.
- Definición y control de las zonas de obra y las zonas de protección ambiental.
- Cumplimiento con las especificaciones establecidas en la normativa de protección ambiental.
- Asesoramiento a la Dirección de Obras en la aplicación de las medidas de adecuación e integración de las actuaciones y obras en el entorno.
- La prevención de contaminaciones e incidencias ambientales accidentales.

## 6.2 RESPONSABILIDAD DEL SEGUIMIENTO

El cumplimiento, control y seguimiento de las medidas son responsabilidad de la Dirección Ambiental de Obra que se responsabilizará de la adopción de las medidas correctoras, de la ejecución del PVA, de la emisión de los informes técnicos periódicos y de su remisión a la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental.

El Contratista, por su parte, nombrará un Responsable Técnico de Medio Ambiente que será el responsable de la realización de las medidas correctoras, en las condiciones de ejecución, medición y abono previstas en el Pliego de Prescripciones Técnicas del proyecto, y de proporcionar al órgano competente la información y los medios necesarios para el correcto cumplimiento del PVA. Con este fin, el

Contratista se obliga a mantener a disposición del órgano competente un Diario Ambiental de Obra, y registrar en el mismo la información que más adelante se detalla.

### 6.2.1. Medios asignados al PVA.

Para la correcta operatividad del Programa de Vigilancia Ambiental, se hace necesario dotar al mismo de los recursos humanos, materiales y técnicos suficientes para garantizar el eficaz cumplimiento de los objetivos de control establecidos.

#### Equipo humano.

Constituyendo el equipo responsable de la vigilancia ambiental del proyecto, se integran los siguientes elementos personales:

- Titulado de Grado Medio – Superior: con experiencia suficiente en vigilancia ambiental de proyectos y obras, preferentemente en el ámbito de la zona.
- Equipo de apoyo: en periodos concretos de la ejecución de la obra y para controles muy específicos se recurrirá a la colaboración del equipo de apoyo.

Corresponderá al Jefe de Vigilancia Ambiental informar al organismo ambiental competente, en caso de que no se sigan las directrices marcadas y tomar acta de la marcha de las medidas e informar periódicamente a dicho organismo ambiental sobre las medidas adoptadas y las incidencias ocurridas.

Asimismo, será responsabilidad del Jefe de Vigilancia tomar decisiones, en coordinación con el Jefe de Obra, en el caso de que algunas cuestiones no estuvieran previstas en el proyecto (accidentes, variaciones en la cantidad o calidad de los materiales, incidencias naturales sobre las actuaciones realizadas, etc.), debiendo informar a la Administración, quien comunicará al órgano ambiental competente acerca de lo ocurrido y de la solución adoptada si la magnitud del problema goza de la suficiente entidad ambiental.

#### Medios Materiales.

Para el ejercicio de las actividades de control en cuanto a los campos básicos de actividad del Programa de Vigilancia Ambiental:

- Cumplimiento estricto de las especificaciones técnicas del proyecto.
- Verificación continua de la validez del análisis ambiental realizado.

Se hace necesario dotar el Programa de diversos medios materiales y logísticos que aseguren su efectividad. Dichos medios son los que se detallan a continuación:

#### Logística:



- Oficina del Programa de Vigilancia Ambiental.- Se utilizará un módulo de oficina de las dependencias de la Dirección de obra en el propio entorno de la obra. Asimismo se permitirá el almacenamiento de material de control y análisis.
- Equipamiento informático y de comunicaciones.- Se dotará a la oficina de material informático suficiente y adecuado al tratamiento de la información recogida en el trabajo de campo.
- Material de apoyo.- Será necesario finalmente dotar del material fungible necesario para garantizar la funcionalidad del equipo.
- Vehículo todoterreno o similar.

#### Medios auxiliares y de control

De acuerdo con los objetivos de control establecidos y el carácter de las medidas preventivas y correctoras recogidas en el Programa, se hace necesario dotar al equipo humano de una suficiente y adecuada gama de instrumentos técnicos que permitan realizar su labor de verificación y control.

Dichos medios son los referentes a los siguientes controles:

- Material óptico: prismáticos y cámara fotográfica digital.
- Material de análisis de aguas: para la toma y conservación de muestras de agua para su posterior análisis con dotación de elementos para mediciones físico-químicas y biológicas del medio.
- Material de medidas de agentes contaminantes: Sonómetros para control de niveles de emisión de sonidos y equipos de medición de partículas en suspensión.

En cualquier caso, si no se dispone del material indicado se podrá alquilar o subcontratar a empresas autorizadas.

### **6.3. METODOLOGÍA DE SEGUIMIENTO**

La realización del seguimiento se basa en la formulación de parámetros los cuales proporcionan la forma de estimar, de manera cuantificada y simple en la medida de lo posible, la realización de las medidas previstas y sus resultados; pueden existir, por tanto, dos tipos de parámetros indicadores si bien no siempre los dos tienen sentido para todas las medidas:

- Indicadores de realizaciones, que miden la aplicación y ejecución efectiva de las medidas correctoras.
- Indicadores de eficacia, que miden los resultados obtenidos con la aplicación de la medida correctora correspondiente.

Para la aplicación de los parámetros indicadores se definen las necesidades de información que el contratista debe poner a disposición del órgano competente; de los valores tomados por estos indicadores se deducirá la necesidad o no de aplicar medidas correctoras de carácter complementario. Para esto, los indicadores van acompañados de umbrales de alerta que señalan el valor a partir del cual deben entrar en funcionamiento los sistemas de prevención y/o seguridad que se establecen en el programa.

#### **6.3.1. Datos necesarios para la consecución de los objetivos de control.**

De acuerdo con los objetivos generales de control establecidos en el Programa de Vigilancia Ambiental, se hace necesario determinar como base los siguientes datos:

- Delimitación del área de trabajo, vías de acceso a la misma y señalizaciones: conocer perfectamente los límites del área de trabajo, su localización geográfica, superficies de ocupación de la obra.
- Sensibilización e información de los operarios: para diseñar correctamente el programa de sensibilización será necesario conocer datos cuantitativos y de cualificación técnica y profesional del personal operario, distribución en el tajo de trabajo, distribución y adecuación de las charlas, obtención de folletos informativos.
- Definición y cumplimiento de niveles máximos de emisión de ruidos y contaminantes por maquinaria y vehículos: será necesario conocer el número y tipología de vehículos y maquinaria intervinientes en el proyecto, matrículas y responsables de los mismos.
- Control de emisiones de polvo en caminos y áreas de trabajo. Tratamientos preventivos: para realizar un control eficaz de estos dos factores será necesario un conocimiento previo del trazado previsto para los caminos de acceso y características técnicas de los mismos (características litológicas), frecuencia de uso de los caminos, comprobación paso de camiones por las trampas lava ruedas, concreción del número de riegos y su distribución.
- Correcta ejecución de acopios de tierra vegetal: localización de los acopios, dimensiones de los mismos así como tratamientos a realizar y modos de ejecutarlos.
- Definición de áreas de servicio, parque de maquinaria, zonas de acopios. Restitución y mejora de las mismas: datos sobre superficie y límites, vías re acceso a dichas áreas, tipología de las mismas, datos técnicos de los procesos de rehabilitación de las áreas tras su abandono y normativa de utilización de las áreas.
- Selección de vertedero, canteras y prestamos controlado: será necesario definir el/los vertederos/canteras seleccionados en cuanto a su localización, tipología y normativa de uso. Estimar la tipología de los materiales y el volumen del vertido y préstamo. Por último se estará a lo dispuesto en los datos técnicos sobre actuaciones de mejora tras los vertidos realizados.

- Gestión de residuos: nombre, dirección social y demás datos del gestor.
- Control de la integración paisajística de los elementos de obra: relación de los elementos de obra con tratamientos de integración así como localización, tipología y datos técnicos del tratamiento de integración a implantar en cada caso.

### 6.3.2. Programa de recogida de datos.

Para mantener un adecuado nivel de información acerca del desarrollo de los trabajos, así como de la propia implantación de las medidas preventivas y correctoras establecidas, se hace necesaria la adopción de una estrategia de recogida de muestras. Dicha estrategia, basada en parte en la existencia de información previa, se concreta en las siguientes fases:

**FASE I:** Recopilación de los datos necesario con carácter previo a la obra.

**FASE II:** Recopilación de datos sobre aspectos que no aparecen recogidos en el proyecto de referencia. Dicha recogida se realiza en función del Plan de Obra de la Dirección y vendrá referido a aspectos como; áreas de trabajo, personal, maquinaria, áreas de acopio y traslado a vertedero.

**FASE III:** Se recogerán datos acerca del funcionamiento de las medidas de carácter preventivo establecidas en el estudio ambiental, tales como control de ruidos y contaminación atmosférica.

**FASE IV:** En esta última fase se recogerán datos acerca de la eficacia de las medidas correctoras establecidas en el documento de análisis ambiental, como por ejemplo la correcta ejecución de la integración paisajística.

### 6.3.3. Delimitación de Áreas de Control.

Dichas áreas se localizan no solo en los entornos en los que se ejecutan los diferentes elementos del proyecto sino también en aquellos otros puntos relacionados con el mismo por transferencia de efectos, como ocurre con las áreas designadas como vertederos para los excedentes de materiales y movimientos de tierra efectuados en el proyecto, para los residuos vegetales procedentes de las labores de desbroce de las zonas afectadas y para los materiales de desecho de las diferentes zonas así como para canteras y zonas de prestamos de las que proceden materiales necesarios para la ejecución de las obras. Igualmente en lo que se refiere a la acción preventiva de contaminaciones por agentes químicos, se controlará el áreas de manipulación de sustancias líquidas relacionadas con las maquinaria, vehículos y asfaltados.

De acuerdo con lo anterior se establecen las siguientes áreas de control:

ÁREA DE CONTROL 1: Eje principal de la línea 2 del metro

ÁREA DE CONTROL 2: Zonas de estructuras.

ÁREA DE CONTROL 3: Instalaciones auxiliares.

### ÁREA DE CONTROL 4: Vegetación de interés

Dentro de estas áreas de control se prestará especial atención a aquellas partes de las mismas que coincidan con zonas de especial interés ambiental, de esta forma se han establecido varias subáreas de control (puntos de inspección):

PUNTO DE INSPECCIÓN 1: Zonas de afección de ruido

PUNTO DE INSPECCIÓN 2: Zonas de afección a vegetación de interés.

PUNTO DE INSPECCIÓN 3: Zonas de afección al patrimonio arqueológico.

PUNTO DE INSPECCIÓN 4: zonas de cruce con otras infraestructuras.

PUNTO DE INSPECCIÓN 5: todas aquellas superficies en las que se realice tratamiento de restauración paisajística.

PUNTO DE INSPECCIÓN 6: Instalaciones auxiliares, parque de maquinaria y balsa de decantación.

PUNTO DE INSPECCIÓN 7: puntos de muestreo aleatorios.

### 6.4. ESTRUCTURACIÓN DEL PVA.

Atendiendo a la racionalización de las actuaciones del Programa de Vigilancia Ambiental del proyecto, se hace necesario concretar la estructura del mismo, incorporando la concreción de las medidas preventivas y correctoras, así como la definición de indicadores de seguimiento y control. Todos estos factores permitirán efectuar un adecuado seguimiento del proyecto, así como comprobar su grado de adecuación ambiental y el cumplimiento de las medidas preventivas/correctoras establecidas.

La vigilancia “in situ” a pie de obra, la elaboración de informes periódicos, el asesoramiento técnico y legal al Director de Obra, la realización de estudios sectoriales y el diseño, desarrollo y aplicación de antiguas y nuevas medidas preventivas y correctoras son algunas de las medidas contempladas para el control y vigilancia ambiental de los trabajos definidos en el proyecto de construcción.

La realización del seguimiento se basa en la formulación de indicadores, que proporcionan la forma de estimar, de manera cuantificada y simple, la realización de las medidas previstas y sus resultados. Para ello el programa detallará, para cada factor ambiental objeto de seguimiento, los siguientes términos:

- Objetivo del control establecido: en todos los casos los objetivos se definirán para asegurar el cumplimiento y/o el correcto funcionamiento de las medidas preventivas y correctoras expuestas en el presente Estudio Ambiental.
- Indicador de realización: es el aspecto concreto a controlar, pudiendo establecerse uno o varios indicadores para cada factor ambiental y para cada objetivo de control.

- Frecuencia: indica el momento concreto en que se debe realizar la inspección (en fase previa a la obra, construcción o explotación) así como el número de controles a realizar y su distribución en el tiempo.
- Valor umbral: valor a partir del cual deben entrar en funcionamiento los sistemas de prevención y/o seguridad que se establecen en este sistema.
- Momento/os de análisis del Valor Umbral: Instante o periodo en el que se deben realizar los análisis para controlar que no se superan los valores umbrales de los objetivos.
- Medidas: medidas a adoptar en caso de que se alcancen los umbrales críticos.
- Observaciones: en algunos casos se considera necesario realizar observaciones a modo de aclaraciones e incluir información acerca de:
  - Material necesario, método de trabajo y necesidades de personal técnico: este apartado se incluye únicamente cuando se trata de realizar un control específico, ya que la mayoría de los controles se realizan por simple observación visual por parte del técnico ambiental.
  - Puntos de inspección: localización exacta para la realización de los controles.
  - Información a proporcionar: para la realización de algunos controles es necesario disponer de cierta información que deberá proporcionar el contratista de la obra.

#### Aspectos e indicadores de seguimiento

En este apartado se definen los aspectos objeto de vigilancia, los indicadores establecidos y los criterios para su aplicación.

Siempre que las características del control lo permitan, los indicadores definitivos deberían ser de tal naturaleza que el simple reconocimiento visual realizado mediante recorridos por la zona afectada, permitan a un técnico percatarse del grado del cumplimiento del programa.

#### 6.4.1. Jalonamiento de la zona de ocupación del trazado, de los elementos auxiliares.

OBJETIVO DE CONTROL 1: minimizar la ocupación de suelo por las obras y sus elementos auxiliares.

INDICADOR DE REALIZACIÓN: longitud correctamente señalizada en relación a la longitud total de jalonamiento calculada en proyecto.

FRECUENCIA: control previo al inicio de las obras y verificación mensual durante la fase de construcción.

VALOR UMBRAL: menos del 80% de la longitud total correctamente jalonada a juicio de la Asistencia Técnica Ambiental de Obra.

MOMENTO/OS DE ANÁLISIS DEL VALOR UMBRAL: en cada control.

MEDIDAS: reparación o reposición del jalonamiento.

OBSERVACIONES:

- Puntos de inspección: todo el perímetro de la superficie total de ocupación, incluido caminos de acceso y elementos auxiliares.

OBJETIVO DE CONTROL 2: evitar los daños producidos por la circulación de vehículos fuera de las zonas señalizadas.

INDICADOR DE REALIZACIÓN: circulación de vehículos fuera de las zonas señalizadas.

FRECUENCIA: semanal durante la fase de construcción.

VALOR UMBRAL: presencia de vehículos de obra fuera de las zonas señalizadas.

MOMENTO/OS DE ANÁLISIS DEL VALOR UMBRAL: en cada control.

MEDIDAS: ceñir la circulación de vehículos a la zona de ocupación de las obras.

OBSERVACIONES:

- Puntos de inspección: el total de la superficie de ocupación de las obras y zonas aledañas a las mismas.
- Información a proporcionar por el contratista: ficha que adjunte material gráfico en el que se aprecie el estado de las zonas restringidas en la situación «sin» proyecto, la situación mientras que la instalación está en uso y la situación tras la finalización de las obras de restauración vegetal.

OBJETIVO DE CONTROL 5: Restauración de las zonas restringidas utilizadas para localizar elementos auxiliares temporales de las obras

INDICADOR DE REALIZACIÓN: % superficie de zonas restringidas con restauración inadecuada o insuficiente de acuerdo con los criterios señalados más abajo.

FRECUENCIA: Control periódico después de la restauración, como mínimo una vez al año durante el periodo de garantía.

VALOR UMBRAL: 10% de las zonas restringidas afectadas por localización de obras auxiliares con restauración inadecuada o insuficiente.

MOMENTO/OS DE ANÁLISIS DEL VALOR UMBRAL: en cada control.

MEDIDAS: Reponer las acciones de restauración no realizadas o defectuosas.

OBSERVACIONES: Se considera restauración inadecuada o insuficiente en los siguientes casos:

- a) ausencia de vegetación (exceptuando aquellas zonas sin vegetación en la situación "sin" proyecto).
- b) incremento de la presencia de materiales gruesos en la superficie del suelo.
- c) presencia de escombros.
- d) presencia de basuras.
- e) presencia de manchas de aceite o cualquier otra huella de contaminación.
- f) relieve sustancialmente más irregular que en la situación "sin" proyecto.

Información a proporcionar por parte del contratista: El diario ambiental de la obra contendrá una ficha que adjunte material gráfico sobre:

- g) la situación "sin" proyecto
- h) la situación mientras la instalación está en uso
- i) la situación tras la finalización de las tareas de restauración.

Un mes después del Acta de Replanteo, el contratista presentará un proyecto de recuperación ambiental de las zonas afectadas por la localización de elementos auxiliares.

#### 6.4.2. Protección atmosférica.

OBJETIVO DE CONTROL 1: mantener el aire libre de polvo para evitar posibles afecciones sobre la población.

INDICADOR DE REALIZACIÓN: medidas de niveles de partículas en suspensión en la atmósfera.

FRECUENCIA: semanal durante el periodo estival.

VALOR UMBRAL: Decreto 833/1975, de 6 de febrero que desarrolla la Ley 38/1972 de Protección del Ambiente Atmosférico. Este decreto indica los niveles de emisión de contaminantes a la atmósfera para las principales actividades industriales potencialmente contaminadoras de la atmósfera en su Anexo IV, siendo las permitidas para la ejecución de la obra:

CONTAMINANTES	NIVELES DE EMISIÓN
Partículas sólidas	150 mg/Nm <sup>3</sup>
SO <sub>2</sub>	4300 mg/Nm <sup>3</sup>
CO	500 p.p.m.
NOx	300 p.p.m.
Fluor total:	
• Zonas húmedas de pastizales	40 mg/Nm <sup>3</sup>
• Otras zonas	80 mg/Nm <sup>3</sup>
Cl	230 mg/Nm <sup>3</sup>
HCl	460 mg/Nm <sup>3</sup>
SH <sub>2</sub>	10 mg/Nm <sup>3</sup>
Opacidad: el índice de ennegrecimiento no será superior al número 1 de la escala Ringelmann o al número 2 de la escala Bacharach, que equivale al 20 % de opacidad.	

MOMENTO/OS DE ANÁLISIS DEL VALOR UMBRAL: en cada control.

MEDIDAS: incremento de la humectación en superficies polvorientas e incluso prohibición de paso a vehículos pesados hasta que se realicen los riegos

OBSERVACIONES:

- Material y método: Para la determinación de partículas totales presentes en la atmósfera durante la fase de ejecución se utilizará el método gravimétrico que mide las cantidades totales de polvo emitidas. La medición se tendrá que realizar antes de la dilución de las partículas en un lugar donde exista un flujo laminar de aire evitando flujo turbulentos. Se efectuarán dos mediciones como mínimo en las mismas condiciones para comprobar el cumplimiento del valor límite, aunque antes de proceder a la toma de muestras será necesario medir la temperatura, la presión y la velocidad del aire. Se necesitan, por tanto, termómetro, barómetro de mercurio y anemómetro. Para la toma de muestras se utilizará filtros de fibra de vidrio de 150mm de diámetro para las Partículas Suspendidas Totales, tal como lo determina la norma UNE EN 12341:1999. La duración de la toma de muestras deberá ser representativa de toda la acción controlada. Para la pesada se utilizará una balanza de alta precisión (10 µg).
- Puntos de inspección: zonas de tránsito de la maquinaria.



- Información a proporcionar por el contratista: informará sobre la situación en las zonas en las que se producen movimientos de tierra así como de las fechas y momentos en que se ha humefactado la superficie.

OBJETIVO DE CONTROL 2: Control sobre la cubrición con lona de los acopios y camiones de transporte de materiales.

INDICADOR DE REALIZACIÓN: Presencia o no de las lonas en los acopios y camiones de transporte de materiales

FRECUENCIA: Semanal durante el periodo de obras

VALOR UMBRAL: cuando se detecte por segunda vez la no colocación de la lona sobre algún acopio de material o alguno de los camiones destinados a transportar materiales.

MOMENTO/OS DE ANÁLISIS DEL VALOR UMBRAL: en cada control, a partir del primero.

MEDIDAS: Paralización del camión hasta que quede correctamente cubierto por una lona el total del material transportado. Tapar los acopios de materiales que no se encuentren bien cubiertos.

OBJETIVO DE CONTROL 3: Control sobre el paso de los camiones por las rampas lava ruedas.

INDICADOR DE REALIZACIÓN: Paso o no de los camiones sobre las rampas lava ruedas.

FRECUENCIA: Semanal durante el periodo de obras

VALOR UMBRAL: cuando se detecte por segunda vez el no paso de los camiones por las rampas.

MOMENTO/OS DE ANÁLISIS DEL VALOR UMBRAL: en cada control, a partir del primero.

MEDIDAS: Hacer pasar el camión por las rampas lava ruedas.

OBJETIVO DE CONTROL 4: Minimizar la presencia de polvo en la vegetación

INDICADOR DE REALIZACIÓN: Presencia ostensible de polvo en la vegetación próxima a las obras

FRECUENCIA: Control periódico simultáneo con los controles de polvo en el aire

VALOR UMBRAL: Apreciación visual.

MOMENTO/OS DE ANÁLISIS DEL VALOR UMBRAL: de 7 a 15 días después del comienzo del periodo seco (ausencia de lluvias)

MEDIDAS: Excepcionalmente y a juicio del Director Ambiental puede ser necesario lavar la vegetación afectada.

OBJETIVO DE CONTROL 5: mantener el aire libre de gases.

FRECUENCIA: control previo a la ejecución de la obra.

VALOR UMBRAL: los establecidos en el Decreto 833/1975, de 6 de febrero que desarrolla la Ley 38/1972 de Protección del Ambiente Atmosférico.

MOMENTO/OS DE ANÁLISIS DEL VALOR UMBRAL: en cada control.

MEDIDAS: no permitir el uso de maquinaria que no tenga la tarjeta de inspección técnica de vehículos en regla.

OBSERVACIONES:

- Puntos de inspección: maquinaria a utilizar en obra.
- Información a proporcionar por el contratista: papeles técnicos de todos los vehículos a utilizar en obra.

OBJETIVO DE CONTROL 6: protección de las condiciones de sosiego. Niveles sonoros máximos de la maquinaria.

INDICADOR: Lmax expresado en dB (A) en zonas habitadas.

MATERIAL Y MÉTODO: Sonómetros calibrados.

FRECUENCIA: control previo a la ejecución de la obra.

VALOR UMBRAL: los establecidos los anexos 11 y 12 del Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre.

MOMENTO/OS DE ANÁLISIS DEL VALOR UMBRAL: en cada control.

MEDIDAS:

- El movimiento de maquinaria y materiales dentro de la zona de obra será solo el necesario, disponiéndose los materiales en las zonas más cercanas posibles a los lugares de utilización para conseguir que el tránsito sea el mínimo.
- Limitación de la velocidad de los vehículos dentro de la zona de construcción.

- La maquinaria estará homologada según el Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre.
- Se aplicarán las medidas necesarias para el mantenimiento de la maquinaria, en especial el empleo de silenciadores y el paso de la Inspección Técnica de Vehículos.

OBSERVACIONES:

- Puntos de inspección: maquinaria a utilizar en obra.
- Información a proporcionar por el contratista: papeles técnicos de todos los vehículos a utilizar en obra.

#### 6.4.3. Conservación de suelos.

OBJETIVO DE CONTROL 1: retirada de suelos vegetales para su conservación.

INDICADOR DE REALIZACIÓN: espesor de tierra retirada en relación a la profundidad que puede considerarse con características de tierra vegetal a juicio de la Dirección Ambiental en Obra. A priori, en este caso se ha considerado decapar 30 cm de tierra vegetal.

FRECUENCIA: control diario durante el periodo de retirada de tierra vegetal.

VALOR UMBRAL: espesor retirado un 10% mayor o menor a lo determinado por la Asistencia Técnica Ambiental.

MOMENTO/OS DE ANÁLISIS DEL VALOR UMBRAL: en cada control.

MEDIDAS: proceder a retirar el espesor indicado por la Dirección Ambiental en Obra. En caso de déficit de tierra vegetal aprovisionamiento externo de la misma. En caso de exceso asegurarse del correcto manejo del volumen sobrante como residuo inerte.

OBSERVACIONES:

- Puntos de inspección: toda la zona de retirada de tierra vegetal.
- Información a proporcionar: el responsable técnico de medio ambiente del contratista informará sobre la fecha de comienzo y terminación de la retirada de tierra vegetal, el espesor y volumen retirado, así como el lugar y las condiciones de almacenamiento.

OBJETIVO DE CONTROL 2: Evitar presencia de rechazos en la tierra vegetal

INDICADOR DE REALIZACIÓN: Presencia de materiales rechazables en el almacenamiento de tierra vegetal

FRECUENCIA: Control diario durante el periodo de retirada de la tierra vegetal y simultáneo con el control de la medida anterior.

VALOR UMBRAL: Presencia de un 20 % en volumen de materiales susceptibles de ser rechazados de acuerdo con los criterios establecidos.

MEDIDAS: Revisión de los materiales. Retirada de los volúmenes rechazables y recubricación.

MOMENTO/OS DE ANÁLISIS DEL VALOR UMBRAL: en cada control.

OBSERVACIONES: Las características de los materiales rechazables son las fijadas en el Pliego de Prescripciones Técnicas.

Información a proporcionar por parte del contratista: Se informará en el diario ambiental de la obra de todos los vertidos de materiales que no cumplan los requisitos, indicando, aparte del contenido anterior, la procedencia y las causas del vertido.

OBJETIVO DE CONTROL 3: acopio de la tierra vegetal.

INDICADOR DE REALIZACIÓN: dimensión y ubicación de los acopios.

FRECUENCIA: control diario durante el periodo de retirada de tierra vegetal.

VALOR UMBRAL: cuando se sobrepasen las dimensiones para los caballones indicadas en las medidas correctoras.

MOMENTO/OS DE ANÁLISIS DEL VALOR UMBRAL: en cada control.

MEDIDAS: proceder a la correcta ejecución de los acopios.

OBSERVACIONES:

- control a “visu” a juicio del técnico ambiental.
- Puntos de inspección: zona de acopios de tierra vegetal.

OBJETIVO DE CONTROL 4: conservación y mantenimiento de la tierra vegetal acopiada.

INDICADOR DE REALIZACIÓN: se cumplen los tratamientos indicados en el presente anejo ambiental y medidas correctoras.

FRECUENCIA: tras el acopio de la tierra vegetal.

VALOR UMBRAL: no se cumplan los tratamientos.

MOMENTO/OS DE ANÁLISIS DEL VALOR UMBRAL: en cada control.

MEDIDAS: proceder a realizar los tratamientos oportunos (abono).

OBSERVACIONES:

- Para asegurara el correcto desarrollo de los tratamientos de conservación y mantenimiento, el asesor ambiental tendrá que rellenar una serie de fichas de control de calidad de materiales a utilizar en obra. A continuación se exponen dichas fichas de control:

FICHA DE CONTROL		
MATERIALES	CRITERIO	OBSERVACIONES
1. ABONO		
Verificación tipo de abono	Garantía del	
Verificación Kg de abono	Pesada	

- Puntos de inspección: puntos aleatorios repartidos por todos los acopios de tierra vegetal.

OBJETIVO DE CONTROL 5: extendido de la tierra vegetal.

INDICADOR DE REALIZACIÓN: extendido de 30 cm de espesor de la capa de tierra vegetal en cada superficie.

FRECUENCIA: cada dos días durante la duración del extendido.

VALOR UMBRAL: espesor extendido mayor o menor a lo determinado por la Asistencia Técnica Ambiental.

MOMENTO/OS DE ANÁLISIS DEL VALOR UMBRAL: en cada control.

MEDIDAS: proceder a extender el espesor indicado por la Dirección Ambiental en Obra.

OBSERVACIONES:

- Puntos de inspección: todas las superficies en las que se aporte tierra vegetal.

OBJETIVO DE CONTROL 6: evitar afecciones derivadas de vertidos accidentales.

INDICADOR DE REALIZACIÓN: presencia de aceites, combustibles, cementos y otros sólidos no gestionados.

FRECUENCIA: control mensual en fase de construcción y cuatrimestral en fase de explotación.

VALOR UMBRAL: no se admitirá la presencia de cualquier tipo de vertido en la superficie de ocupación ni en sus inmediaciones.

MOMENTO/OS DE ANÁLISIS DEL VALOR UMBRAL: en cada control.

MEDIDAS: retirada inmediata del vertido y comunicación del mismo a la autoridad competente.

OBSERVACIONES:

- Puntos de inspección: puntos aleatorios repartidos por toda la superficie de ocupación de la infraestructura y su entorno.

#### 6.4.4. Protección de la calidad de las aguas.

OBJETIVO DE CONTROL 1: ejecución de la balsa de decantación, parque de maquinaria e instalaciones auxiliares.

INDICADOR DE REALIZACIÓN: Ubicación del parque de maquinaria y correcto balizamiento e impermeabilización de los terrenos así como la presencia de un sistema de desbaste y recogida de aguas en el propio parque de maquinaria.

FRECUENCIA: control durante la adecuación del terreno previsto para el parque de maquinaria.

VALOR UMBRAL: no seguir las características constructivas de la balsa de decantación y del parque de maquinaria indicada en proyecto.

MOMENTO/OS DE ANÁLISIS DEL VALOR UMBRAL: en cada control.

MEDIDAS: vigilancia continúa.

OBSERVACIONES:

- Puntos de inspección: parque de maquinaria.

OBJETIVO DE CONTROL 2: seguimiento de la calidad de las aguas de las balsas de decantación mediante análisis.

INDICADOR DE REALIZACIÓN: indicadores de calidad del agua mencionados por la legislación vigente en materia de vertidos.

FRECUENCIA: de forma previa al aliviado de la balsa de decantación.

VALOR UMBRAL: valores superiores a los límites legalmente establecidos.

MOMENTO/OS DE ANÁLISIS DEL VALOR UMBRAL: en cada control.

MEDIDAS: tratamientos complementarios de floculación y coagulación antes del vertido.

OBSERVACIONES: El vertido de las aguas residuales al cauce público se realizará previa comunicación y autorización de la Agencia Andaluza del Agua.

- Material y método: Se vigilará mediante análisis las aguas de la balsa de decantación. Estos análisis se centrarán en la determinación de la turbidez, metales pesados, presencia de grasa y aceites, pH, color, temperatura, detergentes, DBO y DQO.

La metodología para la toma y conservación de muestras será la que sigue:

- Las tomas se realizarán lejos del borde evitando remover el fondo, el frasco se sumergirá completamente.
- Todo el material que se use para la toma de muestras deberá estar escrupulosamente limpio, debiendo enjuagarse con agua destilada o desmineralizada o, siempre que sea posible, con el agua objeto de la muestra.
- Obtenidas las muestras se cerrarán convenientemente y se precintarán, en su caso, de forma que quede garantizada su inviolabilidad, etiquetándolas para su perfecta identificación.
- En la siguiente tabla se especifica para cada parámetro a analizar el tipo de envase a utilizar; volumen mínimo de muestra; procedimiento de conservación y tiempo máximo que debe transcurrir desde la toma de muestra hasta el momento de comenzar el análisis.

PARAMETRO	TIPO DE ENVASE	VOLUMEN MÍNIMO (ML)	CONSERVACIÓN	TIEMPO MÁXIMO
Color	V	100	Refriger. 4°C	24 horas
DBO	P o V	1000	Refriger. 4°C	6 horas
DQO	P o V	100	H2SO4; pH < 2	Lo antes posible
Detergentes	V	2000	20 mg/l de Cl2Hg	1 día
Grasas y aceites	V	2000	H2SO4 pH <2, R 4°C	24 horas
Metales disueltos	P o V	200	Filtrar HNO3; pH < 2	6 meses
Metales totales	P o V	200	HNO3 pH < 2	6 meses
pH	P o V	50	Refriger. 4°C	6 horas
Temperatura				Inmediato
Turbiedad	P o V	100	Refriger. 4°C	Lo antes posible

Los métodos de análisis serán los que siguen:

- Color: comparación de la muestra de agua con una solución de cloruro de cobalto y cloroplatinato de potasio, expresándose la intensidad de color en función de los miligramos de platino contenidos en un litro.

- Turbidez: Método de formalina. Cuando en una muestra de agua incide un rayo luminoso, las partículas en suspensión difractan parte de la luz que penetra en la muestra. Esta luz difractada, recogida sobre una célula fotoeléctrica, origina una corriente eléctrica, en función de su intensidad y, por tanto, del grado de turbidez de la muestra. Además del material habitual del laboratorio se necesita, para este tipo de análisis, un espectrofotómetro y los siguientes reactivos: Hexametilentetramina; Hidracinio Sulfato y Agua.
- pH, Electrometría: Medida del potencial eléctrico que se crea en la membrana de un electrodo de vidrio, que es función de la actividad de los iones hidrógeno a ambos lados de la membrana.
- Temperatura: mediante termómetro digital.
- DBO: La determinación de la demanda bioquímica de oxígeno es una prueba empírica en la que se utilizan procedimientos estandarizados de laboratorio para determinar los requerimientos relativos de oxígeno de las aguas.
- El método normalizado mide el oxígeno utilizado, durante un periodo de incubación especificado, para la degradación bioquímica de la materia orgánica, y el oxígeno utilizado para oxidar la materia orgánica, como sulfuros y el ión ferroso. Puede también medir el oxígeno utilizado para oxidar los compuestos reducidos del nitrógeno. El principio consiste en llenar con muestra, hasta rebosar, un frasco hermético del tamaño especificado, e incubarlo a la temperatura establecida durante 5 días. El oxígeno disuelto medido antes y después de la incubación, y la demanda biológica de oxígeno se calcula mediante la diferencia entre el oxígeno disuelto inicial y el final.
- DQO: La Demanda Química de Oxígeno mide, expresada en oxígeno, la porción de materia orgánica, biodegradable o no, de una muestra que es susceptible de oxidación por un fuerte oxidante químico (dicromato potásico - Cr2O7K2 - en nuestro caso). La mayor parte de la materia orgánica resulta oxidada por una mezcla a ebullición de los ácidos crómico y sulfúrico. Se somete a reflujo una muestra en una solución ácida fuerte con un exceso de dicromato potásico. Después de la digestión, el dicromato no reducido que quede, se determina con sulfato ferroso amónico, sal de Mohr: (SO4)2Fe(NH4)2, para determinar la cantidad de dicromato consumido y calcular la M.O. oxidable en términos de equivalente de oxígeno.
- Para la valoración se utilizará un indicador, 1-10 fenantrolina o ferroína, que a su vez reacciona con el exceso de Fe2+ que a su vez no ha reaccionado con el dicromato, dando lugar a un complejo de color marrón/rojizo que nos indica el punto final de la valoración.



- Para la determinar la existencia de grasas en el agua el agua, esta debe cumplir con los siguientes criterios: ausencia de material flotante y de espumas, de grasas y aceites que formen película visible y ausencia de sustancias que produzcan olor.
- Las muestras para el control de metales pesados serán analizadas mediante Espectrofotometría de Absorción Atómica con Horno de Grafito, para su análisis, la muestra debe previamente ser atomizada (convertida en vapor) y luego ser atravesada con un haz de luz. La medición de la absorbancia del vapor a la longitud de onda característica del elemento es proporcional a su concentración.
- Punto de inspección: balsas de decantación (1 en el parque de maquinaria, 4 repartidas por las instalaciones auxiliares y 2 en las inmediaciones del río Cubillas.

OBJETIVO DE CONTROL 3: correcto funcionamiento del parque de maquinaria.

INDICADOR DE REALIZACIÓN: ejecución y correcto uso y acondicionamiento del parque de maquinaria.

FRECUENCIA: control diario durante la ejecución del mismo y mensual en fase de construcción.

VALOR UMBRAL: no se admite la no ejecución del mismo, o una ejecución deficitaria. No se permitirá el estacionamiento de maquinaria o labores de mantenimiento de la misma fuera del parque de maquinaria.

MOMENTO/OS DE ANÁLISIS DEL VALOR UMBRAL: en cada control.

MEDIDAS: correcta ejecución del parque de maquinaria.

OBSERVACIONES:

- Para la correcta ejecución del parque de maquinaria este debe estar perfectamente delimitado (mediante bordillo o similar), el sustrato tiene que ser impermeabilizado (geomembrana o similar) y se debe acondicionar una cuneta en todo el perímetro que dirija las aguas hacia la balsa de decantación. Es imprescindible que se instalen en el parque de maquinaria diversos contenedores para la separación de residuos.
- Puntos de inspección: parque de maquinaria.

#### 6.4.5. Gestión de residuos

OBJETIVO DE CONTROL 1: Tratamiento y gestión de residuos

INDICADOR DE REALIZACIÓN: Presencia de aceites combustibles, cementos y otros sólidos en suspensión no gestionados.

FRECUENCIA: Control mensual en fase de construcción.

VALOR UMBRAL: Incumplimiento de la normativa legal en el tratamiento y gestión de residuos.

MOMENTO/OS DE ANÁLISIS DEL VALOR UMBRAL: en cada control.

MEDIDAS: Sanción prevista en el manual.

OBSERVACIONES:

- Los residuos generados se irán separando según el tipo y depositando en los contenedores específicos localizados en el parque de maquinaria, distinguiéndose el de madera, metálicos, papel y cartón, vidrios, plásticos, restos orgánicos y aceites y derivados del petróleo. Los residuos de construcción y demolición de naturaleza pétreo (hormigón, ladrillos, tierra, piedras,...) se acopiarán, junto al resto de contenedores, en una zona dispuesta para tal fin.
- Se analizarán especialmente las áreas de almacenamiento de materiales y maquinaria.

OBJETIVO DE CONTROL 2: Control de la correcta gestión de los residuos generados en fase de obra.

INDICADOR DE REALIZACIÓN: Presencia de residuos de obra fuera de los lugares y contenedores previstos para su almacenamiento temporal.

FRECUENCIA: Control mensual en fase de construcción.

VALOR UMBRAL: Incumplimiento de la normativa legal en cuanto al tiempo de almacenamiento y gestión de residuos.

MOMENTO/OS DE ANÁLISIS DEL VALOR UMBRAL: en cada control.

MEDIDAS: Sanción prevista en el manual.

OBSERVACIONES: Se prestará especial atención en las zonas excluidas del entorno de las obras.

OBJETIVO DE CONTROL 3: Control de las operación de reutilización y eliminación de residuos

INDICADOR DE REALIZACIÓN: Presencia de residuos previstos para su reutilización, mezclados con residuos a eliminar.

FRECUENCIA: Control mensual en fase de construcción.

VALOR UMBRAL: Incumplimiento de la normativa legal en el tratamiento y gestión de residuos.

MOMENTO/OS DE ANÁLISIS DEL VALOR UMBRAL: en cada control.

MEDIDAS: Sanción prevista en el manual.

OBSERVACIONES: se prestará especial atención que los residuos peligrosos entre otros no estén mezclados con los pétreos previstos para su reutilización.

#### 6.4.6. Mantenimiento de la permeabilidad territorial y continuidad de los servicios existentes

OBJETIVO DE CONTROL 1: mantener la continuidad de los servicios afectados.

INDICADOR DE REALIZACIÓN: adecuación de desvíos provisionales en los servicios afectados que sea necesario una situación provisional durante las obras.

FRECUENCIA: en fase previa a la obra durante el replanteo de la misma y en fase de construcción de forma mensual.

VALOR UMBRAL: la no ejecución de los desvíos provisionales o su disfunción y la ausencia de carteles informativos.

MOMENTO/OS DE ANÁLISIS DEL VALOR UMBRAL: en cada control.

MEDIDAS: realización y/o rehabilitación inmediata del servicio afectado.

OBSERVACIONES: El control se realiza de «visu» por técnico competente.

OBJETIVO DE CONTROL 2: asegurar la correcta reposición de los servicios afectados.

INDICADOR DE REALIZACIÓN: que las características de la reposición de cada uno de los servicios afectados (postes telefónicos, gasoductos, tendido eléctrico, infraestructuras de riegos, etc.) cumpla con la legislación vigente y con lo establecido por la propiedad competente en cada caso, así como lo establecido en el proyecto de Construcción.

FRECUENCIA: control previo al inicio de las obras y verificación quincenal durante la fase de construcción.

VALOR UMBRAL: la no ejecución de la reposición o el incumplimiento de alguna de las medidas establecidas para los mismos.

MOMENTO/OS DE ANÁLISIS DEL VALOR UMBRAL: en cada control.

MEDIDAS: paralización de las obras y replanteo de la misma para su ejecución conforme a lo establecido en proyecto. Emisión de informe.

OBSERVACIONES: Puntos de inspección: puntos de reposición.

OBJETIVO DE CONTROL 3: mantener la continuidad de los caminos e infraestructuras afectadas de las zonas urbanas y rurales.

INDICADOR DE REALIZACIÓN: adecuación de desvíos provisionales en todas los caminos e infraestructuras afectadas por las obras, acondicionados con carteles informativos de las mismas.

FRECUENCIA: en fase previa a la obra durante el replanteo de la misma y en fase de construcción de forma mensual.

VALOR UMBRAL: la no ejecución de los desvíos provisionales o su disfunción y la ausencia de carteles informativos.

MOMENTO/OS DE ANÁLISIS DEL VALOR UMBRAL: en cada control.

MEDIDAS: realización y/o rehabilitación inmediata del paso provisional acondicionado con los carteles informativos.

OBSERVACIONES:

- El control se realiza de «visu» por técnico competente.
- Puntos de inspección: puntos de afección a caminos e infraestructuras afectadas.

OBJETIVO DE CONTROL 4: Asegurar la correcta reposición de los caminos e infraestructuras afectadas.

INDICADOR DE REALIZACIÓN: que las características de la reposición de cada uno de los caminos cumple lo establecido en la Ley 8/2001, de 12 de julio, de Carreteras de Andalucía, así como lo establecido en el proyecto de Construcción.

FRECUENCIA: control previo al inicio de las obras y verificación quincenal durante la fase de construcción.

VALOR UMBRAL: la no ejecución de la reposición o el incumplimiento de alguna de las medidas establecidas para los mismos.

MOMENTO/OS DE ANÁLISIS DEL VALOR UMBRAL: en cada control.

MEDIDAS: paralización de las obras y replanteo de la misma para su ejecución conforme a lo establecido en proyecto. Emisión de informe.

OBSERVACIONES: Puntos de inspección: puntos de reposición.

#### 6.4.7 Protección y restauración de la vegetación.

OBJETIVO DE CONTROL 1: Protección de la jardinería urbana.

INDICADOR DE REALIZACIÓN: % de vegetación afectada por las obras en los 10 metros exteriores y colindantes a la señalización.

FRECUENCIA: Controles periódicos en fase de construcción. Periodicidad mínima trimestral, bimensual en las zonas sensibles colindantes a las obras.

VALOR UMBRAL: 10% de superficie con algún tipo de afección negativa por efecto de las obras.

MOMENTO/OS DE ANÁLISIS DEL VALOR UMBRAL: Fase de construcción. Previo al acta de recepción provisional de las obras.

MEDIDAS: Recuperación de las zonas afectadas.

OBJETIVO DE CONTROL 2: Preparación de la superficie del terreno para plantaciones.

INDICADOR DE REALIZACIÓN: Espesor de la capa de tierra vegetal incorporada a la superficie.

FRECUENCIA: Control diario durante el extendido de la tierra.

VALOR UMBRAL: No se admitirá un espesor inferior en un 10 % al previsto en el proyecto.

MOMENTO/OS DE ANÁLISIS DEL VALOR UMBRAL: Previo al acta de recepción provisional de las obras.

MEDIDAS: Aportación de una nueva capa de tierra vegetal hasta llegar a 30 cm, realización de labores contra compactación, eliminación de elementos gruesos, etc.

OBSERVACIONES: La vigilancia ambiental se refiere, no sólo a las zonas afectadas por la traza de la infraestructura, sino al área en la cual se localizan los elementos auxiliares de obra, tanto temporales como permanentes.

OBJETIVO DE CONTROL 3: Plantaciones.

INDICADOR DE REALIZACIÓN: Nº de individuos instalados en relación con los previstos en términos de especie, tamaño forma de preparación (Raíz desnuda, cepellón o contenedor) y forma de plantación.

FRECUENCIA: Controles semanales de la plantación.

VALOR UMBRAL: 10 % de desviación respecto a lo previsto sin justificación y aceptación por el director ambiental.

MOMENTO/OS DE ANÁLISIS DEL VALOR UMBRAL: Previo al acta de recepción provisional de las obras

MEDIDAS: Control de las plantas en a su llegada a obra y control de las actividades para conseguir propágulos de las plantas autóctonas, en su caso.

OBSERVACIONES: La vigilancia ambiental se refiere no sólo a la traza de la infraestructura, sino también a las plantaciones a realizar en las zonas afectadas por elementos auxiliares temporales y permanentes y, por tanto, también a los vertederos. De acuerdo con el documento de Prescripciones del ADIF para los proyectos de construcción, las plantas que no puedan ser consideradas autóctonas, vivas o muertas, deberán retirarse y sustituidas por otras que lo sean.

Información a proporcionar por parte del contratista: Se realizará una ficha en el diario ambiental de la obra en el que se anotarán como mínimo la fechas, las especies utilizadas, el marco de plantación, y las condiciones ambientales existentes durante la plantación. Asimismo se indicarán los controles realizados sobre el material vegetal en cumplimiento del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales de las Obras de Revegetación

OBJETIVO DE CONTROL 4: Seguimiento de las plantaciones

INDICADOR DE REALIZACIÓN: % de marras.

FRECUENCIA: Control estacional y en todo caso inmediatamente antes de finalizar el periodo de garantía.

VALOR UMBRAL: 5 % de marras; a partir de este umbral es preciso revegetar.

MOMENTO/OS DE ANÁLISIS DEL VALOR UMBRAL: Último control anterior a la finalización del periodo de garantía.

MEDIDAS: Reposición de marras a partir del umbral establecido.

OBSERVACIONES: La vigilancia ambiental se refiere no sólo a la traza de la infraestructura, sino también a las plantaciones a realizar en las zonas afectadas por elementos auxiliares temporales y permanentes y, por tanto, también a los vertederos.

Información a proporcionar por parte del contratista: Se anotarán en el diario ambiental de la obra las fechas de reposición de marras, y las especies empleadas.

OBJETIVO DE CONTROL 5: transplante de pies arbóreos afectados por la obra

INDICADOR DE REALIZACIÓN: numero de pies arbóreos transplantados en relación a los indicados en proyecto.

FRECUENCIA: control diario durante la ejecución de la extracción de los individuos y su transporte a la zona de acopio temporal. Control quincenal durante el periodo de acopio temporal. De nuevo control diario durante la replantación de los ejemplares a su emplazamiento definitivo. Por ultimo control mensual durante el periodo de conservación y mantenimiento.

VALOR UMBRAL: se transplantarán todos los ejemplares marcados.

MOMENTO/OS DE ANÁLISIS DEL VALOR UMBRAL: en cada control.

MEDIDAS: a dictaminar por la Dirección Ambiental en Obra en función de desarrollo de las operaciones de transplante.

OBSERVACIONES: Puntos de inspección: zonas de afección a la vegetación y zona de acopio temporal.

OBJETIVO DE CONTROL 6: Seguimiento de los árboles transplantados.

INDICADOR DE REALIZACIÓN: estado fitosanitario de los pies arbóreos transplantados.

FRECUENCIA: control trimestral durante el periodo de mantenimiento.

VALOR UMBRAL: 5 % de fallo en el arraigo de los individuos.

MOMENTO/OS DE ANÁLISIS DEL VALOR UMBRAL: en cada control.

MEDIDAS: a dictaminar por la Dirección Ambiental en Obra en función del estado de los individuos transplantados.

#### 6.4.8. Protección de la fauna.

OBJETIVO DE CONTROL 1: Protección de la fauna.

INDICADOR DE REALIZACIÓN: ausencia de actividades generadoras de ruidos por presencia de fauna en época de cría.

FRECUENCIA: control continuo en la época de apareamiento y cría.

VALOR UMBRAL: existencia de cualquier actividad limitada.

MOMENTO/OS DE ANÁLISIS DEL VALOR UMBRAL: en cada control.

MEDIDAS: cese de la actividad generadora de ruido.

OBSERVACIONES: Puntos de inspección: a decidir por la asistencia técnica.

#### 6.4.9. Protección de las condiciones de sosiego público.

OBJETIVO DE CONTROL 1: Protección de las condiciones de sosiego público. Niveles sonoros en horario de trabajo.

INDICADOR: Leq diurno expresado en dB(A) en zonas habitadas.

PERIODICIDAD: Se realizará cada vez que las condiciones de trabajo (localización, tipo maquinaria...) sufran cambios considerables que puedan afectar al entorno.

VALOR UMBRAL: En función del uso de la edificación. Ver tablas adjuntas.

MOMENTO DE ANÁLISIS DEL VALOR UMBRAL: En horario de trabajo.

MEDIDA DE URGENCIA: Reemplazo maquinaria, reubicación de los trabajos Reforzamiento de las pantallas. De forma complementaria el órgano competente podrá adoptar medidas que protejan los puntos receptores.

OBSERVACIONES: El control se realizará en los límites marcados para la zona de trabajo a 1,5 metro de altura.

OBJETIVO DE CONTROL 2: Protección de las condiciones de sosiego público. Niveles sonoros diurnos. (07h. – 23h.)

INDICADOR: Leq diurno expresado en dB(A) en zonas habitadas.

PERIODICIDAD: En fase de prueba y anualmente en fase de explotación.

VALOR UMBRAL: En función del uso de la edificación. Ver tablas adjuntas.

MOMENTO DE ANÁLISIS DEL VALOR UMBRAL: Fase de prueba y explotación. Previo al acta de recepción definitiva de las obras

MEDIDA DE URGENCIA: Reforzamiento de las pantallas. De forma complementaria el ADIF podrá adoptar medidas que protejan los puntos receptores.

OBSERVACIONES: El control se realizará en las partes de las poblaciones más expuestas al ruido emitido, a 2 metros de las fachadas y a diferentes alturas

OBJETIVO DE CONTROL 3: Protección de las condiciones de sosiego público. Niveles sonoros nocturnos (23h. – 07h.)

INDICADOR: Leq nocturno expresado en dB(A) en zonas habitadas

PERIODICIDAD: En fase de prueba y anualmente en fase de explotación

VALOR UMBRAL: En función del uso de la edificación. Ver tablas adjuntas.

MOMENTO DE ANÁLISIS DEL VALOR UMBRAL: Fase de prueba y explotación. Previo al acta de recepción definitiva de las obras

MEDIDA DE URGENCIA: Reforzamiento de las pantallas. De forma complementaria el ADIF podrá adoptar medidas que protejan en los puntos receptores

OBSERVACIONES: El control se realizará en las partes de las poblaciones más expuestas al ruido emitido, a 2 metros de las fachadas y a diferentes alturas

OBJETIVO DE CONTROL 4: protección de las condiciones de sosiego público. Niveles sonoros máximos.

INDICADOR: Lmax expresado en dB (A) en zonas habitadas.

PERIODICIDAD: en fase de prueba y anualmente en fase de explotación.

MATERIAL Y METODO: Medición de los niveles de ruido por una Entidad Colaboradora de la Administración con sonómetros debidamente calibrados.

VALOR UMBRAL: 85 db (A)



TABLA Nº1			
ZONIFICACIÓN	TIPO DE LOCAL	NIVELES LÍMITE (dB)	
		Día (7-23)	Noche (23-7)
Equipamientos	Sanitario y bienestar social	30	25
	Cultural religioso	30	30
	Educativo	40	30
	Para ocio	40	40
Servicios terciarios	Hospedaje	40	30
	Oficinas	45	35
	Comercio	55	45
Residencial	Piezas habitables, excepto cocina y cuartos de baño	35	30
	Pasillos, aseos y cocinas	40	35
	Zonas de acceso común	50	40

Tabla Nº 1. Niveles límite de inmisión de ruido en el interior de las edificaciones. Nivel acústico de evaluación. NAE

TABLA Nº 2		
SITUACIÓN ACTIVIDAD	NIVELES LÍMITE (dB)	
	Día (7-23)	Noche (23-7)
Zonas de equipamiento sanitario	60	50
Zonas con residencia, servicios terciarios, no comerciales o equipamientos no sanitarios. Patios y zonas verdes comunes	65	55
Zonas con actividades comerciales	70	60
Zonas con actividad industrial o servicio urbano experto servicios de administración	75	70

Tabla Nº 2. Niveles límite de emisión de ruido en el exterior de las edificaciones. Nivel de emisión exterior. NEE

PUNTOS DE INSPECCIÓN: el control se realizará en las partes de las poblaciones más expuestas al ruido emitido, a 2 metros de fachada y a diferentes alturas.

MEDIDAS DE URGENCIA: ejecución de pantallas acústicas u otro tipo de medios aislantes del ruido como pantallas vegetales.

OBJETIVO DE CONTROL 5: Protección de las condiciones de sosiego público. Límite de inmisión de vibraciones en el interior de las edificaciones. Periodo Diurno

INDICADOR: Curvas K

PERIODICIDAD: En fase de prueba y anualmente en fase de explotación.

VALOR UMBRAL: Niveles de vibraciones superiores a los señalados en la Tabla núm. 4 y Gráfico núm. 1.

MOMENTO DE ANÁLISIS DEL VALOR UMBRAL: Fase de prueba y explotación. Previo al acta de recepción definitiva de las obras

MEDIDA DE URGENCIA: Sistemas de trincheras, Mantas bajo balasto, Sistemas de apoyos discretos bajo plataforma.

OBSERVACIONES: Los puntos de control, donde se ubicarán los acelerómetros para la obtención de los niveles de vibraciones, serán seleccionado teniendo en cuenta la ubicación de las vías, su proximidad a los edificios y la geología de la zona.

OBJETIVO DE CONTROL 6: Protección de las condiciones de sosiego público. Límite de inmisión de vibraciones en el interior de las edificaciones. Periodo Nocturno

INDICADOR: Curvas K

PERIODICIDAD: En fase de prueba y anualmente en fase de explotación

VALOR UMBRAL: Niveles de vibraciones superiores a los señalados en la Tabla núm. 3 y Gráfico núm. 1

MOMENTO DE ANÁLISIS DEL VALOR UMBRAL: Fase de prueba y explotación. Previo al acta de recepción definitiva de las obras

MEDIDA DE URGENCIA: Sistemas de trincheras, Mantas bajo balasto, Sistemas de apoyos discretos bajo plataforma.

OBSERVACIONES: Los puntos de control donde se ubicarán los acelerómetros, para la obtención de los niveles de vibraciones, serán seleccionado teniendo en cuenta la ubicación de las vías, su proximidad a los edificios y la geología de la zona.

#### 6.4.10 Protección del patrimonio histórico-arqueológico.

OBJETIVO DE CONTROL 1: Protección del patrimonio histórico arqueológico.

INDICADOR DE REALIZACIÓN: N° de sondeos realizados mecánico/manuales.

FRECUENCIA: Se realizará según el criterio del organismo competente.

VALOR UMBRAL: Incumplimiento de las previsiones establecidas en el preceptivo programa de protección del patrimonio arqueológico.

MOMENTO/OS DE ANÁLISIS DEL VALOR UMBRAL: Controles periódicos previos al inicio de las obras

MEDIDAS: Paralizar el comienzo de las obras en el área afectada hasta la realización de los pertinentes sondeos y la emisión de informes favorables por la autoridad competente

OBSERVACIONES: Para el seguimiento de la afección al patrimonio arqueológico se contratará asistencia técnica adecuada, con la titulación pertinente y demostrada experiencia en el campo de la arqueología

OBJETIVO DE CONTROL 2: Prevenir la afección ante la aparición de yacimientos arqueológicos presentes en el subsuelo y no catalogados durante el movimiento de tierras.

INDICADOR DE REALIZACIÓN: superficie de movimiento de tierras vigilada en relación con la superficie total.

FRECUENCIA: control diario durante el periodo de movimiento de tierras.

VALOR UMBRAL: la aparición de restos arqueológicos a juicio del técnico competente.

MOMENTO/OS DE ANÁLISIS DEL VALOR UMBRAL: en cada control.

MEDIDAS: paralización de las obras.

OBSERVACIONES:

- El técnico competente deberá ser un arqueólogo autorizado por la Delegación Provincial de la Consejería de Cultura de Granada. La aparición de restos arqueológicos será comunicada a la Delegación Provincial de Cultura de Granada que, junto a la Dirección Ambiental en obra, determinara las medidas de urgencia a llevar a cabo.
- Puntos de inspección: zonas en las que se este realizando excavaciones.

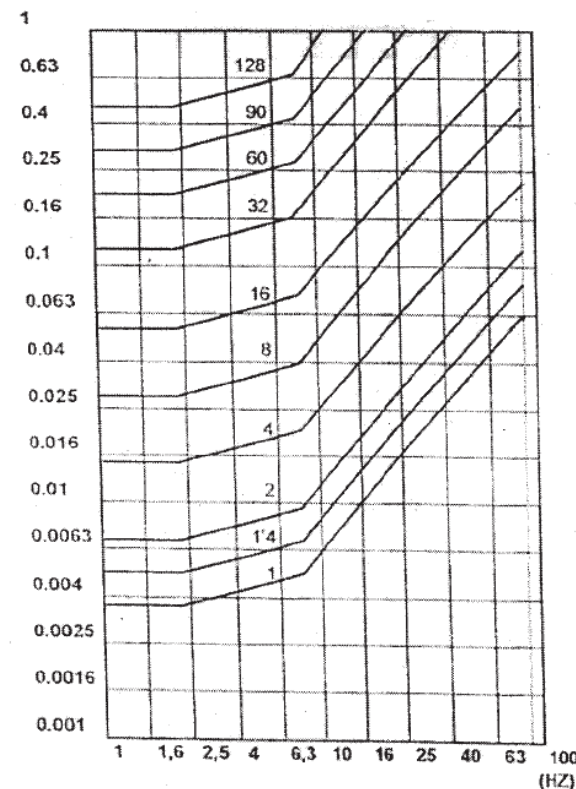
#### 6.4.11 Otros aspectos a controlar.

##### *Prevención ante la aparición de afecciones ambientales no previstas:*

- En caso de aparición de afecciones no previstas se procederá a su valoración por el equipo de Asistencia Técnica Ambiental y el consiguiente dictamen de las medidas correctoras pertinentes.
- En este caso se elaborará un informe especial donde se recomendarán nuevas medidas correctoras.
- Valoración de las afecciones imprevistas en el presente Análisis Ambiental. Se crearán informes excepcionales donde se explique la detección de riesgo ambiental inminente.

TABLA NUM.3. CURVAS BASE LIMITE DE INMISION DE VIBRACIONES EN EL INTERIOR DE LAS EDIFICACIONES		
Estándares limitadores para la transmisión de vibraciones		
Uso del recinto afectado	Período	Curva Base
Sanitario	Diurno	1
	Nocturno	1
Residencial	Diurno	2
	Nocturno	1,4
Oficinas	Diurno	4
	Nocturno	4
Almacén y Comercial	Diurno	8
	Nocturno	8

GRAFICO 1. CURVAS BASES DE NIVELES DE INMISION DE VIBRACIONES



- Estudio de las afecciones ambientales que se desprendieran de las modificaciones del proyecto que pudiera proponer la empresa constructora durante el desarrollo de las obras o la propia Dirección de Obra.

## 6.5. CONTENIDO DE LOS INFORMES TÉCNICOS DEL PVA

En este apartado se determina el contenido mínimo de los informes a elaborar en el marco del PVA. Dichos informes serán redactados por el órgano competente y remitidos a la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental.

### 6.5.1. Antes del inicio de las obras.

- Escrito del Director Ambiental de las obras, certificando que el proyecto cumple la AAU, en especial en lo referente a la adecuación ambiental del trazado.
- Programa de Vigilancia Ambiental para la fase de obras, presentado por el Director de Obra, con indicación expresa de los recursos materiales y humanos asignados.
- Plan de Aseguramiento de la Calidad Ambiental, presentado por el Contratista de la obra, con indicación expresa de los recursos materiales y humanos asignados.

### 6.5.2. Informe paralelo al Acta de Comprobación del replanteo

- Mapa con la delimitación definitiva de todas las áreas afectadas por elementos auxiliares de las obras, plan de rutas y caminos de acceso.
- Los valores de los indicadores sobre jalonamiento de las obras al objeto de determinar si las zonas sin señalización o con señalización insuficiente tienen una incidencia menor que la especificada por los valores umbral.

### 6.5.3. Informes semestrales durante la fase de obras

- En caso de existir, partes de no conformidad ambiental
- Medidas preventivas y correctoras, así como las nuevas medidas que se hubiesen aplicado, en su caso, durante la construcción.

### Informe sobre las medidas de prospección arqueológica y medidas de protección

Se entregará antes del comienzo del movimiento de tierras en cada zona y será realizado por la asistencia técnica contratada en esta materia. Contendrá como mínimo:

- Informes mensuales con el resultado del seguimiento en los que se hará constar, al menos, el lugar, fecha y naturaleza de los trabajos arqueológicos realizados.
- El análisis y resultado de los mismos.
- En su caso, un inventario de los hallazgos realizados y la forma en que afectan al desarrollo de la obra.

### 6.5.4. Antes del Acta de Recepción de la Obra

#### Informe sobre protección y conservación de los suelos y de la vegetación

- Los resultados de los indicadores de realización cuyo objetivo sea la conservación/protección de los suelos o de la vegetación, o la delimitación de los límites de la obra.
- Control final de la desafección de todas las zonas excluidas.
- Desmantelamiento de todas las actuaciones correspondientes a elementos auxiliares de las obras definidos como temporales, muy especialmente los localizados en zonas restringidas.
- Retirada de todos los elementos de delimitación de la obra.
- Ejecución de las tareas de restauración, realizadas no sólo a lo largo de la traza de la infraestructura, sino también en las áreas afectadas por elementos auxiliares, temporales y permanentes, incluyendo los vertederos.
- Fecha de ejecución de las medidas de restauración de la cubierta vegetal y contenido de las fichas incluidas en el Diario Ambiental de la Obra. Informe sobre la calidad de los materiales empleados.
- Justificación de cualquier modificación sobre lo previsto en el EsIA.
- En su caso, medidas adoptadas y definición de las correspondientes acciones de vigilancia y seguimiento.

Este informe deberá ir firmado por Ingeniero de Montes o Agrónomo, de grado medio o superior.

#### Informe sobre las medidas de protección de los acuíferos

- Descripción, incluyendo material fotográfico, de todas las balsas de decantación.
- Resultados de los análisis de las aguas realizados durante el seguimiento de las obras.
- Todas las incidencias señaladas en este campo en el Diario Ambiental de la obra.

- En su caso, medidas adoptadas y definición de las correspondientes acciones de vigilancia y seguimiento.

#### **Informe sobre las medidas de prevención del ruido en áreas habitadas**

- Inventario y descripción de las actuaciones realizadas en materia de protección de los niveles sonoros en la proximidad de las áreas habitadas.
- En su caso, medidas complementarias propuestas y nuevas acciones de vigilancia y seguimiento.

#### **Informe sobre la recuperación ambiental e integración paisajística de la obra**

- Fecha y descripción de las medidas tomadas para realizar la integración paisajística de la obra.

#### **Informe sobre el programa de vigilancia ambiental**

- Informe sobre el contenido de la vigilancia ambiental para la fase de explotación.

#### **6.5.5. Con periodicidad anual durante los tres años siguientes al Acta de recepción de la Obra:**

##### **Informe sobre los niveles de ruido realmente existentes en las áreas habitadas**

Analizará los siguientes puntos:

- Ejecución de las medidas correctoras.
- Niveles de ruido existentes en todas las zonas habitadas próximas a la infraestructura. Se medirán a 2 metros de las fachadas y a diferentes alturas.
- En su caso propuesta de nuevas medidas protectoras y ampliación de los plazos de vigilancia.

##### **Informe sobre la eficacia, estado y evolución de las medidas adoptadas para la recuperación, restauración e integración paisajística de la obra y la defensa contra la erosión**

- Resultados del seguimiento de los indicadores de protección de los suelos, agua y restauración de la vegetación.
- Seguimiento de la evolución de la implantación de las comunidades vegetales en los elementos auxiliares tratados, tanto temporales como permanentes e incluyendo los vertederos.
- En su caso adopción de medidas complementarias de integración paisajística y las correspondientes acciones de vigilancia y seguimiento.

#### **6.5.6. Informes especiales:**

Se presentarán informes especiales ante cualquier situación especial que pueda suponer riesgo el deterioro de cualquier factor ambiental. En concreto se prestará atención a las siguientes situaciones:

- Lluvias torrenciales que supongan riesgo de inundación o de desprendimiento de materiales.
- Accidentes producidos en fase de construcción que puedan tener consecuencias ambientales negativas.
- Accidentes en fase de explotación.
- Accidentes de tráfico producidos en cualquiera de los puntos de intersección entre la línea del metro y el viario afectado, tanto en fase de construcción como de explotación.
- Cualquier episodio sísmico.
- Erosión manifiesta de los taludes.



## 7. DOCUMENTO DE SÍNTESIS

El presente proyecto está sometido al instrumento de prevención y control ambiental de Autorización Ambiental Unificada (AAU), según la Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental.

La zona de actuación se sitúa dentro del término municipal de Sevilla y Alcalá de Guadaira. El término municipal de Sevilla se encuentra ubicado en la provincia de Sevilla, en la margen izquierda del río Guadalquivir.

El clima de Sevilla es mediterráneo continental, con precipitaciones variables, veranos secos muy cálidos e inviernos suaves. La temperatura media anual es de 18,6 C, una de las mayores de Europa. Las precipitaciones oscilan de 500 a 600 mm al año, concentradas de octubre a abril; diciembre es el mes más lluvioso, con 95 mm.

Geológicamente hablando, el área de estudio se enmarca en la cuenca del Guadalquivir, que en su conjunto funciona a partir del Neógeno como una cuenca sedimentaria en la que los materiales se depositan en discordancia sobre el zócalo Paleozoico. De esta forma, los materiales que rellenan la Depresión Inferior del Guadalquivir son de edad Neógena, fundamentalmente del Mioceno-Plioceno, y afloran en grandes extensiones pero en cortes de escasa potencia, aunque en profundidad pueden superar potencias de 2000 m.

La ciudad está ubicada en la llanura aluvial del Guadalquivir, en plena depresión del Guadalquivir. La altitud media sobre el nivel del mar es de 7 metros. La horizontalidad de la ciudad es reforzada por la altura generalmente baja de sus edificios, sobre todo en el centro.

El principal cauce presente en la zona es el río Guadalquivir. La parte oriental y suroriental de Sevilla está bañada por otros tres cursos fluviales, afluentes o subafluentes del Guadalquivir por su margen izquierda. El más importante de ellos es el río Guadaíra. El cauce natural del río Guadalquivir ha sido modificado por infraestructuras dirigidas a prevenir las grandes avenidas. También se ha alterado la red hidrográfica municipal de la margen izquierda del Guadalquivir, conformada por los arroyos Tagarete y Tamarguillo y el río Guadaíra.

En la zona de estudio se identifican 3 unidades hidrogeológicas, estas son: Unidad de Sevilla-Carmona, Unidad del aluvial del Guadalquivir y la Unidad del Aljarafe. Dentro de estas unidades se encuentran los siguientes acuíferos Aluvial del Guadalquivir, Acuífero de Sevilla-Carmona, Almonte-Marismas y Aljarafe sevillano.

Siguiendo el criterio de clasificación de suelos del “Catalogo de Suelos de Andalucía” de la Junta de Andalucía (Agencia de Medio Ambiente), la zona de estudio se encuadra en una zona donde los tipos de suelos más representativos son los pertenecientes a tres clases, los denominados “Rojo Aljarafe”, “Salino marismas” y “Franco-vega”.

En cuanto a la vegetación potencial, las series que encontramos en el área de estudio son las siguientes: Serie termomediterránea, bética, algarviense y mauritánica, seca-subhúmeda, basófila de la encina (*Quercus rotundifolia*): *Smilaco mauritanicae-Querceto rotundifoliae* S. Faciación calcífuga con *Cytisus malacitanus*. Muy extendida por todas las zonas basales de Andalucía, ya que es de distribución termomediterránea, se localiza sobre suelos ricos en bases y el ombrotipo bajo el que se desarrolla va del seco al húmedo. La comunidad climax es un encinar. Geoserie edafohigrófila mesomediterránea inferior y termomediterránea hispalense basófila, distribuida en el sector Hispalense, distrito Hispalense. Aparece sobre los suelos margosos y margoarcillosos del valle del Guadalquivir, en aguas eutrofizadas y en ambientes no salinos bajo termotipo termomediterráneo. En la primera banda riparia se localiza la serie de vegetación de la saucedá.

La vegetación actual que se ha inventariado es típicamente urbana, al igual que la fauna, donde el grupo más representativo es el de las aves, con gran representación de paseriformes, clumbiformes y algunas pequeñas rapaces.

Toda esta riqueza natural se completa con un importante patrimonio histórico, cultural y etnológico así como una importante red de vías pecuarias, senderos de uso público (habilitados por la Consejería de Medio Ambiente).

### 7.1. CONCLUSIONES DE LA VIABILIDAD DE LAS ACTUACIONES PROPUESTAS.

Las actuaciones que interfieren en el medio existente en la zona de las alternativas propuestas, van a ser las mismas, aunque según la situación en la que se den originarán mayor o menor afección sobre el medio.

Las acciones en fase de construcción son las siguientes:

Expropiaciones/Ocupaciones temporales,

- Repercutirán sobre la actividad económica, puesto que cambia el uso del suelo.
- Expropiación definitiva: Cuando sobre los terrenos se ubican construcciones u obras singulares. Será de aplicación a la plataforma del metro y estaciones que quedan fuera del núcleo urbano. Esta expropiación viene dada para las alternativas 1PE, 1SE, 2PE, 2SE, en una longitud de 1.400 m y en las alternativas 1PO, 1SO, 2PO Y 2SO con 1.120 m aproximadamente.
- Ocupación Temporal: Se aplica en todo aquel tramo de la plataforma que se ejecuta en pantalla, así como, para las instalaciones auxiliares necesarias durante el transcurso de las obras.

Movimiento de la maquinaria,

- El empleo continuado de la maquinaria durante todo el periodo de obras causará efectos directos sobre determinados elementos del medio. La maquinaria emite dos tipos de sustancia, en función del estado físico: polvo y gases contaminantes. Las afecciones producidas serán de carácter puntual o local y temporal pudiendo ser paliados, mientras tiene lugar esta fase, o corregidos una

vez finalizada la fase de construcción. Estos efectos se apreciarán no solo en el espacio destinado para la construcción de la infraestructura sino también en las zonas adyacentes a las obras.

#### Desbroce y tala,

- El desbroce se llevará a cabo en aquellos tramos del metro que discurre o se ejecuta en rampa, pantalla y superficial, así como en el caso de los pozos de ataque, pozos de ventilación, pozos de salida de emergencia y estaciones; que coincidan con la presencia de vegetación. Esta vegetación corresponde principalmente a vegetación urbana caracterizada por su mayor o menor valor ornamental, estético y socio-cultural. En cuanto a otro tipo de vegetación afectada será la localizada al final del trayecto correspondiente a cultivos herbáceos.

#### Demolición de firmes,

- Esta actuación será llevada a cabo en aquellos tramos de cada una de las alternativas del metro que se ejecutan en rampa, pantalla y superficie, así como para la ejecución de los pozos y estaciones que discurren por suelo urbano. En este caso habrá que dismantelar parte de la calzada, isletas y demás elementos existentes en la vía pública para la posterior incorporación de la plataforma del metro.

#### Movimientos de tierra, excavación de tuneles

- Extracción de material en la ejecución de los tramos previstos en tuneladora, pantalla y rampa, ya que los tramos en superficie se disponen prácticamente a ras de suelo siendo la extracción de material muy excasa.
- La ejecución de los 3 primeros tramos de todas las alternativas planteadas se realizan mediante tuneladora, ya que es imprescindible atravesar bajo el Canal Alfonso XII y bajo el casco histórico de Sevilla.

#### Ejecución de estructuras de hormigón,

- Esto supondrá la incorporación in situ de una planta de hormigonado para el abastecimiento de la obra.

#### Generación de residuos,

- Se debe procurar que los residuos sean mínimos y que los producidos sean recogidos y retirados por gestores autorizados.

#### Demanda de nuevas superficies,

- La obra será básicamente excedentaria de material, ya que su ejecución en subterráneo implica

una extracción de material de volumen considerable. El material extraído en este caso no es aprovechable para su reutilización en la obra por lo que deberá ir a vertedero autorizado.

- Por otro lado la necesidad de material a traer de cantera es muy pequeño pero necesario.

#### Acopio de materiales,

- Según el lugar donde se ubique y la acción de depositar los materiales originan una serie de afecciones. Es necesario mencionar que todas estas afecciones son puntuales debido a que el depósito de materiales será llevado a cabo en puntos concretos de la zona de actuación únicamente durante el transcurso de las obras.

#### Generación de nuevas superficies,

- Las nuevas superficies se originan en aquellos tramos en los que el metro discurre por terrenos agrícolas, ya que los tramos en superficie que se ejecutan en ciudad no generan desmontes ni terraplenes. No obstante, por la topografía tan llana del mismo no será necesario la incorporación de taludes en desmonte ni en terraplén.

#### Hormigonados y asfaltados,

- Todas las posibles afecciones producidas por esta acción son de carácter local ya que se circunscriben a puntos concretos localizados. Las medidas correctoras que se puedan diseñar son escasas, únicamente se puede hablar de prevención de la contaminación ya que esta operación es imprescindible para la reconstrucción de los viales de la ciudad.

#### Instalación de electrificación,

- Esta acción se realiza justo en las inmediaciones de la vía del metro, evitando el aumento de la afección en superficie con respecto a la plataforma. La incorporación de este elemento afectará al medio perceptual en aquellos tramos en los que el metro discurre en superficie.

En fase de explotación las afecciones vendrán dadas por las siguientes acciones:

#### Ocupación del suelo,

- Estos impactos, serán permanentes, por lo que para poder minimizarlos, será necesario, proceder a la implantación de medidas desde el inicio de la acción. El tipo de impacto dependerá del tipo de ocupación; estaciones, pozos y arquetas y elementos de electrificación.

Funcionamiento del metro,

- Estas afecciones, tendrán distinta intensidad y características en función del elemento que las provoque: el propio metro y los elementos de electrificación. De esta forma se generarán ruidos y vibraciones por el paso del metro en superficie y por los elementos de electrificación que los acompañan.
- Este impacto afectará principalmente a la población que vive, trabaja o pasea en las inmediaciones de la línea de metro. Por otro lado también se verá afectada la avifauna que vive en la vegetación y edificios más próximos a la infraestructura.

## 7.2. CONCLUSIONES DEL EXAMEN Y ELECCIÓN DE LAS DISTINTAS ALTERNATIVAS.

En esta discusión se plantea el nivel de impacto causado por las distintas alternativas sobre el medio desde un punto de vista reflexivo, en el que entra a jugar la interpretación apuntada en el anterior apartado.

En un primer momento se van a analizar los impactos causados por cada alternativa en función del factor medioambiental afectado, para luego pasar a resumir las principales afecciones producidas por cada alternativa.

De todos los factores ambientales considerados se va a particularizar en aquellos que resultan más significativos o problemático el impacto producido, por una actuación como esta, para su posterior valoración. Es el caso de los siguientes factores: Vegetación, Paisaje, Patrimonio Histórico y Bien estar social.

El resto de los factores no se considera de la misma importancia para la definición de la infraestructura, habida cuenta de las características del medio, así como de los impactos que de él se deriven y su capacidad de corrección.

Todos los impactos cuentan en la valoración de la actuación. Únicamente se considerarán los factores comentados a la hora de establecer un indicador cuantitativo que complemente la valoración cualitativa adjudicada para cada impacto.

A continuación se realiza una exposición de los criterios cualitativos que se han tenido en cuenta a la hora de caracterizar los impactos sobre estos factores.

### Calidad acústica

En este apartado se procede a realizar la comparación entre las distintas alternativas bajo el criterio de la afección medioambiental en la calidad acústica, y que se basan, en el estudio sobre ruido y vibraciones incluido el anexo nº4.

La afección sobre la calidad sonora en una actuación de este tipo se producirá en aquellas zonas donde el trazado discurre en superficie. Para la determinación del indicador correspondiente se ha relacionado la longitud en superficie de cada alternativa con respecto a la longitud total, obteniendo un valor del porcentaje en superficie.

Las alternativas “P” son menos agresivas que las “S” con respecto al impacto en la calidad sonora, ya que en general la longitud en superficie es menor. Las alternativas 1SO y 2SO son las alternativas con mayor afección, mientras que las 1PE y 2PE las de menor afección y por tanto más favorables con respecto al impacto acústico.

En cuanto a la fase de construcción las diferencias constructivas existentes entre las distintas alternativas no va a suponer diferencia en cuanto a la generación de ruidos.

### Vegetación

La afección se producirá sobre los ejemplares presentes en jardines, bulevares y alcorques de la ciudad en los tramos que discurren en superficie o pantalla principalmente.

### Paisaje

Los criterios empleados para asignar puntuaciones relativas entre las 8 alternativas son los siguientes:

- Tipo constructivo: Pantalla, rampa y superficie.
- Elementos constructivos: Pozos de ataque, resto de pozos, estaciones subterráneas y estaciones en superficie.
- Elementos naturales: alcorque, bulvar y jardín histórico.

### Patrimonio arqueológico

Los criterios empleados para asignar puntuaciones relativas entre las 8 alternativas son los cuatro siguientes:

- Estaciones en zona centro: Número de estaciones que se ubican en la zona centro (1 ó 2 estaciones).
- Pozos en zona centro: Número de pozos de ventilación, bombeo o salidas de emergencia que se ubican en la zona centro.
- Estaciones o pozos en cartuja y Ronda histórica: suma del número de estaciones más el número

de pozos que se sitúan en los tramos contruidos mediante tuneladora, que no pertenecen al centro histórico de Sevilla.

- Longitud entre pantallas: Longitud total de túnel entre pantallas de cada alternativa.

La alternativa menos ventajosa desde el punto de vista de la agresión al patrimonio arqueológico es la 2PE con una puntuación de 2.

Los indicadores calculados serán los que se aplique al resultado del algoritmo obtenido para cada una de las acciones que afectan a cada factor ambiental.

Una vez obtenidos los valores definitivos de cada uno de los factores de mayor importancia, habrá que adaptar la tabla de clasificación de grados de impacto definida originalmente.

Del resumen de esta valoración general resulta un impacto entre compatible, moderado y severo sobre los distintos factores del medio, tanto en la fase de funcionamiento como de explotación, aun teniendo en cuenta que se dan impactos concretos que se han valorado como críticos.

A continuación se pasa a analizar el resultado de las valoraciones de cada una de las alternativas por factores del medio.

#### Atmósfera

El impacto sobre la Calidad del aire va a ser compatible en fase de obras y moderado en fase de funcionamiento en todos los casos. En este caso se considera impacto compatible porque tiene carácter temporal y muy localizado, y además es fácilmente corregible mediante la aplicación de las medidas preventivas y correctoras. En fase de explotación, al tratarse de un metro no se generan ningunos de estos contaminantes en la atmósfera.

Por otro lado, la Calidad acústica en fase de obras no presenta diferencia entre las alternativas. Sin embargo en fase de funcionamiento si que varia. De hecho, las alternativas que presentan mayor longitud de trazado en superficie presentarán mayor impacto acústico.

#### Geología

Se considera impacto compatible durante la fase de construcción e inexistente en explotación. Los mayores impactos se producen por la excavación de los túneles, que supondrá un volumen excedentario elevado y por tanto su llevada a vertedero.

#### Hidrología

El impacto sobre la hidrología en fase de obra va a ser compatible en ambas fases y para todas las alternativas ya que los cursos fluviales atravesados no son afectados, por debajo de los mismos o cercanos a ello pero sin afección directa.

De la misma manera en fase de funcionamiento el impacto va a ser compatible.

#### Hidrogeología

Sobre este factor se produce un impacto compatible para todas las alternativas tanto en fase de obras como de funcionamiento, ya que los tramos en subterráneo se ejecutan de tal manera que se sella la zona de trabajo para que no hay infiltraciones.

#### Vegetación

En este caso hay más diferencias entre las alternativas ya que las que afectan mayormente a este factor son las que presentan más estaciones, el tramo 5 en superficie y la opción oeste del final del trayecto. Todas coinciden en que el desbroce y tala son críticos para este factor y para el resto de acciones se obtienen: valores mayormente severos para las alternativas 2SO, 2PE y 2SE; entre moderados y severos para las alternativas 1SO y 1PO; y finalmente para la 1PE y 1SE moderados.

En fase de funcionamiento cambia considerándose en todos los casos un impacto moderado salvo para las alternativas 2PO y 2SO en las que se obtienen valores entre moderado y severo.

#### Fauna

El impacto sobre la fauna va a ser compatible para todas las alternativas tanto en fase de funcionamiento como en fase de construcción ya que gran parte del recorrido del metro discurre en subterráneo y por un ámbito totalmente urbano.

#### Paisaje

En fase de construcción afecta a este factor aquellos tramos contruidos en rampa, pantalla y superficie, así como las estaciones y pozos totales que empeorarán el paisaje por la presencia de la maquinaria de obra, movimientos de tierra, ejecución de estructuras, acopios de materiales y eliminación de la vegetación existente entre otros. De esta forma se obtiene un impacto mayor en las alternativas 2SO y 2SE, seguido en un rango algo menor pero con poca diferencia las 2PO, 2PE, 1SO y 1SE; y por último se encuentran la 1PE y la 1PO.



Las 6 primeras alternativas indicadas obtienen un impacto entre moderado y severo, mientras que las dos últimas resulta moderado.

En el caso de la fase de funcionamiento el impacto se ve reducido, ya que todos los tramos construidos en pantalla quedan ocultos y devueltos a su situación inicial. Las alternativas peor valoradas serán las que presenten mayor número de estaciones, elementos nuevos incorporados al paisaje, y mayor longitud en superficie coincidiendo con la 2SO, seguido de la, 2SE, 1SO y 1SE, impacto de moderado a severo, y por último con un impacto menor, de compatible a moderado, la 1PE, 1PO, 2PE y 2PO.

#### Yacimientos arqueológicos

El impacto que se obtiene sobre los yacimientos es de moderado a severo para todas las alternativas pero con valores algo mayores en las alternativas 2PO, 2PE, 2SO y 2SE, al presentar una estación más en el casco histórico de Sevilla.

#### Empleo y economía

Tanto en fase de obra como en fase de funcionamiento se genera un impacto positivo, en todas las alternativas, sobre estos dos elementos del medio socioeconómico, ya que puede participar en la ejecución, conservación y planificación de cualquiera de las tareas ligadas a las distintas instalaciones. De esta forma se genera empleo y mejora la economía.

#### Conclusión y discusión

A continuación se realiza un resumen de las valoraciones hechas anteriormente. Como hemos podido comprobar hay factores del medio que se van a ver igualmente afectados o al menos de forma muy similar por las ocho alternativas, como es el caso de la calidad del aire, geología, hidrología, hidrogeología, fauna y empleo y economía. Esto ocurre porque las alternativas son más similares de lo que pueden parecer en un principio.

De hecho todas las alternativas causan un mayor impacto sobre los factores de vegetación, paisaje, arqueología y acústica. Concretamente la alternativa 2SO es la que causa mayor impacto sobre estos factores ya que es la que presenta mayor número de estaciones en la zona del casco histórico, presenta el tramo 5 en superficie y el tramo 7 por donde existe mayor superficie de vegetación afectada. La suma de todo esto eleva el impacto, respecto del resto de alternativas, en mayor número de comunidades arbóreas afectadas, mayor número de elementos incluidos en el paisaje y mayor riesgo de afección a restos arqueológicos.

Seguida de esta alternativa, pero no muy distante, nos encontramos en un rango menor en cuanto a impacto ambiental se refiere las alternativas 2SE y 2PO. Si se analizan ambas, la diferencia que se

encuentran entre ellas, viene dada por la mayor afección de la 2SE sobre el paisaje y menor afección sobre la vegetación respecto a la 2PO. Eso supone un equilibrio entre ambas en cuanto al resultado del valor final del impacto.

En otro rango menor de impacto, y tampoco muy distante a las anteriores, se encuentra la alternativa 2PE la cual presenta similar afección sobre la vegetación de la 2SE y paisaje de la 2PO. Por tanto es normal que el valor de impacto sea algo menor y sin mucha diferencia de ambas.

En el siguiente rango de menor impacto se encuentran las alternativas 1SO y 1SE, tampoco muy distante del rango anterior. Ambas presenta una estación en la zona de casco histórico, ambas discurren en superficie por el tramo 5 y sólo se diferencian el trayecto final del recorrido del metro. Con respecto a las anteriores al presentar 1 estación en lugar de 2, originan menor impacto sobre la vegetación, paisaje y arqueología. En cuanto al tramo final (tramo 7) de cada una de ellas la 1SO presenta mayor impacto sobre la vegetación, pero igual sobre el paisaje, pero aun así la diferencia en cuanto a los valores obtenidos en las tablas de valoración no son muy distantes por lo que finalmente se obtiene el mismo valor de impacto para ambas alternativas.

Finalmente en el último rango de la valoración de impacto ambiental, el más bajo, se encuentran las alternativas 1PO y 1PE, que presenta 1 estación e casco histórico, ambas van en pantalla en el tramo 5 y al igual que en el rango anterior sólo se diferencian en el último tramo. Con respecto al rango anterior se diferencia en cuanto a la menor afección que presentan sobre el paisaje para el tramo 5, que se ejecutará en pantallas, quedando el metro totalmente oculto en fase de funcionamiento.

En resumen se puede decir que las alternativas estudiadas en el presente estudio de Impacto Ambiental quedarían ordenadas de mayor a menor impacto, aunque sin diferencias significativas entre si, de la siguiente manera:

2SO / 2SE y 2PO / 2PE / 1SO y 1SE / 1PO y 1PE

### **7.3. MEDIDAS PROTECTORAS Y CORRECTORAS.**

#### Fase de proyecto:

- Como medida correctora para minimizar la contaminación acústica se ha encargado la realización del Estudio Acústico para la presente actuación, el cual se adjunta en el Anejo 4 del presente Estudio Ambiental. Con este estudio se identificará con claridad la situación acústica medioambiental en la zona de posible afección del proyecto de construcción, y una vez en funcionamiento se deberán realizar medidas de comprobación.
- Como medida preventiva a la posible afección a yacimientos arqueológicos durante la ejecución de las obras de la Línea 2 de Metro de Sevilla, se estima necesario realizar un análisis de las características geomorfológicas y arqueológicas que se puedan

obtener de los sondeos geotécnicos a realizar en el desarrollo del Proyecto de Construcción de la Línea 2 del Metro de Sevilla.

Fase de construcción (previo al inicio de las obras):

Prevención frente a la invasión de hitos de interés

- Para evitar la afección a yacimientos arqueológicos, y a ejemplares o comunidades vegetales de interés, se ejecutará el balizamiento de éstos por parte del Contratista de las obras a órdenes la Dirección de Obra una vez estudiado el terreno por parte de ésta.

Selección de zonas para acopio de temporales, parque de maquinaria e instalaciones auxiliares

- Se llevará a cabo según protocolo definido para no afectar a los lugares de interés descritos en la anterior medida preventiva. Para ello la contrata presentará a la Dirección de Obra una solicitud de ubicación para estas instalaciones mediante la presentación de información detallada de las dichas instalaciones y su posible ubicación (cartografía topográfica en planta de estos lugares, medidas correctoras para paliar posibles efectos adversos, razones de emplazamiento).

Protección de la hidrología e hidrogeología.

- Para evitar la afección del acuífero, al ejecutar tramo con tuneladora, está previsto el sellado continuo del túnel a medida que avanza la maquinaria.
- Se instalarán parques de maquinaria (cuya ubicación recogerá los criterios del punto anterior) para salvaguardar el sistema hidráulico de las posibles afecciones por motivos de derrames de líquidos o fluidos contaminantes.
- Se adecuarán los parques de maquinaria impermeabilizándolos con geomembrana, delimitando su perímetro con un bordillo, contará con un sistema de recogida de aguas (cunetas y arquetas-sumidero) hasta una balsa de decantación. El agua de la balsa de decantación será analizada, tratada y gestionada según el resultado de estos análisis.
- También, previo al inicio de las obras, se tendrá que realizar un análisis de las aguas de los cauces más próximos a las obras, para obtener los valores de referencia de la calidad que presentan los ríos y cauces.

Protección de la vegetación

- Toda aquella actuación que requiera la tala o desbroce de la totalidad o parte de cualquier ejemplar arbóreo o arbustivo, será necesario solicitar permiso a la administración competente en esta materia, indicando las características de la actuación, así como las razones que obligan a adoptar esta alternativa y no otra.
- Delimitar “in situ” el área de protección de los ejemplares afectados, que incluirá completamente el árbol, de la raíz a las puntas, por personal debidamente cualificado. Esta protección se llevará a cabo a través de tablas, de manera que sea un vallado sólido e impenetrable.

Protección arqueológica

Una vez identificadas las áreas de riesgo arqueológico y su gradación, y a falta de saber las conclusiones del análisis a realizar sobre los materiales obtenidos en los sondeos geotécnicos a ejecutar en fase de redacción del proyecto de construcción, se plantean los siguientes trabajos arqueológicos futuros a desarrollar.

- Realización una campaña de excavaciones arqueológicas en las zonas de mayor incidencia de la obra en el Conjunto Histórico, así como la realización de sondeos arqueológicos de 5 x 5 m ubicados en todos aquellos puntos de escasa documentación o nivel de riesgo arqueológico alto.
- Elaboración de un programa de los trabajos de investigación arqueológica que se deben tener previstos en la fase de obras.
- Elaboración de propuestas de amortiguación del impacto de la obra nueva. Con ello se plantean medidas correctoras, a fin de evitar, en la medida de lo posible, riesgos de destrucción innecesarios o complicaciones presupuestarias y de tiempo en la ejecución de las obras.

Fase de construcción (durante las obras):

Atmósfera:

- Contaminación atmosférica por emisión de ruidos: Como medida general se plantea una rebaja del ruido producido por el funcionamiento de la maquinaria durante la fase de construcción a través del mantenimiento regular de la misma
- Contaminación atmosférica por levantamiento de polvo: Para evitar en la medida de lo

posible la emisión de polvo durante el transporte de materiales por los camiones se procederá al cubrimiento de la cubeta del camión con una lona. Se procederá al riego de las zonas transitadas por los camiones para evitar la emisión de polvo. Se dispondrá de trampas lava ruedas que eliminen las partículas que queden adheridas a éstas como piedras.

- Contaminación atmosférica por emisión de gases: La emisión gaseosa producida por la combustión de hidrocarburos se controlará mediante la anotación en el registro de entrada a la obra de la matrícula y toda la documentación de la Inspección Técnica del vehículo para la comprobación de la aptitud del mismo y su buen estado técnico, especialmente en lo referido a la emisión de gases. Cuando no sea necesario utilizar los vehículos durante un período superior o igual a un día serán estacionados en el parque de maquinaria. Características de los vehículos a motor: homologaciones en lo referente a niveles sonoros de emisión admisibles. Los vehículos a usar en obra estén homologados al respecto.
- Contaminación lumínica: Se iluminará solamente la superficie que se quiere dotar de alumbrado. Los niveles de iluminación no deberán superar los valores máximos establecidos en la ITC-AE-02. El factor de utilización y el factor de mantenimiento de la instalación satisfarán los valores mínimos establecidos en la ITC-EA-04.

#### Geología y geomorfología:

- Los vertederos tendrán que ser autorizados por la Consejería de Medio Ambiente con Proyectos de restauración Paisajística en vigor. La única excepción será el caso en que una zona se encuentre actualmente degradada por alguna actividad de gran impacto y no haya sido restaurada en cuyo caso el contratista de la obra civil deberá proceder a la restauración de este espacio degradado supervisado por la Asistencia Medioambiental de la Dirección de Obra. Para la realización del vertido en un vertedero no autorizado será necesaria la autorización por parte de la Consejería de Medio Ambiente. Para ello será necesario la emisión de un informe en el que se recogerá las características básicas del vertido así como los motivos de la realización del vertido.
- En cuanto a canteras, todas ellas deberán estar autorizadas por lo que deberán poseer de un proyecto de explotación en el que se recojan las medidas correctoras de los impactos que se produzcan como consecuencia de su explotación. Es por ello que aquí no se recogen medidas correctoras para estas explotaciones como consecuencia de la construcción del metro. En el caso de que se tenga que utilizar una cantera que no esté autorizada, será necesario la restauración de las previsibles afecciones que se causen como consecuencia de la realización del préstamo. Así será necesaria la restauración paisajística de la zona previa solicitud de autorización.

#### Hidrología e hidrogeología:

- El parque de maquinaria a ubicar, se preverá en lugar donde no exista en las cercanías de alguna vía de agua, o que intercepten elementos importantes de la red de drenaje superficial.
- Con el fin de evitar la intrusión de contaminantes en las capas freáticas subyacentes, los vertidos procedentes de las labores de mantenimiento de la maquinaria serán recogidos y tratados convenientemente para ser enviados a los centros de tratamiento autorizados, acondicionándose una zona impermeabilizada para los cambios de aceite (parque de maquinaria).
- Se prohíbe el tránsito de maquinaria y la realización de acopios en las proximidades de los cauces, por lo que se balizarán los tramos de cauces susceptibles de sufrir este tipo de afección por su cercanía a las obras.
- Todo elemento que se vea contaminado deberá ser restaurado. En caso de urgencia se podrán realizar trabajos de protección de los márgenes de los cauces, siendo responsable de los daños derivados los propietarios de las obras.
- Análisis de las aguas de los cauces y balsa de decantación. Esta medida se realiza para asegurar que la calidad de las aguas no se ve empeorada durante el transcurso de las obras. De esta forma, y al igual que en la fase previa al comienzo de la obra se realizarán una serie de muestreos en los cauces más próximos, donde se controlarán los niveles de DBO5, DQO, pH y nivel de la turbidez de las aguas.

#### Suelos:

- Se retirará la capa de tierra vegetal en las zonas a ocupar por la plataforma del metro y por las instalaciones auxiliares que se encuentren en terreno natural (fuera de zonas urbanizadas).
- Para la correcta conservación de suelos, no se podrá manipular la tierra cuando su contenido en humedad sea menor del 60%, el decapaje se hará en los primeros 20 cm, el volumen de tierra vegetal que se va a acopiar será el total del volumen decapado, y los acopios no superarán los 2 metros de altura y no serán manejados una vez establecidos. La ubicación de estos acopios se entenderá definitiva hasta su extensión de nuevo en los tajos. La tierra vegetal se acopiara en bandas paralelas a la infraestructura y los acopios de tierra vegetal serán convenientemente balizados para evitar ser mezclada con otros materiales y tierras de la propia obra. Se evitará absolutamente, salvo modificaciones en el proyecto o situaciones de emergencia, el paso de maquinaria sobre los acopios en los que se almacenará esta capa de suelo

vegetal. Esto evitará la compactación del mismo.

- El extendido de la tierra vegetal se llevará a cabo sobre las superficies neoformadas (taludes), antes se realizará un aporte de materia orgánica así como abonado de fondo con compost. La capa de tierra vegetal que se extenderá sobre los taludes de las instalaciones tendrá un espesor máximo de 0,20 m.

#### Vegetación:

- Si es necesaria la realización de podas para la ejecución de las obras según informe el contratista, una vez realizadas éstas se procederá al tratamiento con productos fitosanitarios que eviten la invasión de hongos, nematodos o insectos en el tronco y en el sistema vascular de los individuos tratados.
- Las podas han de ser supervisadas por la Asistencia Ambiental de la Dirección de Obra que elegirá las ramas a cortar así como las herramientas utilizadas y el modo de la poda.
- Queda totalmente prohibido la realización de fuegos para la eliminación de los residuos generados por las podas, durante la época estival o con carencia de precipitaciones.
- Queda prohibida la realización de acopios sobre especies vegetales de interés.
- Transplante de las especies arbóreas de interés afectadas. El número de pies arbóreos, aproximado, que se verá afectado directamente por la actuación, deberá ser analizado en fase de proyecto de construcción.

#### Fauna:

- Para minimizar la afección a la fauna, la tala y corte de los individuos arbóreos de la ciudad se realizarán fuera de la época de cría y reproducción de las especies passeriformes, columbiformes y pequeñas rapaces. Esta época es en los meses de marzo a junio.

#### Paisaje:

- Las obras quedarán siempre que se pueda, ocultas al resto de la ciudad para minimizar el impacto paisajístico sobre el entorno.
- La superficie de afección, será la estrictamente necesaria para afectar al menor número de individuos vegetales posible.

#### Patrimonio arqueológico:

- Control del movimiento de tierras por arqueólogo competente en aquellos puntos en los que se afecte a estratos con posibilidad de hallar restos arqueológicos.
- La realización de estas actividades arqueológicas requiere de la solicitud a la Delegación de Cultura de Sevilla de los correspondientes permisos, mediante la redacción de un proyecto arqueológico suscrito por técnico competente.
- En caso que así se estime oportuno se podrá proceder a la paralización de las obras que hayan provocado el descubrimiento. Este suceso deberá ser comunicado a la Delegación Provincial de Cultura en Sevilla en un plazo de 30 días.
- Cualquier persona que observe peligro de destrucción o deterioro de un bien del patrimonio histórico lo pondrá inmediatamente en conocimiento de la Administración.

#### Población:

- Las calles que se verán afectadas por las obras de la Línea 2 de Metro de Sevilla tendrán que ser adecuadas al tránsito de peatones, contando con la señalización suficiente para su correcto uso diario. Estos pasos, tendrán que quedar perfectamente definidos en el proyecto de construcción.

#### Gestión de residuos:

- El programa de trabajos se planificará de modo que cada mes se transporte a vertedero los residuos generados. El traslado de residuos se basará en los principios de proximidad y suficiencia.
- Mensualmente, se llevará a cabo una limpieza general de la zona, que conlleve la retirada, incluyendo recogida y transporte a vertedero o punto de reciclaje, de todos los residuos existentes en la zona de actuación.
- Para evitar vertidos procedentes de la maquinaria los cambios de aceite y demás actividades productoras de residuos se realizarán en las zonas habilitadas a tal efecto (parque de maquinaria). Estos residuos serán recogidos por gestor autorizado.
- La mejor manera de minimizar la producción de residuos consiste en una adecuada separación del residuo. Esta separación permite que cada residuo producido en obra sea dirigido hacia el proceso más adecuado desde el punto de vista ambiental: valoración, reutilización, reciclado o vertido. Siguiendo este criterio se destinarán a obra distintos tipos de contenedores que se ubicarán preferiblemente en el parque de maquinaria.



#### Fase de funcionamiento:

##### Atmósfera:

- Será necesario realizar ensayos acústicos para medir los niveles de inmisión sonora en los edificios más cercanos a la actuación, una vez puesta en funcionamiento la línea. De los datos obtenidos se desprenderá la necesidad de realizar alguna actuación de mitigación de ruido. En caso afirmativo, se utilizarán pantallas absorbentes o reflectantes, según el caso concreto y la orientación del edificio respecto a los vientos dominantes considerando las posibles direcciones de propagación del sonido.

##### Hidrología:

- La ocupación del suelo por parte de la infraestructura implica que, una vez en funcionamiento la infraestructura, las escorrentías que han sido interceptados por la misma han podido sufrir cambios en su cauce. Este impacto se ha corregido ya en fase de obra mediante la adecuación de obras de drenaje. Por lo tanto, en fase de explotación, se indica como medida correctora comprobar la eficacia de estas obras de drenaje.

##### Paisaje:

- Una vez finalizadas las obras se procederá a la implantación de la vegetación afectada en aquellos tramos del metro que discurre en pantalla, y sobre aquellas plazas afectadas por los pozos de ataque e instalaciones auxiliares que finalmente sean desmantelados.
- Como aseguramiento de los trasplantes y plantaciones ejecutadas se realizarán una serie de trabajos de mantenimiento y conservación de las especies vegetales incorporadas.

#### **7.4. PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL**

Durante esta fase la vigilancia se centrará en el control al contratista de la correcta ejecución de las medidas protectoras y correctoras y en la prevención frente a la aparición de afecciones no previstas o para las que no se han dispuesto medidas preventivas o correctoras. En caso de aparición de afecciones no previstas se procederá a su valoración y el consiguiente dictamen de las medidas correctoras pertinentes.

El control de la correcta ejecución de las medidas preventivas y correctoras en relación a ellos podemos particularizar las siguientes medidas:

##### Atmósfera.

Las acciones que se deberán vigilar son:

- Supervisión de las obras de construcción con control de las operaciones de riego dentro del

perímetro marcado o balizado de la actividad de obra.

- También se vigilará que el transporte de los materiales se realiza cubriendo con malla toda la superficie de material transportado y que se ha regado la superficie de transporte antes de proceder a la carga.
- Control de que la emisión de gases de los vehículos de transporte cumplen los límites establecidos legalmente.

##### Hidrología Superficial.

El control va encaminado a la situación de los lugares de acopio de los materiales y del parque de la maquinaria fuera de las zonas próximas a los cursos del agua.

- Se deberá retirar todo tipo de material una vez que haya acabado la actividad específica en el lugar de ocupación, se limpiará el entorno y se procederá a la restauración de la cubierta vegetal.
- No se realizará ningún tipo de vertido a los cauces interceptados por las obras.
- Se verificará el correcto dimensionado de los drenajes, tanto transversales como laterales, para permitir una fácil evacuación del agua.
- Se controlará la circulación de maquinaria, de manera que no afecte a ningún cauce.
- Análisis de la calidad de las aguas. Se realizará en la parte de los ríos y arroyos más próxima a la traza.

##### Suelo y Movimiento de Tierras.

Seguimiento y vigilancia del impacto sobre la geología y el suelo, el control que se efectuará sobre los mismos consistirá en verificar:

- La correcta extracción y acopio de la capa superficial del suelo, o la tierra vegetal, evitando la compactación de la misma. Asimismo se realizará correctamente el posterior extendido de la tierra vegetal que posteriormente se va a utilizar.
- Comprobar que las zonas de acopio quedan fuera de las zonas excluidas por razón de la erosión y no interfieren en el desarrollo de las obras.
- Con respecto a las tierras sobrantes, se controlará que los vertidos se realicen en vertedero controlado o en las zonas destinadas a la recepción de las mismas.

##### Vegetación.

- Se vigilará la correcta delimitación de las superficies a desbrozar, así como el marcaje/identificación de los pies arbóreos a talar y/o transplantar.

- Se deberá controlar el desbroce y la tala de árboles para evitar afectar a especies no afectadas por las obras.
- Se vigilarán las labores de trasplante, para que se realicen en condiciones adecuadas y sin dañar al ejemplar en cuestión.

#### Fauna.

- Control sobre los trabajos de desbroce para su ejecución en épocas de no nidificación ni cría.
- Control de la restauración de la cubierta vegetal de las zonas alteradas por el proyecto.

#### Maquinaria.

La vigilancia de la maquinaria se llevará a cabo en los siguientes aspectos:

- Utilización del tipo adecuado de maquinaria.
- Vigilancia en la planificación del parque de maquinaria, de manera que este se ubique en una zona de características oportunas.
- Utilización correcta de la maquinaria.
- Control de ruidos mediante el mantenimiento adecuado de la maquinaria.
- Impedir cualquier tipo de vertido. Se comprobará también que aquellos residuos deban ser gestionados mediante las operaciones oportunas se hagan de esa forma.

#### Patrimonio Histórico

Vigilancia sobre las actuaciones prospectivas y preventivas en relación a la protección del Patrimonio Histórico Artístico. Para un correcto seguimiento de estas medidas se deberá:

- Confirmar que los trabajos de vigilancia de las zonas arqueológicas que se encuentren no reflejan afecciones severas a los posibles yacimientos.
- Controlar que se ha realizado, previamente a las labores de desbroce, una recogida superficial de materiales en todos los yacimientos.
- Controlar que se realice un seguimiento de obras y control de cautela en las áreas próximas a los yacimientos.
- Hacer constar la presencia de un arqueólogo durante la ejecución de las obras.

#### Permeabilidad Territorial y Vías Pecuarias

Durante el período de construcción se deberá verificar:

- Que se asegure la permeabilidad territorial al menos hasta el nivel considerado en proyecto.
- Se debe confirmar, específicamente, que las vías pecuarias mantienen la misma permeabilidad que en la actualidad.
- Se confirmarán el cumplimiento de las características incluidas en las medidas correctoras para las estructuras que salvan las vías pecuarias.
- Se remitirá un informe a la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, en el que se describa el resultado final de la reposición de las vías pecuarias, acompañado de cartografía definitiva y reportaje fotográfico, para su conocimiento y aprobación. Este informe se remitirá igualmente al Ministerio de Medio Ambiente.

#### Acopios de Tierra Vegetal.

- Control de la correcta morfología y tratamiento de los acopios de tierra vegetal, así como de la correcta ejecución de las tareas de mantenimiento y conservación.

#### Posibles Modificaciones.

Estudio de las afecciones ambientales negativas generadas por acciones contempladas en el proyecto de construcción o fruto de cambios efectuados sobre el trazado o la programación.

Estudio de las afecciones ambientales que se desprendieran de las modificaciones del proyecto que pudiera proponer la empresa constructora durante el desarrollo de las obras o la propia Dirección de Obra.

Estos estudios se llevarán a cabo de manera coordinada con la contrata de forma que la definición de las alternativas técnicamente viables esté de acuerdo también con su viabilidad ambiental.

Dictamen de las medidas preventivas y correctoras pertinentes en caso necesario.

Autor del Anejo

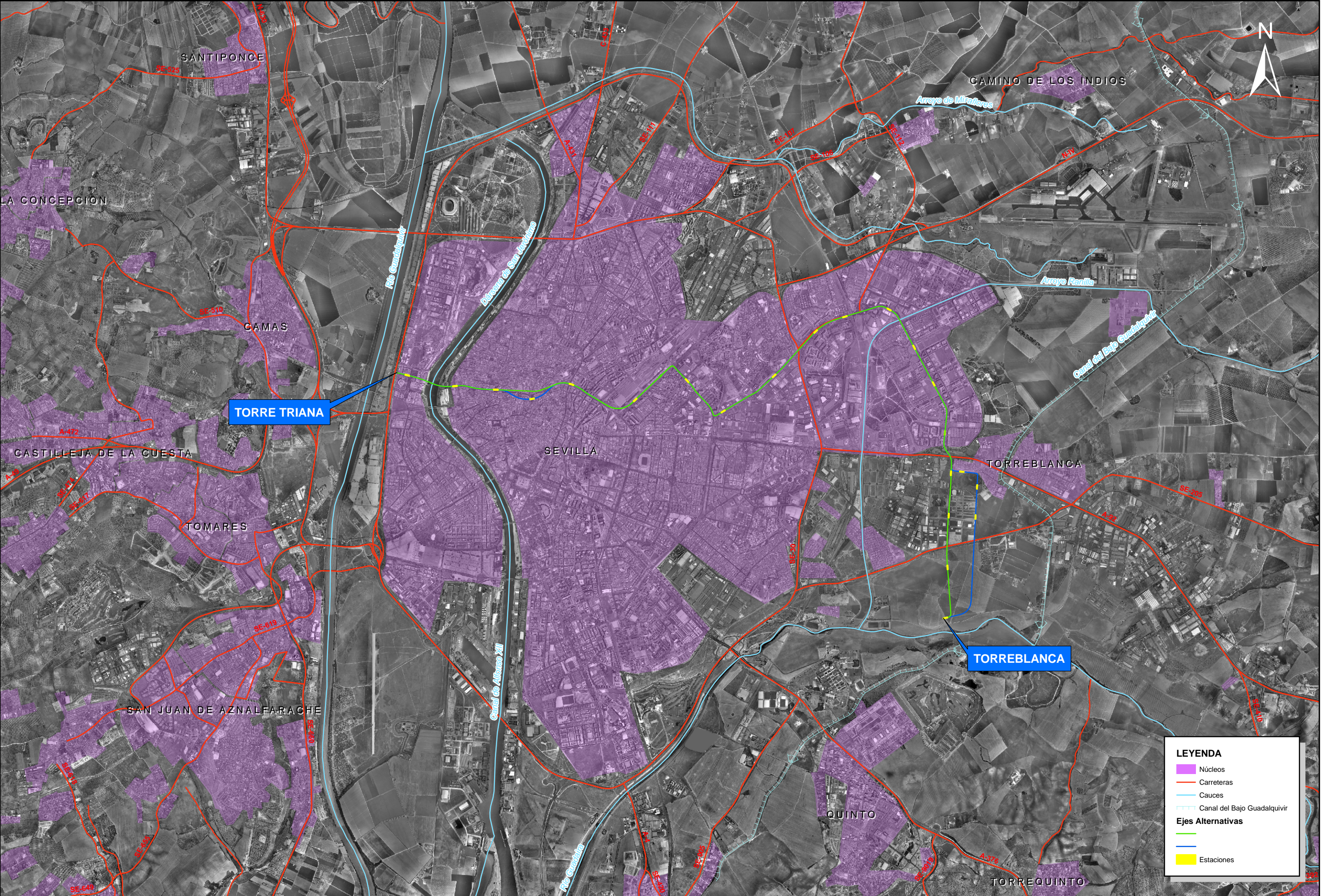


D. Álvaro Raigada Vizuite  
Ldo. en Ciencias Biológicas



## ANEJO Nº 1: PLANOS





LEYENDA

Núcleos

Carreteras

Cauces

Canal del Bajo Guadalquivir

Ejes Alternativas

Estaciones





**LEYENDA**

- Núcleos
- Carreteras
- Cauces
- Canal del Bajo Guadalquivir

**Ejes Alternativas**

- 
- 
- Estaciones





**LEYENDA**

Carreteras

Cauces

Canal del Bajo Guadalquivir

Unidades Hidrogeológicas

Acuíferos




Permeabilidad

Alta

Media

Ejes Alternativas

Estaciones

 <div>Ferrocarriles de la Junta de Andalucía CONSEJERÍA DE OBRAS PÚBLICAS Y VIVIENDA</div>	 <div>UTE AUTOR DE PROYECTO Javier Cortacás Muner</div>	 <div>COAUTOR DE PROYECTO Marcos Dorao Madruga</div>	TÍTULO PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA LÍNEA 2 DEL METRO DE SEVILLA: TORRETRIANA - TORREBLANCA ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	FECHA MAYO 2010	SUSTITUYE A SUSTITUIDO POR	CLAVE T-MS6200/PPR0	ESCALA 1:30.000 Numérica Gráfica	PLANO HIDROGEOLOGÍA FICHERO: 2.2.Hidrogeologia.mxd	NÚMERO DE PLANO 2.2. HOJA 1 de 1		





**LEYENDA**

Carreteras

Cauces

Canal del Bajo Guadalquivir

Ejes Alternativas

Estaciones

**Litología**

Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos

Calcarenitas, arenas, margas y calizas

**Geoestructuras**

Aluvial reciente

Otros sedimentos postorogénicos (Mioplioceno)





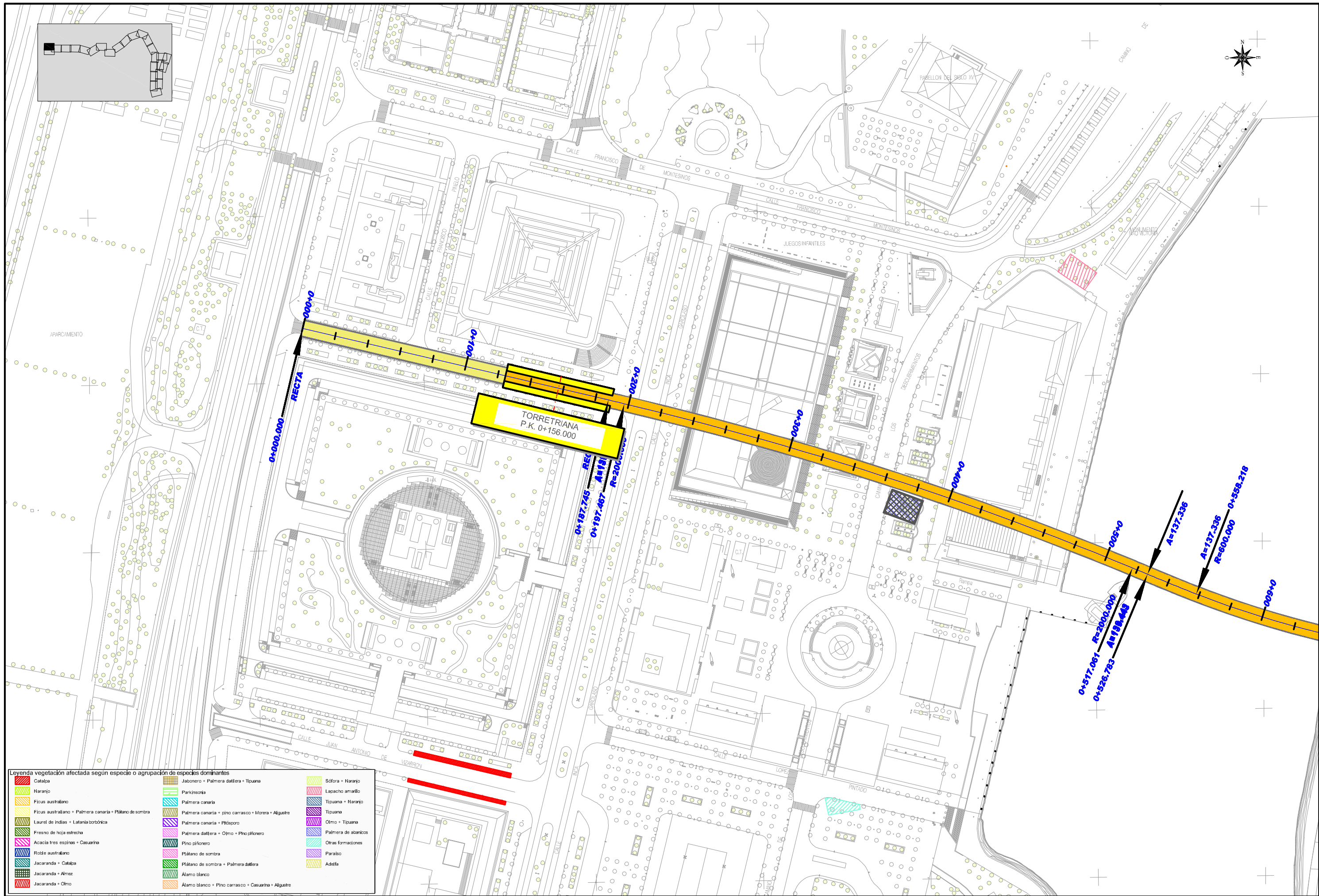
**LEYENDA**

- Carreteras
- Cauces
- Canal del Bajo Guadalquivir
- Ejes Alternativas
- Estaciones

**Vegetación potencial**

- Serie termomediterránea gaditano-onubo-algarviense y tingitana seco-subhúmedo-húmeda sabulícola del alcornoque (*Quercus suber*): Oleo-*Querceto suberis* S.
- Serie termomediterránea, bética, algarviense y mauritánica, seca-subhúmeda, basófila de la encina (*Quercus rotundifolia*): *Smilaco mauritanicae-Querceto rotundifoliae* S. Faciación típica.
- Series edafohigrófilas
  - Geoserie edafohigrófila mesomediterránea inferior y termomediterránea hispalense basófila.

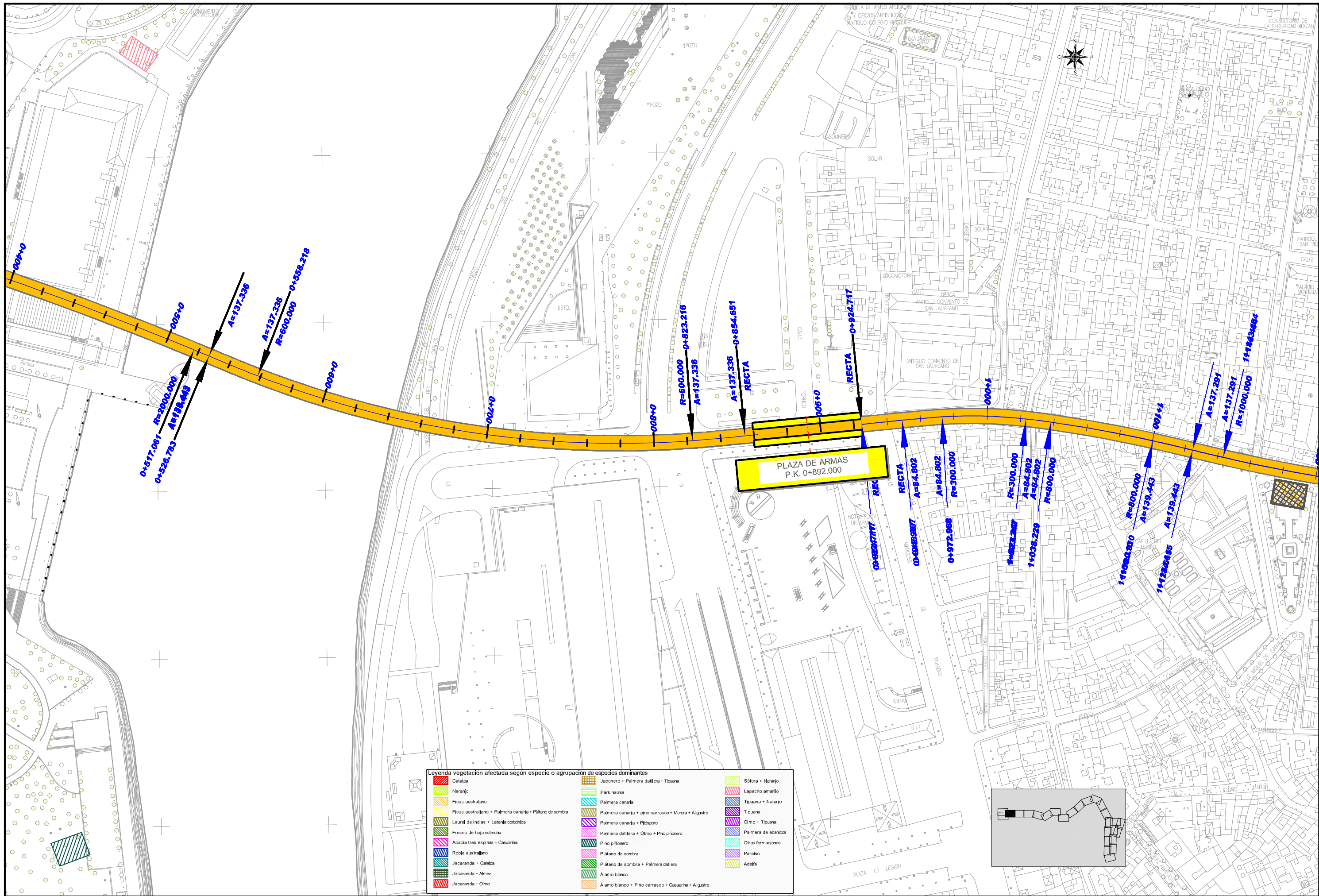




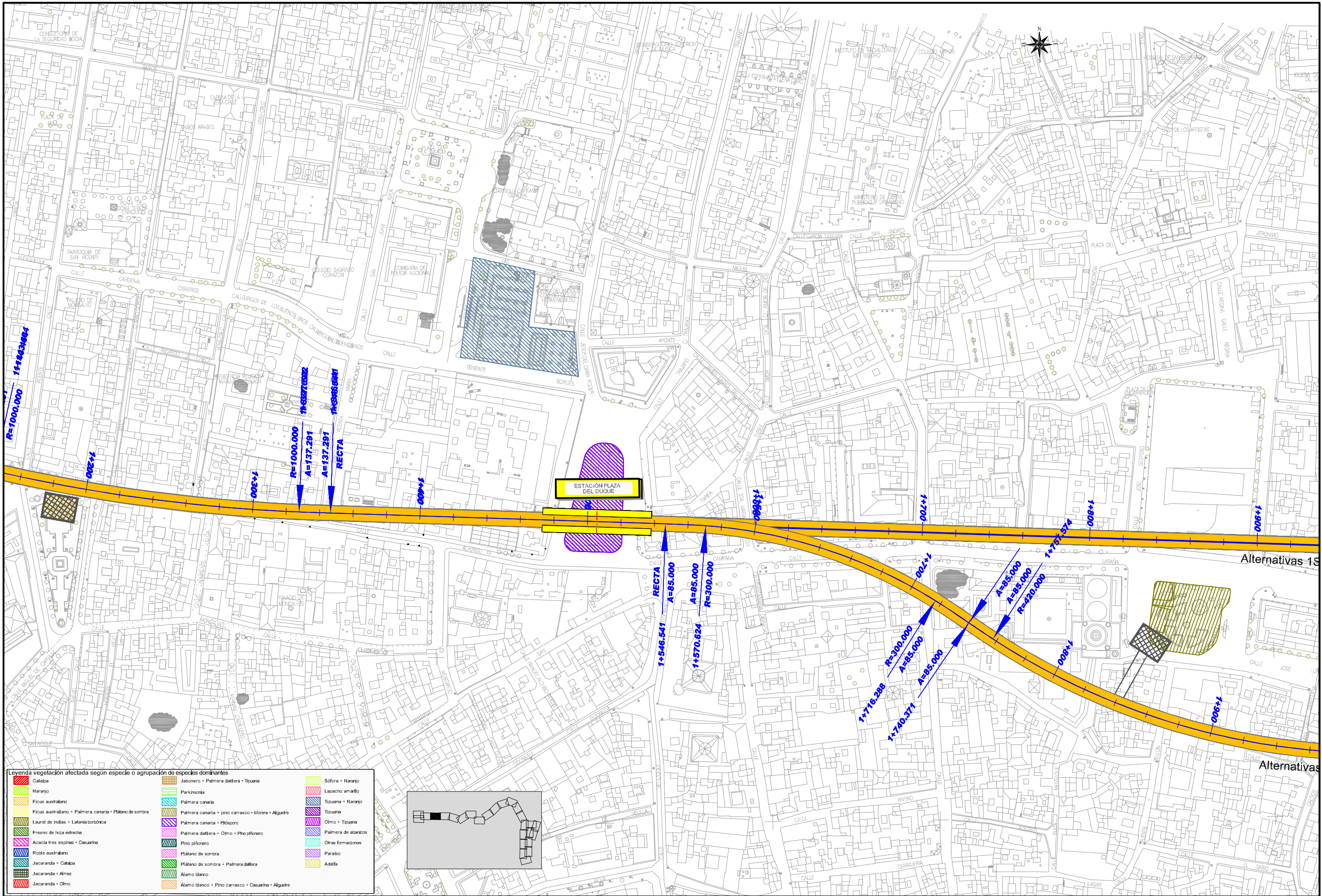








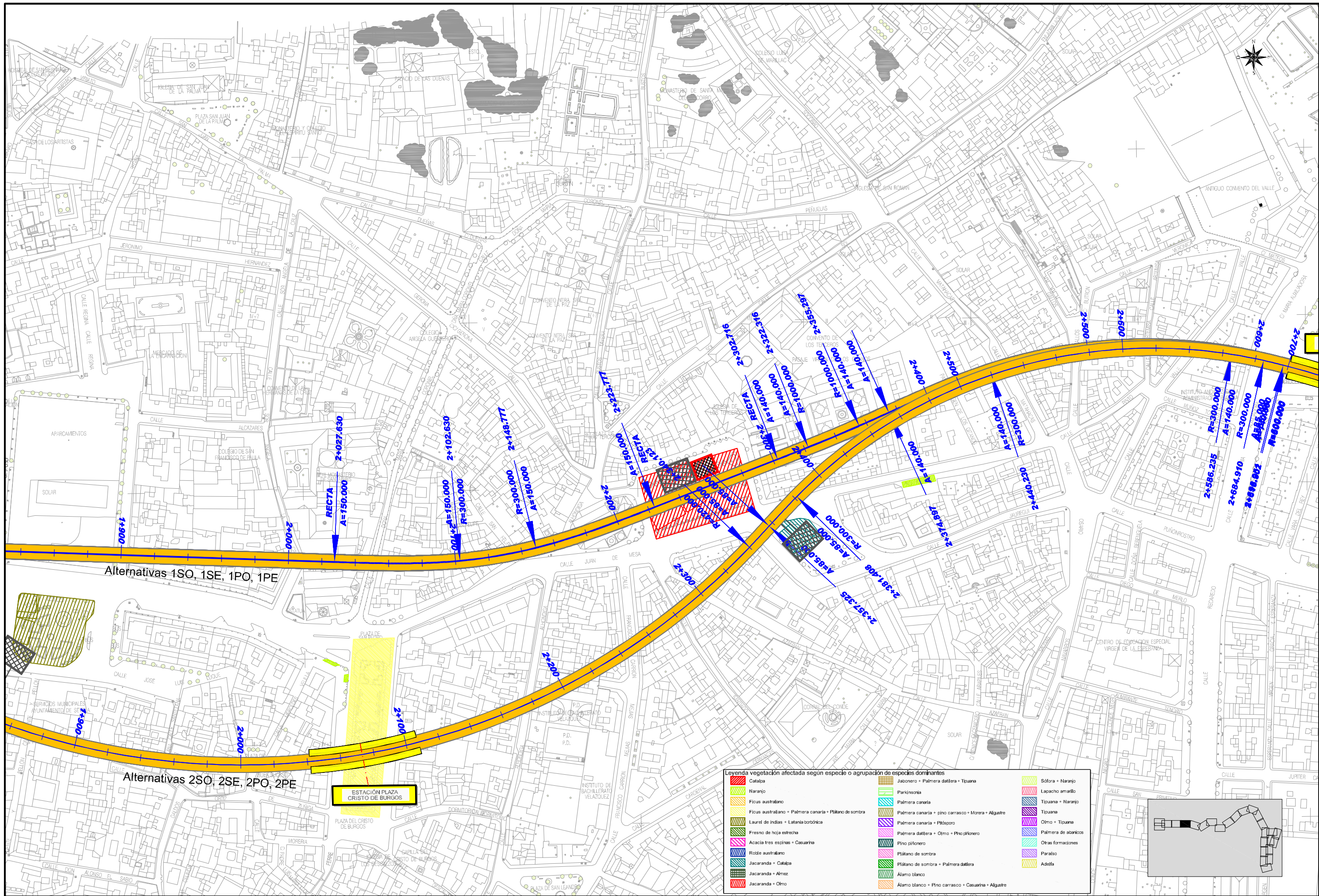




Leyenda vegetación afectada según especie o agrupación de especies dominantes

Catalpa	Jabonero + Palmera datilera + Tipuana	Sófora + Naranja
Naranja	Parkinsonia	Lapacho amarillo
Ficus australiano	Palmera canaria	Tipuana + Naranja
Ficus australiano + Palmera canaria + Plátano de sombra	Palmera canaria + pino carrasco + Morera + Aliguste	Tipuana
Laurel de indias + Lantana corónica	Palmera canaria + Plátano de sombra	Olmo + Tipuana
Fresno de hoja estrecha	Palmera datilera + Olmo + Pino piñonero	Palmera de abanicos
Acacia tres espinas + Casuarina	Pino piñonero	Otras formaciones
Róble australiano	Plátano de sombra	Paralelo
Jacaranda + Catalpa	Plátano de sombra + Palmera datilera	Adefa
Jacaranda + Almez	Alamo blanco	
Jacaranda + Olmo	Alamo blanco + Pino carrasco + Casuarina + Aliguste	

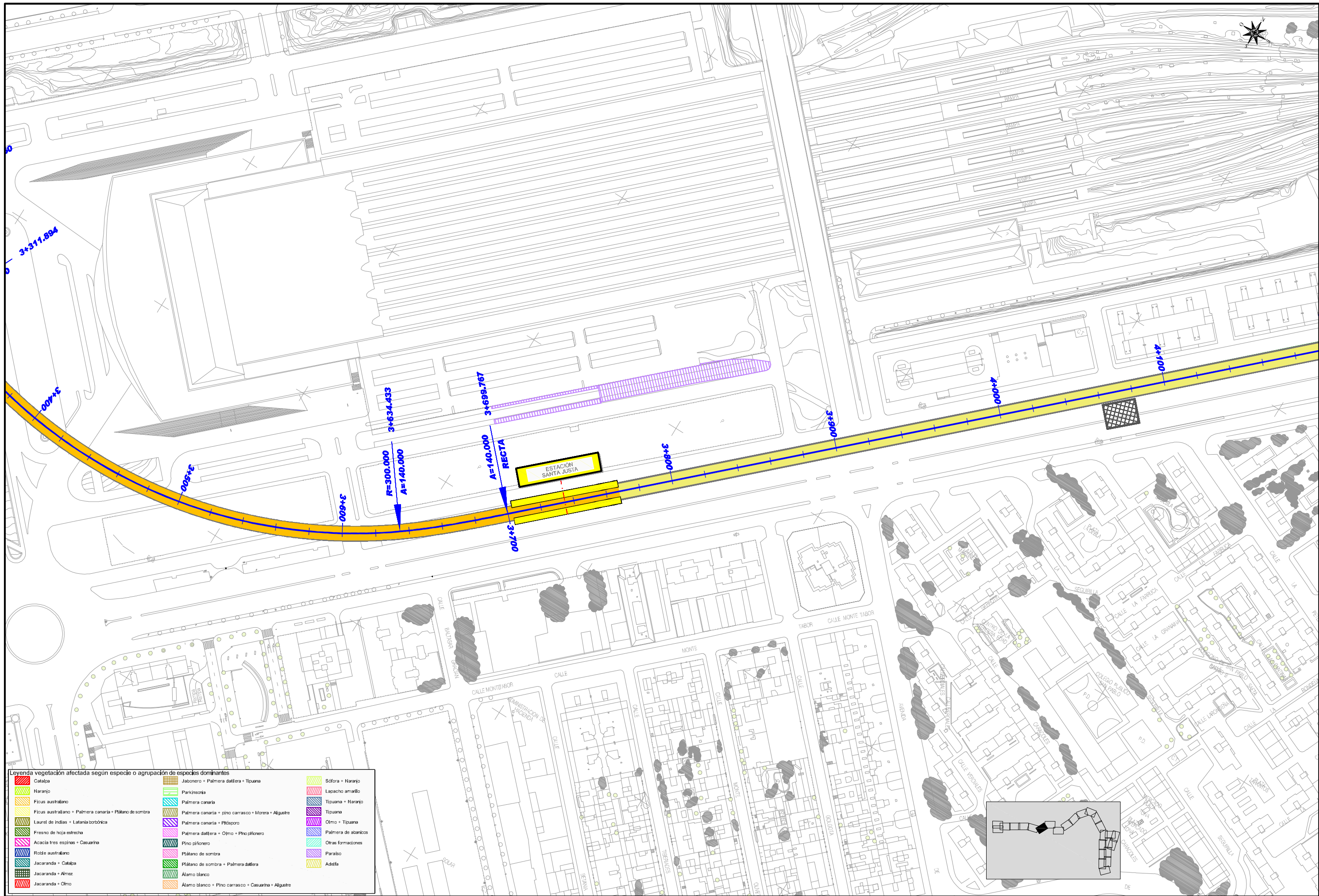






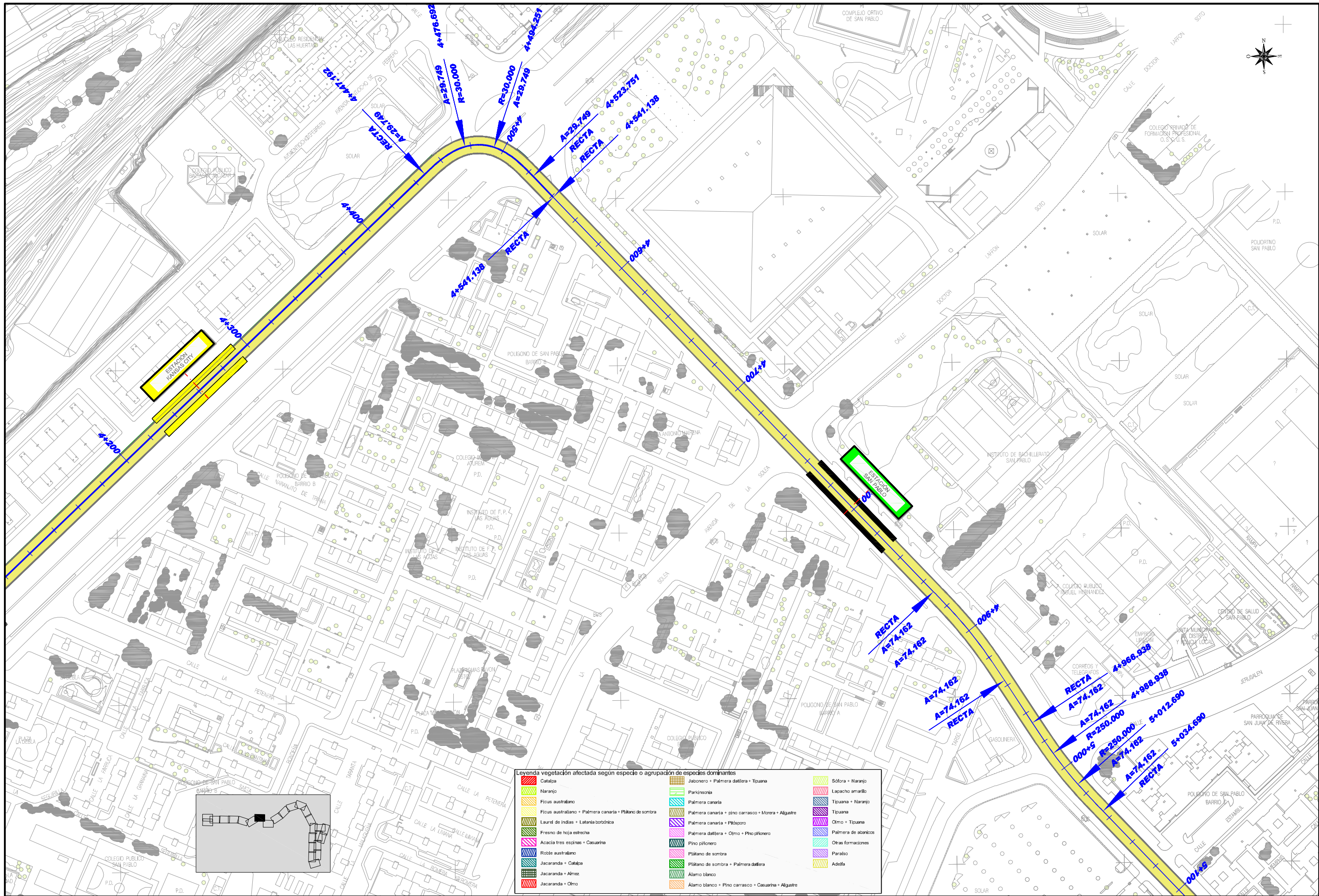




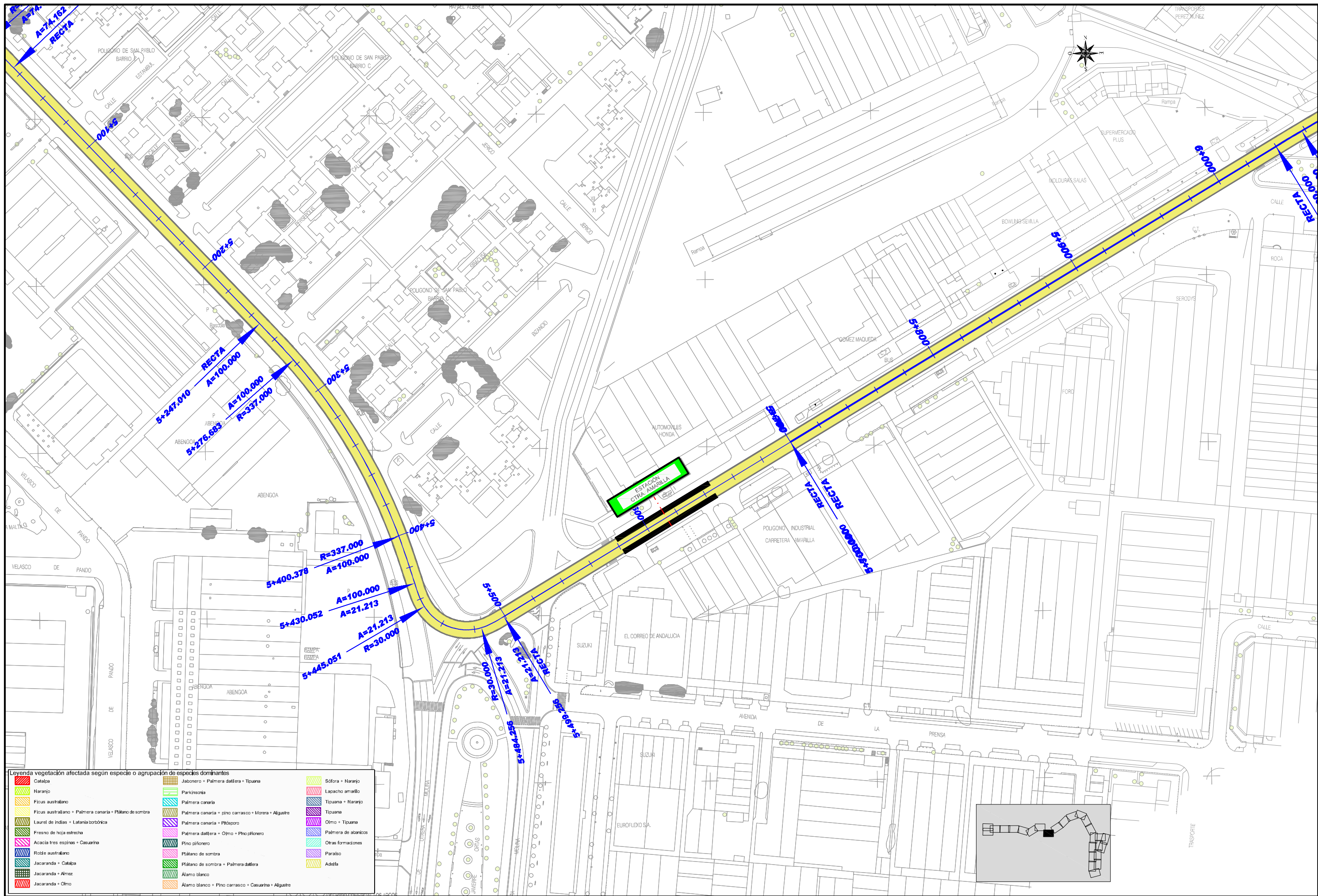


Leyenda vegetación afectada según especie o agrupación de especies dominantes					
	Catalpa		Jabonero + Palmera datilera + Tipuana		Sófora + Naranja
	Naranja		Parkinsonia		Lapacho amarillo
	Ficus australiano		Palmera canaria		Tipuana + Naranja
	Ficus australiano + Palmera canaria + Plátano de sombra		Palmera canaria + pino carrasco + Morera + Aliguste		Tipuana
	Laurel de indias + Lantania corbónica		Palmera canaria + Plátano		Olmo + Tipuana
	Fresno de hoja estrecha		Palmera datilera + Olmo + Pino piñonero		Palmera de abanicos
	Acacia tres espinas + Casuarina		Pino piñonero		Otras formaciones
	Róble australiano		Plátano de sombra		Paralelo
	Jacaranda + Catalpa		Plátano de sombra + Palmera datilera		Adefa
	Jacaranda + Almez		Alamo blanco		
	Jacaranda + Olmo		Alamo blanco + Pino carrasco + Casuarina + Aliguste		

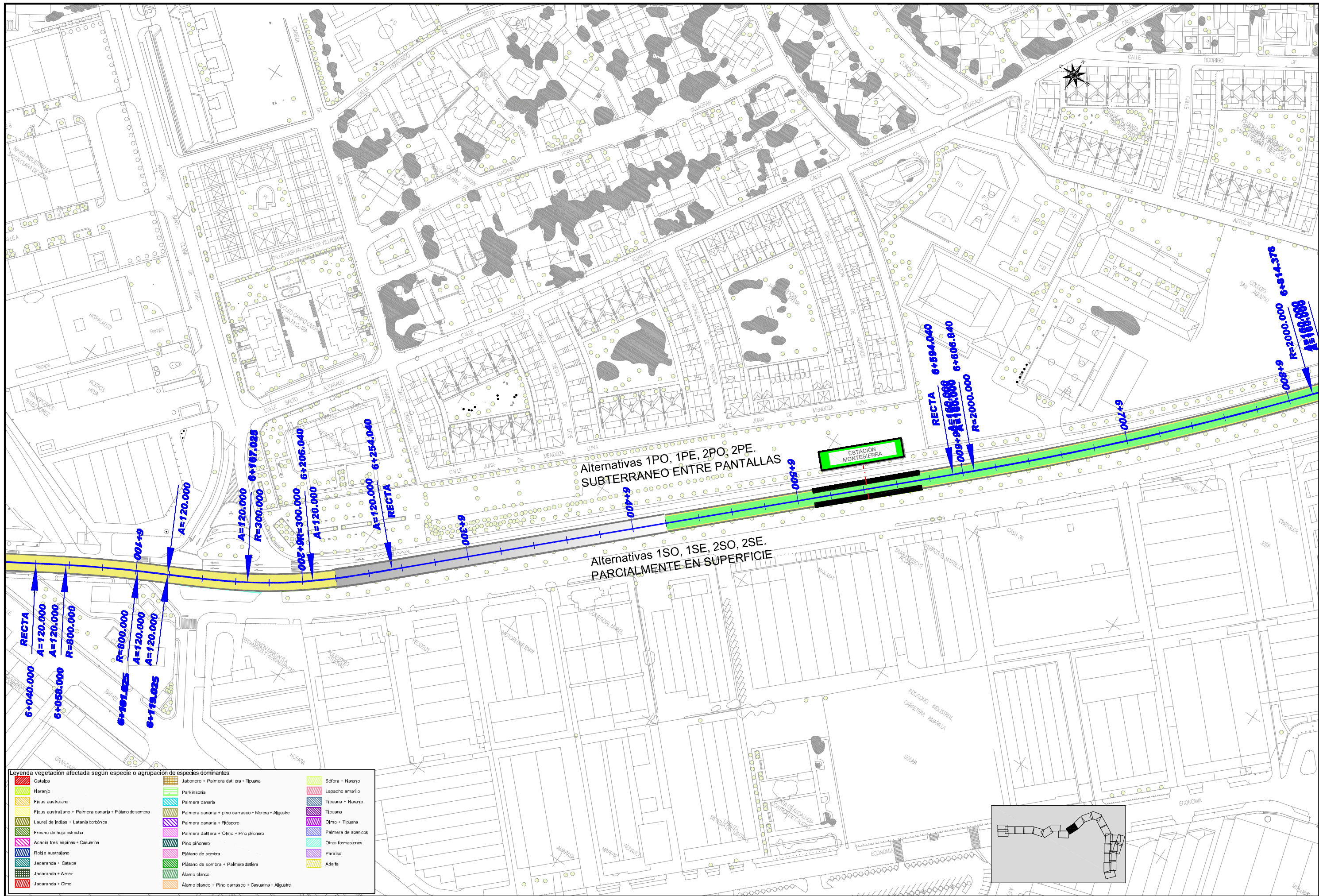






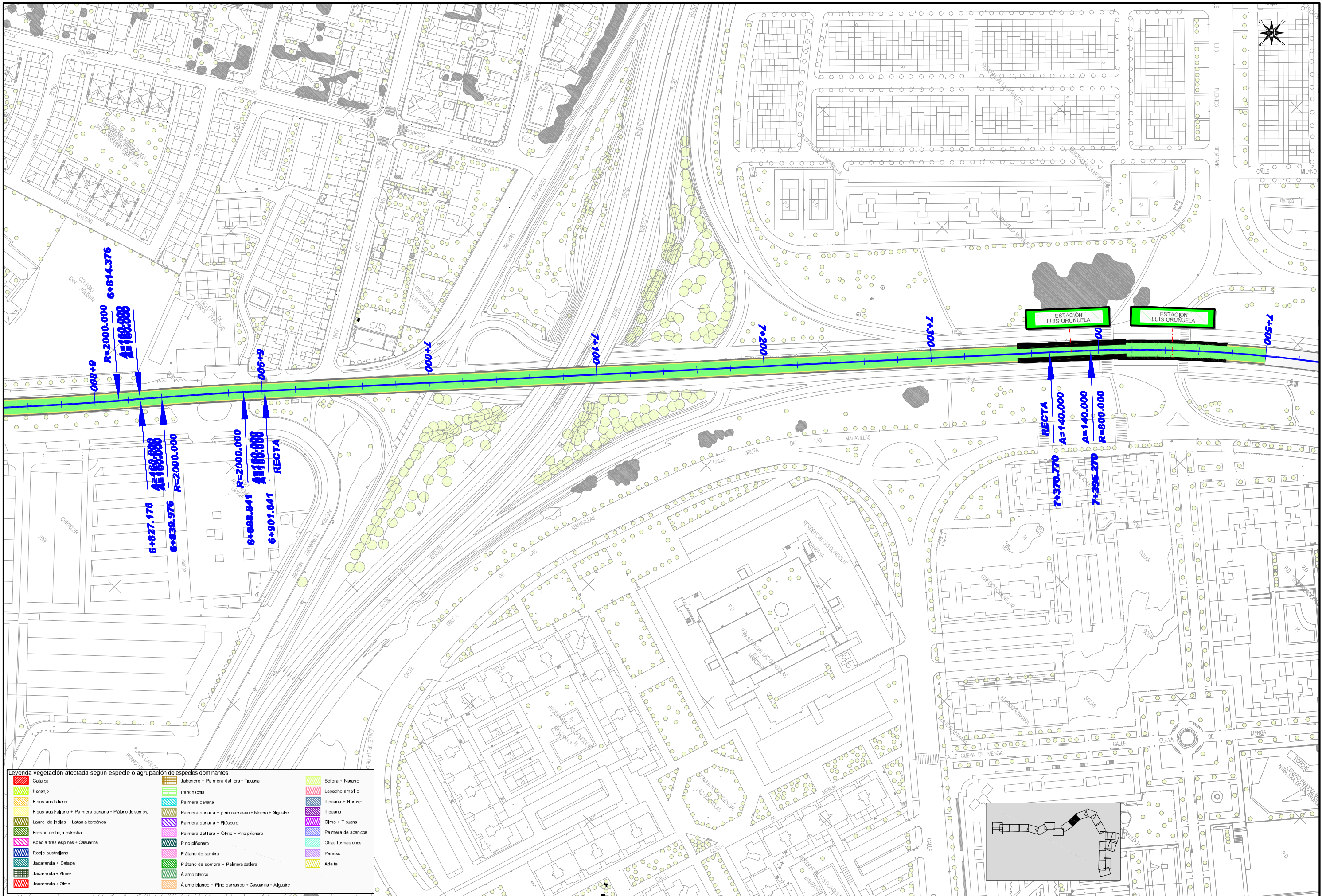






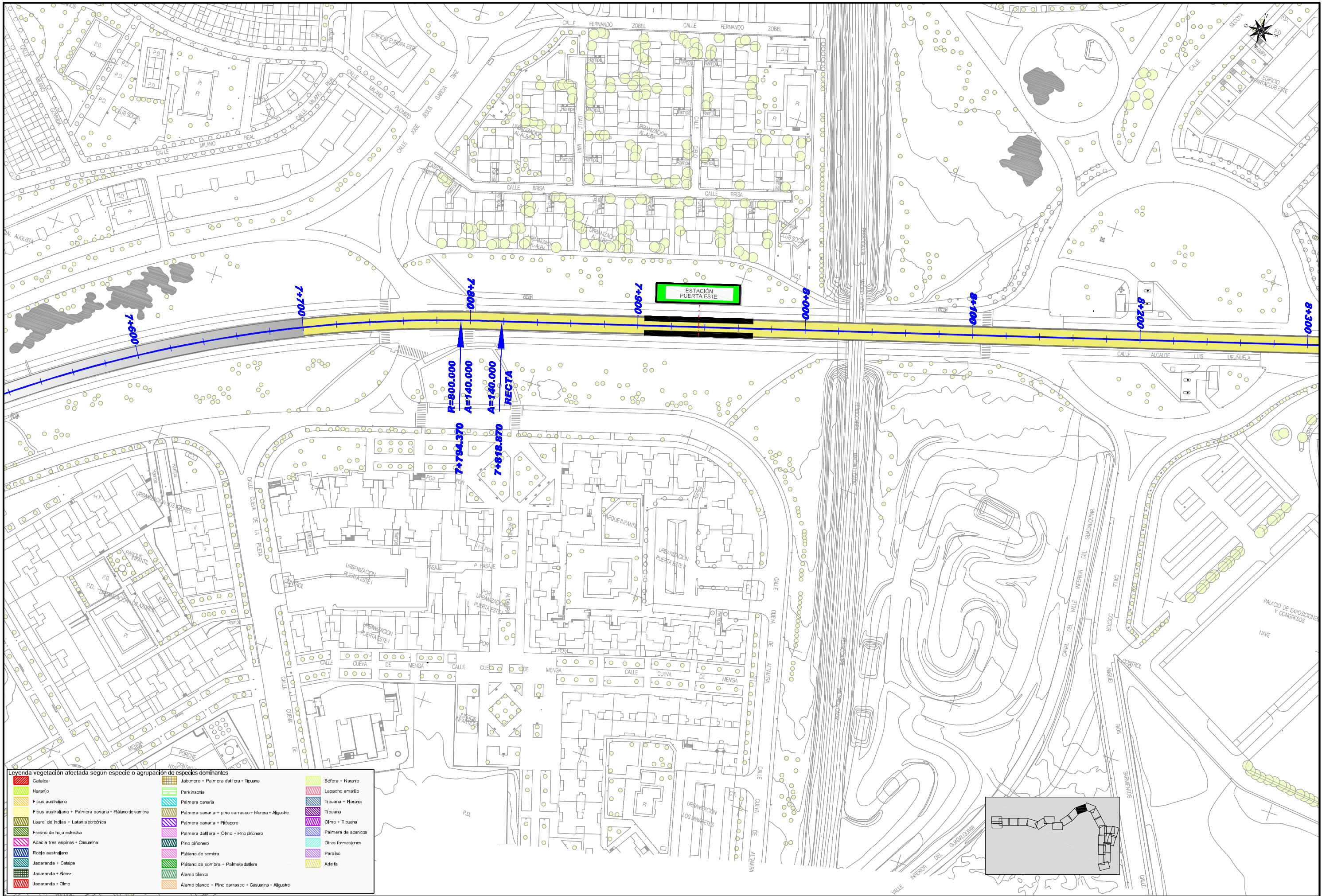
Leyenda vegetación afectada según especie o agrupación de especies dominantes			
Catalpa	Jabonero + Palmera datilera + Tipuana	Sofora + Naranja	
Naranja	Parkinsonia	Lapacho amarillo	
Ficus australiano	Palmera canaria	Tipuana + Naranja	
Ficus australiano + Palmera canaria + Plátano de sombra	Palmera canaria + pino carrasco + Morera + Aliguste	Tipuana	
Laurel de indias + Lantana corbónica	Palmera canaria + Plátano	Olmo + Tipuana	
Fresno de hoja estrecha	Palmera datilera + Olmo + Pino piñonero	Palmera de abanicos	
Acacia tres espinas + Casuarina	Pino piñonero	Otras formaciones	
Roble australiano	Plátano de sombra	Paralelo	
Jacaranda + Catalpa	Plátano de sombra + Palmera datilera	Adefa	
Jacaranda + Almez	Álamo blanco		
Jacaranda + Olmo	Álamo blanco + Pino carrasco + Casuarina + Aliguste		




































Leyenda vegetación afectada según especie o agrupación de especies dominantes					
	Catalpa		Jaboner + Palmera datilera + Tipuana		Sófora + Naranjo
	Naranjo		Parkinsonia		Lapacho amarillo
	Ficus australiano		Palmera canaria		Tipuana + Naranjo
	Ficus australiano + Palmera canaria + Plátano de sombra		Palmera canaria + pino carrasco + Morera + Aliguste		Tipuana
	Laurel de indias + Lantana borbonica		Palmera canaria + Plátano		Olimo + Tipuana
	Fresno de hoja estrecha		Palmera datilera + Olimo + Pino piñonero		Palmera de abanicos
	Acacia tres espinas + Casuarina		Pino piñonero		Otras formaciones
	Roble australiano		Plátano de sombra		Paralelo
	Jacaranda + Catalpa		Plátano de sombra + Palmera datilera		Adefa
	Jacaranda + Almez		Alamo blanco		
	Jacaranda + Olimo		Alamo blanco + Pino carrasco + Casuarina + Aliguste		



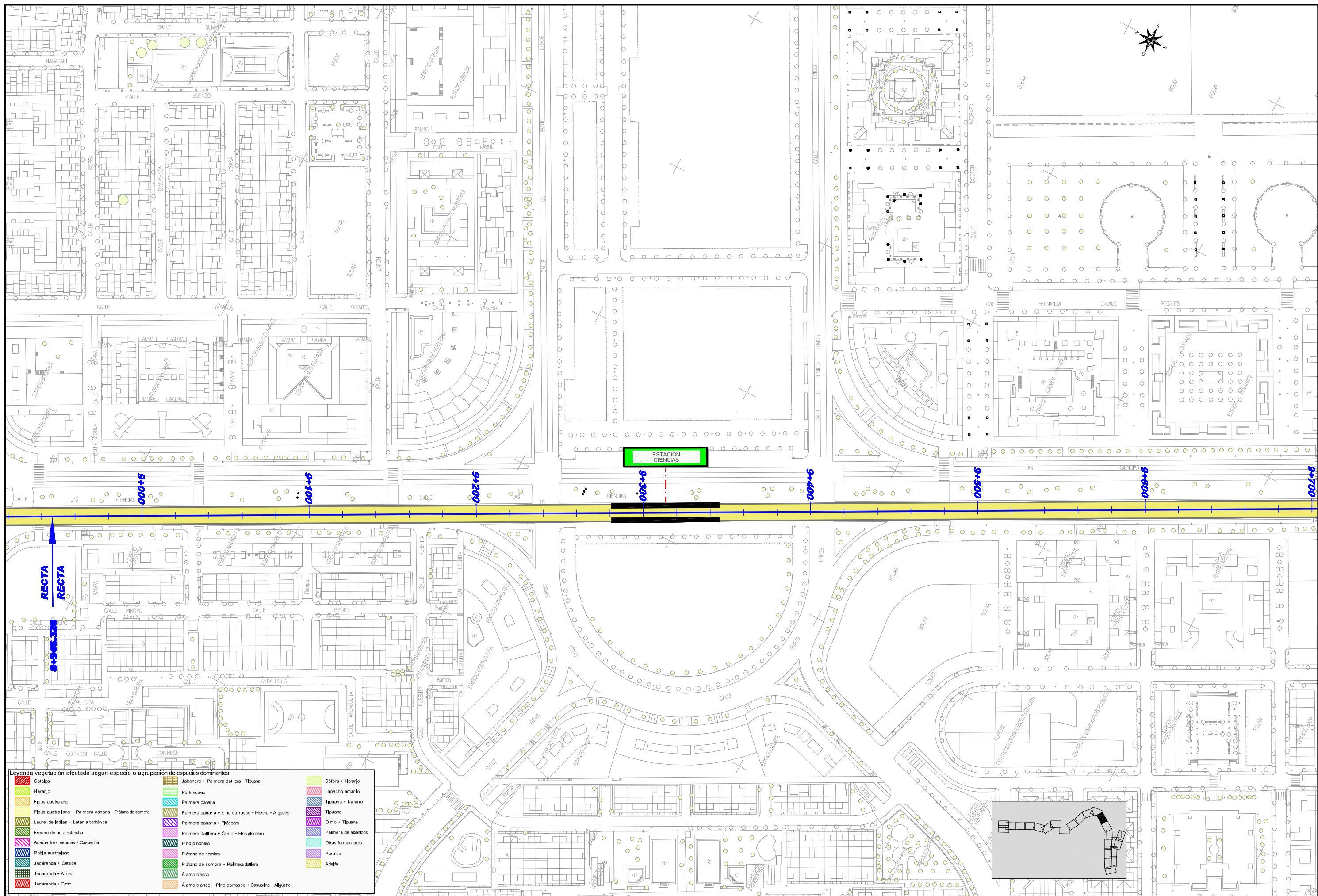


Leyenda vegetación afectada según especie o agrupación de especies dominantes					
	Catalpa		Jabonero + Palmera datilera + Tipuana		Sófora + Naranja
	Naranja		Parkinsonia		Lapacho amarillo
	Ficus australiano		Palmera canaria		Tipuana + Naranja
	Ficus australiano + Palmera canaria + Plátano de sombra		Palmera canaria + pino carrasco + Morera + Aliguste		Tipuana
	Laurel de indias + Lantana corbónica		Palmera canaria + Plátano		Olmo + Tipuana
	Fresno de hoja estrecha		Palmera datilera + Olmo + Pino piñonero		Palmera de abanicos
	Acacia tres espinas + Casuarina		Pino piñonero		Otras formaciones
	Roble australiano		Plátano de sombra		Paralelo
	Jacaranda + Catalpa		Plátano de sombra + Palmera datilera		Adefa
	Jacaranda + Almez		Alamo blanco		
	Jacaranda + Olmo		Alamo blanco + Pino carrasco + Casuarina + Aliguste		



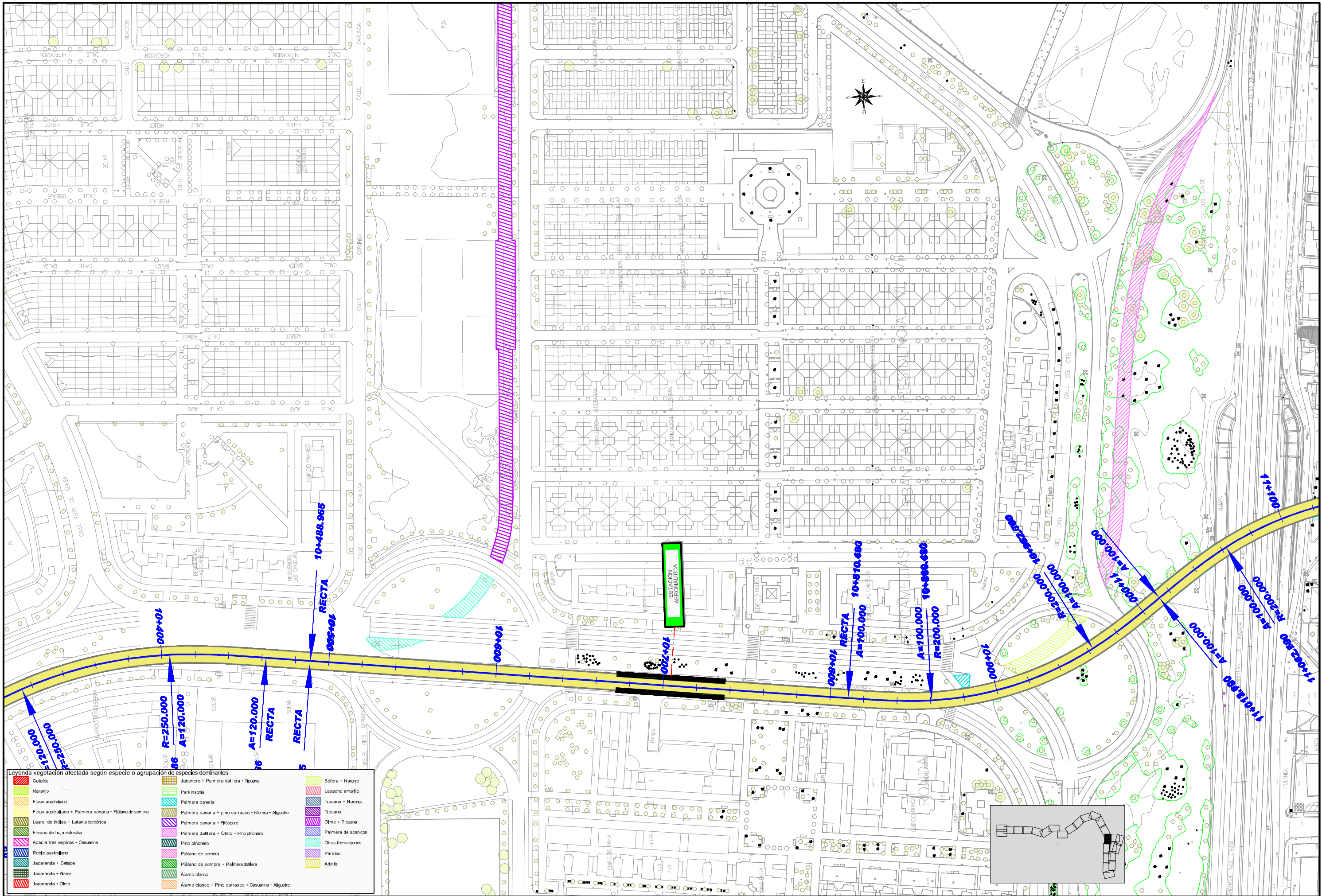






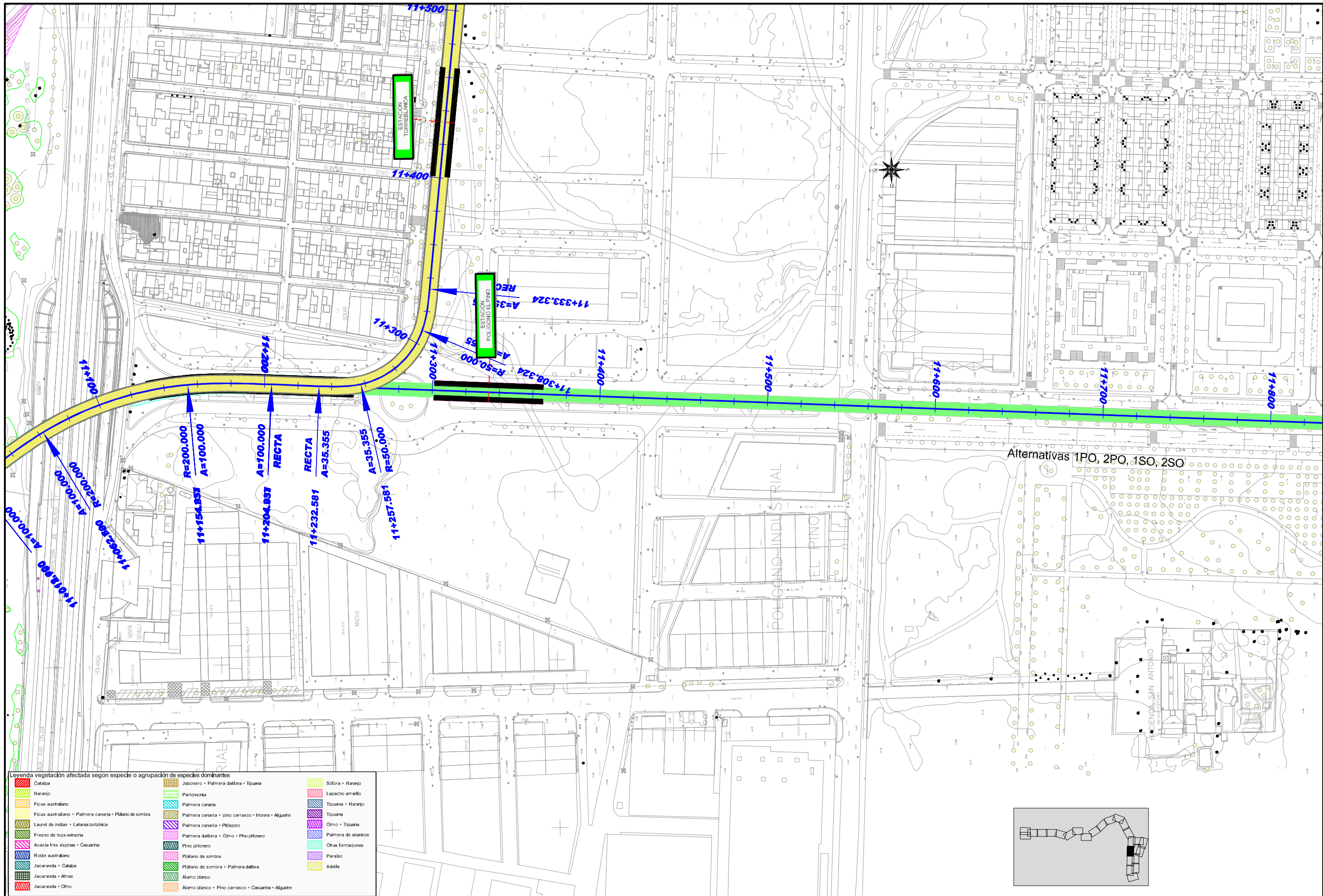




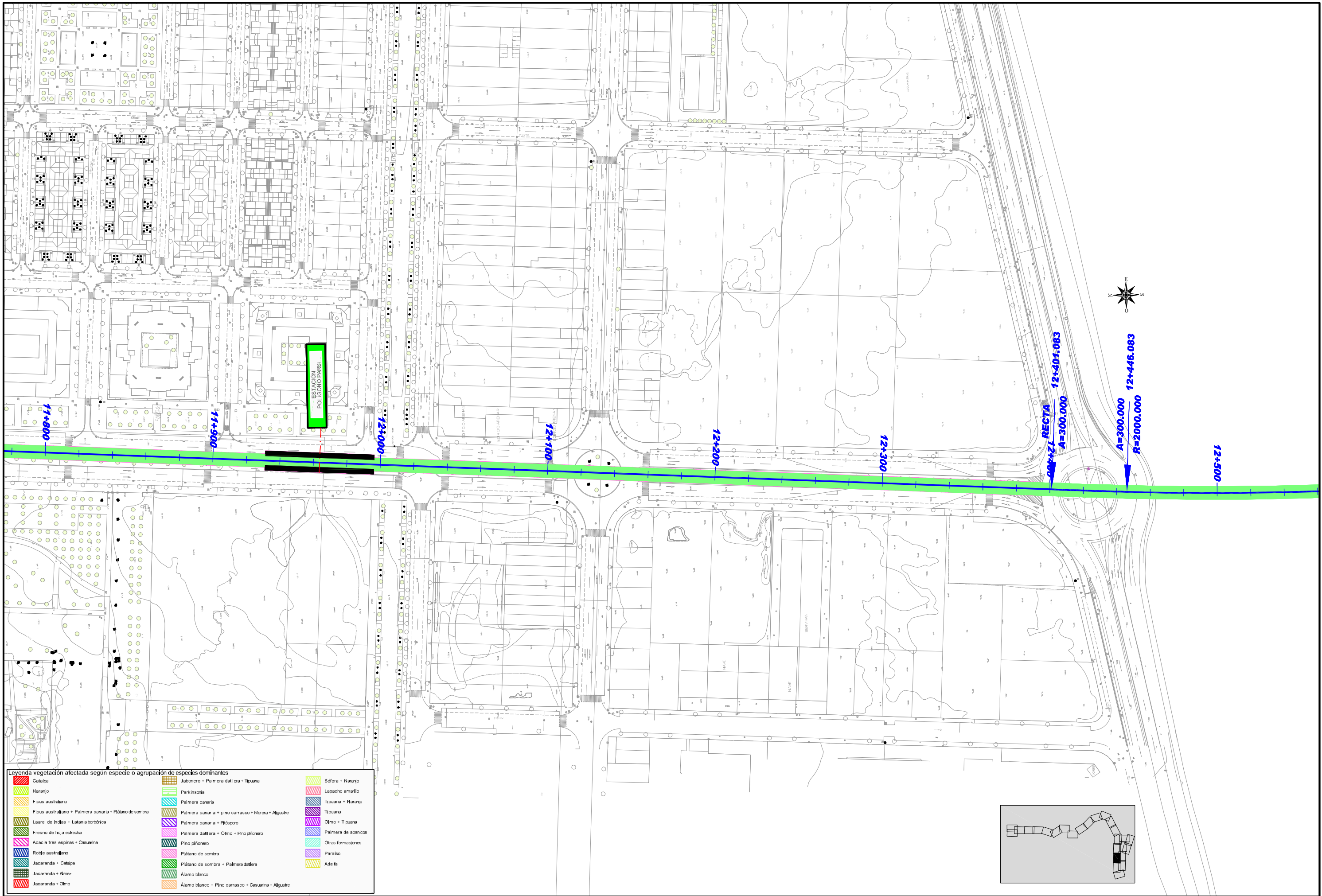


Leyenda vegetación afectada según especie o agrupación de especies dominantes			
	Catapa		Jabonero + Palmera datilera + Tipuana
	Naranja		Palmera canaria
	Ficus australiano		Palmera canaria + pino carrasco + Morera + Aligtre
	Ficus australiano + Palmera canaria + Plátano de sombra		Palmera canaria + Plátano de sombra
	Laurel de indias + Lantana corónica		Palmera datilera + Olmo + Pino piñonero
	Fresno de hoja estrecha		Pino piñonero
	Acacia tres espinas + Casuarina		Plátano de sombra
	Roble australiano		Plátano de sombra + Palmera datilera
	Jacaranda + Catapa		Alamo blanco
	Jacaranda + Almez		Alamo blanco + Pino carrasco + Casuarina + Aligtre
	Jacaranda + Olmo		Sófora + Naranja
			Lapacho amarillo
			Tipuana + Naranja
			Tipuana
			Olmo + Tipuana
			Palmera de abanicos
			Otras formaciones
			Paralelo
			Adefa









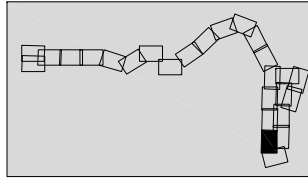
Leyenda vegetación afectada según especie o agrupación de especies dominantes					
	Catalpa		Jabonero + Palmera datilera + Tipuana		Sófora + Naranja
	Naranja		Parkinsonia		Lapacho amarillo
	Ficus australiano		Palmera canaria		Tipuana + Naranja
	Ficus australiano + Palmera canaria + Plátano de sombra		Palmera canaria + pino carrasco + Morera + Aliguste		Tipuana
	Laurel de indias + Lantania corbónica		Palmera canaria + Plátano		Olmo + Tipuana
	Fresno de hoja estrecha		Palmera datilera + Olmo + Pino piñonero		Palmera de abanicos
	Acacia tres espinas + Casuarina		Pino piñonero		Otras formaciones
	Rolito australiano		Plátano de sombra		Paralelo
	Jacaranda + Catalpa		Plátano de sombra + Palmera datilera		Adefa
	Jacaranda + Almez		Alamo blanco		
	Jacaranda + Olmo		Alamo blanco + Pino carrasco + Casuarina + Aliguste		

M U N I C I P A L D E A L C A L A

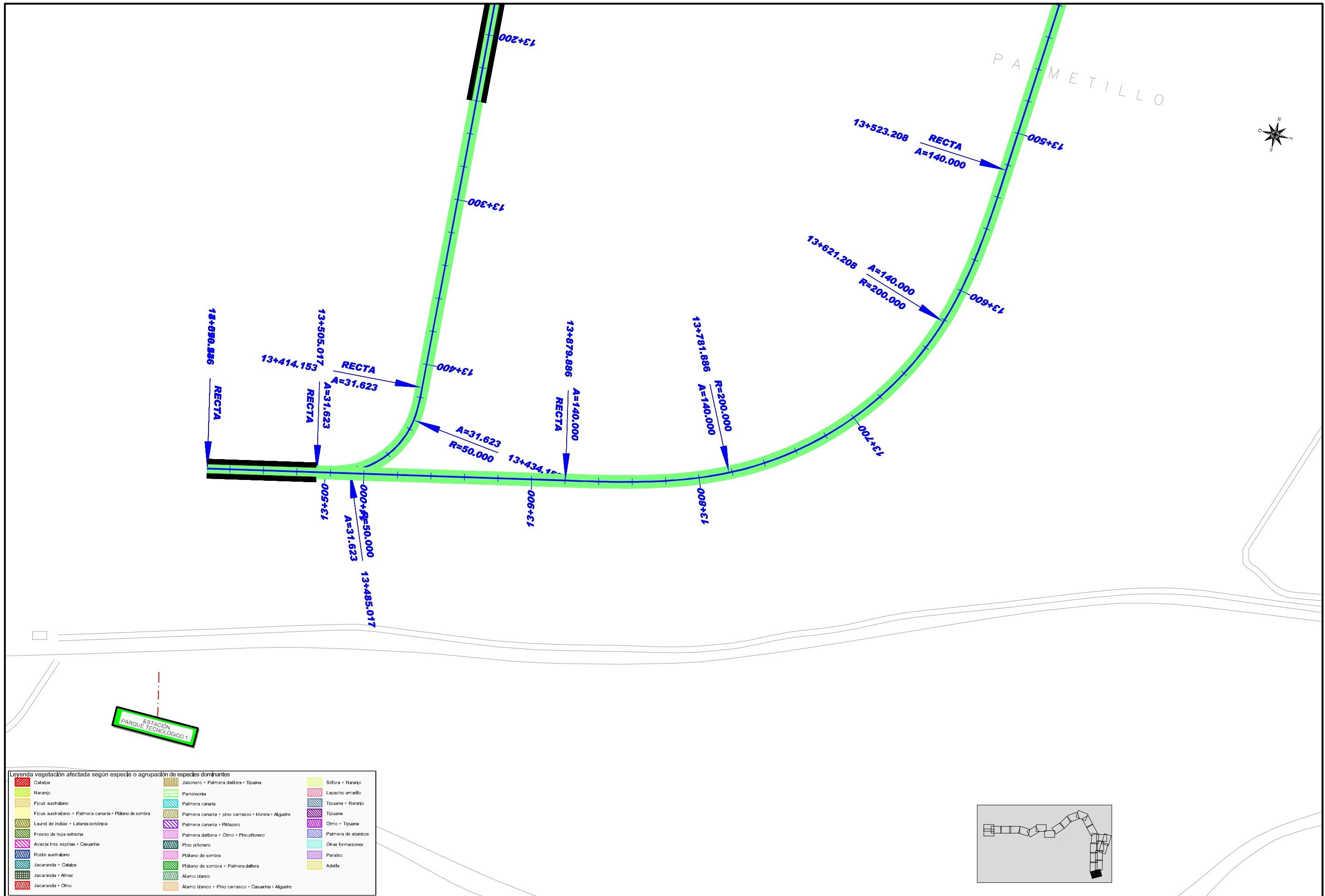


Leyenda vegetación afectada según especie o agrupación de especies dominantes

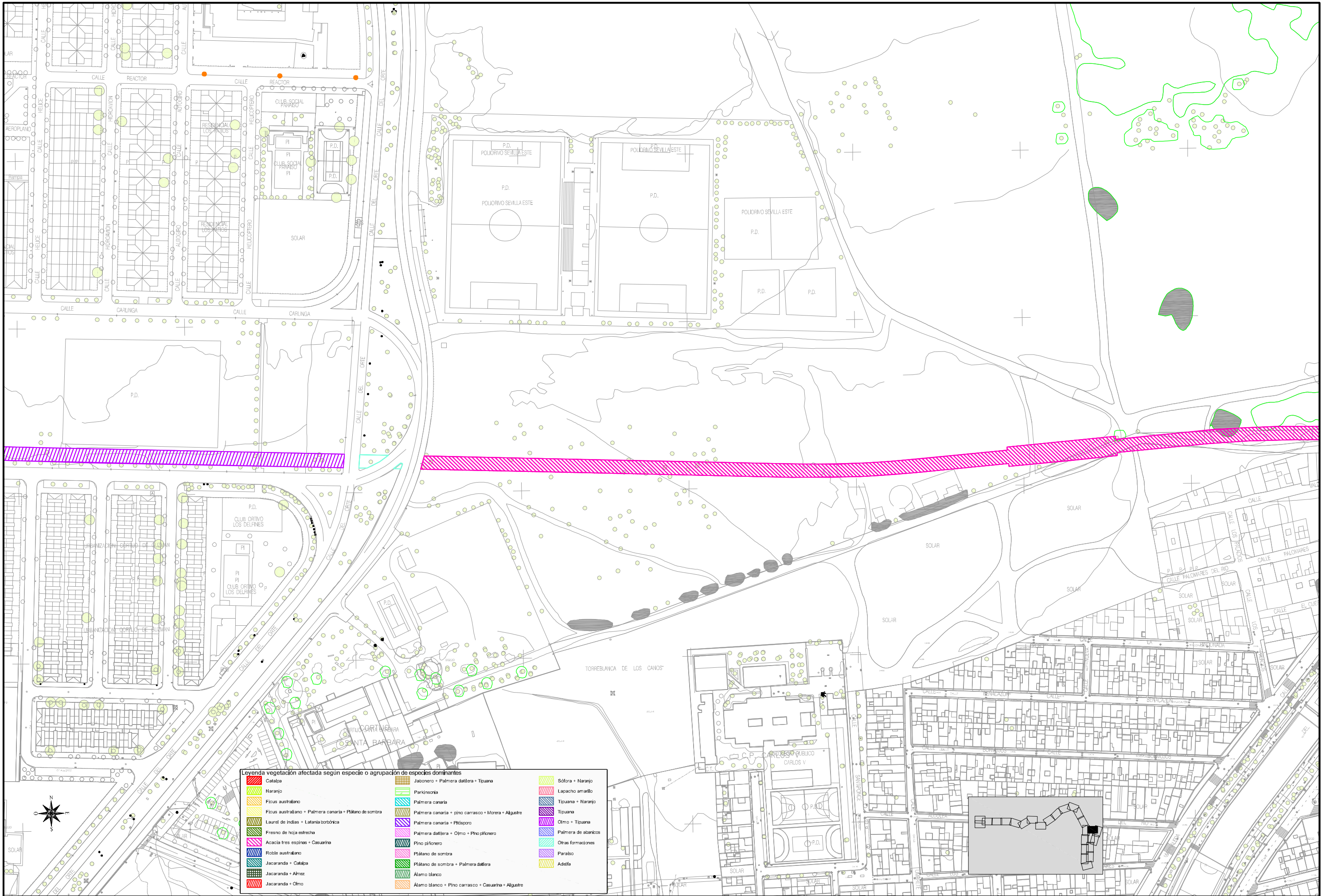
Catalpa	Jabonero + Palmera datilera + Tipuana	Sófora + Naranja
Naranja	Parkinsonia	Lapacho amarillo
Ficus australiano	Palmera canaria	Tipuana + Naranja
Ficus australiano + Palmera canaria + Plátano de sombra	Palmera canaria + pino carrasco + Morera + Aligustre	Tipuana
Laurel de indias + Lantania corbónica	Palmera canaria + Plátano de sombra	Olmo + Tipuana
Fresno de hoja estrecha	Palmera datilera + Olmo + Pino piñonero	Palmera de alcanicos
Acacia tres espinas + Casuarina	Pino piñonero	Otras formaciones
Roble australiano	Plátano de sombra	Paralelo
Jacaranda + Catalpa	Plátano de sombra + Palmera datilera	Adefa
Jacaranda + Almez	Alamo blanco	
Jacaranda + Olmo	Alamo blanco + Pino carrasco + Casuarina + Aligustre	
































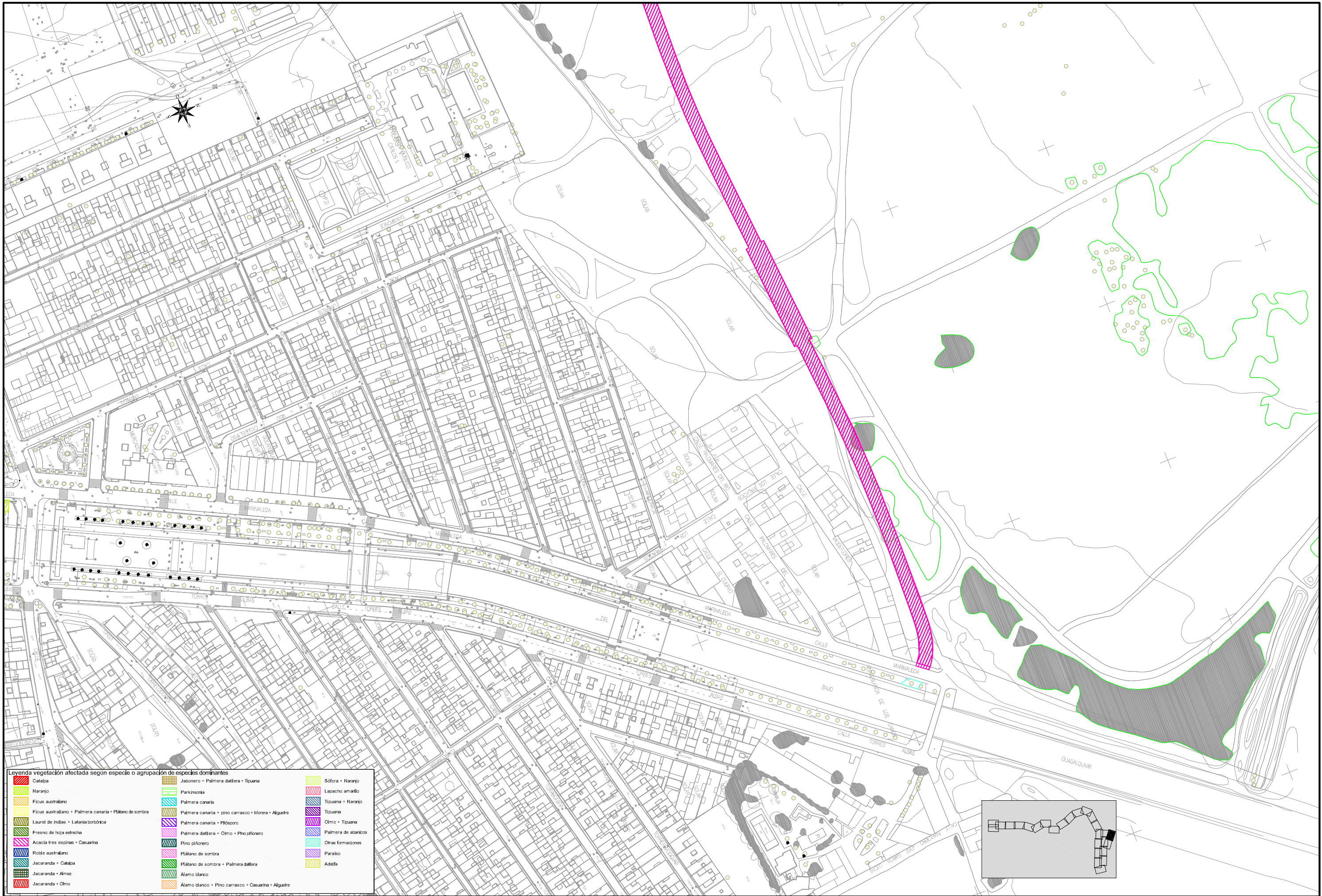


Leyenda vegetación afectada según especie o agrupación de especies dominantes					
	Catalpa		Jabonero + Palmera datilera + Tipuana		Sofora + Naranjo
	Naranjo		Parkinsonia		Lapacho amarillo
	Ficus australiano		Palmera canaria		Tipuana + Naranjo
	Ficus australiano + Palmera canaria + Plátano de sombra		Palmera canaria + pino carrasco + Morera + Aliguste		Tipuana
	Laurel de indias + Lantana corbónica		Palmera canaria + Plátano de sombra		Olmo + Tipuana
	Fresno de hoja estrecha		Palmera datilera + Olmo + Pino piñonero		Palmera de abanicos
	Acacia tres espinas + Casuarina		Pino piñonero		Otras formaciones
	Roble australiano		Plátano de sombra		Paralelo
	Jacaranda + Catalpa		Plátano de sombra + Palmera datilera		Adefa
	Jacaranda + Almez		Alamo blanco		
	Jacaranda + Olmo		Alamo blanco + Pino carrasco + Casuarina + Aliguste		



Legenda vegetación afectada según especie o agrupación de especies dominantes					
	Catalpa		Jaboneró + Palmera datilera + Tipuana		Sófora + Naranja
	Naranja		Parkinsonia		Lapacho amarillo
	Ficus australiano		Palmera canaria		Tipuana + Naranja
	Ficus australiano + Palmera canaria + Plátano de sombra		Palmera canaria + pino carrasco + Morera + <b>Alguire</b>		Tipuana
	Laurel de indias + Lantania borbonica		Palmera canaria + Pitásporo		Olmo + Tipuana
	Fresno de hoja estrecha		Palmera datilera + Olmo + Pino pifionero		Palmera de abanicos
	Acacia tres espinas + Casuarina		Pino pifionero		Otras formaciones
	Roble australiano		Plátano de sombra		Paraisio
	Jacaranda + Catalpa		Plátano de sombra + Palmera datilera		Adelfa
	Jacaranda + Almez		Alamo blanco		
	Jacaranda + Olmo		Alamo blanco + Pino carrasco + Casuarina + <b>Alguire</b>		

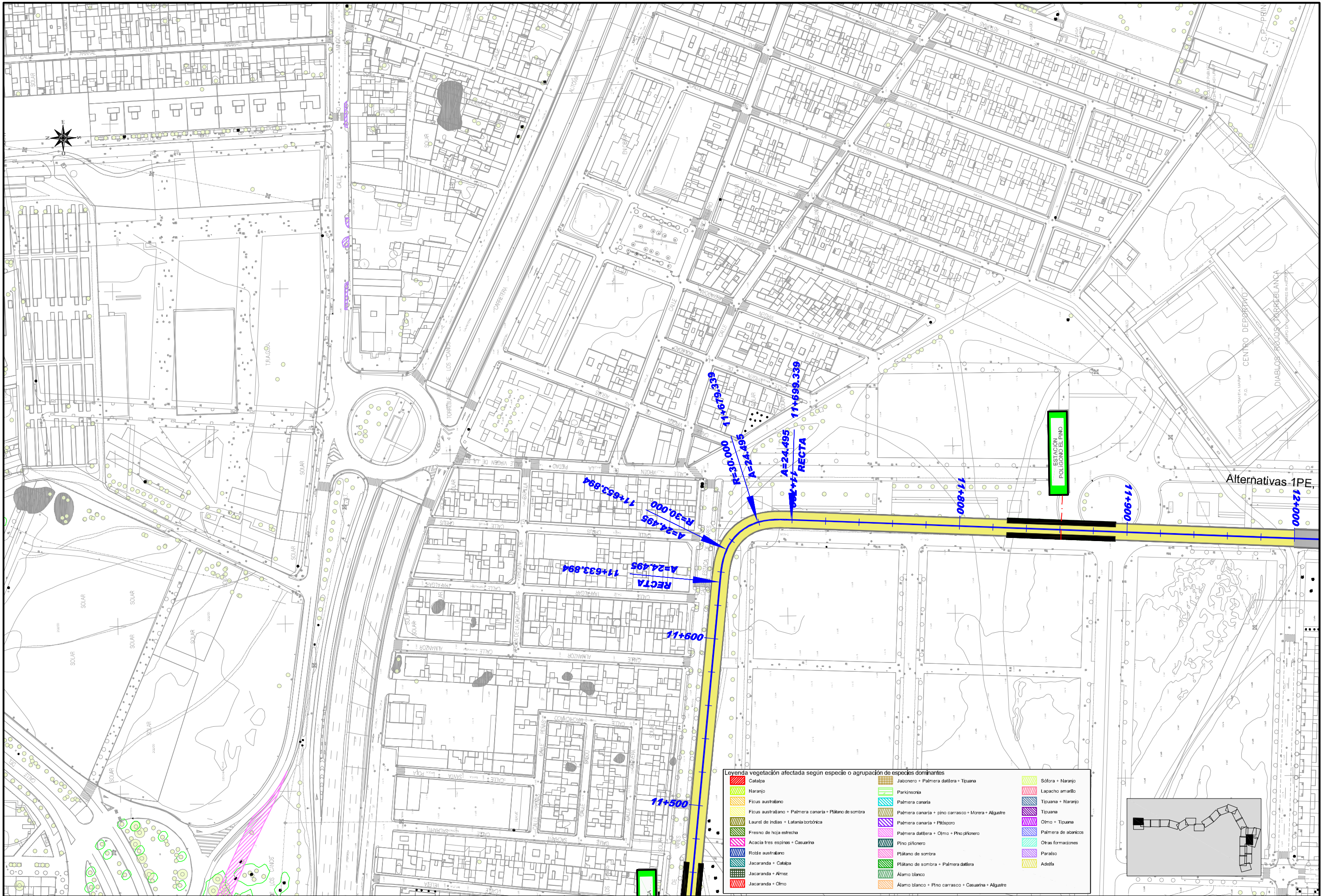




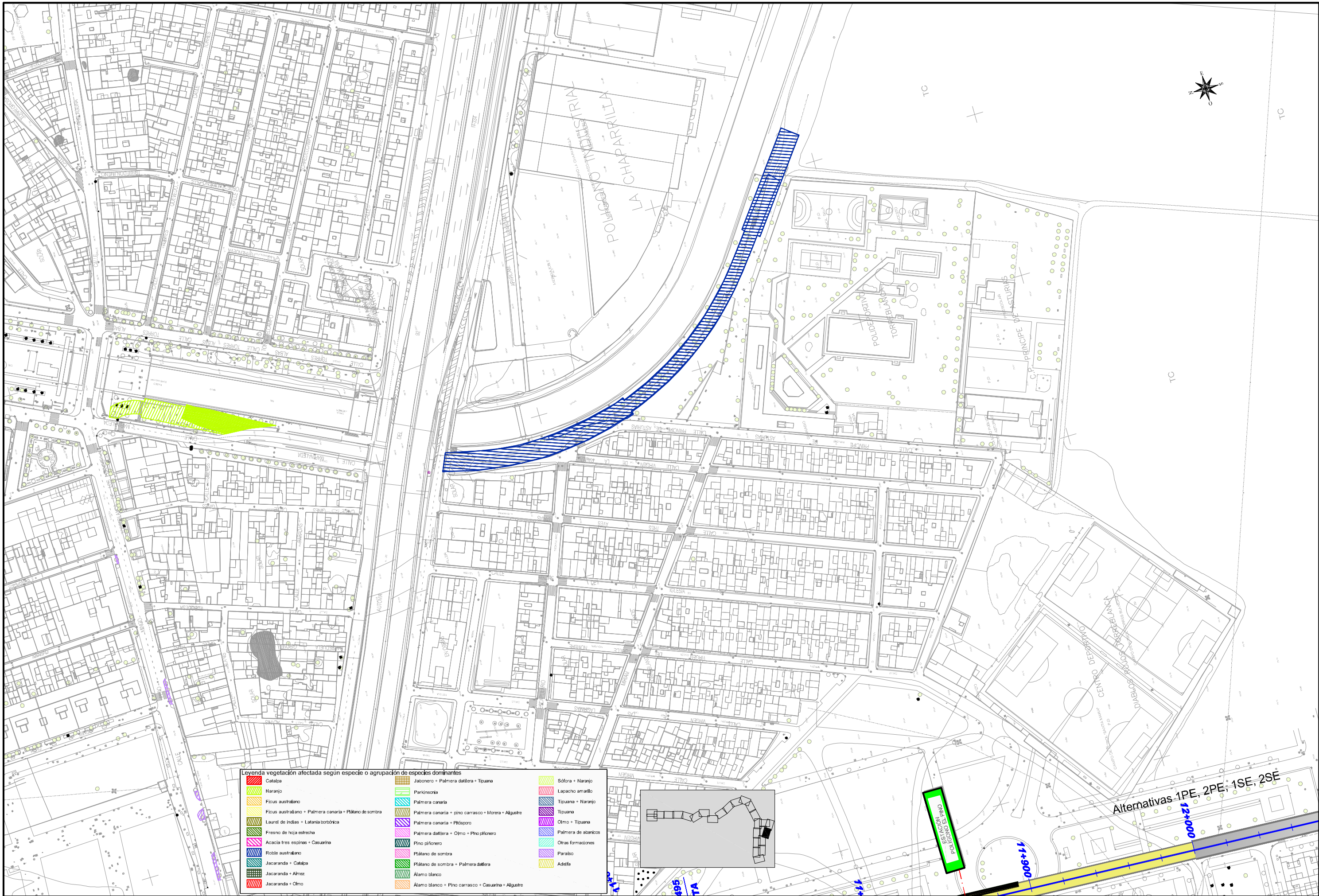
Leyenda vegetación afectada según especie o agrupación de especies dominantes

- |   |   |                     |
|---|---|---------------------|
| Catalpa   | Jabonero + Palmera datilera + Tipuana               | Sófora + Naranja    |
| Naranja   | Parkinsonia   | Lapacho amarillo    |
| Ficus australiano                                       | Palmera canaria                                     | Tipuana + Naranja   |
| Ficus australiano + Palmera canaria + Plátano de sombra | Palmera canaria + pino carrasco + Morera + Aliguste | Tipuana             |
| Laurel de indias + Lantana corbónica                    | Palmera canaria + Plátano de sombra                 | Olmo + Tipuana      |
| Fresno de hoja estrecha                                 | Palmera datilera + Olmo + Pino piñonero             | Palmera de abanicos |
| Acacia tres espinas + Casuarina                         | Pino piñonero                                       | Otras formaciones   |
| Rozal australiano                                       | Plátano de sombra                                   | Paralelo            |
| Jacaranda + Catalpa                                     | Plátano de sombra + Palmera datilera                | Adefa               |
| Jacaranda + Almez                                       | Alamo blanco  |                     |
| Jacaranda + Olmo  | Alamo blanco + Pino carrasco + Casuarina + Aliguste |                     |

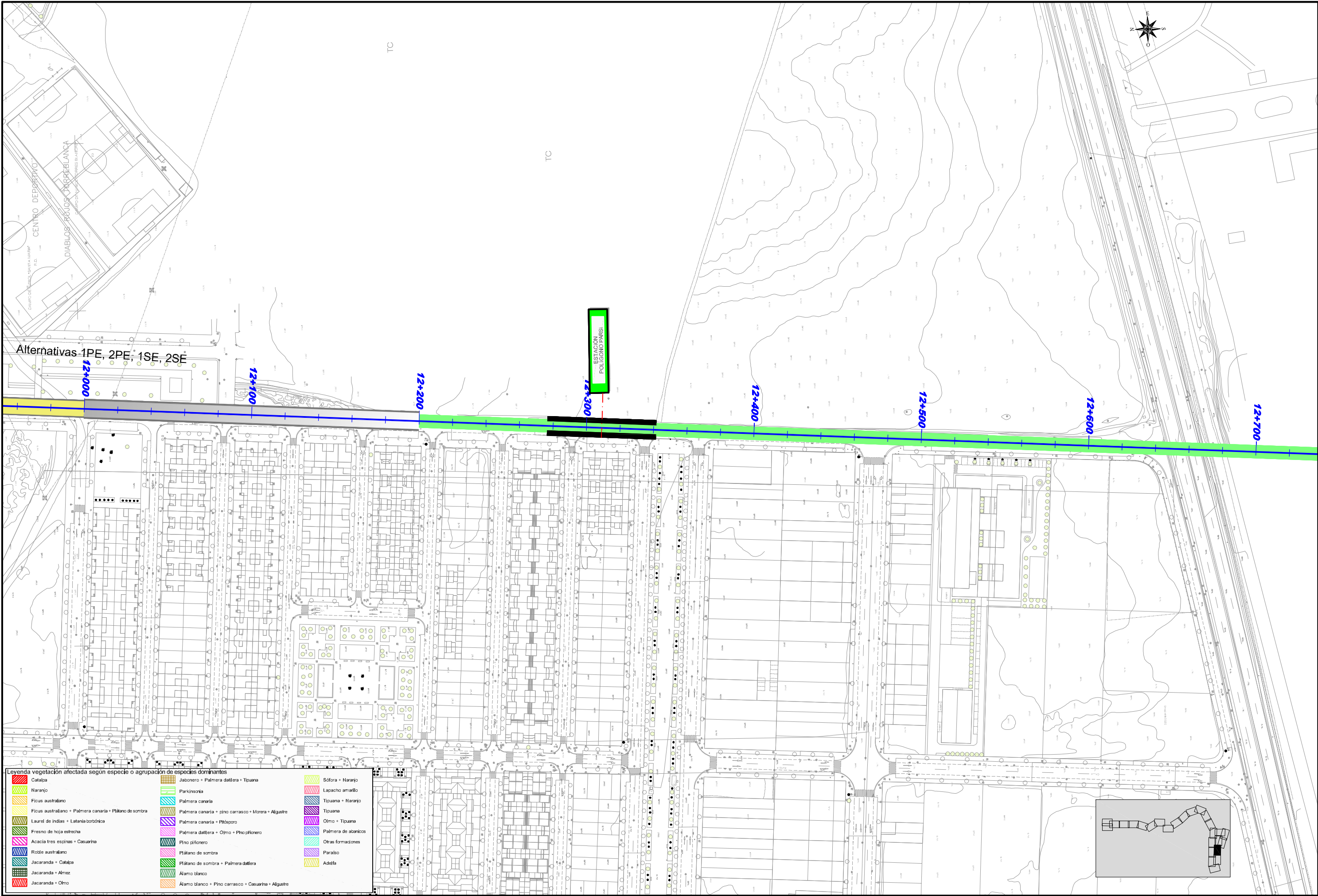












Leyenda vegetación afectada según especie o agrupación de especies dominantes

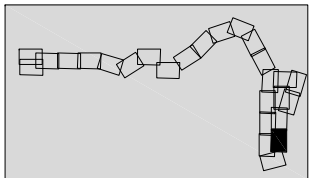
Catalpa	Jabonero + Palmera datilera + Tipuana	Sofora + Naranja
Naranja	Parkinsoria	Lapacho amarillo
Ficus australiano	Palmera canaria	Tipuana + Naranja
Ficus australiano + Palmera canaria + Plátano de sombra	Palmera canaria + pino carrasco + Morera + Aliguste	Tipuana
Laurel de indias + Lantania corónica	Palmera canaria + Plátano	Olmo + Tipuana
Fresno de hoja estrecha	Palmera datilera + Olmo + Pino pñonero	Palmera de alcanicos
Acacia tres espinas + Casuarina	Pino pñonero	Otras formaciones
Roble australiano	Plátano de sombra	Paraiso
Jacaranda + Catalpa	Plátano de sombra + Palmera datilera	Adefa
Jacaranda + Almez	Alamo blanco	
Jacaranda + Olmo	Alamo blanco + Pino carrasco + Casuarina + Aliguste	





**Leyenda vegetación afectada según especie o agrupación de especies dominantes**

Catalpa	Jabonero + Palmera datilera + Tipuana	Sófora + Naranja
Naranja	Parkinsonia	Lapacho amarillo
Ficus australiano	Palmera canaria	Tipuana + Naranja
Ficus australiano + Palmera canaria + Plátano de sombra	Palmera canaria + pino carrasco + Morera + Aliguste	Tipuana
Laurel de indias + Lantania corbónica	Palmera canaria + Plátano	Olmo + Tipuana
Fresno de hoja estrecha	Palmera datilera + Olmo + Pino piñonero	Palmera de alcanfor
Acacia tres espinas + Casuarina	Pino piñonero	Otras formaciones
Roble australiano	Plátano de sombra	Paralelo
Jacaranda + Catalpa	Plátano de sombra + Palmera datilera	Adefa
Jacaranda + Almez	Álamo blanco	
Jacaranda + Olmo	Álamo blanco + Pino carrasco + Casuarina + Aliguste	



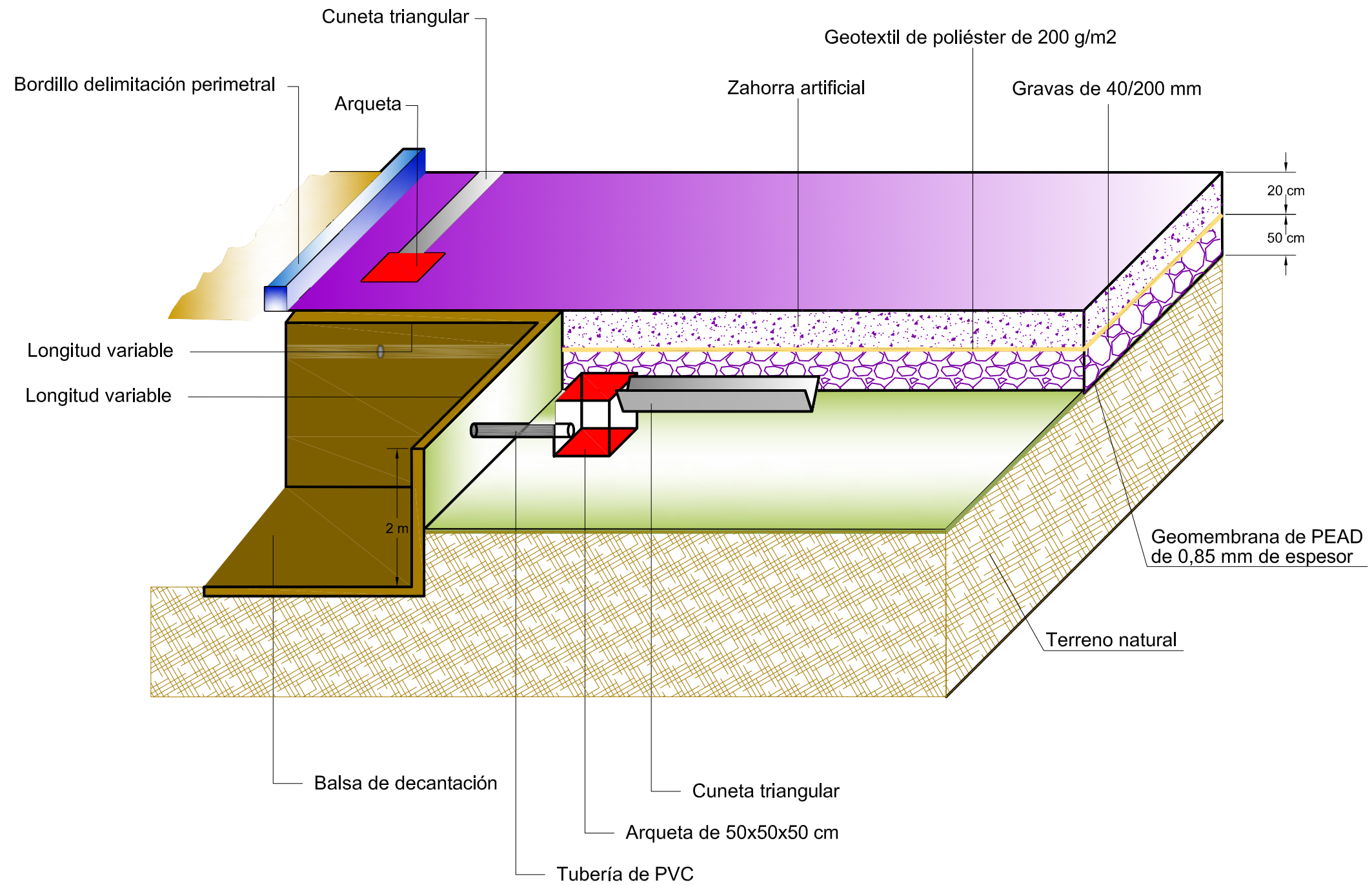




**LEYENDA**  
Carreteras  
Cauces  
Canal del Bajo Guadalquivir  
**Ejes Alternativos**  
Estaciones

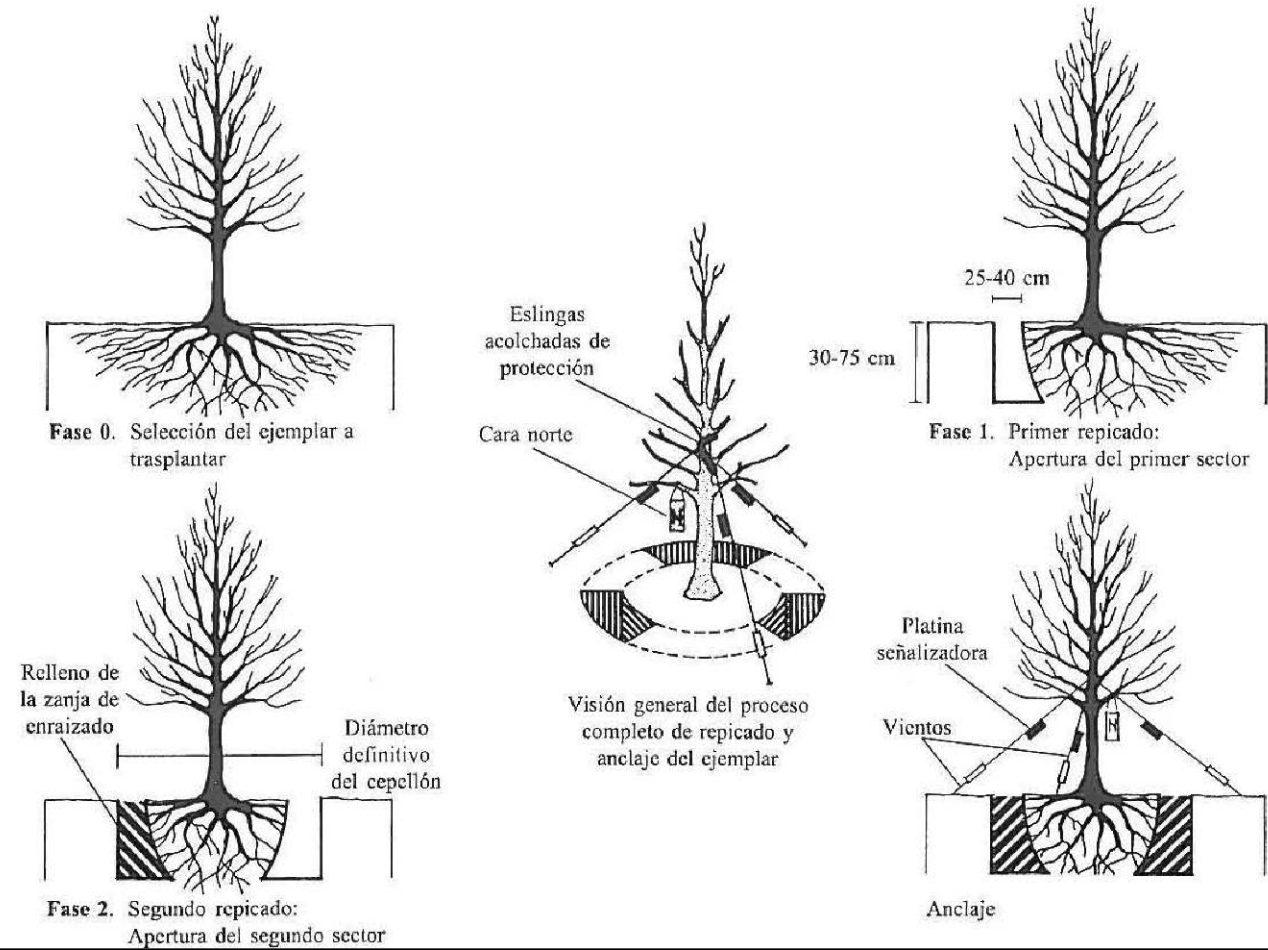
Aves *Falco naumanni*  
 Reptiles *Mauremys leprosa*  
 Peces *Rutilus alburnoides*  
 Peces *Rutilus lemmingii*  
 Peces *Barbus comiza*  
 Peces *Barbus capito*  
 Peces *Cobitis taenia*



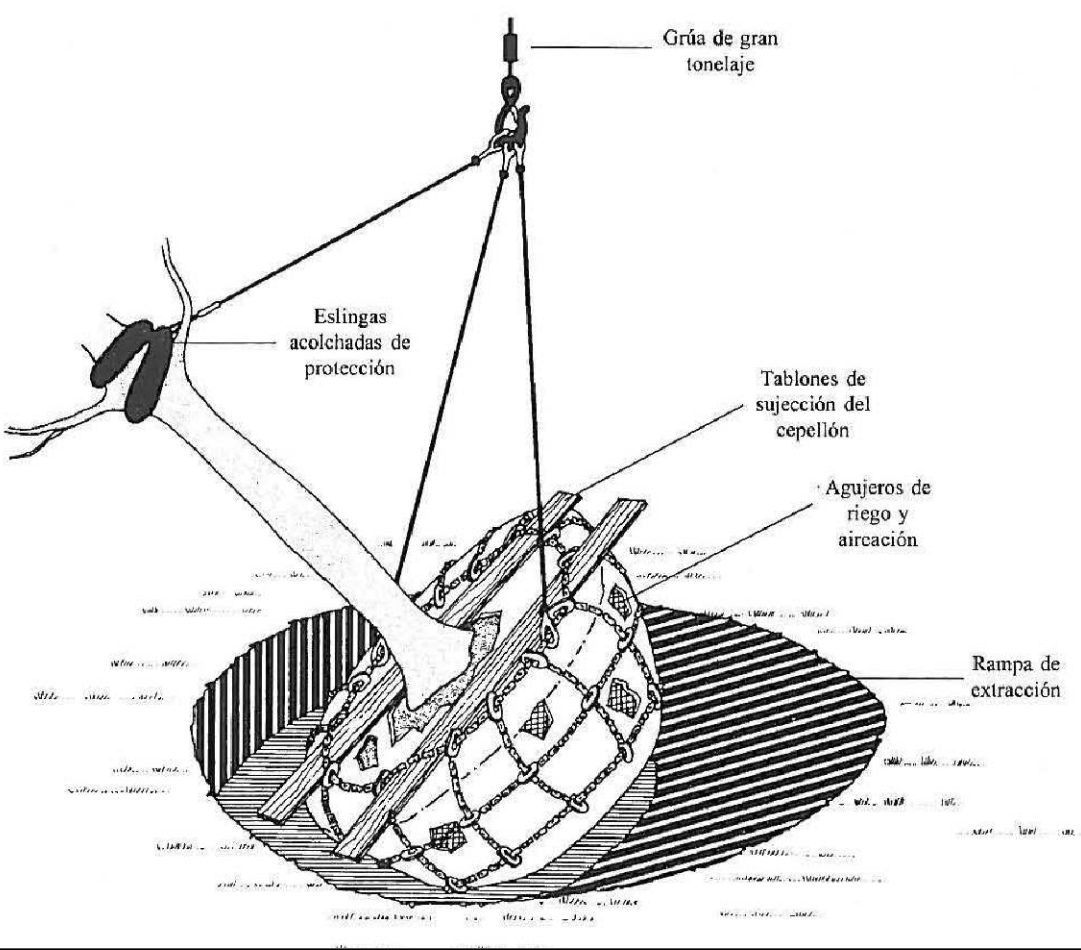




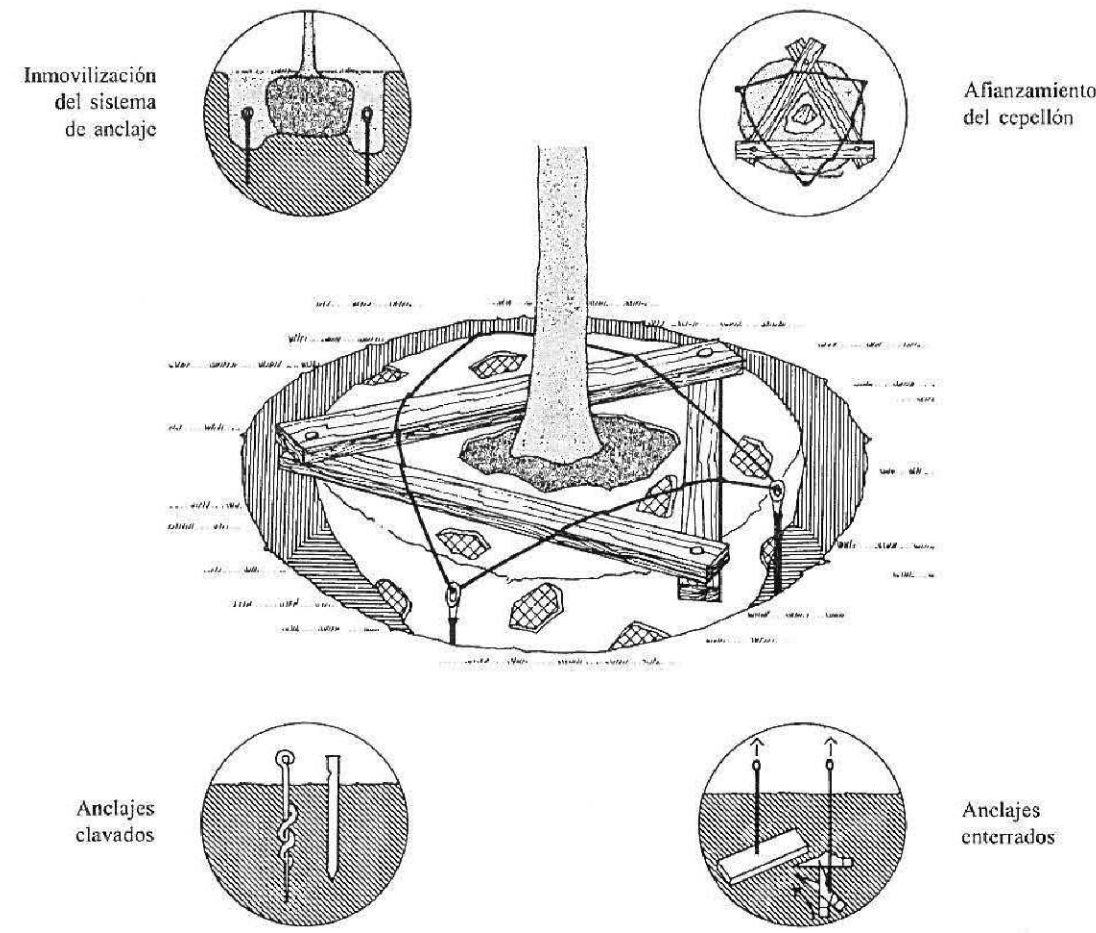
1. REPICADO PREVIO POR FASES DE UN EJEMPLAR



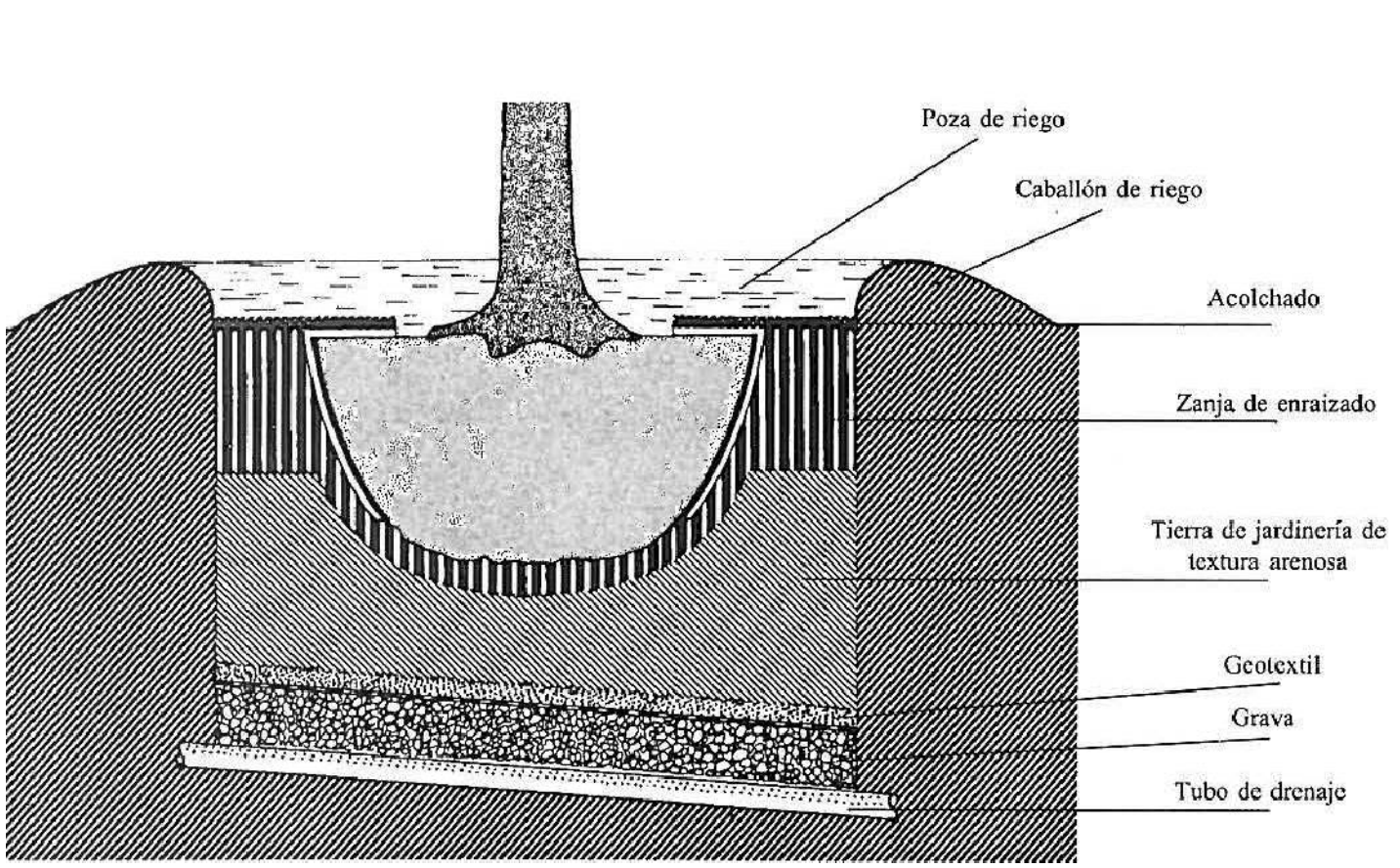
2. FORMACIÓN DEL CEPELLÓN Y EXTRACCIÓN



3. PLANTACIÓN. ANCLAJES



4. OPERACIÓN DE PLANTACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DEL HOYO







**LEYENDA**

Núcleos

Carreteras

Cauces

Canal del Bajo Guadalquivir

**Ejes Alternativas**

Estaciones





**LEYENDA**

Carreteras

Cauces

Canal del Bajo Guadalquivir

Unidades Hidrogeológicas

Acuíferos

Permeabilidad

Alta

Media

Ejes Alternativas

Estaciones

	UTE	AUTOR DE PROYECTO	COAUTOR DE PROYECTO	TÍTULO	FECHA	SUSTITUYE A	CLAVE	ESCALA	PLANO	NÚMERO DE PLANO			
		Javier Cortacás Muner		Marcos Dorao Madruga		PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA LÍNEA 2 DEL METRO DE SEVILLA: TORRETRIANA - TORREBLANCA	MAYO 2010		T-MS6200/PPR0	1:30.000	0 325 650 m	HIDROGEOLOGÍA	2.2.
		ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL								Númerica	Gráfica	FICHERO: 2.2.Hidrogeologia.mxd	HOJA 1 de 1





**LEYENDA**  

Carreteras

Cauces

Canal del Bajo Guadalquivir

**Ejes Alternativas**  

Estaciones

**Litología**  

Arenas, limos, arcillas, gravas y cantos

Calcarenitas, arenas, margas y calizas

**Geoestructuras**  

Aluvial reciente

Otros sedimentos postorogénicos (Mioplioceno)





**LEYENDA**

- Carreteras
- Cauces
- Canal del Bajo Guadalquivir
- Ejes Alternativas
- Estaciones

**Vegetación potencial**

- Serie termomediterránea gaditano-onubo-algarviense y tingitana seco-subhúmedo-húmeda sabulícola del alcornoque (*Quercus suber*): Oleo-*Querceto suberis* S.
- Serie termomediterránea, bética, algarviense y mauritánica, seca-subhúmeda, basófila de la encina (*Quercus rotundifolia*): *Smilaco mauritanicae-Querceto rotundifoliae* S. Faciación típica.
- Series edafohigrófilas
  - Geoserie edafohigrófila mesomediterránea inferior y termomediterránea hispalense basófila.

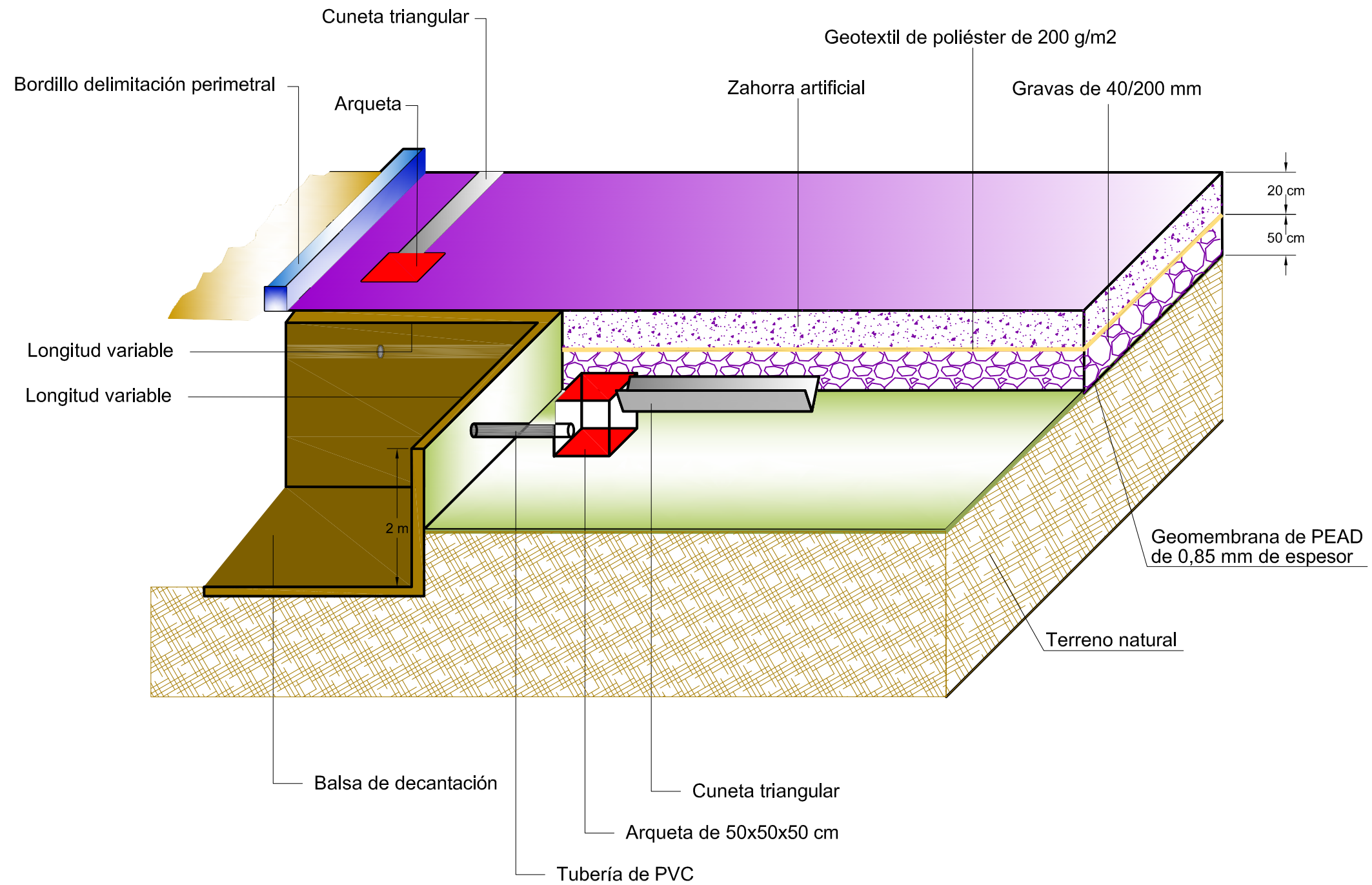




**LEYENDA**  
— Carreteras  
— Cauces  
— Canal del Bajo Guadalquivir  
**Ejes Alternativos**  
—  
—  
—  
— Estaciones

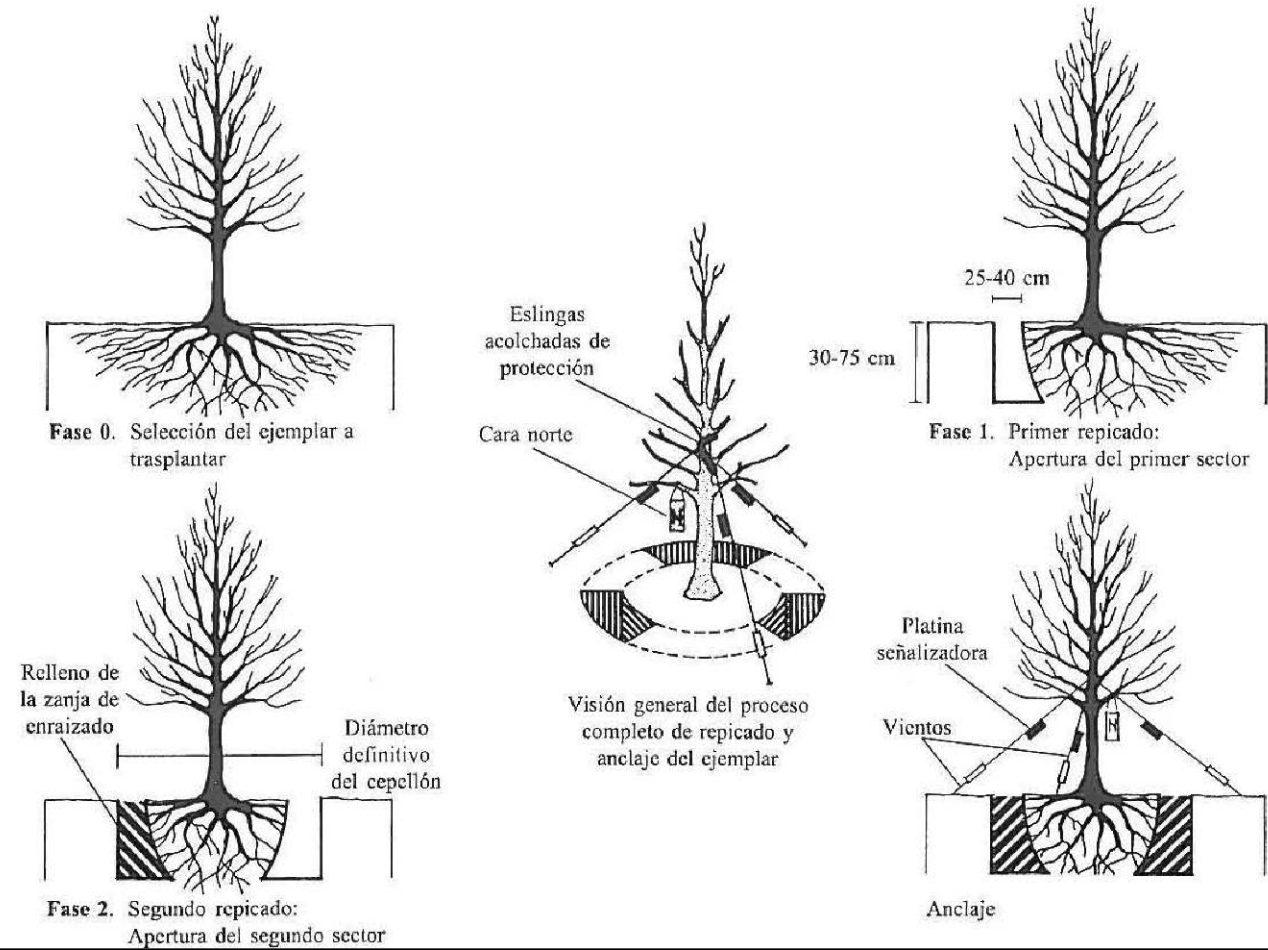
Aves *Falco naumanni*  
 Reptiles *Mauremys leprosa*  
 Peces *Rutilus alburnoides*  
 Peces *Rutilus lemmingii*  
 Peces *Barbus comiza*  
 Peces *Barbus capito*  
 Peces *Cobitis taenia*



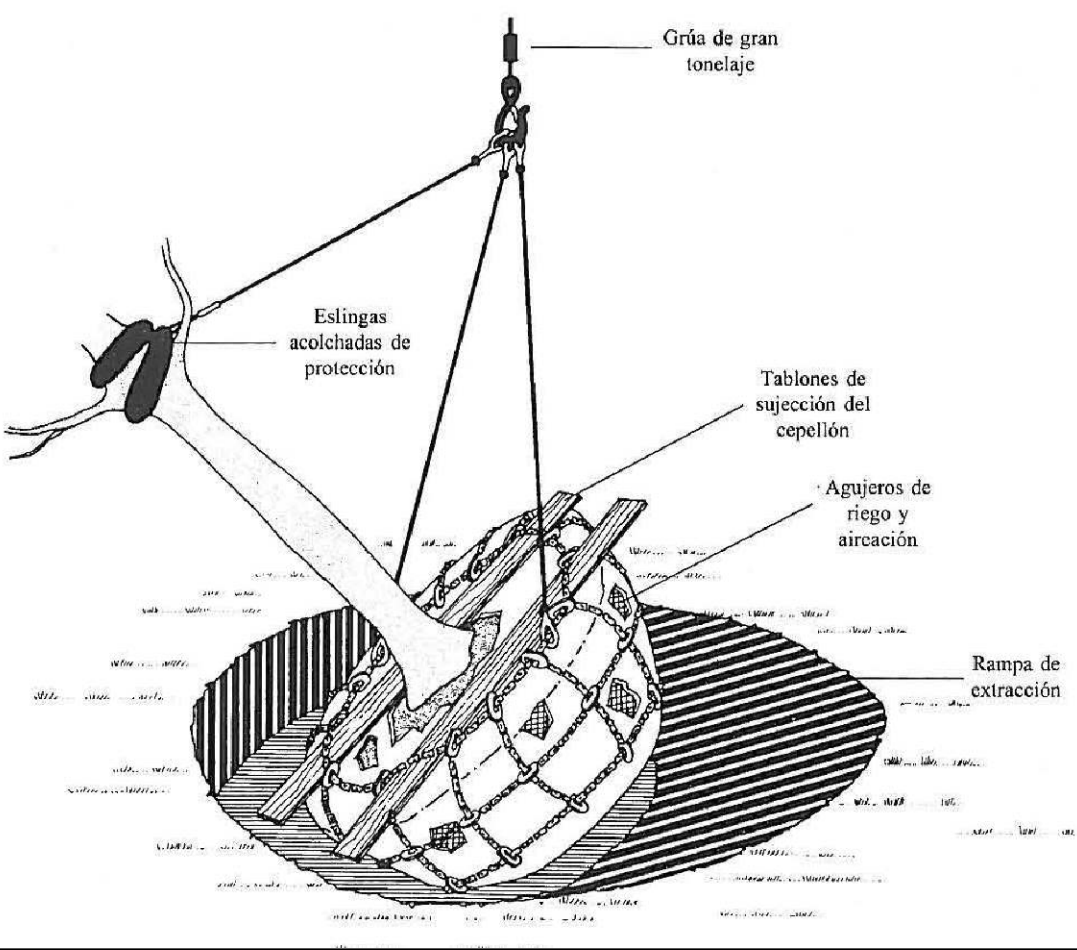




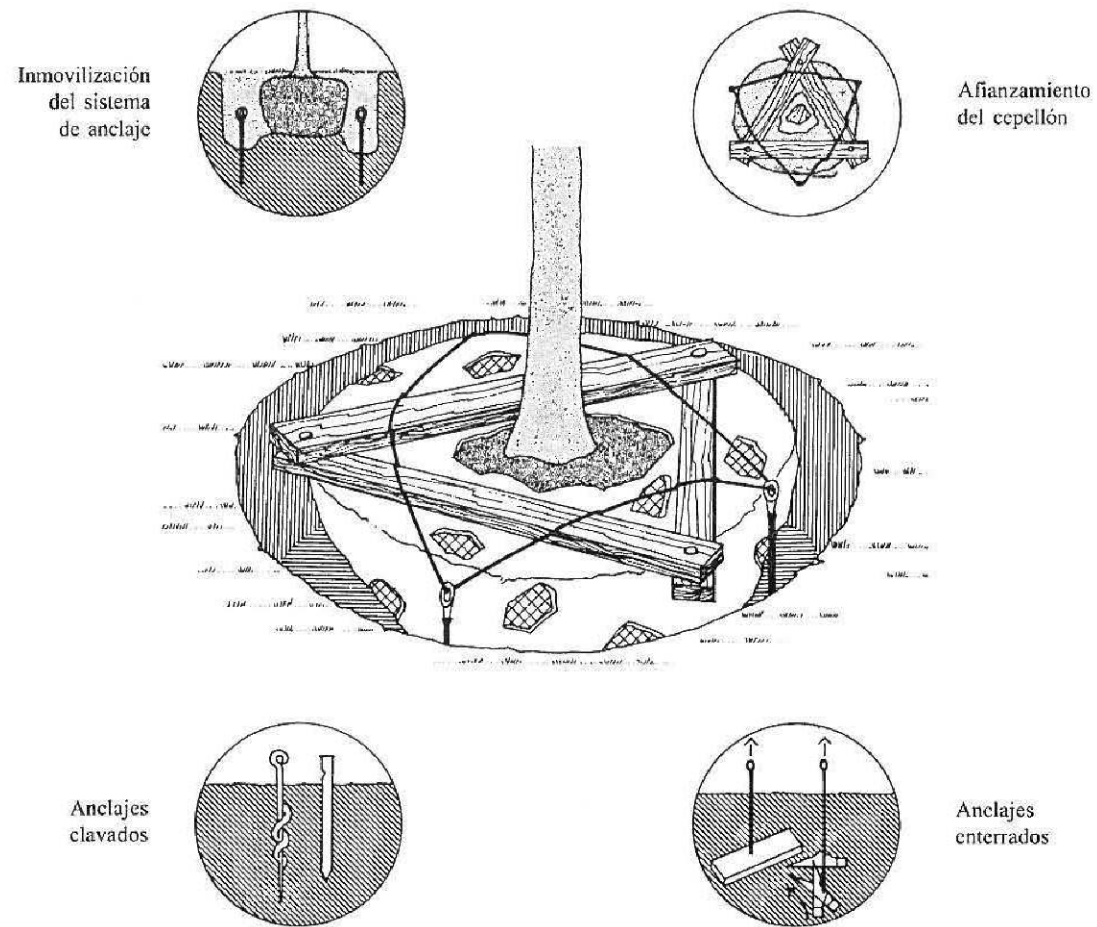
1. REPICADO PREVIO POR FASES DE UN EJEMPLAR



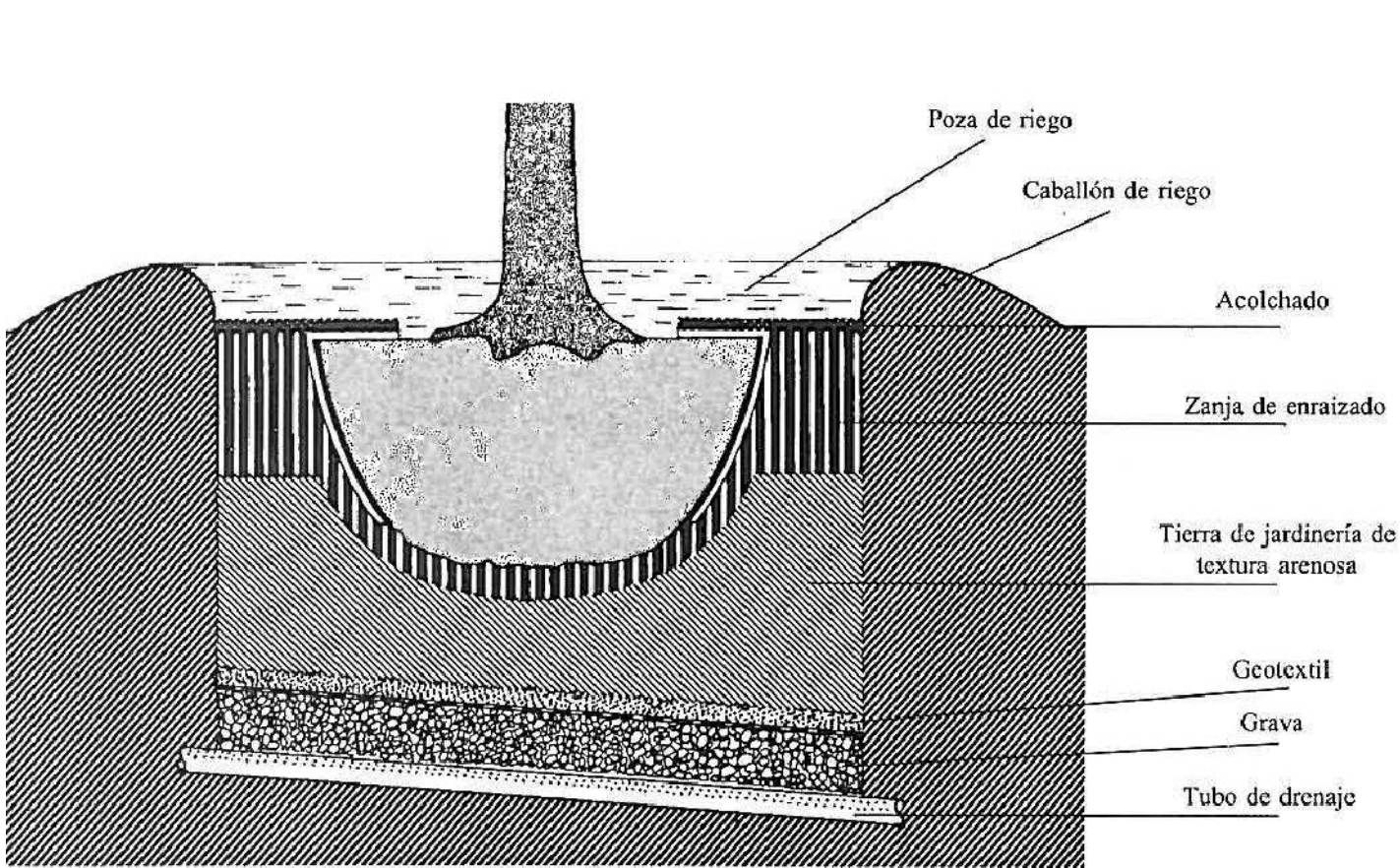
2. FORMACIÓN DEL CEPELLÓN Y EXTRACCIÓN



3. PLANTACIÓN. ANCLAJES



4. OPERACIÓN DE PLANTACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DEL HOYO







## ANEJO Nº 2: REPORTAJE FOTOGRÁFICO



## TRAMO 1.

Foto 1.



Bulevar de catalpas (*Catalpa bignonioides*) y pinos piñoneros (*Pinus pinea*) en la calle Jerónimo de Aguilar, ubicación de la estación de Torretrejana.

Foto 2.



Vista general de la calle Jerónimo de Aguilar. Se aprecia la alineación en el bulevar de los pinos piñoneros detrás de las catalpas. Ambas especies forman un dosel arbóreo continuo en doble altura.

Foto 3.



Porte de los pinos piñoneros, de calibre 100 cm, y 8-10 m de altura.



Foto 4.



Alineación en alcorques de tipuanas (*Tipuana tipu*) en la ubicación prevista para la estación de Plaza de Armas. Porte considerable de calibre 100 cm, y 10 – 12 m de altura.

## TRAMO 2.

Foto 5.



Vista norte de los dos árboles de las lianas (*Ficus macrophylla*) de la Plaza del Museo, afectados parcialmente en sus raíces por un pozo de ventilación en las alternativas de este tramo.

Foto 6.



Detalle de las raíces que podrían verse afectadas en uno de los ejemplares.

Foto 7.



Palmeras canarias (*Phoenix canariensis*), hasta cinco junto a la estatua de Velázquez, que podrían verse afectadas por la estación de Plaza del Duque de las alternativas de este tramo.



Foto 8.



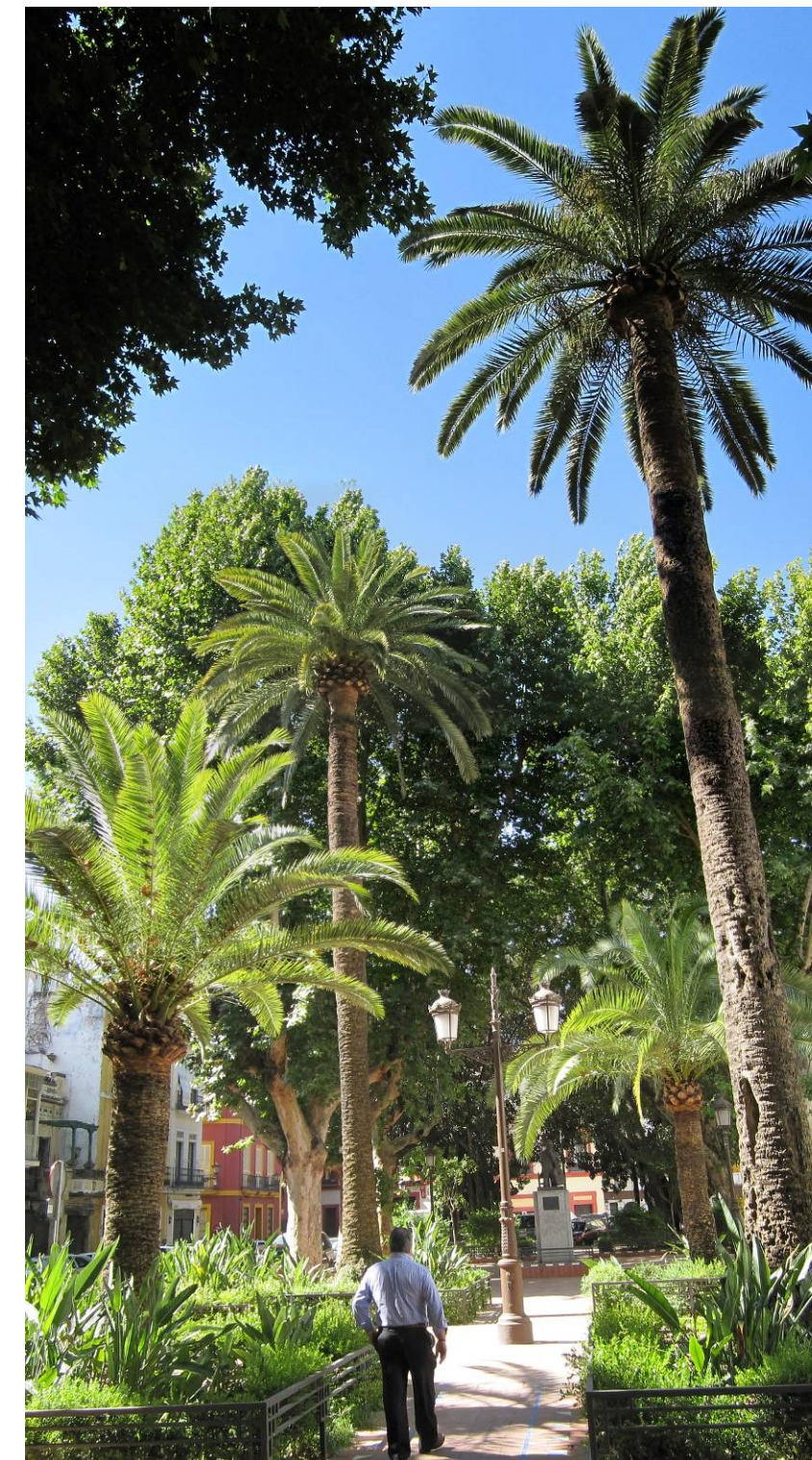
Laurel de indias (*Ficus retusa*) sur de la Plaza de la Encarnación, afectado en su entorno inmediato por el pozo de la alternativa 2.4.2.

Foto 9.



Plaza Ponce de León afectada por pozo de ventilación y salida de emergencia de la alternativa 2.2.2. Alineación de alcorques de jacarandas (*Jacaranda mimosifolia*) y olmos (*Ulmus minor*), de portes considerables, 140 y 170 cm de calibre medio respectivamente,

Foto 10.



Plátanos de sombra (*Platanus x hispanica*) y palmeras canarias afectados por la estación de la línea 2.4.2 en la Plaza del Cristo de Burgos.



Foto 11.



Dosel arbóreo afectado por la estación Cristo de Burgos de la línea 2.4.2.

Foto 12.



Entorno delicado. Tronco y raíces de uno de los ficus (*Ficus macrophylla*), colindantes al sur de la plaza con los plátanos afectados.

Foto 13.



Entorno de la estación de José Laguillo, común a todas las alternativas del tramo 2. Paisaje urbano dominado por el asfalto, donde las líneas verticales y horizontales lisas generan un hábitat cúbico, homogéneo, en el que la estación tendrá perfecta cabida desde el punto de vista paisajístico.

### TRAMO 3.

Foto 14.



Ubicación de los pozos de ventilación y salidas de emergencia de la alternativa 3.1, sobre explanadas de aparcamientos frente a la fachada principal de la estación de Santa Justa.

Foto 15.



Inicio de la Avda. Kansas City, con vegetación organizada en alcorques y bulevares. La alineación derecha (Plátanos de sombra) será la que reciba la estación de Santa Justa.



Foto 16.



Ubicación prevista para la estación de Santa Justa de la línea 3.1. Afectará a parte de esta alineación de alcorques de Plátanos de sombra, de porte mediano aún, calibre 90 cm, y altura entre 10 y 12 m.

Foto 17.



Bulevar afectado por pantallas de la alternativa 3.1. Palmeras datileras (*Phoenix dactylifera*) y plátanos de sombra, predominan en las dos hileras que conforman la arboleda, ocupada como aparcamiento.

Foto 18.



Arboleda afectada por pantallas con uso estacionamiento. Portes medios en ambas especies, siendo la altura aproximada de las palmeras y plátanos de 8 y 10 m respectivamente.



Foto 19.



Entorno de la rotonda de Kansas City con calle Éfeso, afectado por pozo de ventilación de la alternativa 3.2.

#### TRAMO 4.

Foto 20.



Calle Éfeso en sentido de avance kilométrico. Calzada objeto de apantallamiento. Alcorques a izquierda y derecha, formados por brachichitos (*Brachychiton populneus*), y alternancia de naranjos (*Citrus aurantium*) y aligustres (*Ligustrum japonicum*) respectivamente, previsiblemente no afectados.

Foto 21.



Ubicación prevista para la estación de San Pablo. No existe vegetación en la margen izquierda, sí aligustres irregularmente desarrollados y dispuestos en la derecha.

Foto 22.



Aspecto general de la calle Éfeso en el tramo de la estación de San Pablo. Amplia calzada, anchas aceras, líneas rectas y escasa vegetación.



Foto 23.



Brachichitos afectados por el pozo de ventilación de la alternativa 4.1 en el p.k. 5+200. Árboles de escaso porte, irregular ubicación y desigual crecimiento.

Foto 24.



Conjunto vegetal afectado por el apantallamiento de la alternativa 4.1, en el enlace de la calle Ada con la Avda. Montesierra. Palmera datilera, brachichito y laurel de indias conforman el conjunto, en el que sobresale éste último.

TRAMO 5.

Foto 25.



Aspecto del bulevar de fresnos (*Fraxinus angustifolia*) derecho de la Avda. Montesierra al paso de las alternativas del tramo 5. Tanto en su versión apantallada como superficial, la fila de árboles más próxima a la calzada será afectada.

Foto 26.



Detalle de ejemplar tipo afectado, fresno de calibre 70 cm, y de altura aproximada 8 m.



Foto 27.



Bulevar destinado a aparcamiento en la actualidad. La fila de fresnos y adelfas se verá afectada por las obras. Entorno de la ubicación prevista de la estación de Montesierra.

Foto 28.



Sector del tramo 5 por el que se plantean tanto soluciones apantalladas (5.1), como en rampa – superficie (5.2). En ambos casos el eje discurre por la carretera.

Foto 29.



Posible ubicación de la estación de Montesierra en la margen izquierda de la avenida del mismo nombre. Este bulevar presenta mejores características botánicas y jardineras que el de la margen opuesta.

Foto 30.



Ubicación de la estación Luis Uruñuela en tramo apantallado, que afectaría entre otros a esta casuarina (*Casuarina equisetifolia*), de considerables proporciones (140 cm de calibre) y relevancia paisajística.



Foto 31.



Tramo correspondiente al p.k 7+660, apantallado y con pozo en la margen derecha de la mediana. Se afectan especies relevantes por su porte y protagonismo paisajístico. Pino carrasco (*Pinus halepensis*) y casuarina, de 140 y 160 cm de calibre respectivamente, y alturas en torno a los 15 m de altura.

Foto 32.



Estado actual de la mediana en tramo apantallado, a la altura de la estación Puerta Este. Escasa vegetación en este sector, colindante con pitósporos (*Pitosporum tobira*) y álamos blancos (*Populus alba*).

Foto 33.



Vegetación afectada en rotonda del Palacio de Congresos, dominada por palmeras de abanico (*Washingtonia filifera*), y tipuanas, de 8 – 10 m de altura aproximadamente.

Foto 34.



Mediana a la altura de la estación del Palacio de Congresos, desprovista de vegetación notable, colindante con un ejemplar de pino carrasco (al fondo).



Foto 35.



Sector final del tramo 5, en el que se continúa afectando a ejemplares de porte considerable, en este caso, sucesión de álamos blancos y pino carrasco aislado.

#### TRAMO 6.

Foto 36.



Calzada de la Avda. de las Ciencias por la que discurre la alternativa 6.1. De derecha a izquierda: alcorques de tipuana bordeados por seto de aligustre, carril bici, acera, calzada y mediana rica en variedad y portes de especies vegetales. Aquí vemos pinos carrascos, seguidos de moreras (*Morus alba*, *Morus nigra*).

Foto 37.



Grupo de 3 pinos carrascos (160 cm de calibre y 15 m a de altura), afectado por pozo de ventilación en p.k. 8+960 de la alternativa 6.1

Foto 38.



Vista general del eje de la alternativa 6.1. en apantallamiento, con mediana profusamente ajardinada y sensible a las labores de construcción. En este caso moreras y palmeras canarias.



Foto 39.



Vista general de la mediana. Impacto evitado mediante el trazado por el eje de la calzada derecha de la Avenida de las Ciencias. En esta vista se trata de pinos carrascos, palmeras y tipuanas, que forman un dosel arbóreo casi continuo bien conservado.

Foto 40.



Otro ejemplo de lo anterior. Palmeras y moreras a salvo del desbroce que serán objeto de protección.

Foto 41.



Catalpas (calibre 140 cm, altura 10 m) y pinos piñoneros (calibre 140 cm y altura 12 m) afectados por la ubicación de la estación Ciencias.

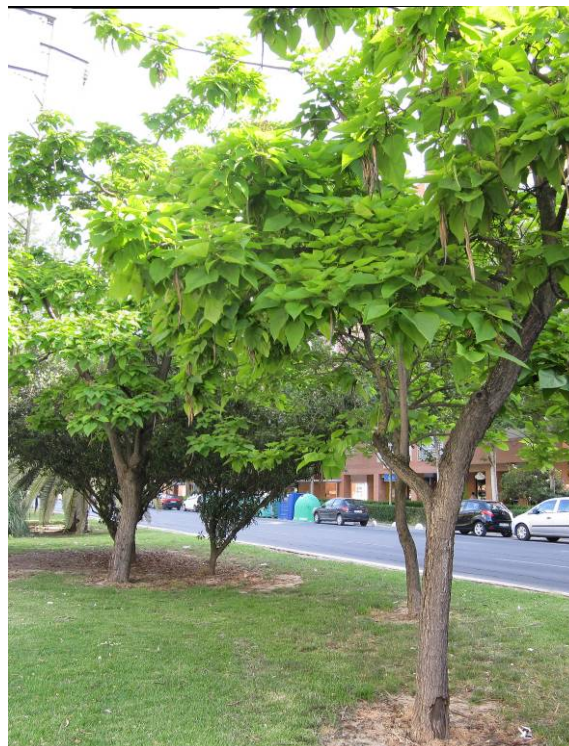
Foto 42.



Catalpas, moreras y palmeras canarias afectadas por el pozo del p.k. 9+620.

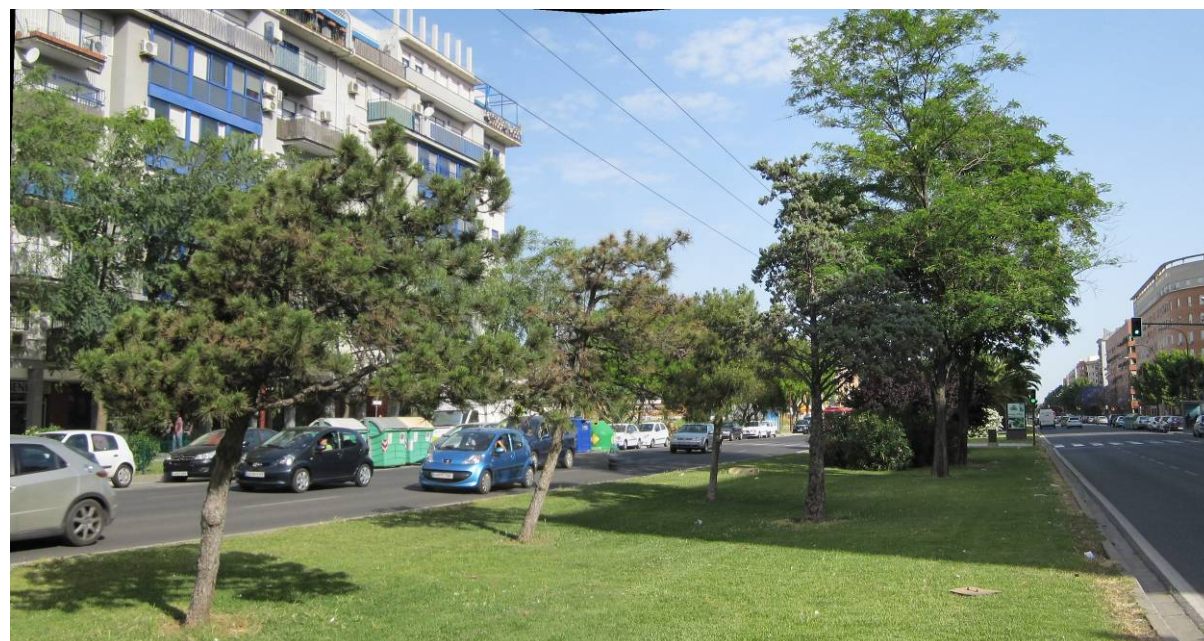


Foto 43.



Detalle de catalpas (70 cm de calibre) y palmera canaria (8 m de altura) afectadas.

Foto 44.



Vegetación afectada por la estación Adelfa. Pinos carrascos, tipuana, ciruelo japonés (*Prunus cerasifera* 'Atropurpurea') y grupo de adelfas (*Nerium oleander*).

Foto 45.



Palmeras canarias afectadas por el pozo del p.k. 10+360. Junto a ellas también otras plantas como la tipuana (delante), o un grupo de aligustres (detrás).



## TRAMO 7.

Foto 46.



Mediana de la Avenida de la Aeronáutica, a la altura de la estación que lleva su nombre. Mediana potencialmente afectada por dicha estación. Contiene Olmo (180 cm de calibre y 10 – 12 m de altura), Tuya (*Thuja sp.*), Tuya oriental (*Tetraclinis articulata*, 100 cm de calibre y 8 m de altura), catalpa (90 cm de calibre, y 9 m de altura), palmera canaria (9 m de altura), grupo de aligustres pequeños y pitósporos de porte arbolillo.

Foto 47.



Palmeras canarias afectadas en la estación Aeronáutica.

Foto 48.



Catalpas y pitósporos y olmos afectados en el mismo sector.



Foto 49.



Rotonda final de la Avda. Aeronáutica atravesada en pantalla, afectando a las especies siguientes: naranjos (60 cm de calibre y 4 m de altura), y fresnos (60 cm de calibre y 6 m de altura).

Foto 50.



Detalle de fresno y naranjo afectados.

Foto 51.



Jardín a base de pinos carrascos, cipreses y tuyas orientales, todos ellos de gran porte. Todos ellos afectados por el apantallamiento de las alternativas en el tramo 7.

Foto 52.



Detalle de lo anterior. Pinos y cipreses.



Foto 53.



Bulevar afectado por apantallamiento en la calle Parsi, en su parte más próxima a la A-92. Palmeras de abanico al fondo, junto a plátanos de sombra en primer plano, que seguirán protagonizando toda la longitud del bulevar.

Foto 54.



Parterres de lavanda (*Lavandula stoechas*) y olivillo (*Teucrium fruticans*), forman los bordes del bulevar hasta la estación del Polígono el Pino.

Foto 55.



Panorámica general del bulevar de la calle Parsi, eliminado por la alternativa 7.3. Los plátanos de sombra poseen aquí, cerca de la primera estación de la calle (Polígono El Pino), un menor porte (50 cm de calibre y 8 m de altura) que en el segundo tramo (cerca de la estación Polígono Parsi).



Foto 56.



Rotonda eliminada por el trazado en superficie de la alternativa 7.3. Plátano de sombra, olivos centenarios transplantados y limoneros jóvenes. No existen portes relevantes. La composición jardinera no está trabajada. Su relevancia en el paisaje es secundaria.

Foto 57.



Ubicación en el bulevar de la estación Polígono El Pino.

Foto 58.



Bulevar a la altura de la estación Polígono Parsi. Los parterres han desaparecido, pero el porte de los plátanos de sombra es mayor.



Foto 59.



Rotonda final de la calle Parsi, afectada por el trazado en superficie de la alternativa 7.3. Jacarandas en regular estado fitosanitario, junto a palmeras de abanico, son las especies que la ocupan formando un anillo en su borde.



## ANEJO Nº 3: ESTUDIO ARQUEOLÓGICO





### **ANEJO Nº 3**

### **TRABAJOS ARQUEOLÓGICOS**



ÍNDICE

1.	Objetivo General. ....	1
2.	Trabajos realizados en el presente documento de estudio de alternativas de trazado.....	1
3.	Programa general de trabajos arqueológicos futuros a desarrollar .....	1
4.	Afecciones sobre el patrimonio arqueológico en las alternativas de trazado y propuesta de actuaciones arqueológicas. ....	1
4.1.	Tramos Subterráneos con Tuneladora (Túnel A 50 M De Profundidad). Tramos 1 A 4. Valoración Inicial.....	1
4.2.	Tramo Subterráneo con pantallas. Tramo 4 desde Estación Santa Justa hasta PK 4+700 .....	4
4.3.	Tramo parcialmente en superficie.....	4



## 1. OBJETIVO GENERAL.

Como objetivo general, el ANÁLISIS ARQUEOLÓGICO persigue identificar los restos patrimoniales de carácter arqueológico que pueden ser afectados por las obras para la instalación de la LÍNEA 2 de Metro de Sevilla; con el fin de proponer, en primer lugar, medidas correctoras para amortiguar el impacto de la obra nueva sobre dichos restos; y, en segundo lugar, prever los trabajos necesarios en la fase posterior de obras en aquellas áreas que finalmente serían afectadas.

## 2. TRABAJOS REALIZADOS EN EL PRESENTE DOCUMENTO DE ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE TRAZADO.

En el estudio de alternativas de trazado se ha realizado una primera aproximación al trabajo marco de análisis arqueológico de LÍNEA 2 de Metro. Concretamente, se han abordado los siguientes apartados:

- Inventario de yacimientos arqueológicos catalogados y de las áreas urbanas protegidas por el planeamiento urbanístico que pudieran ser afectados.
- Inventario de intervenciones arqueológicas realizadas hasta la fecha en el entorno inmediato al trazado de la Línea 2.
- Análisis del origen y evolución del asentamiento humano en Sevilla.
- Análisis de los niveles de riesgo arqueológico en las alternativas de trazado de la LÍNEA 2 de Metro.

Con ello, se ha procedido, por una parte, a la recopilación oficial de datos sobre yacimientos arqueológicos catalogados y, por otra, al análisis histórico-arqueológico de la evolución territorial y posibilidades de registro arqueológico oculto; todo lo cual posibilita el establecimiento de una carta de niveles de riesgo arqueológico en las alternativas de trazado de la LÍNEA 2 de Metro de Sevilla.

## 3. PROGRAMA GENERAL DE TRABAJOS ARQUEOLÓGICOS FUTUROS A DESARROLLAR.

Una vez identificadas las áreas de riesgo arqueológico y su gradación se plantean los siguientes trabajos arqueológicos futuros a desarrollar.

-Análisis de las características geomorfológicas y arqueológicas que se puedan obtener de los sondeos geotécnicos a realizar en el desarrollo del Proyecto de Construcción de la Líneas 2 del Metro de Sevilla. Esta información es de capital importancia para seguir evaluando registros arqueológicos hasta ahora desconocidos.

-Campaña de excavaciones arqueológicas en las zonas de mayor incidencia de la obra en el Conjunto Histórico, así como la realización de sondeos arqueológicos de 5 x 5 m ubicados en todos aquellos puntos de escasa documentación o nivel de riesgo arqueológico alto. La profundidad de los mismos tenderá a agotar la estratigrafía arqueológica, es decir, alcanzar los rellenos de origen natural o pre-antrópico, a fin

de tener una lectura de la secuencia de ocupación humana y sus características. No obstante, la profundidad de excavación estará condicionada por la aparición del freático, que en muchas áreas de la ciudad se sitúa a una cota más elevada que los niveles arqueológicos más antiguos.

-Elaboración de un programa de los trabajos de investigación arqueológica que se deben tener previstos en la fase de obras.

-Elaboración de propuestas de amortiguación del impacto de la obra nueva. Con ello se plantean medidas correctoras, a fin de evitar, en la medida de lo posible, riesgos de destrucción innecesarios o complicaciones presupuestarias y de tiempo en la ejecución de las obras.

## 4. AFECCIONES SOBRE EL PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO EN LAS ALTERNATIVAS DE TRAZADO Y PROPUESTA DE ACTUACIONES ARQUEOLÓGICAS.

A continuación se desglosan las alternativas de trazado de la Línea 2 de Metro especificándose el nivel de riesgo arqueológico posible; para, seguidamente, plantear propuestas actuación.

### 4.1 TRAMOS SUBTERRÁNEOS CON TUNELADORA (TÚNEL A 50 M DE PROFUNDIDAD). TRAMOS 1 A 3 (EST. SANTA JUSTA)

El hecho de que sea una opción profunda **evita la realización de lesivos tratamientos de consolidación del subsuelo. La afección al patrimonio arqueológico se concentraría únicamente en los pozos de extracción, emergencia y bombeo, así como en las estaciones.** En el caso de las estaciones, hay distintos grados de riesgo arqueológico y distintas propuestas de actuación futura. Veamos todas y cada una de ellas en las diversas alternativas planteadas:

#### ESTACIÓN TORRETRIANA. ALTERNATIVAS 1.1 A 1.3

Usos históricos reconocidos: Aunque no tiene yacimientos arqueológicos catalogados, es una zona susceptible de ocupación desde época antigua. Coinciden con antiguos caminos como los de Camas o Santiponce y se encuentran cercanos al cementerio de San José, instalado a principios del siglo XIX. Desconocemos el grado de afección que el trazado de los viales actuales y los servicios instalados ha provocado en el subsuelo.

.Nivel de riesgo arqueológico: 6.2.

.Propuestas de actuaciones futuras:

-Análisis de las características geomorfológicas y arqueológicas que se puedan obtener de sondeos geotécnicos.

-Realización de un sondeo arqueológico de 5 x 5 m a ubicar en el lugar que sea más óptimo desde el punto de vista de no afección a los servicios e instalaciones urbanas. La escasa riqueza arqueológica de la zona permitirá que la ejecución del corte se realice por medios mecánicos,

siempre y cuando no se detecten restos arqueológicos, procediéndose en ese caso a la excavación manual.

-Control arqueológico de los movimientos de tierra en fase de obras.

#### ESTACIÓN TORRETRIANA. ALTERNATIVAS 1.4 A 1.6

Usos históricos reconocidos: Antiguo cauce de la Corta de Chapina-Madre Vieja. Anteriormente coincidía con el inicio de diversos caminos hacia el Aljarafe y Extremadura.

Nivel de riesgo arqueológico: 6.4. La excavación del cauce de la Corta de Chapina-San Juan de Aznalfarache a mediados del siglo XX ha debido destruir masivamente hipotéticos restos arqueológicos.

.Propuestas de actuaciones futuras:

1.-Control arqueológico de los movimientos de tierra en fase de obras.

#### ESTACIÓN PLAZA DE ARMAS.

Usos históricos reconocidos: Camino de salida de la ciudad desde el siglo XII a través de la puerta Real o de Goles. Orilla del río utilizada desde antiguo por carpinteros de ribera y pescadores del barrio de los Humeros. El lugar y su entorno fueron utilizados también desde la Edad media como basurero, motivo por el cual se eleva la topografía hasta que a mediados del siglo XIX se construye la Estación de Córdoba, su ramal ferroviario y la calle Torneo.

Nivel de riesgo arqueológico: 5.1.

Propuestas de actuaciones futuras:

1.-Análisis de las características geomorfológicas y arqueológicas que se puedan obtener de sondeos geotécnicos.

2.- Realización de un sondeo arqueológico de 5 x 5 m a ubicar en el lugar que sea más óptimo desde el punto de vista de no afección a los servicios e instalaciones urbanas. La escasa riqueza arqueológica de la zona permitirá que la ejecución del corte se realice por medios mecánicos, siempre y cuando no se detecten restos arqueológicos, procediéndose en ese caso a la excavación manual.

3.-Control arqueológico de los movimientos de tierra en fase de obras.

#### ESTACIÓN PLAZA DE LA CONCORDIA.

Usos históricos reconocidos: Se formó a fines de la década de 1950 tras el derribo de los cuarteles militares de la Gavidia y de San Hermenegildo. Dichos cuarteles reutilizaron las edificaciones de antiguo Colegio de San Hermenegildo, fundado por los jesuitas en 1580.

Nivel de riesgo arqueológico: Nulo. La excavación de los aparcamientos subterráneos ha debido destruir masivamente hipotéticos restos arqueológicos.

Propuesta de actuaciones futuras: No son necesarias por su nulo riesgo arqueológico.

#### ESTACIÓN PLAZA DEL DUQUE.

Usos históricos reconocidos: Originada a fines del siglo XV por el Duque de Medina Sidonia como espacio abierto a la fachada de su palacio, situado en parte del actual centro comercial de El Corte Inglés. Previamente a su conformación como plaza, existían edificaciones de origen posiblemente islámico. En época romana el lugar debió estar próximo o coincidir con el cauce del río Guadalquivir.

Nivel de riesgo arqueológico: 3.1.

Propuestas de actuaciones futuras:

-Análisis de las características geomorfológicas y arqueológicas que se puedan obtener de sondeos geotécnicos.

-Excavación extensiva adaptada al área de obra para la ejecución de la futura estación. En esta zona se debe plantear conjugar obra y conservación patrimonial, con la elaboración de un programa de integración arqueológica si fuera pertinente.

#### ESTACIÓN PLAZA DE LA ENCARNACIÓN.

Usos históricos reconocidos: Las recientes excavaciones realizadas en el antiguo mercado de la Encarnación prueban la ocupación de la zona desde el mismo siglo I d. C. con las primeras construcciones asociadas a factoría de salazones. En los siglos II y III se consolida un potente urbanismo romano que pervive con diversas transformaciones hasta época visigoda. En época islámica se vuelve a generar un urbanismo vigoroso heredero de las construcciones palaciegas de los siglos XV y XVI. En 1591 se funda el convento de la Encarnación, demolido en 1810.

Nivel de riesgo arqueológico: 2.1.

Propuestas de actuaciones futuras:

1.-Análisis de las características geomorfológicas y arqueológicas que se puedan obtener de sondeos geotécnicos.

2.-Excavación extensiva adaptada al área de obra para la ejecución de la futura estación. En esta zona se debe plantear conjugar obra y conservación patrimonial, con la elaboración de un programa de integración arqueológica si fuera pertinente.

#### ESTACIÓN PLAZA DEL CRISTO DE BURGOS.



Usos históricos reconocidos: Creada a mediados del siglo XIX a expensas de la demolición de cuarteles militares, instalados a fines del siglo XVIII sobre la antigua Fábrica de Tabacos. Su potencial arqueológico puede ser similar al de la Plaza de la Encarnación, con posible origen altoimperial romano.

Nivel de riesgo arqueológico: 2.1.

Propuestas de actuaciones futuras:

- 1.-Análisis de las características geomorfológicas y arqueológicas que se puedan obtener de sondeos geotécnicos.
- 2.-Excavación extensiva adaptada al área de obra para la ejecución de la futura estación. En esta zona se debe plantear conjugar obra y conservación patrimonial, con la elaboración de un programa de integración arqueológica si fuera pertinente.

#### ESTACIÓN PLAZA DE PONCE DE LEÓN.

Usos históricos reconocidos: Existía desde el siglo XVI como espacio abierto al palacio de dicha familia nobiliaria, si bien su trazado antiguo era algo menor y menos regularizado. Su potencial arqueológico es alto, con posible ocupación desde época romana, si bien situándose en el mismo borde periurbano, hasta que en el siglo XII se construye un nuevo cinturón amurallado que centraliza su ubicación.

Nivel de riesgo arqueológico: 3.1.

Propuestas de actuaciones futuras:

- 1.-Análisis de las características geomorfológicas y arqueológicas que se puedan obtener de sondeos geotécnicos.
- 2.-Excavación extensiva adaptada al área de obra para la ejecución de la futura estación. En esta zona se debe plantear conjugar obra y conservación patrimonial, con la elaboración de un programa de integración arqueológica si fuera pertinente.

#### ESTACIÓN JOSÉ LAGUILLO/MARÍA AUXILIADORA.

Usos históricos reconocidos: Situada desde el siglo XII junto al borde exterior amurallado en una zona ocupada por huertas en el entorno de la margen derecha del arroyo Tagarete. Su proximidad a Puerta de Osario y a la necrópolis de Carretera de Carmona, elevan su potencial arqueológico.

Nivel de riesgo arqueológico: 4.1.

Propuestas de actuaciones futuras:

- 1.-Análisis de las características geomorfológicas y arqueológicas que se puedan obtener de sondeos geotécnicos.

- 2.-Excavación extensiva adaptada al área de obra para la ejecución de la futura estación. En esta zona se debe plantear conjugar obra y conservación patrimonial, con la elaboración de un programa de integración arqueológica si fuera pertinente.

#### ESTACIÓN JOSÉ LAGUILLO/MENDEZ CASARIEGO.

Usos históricos reconocidos: Situada en el Prado de Santa Justa, junto a la margen izquierda del arroyo Tagarete, lugar ocupado desde época islámica por prados y huertas. A mediados del siglo XIX se instala en su entorno la línea ferroviaria de Cádiz, iniciándose la canalización y soterramiento del arroyo Tagarete.

Nivel de riesgo arqueológico: 6.2.

Propuestas de actuaciones futuras:

- 1.-Análisis de las características geomorfológicas y arqueológicas que se puedan obtener de sondeos geotécnicos.
- 2.-Realización de un sondeo arqueológico de 5 x 5 m a ubicar en el lugar que sea más óptimo desde el punto de vista de no afección a los servicios e instalaciones urbanas. La escasa riqueza arqueológica de la zona permitirá que la ejecución del corte se realice por medios mecánicos, siempre y cuando no se detecten restos arqueológicos, procediéndose en ese caso a la excavación manual.
- 3.-Control arqueológico de los movimientos de tierra en fase de obras.

#### ESTACIÓN SANTA JUSTA.

Usos históricos reconocidos: Situada en el Prado de Santa Justa, junto a la margen izquierda del arroyo Tagarete, lugar ocupado desde época islámica por prados y huertas. En concreto, el lugar de la proyectada estación se encontraba en terrenos de la Huerta de los Muertos o del Muerto, llamada así al menos desde el siglo XIX. A mediados del siglo XX se construye la carretera Nacional IV, origen viario de la actual avenida Kansas City.

Nivel de riesgo arqueológico: 6.2.

Propuestas de actuaciones futuras:

- 1.-Análisis de las características geomorfológicas y arqueológicas que se puedan obtener de sondeos geotécnicos.
- 2.-Realización de un sondeo arqueológico de 5 x 5 m a ubicar en el lugar que sea más óptimo desde el punto de vista de no afección a los servicios e instalaciones urbanas. La escasa riqueza arqueológica de la zona permitirá que la ejecución del corte se realice por medios mecánicos, siempre y cuando no se detecten restos arqueológicos, procediéndose en ese caso a la excavación manual.
- 3.-Control arqueológico de los movimientos de tierra en fase de obras.

#### 4.2 TRAMOS SUBTERRÁNEOS CON PANTALLAS. TRAMOS 3 (DESDE EST. SANTA JUSTA), 4, 5 Y 6

*PK 3+735/4+700.*

Usos históricos reconocidos: Terrenos situados en el Prado de Santa Justa, junto a la margen izquierda del arroyo Tagarete, lugar ocupado desde época islámica por prados y huertas como es el caso de las del Muerto y de las Tres Puertas. A mediados del siglo XX se construye la carretera Nacional IV, origen viario de la actual avenida Kansas City. A fines de los años 60 y principios de los 70 del siglo XX se urbaniza el polígono San Pablo, creándose la calle Éfeso.

Nivel de riesgo arqueológico: 6.2.

Propuestas de actuaciones futuras:

- 1.-Análisis de las características geomorfológicas y arqueológicas que se puedan obtener de sondeos geotécnicos.
- 2.-Realización de 2 sondeos arqueológicos de 5 x 5 m a ubicar en el lugar que sea más óptimo desde el punto de vista de no afección a los servicios e instalaciones urbanas. La escasa riqueza arqueológica de la zona permitirá que la ejecución del corte se realice por medios mecánicos, siempre y cuando no se detecten restos arqueológicos, procediéndose en ese caso a la excavación manual.
- 3.-Control arqueológico de los movimientos de tierra en fase de obras.

*PK 4+700/9+250.*

Viario urbano: Calle Éfeso, avenidas Montes Sierra, Alcalde Luis Uruñuela y de las Ciencias.

Usos históricos reconocidos: Previo a su urbanización, el uso de los terrenos fue de explotación agro-ganadera.

Nivel de riesgo arqueológico: 6.3. Aunque no tiene yacimientos arqueológicos catalogados, son zonas susceptibles de ocupación desde época antigua.

Propuestas de actuaciones futuras:

- 1.-Análisis de las características geomorfológicas y arqueológicas que se puedan obtener de sondeos geotécnicos.
- 2.-Control arqueológico de los movimientos de tierra en fase de obras.

*PK 9+250/9+840.*

Viario urbano: Avenida de las Ciencias.

Usos históricos reconocidos: Previo a su urbanización, el uso de los terrenos fue de explotación agro-ganadera.

Nivel de riesgo arqueológico: 6.2. Su proximidad al yacimiento Parque Infanta Elena eleva levemente su potencial arqueológico.

Propuestas de actuaciones futuras:

- 1.-Análisis de las características geomorfológicas y arqueológicas que se puedan obtener de sondeos geotécnicos.
- 2.-Control arqueológico de los movimientos de tierra en fase de obras.

*PK 9+840/10+500.*

Viario urbano: Avenida de las Ciencias.

Usos históricos reconocidos: Previo a su urbanización, el uso de los terrenos fue de explotación agro-ganadera.

Nivel de riesgo arqueológico: 6.3. Aunque no tiene yacimientos arqueológicos catalogados, son zonas susceptibles de ocupación desde época antigua.

Propuestas de actuaciones futuras:

- 1.-Análisis de las características geomorfológicas y arqueológicas que se puedan obtener de sondeos geotécnicos.
- 2.-Control arqueológico de los movimientos de tierra en fase de obras.

#### 4.2 TRAMO PARCIALMENTE EN SUERFICIE. TRAMO 7.

ALTERNATIVA 7.1.

*PK 10+500/11+760. (Del PK 10+500 al 11+400 entre pantallas)*

Viario urbano: Calle Miguel Ríos y terrenos sin urbanizar hasta la confluencia del canal del Bajo Guadalquivir.

Usos históricos reconocidos: Ocupa terrenos de la antigua hacienda Valdeleón.

Nivel de riesgo arqueológico: 6.3. Aunque no tiene yacimientos arqueológicos catalogados, son zonas susceptibles de ocupación desde época antigua.

Propuestas de actuaciones futuras:



1.-Análisis de las características geomorfológicas y arqueológicas que se puedan obtener de sondeos geotécnicos.

2.-Control arqueológico de los movimientos de tierra en fase de obras.

*PK 11+760/12+370. (Completo en superficie)*

Viario urbano: Canal del Bajo Guadalquivir.

Usos históricos reconocidos: Ocupa terrenos de la antigua hacienda Valdeleón.

Nivel de riesgo arqueológico: Nulo. La excavación del mismo canal ha debido destruir un hipotético substrato arqueológico.

Propuestas de actuaciones futuras: Ninguna debido a su nulo riesgo arqueológico.

*PK 12+370/12+831. (Completo en superficie)*

Viario urbano: Margen derecha del canal de Bajo Guadalquivir.

Usos históricos reconocidos: Atraviesa el antiguo camino de los Caños de Carmona y terrenos agrícolas de varias haciendas de olivar.

Nivel de riesgo arqueológico: 6.3. Aunque no tiene yacimientos arqueológicos catalogados, son zonas susceptibles de ocupación desde época antigua.

Propuestas de actuaciones futuras:

1.-Análisis de las características geomorfológicas y arqueológicas que se puedan obtener de sondeos geotécnicos.

2.-Control arqueológico de los movimientos de tierra en fase de obras.

*PK 12+831/12+950. (Completo en superficie)*

Viario urbano: Borde exterior del Colegio Público Príncipe de Asturias.

Usos históricos reconocidos: Atraviesa antiguos terrenos de olivar.

Nivel de riesgo arqueológico: 6.2. Su proximidad al yacimiento Hacienda del Rosario eleva levemente su potencial arqueológico.

Propuestas de actuaciones futuras:

1.-Análisis de las características geomorfológicas y arqueológicas que se puedan obtener de sondeos geotécnicos.

2.-Control arqueológico de los movimientos de tierra en fase de obras.

*PK 12+950/15+400. (Completo en superficie)*

Viario urbano: Terrenos sin urbanizar

Usos históricos reconocidos: Atraviesa terrenos de las antiguas haciendas Cesarea y el Pino, así como el arroyo Palmete y el antiguo ramal ferroviario de Alcalá de Guadaira.

Nivel de riesgo arqueológico: 6.3. Aunque no tiene yacimientos arqueológicos catalogados, son zonas susceptibles de ocupación desde época antigua.

Propuestas de actuaciones futuras:

1.-Análisis de las características geomorfológicas y arqueológicas que se puedan obtener de sondeos geotécnicos.

2.-Control arqueológico de los movimientos de tierra en fase de obras.

ALTERNATIVA 7.2.

*PK 10+500/11+260. (Del PK 10+500 al 11+240 entre pantallas)*

Viario urbano: Avenida Aeronáutica, avenida del Deporte.

Usos históricos reconocidos: Ocupa terrenos de la antigua hacienda Valdeleón.

Nivel de riesgo arqueológico: 6.3. Aunque no tiene yacimientos arqueológicos catalogados, son zonas susceptibles de ocupación desde época antigua.

Propuestas de actuaciones futuras:

1.-Análisis de las características geomorfológicas y arqueológicas que se puedan obtener de sondeos geotécnicos.

2.-Control arqueológico de los movimientos de tierra en fase de obras.

*PK 11+260/11+850. (Completo en superficie)*

Viario urbano: Avenida Pero Mingo.

Usos históricos reconocidos: Antiguo camino de los Caños de Carmona y del molino de Torreblanca.

Nivel de riesgo arqueológico: 6.2. Aunque no tiene yacimientos arqueológicos catalogados, su proximidad al emplazamiento de los Caños de Carmona eleva su potencial arqueológico.

Propuestas de actuaciones futuras:

1.-Análisis de las características geomorfológicas y arqueológicas que se puedan obtener de sondeos geotécnicos.

2.-Control arqueológico de los movimientos de tierra en fase de obras.

PK 11+850/12+383. (Completo en superficie)

Viario urbano: Margen derecha del canal de Bajo Guadalquivir.

Usos históricos reconocidos: Atraviesa el antiguo camino de los Caños de Carmona y terrenos agrícolas de varias haciendas de olivar.

Nivel de riesgo arqueológico: 6.3. Aunque no tiene yacimientos arqueológicos catalogados, son zonas susceptibles de ocupación desde época antigua.

Propuestas de actuaciones futuras:

1.-Análisis de las características geomorfológicas y arqueológicas que se puedan obtener de sondeos geotécnicos.

2.-Control arqueológico de los movimientos de tierra en fase de obras.

ALTERNATIVA 7.3.

PK 10+500/13+570. (DEL PK 10+500 al 11+300 entre pantallas)

Viario urbano: A-92, Polígono industrial El Pino, terrenos sin urbanizar hasta río Guadaira.

Usos históricos reconocidos: Atraviesa el antiguo camino de los Caños de Carmona, terrenos de la hacienda el Pino, así como el arroyo Palmete y el antiguo ramal ferroviario de Alcalá de Guadaira.

Nivel de riesgo arqueológico: 6.3. Aunque no tiene yacimientos arqueológicos catalogados, son zonas susceptibles de ocupación desde época antigua.

Propuestas de actuaciones futuras:

1.-Análisis de las características geomorfológicas y arqueológicas que se puedan obtener de sondeos geotécnicos.

2.-Control arqueológico de los movimientos de tierra en fase de obras.

ALTERNATIVA 7.4.

PK 10+500/14+100. (DEL PK 10+500 al 12+250 entre pantallas)

Viario urbano: A-92, calle Estaca de Bares, Polígono industrial El Pino, terrenos sin urbanizar hasta río Guadaira.

Usos históricos reconocidos: Atraviesa el antiguo camino de los Caños de Carmona, terrenos de la hacienda el Pino, así como el arroyo Palmete y el antiguo ramal ferroviario de Alcalá de Guadaira.

Nivel de riesgo arqueológico: 6.3. Aunque no tiene yacimientos arqueológicos catalogados, son zonas susceptibles de ocupación desde época antigua.

Propuestas de actuaciones futuras:

1.-Análisis de las características geomorfológicas y arqueológicas que se puedan obtener de sondeos geotécnicos.

2.-Control arqueológico de los movimientos de tierra en fase de obras.





## ANEJO Nº 4: ESTUDIO DE RUIDO



## APÉNDICE 4

### ESTUDIO DE VIBRACIONES Y RÚIDO AÉREO





## ESTUDIO DE VIBRACIONES



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN..... 4

2. NORMATIVA EN VIGOR..... 4

    2.1. NORMATIVA ESTATAL..... 4

    2.2. NORMATIVA AUTONÓMICA ..... 4

    2.3. NORMATIVA MUNICIPAL ..... 5

3. CÁLCULOS A NIVEL DE SUPERESTRUCTURA..... 5

    3.1. VALIDACIÓN DEL MÉTODO..... 5

    3.2. DETERMINACIÓN DE LA EXCITACIÓN POR PASO DE TRENES..... 5

    3.3. DETERMINACIÓN DE LA PROPAGACIÓN A TRAVÉS DE LA PLATAFORMA..... 5

4. CÁLCULOS DE TRANSMISIÓN POR EL TERRENO ..... 9

5. DEFINICIÓN DE PROGRAMA DE MEDIDAS IN-SITU..... 11

6. CONCLUSIONES ..... 11



## 1. INTRODUCCIÓN

El objeto de este documento es valorar desde el punto de vista vibratorio las 8 alternativas de trazado de la Línea 2 de Metro Sevilla y su repercusión al medio ambiente, que se añadirá al análisis objetivo multicriterio para la selección de las alternativas de trazado más adecuadas. Por este motivo se plantea un procedimiento de trabajo que se aproxime al dimensionado del problema vibratorio en cada una de las alternativas previstas.

Para ello, mediante modelos numéricos analíticos, se estiman los niveles vibratorios en la futura fase operacional para cada una de las tipologías topográficas de cada una de las alternativas de trazado.

De esta forma, se pueden estimar los tramos de cada alternativa que previsiblemente necesiten medidas protectoras y prever las medidas in-situ necesarias para dimensionarlas con precisión y posteriormente, comprobar su eficacia.

Este estudio está realizado por Acústica y Telecomunicaciones SL a petición de UTE Torretriana.

## 2. NORMATIVA EN VIGOR

Aunque se considerará la legislación autonómica como la de referencia, se realiza un análisis de las diferentes legislaciones de aplicación.

### 2.1. NORMATIVA ESTATAL

La Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido (BOE 18/11/2003) constituye la norma básica de carácter general y ámbito estatal reguladora del ruido. Esta Ley incorpora en su articulado las previsiones básicas de la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002 (Diario Oficial nº L 189 de 18/07/2002 p. 0012 – 0026) y establece las bases para el desarrollo de una estructura básica armonizada a nivel nacional que permita reconducir la normativa dispersa sobre contaminación acústica que se ha estado generando con anterioridad a nivel autonómico y municipal.

El Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas, define unos índices de ruido y de vibraciones, sus aplicaciones, efectos y molestias sobre la población y su repercusión en el medio ambiente. Se delimitan los distintos tipos de áreas y servidumbres acústicas definidas en el Artículo 10 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre.

Se establecen los objetivos de calidad acústica para cada área, incluyéndose el espacio interior de determinadas edificaciones; se regulan los emisores acústicos fijándose valores límite de emisión o de inmisión así como los procedimientos y los métodos de evaluación de ruidos y vibraciones.

En la Tabla C del Anexo II del citado RD 1367/2007, se indican los Objetivos de calidad acústica para vibraciones estacionarias (más de 9 eventos al día) aplicables al espacio interior habitable de edificaciones destinadas a vivienda, usos residenciales, hospitalarios, educativos o culturales:

USO DEL EDIFICIO	ÍNDICE DE VIBRACIÓN (Law)
Vivienda o uso residencial	75
Hospitalario	72
Educativo o cultural	72

### 2.2. NORMATIVA AUTONÓMICA

El Decreto 326/2003, de 25 de noviembre, de la Junta de Andalucía, de Protección contra la Contaminación Acústica (BOJA nº 243 con fecha 18/12/2003 y correcciones en BOJA de 28/06/2004) tiene por objeto prevenir, vigilar y corregir la contaminación acústica en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Andalucía para proteger la salud de sus ciudadanos y mejorar la calidad de su medio ambiente.

El presente Decreto es de aplicación en la Comunidad Autónoma de Andalucía a las actividades, comportamientos, instalaciones, medios de transporte y máquinas que en su funcionamiento, uso o ejercicio produzcan ruidos y vibraciones que puedan causar molestias a las personas, generar riesgos para su salud o bienestar o deteriorar la calidad del medio ambiente.

Asimismo, quedan sometidos a las prescripciones establecidas en la presente ley todos los elementos constructivos y ornamentales en tanto contribuyan a la transmisión de ruidos y vibraciones producidos en su entorno.

De acuerdo con el Anexo I de este Decreto, están sometidas a esta legislación todas las vibraciones transmitidas a los edificios, procedentes de todo tipo de foco del exterior o del interior de los mismos, en el ámbito territorial de la Comunidad Autónoma de Andalucía. En ningún caso, podrán superarse los niveles de vibraciones indicados en la Tabla del Anexo I del Decreto 326/2003:

USO DEL RECINTO AFECTADO	VALORES LÍMITES DEL ÍNDICE K	
	Día	Noche
Sanitario	1	
Residencial	2	1.4
Oficinas	4	
Almacenes y comercios	8	

### 2.3. NORMATIVA MUNICIPAL

El municipio de Sevilla dispone de una ordenanza municipal de protección del medio ambiente en materia de ruidos y vibraciones anterior a la legislación autonómica.

El Decreto 326/2003 indica en su Disposición Transitoria Tercera que los municipios tienen un plazo de un año para adaptar su normativa municipal a lo dispuesto en el Decreto 326/2003, y en la Disposición Derogatoria Única indica que quedan derogadas cuantas disposiciones de igual o inferior rango se opongan a lo dispuesto en la normativa autonómica, por ello al ser una legislación anterior y no adaptarse al Decreto 326/2003 no se considera la normativa municipal

## 3. CÁLCULOS A NIVEL DE SUPERESTRUCTURA

La metodología de predicción utilizada se basa en un método analítico compuesto por varias fases que se detallan a continuación y convertido en aplicación informática.

### 3.1. VALIDACIÓN DEL MÉTODO

Para validar estos modelos, se han comparado previamente y para un amplio rango de vehículos, velocidades y superestructuras, los resultados obtenidos con medidas experimentales y cálculos por Elementos Finitos.

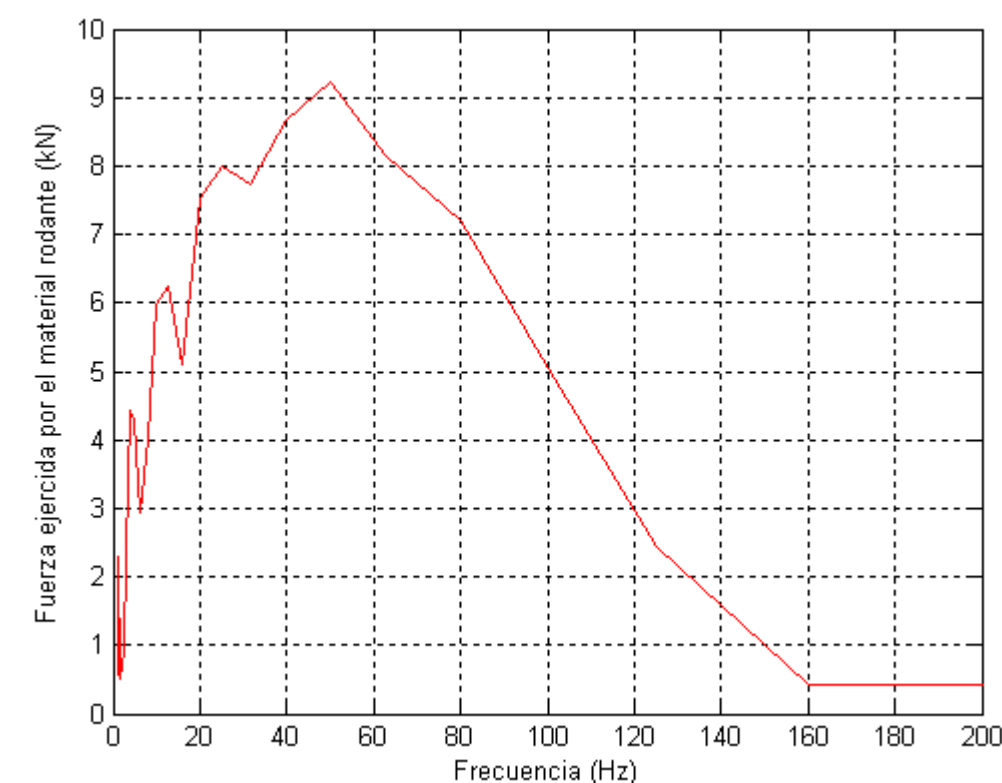
### 3.2. DETERMINACIÓN DE LA EXCITACIÓN POR PASO DE TRENES

En una primera etapa, se estima la fuente de excitación, es decir la fuerza ejercida sobre los carriles por las ruedas de los bogies del material rodante previsto en el escenario de circulación.

En este caso, se consideran los datos siguientes:

- Tipo material rodante: Metro ligero tipo propuesta CAF
- Longitud: 32 m
- Carga por eje: 108 kN
- Masa no suspendida: 1.000 kg
- Distancia entre bogies: 11,04 m
- Distancia entre ejes de bogies: 1,80 m
- Diámetro de rueda nueva / desgastada: 590 / 510 mm
- Velocidad: 30 km/h

De ahí, se obtiene el siguiente espectro de fuerza, en el que se puede observar un rango de frecuencias críticas alrededor de 50 Hz:



### 3.3. DETERMINACIÓN DE LA PROPAGACIÓN A TRAVÉS DE LA PLATAFORMA

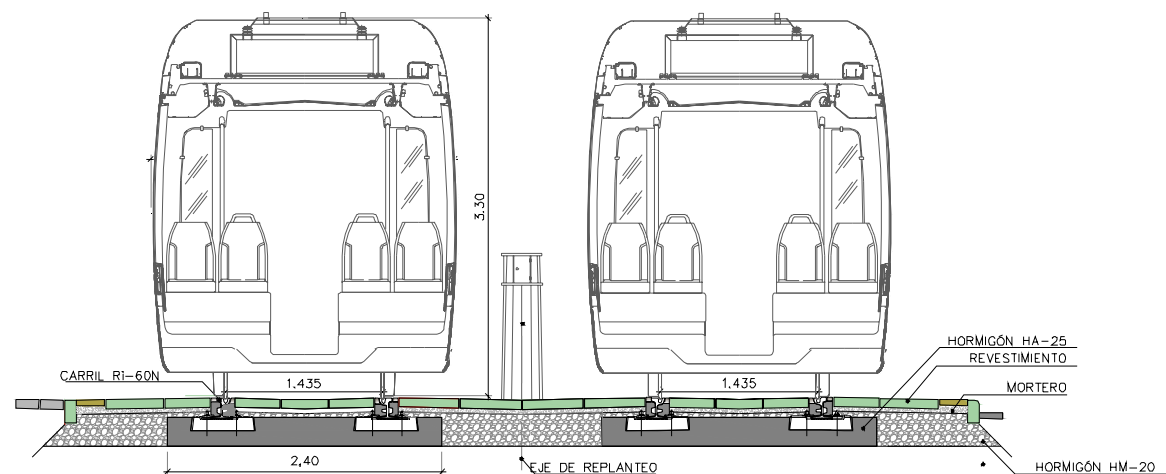
A continuación, se consideran las masas, las rigideces y los factores de pérdida de todos los elementos que componen la superestructura de vía, a fin de determinar mediante expresión analítica la respuesta de este sistema masa-muelle a la fuerza excitadora calculada anteriormente.



En este caso, sin medidas protectoras especiales contra las vibraciones, se consideraron los datos siguientes:

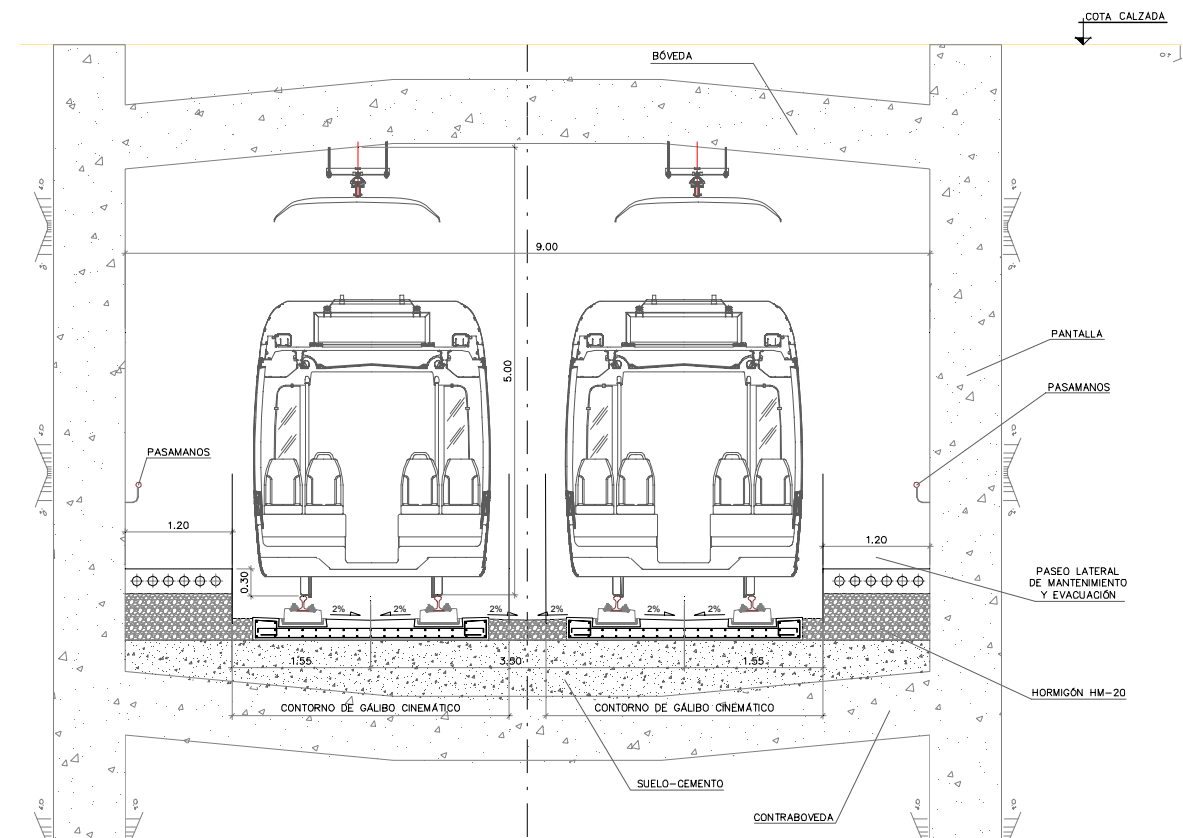
- Tipo Carril: RI60N
- Masa de carril: 59,75 kg/ml
- Elasticidad de carril: 2e11 Pa
- Factor de pérdida de carril: 0,02
- Densidad de suelo: 2000 kg/m<sup>3</sup>
- Elasticidad de suelo: 5e7 Pa
- Factor de pérdida de suelo: 0,3
- Atenuación geométrica de suelo: 1,0

Sección en superficie:



- Rigidez estática sistema Rheda City: 150 kN/mm
- Rigidez estática sistema Rheda City: 250 kN/mm
- Factor de pérdida: 0,07
- Densidad de las losas de hormigón: 2500 kg/m<sup>3</sup>
- Espesor losa: 0.40 m (0.25 m bajo carril)
- Ancho en vía doble: 8 m
- Elasticidad de losas: 1e8 Pa
- Factor de pérdida de losas: 0,05

Sección en pantallas:



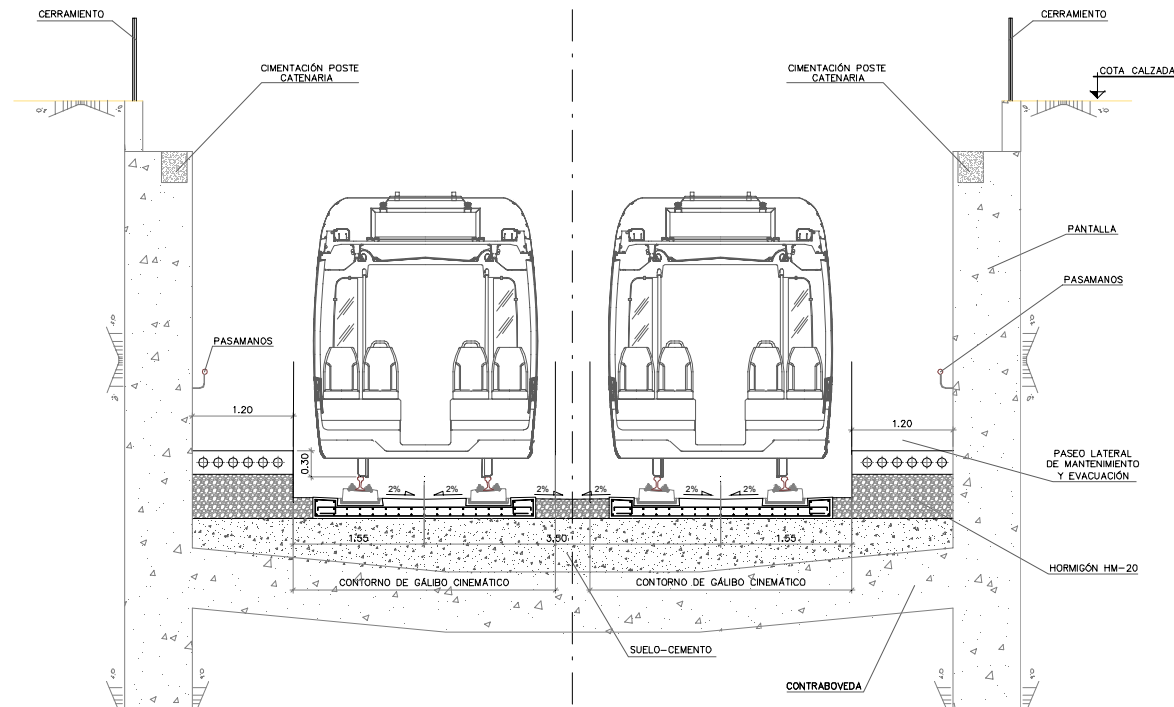
- Fijación estándar con placa de asiento
- Rigidez estática: 80 kN/mm
- Rigidez dinámica: 120 kN/mm
- Factor de pérdida: 0.1
- Ancho (sección transversal): 140 mm
- Largo (sección longitudinal): 50 mm
- Distancia entre apoyos: 750 mm

- Tipo de Traviesas: hormigón
- Densidad de los bloques 2000 kg/m<sup>3</sup>
- Elasticidad de traviesas: 5e9 Pa
- Factor de pérdida de traviesas: 0.07
- Espesor de traviesas: 150 mm
- Ancho de traviesas (sección transversal): 430 mm
- Largo de traviesas (sección longitudinal): 250 mm
- Distancia entre apoyos: 750 mm

- Densidad de las losas de hormigón: 2500 kg/m<sup>3</sup>
- Espesor losa: 0.25 m

- Ancho en vía doble: 9 m
- Elasticidad de losas: 1e8 Pa
- Factor de pérdida de losas: 0,05

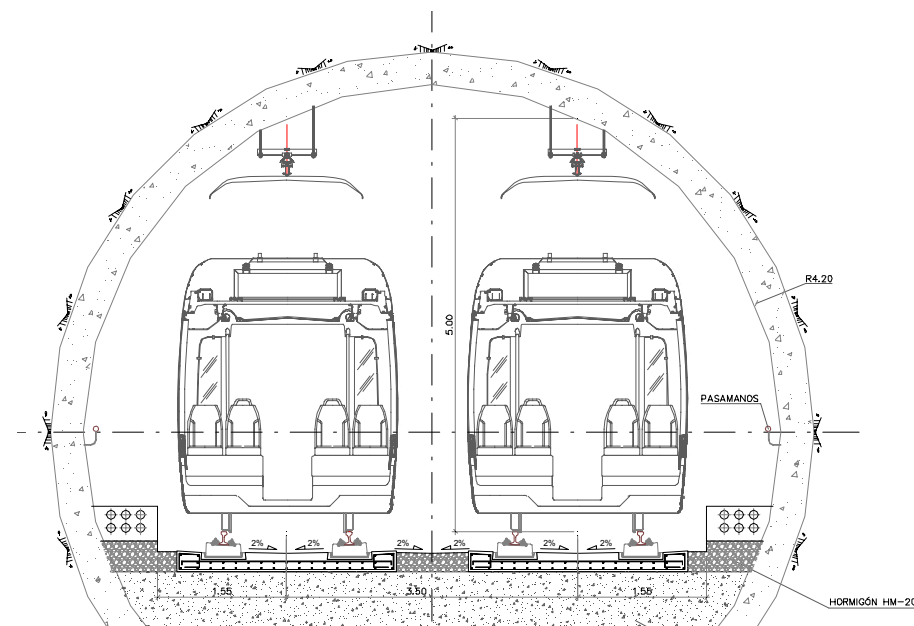
#### Sección en pantallas en rampa:



- Fijación estándar con placa de asiento
- Rigidez estática: 80 kN/mm
- Rigidez dinámica: 120 kN/mm
- Factor de pérdida: 0.1
- Ancho (sección transversal): 140 mm
- Largo (sección longitudinal): 50 mm
- Distancia entre apoyos: 750 mm
- Tipo de Traviesas: bloque de hormigón
- Densidad de los bloques 2000 kg/m<sup>3</sup>
- Elasticidad de traviesas: 5e9 Pa
- Factor de pérdida de traviesas: 0.07
- Espesor de traviesas: 150 mm
- Ancho de traviesas (sección transversal): 430 mm
- Largo de traviesas (sección longitudinal): 250 mm
- Distancia entre apoyos: 750 mm

- Densidad de las losas de hormigón: 2500 kg/m<sup>3</sup>
- Espesor losa: 0.25 m
- Ancho en vía doble: 9 m
- Elasticidad de losas: 1e8 Pa
- Factor de pérdida de losas: 0,05

#### Sección en tuneladora:



- Fijación estándar con placa de asiento
- Rigidez estática: 80 kN/mm
- Rigidez dinámica: 120 kN/mm
- Factor de pérdida: 0.1
- Ancho (sección transversal): 140 mm
- Largo (sección longitudinal): 50 mm
- Distancia entre apoyos: 750 mm
- Tipo de Traviesas: bloque de hormigón
- Densidad de los bloques 2000 kg/m<sup>3</sup>
- Elasticidad de traviesas: 5e9 Pa
- Factor de pérdida de traviesas: 0.07
- Espesor de traviesas: 150 mm
- Ancho de traviesas (sección transversal): 430 mm
- Largo de traviesas (sección longitudinal): 250 mm



- Distancia entre apoyos: 750 mm
- Densidad de las losas de hormigón: 2500 kg/m<sup>3</sup>
- Espesor losa: 0.25 m
- Ancho en vía doble: 8 m
- Elasticidad de losas: 1e8 Pa
- Factor de pérdida de losas: 0,05

Se calcula entonces la pulsación y la frecuencia propia del sistema con las fórmulas:

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{M}}$$

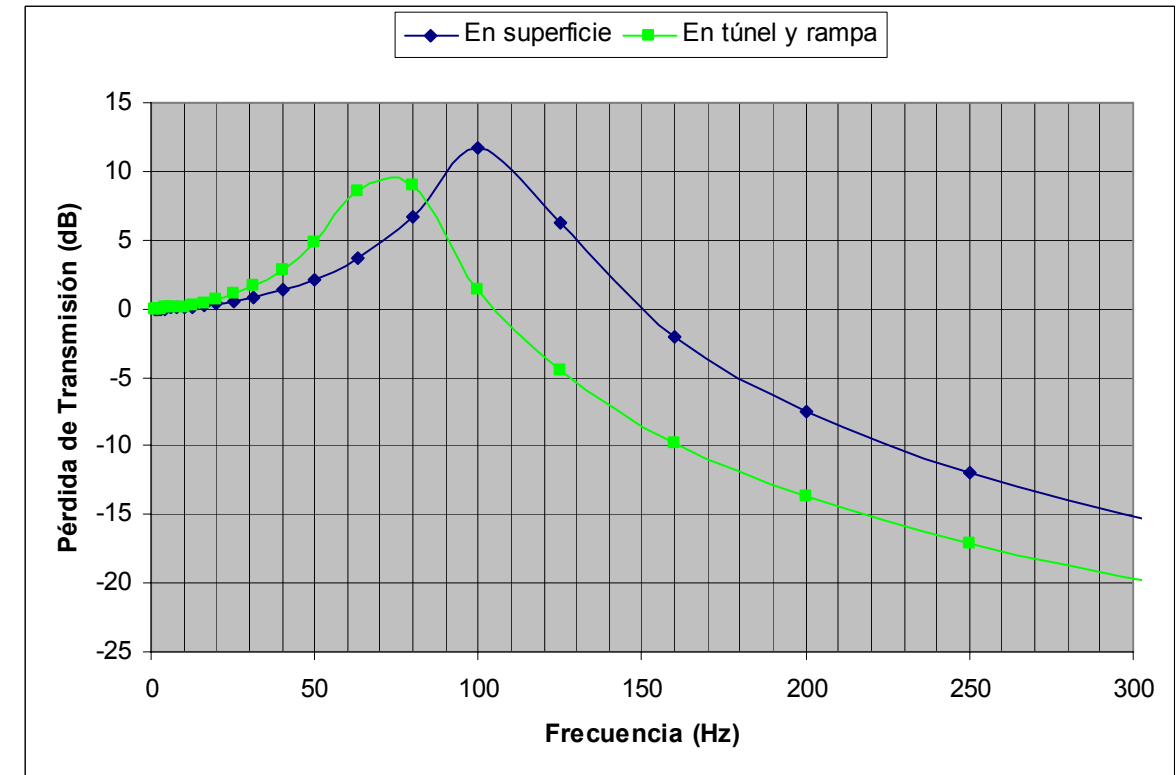
$$f_0 = \frac{\omega_0}{2\pi}$$

También se calcula el coeficiente de amortiguamiento  $\xi$  en función del factor de pérdida y del amortiguamiento crítico  $2\sqrt{kM}$ .

De ahí, se deduce la transmisibilidad T en función de la frecuencia (o de la pulsación) con la siguiente fórmula:

$$T(\omega) = \sqrt{\frac{1 + \left(2\xi \frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}{\left(1 - \frac{\omega^2}{\omega_0^2}\right)^2 + \left(2\xi \frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}}$$

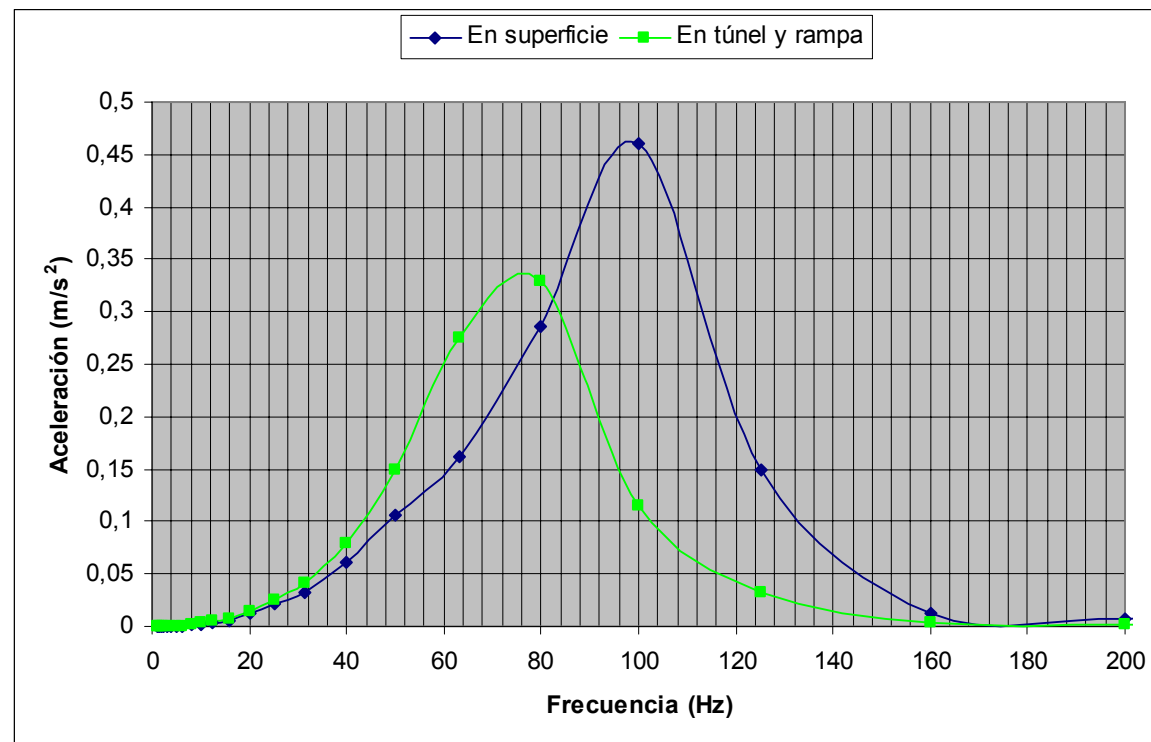
Asumiendo que son correctos muchos de los datos anteriores considerados como estándares, en cursiva, a falta de datos técnicos más concretos, se obtienen las siguientes curvas de pérdida de transmisión en tercios de octava en superficie por una parte y en túnel (con pantallas o tuneladora) o rampa, por otra parte, ya que salvo el ancho 1 m inferior en el caso de tuneladora, las secciones de superestructura son idénticas:



A modo de resumen, se presentan los principales resultados en la tabla siguiente:

	En superficie	En pantallas	En pantallas en rampa	En tuneladora
Frecuencia de resonancia (Hz)	106	74		
Coefficiente amortiguamiento	0.13	0.16		
Máx. deflexión del carril (mm)	0.36	0.68		
Atenuación a 63 Hz (dBv)	0	0		
Atenuación 40-125 Hz (dBv)	0	0		
Atenuación 10-80 Hz (dBv)	0	0		

Consecuentemente, teniendo en cuenta la excitación por paso del material móvil y la transmisibilidad de las diferentes plataformas, se obtendrían los siguientes espectros en plataforma:



#### 4. CÁLCULOS DE TRANSMISIÓN POR EL TERRENO

La metodología utilizada se basa en otro método analítico que lleva cuenta además de los resultados anteriores a nivel de superestructura, de la transmisibilidad de los terrenos y de las estructuras con túneles con pantallas o tuneladora. En este caso, a falta de datos experimentales, se considera que las estructuras de los túneles aportan una reducción de vibraciones de 6 dB a todas las frecuencias, independientemente de naturaleza (pantallas o tuneladora), su altura y su nivel de recubrimiento, es decir que en superficie se obtendría la mitad de vibraciones que en plataforma.

A partir de las características físicas del terreno en cuanto a la transmisión de vibraciones, se utiliza un modelo numérico de transmisión en un semi-espacio homogéneo, teniendo en cuenta el amortiguamiento por radiación, que depende sobre todo del coeficiente de atenuación del terreno.

Este coeficiente depende del índice de amortiguamiento por histéresis y de la longitud de onda de Rayleigh en el semi-espacio. En este caso, a falta de medidas experimentales, por el tipo de terreno presente en la zona, se considera un coeficiente de atenuación del terreno de 1, es decir que si se multiplicara por 2 la distancia a la fuente, se dividiría entre 2 la vibración.

En concreto, para tener en cuenta la transmisión en el terreno de las ondas vibratorias calculadas en la sección anterior a nivel de plataforma de vía, se aplica la expresión de Barkan:

$$v(d) = v(d_0) \left( \frac{d_0}{d} \right)^{\gamma} \cdot e^{\alpha(d_0-d)} - K_c$$

donde  $v(d)$  es la vibración transmitida a una distancia  $d$  del eje del trazado,

$v(d_0)$  es la vibración producida por la plataforma en superficie a la distancia  $d_0$ , correspondiente a media anchura de la plataforma, calculada anteriormente o, en su caso, corregida por la atenuación de las estructuras, es decir que como es clásico, se desprecia la transmisión volumétrica frente a la superficial,

y es el coeficiente de atenuación geométrica del terreno (considerado homogéneo, isótropo y linealmente viscoelástico), debida a la expansión del frente de ondas y determinada experimentalmente,

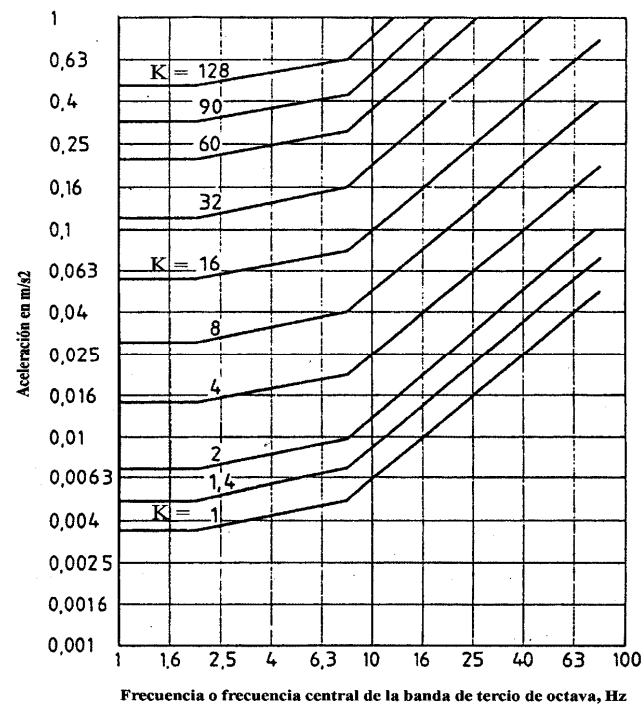
$\alpha$  es la atenuación debida a la disipación de energía por el terreno, considerada nula, y

$K_c$  es la atenuación (o amplificación) adicional debida a las cimentaciones y los modos propios de los eventuales edificios presentes. Este parámetro también se considera nulo, ya que no se dispone de datos de las edificaciones que vayan más allá de la tipología básica, número de plantas y dimensiones en planta. Por tanto, se estima la vibración en línea de fachadas de los edificios, aunque mediante tablas y en función de la tipología del edificio bajo consideración, se podría estimar posteriormente niveles de vibración en diferentes plantas de edificios del entorno de la traza.

Consecuentemente, se obtiene una respuesta en forma de espectros en tercios de octava para cada tipo plataforma, de la aceleración (o vibración) prevista en la fase de explotación en función de la distancia al eje de la traza, obteniéndose posteriormente los índices correspondientes de percepción vibratoria  $K$  y Law, conforme a la ISO 2631-2 y las diferentes legislaciones nacional y autonómicas aplicables.

En efecto, a partir del espectro lineal de la señal de aceleración en  $m/s^2$ , se determina el índice  $K$  de molestia percibida, utilizando la gráfica siguiente (o las expresiones matemáticas correspondientes):



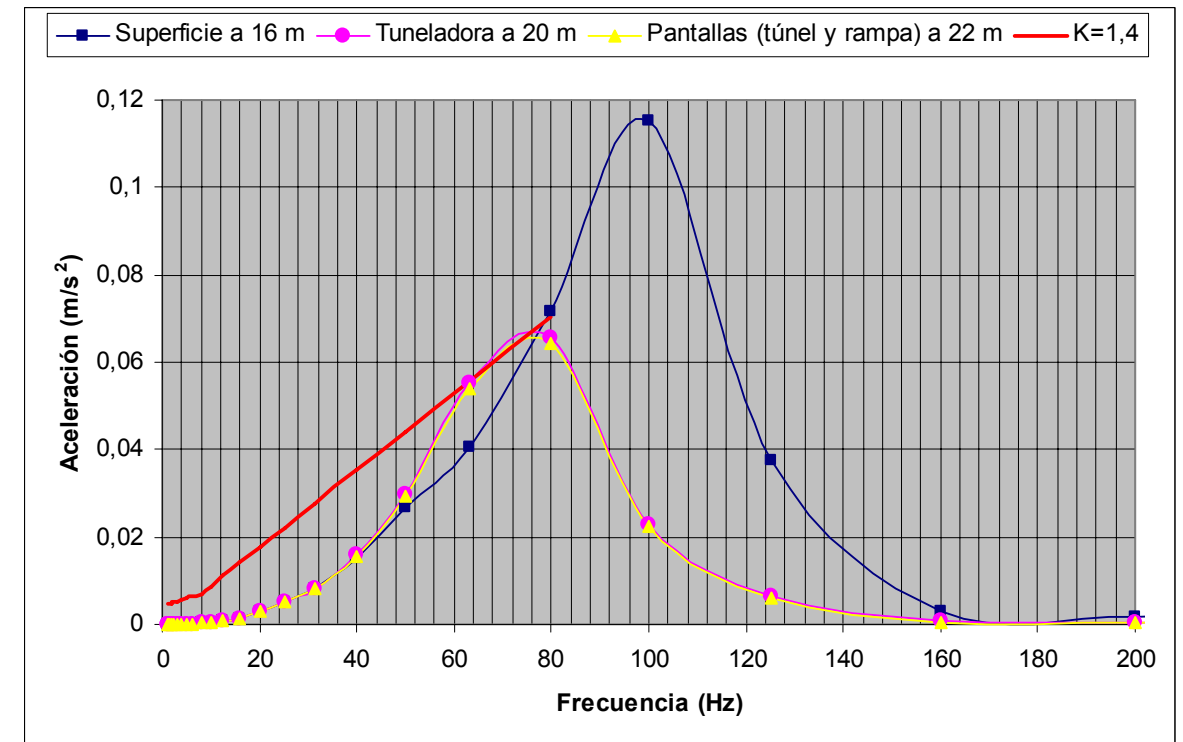


Por su parte, el índice de vibración Law, en dB, se calcularía según la expresión:

$$L_{aw} = 20 \cdot \log_{10} \left( \frac{a_w}{a_0} \right),$$

donde  $a_0 = 10^{-6} \text{ m/s}^2$  es la aceleración de referencia y  $a_w$ , el máximo del valor eficaz (RMS) de la señal de aceleración, obtenido mediante promediado exponencial con constante temporal de 1 s, con ponderación en frecuencia  $w_m$  según definido en la norma ISO 2631 (parámetro MTVV).

A continuación, se muestran para cada sección los espectros de vibración previstos a la distancia mínima de cumplimiento en zona residencial, es decir  $K < 1,4$ :



Es importante tener en cuenta que para estos resultados, se ha considerado una atenuación del terreno de 1 y por las estructuras de 6 dB. Estos resultados son entonces espectros medios previsible, pero en la realidad las distancias de cumplimiento dependerán de los valores reales de atenuación, y por tanto de los niveles de recubrimiento de los túneles y de las alturas de las pantallas y rampas. Es probable por ejemplo que en el caso de una rampa media, la distancia mínima de cumplimiento sea 24 m en lugar de 22 aunque no es posible concretar estos valores sin los datos de atenuación de las estructuras.

Como resumen, se presenta la tabla siguiente con las distancias mínimas en m de cumplimiento según decreto 326/2003 en función del uso de los edificios y de la sección:

	En superficie	En tuneladora	En pantallas	En rampa
Sanitario	22	27	30	
Residencial	16	20	22	
Oficinas	6	7	8	
Almacenes y comercios	0	0	0	

## 5. DEFINICIÓN DE PROGRAMA DE MEDIDAS IN-SITU

Para completar este análisis previo, será necesario realizar el estudio pre-operacional para el calibrado de los modelos predictivos y el establecimiento de niveles actuales y de fondo existentes a lo largo del recorrido de la traza.

Para poder concretar las medidas protectoras necesarias, se proponen las siguientes mediciones in-situ:

- Mediciones de niveles actuales y de fondo en al menos 5 localizaciones sensibles cercanas a la traza,
- Mediciones de la atenuación geométrica de los diferentes terrenos presentes alrededor de la traza,
- Mediciones de la atenuación de las estructuras, es decir medidas de las funciones de transferencia de al menos una sección característica de cada tipo: rampa, túnel con pantallas con recubrimiento medio y túnel con tuneladora con recubrimiento medio, y

También serán necesarias mediciones de verificación del cumplimiento normativo durante y después de las obras.

## 6. CONCLUSIONES

Según las indicaciones de los artículos 34 y 35 del Decreto 326/2003 para actividades o proyectos incluidos en los Anexos I y II de la Ley 7/1994, se ha realizado un estudio de impacto predictivo de vibraciones de las alternativas de trazado y de programación de medidas 'in situ'.

Este estudio deberá complementarse en fase de proyecto constructivo con una evaluación del estado pre-operacional, un análisis predictivo completo de propagación de las vibraciones y una definición de medidas protectoras.





## ESTUDIO DE RUIDO AÉREO

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	14
2. NORMATIVA EN VIGOR.....	14
2.1. NORMATIVA ESTATAL.....	14
2.2. NORMATIVA AUTONÓMICA .....	15
2.3. NORMATIVA MUNICIPAL .....	15
3. MODELO PREDICTIVO .....	15
3.1. MODELO, MÉTODO Y SOFTWARE .....	15
3.2. ELEMENTOS DEL MODELO .....	16
3.2.1. Modelo del Terreno y Edificaciones .....	16
3.2.2. Modelo de las fuentes de ruido .....	16
3.2.3. Modelos de cálculo configuración .....	17
4. RESULTADOS OBTENIDOS.....	17
5. DEFINICIÓN DE PROGRAMA DE MEDIDAS IN-SITU.....	17
6. CONCLUSIONES .....	18
7. PLANOS RESULTADOS .....	18



## 1. INTRODUCCIÓN

El objeto de este documento es valorar desde el punto de ruido aéreo las alternativas de trazado que contemplan tramos en superficie (5.2, 7.3 y 7.4) del trazado de la Línea 2 de Metro Sevilla y su repercusión al medio ambiente, que se añadirá al análisis objetivo multicriterio para la selección de las alternativas de trazado más adecuadas. Por este motivo se plantea un procedimiento de trabajo que se aproxime al dimensionado del problema de ruido aéreo en cada una de las alternativas previstas.

Para ello se han elaborado mapas de ruido para cada una de las alternativas en los distintos periodos temporales que define el DECRETO 326/2003, de 25 de Noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Protección contra la Contaminación Acústica en Andalucía. Para la configuración de los cálculos se han seguido las indicaciones estipuladas en la RECOMENDACIÓN DE LA COMISIÓN de 6 de agosto de 2003 relativa a las Orientaciones sobre los métodos de cálculo provisionales revisados.

Estos mapas han sido calculados mediante el software de predicción acústica CadNa-A (opción XL y opción CALC) (Computer Aided Noise Abatement) diseñado para el cálculo, evaluación y predicción de la contaminación acústica generada por fuentes de ruido. Cadna A está programado en C/C++ bajo entorno Windows e implementa el método de cálculo francés <<NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTULCPC-CSTB)>>, contemplado en el <<Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal officiel du 10 mai 1995, article 6>> y en la norma francesa <<XPS 31-133>> para la evaluación del ruido originado por las carreteras.

Este paquete ha sido creado por la empresa Alemana DataKustik que trabaja en el desarrollo de software, documentación técnica y herramientas de cálculo predictivo de ruido ambiental. DataKustik proviene de la firma ACCON GmbH, programadores de software específico de evaluación y control ruido y la vibración, que ha desarrollado aplicaciones informáticas para la acústica desde los años 80.

Los niveles acústicos están calculados a una altura de 4 metros respecto del suelo y las condiciones de cálculo específicas se describen en apartados posteriores.

De esta forma, se pueden estimar los tramos de cada alternativa que previsiblemente necesiten medidas protectoras y prever las medidas in-situ necesarias para dimensionarlas con precisión y posteriormente, comprobar su eficacia.

Este estudio está realizado por Acústica y Telecomunicaciones SL a petición de UTE Torretriana.

## 2. NORMATIVA EN VIGOR

Aunque se considerará la legislación autonómica como la de referencia, se realiza un análisis de las diferentes legislaciones de aplicación.

### 2.1. NORMATIVA ESTATAL

La Ley 37/2003 constituye la norma básica de carácter general y ámbito estatal reguladora del ruido. Esta Ley incorpora en su articulado las previsiones básicas de la Directiva 2002/49/CE y establece las bases para el desarrollo de una estructura básica armonizada a nivel nacional que permita reconducir la normativa dispersa sobre contaminación acústica que se ha estado generando con anterioridad a nivel autonómico y municipal.

La citada Ley se desarrolla mediante el Real Decreto 1513/2005, aprobado en el Consejo de Ministros de 16 de Diciembre de 2005, tiene como finalidad realizar este desarrollo en la parte referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental, completando aquellos aspectos de la Directiva 2002/49/CE que no fueron recogidos en la propia Ley.

El Real Decreto 1367/2007 define unos índices de ruido y de vibraciones, sus aplicaciones, efectos y molestias sobre la población y su repercusión en el medio ambiente. Se delimitan los distintos tipos de áreas y servidumbres acústicas definidas en el Artículo 10 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre.

Se establecen los objetivos de calidad acústica para cada área, incluyéndose el espacio interior de determinadas edificaciones; se regulan los emisores acústicos fijándose valores límite de emisión o de inmisión así como los procedimientos y los métodos de evaluación de ruidos y vibraciones.

En la Tabla A1 del Anexo III del citado RD 1367/2007, se indican los Valores límite de inmisión aplicables a nuevas infraestructuras viarias, ferroviarias y aeroportuarias. Estas infraestructuras deben adoptar las medidas necesarias para que no transmitan al medio ambiente exterior de las correspondientes áreas acústicas, niveles de ruido superiores a los valores límite de inmisión establecidos.

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		Ld	Le	Ln
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica.	55	55	45
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	60	60	50
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c).	65	65	55
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	68	68	58
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial.	70	70	60

## 2.2. NORMATIVA AUTONÓMICA

El Decreto 326/2003, de 25 de noviembre, de la Junta de Andalucía, de Protección contra la Contaminación Acústica (BOJA nº 243 con fecha 18/12/2003 y correcciones en BOJA de 28/06/2004) tiene por objeto prevenir, vigilar y corregir la contaminación acústica en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Andalucía para proteger la salud de sus ciudadanos y mejorar la calidad de su medio ambiente.

El presente Decreto es de aplicación en la Comunidad Autónoma de Andalucía a las actividades, comportamientos, instalaciones, medios de transporte y máquinas que en su funcionamiento, uso o ejercicio produzcan ruidos y vibraciones que puedan causar molestias a las personas, generar riesgos para su salud o bienestar o deteriorar la calidad del medio ambiente.

Asimismo, quedan sometidos a las prescripciones establecidas en el presente ley todos los elementos constructivos y ornamentales en tanto contribuyan a la transmisión de ruidos y vibraciones producidos en su entorno.

En los artículos 34 y 35 del citado Decreto 3226/2003 se recoge la necesidad de un estudio acústico para actividades o proyectos incluidos en los Anexos I y II de la Ley 7/1994, como es el que caso que nos ocupa al estar recogida la construcción de una nueva infraestructura ferroviaria en el punto 8 del Anexo I de la Ley 7/1994.

En el artículo 35 viene recogido el contenido que ha de tener el estudio acústico y se pueden resumir en los siguientes:

- Análisis de los niveles sonoros en el estado pre-operacional mediante la elaboración de programas de medida “in situ” en períodos de más de 24 horas.
- Estimación de los niveles sonoros pre-operacionales y post-operacionales mediante la aplicación de modelos de simulación basados en normativas internacionales de aplicación en países de la Unión Europea.
- Evaluación del impacto acústico previsible de la nueva actividad, mediante comparación de los niveles acústicos pre-operacionales y post-operacionales.
- Definición de las medidas correctoras a implantar en los proyectos cuando los niveles acústicos en estado post-operacional superen los valores límite del Decreto 326/2003.
- Programación de medidas “in situ” que permitan comprobar que las medidas adoptadas han sido las correctas y no superan los límites establecidos en el Decreto 326/2003

En el artículo 8 del Decreto 326/2003 indica que las áreas de sensibilidad acústica serán aquellas superficies o ámbitos territoriales donde se pretende que exista una calidad acústica homogénea. Dichas áreas serán determinadas por el Ayuntamiento competente, en atención al uso predominante del suelo, tal y como ha sido realizado por el Ayuntamiento de Jerez de la Frontera tal como viene

reflejado en el Plano 3 Ordenación Completa Pormenorizada PGOU Mayo 2008 del Anexo 4 del presente documento.

Los límites de niveles sonoros aplicables en las áreas de sensibilidad acústica son los indicados en el Anexo I en la Tabla 3 que se muestra a continuación:

Área de Sensibilidad acústica	Niveles límite dB(A)	
	Día (7-23h) LAeq d	Noche (23-7h) LAeq n
Tipo I (Área de silencio)	55	40
Tipo II (Área Levemente Ruidosa)	55	45
Tipo III (Área Toleradamente Ruidosa)	65	55
Tipo IV (Área Ruidosa)	70	60
Tipo V (Área Especialmente Ruidosa)	75	65

## 2.3. NORMATIVA MUNICIPAL

El municipio de Sevilla dispone de una ordenanza municipal de protección del medio ambiente en materia de ruidos y vibraciones anterior a la legislación autonómica.

El Decreto 326/2003 indica en su Disposición Transitoria Tercera que los municipios tienen un plazo de un año para adaptar su normativa municipal a lo dispuesto en el Decreto 326/2003, y en la Disposición Derogatoria Única indica que quedan derogadas cuantas disposiciones de igual o inferior rango se opongan a lo dispuesto en la normativa autonómica, por ello al ser una legislación anterior y no adaptarse al Decreto 326/2003 no se considera la normativa municipal

## 3. MODELO PREDICTIVO

### 3.1. MODELO, MÉTODO Y SOFTWARE

Para el desarrollo del proyecto se han seguido las indicaciones estipuladas en la Recomendación de la Comisión de 6 de agosto de 2003 relativa a las Orientaciones sobre los métodos de cálculo provisionales revisados para el ruido industrial, procedente de aeronaves, del tráfico rodado y ferroviario, y los datos de emisiones del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de junio de 2002 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental.



En esta recomendación se indican los métodos de cálculo, que se deberían seguir, para los estudios predictivos de niveles de ruido en función de las diferentes fuentes de ruido a estudiar.

El método empleado para el cálculo ha sido el recomendado para el ruido ferroviario: el método nacional de cálculo SMRII de los Países Bajos, publicado en Reken -en Meetvoorschrift Railverkeerslawai'96, Ministerie Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, 20 de Noviembre de 1996. RMR según nomenclatura de la Directiva Europea.

Para el cálculo predictivo se ha utilizado el Software Cadna A (Computer Aided Noise Abatement) diseñado para el cálculo, evaluación y predicción de la contaminación acústica generada por fuentes de ruido. Cadna A está programado en C/C++ bajo entorno Windows.

Este paquete ha sido creado por la empresa Alemana DataKustik que trabaja en el desarrollo de software, documentación técnica y herramientas de cálculo predictivo de ruido ambiental. DataKustik proviene de la firma ACCON GmbH, programadores de software específico de evaluación y control ruido y la vibración, que ha desarrollado aplicaciones informáticas para la acústica desde los años 80.

### 3.2. ELEMENTOS DEL MODELO

Para la realización del estudio se han insertado en un modelo 3D todos los elementos que influyen en la propagación del sonido en espacio abierto según la ISO 9613-2.

Para ello se ha reproducido a escala un escenario virtual donde están todos los elementos relevantes existentes en la actualidad, así como otra versión que contienen los elementos que se han ido creando e introduciendo en el modelo con el objeto de recrear el escenario futuro.

Para la realización del modelo se han seguido las recomendaciones recogidas por el método SMRII de los países bajos, así como las velocidades y distancias de aproximación como características de reflexión y absorción del terreno.

#### 3.2.1. Modelo del Terreno y Edificaciones

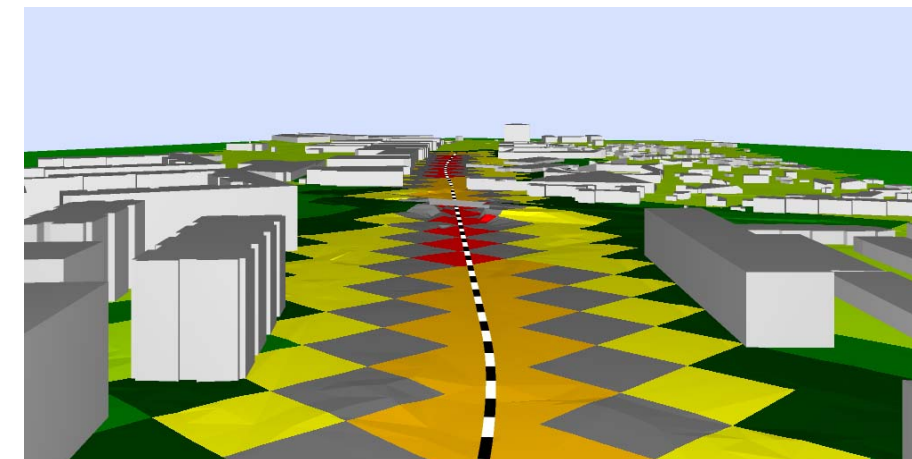
Para el modelo del terreno, se ha utilizado la cartografía en 3D disponible de la zona objeto de estudio. La forma y dimensiones en planta de los edificios se obtuvieron directamente de la cartografía, de los datos disponibles en el PGOU



#### 3.2.2. Modelo de las fuentes de ruido

Para modelar la situación post-operacional debida a la Línea 2 de Metro Sevilla se ha tenido en cuenta lo estipulado en el modelo predictivo de ferrocarriles indicado anteriormente, así como lo indicado en la guía metodológica para la realización de mapas de ruido. Se ha tenido en cuenta las siguientes condiciones:

- Longitud de trenes: 32 metros
- Velocidad en tramos en superficie: 30 km/h
- Frecuencia hora punta: 5 minutos
- Horas punta: 5 horas
- Frecuencia hora valle: 8 minutos
- Horas valle: 12.5 horas.



### 3.2.3. Modelos de cálculo configuración

Para la realización de los cálculos se han configurado diversos parámetros de carácter general y de carácter específico para los diferentes métodos de cálculo.

Dentro de la configuración general, cabe destacar que se ha configurado el cálculo para obtener los índices de ruidos establecidos en el Decreto 326/2003:

Período diurno: Ldía (7–23h)

Período nocturno: Lnoche (23-7h)

Se han seguido los principios de la Directiva Europea, , en cuanto al número de reflexiones a considerar: las de 1er y 2º orden.

Para el cálculo de la influencia de las condiciones meteorológicas se han configurado los siguientes parámetros:

Temperatura: 15°C. Humedad Relativa: 70%.

Condiciones atmosféricas favorables a la propagación del sonido condiciones atmosféricas favorables a la propagación del sonido

Periodo diurno: 50% de probabilidad de ocurrencia de condiciones atmosféricas favorables

Periodo diurno: 75% de probabilidad de ocurrencia de condiciones atmosféricas favorables

Periodo nocturno: 100% de probabilidad de ocurrencia de condiciones atmosféricas favorables

Para modelar la absorción del terreno se ha introducido por defecto un factor de suelo de 0.67 atendiendo a las características del terreno de la zona de estudio.

La configuración del DTM (Digital Terrain Model), para la obtención del modelo 3D se realiza a partir de la unión mediante planos triangulares (triangulación) de los puntos de cotas, uniendo unos con otros, generando la topografía del lugar.

La malla de cálculo de los receptores ha sido de 30m x 30m para poder realizar un estudio más minucioso de la zona. Los cálculos se efectúan a la altura de 4 m del suelo tal como indica la legislación.

## 4. RESULTADOS OBTENIDOS

En el Apartado 7 Planos de resultados se pueden observar los mapas de ruido tanto para el período diurno (7-23h) como para el periodo nocturno (23-7h) para los tramos y alternativas estudiadas.

Los planos generados han sido:

Nº.Plano	Nombre Plano
1	Mapa de ruido. Altura 4m. LAeq,día(7-23h). Tranvía situación post-operacional.
2	Mapa de ruido. Altura 4m. LAeq,noche(23-7h). Tranvía situación post-operacional.

Considerando que la mayor parte del recorrido de las alternativas se puede calificar como zona Tipo II (Tolerablemente ruidosa) la isófona límite que marca el nivel de cumplimiento legislativo es la isófona de 55 dB(A) para el periodo diurno y la isófona de 45 d B(A) para el período nocturno.

## 5. DEFINICIÓN DE PROGRAMA DE MEDIDAS IN-SITU

Para completar este análisis previo, será necesario realizar el estudio pre-operacional para el calibrado de los modelos predictivos y el establecimiento de niveles actuales existentes a lo largo del recorrido de la traza.

Para poder concretar las medidas protectoras necesarias, se proponen las siguientes mediciones in-situ:

- Mediciones de niveles actuales en al menos 5 localizaciones sensibles cercanas a la traza,

También serán necesarias mediciones de verificación del cumplimiento normativo durante y después de las obras.

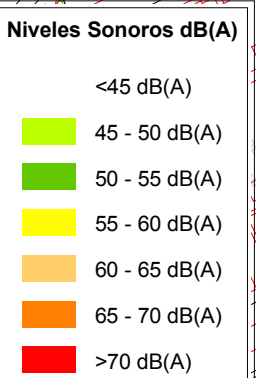
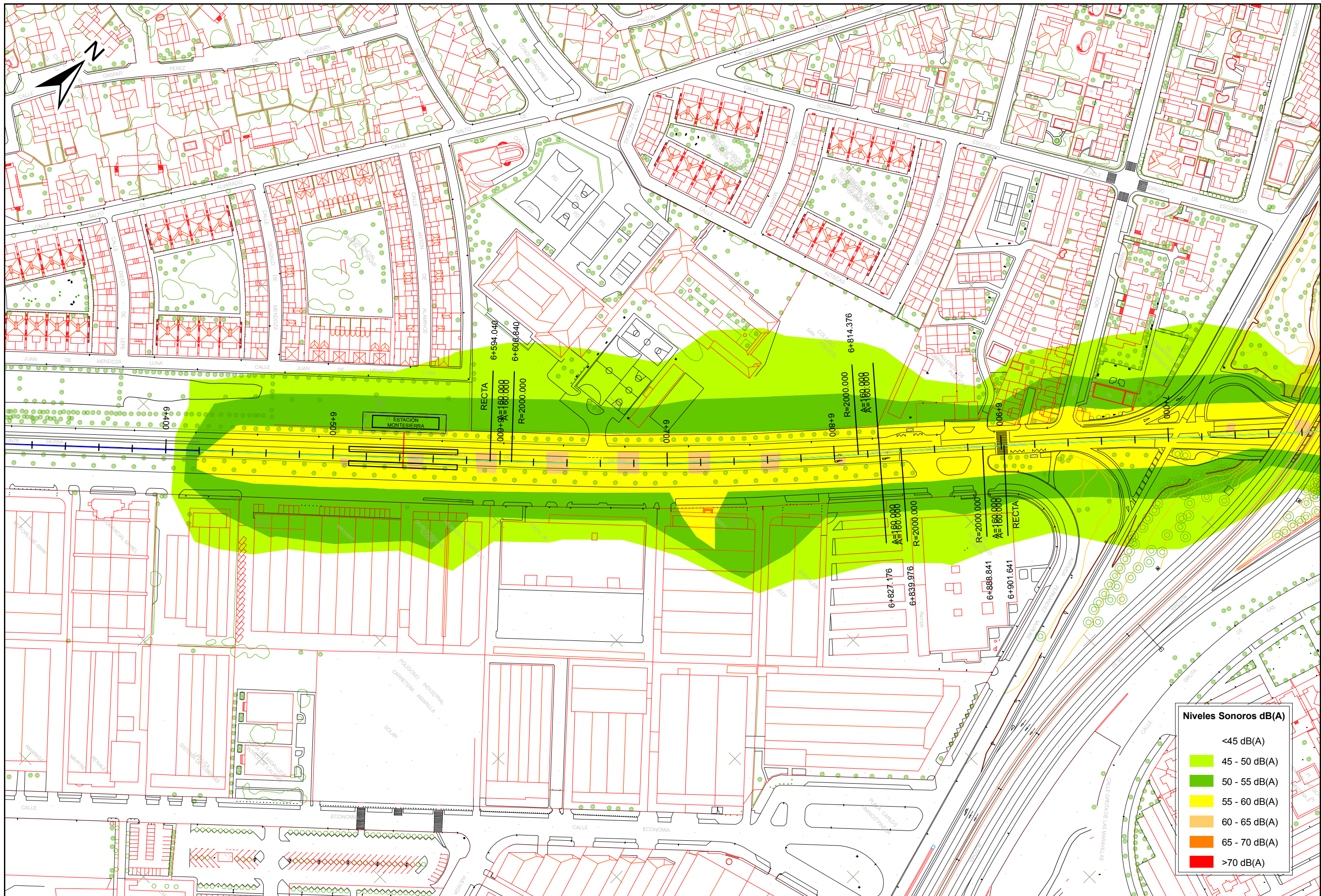


## 6. CONCLUSIONES

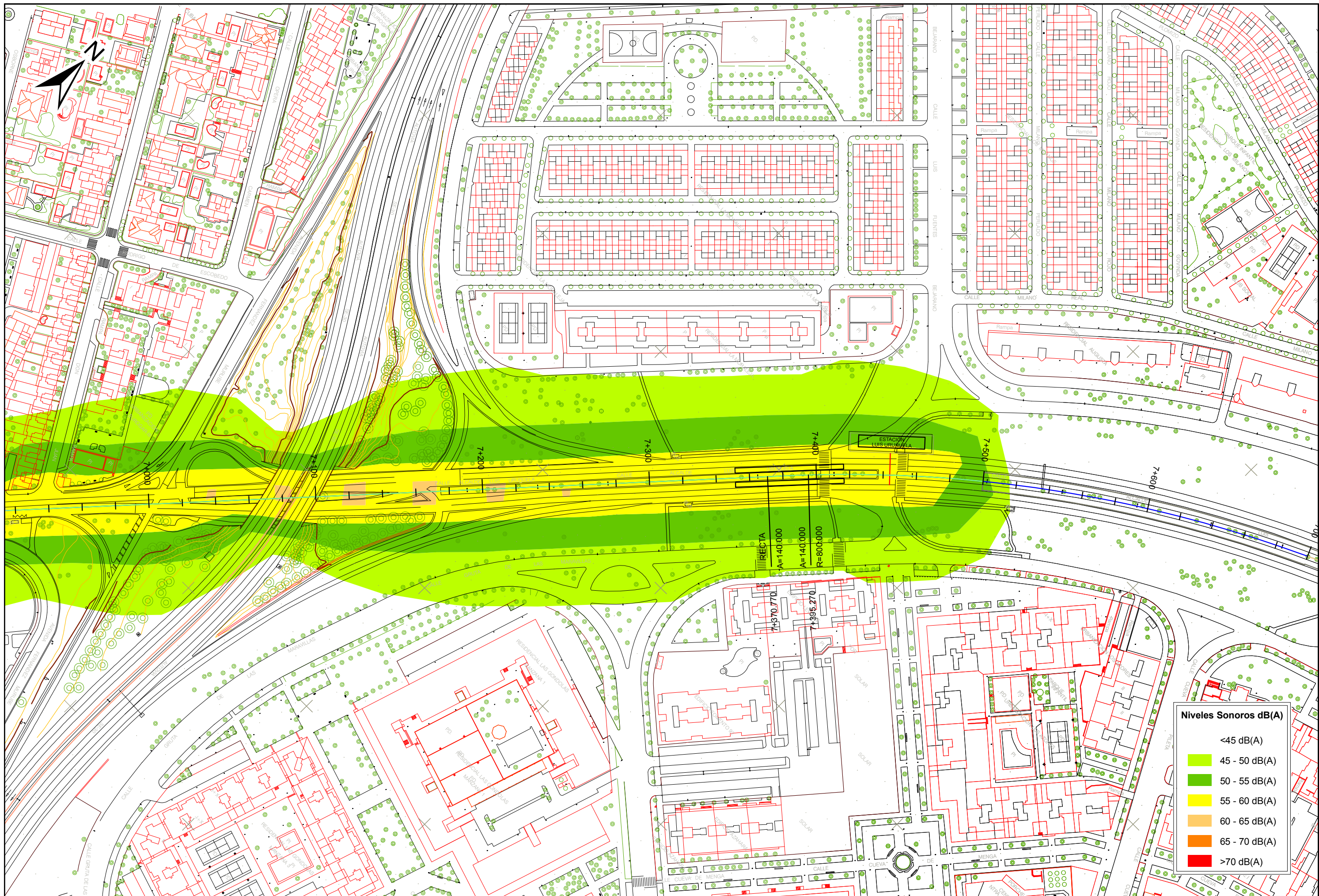
Según las indicaciones de los artículos 34 y 35 del Decreto 326/2003 para actividades o proyectos incluidos en los Anexos I y II de la Ley 7/1994, se ha realizado un estudio de impacto predictivo de ruido aéreo de las alternativas de trazado y de programación de medidas 'in situ'.

Este estudio deberá complementarse en fase de proyecto constructivo con una evaluación del estado pre-operacional, un análisis predictivo completo de propagación del ruido aéreo y una definición de medidas protectoras en caso de ser necesarias.

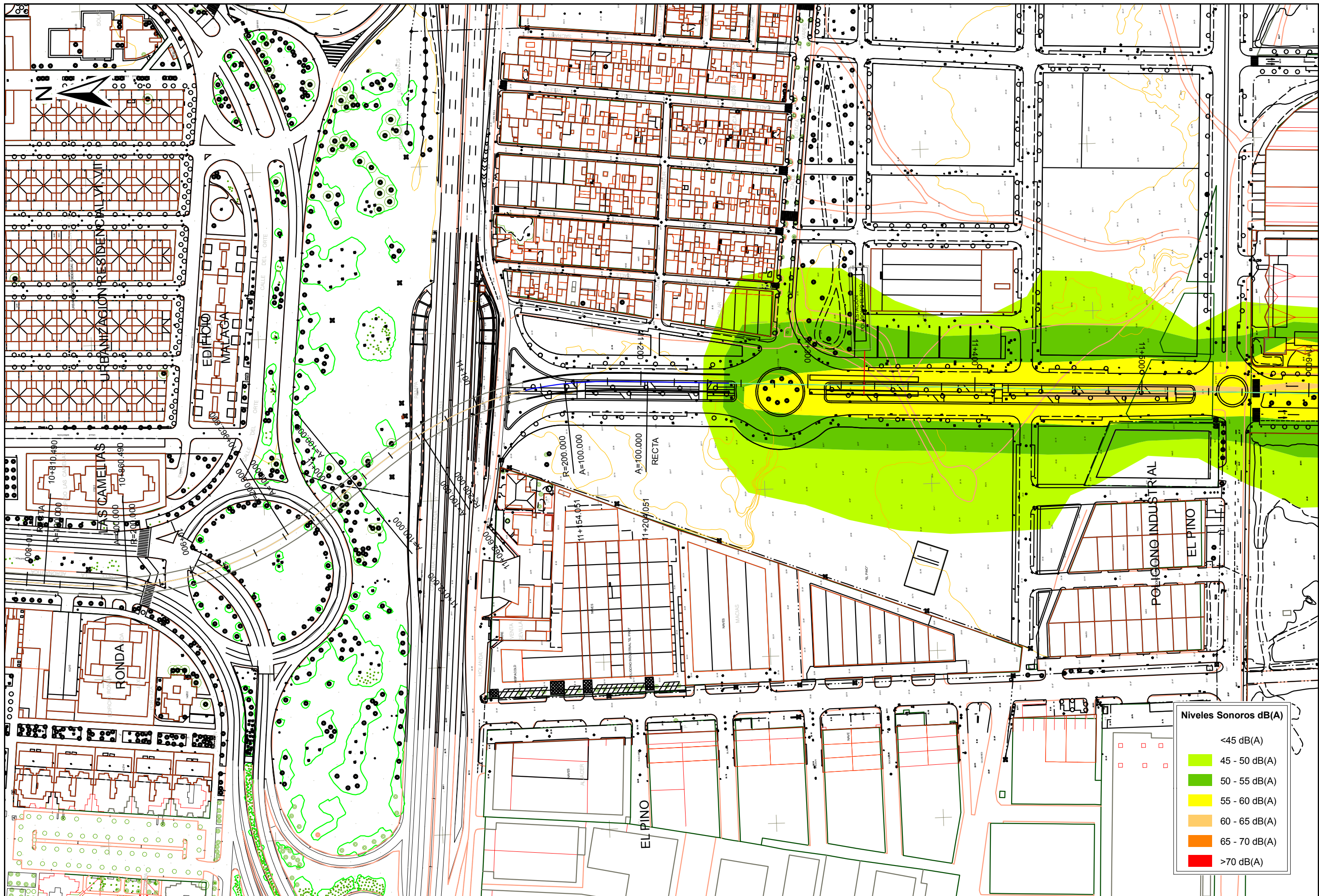
## 7. PLANOS RESULTADOS



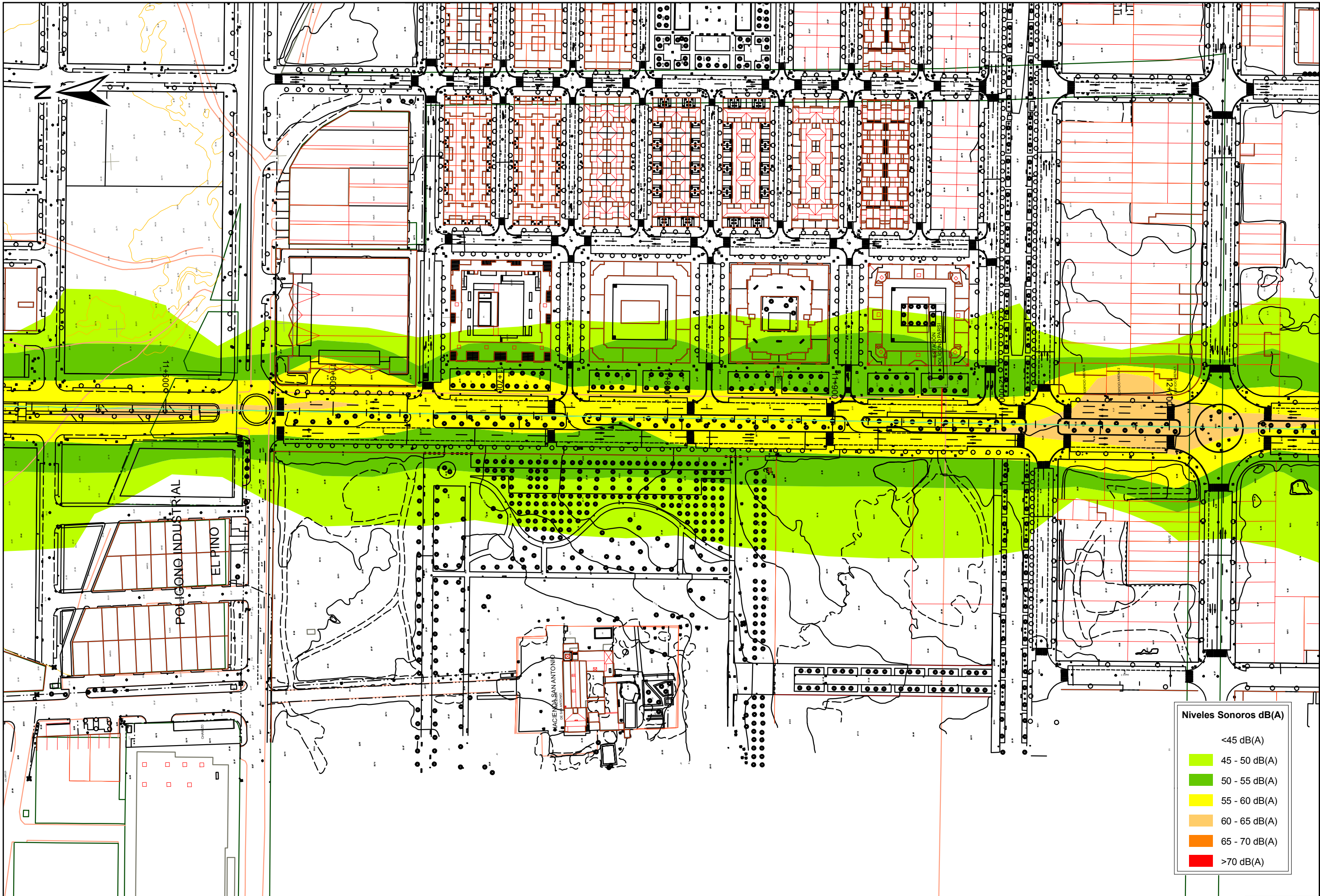


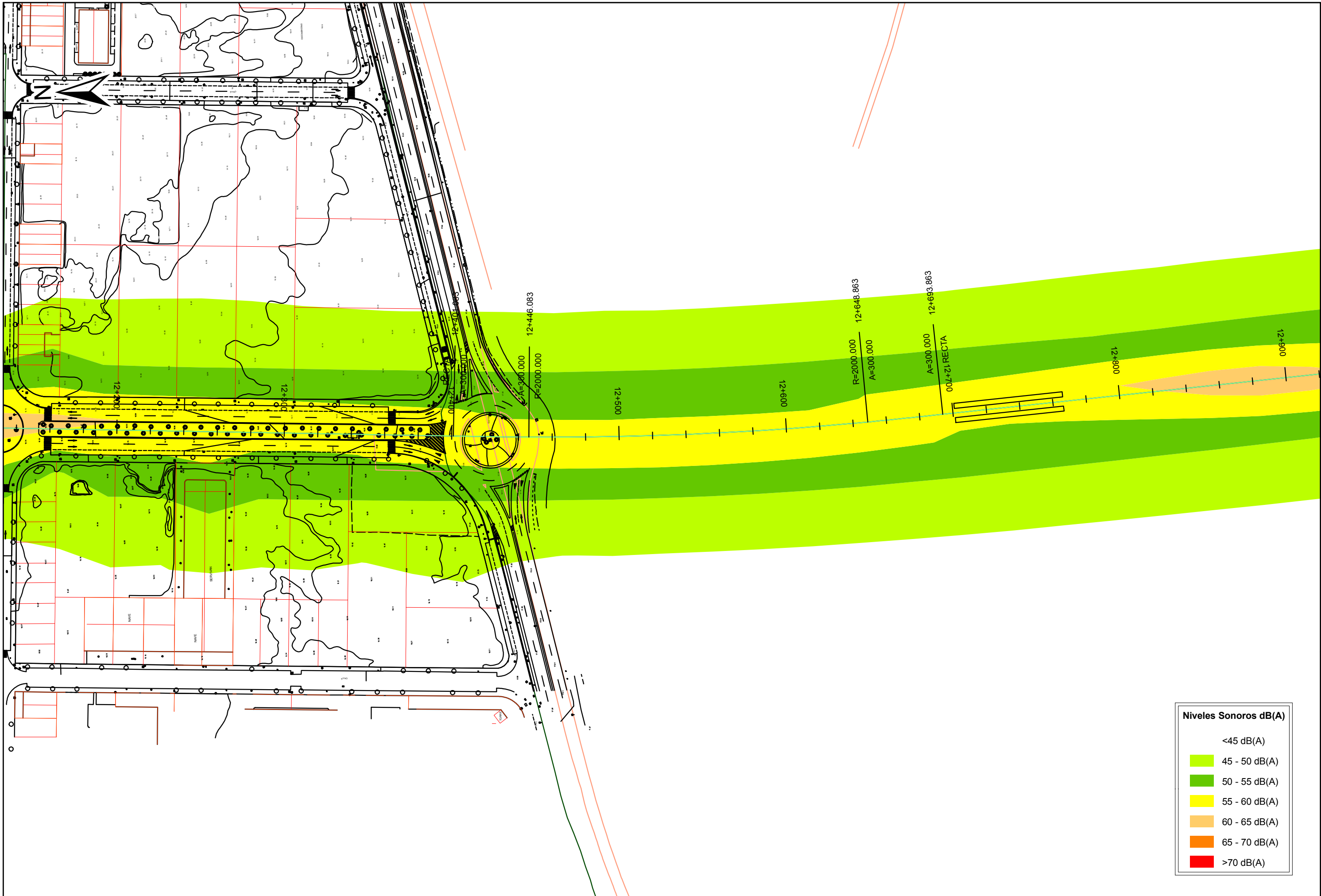






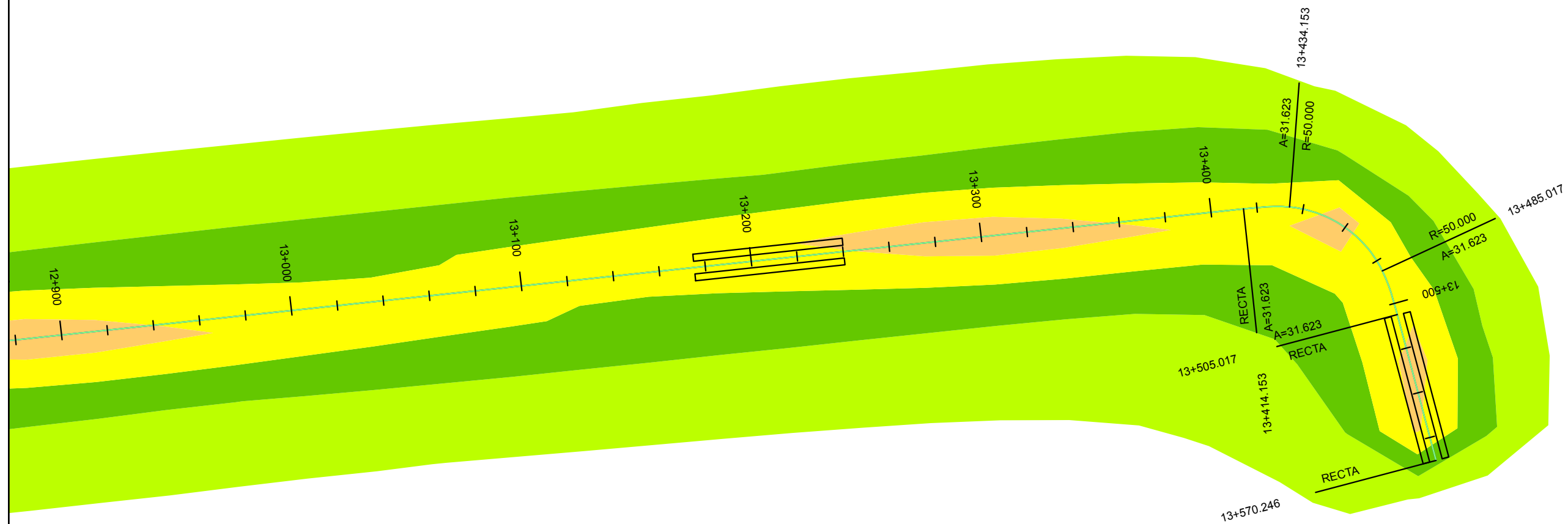






Niveles Sonoros dB(A)	
<45 dB(A)	
45 - 50 dB(A)	
50 - 55 dB(A)	
55 - 60 dB(A)	
60 - 65 dB(A)	
65 - 70 dB(A)	
>70 dB(A)	





ESTACIÓN  
PARQUE TECNOLÓGICO 1

#### Niveles Sonoros dB(A)

- <45 dB(A)
- 45 - 50 dB(A)
- 50 - 55 dB(A)
- 55 - 60 dB(A)
- 60 - 65 dB(A)
- 65 - 70 dB(A)
- >70 dB(A)



Ferrocarriles de la Junta de Andalucía  
CONSEJERÍA DE OBRAS PÚBLICAS Y VIVIENDA



AUTOR DE PROYECTO  
Javier Juan Cortés de Muga

COAUTOR DE PROYECTO  
Marcos Dorado Madruga

TÍTULO  
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA LÍNEA 2 DEL METRO DE SEVILLA:  
TORRETRIANA - TORREBLANCA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

FECHA  
MAYO  
2010

SUSTITUYE A  
SUSTITUIDO POR

CLAVE  
T-MS62007PPRO

ESCALA: ORIGINAL LINE - A3  
1:2.000

0 5 10 20 30 40 50 Meters

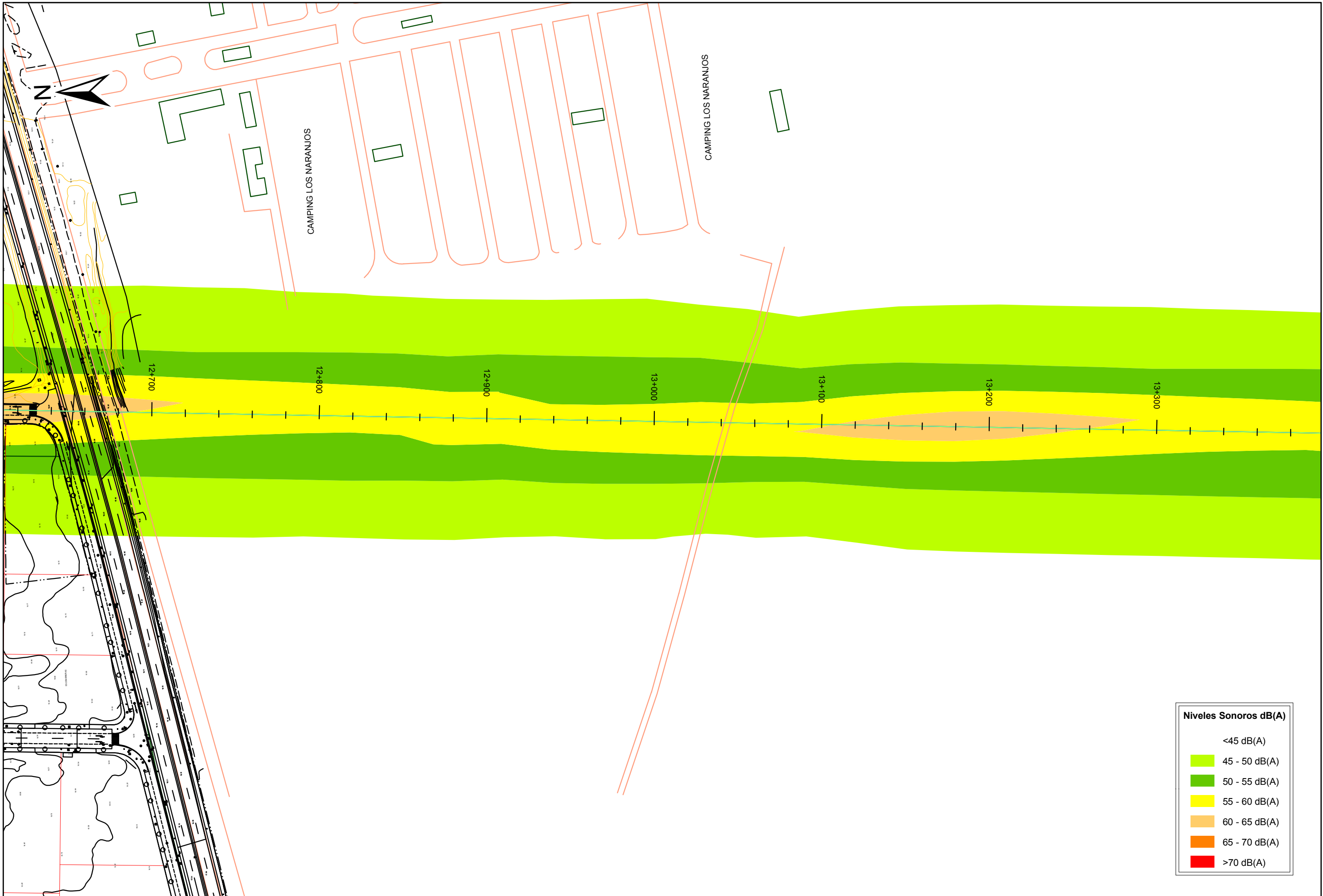
PLANO

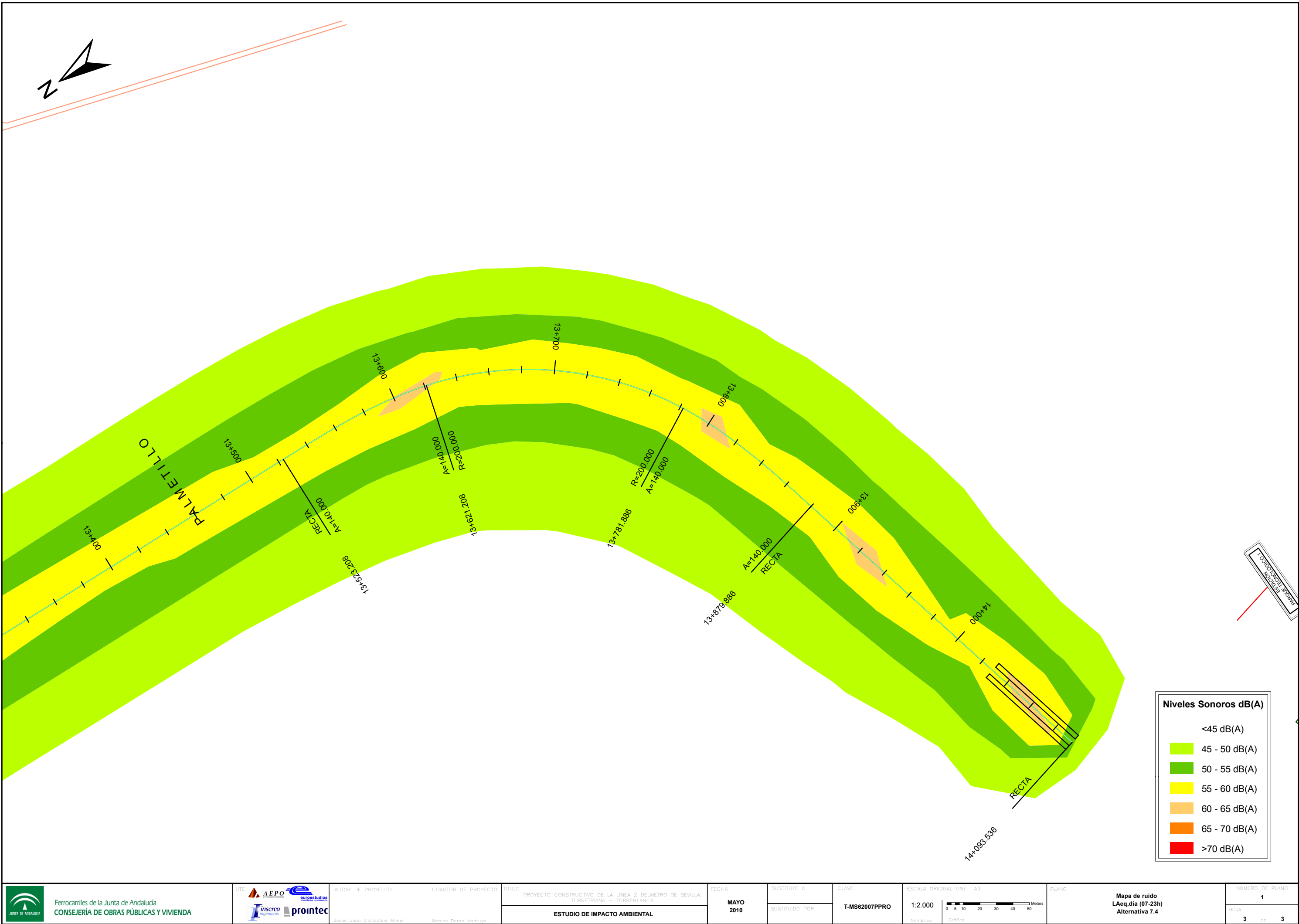
Mapa de ruido  
LAeq,día (07-23h)  
Alternativa 7.3

NÚMERO DE PLANO  
1  
HOJA  
4 de 4

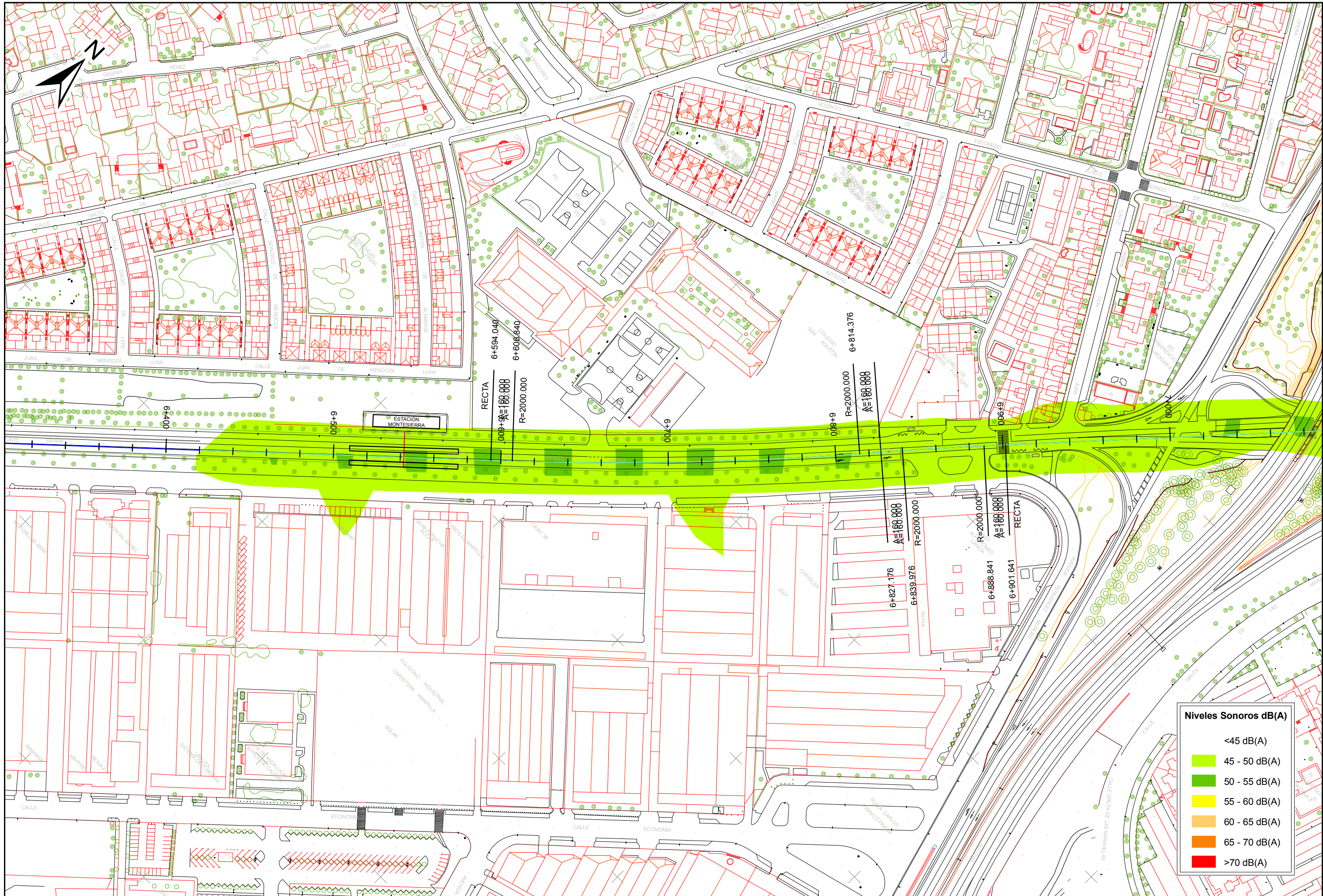








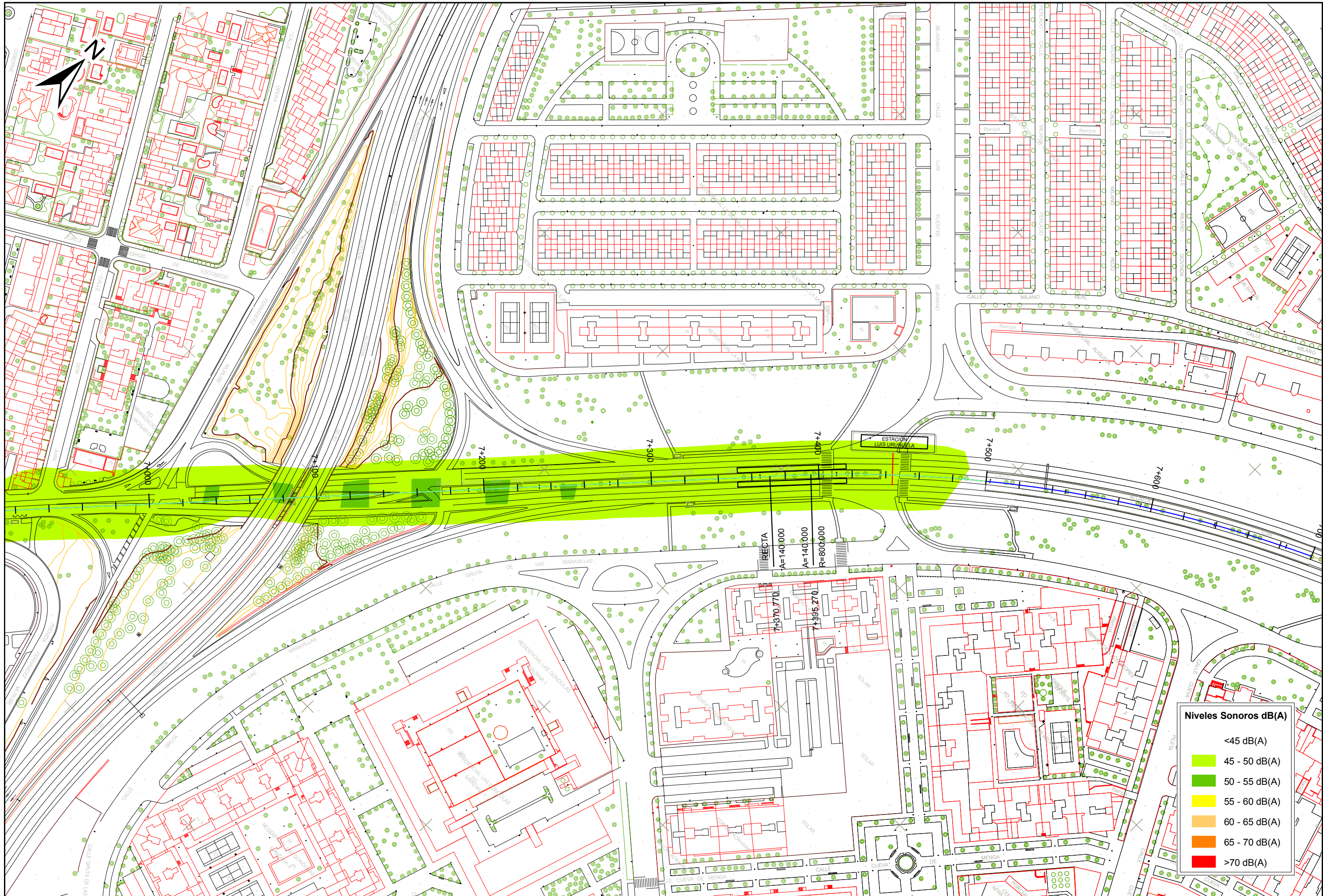




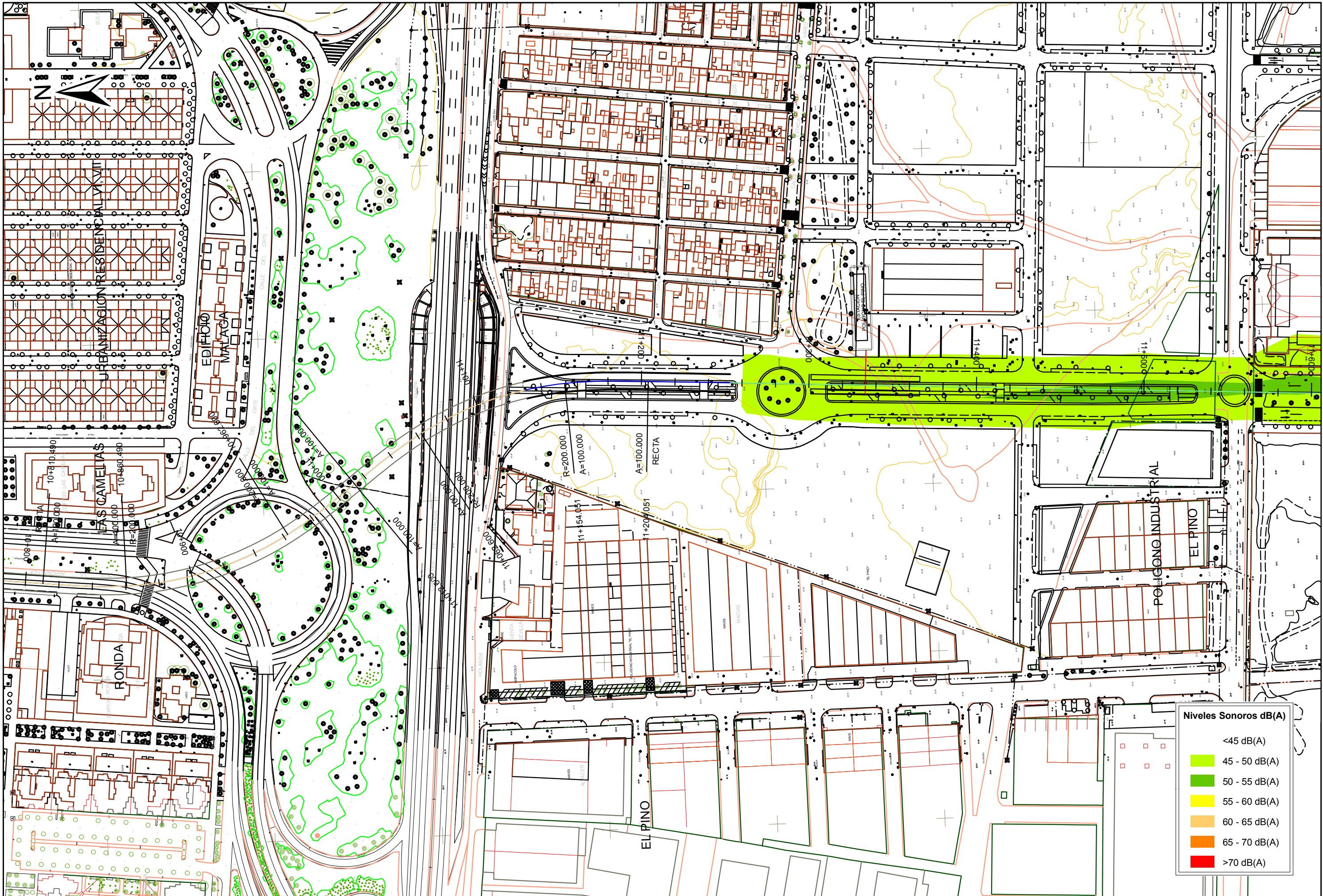
**Niveles Sonoros dB(A)**

<45 dB(A)
45 - 50 dB(A)
50 - 55 dB(A)
55 - 60 dB(A)
60 - 65 dB(A)
65 - 70 dB(A)
>70 dB(A)

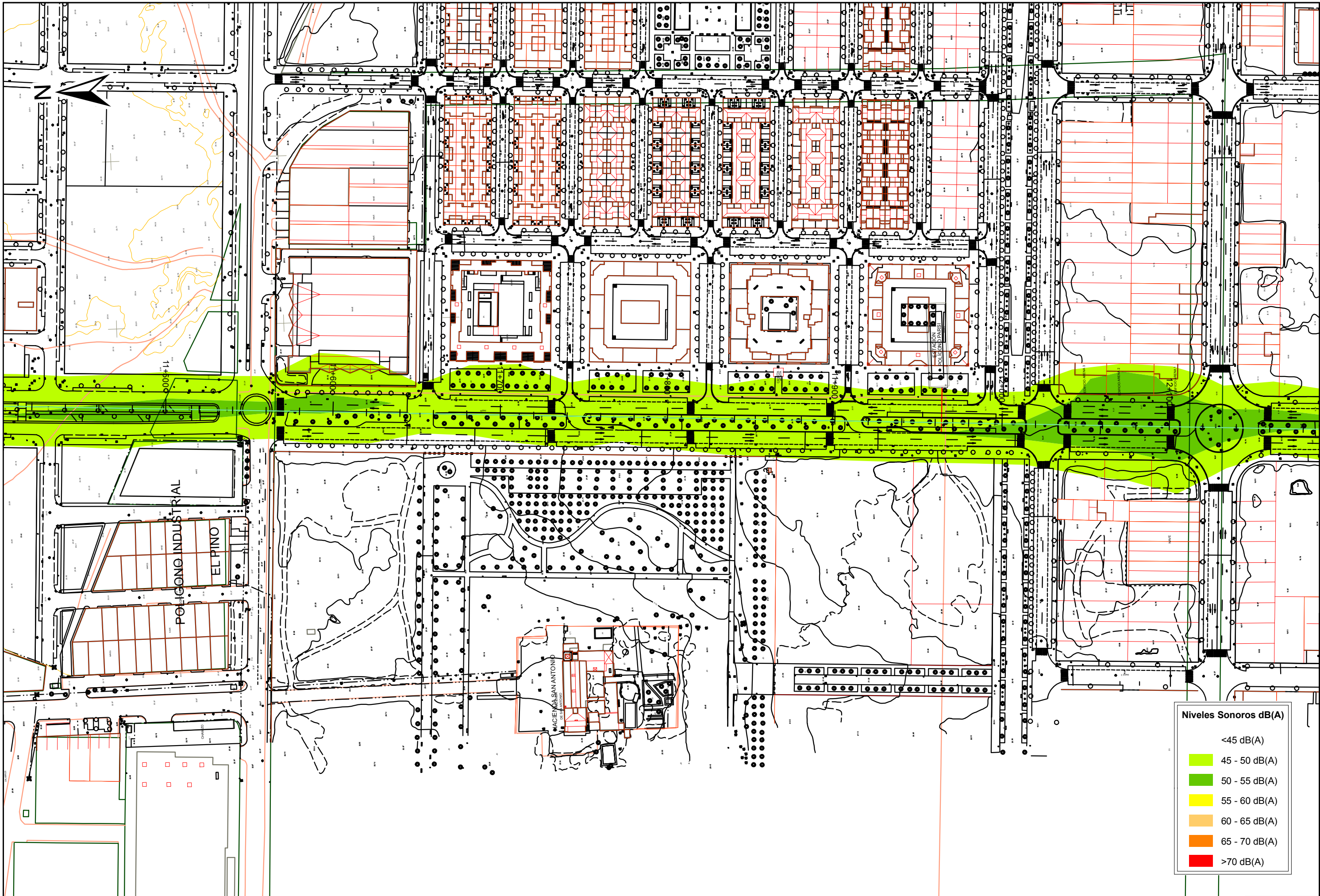






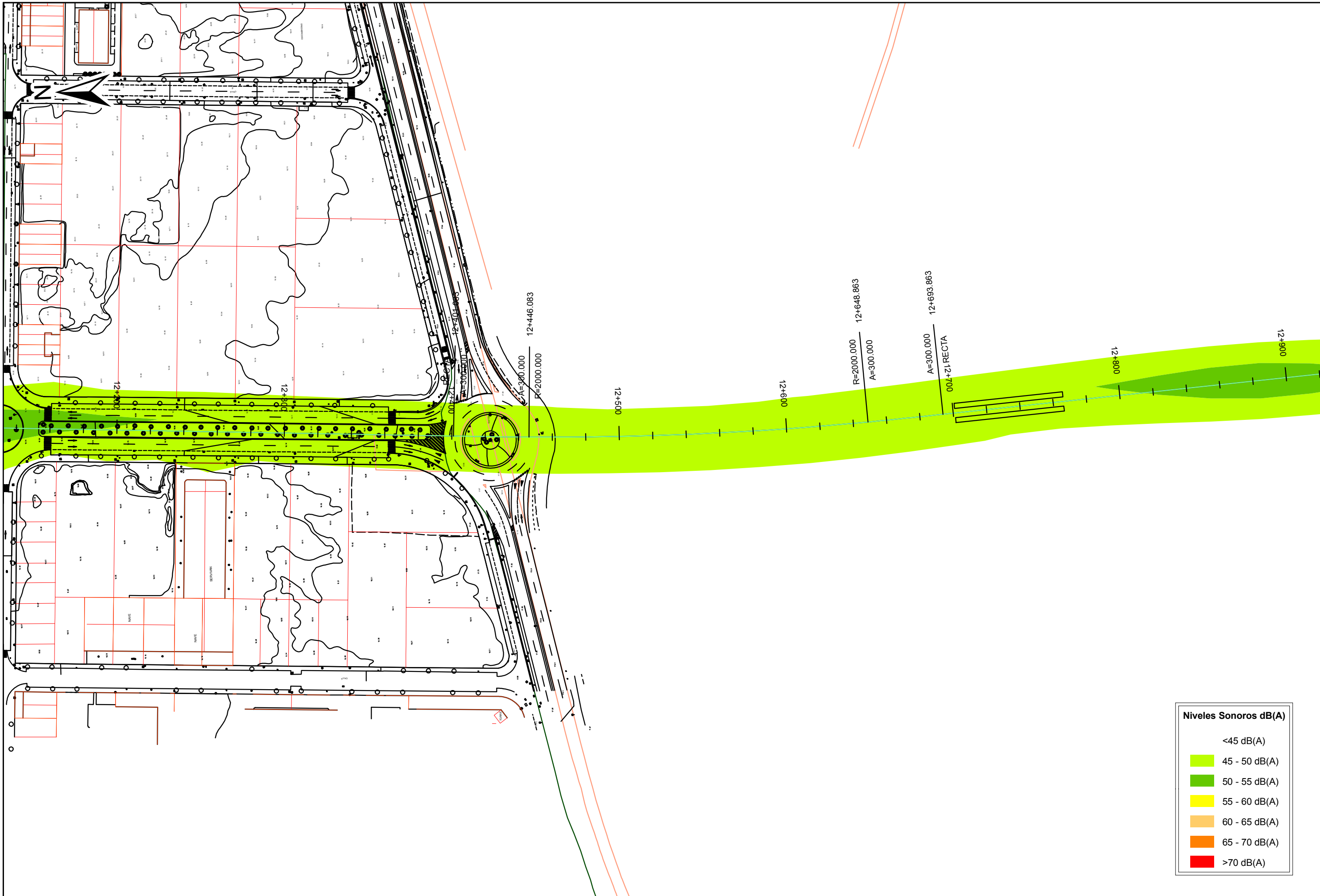




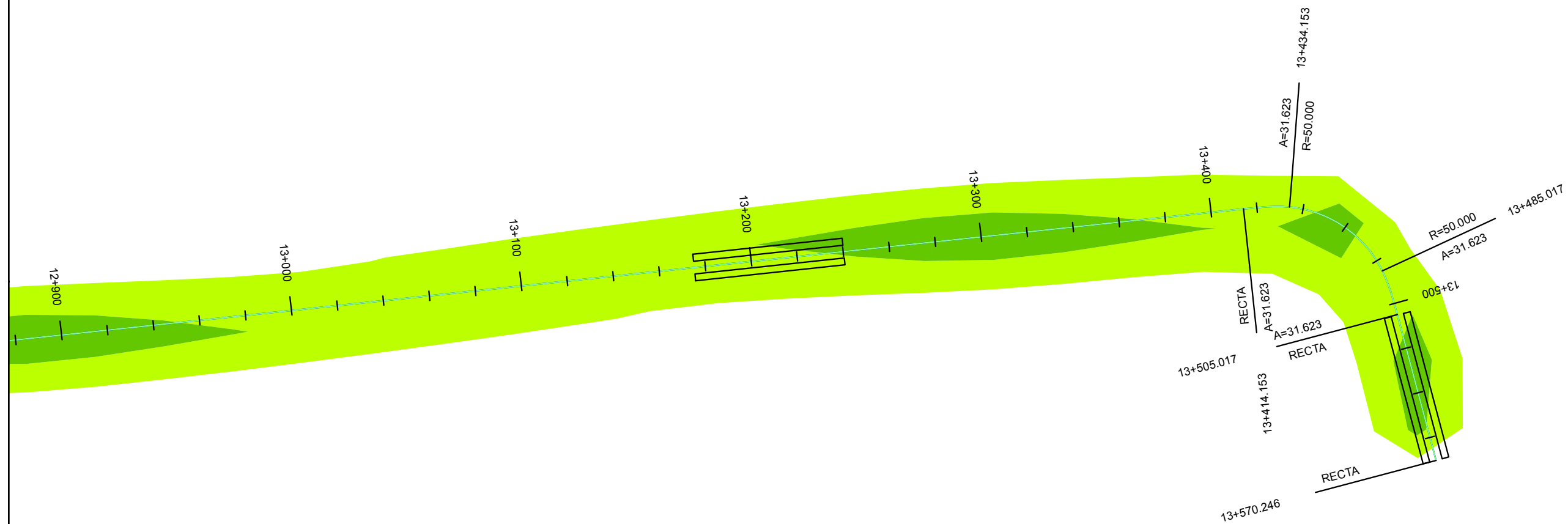


Niveles Sonoros dB(A)	
<45 dB(A)	
45 - 50 dB(A)	
50 - 55 dB(A)	
55 - 60 dB(A)	
60 - 65 dB(A)	
65 - 70 dB(A)	
>70 dB(A)	





Niveles Sonoros dB(A)	
<45 dB(A)	
45 - 50 dB(A)	
50 - 55 dB(A)	
55 - 60 dB(A)	
60 - 65 dB(A)	
65 - 70 dB(A)	
>70 dB(A)	



ESTACIÓN  
PARQUE TECNOLÓGICO 1

#### Niveles Sonoros dB(A)

<45 dB(A)
45 - 50 dB(A)
50 - 55 dB(A)
55 - 60 dB(A)
60 - 65 dB(A)
65 - 70 dB(A)
>70 dB(A)



Ferrocarriles de la Junta de Andalucía  
CONSEJERÍA DE OBRAS PÚBLICAS Y VIVIENDA



AUTOR DE PROYECTO  
Javier Juan Cortés de Muro

COAUTOR DE PROYECTO  
Marcos Dorado Madruga

TÍTULO  
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA LÍNEA 2 DEL METRO DE SEVILLA:  
TORRETRIANA - TORREBLANCA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

FECHA  
MAYO  
2010

SUSTITUYE A  
SUSTITUIDO POR

CLAVE  
T-MS62007PPRO

ESCALA: ORIGINAL LINE - A3  
1:2.000  
Número Gráfico

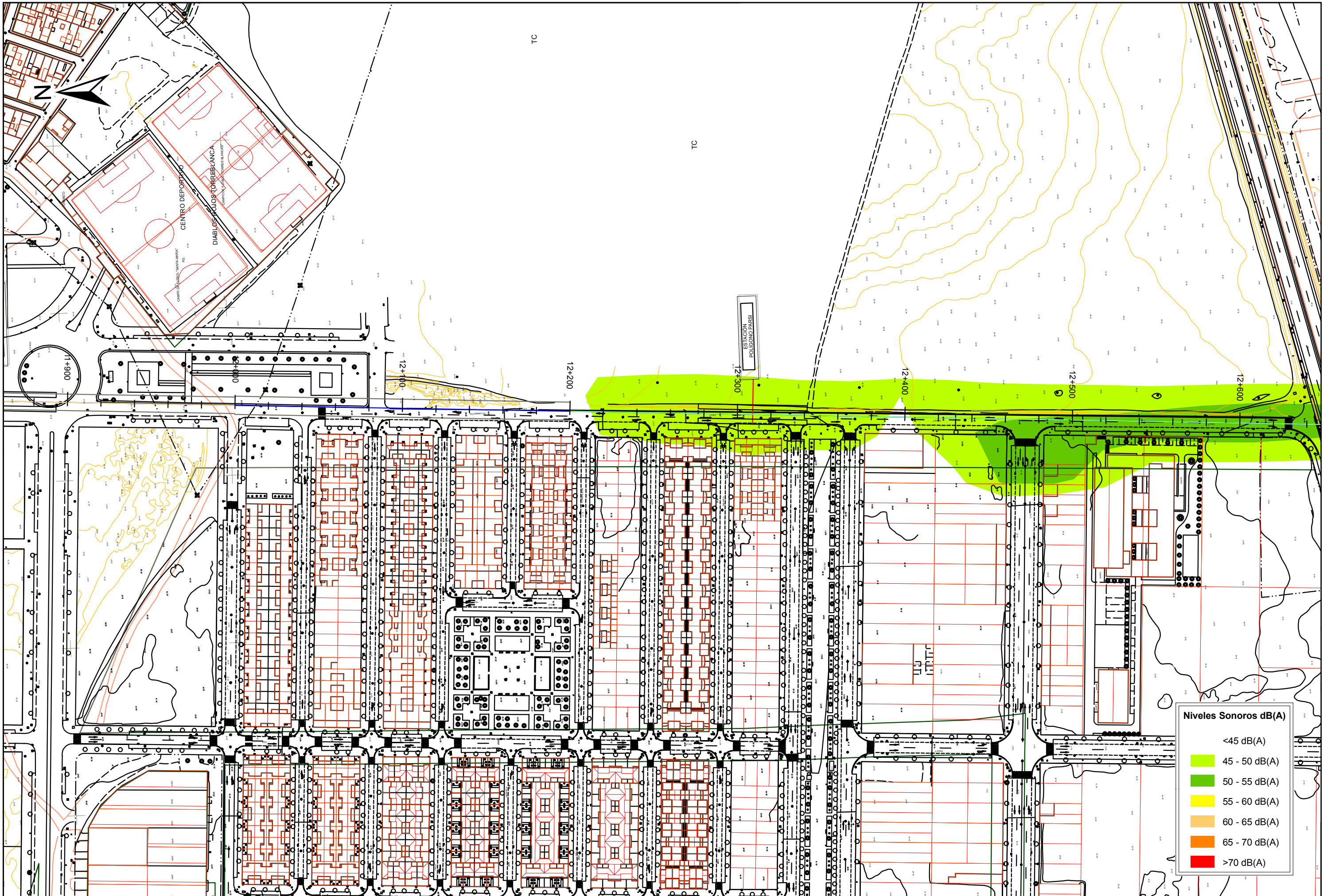
0 5 10 20 30 40 50 Meters

PLANO

Mapa de ruido  
LAeq, noche (23-07h)  
Alternativa 7.3

NÚMERO DE PLANO  
2  
HOJA  
4 de 4



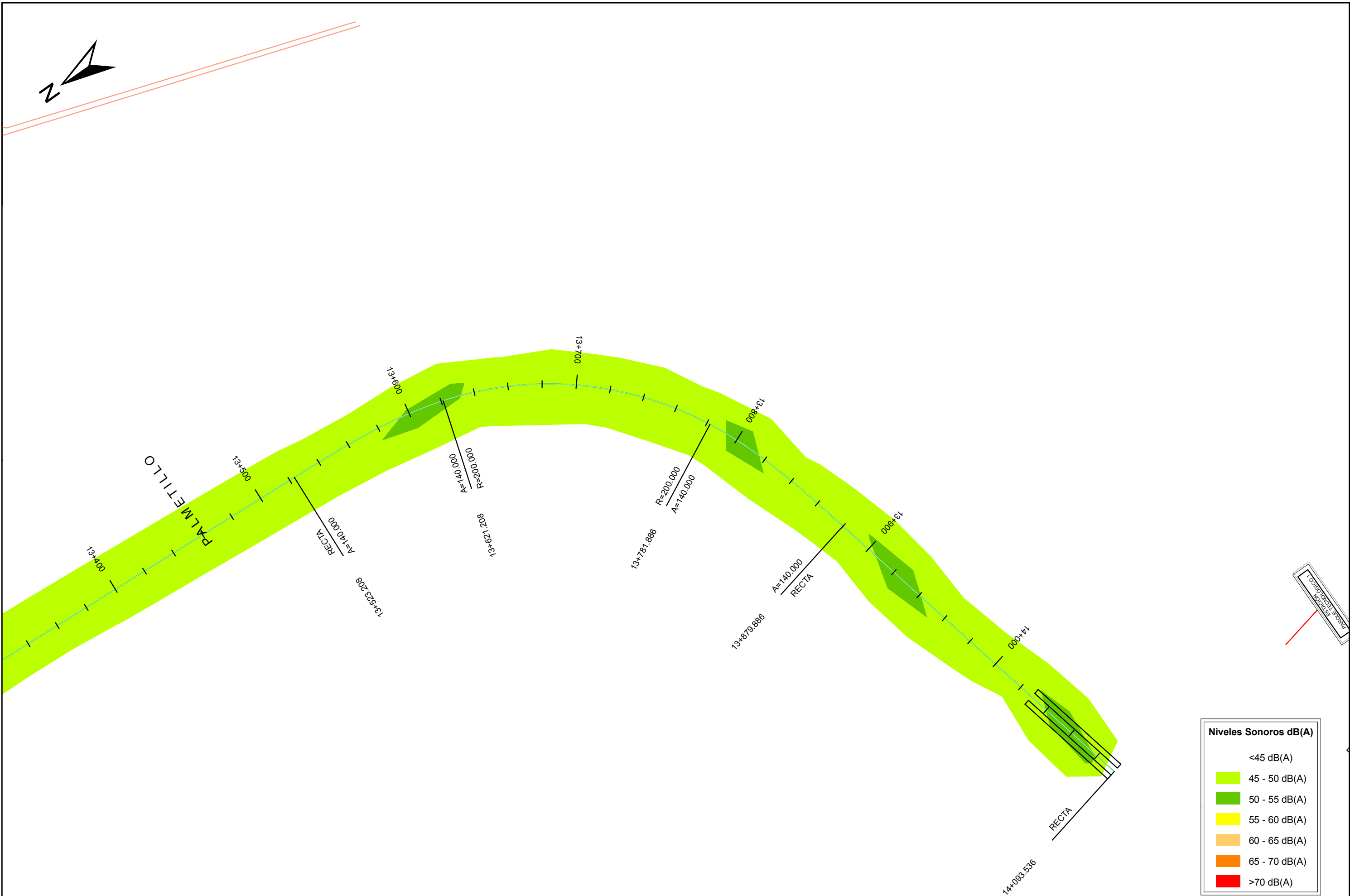




**Niveles Sonoros dB(A)**

- <45 dB(A)
- 45 - 50 dB(A)
- 50 - 55 dB(A)
- 55 - 60 dB(A)
- 60 - 65 dB(A)
- 65 - 70 dB(A)
- >70 dB(A)







## ANEJO Nº 5: PRESUPUESTO



PRESUPUESTO TRAMO 1.2

VI Integracion urbana y medioambiental747.900,00				
33	m2	Urbanizacion de viales (tratamiento singular), incluido demolicion	145,00	1120,000
34	km	Desvio de trafico en trazado de linea	320.000,00	0,450
35	km	Obras complementarias (ocasionales)	100.000,00	0,765
36	ud	Partida de seguimiento e intervencion arqueologica durante las obras en los pozos de ataque de estaciones en zonas de riesgo arqueologico 1, 2 y 3.	1.000.000,00	2,000
37	ud	Partida de seguimiento e intervencion arqueologica durante las obras en los pozos entre estaciones en zonas de riesgo arqueologico 1, 2 y 3	250.000,00	3,000
38	ud	Partida de seguimiento e intervencion arqueologica durante las obras en los pozos de ataque de estaciones en zonas de riesgo arqueologico 4 y 5	250.000,00	1,000
39	ud	Partida de seguimiento e intervencion arqueologica durante las obras en los pozos entre estaciones en zonas de riesgo arqueologico 4 y 5	60.000,00	1,000
41	m2	Restauración paisajística en entorno de alcorques	10,00	35,000
42	m2	Restauración paisajística en entorno de bulevar	20,00	420,000
44	m	Medidas preventivas incluyendo vigilancia ambiental	50,00	925,000

PRESUPUESTO TRAMO 2.2.2.

VI Integracion urbana y medioambiental2.758.900,00				
33	m2	Urbanizacion de viales (tratamiento singular), incluido demolicion	145,00	1.400,000
34	km	Desvio de trafico en trazado de linea	320.000,00	0,600
35	km	Obras complementarias (ocasionales)	100.000,00	2,175
36	ud	Partida de seguimiento e intervencion arqueologica durante las obras en los pozos de ataque de estaciones en zonas de riesgo arqueologico 1, 2 y 3.	1.000.000,00	1,000
37	ud	Partida de seguimiento e intervencion arqueologica durante las obras en los pozos entre estaciones en zonas de riesgo arqueologico 1, 2 y 3	250.000,00	3,000
38	ud	Partida de seguimiento e intervencion arqueologica durante las obras en los pozos de ataque de estaciones en zonas de riesgo arqueologico 4 y 5	250.000,00	1,000
41	m2	Restauración paisajística en entorno de alcorques	10,00	15,000
43	m2	Restauración paisajística en entorno de jardines	15,00	2500,000
44	m	Medidas preventivas incluyendo vigilancia ambiental	50,00	2175,000

PRESUPUESTO TRAMO 2.4.2.

VI Integracion urbana y medioambiental3.914.400,00				
33	m2	Urbanizacion de viales (tratamiento singular), incluido demolicion	145,00	1.800,000
34	km	Desvio de trafico en trazado de linea	320.000,00	0,750
35	km	Obras complementarias (ocasionales)	100.000,00	2,255
36	ud	Partida de seguimiento e intervencion arqueologica durante las obras en los pozos de ataque de estaciones en zonas de riesgo arqueologico 1, 2 y 3.	1.000.000,00	2,000
37	ud	Partida de seguimiento e intervencion arqueologica durante las obras en los pozos entre estaciones en zonas de riesgo arqueologico 1, 2 y 3	250.000,00	3,000
38	ud	Partida de seguimiento e intervencion arqueologica durante las obras en los pozos de ataque de estaciones en zonas de riesgo arqueologico 4 y 5	250.000,00	1,000
41	m2	Restauración paisajística en entorno de alcorques	10,00	15,000
43	m2	Restauración paisajística en entorno de jardines	15,00	5000,000
44	m	Medidas preventivas incluyendo vigilancia ambiental	50,00	2255,000

PRESUPUESTO TRAMO 3.2.

VI Integracion urbana y medioambiental6.260.400,00				
33	m2	Urbanizacion de viales (tratamiento singular), incluido demolicion	145,00	38.600,000
34	km	Desvio de trafico en trazado de linea	320.000,00	0,950
35	km	Obras complementarias (ocasionales)	100.000,00	1,442
40	km	Linea de seguimiento e intervencion arqueologica durante las obras en zonas de riesgo arqueologico 6	40.000,00	0,950
41	m2	Restauración paisajística en entorno de alcorques	10,00	110,000
42	m2	Restauración paisajística en entorno de bulevar	20,00	5200,000
44	m	Medidas preventivas incluyendo vigilancia ambiental	50,00	1442,000

PRESUPUESTO TRAMO 4.1.

VI Integracion urbana y medioambiental4.227.000,00				
32	m2	Urbanizacion de viales (tratamiento convencional), incluido demolicion	92,00	#####
34	km	Desvio de trafico en trazado de linea	320.000,00	1,160
35	km	Obras complementarias (ocasionales)	100.000,00	1,160
40	km	Linea de seguimiento e intervencion arqueologica durante las obras en zonas de riesgo arqueologico 6	40.000,00	1,160
41	m2	Restauración paisajística en entorno de alcorques	10,00	140,000
42	m2	Restauración paisajística en entorno de bulevar	20,00	
43	m2	Restauración paisajística en entorno de jardines	15,00	
44	m	Medidas preventivas incluyendo vigilancia ambiental	50,00	1.160,000

PRESUPUESTO TRAMO 5.1.

VI		Integracion urbana y medioambiental	15.617.500,00		
		Urbanizacion de viales (tratamiento convencional), incluido			
32	m2	demolicion	92,00	150.000,000	13.800.000,00
34	km	Desvio de trafico en trazado de linea	320.000,00	3,250	1.040.000,00
35	km	Obras complementarias (ocasionales)	100.000,00	3,250	325.000,00
		Linea de seguimiento e intervencion arqueologica durante las obras			
40	km	en zonas de riesgo arqueologico 6	40.000,00	3,250	130.000,00
41	m2	Restauración paisajística en entorno de alcorques	10,00	400,000	4.000,00
42	m2	Restauración paisajística en entorno de bulevar	20,00	7.800,000	156.000,00
44	m	Medidas preventivas incluyendo vigilancia ambiental	50,00	3.250,000	162.500,00

PRESUPUESTO TRAMO 5.2.

VI		Integracion urbana y medioambiental	15.617.500,00		
		Urbanizacion de viales (tratamiento convencional), incluido			
32	m2	demolicion	92,00	150.000,000	13.800.000,00
34	km	Desvio de trafico en trazado de linea	320.000,00	3,250	1.040.000,00
		Obras complementarias (ocasionales)			
35	km		100.000,00	3,250	325.000,00
		Linea de seguimiento e intervencion arqueologica durante las obras			
40	km	en zonas de riesgo arqueologico 6	40.000,00	3,250	130.000,00
41	m2	Restauración paisajística en entorno de alcorques	10,00	400,000	4.000,00
		Restauración paisajística en entorno de bulevar			
42	m2		20,00	7.800,000	156.000,00
43	m2	Restauración paisajística en entorno de jardines	15,00		0,00
44	m	Medidas preventivas incluyendo vigilancia ambiental	50,00	3.250,000	162.500,00

PRESUPUESTO TRAMO 6.1.

VI		Integracion urbana y medioambiental	16.314.300,00		
		Urbanizacion de viales (tratamiento convencional), incluido			
32	m2	demolicion	92,00	167.400,000	15.400.800,00
34	km	Desvio de trafico en trazado de linea	320.000,00	1,550	496.000,00
35	km	Obras complementarias (ocasionales)	100.000,00	1,550	155.000,00
		Linea de seguimiento e intervencion arqueologica durante las obras			
40	km	en zonas de riesgo arqueologico 6	40.000,00	1,550	62.000,00
42	m2	Restauración paisajística en entorno de bulevar	20,00	6.150,000	123.000,00
44	m	Medidas preventivas incluyendo vigilancia ambiental	50,00	1.550,000	77.500,00

PRESUPUESTO TRAMO 7.3.

VI		Integracion urbana y medioambiental	13.338.810,00		
		Urbanizacion de viales (tratamiento convencional), incluido			
32	m2	demolicion	92,00	125.000,000	11.500.000,00
34	km	Desvio de trafico en trazado de linea	320.000,00	3,081	985.920,00
35	km	Obras complementarias (ocasionales)	100.000,00	3,081	308.100,00
		Linea de seguimiento e intervencion arqueologica durante las obras en			
40	km	zonas de riesgo arqueologico 6	40.000,00	3,081	123.240,00
41	m2	Restauración paisajística en entorno de alcorques	10,00	550,000	5.500,00
42	m2	Restauración paisajística en entorno de bulevar	20,00	13.100,000	262.000,00
44	m	Medidas preventivas incluyendo vigilancia ambiental	50,00	3.081,000	154.050,00

PRESUPUESTO TRAMO 7.4.

VI		Integracion urbana y medioambiental	13.548.550,00		
		Urbanizacion de viales (tratamiento convencional), incluido			
32	m2	demolicion	92,00	#####	11.500.000,00
34	km	Desvio de trafico en trazado de linea	320.000,00	3,605	1.153.600,00
35	km	Obras complementarias (ocasionales)	100.000,00	3,605	360.500,00
		Linea de seguimiento e intervencion arqueologica durante las obras			
40	km	en zonas de riesgo arqueologico 6	40.000,00	3,605	144.200,00
42	m2	Restauración paisajística en entorno de bulevar	20,00	10.500,000	210.000,00
44	m	Medidas preventivas incluyendo vigilancia ambiental	50,00	3.605,000	180.250,00





RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL POR ALTERNATIVAS COMPLETAS:

RESUMEN POR CAPÍTULOS	ALTERNATIVA 1PO	ALTERNATIVA 1PE	ALTERNATIVA 2PO	ALTERNATIVA 2PE	ALTERNATIVA 1SO	ALTERNATIVA 1SE	ALTERNATIVA 2SO	ALTERNATIVA 2SE
Integracion urbana y medioambiental	59.264.810,00 €	59.474.550,00 €	60.420.310,00 €	60.630.050,00 €	59.264.810,00 €	59.474.550,00 €	60.420.310,00 €	60.630.050,00 €