
APÉNDICE 4. ESTUDIO VIBRATORIO

ÍNDICE

1. Introducción y objeto	1
2. Ámbito de estudio y alternativas de proyecto.....	1
2.1. Alternativa 1	1
2.2. Alternativa 2	2
3. Normativa de aplicación	3
3.1. Legislación Europea.....	3
3.2. Legislación Estatal	3
3.2.1. Ley 37/2003	3
3.2.2. Real Decreto 1513/2005	3
3.2.3. Real Decreto 1367/2007	3
3.3. Normativa Autonómica	4
3.4. Normativa Local	5
3.5. Objetivos de calidad acústica.....	5
4. Metodología y modelo de cálculo	5
4.1. Escenario actual.....	5
4.2. Caracterización de las vibraciones en el escenario actual	5
4.2.1. Punto 1.....	6
4.2.2. Punto 2.....	6
4.2.3. Punto 3.....	7
4.2.4. Punto 4.....	7
4.2.5. Punto 5.....	8
4.2.6. Punto 6.....	8
4.2.7. Punto 7.....	9
4.2.8. Punto 8.....	9
4.3. Estimación de las vibraciones futuras	10
4.4. Modelos de cálculo.....	11
4.4.1. Escenario futuro.....	11
4.4.2. Emisor.....	12
4.4.3. Transmisión	12
4.4.4. Modelos de elementos finitos	13
4.4.5. Recepción en edificaciones	14
5. Inventario de edificaciones.....	15
6. Resultados del análisis de vibraciones	25
7. Propuesta de soluciones.....	34
8. Conclusiones.....	35

Apéndice 4. ESTUDIO VIBRATORIO

1. Inventario y puntos de medidas
2. Certificados de calibración
3. Medidas correctoras. Alternativa 1
4. Medidas correctoras. Alternativa 2

1. Introducción y objeto

El presente estudio tiene por objeto analizar y comparar en materia de afección vibratoria las alternativas del “*Estudio Informativo de Integración del Ferrocarril en Valladolid*” entre los PP.KK. 244+217,7 y 257+090,1 (ambos referenciados al ancho ibérico), unos 12,87 km, integrando vías de ancho estándar para alta velocidad y de ancho ibérico para servicios convencionales.

Este estudio se realiza el análisis vibratorio de la zona objeto de estudio durante las fases de operaciones debido a la circulación del material rodante. En él se representa toda la zona próxima a la actuación para cada alternativa estudiada, así como las posibles edificaciones que pudieran resultar expuestas a niveles de vibraciones no deseables.

Mediante la evaluación del análisis vibratorio se presta especial atención a las edificaciones que por normativa se consideran potencialmente afectadas por vibraciones, y que podrían ser de uso residencial, así como las edificaciones dedicadas a usos de especial sensibilidad (centros docentes, sanitarios y culturales).

A partir de la verificación de los receptores se comprueba que se cumplen los criterios de calidad exigidos por la legislación vigente y si fuese preciso, determinar la necesidad de desarrollar medidas correctoras para la situación futura del proyecto (fase de funcionamiento de las instalaciones proyectadas), de forma que se pueda comprobar que alternativa resulte más ventajosa.

2. Ámbito de estudio y alternativas de proyecto

Las alternativas contempladas en el Estudio se encuentran situadas en la provincia de Valladolid (Castilla y León).

Los términos municipales que acogen dichas alternativas son los siguientes:

- Valladolid
- Santovenia de Pisuerga

Las dos alternativas definidas en el presente Estudio, son compatibles con el actual convenio firmado el pasado 20 de noviembre de 2017 entre administraciones, en el que se aprobaba una nueva imagen para la integración urbana del ferrocarril, permeable sin soterramiento.

Para cada alternativa, en su definición, se ha trazado en distintos ámbitos dentro del actual corredor ferroviario, claramente diferenciados por la estación como ámbito central, unido a las cabeceras de acceso tanto por el norte como por el sur de la terminal ferroviaria. A su vez, cada alternativa distingue las actuaciones en función del ancho de vía designado.

El alcance de cada uno de los ámbitos se determina de la siguiente manera:

- El canal sur fija el inicio a la altura del paso superior sobre la VA-30 y se extiende hasta la curva de entrada a la estación.
- El ámbito de la estación comprende todos los aparatos de acceso a la estación, así como las distintas configuraciones de vía prevista en la propia estación.
- El canal norte da comienzo pasado el último aparato de la estación finalizando en el Nudo Norte ferroviario, zona donde se bifurcan los corredores en ancho ibérico y estándar.

2.1. Alternativa 1

Esta alternativa no contempla cambio en la configuración actual de vías, sino una adecuación al cumplimiento a la legislación vigente como consecuencia del cambio en la explotación actual, al aumentar la capacidad operativa de tráfico. El PK de inicio es el 174+ 874,8 según vía UIC (PK 244+217,7 vía en ibérico) y el PK final es el 187+756,3 según vía UIC (PK 257+090,1 vía en ibérico), lo que supone una actuación de 12,8 Kilómetros.

La configuración de vías generales en el canal de acceso Sur, queda formada por dos vías de ancho estándar, y una para ancho ibérico, hasta la entrada a la estación, donde se convierten en dos vías en ancho estándar y dos vías en ancho ibérico. Actualmente hay una vía en ancho ibérico que no está integrada como vía general, que es la que da acceso a las instalaciones de Redalsa, Argales y Esperanza.

Con el cambio en la explotación ferroviaria, estas instalaciones van a quedar en desuso, por lo que esta vía queda inutilizada hasta el escape que se encuentra a la altura de la instalación de Esperanza en el pk 247+800 según vía ibérico, punto desde donde esta vía se seguirá utilizando para favorecer la explotación en la cabecera Sur de la estación.

La estación de Valladolid Campo Grande se localiza el PK 179+300 de la Línea de Alta Velocidad Madrid – Venta de Baños (ancho estándar). La disposición de vías y andenes de la estación mantendrá la configuración existente en la actualidad, manteniendo los dos andenes existentes.

En el canal de acceso Norte tampoco se producen actuaciones en la configuración existente, de forma que el tramo de ancho estándar mantiene la doble vía hasta el pk 180+950 (según PK de vías en ancho estándar), donde se ubicaba el antiguo cambiador de ancho, al norte de la estación. En ese punto pasa la infraestructura de dos vías, a tener una sola vía en ancho estándar. Esta configuración se mantendrá en todo el corredor hasta prácticamente el final de la actuación.

El tramo de ancho ibérico mantiene la doble vía hasta el pk 249+400(según PK de vías en ancho ibérico), donde queda una configuración de dos vías en estándar y una vía en ancho ibérico. Esta configuración no se prolonga más de 1850 metros, ya que a la altura del pk 180+950 (según vía de ancho estándar), donde se ubicaba el antiguo cambiador de ancho, pasa a tener el corredor una configuración de vías de una en ancho estándar y una en ancho ibérico.

A la altura del pk 182+180 de la vía de ancho estándar, se encuentra el apeadero de la universidad, la cual conserva el andén existente, teniendo parada en el andén únicamente para los servicios que se realizan en ancho ibérico.

A la altura del pk 184+100, según kilometración de la vía de ancho UIC, se encuentra la instalación de tres hermanos, la cual en la actualidad se utiliza para regular los tráficos de mercancías, y que en el nuevo horizonte de explotación dejará de tener esta utilidad, ya que los trenes de mercancías, pasarán a dirigir sus encaminamientos por la variante de mercancías. A pesar de que la instalación no va a tener la misma funcionalidad que se tiene en la actualidad, en esta alternativa, no se cambia su configuración.

A la altura del pk 186+850, dispone de un desvío que permite derivar los trenes en ancho ibérico hacia los talleres del Nuevo complejo ferroviario.

El punto final de la alternativa finaliza en el mismo punto en el que finaliza el ancho estándar, esto es en el pk 187+756,31, según kilometración del ancho estándar.

2.2. Alternativa 2

Esta alternativa contempla modificaciones en la configuración de vías, buscando mejorar la explotación ferroviaria. El PK de inicio es el 174+ 874,8 según vía UIC (PK 244+217,7 vía en ibérico) y el PK final es el 187+756,3 según vía UIC (PK 257+090,1 vía en ibérico), lo que supone una actuación de 12,8 Kilómetros.

En el canal de acceso Sur, queda la configuración con 2 vías de ancho estándar y una vía de ancho ibérico, hasta la estructura de arco ladrillo, donde se incorpora una de ancho ibérico más para favorecer la explotación de la cabecera de la estación.

En cuanto a la estación, se plantea una ampliación hasta las 5 vías, buscado la optimización de la funcionalidad, situando los aparatos de modo que se permitan dobles encaminamientos.

En cuanto al canal de acceso por norte, se proyecta la duplicación de vía en ancho estándar hasta el Nudo Norte. Para ello es necesario salvar el río Esgueva mediante una nueva estructura en vía única, paralela a la existente.

La alternativa también contempla la demolición del andén lado oeste del apeadero de Valladolid Universidad, así como la reconfiguración de las vías en ancho ibérico del apartadero existente en Tres Hermanos.

Puesto que la vía en ancho estándar pasa a desplazarse y ocupar la vía actual en ancho ibérico, la vía general convencional debe adoptar una de las tres vías existentes en Tres Hermanos. El desvío de tráfico de mercancías por la Variante permite ocupar estas vías, al perder la función por la cual fueron configuradas, el apartado de trenes mercantes en estas instalaciones.

Por último, se adapta la conexión a talleres a la nueva configuración funcional, de forma que se coloca un aparato mixto, el cual a su vez permite el encaminamiento

de las composiciones de ancho estándar a los talleres a través del ramal de vía única y tres hilos existentes en la actualidad.

3. Normativa de aplicación

Se han analizado las disposiciones legales de aplicación en materia de vibraciones, analizando tanto la existente en el ámbito europeo como la legislación nacional, autonómica y local. Las disposiciones legales analizadas son las que se relacionan a continuación:

- Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental.
- Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido.
- Real Decreto 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.
- Real Decreto 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.
- Ley 5/2009, de 4 de junio, del ruido de Castilla y León.
- Ordenanza sobre ruidos y vibraciones, de la ciudad de Valladolid y aprobada el 7 de mayo de 2013.

3.1. Legislación Europea

La Directiva 2002/49/CE, 25 de junio, del Parlamento Europeo y del Consejo sobre la evaluación y gestión del ruido ambiental no establece límites reglamentarios autorizados de emisión de vibraciones en el ambiente exterior y por tanto no podrá ser aplicado en este caso hasta la existencia de reglamentos que desarrolle y cuantifiquen los niveles de emisión e inmisión máximos permitidos.

3.2. Legislación Estatal

3.2.1. Ley 37/2003

La Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido tampoco establece límites reglamentarios autorizados de emisión de vibraciones y por tanto no podrá ser aplicada en este caso hasta la existencia de reglamentos que desarrolle y cuantifiquen los niveles de emisión e inmisión máximos permitidos. El ámbito de aplicación se delimita por referencia a todos los emisores que, a los efectos de la Ley se refiere a cualquier actividad, infraestructura, equipo, maquinaria o comportamiento que genere contaminación acústica.

3.2.2. Real Decreto 1513/2005

La Ley del Ruido fue parcialmente desarrollada por el *Real Decreto 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. No obstante, en esta norma no se especifican umbrales para la emisión de vibraciones, por lo que no se aplica en este proyecto.

3.2.3. Real Decreto 1367/2007

El desarrollo completo de la Ley del Ruido se da con el *Real Decreto 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, donde se definen índices de ruido y de vibraciones, sus aplicaciones, efectos y molestias sobre la población y su repercusión en el medio ambiente. Se delimitan, además, los distintos tipos de servidumbres y áreas acústicas definidas en la Ley del Ruido y se establecen los objetivos de calidad acústica para cada área, incluyéndose el espacio interior de determinadas edificaciones. Por último, se regulan los emisores acústicos, fijándose valores límite de emisión o de inmisión, así como los procedimientos y los métodos de evaluación de ruido y vibraciones.

En lo que respecta a vibraciones, será de aplicación la delimitación de los distintos tipos de áreas acústicas definidas en el *Artículo 5* de este Real Decreto. También serán aplicables los objetivos de calidad acústica, establecidos en el *Artículo 16*.

En el *Anexo II, tabla C*, se definen los límites denominados como “Objetivos de calidad acústica para vibraciones aplicables al espacio interior habitable de edificaciones destinadas a vivienda, usos residenciales, hospitalarios, educativos o culturales”.

La siguiente tabla muestra los valores límite para la inmisión de vibraciones.

OBJETIVOS DE CALIDAD ACÚSTICA PARA VIBRACIONES REAL DECRETO 1367/2007	
Uso del edificio	Índice de vibración Law
Vivienda o uso residencial	75
Hospitalario	72
Educativo o cultural	72

Fuente: Tabla C del Anexo II del Real Decreto 1367/2007

En el Anexo I del documento de desarrollo de la *Ley del Ruido*, el *Real Decreto 1367/2007*, se define el índice de vibración de esta forma:

$$L_{aw} = 20 \log \left(\frac{a_w}{a_0} \right)$$

Siendo:

- a_w : el máximo valor eficaz (RMS) de la señal de aceleración, con ponderación Wm, en el tiempo t, $a_w(t)$, en m/s^2 .
- a_0 : la aceleración de referencia (10^{-6}) m/s^2 .

Los instrumentos de medida para vibraciones deberán cumplir lo establecido en el Artículo 30 del Real Decreto 1367/2007, en el que se establece que “deberán cumplir las disposiciones establecidas en la Orden del Ministerio de Fomento, de 25 de septiembre de 2007, por la que se regula el control metrológico del Estado de los instrumentos destinados a la medición de sonido audible y de los calibradores acústicos”.

En el Artículo 17.1.b.ii del Real Decreto 1367/2007 se detallan las consideraciones para eventos transitorios, como es el paso de trenes en circulación:

“ii) Vibraciones transitorias.

Los valores fijados en la tabla C, del anexo II podrán superarse para un número de eventos determinado de conformidad con el procedimiento siguiente:

1º. Se consideran los dos períodos temporales de evaluación siguientes: periodo día, comprendido entre las 07:00-23:00 horas y periodo noche, comprendido entre las 23:00-07:00 horas.

2º. En el periodo nocturno no se permite ningún exceso.

3º. En ningún caso se permiten excesos superiores a 5 dB.

4º. El conjunto de superaciones no debe ser mayor de 9. A estos efectos cada evento cuyo exceso no supere los 3 dB será contabilizado como 1 y si los supera como 3.”.

3.3. Normativa Autonómica

La normativa autonómica de Castilla y León en materia de vibraciones queda desarrollada mediante la “*Ley 5/2009, de 4 de junio, del ruido de Castilla y León*”, y cuyo objeto es prevenir, reducir y vigilar la contaminación acústica, para evitar y reducir los daños y molestias que de ésta se pudieran derivar para la salud humana, los bienes o el medio ambiente, así como establecer los mecanismos para mejorar la calidad ambiental desde el punto de vista acústico, en la Comunidad de Castilla y León.

La normativa establece: “*Los objetivos de calidad acústica para el ruido ambiental y para las vibraciones aplicables a áreas acústicas interiores, serán los establecidos en el artículo 16 del Real Decreto 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.*” Y “*Se considera que se respetan los objetivos de calidad acústica para el ruido y las vibraciones aplicables a áreas acústicas interiores si se cumple lo establecido en el artículo 17 del Real Decreto 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.*”

Por tanto, los valores límites quedan establecidos mediante el “*Real Decreto 1367/2007*”.

3.4. Normativa Local

En cuanto a la normativa local de la ciudad de Valladolid, la “*Ordenanza sobre ruidos y vibraciones, de la ciudad de Valladolid*” establece: “*Como método de medida de vibraciones se establece el indicado en el Anexo IV. B del R. D 1367/2007 de 19 de octubre por el que se desarrolla la Ley 37/2003 de 17 de noviembre del Ruido. Respuesta humana a las vibraciones. Instrumentos de medida o norma que la sustituya. Los valores límite serán los señalados en el Anexo IV de la Ley 5/2009 del Ruido de Castilla y León.*”

En cuanto al municipio de Santovenia de Pisuerga, no existe normativa de ámbito local, por lo que por jerarquía rige directamente la normativa autonómica.

3.5. Objetivos de calidad acústica

Se han estudiado las diferentes normativas relativas a cada nivel administrativo, estableciendo los límites máximos de inmisión de vibraciones.

Del análisis realizado se ha establecido, que los límites máximos permitidos son aquellos establecidos por la Tabla C del Anexo II del Real Decreto 1367/2007, por considerarse los más restrictivos de los analizados. Estos valores quedan dispuestos en la siguiente tabla:

OBJETIVOS DE CALIDAD ACÚSTICA PARA VIBRACIONES REAL DECRETO 1367/2007	
Uso del edificio	Índice de vibración Law
Vivienda o uso residencial	75
Hospitalario	72
Educativo o cultural	72

Fuente: *Tabla C del Anexo II del Real Decreto 1367/2007*

4. Metodología y modelo de cálculo

El objeto del presente estudio de vibraciones es realizar una predicción de los niveles de vibraciones previstos en la fase de explotación para cada una de las alternativas estudiadas.

4.1. Escenario actual

Se ha realizado un análisis de los niveles de vibración previo a las actuaciones señaladas en este estudio, y los cuales se producen como consecuencia de las actividades y fuentes actuales más significativas en la zona de interés, evaluándose así los niveles de vibración en el estado actual. Para ello se ha valorado el tráfico actual y la transmisibilidad de vibraciones del terreno, teniendo en cuenta la zona y la geología de la zona objeto de estudio.

La red ferroviaria de acceso a Valladolid presenta en la actualidad los siguientes tráficos:

- Trenes de larga distancia AVE (S102, S114, S130, S330, S250)
- Trenes de larga distancia ALVIA (S120, S121, S130, S730)
- Trenes de media distancia (S448, S470, S447, R449)
- Trenes de mercancías.

4.2. Caracterización de las vibraciones en el escenario actual

Se ha realizado una campaña de medición de vibraciones en diferentes puntos dentro del ámbito del proyecto, con la finalidad de caracterizar el escenario actual de vibraciones ante la circulación de trenes.

Se han seleccionado 5 puntos de medidas señalados a continuación:

PUNTOS DE MEDICIÓN DE VIBRACIONES	
Punto	Coordenadas
1	41°36'45.47"N, 4°44'40.35"O
2	41°39'12.15"N, 4°42'30.86"O
3	41°37'10.24"N, 4°44'29.54"O
4	41°39'35.64"N, 4°42'16.93"O

PUNTOS DE MEDICIÓN DE VIBRACIONES	
Punto	Coordenadas
5	41°38'01.77"N, 4°44'08.26"O
6	41°38'19.35"N, 4°43'59.08" O
7	41°39'14.81"N, 4°42'31.15"O
8	41°37'15.53"N, 4°44'27.57"O

En la siguiente imagen se muestran gráficamente la localización de los puntos de medida:



Vista en planta de la localización de los puntos de medida

4.2.1. Punto 1

Las mediciones del punto 1 se realizaron en las coordenadas 41°36'45.47"N 4°44'40.35"O, en la Calle de Treviño, 74. En este punto fue posible la medición del paso de dos trenes.



Configuración de acelerómetros en el Punto 1

Los valores Law obtenidos para los dos acelerómetros (siendo A1 el más cercano a la vía) son los siguientes:

Punto	Tren	A1-Law (dB)	A2-Law (dB)
Punto 1	Tren 1	59.1	54.2
	Tren 2	63.1	57.7

4.2.2. Punto 2

Las mediciones del punto 2 corresponden a las coordenadas 41°39'12.15"N 4°42'30.86"O, en la Calle Salud entre los números 43 y 45, el cual se muestra a continuación:

*Configuración de acelerómetros en el Punto 3*

Los valores Law obtenidos ante el paso de dos trenes para dos acelerómetros (siendo A1 el más próximo a la vía) son los siguientes:

Punto	Tren	A1-Law (dB)	A2-Law (dB)
Punto 2	Tren 1	65.7	65.0
	Tren 2	65.6	58.7

4.2.3. Punto 3

El punto 3 de medida fue seleccionado al borde de la Calle Olimpo 23, en las coordenadas 41°37'10.24"N, 4°44'29.54"O. En este punto se configuraron tres acelerómetros, y se pudo captar la medida del paso de cuatro trenes.

*Configuración de acelerómetros en el Punto 3*

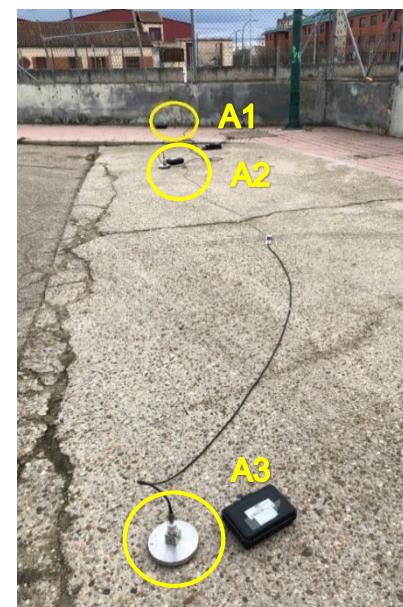
Los valores Law de los trenes medidos para los tres acelerómetros (A1 el más cercano a la vía, A2 el central y A3 el más alejado) son:

Punto	Tren	A1-Law (dB)	A2-Law (dB)	A3-Law (dB)
Punto 3	Tren 1	66.6	69.8	67.6
	Tren 2	70.0	71.2	69.4
	Tren 3	76.0	76.1	73.4
	Tren 4	65.6	65.3	64.7

En este punto se observa una superación del límite establecido por la normativa para receptores residenciales en los acelerómetros 1 y 2 ante el paso del Tren 3.

4.2.4. Punto 4

El punto 4 se localizó en las coordenadas 41°39'35.64"N, 4°42'16.93"O, próximo a la estación ferroviaria "Valladolid-Universidad", en donde finaliza la Av. Valle de Esgueva. En este punto se instalaron tres sensores, los cuales son mostrados a continuación:

*Configuración de acelerómetros en el Punto 4*

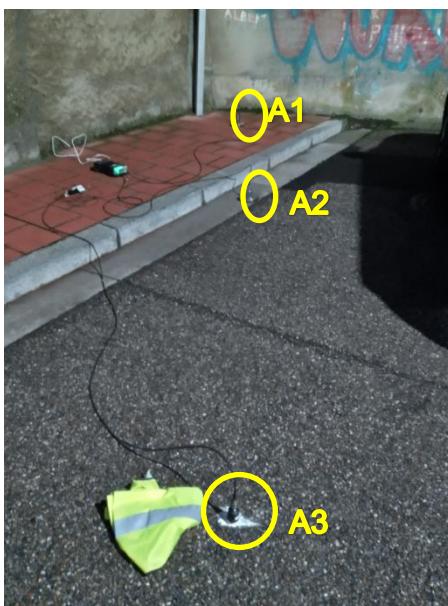
El punto 4 se encontraba localizado muy próximo a la estación, por lo que los trenes que circulaban o lo hacían a baja velocidad, o paraban en la estación. Durante la toma de medias los trenes circularon por el tramo con velocidades inferiores a 50 km/h. En este punto se obtuvieron tres medidas con los siguientes resultados:

Punto	Tren	A1-Law (dB)	A2-Law (dB)	A3-Law (dB)
Punto 4	Tren 1	70.2	69.4	64.7
	Tren 2	72.6	72.8	68.0
	Tren 3	67.9	66.2	60.9

En donde A1, A2 y A3 son los acelerómetros desde el más cercano al más alejado de la vía siguiendo el mismo orden.

4.2.5. Punto 5

Las medidas del punto 5 corresponden a las coordenadas 41°38'01.77"N, 4°44'08.26"O, frente a la Calle de la Aurora 36. En este punto se instalaron tres sensores en línea, perpendiculares al borde de la vía.



Configuración de acelerómetros en el Punto 5

En este punto se obtuvieron medidas del paso de cinco trenes. Los valores de vibraciones calculados a partir de las mediciones para los tres acelerómetros del más cercano al más lejano (A3) son:

Punto	Tren	A1-Law (dB)	A2-Law (dB)	A3-Law (dB)
Punto 5	Tren 1	70.1	64.4	58.4
	Tren 2	66.8	64.1	61.7
	Tren 3	69.6	64.8	59.2
	Tren 4	69.7	66.9	65.7
	Tren 5	68.4	65.9	63.8

A pesar de que la localización del punto está al borde de la vía, ninguno de los valores obtenidos superó el límite normativo, lo que hace presuponer que en el tramo ferrocarril medido se encuentra instalada alguna solución anti-vibratoria, y/o la velocidad de circulación es muy inferior a la teórica de las alternativas propuestas. Es importante destacar que debido a la localización del punto detrás de un muro que limitaba la separación a las vías, no fue posible identificar el material rodante, ni obtener de manera satisfactoria la velocidad de circulación.

4.2.6. Punto 6

El punto 6 se encontraba situado al borde del edificio ubicado en la Calle de Boston 2, y con las coordenadas 41°38'19.35"N, 4°43'59.08" O. En este punto fueron instalados dos acelerómetros, uno próximo al muro que limitaba las vías y otro al borde del edificio.



Configuración de acelerómetros en el Punto 6

En este punto se obtuvieron medidas del paso de cinco trenes, y cuyos valores Law máximos para los dos acelerómetros mostrados (A1 cercano a las vías y A2 al límite de la edificación) son presentados a continuación:

Punto	Tren	A1-Law (dB)	A2-Law (dB)
Punto 6	Tren 1	55.2	52.3
	Tren 2	80.5	53.9
	Tren 3	54.8	44.8
	Tren 4	70.7	51.0
	Tren 5	76.5	50.6

Los resultados obtenidos de los niveles Law muestran dos superaciones de los 75 dB (Trenes 2 y 5), las cuales fueron registradas en el acelerómetro localizado más próximo a las vías. En el acelerómetro localizado en el borde de la edificación no se obtuvieron superaciones de los valores límites, lo cual se debe a las características propias de la edificación, que atenúa los niveles de vibraciones.

4.2.7. Punto 7

El punto 7 se encontraba localizado en las coordenadas 41°39'14.81"N, 4°42'31.15"O, al finalizar la Calle Codo. En este punto se instalaron tres acelerómetros y se pudo registrar el paso de 11 trenes.



Configuración de acelerómetros en el Punto 7

Los resultados Law de las medidas obtenidas para los tres acelerómetros, siendo A1 el más próximo a la vía y A3 el más alejado, son presentados a continuación:

Punto	Tren	A1-Law (dB)	A2-Law (dB)	A3-Law (dB)
Punto 7	Tren 1	68.3	65.0	63.0
	Tren 2	73.5	72.2	72.3
	Tren 3	69.0	66.9	65.8
	Tren 4	68.7	67.2	64.9
	Tren 5	71.6	68.4	65.0
	Tren 6	70.3	68.5	66.7
	Tren 7	68.3	68.1	68.4
	Tren 8	70.7	69.5	68.4
	Tren 9	63.7	64.0	62.7
	Tren 10	64.1	63.7	59.2

Punto	Tren	A1-Law (dB)	A2-Law (dB)	A3-Law (dB)
	Tren 11	67.8	64.9	63.5

4.2.8. Punto 8

El punto de medida 8 se localizó en las coordenadas 41°37'15.53"N, 4°44'27.57"O, al borde del muro que limita las vías, en la intersección de la Av. de Zamora y la Calle Pedro Calvo, próximo al punto 3.



Configuración de acelerómetros en el Punto 7

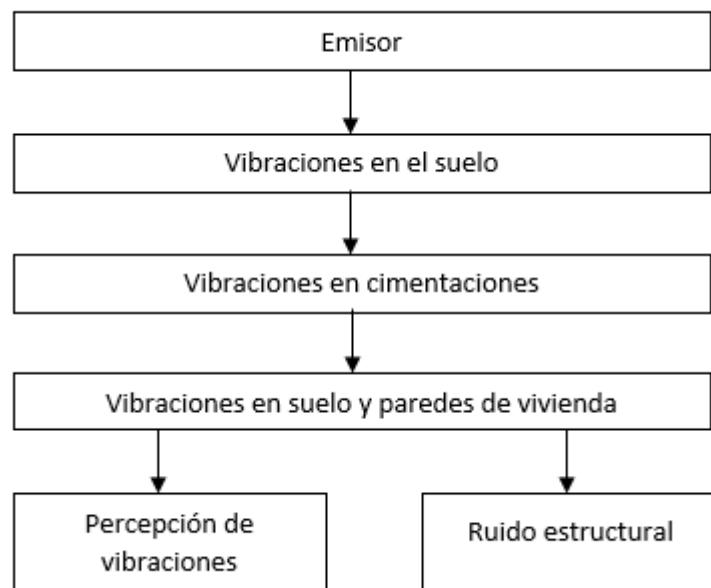
En este punto se registró el paso de nueve trenes, cuyos valores Law máximos de los acelerómetros son presentados a continuación:

Punto	Tren	A1-Law (dB)	A2-Law (dB)	A3-Law (dB)
Punto 8	Tren 1	84.6	76.8	-
	Tren 2	69.1	63.2	-
	Tren 3	69.8	67.8	63.8
	Tren 4	66.0	63.7	60.7
	Tren 5	76.3	75.3	67.3
	Tren 6	74.0	71.3	63.0
	Tren 7	73.4	66.1	61.9
	Tren 8	76.6	76.5	67.7
	Tren 9	69.6	64.3	58.4

Los resultados obtenidos de los niveles Law muestran una superación del límite normativo de 75 dB ante el paso de tres de los trenes (1, 5 y 8), y presentándose dicha superación en general en más de un acelerómetro de la cadena de medida.

4.3. Estimación de las vibraciones futuras

Para el estudio de las vibraciones futuras que podrían afectar a las edificaciones cercanas al trazado, se ha tenido en cuenta el proceso completo de emisión, transmisión y propagación de vibraciones a través del medio. Los trenes de diferentes tipologías que circularán por el nuevo trazado provocarán fuerzas dinámicas inducidas por el material rodante y el contacto rueda – carril. Las vibraciones generadas se transmitirán a través los distintos elementos de vía, y finalmente se propagará por el suelo hasta llegar a las cimentaciones de los edificios cercanos (siempre en contacto con el terreno). Estas vibraciones reaccionarán sobre el terreno vibrante, y las resonancias estructurales de los edificios podrían amplificar las ondas.

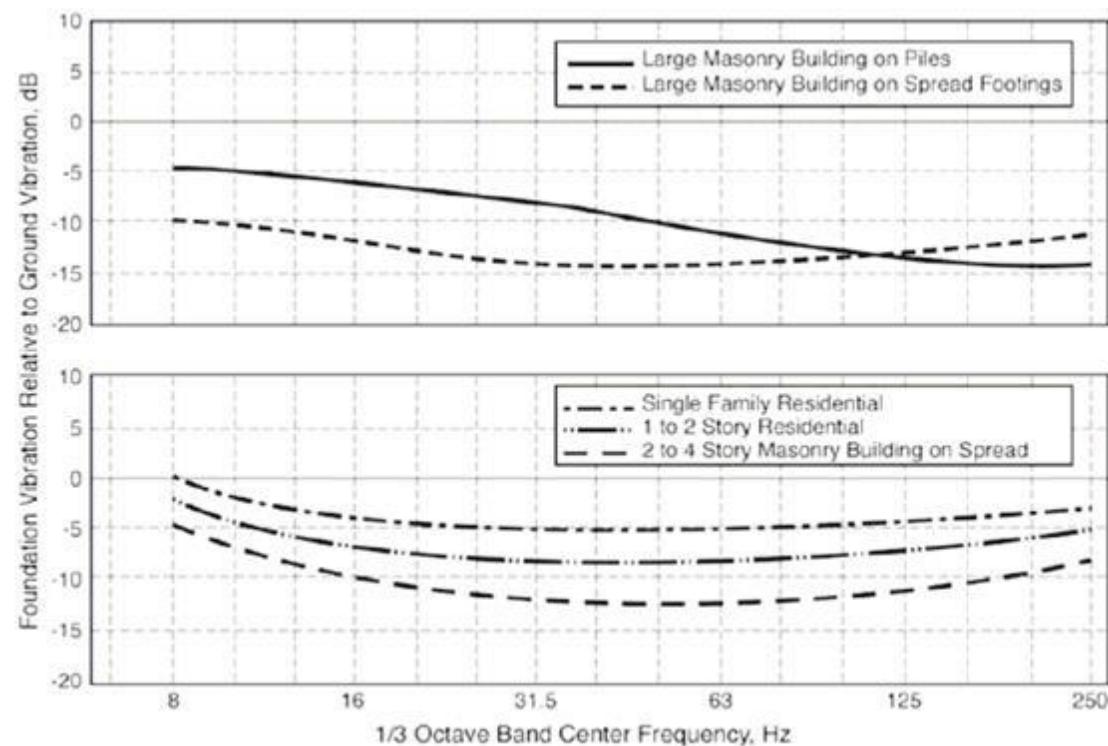


Los cálculos dentro de los modelos se pueden dividirlos en tres partes: emisor, transmisor y receptor.

- *Emisor:* El apartado de emisor tiene en cuenta la tipología del material rodante de la zona objeto de estudio, configuración, cargas por eje y las velocidades de circulación.
- *Transmisor:* el modelo de estudio de la transmisión en el terreno se realiza para estudiar el comportamiento de las vibraciones en su propagación por el terreno, y nos sirve para estimar las vibraciones resultantes a diferentes

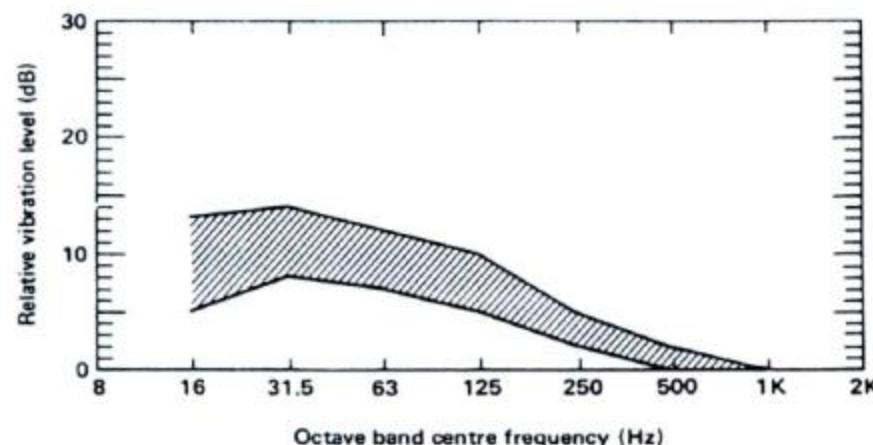
distancias de la fuente a partir de las cargas dinámicas generados por el emisor.

- *Receptor:* Las vibraciones del terreno se transmiten a través de los cimientos del edificio al resto de éste. Este proceso provoca una atenuación típica de los niveles de vibración dependiendo del tipo de edificación. La Figura 3.12 muestra los filtros de atenuación como función de la frecuencia de 5 tipos distintos de edificación. Se hace referencia a la “*Evaluación del impacto de ruido y vibraciones del tránsito*”, Federal Transit Administration EE.UU., 2006.



Según la experiencia en campañas de mediciones, se ha comprobado que la atenuación para edificios de importancia sin cimientos puede ser inferior a las curvas indicadas anteriormente. Éste es el caso típico de almacenes o edificaciones pequeñas.

Debido a la resonancia del suelo, en las plantas dentro de edificios se amplificarán las vibraciones en los forjados. Los siguientes grupos típicos de curvas se utilizan para predecir esta amplificación. Se hace referencia a “*The transportation noise reference book*, Paul Nelson, Butterworth & Co. (Publishers) Ltd., 1987” y a la siguiente figura:



Los valores típicos de estas curvas de referencia se confirmaron para edificaciones en España y para el resto del mundo durante varias campañas de medición. También quedó demostrado que la amplificación es distinta entre edificios y muestra alguna variación dependiendo del tipo de material del suelo, del número de plantas, etc. Asimismo, pueden existir diferencias entre una planta y otra.

4.4. Modelos de cálculo

Se ha procedido a la realización de diferentes modelos con la finalidad de predecir los niveles de vibraciones alcanzados al paso del material rodante. Los modelos numéricos toman en cuenta el escenario futuro, lo que permite establecer las fuentes futuras de emisión de vibraciones en los que se engloban el material rodante, el sistema de vía y características, así como el material rodante que ha de circular en el escenario futuro.

Dentro de los modelos numéricos de cálculo se procede a la creación de modelos de elementos finitos, ya que estos permiten la modelización de situaciones similares a las existentes, partiendo de datos reales de materiales, terreno y datos relativos a las estructuras y tipología de vía. Adicionalmente se emplean datos experimentales obtenidos *in situ* para el ajuste de los modelos numérico, y el modelo de transmisibilidad de Barkan.

Para el diseño de los modelos se han tenido en cuenta las características del terreno, de los elementos de la vía, de la estructura sobre la que se apoya la vía, y características de material rodante como cargas dinámicas de un tren de cercanías y la masa no suspendida que circula sobre la vía.

Los modelos realizados se basan en las secciones transversales de las zonas de actuaciones, adicionalmente se toman en consideración las estructuras más vulnerables a la superación de vibraciones, ya sea por su catalogación o por la reducida distancia geométrica entre el receptor y la fuente de vibraciones.

Para la realización de los modelos de elementos finitos se ha empleado el programa de ANSYS, en el que se evalúa la respuesta de las diferentes secciones del sistema de vía. Debido al método en sí del cálculo numérico, factores esenciales para la realización de los cálculos como puede ser el tiempo de cálculo computacional, pueden verse incrementados debido a las dimensiones del modelo, o a la cantidad de nodos. Por tanto, la dimensión de los modelos realizados ha sido estudiada mediante el estudio de diferentes longitudes y tamaño de elemento, aproximando dicha dimensión hasta comprobar que la relación precisión/tamaño no compromete los resultados.

Como se menciona anteriormente, el ajuste de los modelos numéricos se ha realizado a partir de las condiciones existentes en el entorno y mediante la utilización de datos experimentales obtenidos en la zona de estudio.

A continuación, se describe de manera más detallada los elementos más relevantes del modelo de cálculo.

4.4.1. Escenario futuro

El escenario futuro plantea dos alternativas. La alternativa 1 que no contempla cambio en la configuración actual de vías, sino una adecuación al aumentar la capacidad operativa de tráfico. Mientras que la Alternativa 2 contempla modificaciones en la configuración de vías, buscando mejorar la explotación ferroviaria. En el acceso norte a la altura del PK 180+850 aproximadamente, la vía izquierda comienza a duplicarse por la margen izquierda, dentro del corredor ferroviario existente, y alejada en planta al menos 6,40 metros aproximadamente de la vía actual, con la consecuente eliminación de un andén en apeadero de Valladolid Universidad.

4.4.2. Emisor

Los emisores de vibraciones actuales se basan en Circulaciones de trenes de Larga y Media Distancia de diferentes composiciones para tráfico de viajeros, y en composiciones de mercancías.

Para el escenario futuro, se suprimirán las circulaciones de mercancías, ya que se derivarán por la variante de mercancías, y se mantendrán los tráficos de viajeros, pero actualizados con la nueva frecuencia y tipología de material móvil planteada para el nuevo escenario de explotación ferroviario en el escenario horizonte de 2035.

Por lo anteriormente mencionado, el material móvil asociado a los tráficos que se plantean en el escenario futuro, son:

- Trenes de larga distancia AVE (S102, S114, S130, S330, S250)
- Trenes de larga distancia ALVIA (S120, S121, S130, S730)
- Trenes de media distancia (S448, S470, S447, R449)

4.4.2.1. Velocidades

Las velocidades de estudio adoptadas han sido las mismas del estudio acústico. En la tabla de inventario se muestran las velocidades adoptadas para cada tipo de ancho de vía y configuración correspondiente a la zona próxima a cada ID.

4.4.2.2. Características de la vía

Se plantea una única tipología de vía sobre balasto, variando la configuración del número de vías según la zona y la alternativa de estudio y el ancho (UIC o Ibérico) según la posición de la vía.

4.4.3. Transmisión

La transmisión se refiere a la incidencia de las vibraciones a través del medio, desde su generación por el emisor hasta los receptores. Esta se puede evaluar de dos maneras:

- Mediante cálculo directo de la respuesta según el método de elementos finitos a partir de las condiciones de carga del emisor y las características del medio.
- A través del cálculo de la transmisión de las vibraciones desde un punto a otro según el método de Barkan, que evalúa la transmisibilidad o propagación en función de la frecuencia a través del medio.

La expresión de Barkan relaciona los niveles de vibración entre dos puntos, y se expresa como:

$$v(d) = v(d_0) \left(\frac{d_0}{d} \right)^Y e^{\alpha(d_0 - d)}$$

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 calculada anteriormente a la distancia d_0 , correspondiente a media anchura de la plataforma
- Y es la atenuación geométrica de cada terreno (considerado homogéneo, isótropo y linealmente viscoelástico), debida a la expansión del frente de ondas y determinada experimentalmente
- α es la atenuación debida a la disipación de energía por el terreno, considerada generalmente nula.

Los valores típicos de Y que ajustan la expresión teórica de BARKAN y al modelo de elementos finitos, se basarán en los resultados de atenuación del terreno (en el dominio de la frecuencia), obtenidos a partir de datos experimentales.

Para la realización del modelo de elementos finitos se ha tenido en cuenta la geología de la zona extraída a partir de perfiles geológicos. Para dicha geología se ha estudiado el “*Proyecto de Construcción de los pasos inferiores de conexión entre las calles Panaderos y Labradores con la Avd. de Segovia en el PK 179+700 de la Línea de Alta Velocidad Madrid – Chamartín – Bif. Venta de Baños. Término municipal de Valladolid (Valladolid)*”. En dicho estudio, en el que el trazado se

comparte con el presente proyecto, se tuvo en cuenta el estudio geológico del mismo, obteniéndose las siguientes propiedades mecánicas:

Descripción	Densidad aparente (g/cm ³)	Ángulo de rozamiento φ (º)	Cohesión (Kg/cm ²)	Módulo de deformación E (Kg/cm ²)
Rellenos antrópicos	1.80	28	0.00	120
Suelo aluvial	2.08	35	0.05	400
Sustrato terciario	2.085	36	0.49	1 919

4.4.4. Modelos de elementos finitos

Para el análisis de las vibraciones se han realizados diferentes modelos de elementos finitos en ANSYS, a partir de las diferentes secciones para cada una de las alternativas propuestas.

A modo resumen se presentan las secciones más relevantes por estar localizadas en las zonas más críticas.

4.4.4.1. Canal Acceso sur

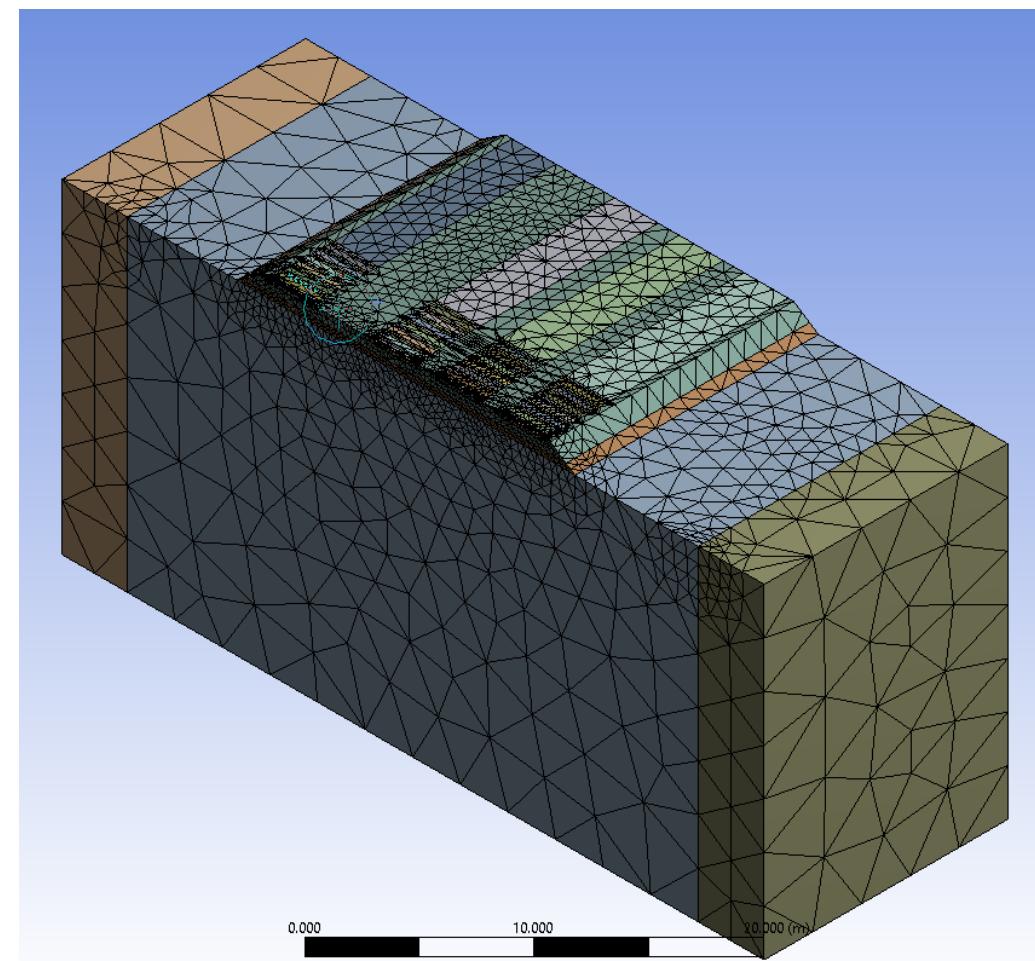
Esta sección se realiza en el tramo de acceso del canal sur y está conformada por cuatro vías, las dos izquierdas con ancho UIC y las dos derechas con ancho Ibérico. La vía más a la derecha en ancho ibérico, no está integrada como vía general, ya que actualmente da acceso a las instalaciones de Redalsa, Argales y Esperanza.

Puesto que las alternativas contemplan que, con el cambio en la explotación ferroviaria, estas instalaciones van a quedar en desuso, esta vía queda inutilizada para la alternativa 1 hasta el escape que se encuentra a la altura de la instalación de Esperanza en el pk 247+800 según vía ibérica, punto desde donde esta vía se seguirá utilizando para favorecer la explotación en la cabecera Sur de la estación.

Para el caso de la alternativa 2, también quedará inutilizada, pero en este caso, hasta la estructura de Arco Ladrillo.

Para estas secciones se han tomado en cuenta las propiedades mecánicas del balasto, sub-balasto, capa de forma, y las propiedades del terreno. Como parte

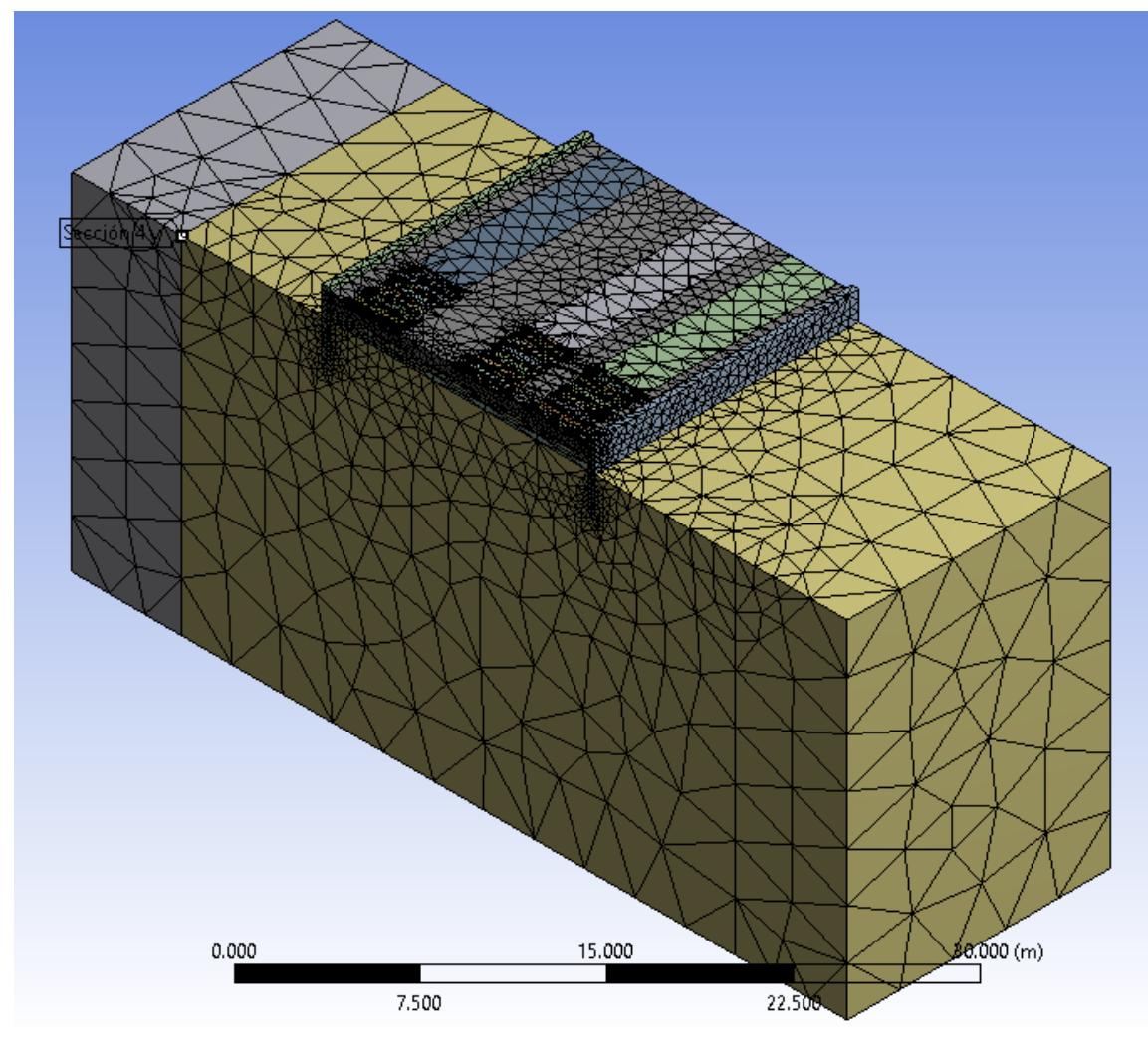
del análisis de la “emisión”, se han considerado las diferentes tipologías de material rodante y las velocidades de circulación.



Sección acceso canal sur-Alternativa 2

4.4.4.2. Canal Acceso Norte

En el acceso del canal norte se presentan diferentes secciones transversales en función de la alternativa y del PK. Las secciones definidas se plantean de forma similar a las del acceso sur, con sus correspondientes números de vías y separaciones entre ellos.



La sección anterior correspondiente a la alternativa 2, entre los PPKK 180+930 y 182 +120. Es representativa de un tramo donde ya queda implantada la nueva vía en ancho UIC que forma parte de la duplicación.

Como puede observarse, es una sección conformada por dos vías de ancho UIC y una vía de ancho Ibérico (el derecho). En este tramo la sección para el caso de la alternativa 1, es igual, pero sin la vía de ancho UIC localizada más a la izquierda.

4.4.4.3. Cálculo de la respuesta

El cálculo de la respuesta para la estimación de las vibraciones en los receptores cercanos se realiza a partir de la evaluación de las vibraciones transmitidas desde las vías correspondientes e inducidas por el material rodante.

La respuesta se obtiene en puntos del terreno adyacentes a la vía y para un mismo modelo de elementos finito esta depende del material rodante, de la velocidad de circulación y de las condiciones de calidad de vía seleccionadas en el análisis.

4.4.5. Recepción en edificaciones

Una vez analizada la proximidad entre la infraestructura ferroviaria y los edificios analizados, la tipología de vía, tipo de material rodante que circule, la velocidad de paso, la transmisibilidad del terreno, las características geológicas, etc. Se toma en consideración el acoplamiento y amplificación estructural en función de la tipología de edificios.

Tomados en cuenta los parámetros establecidos anteriormente, se calcula el índice global previsto de la vibración Law conforme a las definiciones recogidas en el *Real Decreto 1367/2007 por el que se desarrolla la Ley del Ruido*, considerando la atenuación de las vibraciones para cada banda de tercio de octava a una distancia dada del eje de la vía:

$$L_{aw} = 20 \log \left(\frac{a_w}{a_0} \right)$$

Siendo:

- a_w : el máximo valor eficaz (RMS) de la señal de aceleración, con ponderación Wm, en el tiempo t, $a_w(t)$, en m/s^2 .
- a_0 : la aceleración de referencia (10^{-6}) m/s^2 .

5. Inventario de edificaciones

En cuanto al inventario de receptores sensibles, en la zona de estudio existen varias construcciones de varios usos. Para la relación de edificios que por su mayor proximidad a la futura traza se puedan ver afectadas por mayores niveles, se tienen en cuenta los edificios que se encuentran a 70 metros o menos del eje de la traza.

En la siguiente tabla se expone el inventario actual de los receptores sensibles según el Real Decreto 1367/2007 (Usos de vivienda, hospitalario, o educativo y cultural), y de los escenarios correspondientes a las dos alternativas propuestas, con aquellos edificios que se encuentran dentro de la banda de afección, y que por lo tanto son susceptibles de ser afectados por las vibraciones. Los usos industriales y otros no considerados en el Real Decreto 1367/2007 no son presentados en la tabla de inventario ni tampoco tomados en cuenta a los fines de evaluar los índices de vibraciones.

En las tablas se han dispuesto los parámetros ID, PK, Margen, Plantas, uso, Distancia al eje y Velocidad del tramo.

- ID: número de identificador de la edificación.
- PK: punto kilométrico del tramo en el que se sitúa la edificación.
- Margen: margen respecto de la vía en la que se encuentra la edificación.

- Plantas: Número de plantas en altura sobre el nivel del suelo de la edificación.
- Uso: Uso al que está destinado la edificación (Solo se muestran residenciales, sanitarios y educativos o culturales).
- Dist. Alt. 1: Distancia de la edificación al eje más cercano de la alternativa 1.
- Dist. Alt. 2: Distancia de la edificación al eje más cercano de la alternativa 2.
- Alt. 1 – Vel. Ancho UIC: Velocidad del tramo correspondiente a la edificación para la alternativa 1 y la vía de ancho UIC.
- Alt. 1 – Vel. Ancho Ibérico: Velocidad del tramo correspondiente a la edificación para la alternativa 1 y la vía de ancho Ibérico.
- Alt. 2 – Vel. Ancho UIC: Velocidad del tramo correspondiente a la edificación para la alternativa 2 y la vía de ancho UIC.
- Alt. 2 – Vel. Ancho Ibérico: Velocidad del tramo correspondiente a la edificación para la alternativa 2 y la vía de ancho Ibérico.

Las edificaciones representadas son aquellas que se encuentran en actualmente en uso, dejando fuera de estudio aquellas en construcción, usos industriales o que forman parte de futuros planes urbanísticos.

A continuación, se muestran las edificaciones en situación actual, teniendo en cuenta los limitantes comentados anteriormente.

ID	PK	Margen	Plantas	Uso	Dist. Alt. 1 (m)	Dist. Alt. 2 (m)	Alt. 1 – Vel. Ancho UIC (Km/h)	Alt. 1 – Vel. Ancho Ibérico (Km/h)	Alt. 2 – Vel. Ancho UIC (Km/h)	Alt. 2 – Velocidad Ancho Ibérico (Km/h)
131	176+460	Izquierdo	1	Residencial	3.9	3.9	160.0	160.0	160.0	160.0
128	176+450	Izquierdo	2	Residencial	4.0	4.0	160.0	160.0	160.0	160.0
360	178+010	Izquierdo	2	Residencial	4.2	4.2	140.0	140.0	140.0	140.0
344	177+960	Izquierdo	2	Residencial	4.2	4.2	140.0	140.0	140.0	140.0
382	178+060	Izquierdo	2	Residencial	4.3	4.3	110.0	110.0	110.0	110.0
146	176+540	Izquierdo	1	Residencial	4.3	4.3	160.0	160.0	160.0	160.0
400	178+100	Izquierdo	1	Residencial	4.3	4.3	110.0	110.0	110.0	110.0
151	176+560	Izquierdo	1	Residencial	4.5	4.5	160.0	160.0	160.0	160.0
409	178+130	Izquierdo	1	Residencial	5.0	5.0	50.0	110.0	50.0	110.0
338	177+950	Izquierdo	2	Residencial	5.8	5.8	140.0	140.0	140.0	140.0
515	178+900	Derecho	2	Residencial	6.1	6.4	50.0	50.0	50.0	50.0
396	178+090	Izquierdo	1	Residencial	6.4	6.4	110.0	110.0	110.0	110.0
423	178+200	Izquierdo	1	Residencial	6.8	6.8	50.0	110.0	50.0	110.0
411	178+150	Izquierdo	2	Residencial	8.0	8.0	50.0	110.0	50.0	110.0
350	177+990	Izquierdo	2	Residencial	8.2	8.2	140.0	140.0	140.0	140.0
351	178+000	Izquierdo	2	Residencial	8.2	8.2	140.0	140.0	140.0	140.0
463	178+650	Derecho	10	Residencial	10.0	11.2	50.0	50.0	50.0	50.0
530	178+960	Izquierdo	9	Residencial	10.1	10.2	50.0	50.0	50.0	50.0
538	179+030	Izquierdo	8	Residencial	12.2	12.4	50.0	50.0	50.0	50.0
316	177+930	Izquierdo	2	Residencial	14.8	14.8	140.0	140.0	140.0	140.0
512	178+880	Derecho	10	Residencial	15.4	15.8	50.0	50.0	50.0	50.0
340	177+960	Izquierdo	2	Residencial	15.4	15.4	140.0	140.0	140.0	140.0
266	177+750	Izquierdo	4	Residencial	15.6	15.7	140.0	140.0	140.0	140.0
403	178+120	Izquierdo	2	Residencial	15.7	15.7	50.0	110.0	50.0	110.0
133	176+500	Izquierdo	1	Residencial	15.8	15.8	160.0	160.0	160.0	160.0
352	178+000	Izquierdo	1	Residencial	16.3	16.3	140.0	140.0	140.0	140.0
290	177+860	Izquierdo	3	Residencial	16.6	16.6	140.0	140.0	140.0	140.0
276	177+840	Izquierdo	6	Residencial	16.7	16.7	140.0	140.0	140.0	140.0
398	178+090	Izquierdo	3	Residencial	16.8	16.8	110.0	110.0	110.0	110.0
379	178+070	Izquierdo	1	Residencial	16.8	16.8	110.0	110.0	110.0	110.0
141	176+530	Izquierdo	3	Residencial	17.3	17.3	160.0	160.0	160.0	160.0
363	178+020	Izquierdo	2	Residencial	17.6	17.6	110.0	110.0	110.0	110.0
675	179+860	Izquierdo	9	Residencial	17.7	18.2	50.0	50.0	50.0	50.0
155	176+650	Izquierdo	5	Residencial	18.0	18.0	160.0	160.0	160.0	160.0
714	179+960	Izquierdo	4	Residencial	18.3	18.4	50.0	50.0	50.0	50.0
726	180+000	Izquierdo	4	Residencial	18.3	18.3	50.0	50.0	50.0	50.0
734	180+020	Izquierdo	3	Residencial	18.4	18.2	50.0	50.0	50.0	50.0
442	178+440	Izquierdo	6	Residencial	18.5	18.5	50.0	80.0	50.0	80.0
693	179+890	Izquierdo	5	Residencial	18.6	19.0	50.0	50.0	50.0	50.0
701	179+910	Izquierdo	4	Residencial	18.8	19.0	50.0	50.0	50.0	50.0
743	180+070	Izquierdo	7	Residencial	18.8	18.4	60.0	80.0	60.0	80.0
721	179+960	Izquierdo	2	Residencial	18.8	18.9	50.0	50.0	50.0	50.0
745	180+090	Izquierdo	9	Residencial	18.8	18.4	60.0	80.0	60.0	80.0
710	179+940	Izquierdo	3	Residencial	18.9	19.0	50.0	50.0	50.0	50.0
737	180+040	Izquierdo	4	Residencial	18.9	18.7	60.0	80.0	60.0	80.0
750	180+110	Izquierdo	4	Residencial	18.9	18.4	60.0	80.0	60.0	80.0

ID	PK	Margen	Plantas	Uso	Dist. Alt. 1 (m)	Dist. Alt. 2 (m)	Alt. 1 – Vel. Ancho UIC (Km/h)	Alt. 1 – Vel. Ancho Ibérico (Km/h)	Alt. 2 – Vel. Ancho UIC (Km/h)	Alt. 2 – Velocidad Ancho Ibérico (Km/h)
759	180+130	Izquierdo	9	Residencial	19.0	18.4	60.0	80.0	60.0	80.0
432	178+320	Izquierdo	5	Residencial	19.1	19.1	50.0	110.0	50.0	110.0
129	176+460	Izquierdo	1	Residencial	19.2	19.2	160.0	160.0	160.0	160.0
436	178+340	Izquierdo	8	Residencial	19.2	19.2	50.0	80.0	50.0	80.0
438	178+370	Izquierdo	5	Residencial	19.2	19.2	50.0	80.0	50.0	80.0
272	177+800	Izquierdo	2	Residencial	19.3	19.3	140.0	140.0	140.0	140.0
465	178+590	Izquierdo	7	Residencial	19.7	9.7	50.0	80.0	50.0	80.0
1285	181+890	Izquierdo	2	Residencial	19.9	13.4	120.0	125.0	120.0	125.0
1245	181+810	Izquierdo	3	Residencial	19.9	13.5	120.0	125.0	120.0	125.0
468	178+630	Izquierdo	7	Residencial	19.9	6.9	50.0	80.0	50.0	80.0
1253	181+820	Izquierdo	2	Residencial	20.0	13.5	120.0	125.0	120.0	125.0
473	178+660	Izquierdo	10	Residencial	20.0	7.6	50.0	50.0	50.0	50.0
386	178+070	Izquierdo	1	Residencial	20.1	20.1	110.0	110.0	110.0	110.0
450	178+520	Izquierdo	11	Residencial	20.4	15.2	50.0	80.0	50.0	80.0
484	178+700	Izquierdo	5	Residencial	20.6	6.8	50.0	50.0	50.0	50.0
662	179+830	Izquierdo	5	Residencial	20.7	21.5	50.0	50.0	50.0	50.0
420	178+160	Izquierdo	2	Residencial	20.8	20.8	50.0	110.0	50.0	110.0
1292	181+920	Izquierdo	1	Residencial	21.0	14.5	120.0	125.0	120.0	125.0
670	179+840	Izquierdo	7	Residencial	21.0	21.6	50.0	50.0	50.0	50.0
198	176+880	Izquierdo	5	Residencial	21.2	21.2	160.0	160.0	160.0	160.0
1301	181+960	Izquierdo	2	Residencial	21.9	15.4	120.0	125.0	120.0	125.0
1083	181+300	Derecho	1	Residencial	22.0	22.0	120.0	125.0	120.0	125.0
970	180+870	Izquierdo	11	Residencial	22.0	15.6	60.0	125.0	60.0	125.0
1308	181+970	Izquierdo	1	Residencial	22.4	16.0	120.0	125.0	120.0	125.0
204	176+940	Izquierdo	11	Residencial	22.5	22.4	160.0	160.0	160.0	160.0
181	176+810	Izquierdo	1	Residencial	22.5	22.4	160.0	160.0	160.0	160.0
1100	181+320	Derecho	2	Residencial	22.8	22.8	120.0	125.0	120.0	125.0
1154	181+540	Izquierdo	6	Residencial	22.8	16.4	120.0	125.0	120.0	125.0
1320	181+980	Izquierdo	2	Residencial	22.8	16.3	120.0	125.0	120.0	125.0
1007	180+990	Izquierdo	5	Residencial	22.9	16.5	60.0	125.0	60.0	125.0
984	180+940	Izquierdo	5	Residencial	22.9	16.5	60.0	125.0	60.0	125.0
1174	181+690	Izquierdo	3	Residencial	23.0	16.5	120.0	125.0	120.0	125.0
1041	181+110	Izquierdo	6	Residencial	23.0	16.9	60.0	125.0	60.0	125.0
723	179+970	Izquierdo	7	Residencial	23.1	23.2	50.0	50.0	50.0	50.0
1326	181+980	Izquierdo	1	Residencial	23.1	16.7	120.0	125.0	120.0	125.0
953	180+820	Izquierdo	5	Residencial	23.2	16.7	60.0	125.0	60.0	125.0
1045	181+150	Izquierdo	5	Residencial	23.2	17.5	60.0	125.0	60.0	125.0
1039	181+230	Derecho	5	Residencial	23.2	23.2	120.0	125.0	120.0	125.0
1050	181+160	Izquierdo	4	Residencial	23.2	17.8	60.0	125.0	60.0	125.0
172	176+770	Izquierdo	10	Residencial	23.3	23.3	160.0	160.0	160.0	160.0
1053	181+180	Izquierdo	5	Residencial	23.3	18.3	60.0	125.0	60.0	125.0
1334	181+990	Izquierdo	1	Residencial	23.5	17.0	120.0	125.0	120.0	125.0
426	178+230	Izquierdo	9	Residencial	23.6	23.6	50.0	110.0	50.0	110.0
778	180+170	Izquierdo	5	Residencial	23.8	17.8	60.0	80.0	60.0	80.0
1339	182+010	Izquierdo	1	Residencial	23.9	17.4	120.0	125.0	120.0	125.0
771	180+150	Izquierdo	8	Residencial	24.0	18.4	60.0	80.0	60.0	80.0

ID	PK	Margen	Plantas	Uso	Dist. Alt. 1 (m)	Dist. Alt. 2 (m)	Alt. 1 – Vel. Ancho UIC (Km/h)	Alt. 1 – Vel. Ancho Ibérico (Km/h)	Alt. 2 – Vel. Ancho UIC (Km/h)	Alt. 2 - Velocidad Ancho Ibérico (Km/h)
1159	181+530	Derecho	4	Residencial	24.1	24.1	120.0	125.0	120.0	125.0
208	177+030	Izquierdo	12	Residencial	24.2	24.2	160.0	160.0	160.0	160.0
1338	182+020	Izquierdo	1	Residencial	24.2	17.8	120.0	125.0	120.0	125.0
190	176+830	Izquierdo	2	Residencial	24.7	24.7	160.0	160.0	160.0	160.0
414	178+150	Izquierdo	1	Residencial	24.7	24.7	50.0	110.0	50.0	110.0
1345	182+030	Izquierdo	2	Residencial	24.8	18.3	120.0	125.0	120.0	125.0
1199	181+750	Izquierdo	2	Residencial	24.8	18.3	120.0	125.0	120.0	125.0
91	175+860	Izquierdo	3	Residencial	24.9	24.9	160.0	160.0	160.0	160.0
99	175+940	Izquierdo	3	Residencial	25.1	25.1	160.0	160.0	160.0	160.0
781	180+180	Izquierdo	4	Residencial	25.1	18.6	60.0	80.0	60.0	80.0
113	176+190	Izquierdo	5	Residencial	25.2	25.2	160.0	160.0	160.0	160.0
102	175+980	Izquierdo	2	Residencial	25.2	25.2	160.0	160.0	160.0	160.0
75	175+600	Izquierdo	2	Sanitario	25.2	25.2	160.0	160.0	160.0	160.0
1352	182+030	Izquierdo	1	Residencial	25.2	18.7	120.0	125.0	120.0	125.0
1192	181+750	Izquierdo	1	Residencial	25.4	18.9	120.0	125.0	120.0	125.0
821	180+350	Izquierdo	10	Residencial	25.4	18.9	60.0	90.0	60.0	90.0
1067	181+270	Derecho	1	Residencial	25.4	25.4	120.0	125.0	120.0	125.0
280	177+830	Izquierdo	3	Residencial	25.5	25.5	140.0	140.0	140.0	140.0
46	175+280	Izquierdo	2	Residencial	25.6	25.6	160.0	160.0	160.0	160.0
940	180+790	Izquierdo	5	Residencial	25.6	19.1	60.0	90.0	60.0	90.0
335	177+940	Izquierdo	2	Residencial	25.7	25.7	140.0	140.0	140.0	140.0
1085	181+380	Izquierdo	5	Residencial	25.7	21.4	120.0	125.0	120.0	125.0
1139	181+420	Izquierdo	6	Residencial	25.7	20.5	120.0	125.0	120.0	125.0
353	178+000	Izquierdo	3	Residencial	25.8	25.8	140.0	140.0	140.0	140.0
930	180+720	Izquierdo	9	Residencial	25.8	19.2	60.0	90.0	60.0	90.0
47	175+300	Izquierdo	2	Residencial	25.9	25.9	160.0	160.0	160.0	160.0
162	176+690	Izquierdo	6	Residencial	26.0	26.0	160.0	160.0	160.0	160.0
296	177+870	Izquierdo	2	Residencial	26.0	26.0	140.0	140.0	140.0	140.0
794	180+220	Izquierdo	3	Educativo	26.0	19.5	60.0	80.0	60.0	80.0
914	180+720	Izquierdo	7	Residencial	26.1	19.9	60.0	90.0	60.0	90.0
1364	182+060	Izquierdo	2	Residencial	26.2	19.7	120.0	125.0	120.0	125.0
904	180+660	Izquierdo	4	Residencial	26.2	19.7	60.0	90.0	60.0	90.0
45	175+250	Izquierdo	2	Residencial	26.3	26.3	160.0	160.0	160.0	160.0
866	180+520	Izquierdo	7	Residencial	26.3	19.8	60.0	90.0	60.0	90.0
861	180+510	Izquierdo	5	Residencial	26.3	19.8	60.0	90.0	60.0	90.0
67	175+530	Izquierdo	3	Residencial	26.4	26.4	160.0	160.0	160.0	160.0
842	180+490	Izquierdo	7	Residencial	26.4	19.9	60.0	90.0	60.0	90.0
1235	181+790	Izquierdo	2	Residencial	26.5	20.1	120.0	125.0	120.0	125.0
30	175+110	Izquierdo	2	Residencial	26.7	26.7	160.0	160.0	160.0	160.0
1478	184+920	Izquierdo	2	Residencial	26.7	26.7	160.0	140.0	160.0	140.0
1389	182+120	Izquierdo	1	Residencial	26.7	20.2	120.0	125.0	120.0	125.0
878	180+580	Izquierdo	6	Residencial	26.7	20.2	60.0	90.0	60.0	90.0
807	180+290	Izquierdo	6	Residencial	26.7	20.2	60.0	80.0	60.0	80.0
873	180+560	Izquierdo	4	Residencial	26.7	20.2	60.0	90.0	60.0	90.0
798	180+230	Izquierdo	1	Educativo	26.8	20.3	60.0	80.0	60.0	80.0
94	175+880	Izquierdo	3	Residencial	26.9	26.9	160.0	160.0	160.0	160.0

ID	PK	Margen	Plantas	Uso	Dist. Alt. 1 (m)	Dist. Alt. 2 (m)	Alt. 1 – Vel. Ancho UIC (Km/h)	Alt. 1 – Vel. Ancho Ibérico (Km/h)	Alt. 2 – Vel. Ancho UIC (Km/h)	Alt. 2 - Velocidad Ancho Ibérico (Km/h)
1373	182+070	Izquierdo	1	Residencial	26.9	20.4	120.0	125.0	120.0	125.0
194	176+850	Izquierdo	5	Residencial	26.9	26.9	160.0	160.0	160.0	160.0
889	180+650	Izquierdo	9	Residencial	27.0	20.5	60.0	90.0	60.0	90.0
801	180+250	Izquierdo	8	Residencial	27.0	20.5	60.0	80.0	60.0	80.0
827	180+360	Izquierdo	9	Residencial	27.1	20.6	60.0	90.0	60.0	90.0
514	178+880	Derecho	8	Residencial	27.2	27.6	50.0	50.0	50.0	50.0
829	180+430	Izquierdo	10	Residencial	27.4	20.8	60.0	90.0	60.0	90.0
1385	182+120	Izquierdo	3	Residencial	27.4	20.9	120.0	125.0	120.0	125.0
1212	181+760	Izquierdo	1	Residencial	27.4	20.9	120.0	125.0	120.0	125.0
2	174+930	Izquierdo	2	Residencial	27.5	27.5	160.0	160.0	160.0	160.0
1177	181+720	Izquierdo	2	Residencial	27.8	21.3	120.0	125.0	120.0	125.0
645	179+810	Izquierdo	4	Residencial	27.9	27.6	50.0	50.0	50.0	50.0
56	175+410	Izquierdo	3	Residencial	28.0	28.0	160.0	160.0	160.0	160.0
1189	181+740	Izquierdo	2	Residencial	28.1	21.7	120.0	125.0	120.0	125.0
84	175+750	Izquierdo	5	Residencial	28.2	28.2	160.0	160.0	160.0	160.0
36	175+190	Izquierdo	3	Residencial	28.2	28.2	160.0	160.0	160.0	160.0
366	178+030	Izquierdo	1	Residencial	28.3	28.3	110.0	110.0	110.0	110.0
814	180+370	Derecho	9	Residencial	28.3	28.3	60.0	90.0	60.0	90.0
823	180+460	Derecho	9	Residencial	28.3	28.3	60.0	90.0	60.0	90.0
844	180+500	Derecho	4	Residencial	28.3	28.3	60.0	90.0	60.0	90.0
549	179+090	Izquierdo	9	Residencial	28.4	28.6	50.0	50.0	50.0	50.0
864	180+550	Derecho	6	Residencial	29.2	29.2	60.0	90.0	60.0	90.0
1335	182+000	Izquierdo	2	Residencial	29.4	22.9	120.0	125.0	120.0	125.0
490	178+790	Derecho	6	Residencial	29.5	29.7	50.0	50.0	50.0	50.0
38	175+190	Izquierdo	2	Residencial	29.8	29.8	160.0	160.0	160.0	160.0
104	176+050	Izquierdo	2	Residencial	29.8	29.8	160.0	160.0	160.0	160.0
762	180+310	Derecho	8	Residencial	29.9	29.9	60.0	80.0	60.0	80.0
922	180+720	Derecho	6	Residencial	30.2	30.2	60.0	90.0	60.0	90.0
1090	181+300	Derecho	1	Residencial	30.3	30.3	120.0	125.0	120.0	125.0
79	175+650	Izquierdo	3	Residencial	30.3	30.3	160.0	160.0	160.0	160.0
1185	181+720	Izquierdo	1	Residencial	30.3	23.9	120.0	125.0	120.0	125.0
18	174+970	Izquierdo	2	Residencial	30.4	30.4	160.0	160.0	160.0	160.0
11	174+950	Izquierdo	2	Residencial	30.4	30.4	160.0	160.0	160.0	160.0
215	177+100	Izquierdo	12	Residencial	30.4	30.4	160.0	160.0	160.0	160.0
81	175+680	Izquierdo	3	Residencial	30.4	30.4	160.0	160.0	160.0	160.0
1124	181+370	Derecho	1	Educativo	30.4	30.4	120.0	125.0	120.0	125.0
27	175+040	Izquierdo	5	Residencial	30.7	30.7	160.0	160.0	160.0	160.0
1146	181+410	Derecho	5	Educativo	31.1	31.1	120.0	125.0	120.0	125.0
399	178+100	Izquierdo	2	Residencial	31.2	31.2	110.0	110.0	110.0	110.0
40	175+200	Izquierdo	1	Residencial	31.2	31.2	160.0	160.0	160.0	160.0
149	176+550	Izquierdo	3	Residencial	31.3	31.3	160.0	160.0	160.0	160.0
905	180+670	Derecho	6	Residencial	31.5	31.5	60.0	90.0	60.0	90.0
57	175+440	Izquierdo	3	Residencial	31.8	31.8	160.0	160.0	160.0	160.0
654	179+860	Derecho	7	Residencial	31.8	30.8	50.0	50.0	50.0	50.0
945	180+780	Derecho	6	Residencial	32.5	32.5	60.0	90.0	60.0	90.0
1071	181+290	Derecho	1	Residencial	32.5	32.5	120.0	125.0	120.0	125.0

ID	PK	Margen	Plantas	Uso	Dist. Alt. 1 (m)	Dist. Alt. 2 (m)	Alt. 1 – Vel. Ancho UIC (Km/h)	Alt. 1 – Vel. Ancho Ibérico (Km/h)	Alt. 2 – Vel. Ancho UIC (Km/h)	Alt. 2 - Velocidad Ancho Ibérico (Km/h)
959	180+850	Derecho	5	Residencial	32.8	32.8	60.0	125.0	60.0	125.0
735	180+140	Derecho	10	Residencial	32.8	32.8	60.0	80.0	60.0	80.0
699	180+000	Derecho	10	Residencial	32.9	32.9	50.0	50.0	50.0	50.0
20	174+990	Izquierdo	2	Residencial	32.9	32.9	160.0	160.0	160.0	160.0
700	179+970	Derecho	7	Residencial	32.9	32.9	50.0	50.0	50.0	50.0
697	179+960	Derecho	4	Residencial	33.0	33.0	50.0	50.0	50.0	50.0
732	180+080	Derecho	10	Residencial	33.0	33.0	60.0	80.0	60.0	80.0
1377	182+090	Izquierdo	2	Residencial	33.2	26.7	120.0	125.0	120.0	125.0
1006	180+960	Derecho	4	Residencial	33.2	33.2	60.0	125.0	60.0	125.0
1017	181+050	Derecho	5	Residencial	33.2	33.2	60.0	125.0	60.0	125.0
416	178+150	Izquierdo	2	Residencial	33.6	33.6	50.0	110.0	50.0	110.0
683	179+930	Derecho	6	Residencial	33.7	33.7	50.0	50.0	50.0	50.0
1183	181+730	Derecho	6	Residencial	33.8	33.8	120.0	125.0	120.0	125.0
672	179+920	Derecho	5	Residencial	33.9	33.9	50.0	50.0	50.0	50.0
179	176+800	Izquierdo	2	Residencial	34.2	34.2	160.0	160.0	160.0	160.0
978	180+900	Izquierdo	4	Residencial	34.3	27.8	60.0	125.0	60.0	125.0
324	177+920	Izquierdo	1	Residencial	34.6	34.6	140.0	140.0	140.0	140.0
279	177+840	Izquierdo	2	Residencial	35.3	35.3	140.0	140.0	140.0	140.0
405	178+130	Izquierdo	1	Residencial	35.5	35.5	50.0	110.0	50.0	110.0
391	178+080	Izquierdo	3	Residencial	35.8	35.8	110.0	110.0	110.0	110.0
869	180+530	Izquierdo	3	Residencial	36.0	29.5	60.0	90.0	60.0	90.0
795	180+220	Izquierdo	2	Educativo	36.2	29.7	60.0	80.0	60.0	80.0
747	180+090	Izquierdo	4	Residencial	36.2	35.8	60.0	80.0	60.0	80.0
507	178+870	Derecho	11	Residencial	36.4	36.8	50.0	50.0	50.0	50.0
1175	181+680	Izquierdo	1	Residencial	36.5	30.1	120.0	125.0	120.0	125.0
1459	184+500	Izquierdo	1	Residencial	36.7	36.7	160.0	140.0	160.0	140.0
766	180+120	Izquierdo	4	Residencial	37.3	36.7	60.0	80.0	60.0	80.0
756	180+100	Izquierdo	5	Residencial	37.4	36.9	60.0	80.0	60.0	80.0
770	180+130	Izquierdo	3	Residencial	37.6	36.7	60.0	80.0	60.0	80.0
760	180+110	Izquierdo	3	Residencial	37.6	37.0	60.0	80.0	60.0	80.0
836	180+510	Derecho	8	Residencial	37.9	37.9	60.0	90.0	60.0	90.0
689	179+980	Derecho	5	Residencial	38.0	38.0	50.0	50.0	50.0	50.0
746	180+070	Izquierdo	5	Residencial	39.1	38.7	60.0	80.0	60.0	80.0
311	177+880	Izquierdo	3	Residencial	40.1	40.1	140.0	140.0	140.0	140.0
50	175+360	Izquierdo	2	Residencial	40.2	40.2	160.0	160.0	160.0	160.0
34	175+150	Izquierdo	3	Residencial	40.3	40.3	160.0	160.0	160.0	160.0
222	177+190	Izquierdo	12	Residencial	40.5	40.5	160.0	160.0	160.0	160.0
470	178+640	Izquierdo	10	Residencial	41.1	18.7	50.0	50.0	50.0	50.0
774	180+160	Izquierdo	5	Residencial	41.2	36.5	60.0	80.0	60.0	80.0
406	178+130	Izquierdo	2	Residencial	41.2	41.2	50.0	110.0	50.0	110.0
137	176+490	Izquierdo	2	Residencial	41.4	41.4	160.0	160.0	160.0	160.0
542	179+060	Izquierdo	5	Residencial	41.6	41.7	50.0	50.0	50.0	50.0
1089	181+310	Derecho	1	Residencial	41.6	41.6	120.0	125.0	120.0	125.0
1166	181+550	Izquierdo	7	Residencial	42.1	35.6	120.0	125.0	120.0	125.0
245	177+600	Izquierdo	10	Residencial	42.3	42.3	160.0	160.0	160.0	160.0
783	180+160	Izquierdo	3	Residencial	42.7	36.5	60.0	80.0	60.0	80.0

ID	PK	Margen	Plantas	Uso	Dist. Alt. 1 (m)	Dist. Alt. 2 (m)	Alt. 1 – Vel. Ancho UIC (Km/h)	Alt. 1 – Vel. Ancho Ibérico (Km/h)	Alt. 2 – Vel. Ancho UIC (Km/h)	Alt. 2 – Velocidad Ancho Ibérico (Km/h)
390	178+080	Izquierdo	1	Residencial	42.8	42.8	110.0	110.0	110.0	110.0
637	179+740	Izquierdo	10	Residencial	42.9	44.0	50.0	50.0	50.0	50.0
313	177+880	Izquierdo	1	Residencial	43.2	43.2	140.0	140.0	140.0	140.0
907	180+660	Izquierdo	5	Residencial	43.2	36.7	60.0	90.0	60.0	90.0
228	177+420	Izquierdo	10	Residencial	43.4	43.4	160.0	160.0	160.0	160.0
731	180+010	Izquierdo	3	Residencial	43.7	43.6	50.0	50.0	50.0	50.0
371	178+040	Izquierdo	3	Residencial	43.7	43.7	110.0	110.0	110.0	110.0
729	179+980	Izquierdo	5	Residencial	43.8	43.8	50.0	50.0	50.0	50.0
720	179+950	Izquierdo	3	Residencial	43.9	44.1	50.0	50.0	50.0	50.0
824	180+360	Izquierdo	11	Residencial	44.1	37.6	60.0	90.0	60.0	90.0
87	175+820	Izquierdo	5	Residencial	44.2	44.2	160.0	160.0	160.0	160.0
713	179+930	Izquierdo	5	Residencial	44.5	44.7	50.0	50.0	50.0	50.0
337	177+940	Izquierdo	4	Residencial	44.5	44.5	140.0	140.0	140.0	140.0
168	176+740	Izquierdo	10	Residencial	44.7	44.7	160.0	160.0	160.0	160.0
892	180+630	Izquierdo	3	Residencial	45.4	38.9	60.0	90.0	60.0	90.0
841	180+440	Izquierdo	4	Residencial	45.7	39.2	60.0	90.0	60.0	90.0
3	174+930	Izquierdo	2	Residencial	45.7	45.7	160.0	160.0	160.0	160.0
685	179+860	Izquierdo	5	Residencial	45.8	46.3	50.0	50.0	50.0	50.0
1077	181+290	Derecho	2	Residencial	45.8	45.8	120.0	125.0	120.0	125.0
738	180+020	Izquierdo	5	Residencial	45.8	45.7	50.0	50.0	50.0	50.0
51	175+380	Izquierdo	2	Residencial	45.9	45.9	160.0	160.0	160.0	160.0
1028	181+040	Izquierdo	5	Residencial	45.9	39.5	60.0	125.0	60.0	125.0
1357	182+050	Izquierdo	1	Residencial	46.2	39.7	120.0	125.0	120.0	125.0
1370	182+070	Izquierdo	1	Residencial	46.2	39.7	120.0	125.0	120.0	125.0
1368	182+060	Izquierdo	2	Residencial	46.2	39.7	120.0	125.0	120.0	125.0
1302	181+960	Izquierdo	2	Residencial	46.3	39.9	120.0	125.0	120.0	125.0
1340	182+010	Izquierdo	1	Residencial	46.3	39.9	120.0	125.0	120.0	125.0
1306	181+960	Izquierdo	1	Residencial	46.4	39.9	120.0	125.0	120.0	125.0
1312	181+970	Izquierdo	2	Residencial	46.4	39.9	120.0	125.0	120.0	125.0
1294	181+930	Izquierdo	1	Residencial	46.5	40.0	120.0	125.0	120.0	125.0
1318	181+980	Izquierdo	3	Residencial	46.5	40.0	120.0	125.0	120.0	125.0
1328	181+990	Izquierdo	1	Residencial	46.5	40.1	120.0	125.0	120.0	125.0
1281	181+930	Izquierdo	2	Residencial	46.8	40.3	120.0	125.0	120.0	125.0
1278	181+850	Izquierdo	2	Residencial	47.2	40.7	120.0	125.0	120.0	125.0
1260	181+840	Izquierdo	2	Residencial	47.3	40.8	120.0	125.0	120.0	125.0
1231	181+790	Izquierdo	2	Residencial	47.5	41.0	120.0	125.0	120.0	125.0
1193	181+770	Izquierdo	1	Residencial	47.6	41.1	120.0	125.0	120.0	125.0
640	179+840	Derecho	8	Residencial	47.7	45.6	50.0	50.0	50.0	50.0
372	178+040	Izquierdo	2	Residencial	47.8	47.8	110.0	110.0	110.0	110.0
502	178+820	Derecho	12	Residencial	47.9	48.2	50.0	50.0	50.0	50.0
1056	181+220	Derecho	6	Residencial	48.1	48.1	120.0	125.0	120.0	125.0
1176	181+730	Izquierdo	3	Residencial	48.8	42.3	120.0	125.0	120.0	125.0
462	178+580	Izquierdo	3	Residencial	49.0	34.5	50.0	80.0	50.0	80.0
696	179+880	Izquierdo	11	Residencial	49.2	49.6	50.0	50.0	50.0	50.0
1019	181+010	Izquierdo	5	Residencial	49.5	43.0	60.0	125.0	60.0	125.0
876	180+560	Izquierdo	5	Residencial	49.5	43.0	60.0	90.0	60.0	90.0

ID	PK	Margen	Plantas	Uso	Dist. Alt. 1 (m)	Dist. Alt. 2 (m)	Alt. 1 – Vel. Ancho UIC (Km/h)	Alt. 1 – Vel. Ancho Ibérico (Km/h)	Alt. 2 – Vel. Ancho UIC (Km/h)	Alt. 2 - Velocidad Ancho Ibérico (Km/h)
1097	181+320	Derecho	2	Residencial	49.8	49.8	120.0	125.0	120.0	125.0
1179	181+720	Izquierdo	2	Residencial	49.8	43.4	120.0	125.0	120.0	125.0
357	178+020	Izquierdo	1	Residencial	50.2	50.2	110.0	110.0	110.0	110.0
145	176+530	Izquierdo	2	Residencial	50.3	50.3	160.0	160.0	160.0	160.0
928	180+740	Izquierdo	6	Residencial	50.4	43.9	60.0	90.0	60.0	90.0
315	177+890	Izquierdo	2	Residencial	50.5	50.5	140.0	140.0	140.0	140.0
926	180+710	Izquierdo	2	Residencial	50.6	44.0	60.0	90.0	60.0	90.0
178	176+800	Izquierdo	2	Residencial	51.0	51.0	160.0	160.0	160.0	160.0
1169	181+600	Derecho	5	Residencial	51.3	51.3	120.0	125.0	120.0	125.0
504	178+940	Derecho	5	Residencial	51.6	47.9	50.0	50.0	50.0	50.0
283	177+840	Izquierdo	3	Residencial	51.9	51.9	140.0	140.0	140.0	140.0
1424	182+900	Izquierdo	1	Residencial	51.9	45.4	160.0	140.0	160.0	140.0
628	179+880	Derecho	6	Residencial	52.3	52.3	50.0	50.0	50.0	50.0
481	178+690	Izquierdo	5	Residencial	52.5	11.9	50.0	50.0	50.0	50.0
920	180+760	Derecho	6	Residencial	52.5	52.5	60.0	90.0	60.0	90.0
678	179+950	Derecho	3	Residencial	52.6	52.6	50.0	50.0	50.0	50.0
961	180+860	Izquierdo	6	Residencial	53.2	46.7	60.0	125.0	60.0	125.0
1310	181+970	Izquierdo	3	Residencial	53.2	46.7	120.0	125.0	120.0	125.0
854	180+480	Izquierdo	3	Residencial	53.2	46.7	60.0	90.0	60.0	90.0
466	178+600	Izquierdo	6	Residencial	53.2	36.1	50.0	80.0	50.0	80.0
1344	182+030	Izquierdo	2	Residencial	53.6	47.1	120.0	125.0	120.0	125.0
270	177+820	Izquierdo	5	Residencial	54.2	54.2	140.0	140.0	140.0	140.0
682	179+840	Izquierdo	4	Residencial	54.5	55.1	50.0	50.0	50.0	50.0
631	179+720	Izquierdo	7	Residencial	54.6	53.4	50.0	50.0	50.0	50.0
897	180+640	Izquierdo	4	Residencial	55.0	48.5	60.0	90.0	60.0	90.0
1257	181+820	Izquierdo	1	Residencial	55.2	48.7	120.0	125.0	120.0	125.0
979	180+900	Izquierdo	2	Residencial	55.3	48.8	60.0	125.0	60.0	125.0
718	179+930	Izquierdo	3	Residencial	55.4	55.6	50.0	50.0	50.0	50.0
1194	181+750	Izquierdo	2	Residencial	55.5	49.0	120.0	125.0	120.0	125.0
401	178+110	Izquierdo	5	Residencial	55.6	55.6	50.0	110.0	50.0	110.0
813	180+290	Izquierdo	1	Residencial	55.9	49.4	60.0	80.0	60.0	80.0
308	177+890	Izquierdo	1	Residencial	55.9	55.9	140.0	140.0	140.0	140.0
1369	182+080	Izquierdo	2	Residencial	56.6	50.1	120.0	125.0	120.0	125.0
942	180+810	Izquierdo	6	Residencial	57.4	50.9	60.0	125.0	60.0	125.0
627	179+830	Derecho	5	Residencial	57.9	55.4	50.0	50.0	50.0	50.0
1044	181+140	Derecho	6	Residencial	57.9	57.9	60.0	125.0	60.0	125.0
643	179+750	Izquierdo	6	Residencial	58.7	60.7	50.0	50.0	50.0	50.0
1042	181+110	Izquierdo	3	Residencial	59.0	52.7	60.0	125.0	60.0	125.0
1081	181+300	Derecho	1	Residencial	59.1	59.1	120.0	125.0	120.0	125.0
915	180+690	Izquierdo	5	Residencial	59.1	52.6	60.0	90.0	60.0	90.0
103	176+060	Izquierdo	3	Residencial	59.2	59.2	160.0	160.0	160.0	160.0
26	175+040	Izquierdo	3	Residencial	59.4	59.4	160.0	160.0	160.0	160.0
1348	182+040	Izquierdo	1	Residencial	59.4	52.9	120.0	125.0	120.0	125.0
561	179+140	Izquierdo	9	Residencial	59.5	59.6	50.0	50.0	50.0	50.0
206	177+010	Izquierdo	12	Residencial	59.7	59.7	160.0	160.0	160.0	160.0
286	177+840	Izquierdo	1	Residencial	59.9	59.9	140.0	140.0	140.0	140.0

ID	PK	Margen	Plantas	Uso	Dist. Alt. 1 (m)	Dist. Alt. 2 (m)	Alt. 1 – Vel. Ancho UIC (Km/h)	Alt. 1 – Vel. Ancho Ibérico (Km/h)	Alt. 2 – Vel. Ancho UIC (Km/h)	Alt. 2 - Velocidad Ancho Ibérico (Km/h)
374	178+050	Izquierdo	3	Residencial	59.9	59.9	110.0	110.0	110.0	110.0
958	180+840	Derecho	3	Residencial	60.0	60.0	60.0	125.0	60.0	125.0
1239	181+800	Izquierdo	1	Residencial	60.3	53.8	120.0	125.0	120.0	125.0
725	180+100	Derecho	10	Residencial	60.4	60.4	60.0	80.0	60.0	80.0
665	179+930	Derecho	4	Residencial	60.5	60.5	50.0	50.0	50.0	50.0
449	178+480	Izquierdo	6	Residencial	60.6	56.3	50.0	80.0	50.0	80.0
29	175+060	Izquierdo	5	Residencial	60.8	60.8	160.0	160.0	160.0	160.0
1297	181+950	Izquierdo	2	Residencial	60.9	54.4	120.0	125.0	120.0	125.0
1040	181+110	Izquierdo	6	Residencial	61.2	54.9	60.0	125.0	60.0	125.0
132	176+460	Izquierdo	5	Residencial	61.4	61.4	160.0	160.0	160.0	160.0
1319	181+980	Izquierdo	2	Residencial	61.5	55.0	120.0	125.0	120.0	125.0
142	176+510	Izquierdo	2	Residencial	61.6	61.6	160.0	160.0	160.0	160.0
1059	181+250	Izquierdo	6	Residencial	61.6	57.6	120.0	125.0	120.0	125.0
202	176+930	Izquierdo	12	Residencial	61.7	61.7	160.0	160.0	160.0	160.0
763	180+090	Izquierdo	6	Residencial	61.8	61.3	60.0	80.0	60.0	80.0
630	179+710	Izquierdo	4	Residencial	61.8	59.3	50.0	50.0	50.0	50.0
1457	184+440	Izquierdo	2	Residencial	61.9	61.9	160.0	140.0	160.0	140.0
772	180+120	Izquierdo	3	Residencial	62.2	61.6	60.0	80.0	60.0	80.0
776	180+130	Izquierdo	4	Residencial	62.3	61.5	60.0	80.0	60.0	80.0
758	180+090	Izquierdo	5	Residencial	62.3	61.9	60.0	80.0	60.0	80.0
715	179+920	Izquierdo	5	Residencial	62.4	62.7	50.0	50.0	50.0	50.0
1068	181+300	Izquierdo	7	Residencial	62.5	58.3	120.0	125.0	120.0	125.0
478	178+660	Izquierdo	11	Residencial	62.8	28.1	50.0	50.0	50.0	50.0
1195	181+750	Izquierdo	3	Residencial	63.1	56.6	120.0	125.0	120.0	125.0
832	180+420	Izquierdo	6	Residencial	63.1	56.6	60.0	90.0	60.0	90.0
260	177+750	Izquierdo	3	Residencial	63.1	63.1	140.0	140.0	140.0	140.0
143	176+530	Izquierdo	1	Residencial	63.5	63.5	160.0	160.0	160.0	160.0
197	176+880	Izquierdo	5	Residencial	63.7	63.7	160.0	160.0	160.0	160.0
780	180+140	Izquierdo	3	Residencial	63.8	61.4	60.0	80.0	60.0	80.0
1136	181+390	Izquierdo	5	Residencial	64.0	59.2	120.0	125.0	120.0	125.0
1156	181+520	Derecho	4	Residencial	64.1	64.1	120.0	125.0	120.0	125.0
4	174+930	Izquierdo	2	Residencial	64.3	64.3	160.0	160.0	160.0	160.0
1148	181+450	Izquierdo	7	Residencial	64.4	58.5	120.0	125.0	120.0	125.0
1143	181+410	Izquierdo	8	Residencial	64.5	59.3	120.0	125.0	120.0	125.0
288	177+850	Izquierdo	2	Residencial	64.5	64.5	140.0	140.0	140.0	140.0
1112	181+350	Izquierdo	6	Residencial	64.6	60.2	120.0	125.0	120.0	125.0
1392	182+140	Derecho	4	Residencial	64.7	64.7	120.0	125.0	120.0	125.0
539	178+990	Izquierdo	6	Residencial	64.7	63.4	50.0	50.0	50.0	50.0
12	174+960	Izquierdo	2	Residencial	64.8	64.8	160.0	160.0	160.0	160.0
1121	181+370	Izquierdo	8	Residencial	64.9	60.4	120.0	125.0	120.0	125.0
1162	181+540	Izquierdo	6	Residencial	65.2	58.7	120.0	125.0	120.0	125.0
753	180+070	Izquierdo	5	Residencial	65.2	64.8	60.0	80.0	60.0	80.0
497	178+800	Derecho	5	Residencial	65.3	65.5	50.0	50.0	50.0	50.0
1256	181+820	Izquierdo	1	Residencial	65.4	58.9	120.0	125.0	120.0	125.0
1172	181+650	Izquierdo	2	Educativo	65.6	59.1	120.0	125.0	120.0	125.0
676	179+960	Derecho	2	Residencial	65.8	65.8	50.0	50.0	50.0	50.0

ID	PK	Margen	Plantas	Uso	Dist. Alt. 1 (m)	Dist. Alt. 2 (m)	Alt. 1 – Vel. Ancho UIC (Km/h)	Alt. 1 – Vel. Ancho Ibérico (Km/h)	Alt. 2 – Vel. Ancho UIC (Km/h)	Alt. 2 - Velocidad Ancho Ibérico (Km/h)
1161	181+520	Izquierdo	5	Residencial	65.9	59.4	120.0	125.0	120.0	125.0
110	176+130	Izquierdo	5	Residencial	65.9	65.9	160.0	160.0	160.0	160.0
997	180+930	Derecho	3	Residencial	65.9	65.9	60.0	125.0	60.0	125.0
83	175+750	Izquierdo	5	Residencial	65.9	65.9	160.0	160.0	160.0	160.0
900	180+640	Izquierdo	3	Residencial	66.1	59.5	60.0	90.0	60.0	90.0
15	174+970	Izquierdo	2	Residencial	66.1	66.1	160.0	160.0	160.0	160.0
967	180+850	Derecho	3	Residencial	66.1	66.1	60.0	125.0	60.0	125.0
1465	184+580	Izquierdo	1	Residencial	66.3	66.3	160.0	140.0	160.0	140.0
1164	181+550	Izquierdo	5	Residencial	66.3	59.8	120.0	125.0	120.0	125.0
1168	181+570	Izquierdo	8	Residencial	66.5	60.0	120.0	125.0	120.0	125.0
901	180+670	Izquierdo	6	Residencial	66.6	60.0	60.0	90.0	60.0	90.0
877	180+580	Izquierdo	3	Residencial	66.6	60.3	60.0	90.0	60.0	90.0
1280	181+870	Izquierdo	3	Residencial	66.6	60.2	120.0	125.0	120.0	125.0
784	180+160	Izquierdo	4	Residencial	66.7	60.8	60.0	80.0	60.0	80.0
1432	183+040	Izquierdo	1	Residencial	66.7	60.2	160.0	140.0	160.0	140.0
1025	181+010	Derecho	1	Residencial	66.9	66.9	60.0	125.0	60.0	125.0
791	180+170	Izquierdo	2	Residencial	67.3	61.1	60.0	80.0	60.0	80.0
1232	181+790	Izquierdo	2	Residencial	67.5	61.0	120.0	125.0	120.0	125.0
347	177+990	Izquierdo	3	Residencial	67.6	67.6	140.0	140.0	140.0	140.0
499	178+740	Izquierdo	10	Residencial	67.9	7.4	50.0	50.0	50.0	50.0
624	179+700	Izquierdo	5	Residencial	68.6	64.6	50.0	50.0	50.0	50.0
43	175+200	Izquierdo	2	Residencial	69.1	69.1	160.0	160.0	160.0	160.0
19	174+990	Izquierdo	3	Residencial	69.4	69.4	160.0	160.0	160.0	160.0
860	180+480	Izquierdo	6	Residencial	69.7	63.2	60.0	90.0	60.0	90.0
92	175+930	Izquierdo	2	Residencial	69.9	69.9	160.0	160.0	160.0	160.0
868	180+520	Izquierdo	4	Residencial	70.4	64.0	60.0	90.0	60.0	90.0
969	180+880	Izquierdo	4	Residencial	70.5	64.0	60.0	125.0	60.0	125.0
1254	181+820	Izquierdo	2	Residencial	70.8	64.3	120.0	125.0	120.0	125.0
1196	181+750	Izquierdo	2	Residencial	71.4	64.9	120.0	125.0	120.0	125.0
1049	181+150	Izquierdo	1	Residencial	71.5	65.7	60.0	125.0	60.0	125.0
820	180+390	Derecho	5	Residencial	71.8	71.8	60.0	90.0	60.0	90.0
849	180+450	Izquierdo	5	Residencial	71.9	65.4	60.0	90.0	60.0	90.0
923	180+730	Izquierdo	5	Residencial	72.8	66.3	60.0	90.0	60.0	90.0
1429	182+990	Izquierdo	1	Residencial	73.1	66.6	160.0	140.0	160.0	140.0
1051	181+150	Izquierdo	3	Residencial	73.4	67.8	60.0	125.0	60.0	125.0
1329	181+990	Izquierdo	1	Residencial	74.7	68.2	120.0	125.0	120.0	125.0
980	180+910	Izquierdo	4	Residencial	75.0	68.5	60.0	125.0	60.0	125.0
1052	181+160	Izquierdo	5	Residencial	76.3	70.9	60.0	125.0	60.0	125.0

6. Resultados del análisis de vibraciones

El resultado global del análisis son los niveles máximos Law previstos para los anchos de vía UIC e Ibérico. Adicionalmente se ha tomado en cuenta las diferentes tipologías de material rodante, velocidad de paso y condiciones de la vía.

Los niveles Law han sido calculados para cada ID, conforme a las definiciones recogidas en el *Real Decreto 1367/2007 por el que se desarrolla la Ley del Ruido*.

En la tabla siguiente se muestran los resultados:

6.1. Alternativa 1

ID	P.K.	Vía Ancho UIC - Law (dB)	Vía Ancho Ibérico - Law (dB)
2	174+930	66.1	58.0
3	174+930	58.5	51.9
4	174+930	53.9	47.8
11	174+950	64.5	56.8
12	174+960	53.8	47.7
15	174+970	53.6	47.5
18	174+970	64.6	56.8
19	174+990	53.0	46.9
20	174+990	63.3	55.9
26	175+040	55.0	48.8
27	175+040	60.6	52.9
29	175+060	50.9	44.7
30	175+110	66.6	58.3
34	175+150	60.3	53.5
36	175+190	65.7	57.7
38	175+190	64.8	57.0
40	175+200	67.3	59.6
43	175+200	53.0	46.9
45	175+250	66.8	58.5
46	175+280	67.2	58.8
47	175+300	67.0	58.6
50	175+360	60.4	53.5
51	175+380	58.5	51.9
56	175+410	65.8	57.8
57	175+440	63.9	56.3
67	175+530	66.7	58.4
75	175+600	67.4	59.0
79	175+650	64.6	56.8
81	175+680	64.5	56.8

ID	P.K.	Vía Ancho UIC - Law (dB)	Vía Ancho Ibérico - Law (dB)
83	175+750	49.9	43.8
84	175+750	61.8	53.9
87	175+820	55.2	48.6
91	175+860	67.6	59.1
94	175+880	66.4	58.2
92	175+930	52.9	46.8
99	175+940	67.5	59.0
102	175+980	67.4	59.0
104	176+050	64.8	57.0
103	176+060	55.0	48.8
110	176+130	49.9	43.8
113	176+190	63.6	55.2
128	176+450	92.0	74.8
129	176+460	75.0	65.1
131	176+460	95.5	78.1
132	176+460	50.8	44.6
137	176+490	59.9	53.1
133	176+500	78.2	67.1
142	176+510	54.5	48.3
141	176+530	73.5	63.0
143	176+530	57.2	51.1
145	176+530	57.2	50.8
146	176+540	93.8	77.6
149	176+550	64.1	56.5
151	176+560	93.0	77.3
155	176+650	69.0	58.8
162	176+690	63.1	54.8
168	176+740	55.0	48.5
172	176+770	64.8	56.0
178	176+800	57.0	50.6
179	176+800	62.7	55.4
181	176+810	72.4	63.4
190	176+830	67.8	59.2
194	176+850	62.6	54.4
197	176+880	50.3	44.2
198	176+880	66.3	57.1
202	176+930	50.7	44.6
204	176+940	65.4	56.4
206	177+010	51.1	45.0
208	177+030	64.2	55.6
215	177+100	60.7	53.0
222	177+190	56.5	49.7
228	177+420	55.5	48.8
245	177+600	55.8	49.1
260	177+750	52.1	46.4
266	177+750	69.8	58.9

ID	P.K.	Vía Ancho UIC - Law (dB)	Vía Ancho Ibérico - Law (dB)
272	177+800	70.2	60.5
270	177+820	50.5	44.6
280	177+830	65.7	57.5
276	177+840	68.7	58.2
279	177+840	60.6	53.6
283	177+840	54.9	48.8
286	177+840	56.0	50.2
288	177+850	51.8	46.1
290	177+860	72.7	62.1
296	177+870	65.4	57.2
311	177+880	58.7	52.1
313	177+880	60.7	54.3
308	177+890	56.9	51.0
315	177+890	55.3	49.2
324	177+920	64.1	57.0
316	177+930	74.6	63.3
335	177+940	65.6	57.4
337	177+940	53.3	47.0
338	177+950	84.3	71.1
340	177+960	73.9	62.9
344	177+960	89.8	72.9
347	177+990	51.2	45.5
350	177+990	85.2	68.5
351	178+000	85.2	68.5
352	178+000	76.2	65.4
353	178+000	65.5	57.3
360	178+010	89.9	73.0
357	178+020	54.2	48.1
363	178+020	67.7	57.5
366	178+030	63.1	55.3
371	178+040	53.1	46.8
372	178+040	51.8	45.6
374	178+050	48.7	42.8
382	178+060	86.2	68.8
379	178+070	71.6	61.1
386	178+070	68.7	59.1
390	178+080	56.6	50.1
391	178+080	56.2	49.2
396	178+090	82.3	69.5
398	178+090	68.5	57.9
399	178+100	58.3	50.9
400	178+100	89.2	72.0
401	178+110	39.1	39.9
403	178+120	55.4	58.6
405	178+130	48.4	52.4
406	178+130	44.2	47.4

ID	P.K.	Vía Ancho UIC - Law (dB)	Vía Ancho Ibérico - Law (dB)
409	178+130	79.4	71.1
411	178+150	66.6	64.7
414	178+150	52.4	56.8
416	178+150	46.1	50.0
420	178+160	51.5	55.6
423	178+200	72.9	69.1
426	178+230	46.5	50.3
432	178+320	49.0	52.7
436	178+340	49.0	46.5
438	178+370	48.9	46.5
442	178+440	49.5	46.9
449	178+480	38.6	33.1
450	178+520	48.2	45.8
462	178+580	42.8	39.1
465	178+590	48.6	46.2
466	178+600	39.4	34.6
468	178+630	48.5	46.1
470	178+640	41.2	32.5
463	178+650	47.5	56.1
473	178+660	48.4	39.4
478	178+660	38.4	28.8
481	178+690	39.5	30.3
484	178+700	48.1	39.1
499	178+740	38.0	28.1
490	178+790	37.6	42.8
497	178+800	31.1	37.1
502	178+820	33.4	39.0
507	178+870	35.8	41.0
512	178+880	43.6	49.9
514	178+880	38.4	43.5
515	178+900	55.2	68.6
504	178+940	32.9	38.6
530	178+960	58.6	45.5
539	178+990	38.2	28.5
538	179+030	55.5	44.0
542	179+060	41.1	32.4
549	179+090	44.5	36.0
561	179+140	38.7	29.2
624	179+700	45.1	37.4
630	179+710	45.9	38.3
631	179+720	46.9	39.4
637	179+740	48.9	41.5
643	179+750	46.3	38.7
645	179+810	53.1	45.6
627	179+830	41.4	45.7
662	179+830	56.7	48.4

ID	P.K.	Vía Ancho UIC - Law (dB)	Vía Ancho Ibérico - Law (dB)
640	179+840	43.0	47.2
670	179+840	56.5	48.2
682	179+840	46.9	39.4
654	179+860	48.8	47.0
675	179+860	55.4	50.5
685	179+860	45.9	42.6
628	179+880	45.5	43.2
696	179+880	45.4	42.0
693	179+890	54.8	50.1
701	179+910	54.7	50.0
672	179+920	48.6	46.5
715	179+920	43.6	40.2
665	179+930	44.8	42.2
683	179+930	48.6	46.5
713	179+930	46.2	42.7
718	179+930	48.2	44.7
710	179+940	58.4	53.6
678	179+950	49.4	46.6
720	179+950	49.9	46.5
676	179+960	47.9	45.1
697	179+960	48.7	46.7
714	179+960	55.0	50.2
721	179+960	58.4	53.6
700	179+970	48.8	46.7
723	179+970	52.2	48.2
689	179+980	47.8	45.6
729	179+980	46.3	42.9
699	180+000	48.8	46.8
726	180+000	55.0	50.2
731	180+010	50.0	46.5
734	180+020	58.7	53.8
738	180+020	45.9	42.5
737	180+040	54.2	53.9
743	180+070	54.3	54.0
746	180+070	41.0	44.6
753	180+070	33.0	37.5
732	180+080	39.4	48.1
745	180+090	54.3	54.0
747	180+090	42.4	45.7
758	180+090	33.6	38.2
763	180+090	33.8	38.3
725	180+100	33.8	39.6
756	180+100	41.8	45.2
750	180+110	54.2	53.9
760	180+110	45.7	49.1
766	180+120	41.8	45.2

ID	P.K.	Vía Ancho UIC - Law (dB)	Vía Ancho Ibérico - Law (dB)
772	180+120	37.4	42.0
759	180+130	54.1	53.9
770	180+130	45.7	49.1
776	180+130	33.7	38.2
735	180+140	39.4	48.1
780	180+140	37.0	41.7
771	180+150	49.8	51.0
774	180+160	40.1	43.9
783	180+160	43.5	47.3
784	180+160	32.7	37.2
778	180+170	49.9	51.1
791	180+170	36.3	40.9
781	180+180	49.0	50.5
794	180+220	52.4	53.9
795	180+220	46.4	49.6
798	180+230	55.0	56.7
801	180+250	47.6	49.5
807	180+290	47.8	49.7
813	180+290	42.0	46.7
762	180+310	40.5	49.7
821	180+350	48.7	52.5
824	180+360	39.0	45.3
827	180+360	47.5	51.6
814	180+370	41.1	52.3
820	180+390	32.6	38.7
832	180+420	33.5	40.3
829	180+430	47.4	51.5
841	180+440	38.4	44.8
849	180+450	31.8	38.5
823	180+460	41.1	52.3
854	180+480	39.8	46.6
860	180+480	32.2	39.0
842	180+490	48.0	52.0
844	180+500	41.1	52.2
836	180+510	37.9	47.4
861	180+510	48.1	52.0
866	180+520	48.1	52.0
868	180+520	32.0	38.8
869	180+530	46.5	51.9
864	180+550	40.7	51.7
873	180+560	47.8	51.8
876	180+560	37.1	43.7
877	180+580	36.4	43.4
878	180+580	47.8	51.8
892	180+630	42.4	48.8
897	180+640	35.4	42.2

ID	P.K.	Vía Ancho UIC - Law (dB)	Vía Ancho Ibérico - Law (dB)
900	180+640	36.5	43.5
889	180+650	47.6	51.7
904	180+660	48.2	52.1
907	180+660	39.3	45.5
901	180+670	32.8	39.6
905	180+670	39.9	50.5
915	180+690	34.4	41.2
926	180+710	40.6	47.3
914	180+720	48.2	52.1
922	180+720	40.4	51.1
930	180+720	48.5	52.3
923	180+730	31.6	38.4
928	180+740	36.8	43.4
920	180+760	34.8	42.5
945	180+780	39.5	49.9
940	180+790	48.6	52.4
942	180+810	34.8	46.2
953	180+820	50.4	57.8
958	180+840	37.0	47.9
959	180+850	39.4	53.4
967	180+850	36.2	46.5
961	180+860	36.0	47.2
970	180+870	51.4	58.5
969	180+880	32.0	43.5
978	180+900	43.3	53.0
979	180+900	39.2	50.6
980	180+910	31.3	42.6
997	180+930	36.3	46.6
984	180+940	50.6	56.9
1006	180+960	37.0	53.2
1007	180+990	50.7	57.0
1019	181+010	37.1	45.9
1025	181+010	36.8	49.4
1028	181+040	38.3	47.0
1017	181+050	37.0	53.2
1040	181+110	33.9	42.9
1041	181+110	50.5	56.9
1042	181+110	38.2	47.3
1044	181+140	32.3	44.7
1045	181+150	50.4	56.7
1049	181+150	38.3	47.7
1051	181+150	35.1	44.2
1050	181+160	50.4	56.7
1052	181+160	31.1	39.8
1053	181+180	50.3	56.7
1056	181+220	45.6	47.4

ID	P.K.	Vía Ancho UIC - Law (dB)	Vía Ancho Ibérico - Law (dB)
1039	181+230	55.3	59.2
1059	181+250	45.2	42.8
1067	181+270	61.1	64.8
1071	181+290	57.7	60.6
1077	181+290	50.0	51.9
1068	181+300	45.0	42.6
1081	181+300	49.8	51.2
1083	181+300	60.0	64.1
1090	181+300	58.7	61.8
1089	181+310	54.4	56.6
1097	181+320	48.9	50.7
1100	181+320	59.5	63.5
1112	181+350	44.5	42.1
1121	181+370	44.4	42.1
1124	181+370	58.7	61.7
1085	181+380	59.9	55.3
1136	181+390	44.6	42.3
1143	181+410	44.5	42.2
1146	181+410	51.4	54.3
1139	181+420	59.9	55.3
1148	181+450	44.5	42.2
1156	181+520	42.1	43.3
1161	181+520	44.2	41.9
1159	181+530	54.9	58.6
1154	181+540	62.1	57.0
1162	181+540	44.3	42.0
1164	181+550	44.1	41.8
1166	181+550	51.4	48.3
1168	181+570	44.0	41.7
1169	181+600	44.8	46.4
1172	181+650	48.1	45.7
1175	181+680	60.9	57.3
1174	181+690	65.9	60.8
1177	181+720	62.6	58.1
1179	181+720	52.5	49.7
1185	181+720	64.1	60.0
1176	181+730	52.9	50.0
1183	181+730	50.2	52.9
1189	181+740	62.4	57.9
1192	181+750	67.3	62.6
1194	181+750	50.8	48.1
1195	181+750	48.7	46.3
1196	181+750	46.8	44.5
1199	181+750	64.6	59.7
1212	181+760	66.0	61.5
1193	181+770	56.4	53.5

ID	P.K.	Vía Ancho UIC - Law (dB)	Vía Ancho Ibérico - Law (dB)
1231	181+790	53.3	50.4
1232	181+790	47.7	45.3
1235	181+790	63.4	58.8
1239	181+800	52.5	50.1
1245	181+810	68.5	62.8
1253	181+820	68.5	62.8
1254	181+820	46.9	44.7
1256	181+820	51.3	48.9
1257	181+820	54.0	51.4
1260	181+840	53.4	50.4
1278	181+850	53.4	50.5
1280	181+870	47.9	45.5
1285	181+890	68.6	62.8
1292	181+920	70.7	65.2
1281	181+930	53.5	50.6
1294	181+930	56.8	53.9
1297	181+950	49.3	46.8
1301	181+960	66.8	61.5
1302	181+960	53.7	50.7
1306	181+960	56.8	53.9
1308	181+970	69.5	64.3
1310	181+970	51.4	48.8
1312	181+970	53.7	50.7
1318	181+980	53.7	50.7
1319	181+980	49.1	46.7
1320	181+980	66.1	60.9
1326	181+980	69.0	63.9
1328	181+990	56.8	53.9
1329	181+990	49.3	47.1
1334	181+990	68.7	63.7
1335	182+000	61.6	57.3
1339	182+010	68.4	63.4
1340	182+010	56.8	53.9
1338	182+020	68.1	63.2
1344	182+030	51.3	48.6
1345	182+030	64.6	59.8
1352	182+030	67.4	62.7
1348	182+040	52.8	50.3
1357	182+050	56.9	54.0
1364	182+060	63.6	59.0
1368	182+060	53.8	50.8
1370	182+070	56.9	54.0
1373	182+070	66.3	61.8
1369	182+080	50.4	47.9
1377	182+090	59.4	55.6
1385	182+120	62.8	58.3

ID	P.K.	Vía Ancho UIC - Law (dB)	Vía Ancho Ibérico - Law (dB)
1389	182+120	66.4	61.9
1392	182+140	42.2	47.4
1424	182+900	63.9	52.1
1429	182+990	59.1	47.3
1432	183+040	60.4	48.6
1457	184+440	58.2	46.5
1459	184+500	69.1	57.0
1465	184+580	60.4	48.7
1478	184+920	70.9	58.3

6.2. ALTERNATIVA 2

ID	P.K.	Vía Ancho UIC - Law (dB)	Vía Ancho Ibérico - Law (dB)
2	174+930	66.1	58.0
3	174+930	58.5	51.9
4	174+930	53.9	47.8
11	174+950	64.5	56.8
12	174+960	53.8	47.7
15	174+970	53.6	47.5
18	174+970	64.6	56.8
19	174+990	53.0	46.9
20	174+990	63.3	55.9
26	175+040	55.0	48.8
27	175+040	60.6	52.9
29	175+060	50.9	44.7
30	175+110	66.6	58.3
34	175+150	60.3	53.5
36	175+190	65.7	57.7
38	175+190	64.8	57.0
40	175+200	67.3	59.6
43	175+200	53.0	46.9
45	175+250	66.8	58.5
46	175+280	67.2	58.8
47	175+300	67.0	58.6
50	175+360	60.4	53.5
51	175+380	58.5	51.9
56	175+410	65.8	57.8
57	175+440	63.9	56.3
67	175+530	66.7	58.4
75	175+600	67.4	59.0
79	175+650	64.6	56.8

ID	P.K.	Vía Ancho UIC - Law (dB)	Vía Ancho Ibérico - Law (dB)
81	175+680	64.5	56.8
83	175+750	49.9	43.8
84	175+750	61.8	53.9
87	175+820	55.2	48.6
91	175+860	67.6	59.1
94	175+880	66.4	58.2
92	175+930	52.9	46.8
99	175+940	67.5	59.0
102	175+980	67.4	59.0
104	176+050	64.8	57.0
103	176+060	55.0	48.8
110	176+130	49.9	43.8
113	176+190	63.6	55.2
128	176+450	92.0	74.8
129	176+460	75.0	65.1
131	176+460	95.5	78.1
132	176+460	50.8	44.6
137	176+490	59.9	53.1
133	176+500	78.2	67.1
142	176+510	54.5	48.3
141	176+530	73.5	63.0
143	176+530	57.2	51.1
145	176+530	57.2	50.8
146	176+540	93.8	77.6
149	176+550	64.1	56.5
151	176+560	93.0	77.3
155	176+650	69.0	58.8
162	176+690	63.1	54.8
168	176+740	55.0	48.5
172	176+770	64.8	56.0
178	176+800	57.0	50.6
179	176+800	62.7	55.4
181	176+810	72.5	63.4
190	176+830	67.8	59.2
194	176+850	62.6	54.4
197	176+880	50.3	44.2
198	176+880	66.3	57.1
202	176+930	50.7	44.6
204	176+940	65.4	56.4
206	177+010	51.1	45.0
208	177+030	64.3	55.6
215	177+100	60.7	53.0
222	177+190	56.5	49.7
228	177+420	55.5	48.8
245	177+600	55.8	49.1
260	177+750	52.1	46.4

ID	P.K.	Vía Ancho UIC - Law (dB)	Vía Ancho Ibérico - Law (dB)
266	177+750	69.8	58.9
272	177+800	70.2	60.5
270	177+820	50.5	44.6
280	177+830	65.7	57.5
276	177+840	68.7	58.2
279	177+840	60.6	53.6
283	177+840	54.9	48.8
286	177+840	56.0	50.2
288	177+850	51.8	46.1
290	177+860	72.7	62.1
296	177+870	65.4	57.2
311	177+880	58.7	52.1
313	177+880	60.7	54.3
308	177+890	56.9	51.0
315	177+890	55.3	49.2
324	177+920	64.1	57.0
316	177+930	74.6	63.3
335	177+940	65.6	57.4
337	177+940	53.3	47.0
338	177+950	84.3	71.1
340	177+960	73.9	62.9
344	177+960	89.7	72.9
347	177+990	51.2	45.5
350	177+990	85.2	68.5
351	178+000	85.2	68.5
352	178+000	76.2	65.4
353	178+000	65.5	57.3
360	178+010	89.8	73.0
357	178+020	54.2	48.1
363	178+020	67.7	57.5
366	178+030	63.1	55.3
371	178+040	53.1	46.8
372	178+040	51.8	45.6
374	178+050	48.7	42.8
382	178+060	86.2	68.8
379	178+070	71.6	61.1
386	178+070	68.7	59.1
390	178+080	56.6	50.1
391	178+080	56.2	49.2
396	178+090	82.3	69.5
398	178+090	68.5	57.9
399	178+100	58.3	50.9
400	178+100	89.2	72.0
401	178+110	39.1	39.9
403	178+120	55.4	58.6
405	178+130	48.4	52.4

ID	P.K.	Vía Ancho UIC - Law (dB)	Vía Ancho Ibérico - Law (dB)
406	178+130	44.2	47.4
409	178+130	79.4	71.1
411	178+150	66.6	64.7
414	178+150	52.4	56.8
416	178+150	46.1	50.0
420	178+160	51.5	55.6
423	178+200	72.9	69.1
426	178+230	46.5	50.3
432	178+320	49.0	52.7
436	178+340	49.0	46.5
438	178+370	48.9	46.5
442	178+440	49.5	46.9
449	178+480	39.1	33.9
450	178+520	52.2	49.0
462	178+580	45.8	43.4
465	178+590	59.2	53.2
466	178+600	42.3	39.1
468	178+630	65.5	55.9
470	178+640	49.3	40.0
463	178+650	46.5	54.3
473	178+660	63.7	47.8
478	178+660	44.6	36.1
481	178+690	55.9	44.2
484	178+700	66.0	48.6
499	178+740	64.2	48.0
490	178+790	37.6	42.7
497	178+800	31.0	37.1
502	178+820	33.4	39.0
507	178+870	35.7	40.9
512	178+880	43.4	49.6
514	178+880	38.2	43.4
515	178+900	54.9	67.7
504	178+940	33.5	39.0
530	178+960	58.5	45.5
539	178+990	38.4	28.7
538	179+030	55.3	43.8
542	179+060	41.1	32.4
549	179+090	44.4	36.0
561	179+140	38.7	29.2
624	179+700	45.6	37.9
630	179+710	46.2	38.6
631	179+720	47.0	39.6
637	179+740	48.7	41.3
643	179+750	46.0	38.4
645	179+810	53.2	45.7
627	179+830	41.8	46.1

ID	P.K.	Vía Ancho UIC - Law (dB)	Vía Ancho Ibérico - Law (dB)
662	179+830	56.2	48.0
640	179+840	43.3	47.6
670	179+840	56.1	48.0
682	179+840	46.8	39.3
654	179+860	49.0	47.3
675	179+860	52.9	47.5
685	179+860	43.8	40.5
628	179+880	45.5	43.2
696	179+880	43.3	40.0
693	179+890	52.4	47.2
701	179+910	52.4	47.4
672	179+920	48.6	46.5
715	179+920	41.7	38.7
665	179+930	44.8	42.2
683	179+930	48.6	46.5
713	179+930	44.1	41.1
718	179+930	46.0	43.2
710	179+940	56.1	51.0
678	179+950	49.4	46.6
720	179+950	47.8	44.8
676	179+960	47.9	45.1
697	179+960	48.7	46.7
714	179+960	52.7	47.6
721	179+960	56.2	51.1
700	179+970	48.8	46.7
723	179+970	50.1	45.9
689	179+980	47.8	45.6
729	179+980	44.3	41.2
699	180+000	48.8	46.8
726	180+000	52.9	47.7
731	180+010	47.8	44.9
734	180+020	56.7	51.4
738	180+020	43.9	40.9
737	180+040	52.0	50.5
743	180+070	52.3	50.7
746	180+070	40.3	41.7
753	180+070	35.3	35.0
732	180+080	39.4	48.1
745	180+090	52.3	50.7
747	180+090	41.4	42.7
758	180+090	35.6	35.6
763	180+090	35.7	35.7
725	180+100	33.8	39.6
756	180+100	41.0	42.3
750	180+110	52.3	50.7
760	180+110	44.5	46.2

ID	P.K.	Vía Ancho UIC - Law (dB)	Vía Ancho Ibérico - Law (dB)
766	180+120	41.0	42.4
772	180+120	38.6	39.4
759	180+130	52.3	50.7
770	180+130	44.6	46.3
776	180+130	35.7	35.7
735	180+140	39.4	48.1
780	180+140	38.6	39.5
771	180+150	52.3	50.7
774	180+160	41.1	42.5
783	180+160	44.7	46.4
784	180+160	35.8	35.8
778	180+170	52.9	51.1
791	180+170	38.6	39.5
781	180+180	52.1	50.6
794	180+220	55.2	54.0
795	180+220	48.0	49.0
798	180+230	57.7	56.7
801	180+250	50.4	49.5
807	180+290	50.6	49.6
813	180+290	43.4	45.5
762	180+310	40.5	49.7
821	180+350	51.8	52.6
824	180+360	40.7	44.4
827	180+360	50.3	51.6
814	180+370	41.1	52.3
820	180+390	32.6	38.7
832	180+420	36.3	39.1
829	180+430	50.1	51.5
841	180+440	40.2	43.9
849	180+450	35.3	37.2
823	180+460	41.1	52.3
854	180+480	41.4	45.5
860	180+480	35.5	37.6
842	180+490	50.9	52.0
844	180+500	41.1	52.2
836	180+510	37.9	47.4
861	180+510	51.0	52.0
866	180+520	51.0	52.1
868	180+520	35.4	37.5
869	180+530	48.0	51.3
864	180+550	40.7	51.7
873	180+560	50.6	51.8
876	180+560	39.0	42.7
877	180+580	38.8	42.1
878	180+580	50.6	51.8
892	180+630	43.8	47.9

ID	P.K.	Vía Ancho UIC - Law (dB)	Vía Ancho Ibérico - Law (dB)
897	180+640	37.7	41.1
900	180+640	38.9	42.2
889	180+650	50.4	51.7
904	180+660	51.0	52.1
907	180+660	41.0	44.7
901	180+670	35.9	38.3
905	180+670	39.9	50.5
915	180+690	37.0	40.1
926	180+710	42.1	46.2
914	180+720	50.9	52.0
922	180+720	40.4	51.1
930	180+720	51.5	52.4
923	180+730	35.2	37.0
928	180+740	38.8	42.4
920	180+760	34.8	42.5
945	180+780	39.5	49.9
940	180+790	51.7	52.5
942	180+810	37.3	45.1
953	180+820	54.0	58.1
958	180+840	37.0	47.9
959	180+850	39.4	53.4
967	180+850	36.2	46.5
961	180+860	38.1	46.2
970	180+870	55.3	58.8
969	180+880	35.4	42.2
978	180+900	45.2	52.5
979	180+900	40.9	49.5
980	180+910	35.0	41.3
997	180+930	36.3	46.6
984	180+940	54.3	57.9
1006	180+960	37.0	53.2
1007	180+990	54.3	57.9
1019	181+010	39.0	46.4
1025	181+010	36.8	49.4
1028	181+040	40.1	47.5
1017	181+050	37.0	53.2
1040	181+110	36.6	43.2
1041	181+110	53.8	57.7
1042	181+110	40.0	47.6
1044	181+140	32.3	44.7
1045	181+150	53.2	57.3
1049	181+150	40.4	47.9
1051	181+150	37.8	44.3
1050	181+160	52.9	57.1
1052	181+160	34.7	39.9
1053	181+180	52.4	56.8

ID	P.K.	Vía Ancho UIC - Law (dB)	Vía Ancho Ibérico - Law (dB)
1056	181+220	45.6	47.4
1039	181+230	55.3	59.2
1059	181+250	45.5	42.6
1067	181+270	61.1	64.8
1071	181+290	57.7	60.6
1077	181+290	50.0	51.9
1068	181+300	45.4	42.5
1081	181+300	49.8	51.2
1083	181+300	60.0	64.1
1090	181+300	58.7	61.8
1089	181+310	54.4	56.6
1097	181+320	48.9	50.7
1100	181+320	59.5	63.5
1112	181+350	44.9	42.0
1121	181+370	44.8	42.0
1124	181+370	58.7	61.7
1085	181+380	61.7	55.0
1136	181+390	45.1	42.3
1143	181+410	45.1	42.2
1146	181+410	51.4	54.3
1139	181+420	62.5	55.5
1148	181+450	45.3	42.4
1156	181+520	42.1	43.3
1161	181+520	45.1	42.2
1159	181+530	54.9	58.6
1154	181+540	66.4	58.0
1162	181+540	45.3	42.4
1164	181+550	45.0	42.1
1166	181+550	53.1	48.8
1168	181+570	44.9	42.1
1169	181+600	44.8	46.4
1172	181+650	48.9	46.1
1175	181+680	63.0	58.0
1174	181+690	70.3	61.8
1177	181+720	65.8	59.0
1179	181+720	53.8	50.1
1185	181+720	67.0	60.8
1176	181+730	54.2	50.5
1183	181+730	50.2	52.9
1189	181+740	65.5	58.8
1192	181+750	71.0	63.5
1194	181+750	51.8	48.6
1195	181+750	49.6	46.7
1196	181+750	47.5	44.9
1199	181+750	68.4	60.7
1212	181+760	69.3	62.3

ID	P.K.	Vía Ancho UIC - Law (dB)	Vía Ancho Ibérico - Law (dB)
1193	181+770	57.8	54.0
1231	181+790	54.7	50.9
1232	181+790	48.5	45.7
1235	181+790	66.8	59.6
1239	181+800	53.5	50.5
1245	181+810	73.9	63.9
1253	181+820	73.8	63.9
1254	181+820	47.7	45.0
1256	181+820	52.1	49.3
1257	181+820	55.1	51.8
1260	181+840	54.8	50.9
1278	181+850	54.8	51.0
1280	181+870	48.7	45.9
1285	181+890	74.0	64.0
1292	181+920	75.7	66.6
1281	181+930	55.0	52.0
1294	181+930	58.3	55.3
1297	181+950	50.2	48.2
1301	181+960	71.5	62.9
1302	181+960	55.2	52.2
1306	181+960	58.3	55.3
1308	181+970	74.0	65.7
1310	181+970	52.6	50.2
1312	181+970	55.1	52.1
1318	181+980	55.1	52.1
1319	181+980	50.0	48.1
1320	181+980	70.5	62.3
1326	181+980	73.3	65.3
1328	181+990	58.2	55.3
1329	181+990	49.9	48.5
1334	181+990	73.0	65.1
1335	182+000	64.6	58.7
1339	182+010	72.5	64.9
1340	182+010	58.3	55.3
1338	182+020	72.2	64.6
1344	182+030	52.5	50.0
1345	182+030	68.5	61.2
1352	182+030	71.2	64.1
1348	182+040	53.7	51.7
1357	182+050	58.4	55.4
1364	182+060	67.2	60.4
1368	182+060	55.2	52.2
1370	182+070	58.4	55.4
1373	182+070	69.7	63.2
1369	182+080	51.5	49.3
1377	182+090	61.9	57.0

ID	P.K.	Vía Ancho UIC - Law (dB)	Vía Ancho Ibérico - Law (dB)
1385	182+120	66.2	59.8
1389	182+120	69.9	63.3
1392	182+140	42.2	47.4
1424	182+900	65.9	58.1
1429	182+990	60.4	53.1
1432	183+040	61.8	54.4
1457	184+440	58.2	42.6
1459	184+500	69.1	53.4
1465	184+580	60.4	44.8
1478	184+920	70.9	55.2

7. Propuesta de soluciones

Se ha valorado el cumplimiento de los objetivos de calidad correspondientes a la normativa en vigor, y la principal conclusión es que, con el paso del material rodante más desfavorable para la máxima velocidad prevista en cada localización, se espera que se superen los niveles normativos en algunos de los receptores analizados.

Consecuentemente, se considera necesaria la implantación de medidas protectoras para cumplir con la legislación vigente.

A continuación, se describen los tramos de manta según su tipología de vía. En concreto, se recomienda el uso de manta anti-vibratoria bajo balasto en las diferentes zonas:

7.1. Alternativa 1

Tramo	PK inicio	PK final	Long. (m)	Vías	Ancho (m)	Total (m2)	Coste ud (€/m2)	Coste/tramo (€)
1	176+420	176+590	170	TODAS	16.35	2779.50	100.00 €	277,950.00 €
2	177+920	178+230	310	TODAS	16.15	5006.50	100.00 €	500,650.00 €
							778,600.00 €	

7.2. Alternativa 2

Tramo	PK inicio	PK final	Long. (m)	Vías	Ancho (m)	Total (m2)	Coste ud (€/m2)	Coste/tramo (€)
1	176+420	176+590	170	TODAS	16.35	2779.50	100.00 €	277,950.00 €
2	177+920	178+230	310	TODAS	16.15	5006.50	100.00 €	500,650.00 €
3	181+860	182+150	290	VIA 2 UIC	6	1740.00	60.00 €	104,400.00 €
							883,000.00 €	

Para ambas alternativas, hay dos zonas comunes en las que se ha propuesto manta, zonas 1 y 2. En estas zonas, que van desde los PP.KK. 176+420 al 176+590 y 177+920 al 178+230, se han obtenido los mayores niveles previsibles de vibraciones y necesitan de una solución antivibratoria de altas prestaciones. Por ello, se propone implementar como solución antivibratoria manta de poliuretano de entre 25 y 35 mm de tipo celda cerrada o de similares características mecánicas.

La alternativa 2 difiere de la alternativa 1 en que se propone un tramo adicional de manta en la vía 2 de UIC (nueva vía propuesta) que va desde P.K. 181+860 al 182+150. Este tramo de manta, Zona 3, no presenta niveles previsibles tan elevados como los que se dan en las zonas 1 y 2 por lo que el tipo de manta no necesariamente debe tener las características de la manta de las zonas 1 y 2 y consecuentemente coste.

8. Conclusiones

Se ha procedido a evaluar la afección vibratoria que generarán las dos alternativas planteadas en el Estudio Informativo de la integración del ferrocarril en Valladolid. Este estudio se ha compuesto de análisis de normativa, mediciones de campo, realización de un modelo de cálculo de predicción de vibraciones, selección de potenciales receptores, extracción de resultados y propuesta de medidas correctoras.

Para el estudio se han realizado varios modelos de elementos finitos, teniendo en cuenta distintas tipologías de material móvil y velocidades. A continuación, se ha procedido a analizar los resultados obtenidos mediante el modelo de Barkan, estudiando aquellos receptores potencialmente vulnerables a la afección vibratoria en ambas alternativas. Por último, los valores de Law extraídos se han comparado con los valores límite establecidos por la normativa vigente para cada tipo de edificación.

De los resultados obtenidos se extrae la necesidad de implantar medidas correctoras en ambas alternativas, tal y como se refleja en las siguientes tablas:

ALTERNATIVA 1

Tramo	PK inicio	PK final	Longitud (m)	Vías	Ancho (m)	Total (m ²)
1	176+420	176+590	170	TODAS	16,35	2.779,50
2	177+920	178+230	310	TODAS	16,15	5.006,50
						7.786,00

ALTERNATIVA 2

Tramo	PK inicio	PK final	Longitud (m)	Vías	Ancho (m)	Total (m ²)
1	176+420	176+590	170	TODAS	16,35	2.779,50
2	177+920	178+230	310	TODAS	16,15	5.006,50
3	181+860	182+150	290	VIA 2 UIC	6,00	1.740,00
						9.526,00

Para ambas alternativas, hay dos zonas comunes en las que se ha propuesto manta, zonas 1 y 2. En estas zonas, que van desde los PP.KK. 176+420 al 176+590 y 177+920

al 178+230, se han obtenido los mayores niveles previsibles de vibraciones y necesitan de una solución antivibratoria de altas prestaciones. Por ello, se propone implementar como solución antibrivaratoria manta de poliuretano de entre 25 y 35 mm de tipo celda cerrada o de similares características mecánicas.

La alternativa 2 difiere de la alternativa 1 en que se propone un tramo adicional de manta en la vía 2 de UIC (nueva vía propuesta) que va desde P.K. 181+860 al 182+150. Este tramo de manta, Zona 3, no presenta niveles previsibles tan elevados como los que se dan en las zonas 1 y 2 por lo que el tipo de manta no necesariamente debe tener las características de la manta de las zonas 1 y 2 y consecuentemente coste.

Por lo tanto, teniendo en cuenta el tipo de manta a escoger, las alternativas quedarían de la siguiente manera:

ALTERNATIVA 1

Manta	Total (m ²)
Tipo 1	7786,00
	7786,00

ALTERNATIVA 2

Manta	Total (m ²)
Tipo 1	7786,00
	7786,00

Manta	Total (m ²)
Tipo 2	1740,00
	1740,00

Tipo 1: Manta de altas prestaciones de poliuretano de entre 25 y 35 mm de tipo celda cerrada o de similares características mecánicas.

Tipo 2: Manta de atenuación estándar.

La norma de referencia para la determinación de las propiedades mecánicas (rigidez estática, dinámica, loss factor, resistencia a fatiga, fuego, agua, heladidad y envejecimiento) de las mantas a instalar serán la norma EN 17282 (mantas bajo balasto).

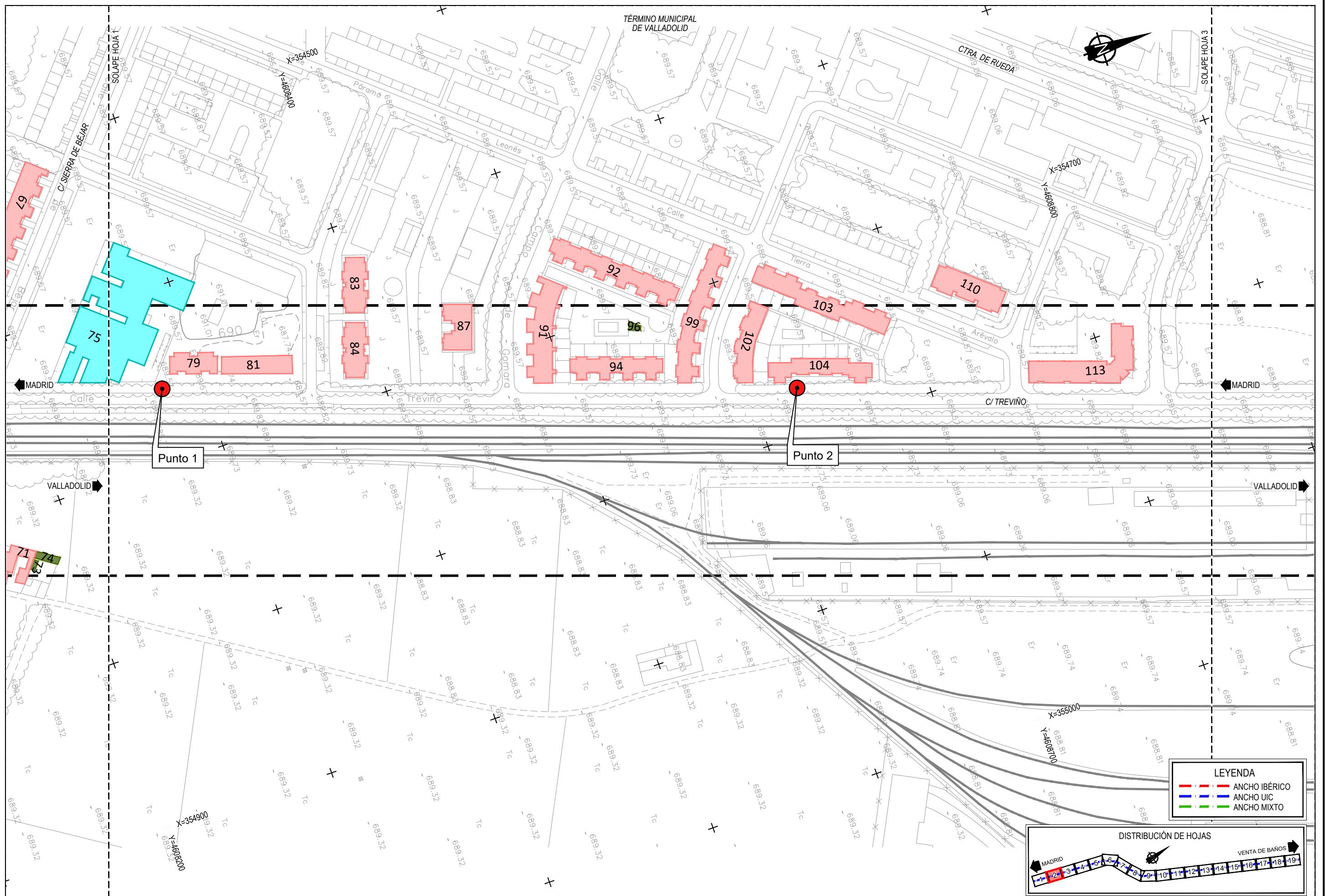
En el caso que se desarrollen especificaciones técnicas, normativas más actualizadas a nivel estatal o europeo, deberán ser tenidas en consideración.

Se ha de tener en cuenta el espesor y las propiedades mecánicas (rigideces estáticas y dinámicas) de las distintas mantas. De esta manera quedará caracterizado su comportamiento estático (que marcará la deflexión máxima/admisible del carril) y dinámico (que determinará el grado de atenuación de ruido y vibraciones).

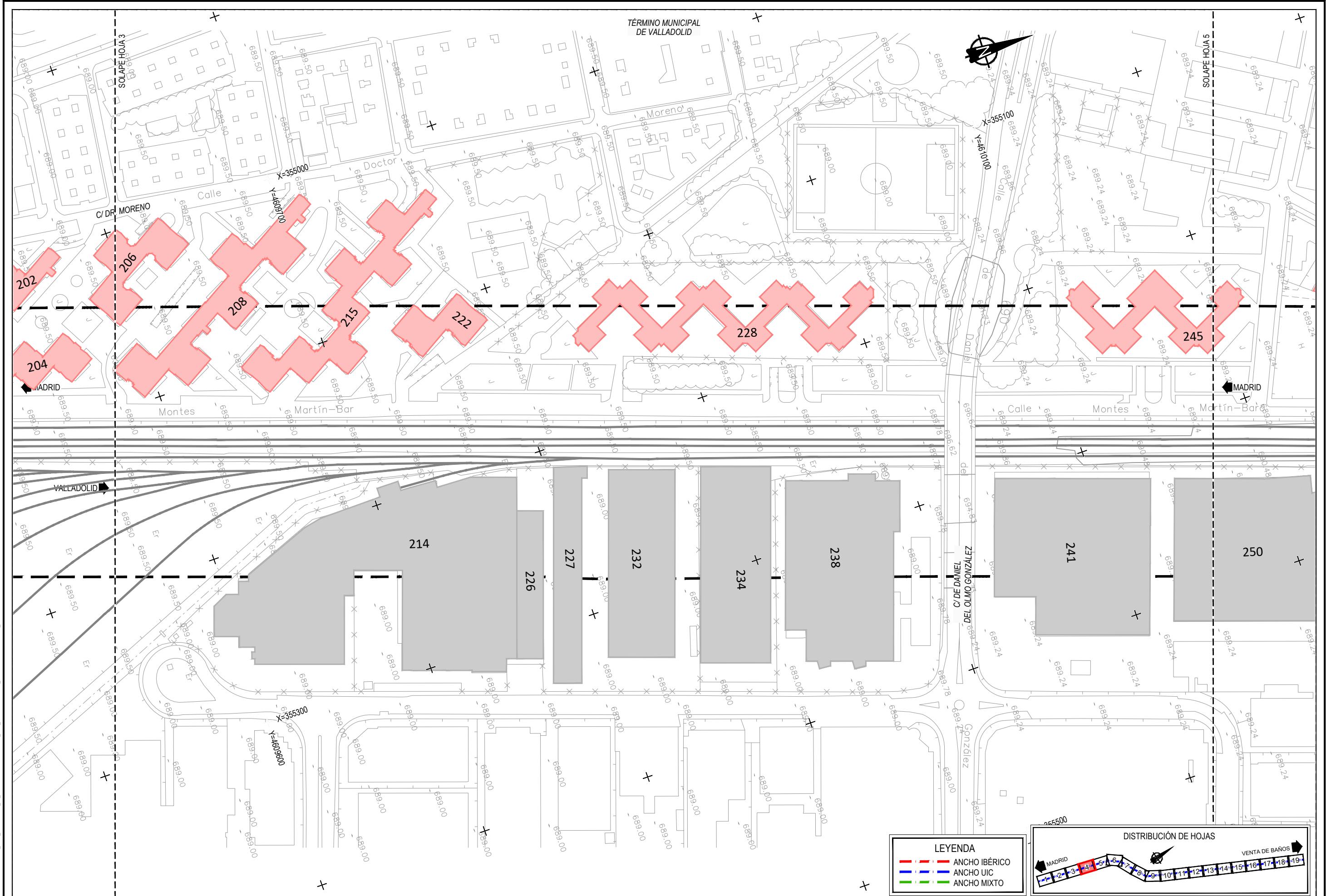
Comparando ambas alternativas, cabría destacar que la alternativa 2 presenta un mayor tramo de manta, Zona 3 de 290 metros en la vía 2 de ancho UIC. En esta zona 3, las previsibles superaciones serían leves en comparación a los que se dan en las Zona 1 y 2 (comunes para ambas alternativas y de mayor complejidad). Por lo tanto, desde el punto de vista vibratorio ambas alternativas debiesen ser clasificadas de la misma manera.

1. INVENTARIO Y PUNTOS DE MEDIDAS

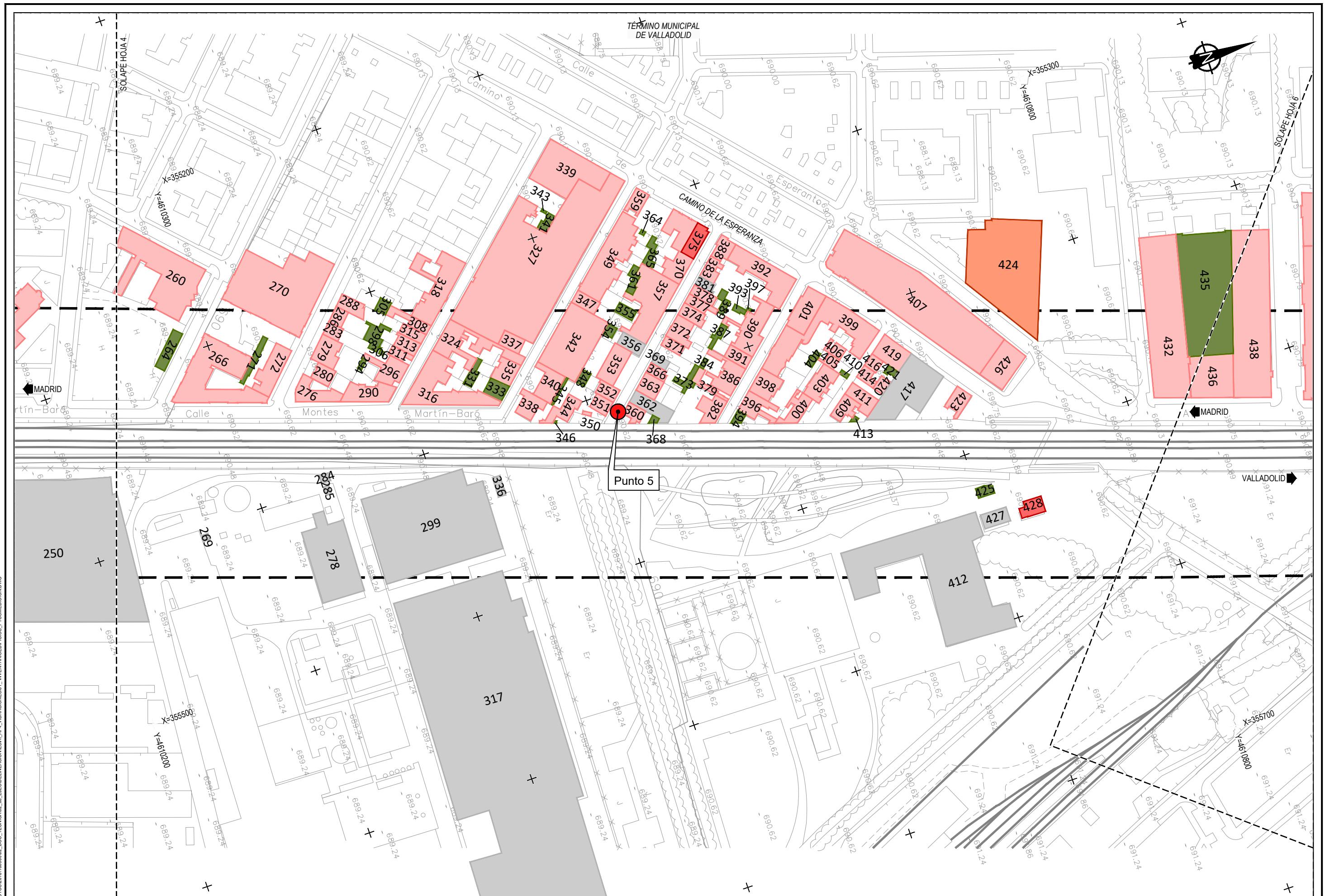


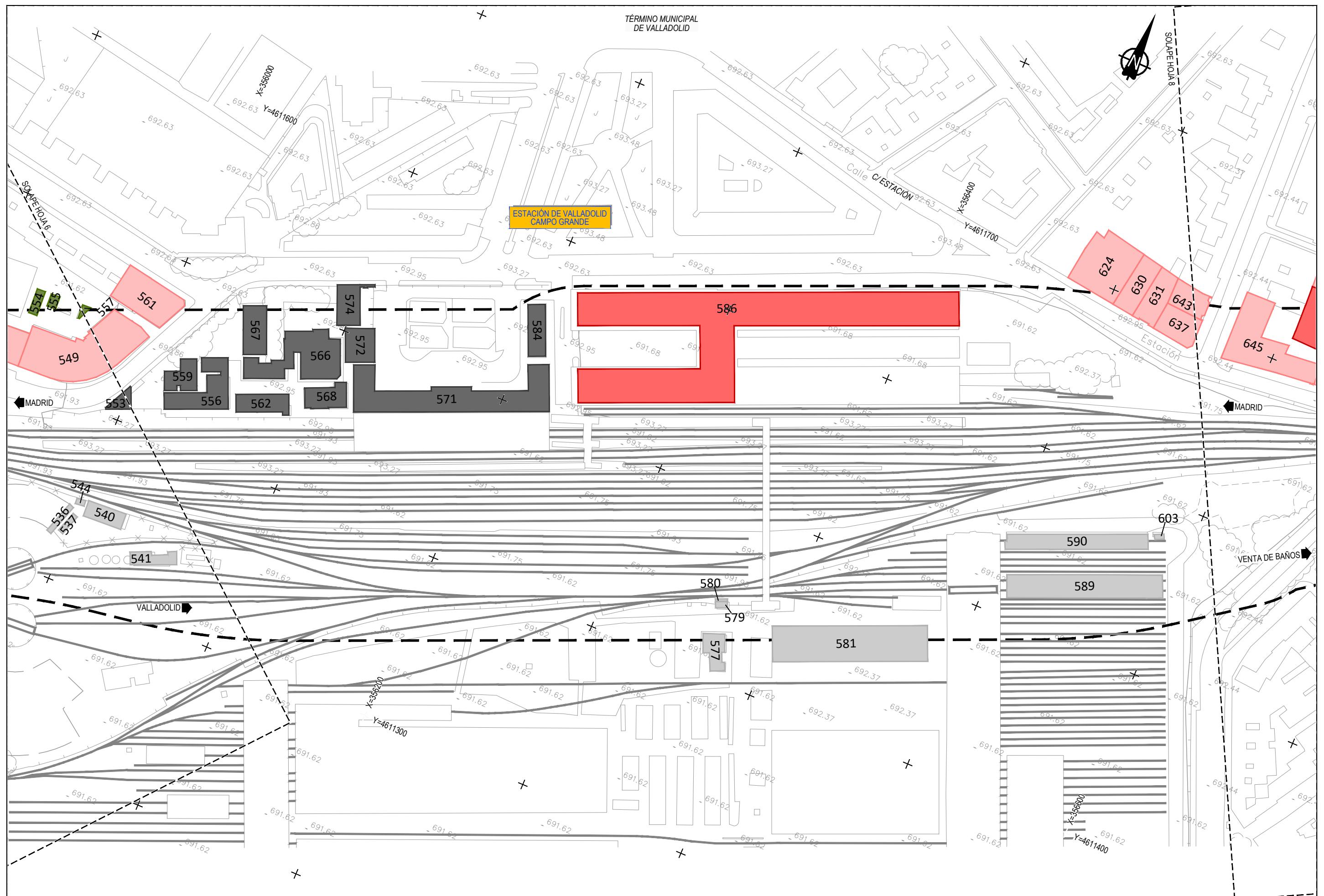


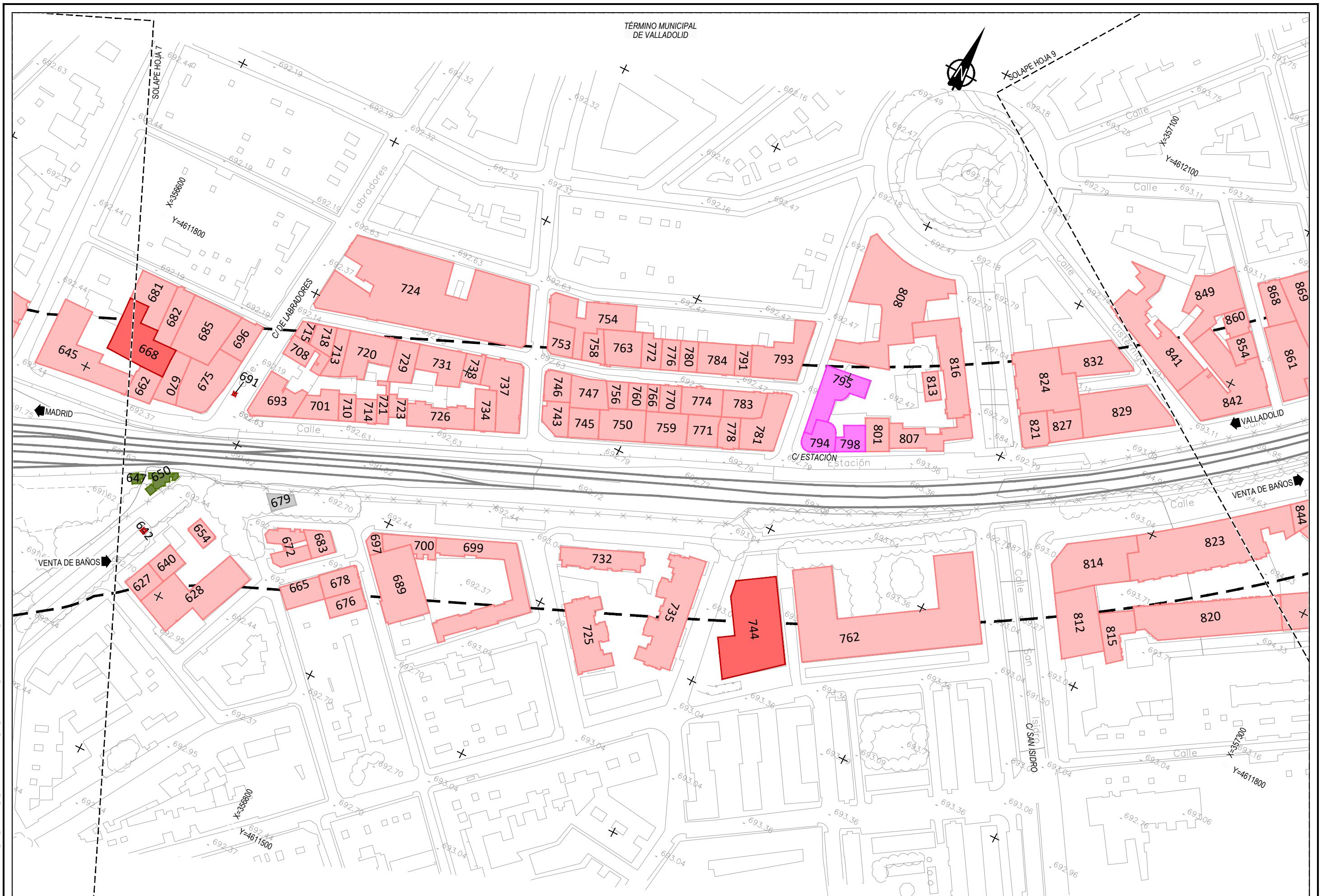


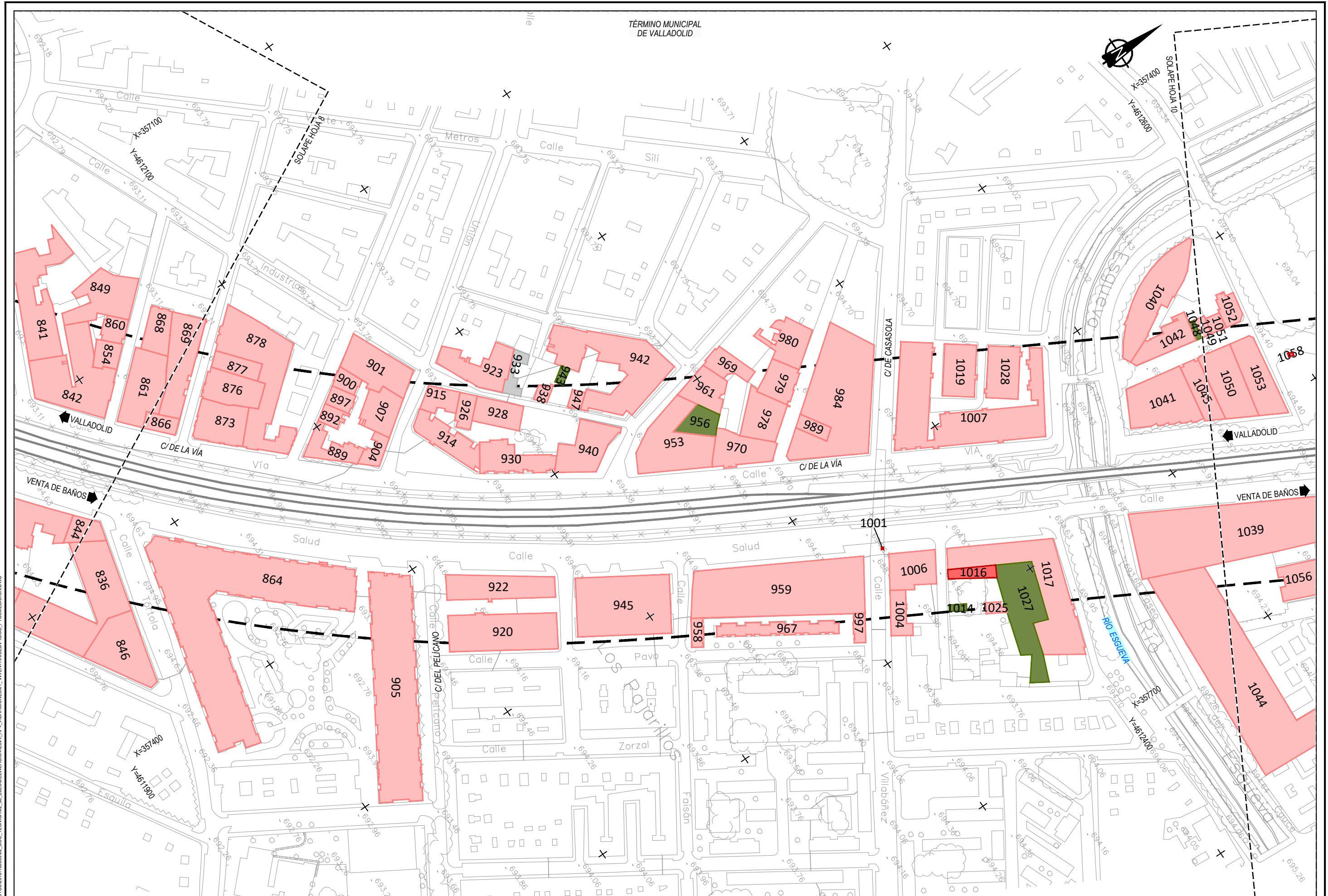


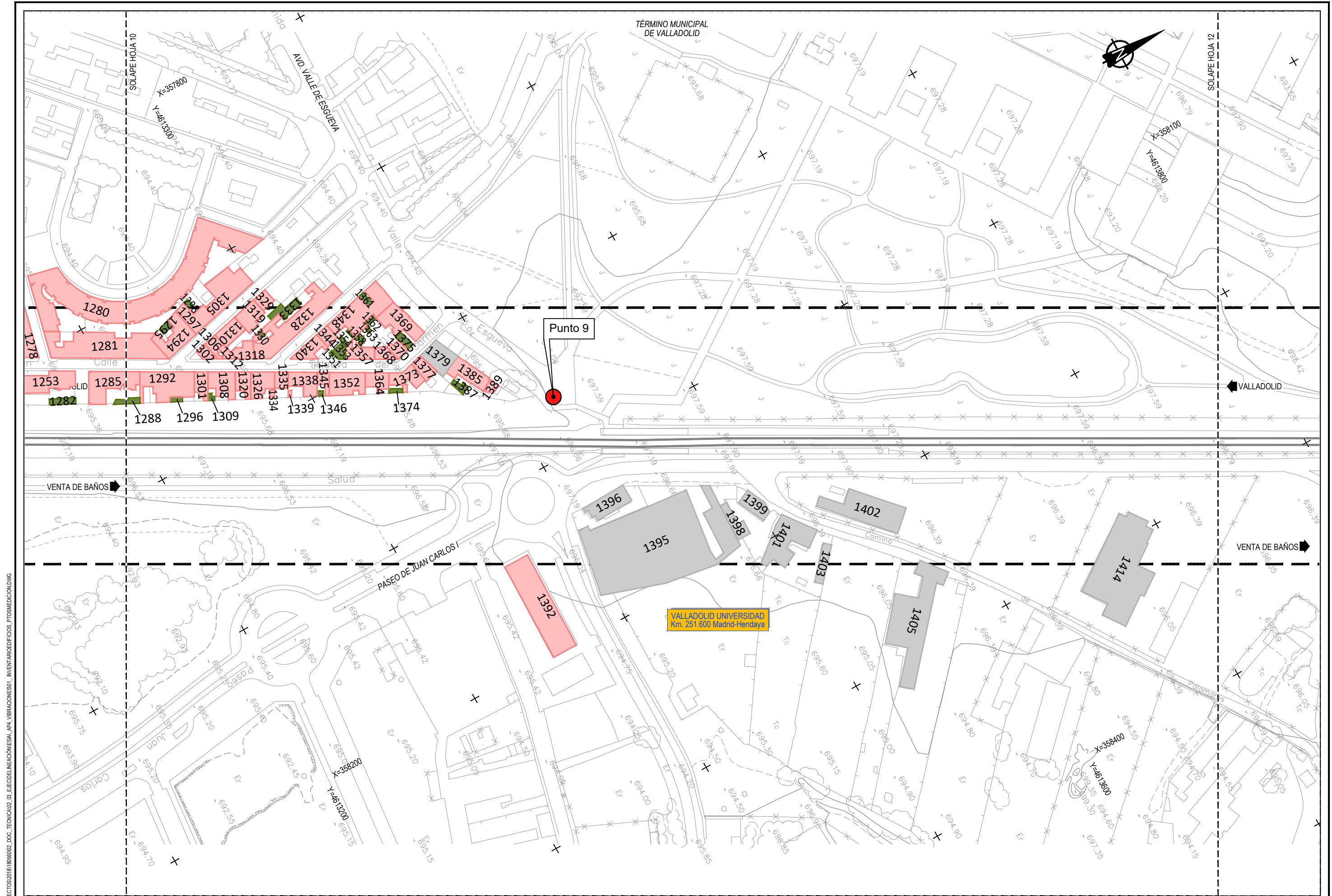


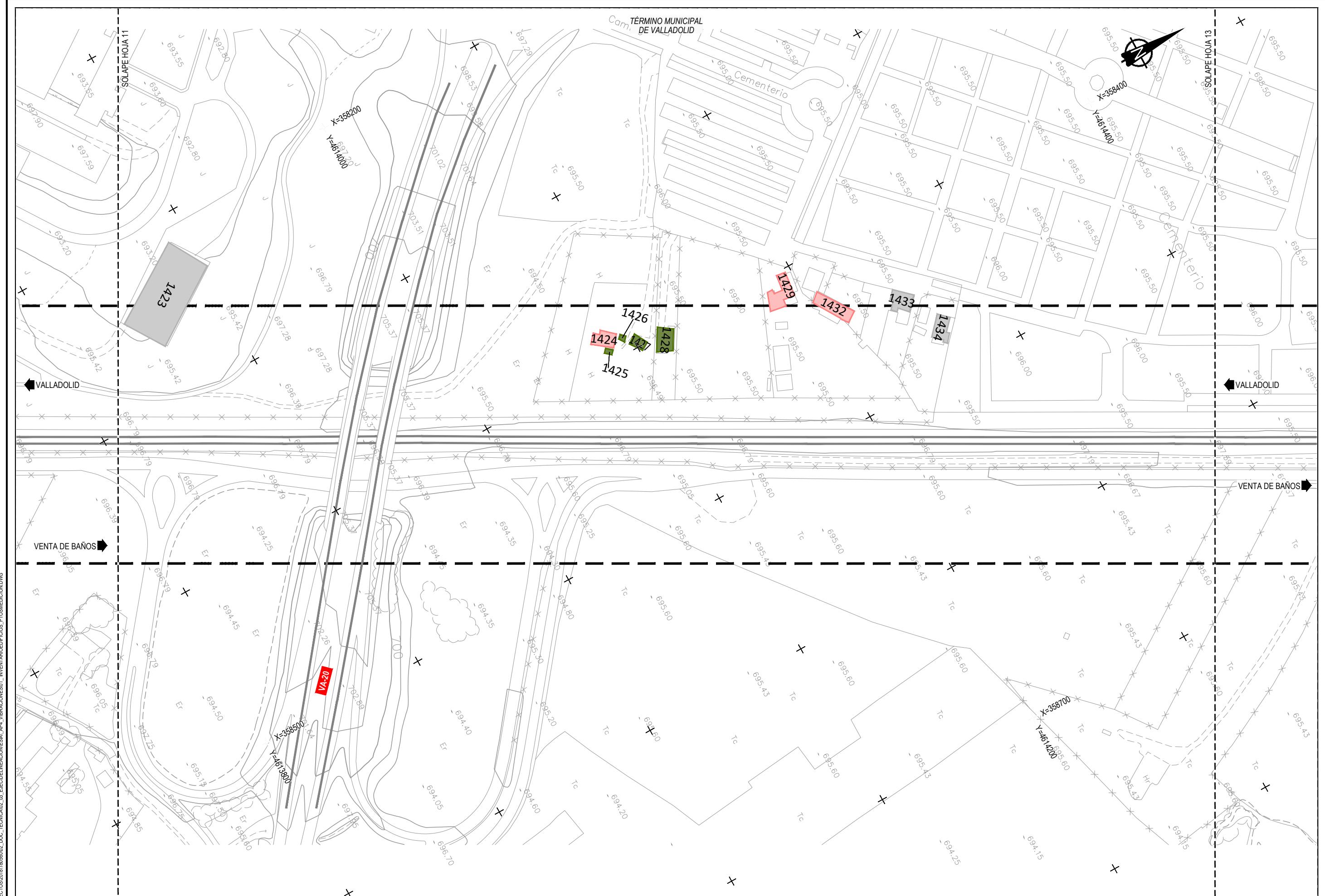


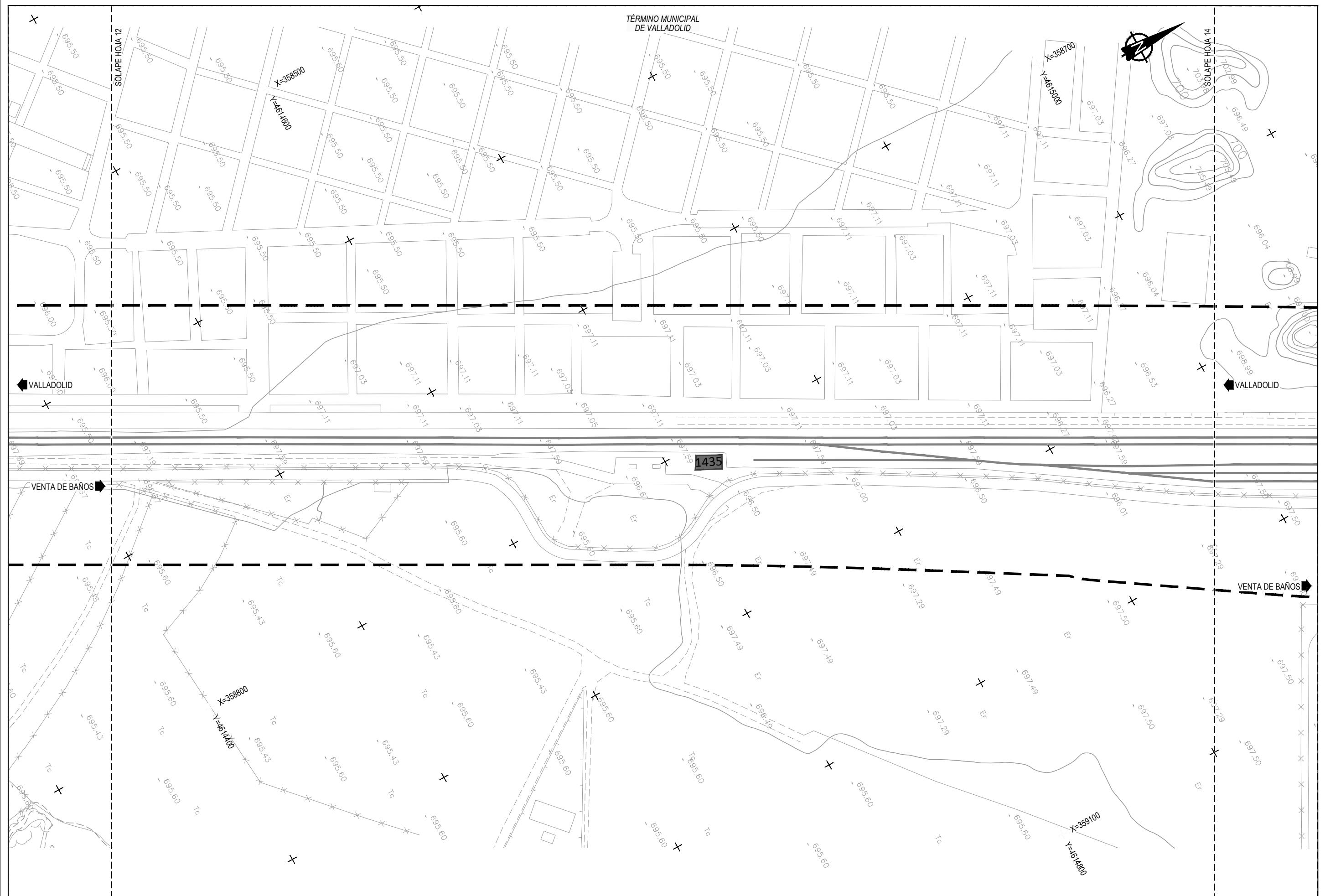


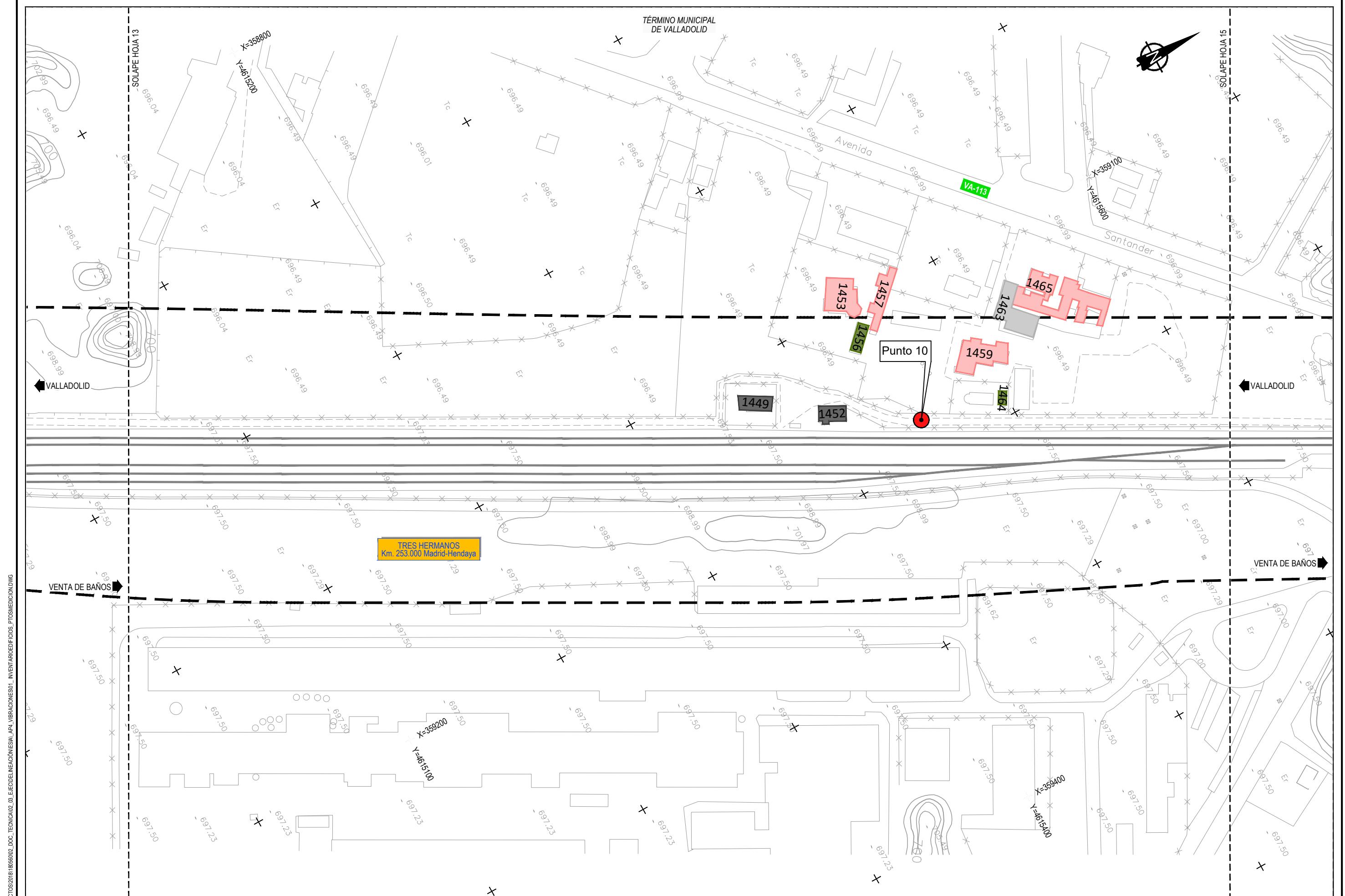


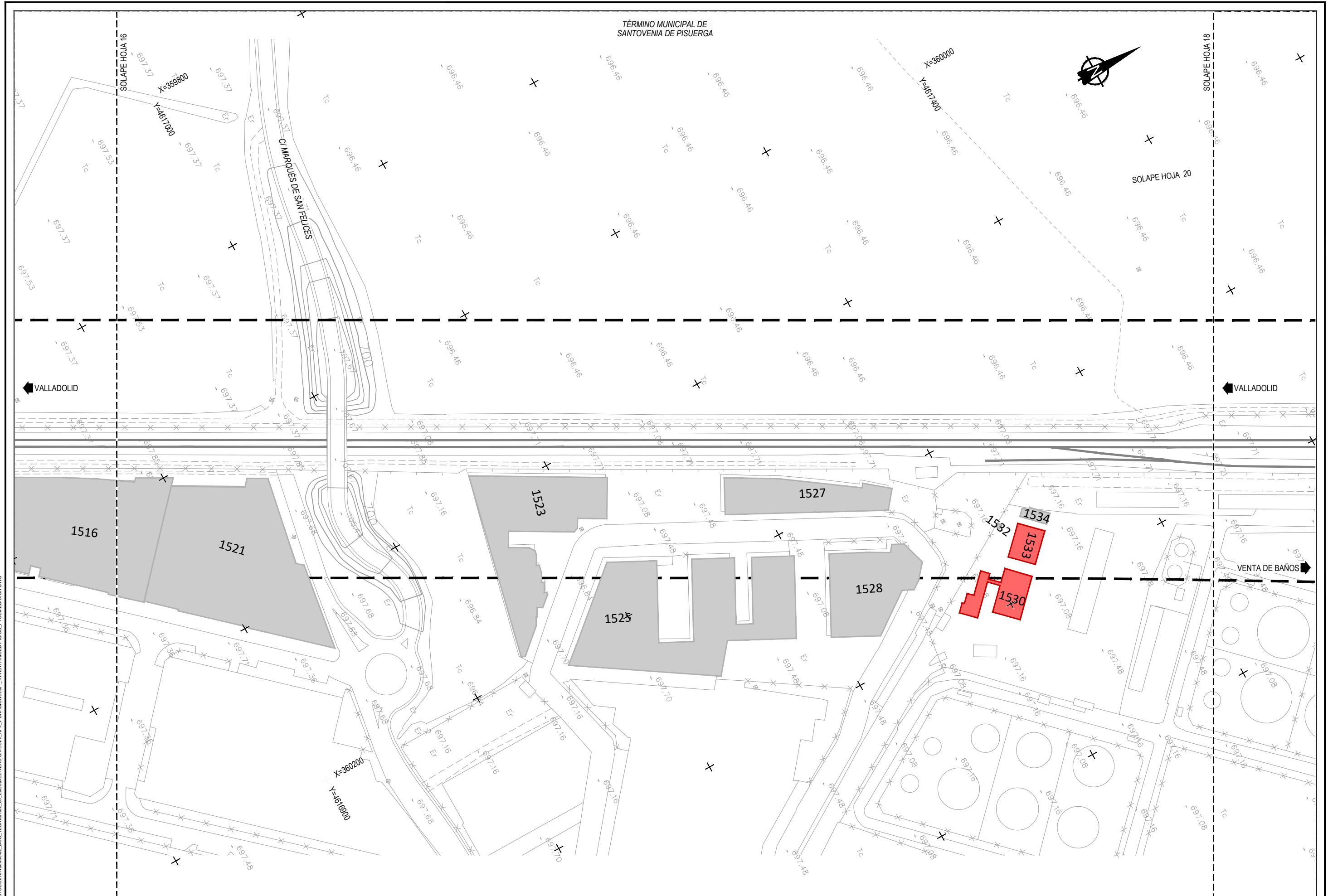


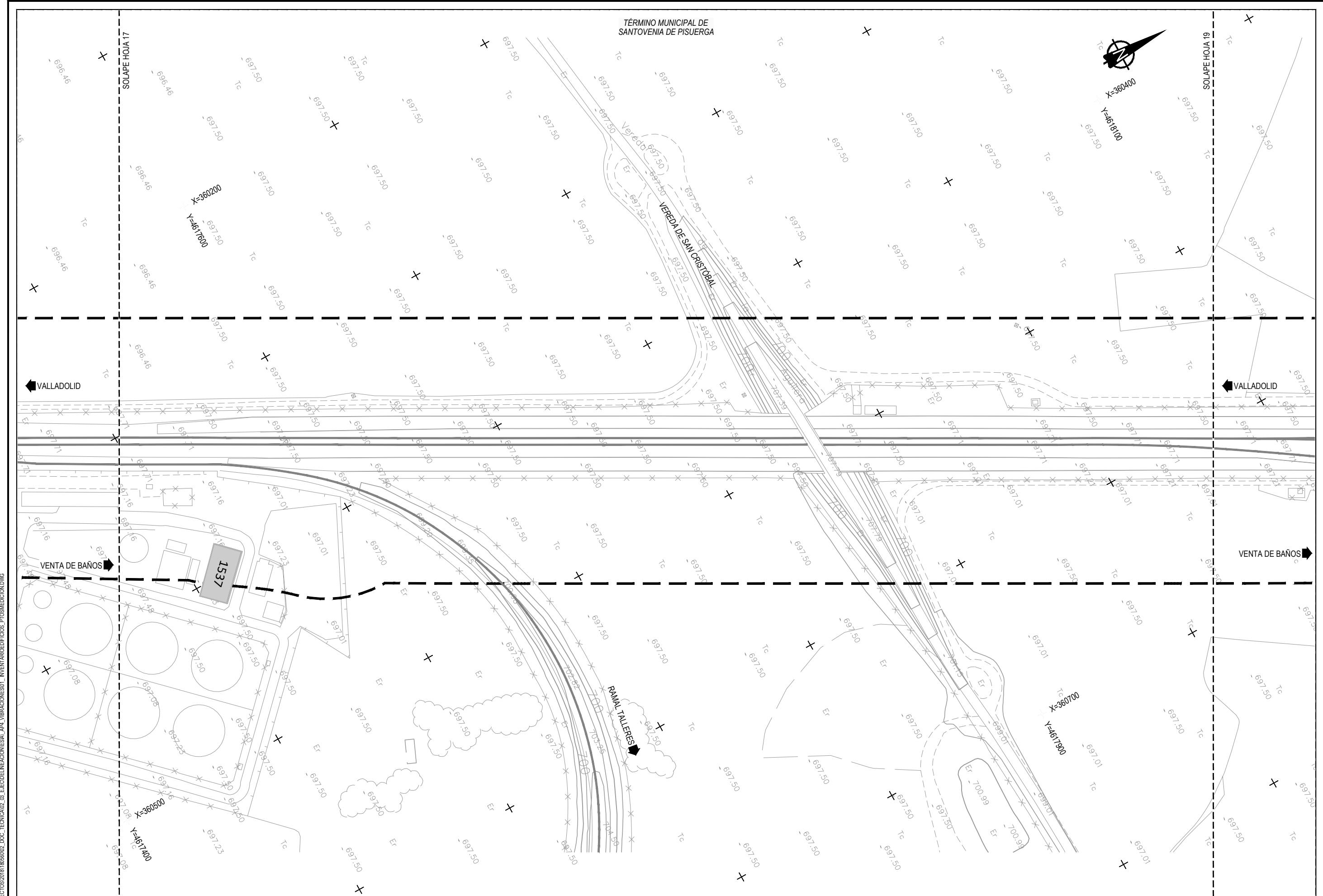












GOBIERNO
DE ESPAÑA
MINISTERIO
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD
Y AGENDA URBANA

SECRETARÍA DE ESTADO
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD
Y AGENDA URBANA
SECRETARÍA GENERAL
DE INFRAESTRUCTURAS
DIRECCIÓN GENERAL
DE PLANEACIÓN Y EVALUACIÓN
DE LA RED FERROVIARIA

TÍTULO

ESTUDIO INFORMATIVO DE LA INTEGRACIÓN
DEL FERROCARRIL EN VALLADOLID

AUTOR DEL PROYECTO:
ineco

ESCALA
1/1.000
NUMÉRICA
ORIGINAL UNE-A1

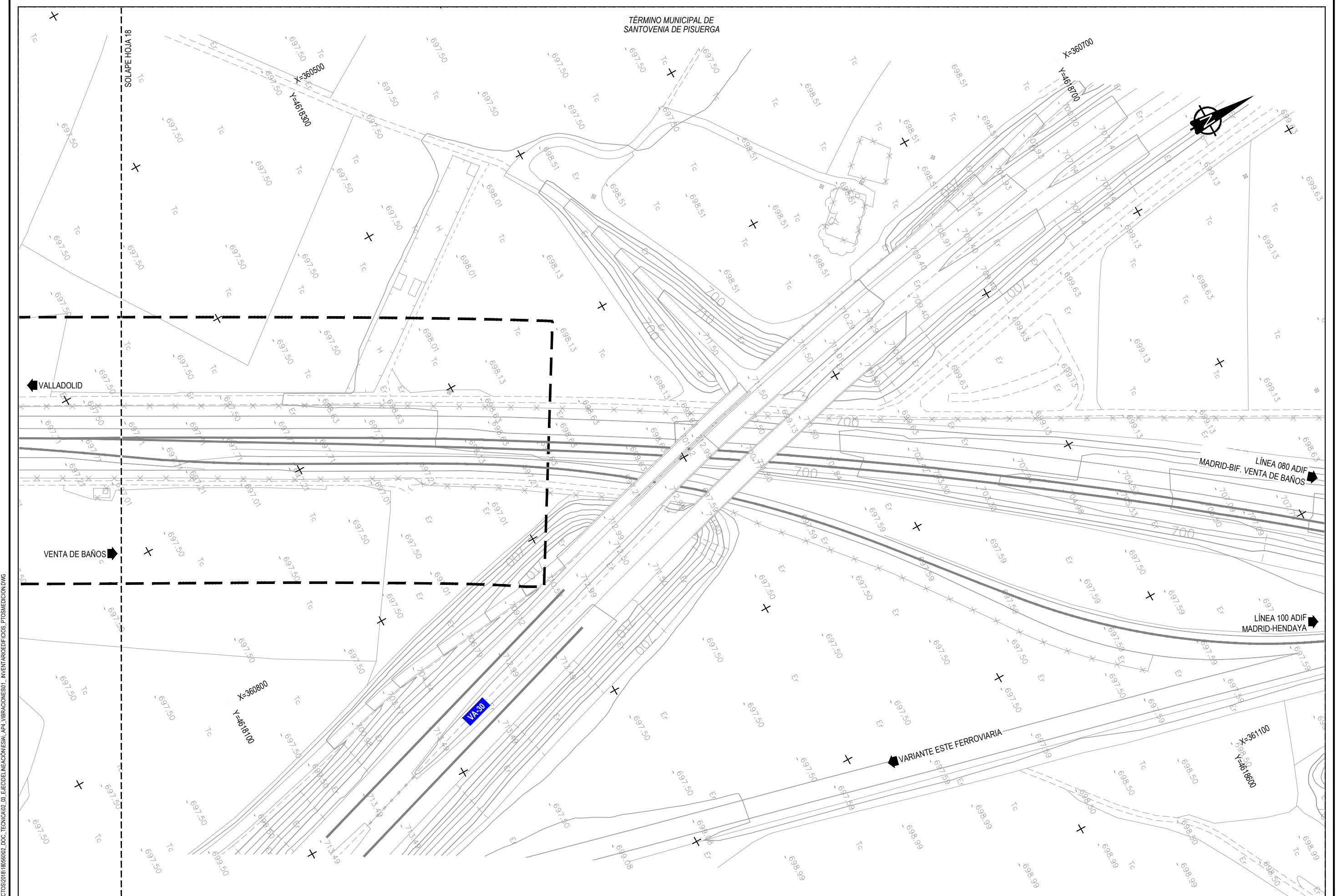
GRÁFICA

0 20 40 60m

FECHA
FEBRERO
2021

TÍTULO DEL PLANO
APÉNDICE 4. VIBRACIONES
INVENTARIO DE EDIFICIOS Y PUNTOS DE MEDICIÓN

Nº DE PLANO
1
Hoja 18 de 19



2. CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Número 20/34543388
Number

Página 1 de 6 páginas
Page of pages

El punto con * no está amparado
por la marca ENAC



LGAI Technological Center,
Ronda font del Carme, s/n
08193 Bellaterra
T +34 93 567 20 50
F +34 93 567 20 01
metrologia@appluscorp.com
www.applus.com

OBJET
Item

Medidor de vibración en cuerpo completo

IDENTIFICACIÓ
Identification

	Medidor	Acelerómetros		
Marca / Mark	BRÜEL&KJAER	PCB	PCB	PCB
Modelo / Model	3050-B-040	393A03	393A03	393A03
Nº serie / Serial N°	3050-100863	27560 / CH.1	27561 / CH.2	27559 / CH.3
Nº ID/ ID N°	ES-001	TICP-104	TICP-103	TICP-101

SOLICITANTE
Applicant

INGENIERIA Y ECONOMIA DE TRANSPORTE, S.A. (INECO)
Pº DE LA HABANA, 138
28036 MADRID

FECHA/S DE CALIBRACIÓN
Date/s of calibration

2020-10-13

SIGNATARIO/S
Authorized signatory/ies

Responsable Técnico / *Technical Manager*

Técnico / *Technician*

Este certificado se expide de acuerdo con las condiciones de la acreditación concedidas por ENAC, que ha comprobado las capacidades de medida del laboratorio y su trazabilidad a patrones nacionales.
ENAC es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo (MLA) de certificados de calibración de European Cooperation for Accreditation (EA) y de International Laboratories Accreditation Cooperation (ILAC).

This certificate is issued in accordance with the conditions of accreditation granted by ENAC which has assessed the measurement capability of the laboratory and its traceability to national standards.
ENAC is one of the signatories of the Multilateral Agreement of the European Cooperation for Accreditation (EA) and the International Laboratories Accreditation Cooperation (ILAC).
This Certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of Applus

CARACTERÍSTICAS DEL INSTRUMENTO CALIBRADO

Tipo de instrumento: Medidor de vibración en cuerpo completo
Rango de medida: 0,0038-10 m/s²
Referencia: 1 m/s²

PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN

La calibración se ha realizado según el procedimiento C2620816, basado en la norma de referencia UNE-EN ISO 8041-1:2017 (Verificación periódica), aplicable a instrumentos de medida de respuesta humana a las vibraciones

CONDICIONES DE VERIFICACIÓN

Temperatura: 21,0 °C

Humedad relativa: 60%

Fecha del ensayo: 2020-10-13

INCERTIDUMBRE DE MEDIDA

La incertidumbre expandida de medida, U , indicada en el aparato de resultados, se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medida por el factor de cobertura $k = 2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%. La incertidumbre se ha determinado conforme al documento de la designación actual EA-4/02M.

TRAZABILIDAD

Los equipos utilizados durante la calibración son los siguientes:

Patrón	Identificación	Trazabilidad
Generador de funciones	102994	FLUKE (NKO;NL) / INTA (ENAC;ES)
Sistema de vibración	102887	DPLA (DANAK;DK)
Amplificador de carga	102986	DPLA (DANAK;DK)

FACTORY CALIBRATION DATA OF THE SV111 No. 77097

1. CALIBRATION (Axis Z)

Nominal frequency [Hz]	Nominal acceleration [m/s ²]	Nominal RMS result [dB]	Measured RMS result [dB]	RMS error [dB]	Test load [kg]
15.915	1	120	119.92	-0.08	0.0
79.58	1	120	120.16	0.16	0.0
79.58	10	140	140.11	0.11	0.0
159.15	1	120	120.02	0.02	0.0
159.15	10	140	139.95	-0.05	0.0
636.62	1	120	119.98	-0.02	0.0

Nominal frequency [Hz]	Nominal acceleration [m/s ²]	Nominal RMS result [dB]	Measured RMS result [dB]	RMS error [dB]	Test load [kg]
15.915	1	120	119.95	-0.05	1.20
79.58	1	120	120.15	0.15	0.30
79.58	10	140	140.05	0.05	0.30
159.15	1	120	120.05	0.05	0.20
159.15	10	140	139.95	-0.05	0.20
636.62	1	120	119.99	-0.01	0.20

RMS measured on axis X and Y are minimum 20 dB less than RMS measured on axis Z.

2. FREQUENCY & THD

Nominal frequency [Hz]	Nominal acceleration [m/s ²]	Measured Frequency [Hz]	Frequency Error [%]	THD [%]	Test load [kg]
15.915	1	15.921	0.04	2.01	0.0
79.58	10	79.57	-0.01	0.85	0.0
159.15	10	159.14	-0.01	0.75	0.0
636.62	1	636.65	0.01	0.19	0.0

Nominal frequency [Hz]	Nominal acceleration [m/s ²]	Measured Frequency [Hz]	Frequency Error [%]	THD [%]	Test load [kg]
15.915	1	15.918	0.02	1.16	1.20
79.58	10	79.56	-0.02	0.62	0.30
159.15	10	159.11	-0.02	0.56	0.20
636.62	1	636.56	-0.01	0.21	0.20

ENVIRONMENTAL CONDITIONS

Temperature	Relative humidity	Ambient pressure
21 °C	48 %	999 hPa

TEST EQUIPMENT

Item	Manufacturer	Model	Serial no.	Description
1.	SVANTEK	SVAN 912A	15900	Sound & Vibration Analyser
2.	DYTRAN	3233A	500	Reference accelerometer

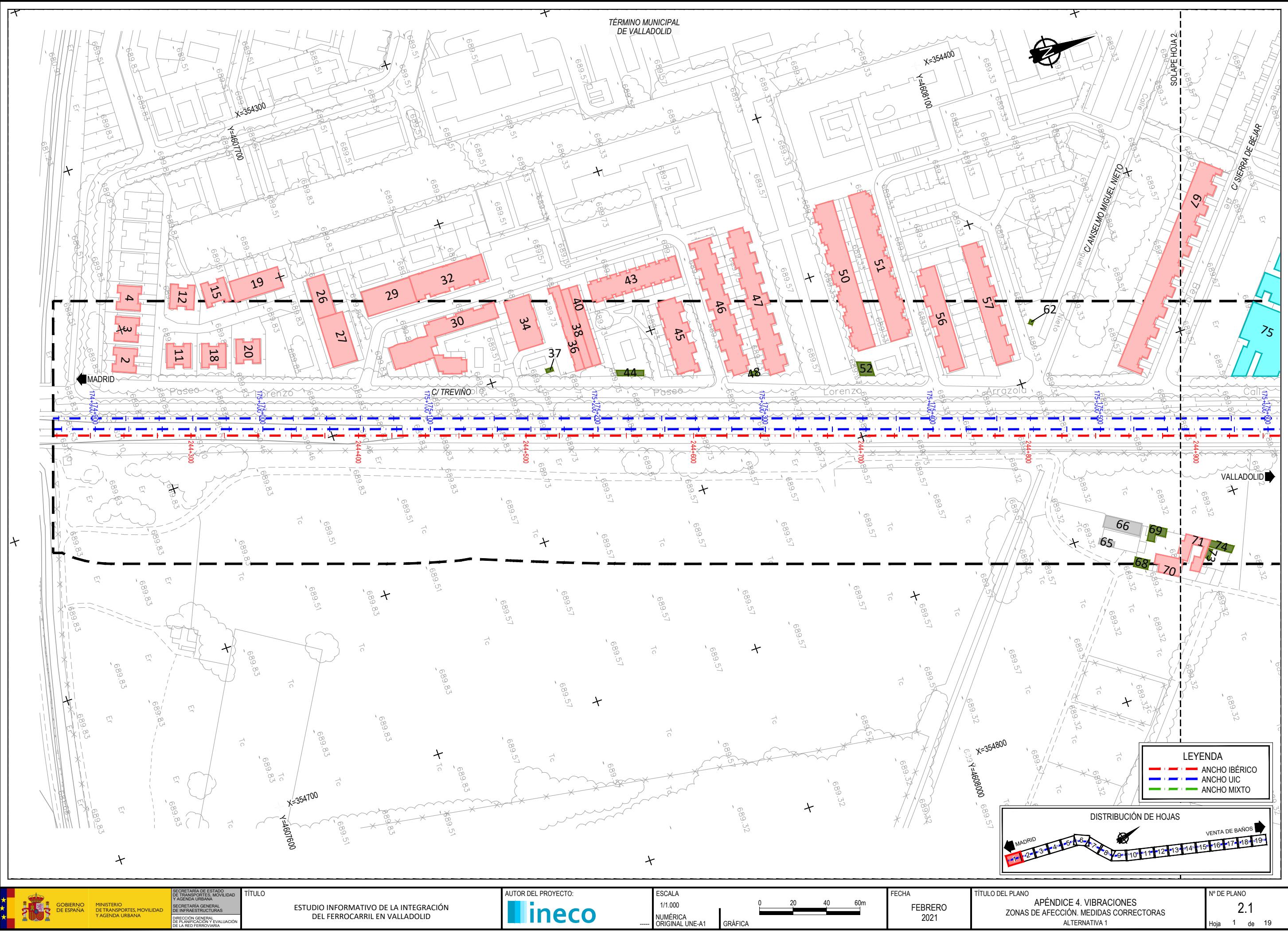
CONFORMITY & TEST DECLARATION

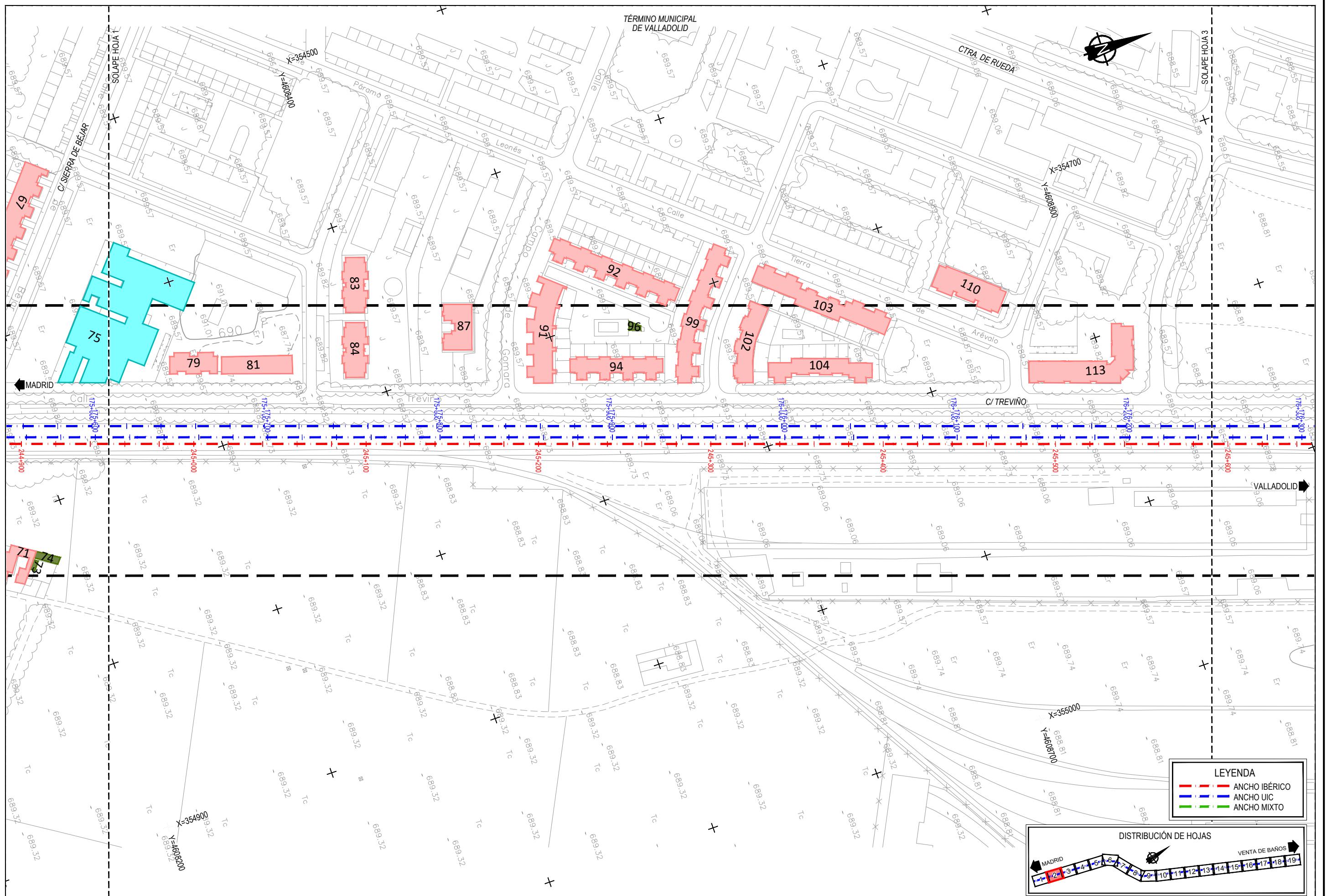
- Herewith Svantek company declares that this instrument has been calibrated and tested in compliance with the internal ISO9001 procedures and meets all specification given in the Manual(s) or respectively surpass them.
- Traceability of the calibration is guaranteed by the above mentioned ISO9001 procedures.
- The information appearing on this sheet has been compiled specifically for this instrument. This form is produced with advanced equipment & procedures which permit comprehensive quality assurance verification of all data supplied herein.
- This calibration sheet shall not be reproduced except in full, without written permission of the SVANTEK Ltd.

Calibration specialist: Cezary Dardziński 

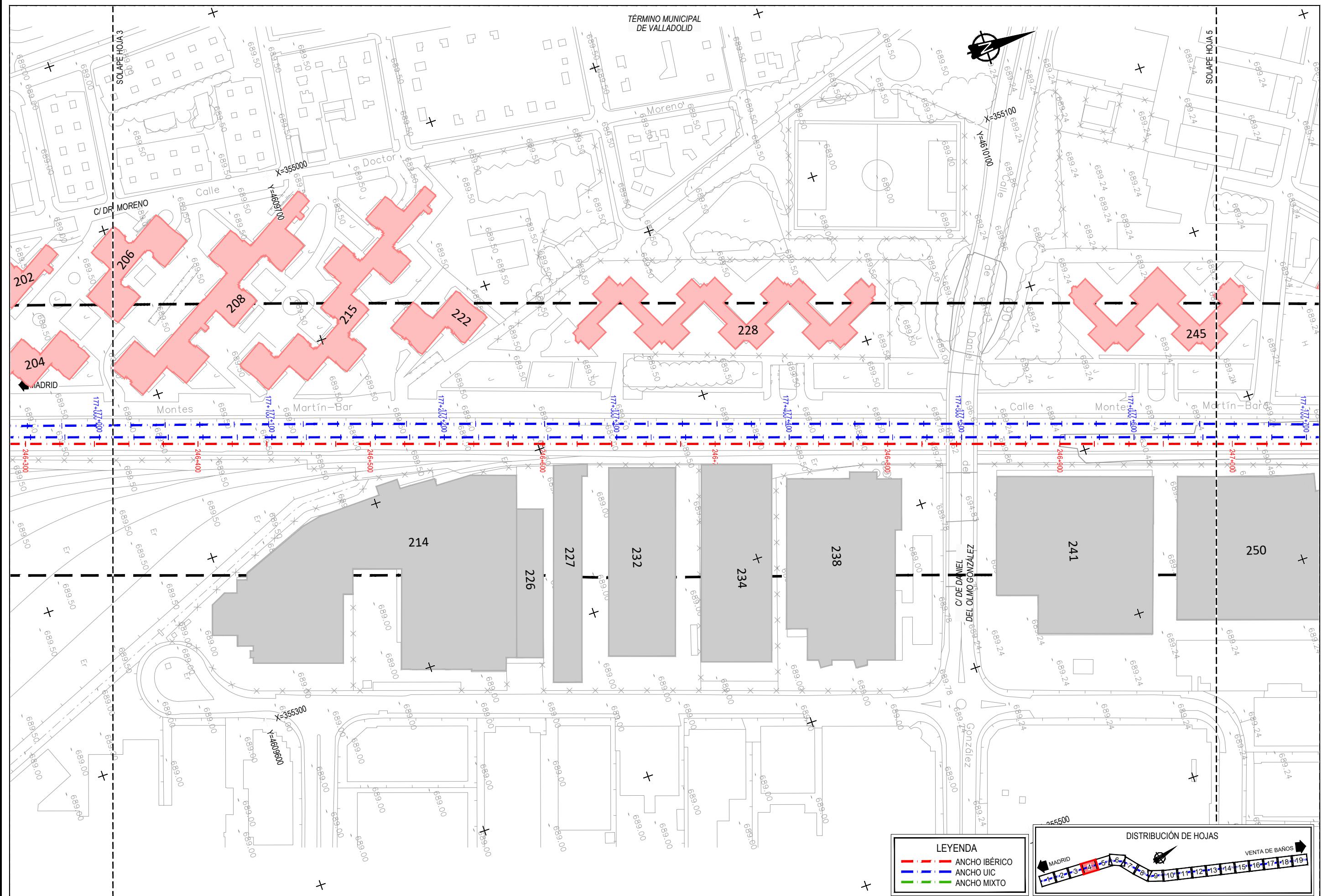
Test date: 2020-10-05

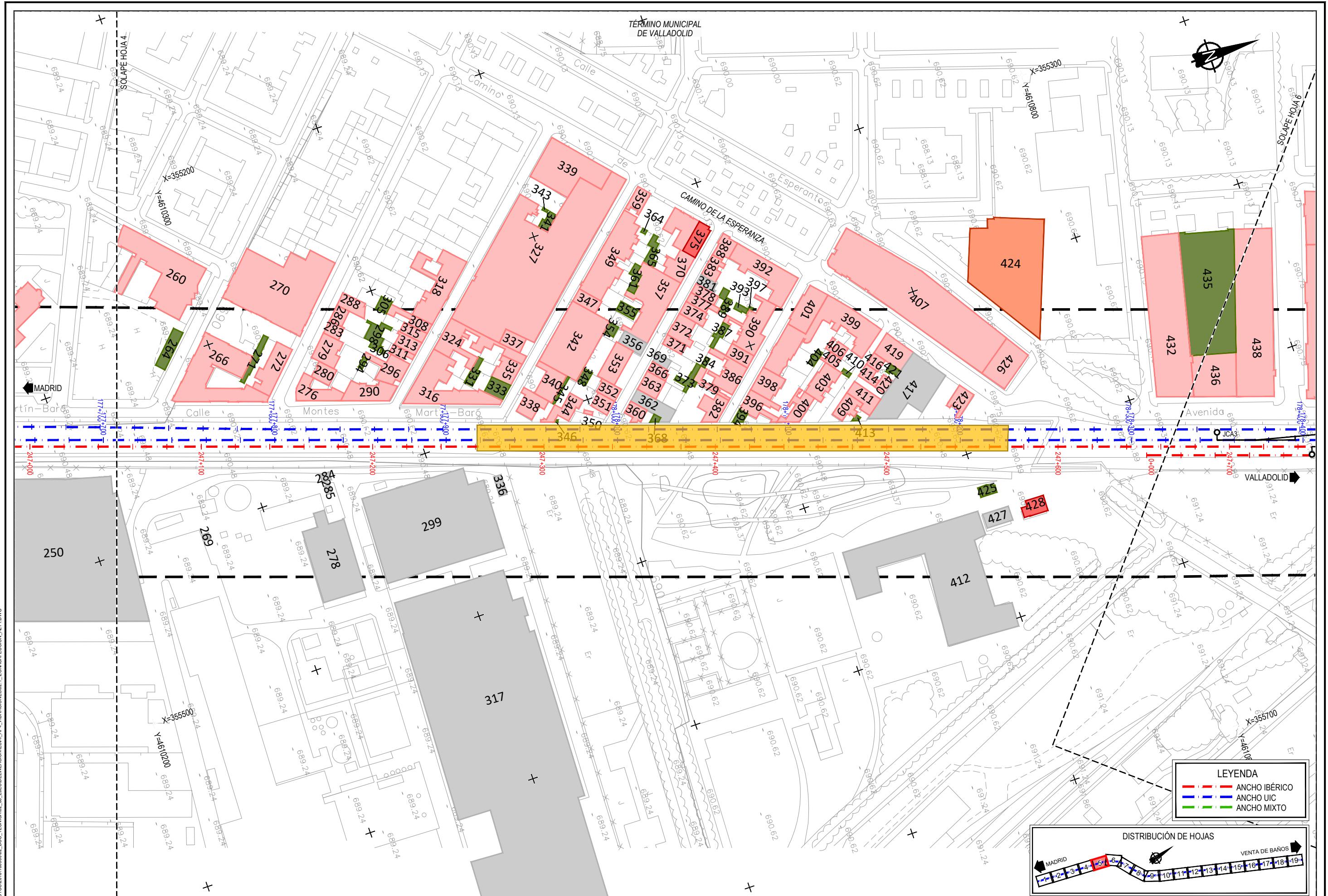
3. MEDIDAS CORRECTORAS. ALTERNATIVA 1

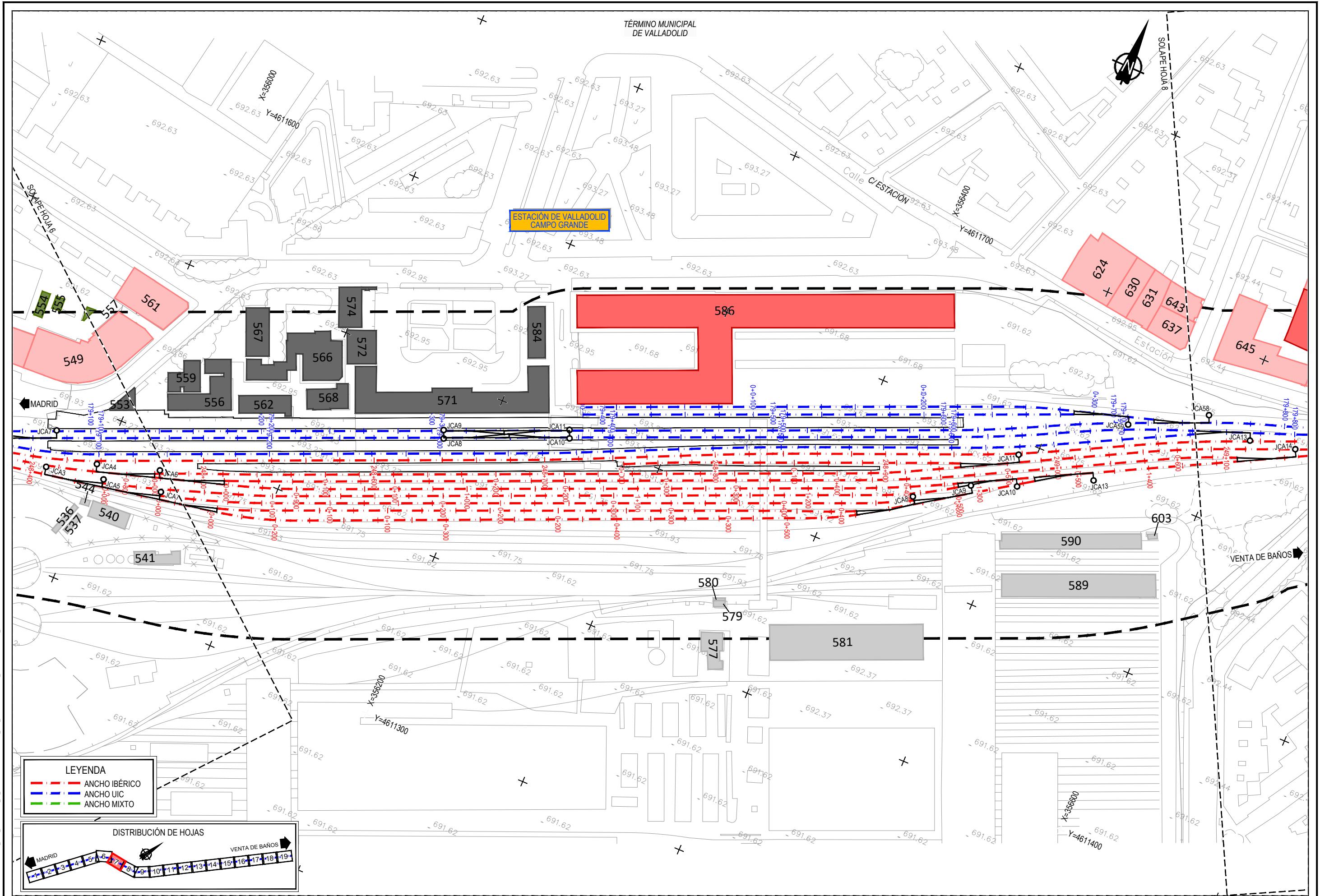


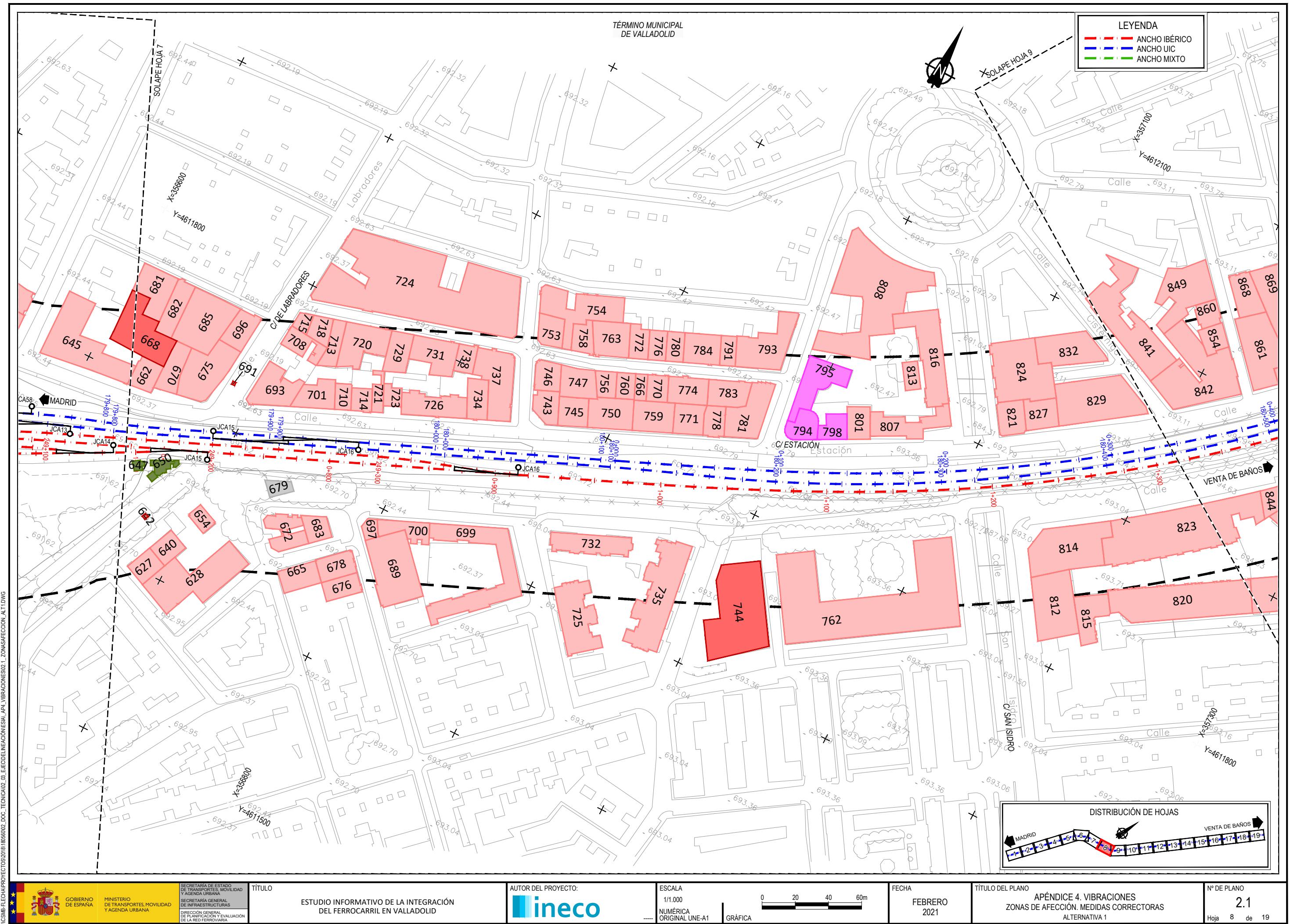


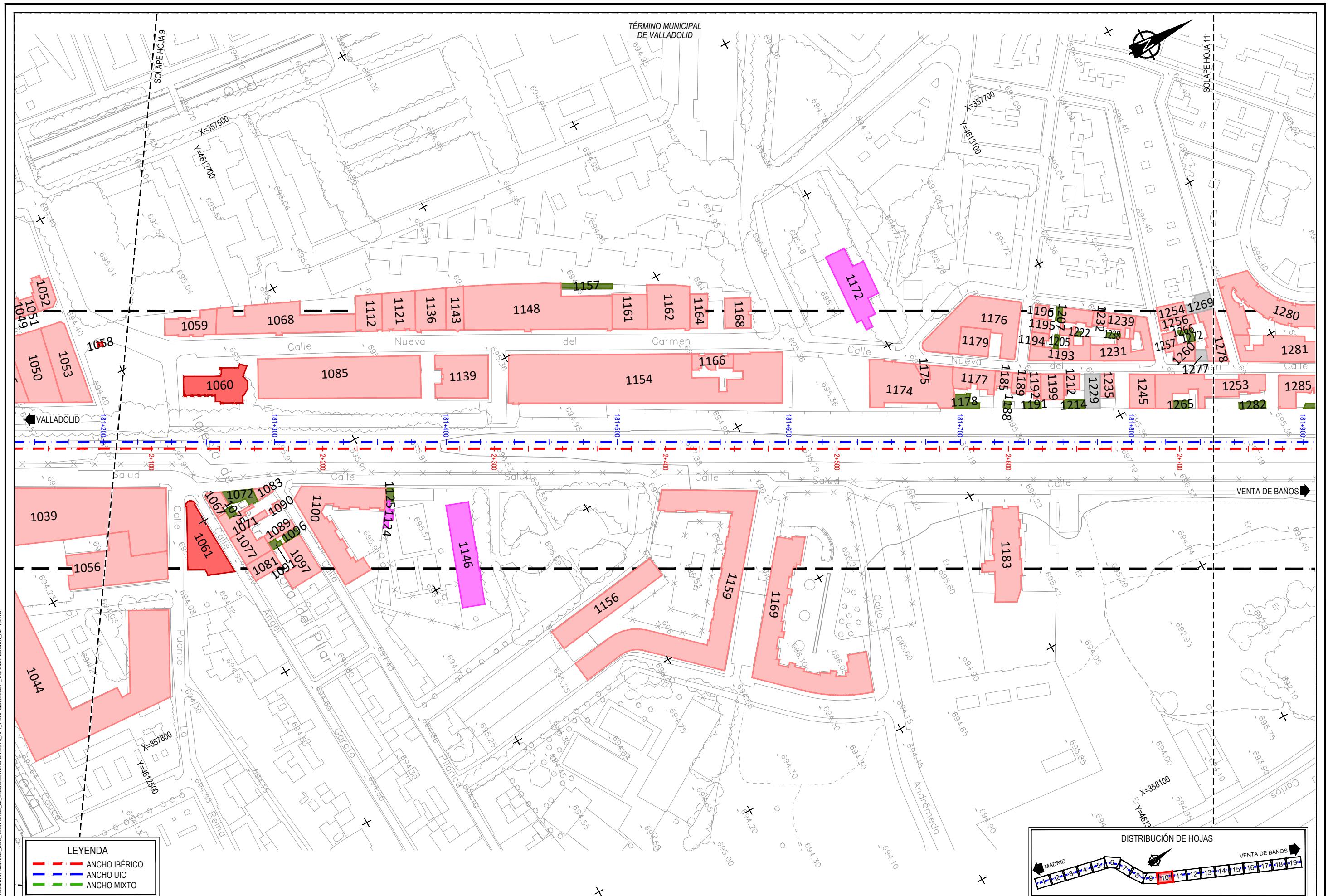


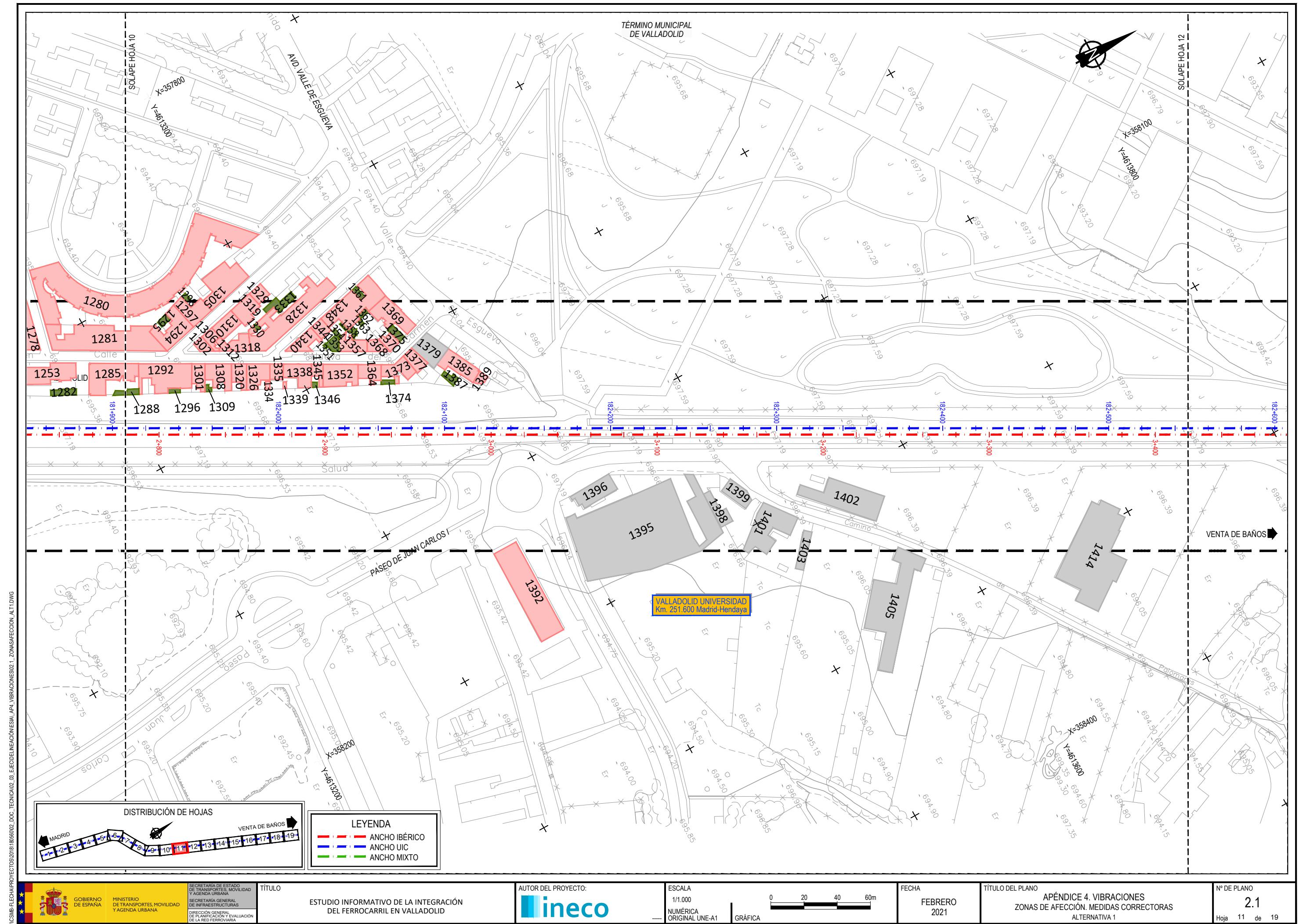


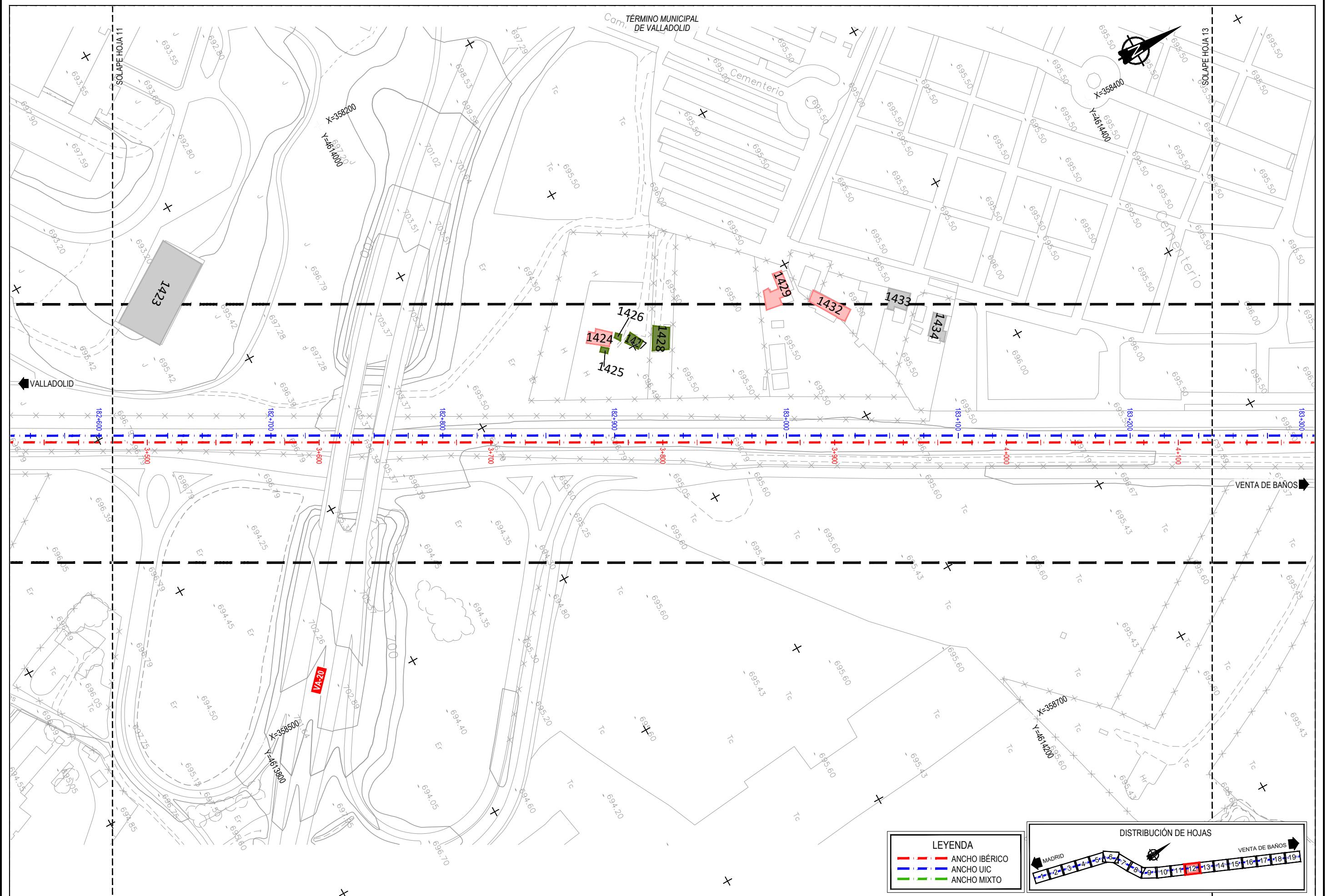


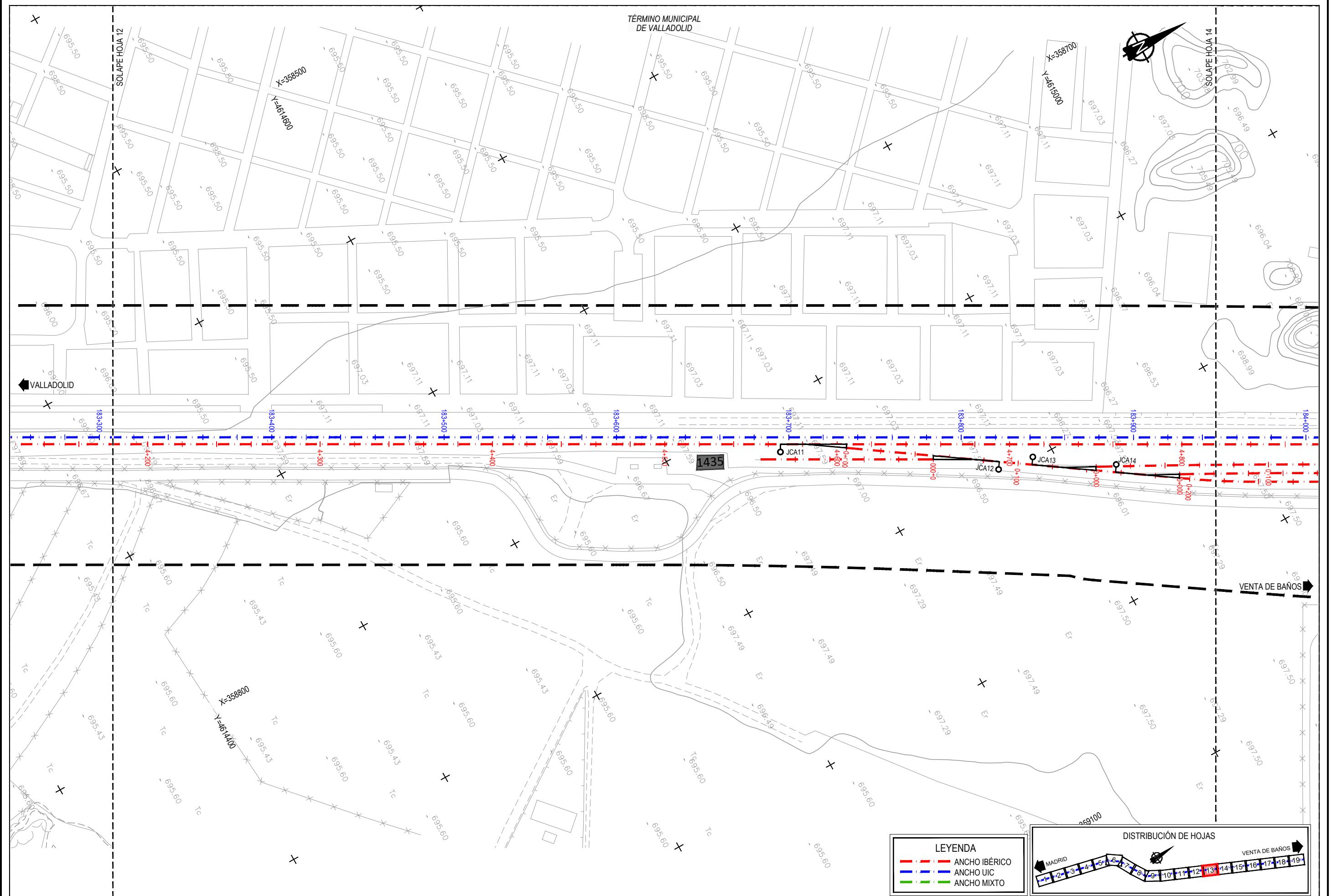


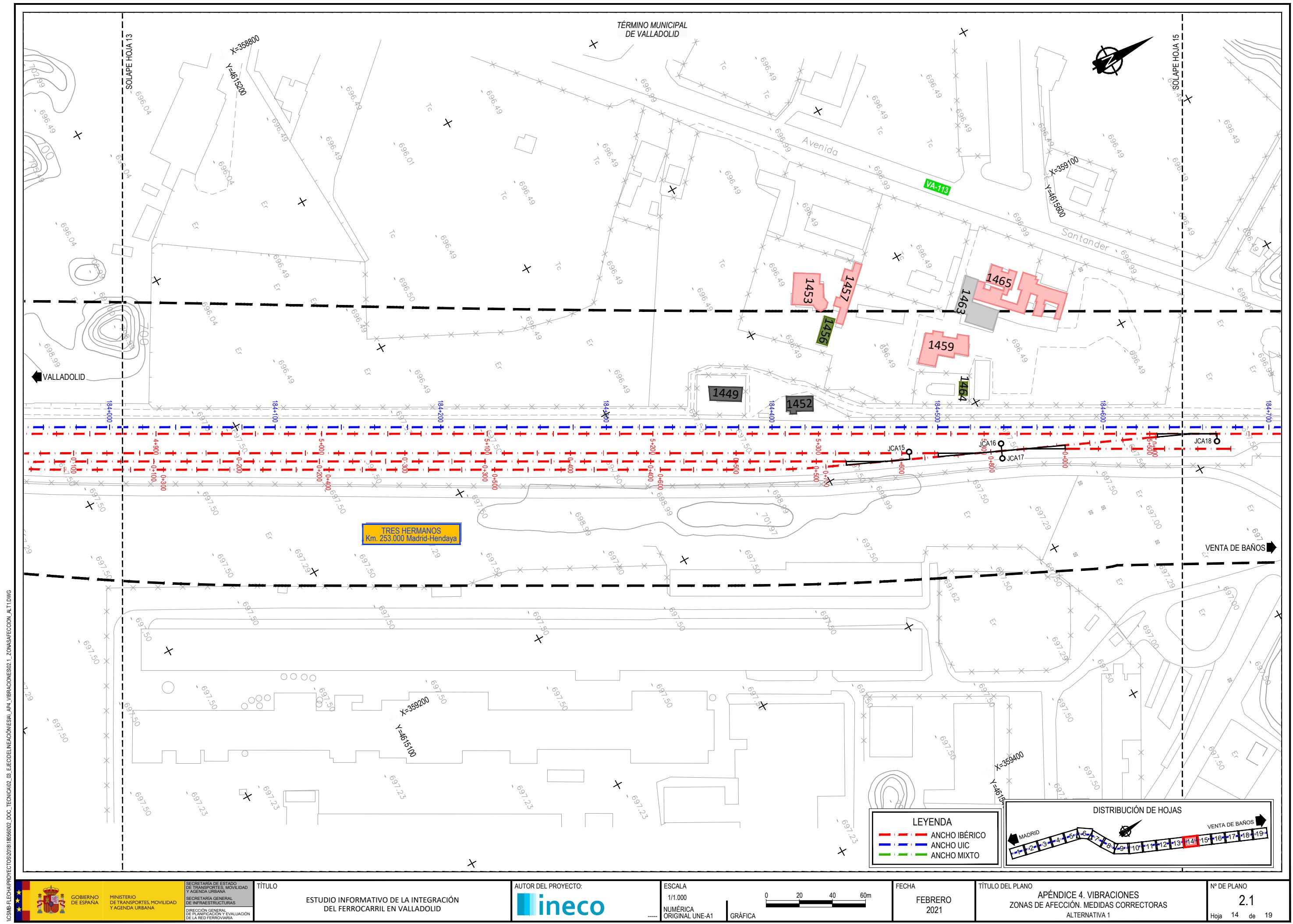


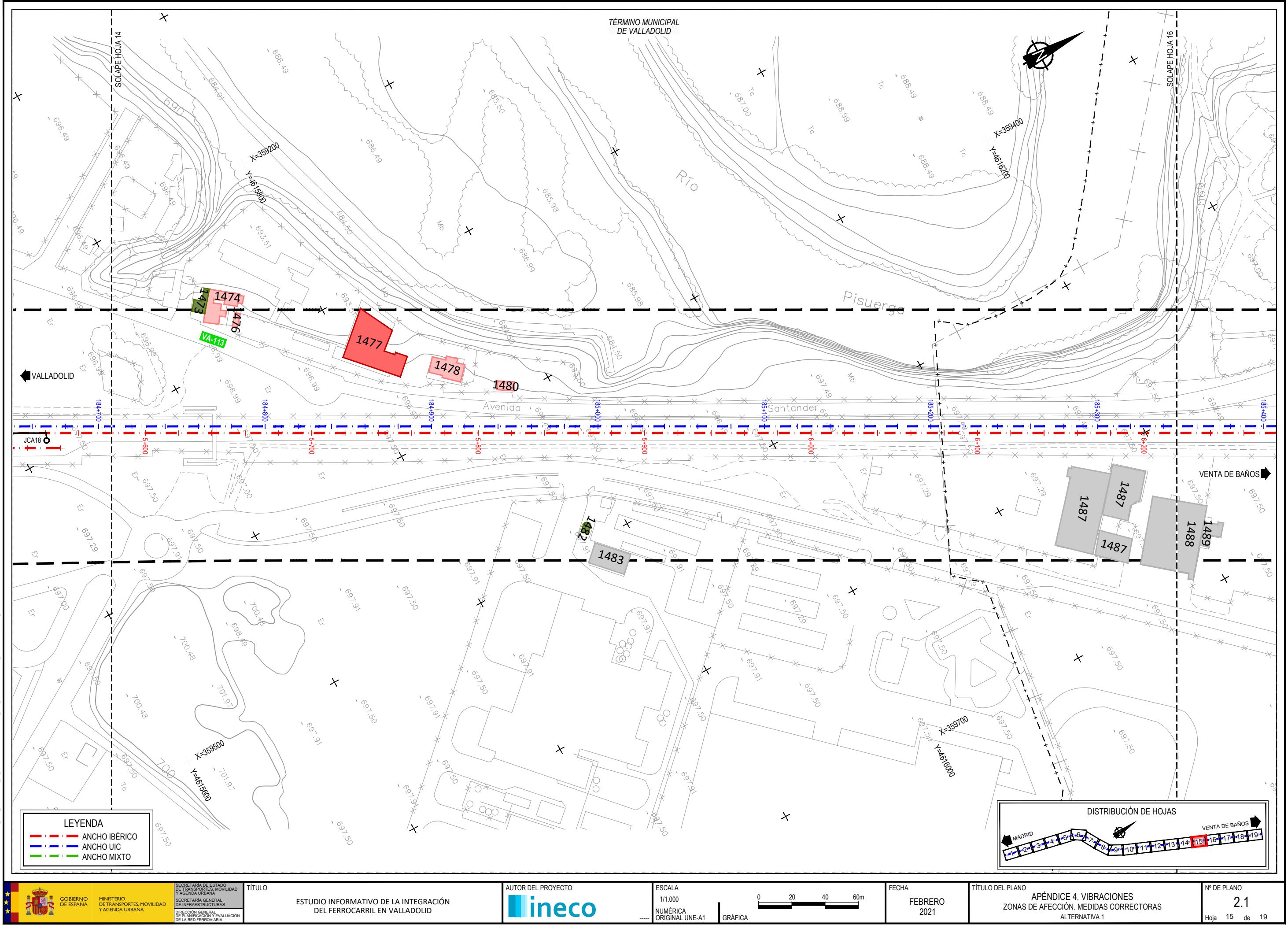


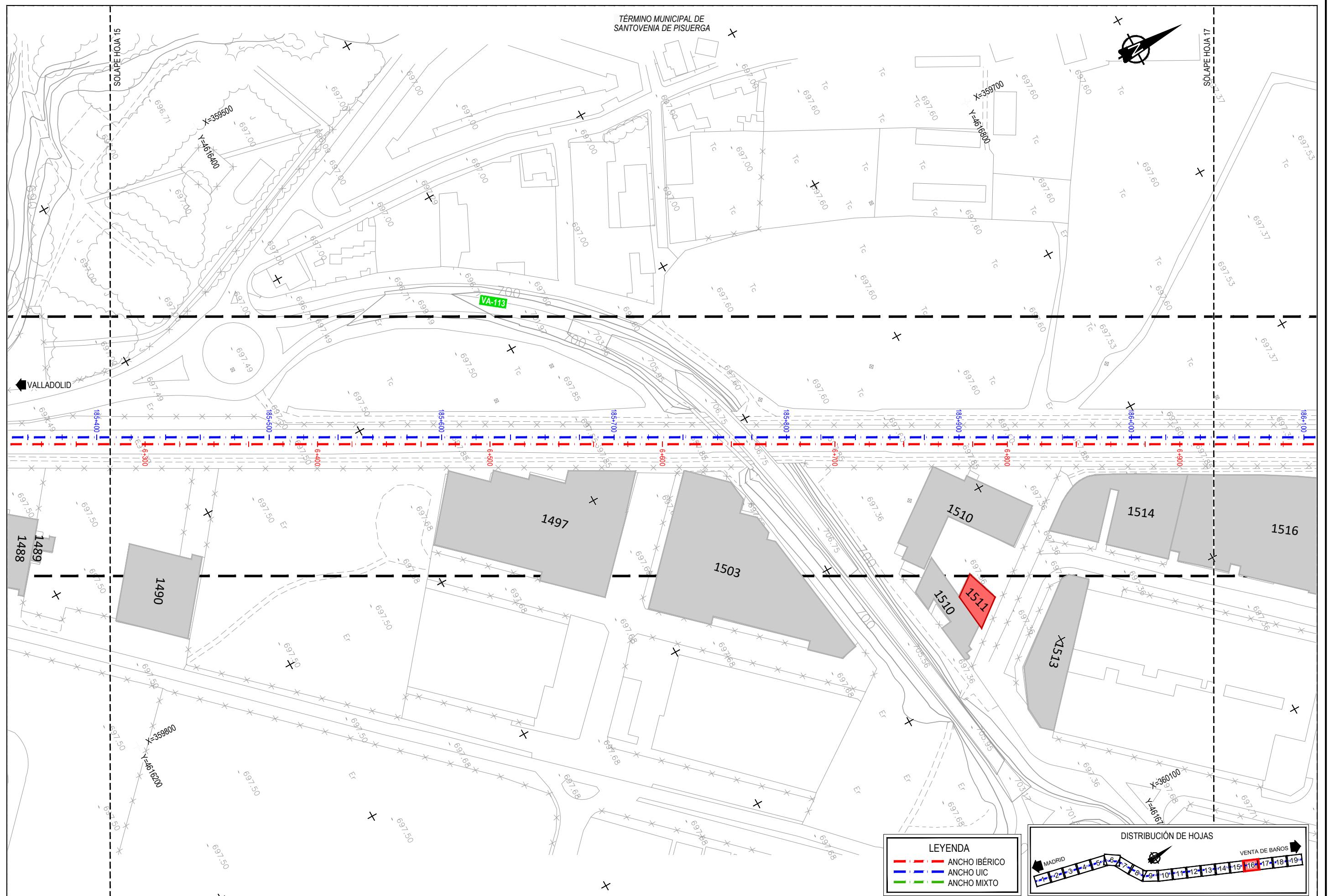


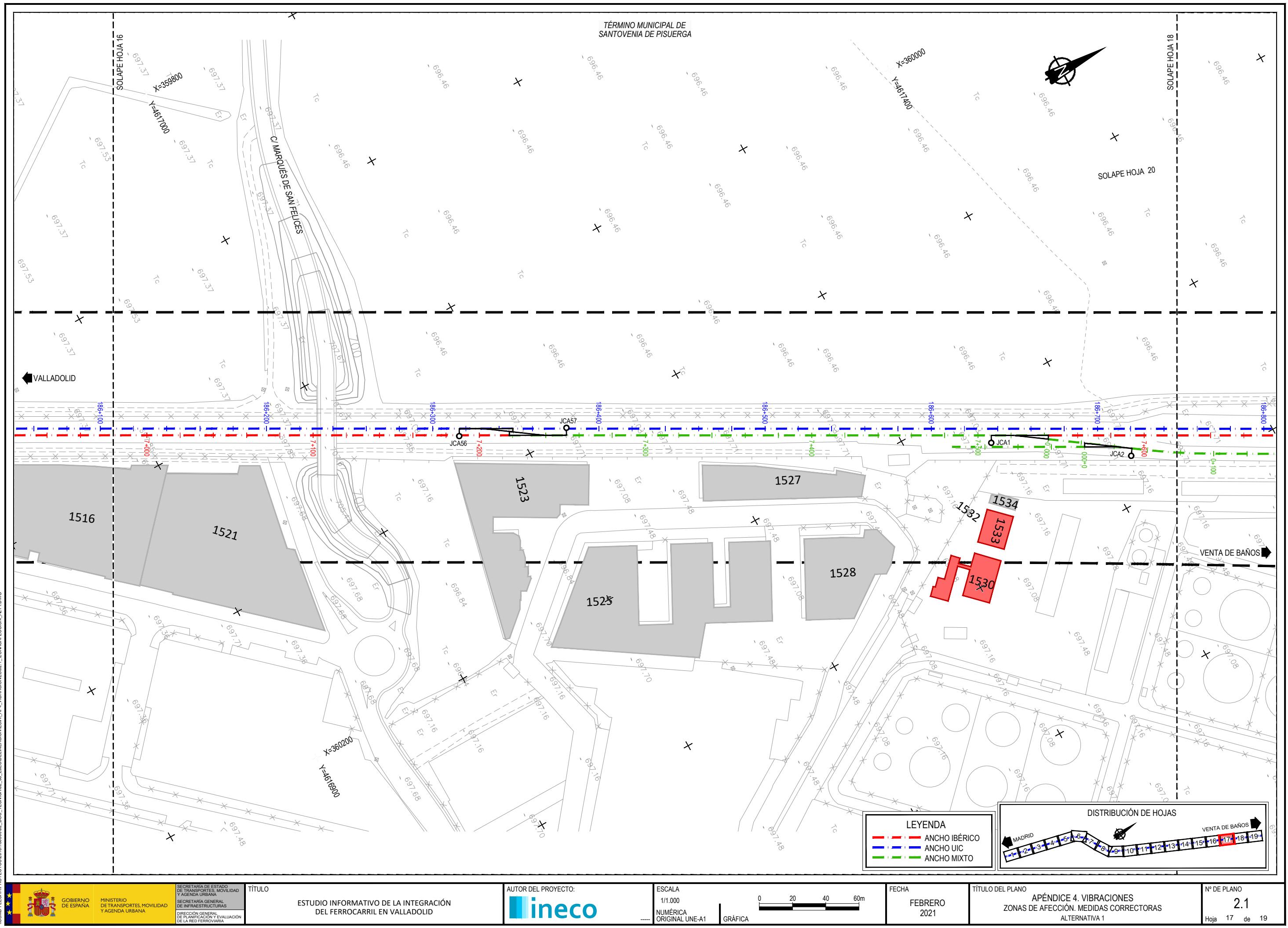


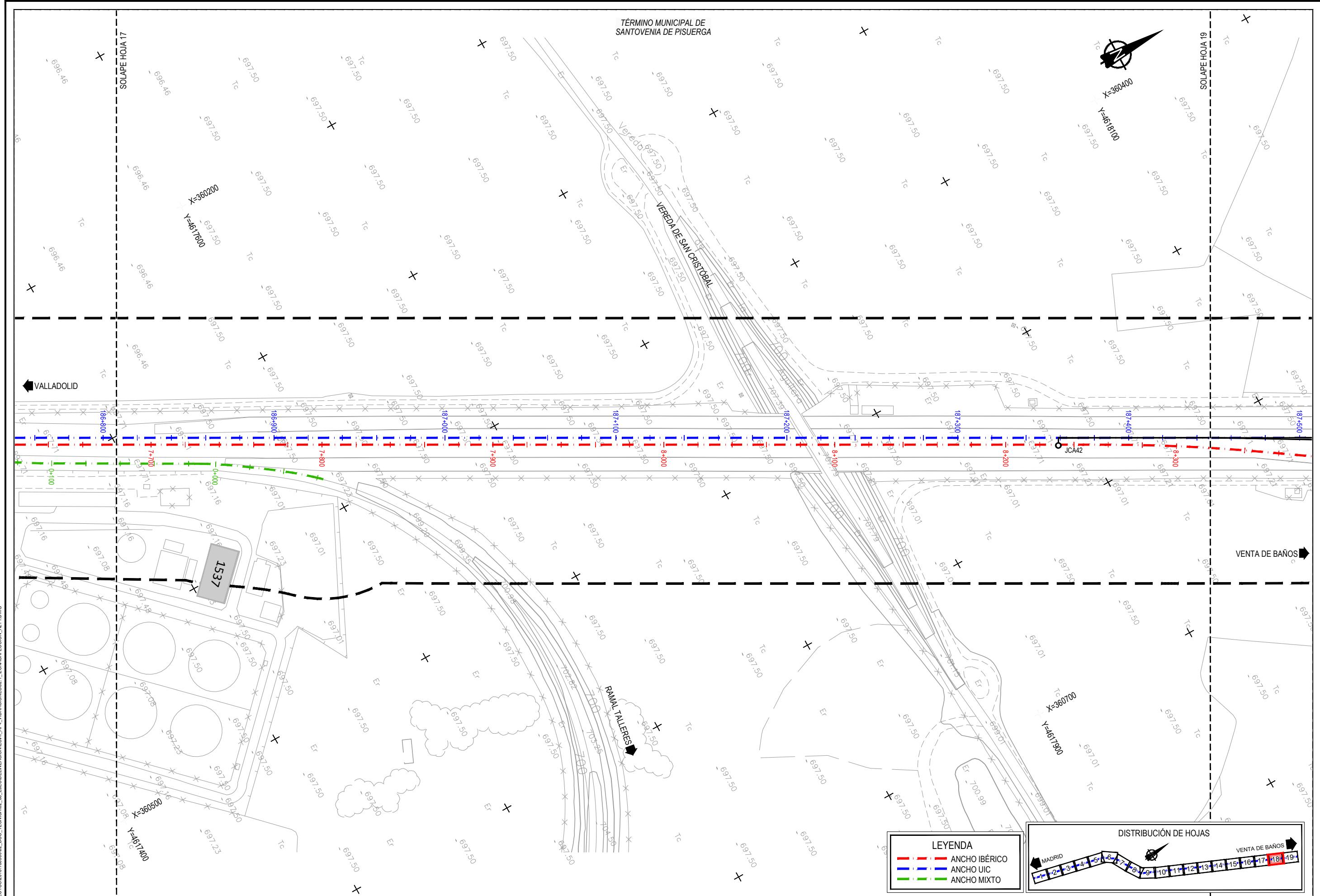






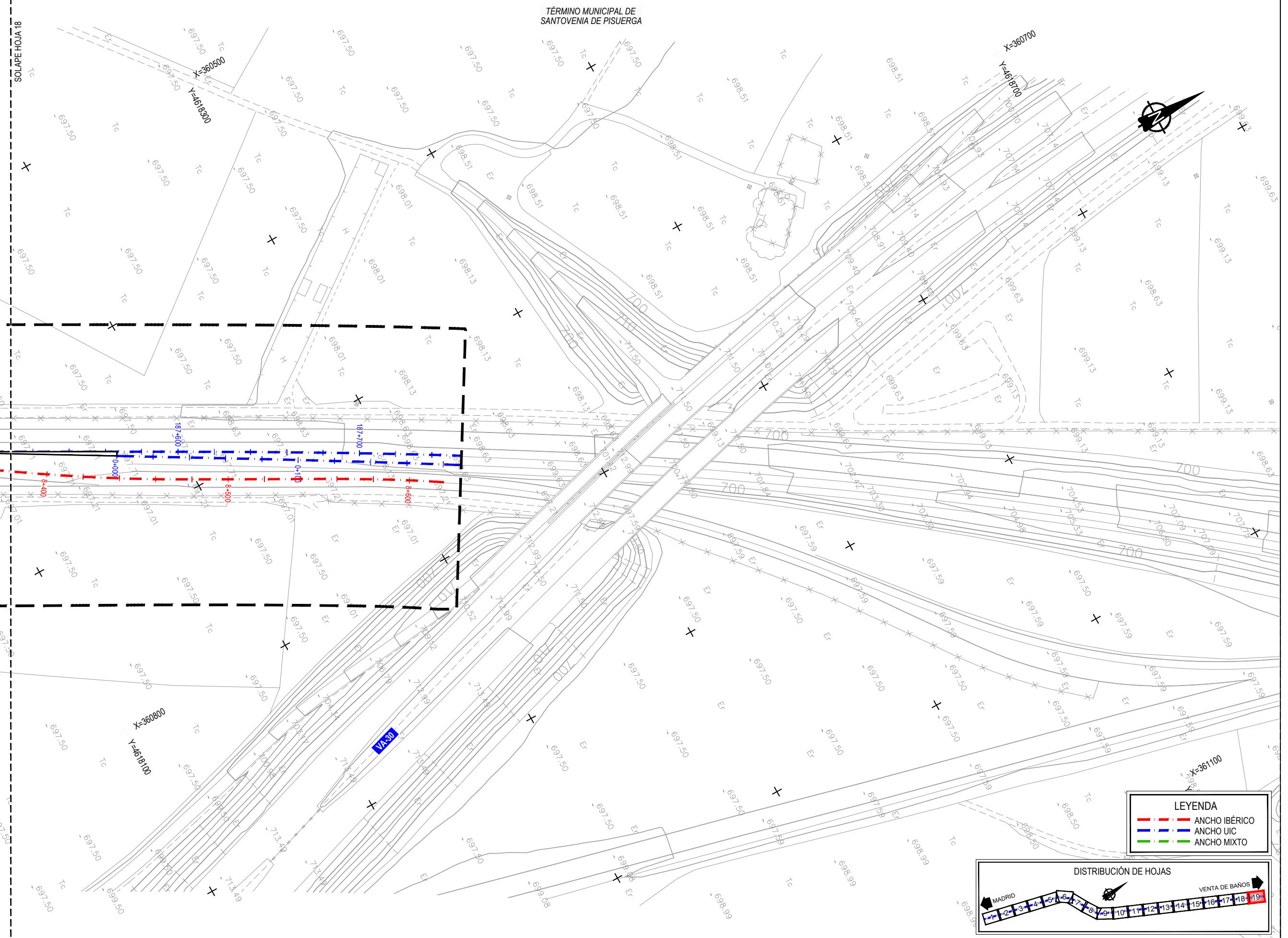






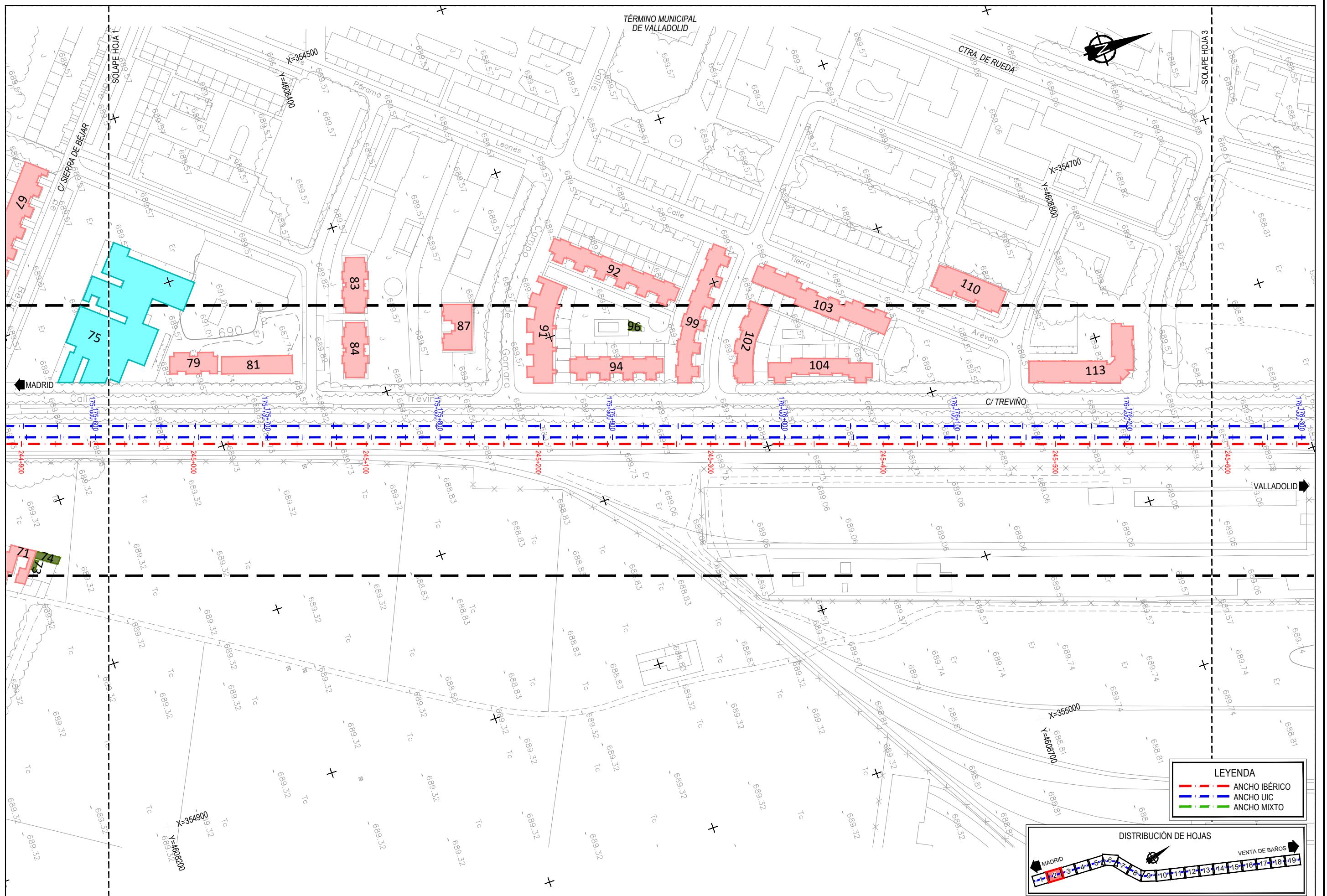
TÉRMINO MUNICIPAL DE
SANTOVENIA DE PISUERGA

SOLAPE HOJA 18

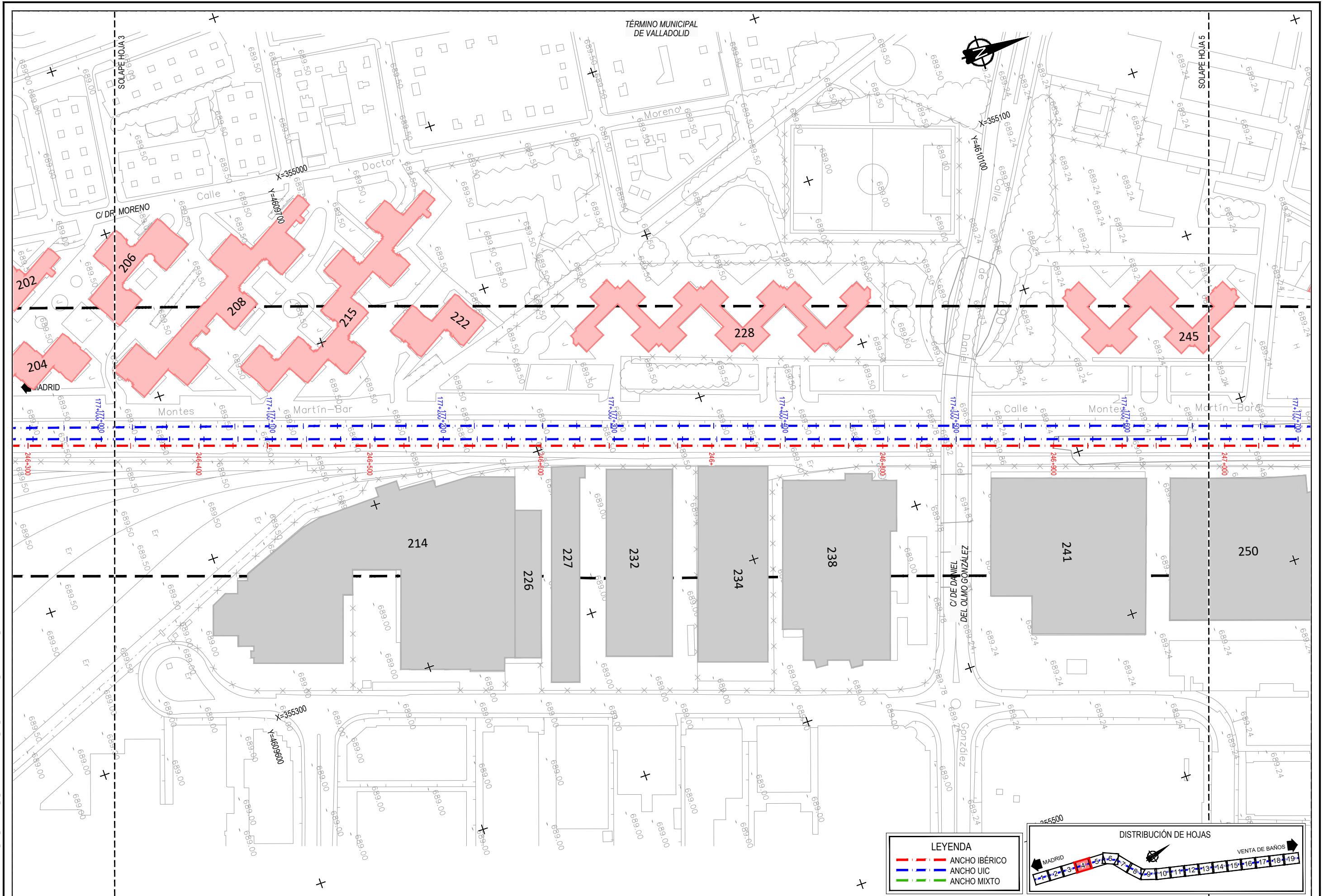


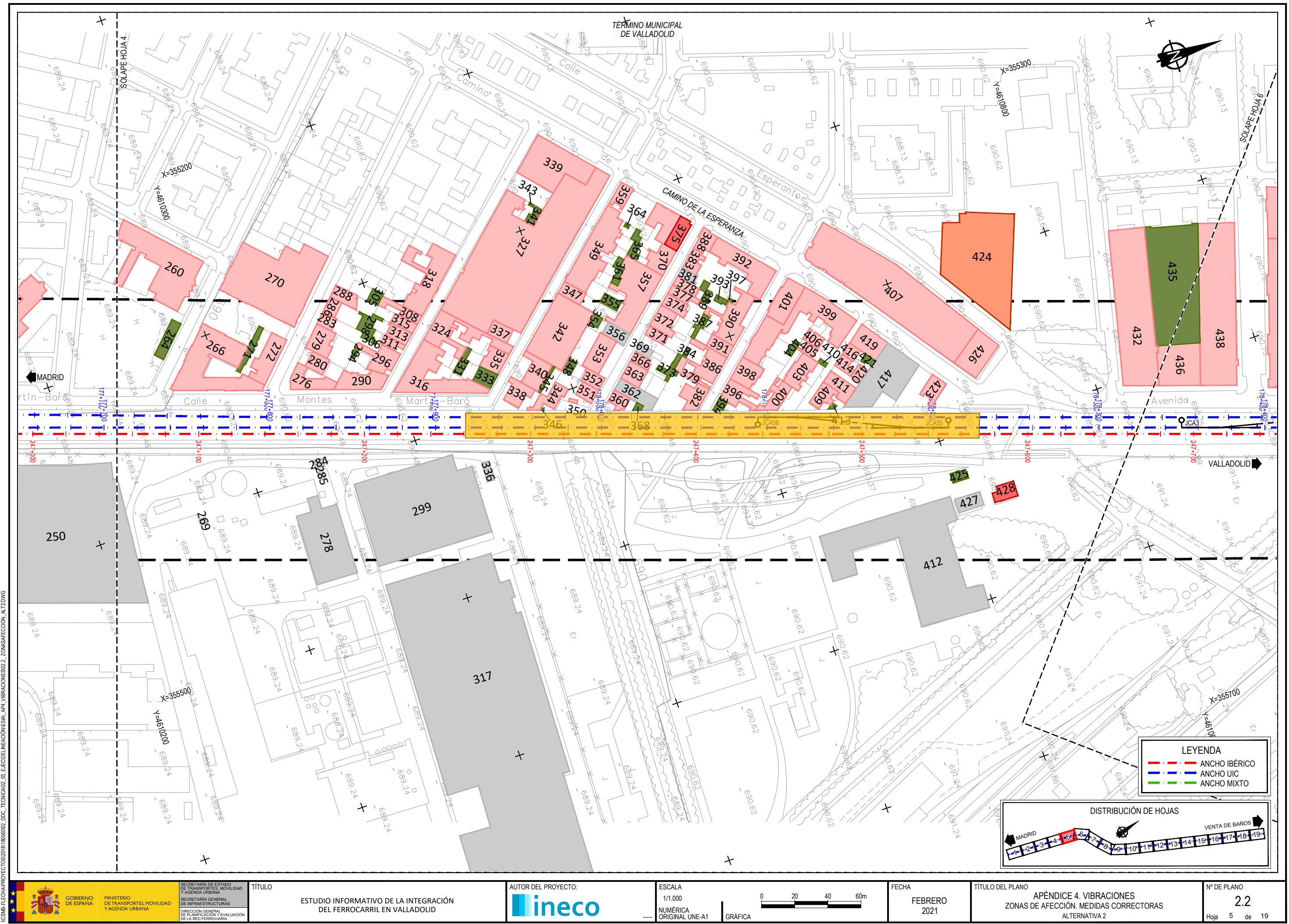
4. MEDIDAS CORRECTORAS. ALTERNATIVA 2

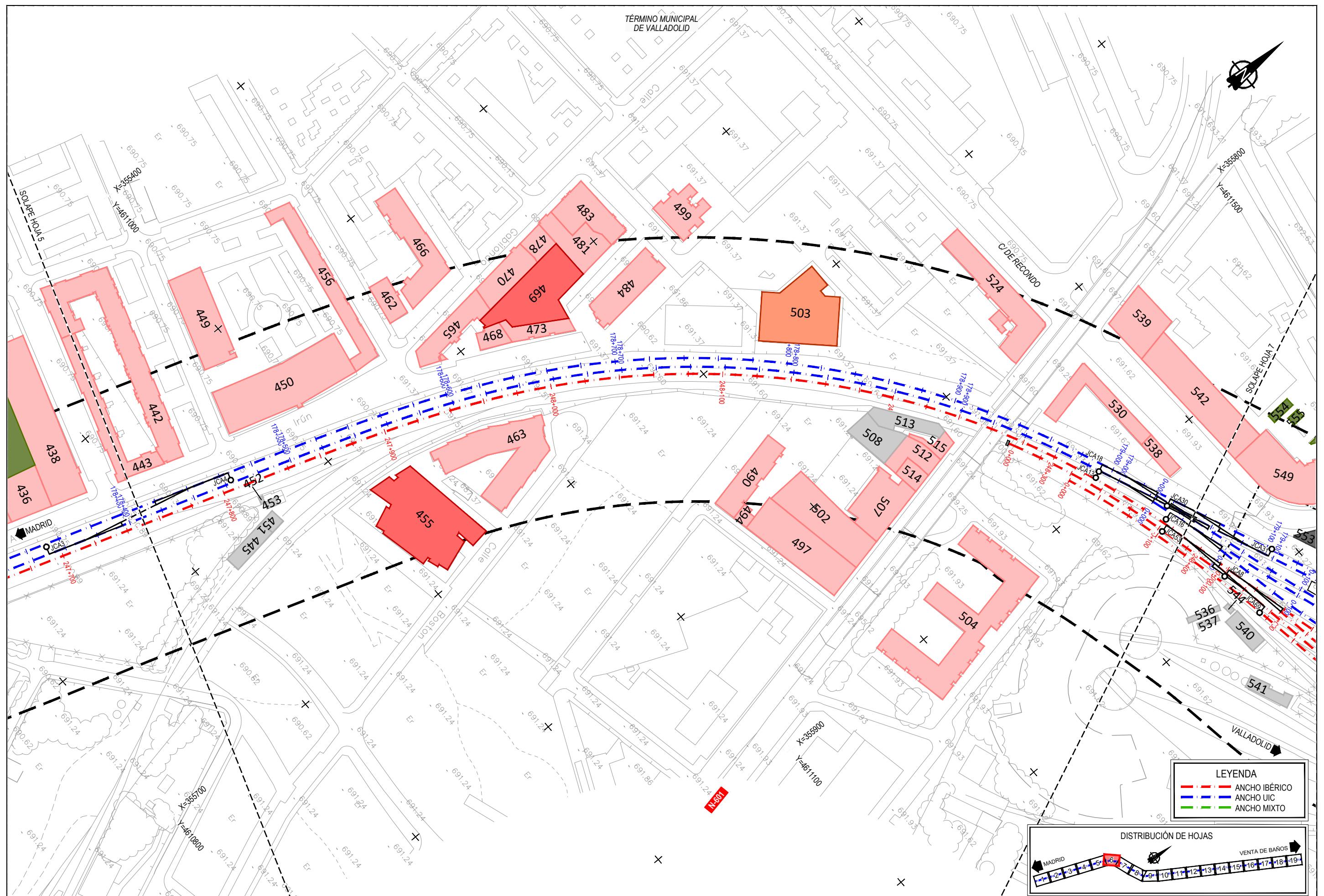


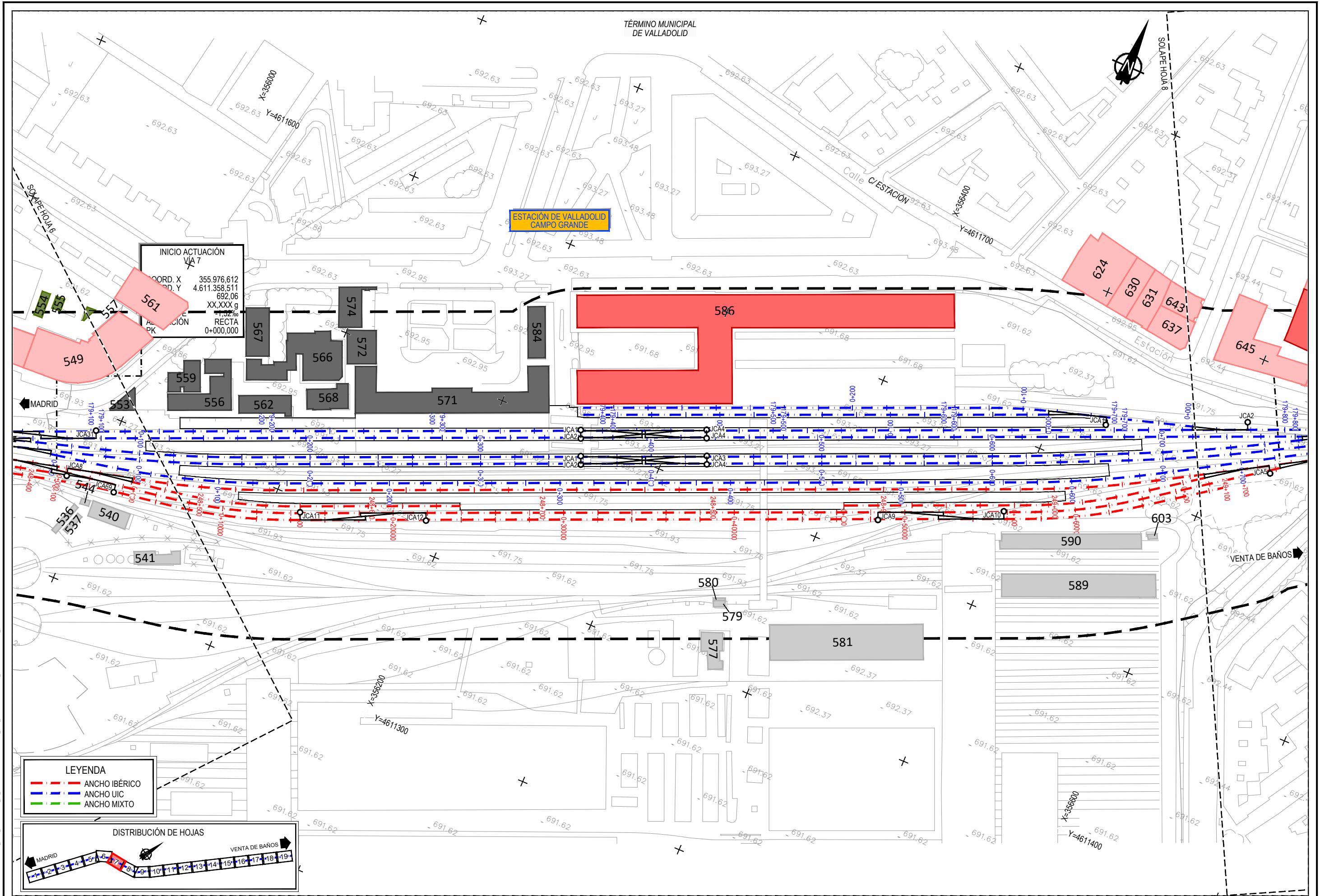


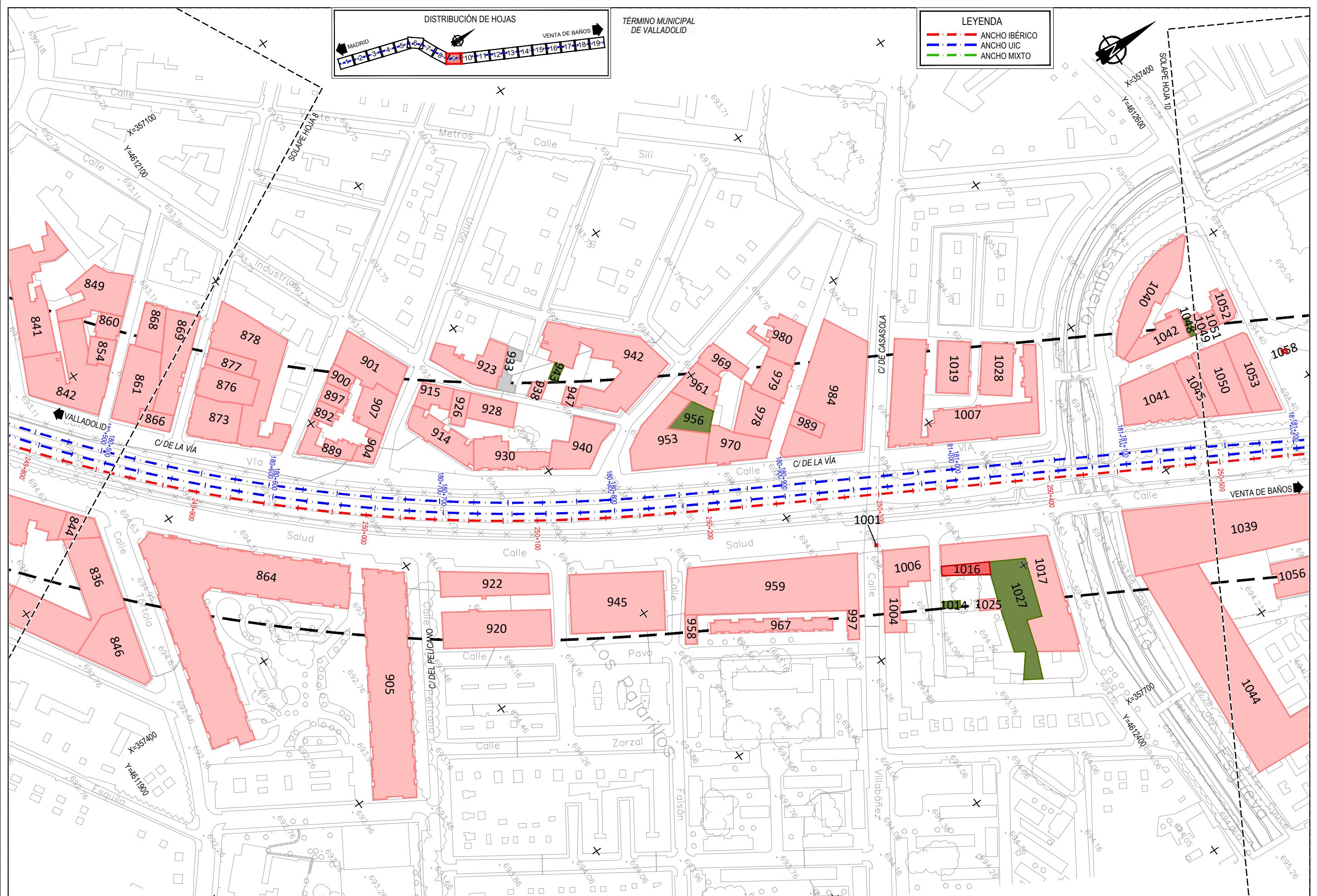


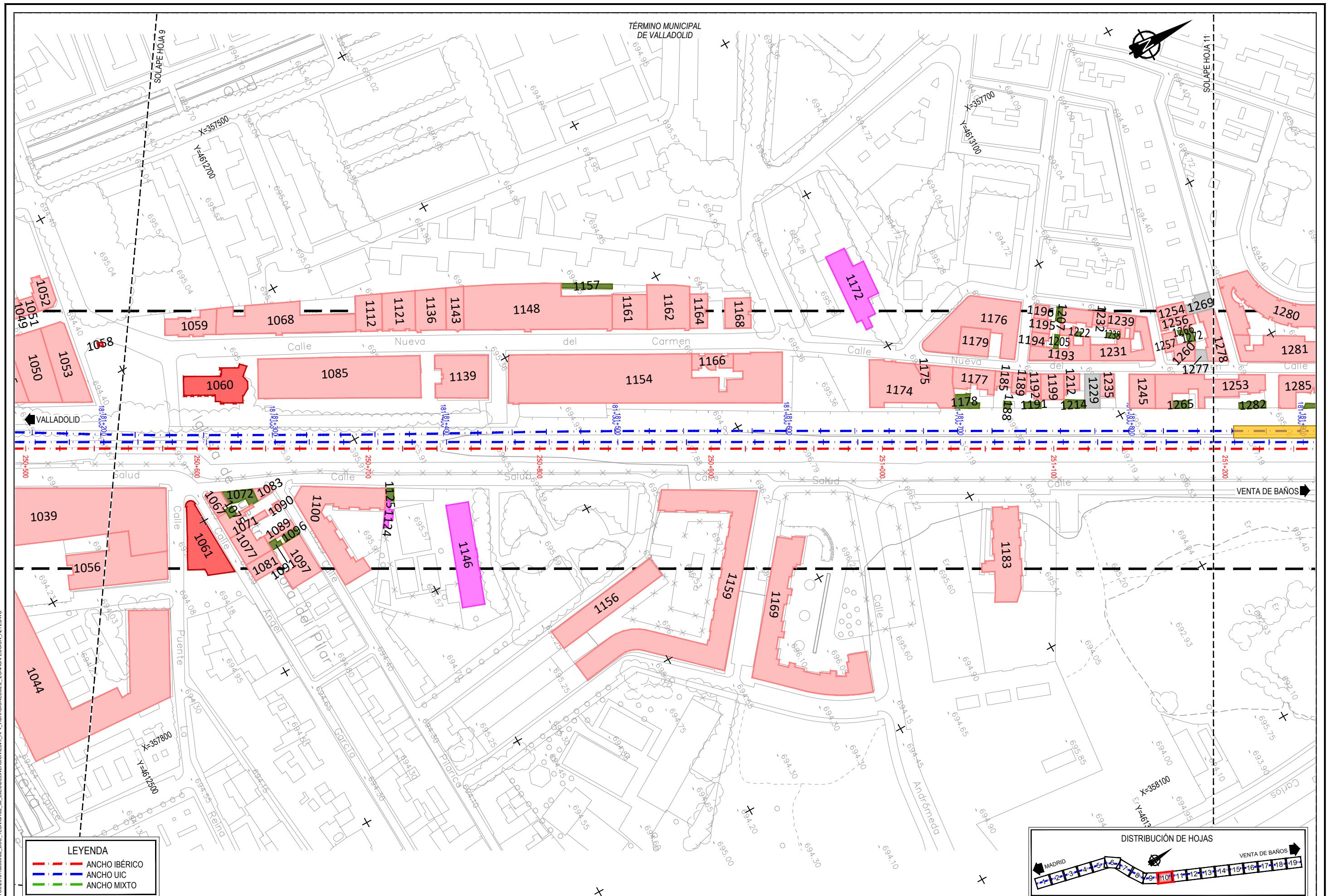


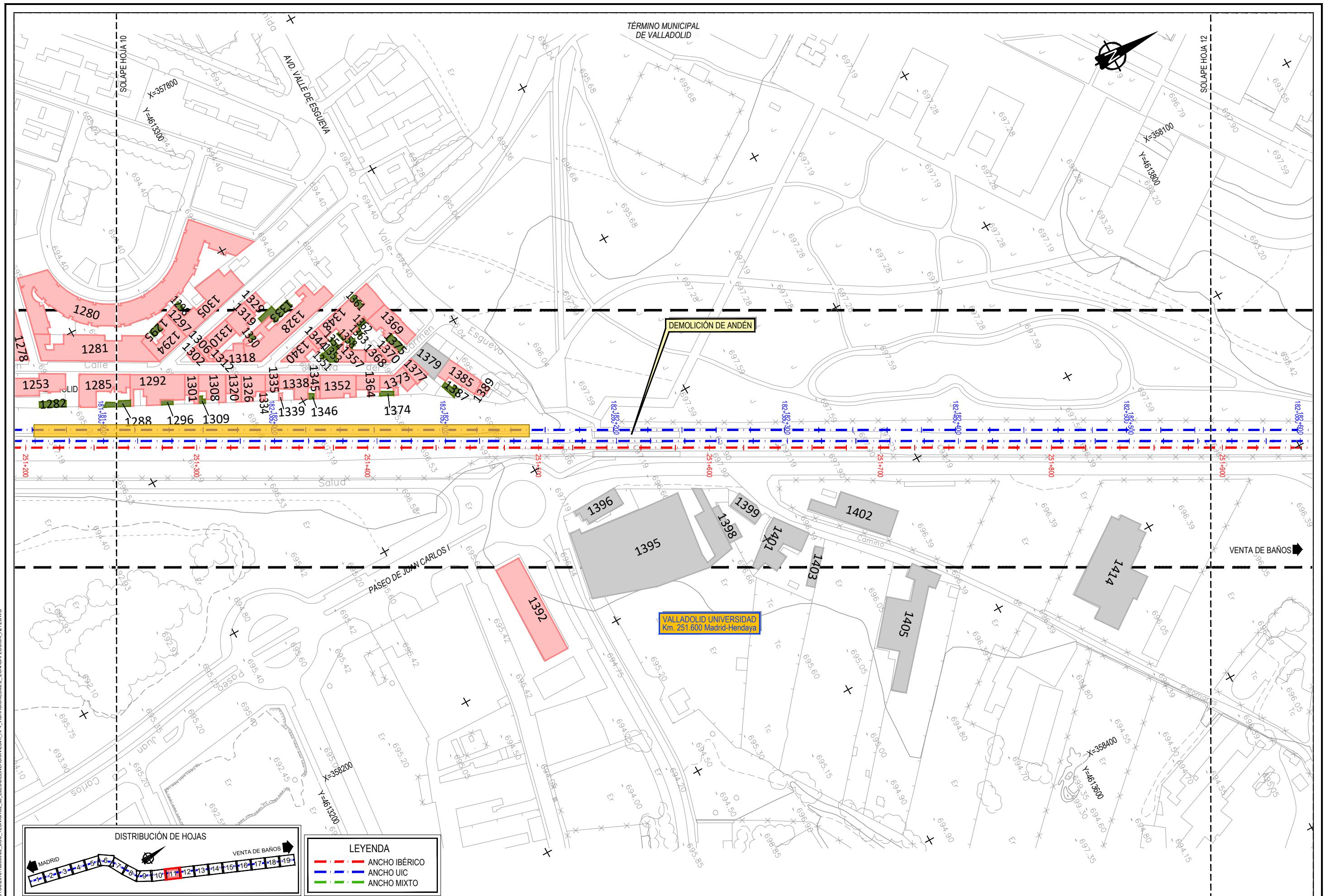


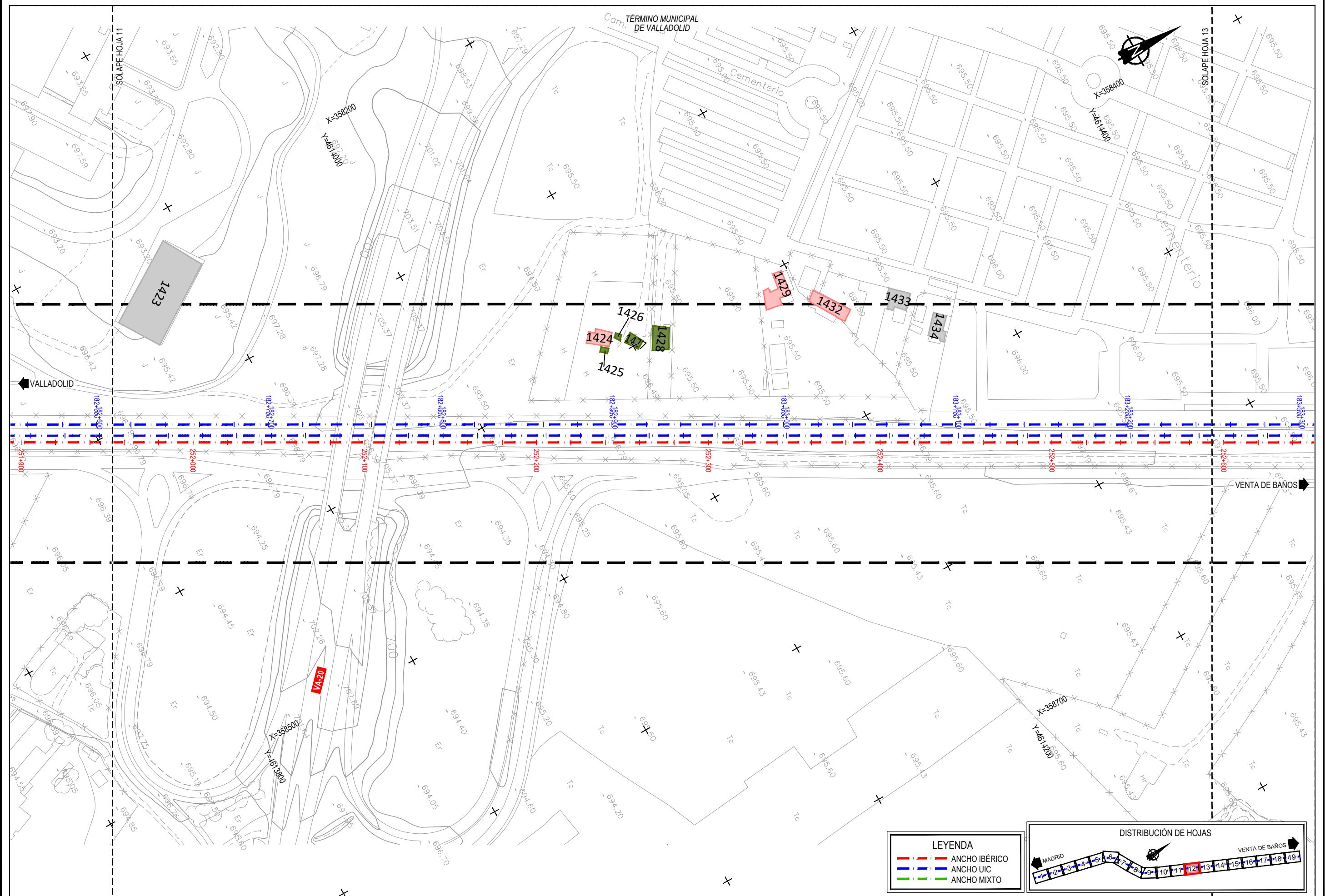


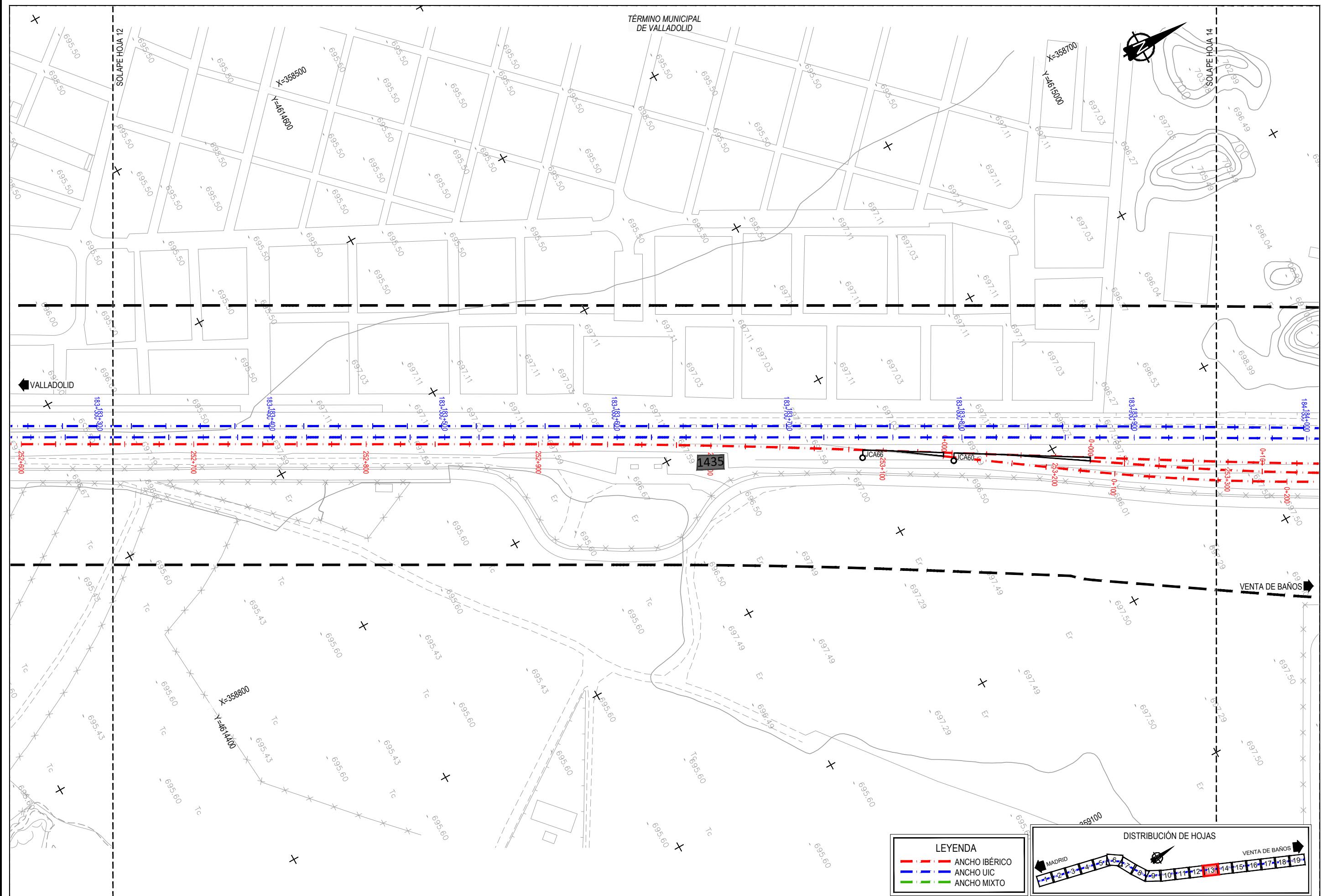


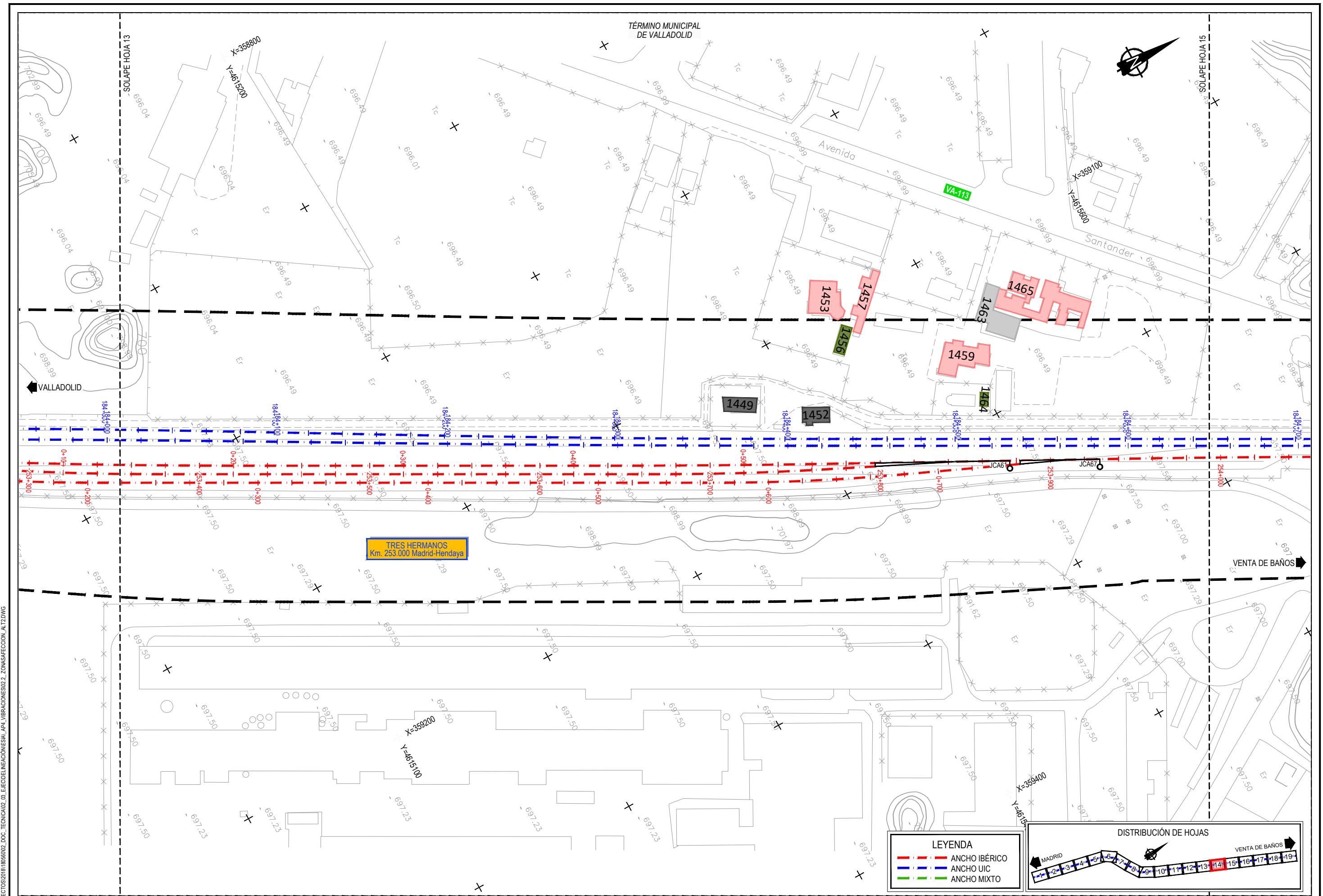


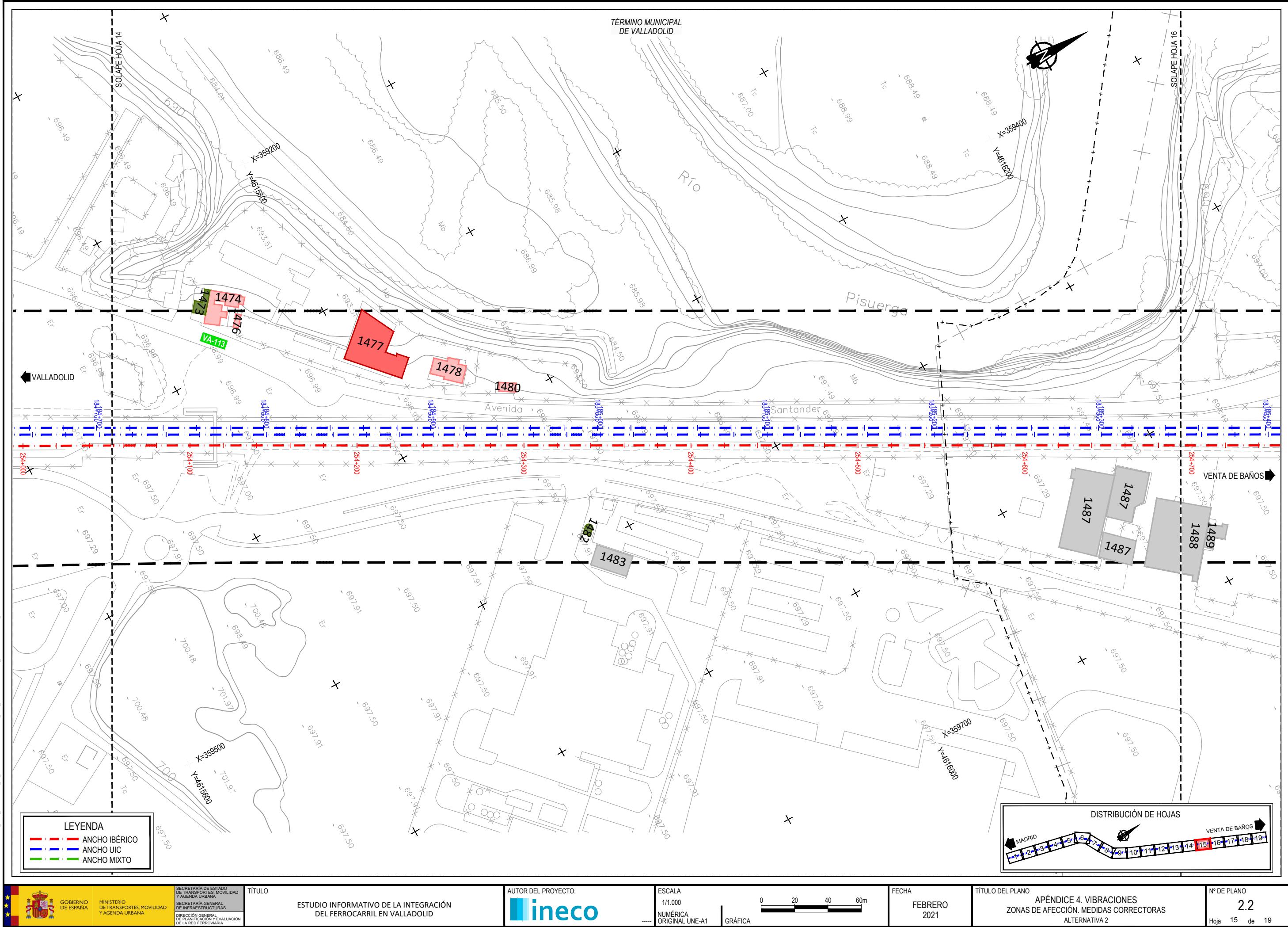


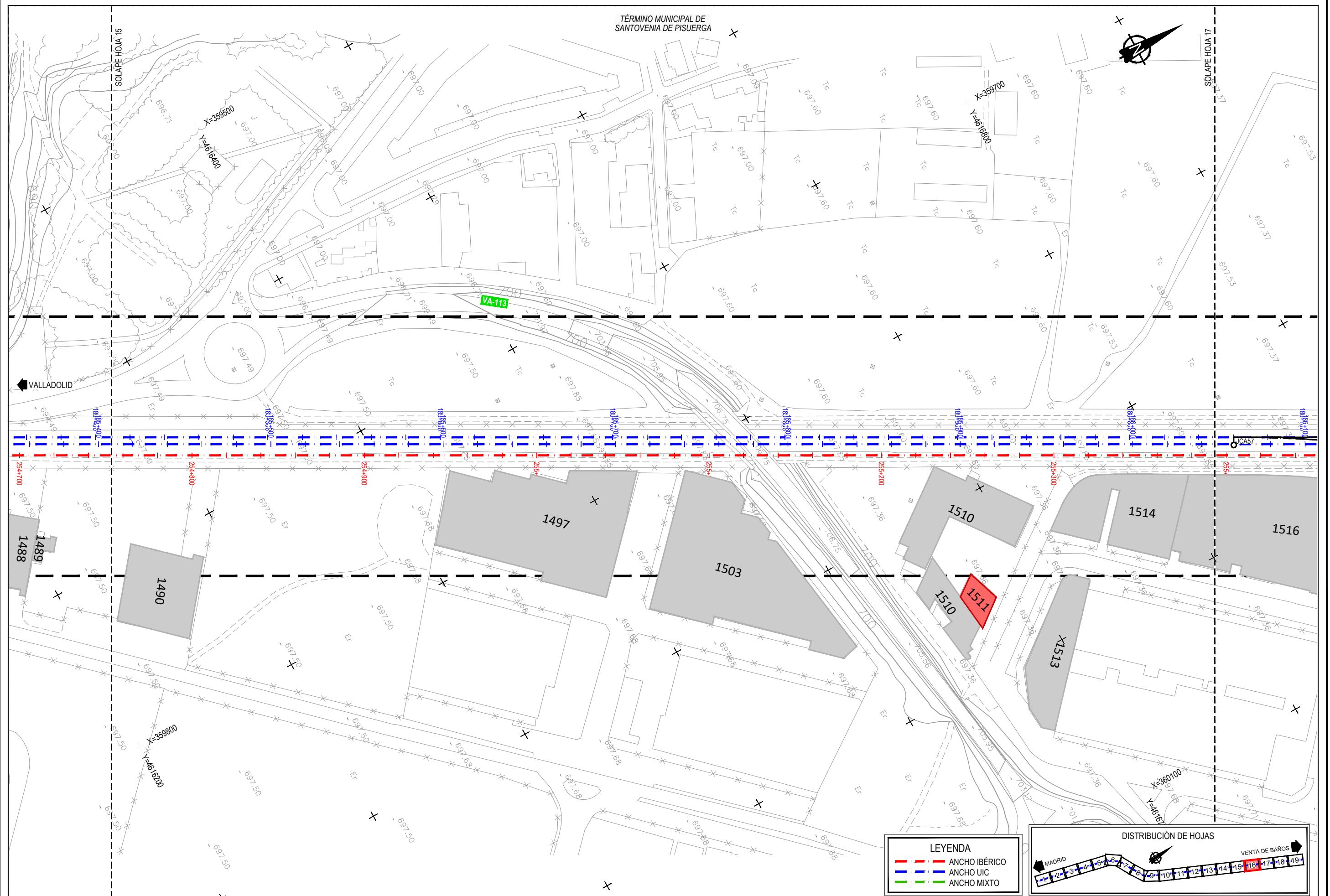


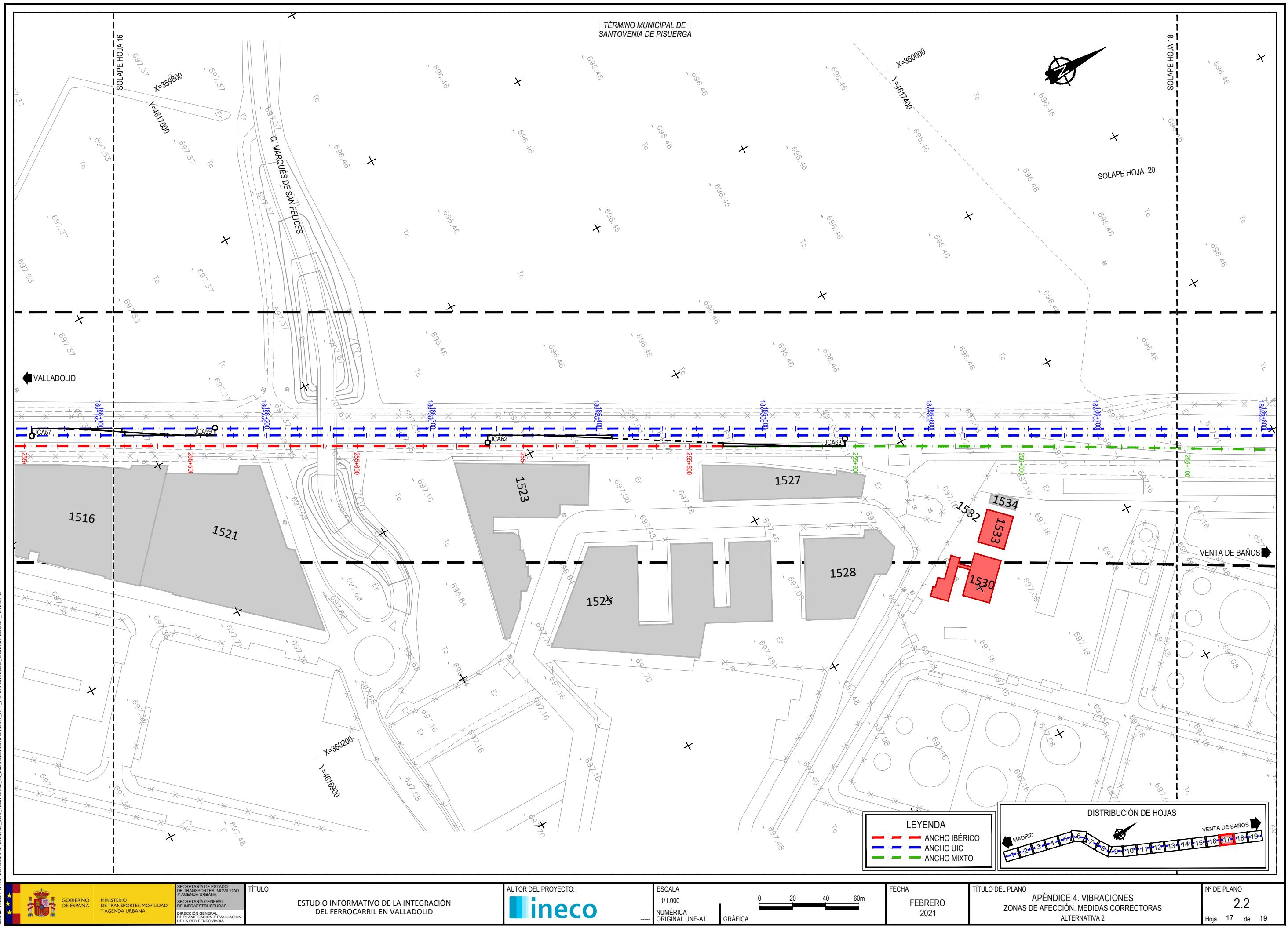


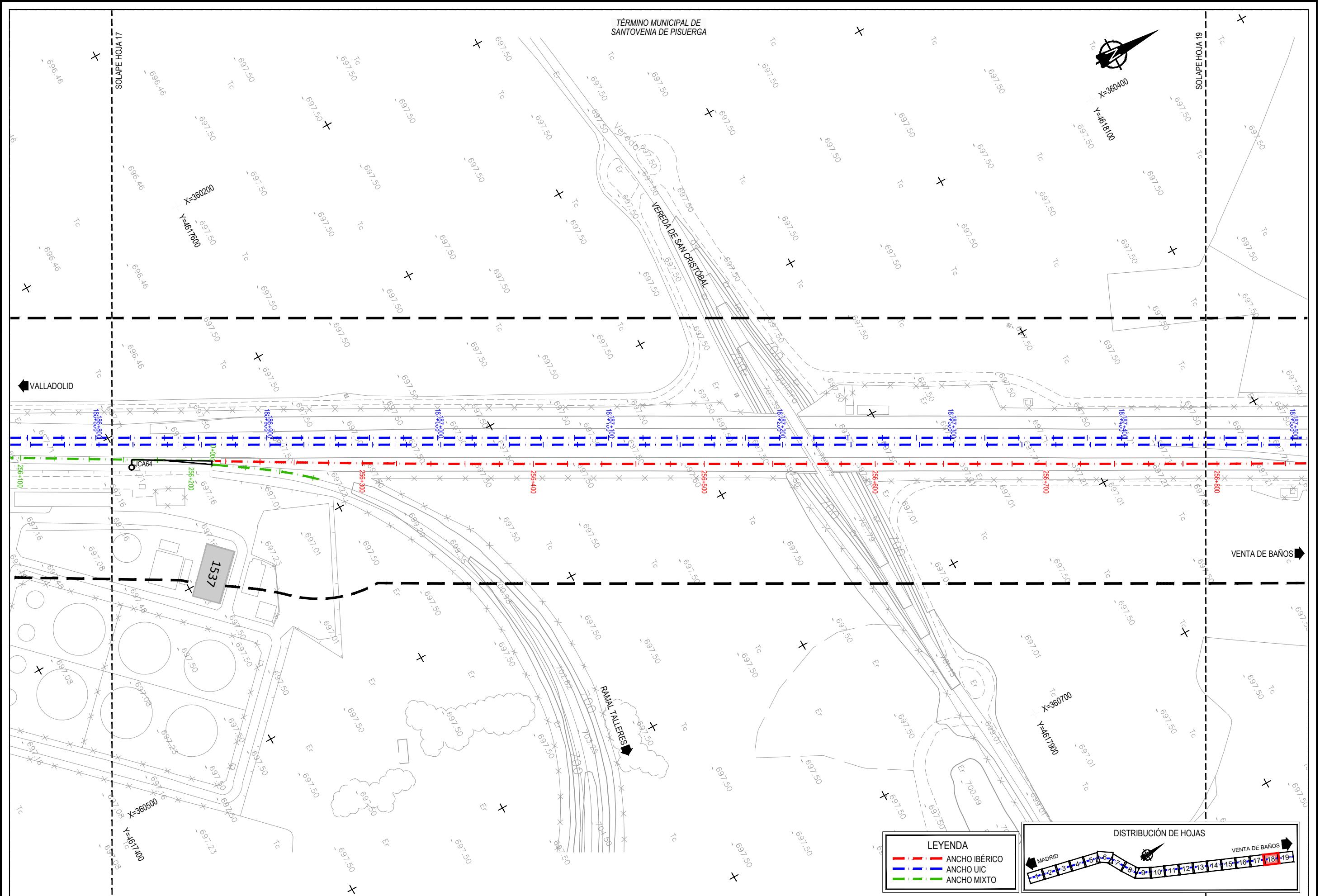












GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA
SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
DIRECCIÓN GENERAL DE PLANEACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA RED FERROVIARIA

TÍTULO

ESTUDIO INFORMATIVO DE LA INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL EN VALLADOLID

AUTOR DEL PROYECTO:
ineco

ESCALA

1/1.000
NUMÉRICA
ORIGINAL UNE-A1

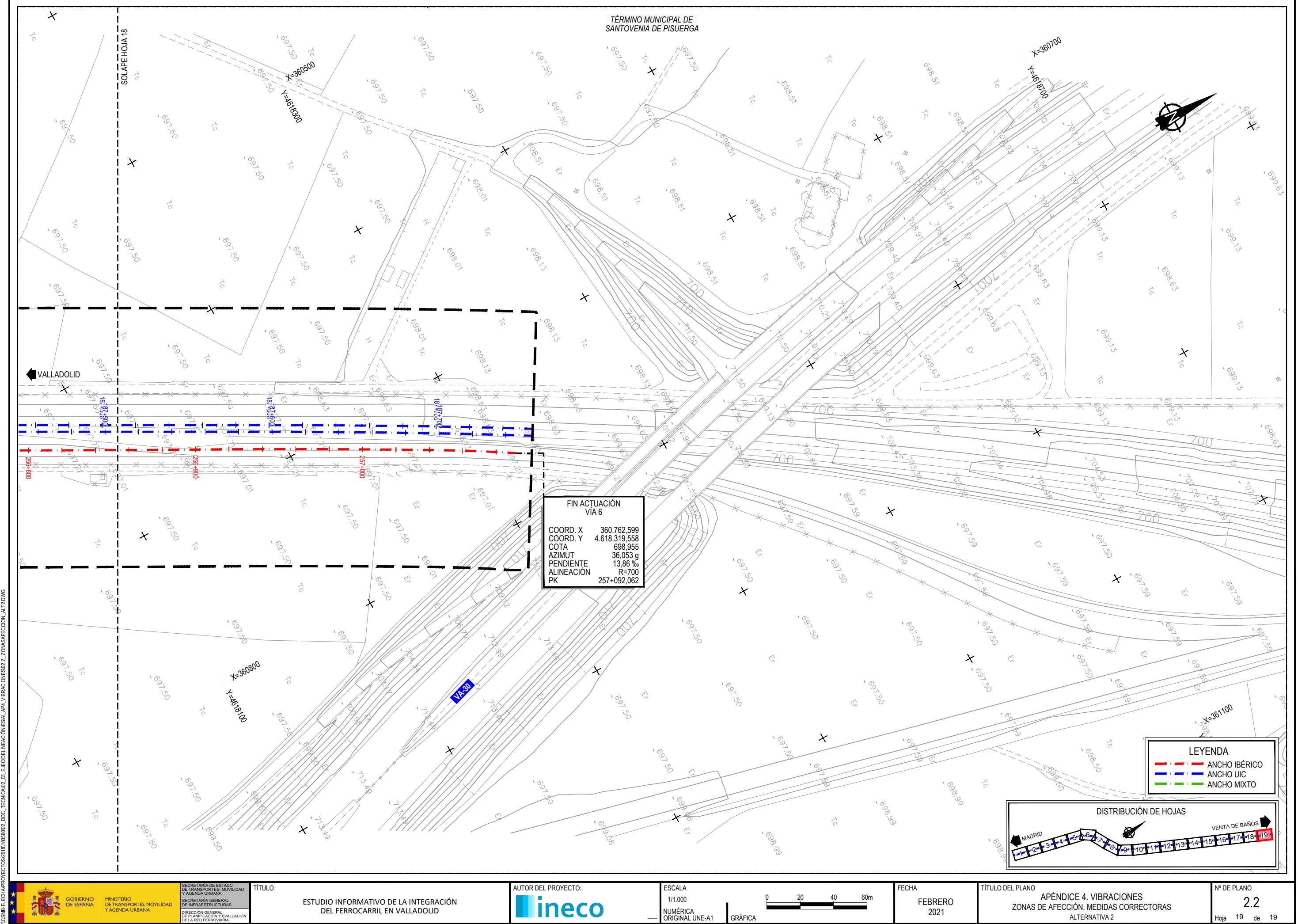
GRÁFICA

0 20 40 60m

FEBRERO
2021

TÍTULO DEL PLANO

APÉNDICE 4. VIBRACIONES
ZONAS DE AFECCIÓN. MEDIDAS CORRECTORAS
ALTERNATIVA 2Nº DE PLANO
2.2
Hoja 18 de 19



GOBIERNO
DE ESPAÑA
MINISTERIO
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD
Y AGENDA URBANA

SECRETARÍA DE ESTADO
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD
Y AGENDA URBANA
SECRETARÍA GENERAL
DE INFRAESTRUCTURAS
DIRECCIÓN GENERAL
DE PLANEACIÓN Y EVALUACIÓN
DE LA RED FERROVIARIA

TÍTULO

ESTUDIO INFORMATIVO DE LA INTEGRACIÓN
DEL FERROCARRIL EN VALLADOLID

AUTOR DEL PROYECTO:
ineco

ESCALA
1/1.000
NUMÉRICA
ORIGINAL UNE-A1

GRÁFICA

FECHA
FEBRERO
2021

TÍTULO DEL PLANO
APÉNDICE 4. VIBRACIONES
ZONAS DE AFECCIÓN. MEDIDAS CORRECTORAS
ALTERNATIVA 2

Nº DE PLANO
2.2
Hoja 19 de 19