

## ANEJO 8. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

Junio 2021



## ÍNDICE

<b>1. OBJETO DEL ESTUDIO .....</b>	<b>4</b>
<b>2. GEOLOGÍA .....</b>	<b>4</b>
2.1 MARCO GEOLÓGICO GENERAL.....	4
2.2 GEOLOGÍA LOCAL.....	6
<b>3. ESTUDIOS PREVIOS EXISTENTES.....</b>	<b>9</b>
<b>4. TRAMIFICACIÓN GENERAL .....</b>	<b>10</b>
<b>5. INVESTIGACIONES GEOTÉCNICAS.....</b>	<b>10</b>
<b>6. HIDROGEOLOGÍA .....</b>	<b>12</b>
<b>7. AGRESIVIDAD DE SUELOS Y AGUAS .....</b>	<b>16</b>
7.1 AGRESIVIDAD DE AGUAS .....	16
7.2 AGRESIVIDAD DE SUELOS .....	16
<b>8. GEOTECNIA .....</b>	<b>17</b>
8.1 DESCRIPCIÓN GEOTÉCNICA DE LOS MATERIALES .....	17
8.2 RESUMEN TRAMOS ESTUDIO.....	30
<b>9. SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS.....</b>	<b>31</b>
9.1 ESTACIÓN DE ARAGÓN (2+150-2+450) .....	33
9.2 ESTACIÓN UNIVERSIDAD (ALTERNATIVA BASE (3+600-3+950)) .....	45
9.3 PANTALLAS SOTERRAMIENTO ALTERNATIVA BASE-C.....	51
PANTALLAS SOTERRAMIENTO ALTERNATIVA A-VINALESA.....	51
9.4 TUNELES.....	54
<b>10. OBRAS DE TIERRA .....</b>	<b>63</b>
<b>APÉNDICES .....</b>	<b>71</b>

## 1. OBJETO DEL ESTUDIO

El presente Anejo corresponde al “**Estudio Informativo del Nuevo Eje Pasante Norte-Sur de la Red Arterial Ferroviaria de Valencia**”, centrándose en la identificación y definición de la geología y geotecnia del trazado estudiado. Se ha permitido identificar las Unidades geológico-geotécnica de características homogéneas y su distribución y sectorización.

Se incluyen la descripción de las diferentes campañas de Investigaciones “In Situ”, los ensayos de laboratorio realizados y el análisis de los resultados obtenidos. Como resultado del análisis se definen los materiales afectados, su agrupación en unidades geológico-geotécnicas de características homogéneas y su distribución y sectorización representados en el perfil del terreno. También se indican los parámetros de diseño, así como la categoría de la plataforma, cimentación, comportamiento del fondo de la excavación, etc. Concretamente son:

- Espesor de suelo vegetal y rellenos
- Identificación y distribución de materiales del subsuelo
- Distribución y caracterización litológica e hidrogeológica de las unidades identificadas
- Calidad de materiales y capacidad de carga de la plataforma
- Definición de parámetros geológico-geotécnicos, distribuidos por sectores y unidades
- Condiciones generales de cimentación de las estructuras previstas

El tramo de Proyecto se sitúa entre la futura estación Central de Valencia (al norte) y en función de la alternativa finalizará tras atravesar el Barranco del Carraixet, (alternativa Base, B y C) o bien alcanzar el término municipal de Vinalesa (alternativas A1 y A2).

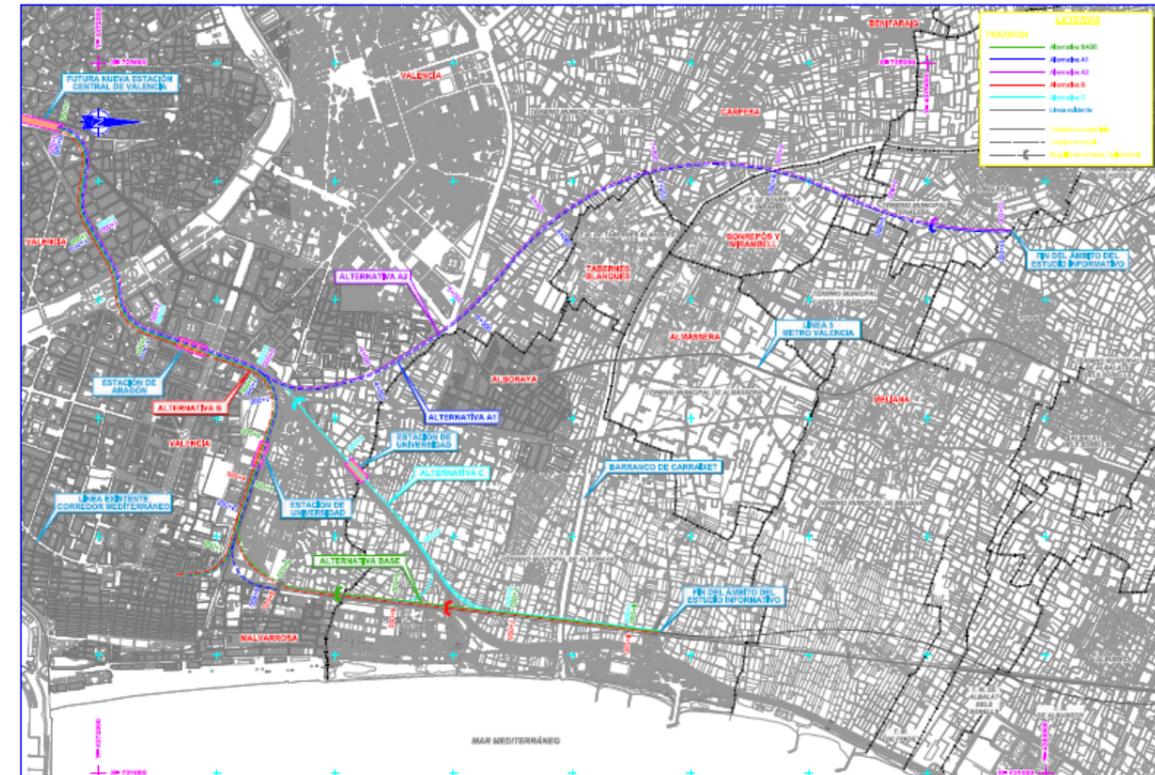


Figura 1. Esquema de la zona de situación del Proyecto

## 2. GEOLOGÍA

### 2.1 MARCO GEOLÓGICO GENERAL

Los elementos más significativos que contribuyen a la morfología de la llanura litoral de Valencia son los siguientes: el plegamiento ibérico al Norte, de alineación NW-SE, las Formaciones Béticas al Sur, de orientación SW-NE y el óvalo Valenciano en el Centro. Puede considerarse el Valle de Montesa como límite meridional de la influencia de las alineaciones de tipo ibérico.

La influencia de ambos plegamientos ha creado un verdadero mosaico de fracturas, que se complica por la extrusión de materiales blandos y plásticos del Keuper.

Las comarcas del Norte se caracterizan por pliegues jurásico-cretácicos que buzan hacia el Norte, creando relieves en cuesta y muelas (Penyagolosa 1813 m). Hacia la costa los bloques se alinean paralelos e inclinados formando las Talaias de Alcalá, la Sierra de Irta y el Desierto de Las Palmas.

La zona central se caracteriza por el óvalo de Valencia y la gran llanura litoral que se extiende desde Sagunto hasta Gandía y que está constituida por el relleno cuaternario de una depresión neógena. El óvalo de Valencia es el aspecto estructural más importante, siendo los ríos Túria y Júcar junto con la Albufera de Valencia, los elementos geomorfológicos más notables.

Se denominan óvalos a hundimientos de grandes masas de terreno de forma redondeada que suelen estar asociados a fenómenos sísmicos y volcánicos. A lo largo del Mediterráneo español se desarrollan este tipo de estructuras siendo el óvalo de Valencia el más septentrional. En su formación son importantes las fracturas hercínicas previas, que se pueden agrupar esquemáticamente en:

El arco Teruel-Almansa, constituido por un conjunto de fallas y hundimientos paralelos a la costa. Se continúa hacia el Sur a través de la depresión Cofrentes-Ayora.

La banda estructural de Toledo dirección E-W. Es una banda de fracturación cuya presencia se pone de manifiesto en el cambio brusco del curso del río Júcar y las alineaciones de los ríos Turia y Magro.

El Sur del país, con predominio bético, está constituido por un haz de sierras orientadas en dirección SW-NE. Los grandes anticlinales del Norte, constituidos por espesos bancos calizos prebélicos, se separan por sinclinales miocenos y bloques levantados como la sierra de Mariola.

En conjunto las líneas regionales se dirigen en dirección E-W y corresponden a la decompresión post-alpina. Las direcciones NW-SE, diagonales principales, siguen pliegues hercínicos, mientras que las NE-SW, diagonales secundarias, son producidas por fracturas posthercínicas (Ver la figura 1, donde se muestra el esquema tectónico-estructural del País Valenciano, obtenido de la Memoria del Mapa Geológico del IGME de la provincia.

Aunque no existen evidencias de geotectónica, la disparidad entre los cinco niveles de terraza del Túria, y la falta de niveles marinos levantados, hacen pensar en una flexura continental en conjunción con un fenómeno de subsidencia, que elevaría la parte interior y hundiría progresivamente la línea de costa, siguiendo un eje que limitaría los mantos aluviales antiguos depositados en el Pleistoceno Inferior. La subsidencia no se puede considerar generalizada presentándose incluso fenómenos de emersión en épocas recientes. En la zona de la Albufera la subsidencia fue más intensa que en la desembocadura del Turia.

Con respecto a los afloramientos, en la Plana de Valencia las rocas más antiguas pertenecen al Triásico, formado por arcillas del Keuper.

El Jurásico, formado por calizas arcillosas con bandas de margas arcillosas, aflora en la ladera W de la montaña de Cullera y constituye el núcleo del anticlinal de La Rodana, que enmarca el paso del Turia a la llanura aluvial.

El Cretácico, constituido por alternancias de dolomías y margas, es mucho más extenso siendo la formación dominante en los accidentes geográficos más señalados y en los pequeños afloramientos que emergen sobre el Cuaternario.

El Terciario está constituido fundamentalmente por Mioceno, presentando facies marina o lacustre. Las facies marina está compuesta por areniscas limosas, limonitas y arcillas más o menos calcáreas, algunas de carácter yesífero. La serie superior, de origen lacustre, es calcárea y menos extensa que el nivel marino.

El Cuaternario es la formación más extensa de la zona y constituye la llanura litoral valenciana, extendiéndose prácticamente hasta la cota 100 y rellenando el Neógeno deprimido hasta profundidades de 200 m. Estos materiales se han depositado a costa de las aportaciones de los ríos Turia, Júcar y su afluente el Magro, y la serie de barrancos que, con dirección E-W, vierten sus sedimentos en la llanura litoral.

Contrasta en la zona la ausencia de terrazas marinas elevadas con la presencia de hasta cinco niveles de terrazas fluviales, así como la presencia de sólo dos niveles de terraza (2 y 5 m) en la desembocadura del Júcar, frente a los 4 niveles que presenta el Turia (2; 8-

10; 12-15 y 25 m). Todo esto, según se ha indicado, hace pensar en procesos de subsidencia, más intensos en la zona de la Albufera, y no generalizados, habiéndose producido fenómenos de emersión en épocas recientes. De la presencia de niveles de turba entre niveles detríticos a distintas profundidades, se deduce un movimiento alternativo que pudo hacer la Albufera se cerrara y abriera en diversos momentos de su historia.

En el Plioceno el litoral estuvo retranqueado respecto al actual. Durante el Pleistoceno, en los períodos pluviales, tuvo lugar un proceso recesivo en el que se produce la sedimentación de los materiales de glaciaes, pie de monte y terrazas fluviales. El mar dejaría depósitos marinos sobre la antigua superficie formada por la transgresión anterior. La excavación y erosión se llevaría a cabo durante los períodos interpluviales coincidentes con la transgresión marina.

Durante la transgresión Flandriense, el mar penetró en el continente con un amplio golfo que fue colmatándose por los aportes de los ríos Turia y Júcar, que debieron formar barras de estuario cerrando el golfo en la montaña de El Puig al N y en la Cullera al S. Movimientos ascensionales recientes hicieron emerger la barra. La formación de la restinga data de una edad no superior a los 6000 años, quedando la Albufera aislada del mar hace unos 3000 años.

En la figura 2.1 se muestran los periodos geológicos de la plana de Valencia y de las sierras próximas (véanse las formaciones cuaternarias que rodean la ciudad de Valencia).

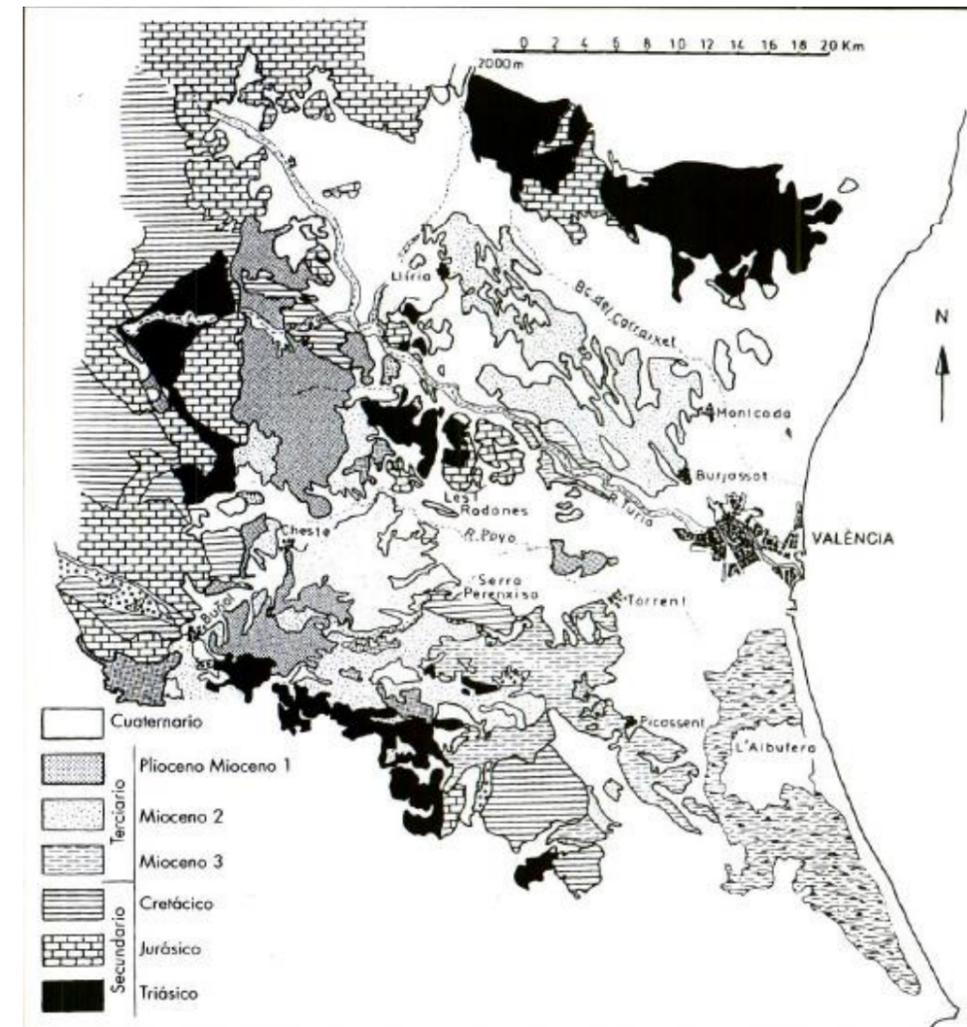


Figura 2. Periodos geológicos de la Plana de Valencia y Sierras Circundantes (Fte. IGME)

## 2.2 GEOLOGÍA LOCAL

Valencia se halla situada al pie de los rellenos del sistema ibérico, en una extensa depresión costera. La llanura litoral valenciana está constituida por *depósitos cuaternarios*.

En la tabla adjunta se incluye una clasificación de todos los depósitos cuaternarios en función de su naturaleza y cronología tomada de la cartografía del IGME (Instituto Geológico y minero de España), basada a su vez en los trabajos de GOY y ZAZO. En ella se utiliza como referencia la serie de terrazas del Turia, que es la más completa de la zona.

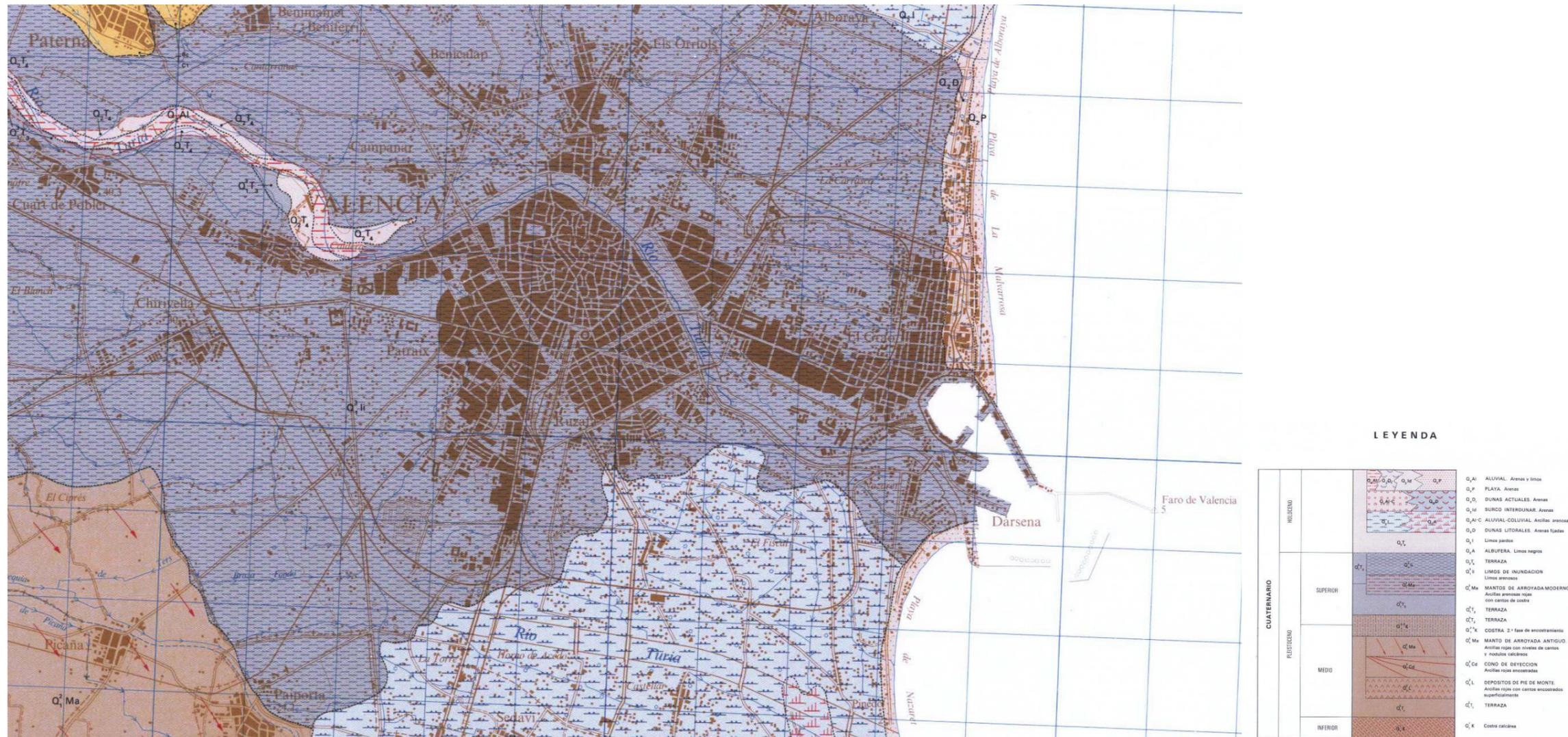


Figura 3. Mapa geológico, Hoja 722 de Valencia, IGME

PERIODO	TIPO DE DEPÓSITO		
	CONTINENTALES	MIXTOS	MARINOS
HOLOCENO	Q <sub>2</sub> AL Aluvial Q <sub>2</sub> AL Aluvial-Col Q <sub>2</sub> C Coluviones	Q <sub>2</sub> Sa Sedimentos antrópicos Q <sub>2</sub> D Dunas Q <sub>2</sub> l Limos pardos Q <sub>2</sub> A Albufera	Q <sub>2</sub> Playa CL Cordón litoral
PLEISTOCENO	Superior	QT Terrazas (12-15 m)	
		QT Terrazas (8-10 m)	
		Q <sub>1</sub> <sup>3</sup> Cubetas de descalcificación	
		Q <sub>1</sub> <sup>3</sup> Ma <sub>2</sub> Mantos de arroyada	
		Q <sub>1</sub> <sup>3</sup> L Limos de inundación	
		Q <sub>1</sub> <sup>3</sup> Ma <sub>2</sub> Mantos de arroyada	
	Medio	Q <sub>1</sub> <sup>3</sup> Abanico aluvial	
		QT Terrazas (25 m)	
		QT Terrazas (35 m)	
Inferior	Q <sub>1</sub> <sup>2</sup> Ma <sub>1</sub> Mantos de arroyada		
	Q <sub>1</sub> <sup>2</sup> C Coluvión en orla		
	Q <sub>1</sub> <sup>2</sup> Cd Pie de monte		
PLIOCENO	QT Terrazas (50 m)		
	Q <sub>1</sub> <sup>1</sup> Me Manto aluviales antiguos		
	Q <sub>1</sub> <sup>1</sup> Costras		
	TG Calizas		
	TSG1 Arcillas rojas		

Notas: En los dos intervalos del Pleistoceno (entre inferior y medio, y entre medio y superior) se han producido fases de encostramiento

De todos estos depósitos, se describen a continuación los que se consideran relevantes en el estudio que aquí se realiza, tomado como base los trabajos de GOY, 1978 y GUTIERREZ et al, 1984. La clasificación de estos depósitos se establece de acuerdo con la génesis de los materiales y el transporte que éstos han podido sufrir, con la nomenclatura empleada en el Mapa Geológico de la provincia de Valencia, Escala 1:200.000 (elaborado por la Diputación provincial de Valencia, la Universidad de Valencia y el Instituto Geológico y minero de España).

### Depósitos mixtos continentales-marinos

#### ⇒ Limos de inundación

Forman un amplio cono que corresponde a la parte superficial del delta del Turia. Ocupan los alrededores de la ciudad de Valencia y han sido transformados en casi su totalidad en huerta. Están constituidos por limos arenosos grises y parduzcos sobre los que el Turia ha excavado posteriormente un nivel de terrazas.

#### ⇒ Terrazas fluviales

⇒

En la zona aparecen terrazas erosivas y terrazas de depósito, originadas principalmente por fases alternativas de relleno y encajamiento, producidas por motivos climáticos principalmente. Existen, en la desembocadura del río Turia, niveles bastante altos: nivel +65 m a 15 km de la desembocadura. Este nivel actual puede ser debido a una flexión continental que elevaría las zonas litorales internas y hundiría la parte costera.

En total, el Turia presenta ocho niveles erosivos y con depósito, estando los más antiguos fuertemente encostrados y alguno de ellos tectonizado. La secuencia más completa es la del río Turia a la altura de la Presa El Mirador, donde se distinguen:

- Pleistoceno inferior: Nivel de 65 metros
- Pleistoceno medio: Niveles de 50 y 35 metros
- Pleistoceno superior: Niveles de 25,12-15 y 8-10 metros
- Holoceno: Niveles de 5 y 0-2 metros

#### ⇒ Terrazas marinas

Estas terrazas están mal representadas en la provincia, siendo el depósito más importante el que se encuentra en el cabo de Cullera, a 1,5 metros.

### Cordones litorales

Desde Cullera hasta Jaraco existe un nivel marino, que pasa lateralmente a otros depósitos de tipo continental, y que se supone que pertenece al ciclo Flandiense. No se ha formado de manera continua sino con pequeños avances y detenciones que origina la distinta cota del nivel.

El ciclo representado en los sedimentos marinos valencianos es el Tirreniense (Riss-Wurm). Es la transgresión Flandiense la responsable de las albuferas y durante ella se deposita el cordón litoral de -1 a -9 metros.

## Dunas litorales

Las dunas litorales son un complejo eólico situado sobre el cordón o flecha litoral. El aporte fluvial de los grandes ríos le proporcionan el material básico, siendo las corrientes litorales las que lo depositan en el borde costero formando playas cuyo material es fácilmente transportable por los vientos, formándose dunas transversales con alturas superiores a los 5 metros.

Según la antigüedad y posición en el cordón litoral varía la morfología compactación y color de materiales. Los granos se presentan sin cementar, formados por arenas de cuarzo sueltas, sin compactación, salvo en las dunas subfósiles.

Estas dunas se distribuyen a lo largo de la costa, formando los cordones y flechas litorales. El cordón dunar más importante es el que va desde Valencia hasta el Cerro de Cullera, de 28 km y una anchura superior a 1 km. En la actualidad se encuentra interrumpido por dos golgas que comunican la laguna y el mar.

Las dunas están formadas por dos o tres frentes de arenas separadas por zonas deprimidas correspondientes a surcos interdunares. En el Norte del Perellonet se distinguen tres frentes dunares: dos ellos están separados por una reciente depresión de tres km de longitud; el tercero, próximo a la Albufera, corresponde a la primera flecha o restinga que se extiende hasta Pinedo con 13 km de longitud, separado de los otros frente dunares por un amplio surco dunar continuo durante 9 km.

Todos los sedimentos están compuestos principalmente por arenas con tamaño máximo de 1 mm y proporción limo-arcillosa entre el 5 % y 10 %. Presentan muy buena clasificación estando el 80-90 % del sedimento entre los tamaños 0,25 y 1,25 mm.

En la flecha litoral que cierra la Albufera existente pequeños afloramientos de dunas fósiles cementadas.

## Costras

La mayor parte de las formaciones del Cuaternario inferior y medio están fuertemente encostrada, pudiéndose ser su origen edáfico o no. Aunque las costras más importantes de la provincia son de tipo diagenético, también existen costras edáficas principalmente en el Cuaternario medio y superior.

Las más antiguas pueden considerarse como horizontes edáficos, apareciendo en muchos casos muy endurecida, sobre sedimentos terciarios en general, en superficies de baja pendiente.

Las costras diagenéticas se forman también sobre materiales carbonatados y caracterizan, por su dureza y compactación, a parte de algunas otras formaciones.

## Depósitos de Albufera

En el Norte del trazado próximo a la V-21 encontramos depósitos de Albufera recientes lineal a lo largo de la costa. Se trata de Albuferas colmatadas, cerradas por un cordón litoral dunar. Su litología corresponde a limos arenosos negros con un considerable contenido en M.O.

## 3. ESTUDIOS PREVIOS EXISTENTES

Para la redacción del presente anejo geotécnico se han empleado la siguiente información siguiente:

- Estudio Informativo del Proyecto de Integración de la Alta Velocidad en la Ciudad de Valencia. Anejo 4-Geología y Geotecnia (Tomos II a VII).
- Estudio Informativo de la Integración de la Alta Velocidad en la Ciudad de Valencia. Tramo II. Anejo 4-Geología y Geotecnia (Tomos II y III).
- Estudio Geotécnico Ampliación a 3 carriles del Tramo Carraixet-Valencia-V21
- Estudio geotécnico línea 5 Metro Valencia. Avd. Aragón-Manuel Candela.
- Estudio geotécnico proyecto de construcción de plataforma del Nuevo Acceso Ferroviario de Alta Velocidad de Levante. Madrid-Castilla La Mancha-Comunidad Valenciana-Región de Murcia. Tramo: Valencia-Albuixech.
- Estudios geotécnicos varios llevados a cabo en la ciudad de Valencia fundamentalmente para edificación (alternativa A salida Vinalesa).

#### 4. TRAMIFICACIÓN GENERAL

En el tramo estudiado se han podido diferenciar los siguientes tramos:

- Estación Central. El tramo de estudio se inicia en la nueva Estación Central de Valencia que se prevé soterrada (este tramo comprende el estudio previo y donde se inicia nuestro tramo de estudio).
- Desde la estación central parte mediante túnel mediante tuneladora, se dirige en dirección al Este buscando la Gran Vía en dirección Noreste hasta alcanzar la Avenida de Aragón, cruzando el cauce del río Turia. Hasta alcanzar la estación de Aragón, que se ejecutará al abrigo de pantallas en los PK 2+150-2+450. Desde aquí continua mediante túnel hasta la Rotonda de la Avd. Catalunya, a partir de la cual la alternativa C sale en superficie paralela a la V-21. La alternativa Base-B seguirá en tuneladora hasta el PK 5+500/6+000 donde saldrá en trinchera.

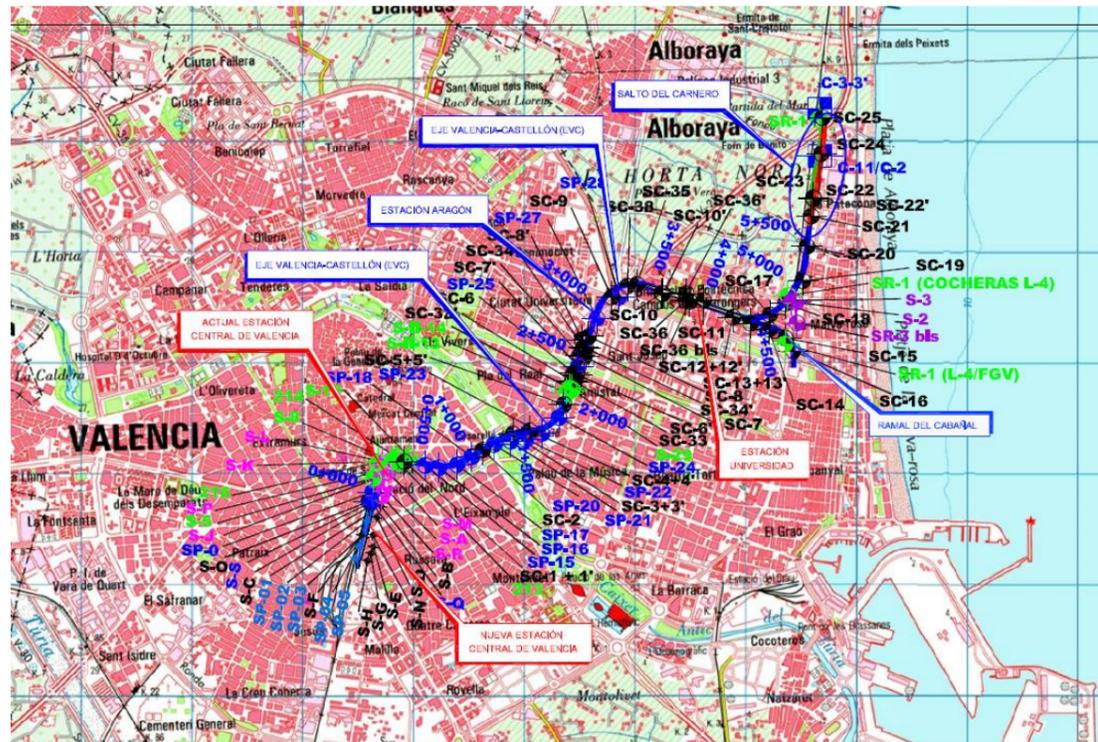


Figura 4. Emplazamiento totalidad prospecciones

- Finalmente contamos con una última variante que entronca en la salida de la Avda. Catalunya en el PK 1+200 del eje 50/51 hasta el PK 8+156 en el T.M. de Vinalesa.

El tramo continua mediante túnel hasta aproximadamente el PK 7+500, a partir de dicho punto la traza trasiega al abrigo de pantallas.

#### 5. INVESTIGACIONES GEOTÉCNICAS

Contamos con las siguientes investigaciones geotécnicas para la redacción del presente anejo.

##### CAMPAÑA ESTUDIO INFORMATIVO

Para la redacción del Estudio Informativo del Proyecto de Remodelación de la Red Arterial Ferroviaria de Valencia se realizó una campaña de campo específica consistente en la ejecución de 48 sondeos denominados “SP” a profundidades comprendidas entre 35 y 50 m.

En la tabla siguiente se resumen los sondeos del E. Informativo.

SONDEO	COORDENADAS		PROF. (m)	P.K.-PC1
	X	Y		
SP15	726.098	4.372.059	45,00	0+540
SP16	726.232	4.372.044	45,10	0+660
SP17	726.389	4.372.075	46,10	0+822
SP18	726.528	4.372.147	45,10	0+975
SP20	726.753	4.372.277	45,20	1+205
SP21	726.880	4.372.282	47,30	1+360
SP22	727.024	4.372.300	40,00	1+500
SP23	727.158	4.372.366	46,40	1+660
SP24	727.315	4.372.494	45,20	1+870
SP25	727.489	4.372.980	45,80	2+370
SP26	727.606	4.373.161	40,00	2+580
SP27	727.663	4.373.421	40,20	2+850
SP28	727.859	4.373.592	40,30	3+105
SP49	728.413	4.373.591	35,40	3+770
SP50	728.700	4.373.485	34,60	4+080
SP51	729.535	4.373.896	25,75	5+180

Tabla1: Sondeos del Estudio Informativo RAF Valencia (2003)

## CAMPAÑA PROYECTO CONSTRUCTIVO

La campaña geotécnica realizada para el Proyecto Básico se basó en la realización de 32 sondeos de investigación, con un total de 1209,97 m de perforación, y 14 sondeos más (349,10 ml.) con función de piezómetros de control hidrogeológico.

Los sondeos realizados se resumen en la siguiente tabla, especificando su profundidad y ubicación:

Sondeo	PK PC1/Situación	X	Y	Z
SC-1	(*) 0+360-Eje	725919	4372105	11,67
SC-1'	(*) 0+360-Eje	725919	4372105	11,67
SC-2	(*) 1+105-Eje	726605	4372200	10,27
SC-3	(*) 1+418-Eje	726899	4372348	5,90
SC-3'	(*) 1+418-Eje	726899	4372348	5,90
SC-4	(*) 1+570-5m Izda.	727050	4372382	9,80
SC-4'	(*) 1+570-5m Izda.	727050	4372382	9,80
SC-5	(*) 1+990-10m Izda.	727366	4372629	10,63
SC-5'	(*) 1+990-10m Izda.	727366	4372629	10,63
SC-33	(*) 2+215-Eje	724452	4372824	10,61
SC-33'	(*) 2+220-6m Izda.	72448	4372825	10,76
SC-6	(*) 2+285-18m Izda.	727443	4372889	10,32
SC-6'	(*) 2+290-10m Dcha.	727457	4372883	10,26
SC-7	(*) 2+460-14m Dcha.	727518	4373049	9,90
SC-7'	(*) 2+460-18m Izda.	727495	4373048	9,95
SC-34	(*) 2+540-12m Izda.	727523	4373129	9,73
SC-34'	(*) 2+540-10m Dcha.	727552	4373129	9,63
SC-8'	(*) 2+645-46m Izda.	727527	4373205	9,86
SC-8	(*) 2+600-Eje	727527	4373205	10,00
SC-9	(*) 3+080-36m Dcha.	727790	4373592	8,50
SC-38	(*) 3+245-16m Dcha.	727926	4373690	7,60

Sondeo	PK PC1/Situación	X	Y	Z
SC-35	(*) 3+355-5m Dcha.	727995	4373703	8,00
SC-10	0+085 PC2 (3+595)-20m Dcha.	728248	4373634	6,96
SC-10'	0+095 PC2 (3+605)-20m Dcha.	728245	4373627	6,96
SC-36'	0+285 PC2 (3+800)-14m Dcha.	728445	4373624	6,26
SC-36	0+320 PC2 (3+835)	728462	4373572	6,70
SC-36bis	0+345 PC2 (3+860)-14m Dcha.	728482	4273560	6,67
SC-11	0+460 PC2 (3+975)-14m Dcha.	728593	4373566	6,07
SC-11'	0+455 PC2 (3+940)-36m Izda.	728591	4373527	6,67
SC-12	0+760 PC2 (4+275)-14m Dcha.	728878	4373416	5,98
SC-12'	0+760 PC2(4+275)-14m Dcha.	728878	4373416	5,98
SC-13	0+930 PC2 (4+425)-24 m Dcha.	729049	43733353	5,45
SC-13'	0+930 PC2 (4+425)-24 m Dcha.	729049	43733353	5,45
SC-17	(*) 4+605-5m Dcha.	729209	4373436	5,35
SC-18	(*) 4+780-10m Dcha.	729366	437528	4,33
SC-19	(*) 5+025-26m Dcha.	729516	4373735	3,22
SC-20	(*) 5+335-Eje	729556	4374037	2,65
SC-21	(*)-Fase 3	729596	4374322	2,00
SC-22bis	(*)-Fase 3	729615	4374478	2,14
SC-22	(*)-Fase 3	729616	4374482	2,16
SC-23	(*)-Fase 3	729655	4374697	2,94
SC-24	(*)-Fase 3	729683	4374876	2,10
SC-25	(*)-Fase 3	729691	4375220	2,10
SC-14	1+105 PC2-20m Dcha.	729239	4373290	4,80
SC-15	1+285 PC2-10m Dcha.	729360	4373220	3,89
SC-16	1+420 PC2	729415	4373103	4,00

Tabla 2: Campaña del Proyecto Constructivo. Relación de Sondeos (2008)

## 6. HIDROGEOLOGÍA

La Comunidad Valenciana presenta un sistema hidrográfico de tipo Mediterráneo, cuya principal característica es su gran irregularidad, produciéndose ocasionalmente crecidas muy violentas, favorecidas por la deforestación de las cuencas.

En concreto, la ciudad de Valencia se localiza dentro del sistema acuífero de la Plana de Valencia. Es el acuífero más importante de la Comunidad Valenciana, tanto por su volumen de agua como por su empleo.

Este acuífero se encuentra situado a lo largo del litoral Mediterráneo, paralelo a la costa, entre el Sur de Sagunto y Cullera. Se encuentra comprendido casi totalmente entre el nivel del mar y la cota +100m.

En la Figura adjunta se incluye un plano de situación del acuífero de la Plana de Valencia (acuífero nº 51) que publica el Instituto Geológico y Minero de España (1986), en la zona atravesada por la traza.

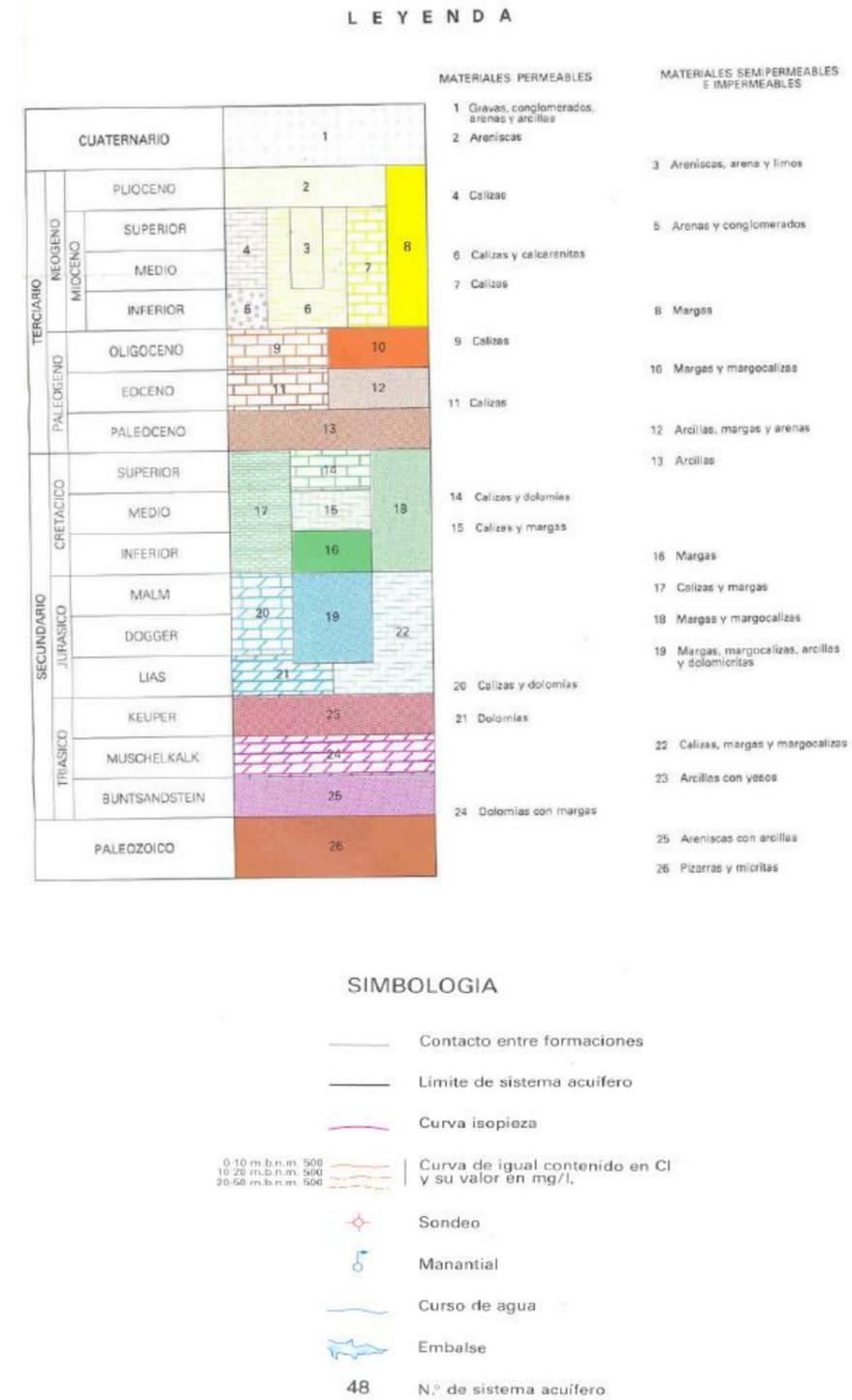
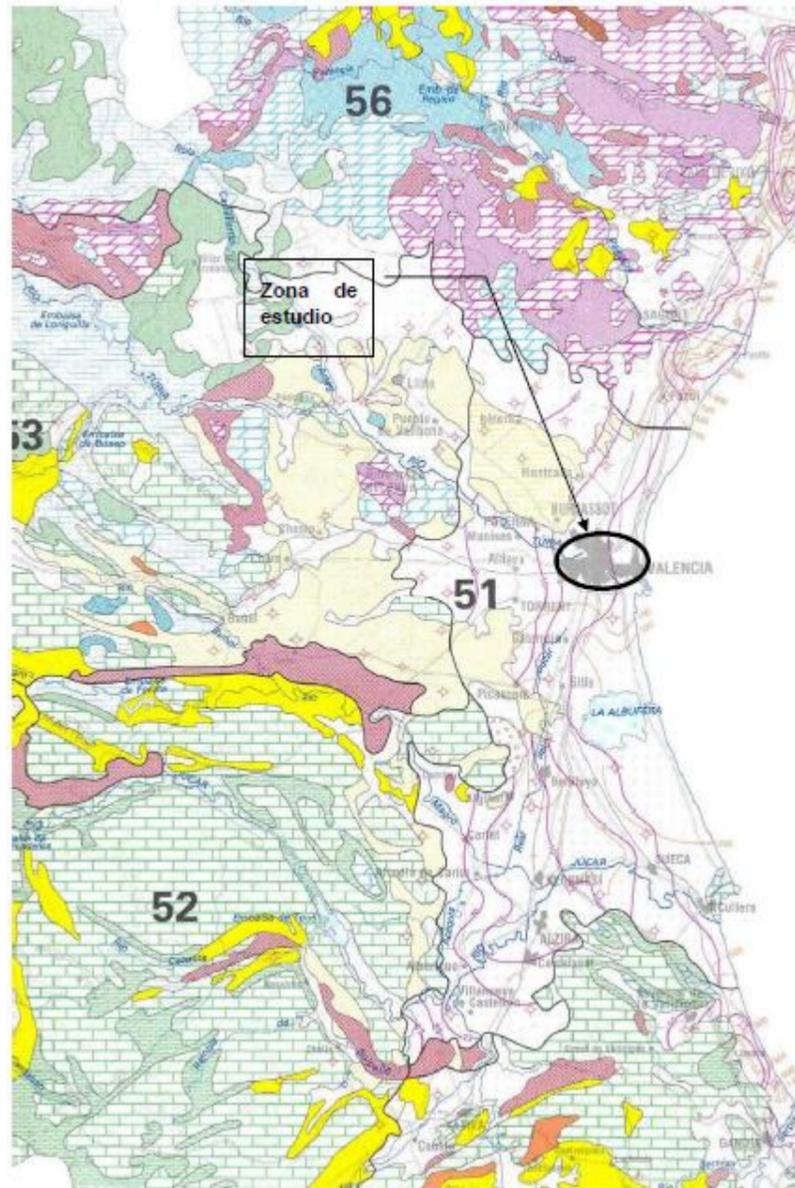


Figura 5. Mapa hidrogeológico en el entorno de la Plana de Valencia (nº 51). ITGE, 1986

Como se ha comentado, la actuación se sitúa en la desembocadura del río Turia, y se enmarca en el acuífero correspondiente a la Plana de Valencia.

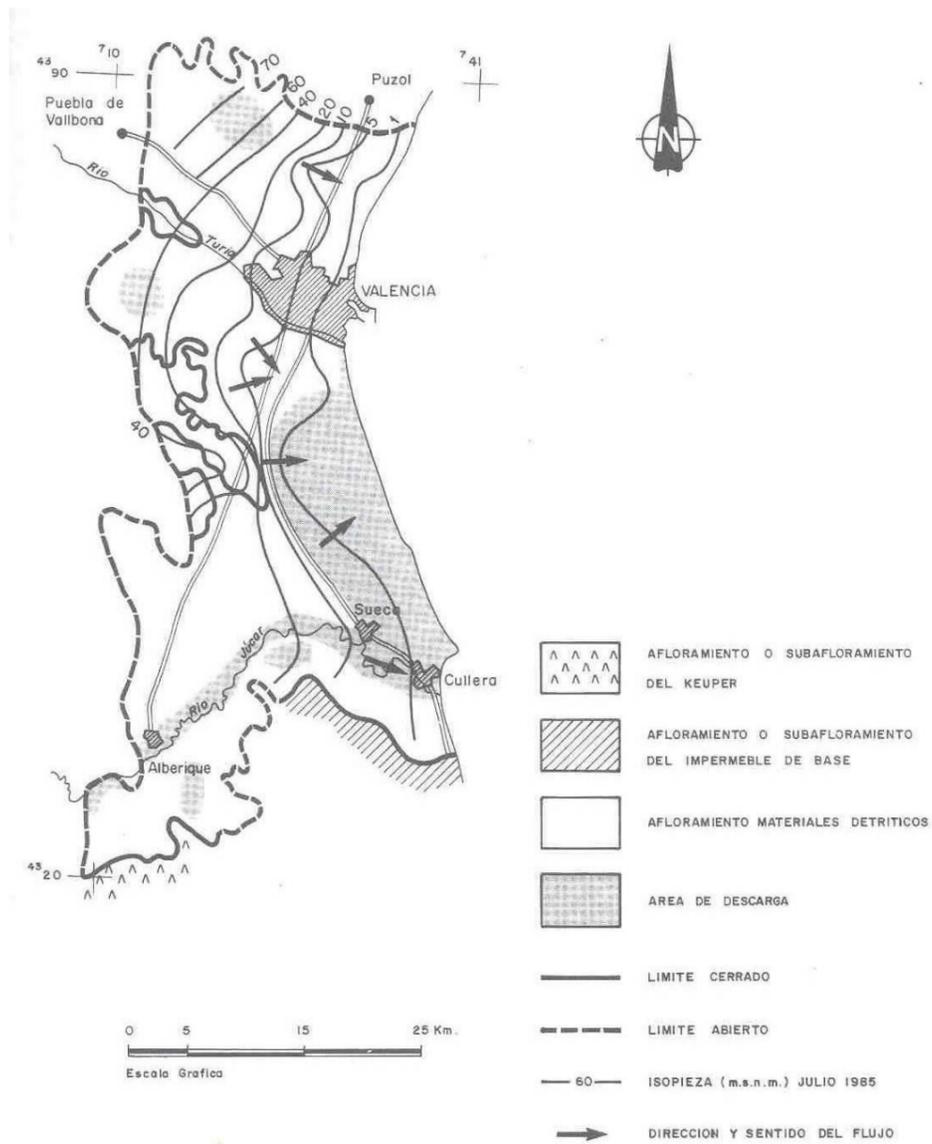


Figura 6. Mapa hidrogeológico en el entorno de la Plana de Valencia (nº 51). ITGE, 1986

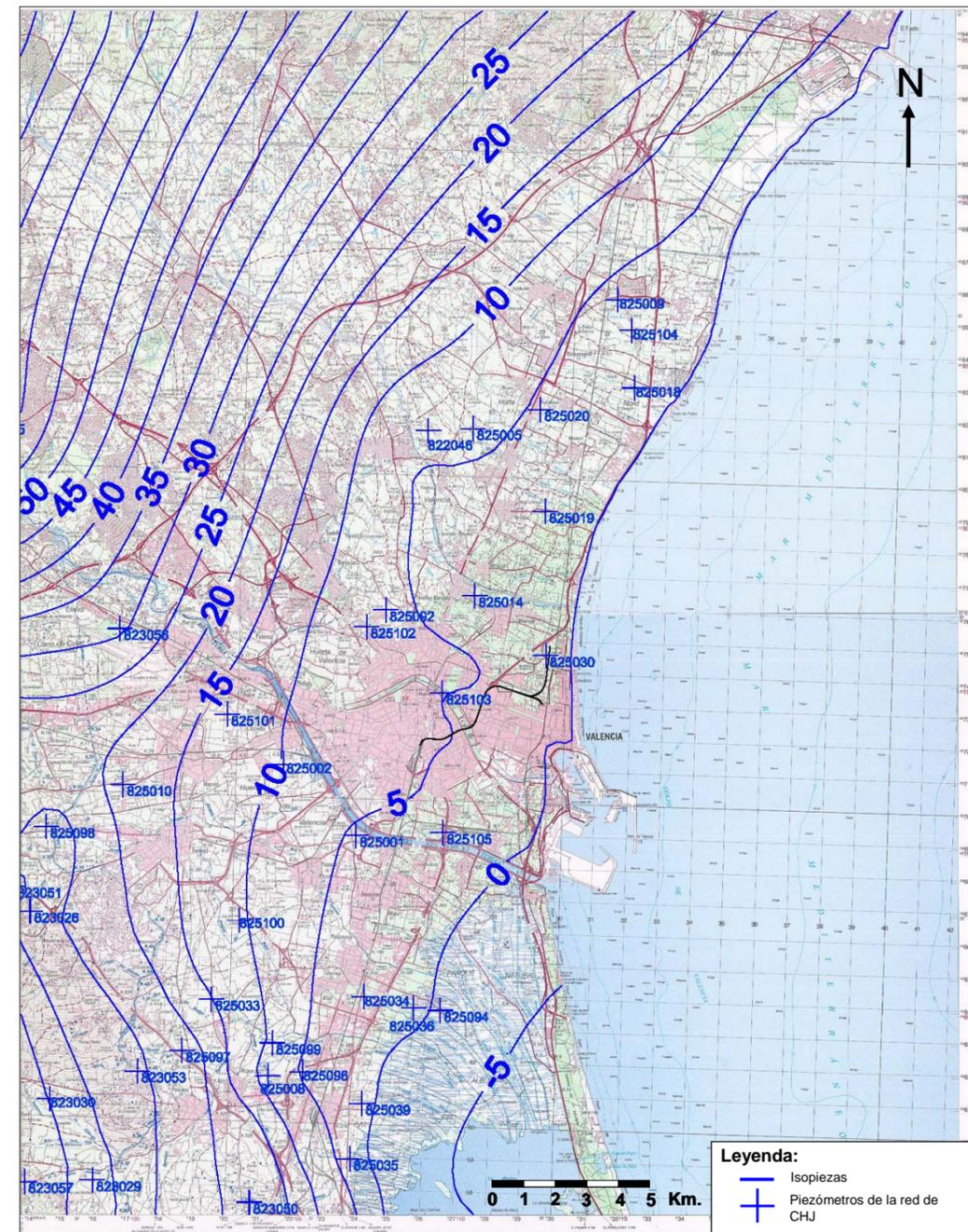


Figura 7. Piezometría general de la zona de estudio y piezómetros empleados de la Red Piezométrica del Júcar.

Como reflejan las isolíneas de la planta, se observa que en el tramo atravesado por el túnel pasante y en concreto el nivel freático oscila entre los 2,00 m en la zona situada en la proximidad de la playa, a la profundidad de 4,00 m en la Estación de Universitats y aproximadamente a 6,00 m en la estación de Aragón.

Como es sabido, las variaciones del nivel freático en la ciudad de Valencia han estado ligadas desde antiguo a las fluctuaciones y variaciones del nivel del agua en la Albufera. Este condicionante ha quedado solventado y prácticamente anulado desde la construcción del Nuevo Cauce del río Turia, quedando por tanto limitados los peligros y/o problemas del agua subterránea, en la actualidad, a la forma y situación de la obra a ejecutar.

De acuerdo con el estudio hidrológico, la construcción de la línea producirá una sobreelevación del nivel freático. De acuerdo con el criterio empleado en otras obras similares en Valencia, que se han comportado satisfactoriamente, se considera en los cálculos, para aquellos casos en que se afecta al nivel freático, una oscilación sobre las profundidades anteriores de 1,00 m.

A continuación, se recogen datos de mediciones llevadas a cabo en la Estación del Mercat en la línea T2 del Metro Valencia.

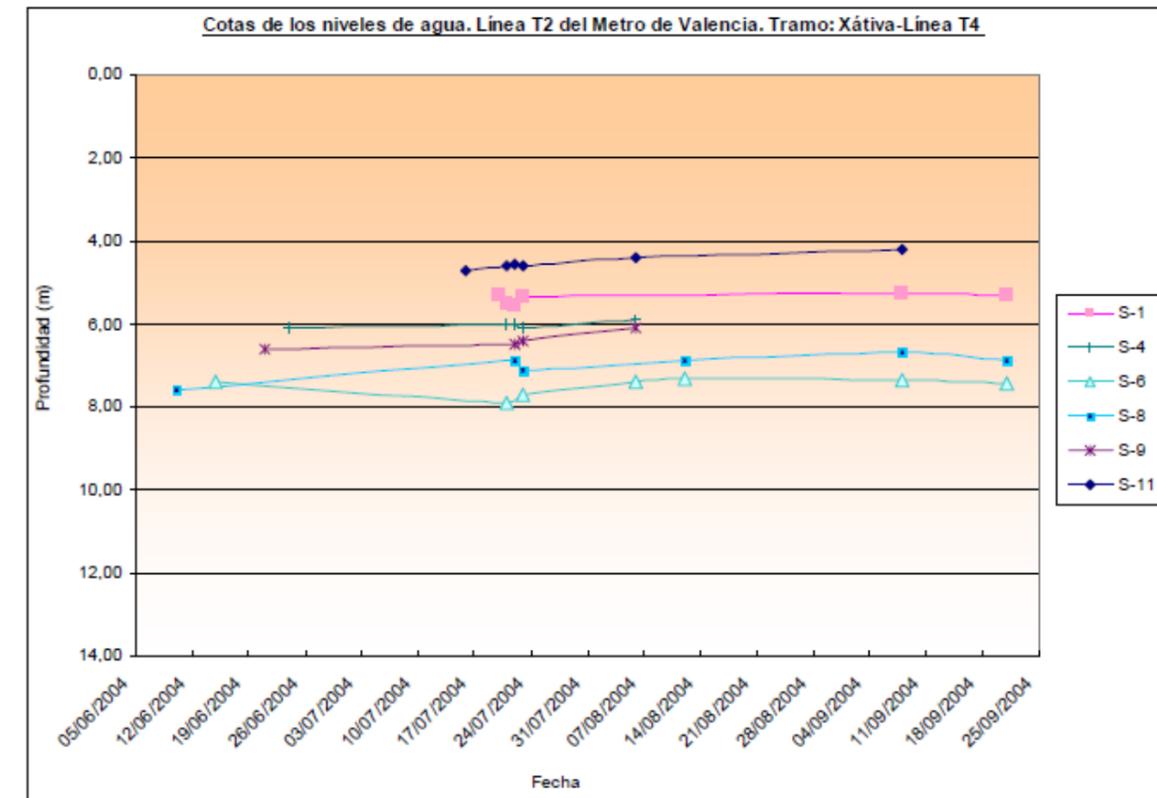


Figura 8. Evolución niveles piezométricos línea T2 Metro Valencia

A continuación, se recogen los datos piezométricos de la Confederación Hidrográfica del Júcar.



## 8. GEOTECNIA

Se analizan geotécnicamente los materiales afectados en el tramo de Proyecto. Dichas Unidades son:

- Rellenos (R)
- Materiales Cohesivos (Arcillas y Limos) A
- Materiales Granulares (Gravas y Arenas) G

### 8.1 DESCRIPCIÓN GEOTÉCNICA DE LOS MATERIALES

#### RELLENOS (R)

Constituyen el nivel más superficial diferenciado en la totalidad de la traza, cabe diferenciar entre los rellenos estructurales y rellenos de naturaleza antrópica. Los niveles de rellenos estructurales se asocian a las infraestructuras existentes (viales, plataformas ferroviarias, etc.)

Se identifican dos tipos de relleno, estructural y antrópico, constituidos por arcillas algo arenosas a arenosas, ocasionales gravas y arenas arcillosas. También aparecen restos de escombros y otros materiales procedentes de desechos y tierra vegetal al final del tramo.

Pese a diferenciar 2 tipos de relleno (estructural y antrópico) en su descripción, en ocasiones aparecen juntos como rellenos compactados en zonas superficiales donde se observan aceras y otros caminos ejecutados y bajo estos restos de escombros y ladrillos o suelo vegetal, por lo que sus características geotécnicas son difícilmente diferenciables y se tratan geotécnicamente como una única unidad.

El espesor detectado en las investigaciones realizadas es variable oscilando entre 1,50-3,50 m con una marcada heterogeneidad y composición.

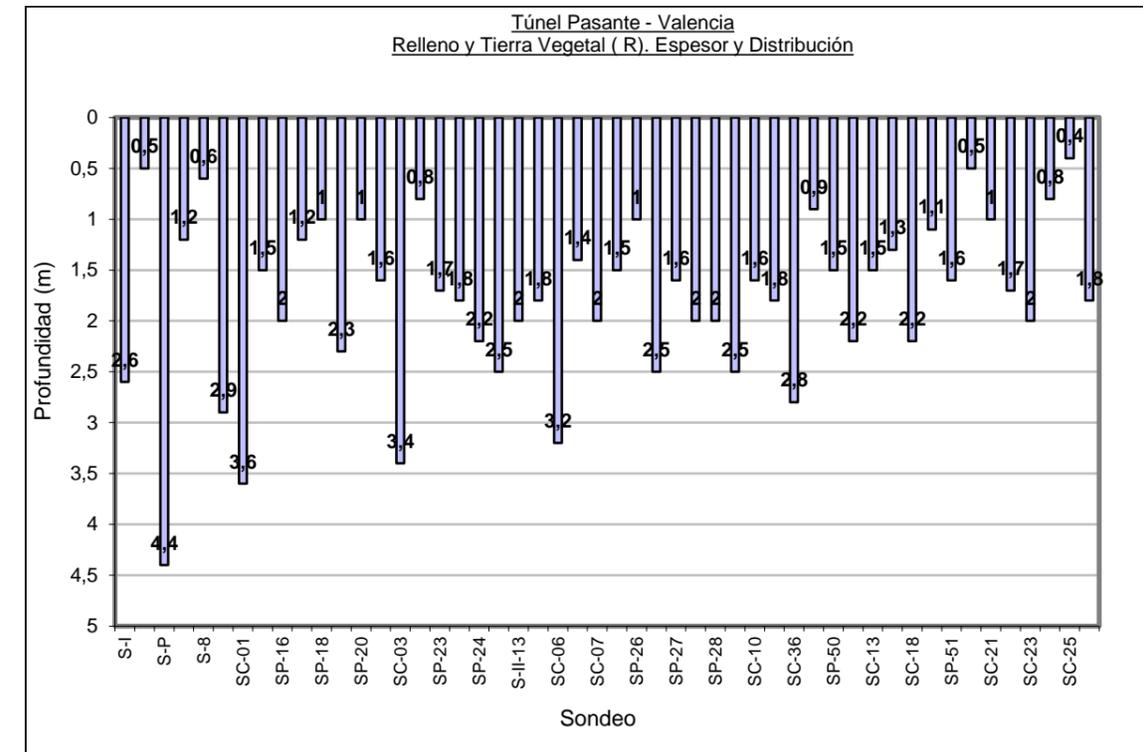


Figura 10. Espesor nivel de rellenos tramo túnel Estación Central

A muro de este nivel podemos encontrar depósitos de arcillas de inundación de tonalidad marrón oscura con restos de conchas y algún canto antrópico.

Dada la elevada heterogeneidad de los rellenos y considerando la información bibliográfica disponible, se consideran representativos para estos depósitos los siguientes valores resistentes:

$$c' = 0 \text{ kPa}$$

$$\varphi' = 28^\circ$$

En estos niveles se consideran como representativos los valores de ensayos SPT del orden de 12 golpes e incluso inferiores, considerando a nuestros efectos como un suelo de comportamiento granular sin cohesión eficaz.

En lo que refiere a las propiedades resistentes de este nivel contamos con los siguientes valores:

$E' = 12,5 \text{ MPa}$

$\nu = 0,35$

Superado el tramo superficial de rellenos encontramos depósitos aluviales del río Turia en el cual alternan niveles de arcillas y limos (suelos de grano fino).

**NIVEL A-Suelo grano fino arcillas y limos**

El nivel subyacente a los rellenos superiores está constituido por arcillas más o menos limosas, y limos, generalmente de tonalidad marrón y a veces grisácea fundamentalmente cuando nos acercamos a la zona litoral. Este nivel presenta una potencia variable entre los 5-10 m de potencia. En los tramos superiores se corresponde con el limo de inundación de la ciudad de Valencia.



Figura 11. Detalle arcillas limosas superiores grisáceas (nivel A0)

Este nivel se situá sobre las gravas G1 superiores e intercalados con los niveles de gravas e intercalan con los niveles inferiores G2.

Cabe diferenciar en este primer nivel con las arcillas limosas grisáceas de albufera y zona de transición que se han podido diferenciar al Norte de la actuación, que presentan un comportamiento diferenciado respecto de las arcillas de inundación de la ciudad de Valencia.

Este nivel de suelo de grano fino presentan una marcada variabilidad en lo que refiere a la naturaleza de los mismos, con niveles de limos arenosos del tipo ML (sin estados de consistencia) y arcillas limosas de baja-media plasticidad CL, en el gráfico adjunto se recoge la plasticidad de las muestras.

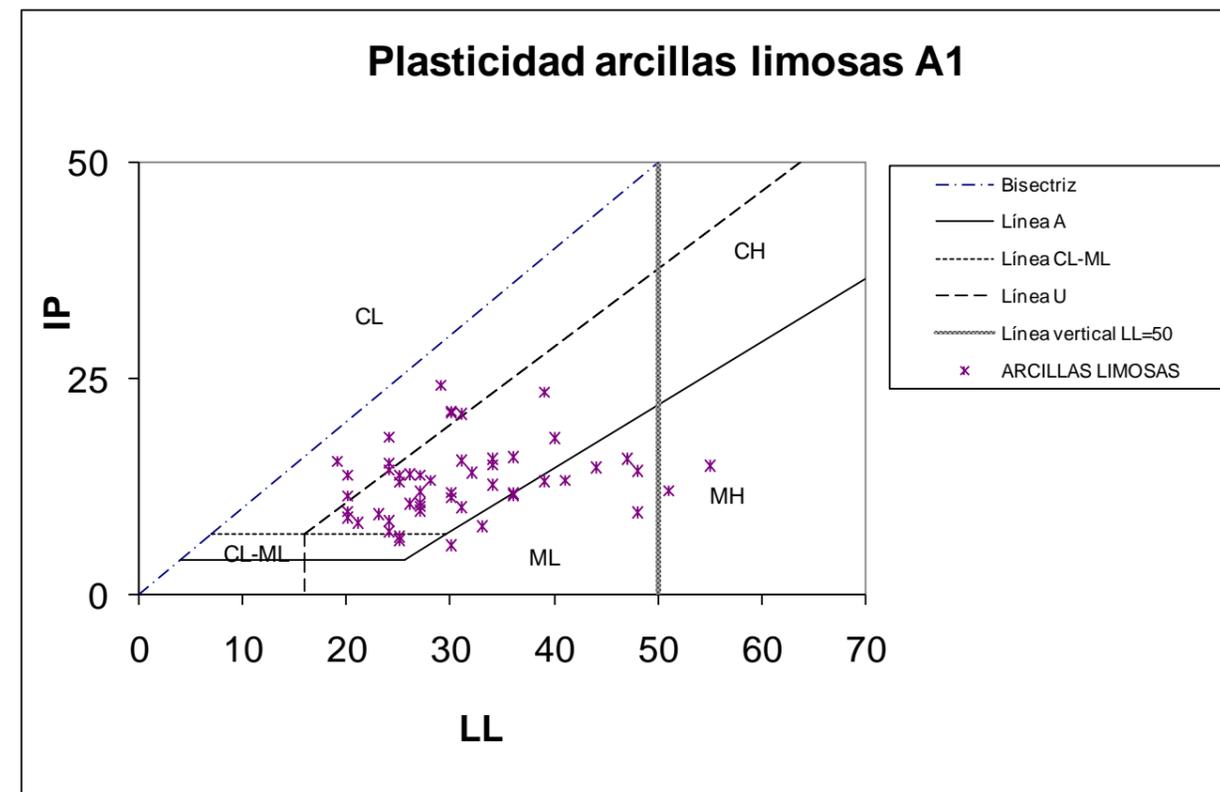


Figura 12. Carta plasticidad Casagrande (subnivel A.1)

Los suelos con estados de consistencia cuentan con un valor medio del límite líquido de 30 %, LP del 19 % y un índice de plasticidad de 10 %.

El 68 % de los suelos presentan estados de consistencia arcillas/limos y el 32 % a base de limos no presentan estados de consistencia.

El contenido de finos (% que pasa por el tamiz # 200) detectado en los ensayos granulométricos realizados es muy variable oscilando entre el 50-100 % y un valor medio de 87 %.

En general se observa una gran dispersión dentro de un mismo nivel, incluso dentro de una misma litología. Los niveles cohesivos (A) presentan una permeabilidad que puede considerarse como baja a muy baja, con un valor representativo  $1 \times 10^{-5} / 10^{-6}$  m/s y generalmente inferior, siendo los de mayor permeabilidad aquellos con mayor contenido de arena y grava.

La densidad seca de estos materiales se sitúa entre 15,0 y 19,0 kN/m<sup>3</sup>, con un valor medio de 17,0 kN/m<sup>3</sup>. El contenido de humedad varia entre el 10-20 % con un comportamiento semisólido, próximo a su límite plástico o ligeramente superior.



Figura 13. Detalle arcillas limosas superiores (nivel A1)

Se han efectuado ensayos químicos, de contenido en materia orgánica, carbonatos y sulfatos. El contenido de materia orgánica en las muestras ensayadas ha sido inferior a un 0,20%. El contenido de carbonatos varia entre el 30-50 % (valor medio de 40 %). El contenido de sulfatos ha sido inferior a 400 mg/SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>.

Respecto a sus características resistentes, se trata de materiales de consistencia blanda a muy firme. En los sondeos efectuados se observa un aumento del golpeo N<sub>SPT</sub> con la profundidad, como se observa en la siguiente figura.

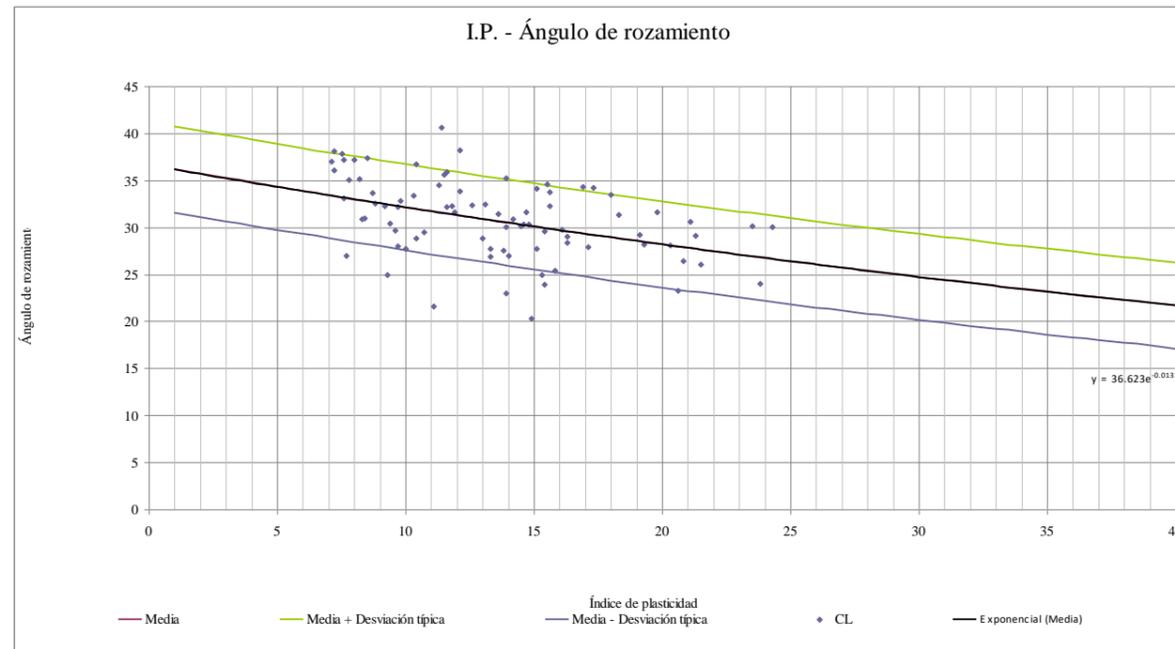


Figura 14. Relación IP-Ángulo rozamiento  $\phi'$  suelos arcillosos baja plasticidad Aluvial Valencia

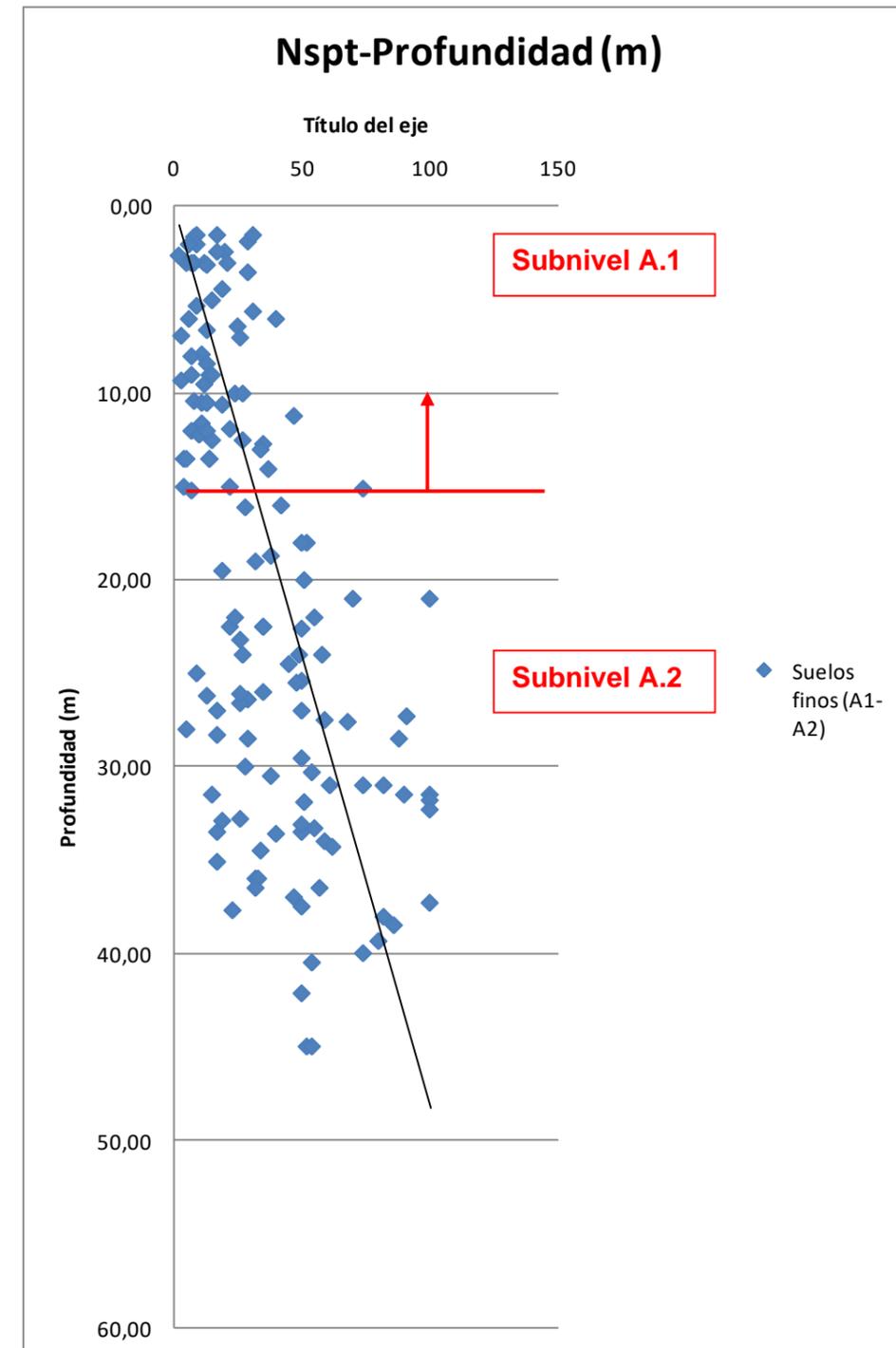


Figura 15. SPT-Profundidad

En los 10 primeros metros los golpes son inferiores a 10, equivalente a una consistencia entre media-blanda. Entre 10 y 30 m, los golpes varían entre 5 y 20, que equivale a una

consistencia entre firme. Es a partir de los 30 m donde se observa un aumento claro de la consistencia de estos materiales, con golpes  $N_{SPT}$  superiores a 20, correspondientes a una consistencia muy firme-dura con una gran parte de ensayos SPT de rechazo.

Los valores de resistencia a compresión simple obtenidos varían entre 0,015 a 0,275 kPa, con un valor medio de 0,063 MPa. La dispersión de estos valores puede ser debida a la distinta proporción de arena y grava en los suelos de grano fino.

Se ha representando los golpes del SPT con la resistencia a corte sin drenaje con una marcada dispersión propia de la heterogeneidad de estos suelos de grano fino.

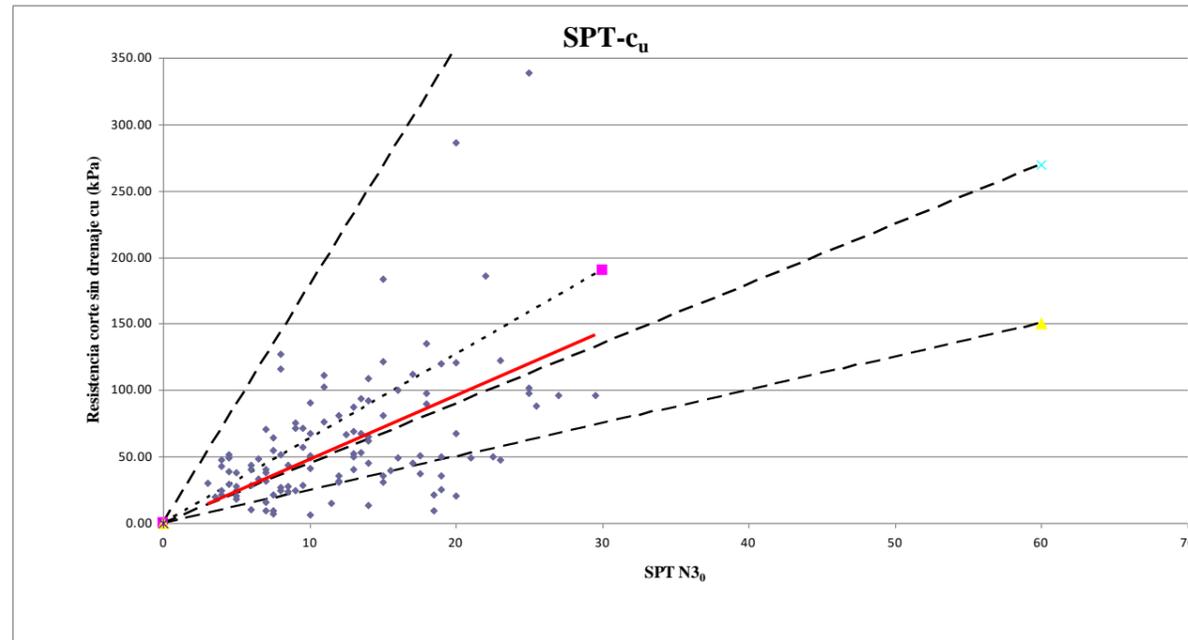


Figura 16. Relación SPT-cu

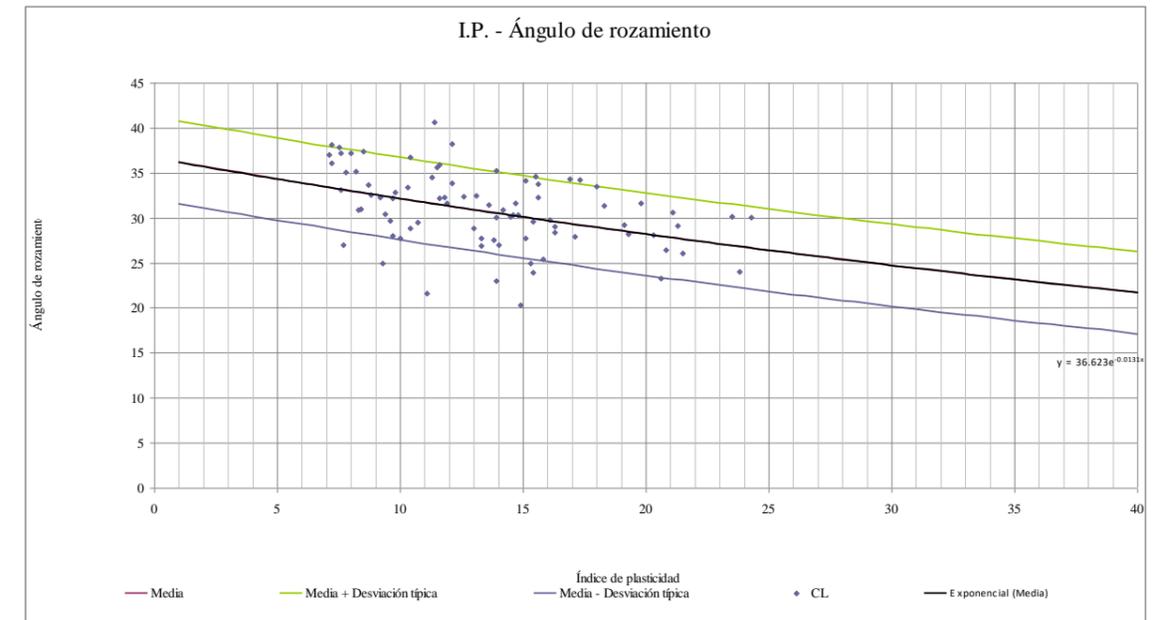


Figura 17. Relación IP-Ángulo rozamiento  $\phi'$  suelos arcillosos baja plasticidad Aluvial Valencia

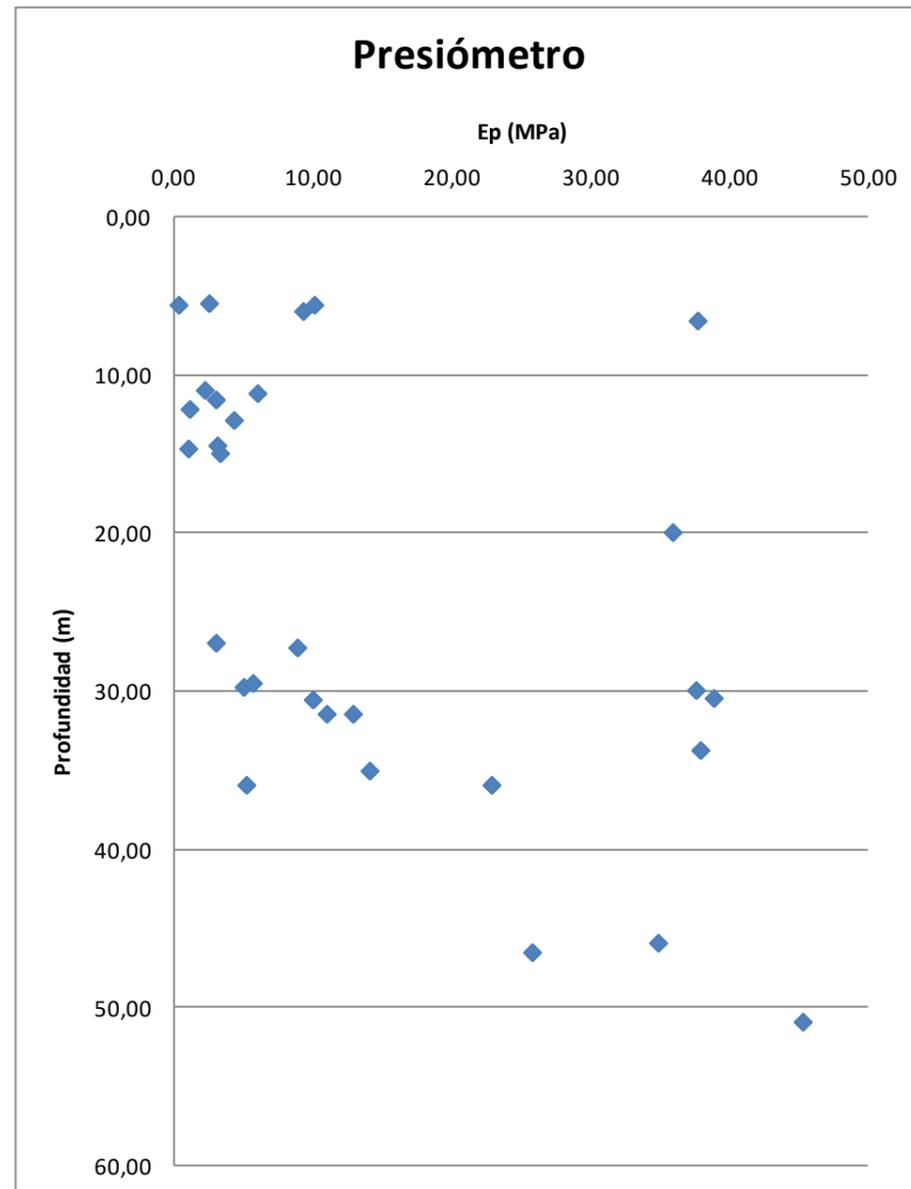


Figura 18. Módulo presiométrico-profundidad

En tanto a los valores de cohesión y ángulo de rozamiento interno oscila entre una cohesión efectiva de 30 kPa y un ángulo de rozamiento interno de 33°, para este subnivel A.1 superior.

En tanto a los resultados obtenidos en el subnivel A.2, se sitúan a profundidad variable generalmente a partir de los 15-20 m de profundidad.

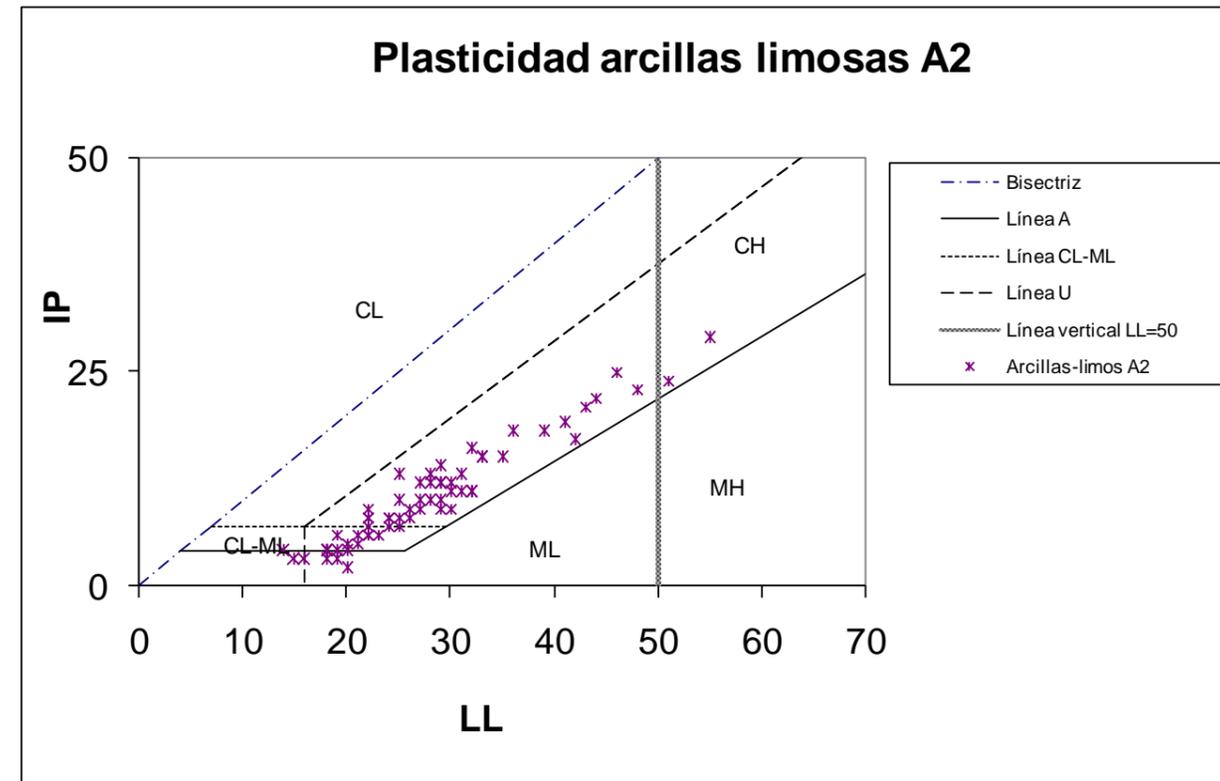


Figura 19. Carta plasticidad Casagrande (subnivel A.2)

Los suelos con estados de consistencia cuentan con un valor medio del límite líquido de 27 %, LP del 17 % y un índice de plasticidad de 10 %.

El 68 % de los suelos presentan estados de consistencia arcillas/limos y el 32 % a base de limos no presentan estados de consistencia.

El contenido de finos (% que pasa por el tamiz # 200) detectado en los ensayos granulométricos realizados es muy variable oscilando entre el 25-100 % y un valor medio de 85 %.

El subnivel inferior A2 presenta una consistencia firme como bien refleja la totalidad de los ensayos llevados a cabo en profundidad. Con SPT valores mínimos de 17 golpes, y máximos de rechazo.

En tanto a los valores de cohesión y ángulo de rozamiento interno oscila entre una cohesión efectiva de 36,3 kPa y un ángulo de rozamiento interno de 31,1°, para este subnivel A.2 inferior.

Estas arcillas del subnivel A.2 presentan una consistencia medianamente firme con un valor de la RCS media de 125 kPa.



Figura 20. Detalle arcillas limosas inferiores firmes (nivel A2-A3)

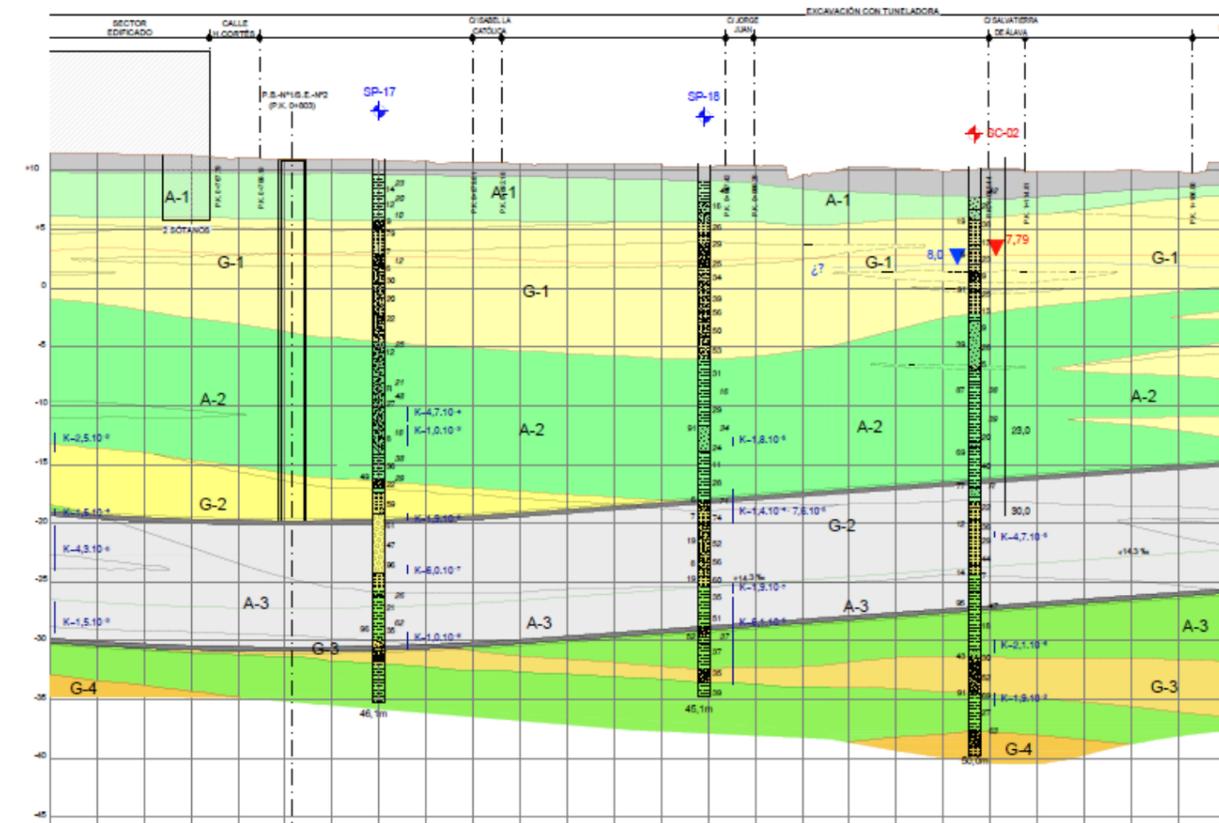


Figura 21. Esquema perfil tipo terreno

Teniendo en cuenta los resultados de los ensayos realizados tanto de laboratorio como ensayos "in situ" y la información bibliográfica disponible, se consideran representativos para la unidad A (suelos de grano fino) los siguientes valores:

**Nivel A0-grisáceas albufera (tramo salida del ramal desde UPV), a partir del PK 5+000 en la alternativa base**

$$c' = 0 \text{ kPa}$$

$$\varphi' = 25^\circ$$

$$\gamma = 18 \text{ N/m}^3$$

$$E' = 5 \text{ MPa}$$

**Para profundidades inferiores a los 10 m (nivel A1) salvo en la zona de salida de la Universitat donde se diferencia un tramo superior A0 de arcillas grisáceas:**

$$c' = 5 \text{ kPa}$$

$$\varphi' = 28^\circ$$

$$\gamma = 20 \text{ N/m}^3$$

$$\gamma_d = 16 \text{ N/m}^3$$

$$w = 20 \%$$

$$E' = 12,0 \text{ MPa}$$

**Para profundidades superiores a los 10 m (A2-A3-A4):**

$$c' = 10-20 \text{ kPa}$$

$$\varphi' = 28-29^\circ$$

$$\gamma = 20,5 \text{ N/m}^3$$

$$\gamma_d = 17 \text{ N/m}^3$$

$$w = 17 \%$$

$$E' = 20-25 \text{ MPa}$$

En tanto a la variante de salida vía Vinalesa fundamentalmente nos encontramos el nivel A1 de arcillas limosas medias marrones. Estos materiales vienen recubiertos de materiales de rellenos/terreno vegetal.

En los planos de planta/perfil geológico vienen recogido las unidades diferenciadas. Se precisará un reconocimiento complementario en el tramo A1 de la salida de Vinalesa.



**Figura 22. Detalle arcillas limosas inferiores medias-firmes (nivel A1)**

### **NIVEL G-Suelo granular a base de gravas con arenas**

Por debajo del primer nivel de suelos finos (A1) e intercalado con las mismas encontramos unas gravas arenosas de compacidad medianamente densa a techo y creciente en profundidad, propio de suelos de naturaleza granular. Se han podido diferenciar dos niveles de gravas, que intercalan con los depósitos arcillosos/limosos de grano fino.

Estos depósitos se localizan a lo largo de toda la traza. La disposición de estos materiales es prácticamente horizontal, situándose a diversas profundidades.

Aparece un primer nivel continuo relativamente superficial a lo largo de toda la traza donde se proyecta la construcción de la línea en túnel, situado aproximadamente a la cota +10 m (G1) con un espesor medio de 10 m comprendido entre 5-14 m. Intercalado en este nivel encontramos niveles de arenas y arcillas de reducida potencia.

Hidrogeológicamente son materiales de alta permeabilidad en cuyo extremo superior o próximo a él, se sitúa el nivel freático. Localmente el contenido en finos es variable, lo que reduce considerablemente la permeabilidad.

Su clasificación según los criterios de la USCS indica un predominio de gravas con bastante arena y algo de limo (GM), obteniéndose también un número importante de muestras clasificadas como gravacon bastante arena e indicios de limo (GW-GM).

Se han obtenido valores de densidad seca variables entre 19,0 y 21,0 kN/m<sup>3</sup>.

De los ensayos de penetración dinámica (SPT) se obtuvieron valores en el nivel superior de gravas arenosas de 16 golpes ya en profundidad para los niveles G2 valores medios que alcanzan registros medios de 52 golpes. Estos registros se traducen en una compacidad media a techo y muy densa a muro.

La compacidad de estos materiales varía de media a techo a muy densa. Se observa que hasta los 30 m de profundidad, los valores de golpeo NSPT obtenidos varían principalmente entre 8 y 70, con golpes medios entre 20 y 30, que corresponden a una

compacidad medianamente densa. Debe tenerse en cuenta que los valores de golpeo mas altos pueden corresponder a “falsos rechazos” como consecuencia de la presencia ocasional de tamaños tipo bolos.

Es a partir de los 30 m de profundidad donde se observa una clara mejora de la compacidad de estos depósitos, obteniéndose golpes  $N_{SPT}$  variables entre 20 y 70, y es a partir de los 50 m donde se obtienen sistemáticamente golpes superiores a 50, e incluso rechazo, lo que corresponde a una compacidad muy densa.

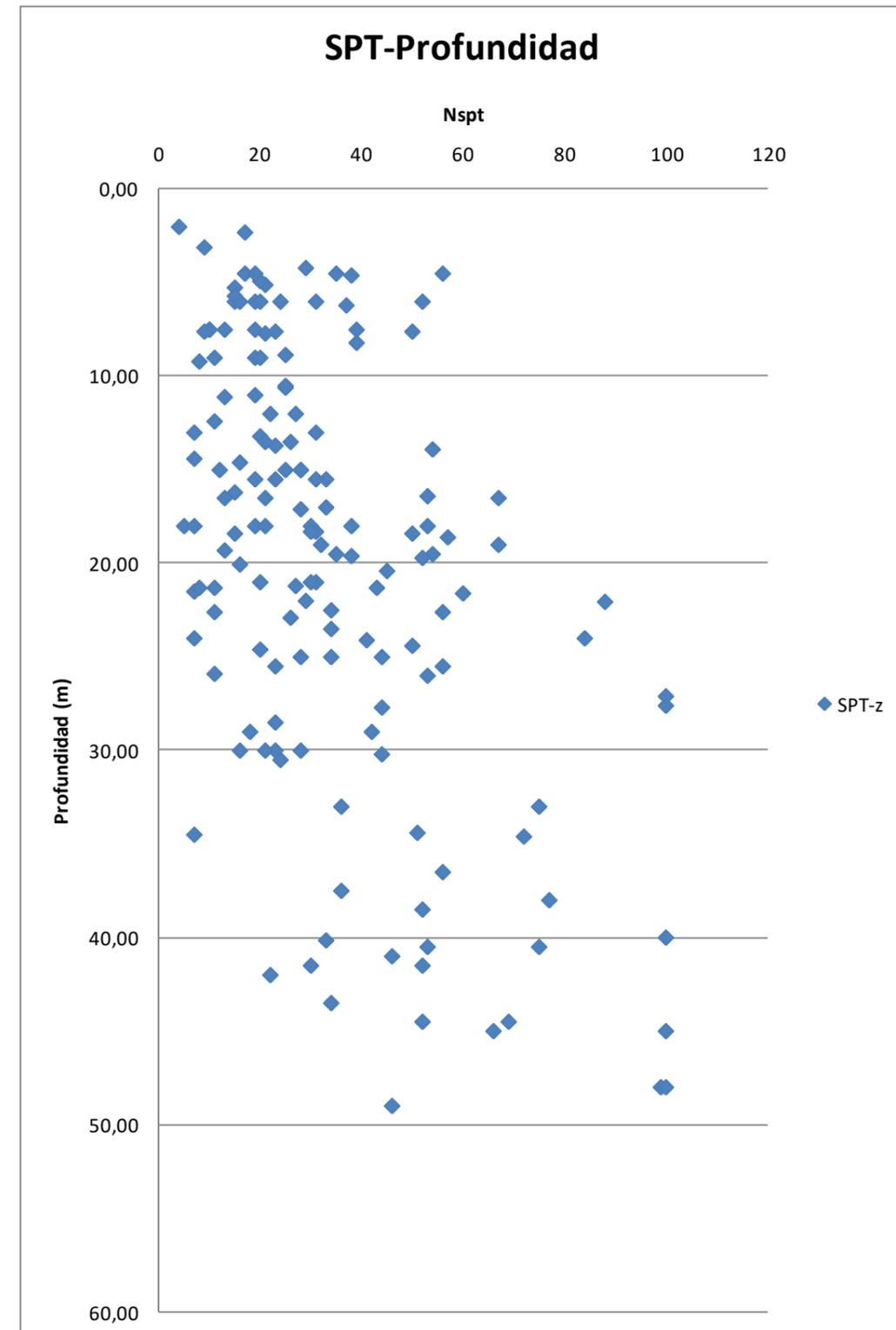


Figura 23. Registro golpeo SPT-profundidad



Figura 24. Detalle nivel de gravas-ampliación Ciutat Valencia

Parámetros resistentes a largo plazo:

- Densidad relativa
- Angulo de rozamiento interno
- Módulo de deformación

Para el cálculo de la densidad relativa se ha empleado la siguiente expresión:

$$\frac{D_r}{100} = 0.2236 \cdot \sqrt{\frac{N_{30}}{a + b \cdot \sigma'_{vo}}}$$

siendo:

$N_{30}$ : número de golpes para una penetración en el ensayo SPT

$\sigma'_{vo}$ : presión vertical efectiva en  $t/m^2$

a y b: constantes de valor 1,00 y 0,20 respectivamente para  $\sigma'_{vo} < 15 t/m^2$

Con ángulos de rozamiento para estas arenas limosas uniformes según podemos deducir de las expresiones de Meyerhoff, así como la de Muromachi:

$$\varphi = 20 + 3,5 \cdot \sqrt{N_{30}}$$

$$\varphi = 25 + 0.15 \cdot DR\%$$

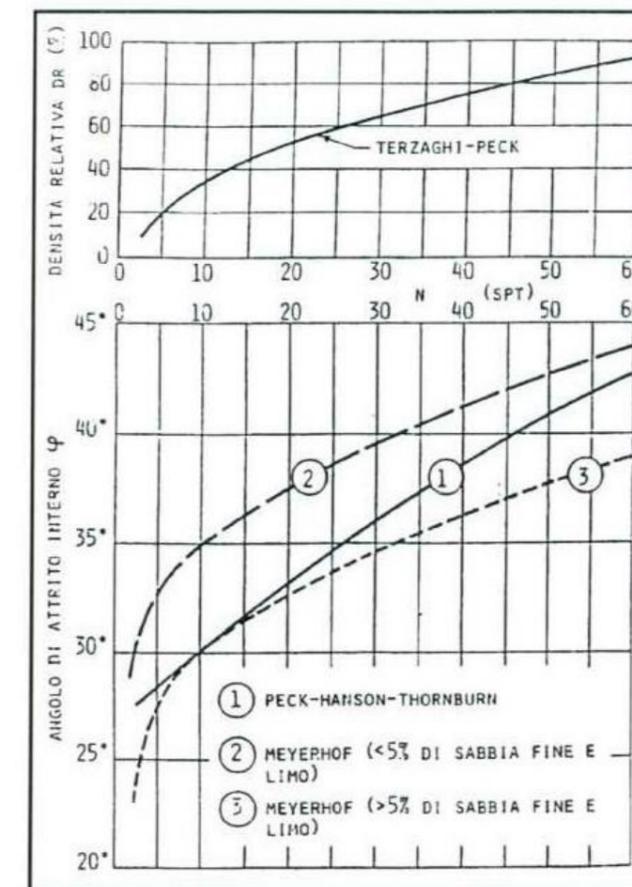


Figura 25. Golpeo SPT-DR-φ'

Módulo de deformación efectivo:

$$E' = 5 \cdot (N_{30} + 15)$$

$$E' = 7 \cdot \sqrt{N_{30}}$$

$$E' = 2,22 \cdot N_{30}^{0,88}$$

$$E' = 18.75 + 0.756 \cdot N_{30} \text{ (MPa)}$$

Teniendo en cuenta los resultados de los ensayos realizados, y la información bibliográfica disponible, se consideran representativos para la unidad G los siguientes valores:

**Para profundidades inferiores a los 10 m (Granular G1):**

$$c' = 0 \text{ kPa}$$

$$\varphi' = 36^\circ$$

$$E' = 30 \text{ MPa}$$

**Para profundidades superiores a los 10 m (Granular G2):**

$$c' = 0 \text{ kPa}$$

$$\varphi' = 40^\circ$$

$$E' = 50 \text{ MPa}$$

En estos niveles granulares (G) la permeabilidad media puede llegar a ser alta e incluso muy alta en algunos casos, con valores que oscilan en torno a  $1 \cdot 10^{-01}$  m/s y superiores, considerando como representativo un valor de  $1 \cdot 10^{-03}$  m/s.

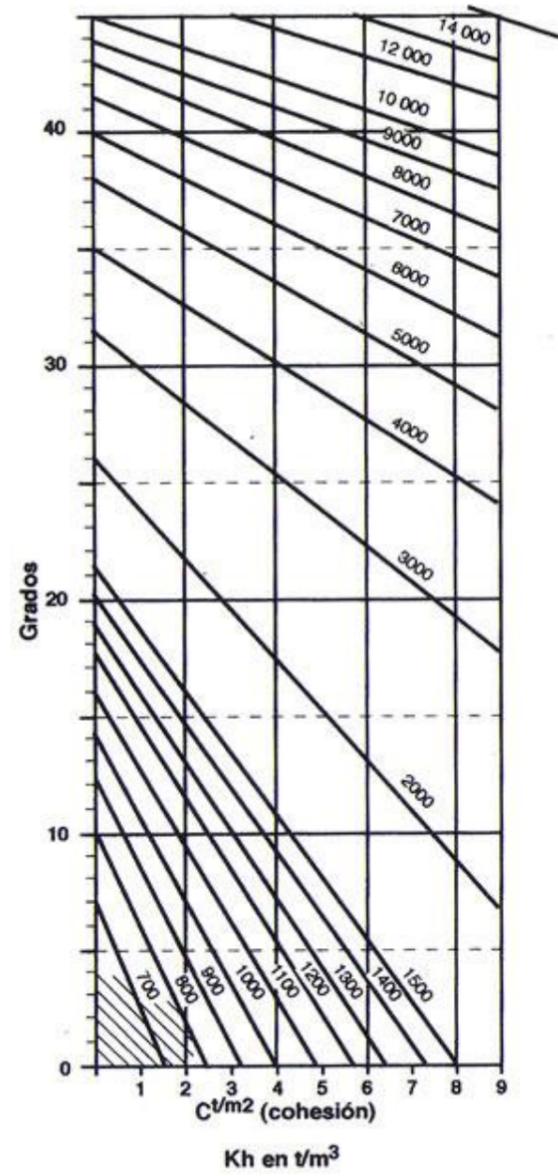


Figura 26. Módulo balasto horizontal (ábaco Chadeisson)

## 8.2 RESUMEN TRAMOS ESTUDIO

De forma resumida se recogen las formaciones que afecta a las obras proyectadas.

ALTERNATIVAS DE TRAZADO	TRAMIFICACIÓN EN FUNCIÓN DEL TIPO DE EXCAVACIÓN		PROFUNDIDAD CABEZA CARRIL (m)	DATOS GEOLÓGICOS E HIDROGEOLÓGICOS ESTIMADOS A PARTIR DE LA INFORMACIÓN CONSULTADA (*)		
	TRAMO (PP.KK.)	TIPO DE EXCAVACIÓN		DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ESTRATIGRAFÍA	TIPO DE SUELOS EN EL TERRENO AFECTADO POR LA SECCIÓN DE EXCAVACIÓN (tuneladora o entre pantallas)	PROFUNDIDAD DEL NIVEL FREÁTICO
BASE	0+000-2+170	Tuneladora	21-37	0+000-3+000: Suelos granulares y cohesivos en una densa alternancia de niveles de espesor variable entre 5 y 14m; también como intercalaciones de menor extensión lateral y espesor 2-5m.	similar proporción de suelos cohesivos y granulares	0+000-1+000: 8-9m
	2+170-2+625	Entre pantallas	21-22			1+000-2+150: 7-8,5m
	2+625-3+411	Tuneladora	20-26	3+000-5+525: Alternancia de niveles de suelos granulares y cohesivos, cuyo espesor se mantiene bastante constante, en torno a 20-22m para suelos granulares y 5-14m para suelos cohesivos. Intercalaciones ocasionales.	2-450-3+000: similar proporción de suelos cohesivos y granulares	2+450-3+000: 7-8,5m
	3+411-4+005	Entre pantallas	19-20		3+000-3+600: suelo granular	3+000-3+600: 4-6m
	4+005-5+522	Tuneladora	14-30		predominio de suelos granulares	4-6m
	5+522-6+021	Entre pantallas	0-14	5+525-fin: Nivel de suelo cohesivo de espesor estimado 4-6m, sobre suelos granulares.	3+950-5+000: predominio de suelos granulares	1-3m
	6+021-8+254	Algunos tramos en desmonte	0-2,3		5+000-5+525: suelo granular	1-3m
				similar proporción de suelos cohesivos y granulares	1-3m	
				suelos cohesivos	1-3m	

A	(EJE 60) 0+000-0+153	Tuneladora	21-37	Suelos granulares y cohesivos en una densa alternancia de niveles de espesor variable entre 5 y 14m; también como intercalaciones de menor extensión lateral y espesor 2-5m.	similar proporción de suelos cohesivos y granulares	0+000-1+000: 8-9m
	(EJE 57) 0+000-0+472	Entre pantallas	21-22			1+000-2+150: 7-8,5m
	(EJE 57) 0+472-7+500	Tuneladora	10-37			7-8,5m
	(EJE 57) 7+500-7+790	Entre pantallas	0-10			2+450-4+500: 7-8,5m
	(EJE 57) 7+790-8+157	-	-	4+500-9+405: 8-9m		
						8-9m
						suelos cohesivos
						8-9m

C	0+000-2+170	Tuneladora	21-37	0+000-3+000: Suelos granulares y cohesivos en una densa alternancia de niveles de espesor variable entre 5 y 14m; también como intercalaciones de menor extensión lateral y espesor 2-5m.	similar proporción de suelos cohesivos y granulares	0+000-1+000: 8-9m
	2+170-2+625	Entre pantallas	21-22			1+000-2+150: 7-8,5m
	2+6250-3+400	Tuneladora	15-26	3+000-3+900: Alternancia de niveles de suelos granulares y cohesivos, cuyo espesor se mantiene bastante constante, en torno a 20-22m para suelos granulares y 5-14m para suelos cohesivos. Intercalaciones ocasionales.	2-450-3+000: similar proporción de suelos cohesivos y granulares	2+450-3+000: 7-8,5m
	3+400-3+883	Entre pantallas	0,7-15		3+000-3+400: predominio de suelos granulares	3+000-3+400: 4-6m
	3+883-6+385	-	-		predominio de suelos granulares	4-6m
	6+385-6+505	-	-	3+900-fin: Nivel de suelo cohesivo de espesor estimado 4-6m, sobre suelos granulares.	suelos cohesivos	4-6m
	6+505-7+290	-	-			1-3m
						1-3m

## 9. SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS

Para la realización de las obras que se proyectan son varias las soluciones constructivas que se pueden plantear.

En primer lugar cabe destacar el carácter urbano de la obra y la existencia de un nivel freático poco profundo a lo largo de toda la línea, con suelos de consistencia-compacidad media.

Entre las soluciones que puede analizarse, se encuentra:

- a) Excavación con un escudo de presión de tierra (E.P.B.)
- b) Excavación entre pantallas continuas de hormigón arriostradas y/o ancladas

En la zona de túneles se ha previsto la excavación con escudo de presión de tierras, que ha sido utilizada en la construcción del tramo 3 de la línea de Metro Valencia con unos buenos resultados.

Esta se llevará a cabo mediante escudo de presión de tierras teóricamente factible. Los problemas que pudieran presentar su ejecución, impermeabilización de las dovelas, control de asentos, inyección de la holgura entre el terreno y los anillos, adición de fangos o espumas, etc. están resueltos para los suelos atravesar.



Figura 27. Imagen Tuneladora Metro Valencia línea 3-FGV



Figura 28. Excavación entre pantallas con bóveda prefabricada línea 1

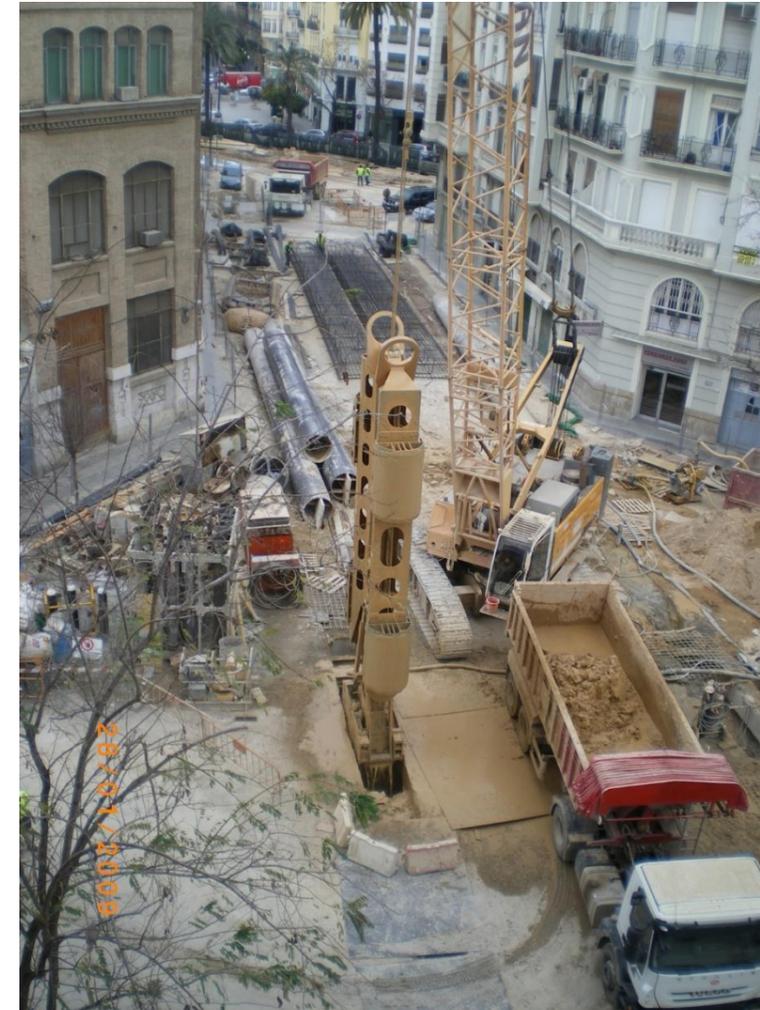


Figura 29. Excavación entre pantallas línea 2 Metro Valencia (c/Pedro el Grande)

Los recintos de estación se caracterizan por una excavación profunda bajo el nivel freático al abrigo de pantallas con mejora del fondo de excavación mediante la técnica de jet-grouting.

El procedimiento de construcción es de “arriba abajo” o “cut&cover”, consistente en la ejecución inicial de los elementos estructurales verticales (pantallas y pilotes) y el tratamiento de fondo para evitar filtraciones y sifonamientos provocados por la presión del agua.

Posteriormente se ejecuta la losa de cubrición y, finalmente se realiza la excavación en caverna alabrigo de las pantallas, con las fases intercaladas de ejecución de losas intermedias, líneas deestampidores y losa de fondo.

A continuación se recoge alguna imagen de la última estación construida en Valencia con esta técnica.



Figura 30. Excavación estación Mercado Central línea T2 FGV

### 9.1 ESTACIÓN DE ARAGÓN (2+150-2+450)

Este tramo a partir de la información geotécnica disponible encontramos tras el nivel superficial de arcillas (A1) un potente nivel de gravas (G).

La estación estará apoyada aproximada a la cota -10 msnm (aproximadamente 20 m de excavación). Previsiblemente apoya sobre el primer nivel de gravas (G1). Las pantallas deberán alcanzar por capacidad portante el segundo nivel de gravas. Con objeto de limitar

la entrada al interior del recinto las pantallas cortarán el nivel A2 de arcillas/limos, así como se dispondrán de pozos de alivio a muro del nivel cohesivo en este tramo entre pantallas.

El nivel freático en la Estación de Aragón estará comprendido entre los 7-8 m de profundidad respecto al nivel actual de la superficie del terreno. El acuífero presenta una elevada transmisividad con valores de los ensayos de bombeo realizados entre 2,8-8,8 · 10<sup>3</sup> m<sup>2</sup>/día y coeficientes de almacenamiento entre 0,06-0,07.

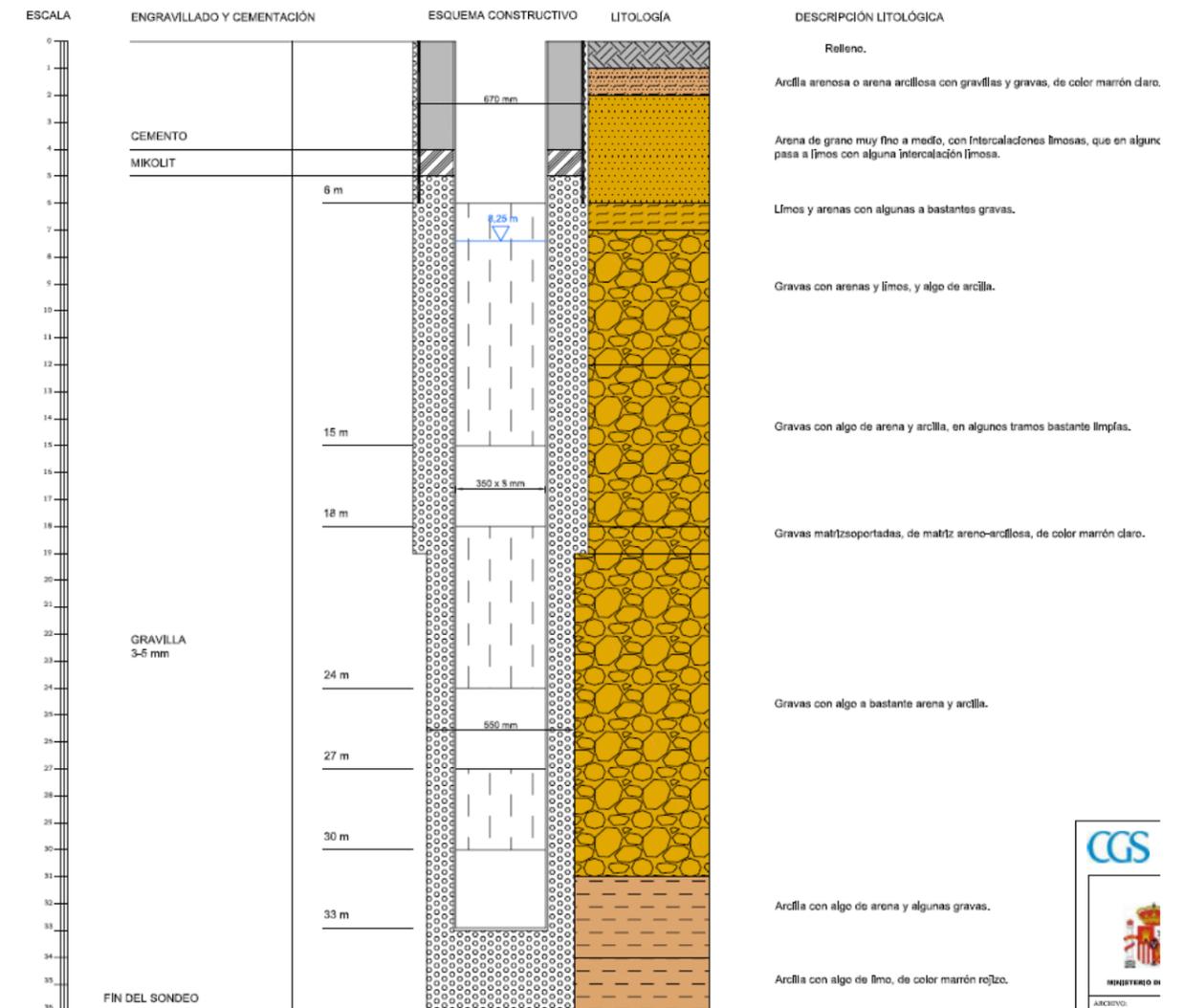


Figura 31. Perfil tipo terreno prueba de bombeo Estación de Aragón

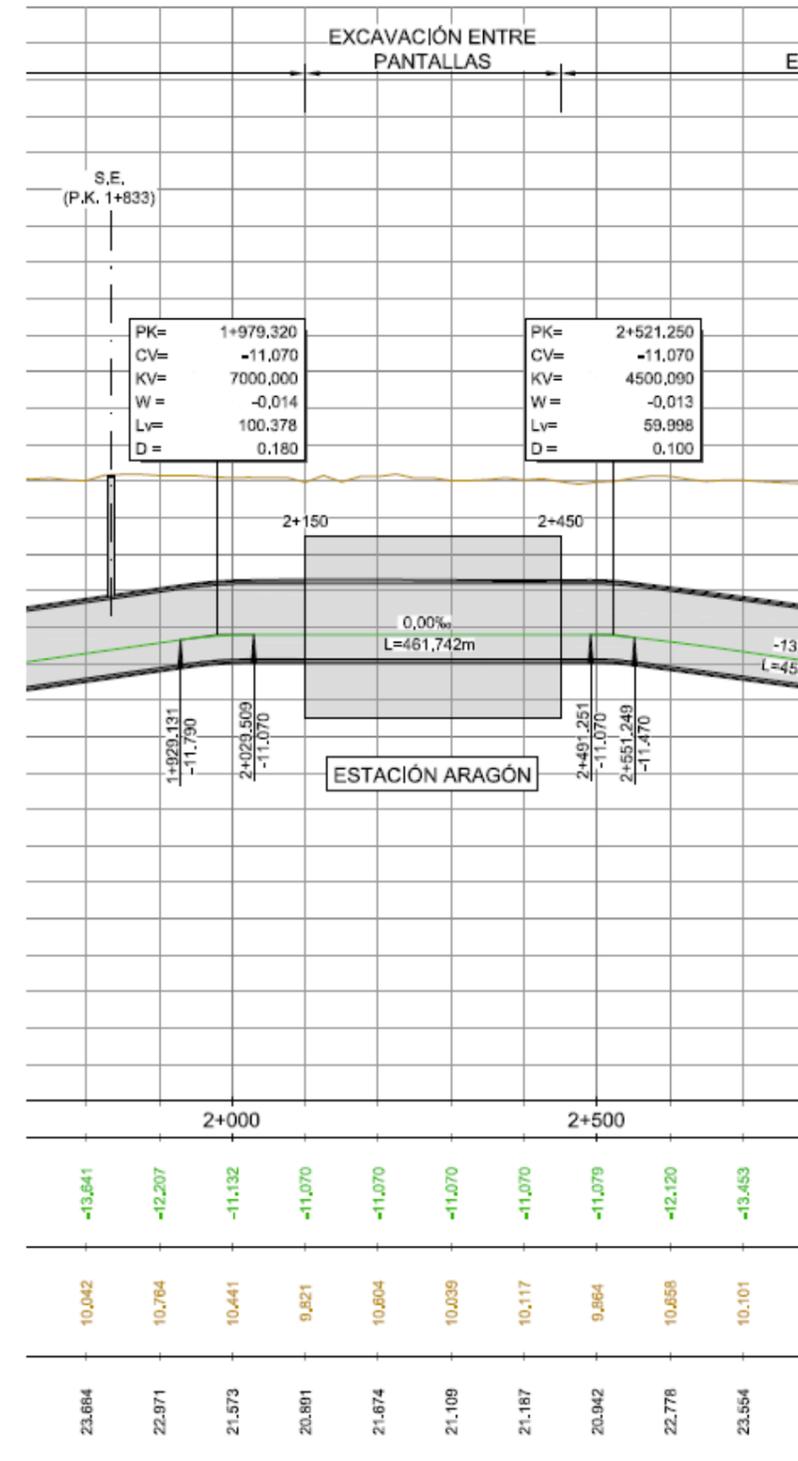


Figura 32. Longitudinal estación de Aragón

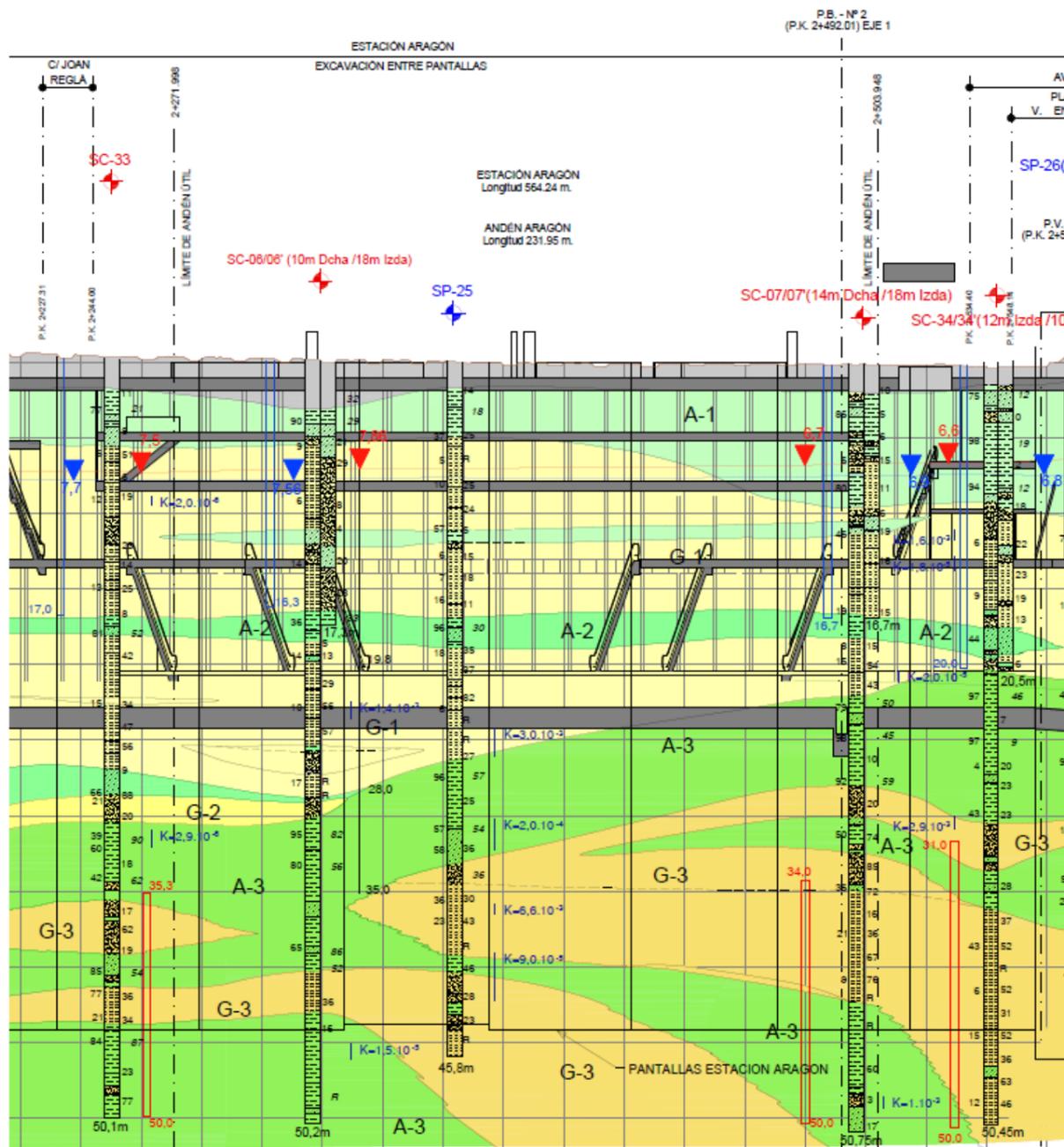


Figura 33. Perfil geológico estación de Aragón

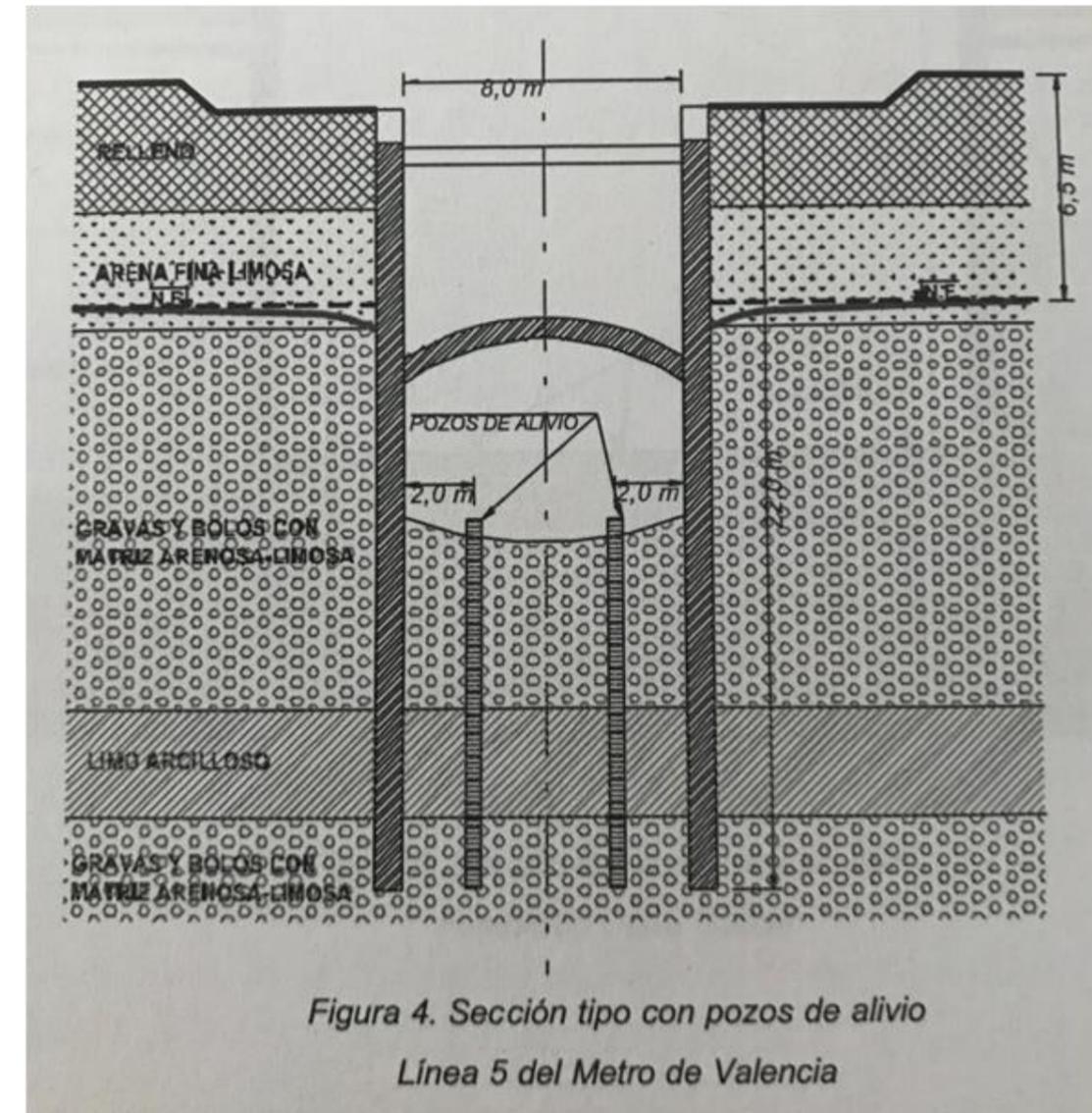


Figura 34. Ejemplo pozos de alivio

Se proponen a continuación los siguientes parámetros geotécnicos para el cálculo de las pantallas:

**Nivel R. Rellenos**

$c'=0$  kPa

$\varphi'=28^\circ$

$$\gamma=19 \text{ kN/m}^3$$

$$K_h=750 \text{ t/m}^3$$

**Nivel A.1 Arcillas limosas (nivel cohesivo superior)**

$$c'=5 \text{ kPa}$$

$$\varphi'=28^\circ$$

$$\gamma=20 \text{ kN/m}^3$$

$$E=1200 \text{ t/m}^2$$

$$K_h=1500 \text{ t/m}^3$$

**Nivel G.1. Gravas arenosas (nivel granular superior)**

$$c'=0 \text{ kPa}$$

$$\varphi'=36^\circ$$

$$\gamma=21 \text{ kN/m}^3$$

$$E=3000 \text{ t/m}^2$$

$$K_h=6000 \text{ t/m}^3$$

**Nivel A.2 Arcillas limosas (nivel cohesivo intermedio)**

$$c'=10 \text{ kPa}$$

$$\varphi'=29^\circ$$

$$\gamma=20 \text{ kN/m}^3$$

$$E=2000 \text{ t/m}^2$$

$$K_h=2000 \text{ t/m}^3$$

**Nivel G.2/G.3 Gravas arenosas (nivel granular intermedio e inferior)**

$$c'=0 \text{ kPa}$$

$$\varphi'=40^\circ$$

$$\gamma=22 \text{ kN/m}^3$$

$$E=5000 \text{ t/m}^2$$

$$K_h=7000 \text{ t/m}^3$$

Además de los condicionantes estructurales (empujes del terreno y cargas a resistir los muros pantalla), se precisa analizar la profundidad de los mismos por condicionantes hidráulicos. En régimen transitorio antes de que se establezca el régimen permanente, se podrá dar lugar al levantamiento de fondo de la misma, y una vez establecido el régimen estacionario en el interior de la excavación, debido a la existencia de gradientes considerables de salida se podrá dar lugar al posible sifonamiento de los materiales de la misma.

Sifonamiento hidráulico

Para el caso que nos ocupa suponemos que la práctica totalidad de la carga se pierde en el intradós de las pantallas, carga que proviene del nivel más permeable superior de gravas.

El elemento esencial que nos debe facilitar la hidráulica para el estudio del peligro de sifonamiento es la diferencia de carga que existe entre el extremo de la pantalla y el punto situado en el fondo de la excavación ( $h_A - h_B$ ), (ver esquema adjunto).

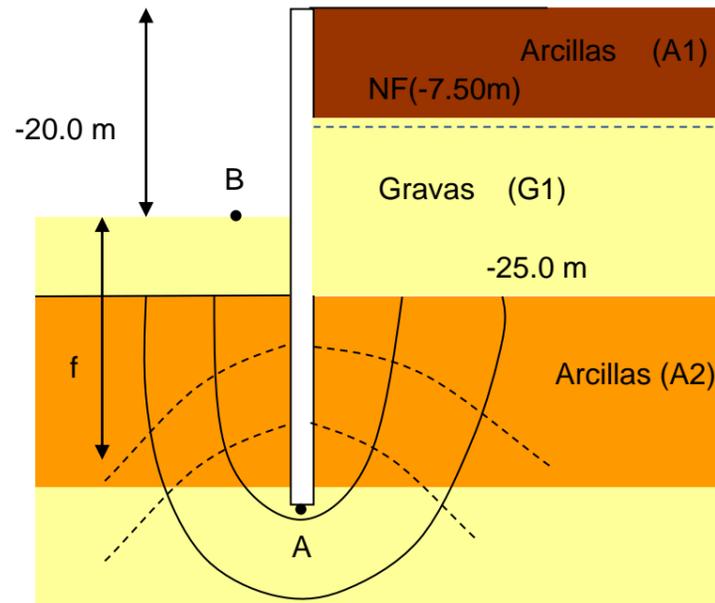


Figura 35. Estabilidad hidráulica (sifonamiento)

Como hemos comentado anteriormente, consideraremos que toda la carga se pierde en el intradós de la pantalla,  $(h_A - h_B) \approx H$ , con lo cual operando el empotramiento requerido precisa un valor mínimo de:

$$f > \frac{1.00}{2.00 - 1.00} \cdot 12.50 = 12.5$$

adoptando un coeficiente de seguridad de 1,20 frente al sifonamiento de los materiales, el empotramiento requerido por debajo del nivel de la excavación será de valor

$$f^* = 1,20 \cdot f \approx 15.0 \text{ m.}$$

Con lo cual por condiciones de sifonamiento la longitud estimada de las pantallas en este tramo de la traza será de  $L = 20.0 + 15.00 \approx 35.00 \text{ m}$  (se han adoptado valores de 45 m).

La figura adjunta, proporciona la pérdida de carga en el intradós en función de la carga total H. Para que no exista sifonamiento deberá cumplirse la siguiente relación:

$$f > \frac{\gamma_w}{\gamma - \gamma_w} \cdot (h_A - h_B)$$

siendo:

$(h_A - h_B)$  pérdida carga hidráulica entre los puntos A y B

$\gamma_w$  peso específico del agua

$\gamma$  peso específico aparente

f empotramiento de las pantallas

Levantamiento de fondo

Respecto a la seguridad a rotura de fondo de la excavación, se puede adoptar un coeficiente de seguridad mínimo de 1,2 tanto en fases provisionales como a la cota final de excavación. El esquema de cálculo responde al siguiente esquema:

Peso saturado de las tierras  $p = H \cdot \gamma \text{ (t/m}^2\text{)}$   $\gamma = 2.00 \text{ t/m}^3 \Rightarrow p = 26.00 \text{ t/m}^2$

Subpresión bajo arcillas  $u_w \text{ (t/m}^2\text{)} = (33.0 - 7.50) \times 1 = 25.50 \text{ t/m}^2$

$$FS = \frac{p}{u_w}$$

Operando, contamos con un coeficiente de seguridad de 1.01, inferior al mínimo recomendado, e incluso a la unidad (el levantamiento de fondo es independiente de la longitud de las pantallas). Para esta disposición se plantean las siguientes opciones:

- Aliviar la subpresión bajo el nivel cohesivo mediante un rebajamiento del nivel freático con bombas sumergidas instaladas en varios pozos y situadas a cotas inferiores a dicha capa, es decir, en el nivel de gravas y/o arenas que exista.

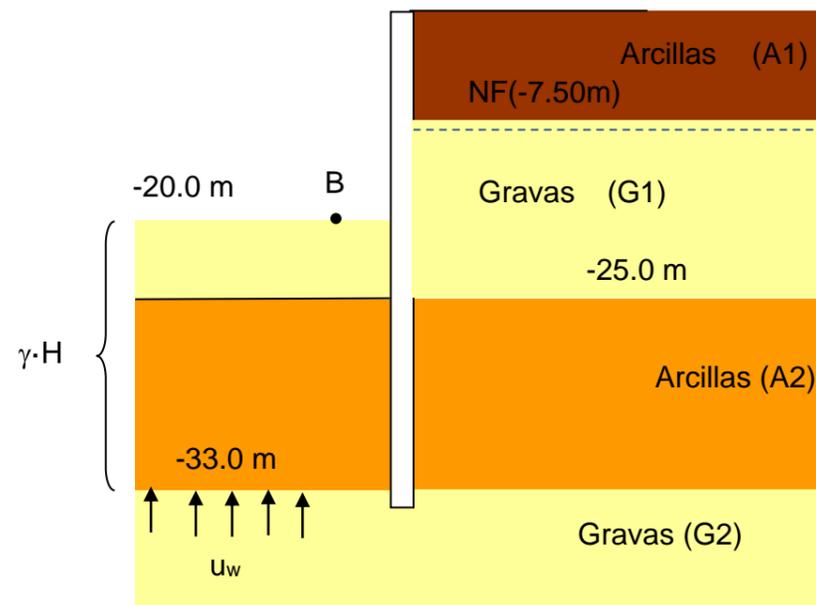


Figura 36. Estabilidad hidráulica (rotura de fondo)

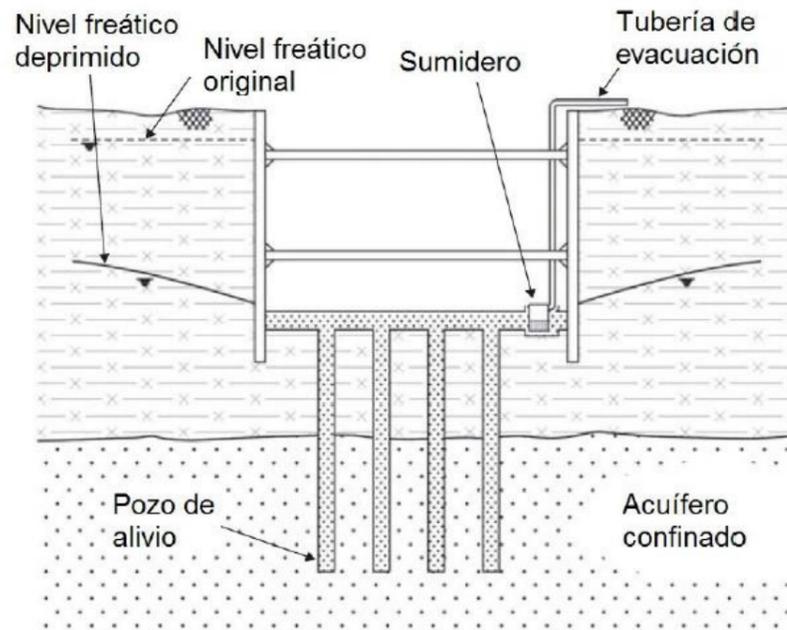


Figura 37. Sistemas de pozos de alivio (Casham y Preene, 2012)

- Si no fuera posible conseguir rebajar el nivel del agua en la excavación, se podría confinar completamente la capa granular de gravas y/o arenas pertinente, para que no se alcance en ella la carga hidrostática completa dentro del recinto de las obras, confinamiento que se conseguiría profundizando las pantallas. Para ello, habría que alcanzar con las pantallas algún nivel cohesivo, empotrando en ellas al menos una profundidad  $2 \cdot E$ .
- Finalmente, como última solución se plantea aumentar mediante inyecciones de jet-grouting bajo la losa de fondo, con tal de aumentar el espesor del nivel impermeable a fin de compensar el empuje de la subpresión.

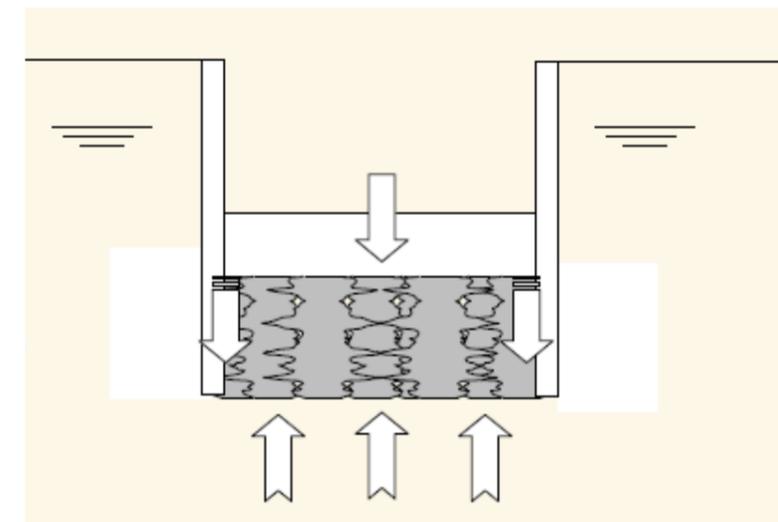
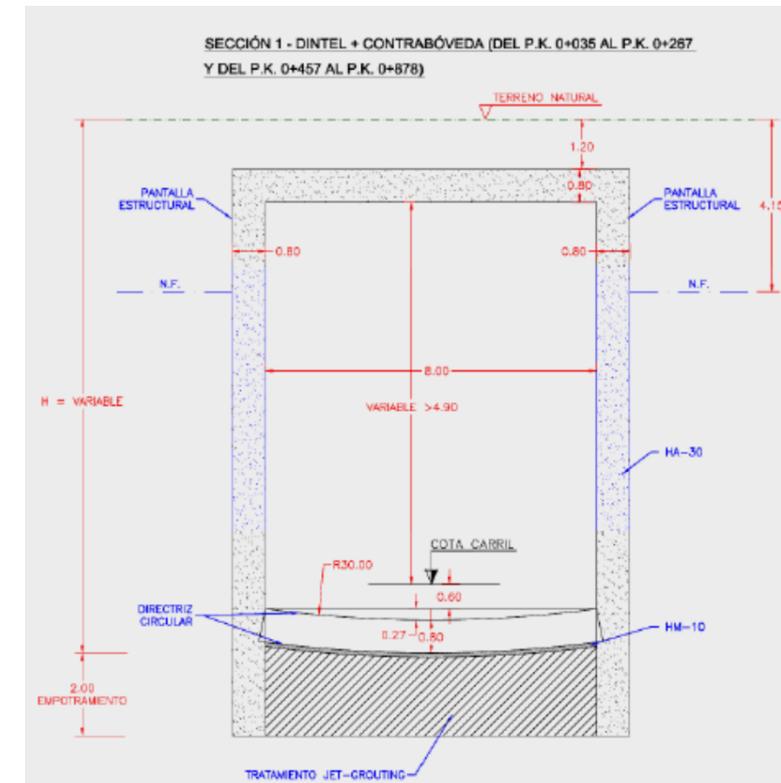


Figura 38. Ejemplo tratamiento jet grouting entre pantallas (KELLER)



Dada la naturaleza del terreno, consideramos necesario el empleo de un buen número de bombas relativamente cercanas al tratarse de suelos relativamente impermeables. A partir de los gradientes de salida medios calculados, se ha estimado el caudal unitario entrante en el fondo de la excavación.

El gradiente hidráulico medio empleado en el cálculo en este tramo (considerando una longitud de pantalla de 37 m.), será:

$$i_{\text{medio}} = 1.00$$

Y la permeabilidad media estimada en la sección más desfavorable será:

$$K_e = 1.00 \cdot 10^{-5} \text{ cm/seg}$$

El caudal unitario por  $\text{m}^2$ , se obtendrá a partir de la formulación de Darcy:

$$Q_{\text{uni}} = K_{\text{eq}} \cdot i = 0.006 \text{ l/min} \cdot \text{m}^2 \approx 0,30 \text{ m}^3 / \text{día} / \text{ml}$$

Finalmente para la longitud proyectada se ha modelado mediante elementos finitos la red de flujo, para una longitud de pantallas estimada media de 45 m.

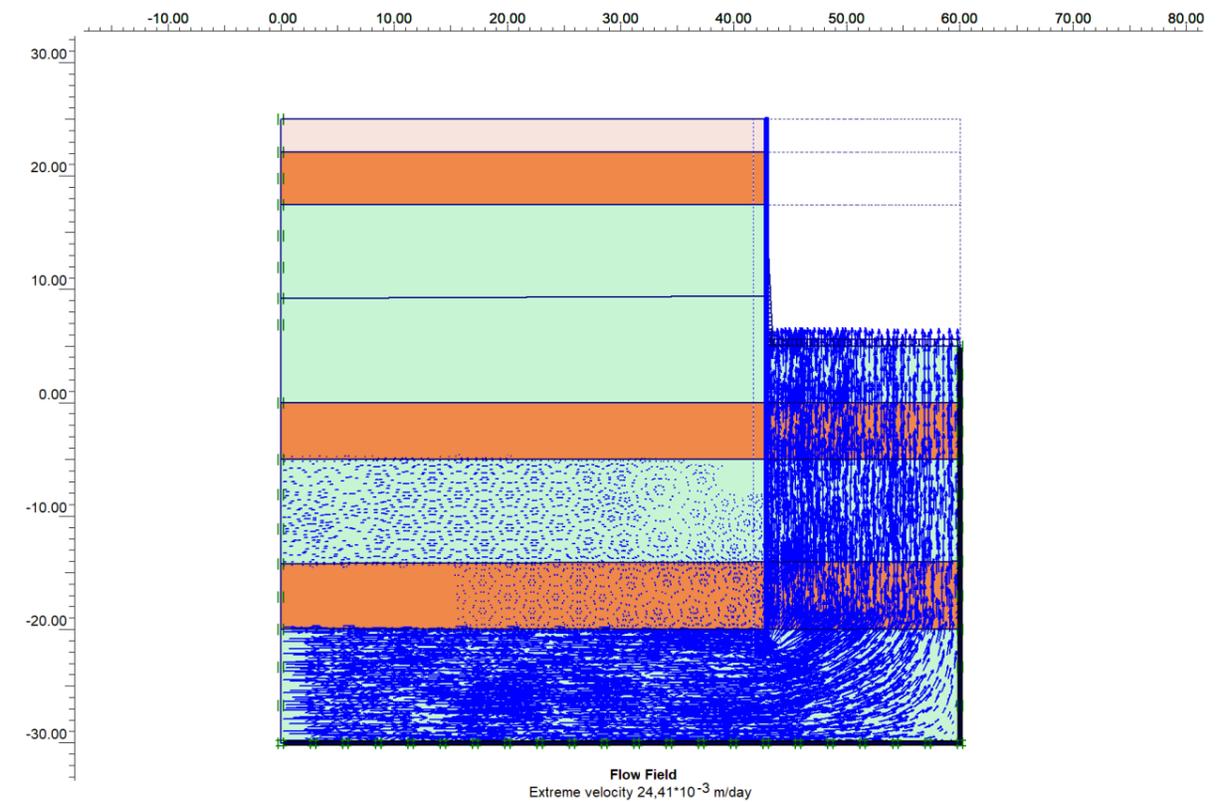


Figura 39. Red de flujo

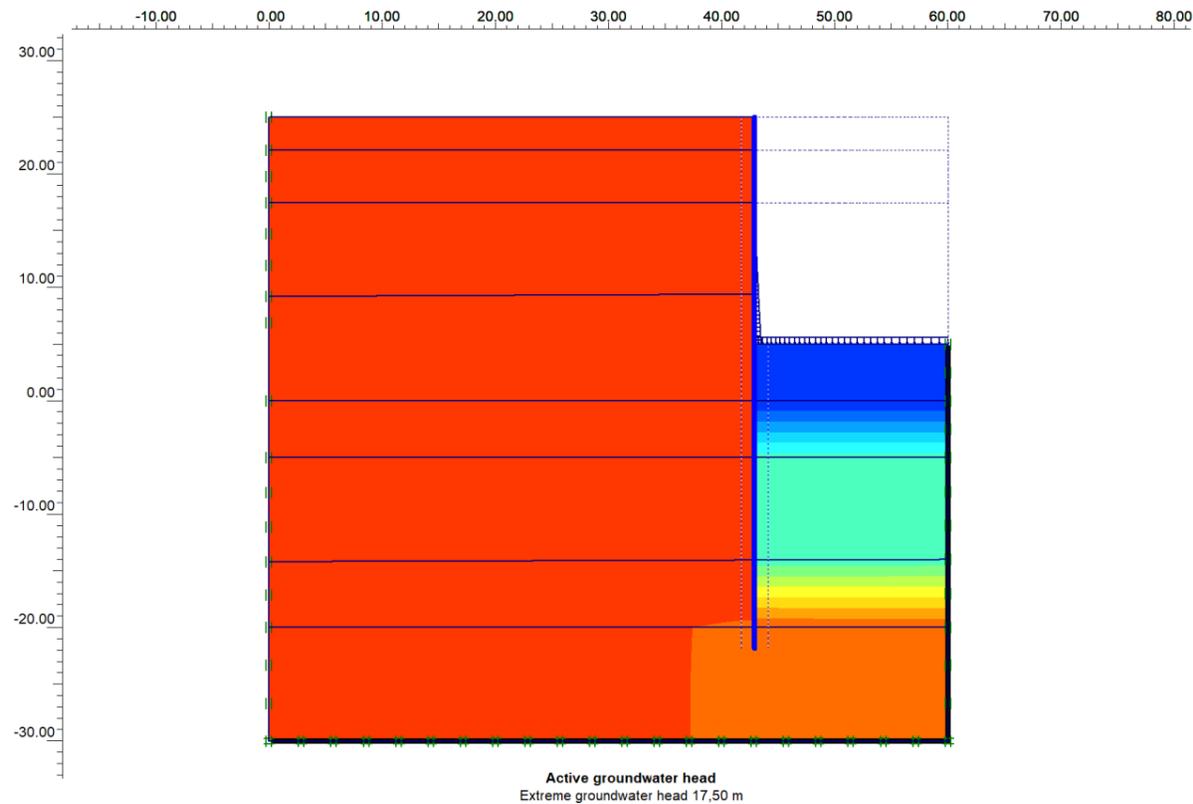


Figura 40. Líneas equipotenciales

Se han obtenido un gradiente medio de valor  $i \approx 0,50$ , con un FS del orden de 2.

Con caudales unitarios estimados por ml de valor  $0,29 \text{ m}^3/\text{día}/\text{ml}$ , caudal que no tiene en cuenta posibles irregularidades en las pantallas, cambios en la litología de los materiales.

Ésta es una magnitud muy pequeña y similar a la calculada en el modelo de elementos finitos de Plaxis, pero totalmente teórica, por lo que consideramos conveniente prever un caudal mayor previendo posibles incidencias como pudieran ser filtraciones de agua a través de las juntas entre pantallas, irregularidades en el terreno.

**Capacidad portante de las pantallas**

Las pantallas tienen a su vez la misión de transmitir las cargas que le transfiere la estructura en profundidad, con lo cual se precisará evaluar las resistencias unitarias de los diferentes materiales atravesados.

Se definen a continuación los parámetros geotécnicos para el dimensionamiento de los bataches de pantalla, parámetros que se corresponden con las resistencias unitarias últimas por fuste ( $q_f$ ) y por punta ( $q_p$ ) que se asignan a cada uno de los estratos del subsuelo en función de sus características resistentes. Se considera únicamente la zona de pantalla por debajo del fondo de la excavación, actuando a ambas caras y no por encima de ellas, ya que con pequeños movimientos horizontales de la pantalla, la fricción entre el terreno y la pantalla desaparece.

Se considera un coeficiente de seguridad de 3 para la punta y 2 para el fuste.

En los elementos de cimentación a tracción es práctica habitual reducir al 70 % la magnitud de la fricción habitual, con el fin de recoger el posible efecto de contracción radial del fuste bajo carga a tracción.

Resistencias unitarias por fuste y punta para cimentación con pantallas:

## Nivel A.2. Nivel inferior de arcillas firmes

### Modelo Mohr-Coulomb

$$q_p = N_c \cdot c_u \cdot f_D$$

siendo:

$N_c$ : factor de capacidad de carga igual a 9

$f_D$ : factor de forma de valor  $\left(0,7 + 0,3 \cdot \frac{B}{L}\right)$ , B ancho y L largo

$$\tau_f = c_u \cdot \frac{p_o}{c_u + p_o}$$

siendo:

$c_u$  : resistencia a corte sin drenaje;

$p_o$  : presión de referencia, que se toma igual a 100 kPa.

Resistencia media a compresión simple,  $q_u = 2.00 \text{ kp/cm}^2$

$$q_f = 50 \text{ kPa}$$

$$q_p = N_c \cdot c_u = 9 \cdot 1.00 = 90.00 \text{ t/m}^2$$

## Nivel G.2. Gravas heterométricas inferiores

### Método basado SPT

$$q_p = \alpha \cdot N_{30} \cdot f_d$$

siendo:

$q_p$ : resistencia unitaria por punta en MPa

$\alpha$ : factor que depende del tamaño medio de los granos de arena y tiene los siguientes valores: 0,1 MPa (arenas finas con  $D_{50} < 0,2 \text{ mm}$ ) o 0,2 MPa (arenas gruesas con  $D_{50} > 0,6 \text{ mm}$ ). Para valores intermedios el valor puede interpolarse linealmente.

$f_D$ : factor de forma de valor  $\left(0,7 + 0,3 \cdot \frac{B}{L}\right)$ , B ancho y L largo

$$\tau_f = 2 \cdot N_{30}$$

siendo:

$N_{30}$  registro del ensayo SPT

$\tau_f$ : resistencia unitaria por fuste en kPa.

### Modelo Mohr-Coulomb

$$q_p = N_q^* \cdot \sigma'_{v0} + N_c^* \cdot c$$

siendo:

$q_p$ : resistencia unitaria por punta

$\sigma'_{v0}$ : presión vertical efectiva al nivel de la punta del pilote.

$N_q^*$ : factor de capacidad de carga, igual a  $1,5 \cdot \frac{1 + \text{sen}\phi}{1 - \text{sen}\phi} \cdot e^{\pi \text{tg}\phi} \cdot f_D$

$N_c^*$ : factor de capacidad de carga, igual a  $\frac{N_q - 1}{\text{tg}\phi}$

$c$ : cohesión

$\phi$ : ángulo de rozamiento interno

$f_D$ : factor de forma de valor  $\left(0,7 + 0,3 \cdot \frac{B}{L}\right)$ , B ancho y L largo

$$\tau_f = c' + K_0 \cdot \text{tg}\delta \cdot \sigma'_v$$

siendo:

$\tau_f$ : resistencia unitaria por fuste en kPa.

$c$ : cohesión

$K_0$ : coeficiente de empuje al reposo

$\delta$ : ángulo de fricción del contacto pilote - terreno

$\sigma'_v$ : presión vertical efectiva al nivel considerado

Cuando no se disponga de información suficiente acerca de los valores de  $K_0$  y del ángulo  $\delta$ , se puede suponer  $K_0 \cdot \text{tg}\delta = 0,3$ .

$$\tau_f = 90 \text{ kPa}$$

$$\sigma'_v \text{ (a 20 m. prof.)} = 30.0 \text{ t/m}^2$$

$$q_p = 750 \text{ t/m}^2$$

## 9.2 ESTACIÓN UNIVERSIDAD (ALTERNATIVA BASE (3+600-3+950))

En la estación de Universidad, apoyaremos sobre el nivel G1 de gravas, las pantallas por capacidad portante pueden precisar alcanzar el nivel G2 estas pantallas constituirán un vaso impermeable la presencia del nivel A2 de arcillas limosas (CL-ML) de consistencia firme.

El nivel freático en la zona de estudio se sitúa a una profundidad actual de 4,00 m.

Dada la potencia considerable del nivel de arcillas entendemos que no se precisará en la ejecución de las pantallas la necesidad de pozos de alivio.

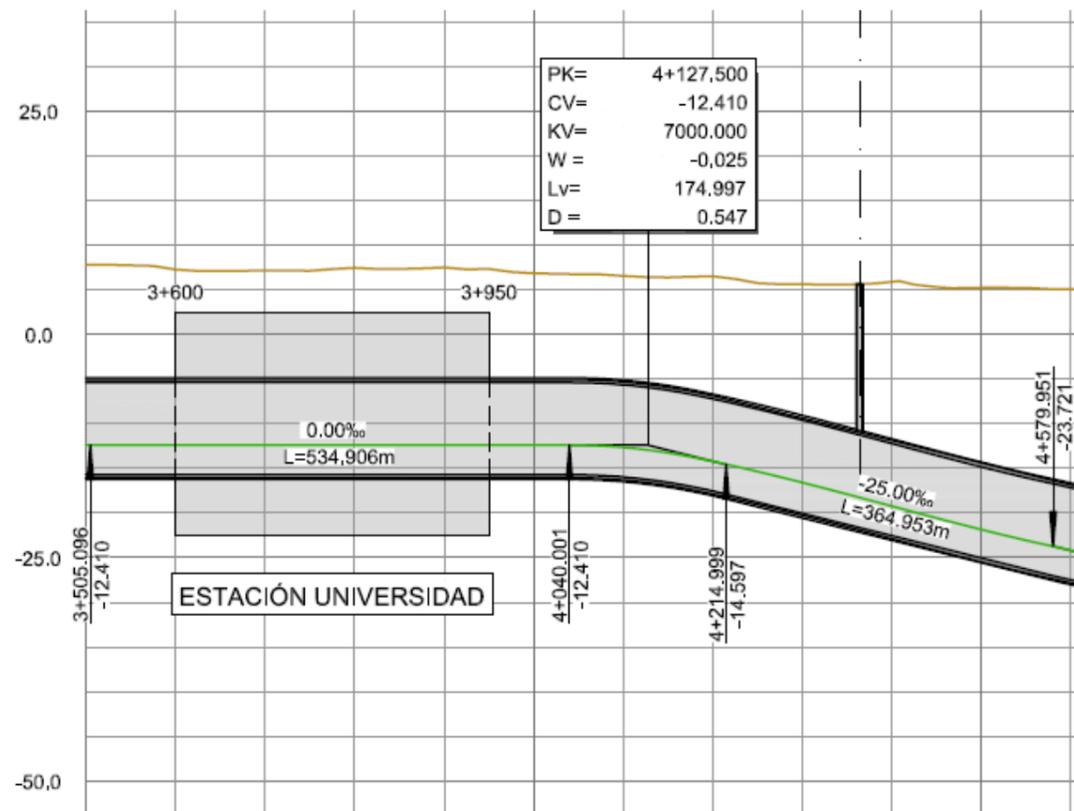


Figura 41. Perfil longitudinal estación Universidad

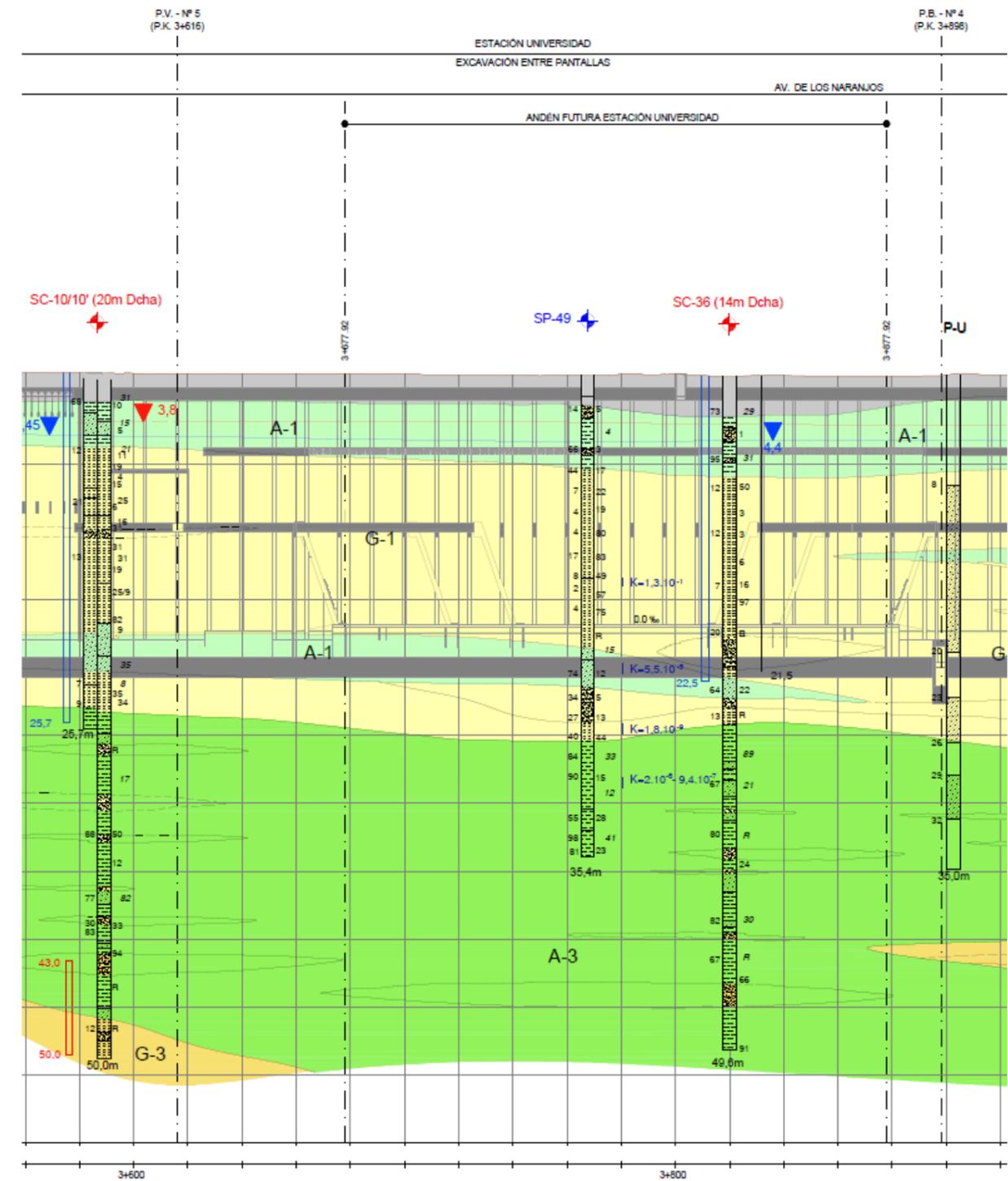


Figura 42. Perfil geotécnico Estación Universidades

Parámetros geotécnicos cálculo muros pantalla Estación Universidades:

Se proponen a continuación los siguientes parámetros geotécnicos para el cálculo de las pantallas:

**Nivel R. Rellenos**

$c'=0$  kPa  
 $\varphi'=28^\circ$   
 $\gamma=19$  kN/m<sup>3</sup>  
 $K_h=750$  t/m<sup>3</sup>

**Nivel A.1 Arcillas limosas (nivel cohesivo superior)**

$c'=5$  kPa  
 $\varphi'=28^\circ$   
 $\gamma=20$  kN/m<sup>3</sup>  
 $E=1200$  t/m<sup>2</sup>  
 $K_h=1500$  t/m<sup>3</sup>

**Nivel G.1. Gravas arenosas (nivel granular superior)**

$c'=0$  kPa  
 $\varphi'=36^\circ$   
 $\gamma=21$  kN/m<sup>3</sup>  
 $E=3000$  t/m<sup>2</sup>  
 $K_h=6000$  t/m<sup>3</sup>

**Nivel A.2 Arcillas limosas (nivel cohesivo intermedio)**

$c'=10$  kPa

$\varphi'=29^\circ$   
 $\gamma=20$  kN/m<sup>3</sup>  
 $E=2000$  t/m<sup>2</sup>  
 $K_h=2000$  t/m<sup>3</sup>

**Nivel G.2/G.3 Gravasarenosas (nivel granular intermedio e inferior)**

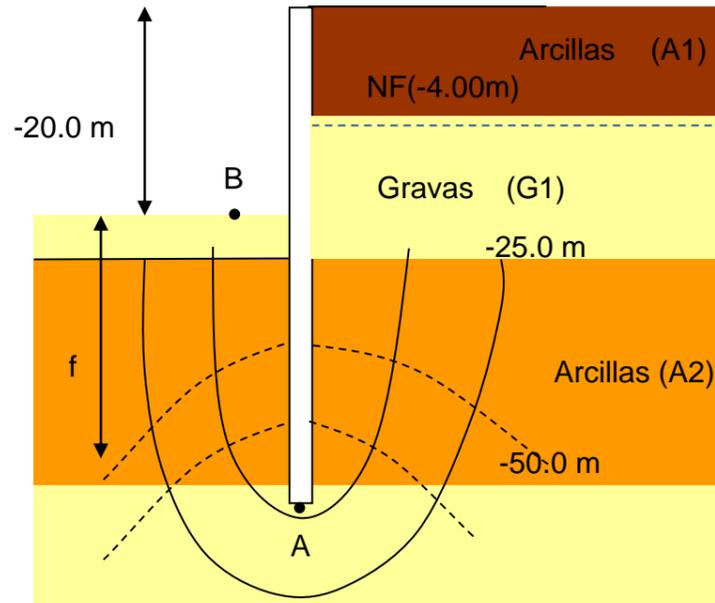
$c'=0$  kPa  
 $\varphi'=40^\circ$   
 $\gamma=22$  kN/m<sup>3</sup>  
 $E=5000$  t/m<sup>2</sup>  
 $K_h=7000$  t/m<sup>3</sup>

Al igual que se ha analizado las condiciones hidráulicas de la excavación en la estación de Aragón, se analizan en el caso de la estación de Universidades. En esta zona el nivel freático se encuentra a una profundidad de -4,00 m.

Sifonamiento hidráulico

Para el caso que nos ocupa suponemos que la práctica totalidad de la carga se pierde en el intradós de las pantallas, carga que proviene del nivel más permeable superior de gravas.

El elemento esencial que nos debe facilitar la hidráulica para el estudio del peligro de sifonamiento es la diferencia de carga que existe entre el extremo de la pantalla y el punto situado en el fondo de la excavación ( $h_A - h_B$ ), (ver esquema adjunto).



La figura adjunta, proporciona la pérdida de carga en el intradós en función de la carga total H. Para que no exista sifonamiento deberá cumplirse la siguiente relación:

$$f > \frac{\gamma_w}{\gamma - \gamma_w} \cdot (h_A - h_B)$$

siendo:

$(h_A - h_B)$  pérdida carga hidráulica entre los puntos A y B

$\gamma_w$  peso específico del agua

$\gamma$  peso específico aparente

f empotramiento de las pantallas

Como hemos comentado anteriormente, consideraremos que toda la carga se pierde en el intradós de la pantalla,  $(h_A - h_B) \approx H$ , con lo cual operando el empotramiento requerido precisa un valor mínimo de:

$$f > \frac{1.00}{2.00 - 1.00} \cdot 16.00 = 16.0$$

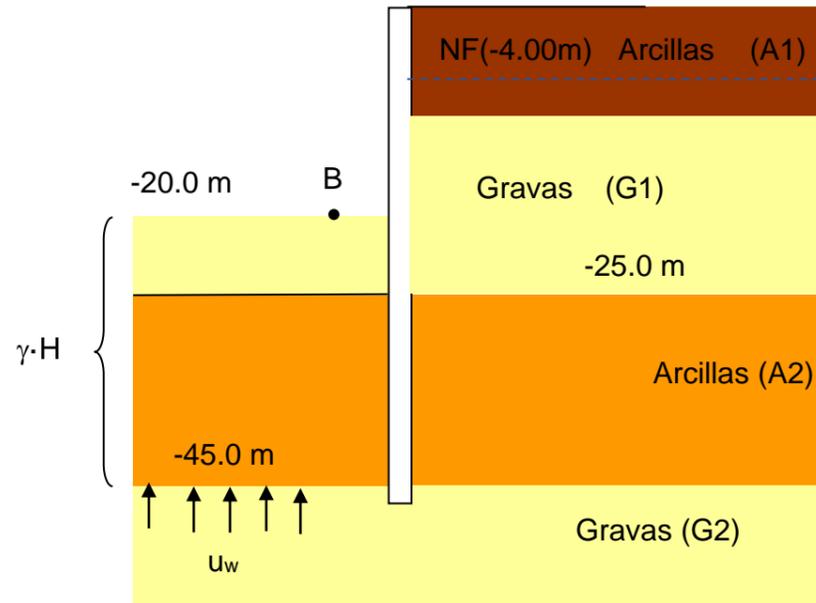
adoptando un coeficiente de seguridad de 1,20 frente al sifonamiento de los materiales, el empotramiento requerido por debajo del nivel de la excavación será de valor.

$$f^* = 1,20 \cdot f \approx 19.2 \text{ m.}$$

Con lo cual por condiciones de sifonamiento la longitud estimada de las pantallas en este tramo de la traza será de  $L = 20.0 + 19.20 \approx 40.00 \text{ m.}$

Levantamiento de fondo

Respecto a la seguridad a rotura de fondo de la excavación, se puede adoptar un coeficiente de seguridad mínimo de 1,2 tanto en fases provisionales como a la cota final de excavación. El esquema de cálculo responde al siguiente esquema:



Peso saturado de las tierras  $p = H \cdot \gamma \text{ (T/m}^2\text{)}$   $\gamma = 2.00 \text{ t/m}^3 \Rightarrow p = 50.00 \text{ t/m}^2$

Subpresión bajo arcillas  $u_w \text{ (t/m}^2\text{)}$   $(45.0 - 4.00) \times 1 = 41.00 \text{ t/m}^2$

$$FS = \frac{p}{u_w} \geq 1$$

No se prevén en el caso de la estación de Universitats problemas de levantamiento de fondo.

En este tramo la subpresión a compensar será de 16.00 t/m<sup>2</sup>, la cual se originará bajo la losa de fondo. En el caso de que no quedará contrarrestada con los pesos propios de la losa y los forjados que componen la línea de tren, así como en la zona de la futura

estación de Universitats, existirá un problema de flotabilidad. En tal circunstancia, se podría incrementar el peso muerto a base, por ejemplo, de aumentar el canto de la losa de fondo, pero en este caso dicha solución no es factible por la importante diferencia entre ambas magnitudes.

En los casos en los cuales contemos con problemas de flotabilidad, se proponen las siguientes medidas correctoras:

- Llevar a cabo anclajes de la propia losa al terreno, sin embargo con el estado de la técnica actual se desconoce el comportamiento a largo plazo de los mismos, además tenemos que tener en cuenta que se sitúan por debajo del NF (ambiente agresivo).
- Empleo de un sistema de bombeo por debajo de la losa de cimentación que actuarán como pozos de alivio.
- La última solución estudiada, es la ejecución de módulos de pantalla subyacentes a los soportes que trabajarán tanto a tracción/compresión en función de la carga transmitida por los pilares. La losa de fondo quedaría como "encepado" de todos los bataches de cimentación y como elemento de cierre que, eso sí, debería ser capaz de soportar la subpresión que se generaría bajo ella. Esta losa transmitiría las acciones al encepado de los elementos pantalla, trabajando a tracción.

Subpresión de cálculo:

Cota de apoyo de la losa -20,00 m.

N.F. teórico -4.00 m.

Subpresión de cálculo  $s = (20,00 - 4.00) \times 1 = 16.00 \text{ t/m}^2$

El empotramiento o longitud necesaria de los bataches de pantalla, como elementos de cimentación, dependerá de la resultante de cargas (compresión o tracción), de las dimensiones adoptadas para estos bataches y, por supuesto, de las características resistentes del subsuelo.

Para realizar el cálculo y dimensionamiento de los bataches de pantalla propuestos como una de las soluciones al levantamiento de fondo, se deberán considerar los parámetros geotécnicos que se corresponden con las resistencias unitarias últimas por fuste ( $q_f$ ) y por punta ( $q_p$ ) que se asignan a cada uno de los estratos del subsuelo en función de sus características resistentes, y que anteriormente han quedado definidos.

Nivel A2-A3. Arcillas y limos firmes

$$\tau_f = 50 \text{ kPa}$$

$$q_p = N_c \cdot c_u = 9 \cdot 1.00 = 90.00 \text{ t/m}^2$$

Nivel G2. Gravias arenosas densas

$$\tau_f = 90 \text{ kPa}$$

$$\sigma'_v \text{ (a 20 m. prof.)} = 30.0 \text{ t/m}^2$$

$$q_p = 750 \text{ t/m}^2$$

A partir de estos valores unitarios pueden deducirse las cargas últimas de los elementos de pantalla, e, introduciendo los correspondientes coeficientes de seguridad, las respectivas cargas admisibles.

Se considera un coeficiente de seguridad de 3 para la punta y 2 para el fuste.

En los elementos de cimentación a tracción es práctica habitual reducir al 70 % la magnitud de la fricción habitual, con el fin de recoger el posible efecto de contracción radial del fuste bajo carga a tracción.

### Caudales de agotamiento

A continuación, se pasa a describir las recomendaciones a realizar para agotar el nivel freático, así como el cálculo del caudal que deben extraer las bombas.

Dada la naturaleza del terreno, consideramos necesario el empleo de un buen número de bombas relativamente cercanas al tratarse de suelos relativamente impermeables. A partir de los gradientes de salida medios calculados, se ha estimado el caudal unitario entrante en el fondo de la excavación.

El gradiente hidráulico medio empleado en el cálculo en este tramo (considerando una longitud de pantalla de 40 m.), será:

$$i_{\text{medio}} = 1.00$$

Y la permeabilidad media estimada en la sección más desfavorable será:

$$K_e = 1.00 \cdot 10^{-5} \text{ cm/seg}$$

El caudal unitario por  $\text{m}^2$ , se obtendrá a partir de la formulación de Darcy:

$$Q_{\text{uni}} = K_{\text{eq}} \cdot i = 0.006 \text{ l/min} \cdot \text{m}^2$$

Ésta es una magnitud muy pequeña, pero totalmente teórica, por lo que consideramos conveniente prever un caudal mayor previendo posibles incidencias como pudieran ser filtraciones de agua a través de las juntas entre pantallas, irregularidades en el terreno.

Finalmente para la longitud proyectada se ha modelado mediante elementos finitos la red de flujo, para una longitud de pantallas estimada media de 45 m al igual que se ha calculado para la estación de Aragón.

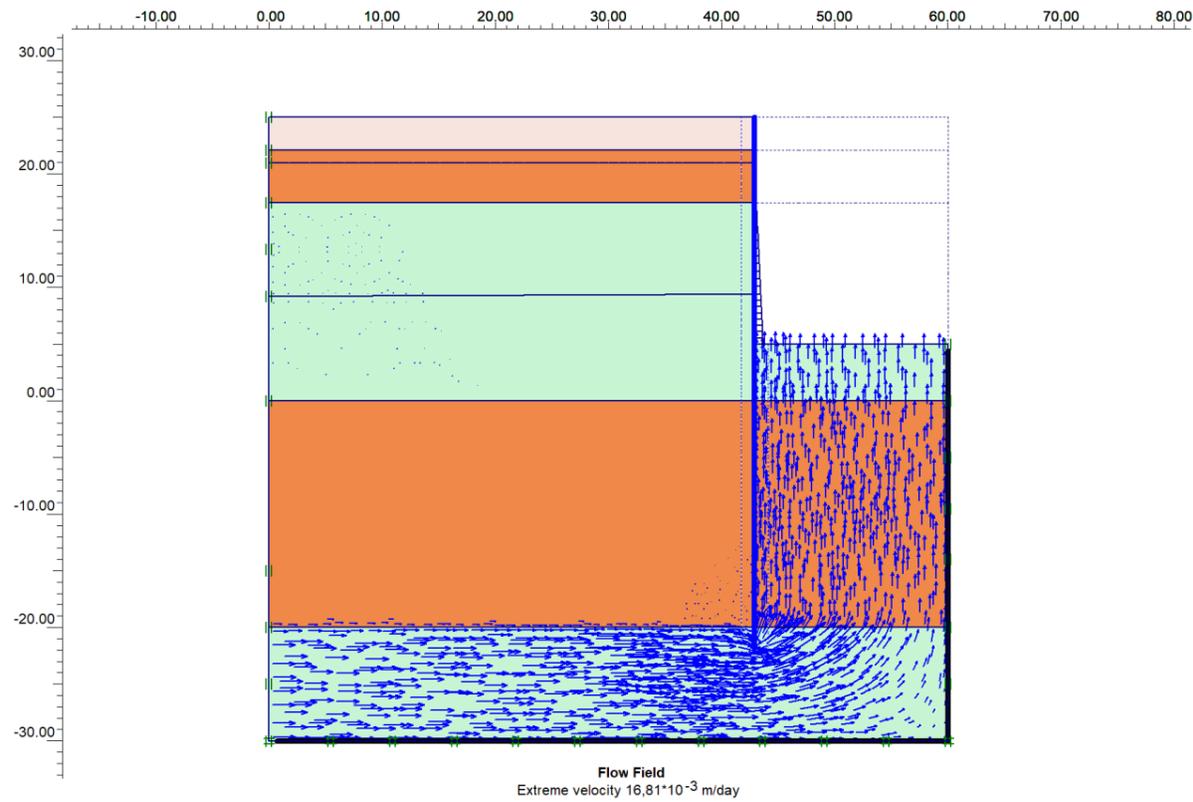


Figura 43. Red de flujo

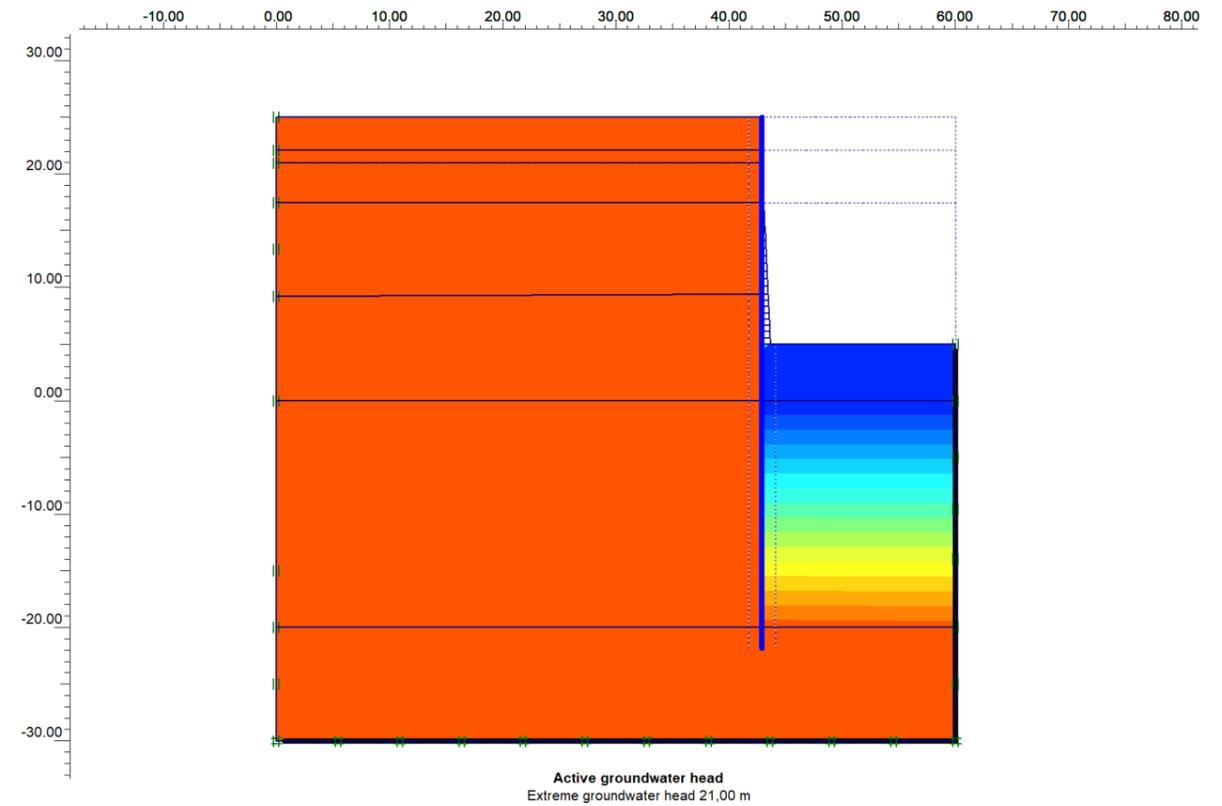


Figura 44. Líneas equipotenciales

Se han obtenido un gradiente medio de valor  $i \approx 0,60-0,65$ , con un FS del orden de 1,53.

Con caudales unitarios estimados por ml de valor  $0,21 \text{ m}^3/\text{día}/\text{ml}$ , caudal que no tiene en cuenta posibles irregularidades en las pantallas, cambios en la litología de los materiales.

Flotabilidad del conjunto

Dado que el plano de apoyo de la cimentación se sitúa más profundo que el NF, se deberá llevar a cabo un análisis de la flotabilidad del conjunto de la estructura. Este estudio se debe llevar a cabo tanto en el proceso constructivo, así como en la situación definitiva comprobando que el peso propio de esta que gravita sobre el plano de cimentación compensa el empuje ascendente del agua (subpresión).

### 9.3 PANTALLAS SOTERRAMIENTO ALTERNATIVA BASE-C

En este caso contaremos con sendas pantallas, en las cuales hasta alcanzar la superficie del terreno atravesará suelos blandos en superficie con una potencia estimada del orden de 6-7 m.

Los parámetros geotécnicos para los niveles diferenciados son los siguientes:

#### Nivel A.0 Arcillas limosas (nivel cohesivo superior)

$$c'=0 \text{ kPa}$$

$$\varphi'=25^\circ$$

$$\gamma=18 \text{ kN/m}^3$$

$$E=500 \text{ t/m}^2$$

$$K_h=750 \text{ t/m}^3$$

#### Nivel A.1 Arcillas limosas (nivel cohesivo superior)

$$c'=5 \text{ kPa}$$

$$\varphi'=28^\circ$$

$$\gamma=20 \text{ kN/m}^3$$

$$E=1200 \text{ t/m}^2$$

$$K_h=1500 \text{ t/m}^3$$

#### Nivel G.1. Gravas arenosas (nivel granular superior)

$$c'=0 \text{ kPa}$$

$$\varphi'=36^\circ$$

$$\gamma=21 \text{ kN/m}^3$$

$$E=3000 \text{ t/m}^2$$

$$K_h=6000 \text{ t/m}^3$$

#### Nivel A.2 Arcillas limosas (nivel cohesivo intermedio)

$$c'=10 \text{ kPa}$$

$$\varphi'=29^\circ$$

$$\gamma=20 \text{ kN/m}^3$$

$$E=2000 \text{ t/m}^2$$

$$K_h=2000 \text{ t/m}^3$$

#### Nivel G.2/G.3 Gravas arenosas (nivel granular intermedio e inferior)

$$c'=0 \text{ kPa}$$

$$\varphi'=40^\circ$$

$$\gamma=22 \text{ kN/m}^3$$

$$E=5000 \text{ t/m}^2$$

$$K_h=7000 \text{ t/m}^3$$

### 9.4 PANTALLAS SOTERRAMIENTO ALTERNATIVA A-VINALESA

El tramo de salida de la tuneladora, ubicación del pozo de atraque vendrá entre pantallas, la cota del terreno se sitúa aproximadamente a la cota +20,00 m, el NF a la cota +5 msnm situándose el mismo a una profundidad relativa respecto del terreno de -15 m.

En este caso contaremos con sendas pantallas, en las cuales hasta alcanzar la superficie del terreno atravesará suelos blandos en superficie con una potencia estimada del orden de 6-7 m.

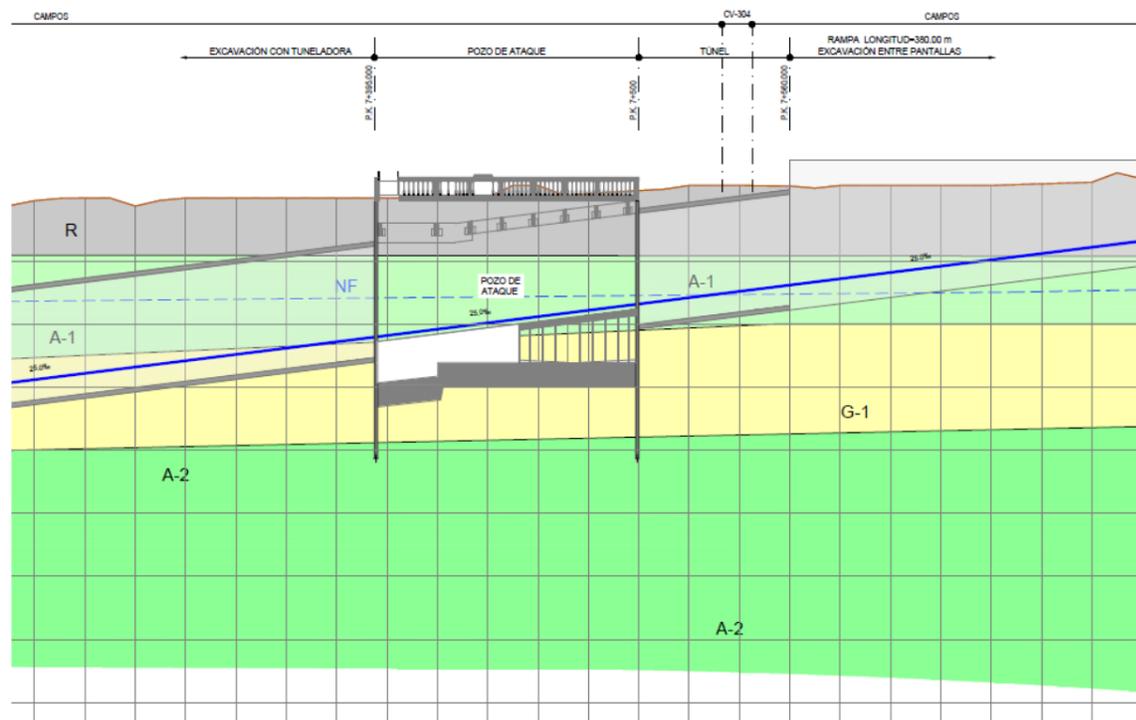


Figura 45. Perfil estratigráfico pozo ataque

Los parámetros geotécnicos para los niveles diferenciados son los siguientes:

**Nivel A.0 Arcillas limosas (nivel cohesivo superior)**

- c'=0 kPa
- $\phi'$ =25°
- $\gamma$ =18 kN/m<sup>3</sup>
- E=500 t/m<sup>2</sup>
- K<sub>h</sub>=750 t/m<sup>3</sup>

**Nivel A.1 Arcillas limosas (nivel cohesivo superior)**

- c'=5 kPa
- $\phi'$ =29°

$\gamma$ =20 kN/m<sup>3</sup>

E=1500 t/m<sup>2</sup>

K<sub>h</sub>=1500 t/m<sup>3</sup>

**Nivel G.1. Gravas arenosas (nivel granular superior)**

c'=0 kPa

$\phi'$ =40°

$\gamma$ =22 kN/m<sup>3</sup>

E=10000 t/m<sup>2</sup>

K<sub>h</sub>=6000 t/m<sup>3</sup>

**Nivel A.2 Arcillas limosas (nivel cohesivo intermedio)**

c'=10 kPa

$\phi'$ =29°

$\gamma$ =20 kN/m<sup>3</sup>

E=2000 t/m<sup>2</sup>

K<sub>h</sub>=2000 t/m<sup>3</sup>

En el pozo de ataque las pantallas deberían empotrarse en el nivel A.2, en tanto a la zona de la salida por encima del N.F. las pantallas se podrían apoyar en los niveles de gravas.

Al situarnos entre campos se puede adoptar una solución ataluzada provisional por encima del N.F. con una excavación 1H:1V considerando suelos de naturaleza cohesiva, a continuación se adjunta el análisis de estabilidad del talud de salida.

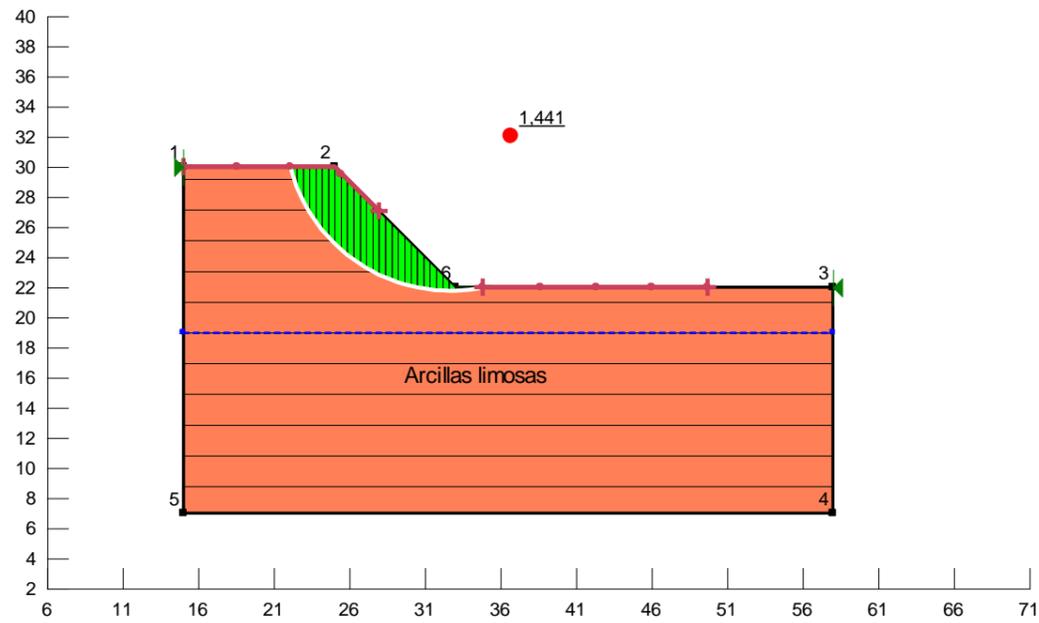


Figura 46. Análisis estabilidad talud acceso pozo ataque



Figura 47. Detalle arcillas limosas (A1) superficiales salida Vinalesa

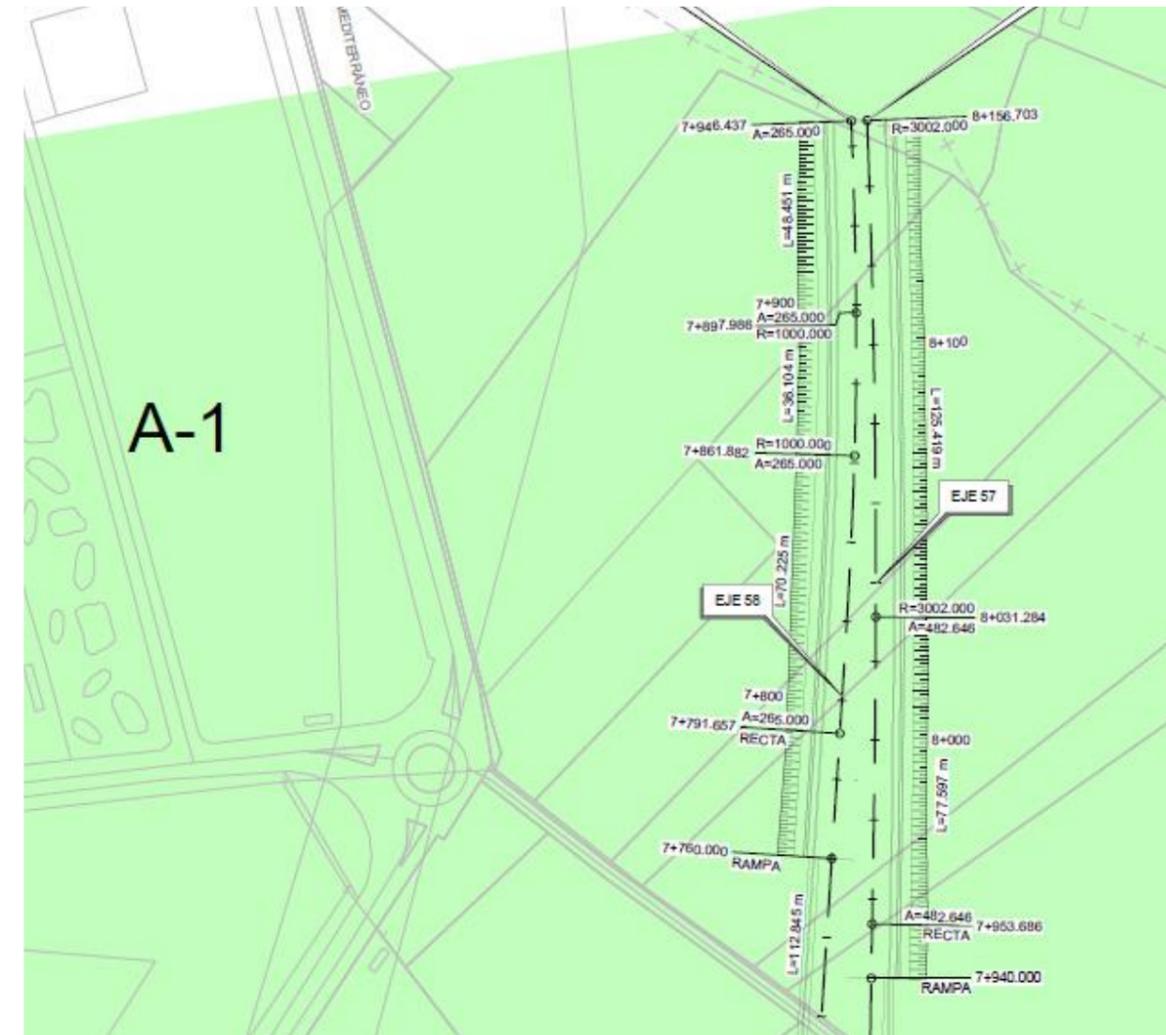


Figura 48. Planta ubicación salida pozo ataque Vinalesa

## 9.5 TUNELES

Para la ejecución del túnel perforado se ha previsto el empleo de máquina tuneladora del tipo EPB, escudo con presión de tierras estabilizado en el frente, que iniciaría la perforación desde la salida norte, utilizada como pozo de montaje y ataque, para alcanzar la estación Xàtiva, donde se ha previsto su desmontaje y extracción.

Para la tuneladora se considera un diámetro interior de 10,40 m que se obtiene con una sección de excavación de 10,90 m de diámetro, estimando un espesor de dovelas de 0,35 m y un espesor de sobreexcavación -gap- medio de 0,15 m.

Las dimensiones de la tuneladora establecen una limitación en los radios mínimos de trazado que se sitúan en los 250 m aproximadamente.

Estos equipos, si bien pueden trabajar en modo básico como escudo, para suelos de dureza media, deben excavar en este caso sin lugar a dudas en modo EPB (Earth Pressure Balanced) dado que se que atravesarán niveles granulares o arcillosos blandos, y siempre bajo del nivel freático.

La inyección recomendada para mantener la presión requerida en el frente será de lodos bentoníticos en los niveles de gravas y espumas en los paquetes cohesivos al objeto de fluidificarlos. Este sistema ha sido utilizado con éxito en las Líneas 3 y 5 del Metro de Valencia: Tramo Alameda - Avinguda.

En consecuencia, dada la profundidad y la continuidad del nivel freático, será necesario utilizar el modo EPB (frente cerrado y tornillo para extracción del material) en todo el túnel perforado.

Se considera más adecuado el revestimiento continuo mediante anillos de dovelas prefabricadas de hormigón armado de alta resistencia. El tipo de anillo propuesto es el "universal", con siete dovelas que definen un anillo con ligera forma de cuña (variación de

45 mm en más o en menos respecto a la dimensión media de 1500 mm de longitud en el eje), que mediante giros de posición relativa permite la adaptación del revestimiento a las variaciones del trazado sin utilizar piezas especiales de junta.

La holgura de excavación será rellena con mortero de cemento inyectado a través de pasos previstos en las dovelas, inmediatamente que el anillo se libere de la protección de la coraza.

Los recintos de estación se caracterizan por una excavación profunda bajo el nivel freático al abrigo de pantallas con mejora del fondo de excavación mediante la técnica de jet-grouting.

La excavación y sostenimiento de un túnel originan la redistribución del estado tensional alrededor de su contorno, y el desarrollo de convergencias radiales (de orden milimétrico o centimétrico) hacia el interior de la excavación, lo que provoca la reducción de la sección teórica de excavación, que se manifiesta en superficie en forma de una cubeta de asientos, especialmente en los tramos de menor cobertura.

Para la evaluación de la subsidencia se establecen básicamente dos grupos de métodos de cálculo:

- Métodos teórico-empíricos: con una evaluación que define la ley de asientos mediante la determinación del punto de inflexión (i) y del volumen de asientos ( $V_s$ ).
- Métodos numéricos: mediante el uso de elementos finitos o diferencias finitas.

Para la distribución de asientos, se considera la propuesta de Peck (Congreso Internacional de Mecánica del Suelo de Méjico, 1969), a partir de los trabajos de Schmidt, donde recomendó asimilar la ley de asientos a una campana de Gauss invertida (Figura 50).

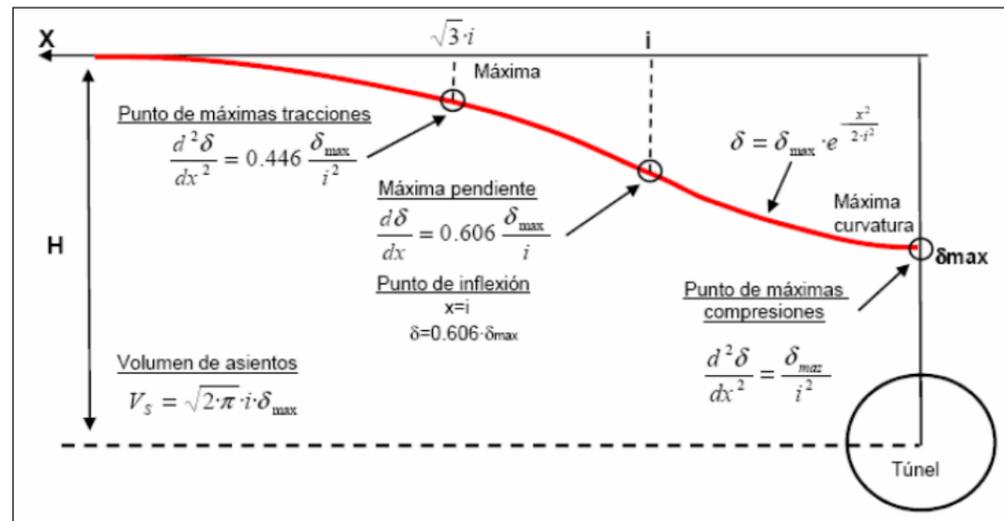


Figura 49. Perfil transversal de la cubeta de asientos (Peck, 1969)

siendo la expresión de la ley de asentamientos:

$$\delta(x) = \delta_{\max} e^{-\frac{x^2}{2i^2}}$$

donde:

$\delta(x)$ : es el asiento en un punto situado a distancia  $x$  del eje de simetría.

$\delta_{\max}$ : representa el asiento máximo en la vertical del eje.

$i$ : es la distancia del punto de inflexión de la curva al eje de simetría

Esta hipótesis, ampliamente extendida y considerada suficientemente ajustada, permite definir la ley de asentamientos a partir de los siguientes parámetros habituales:

- Volumen de asentamientos,  $V_s$
- Posición del punto de inflexión,  $i$
- Asiento máximo,  $\delta_{\max}$

Estos tres parámetros se relacionan entre sí mediante la siguiente expresión:

$$\delta_{\max} = \frac{V_s}{\sqrt{2 \cdot \pi} \cdot i} \cong \frac{V_s}{2,5 \cdot i}$$

Todos los términos anteriores se observan en la figura adjunta:

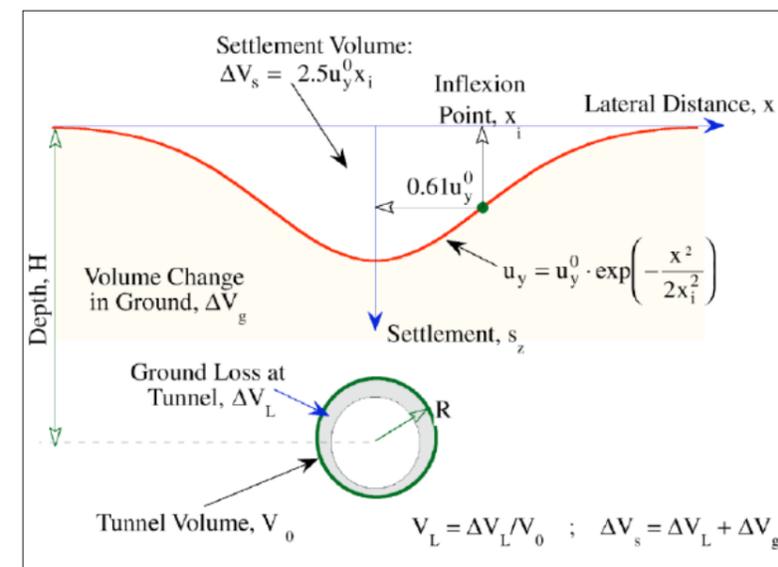


Figura 50. Cubeta de asentamientos: parámetros que definen la ley

La forma en que se determinan estas variables puede ser diferente a partir de la experiencia adquirida sobre casos reales o a través de modelos de cálculo semiempíricos, analíticos o numéricos.

Adicionalmente, y basados en los trabajos de Attewell y Yamada, K. (1986), en la que se presentan esquemas de la distribución espacial de asentamientos en la zona de influencia del frente que, para método constructivo adoptado, dependerá de la naturaleza de los terrenos atravesados, como se observa en las siguientes figuras.

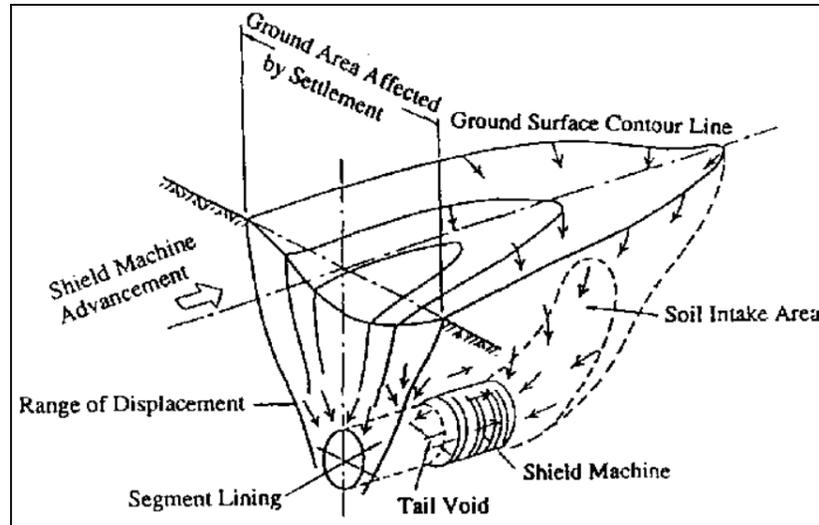


Figura 51. Distribución de asentos en suelos cohesivos (Attewell, 1986; Yamada, K. 1986)

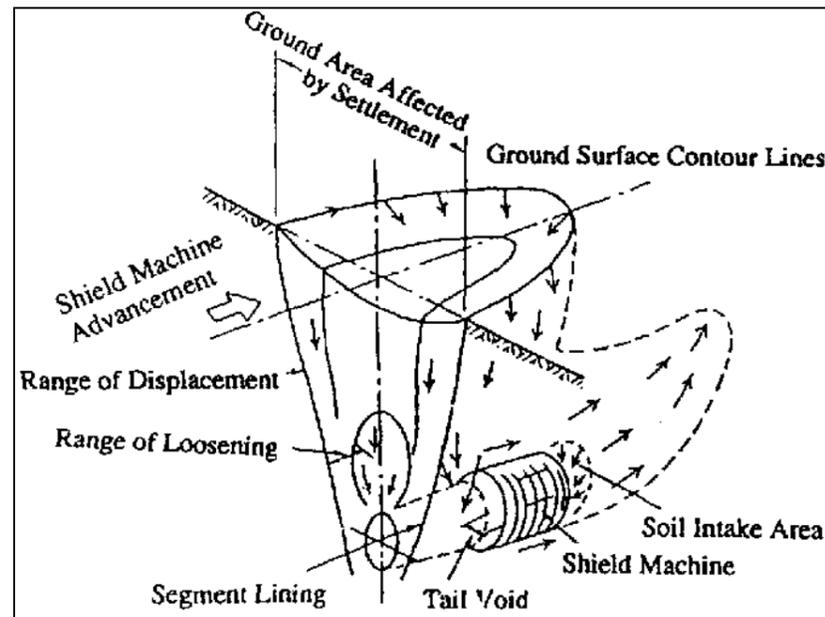


Figura 52. Distribución de asentos en suelos arenosos (Attewell, 1986; Yamada, K., 1986)

**Posición del punto de inflexión de la ley de asentos**

Con posterioridad al modelo de Peck (1969), C.Sagaseta y C.Oteo (1974 y revisión en 1996) establecieron un método de estimación de subsidencias que ha sido contrastado y ajustado a través de numerosas observaciones de obras subterráneas.

De acuerdo con este modelo la posición del punto de inflexión se determina mediante la expresión:

$$i/D = \eta(0,52 \frac{H}{D} - 0,21)$$

donde:

D: diámetro medio de la excavación.

H: profundidad del eje de la excavación

η: parámetro de ajuste que varía entre 0,7 (suelos flojos y arenosos) a 1,3 (suelos densos o rígidos)

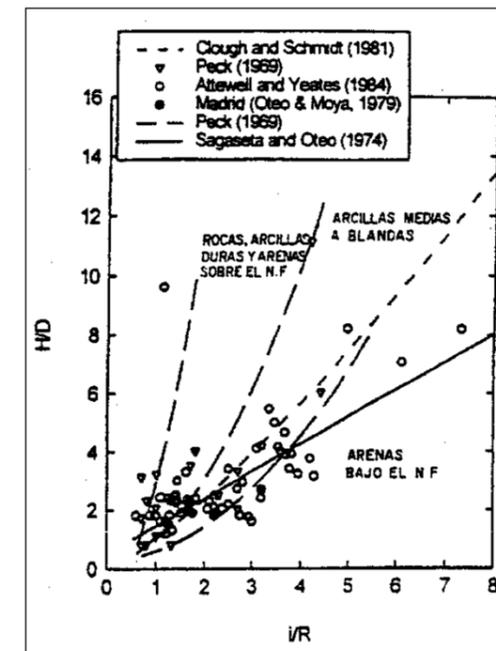


Figura 53. Posición del punto de inflexión (Oteo y Sagaseta, 1996)

### Estimación del asiento máximo

El asiento máximo se estima a partir de la expresión:

$$\delta_{\max} = \psi \frac{\gamma \cdot D^2}{E_{\text{sub}}} (0,85 - \nu)$$

donde:

$\gamma$ : Densidad aparente del terreno

D: Diámetro de la excavación

$E_{\text{sub}}$ : Módulo de deformación de subsidencias. Es una estimación del módulo elástico del terreno, en descompresión (del orden del módulo de recarga del terreno; 2 a 3 veces el módulo de Young en carga, E)

$\nu$ : coeficiente de Poisson

$\psi$ : factor de corrección que introduce la influencia del proceso constructivo, que está relacionada con la velocidad de avance de la excavación, sostenimiento del frente, efectos reológicos del terreno y otros factores, por lo que, en definitiva, incide sobre el módulo de deformación considerado.

Se propone, teniendo en cuenta que se realizará la excavación con escudo con presión en el frente (hidroescudo o EPB): 0,2 – 0,4.

### Estimación del volumen de asientos

Para proporcionar un orden de magnitud, puede considerarse que el volumen de asientos,  $V_s$ , viene definido por la expresión (Melis Maynar et al, 1997; Jiménez Salas, 1980):

$$V_s = (0,65 - 0,75) \cdot V_o$$

siendo:

$V_o$ : pérdida de sección de la excavación (volumen de suelo descomprimido en el entorno del túnel)

Sagaseta y Oteo, para estimar el volumen de asientos proponen métodos teóricos que consideran el terreno como un semi-espacio elástico.

El volumen de asientos se obtiene de considerar la situación de una excavación circular en medio elástico con una cierta presión interior, inferior a la efectiva a cota del túnel, de acuerdo con la siguiente expresión (Deere et al, 1969):

$$V_s = \alpha \cdot V_o = \alpha \cdot (1 + k_o) \cdot (\sigma'_v - p_i) \cdot \left(\frac{1 + \nu}{E}\right) \cdot A_o$$

donde:

$\alpha$ : factor que relaciona la pérdida de sección con el volumen de asientos. Se adopta: 0,7.

$k_o$ : coeficiente de empuje al reposo del terreno

$\sigma'_v$ : tensión efectiva vertical en el eje del túnel

$p_i$ : presión en el interior de la cavidad (se considera del orden de un 60% de la presión efectiva)

$\nu$ : coeficiente de Poisson

E: módulo de deformación del terreno

$A_o$ : sección teórica inicial de la excavación

Este modelo parte de la consideración de que el túnel está sometido a una compresión biaxial uniforme, lo que equivale a suponer que la superficie del terreno está muy alejada del eje (a más de 4 diámetros según Mindlin, 1939), lo que, en general no se corresponderá con las condiciones del trazado proyectado.

En este modelo resulta determinante la asignación de la presión interior  $p_i$ , que, en definitiva, es la que recibe y por tanto contrapone tanto el frente de excavación como el

revestimiento. Para un terreno en condiciones elásticas la contribución del frente sería de un 30%. Si además el sistema de excavación permite equilibrar presiones en dicho frente, adoptar del orden de un 70% como carga sobre dovelas se podría considerar conservador. La disminución del hueco y, por tanto, las convergencias (y sus reflejos en superficie: asientos y desplazamientos horizontales) están relacionadas con esta presión (a través de las curvas características del terreno y del sostenimiento). De este modo, a efectos de estimar asientos y como reserva de seguridad se considera una presión de equilibrio inferior al 70% de la presión efectiva (del orden del 60%), para tener en cuenta otras pérdidas por cierre del hueco en el trasdós, por respuesta rápida del terreno y/o retrasos o inyección por la cola del escudo poco eficaz, etc.

Tanto en los cálculos efectuados mediante el método elástico (Deere et al) como en el modelo semi-empírico de Sagaseta y Oteo, se podrán tener en cuenta que sobre el túnel pueden existir distintos tipos de terreno, ponderando de forma proporcionada los parámetros que intervienen en función del espesor de cada tipo de terreno situado por encima de la clave del túnel hasta superficie, en cada caso.

Modelo Madrid

Con el inicio de las grandes ampliaciones del Metro de Madrid (1995), se intensificó las investigaciones respecto a la problemática de las subsidencias. El resultado de dichos estudios se denominó "Modelo Madrid", y desde su primera publicación (Oteo et al., 1999) se está continuamente optimizando con la información obtenida durante las Ampliaciones del Metro de Madrid hasta la última publicación (Díez, 2011).

El "Modelo de Madrid" es un modelo semi-empírico utilizado para la estimación de las subsidencias basado en un modelo simplificado y ampliamente contrastado mediante cálculo de EF en dos y tres dimensiones con medidas reales.

Este modelo se basa en el siguiente perfil del terreno:

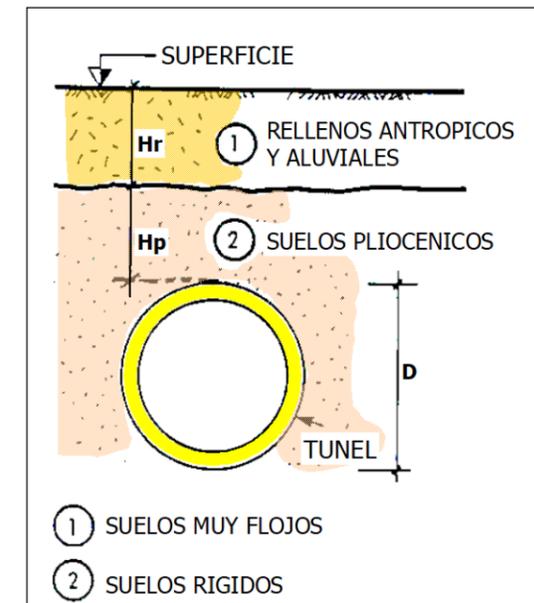


Figura 54. Perfil esquemático del terreno (Modelo Madrid. Oteo, 1999)

Nivel 1: Se considera una capa superficial constituida por rellenos y cuaternarios flojos (con un módulo de deformación en descompresión de 5 a 10 MPa).

Nivel 2: constituido por los niveles más rígidos que constituyen el terciario (Mioceno y Plioceno) (con un módulo de deformación en descompresión de 50 MPa (arenas de miga) a 225 MPa (toscos duros)). El agrupar todos estos materiales en un sólo nivel de cálculo queda justificado, en muchas ocasiones, por la alternancia de las capas terciarias y por la gran diferencia de sus módulos de deformación con los del Nivel 1.

La ley asientos utilizada es la mencionada curva de Gauss invertida. Para la evaluación del volumen de asientos Oteo et al. 1999 propusieron una serie de ábacos.

Con las últimas ampliaciones del Metro de Madrid, (2003 al 2011), donde se ha ejercido un control en la presión en la cámara de la tuneladora se pudo desarrollar la tesis doctoral "Nuevo Modelo Madrid para la estimación de asientos producidos en túneles con tuneladoras EPB de gran diámetro" (Díez, 2010). Como conclusión de dicho trabajo, se propone adoptar una ley para la estimación del volumen de asientos  $V_s$ , donde  $H_p$  es el espesor de las capas "resistentes" del terreno:

- Para  $H_P/D < 1,90$ :  $V_s (\%) = - 0,4296 \cdot \ln (H_P/D) + 0,3432$
- Para  $H_P/D > 1,90$ :  $V_s (\%) = 0,10$

Ajustando el intervalo de variación de acuerdo con:

- Para  $H_P/D < 1,00$ :  $V_s (\%) \pm 0,30$
- Para  $1,00 < H_P/D < 1,50$ :  $V_s (\%) \pm 0,20$
- Para  $H_P/D > 1,50$ :  $V_s (\%) \pm 0,10$

Para  $H_P/D < 0,50$  se requiere un estudio especial

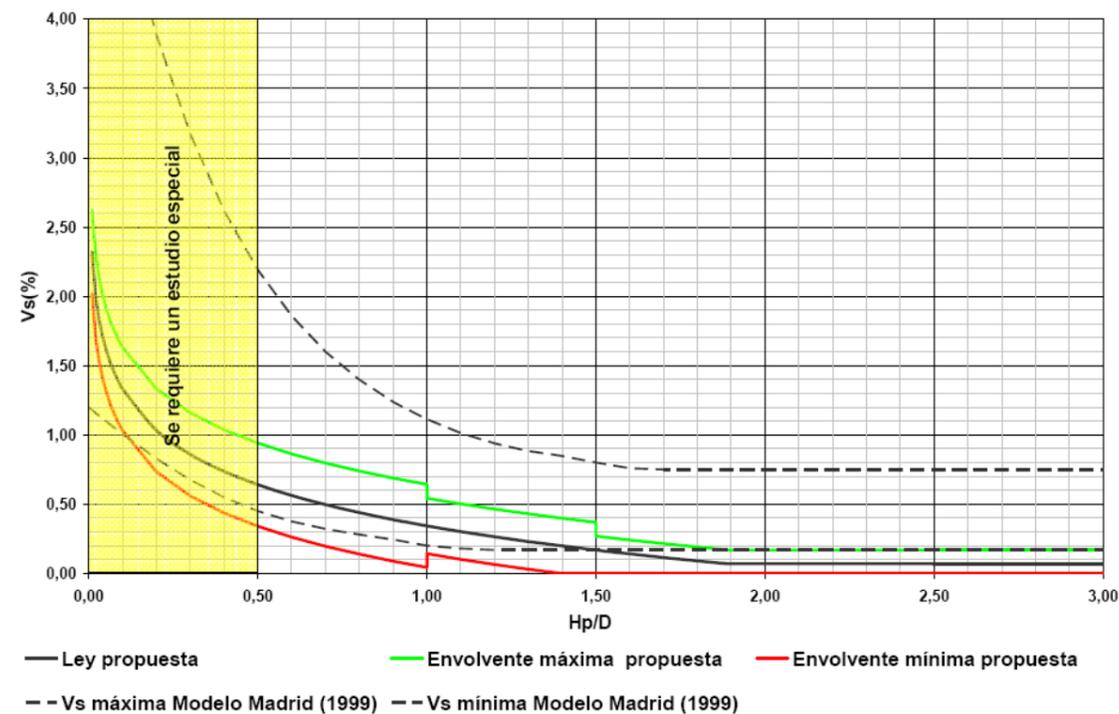


Figura 55. Volumen de asientos en función de  $H_P/D$  (Diez, 2011)

### Desplazamientos horizontales

O'Reilly y New (1982) deducen la ley de desplazamientos horizontales basándose en la ley de asientos, asumiendo la hipótesis de que, a partir de una cierta distancia de la excavación, el desplazamiento total inducido tiene, como dirección principal, una trayectoria que pasaría sensiblemente por el eje del túnel.

De esta forma, el asiento en cada punto,  $\delta_x$ , y el desplazamiento horizontal,  $U_x$ , serían proyecciones del desplazamiento total, de modo que ambas componentes del movimiento estarían relacionadas geoméricamente mediante la expresión:

$$U_x = \frac{x}{H} \delta_x$$

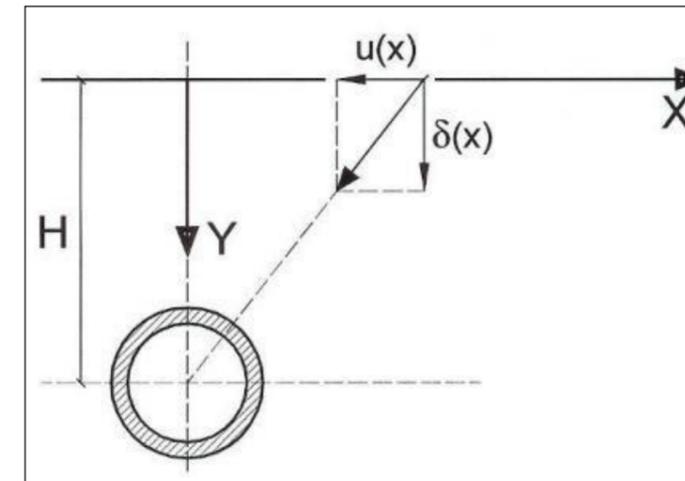


Figura 56. Movimientos del terreno debido a la excavación del túnel (O'Reilly y New, 1982)

siendo:

x: distancia del punto al eje de simetría del túnel

H: altura existente entre el punto y el eje del túnel

### Distorsión angular y deformación horizontal unitaria

La distorsión angular es la pendiente de la ley de asientos en cada punto. Su máximo se produce en el punto de inflexión y toma el valor de la derivada de dicha ley particularizada en el punto.

Análogamente, a efectos de evaluar la deformación horizontal unitaria, se considera como la pendiente de la ley de desplazamientos horizontales en cada punto. De este modo, la

deformación horizontal unitaria se anula en el punto de inflexión y toma como valor la derivada de la ley de desplazamientos horizontales particularizada en cada punto.

En la siguiente figurase incluye la representación gráfica de las leyes de asientos y desplazamientos horizontales, así como sus funciones derivadas: distorsión angular y deformación horizontal unitaria, respectivamente.

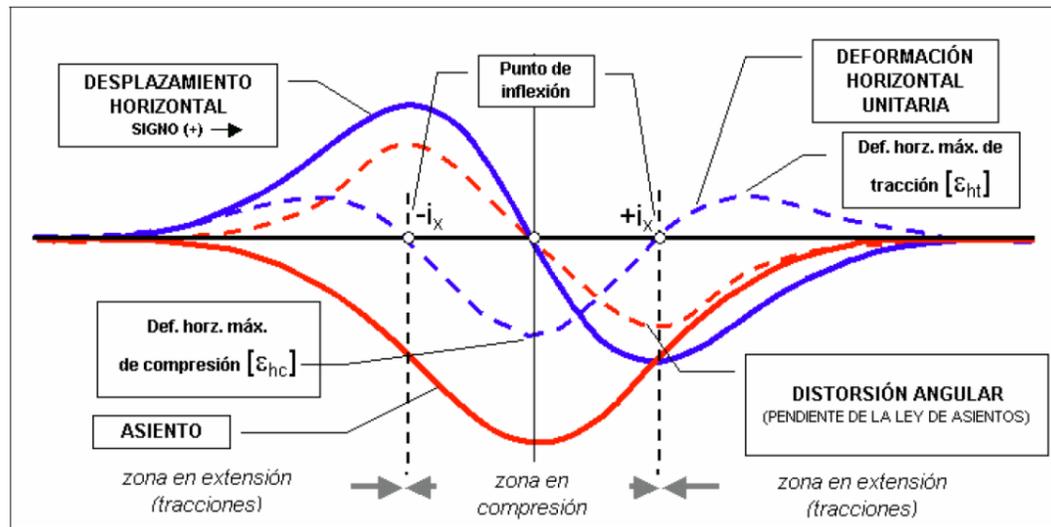


Figura 57. Leyes de movimientos y pendientes en una sección transversal de túnel

**Movimientos verticales en el subsuelo en sección transversal**

Para predecir el perfil de la cubeta de asientos en vertical se puede citar el método propuesto por Oteo (2003), adoptando las hipótesis que se indican:

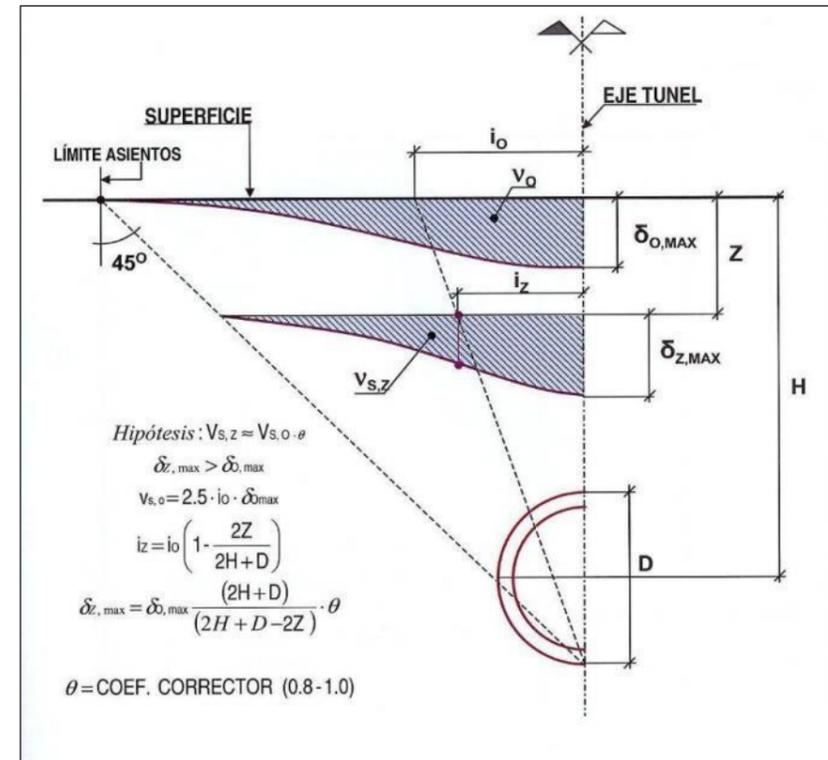


Figura 58. Ley de asientos en profundidad (Oteo, 2003)

siendo:

$V_{s,0}$ : Volumen de asientos en superficie

$V_{s,z}$ : Volumen de asientos en z

$\delta_{0,máx}$ : asiento vertical máximo en superficie

$\delta_{z,máx}$ asiento vertical máximo en z

$i_0$ : Posición del punto de inflexión en superficie

$i_z$ : Posición del punto de inflexión en z

z: Profundidad de la cota de estudio

H: Profundidad del eje del túnel

D: Diámetro del túnel

**Movimientos verticales en superficie en sentido longitudinal**

Oteo y De la Fuente, (1977) proponen para analizar los movimientos en sentido longitudinal y la extensión de la cubeta de asientos en planta, las curvas de las figuras siguientes:

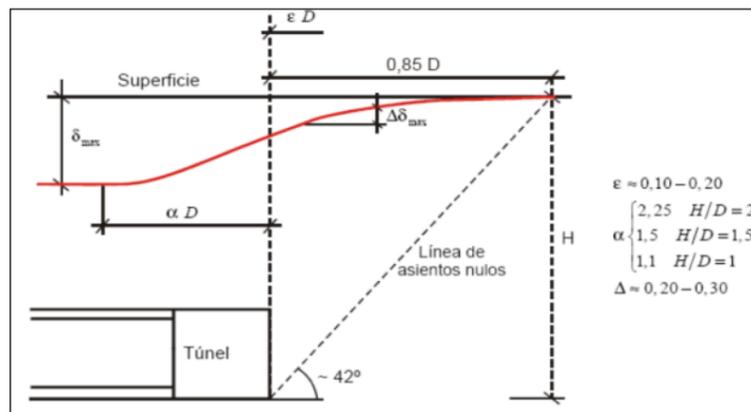


Figura 59. Ley de asientos superficiales en sentido longitudinal (Oteo, 2003)

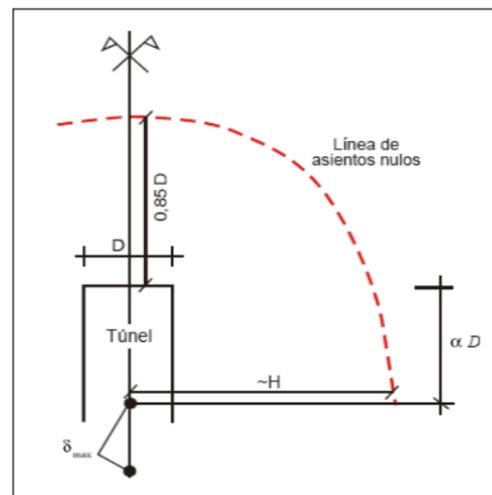


Figura 60. Cubeta de asientos en planta (Oteo, 2003)

En la Tabla adjunta se han recopilado de la bibliografía técnica, referencias de volúmenes de asientos registrados a partir de datos reales en distintas obras de excavaciones de túneles.

Tipo de suelo	Sistema de excavación	Volumen relativo de asientos, Vs (%)
Arcilla rígida fisurada de Londres	Escudo o nada	1-2 (*)
Arcilla de Londres (Jubilee Line)	Escudo abierto	2-2,5
Depósitos glaciares	Escudo abierto o Escudo de aire comprimido	1-1,25
Arcilla limosa cuaternaria ( $c_u=10-40$ kPa)	Escudo de aire comprimido	2-10
Suelos granulares sobre el nivel freático	-	1-5
Suelos granulares bajo el nivel freático	Escudo de presión de tierras	1-10
Arcilla dura y arena compacta (Madrid, Línea 9)	Escudo abierto	0,10-0,40
Arcilla dura (Madrid, Línea 10)	Escudo cerrado	0,33-0,64
Arenas aluviales y rellenos (Madrid, línea 10)	Escudo cerrado con presión de tierras	0,7-4,2
Arenas tosquizas (Madrid, Líneas 8-10)	Método Belga	0,3-0,5
Arenas tosquizas (Madrid, Línea 7)	Método Belga	0,2-0,6
Cuaternario aluvial (Metro de Valencia, Línea 5)	Escudo de presión de tierras	0,3-0,6 (**)

(\*) Excepcionalmente el intervalo pudo ser 3-16%

(\*\*) Excepcionalmente se pudo alcanzar un 1,2%

Tabla 3: Datos reales de Volumen de asientos recopilados a partir de Rankin (1987), Oteo y Moya (1979) y Melis et al (1997)

Concretamente, en la experiencia acumulada en las obras de metro de Valencia ejecutadas con escudo de presión de tierras, en el tramo A. Guimerá-Avinguda, con túneles paralelos de 6,5 m de diámetro de corte, se registraron asientos inferiores a 5 mm.

En el pozo de acceso y la Estación de A. Guimerá, se registró un asiento máximo de 22 mm en un punto próximo a la salida del pozo, en el tramo inicial de prueba y en curva, y de 17 mm en el tramo entre la E. de Colón y Xátiva, cuando los túneles comienzan a superponerse.

El asiento en el resto del tramo estuvo comprendido entre 5 a 10 mm. (Datos recogidos por J. Celma(1998)).

Para el caso que nos ocupa se ha considerado un  $V_s$  volumen relativo de asientos de 0,50 %.

**SE HA CALCULADO UN VALOR DEL VOLUMEN DE ASIENTOS DE 1,50-2,00 M<sup>3</sup>/ML, EL PUNTO DE INFLEXIÓN A 13-14 M, Y EL ASIENTO MÁXIMO DE 1,70 cm.**

**Establecimiento movimientos admisibles**

El movimiento máximo que es capaz de soportar una estructura depende de su tipología, tipo de cimentación y del estado en que se encuentre la misma (presencia de daños): cuanto peor sea el estado del edificio, menor será la capacidad que tiene para soportar movimientos adicionales, esto es, mayor será la sensibilidad de la cimentación a movimientos adicionales.

Además, esta limitación de movimientos sobre una estructura o edificación también viene definida por el uso e importancia de la misma.

Para el establecimiento de los valores máximos admisibles, se propone utilizar el criterio de la siguiente tabla, utilizada en las ampliaciones del Metro de Madrid:

Tipo edificación o estructura		Asiento máximo (mm)	Asiento diferencial máximo (mm)	Distorsión angular máxima	Deformación horizontal unitaria máxima (%)
1	Estructura porticada de hormigón, metálica o mixta con cimentación profunda	30	15	1/500	0.20-0.30
2	Estructura porticada de hormigón, metálica o mixta con cimentación superficial	20	10	1/500	0.20-0.30
3	Estructura con muros de carga	15	7.5	1/750	0.20
4	Estructuras subterráneas	25	12.5	1/1000	0.20
5	Conducciones subterráneas (excepto tuberías de gas)	30	15	1/500	0.20
6	Conducciones subterráneas de gas	10	5	1/1000	0.10
7	Túneles	Asentamiento/levantamiento < 10 mm en 10 m			
8	Edificios monumentales, > 10 alturas, depósitos elevados	10	5	1/1500 – 1/2000	0.10

Tabla 4: Movimientos máximos admisibles dependiendo tipología edificación y estructura

## 10. OBRAS DE TIERRA

Se precisará llevar a cabo actuaciones de rellenos de tierras fundamentalmente en las salidas de las zonas apantalladas y en la zona de formación de terraplenes, en las salidas en dirección Norte.

Cabe diferenciar la alternativa base respecto de la alternativa C que nada más atravesar la glorieta de Catalunya sale en superficie de la alternativa base.

### ALTERNATIVA BASE

En la zona de estudio se ha podido diferenciar un primer nivel de consistencia muy blanda de arcillas con una potencia media del orden de 5-6 m, que apoyan sobre alternancias de zonas arcillosas con niveles de gravas de potencia variable.



Figura 61. P.S. Salto del carnero PK 6+500

Perfil tipo del terreno zona estudio:

0,00 – 5,00 m. Arcillas blandas, con rellenos superiores

5,00 – 20,00 m. Arcillas limosas consistencia media

20,00 – 27,00 m. Gravas arenosas compacidad medinamente densas

27,00 – 34,00 m. Arcillas limosas consistencia firme

>34,00 – 40,00 m. Gravas arenosas compacidad medinamente densas

El terraplén presenta una altura variable, con valores máximos en la proximidad del Viaducto del Carraixet.

Para distintas alturas de terraplén se han calculado los asentos estimados:

Altura terraplén (m)	Asiento (cm)
1,00	4,20
2,00	8,26
3,00	11,20

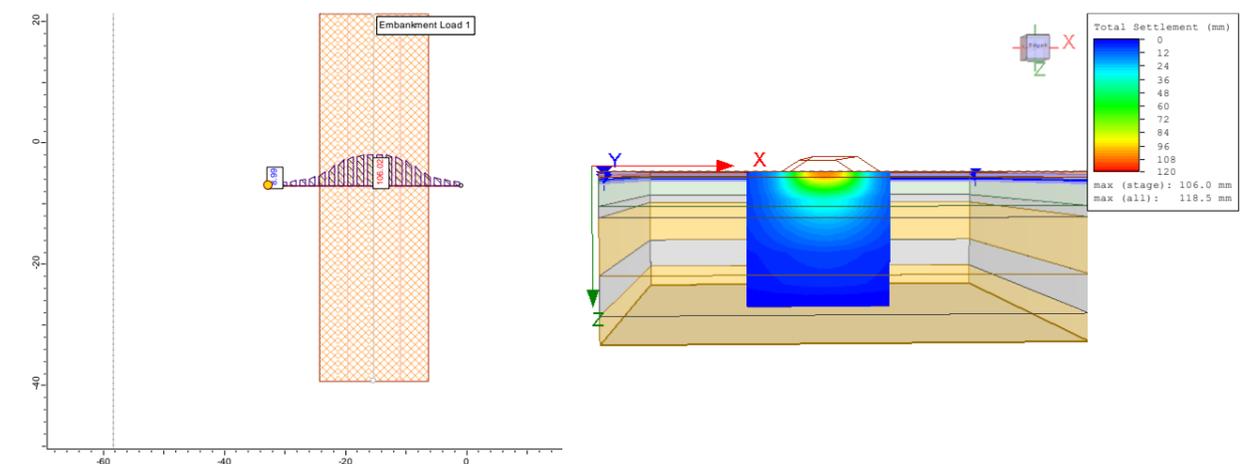


Figura 62. P.S. Asientos PK 6+500 altura 3 m

Con tiempos de consolidación estimado para el 90 % de 1 año.

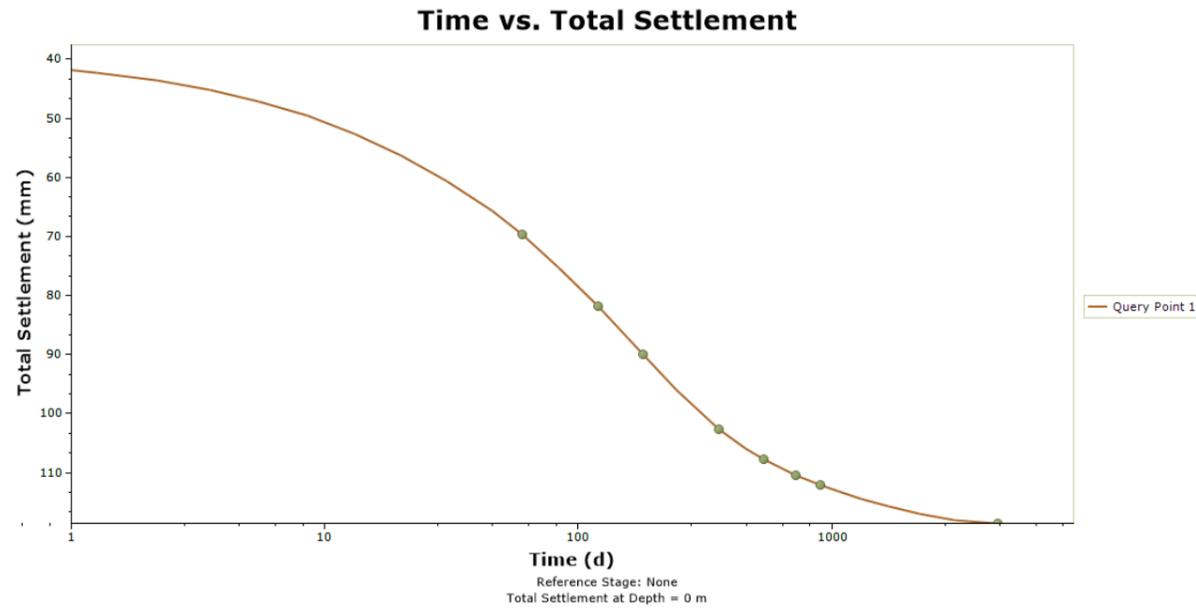


Figura 63. P.S. Asientos PK 6+500 con el tiempo

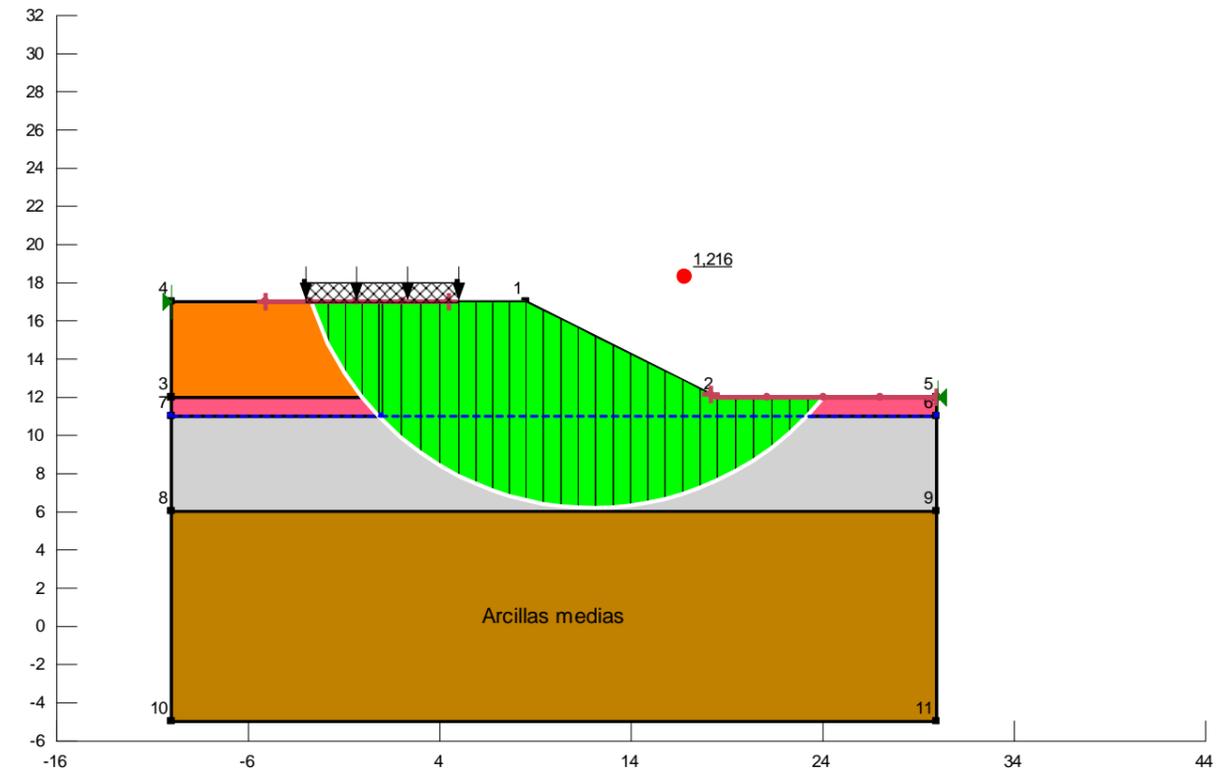


Figura 64. P.S. Asientos PK 6+500 con el tiempo

Se llevará a cabo un saneo de 1,00 m en el que está incluido el espesor de tierra vegetal, estimado en 1,00 m.

Se ha calculado el FS de estabilidad global para un terraplén de 5 m de altura, con FS inferiores a 1,30 a corto plazo.

**Propuestas constructivas terraplenes:**

- Talud relleno propuesto 2H:1
- Sustitución de 1,00 m de relleno a base de pedraplén
- Prever un geotextil de separación.
- Para alturas de relleno inferiores a 1,50 m se plantea el relleno y precarga de tierras
- Para terraplenes de comprendidas entre 1,50-4,00 m se plantea la precarga con drenes mecha para acelerar los asientos.
- Para los terraplenes de altura superiores a 4 m se plantea la solución de mejora del terreno mediante columnas de grava.

Como medidas constructivas la totalidad de la plataforma apoyará sobre una capa de pedraplén de una potencia media de 1,00 m.



Figura 65. Relleno pedraplén camivell al mar



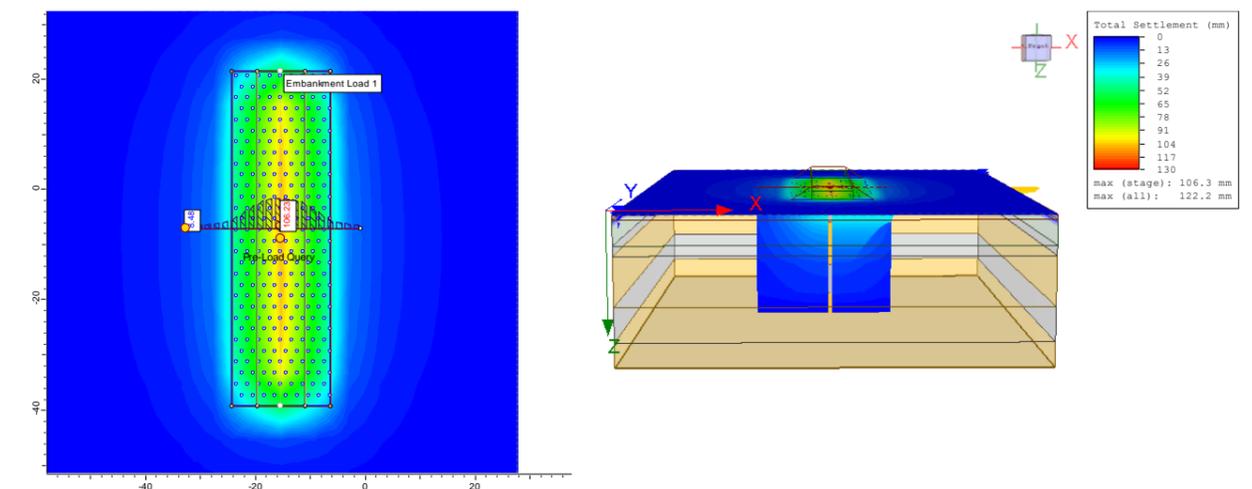
Figura 66. Relleno mejora con geotextil

### PRECARGA CON DRENES MECHA

La solución de precarga con drenes mecha aceleraría los asientos, aumentando la capacidad portante del terreno de apoyo.

A modo de ejemplo para un terraplén de altura 3 m se han calculado los tiempos de consolidación, así como la altura de la misma.

Para una precarga de 1,50 m de altura de tierras y drenes mecha de longitud  $l=8$  m separados al tresbolillo cada 2,00 m, los asientos remanentes resultan entre los 1-2 cm que son perfectamente admisibles.



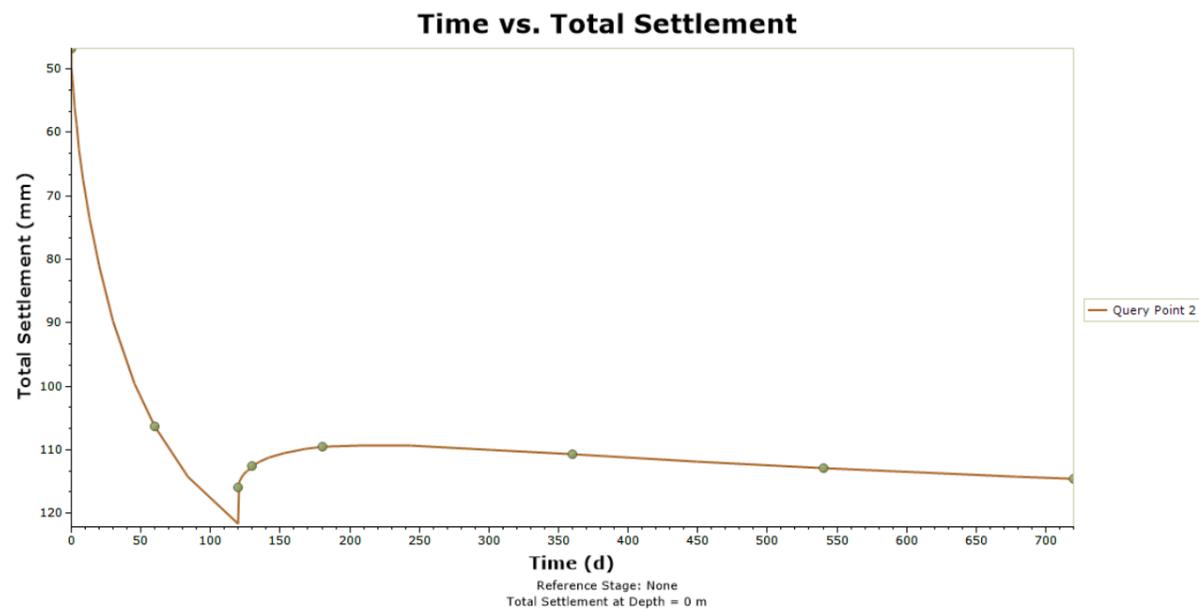
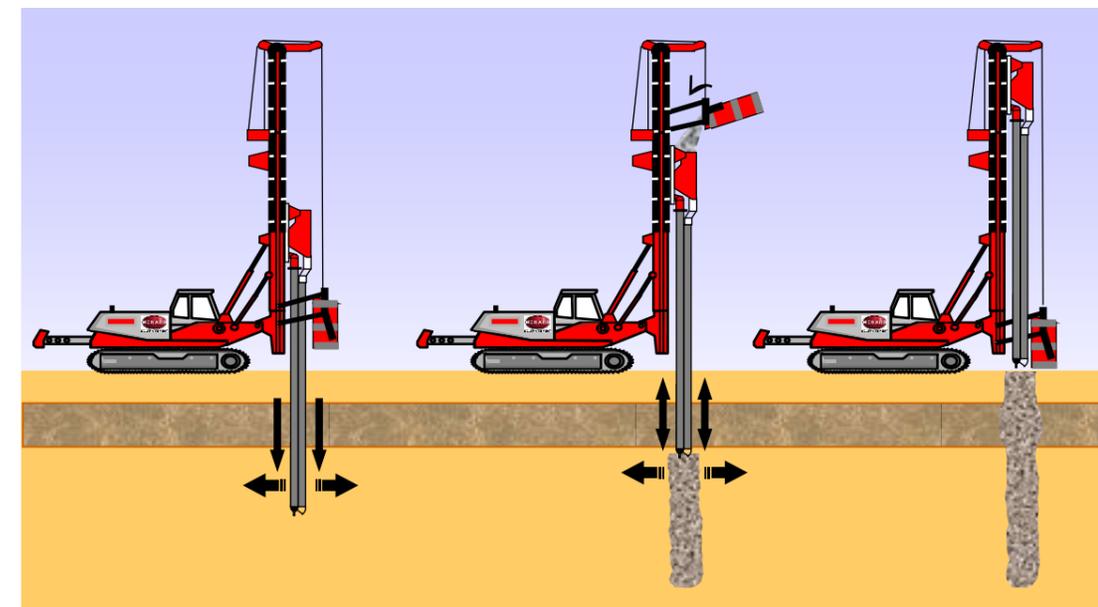


Figura 67. P.S. Asientos PK 6+500 con precarga



1. Perforación con inyección de aire      2. Incorporación de la grava y compactación      3. Columna terminada

Figura 68. Fases del vibrodesplazamiento-Método bottomfeed

**SOLUCIÓN COLUMNAS DE GRAVA**

Se ha previsto la solución con columnas de grava en la zona de mayor altura del terraplén del Viaducto del Carraixet.

Las columnas de grava sobrepasarán el nivel superior de arcillas de consistencia blanda y se empotran en el nivel inferior de arenas medias/arcillas de consistencia firme, a partir de los sondeos geotécnicos realizados/CPTU se han previsto longitudes de las columnas de grava del orden de 8,00 m. Considerando la plataforma de trabajo coincidente con la cota de los sondeos.

El diámetro de una columna de grava depende de la herramienta utilizada y de la adecuación entre esa elección y el terreno; de los terrenos atravesados y de sus características; y por último, de la energía total gastada (potencia, empuje vertical y tiempo de aplicación).

El diámetro de la columna puede variar en función de las distintas resistencias de las capas tratadas, y si se ejecutan en vía húmeda o seca, generalmente varían entre diámetros de 0,65-1,00 m. Se ha adoptado en el presente proyecto un diámetro de las columnas de grava de Ø 0,80 m.

**Colchón de reparto**

Se preverá entre la plataforma y la cota superior de las columnas de grava (malla de columnas) un colchón de reparto de 50 cm de gravas que permita la transición entre la cimentación y los niveles de columnas de grava con módulos de compactación superiores en el segundo ciclo  $E_{v2} \geq 50$  MPa (según la publicación RECOMMANDATIONS SUR LA

CONCEPTION, LE CALCUL, L'EXECUTION ET LE CONTROLE DES COLONNES BALLASTES SOUS BATIMENTS ET SOUS OUVRAGES SENSIBLES AU TASSEMENT  
el espesor mínimo de las columnas será de 40 cm, en el caso que nos ocupa se ha proyectado la ejecución de geomallas de refuerzo).



Figura 69. Efecto arco del colchón de reparto de gravas

#### Fundamento:

Consiste en la introducción de un relleno granular en el terreno para formar columnas densas de grava, que con el terreno natural crean un sistema integrado de cimentación. Se ha comprobado que el asiento del conjunto suelo-columna es prácticamente uniforme.

#### Diseño:

En el tratamiento de suelos, los factores fundamentales que afectan al diseño son los siguientes:

- Naturaleza y granulometría del suelo natural.
- Cohesión y ángulo de rozamiento interno efectivo ( $c'$  y  $\phi'$ ) para el cálculo a largo plazo.

- Módulo de deformación y coeficiente de Poisson, tanto del suelo natural como del material de aporte.
- Granulometría de la grava.
- Ángulo de rozamiento interno del material de aporte, a obtener en la compactación de la columna.
- Técnica específica a emplear.

#### Cálculo:

Se ha empleado el Método de Priebe (1976). Su utilidad fundamental es la de la estimación rápida de la reducción de asientos que puede lograrse con las columnas de grava, requiriendo conocer tan solo el ángulo de rozamiento del material de aporte, siendo un método fácil de reconocer y adaptar a diferentes condiciones.

Como hipótesis de partida para el cálculo, Priebe considera que:

- El material de la columna es rígido-plástico e incompresible, siendo las presiones verticales uniformes en toda la altura de la columna.
- El material de la columna carga desde el principio, mientras que el suelo de alrededor reacciona elásticamente.
- La columna y el suelo circundante tienen el mismo asiento.
- La columna se apoya sobre un estrato duro.
- El suelo natural es desplazado durante la instalación de la columna, lo que implica que su resistencia inicial corresponde a una ley hidrostática, con coeficiente de presión de tierras o empuje al reposo  $K=1$ .

Por lo tanto, la columna no rompe y cualquier asiento del área cargada se refleja en un abombamiento de la columna, el cual se considera constante en toda su longitud.

Se considera una celda unitaria de área A con una única columna aislada de sección A<sub>c</sub> y el suelo circundante correspondiente, es decir, A es el área de influencia de la columna y A<sub>c</sub> el área de la sección transversal de ésta.

El resultado del cálculo se expresa como factor básico de mejora n<sub>0</sub>, que expresa la relación entre el asiento que se tendría en el terreno original sin mejorar y el que se produce después de la mejora:

$$n_0 = \frac{\text{asiento} \cdot \text{sin} \cdot \text{mejora}}{\text{asiento} \cdot \text{con} \cdot \text{mejora}} = 1 + \frac{A_c}{A} \cdot \left[ \frac{1/2 + f(\mu_s, A_c/A)}{K_{ac} \cdot f(\mu_s, A_c/A)} - 1 \right]$$

Porción de área tratada = A<sub>c</sub>/A = Área columna/Área de influencia columna

$$f(\mu_s, A_c/A) = \frac{(1 - \mu_s) \cdot (1 - A_c/A)}{1 - 2 \cdot \mu_s + A_c/A}$$

Tomando un coeficiente de Poisson del suelo natural μ<sub>s</sub>=1/3, adecuado en muchos casos para el estado del asiento final, y sustituyendo, se llega a la expresión:

$$n_0 = 1 + \frac{A_c}{A} \cdot \left[ \frac{5 - A_c/A}{4 \cdot K_{ac} \cdot (1 - A_c/A)} - 1 \right]$$

siendo:

K<sub>ac</sub>= coeficiente de empuje activo del material de las columnas = K<sub>ac</sub> = tag<sup>2</sup>(45°-φ<sub>c</sub> / 2)

φ<sub>c</sub>= ángulo de rozamiento interno del mismo material.

**Disposición:**

En general, para cargas repartidas (losas, terraplenes, depósitos), la distribución más apropiada es la triangular o al tresbolillo, con espaciamentos entre columnas (D) de 1,0 a 3,0 m.

- Diámetro de la columna, d: oscila normalmente entre 0,6 y 1,2 m.
- Área de influencia:  $A = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot D^2$  (Zona de influencia correspondiente a cada columna)
- Diámetro de influencia:  $D_e = \sqrt{\frac{2 \cdot \sqrt{3}}{\pi}} \cdot D \cong 1,05D$  (o Diámetro equivalente del área de influencia)

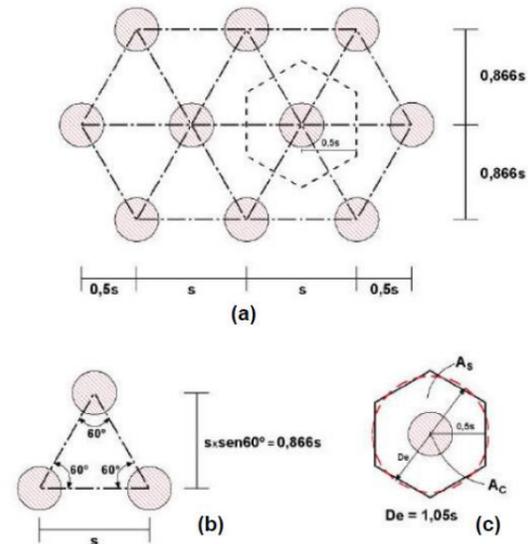


Figura 70. Disposición geométrica columnas de grava

**Asientos calculados (Método Priebe)**

De los diversos métodos de dimensionamiento, el más comúnmente aceptado es el Método de Priebe. Este método persigue obtener los parámetros del suelo equivalente mejorado partiendo de las características del terreno original deducidas del informe geotécnico y las de las propias columnas de grava. Como herramientas para ese fin emplea distintos parámetros:

A partir del ángulo de rozamiento, la cohesión y el módulo de deformación, el método de Priebe procede a un estudio clásico de asientos del terraplén.

En una primera etapa, se establece el factor de mejora (o de reducción de asientos) que se alcanza con el tratamiento, las columnas de grava mejoran el rendimiento del subsuelo en comparación con el terreno sin columnas. De acuerdo con este factor, la mejora del módulo de deformación del sistema compuesto se incrementa y los asentamientos se reducen respectivamente. Todos los pasos siguientes al diseño toman como referencia este valor básico.

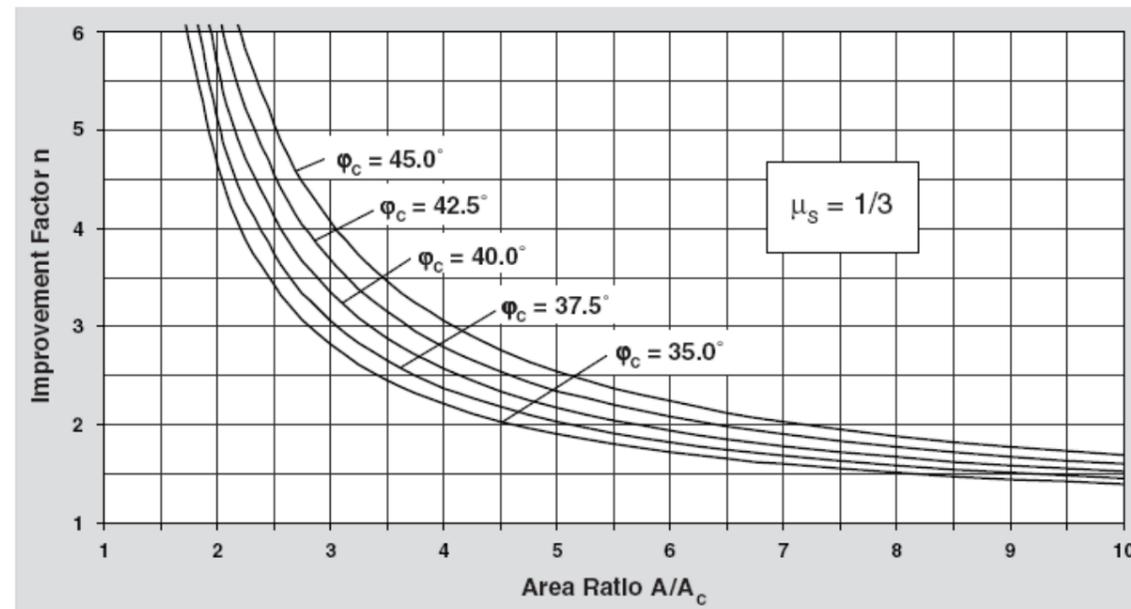


Figura 71. Factor de mejora n

A partir del parámetro de suelo mejorado se han calculado las propiedades del suelo mejorado en el cálculo:

$$\operatorname{tg} \varphi'_{\text{mej}} = m \cdot \operatorname{tg} \varphi_c + (1 - m) \operatorname{tg} \varphi_s$$

$$m = (n - 1) / n$$

$$\varphi_{CG}: 0,80 \text{ m} \rightarrow A_{CG} = 0,50 \text{ m}^2$$

$$\varphi_c = 35^\circ$$

$$A/A_c \text{ relación de áreas} \rightarrow n$$

siendo

$\varnothing_{CG}$  diámetro columna de grava

$\varphi_c$  ángulo rozamiento grava

A área total cimentación

$A_c$  área ocupada por las columnas

$\varphi_{\text{mej}}$  ángulo rozamiento terreno mejorado

$E_{\text{mej}}$  módulo deformación medio terreno mejorado

**ALTERNATIVA C**

El perfil de cálculo adoptado en la alternativa C, responde al siguiente esquema información obtenida de la campaña geotécnica de ampliación de la V-21. Existen intercalaciones de niveles de gravas de reducida potencia en el nivel de arcillas limosas medias.

Perfil tipo del terreno zona estudio:

0,00 – 7,00 m. Arcillas blandas, con rellenos superiores (A0)

7,00 – 20,00 m. Arcillas limosas consistencia media (A1) con intercalaciones de gravas

>20,00 m. Gravass arenosas compactidad medianamente densas (G1)



Figura 72. Detalle calicatas (arcillas orgánicas inferiores)



SR-3  
(0.00-3.40) m



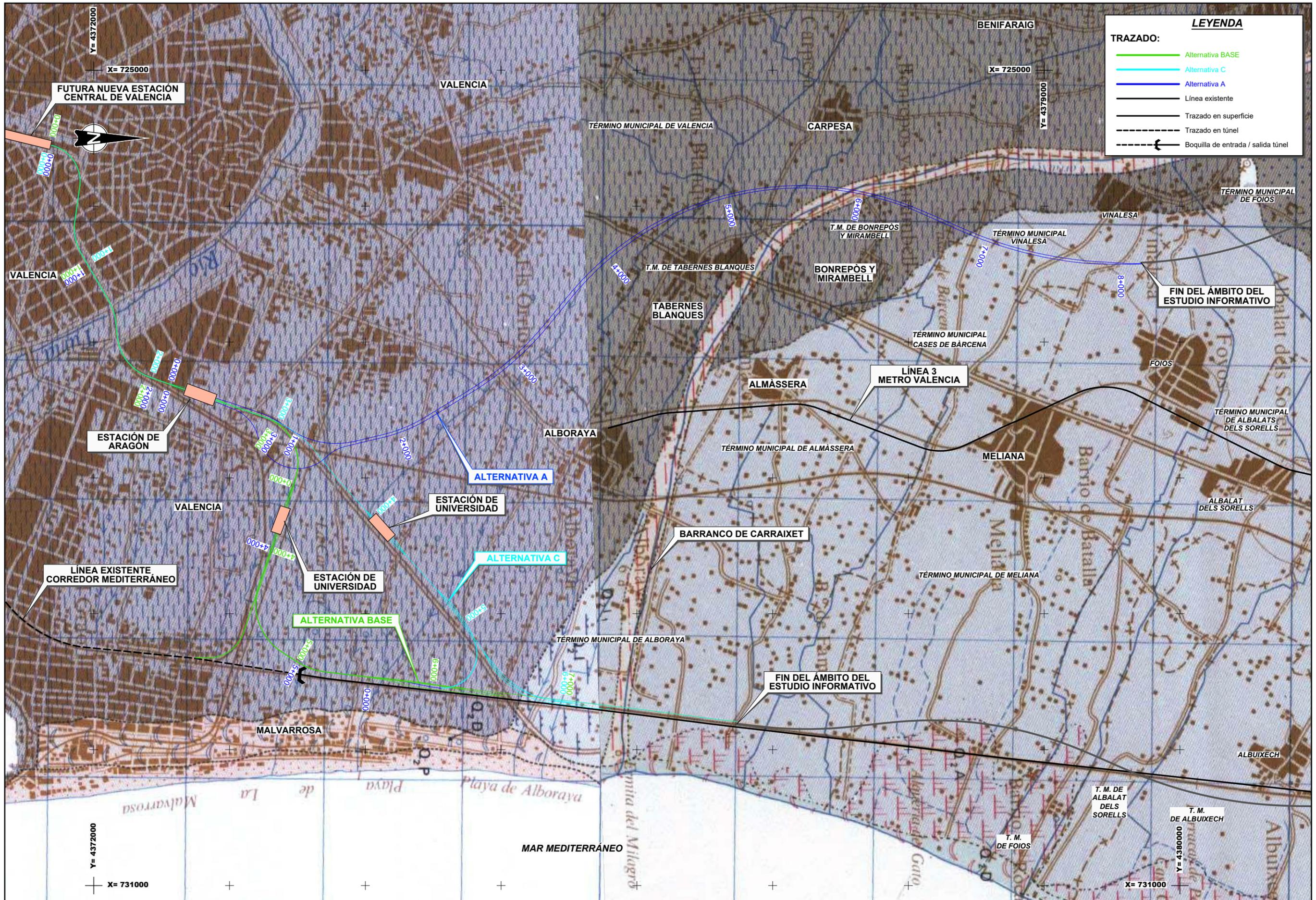
SR-3  
(3.40-7.00) m

Figura 73. Sondeo rotativo intersección V-21 AVE Valencia-Barcelona-detalle calicatas realizadas

Se ha limitado la altura máxima del relleno de tierras del terraplén sin mejora de tierras hasta los 1,50 m.

Para terraplenes de mayor altura se recomienda precargar previamente (hasta alcanzar un asiento remanente máximo de 2 cm) y sustituir el nivel de rellenos/tierra vegetal existente por pedraplén o todo uno de cantera, dada la baja permeabilidad de los materiales que nos ocupan, se deberían acelerar los asientos mediante drenes mecha, con una disposición al trespelillo cada 1,50 m y una longitud prevista de 8 m.

**APÉNDICES**



MAPA GEOLÓGICO DE LA SERIE MAGNA (1:50.000)  
HOJA N° 696

LEYENDA

CUATERNARIO	HOLOCENO	Q <sub>1</sub> P	PLAYA Arenas y cantos				
		Q <sub>1</sub> AI	ALUVIAL Arenas y cantos				
		Q <sub>1</sub> S	SEDM. ANTROPICOS Escombreras				
		Q <sub>1</sub> D	DUNAS Arenas parcialmente fijadas				
		Q <sub>1</sub> AI-C	ALUVIAL-COLUVIAL Arcillas arenosas con cantos				
		Q <sub>1</sub> CI	CORDON LITORAL Conglomerado marino fosilifero				
		Q <sub>1</sub> C	COLUVIONES Arcillas rojas con cantos				
		Q <sub>1</sub> L	Limos pardos				
		Q <sub>1</sub> A	ALBUFERA Limos negros				
		Q <sub>1</sub> Ts	TERRAZA				
		SUPERIOR	Q <sub>1</sub> Cu	CUBETAS DE DECALCIFICACION Terra rosa			
			Q <sub>1</sub> M <sub>1</sub>	MANTOS DE ARROYADA Arcillas rojas con niveles de cantos			
Q <sub>1</sub> M <sub>2</sub>	MANTOS DE ARROYADA Arcillas rojas con niveles de cantos y costras zonales						
Q <sub>1</sub> Ti	LIMOS DE INUNDACION Limos grises						
Q <sub>1</sub> Di	ABANICO ALUVIAL TIPO DELTAICO						
Q <sub>1</sub> Di	Arcilla arenosa roja con cantos fluviales						
MEDIO	Q <sub>1</sub> M <sub>1</sub>	MANTOS DE ARROYADA Arcillas rojas con cantos de los mantos aluviales encostrados					
	Q <sub>1</sub> L	DEPOSITOS DE PIE DE MONTE Arcillas rojas con cantos superficialmente encostrados					
	Q <sub>1</sub> Ts	TERRAZA					
	Q <sub>1</sub> M <sub>1</sub>	MANTOS ALUVIALES ENCOSTRADOS Conglomerado					
INFERIOR	Q <sub>1</sub> K	COSTRA ZONADA					
	Q <sub>1</sub> Ts	TERRAZAS					
TERCIARIO	NEOGENO	PLIOCENO	T <sub>1</sub> <sup>2</sup>	Arcillas rojas con niveles de cantos encostrados			
			MIOCENO	SUR	T <sub>1</sub> <sup>10</sup>	Calizas con gasteropodos y margas	
					T <sub>1</sub> <sup>10-11</sup>	Areniscas margas arcillas arenas y niveles de calizas	
	MIOCENO	MEDIO	HELVET.	T <sub>1</sub> <sup>10-11</sup>	Areniscas margas arcillas arenas y niveles de calizas		
				MIOCENO	SUPERIOR	T <sub>1</sub> <sup>10</sup>	Calizas con gasteropodos y margas
						T <sub>1</sub> <sup>10-11</sup>	Areniscas margas arcillas arenas y niveles de calizas
JURASICO	MALM	KIMMERID.	J <sub>10</sub>	Calcarentas			
			DOGGER	J <sub>10-11</sub>	Calizas, margas, calizas arenosas y calizas margosas		
				J <sub>10-11</sub>	Calizas bioclasticas		
			LIAS	INFERIOR	J <sub>10-11</sub>	Margas	
	J <sub>10-11</sub>	Carniolas y dolomias					
	TRIASICO	KEUPER	T <sub>2</sub> <sup>2</sup>	Margas y arcillas con yesos			
			T <sub>2</sub> <sup>1</sup>	Calizas y margas			
		MUSCHELKALK	T <sub>2</sub> <sup>1</sup>	Margas y arcillas con yesos			
			T <sub>2</sub> <sup>1</sup>	Dolomias			
		BUNTSANDSTEIN	T <sub>2</sub> <sup>1</sup>	Argilitas y areniscas			
T <sub>2</sub> <sup>1</sup>			Areniscas				
T <sub>2</sub> <sup>1</sup>	Areniscas y argilitas						

SIGNOS CONVENCIONALES

-----	Contacto normal o concordante	-----	Falla supuesta
-----	Contacto por discordancia	-----	Anticlinal
-----	Contacto anormal tectónico	-----	Sinclinal
-----	Falla	-----	Domo
-----	Cabezamiento	-----	Cubeta
-----	Rumbo y buzamiento	-----	Q <sub>1</sub> Ts (2 m.)
-----	Q <sub>1</sub> Ts (8-10 m.)	-----	Q <sub>1</sub> Ts (15 m.)
-----	Q <sub>1</sub> Ts (8-10 m.)	-----	Centri fosil

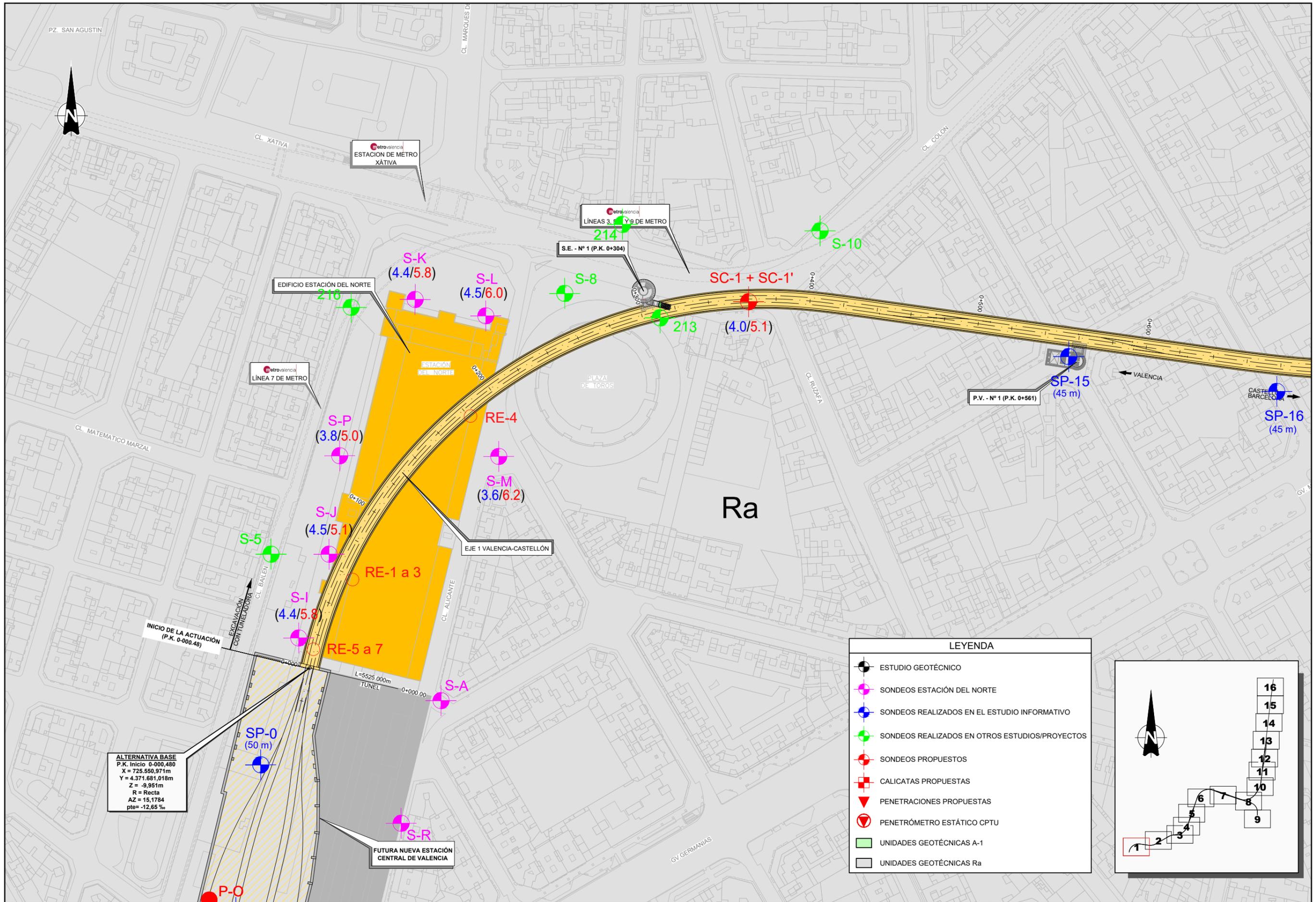
MAPA GEOLÓGICO DE LA SERIE MAGNA (1:50.000)  
HOJA N° 722

LEYENDA

CUATERNARIO	HOLOCENO	Q <sub>1</sub> AI	ALUVIAL Arenas y limos		
		Q <sub>1</sub> P	PLAYA Arenas		
		Q <sub>1</sub> D	DUNAS ACTUALES Arenas		
		Q <sub>1</sub> Id	SURCO INTERDUNAR Arenas		
		Q <sub>1</sub> AI-C	ALUVIAL-COLUVIAL Arcillas arenosas		
		Q <sub>1</sub> D	DUNAS LITORALES Arenas fijadas		
		Q <sub>1</sub> L	Limos pardos		
		Q <sub>1</sub> A	ALBUFERA Limos negros		
		Q <sub>1</sub> Ts	TERRAZA		
		Q <sub>1</sub> Li	LIMOS DE INUNDACION Limos arenosos		
		Q <sub>1</sub> Ma	MANTOS DE ARROYADA MODERNOS Arcillas arenosas rojas con cantos de costra		
		Q <sub>1</sub> Ts	TERRAZA		
SUPERIOR	Q <sub>1</sub> Ts	TERRAZA			
	Q <sub>1</sub> Ts	TERRAZA			
	Q <sub>1</sub> K	COSTRA 2ª fase de encostramiento			
	Q <sub>1</sub> Ma	MANTO DE ARROYADA ANTIGUO Arcillas rojas con niveles de cantos y nodulos calcáreos			
	Q <sub>1</sub> Cd	COND. DE DEYECCION Arcillas rojas encostradas			
	Q <sub>1</sub> L	DEPOSITOS DE PIE DE MONTE Arcillas rojas con cantos encostrados superficialmente			
MEDIO	Q <sub>1</sub> Ts	TERRAZA			
	Q <sub>1</sub> K	Costra calcárea			
INFERIOR	Q <sub>1</sub> K	Costra calcárea			
	Q <sub>1</sub> K	Costra calcárea			
TERCIARIO	NEOGENO	SUPERIOR	F.C.	T <sub>1</sub> <sup>10</sup>	Calizas y margas
			TORTONEN.	T <sub>1</sub> <sup>10-11</sup>	Margas, arcillas y areniscas
	MIOCENO	MEDIO	HELVET.	T <sub>1</sub> <sup>10-11</sup>	Margas, arcillas y areniscas
				T <sub>1</sub> <sup>10-11</sup>	Margas, arcillas y areniscas
SUPERIOR	MAESTRICHT	F.C.	C <sub>10</sub>	Margas grises	
			C <sub>10</sub>	Calcarentas algo pisolíticas	
CRETACICO	SUPERIOR	MAESTRICHT	C <sub>10</sub>	Margas blancas	
			C <sub>10</sub>	Calizas con nodulos de sílex	

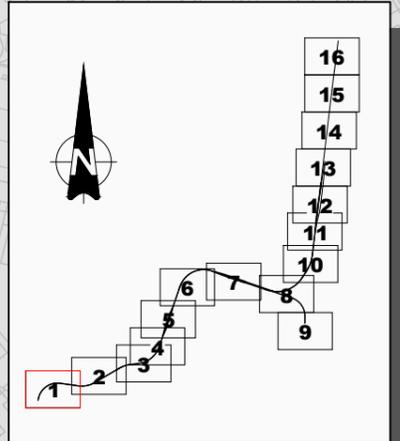
SIGNOS CONVENCIONALES

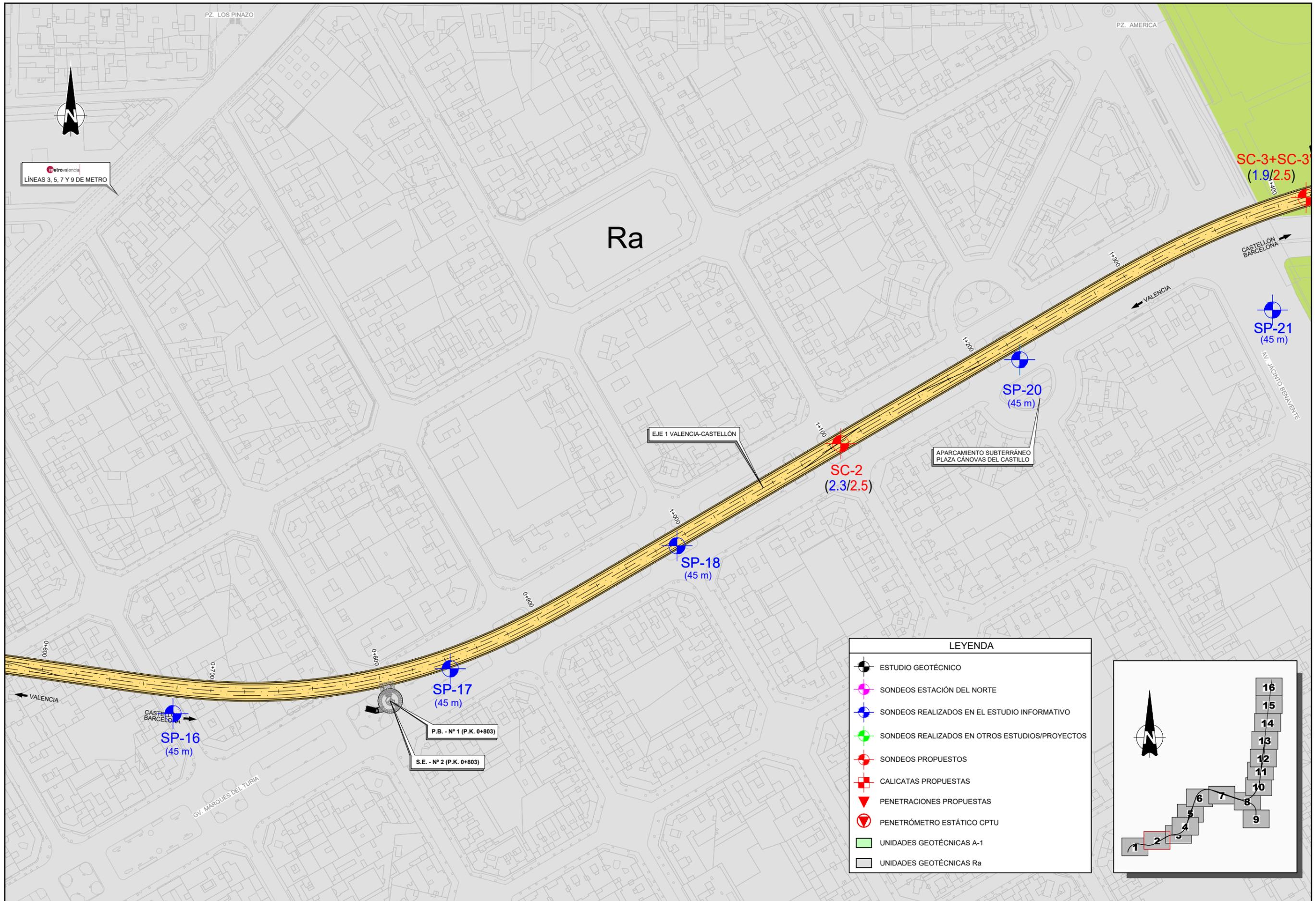
-----	Contacto normal o concordante
-----	Contacto discordante
-----	Falla
-----	Buzamiento
-----	Escarpe



ALTERNATIVA BASE  
 P.K. Inicio 0+000,480  
 X = 725.550,971m  
 Y = 4.371.681,018m  
 Z = -9,951m  
 R = Recta  
 AZ = 15,1784  
 pte = -12,65%

LEYENDA	
	ESTUDIO GEOTÉCNICO
	SONDEOS ESTACIÓN DEL NORTE
	SONDEOS REALIZADOS EN EL ESTUDIO INFORMATIVO
	SONDEOS REALIZADOS EN OTROS ESTUDIOS/PROYECTOS
	SONDEOS PROPUESTOS
	CALICATAS PROPUESTAS
	PENETRACIONES PROPUESTAS
	PENETRÓMETRO ESTÁTICO CPTU
	UNIDADES GEOTÉCNICAS A-1
	UNIDADES GEOTÉCNICAS Ra





Metrovalencia  
LÍNEAS 3, 5, 7 Y 9 DE METRO

Ra

SC-3+SC-3  
(1.9/2.5)

SP-21  
(45 m)

SP-20  
(45 m)

SC-2  
(2.3/2.5)

SP-18  
(45 m)

SP-17  
(45 m)

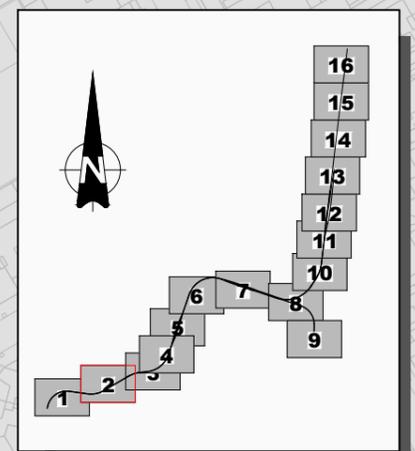
SP-16  
(45 m)

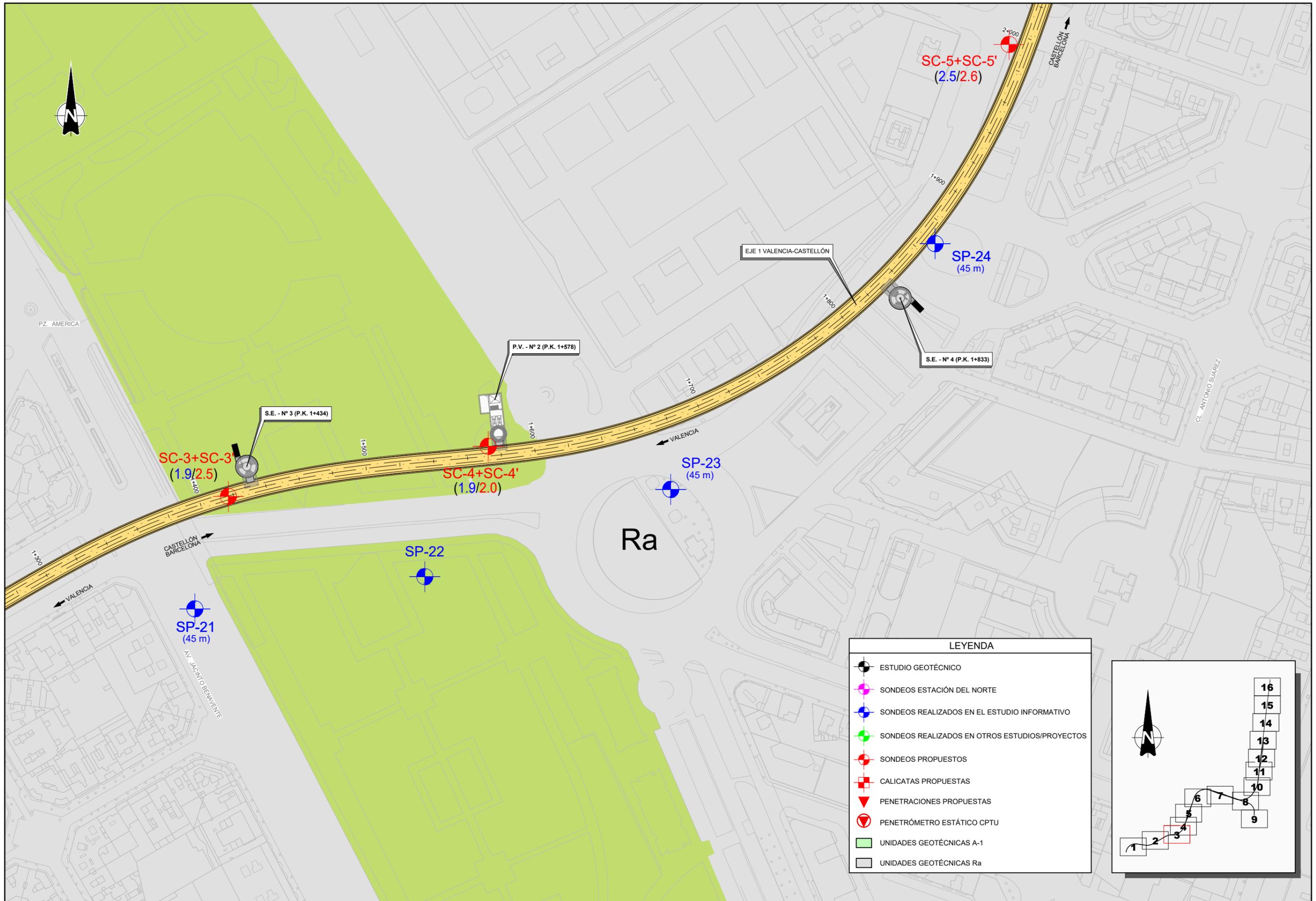
P.B. - Nº 1 (P.K. 0+803)

S.E. - Nº 2 (P.K. 0+803)

LEYENDA

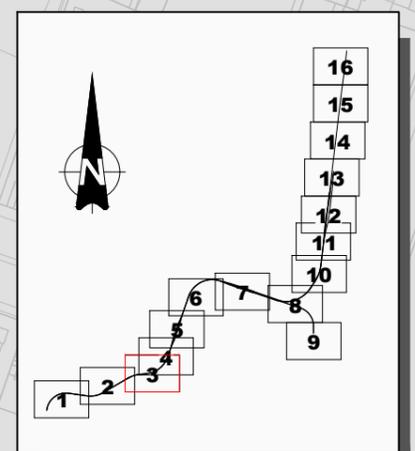
- ESTUDIO GEOTÉCNICO
- SONDEOS ESTACIÓN DEL NORTE
- SONDEOS REALIZADOS EN EL ESTUDIO INFORMATIVO
- SONDEOS REALIZADOS EN OTROS ESTUDIOS/PROYECTOS
- SONDEOS PROPUESTOS
- CALICATAS PROPUESTAS
- PENETRACIONES PROPUESTAS
- PENETRÓMETRO ESTÁTICO CPTU
- UNIDADES GEOTÉCNICAS A-1
- UNIDADES GEOTÉCNICAS Ra

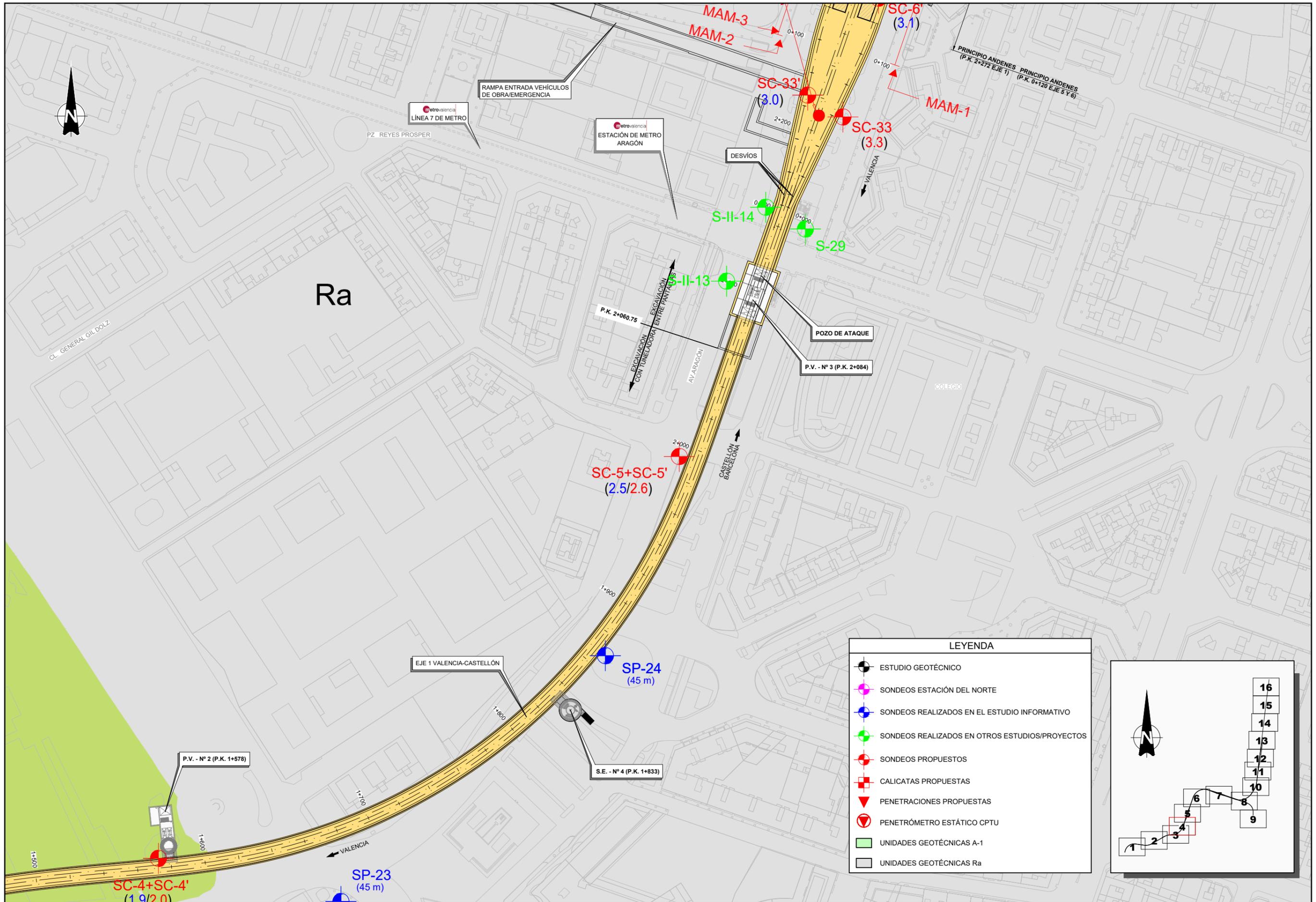




**LEYENDA**

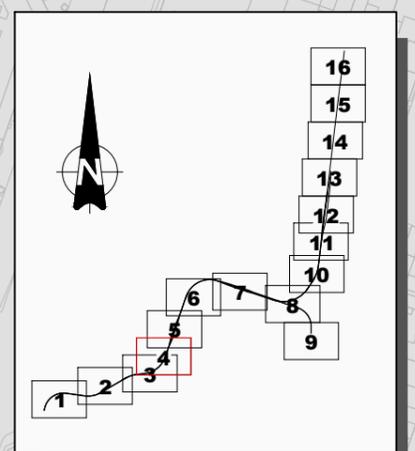
- ESTUDIO GEOTÉCNICO
- SONDEOS ESTACIÓN DEL NORTE
- SONDEOS REALIZADOS EN EL ESTUDIO INFORMATIVO
- SONDEOS REALIZADOS EN OTROS ESTUDIOS/PROYECTOS
- SONDEOS PROPUESTOS
- CALICATAS PROPUESTAS
- PENETRACIONES PROPUESTAS
- PENETRÓMETRO ESTÁTICO CPTU
- UNIDADES GEOTÉCNICAS A-1
- UNIDADES GEOTÉCNICAS Ra

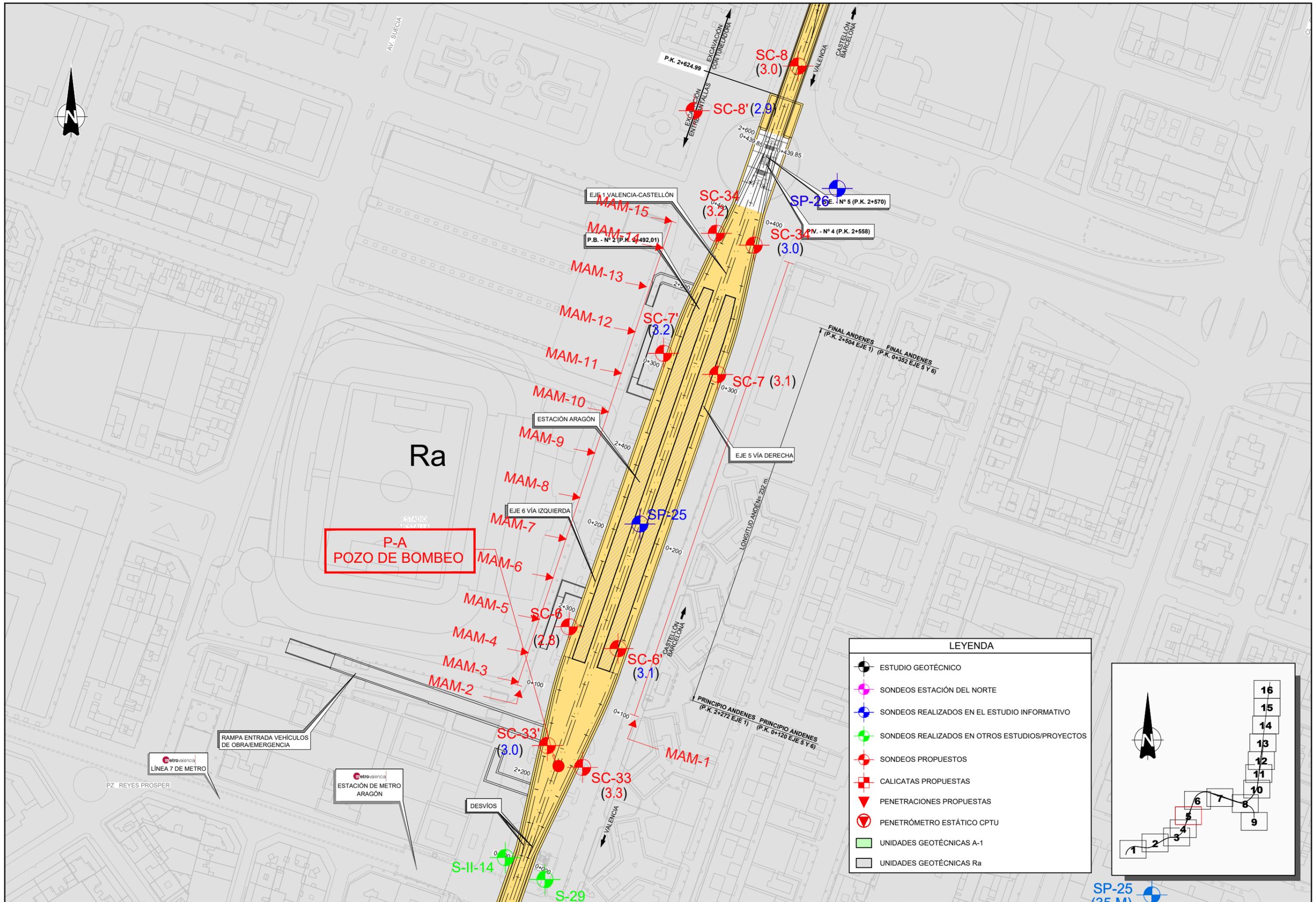




**LEYENDA**

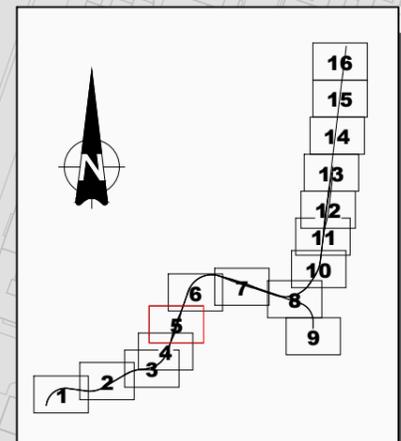
- ESTUDIO GEOTÉCNICO
- SONDEOS ESTACIÓN DEL NORTE
- SONDEOS REALIZADOS EN EL ESTUDIO INFORMATIVO
- SONDEOS REALIZADOS EN OTROS ESTUDIOS/PROYECTOS
- SONDEOS PROPUESTOS
- CALICATAS PROPUESTAS
- PENETRACIONES PROPUESTAS
- PENETRÓMETRO ESTÁTICO CPTU
- UNIDADES GEOTÉCNICAS A-1
- UNIDADES GEOTÉCNICAS Ra

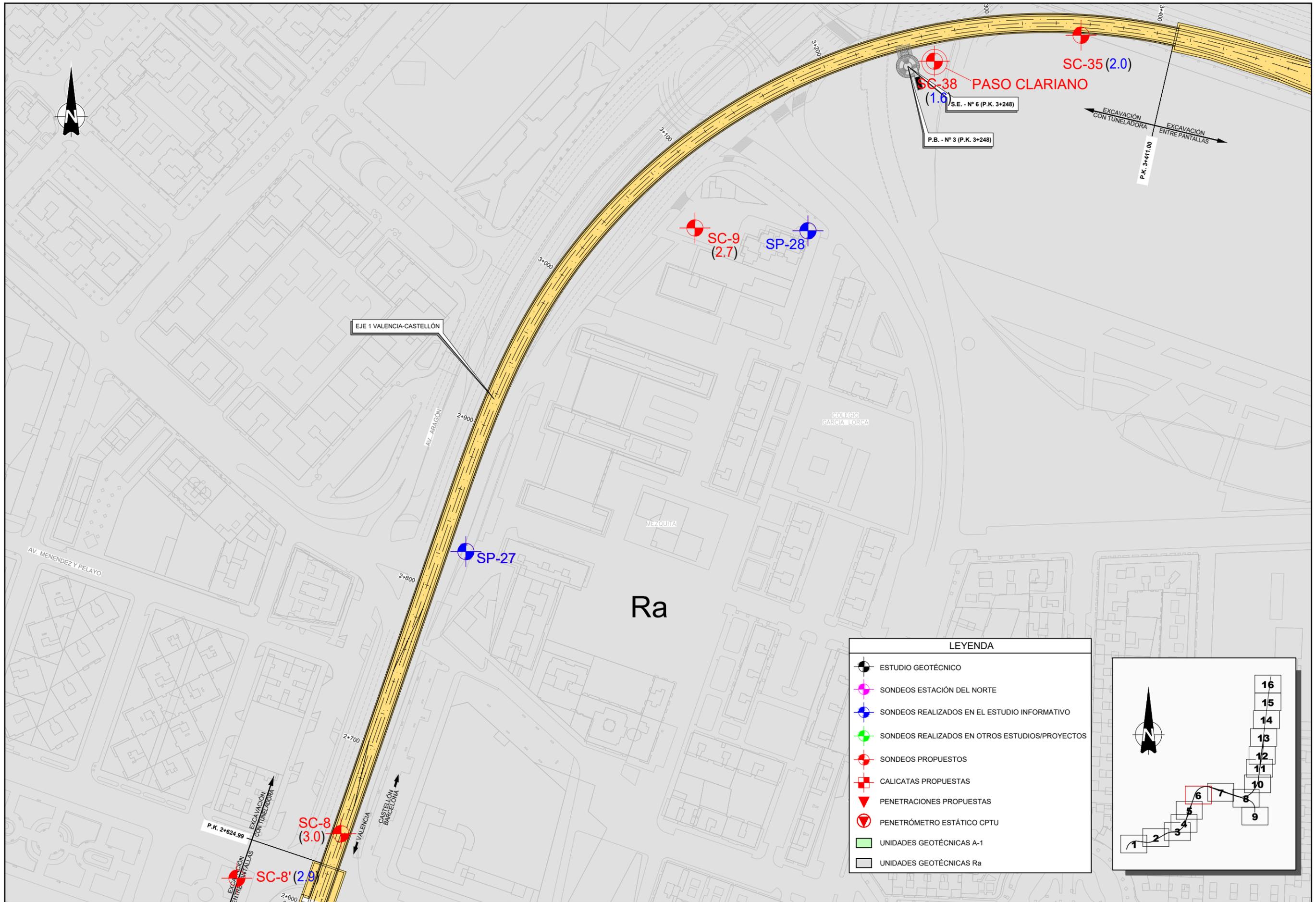




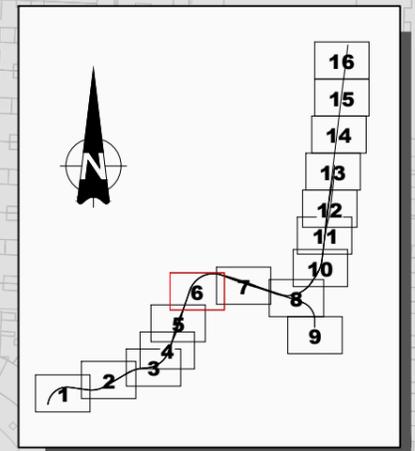
**LEYENDA**

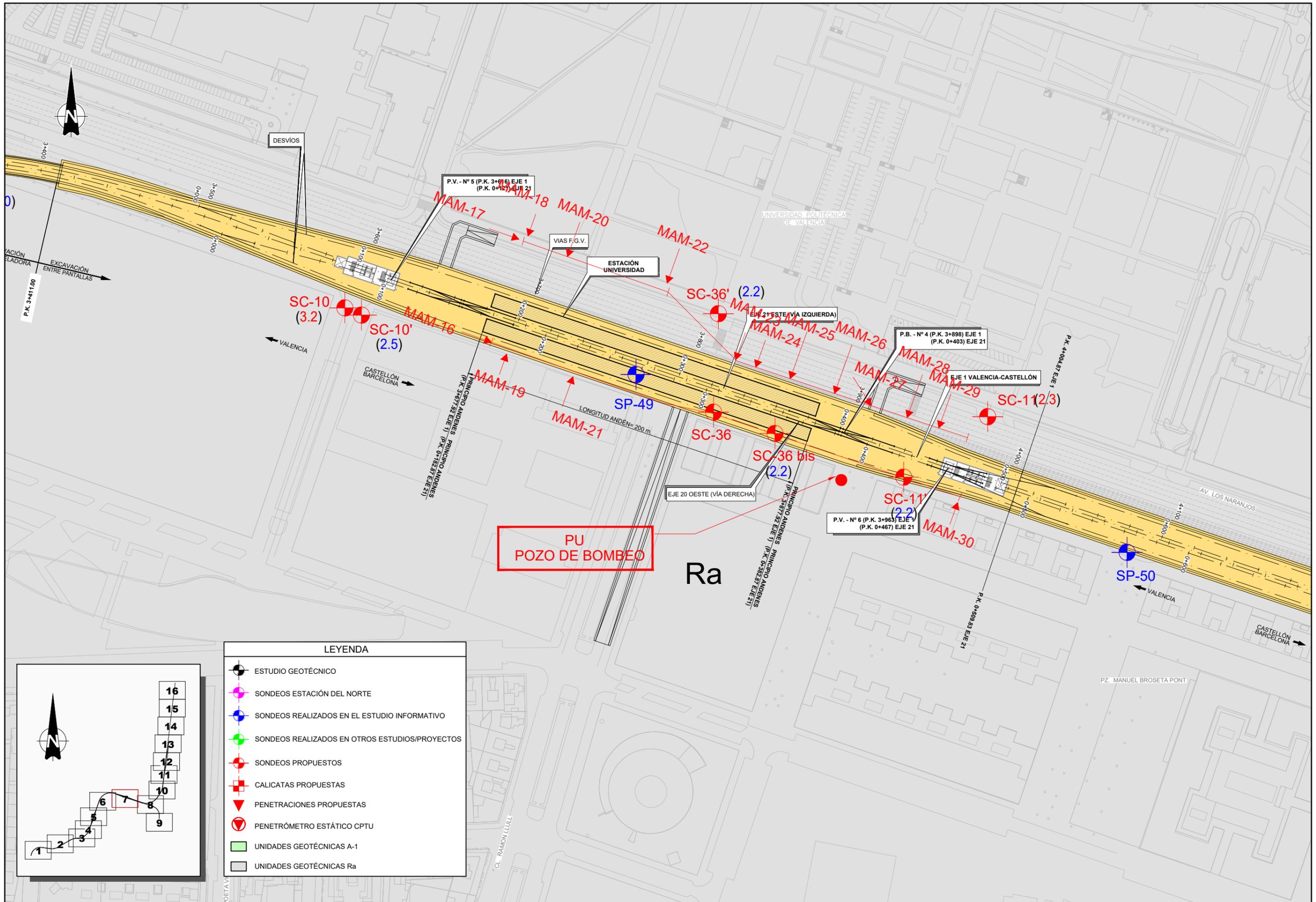
- ESTUDIO GEOTÉCNICO
- SONDEOS ESTACIÓN DEL NORTE
- SONDEOS REALIZADOS EN EL ESTUDIO INFORMATIVO
- SONDEOS REALIZADOS EN OTROS ESTUDIOS/PROYECTOS
- SONDEOS PROPUESTOS
- CALICATAS PROPUESTAS
- PENETRACIONES PROPUESTAS
- PENETRÓMETRO ESTÁTICO CPTU
- UNIDADES GEOTÉCNICAS A-1
- UNIDADES GEOTÉCNICAS Ra



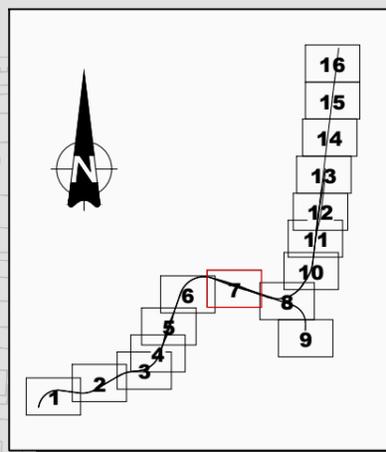


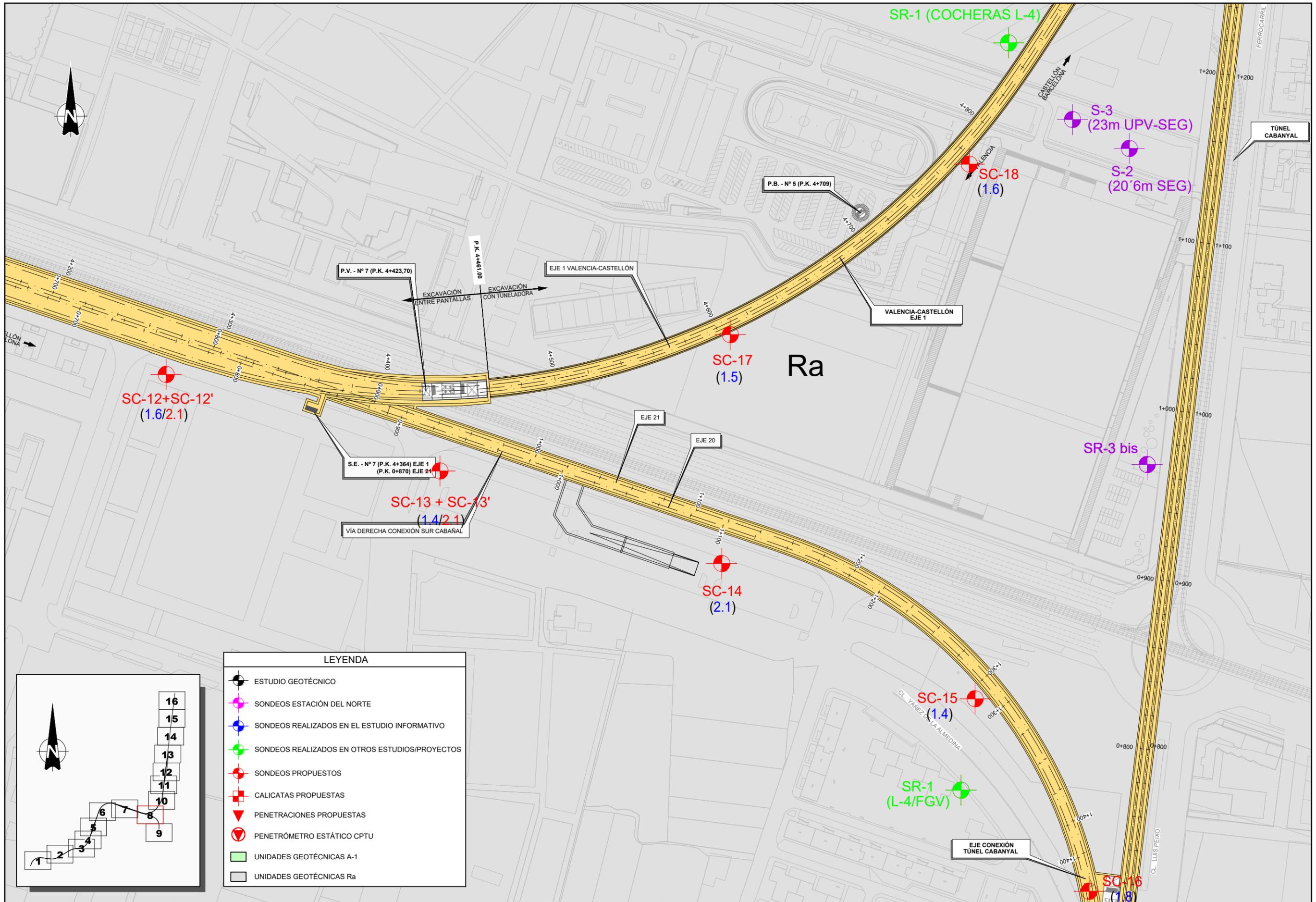
LEYENDA	
	ESTUDIO GEOTÉCNICO
	SONDEOS ESTACIÓN DEL NORTE
	SONDEOS REALIZADOS EN EL ESTUDIO INFORMATIVO
	SONDEOS REALIZADOS EN OTROS ESTUDIOS/PROYECTOS
	SONDEOS PROPUESTOS
	CALICATAS PROPUESTAS
	PENETRACIONES PROPUESTAS
	PENETRÓMETRO ESTÁTICO CPTU
	UNIDADES GEOTÉCNICAS A-1
	UNIDADES GEOTÉCNICAS Ra



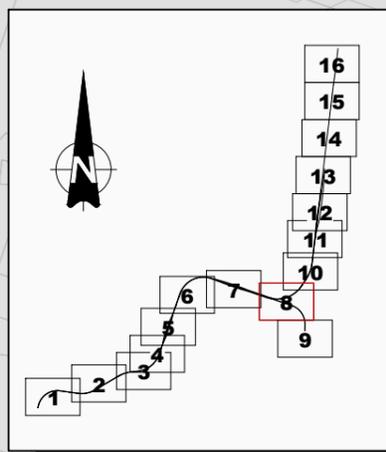


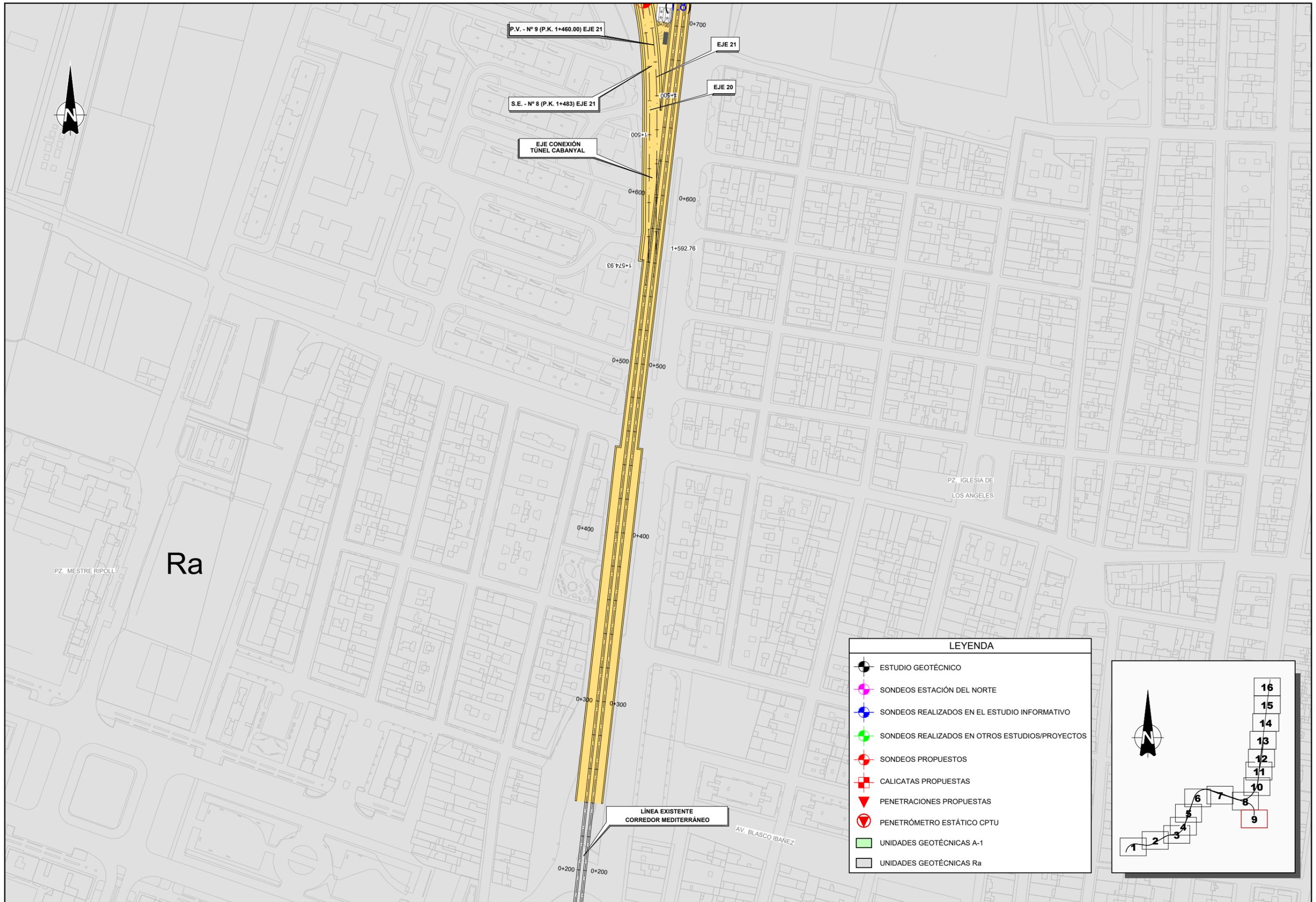
LEYENDA	
	ESTUDIO GEOTÉCNICO
	SONDEOS ESTACIÓN DEL NORTE
	SONDEOS REALIZADOS EN EL ESTUDIO INFORMATIVO
	SONDEOS REALIZADOS EN OTROS ESTUDIOS/PROYECTOS
	SONDEOS PROPUESTOS
	CALICATAS PROPUESTAS
	PENETRACIONES PROPUESTAS
	PENETRÓMETRO ESTÁTICO CPTU
	UNIDADES GEOTÉCNICAS A-1
	UNIDADES GEOTÉCNICAS Ra





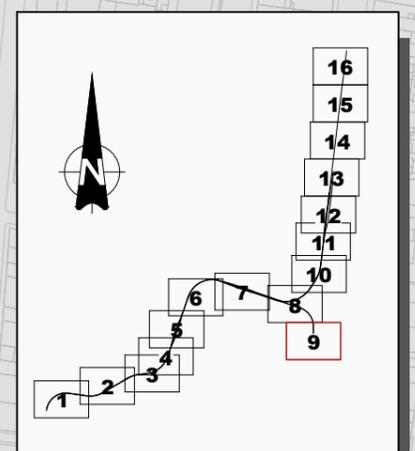
LEYENDA	
	ESTUDIO GEOTÉCNICO
	SONDEOS ESTACIÓN DEL NORTE
	SONDEOS REALIZADOS EN EL ESTUDIO INFORMATIVO
	SONDEOS REALIZADOS EN OTROS ESTUDIOS/PROYECTOS
	SONDEOS PROPUESTOS
	CALICATAS PROPUESTAS
	PENETRACIONES PROPUESTAS
	PENETRÓMETRO ESTÁTICO CPTU
	UNIDADES GEOTÉCNICAS A-1
	UNIDADES GEOTÉCNICAS Ra

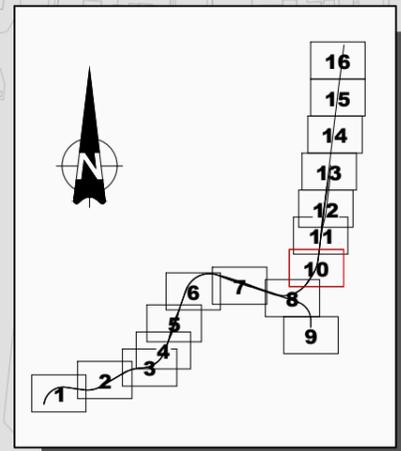
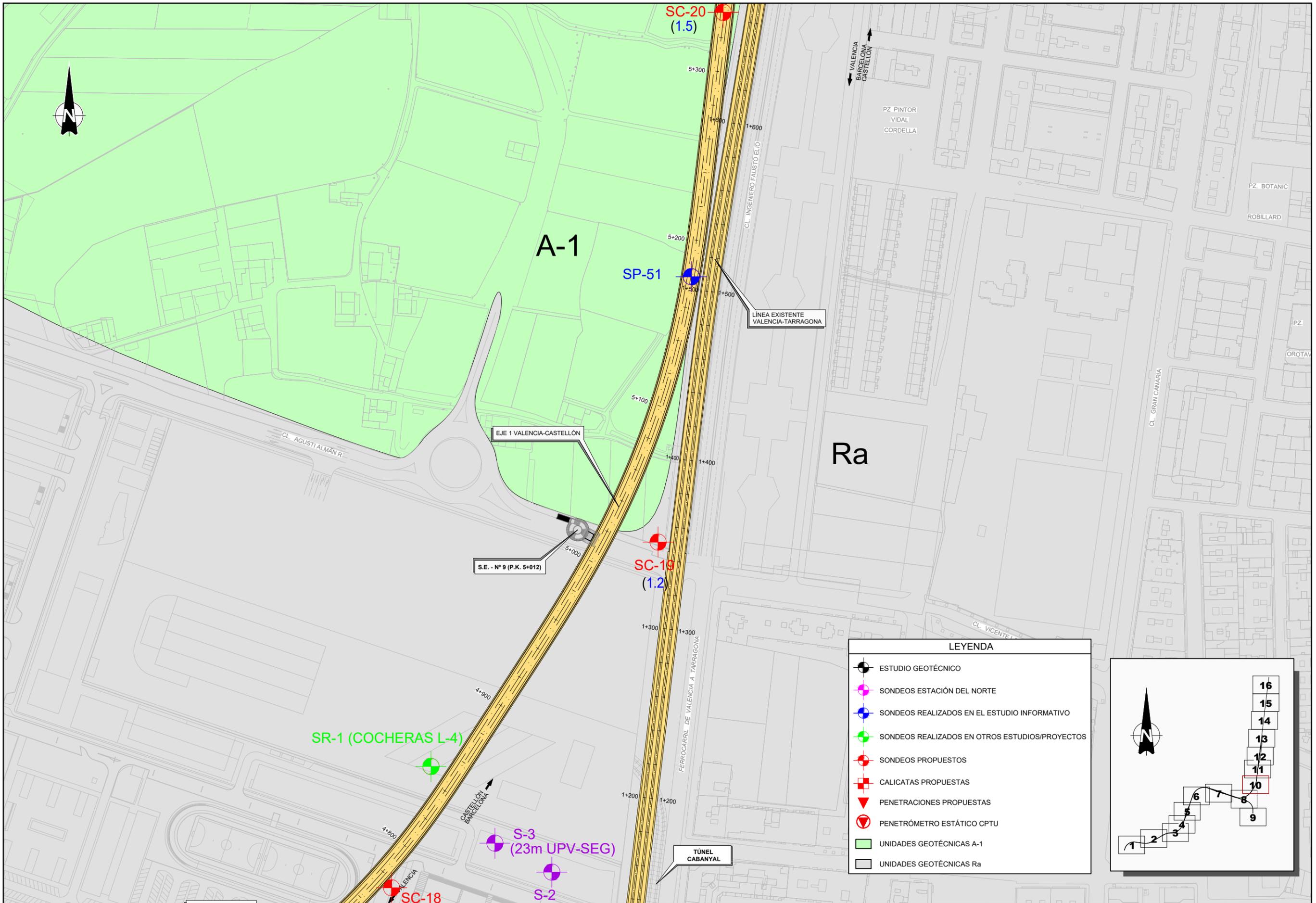


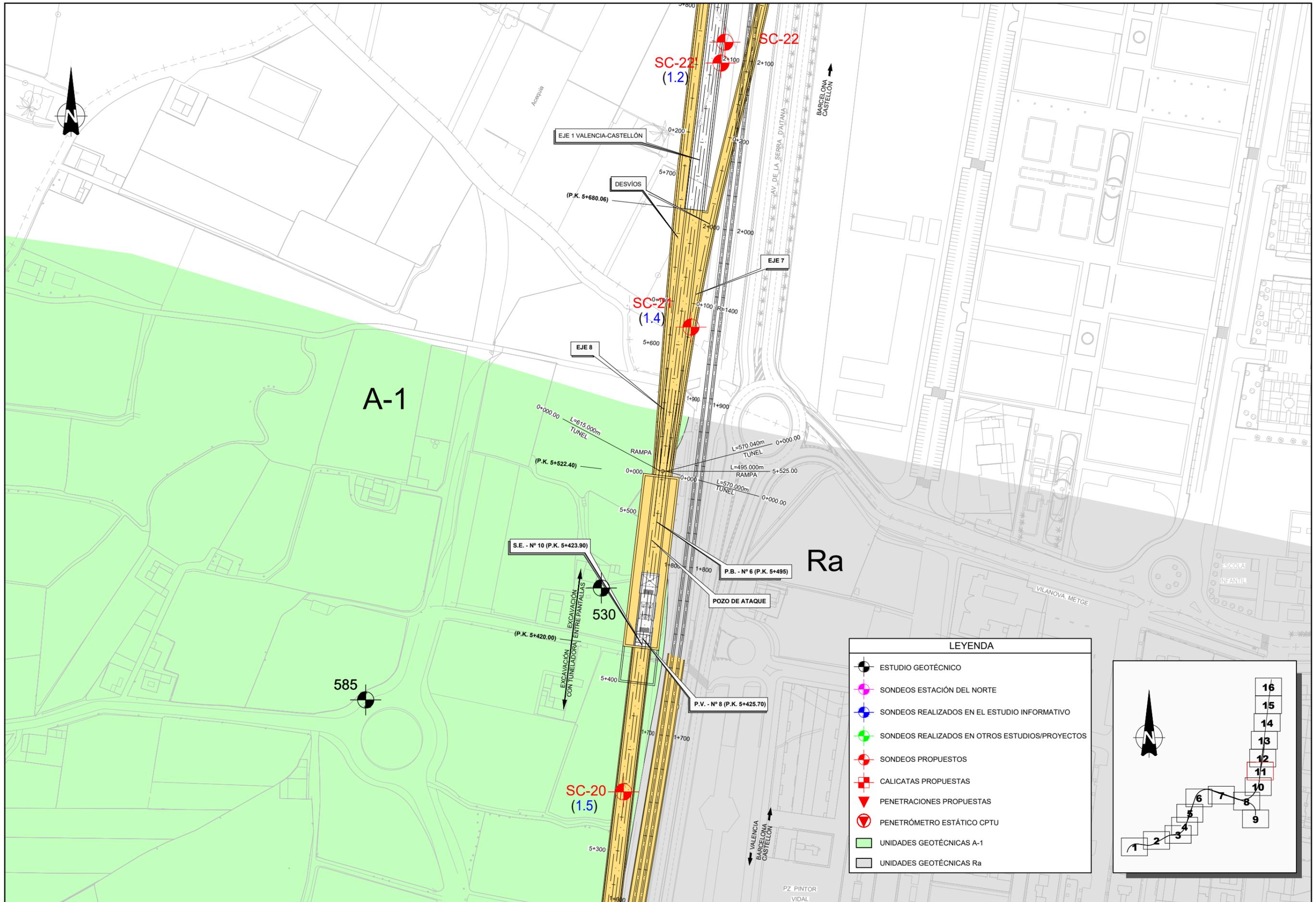


**LEYENDA**

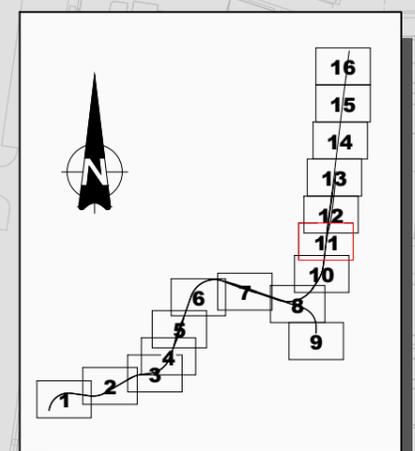
- ESTUDIO GEOTÉCNICO
- SONDEOS ESTACIÓN DEL NORTE
- SONDEOS REALIZADOS EN EL ESTUDIO INFORMATIVO
- SONDEOS REALIZADOS EN OTROS ESTUDIOS/PROYECTOS
- SONDEOS PROPUESTOS
- CALICATAS PROPUESTAS
- PENETRACIONES PROPUESTAS
- PENETRÓMETRO ESTÁTICO CPTU
- UNIDADES GEOTÉCNICAS A-1
- UNIDADES GEOTÉCNICAS Ra

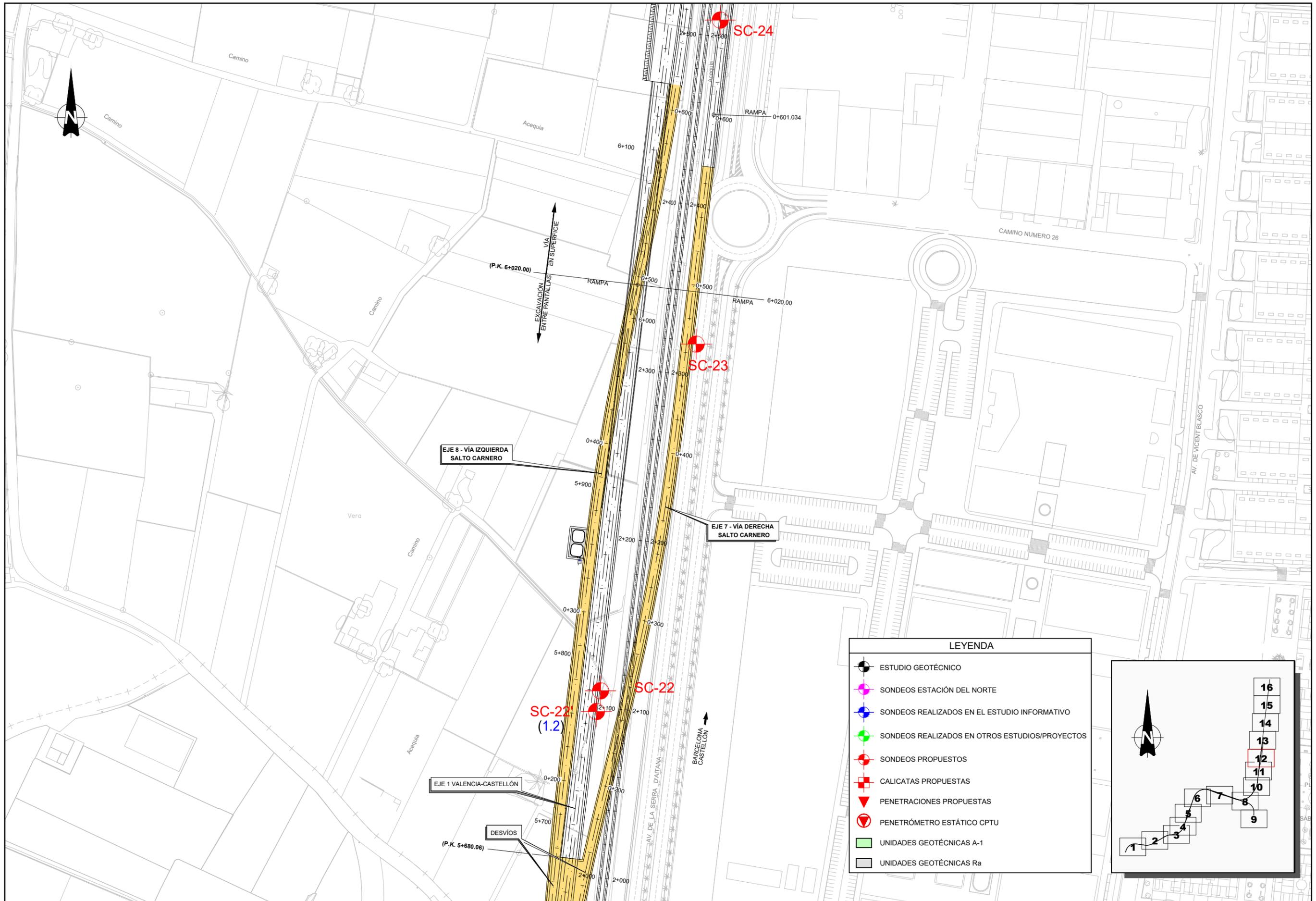






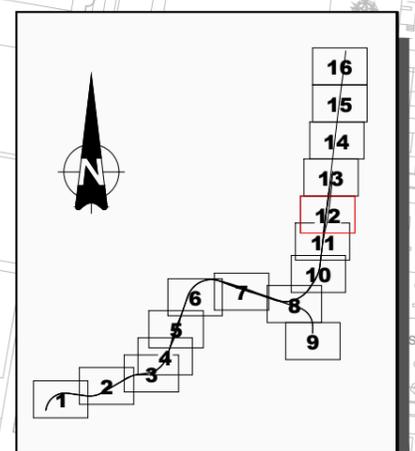
LEYENDA	
	ESTUDIO GEOTÉCNICO
	SONDEOS ESTACIÓN DEL NORTE
	SONDEOS REALIZADOS EN EL ESTUDIO INFORMATIVO
	SONDEOS REALIZADOS EN OTROS ESTUDIOS/PROYECTOS
	SONDEOS PROPUESTOS
	CALICATAS PROPUESTAS
	PENETRACIONES PROPUESTAS
	PENETRÓMETRO ESTÁTICO CPTU
	UNIDADES GEOTÉCNICAS A-1
	UNIDADES GEOTÉCNICAS Ra

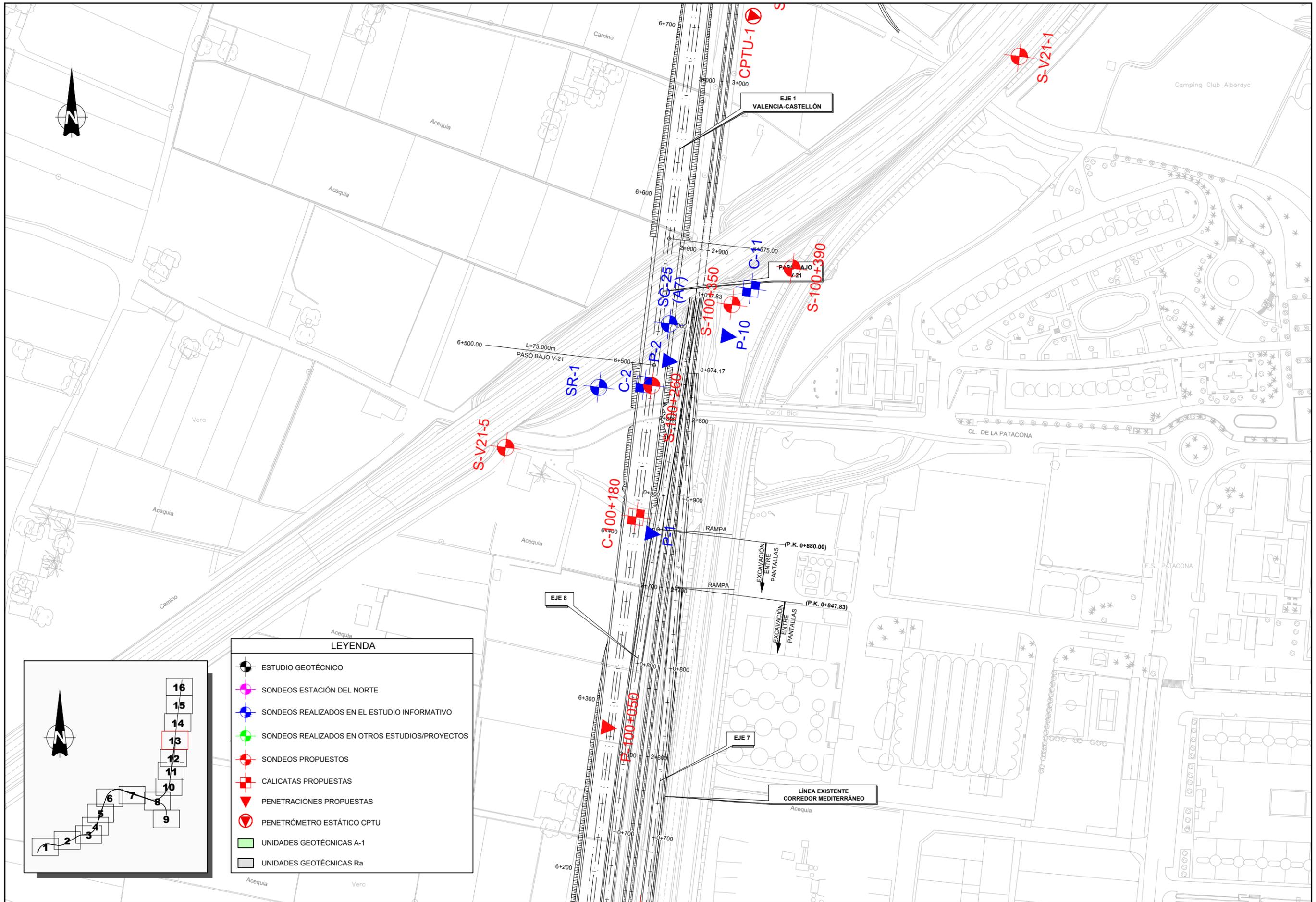




**LEYENDA**

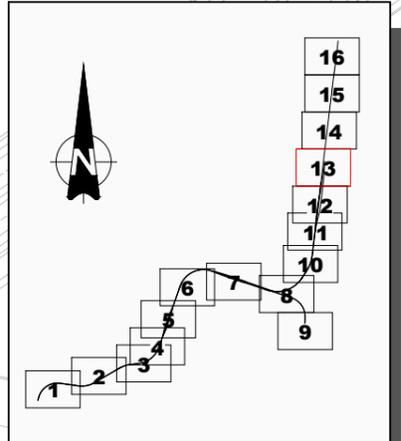
- ESTUDIO GEOTÉCNICO
- SONDEOS ESTACIÓN DEL NORTE
- SONDEOS REALIZADOS EN EL ESTUDIO INFORMATIVO
- SONDEOS REALIZADOS EN OTROS ESTUDIOS/PROYECTOS
- SONDEOS PROPUESTOS
- CALICATAS PROPUESTAS
- PENETRACIONES PROPUESTAS
- PENETRÓMETRO ESTÁTICO CPTU
- UNIDADES GEOTÉCNICAS A-1
- UNIDADES GEOTÉCNICAS Ra

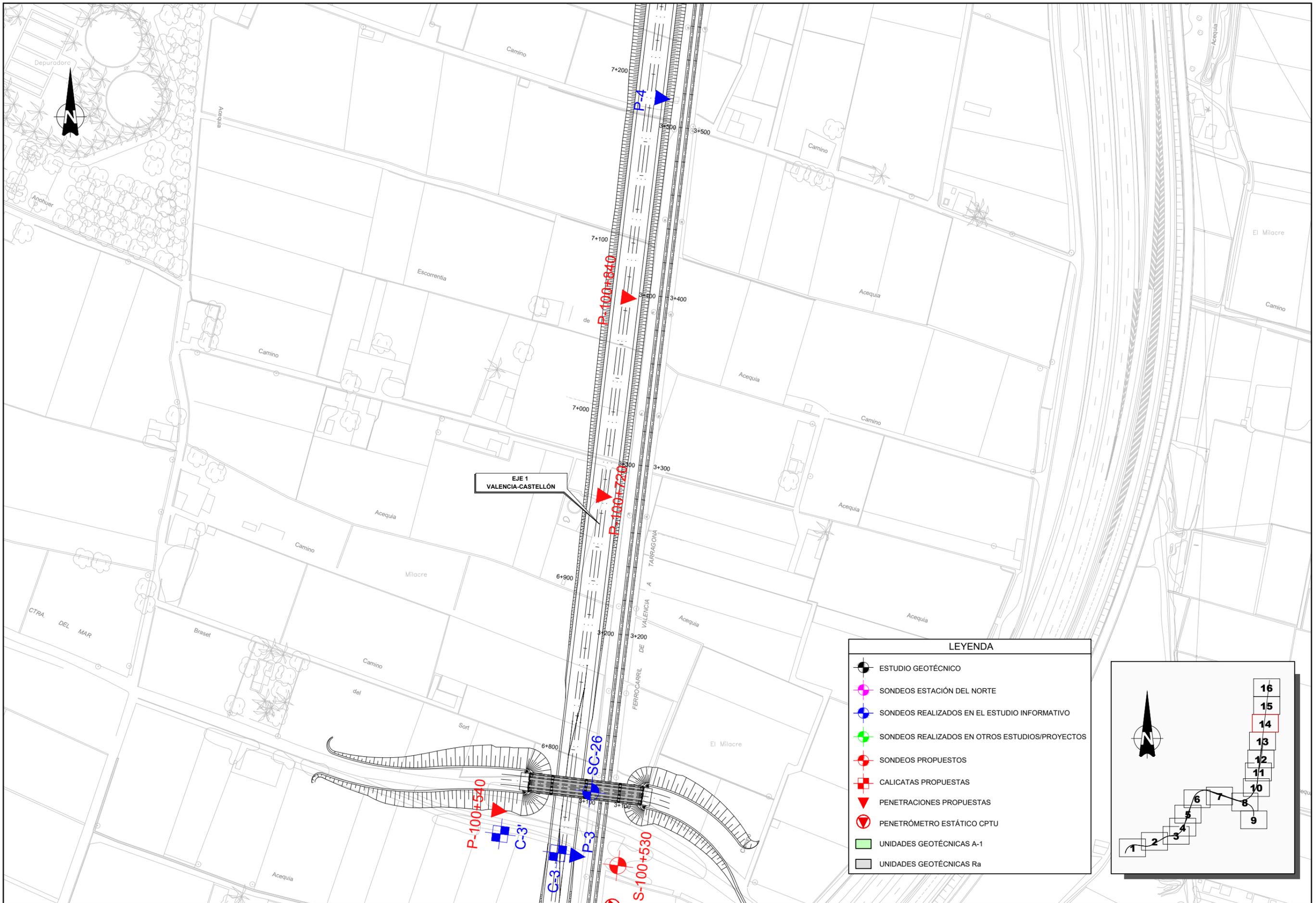


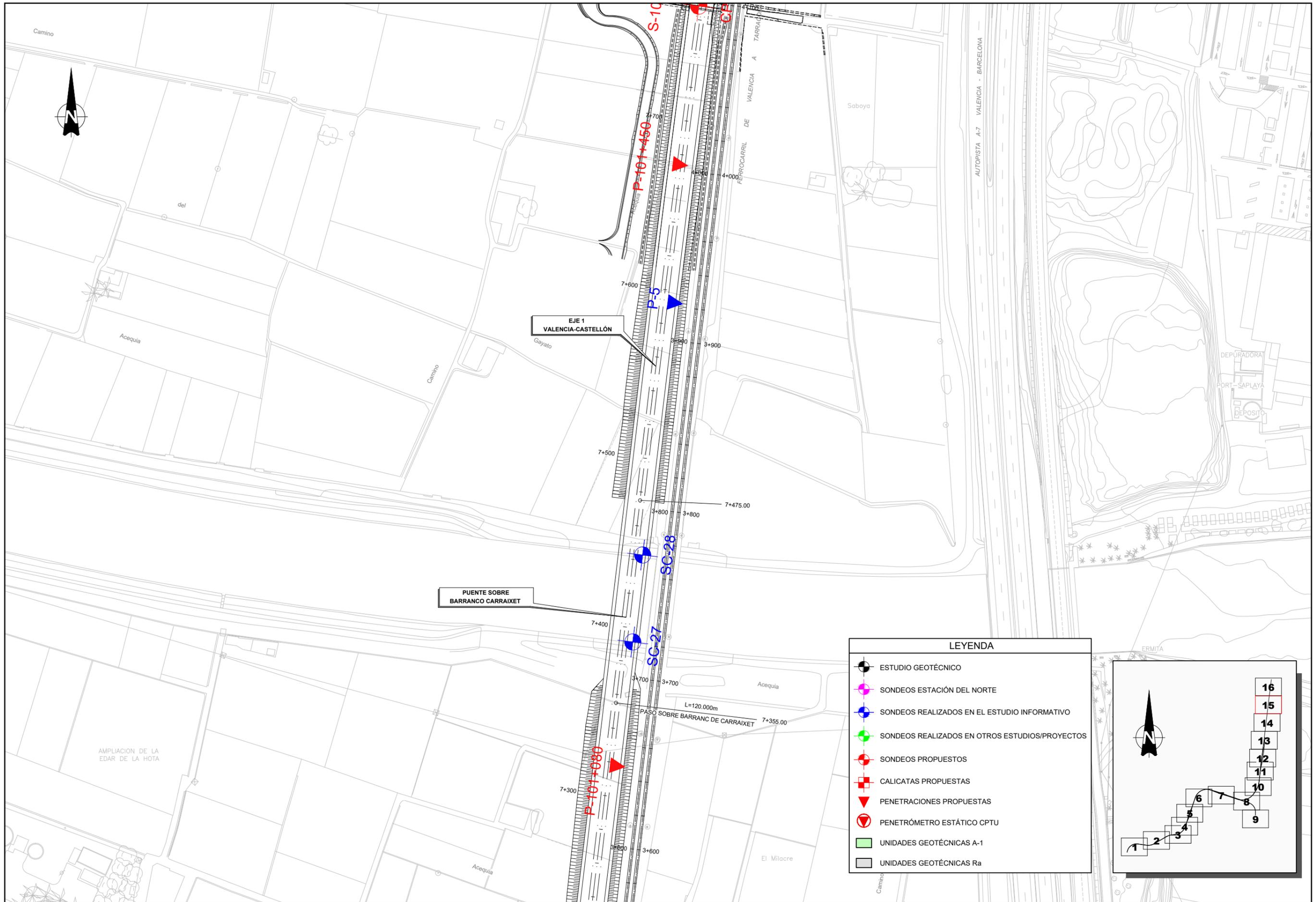


**LEYENDA**

	ESTUDIO GEOTÉCNICO
	SONDEOS ESTACIÓN DEL NORTE
	SONDEOS REALIZADOS EN EL ESTUDIO INFORMATIVO
	SONDEOS REALIZADOS EN OTROS ESTUDIOS/PROYECTOS
	SONDEOS PROPUESTOS
	CALICATAS PROPUESTAS
	PENETRACIONES PROPUESTAS
	PENETRÓMETRO ESTÁTICO CPTU
	UNIDADES GEOTÉCNICAS A-1
	UNIDADES GEOTÉCNICAS Ra

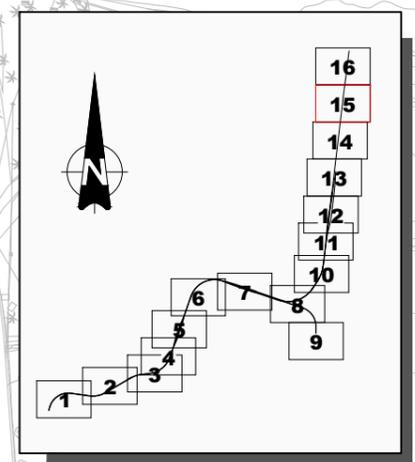




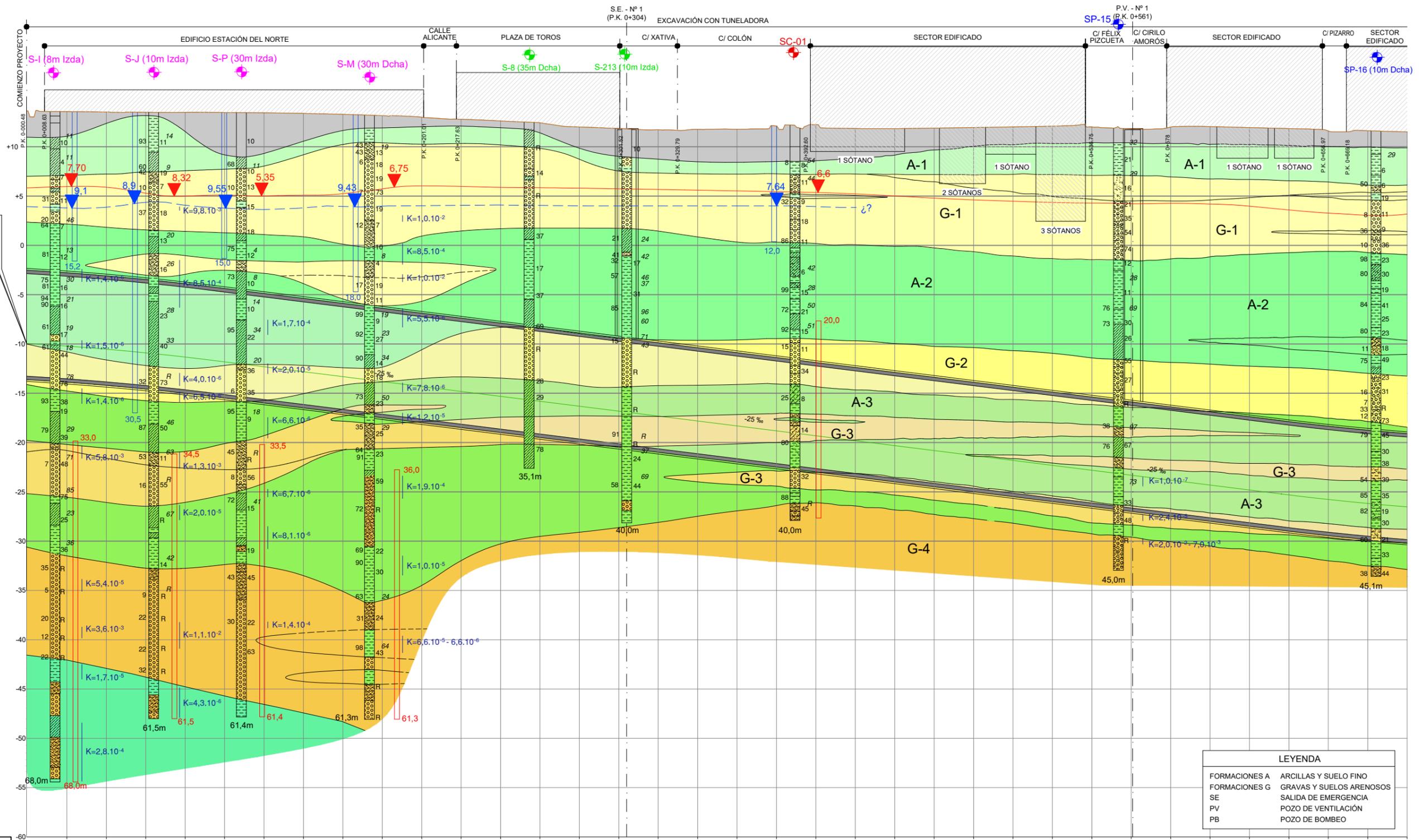


**LEYENDA**

-  ESTUDIO GEOTÉCNICO
-  SONDEOS ESTACIÓN DEL NORTE
-  SONDEOS REALIZADOS EN EL ESTUDIO INFORMATIVO
-  SONDEOS REALIZADOS EN OTROS ESTUDIOS/PROYECTOS
-  SONDEOS PROPUESTOS
-  CALICATAS PROPUESTAS
-  PENETRACIONES PROPUESTAS
-  PENETRÓMETRO ESTÁTICO CPTU
-  UNIDADES GEOTÉCNICAS A-1
-  UNIDADES GEOTÉCNICAS Ra







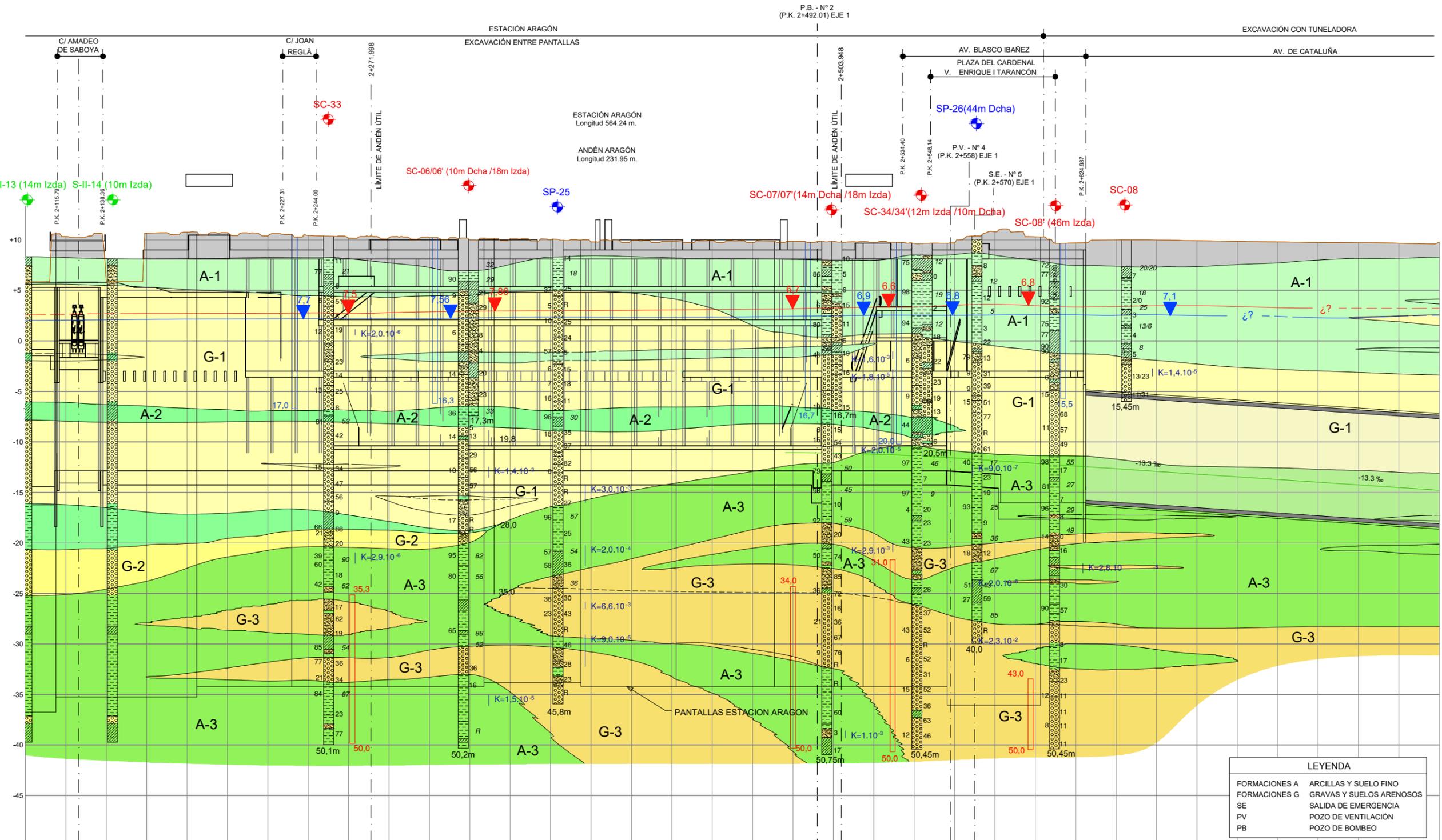
ALTERNATIVA BASE  
 P.K. inicio 0+000,480  
 X = 725.550,971m  
 Y = 4.371.631,918m  
 Z = -9,551m  
 R = Recta  
 AZ = 15,1784  
 pte = -12,65 %

LEYENDA	
FORMACIONES A	ARCILLAS Y SUELO FINO
FORMACIONES G	GRAVAS Y SUELOS ARENOSOS
SE	SALIDA DE EMERGENCIA
PV	POZO DE VENTILACION
PB	POZO DE BOMBEO

PLANO DE COMPARACION		P.K.	0+000	0+200	0+400	0+600																																
ORDENADAS	RASANTE		-9,951	-10,214	-10,528	-10,901	-11,330	-11,814	-12,314	-12,814	-13,314	-13,814	-14,314	-14,814	-15,314	-15,814	-16,314	-16,814	-17,314	-17,814	-18,314	-18,814	-19,314	-19,814	-20,314	-20,814	-21,314	-21,814	-22,314	-22,814	-23,314	-23,814	-24,314	-24,814	-25,304	-25,743	-26,124	-26,448
	TERRENO		13,85	13,57	13,54	13,50	13,49	13,48	13,45	13,39	13,30	13,16	13,02	12,79	12,63	12,46	12,20	11,86	11,74	11,77	11,78	12,13	12,24	11,86	11,84	11,89	11,95	12,01	12,09	12,02	11,82	11,96	12,05	11,95	11,85	11,65	11,64	11,52
COTAS ROJAS DESMONTE			28,61	27,78	24,07	24,40	24,82	25,30	25,76	26,20	26,61	26,98	27,34	27,61	27,94	28,27	28,33	28,67	29,05	29,58	30,10	30,94	31,55	31,67	32,16	32,70	33,26	33,83	34,40	34,83	35,13	35,78	36,37	36,77	37,16	37,40	37,76	38,97







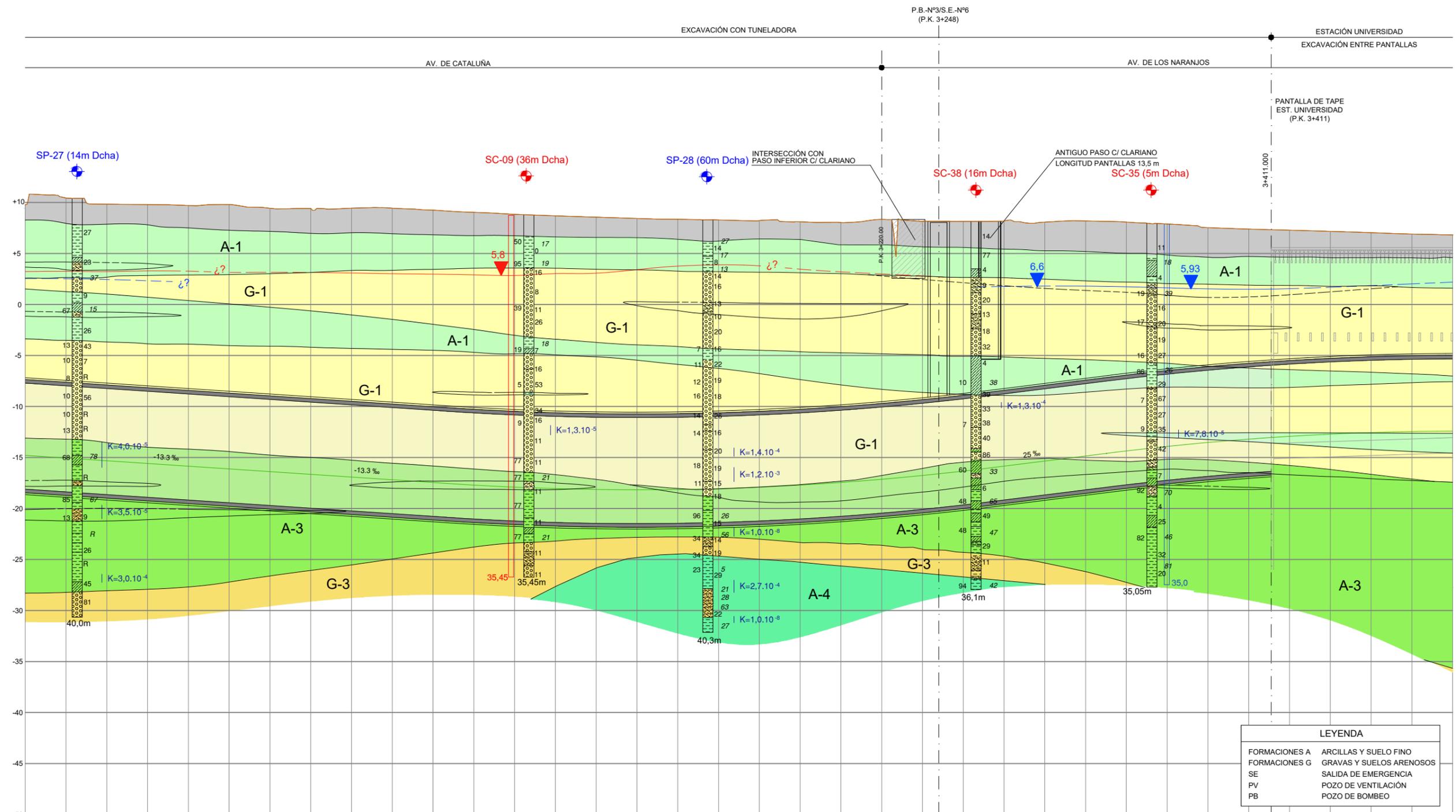
**LEYENDA**

FORMACIONES A	ARCILLAS Y SUELO FINO
FORMACIONES G	GRAVAS Y SUELOS ARENOSOS
SE	SALIDA DE EMERGENCIA
PV	POZO DE VENTILACIÓN
PB	POZO DE BOMBEO

**PLANO DE COMPARACION**

ORDENADAS	P.K.	
	RASANTE	-11.070
TERRENO	5.53	10.33
COTAS ROJAS DESMONTE	16.90	21.40

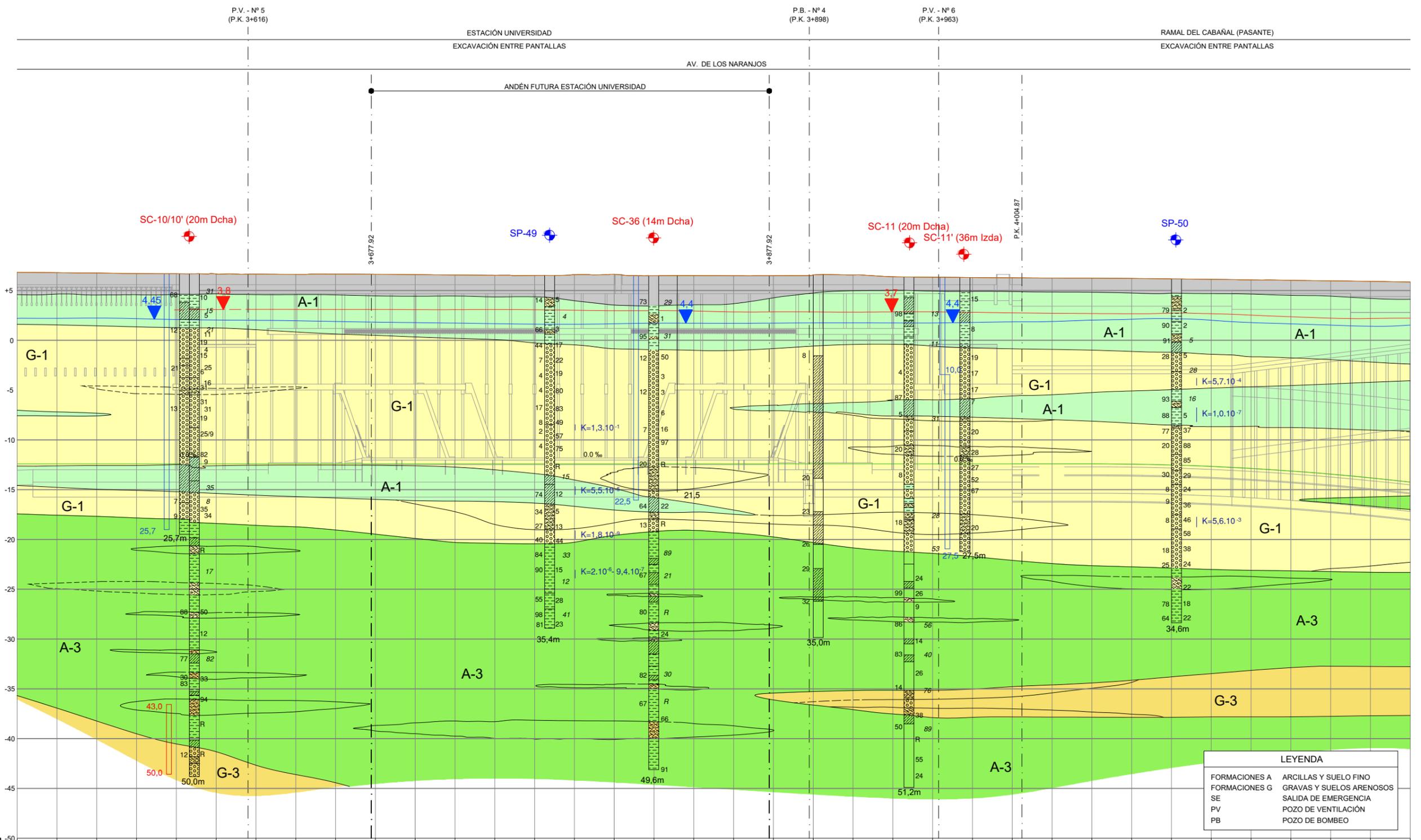
P.K.	2+000	2+200	2+400	2+600	2+800
RASANTE	-11.070	-11.070	-11.070	-11.070	-11.070
TERRENO	5.53	10.33	5.87	10.66	10.76
COTAS ROJAS DESMONTE	16.90	21.40	16.94	21.73	21.82



EJE VALENCIA - CASTELLÓN. EJE 1

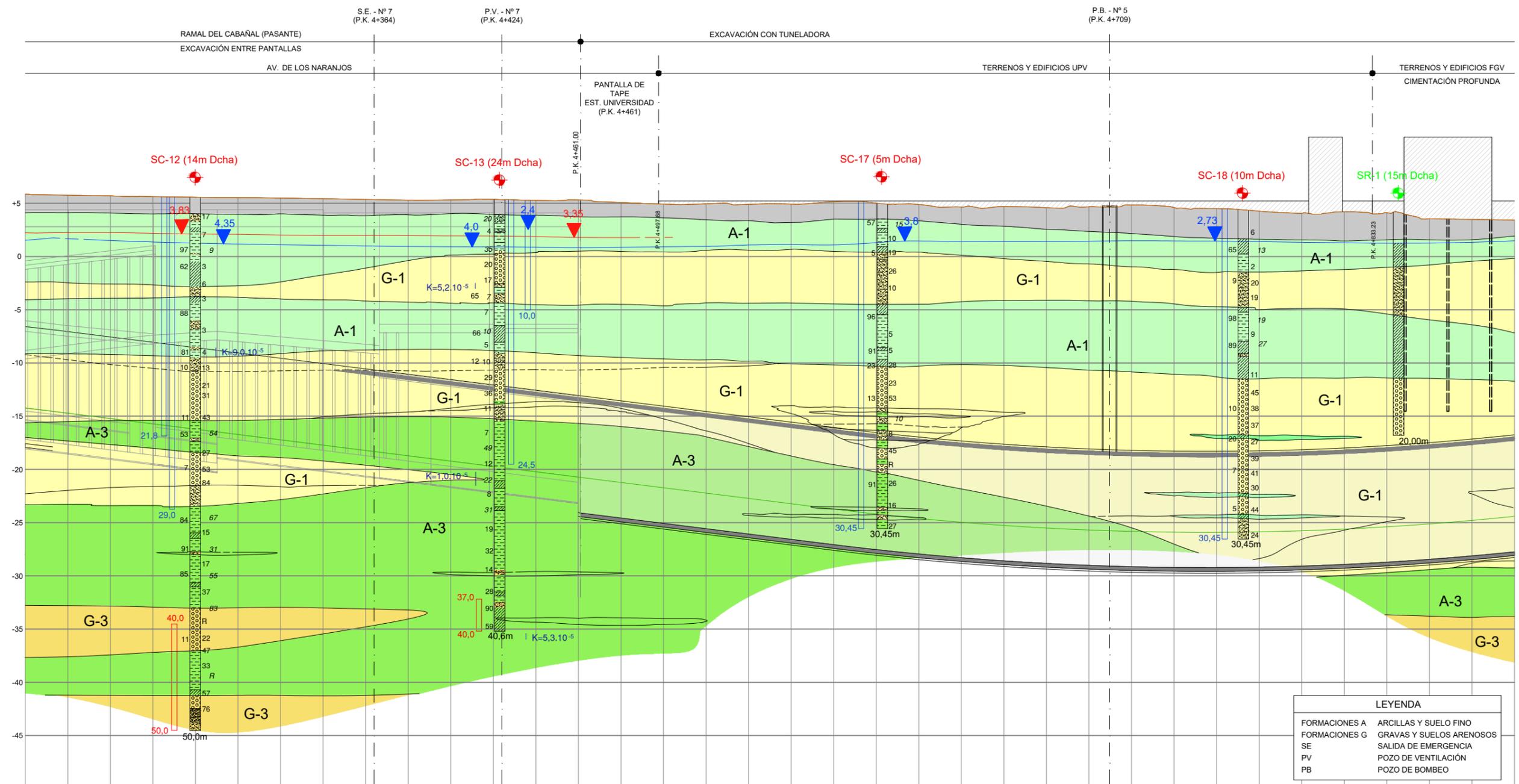
LEYENDA	
FORMACIONES A	ARCILLAS Y SUELO FINO
FORMACIONES G	GRAVAS Y SUELOS ARENOSOS
SE	SALIDA DE EMERGENCIA
PV	POZO DE VENTILACIÓN
PB	POZO DE BOMBEO

PLANO DE COMPARACION		P.K.																																		
ORDENADAS	RASANTE																																			
	TERRENO																																			
COTAS ROJAS DESMORTE																																				
	-14,787	-15,063	-15,320	-15,586	-15,853	-16,120	-16,386	-16,653	-16,920	-17,186	-17,453	-17,707	-17,907	-18,049	-18,135	-18,163	-18,135	-18,049	-17,906	-17,706	-17,448	-17,134	-16,763	-16,334	-15,850	-15,350	-14,850	-14,357	-13,914	-13,528	-13,199	-12,927	-12,713	-12,555	-12,455	-12,412
	9,77	10,44	9,83	9,79	9,70	9,79	9,43	9,41	9,44	9,44	9,25	9,03	8,83	8,69	8,56	8,44	8,35	8,28	8,23	8,11	8,03	8,34	8,14	8,14	8,18	8,07	8,16	8,07	7,89	7,53	7,39	7,28	7,17	7,04	6,90	6,83
	24,56	25,50	25,15	25,37	25,55	25,91	26,82	26,07	26,36	26,63	26,70	26,74	26,74	26,74	26,70	26,60	26,49	26,33	26,13	25,81	25,48	25,47	24,91	24,47	24,03	23,42	23,03	22,43	21,80	21,06	20,59	20,21	19,88	19,59	19,36	19,24



LEYENDA	
FORMACIONES A	ARCILLAS Y SUELO FINO
FORMACIONES G	GRAVAS Y SUELOS ARENOSOS
SE	SALIDA DE EMERGENCIA
PV	POZO DE VENTILACIÓN
PB	POZO DE BOMBEO

PLANO DE COMPARACION		P.K.	
ORDENADAS	RASANTE	3+600	3+800
	TERRENO	3+600	3+800
COTAS ROJAS DESMONTE		4+000	4+200

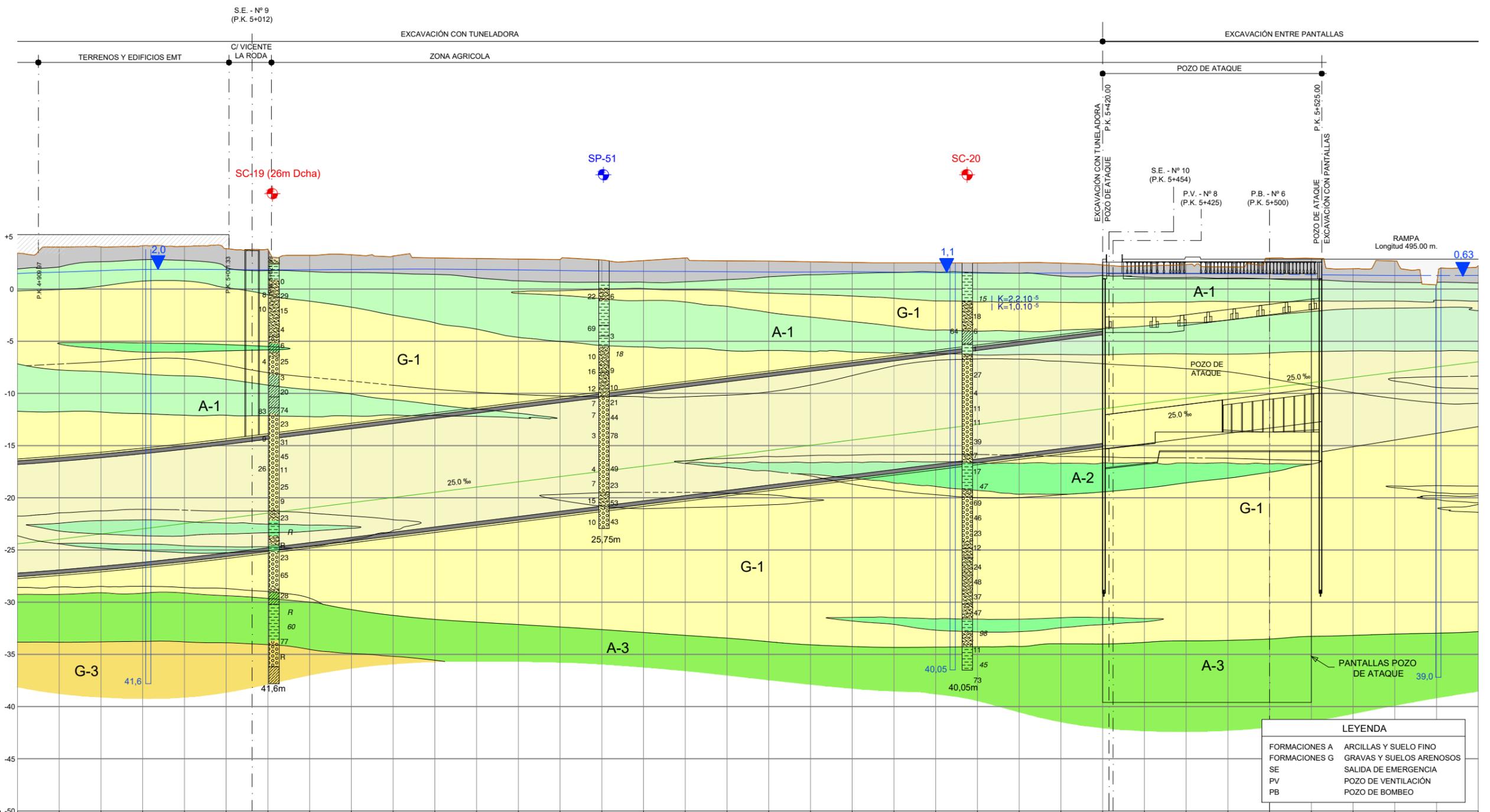


LEYENDA

FORMACIONES A	ARCILLAS Y SUELO FINO
FORMACIONES G	GRAVAS Y SUELOS ARENOSOS
SE	SALIDA DE EMERGENCIA
PV	POZO DE VENTILACIÓN
PB	POZO DE BOMBEO

PLANO DE COMPARACION

ORDENADAS	P.K.	
	RASANTE	TERRENO
	4+200	4+400
	4+600	4+800
	4+200	4+800
	2007	2744
	14,239	3,03
	5,77	5,77
	5,68	5,68
	5,61	5,61
	5,58	5,58
	5,50	5,50
	5,45	5,45
	5,40	5,40
	5,36	5,36
	5,28	5,28
	5,38	5,38
	5,34	5,34
	5,23	5,23
	5,15	5,15
	4,98	4,98
	5,13	5,13
	4,10	4,10
	4,00	4,00
	3,95	3,95
	3,90	3,90
	3,23	3,23
	3,15	3,15
	3,16	3,16
	2,91	2,91
	2,30	2,30
	1,97	1,97
	1,92	1,92
	2,08	2,08
	2,28	2,28
	2,34	2,34
	2,39	2,39
	2,51	2,51
	2,08	2,08
	2,55	2,55
	2,72	2,72
	2,75	2,75

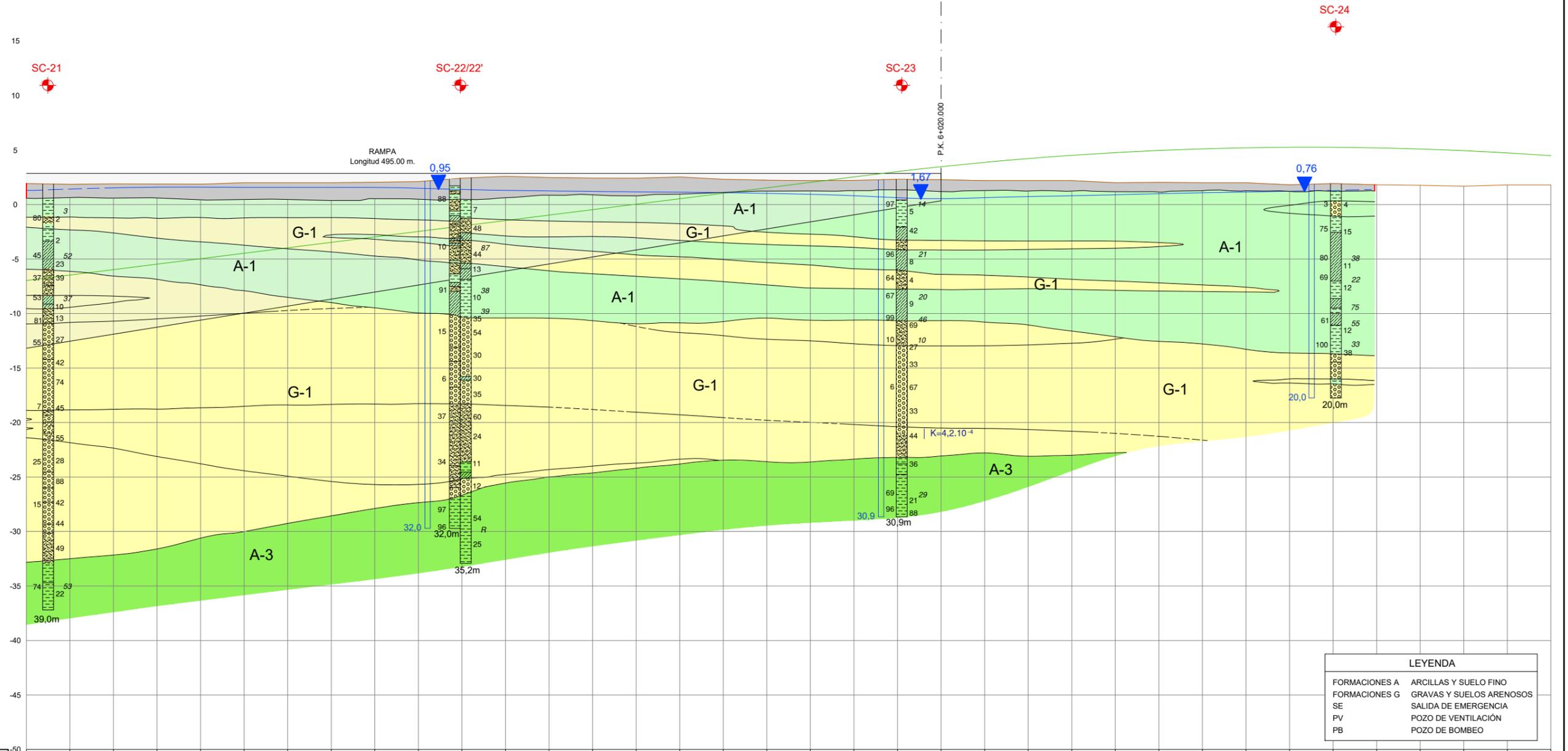


LEYENDA	
FORMACIONES A	ARCILLAS Y SUELO FINO
FORMACIONES G	GRAVAS Y SUELOS ARENOSOS
SE	SALIDA DE EMERGENCIA
PV	POZO DE VENTILACIÓN
PB	POZO DE BOMBEO

PLANO DE COMPARACION	
ORDENADAS	P.K.
RASANTE	
TERRENO	
COTAS ROJAS DESMONTE	

P.K.	5+000	5+100	5+200	5+300	5+400	5+500	5+600
RASANTE	24.465	23.963	23.470	22.970	22.470	21.970	21.470
TERRENO	3.03	2.73	2.79	2.80	2.68	3.87	3.83
COTAS ROJAS DESMONTE	27.44	26.69	26.28	25.77	25.15	25.84	25.30

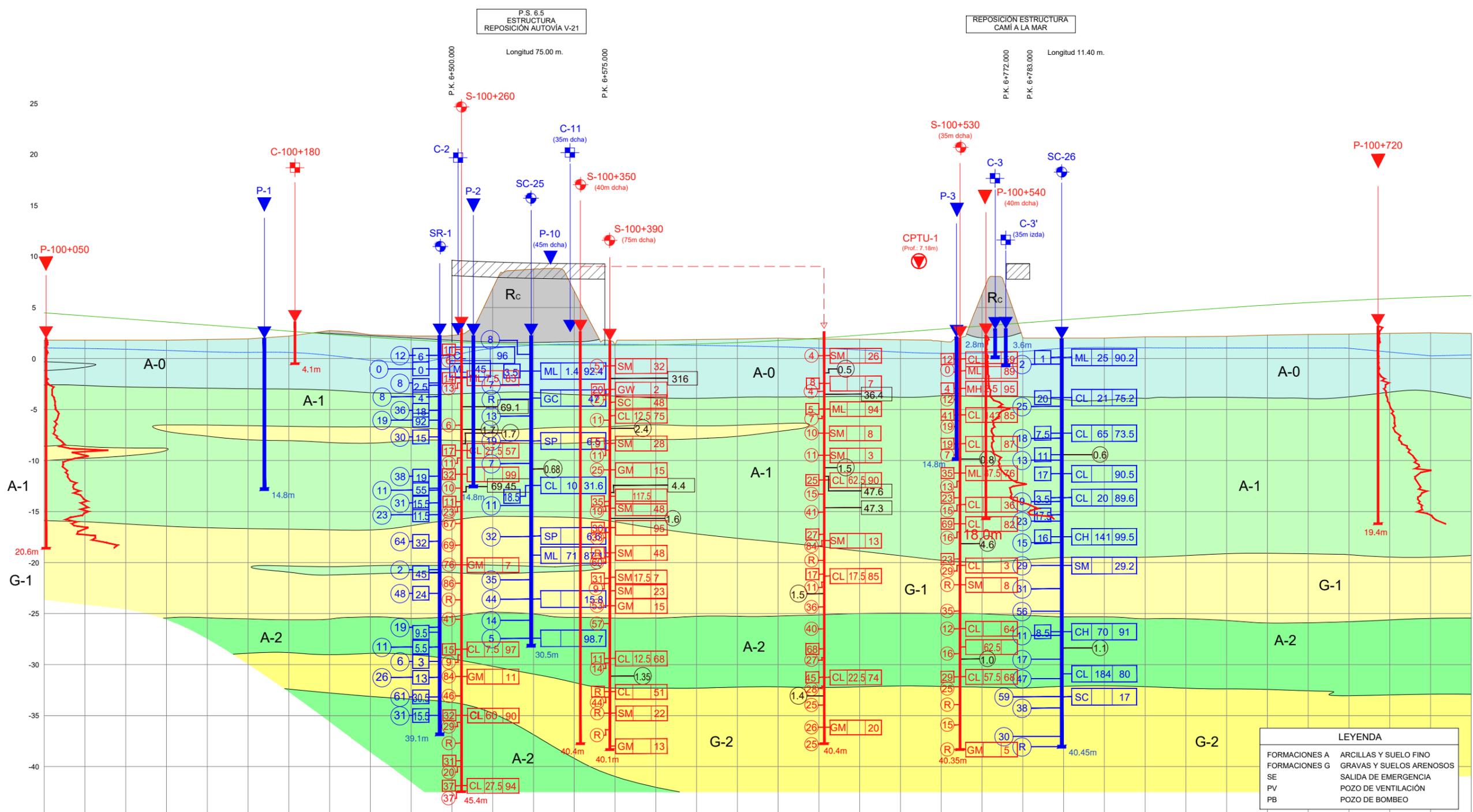
EXCAVACIÓN ENTRE PANTALLAS



LEYENDA	
FORMACIONES A	ARCILLAS Y SUELO FINO
FORMACIONES G	GRAVAS Y SUELOS ARENOSOS
SE	SALIDA DE EMERGENCIA
PV	POZO DE VENTILACIÓN
PB	POZO DE BOMBEO

PLANO DE COMPARACION	
ORDENADAS	P.K.
RASANTE	
TERRENO	
COTAS ROJAS DESMONTE	

5+600	5+610	5+620	5+630	5+640	5+650	5+660	5+670	5+680	5+690	5+700	5+710	5+720	5+730	5+740	5+750	5+760	5+770	5+780	5+790	5+800	5+810	5+820	5+830	5+840	5+850	5+860	5+870	5+880	5+890	5+900	5+910	5+920	5+930	5+940	5+950	5+960	5+970	5+980	5+990	6+000	6+010	6+020	6+030	6+040	6+050	6+060	6+070	6+080	6+090	6+100	6+110	6+120	6+130	6+140	6+150	6+160	6+170	6+180	6+190	6+200
-6.970	-6.470	-5.970	-5.470	-4.970	-4.470	-3.970	-3.470	-2.970	-2.470	-1.970	-1.470	-0.970	-0.470	0.030	0.530	1.030	1.530	2.030	2.530	3.023	3.470	3.867	4.215	4.512	4.760	4.957	5.104	5.202	5.249	5.246	5.194	5.091	4.939	4.736	4.483																									
9.21	8.33	7.87	7.35	6.84	6.48	5.97	5.47	5.02	4.57	4.39	4.06	3.44	2.90	2.39	2.00	1.29	0.70	0.17	2.22	2.31	2.28	2.20	2.20	2.00	2.04	2.00	2.00	1.81	1.93	1.82	1.77	1.68	1.80	1.80																										
9.21	8.33	7.87	7.35	6.84	6.48	5.97	5.47	5.02	4.57	4.39	4.06	3.44	2.90	2.39	2.00	1.29	0.70	0.17	2.22	2.31	2.28	2.20	2.20	2.00	2.04	2.00	2.00	1.81	1.93	1.82	1.77	1.68	1.80	1.80																										



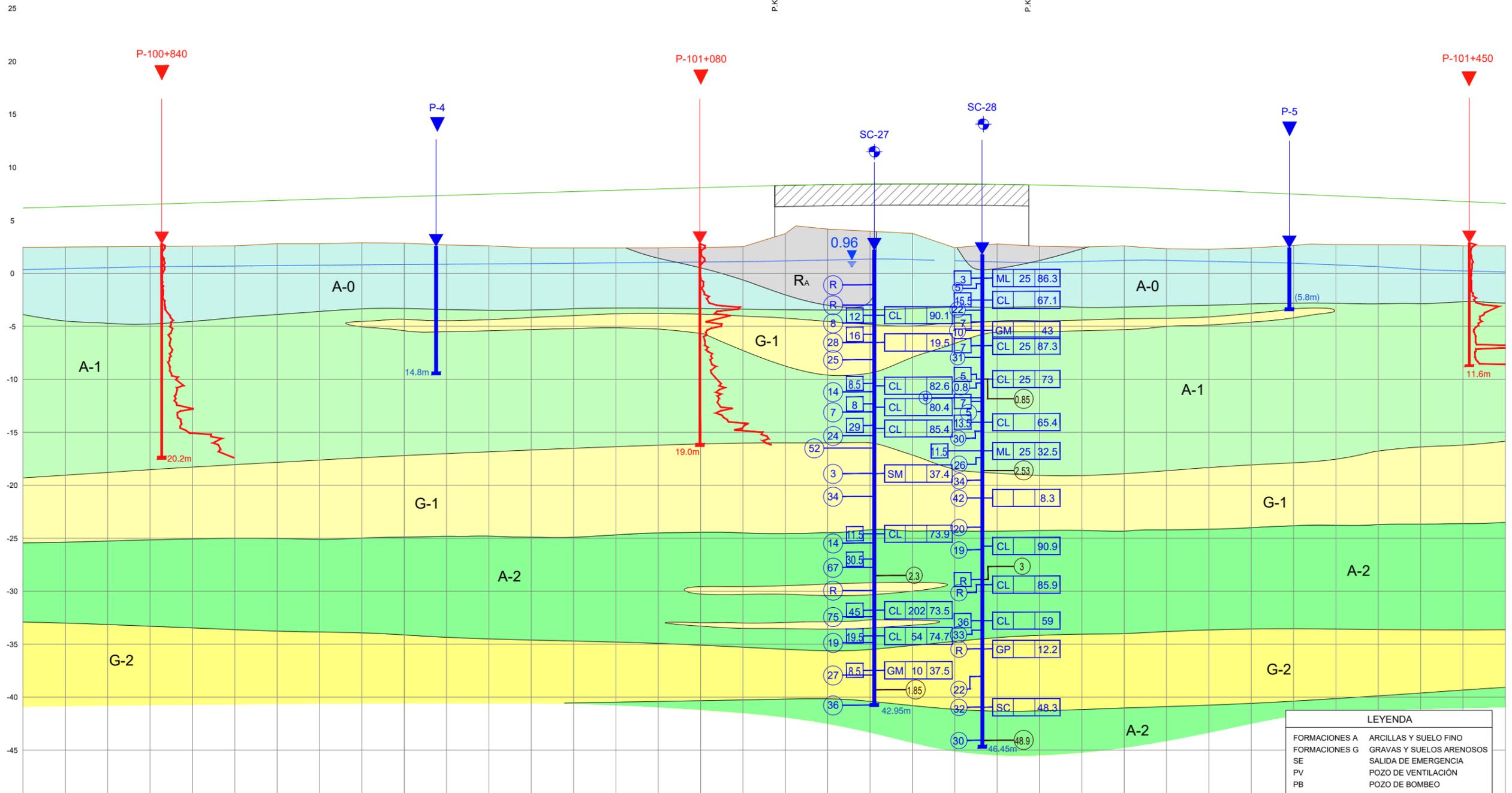
PLANO DE COMPARACION		P.K.	
ORDENADAS	RASANTE	4.483	6.163
	TERRENO	1.80	2.46
COTAS ROJAS DESMONTE		0.35	0.34

VIADUCTO SOBRE BARRANCO DE CARRAIXET  
P.K. 7+400, L= 120.00m  
PASO DE FAUNA

Longitud 120.00 m.

P.K. 7+395.000

P.K. 7+475.000

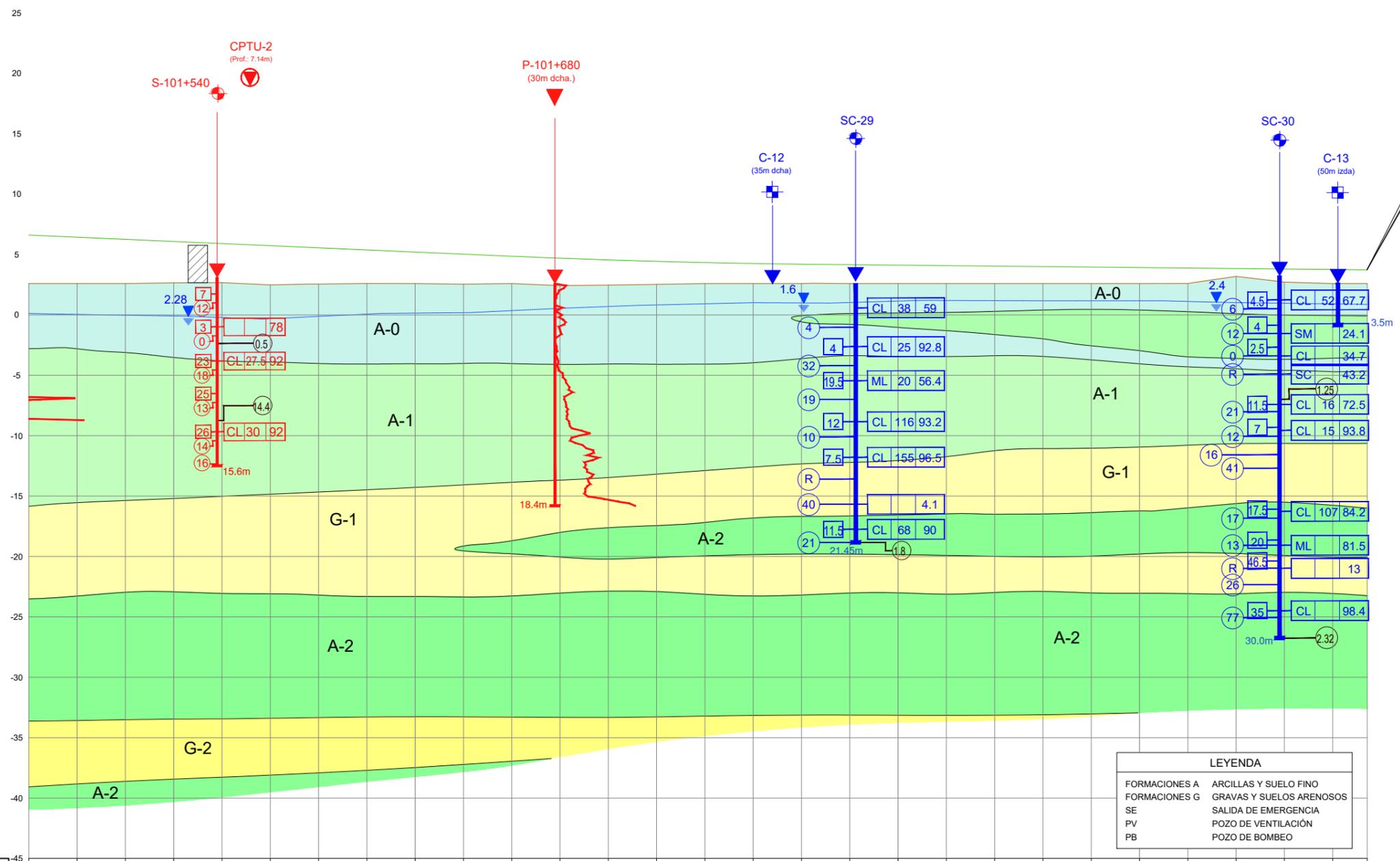


LEYENDA	
FORMACIONES A	ARCILLAS Y SUELO FINO
FORMACIONES G	GRAVAS Y SUELOS ARENOSOS
SE	SALIDA DE EMERGENCIA
PV	POZO DE VENTILACIÓN
PB	POZO DE BOMBEO

PLANO DE COMPARACION	
P.K.	
ORDENADAS	RASANTE
	TERRENO
	COTAS ROJAS DESMONTE

P.K.	7+000	7+200	7+400	7+600
RASANTE	6.163	6.283	6.403	6.523
TERRENO	2.46	2.46	2.51	2.54
COTAS ROJAS DESMONTE	2.46	2.46	2.51	2.54

PASO INFERIOR  
101.5  
P.K. 7+766.000 Longitud 8 m.  
P.K. 7+774.000



ALTERNATIVA BASE  
P.K. Final 8+254,299  
X = 729.733,769m  
Y = 4.376.738,870m  
Z = 3,726 m  
R = Recta  
AZ = 7,5376  
p100 = -2,00 ‰

LEYENDA

FORMACIONES A	ARCILLAS Y SUELO FINO
FORMACIONES G	GRAVAS Y SUELOS ARENOSOS
SE	SALIDA DE EMERGENCIA
PV	POZO DE VENTILACIÓN
PB	POZO DE BOMBEO

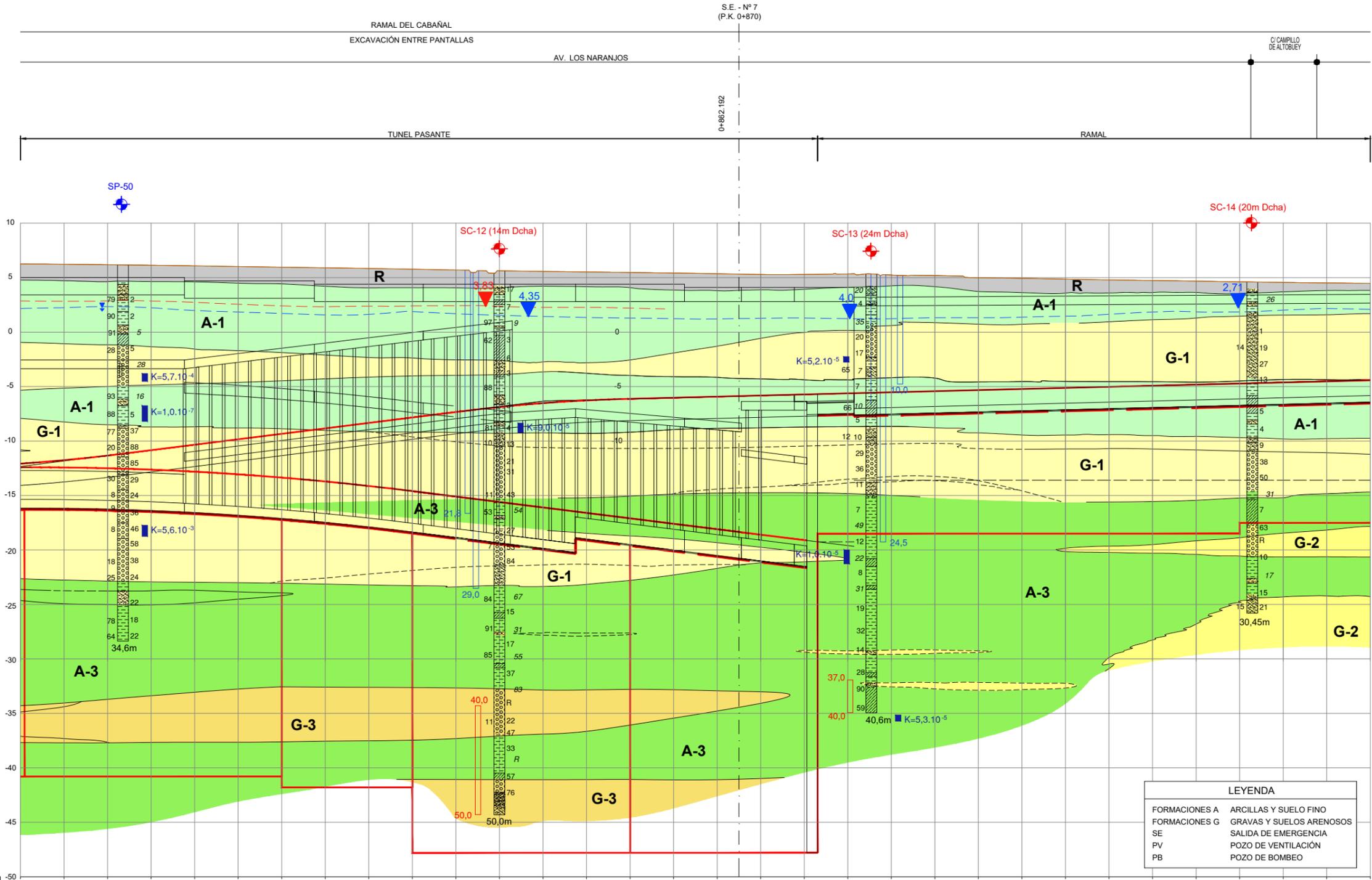
EJE VALENCIA - CASTELLÓN EJE 1

PLANO DE COMPARACION

P.K.	
ORDENADAS	RASANTE
	TERRENO
COTAS ROJAS DESMONTE	

P.K.	7+800	8+000	8+200																											
ORDENADAS	6.606	6.431	6.256	6.081	5.906	5.731	5.556	5.381	5.206	5.031	4.857	4.687	4.557	4.437	4.337	4.257	4.197	4.155	4.115	4.075	4.035	3.995	3.955	3.915	3.875	3.835	3.795	3.755	3.726	
COTAS ROJAS DESMONTE	2.60	2.60	2.60	2.66	2.67	2.48	2.55	2.61	2.60	2.54	2.60	2.42	2.47	2.52	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60

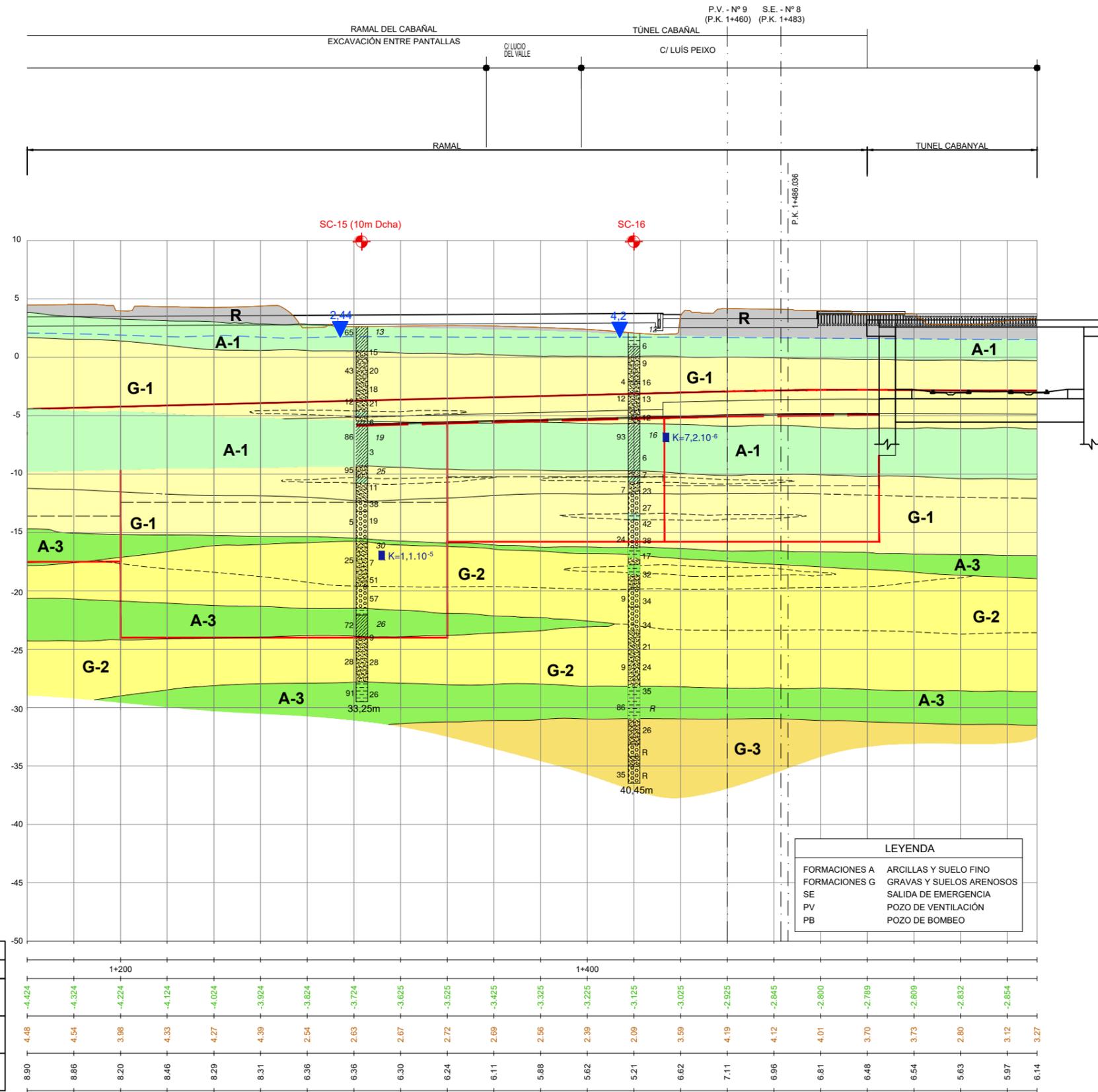




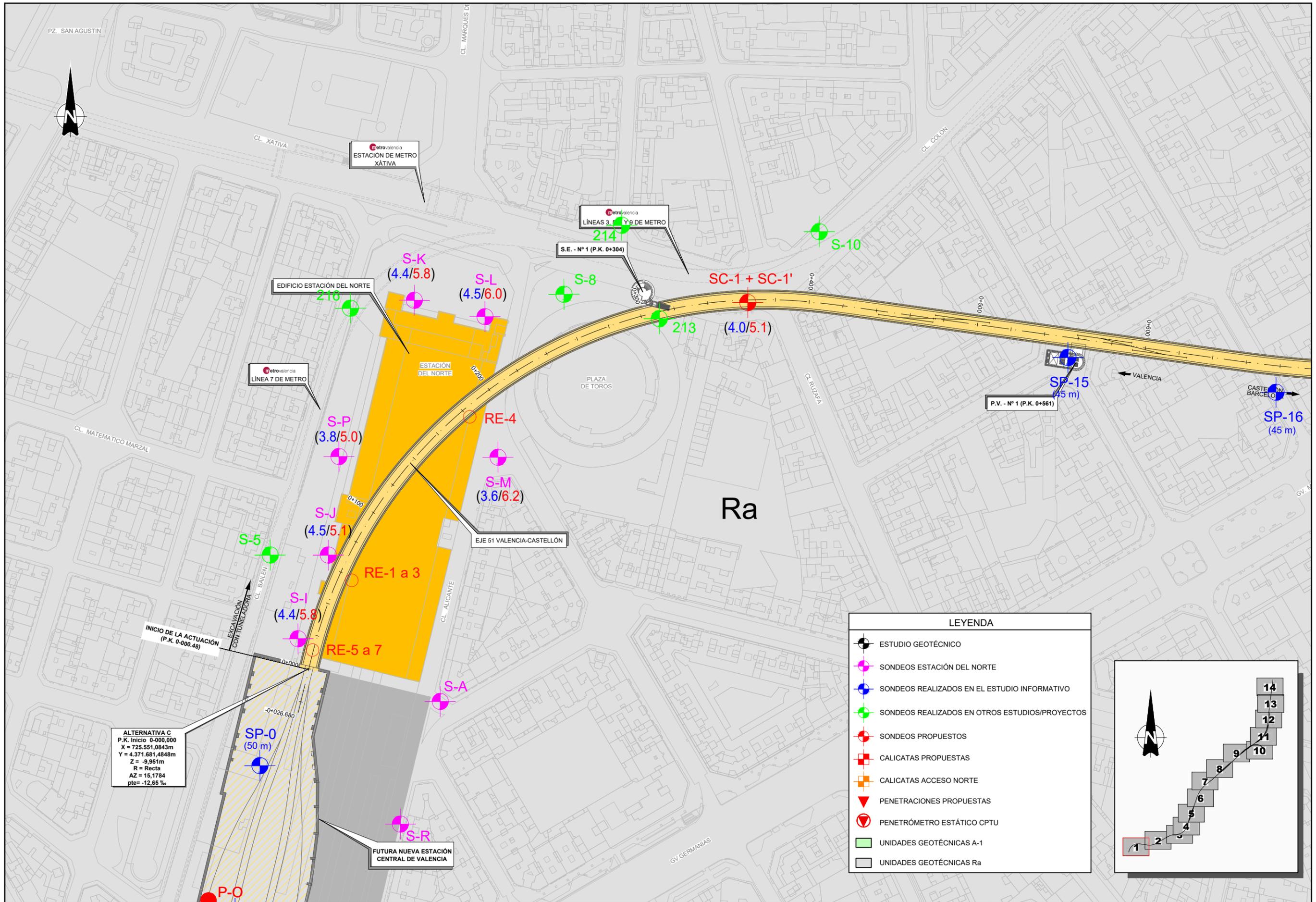
LEYENDA	
FORMACIONES A	ARCILLAS Y SUELO FINO
FORMACIONES G	GRAVAS Y SUELOS ARENOSOS
SE	SALIDA DE EMERGENCIA
PV	POZO DE VENTILACION
PB	POZO DE BOMBEO

PLANO DE COMPARACION	
P.K.	
ORDENADAS	RASANTE
	TERRENO
COTAS ROJAS DESMONTE	

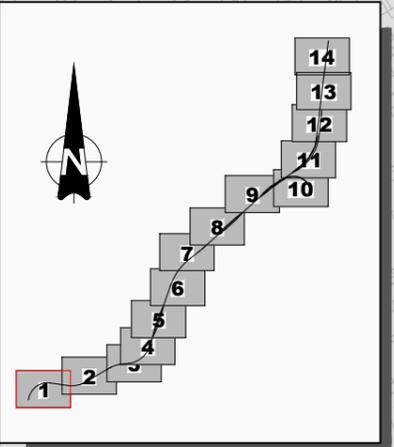
P.K.	0+600	0+800	1+000
RASANTE	-12.075	-11.757	-11.333
TERRENO	6.25	6.23	6.18
COTAS ROJAS DESMONTE	18.32	17.98	17.52



RAMAL CONEXIÓN SUR CABAÑAL - EJE 21



LEYENDA	
	ESTUDIO GEOTÉCNICO
	SONDEOS ESTACIÓN DEL NORTE
	SONDEOS REALIZADOS EN EL ESTUDIO INFORMATIVO
	SONDEOS REALIZADOS EN OTROS ESTUDIOS/PROYECTOS
	SONDEOS PROPUESTOS
	CALICATAS PROPUESTAS
	CALICATAS ACCESO NORTE
	PENETRACIONES PROPUESTAS
	PENETRÓMETRO ESTÁTICO CPTU
	UNIDADES GEOTÉCNICAS A-1
	UNIDADES GEOTÉCNICAS Ra



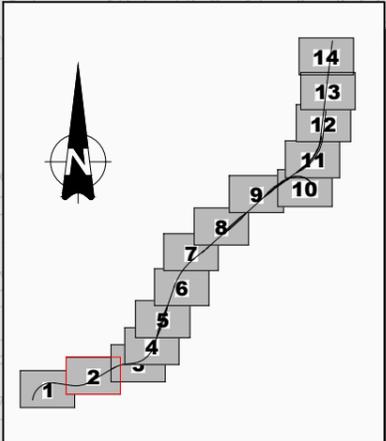
ALTERNATIVA C  
 P.K. Inicio 0+000,000  
 X = 725.551,0843m  
 Y = 4.371.681,4848m  
 Z = -9,951m  
 R = Recta  
 AZ = 15,1784  
 pte = -12,65 %

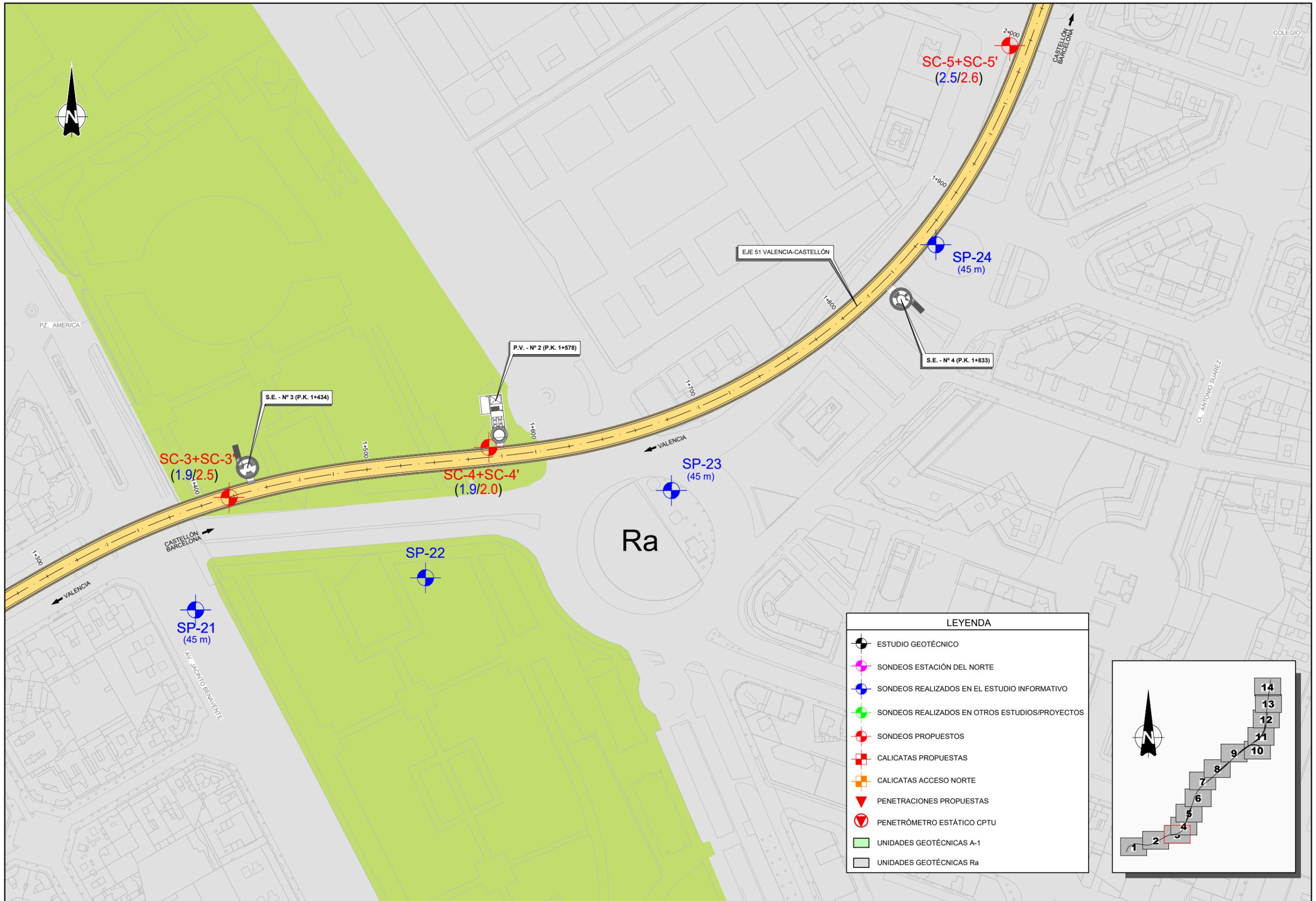
INICIO DE LA ACTUACIÓN  
 (P.K. 0+000,48)

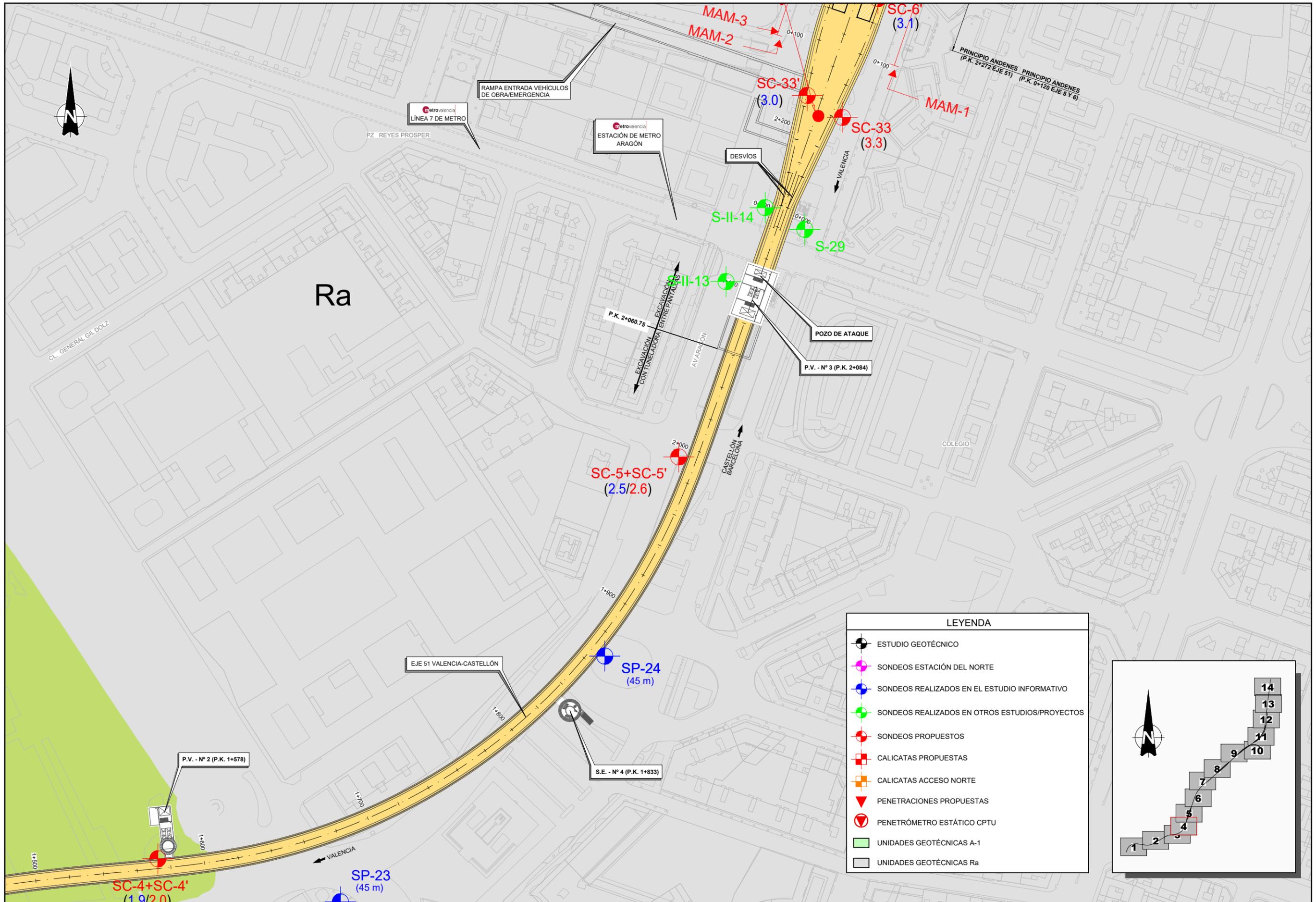
EXCAVACIÓN  
 CON TUNELADORA



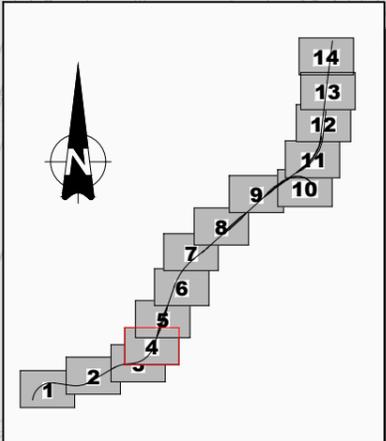
LEYENDA	
	ESTUDIO GEOTÉCNICO
	SONDEOS ESTACIÓN DEL NORTE
	SONDEOS REALIZADOS EN EL ESTUDIO INFORMATIVO
	SONDEOS REALIZADOS EN OTROS ESTUDIOS/PROYECTOS
	SONDEOS PROPUESTOS
	CALICATAS ACCESO NORTE
	PENETRACIONES PROPUESTAS
	PENETRÓMETRO ESTÁTICO CPTU
	UNIDADES GEOTÉCNICAS A-1
	UNIDADES GEOTÉCNICAS Ra

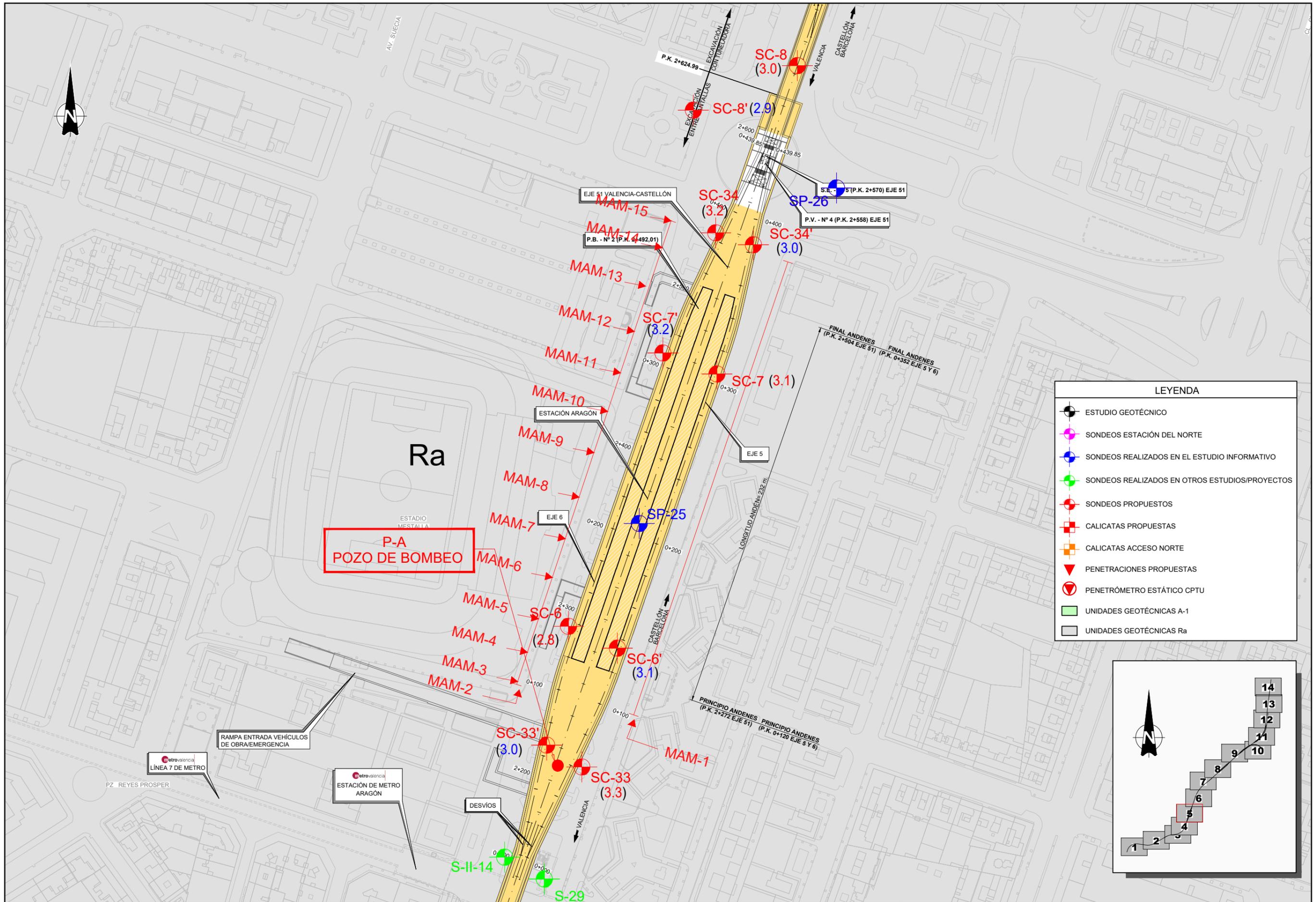




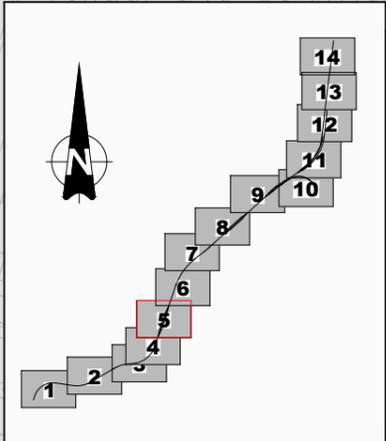


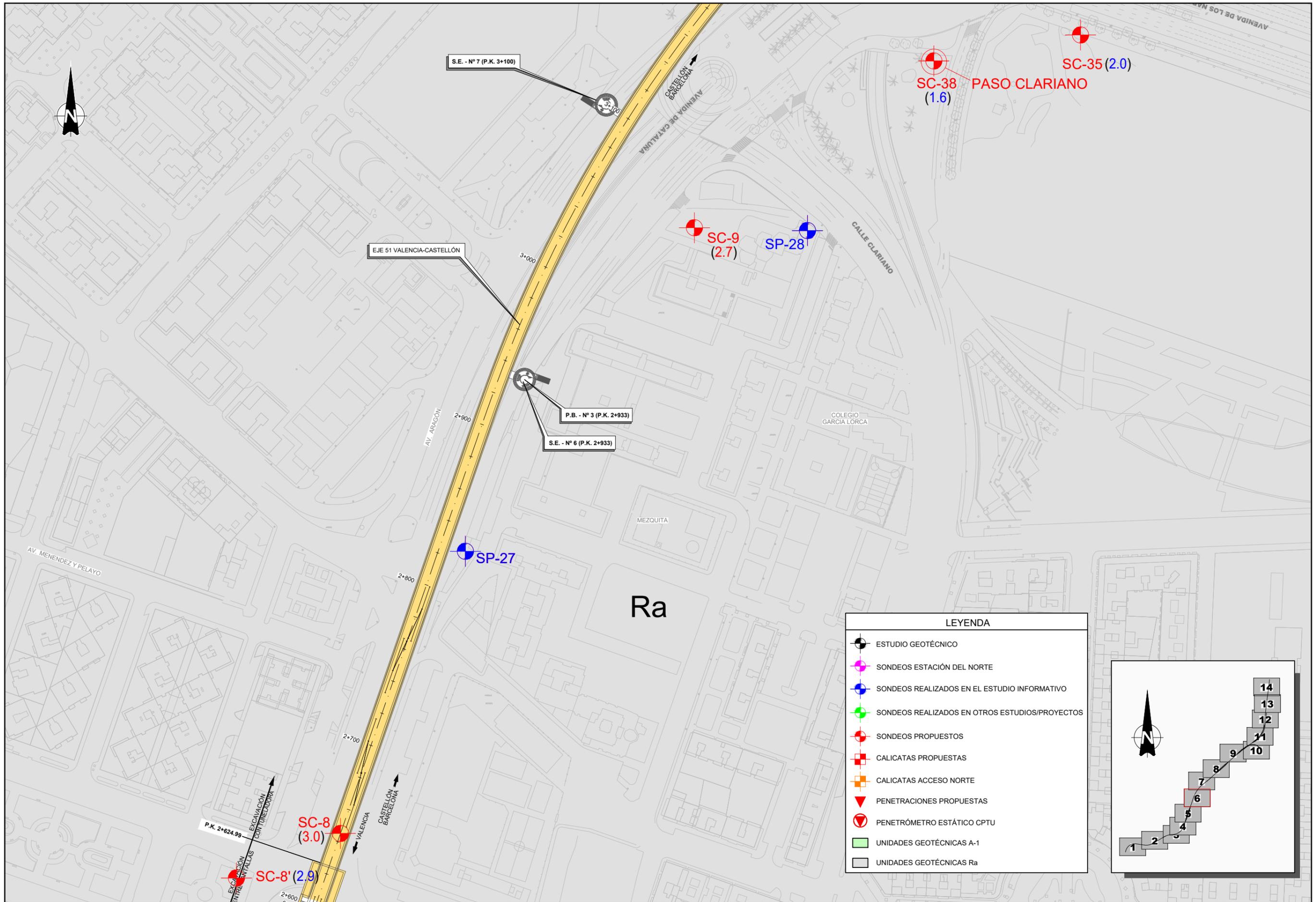
LEYENDA	
	ESTUDIO GEOTÉCNICO
	SONDEOS ESTACIÓN DEL NORTE
	SONDEOS REALIZADOS EN EL ESTUDIO INFORMATIVO
	SONDEOS REALIZADOS EN OTROS ESTUDIOS/PROYECTOS
	SONDEOS PROPUESTOS
	CALICATAS PROPUESTAS
	CALICATAS ACCESO NORTE
	PENETRACIONES PROPUESTAS
	PENETRÓMETRO ESTÁTICO CPTU
	UNIDADES GEOTÉCNICAS A-1
	UNIDADES GEOTÉCNICAS Ra



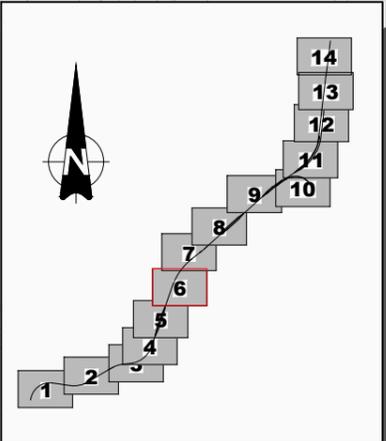


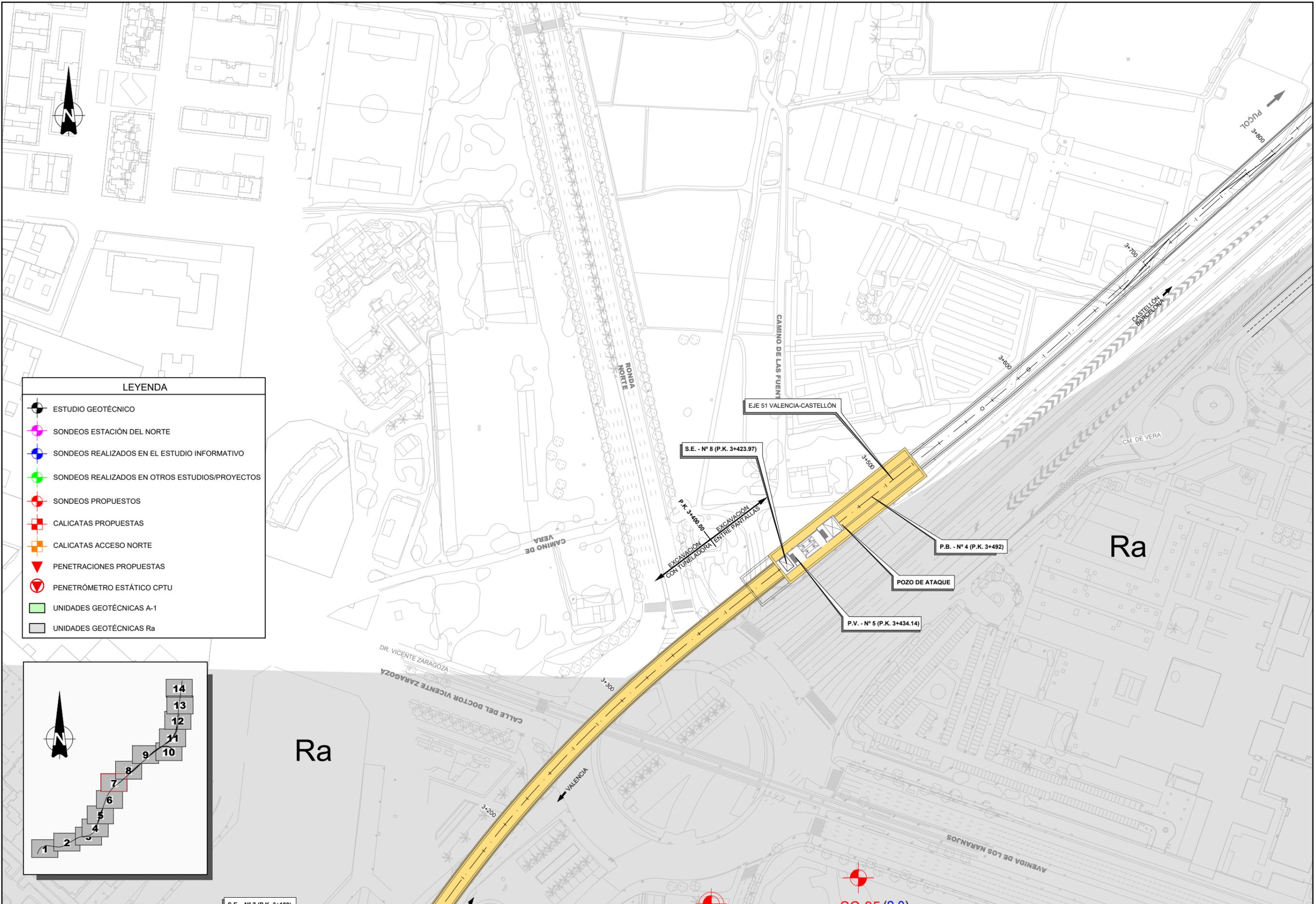
LEYENDA	
	ESTUDIO GEOTÉCNICO
	SONDEOS ESTACIÓN DEL NORTE
	SONDEOS REALIZADOS EN EL ESTUDIO INFORMATIVO
	SONDEOS REALIZADOS EN OTROS ESTUDIOS/PROYECTOS
	SONDEOS PROPUESTOS
	CALICATAS PROPUESTAS
	CALICATAS ACCESO NORTE
	PENETRACIONES PROPUESTAS
	PENETRÓMETRO ESTÁTICO CPTU
	UNIDADES GEOTÉCNICAS A-1
	UNIDADES GEOTÉCNICAS Ra





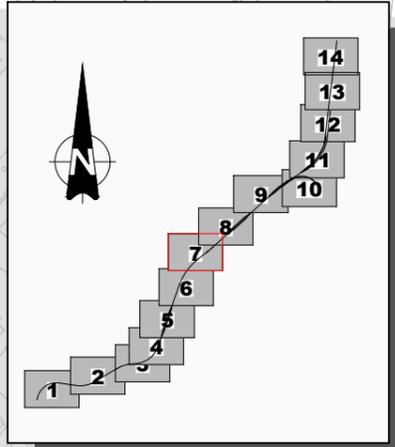
LEYENDA	
	ESTUDIO GEOTÉCNICO
	SONDEOS ESTACIÓN DEL NORTE
	SONDEOS REALIZADOS EN EL ESTUDIO INFORMATIVO
	SONDEOS REALIZADOS EN OTROS ESTUDIOS/PROYECTOS
	SONDEOS PROPUESTOS
	CALICATAS PROPUESTAS
	CALICATAS ACCESO NORTE
	PENETRACIONES PROPUESTAS
	PENETRÓMETRO ESTÁTICO CPTU
	UNIDADES GEOTÉCNICAS A-1
	UNIDADES GEOTÉCNICAS Ra

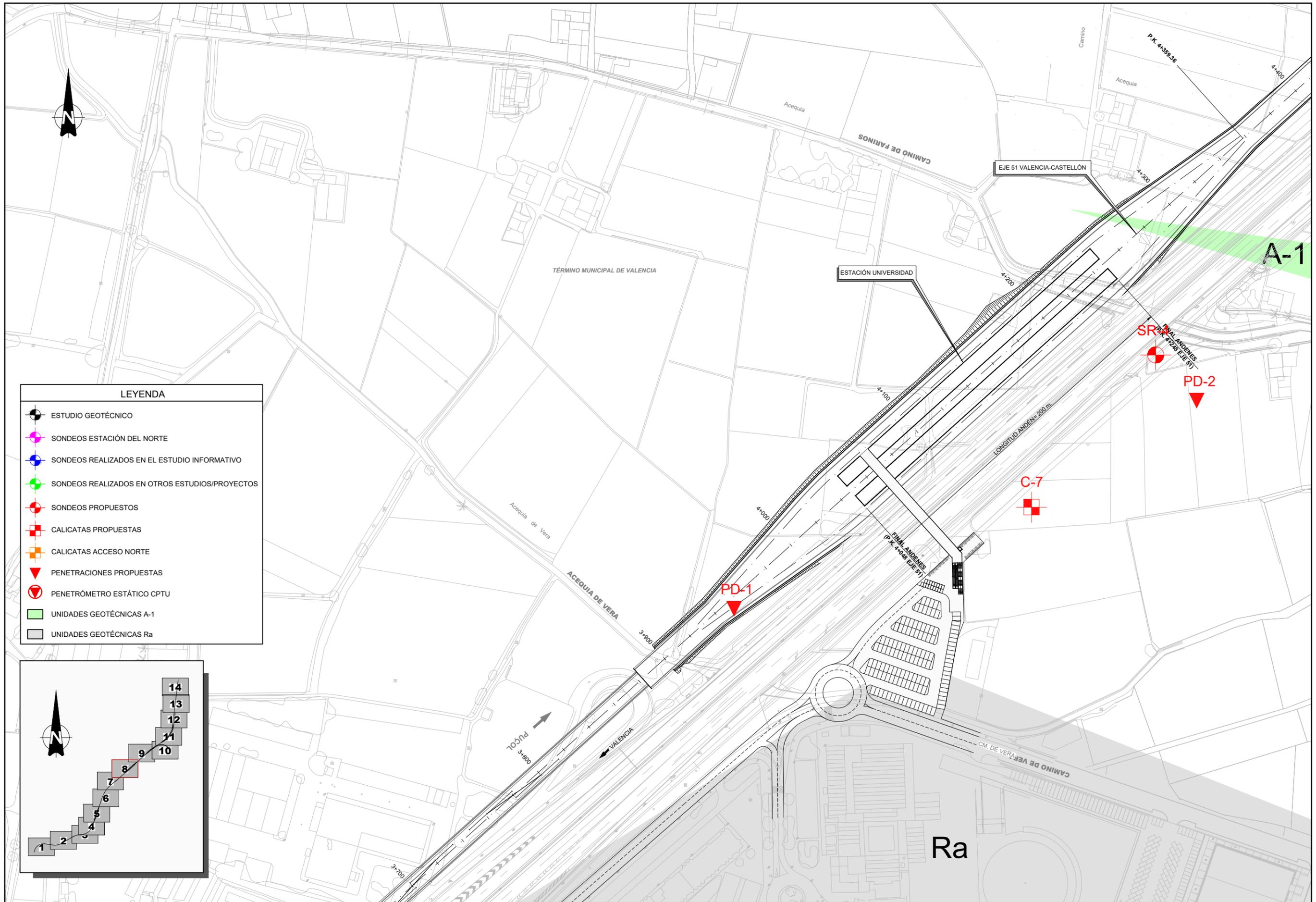




**LEYENDA**

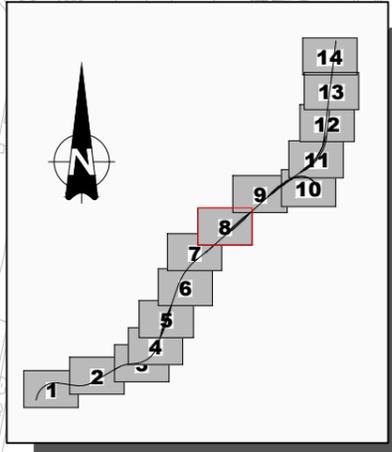
- ESTUDIO GEOTÉCNICO
- SONDEOS ESTACIÓN DEL NORTE
- SONDEOS REALIZADOS EN EL ESTUDIO INFORMATIVO
- SONDEOS REALIZADOS EN OTROS ESTUDIOS/PROYECTOS
- SONDEOS PROPUESTOS
- CALICATAS PROPUESTAS
- CALICATAS ACCESO NORTE
- PENETRACIONES PROPUESTAS
- PENETRÓMETRO ESTÁTICO CPTU
- UNIDADES GEOTÉCNICAS A-1
- UNIDADES GEOTÉCNICAS Ra

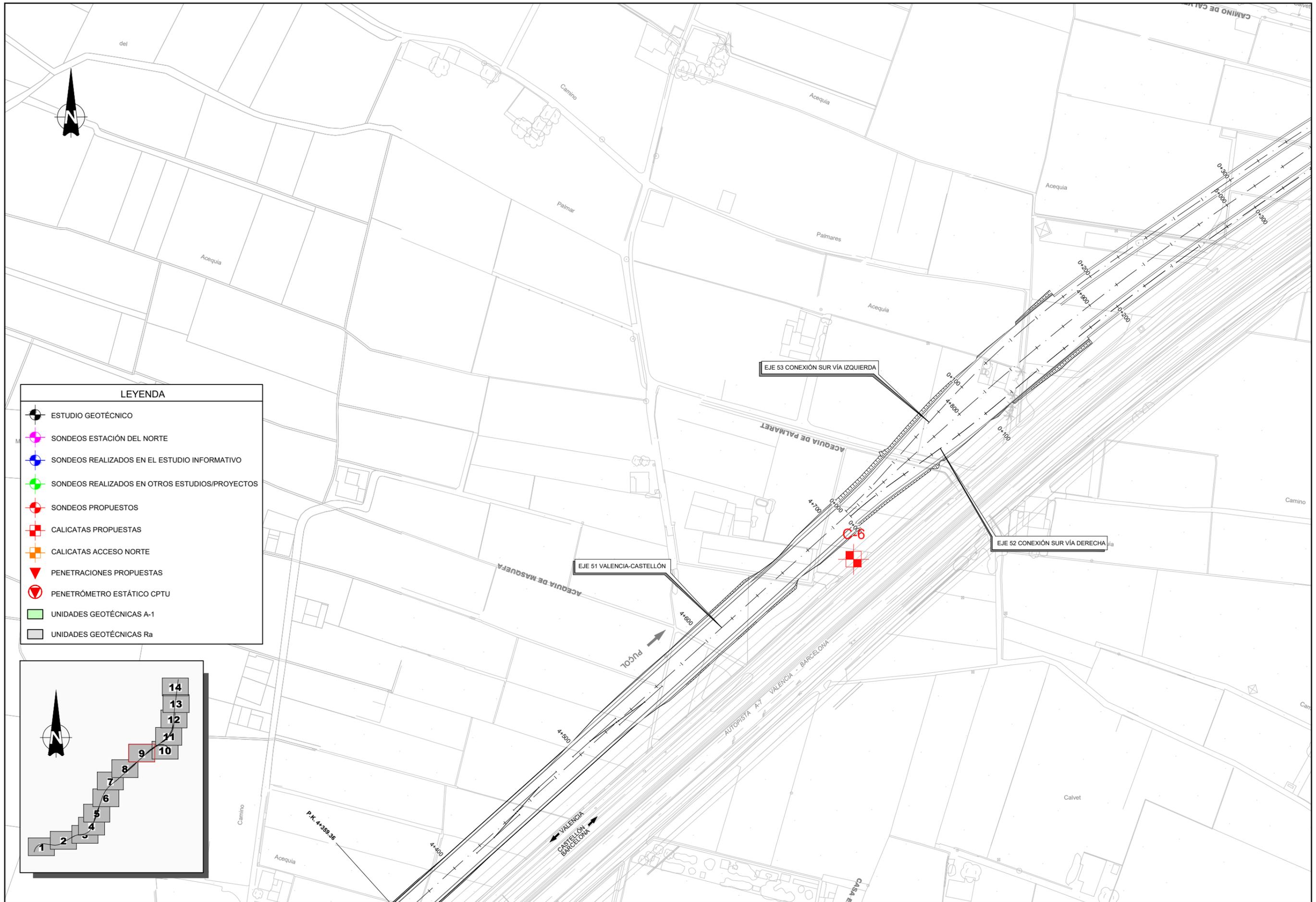




**LEYENDA**

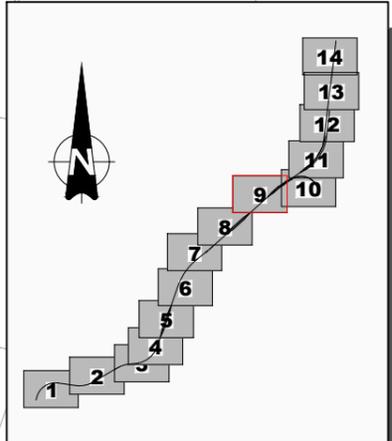
- ESTUDIO GEOTÉCNICO
- SONDEOS ESTACIÓN DEL NORTE
- SONDEOS REALIZADOS EN EL ESTUDIO INFORMATIVO
- SONDEOS REALIZADOS EN OTROS ESTUDIOS/PROYECTOS
- SONDEOS PROPUESTOS
- CALICATAS PROPUESTAS
- CALICATAS ACCESO NORTE
- PENETRACIONES PROPUESTAS
- PENETRÓMETRO ESTÁTICO CPTU
- UNIDADES GEOTÉCNICAS A-1
- UNIDADES GEOTÉCNICAS Ra

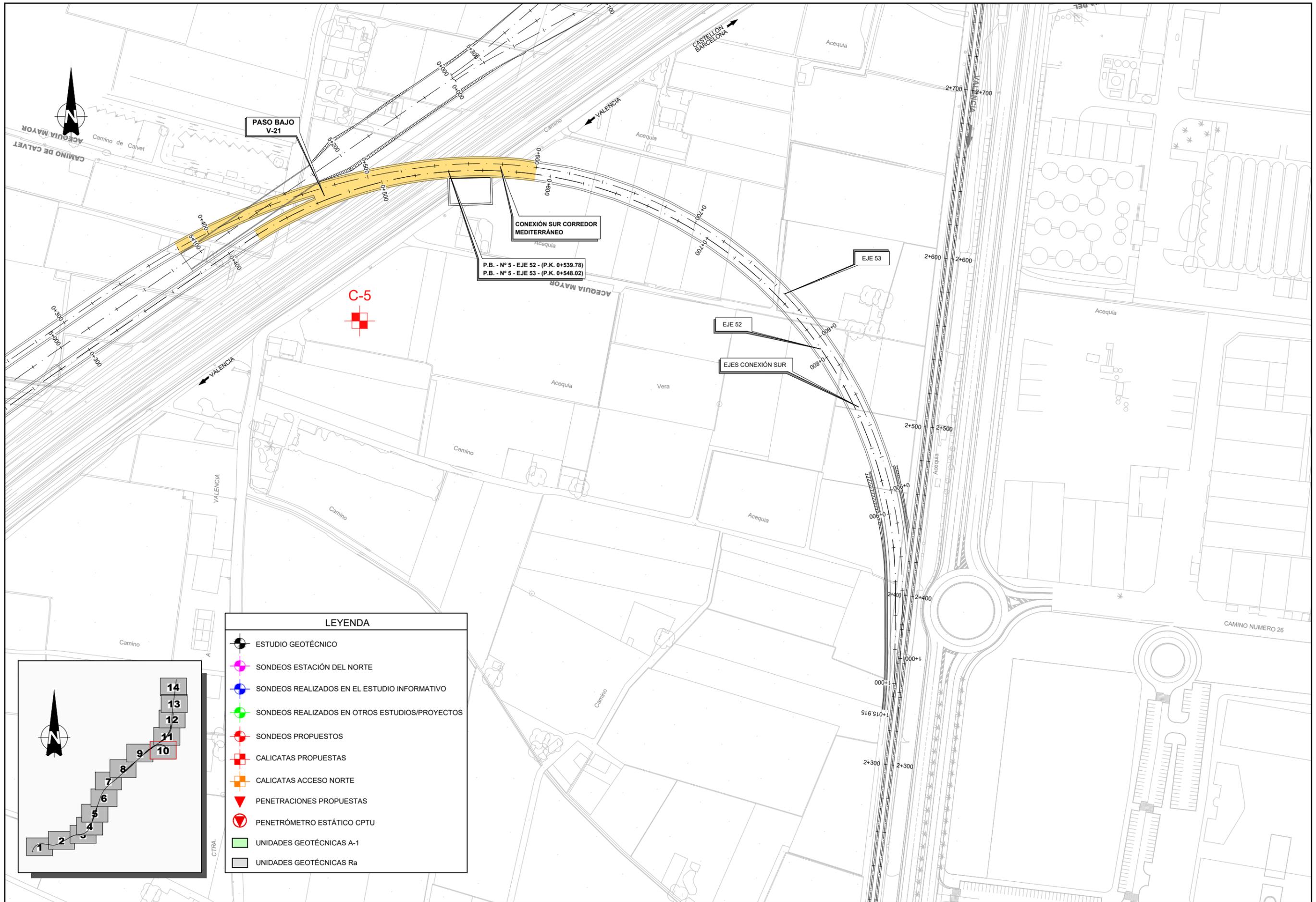




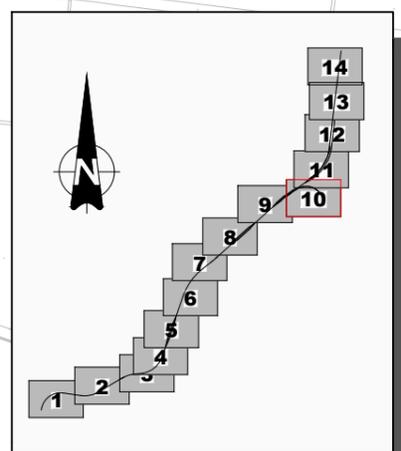
**LEYENDA**

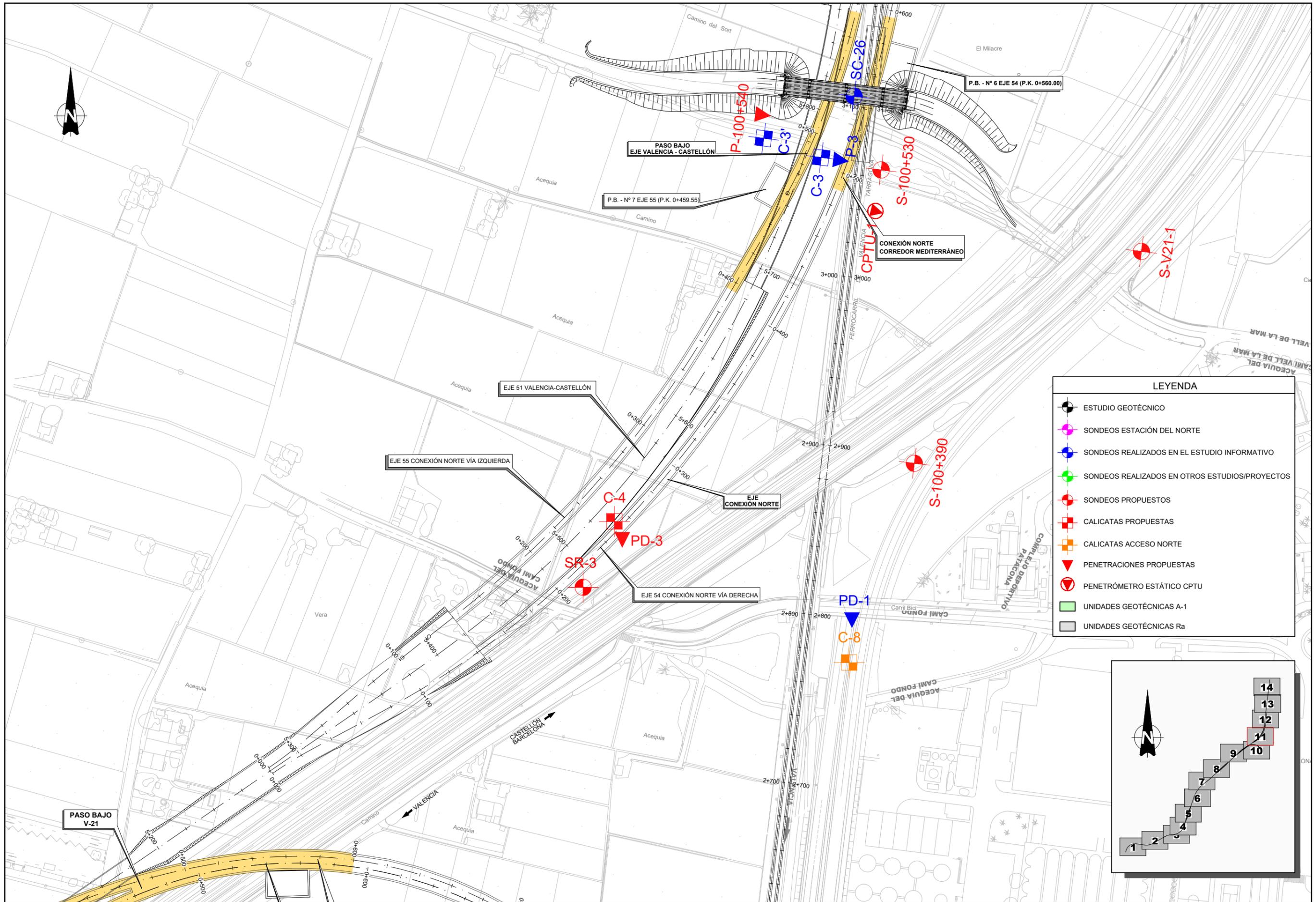
- ESTUDIO GEOTÉCNICO
- SONDEOS ESTACIÓN DEL NORTE
- SONDEOS REALIZADOS EN EL ESTUDIO INFORMATIVO
- SONDEOS REALIZADOS EN OTROS ESTUDIOS/PROYECTOS
- SONDEOS PROPUESTOS
- CALICATAS PROPUESTAS
- CALICATAS ACCESO NORTE
- PENETRACIONES PROPUESTAS
- PENETRÓMETRO ESTÁTICO CPTU
- UNIDADES GEOTÉCNICAS A-1
- UNIDADES GEOTÉCNICAS Ra



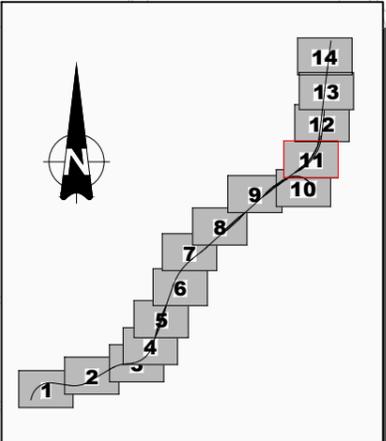


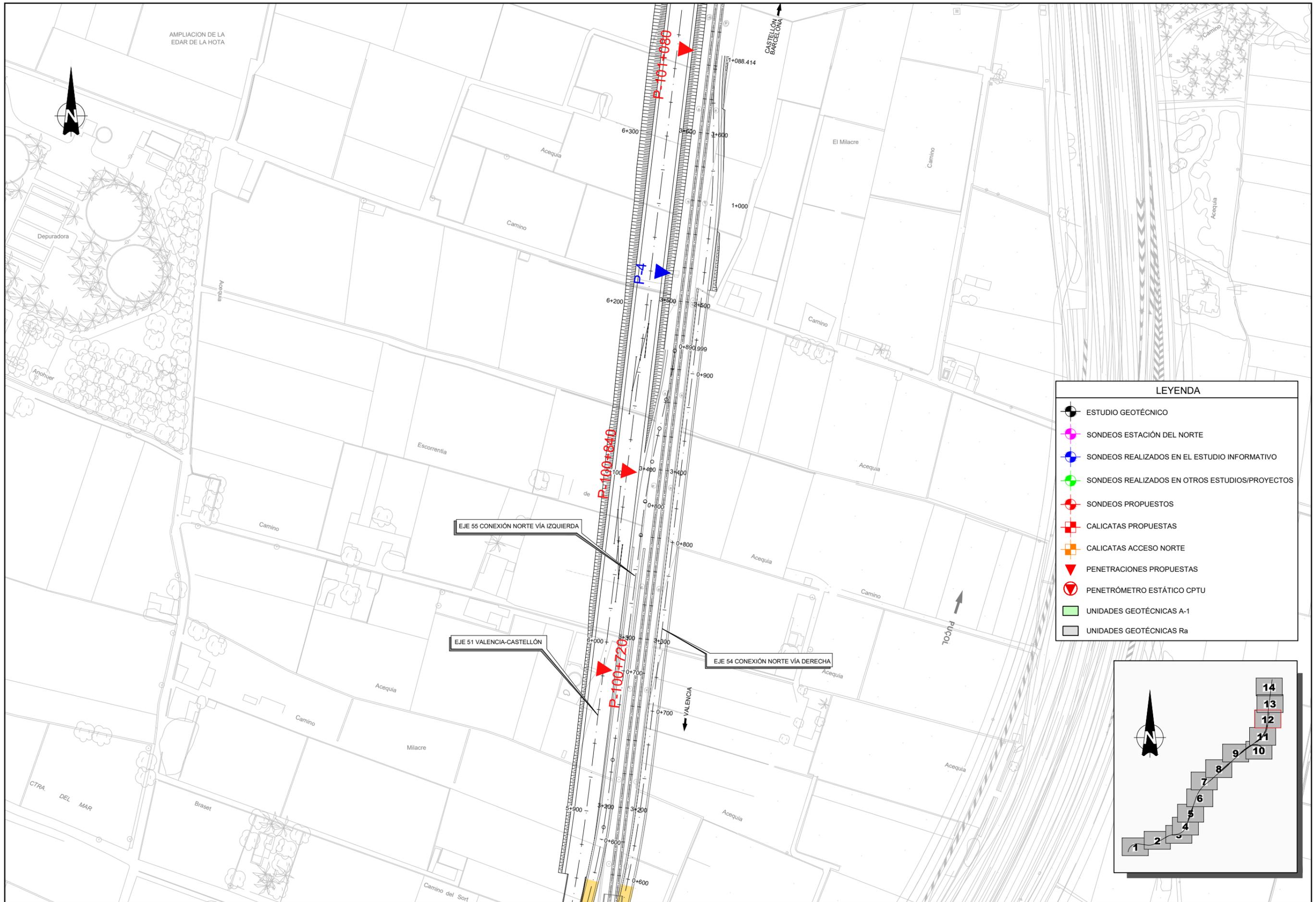
LEYENDA	
	ESTUDIO GEOTÉCNICO
	SONDEOS ESTACIÓN DEL NORTE
	SONDEOS REALIZADOS EN EL ESTUDIO INFORMATIVO
	SONDEOS REALIZADOS EN OTROS ESTUDIOS/PROYECTOS
	SONDEOS PROPUESTOS
	CALICATAS PROPUESTAS
	CALICATAS ACCESO NORTE
	PENETRACIONES PROPUESTAS
	PENETRÓMETRO ESTÁTICO CPTU
	UNIDADES GEOTÉCNICAS A-1
	UNIDADES GEOTÉCNICAS Ra



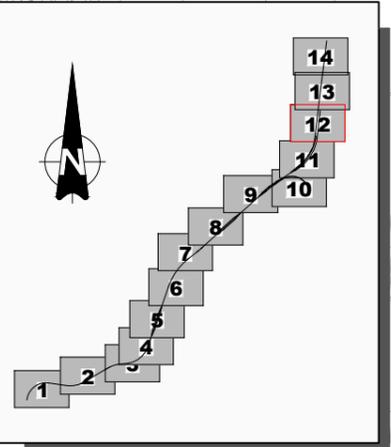


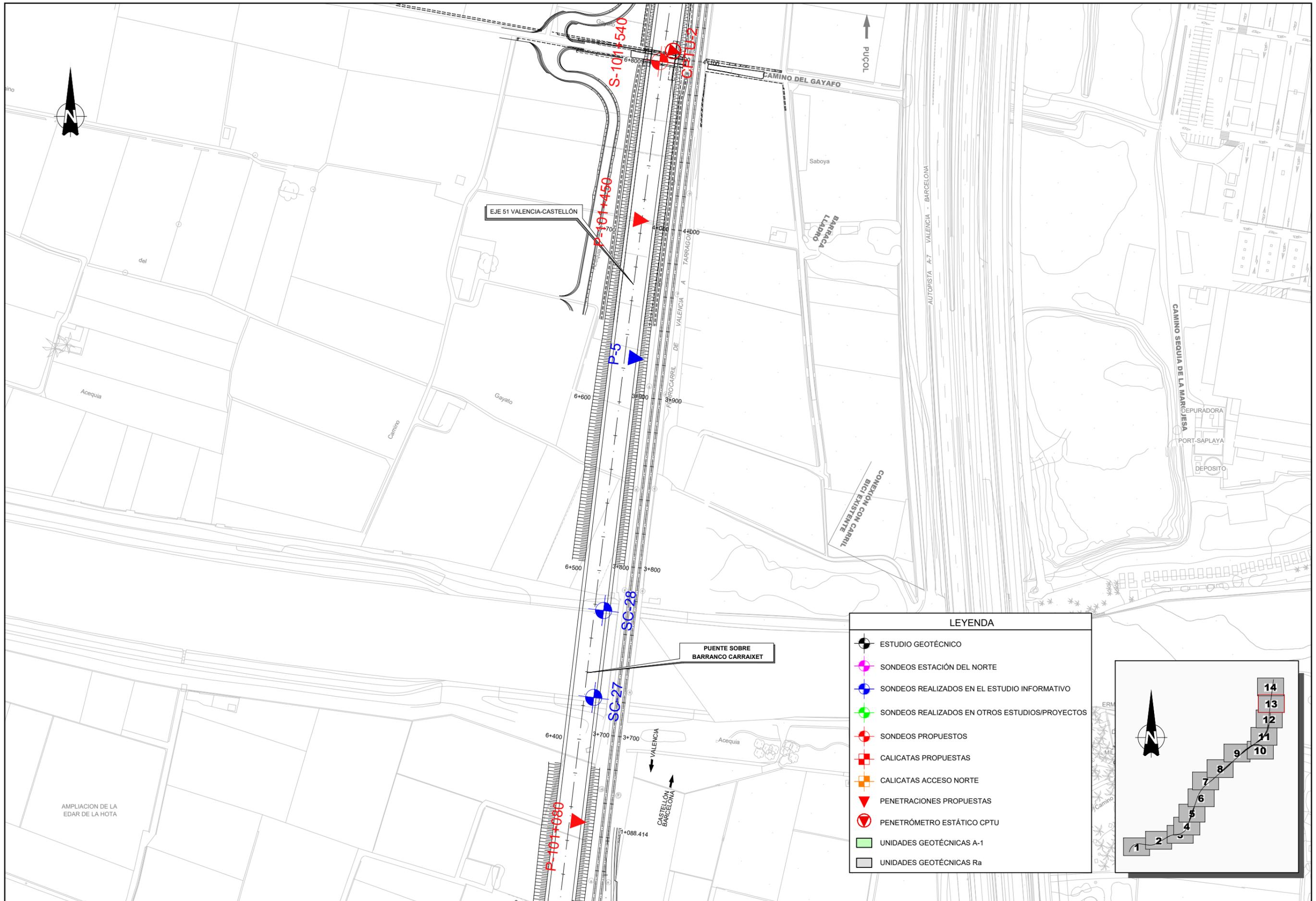
LEYENDA	
	ESTUDIO GEOTÉCNICO
	SONDEOS ESTACIÓN DEL NORTE
	SONDEOS REALIZADOS EN EL ESTUDIO INFORMATIVO
	SONDEOS REALIZADOS EN OTROS ESTUDIOS/PROYECTOS
	SONDEOS PROPUESTOS
	CALICATAS PROPUESTAS
	CALICATAS ACCESO NORTE
	PENETRACIONES PROPUESTAS
	PENETRÓMETRO ESTÁTICO CPTU
	UNIDADES GEOTÉCNICAS A-1
	UNIDADES GEOTÉCNICAS Ra





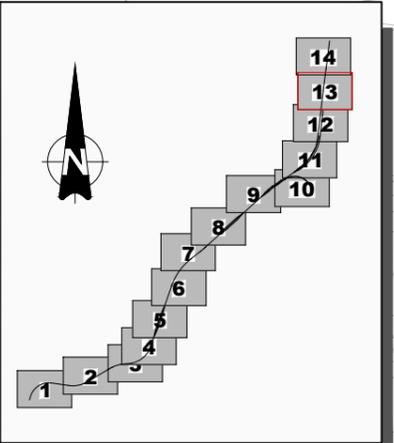
LEYENDA	
	ESTUDIO GEOTÉCNICO
	SONDEOS ESTACIÓN DEL NORTE
	SONDEOS REALIZADOS EN EL ESTUDIO INFORMATIVO
	SONDEOS REALIZADOS EN OTROS ESTUDIOS/PROYECTOS
	SONDEOS PROPUESTOS
	CALICATAS PROPUESTAS
	CALICATAS ACCESO NORTE
	PENETRACIONES PROPUESTAS
	PENETRÓMETRO ESTÁTICO CPTU
	UNIDADES GEOTÉCNICAS A-1
	UNIDADES GEOTÉCNICAS Ra

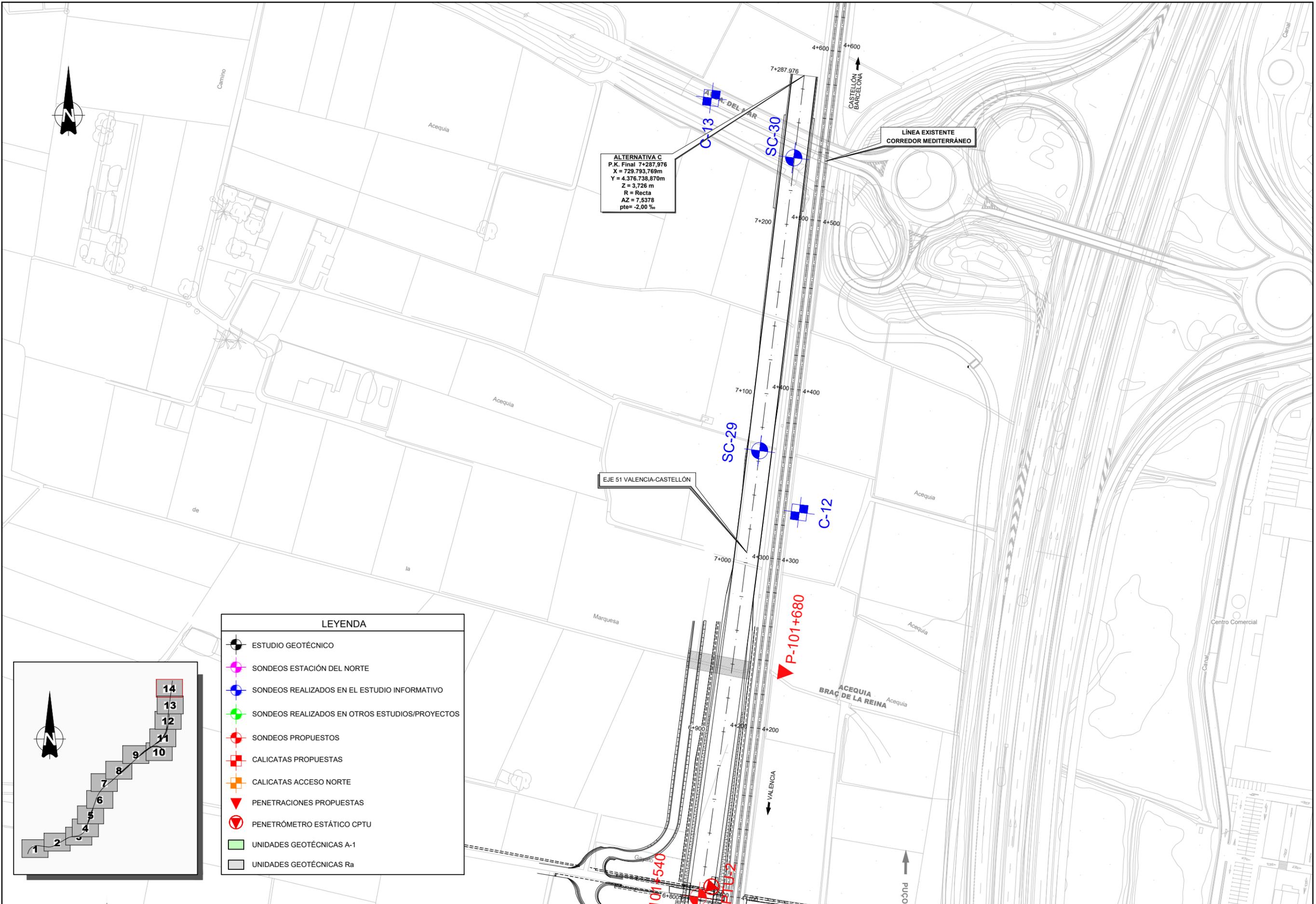




**LEYENDA**

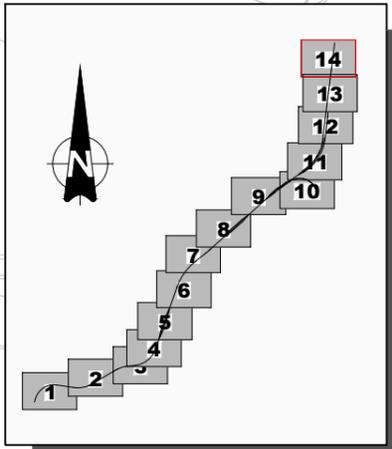
-  ESTUDIO GEOTÉCNICO
-  SONDEOS ESTACIÓN DEL NORTE
-  SONDEOS REALIZADOS EN EL ESTUDIO INFORMATIVO
-  SONDEOS REALIZADOS EN OTROS ESTUDIOS/PROYECTOS
-  SONDEOS PROPUESTOS
-  CALICATAS PROPUESTAS
-  CALICATAS ACCESO NORTE
-  PENETRACIONES PROPUESTAS
-  PENETRÓMETRO ESTÁTICO CPTU
-  UNIDADES GEOTÉCNICAS A-1
-  UNIDADES GEOTÉCNICAS Ra

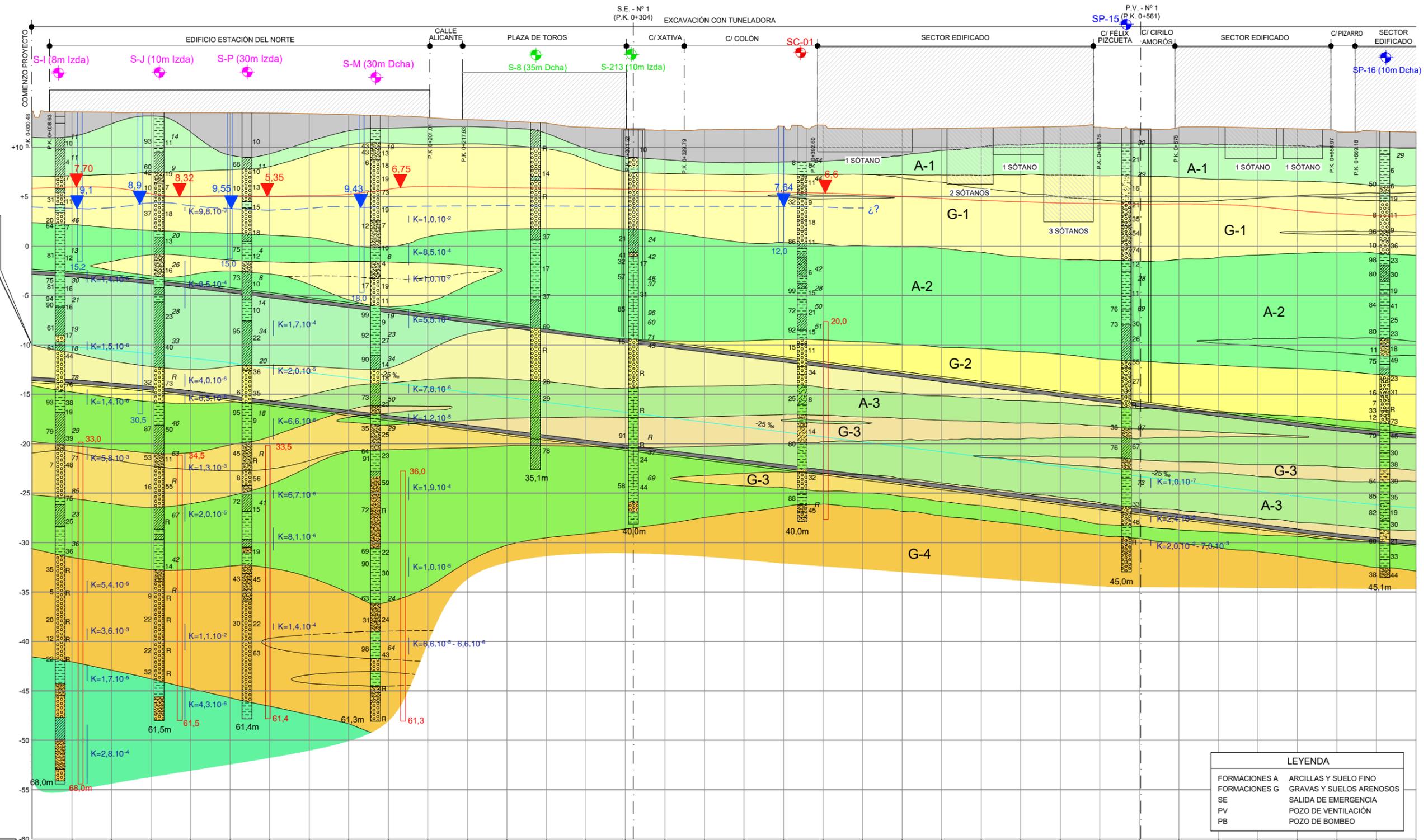




ALTERNATIVA C  
 P.K. Final 7+287,976  
 X = 729.793,769m  
 Y = 4.376.738,870m  
 Z = 3,726 m  
 R = Recta  
 AZ = 7,5378  
 pte= -2,00 ‰

LEYENDA	
	ESTUDIO GEOTÉCNICO
	SONDEOS ESTACIÓN DEL NORTE
	SONDEOS REALIZADOS EN EL ESTUDIO INFORMATIVO
	SONDEOS REALIZADOS EN OTROS ESTUDIOS/PROYECTOS
	SONDEOS PROPUESTOS
	CALICATAS PROPUESTAS
	CALICATAS ACCESO NORTE
	PENETRACIONES PROPUESTAS
	PENETRÓMETRO ESTÁTICO CPTU
	UNIDADES GEOTÉCNICAS A-1
	UNIDADES GEOTÉCNICAS Ra



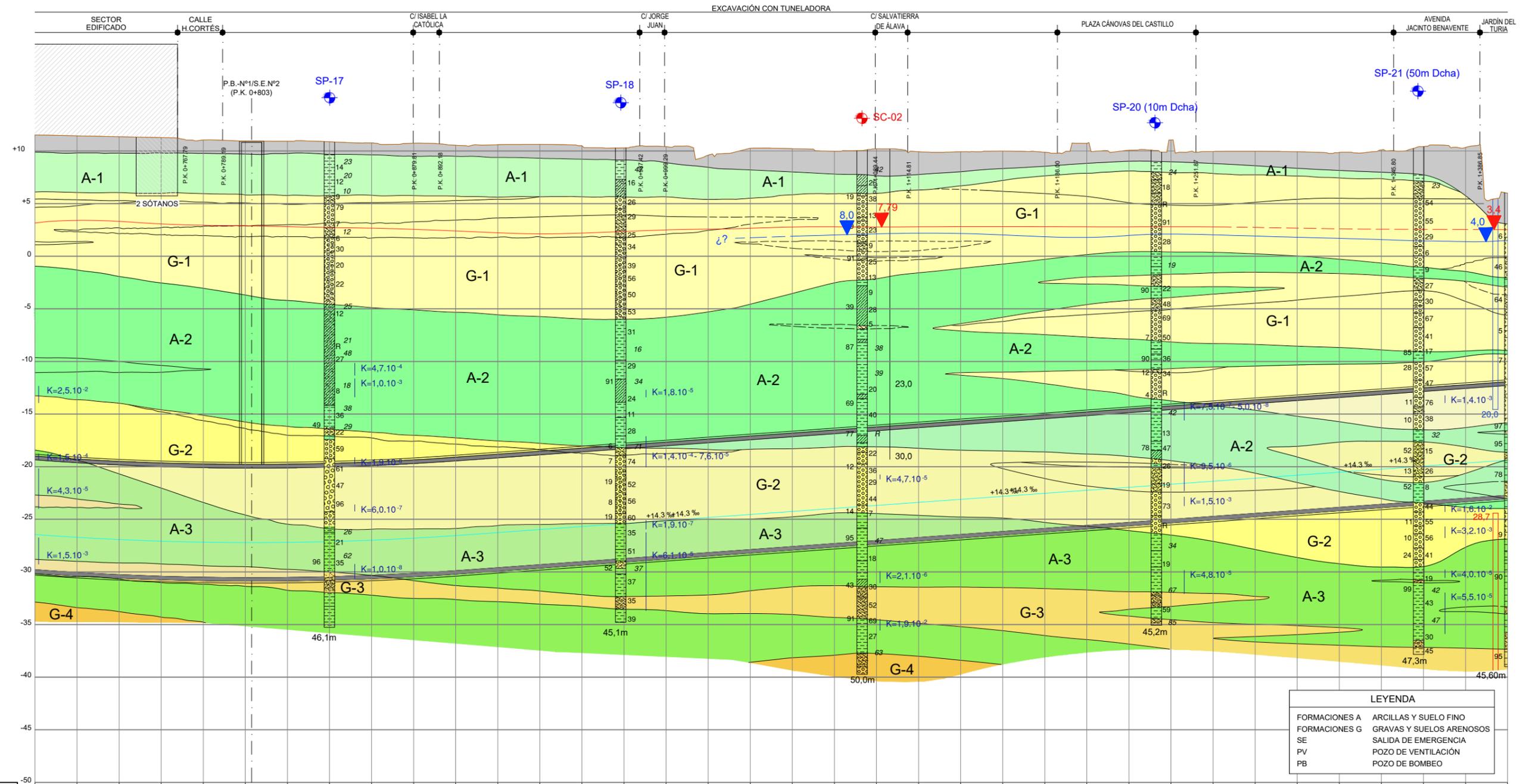


ALTERNATIVA C  
 P.K. Inicio 0+00,480  
 X = 725.550,971m  
 Y = 4.371.681,018m  
 Z = -9,951m  
 R = Recta  
 AZ = 15,1784  
 pte = -12,65 %

EJE VALENCIA - CASTELLÓN EJE 51

LEYENDA	
FORMACIONES A	ARCILLAS Y SUELO FINO
FORMACIONES G	GRAVAS Y SUELOS ARENOSOS
SE	SALIDA DE EMERGENCIA
PV	POZO DE VENTILACIÓN
PB	POZO DE BOMBEO

PLANO DE COMPARACION		P.K.
ORDENADAS	RASANTE	0+000
	TERRENO	0+200
COTAS ROJAS DESMONTE		0+400
		0+600



**LEYENDA**

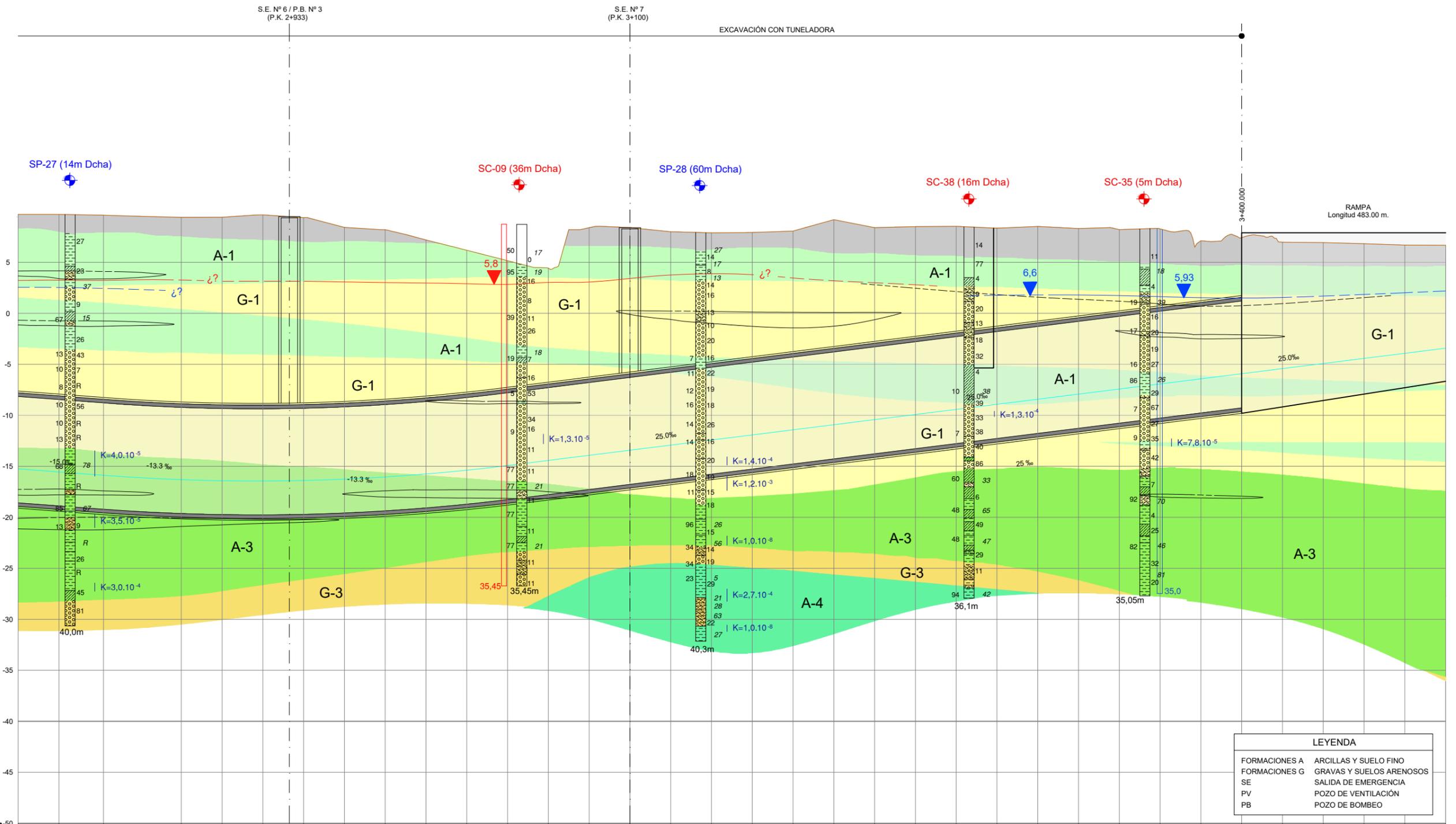
FORMACIONES A	ARCILLAS Y SUELO FINO
FORMACIONES G	GRAVAS Y SUELOS ARENOSOS
SE	SALIDA DE EMERGENCIA
PV	POZO DE VENTILACIÓN
PB	POZO DE BOMBEO

**PLANO DE COMPARACION**

ORDENADAS	P.K.	
	RASANTE	TERRENO
	37.97	11.52
	38.16	11.45
	38.28	11.36
	38.36	11.28
	38.22	11.04
	38.14	10.93
	38.12	10.93
	38.00	10.88
	37.75	10.77
	37.54	10.75
	37.09	10.55
	36.86	10.60
	36.60	10.63
	36.19	10.50
	35.69	10.29
	35.53	10.42
	34.43	9.60
	34.81	10.27
	34.48	10.23
	33.94	9.97
	33.89	10.21
	33.33	9.93
	33.03	9.93
	32.81	10.00
	32.41	9.88
	32.98	10.73
	32.03	10.07
	32.72	11.05
	31.34	9.96
	31.07	9.97
	30.74	9.93
	30.39	9.87
	30.35	10.11
	30.37	10.52
	30.01	10.34
	25.37	5.99

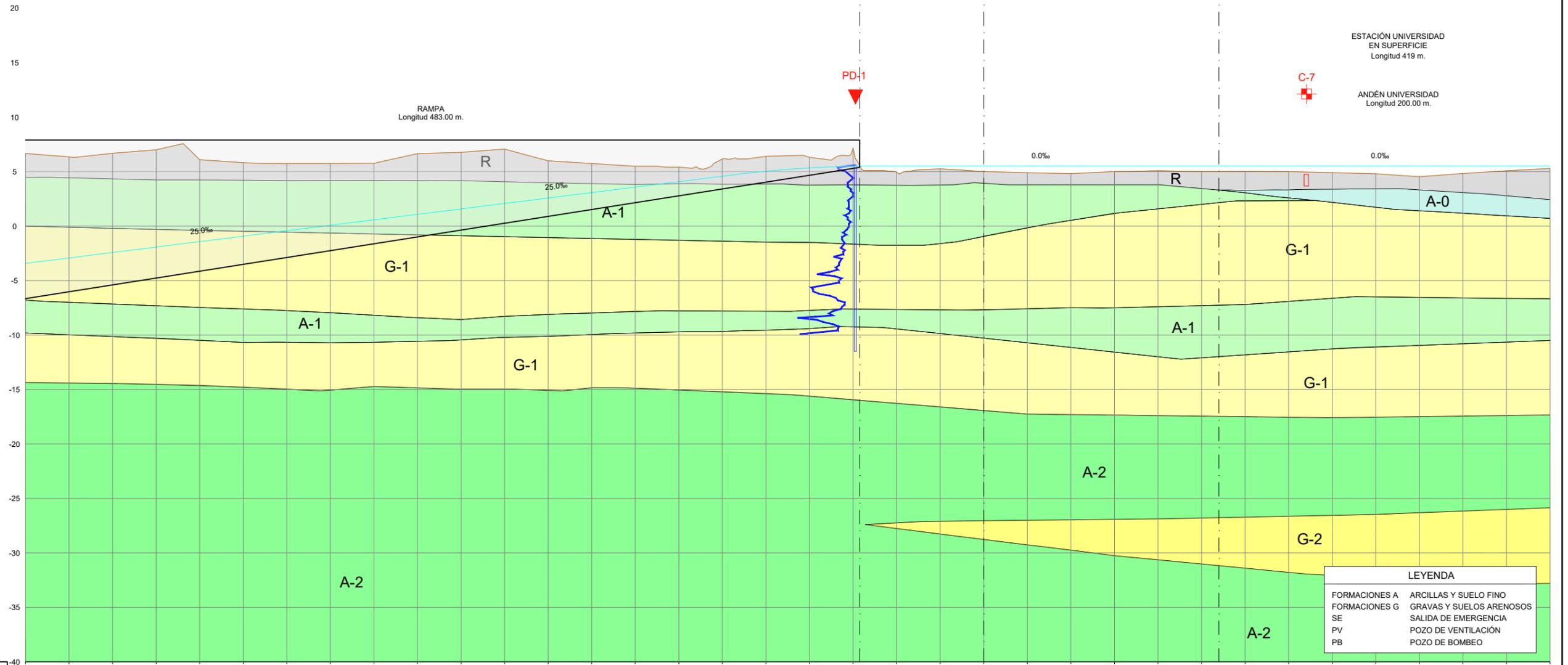






LEYENDA	
FORMACIONES A	ARCILLAS Y SUELO FINO
FORMACIONES G	GRAVAS Y SUELOS ARENOSOS
SE	SALIDA DE EMERGENCIA
PV	POZO DE VENTILACIÓN
PB	POZO DE BOMBEO

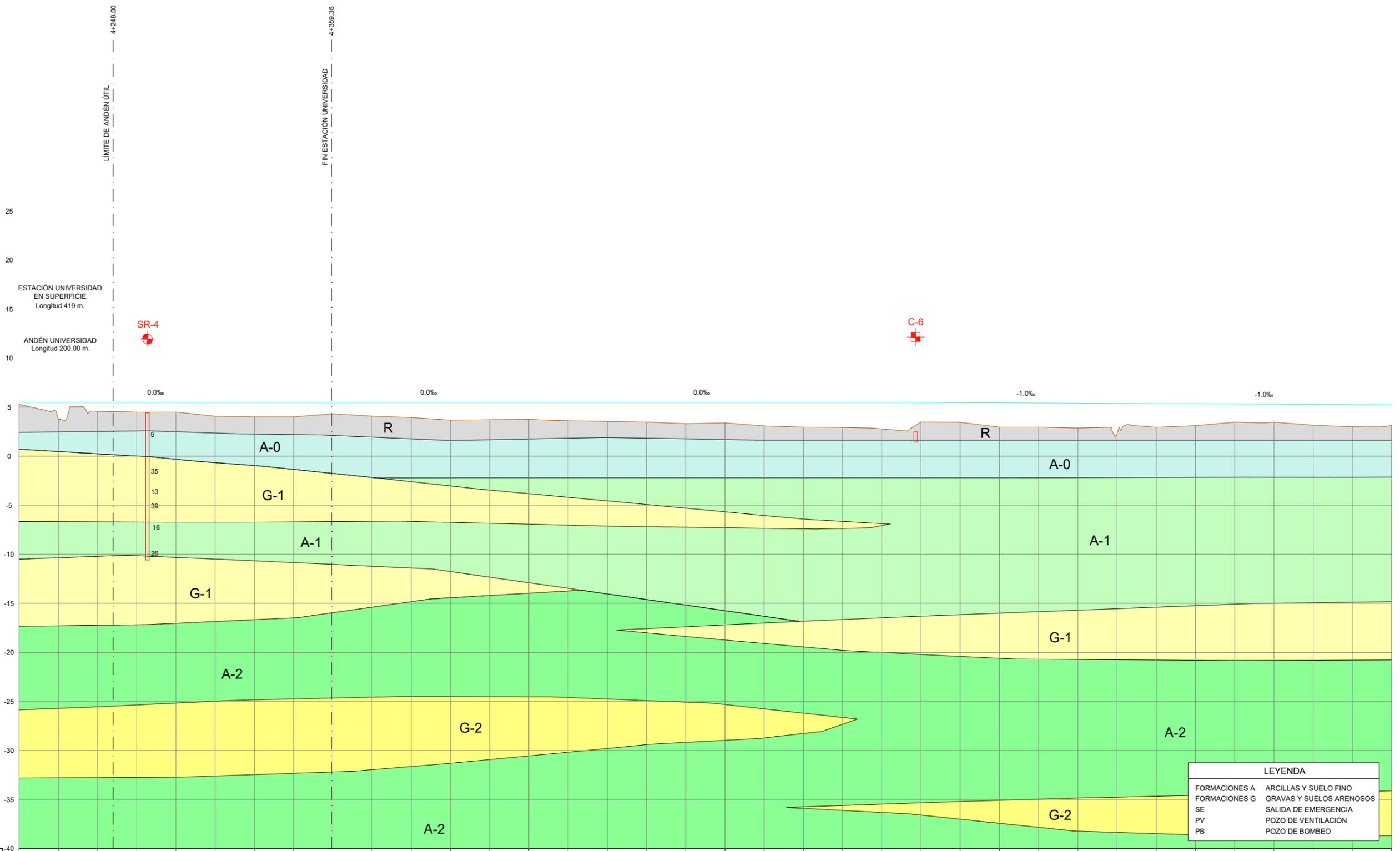
PLANO DE COMPARACION		P.K.
ORDENADAS	RASANTE	-15,251 -15,551 -15,879 -16,306 -16,413 -16,440 -16,398 -16,255 -16,543 -15,750 -15,377 -14,925 -14,425 -13,925 -13,425 -12,925 -12,425 -11,925 -11,425 -10,925 -10,425 -9,925 -9,425 -8,925 -8,425 -7,925 -7,425 -6,925 -6,425 -5,925 -5,425 -4,925 -4,425 -3,925 -3,425
	TERRENO	9,70 9,70 9,62 9,41 9,42 9,65 9,38 8,42 8,20 7,19 6,18 5,15 4,44 8,39 8,40 8,00 7,89 7,92 8,06 19,49 20,11 18,82 18,43 17,95 17,27 16,94 16,24 15,64 15,21 13,54 13,35 12,39 11,86 11,25 10,61 10,09
COTAS ROJAS DESMONTE		24,95 25,25 25,50 25,71 25,63 26,09 25,77 24,67 24,24 22,84 21,55 20,08 18,86 22,32 21,83 20,92 20,31 19,84 19,49 20,11 18,82 18,43 17,95 17,27 16,94 16,24 15,64 15,21 13,54 13,35 12,39 11,86 11,25 10,61 10,09



EJE VALENCIA - CASTELLÓN EJE 51

PLANO DE COMPARACION	
P.K.	
ORDENADAS	RASANTE
	TERRENO
COTAS ROJAS DESMONTE	

P.K.	3+600	3+800	4+000	4+200
RASANTE	-3.425	-2.825	-2.425	-1.825
TERRENO	6.67	6.36	6.69	7.00
COTAS ROJAS DESMONTE	10.09	9.28	9.11	8.83



LEYENDA	
FORMACIONES A	ARCILLAS Y SUELO FINO
FORMACIONES G	GRAVAS Y SUELOS ARENOSOS
SE	SALIDA DE EMERGENCIA
PV	POZO DE VENTILACIÓN
PB	POZO DE BOMBEO

PLANO DE COMPARACION	
ORDENADAS	P.K.
	RASANTE
	TERRENO
COTAS ROJAS DESMONTE	

P.K.	4+200	4+300	4+400	4+500	4+600	4+700	4+800
RASANTE	5.500	5.500	5.500	5.500	5.500	5.500	5.500
TERRENO	5.29	3.76	4.58	4.49	4.50	4.06	4.00
COTAS ROJAS DESMONTE							



TÍTULO  
 ESTUDIO INFORMATIVO DEL NUEVO EJE PASANTE NORTE-SUR  
 DE LA RED ARTERIAL FERROVIARIA DE VALENCIA

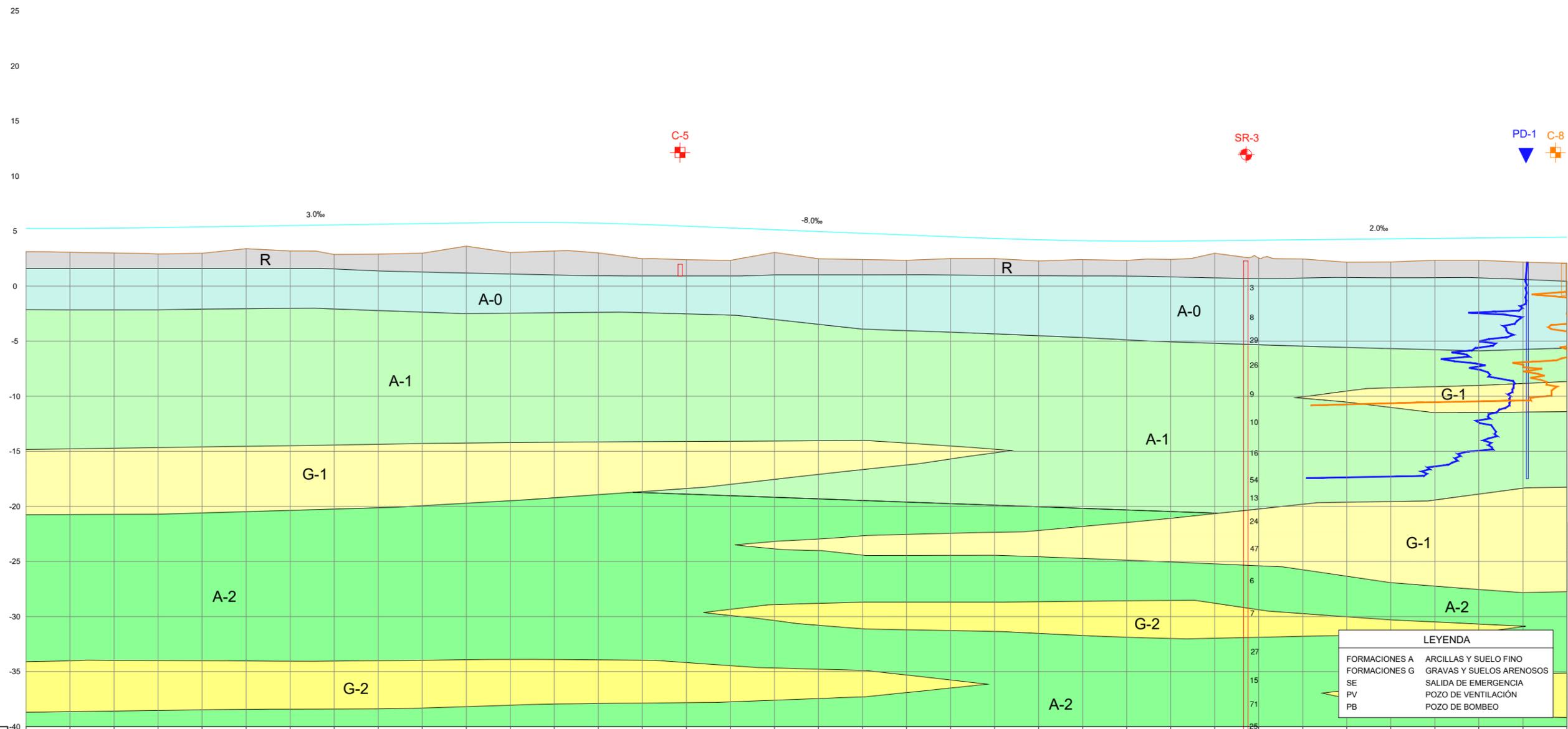
EMPRESA CONSULTORA  
**IDOM**

ESCALA ORIGINAL  
 DIN A-3  
 H 1:2.000  
 V 1:400  
 Numérica

FECHA  
 JUNIO 2021

TÍTULO DEL PLANO  
 PERFIL LONGITUDINAL GEOLÓGICO - EJE 51  
 ALTERNATIVA C

Nº DE PLANO  
 A-8.5  
 Hoja 7 de 11



EJE VALENCIA - CASTELLÓN EJE 51

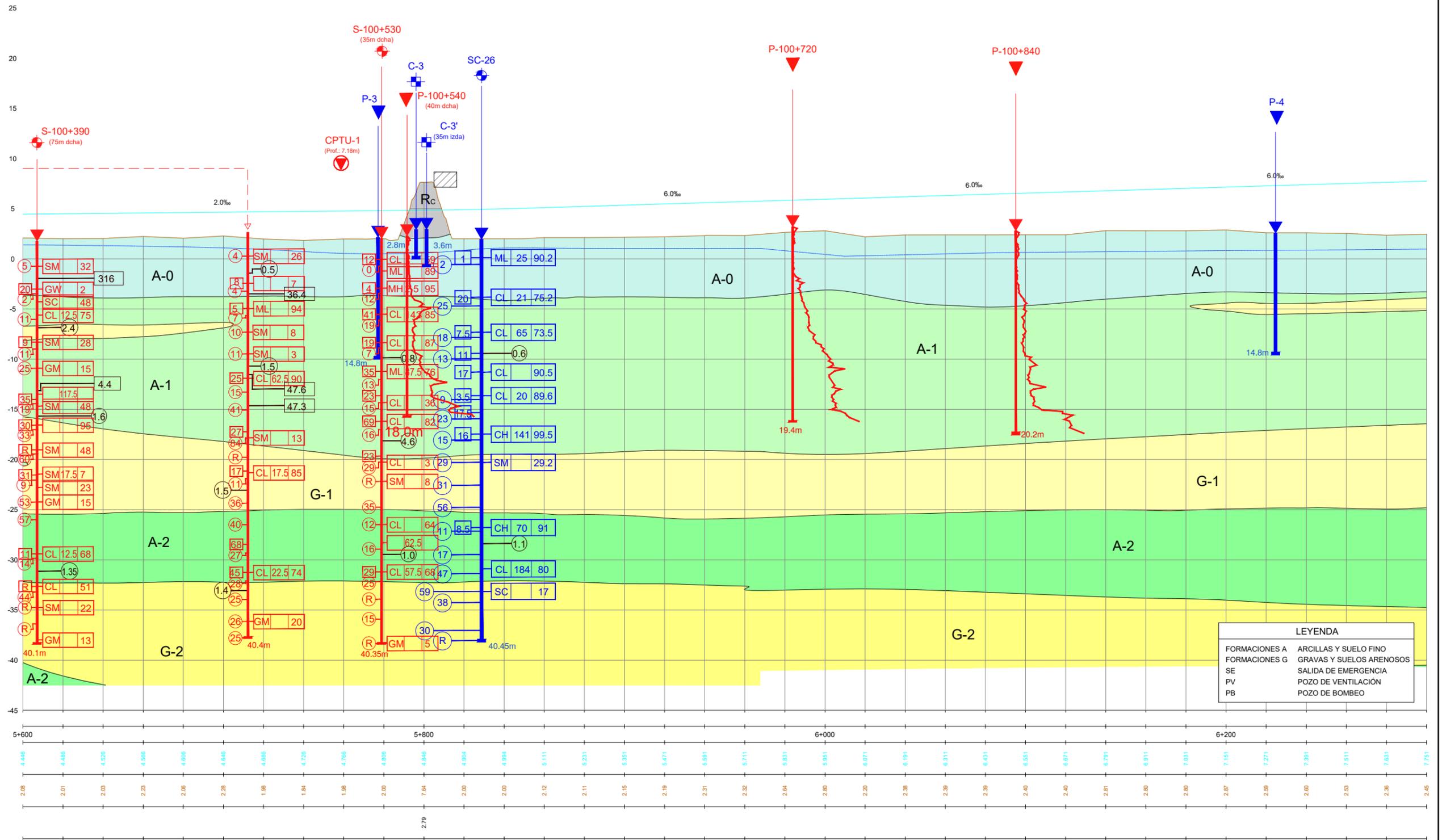
PLANO DE COMPARACION	
P.K.	
ORDENADAS	RASANTE
	TERRENO
COTAS ROJAS DESMONTE	

P.K.	5+000	5+200	5+400	5+600																																		
RASANTE	5.226	5.235	5.261	5.313	5.373	5.433	5.493	5.553	5.613	5.673	5.733	5.793	5.777	5.716	5.597	5.438	5.276	5.118	4.956	4.798	4.638	4.478	4.324	4.206	4.127	4.089	4.091	4.126	4.166	4.206	4.256	4.286	4.326	4.366	4.406	4.446		
TERRENO	3.12	3.08	3.00	2.92	2.88	3.40	3.19	2.87	2.90	2.89	3.62	3.05	3.19	3.02	2.48	2.40	2.34	3.05	2.48	2.42	2.35	2.50	2.50	2.28	2.41	2.34	2.42	2.88	2.56	2.46	2.17	2.19	2.36	2.36	2.18	2.08		
COTAS ROJAS DESMONTE																																						

LEYENDA	
FORMACIONES A	ARCILLAS Y SUELO FINO
FORMACIONES G	GRAVAS Y SUELOS ARENOSOS
SE	SALIDA DE EMERGENCIA
PV	POZO DE VENTILACION
PB	POZO DE BOMBEO

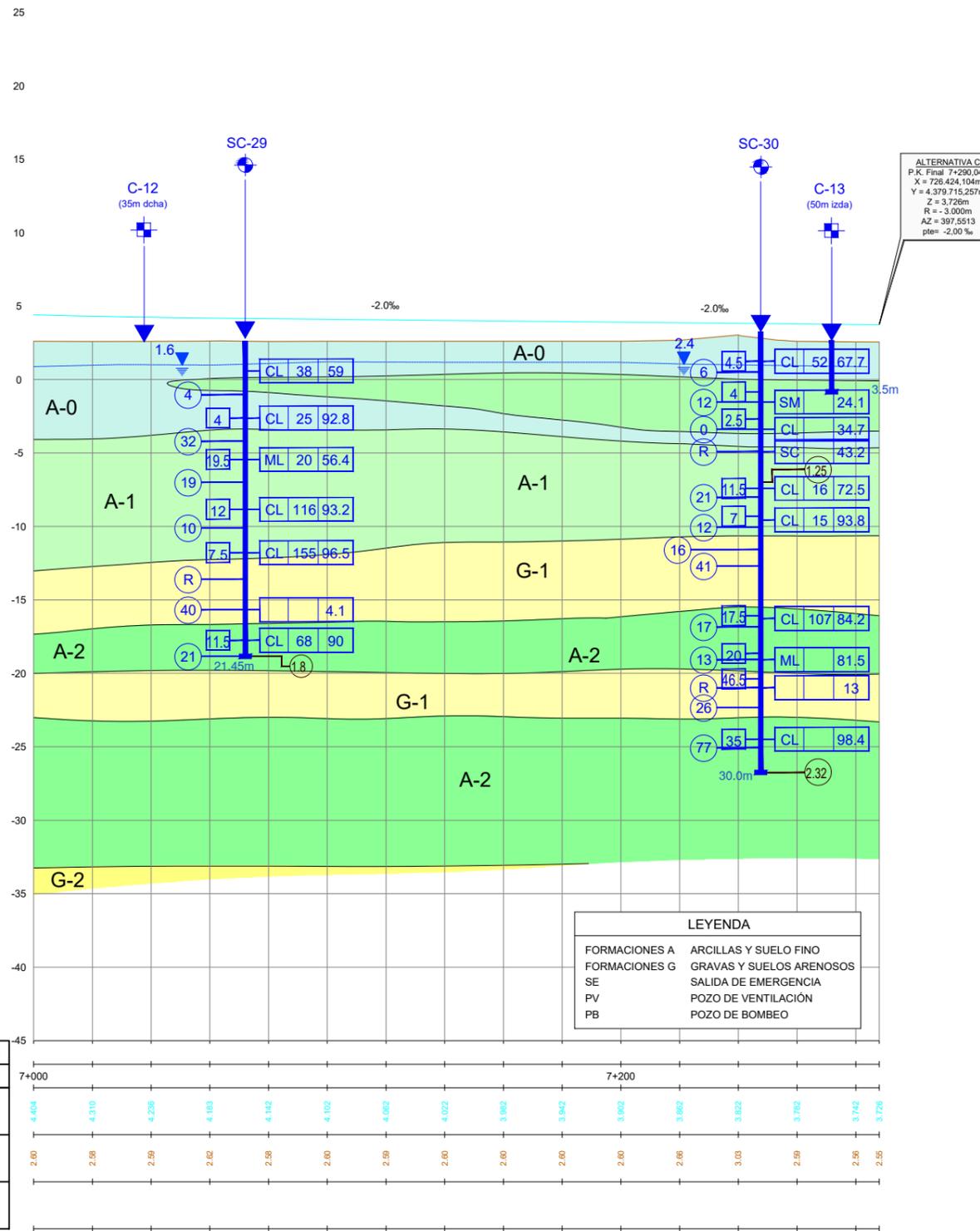
REPOSICIÓN ESTRUCTURA  
CAMÍ A LA MAR

P.K. 5+805.000  
P.K. 5+816.000 Longitud 11.40 m.

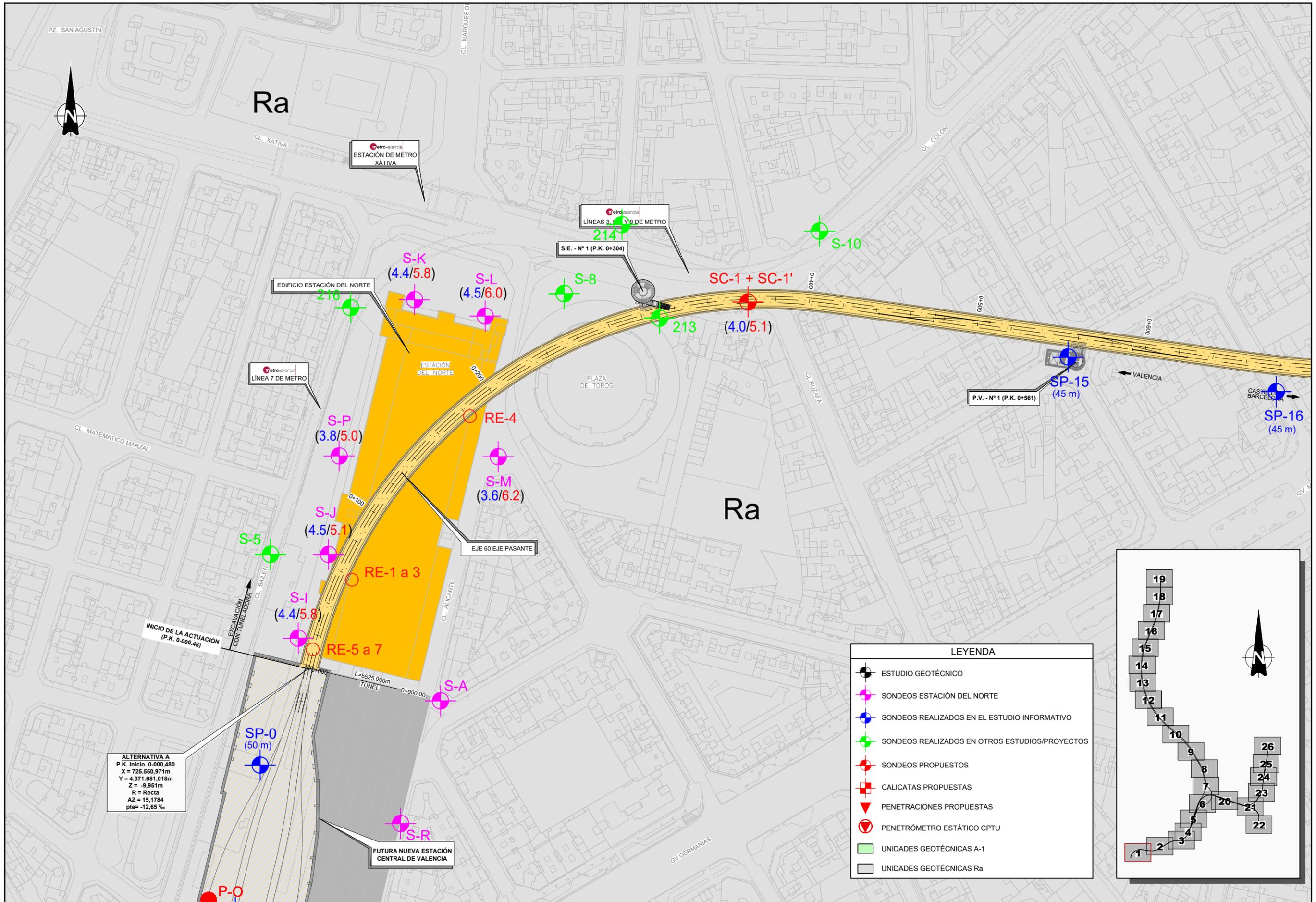


LEYENDA	
FORMACIONES A	ARCILLAS Y SUELO FINO
FORMACIONES G	GRAVAS Y SUELOS ARENOSOS
SE	SALIDA DE EMERGENCIA
PV	POZO DE VENTILACIÓN
PB	POZO DE BOMBEO



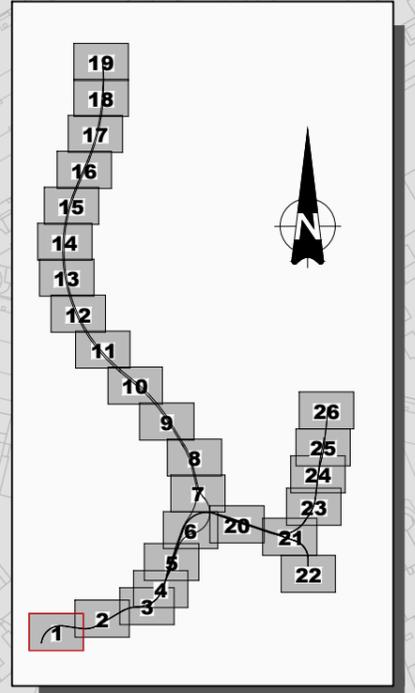


EJE VALENCIA - CASTELLÓN, EJE 51



ALTERNATIVA A  
 P.K. Inicio: 0+000.480  
 X = 725.650,971m  
 Y = 4.374.681,018m  
 Z = -9,951m  
 R = Recta  
 AZ = 15,1784  
 pte = -12,65 %

LEYENDA	
	ESTUDIO GEOTÉCNICO
	SONDEOS ESTACIÓN DEL NORTE
	SONDEOS REALIZADOS EN EL ESTUDIO INFORMATIVO
	SONDEOS REALIZADOS EN OTROS ESTUDIOS/PROYECTOS
	SONDEOS PROPUESTOS
	CALICATAS PROPUESTAS
	PENETRACIONES PROPUESTAS
	PENETRÓMETRO ESTÁTICO CPTU
	UNIDADES GEOTÉCNICAS A-1
	UNIDADES GEOTÉCNICAS Ra





Metrovalencia  
LÍNEAS 3, 5, 7 Y 9 DE METRO

Ra

SC-3+SC-3  
(1.9/2.5)

SP-21  
(45 m)

SP-20  
(45 m)

SC-2  
(2.3/2.5)

SP-18  
(45 m)

SP-17  
(45 m)

SP-16  
(45 m)

P.B. - Nº 1 (P.K. 0+803)

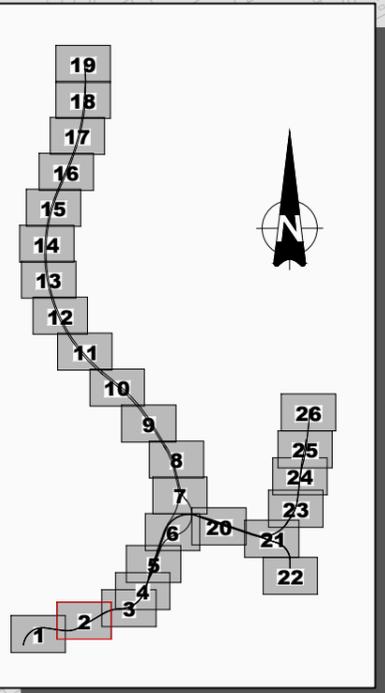
S.E. - Nº 2 (P.K. 0+803)

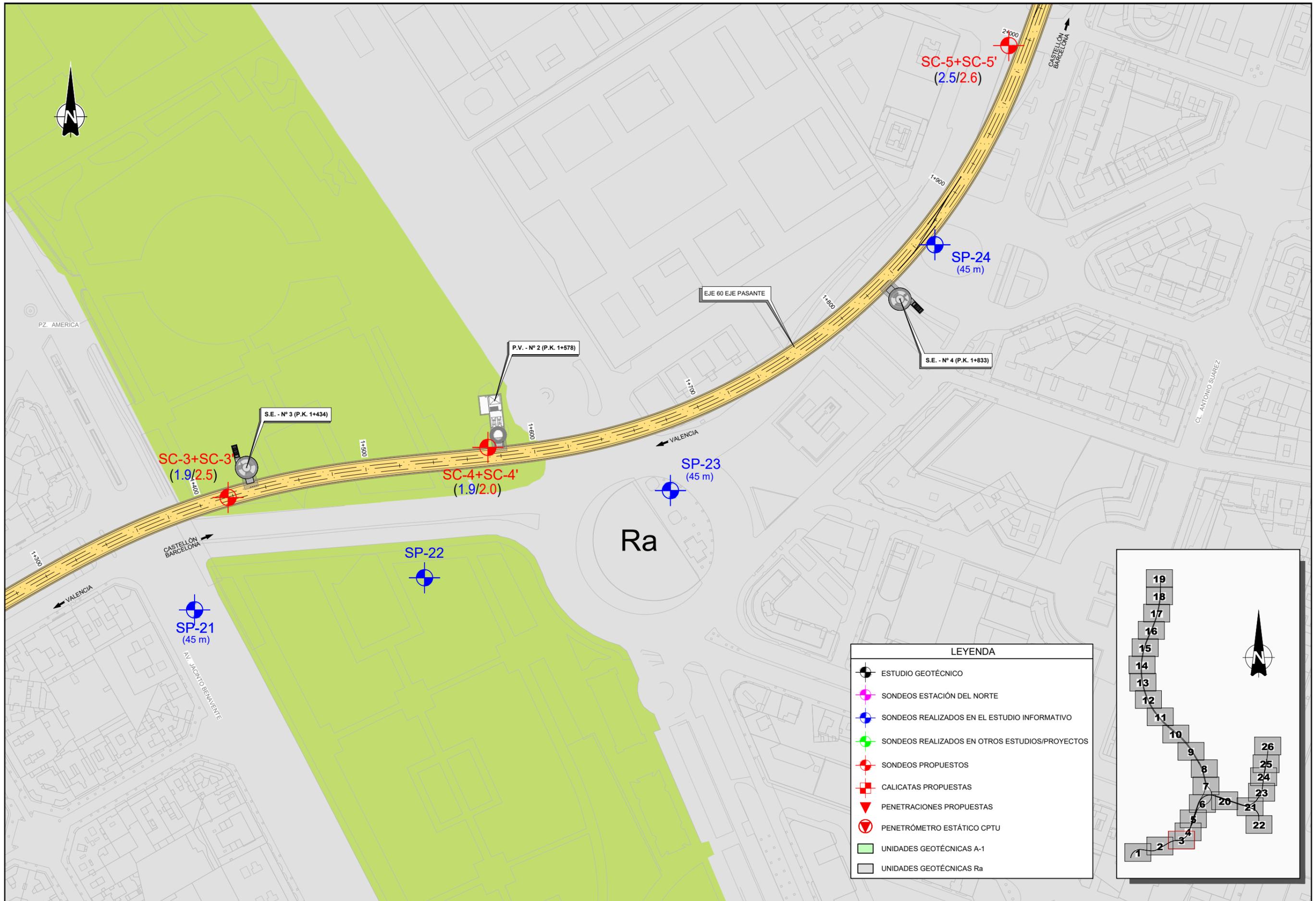
APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO  
PLAZA CÁNOVAS DEL CASTILLO

EJE 60 EJE PASANTE

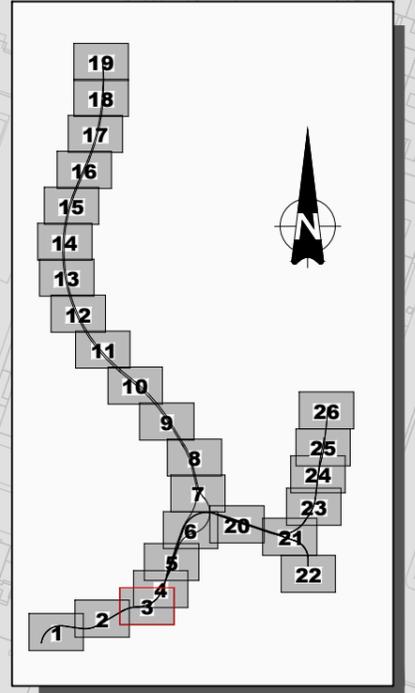
LEYENDA

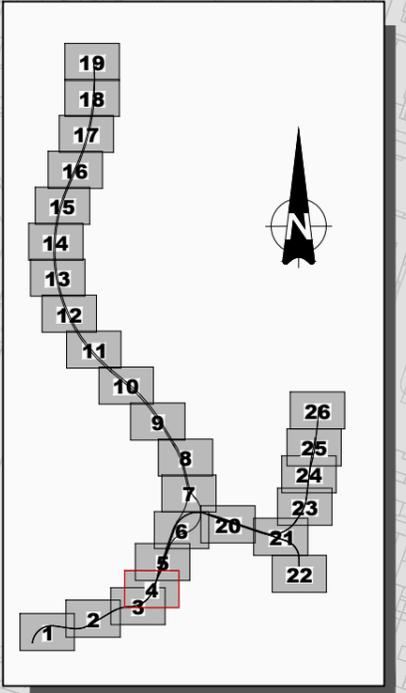
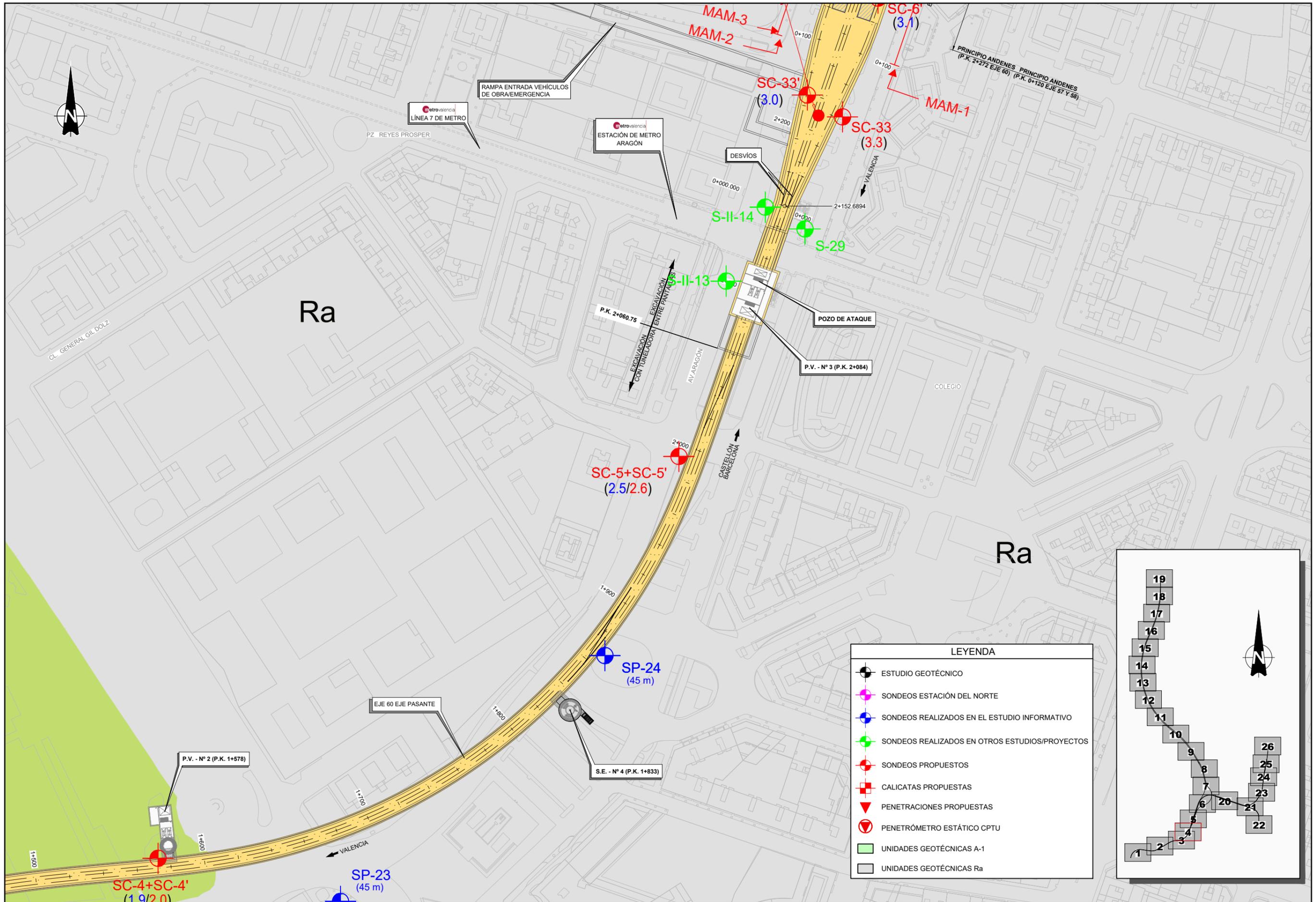
- ESTUDIO GEOTÉCNICO
- SONDEOS ESTACIÓN DEL NORTE
- SONDEOS REALIZADOS EN EL ESTUDIO INFORMATIVO
- SONDEOS REALIZADOS EN OTROS ESTUDIOS/PROYECTOS
- SONDEOS PROPUESTOS
- CALICATAS PROPUESTAS
- PENETRACIONES PROPUESTAS
- PENETRÓMETRO ESTÁTICO CPTU
- UNIDADES GEOTÉCNICAS A-1
- UNIDADES GEOTÉCNICAS Ra



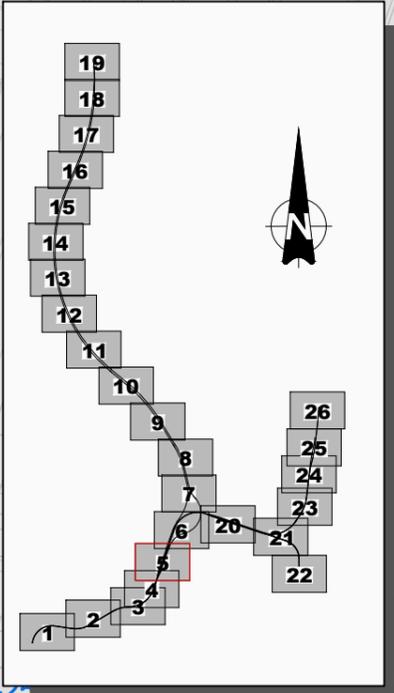
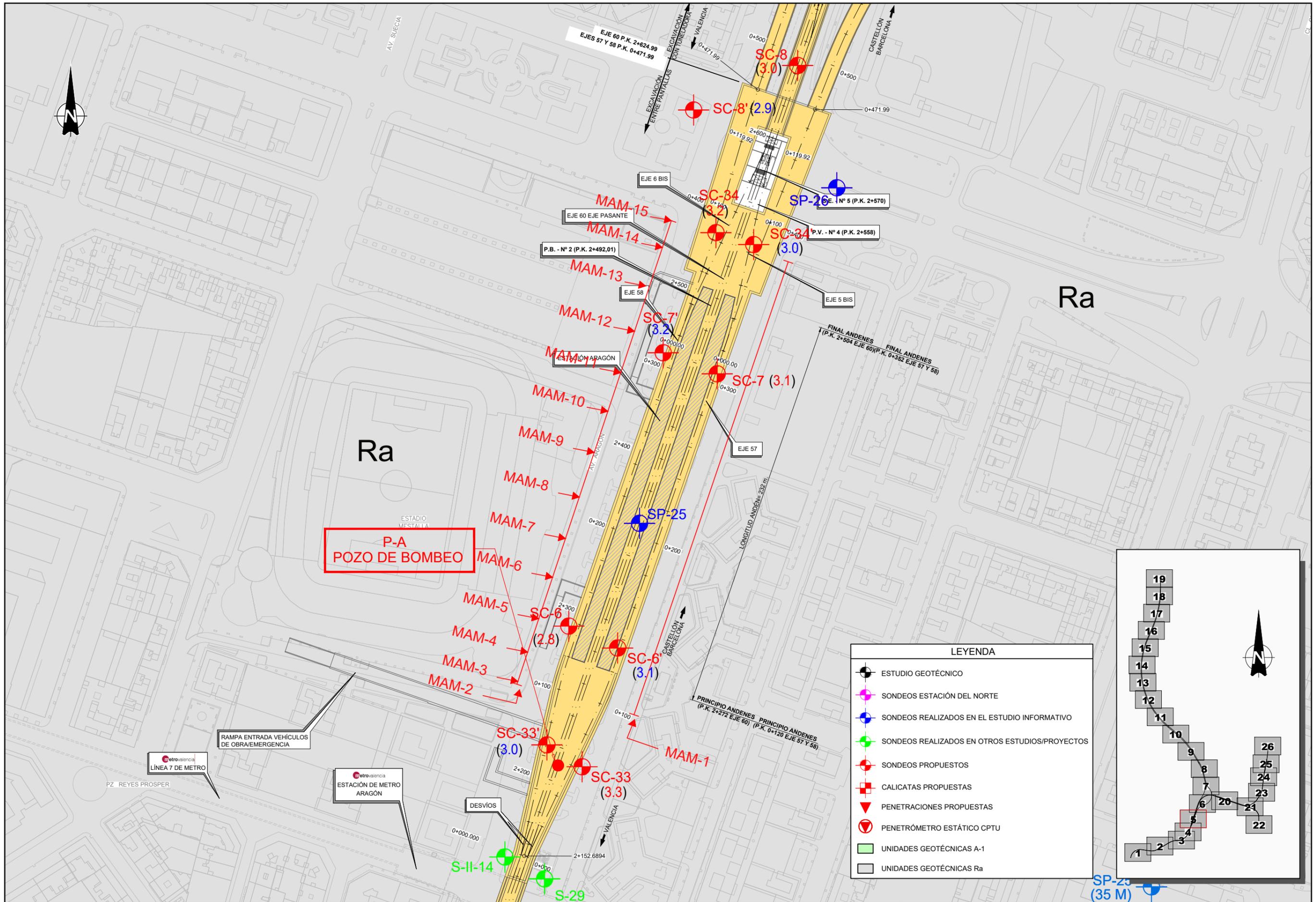


LEYENDA	
	ESTUDIO GEOTÉCNICO
	SONDEOS ESTACIÓN DEL NORTE
	SONDEOS REALIZADOS EN EL ESTUDIO INFORMATIVO
	SONDEOS REALIZADOS EN OTROS ESTUDIOS/PROYECTOS
	SONDEOS PROPUESTOS
	CALICATAS PROPUESTAS
	PENETRACIONES PROPUESTAS
	PENETRÓMETRO ESTÁTICO CPTU
	UNIDADES GEOTÉCNICAS A-1
	UNIDADES GEOTÉCNICAS Ra

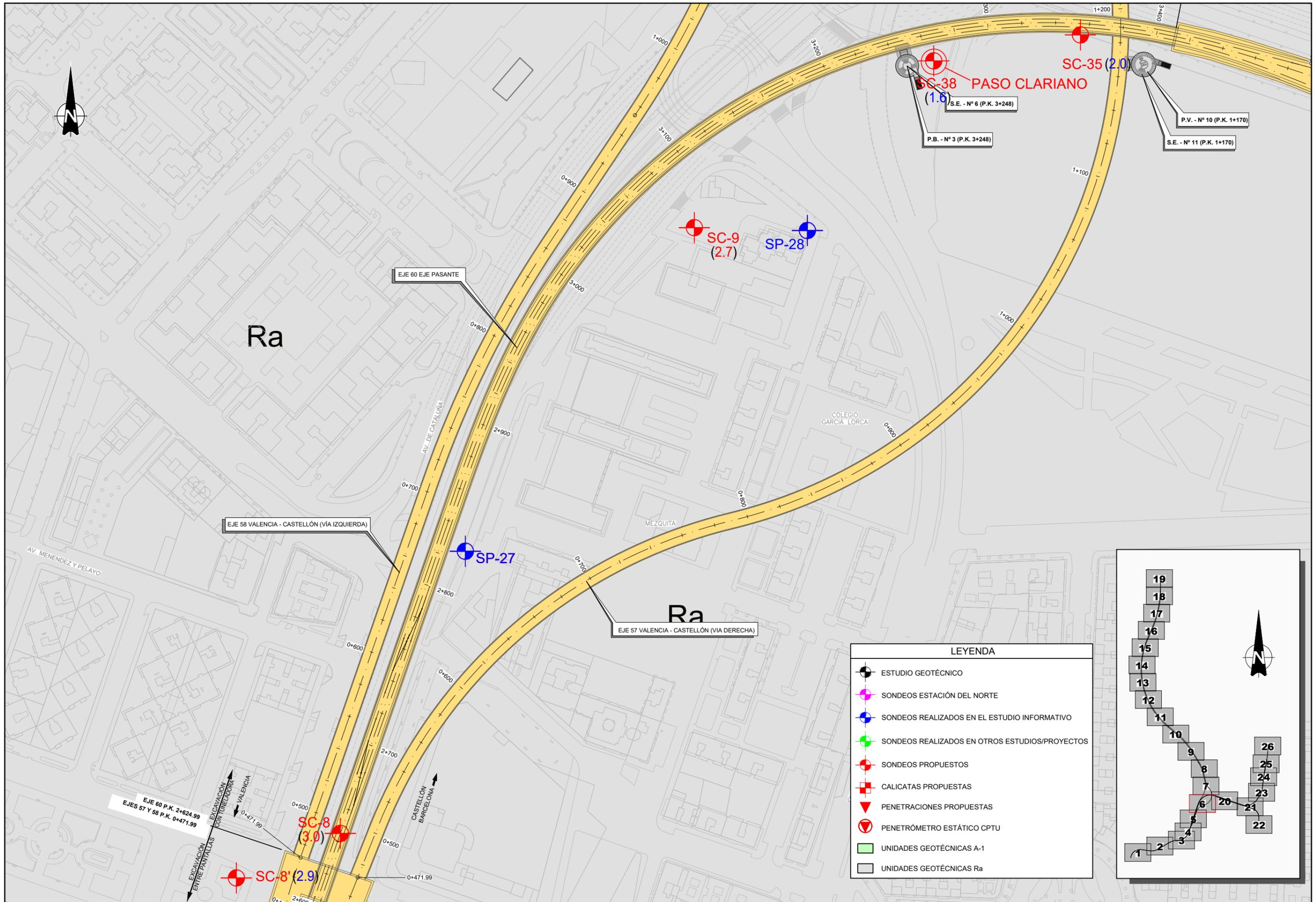




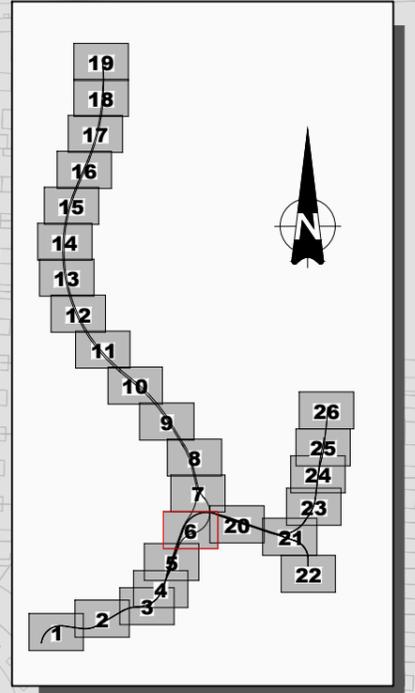
LEYENDA	
	ESTUDIO GEOTÉCNICO
	SONDEOS ESTACIÓN DEL NORTE
	SONDEOS REALIZADOS EN EL ESTUDIO INFORMATIVO
	SONDEOS REALIZADOS EN OTROS ESTUDIOS/PROYECTOS
	SONDEOS PROPUESTOS
	CALICATAS PROPUESTAS
	PENETRACIONES PROPUESTAS
	PENETRÓMETRO ESTÁTICO CPTU
	UNIDADES GEOTÉCNICAS A-1
	UNIDADES GEOTÉCNICAS Ra

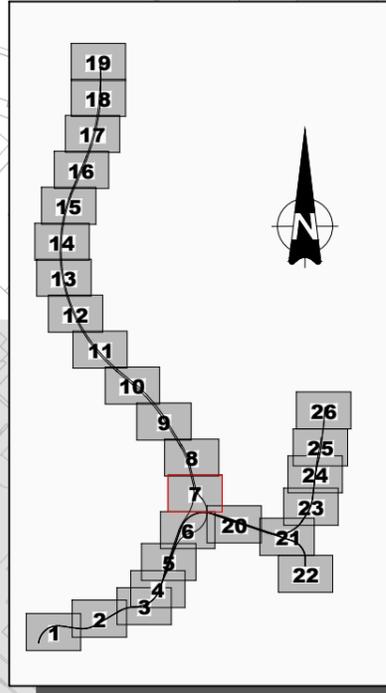
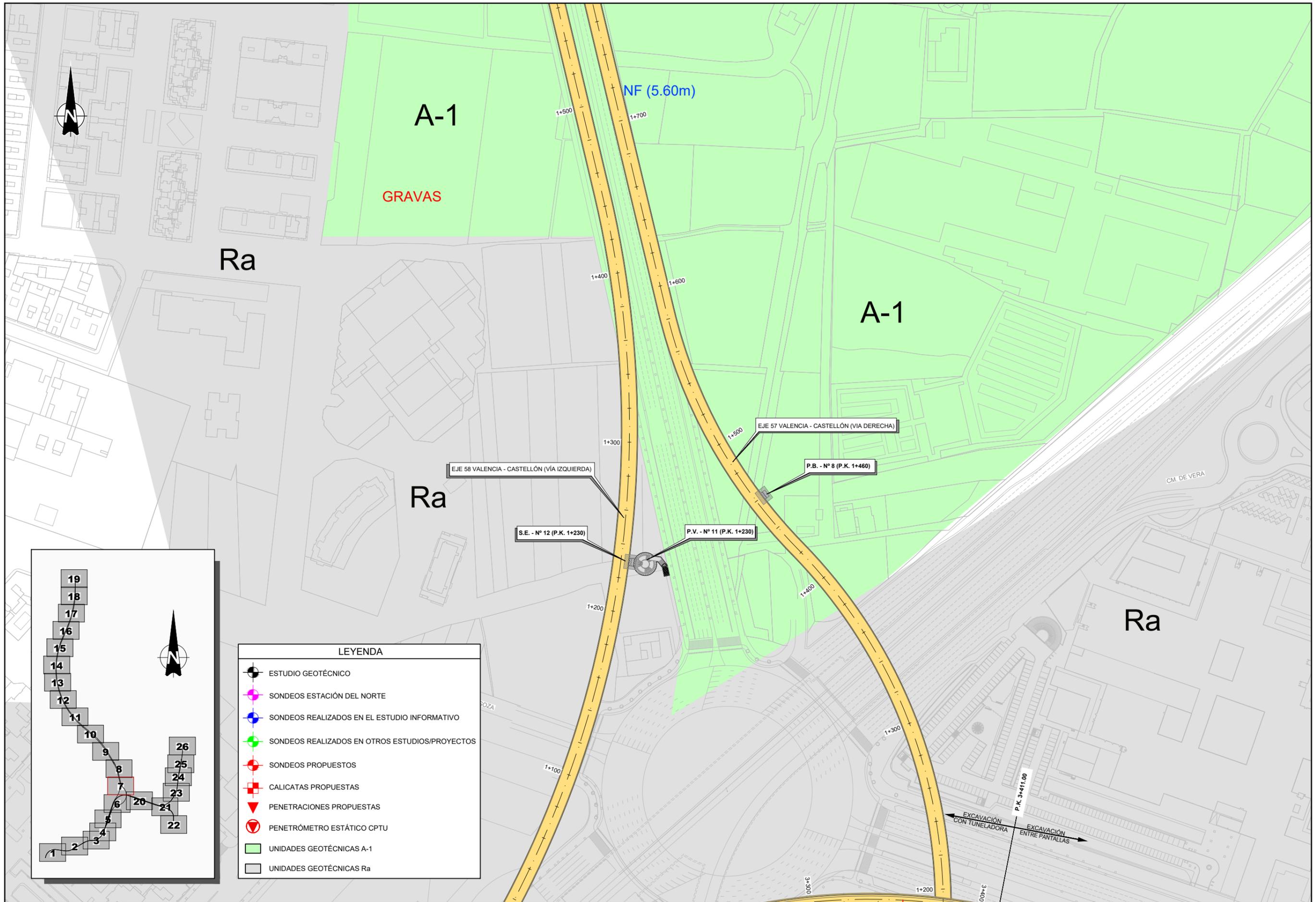


LEYENDA	
	ESTUDIO GEOTÉCNICO
	SONDEOS ESTACIÓN DEL NORTE
	SONDEOS REALIZADOS EN EL ESTUDIO INFORMATIVO
	SONDEOS REALIZADOS EN OTROS ESTUDIOS/PROYECTOS
	SONDEOS PROPUESTOS
	CALICATAS PROPUESTAS
	PENETRACIONES PROPUESTAS
	PENETRÓMETRO ESTÁTICO CPTU
	UNIDADES GEOTÉCNICAS A-1
	UNIDADES GEOTÉCNICAS Ra

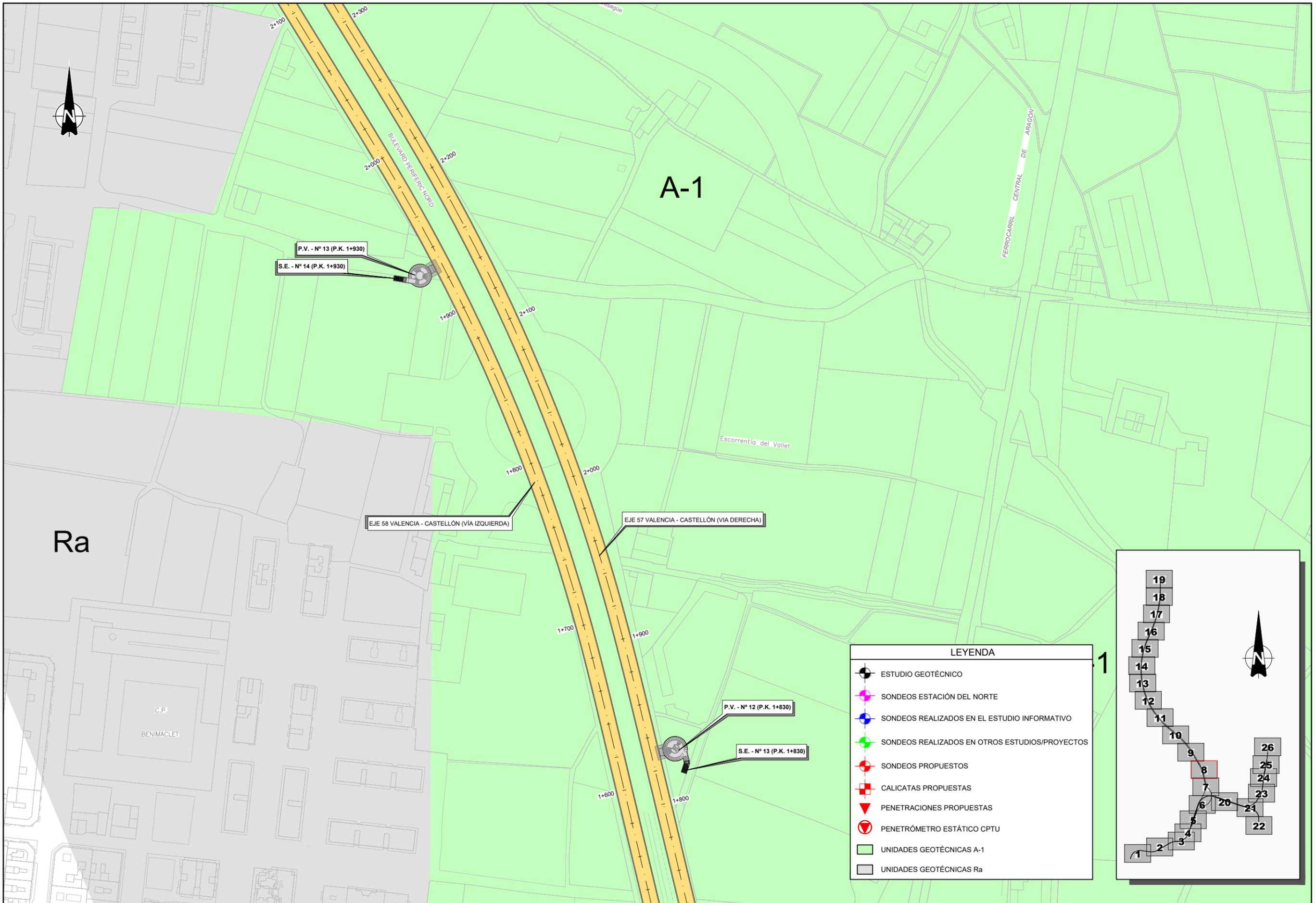


LEYENDA	
	ESTUDIO GEOTÉCNICO
	SONDEOS ESTACIÓN DEL NORTE
	SONDEOS REALIZADOS EN EL ESTUDIO INFORMATIVO
	SONDEOS REALIZADOS EN OTROS ESTUDIOS/PROYECTOS
	SONDEOS PROPUESTOS
	CALICATAS PROPUESTAS
	PENETRACIONES PROPUESTAS
	PENETRÓMETRO ESTÁTICO CPTU
	UNIDADES GEOTÉCNICAS A-1
	UNIDADES GEOTÉCNICAS Ra





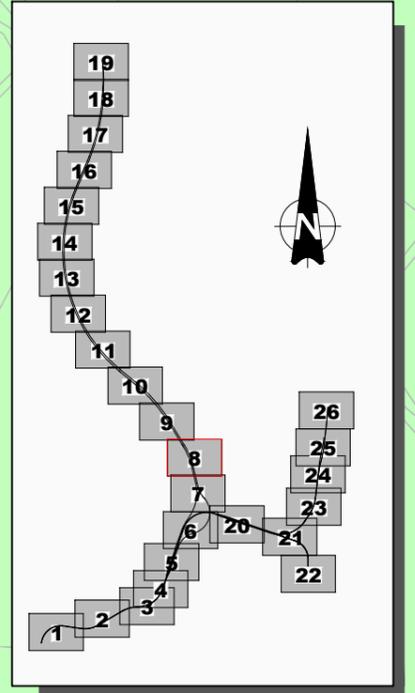
LEYENDA	
	ESTUDIO GEOTÉCNICO
	SONDEOS ESTACIÓN DEL NORTE
	SONDEOS REALIZADOS EN EL ESTUDIO INFORMATIVO
	SONDEOS REALIZADOS EN OTROS ESTUDIOS/PROYECTOS
	SONDEOS PROPUESTOS
	CALICATAS PROPUESTAS
	PENETRACIONES PROPUESTAS
	PENETRÓMETRO ESTÁTICO CPTU
	UNIDADES GEOTÉCNICAS A-1
	UNIDADES GEOTÉCNICAS Ra

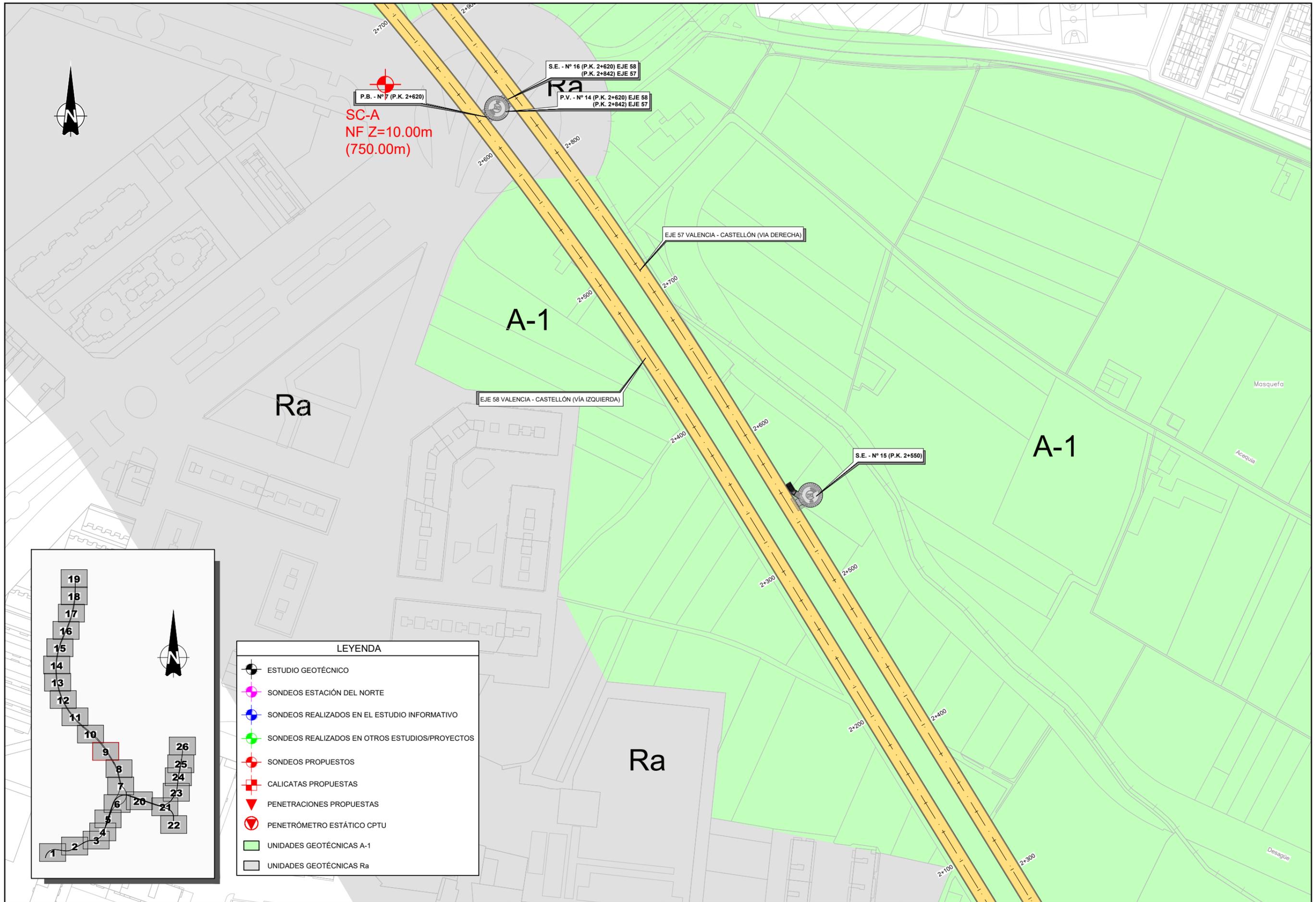


Ra

A-1

LEYENDA	
	ESTUDIO GEOTÉCNICO
	SONDEOS ESTACIÓN DEL NORTE
	SONDEOS REALIZADOS EN EL ESTUDIO INFORMATIVO
	SONDEOS REALIZADOS EN OTROS ESTUDIOS/PROYECTOS
	SONDEOS PROPUESTOS
	CALICATAS PROPUESTAS
	PENETRACIONES PROPUESTAS
	PENETRÓMETRO ESTÁTICO CPTU
	UNIDADES GEOTÉCNICAS A-1
	UNIDADES GEOTÉCNICAS Ra





SC-A  
NF Z=10.00m  
(750.00m)

S.E. - Nº 16 (P.K. 2+620) EJE 58  
(P.K. 2+842) EJE 57  
P.V. - Nº 14 (P.K. 2+620) EJE 58  
(P.K. 2+842) EJE 57

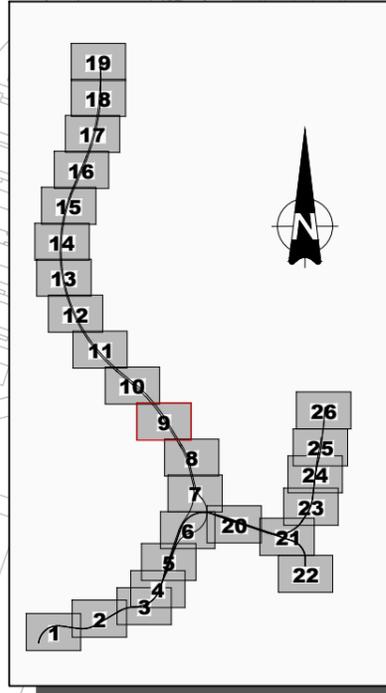
S.E. - Nº 15 (P.K. 2+550)

Ra

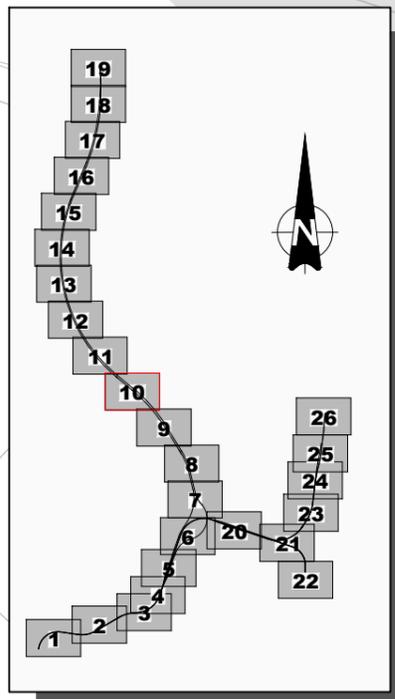
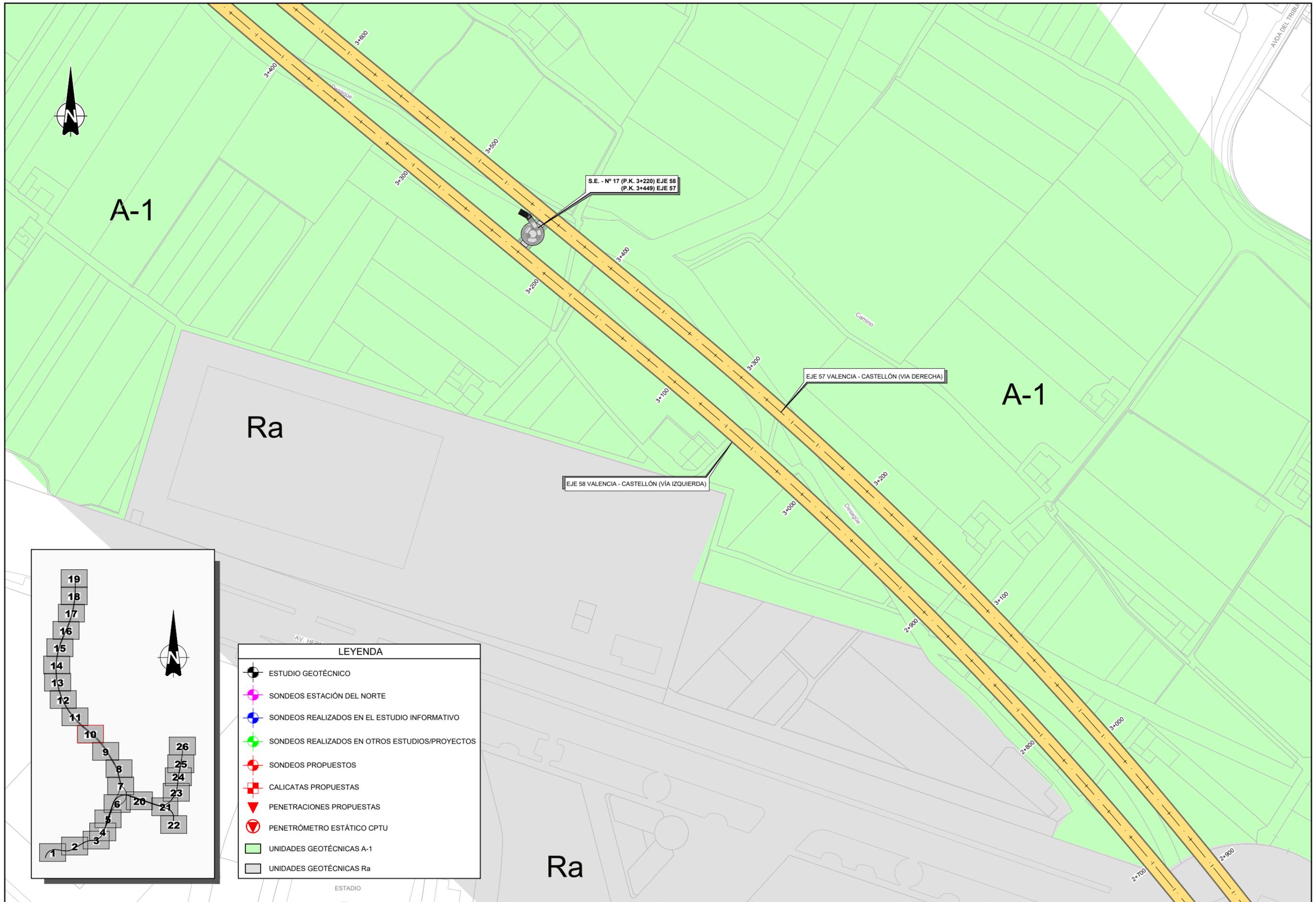
A-1

A-1

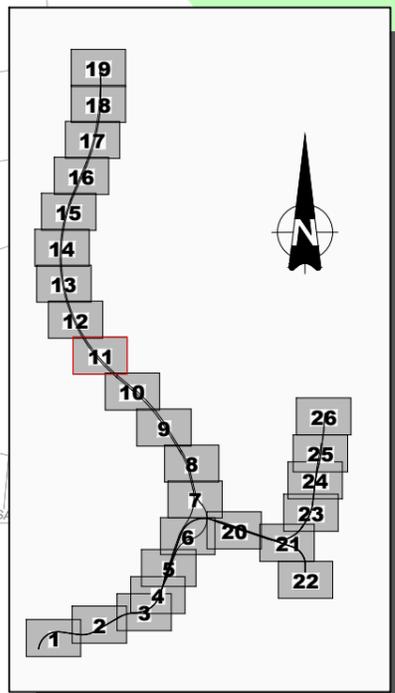
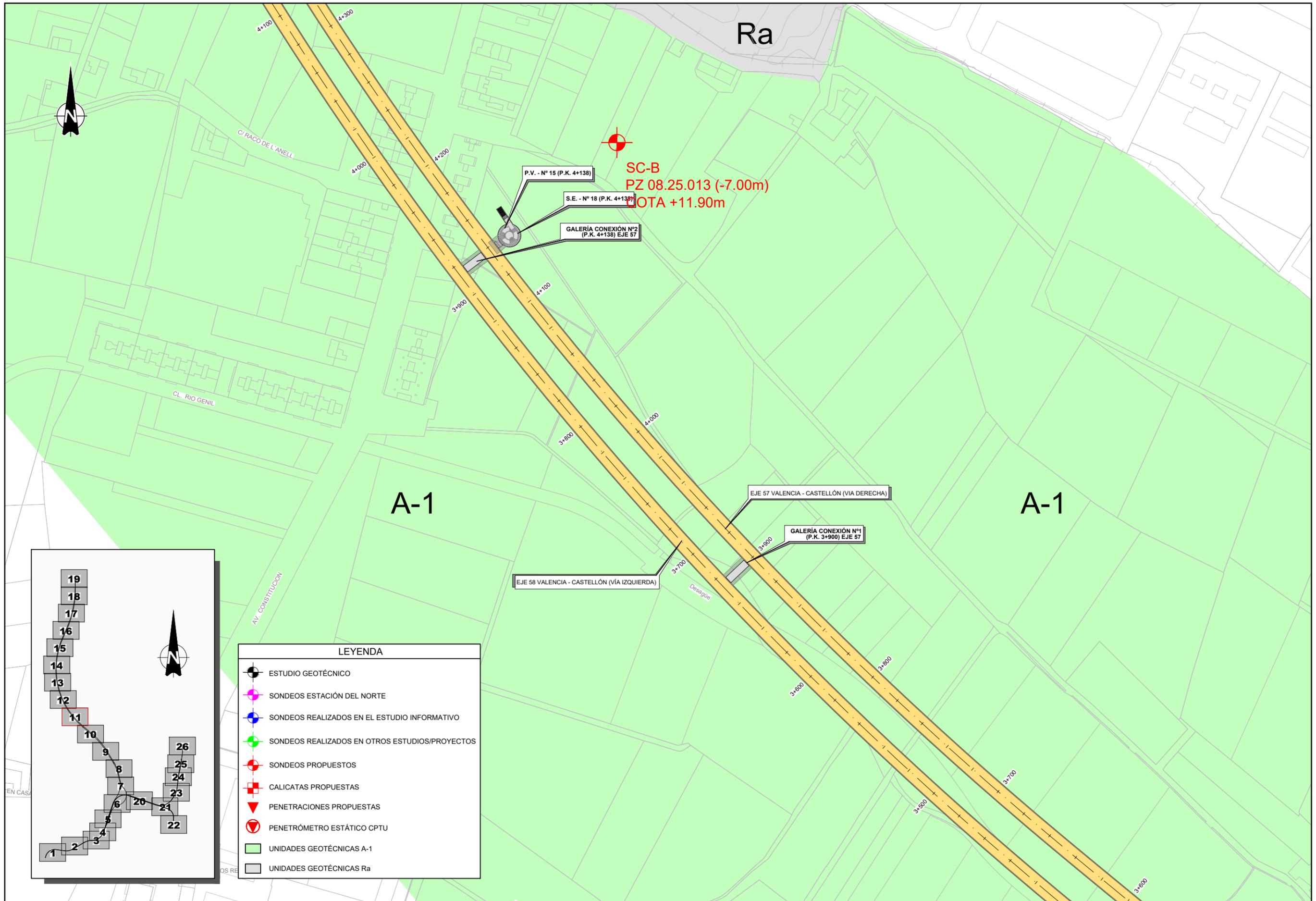
Ra



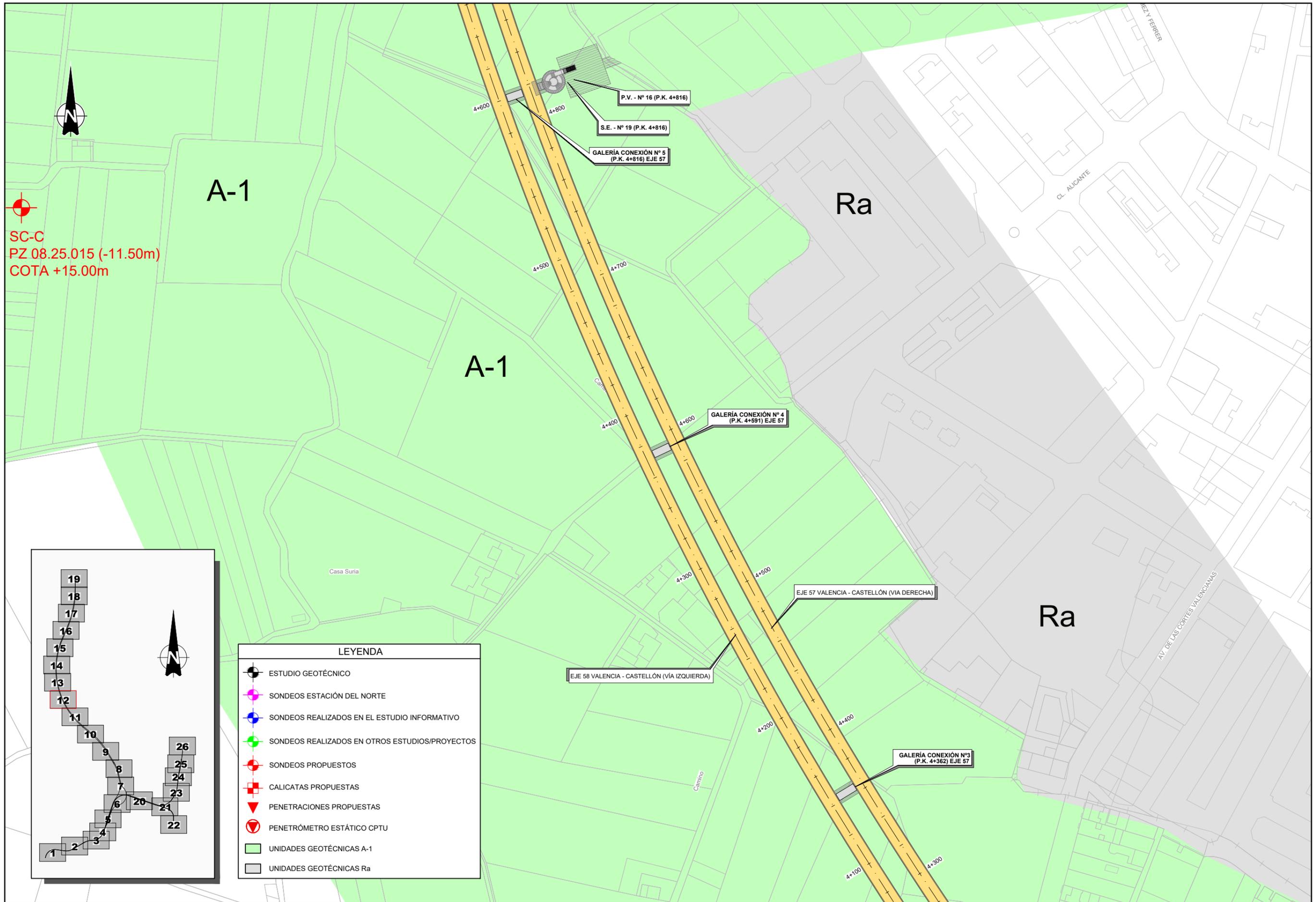
LEYENDA	
	ESTUDIO GEOTÉCNICO
	SONDEOS ESTACIÓN DEL NORTE
	SONDEOS REALIZADOS EN EL ESTUDIO INFORMATIVO
	SONDEOS REALIZADOS EN OTROS ESTUDIOS/PROYECTOS
	SONDEOS PROPUESTOS
	CALICATAS PROPUESTAS
	PENETRACIONES PROPUESTAS
	PENETRÓMETRO ESTÁTICO CPTU
	UNIDADES GEOTÉCNICAS A-1
	UNIDADES GEOTÉCNICAS Ra



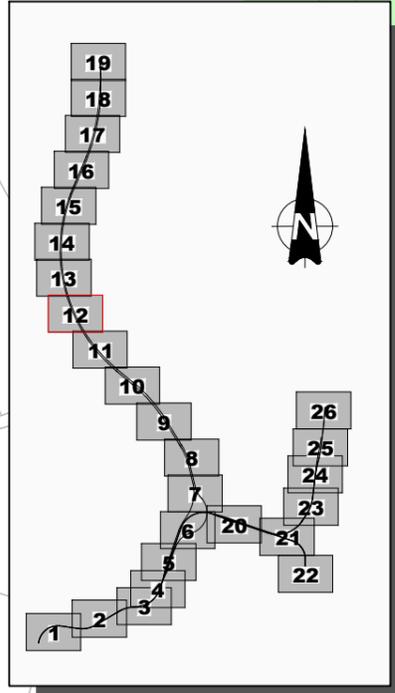
LEYENDA	
	ESTUDIO GEOTÉCNICO
	SONDEOS ESTACIÓN DEL NORTE
	SONDEOS REALIZADOS EN EL ESTUDIO INFORMATIVO
	SONDEOS REALIZADOS EN OTROS ESTUDIOS/PROYECTOS
	SONDEOS PROPUESTOS
	CALICATAS PROPUESTAS
	PENETRACIONES PROPUESTAS
	PENETRÓMETRO ESTÁTICO CPTU
	UNIDADES GEOTÉCNICAS A-1
	UNIDADES GEOTÉCNICAS Ra

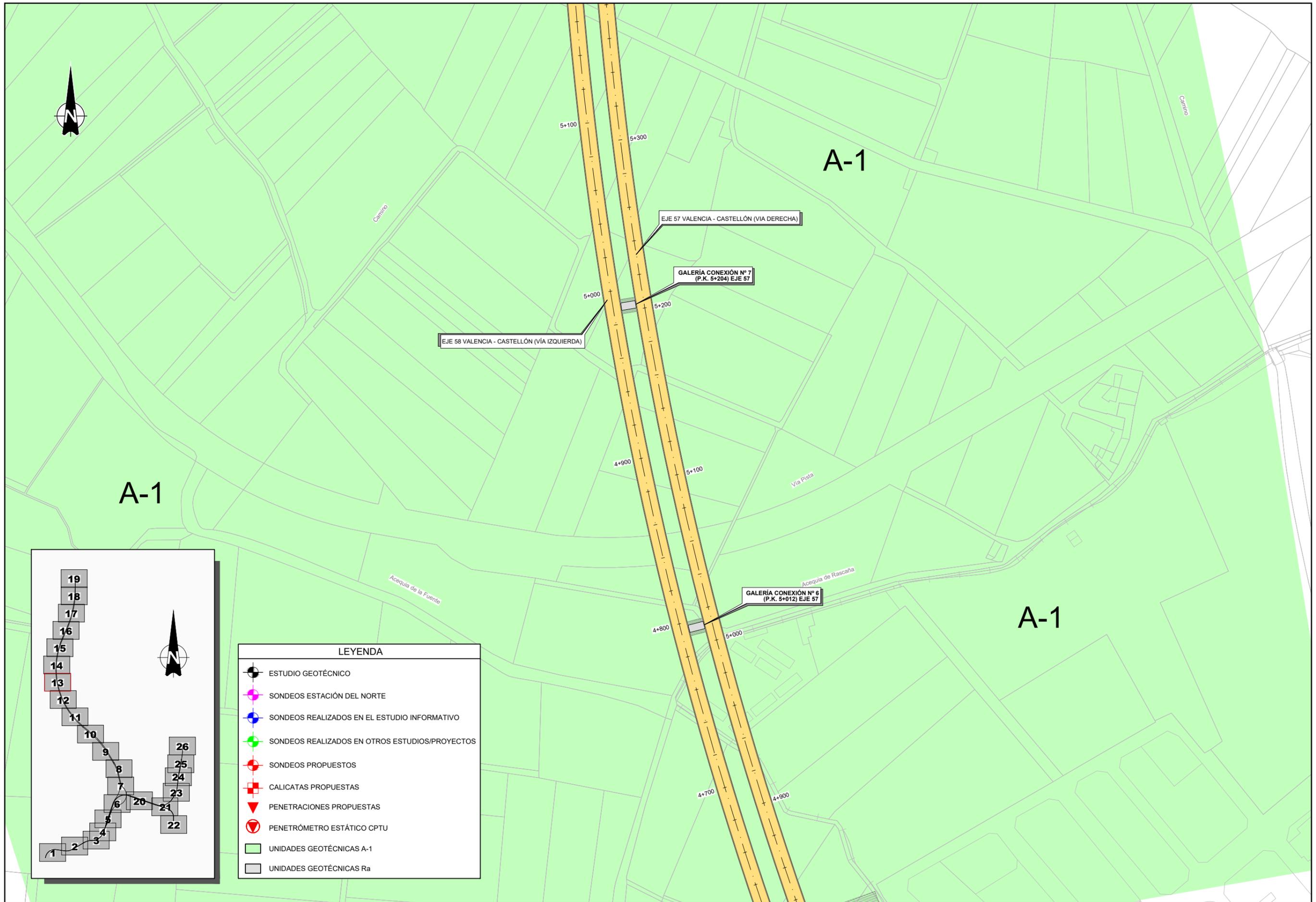


LEYENDA	
	ESTUDIO GEOTÉCNICO
	SONDEOS ESTACIÓN DEL NORTE
	SONDEOS REALIZADOS EN EL ESTUDIO INFORMATIVO
	SONDEOS REALIZADOS EN OTROS ESTUDIOS/PROYECTOS
	SONDEOS PROPUESTOS
	CALICATAS PROPUESTAS
	PENETRACIONES PROPUESTAS
	PENETRÓMETRO ESTÁTICO CPTU
	UNIDADES GEOTÉCNICAS A-1
	UNIDADES GEOTÉCNICAS Ra

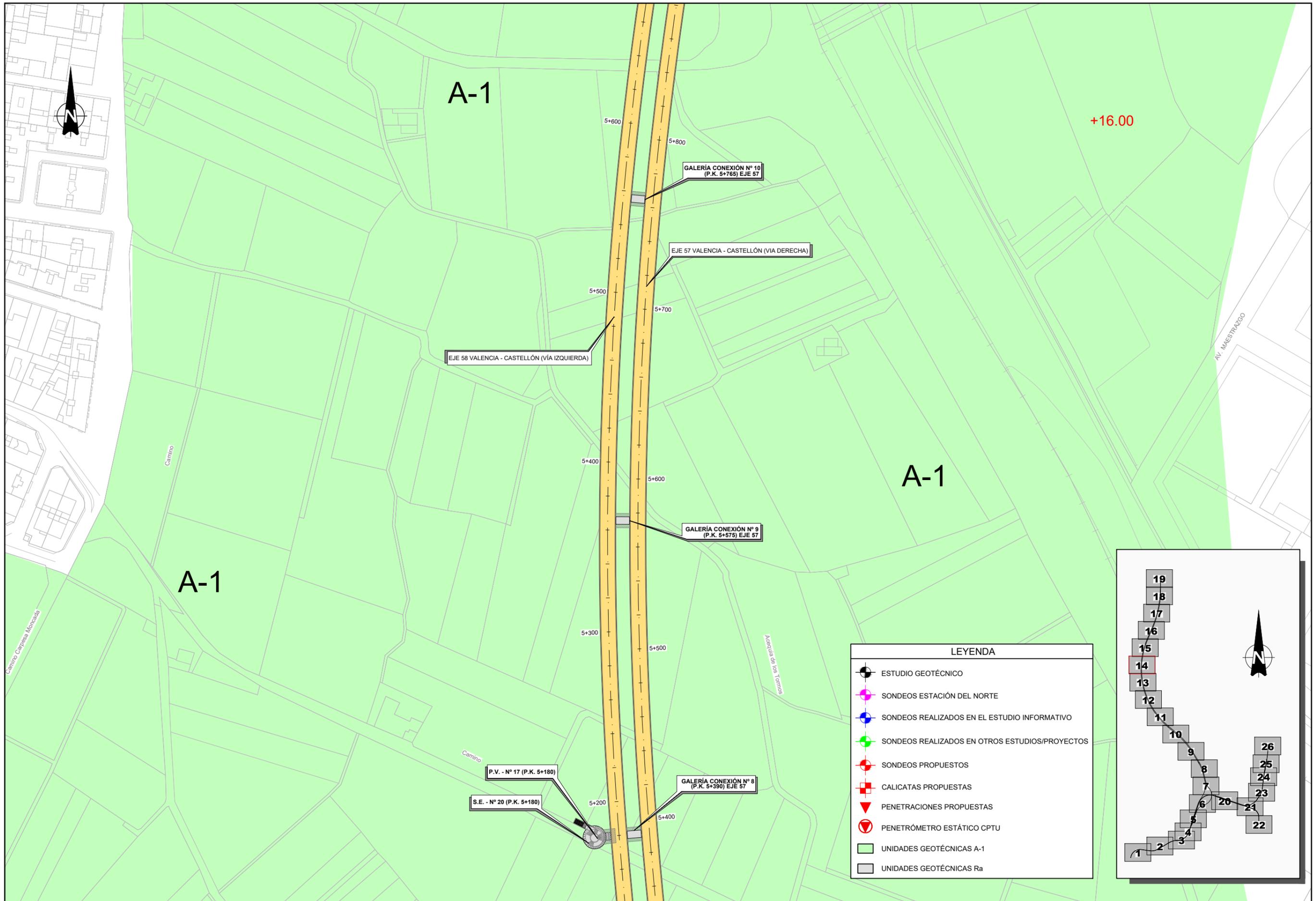


LEYENDA	
	ESTUDIO GEOTÉCNICO
	SONDEOS ESTACIÓN DEL NORTE
	SONDEOS REALIZADOS EN EL ESTUDIO INFORMATIVO
	SONDEOS REALIZADOS EN OTROS ESTUDIOS/PROYECTOS
	SONDEOS PROPUESTOS
	CALICATAS PROPUESTAS
	PENETRACIONES PROPUESTAS
	PENETRÓMETRO ESTÁTICO CPTU
	UNIDADES GEOTÉCNICAS A-1
	UNIDADES GEOTÉCNICAS Ra

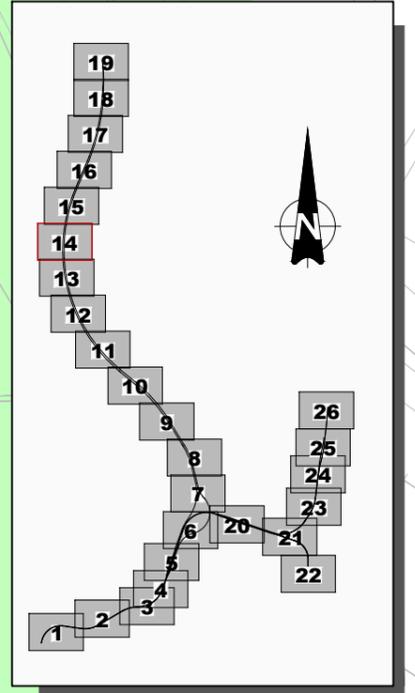


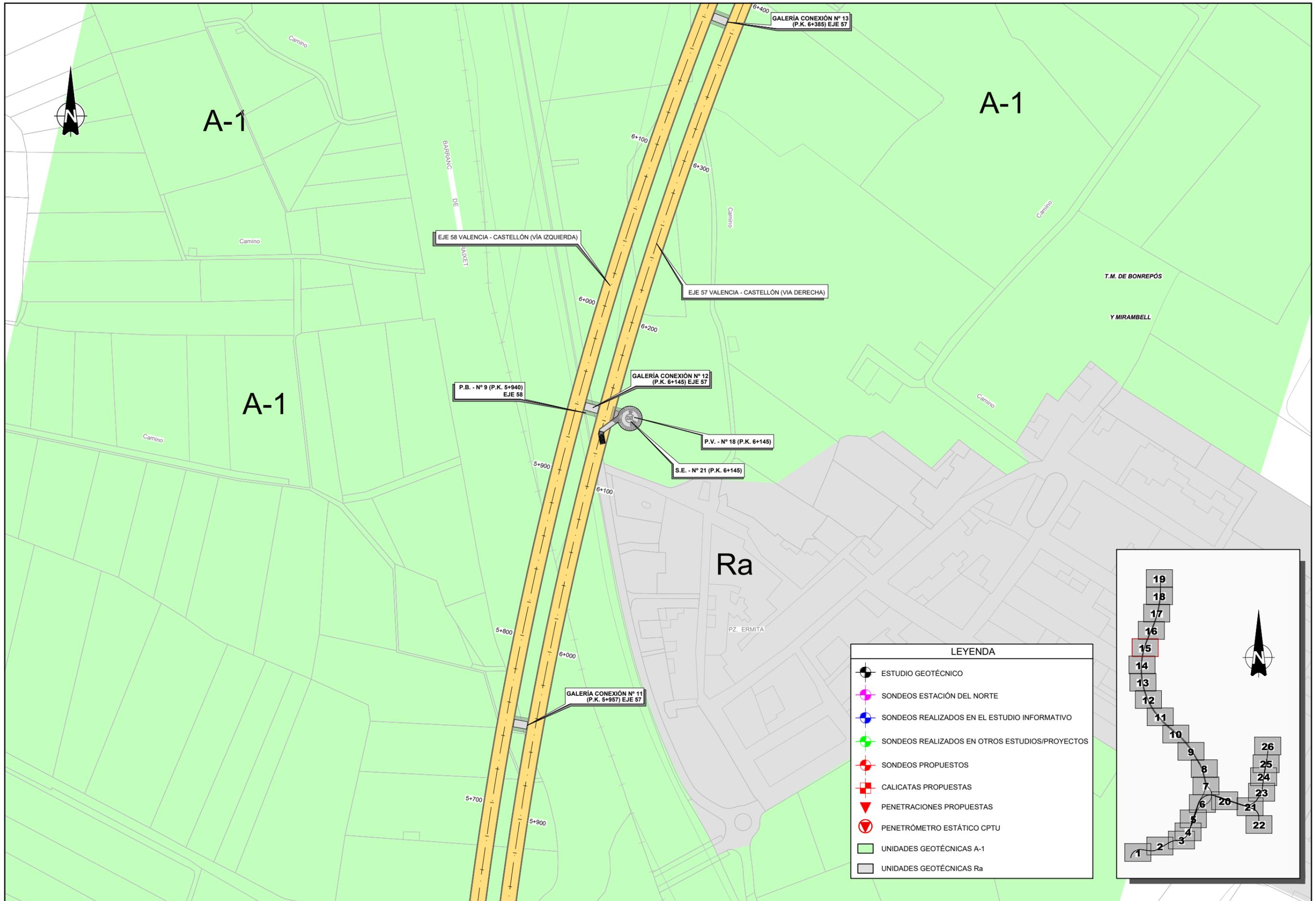


LEYENDA	
	ESTUDIO GEOTÉCNICO
	SONDEOS ESTACIÓN DEL NORTE
	SONDEOS REALIZADOS EN EL ESTUDIO INFORMATIVO
	SONDEOS REALIZADOS EN OTROS ESTUDIOS/PROYECTOS
	SONDEOS PROPUESTOS
	CALICATAS PROPUESTAS
	PENETRACIONES PROPUESTAS
	PENETRÓMETRO ESTÁTICO CPTU
	UNIDADES GEOTÉCNICAS A-1
	UNIDADES GEOTÉCNICAS Ra

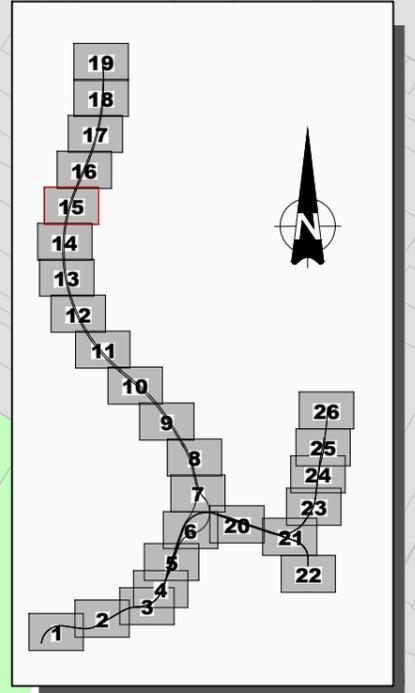


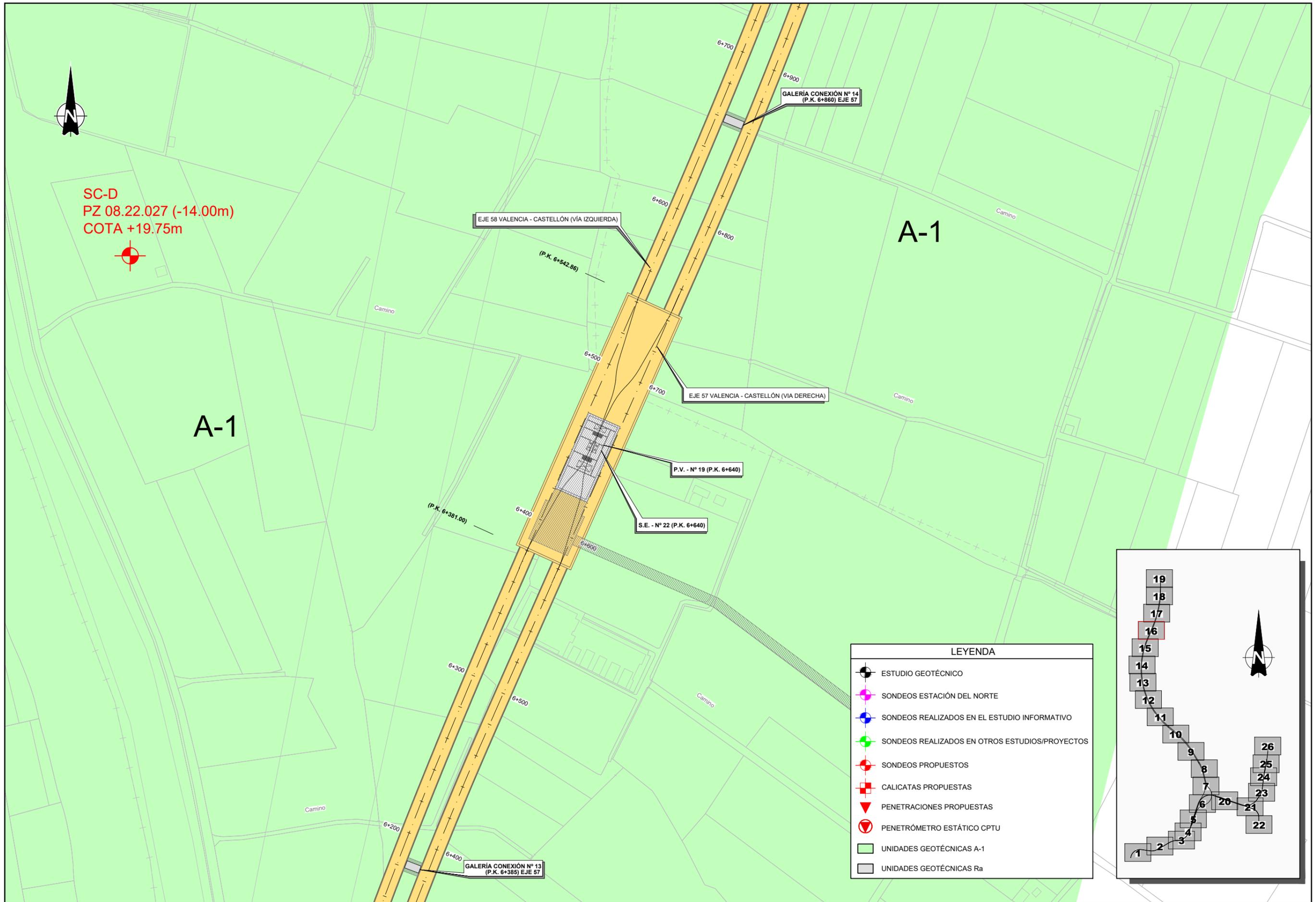
LEYENDA	
	ESTUDIO GEOTÉCNICO
	SONDEOS ESTACIÓN DEL NORTE
	SONDEOS REALIZADOS EN EL ESTUDIO INFORMATIVO
	SONDEOS REALIZADOS EN OTROS ESTUDIOS/PROYECTOS
	SONDEOS PROPUESTOS
	CALICATAS PROPUESTAS
	PENETRACIONES PROPUESTAS
	PENETRÓMETRO ESTÁTICO CPTU
	UNIDADES GEOTÉCNICAS A-1
	UNIDADES GEOTÉCNICAS Ra





LEYENDA	
	ESTUDIO GEOTÉCNICO
	SONDEOS ESTACIÓN DEL NORTE
	SONDEOS REALIZADOS EN EL ESTUDIO INFORMATIVO
	SONDEOS REALIZADOS EN OTROS ESTUDIOS/PROYECTOS
	SONDEOS PROPUESTOS
	CALICATAS PROPUESTAS
	PENETRACIONES PROPUESTAS
	PENETRÓMETRO ESTÁTICO CPTU
	UNIDADES GEOTÉCNICAS A-1
	UNIDADES GEOTÉCNICAS Ra





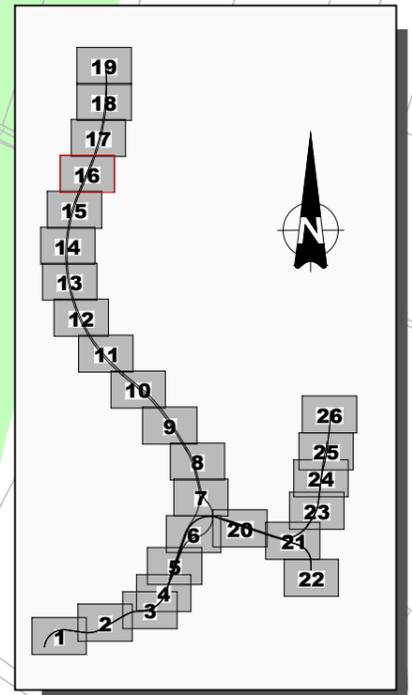
SC-D  
PZ 08.22.027 (-14.00m)  
COTA +19.75m

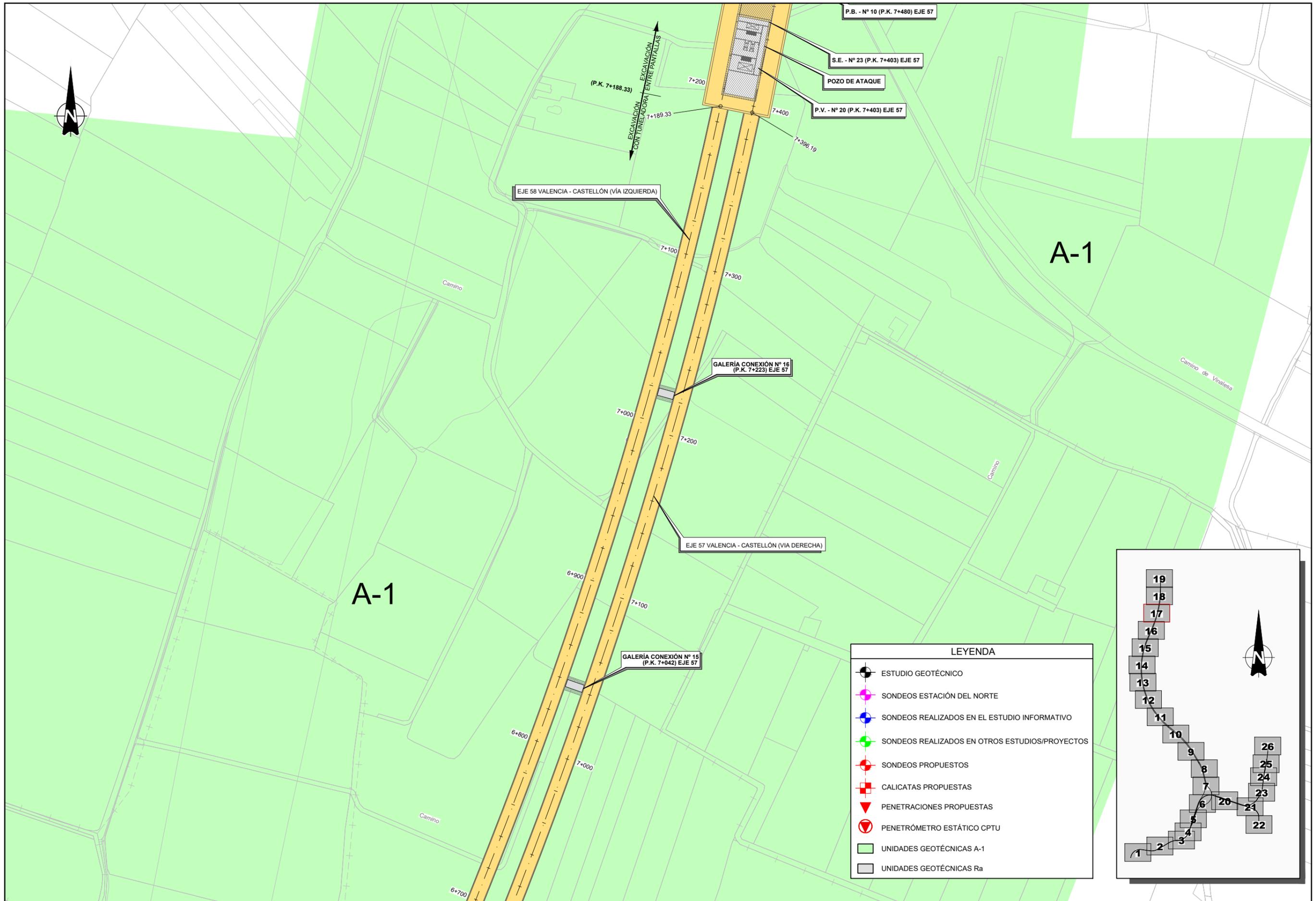


A-1

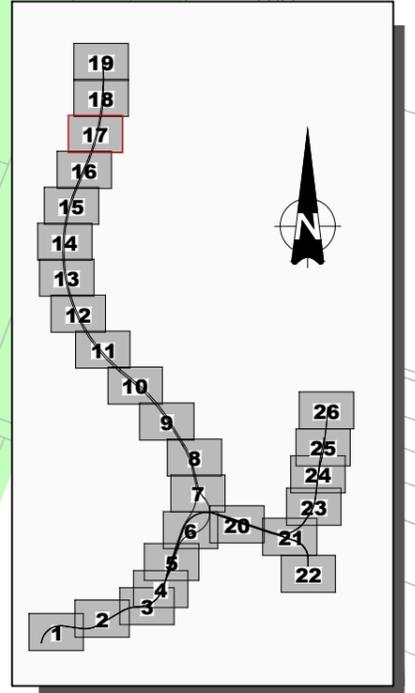
A-1

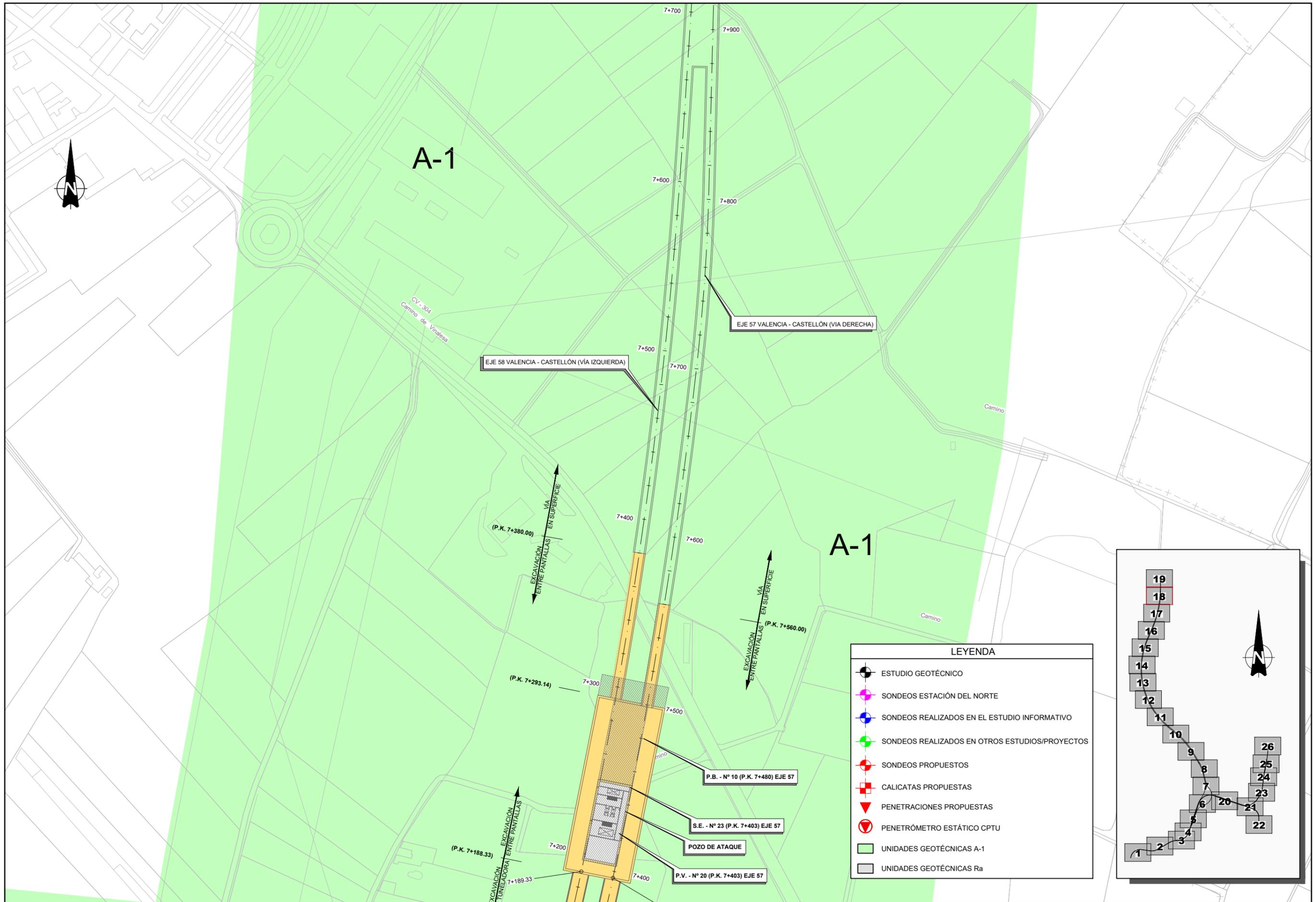
LEYENDA	
	ESTUDIO GEOTÉCNICO
	SONDEOS ESTACIÓN DEL NORTE
	SONDEOS REALIZADOS EN EL ESTUDIO INFORMATIVO
	SONDEOS REALIZADOS EN OTROS ESTUDIOS/PROYECTOS
	SONDEOS PROPUESTOS
	CALICATAS PROPUESTAS
	PENETRACIONES PROPUESTAS
	PENETRÓMETRO ESTÁTICO CPTU
	UNIDADES GEOTÉCNICAS A-1
	UNIDADES GEOTÉCNICAS Ra



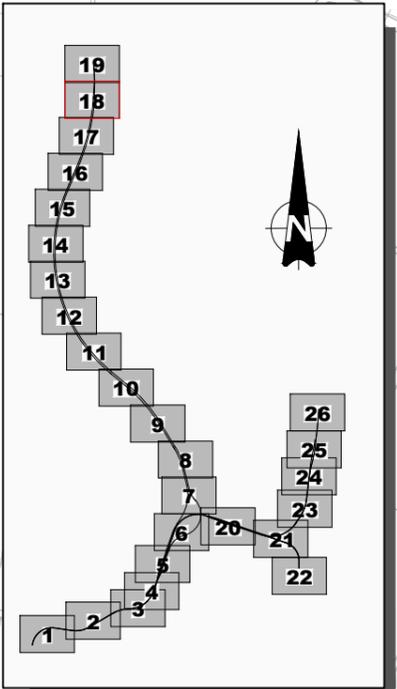


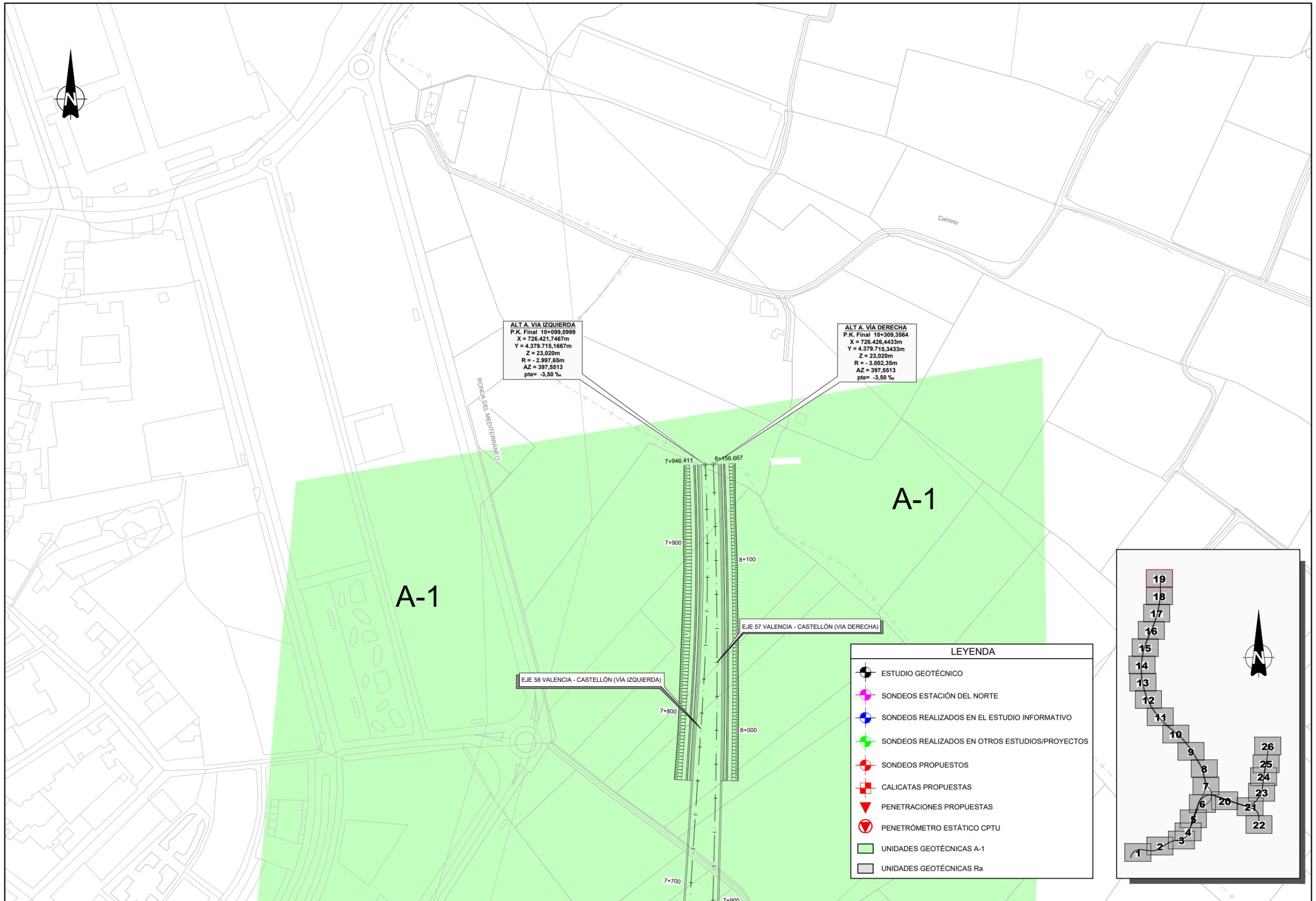
LEYENDA	
	ESTUDIO GEOTÉCNICO
	SONDEOS ESTACIÓN DEL NORTE
	SONDEOS REALIZADOS EN EL ESTUDIO INFORMATIVO
	SONDEOS REALIZADOS EN OTROS ESTUDIOS/PROYECTOS
	SONDEOS PROPUESTOS
	CALICATAS PROPUESTAS
	PENETRACIONES PROPUESTAS
	PENETRÓMETRO ESTÁTICO CPTU
	UNIDADES GEOTÉCNICAS A-1
	UNIDADES GEOTÉCNICAS Ra





LEYENDA	
	ESTUDIO GEOTÉCNICO
	SONDEOS ESTACIÓN DEL NORTE
	SONDEOS REALIZADOS EN EL ESTUDIO INFORMATIVO
	SONDEOS REALIZADOS EN OTROS ESTUDIOS/PROYECTOS
	SONDEOS PROPUESTOS
	CALICATAS PROPUESTAS
	PENETRACIONES PROPUESTAS
	PENETRÓMETRO ESTÁTICO CPTU
	UNIDADES GEOTÉCNICAS A-1
	UNIDADES GEOTÉCNICAS Ra

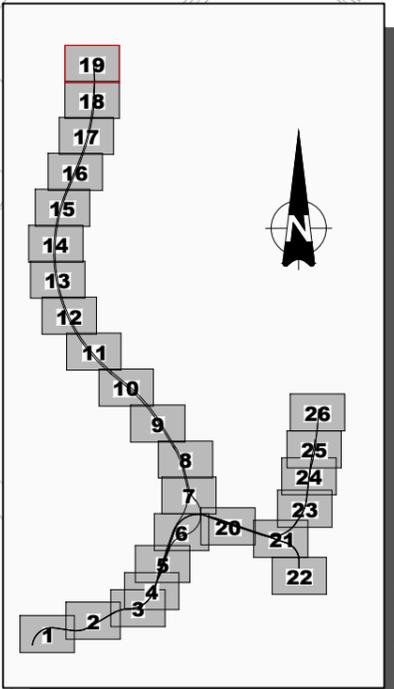


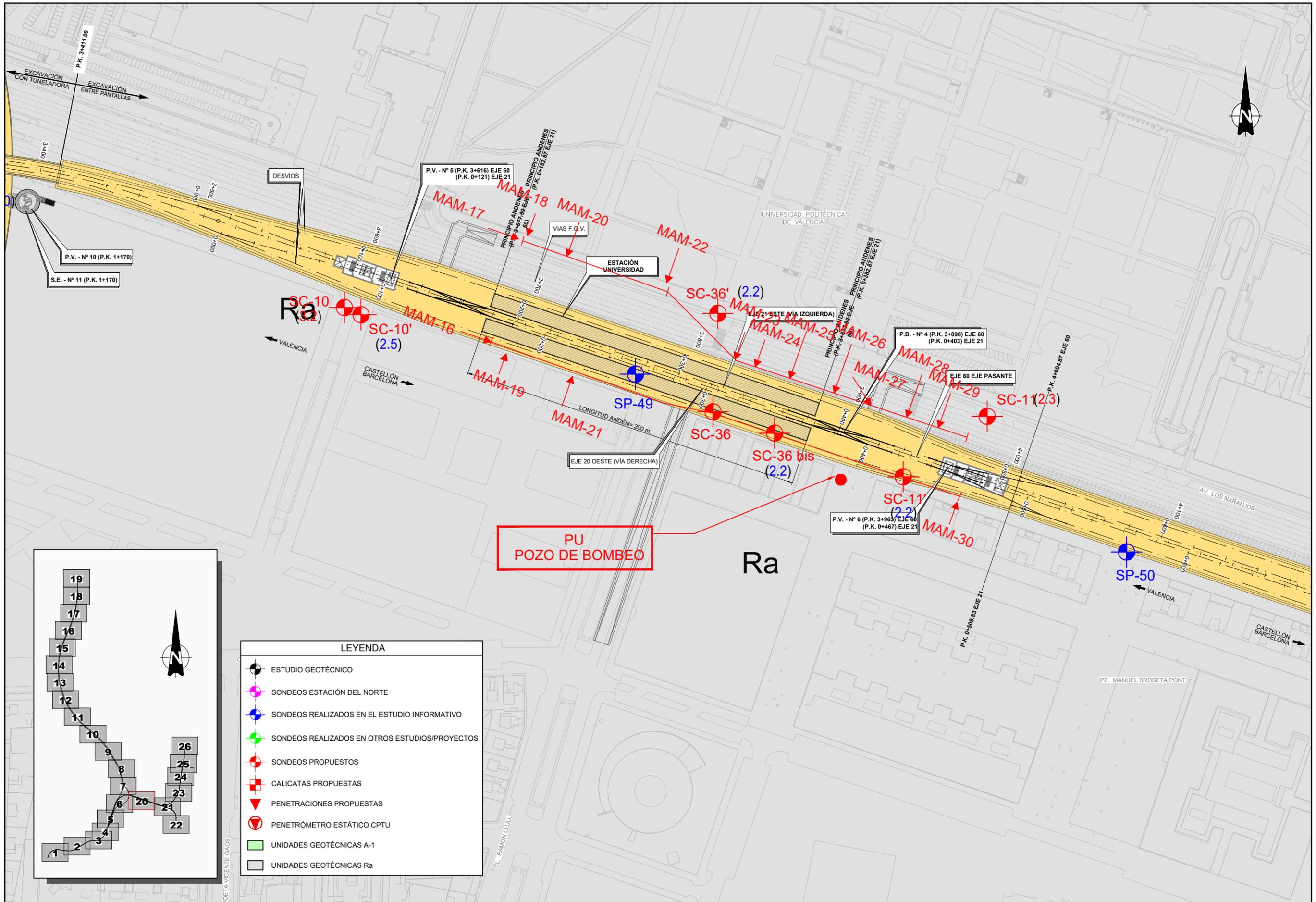


ALT A. VIA IZQUIERDA  
 P.K. Final 10+099,0999  
 X = 726.421,7467m  
 Y = 4.379.715,1667m  
 Z = 23,020m  
 R = - 2.997,65m  
 AZ = 397,5513  
 pte= -3,50 ‰

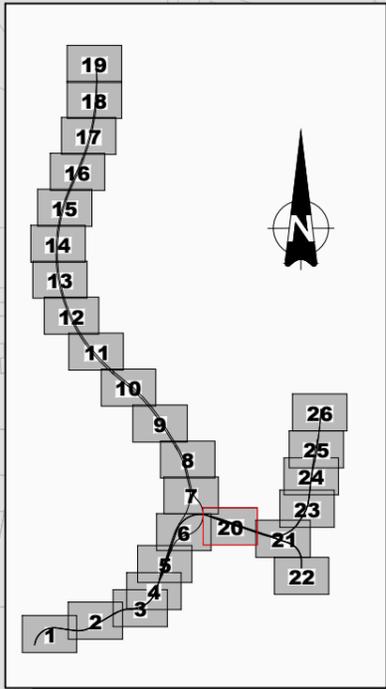
ALT A. VIA DERECHA  
 P.K. Final 10+309,3564  
 X = 726.426,4433m  
 Y = 4.379.715,3433m  
 Z = 23,020m  
 R = - 3.002,35m  
 AZ = 397,5513  
 pte= -3,50 ‰

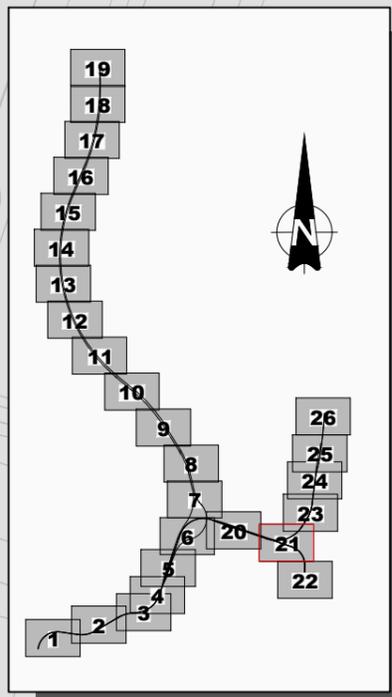
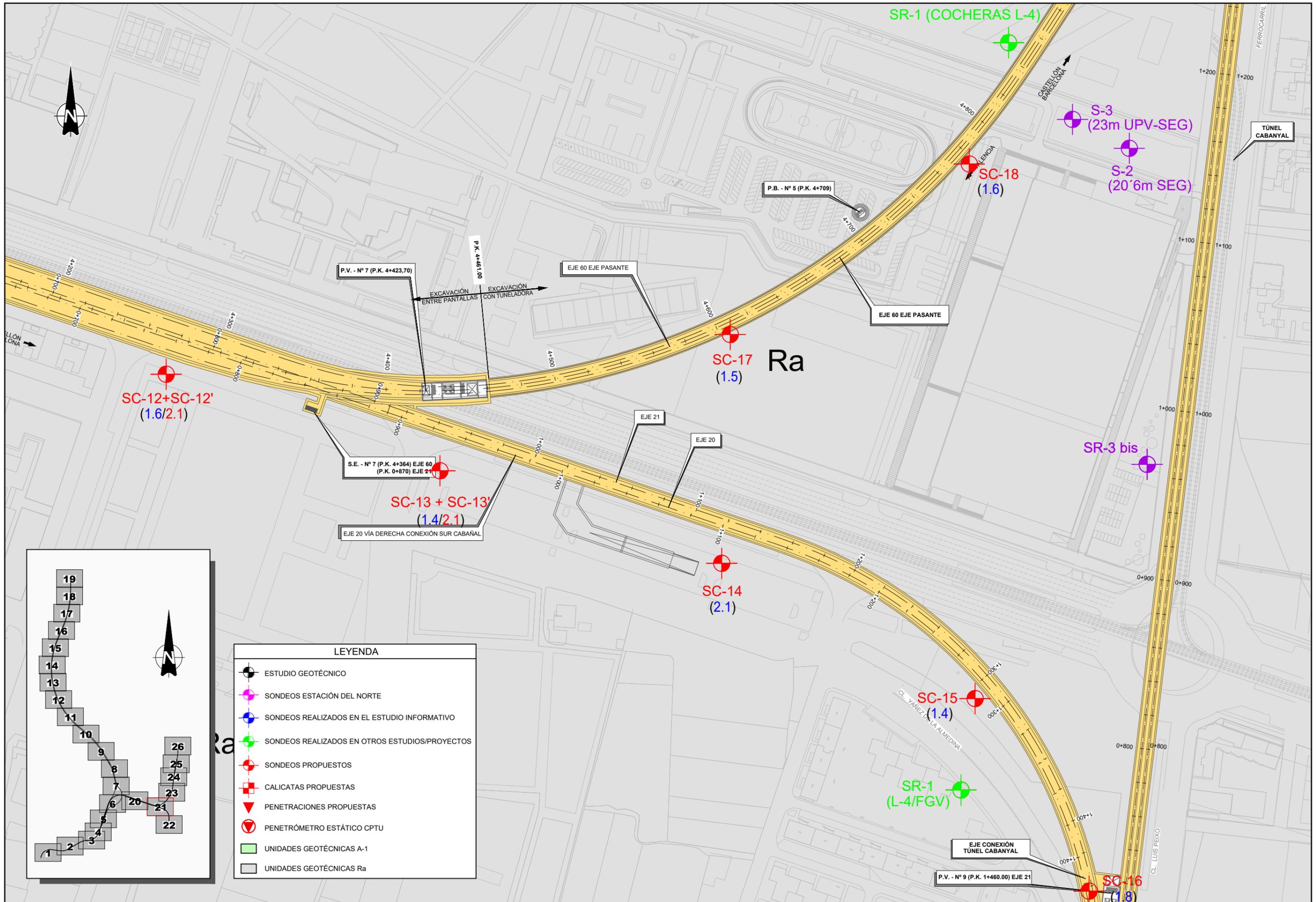
LEYENDA	
	ESTUDIO GEOTÉCNICO
	SONDEOS ESTACIÓN DEL NORTE
	SONDEOS REALIZADOS EN EL ESTUDIO INFORMATIVO
	SONDEOS REALIZADOS EN OTROS ESTUDIOS/PROYECTOS
	SONDEOS PROPUESTOS
	CALICATAS PROPUESTAS
	PENETRACIONES PROPUESTAS
	PENETRÓMETRO ESTÁTICO CPTU
	UNIDADES GEOTÉCNICAS A-1
	UNIDADES GEOTÉCNICAS Ra





LEYENDA	
	ESTUDIO GEOTÉCNICO
	SONDEOS ESTACIÓN DEL NORTE
	SONDEOS REALIZADOS EN EL ESTUDIO INFORMATIVO
	SONDEOS REALIZADOS EN OTROS ESTUDIOS/PROYECTOS
	SONDEOS PROPUESTOS
	CALICATAS PROPUESTAS
	PENETRACIONES PROPUESTAS
	PENETRÓMETRO ESTÁTICO CPTU
	UNIDADES GEOTÉCNICAS A-1
	UNIDADES GEOTÉCNICAS Ra

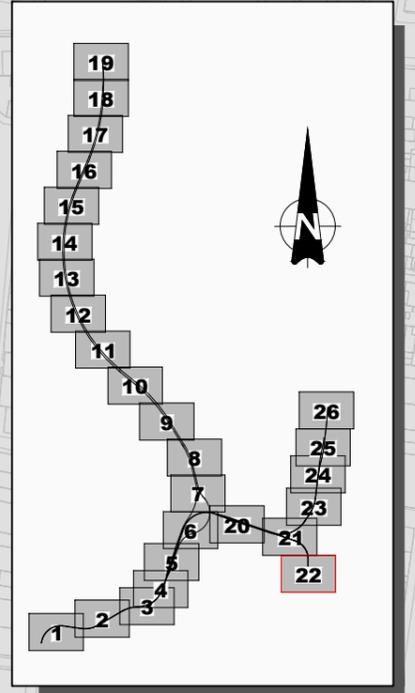


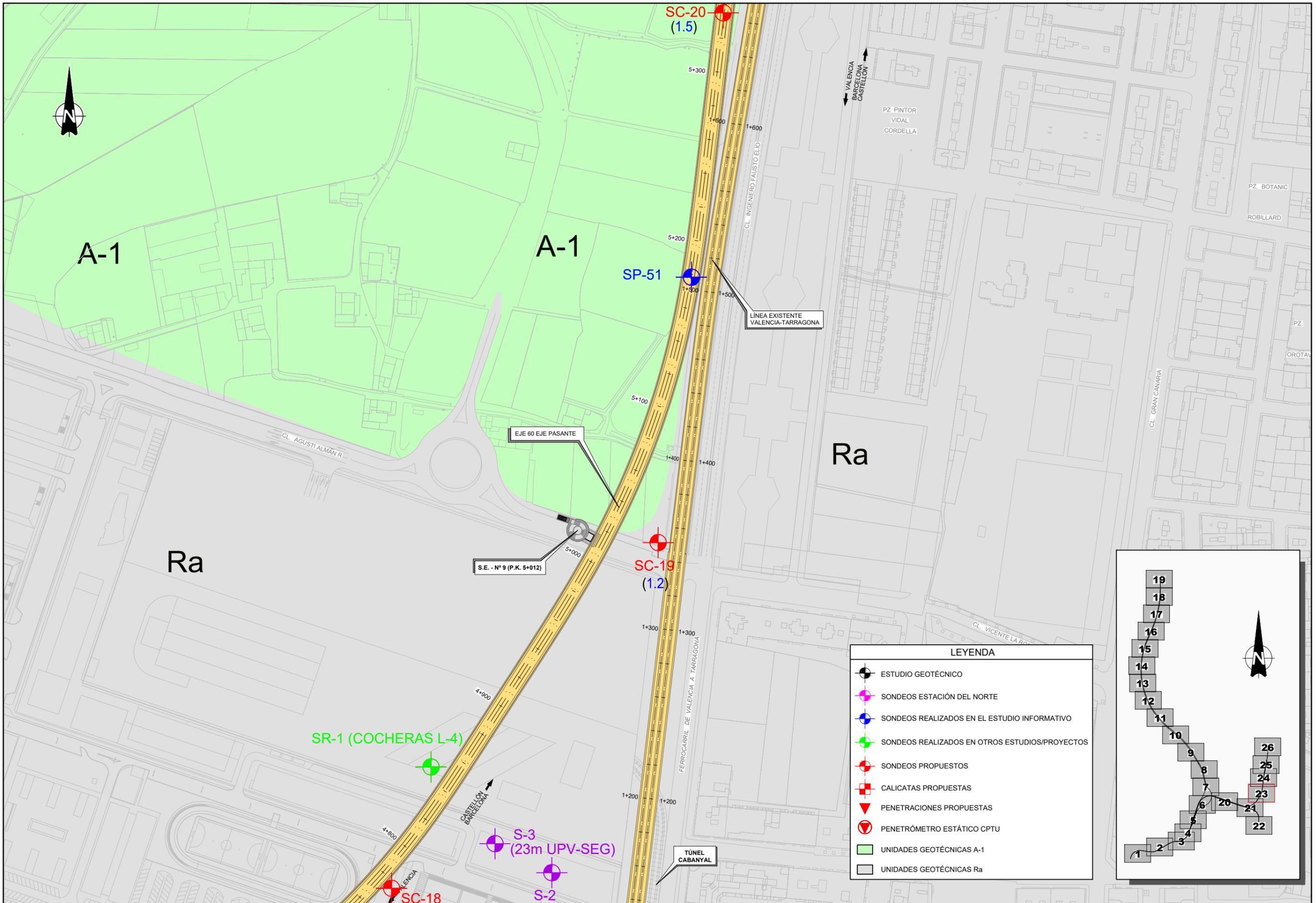


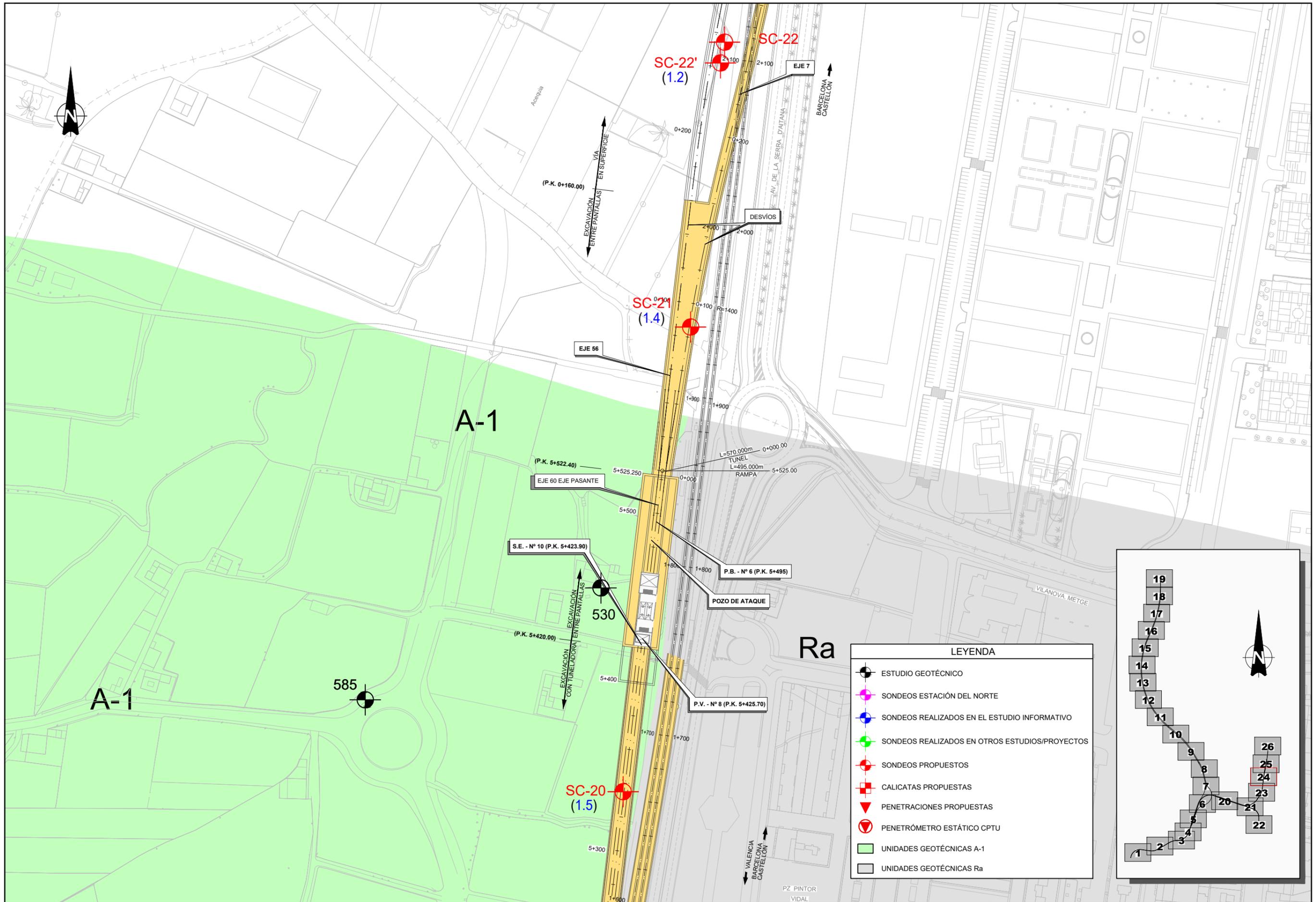
LEYENDA	
	ESTUDIO GEOTÉCNICO
	SONDEOS ESTACIÓN DEL NORTE
	SONDEOS REALIZADOS EN EL ESTUDIO INFORMATIVO
	SONDEOS REALIZADOS EN OTROS ESTUDIOS/PROYECTOS
	SONDEOS PROPUESTOS
	CALICATAS PROPUESTAS
	PENETRACIONES PROPUESTAS
	PENETRÓMETRO ESTÁTICO CPTU
	UNIDADES GEOTÉCNICAS A-1
	UNIDADES GEOTÉCNICAS Ra



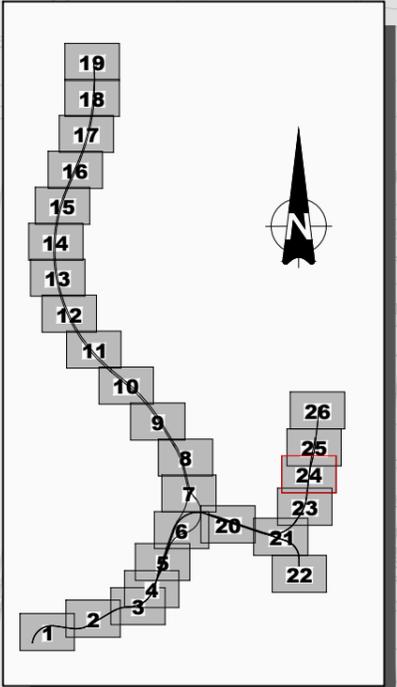
LEYENDA	
	ESTUDIO GEOTÉCNICO
	SONDEOS ESTACIÓN DEL NORTE
	SONDEOS REALIZADOS EN EL ESTUDIO INFORMATIVO
	SONDEOS REALIZADOS EN OTROS ESTUDIOS/PROYECTOS
	SONDEOS PROPUESTOS
	CALICATAS PROPUESTAS
	PENETRACIONES PROPUESTAS
	PENETRÓMETRO ESTÁTICO CPTU
	UNIDADES GEOTÉCNICAS A-1
	UNIDADES GEOTÉCNICAS Ra

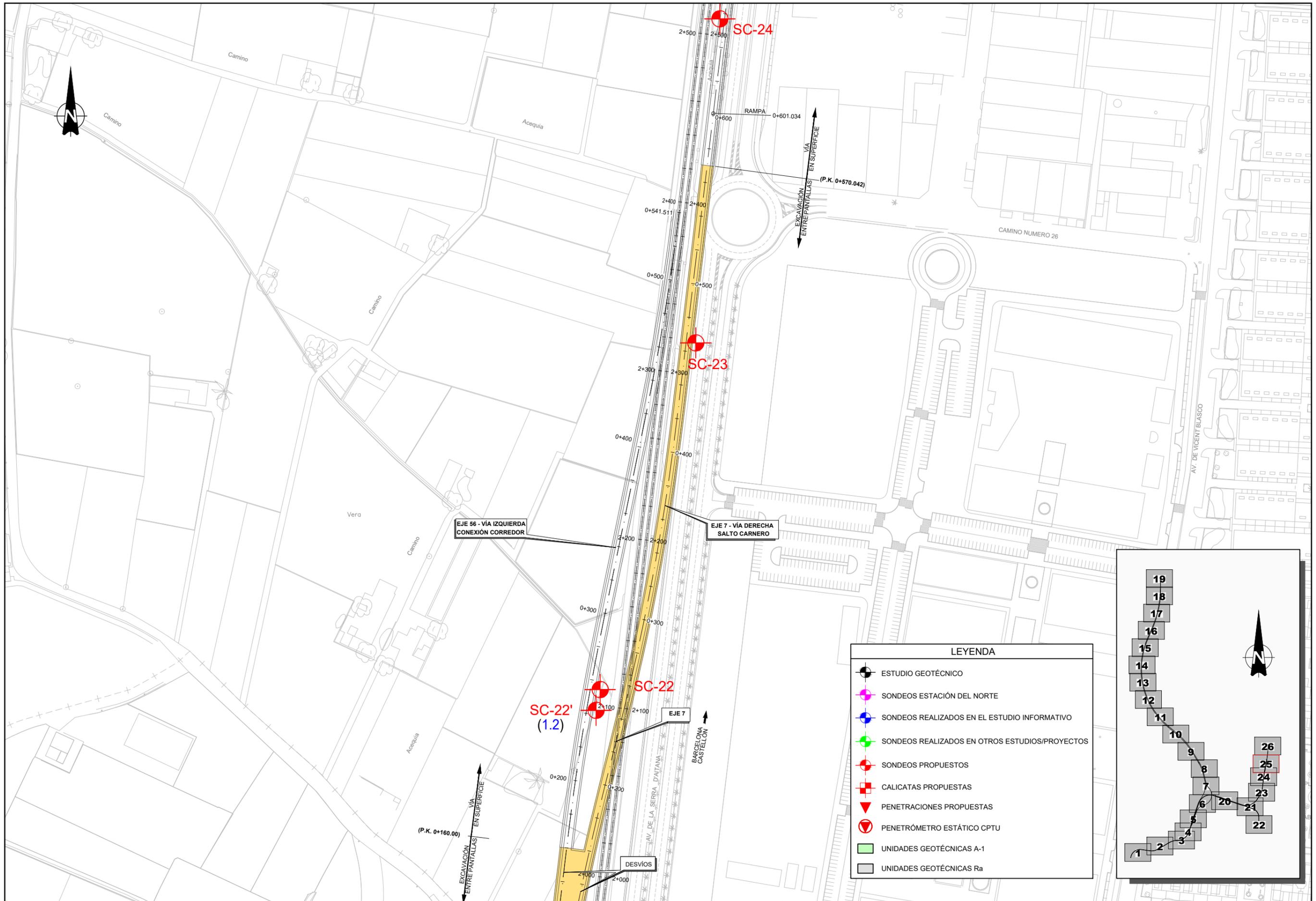






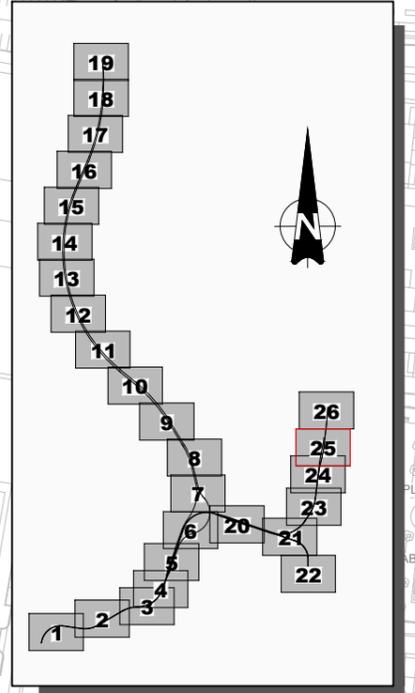
LEYENDA	
	ESTUDIO GEOTÉCNICO
	SONDEOS ESTACIÓN DEL NORTE
	SONDEOS REALIZADOS EN EL ESTUDIO INFORMATIVO
	SONDEOS REALIZADOS EN OTROS ESTUDIOS/PROYECTOS
	SONDEOS PROPUESTOS
	CALICATAS PROPUESTAS
	PENETRACIONES PROPUESTAS
	PENETRÓMETRO ESTÁTICO CPTU
	UNIDADES GEOTÉCNICAS A-1
	UNIDADES GEOTÉCNICAS Ra

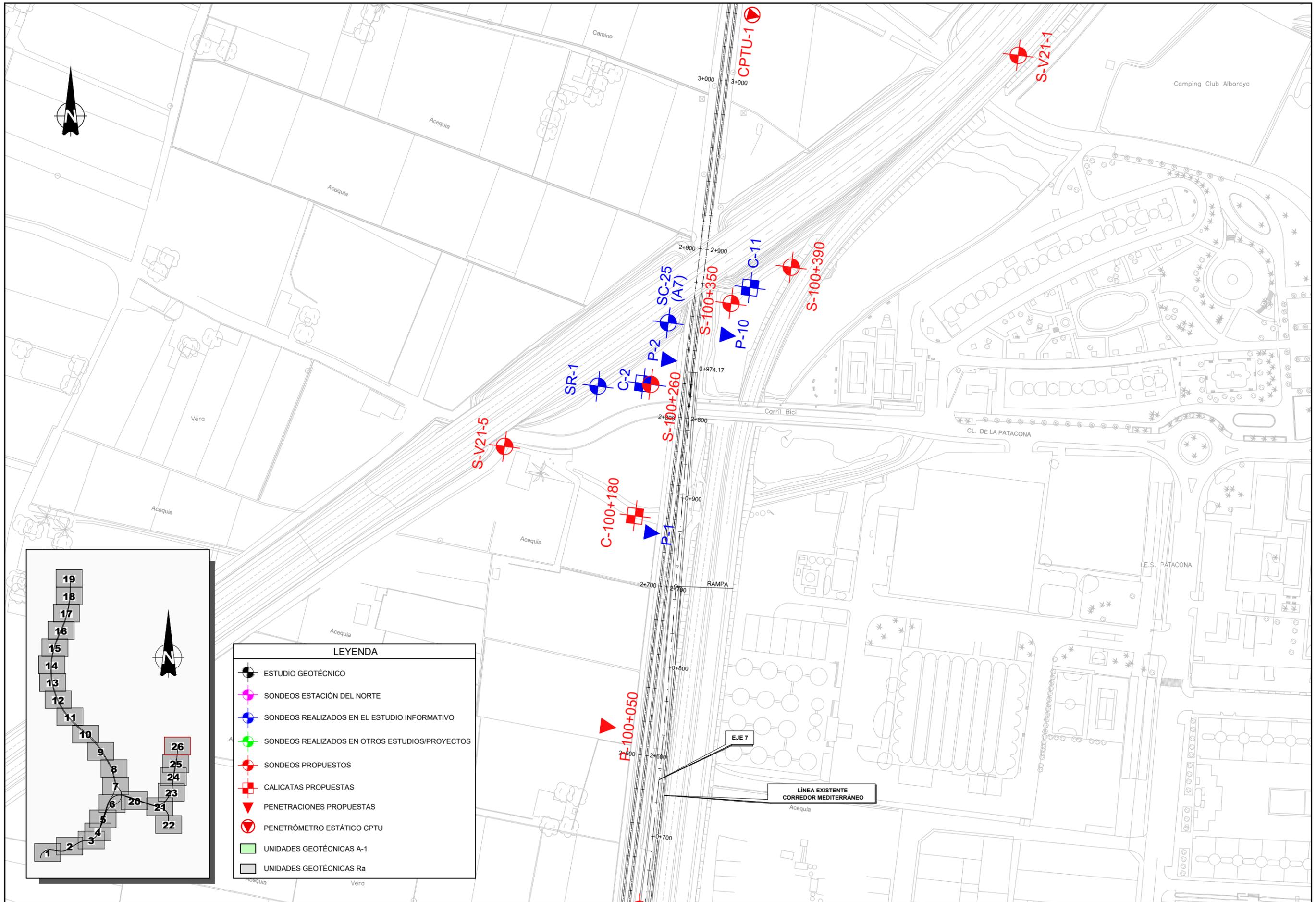




**LEYENDA**

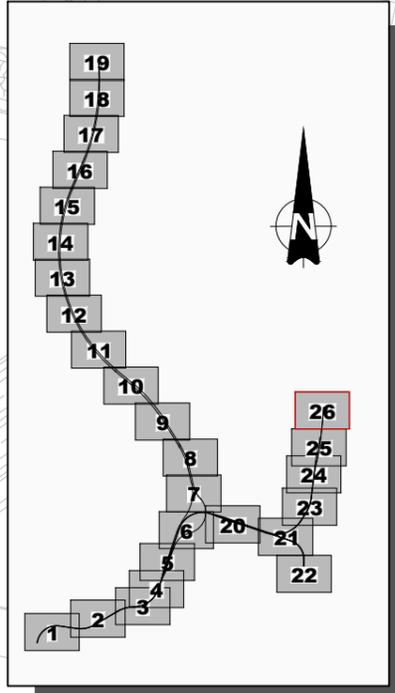
- ESTUDIO GEOTÉCNICO
- SONDEOS ESTACIÓN DEL NORTE
- SONDEOS REALIZADOS EN EL ESTUDIO INFORMATIVO
- SONDEOS REALIZADOS EN OTROS ESTUDIOS/PROYECTOS
- SONDEOS PROPUESTOS
- CALICATAS PROPUESTAS
- PENETRACIONES PROPUESTAS
- PENETRÓMETRO ESTÁTICO CPTU
- UNIDADES GEOTÉCNICAS A-1
- UNIDADES GEOTÉCNICAS Ra

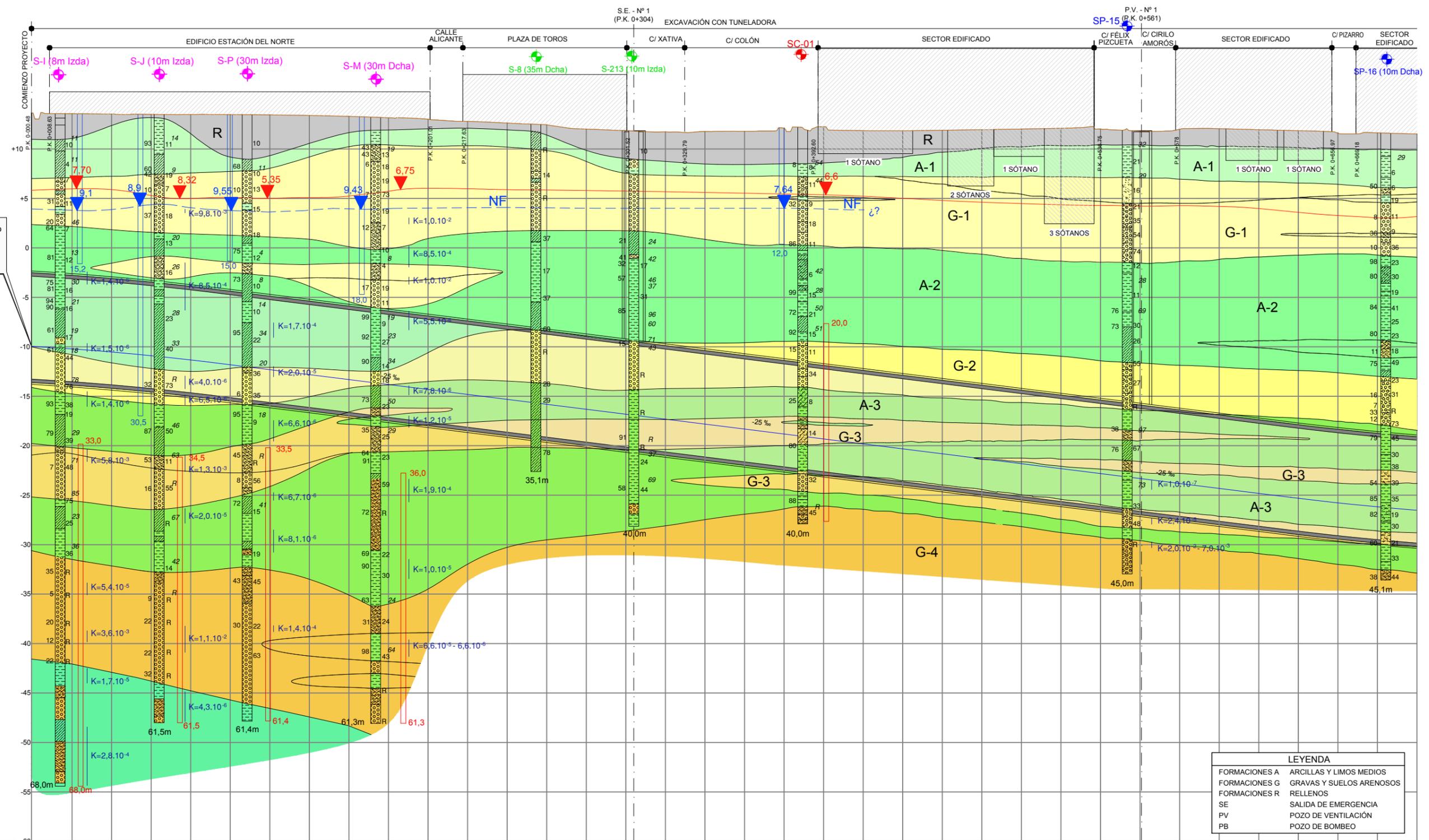




**LEYENDA**

	ESTUDIO GEOTÉCNICO
	SONDEOS ESTACIÓN DEL NORTE
	SONDEOS REALIZADOS EN EL ESTUDIO INFORMATIVO
	SONDEOS REALIZADOS EN OTROS ESTUDIOS/PROYECTOS
	SONDEOS PROPUESTOS
	CALICATAS PROPUESTAS
	PENETRACIONES PROPUESTAS
	PENETRÓMETRO ESTÁTICO CPTU
	UNIDADES GEOTÉCNICAS A-1
	UNIDADES GEOTÉCNICAS Ra



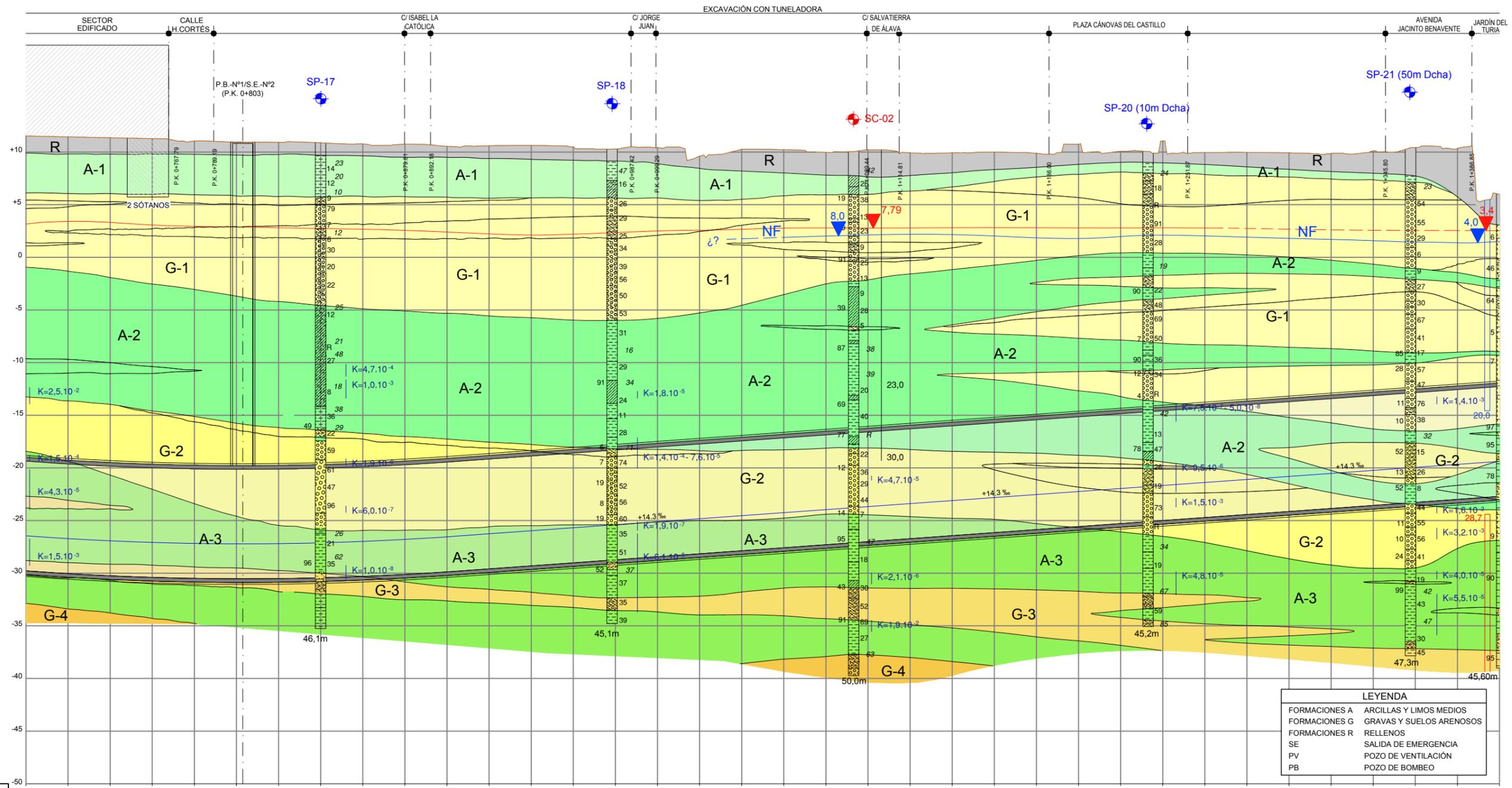


ALTERNATIVA A  
 P.K. inicio 0+000,480  
 X = 725.550,971m  
 Y = 4.371.681,018m  
 Z = -9,951m  
 R = Recta  
 AZ = 15,1784  
 pte = -12,65 %

**LEYENDA**

FORMACIONES A	ARCILLAS Y LIMOS MEDIOS
FORMACIONES G	GRAVAS Y SUELOS ARENOSOS
FORMACIONES R	RELLENOS
SE	SALIDA DE EMERGENCIA
PV	POZO DE VENTILACIÓN
PB	POZO DE BOMBEO

PLANO DE COMPARACION		P.K.
ORDENADAS	RASANTE	0+000: -9,951; 0+100: -10,214; 0+200: -10,528; 0+300: -10,901; 0+400: -11,330; 0+500: -11,814; 0+600: -12,314; 0+700: -12,814; 0+800: -13,314; 0+900: -13,814; 0+1000: -14,314; 0+1100: -14,814; 0+1200: -15,314; 0+1300: -15,814; 0+1400: -16,314; 0+1500: -16,814; 0+1600: -17,314; 0+1700: -17,814; 0+1800: -18,314; 0+1900: -18,814; 0+2000: -19,314; 0+2100: -19,814; 0+2200: -20,314; 0+2300: -20,814; 0+2400: -21,314; 0+2500: -21,814; 0+2600: -22,314; 0+2700: -22,814; 0+2800: -23,314; 0+2900: -23,814; 0+3000: -24,314; 0+3100: -24,814; 0+3200: -25,304; 0+3300: -25,743; 0+3400: -26,124; 0+3500: -26,448
	TERRENO	13,85; 13,87; 13,84; 13,80; 13,49; 13,48; 13,45; 13,39; 13,30; 13,16; 13,02; 12,79; 12,63; 12,46; 12,20; 11,86; 11,74; 11,77; 11,78; 12,13; 12,24; 11,86; 11,84; 11,89; 11,95; 12,01; 12,09; 12,02; 11,92; 11,86; 12,05; 11,95; 11,85; 11,65; 11,64; 11,52
COTAS ROJAS DESMONTE		23,61; 23,78; 24,07; 24,40; 24,82; 25,30; 25,76; 26,20; 26,61; 26,98; 27,34; 27,61; 27,94; 28,27; 28,33; 28,67; 29,05; 29,58; 30,10; 30,94; 31,55; 31,87; 32,16; 32,70; 33,26; 33,83; 34,40; 34,83; 35,13; 35,78; 36,37; 36,77; 37,16; 37,40; 37,76; 37,97



**LEYENDA**

FORMACIONES A	ARCILLAS Y LIMOS MEDIOS
FORMACIONES G	GRAVAS Y SUELOS ARENOSOS
FORMACIONES R	RELLENOS
SE	SALIDA DE EMERGENCIA
PV	POZO DE VENTILACIÓN
PB	POZO DE BOMBEO

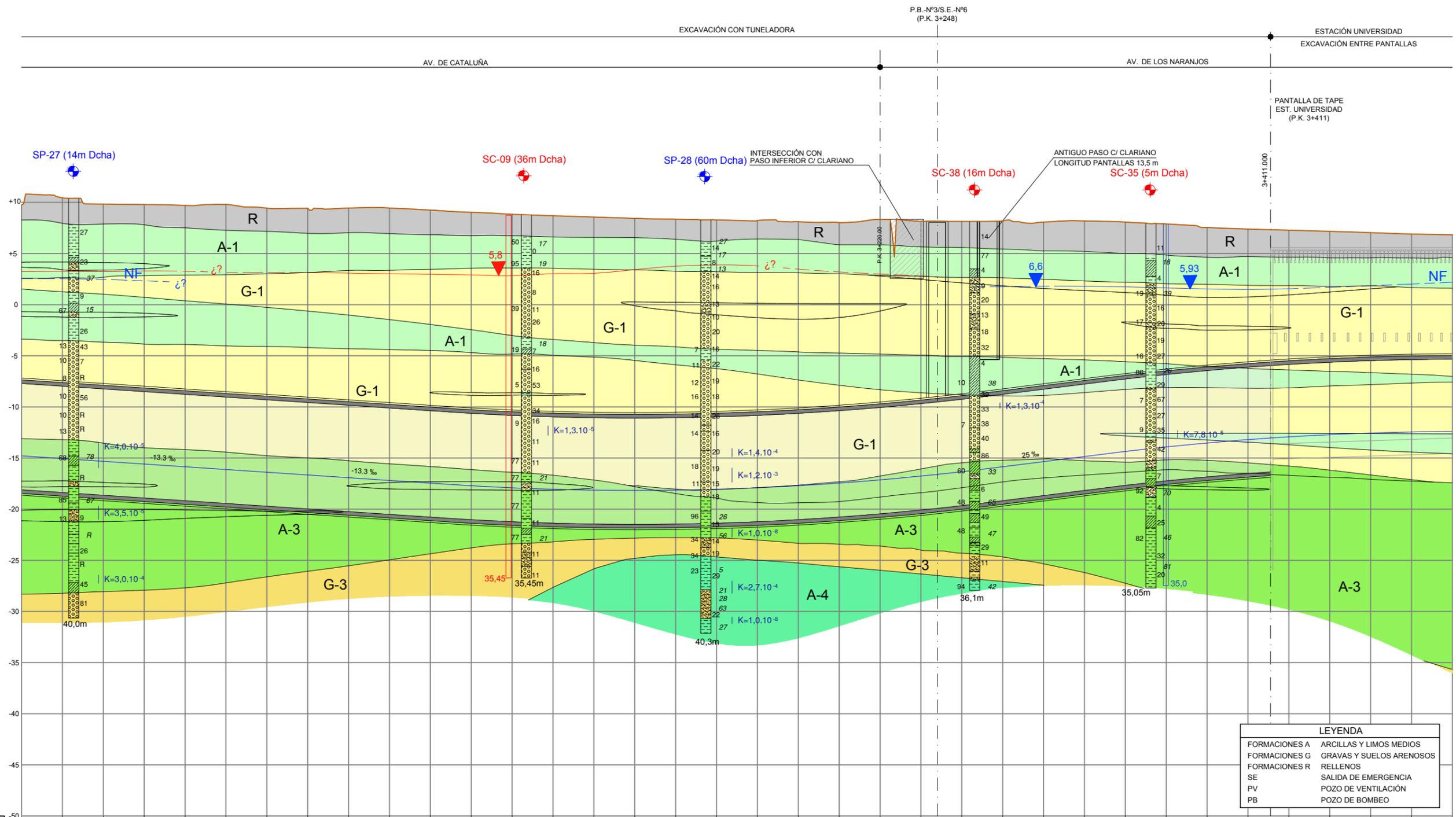
**PLANO DE COMPARACION**

P.K.	
ORDENADAS	RASANTE
	TERRENO
	COTAS ROJAS DESMONTE

P.K.	0+448	0+475	0+500	0+525	0+550	0+575	0+600	0+625	0+650	0+675	0+700	0+725	0+750	0+775	0+800	0+825	0+850	0+875	0+900	0+925	0+950	0+975	1+000	1+025	1+050	1+075	1+100	1+125	1+150	1+175	1+200	1+225	1+250	1+275	1+300	1+325	1+350	1+375	1+400
RASANTE	-26.448	-26.715	-26.925	-27.077	-27.173	-27.211	-27.193	-27.117	-26.984	-26.793	-26.546	-26.260	-25.974	-25.687	-25.400	-25.113	-24.826	-24.540	-24.253	-23.966	-23.679	-23.392	-23.106	-22.819	-22.532	-22.245	-21.958	-21.672	-21.385	-21.098	-20.811	-20.524	-20.238	-19.951	-19.664	-19.377			
TERRENO	11.52	11.46	11.36	11.28	11.04	10.93	10.88	10.77	10.75	10.55	10.60	10.63	10.50	10.29	10.42	9.60	10.27	10.23	9.97	10.21	9.93	9.93	10.00	9.88	10.73	10.07	11.05	9.96	9.97	9.97	9.93	9.97	10.42	10.34	9.99				
COTAS ROJAS DESMONTE	37.97	38.16	38.28	38.36	38.22	38.14	38.12	38.00	37.75	37.54	37.09	36.86	36.60	36.19	35.69	35.53	34.43	34.81	34.48	33.94	33.89	33.33	33.03	32.81	32.41	32.98	32.03	32.72	31.34	31.07	30.74	30.39	30.35	30.37	30.01	25.37			





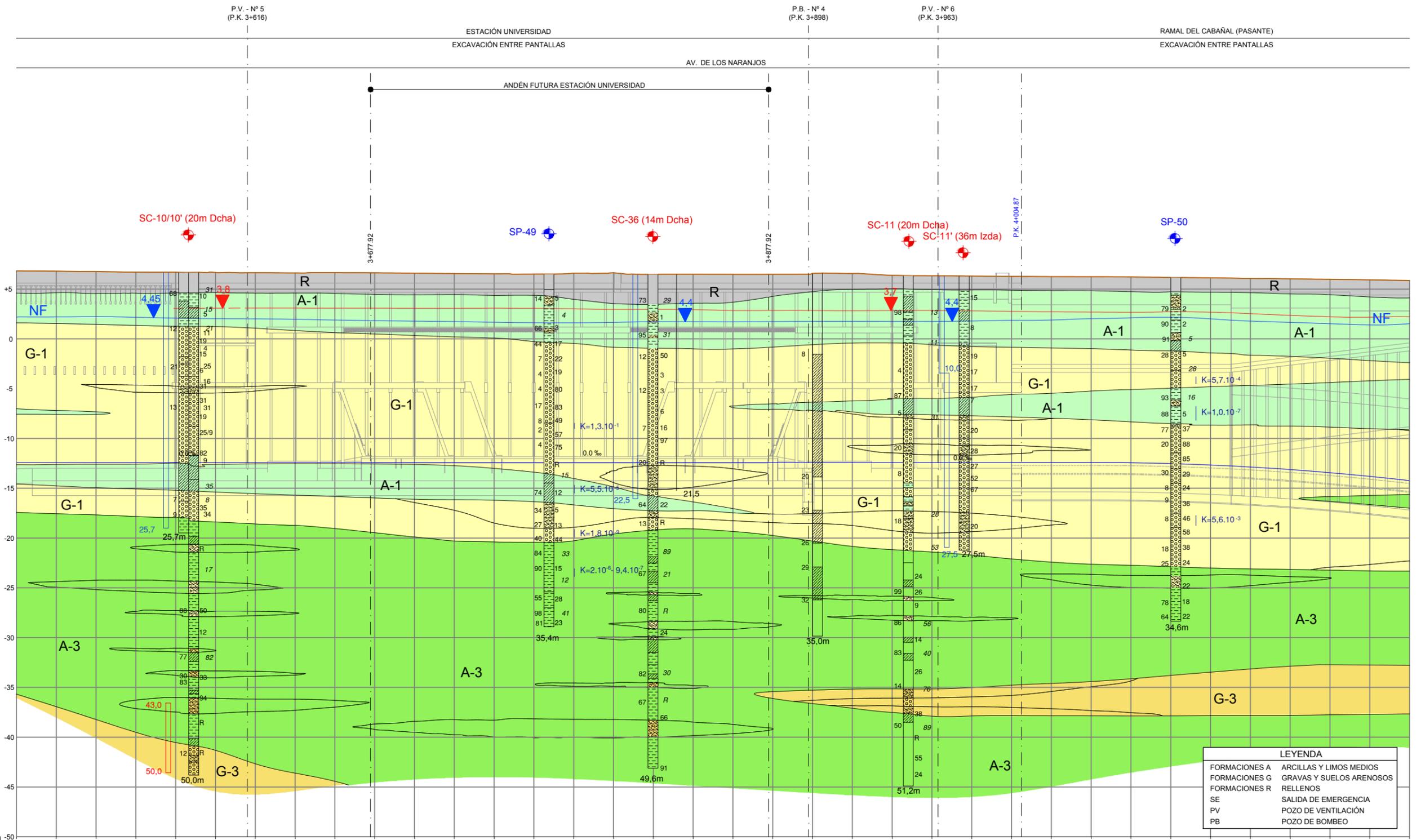


EJE 60 EJE PASANTE DE VALENCIA

PLANO DE COMPARACION	
P.K.	ORDENADAS
	RASANTE
	TERRENO
	COTAS ROJAS DESMONTE

P.K.	ORDENADAS	COTAS ROJAS DESMONTE
2+800	-14,787	24,56
	-15,053	25,50
	-15,320	25,15
	-15,586	25,37
	-15,853	25,55
	-16,120	25,91
	-16,386	25,82
	-16,653	26,07
	-16,920	26,36
	-17,186	26,63
3+000	-17,453	26,70
	-17,707	26,74
	-17,907	26,74
	-18,049	26,74
	-18,135	26,70
	-18,163	26,60
	-18,135	26,49
	-18,049	26,33
	-17,909	26,13
	-17,706	26,51
	-17,448	25,48
	-17,134	25,47
	-16,765	24,91
	-16,334	24,47
	-15,950	24,03
	-15,350	23,42
	-14,850	23,03
	-14,357	22,43
	-13,914	21,90
	-13,526	21,06
	-13,199	20,59
	-12,927	20,21
	-12,713	19,88
	-12,555	19,59
	-12,455	19,36
	-12,412	19,24

LEYENDA	
FORMACIONES A	ARCILLAS Y LIMOS MEDIOS
FORMACIONES G	GRAVAS Y SUELOS ARENOSOS
FORMACIONES R	RELLENOS
SE	SALIDA DE EMERGENCIA
PV	POZO DE VENTILACION
PB	POZO DE BOMBEO



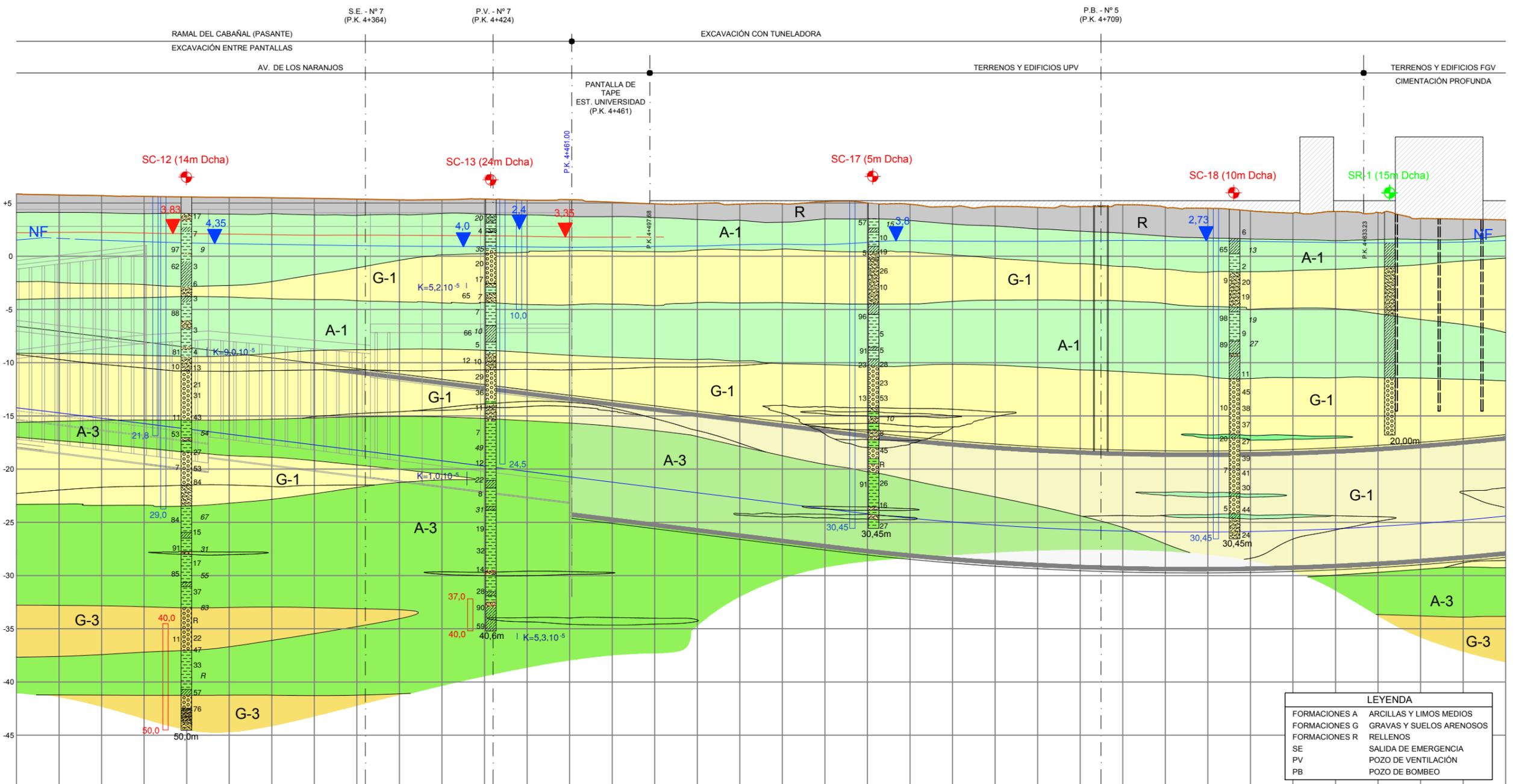
**LEYENDA**

FORMACIONES A	ARCILLAS Y LIMOS MEDIOS
FORMACIONES G	GRAVAS Y SUELOS ARENOSOS
FORMACIONES R	RELLENOS
SE	SALIDA DE EMERGENCIA
PV	POZO DE VENTILACIÓN
PB	POZO DE BOMBEO

**PLANO DE COMPARACION**

ORDENADAS	P.K.	
	RASANTE	3+000
TERRENO	3+000	4+200
COTAS ROJAS DESMONTE	3+000	4+200

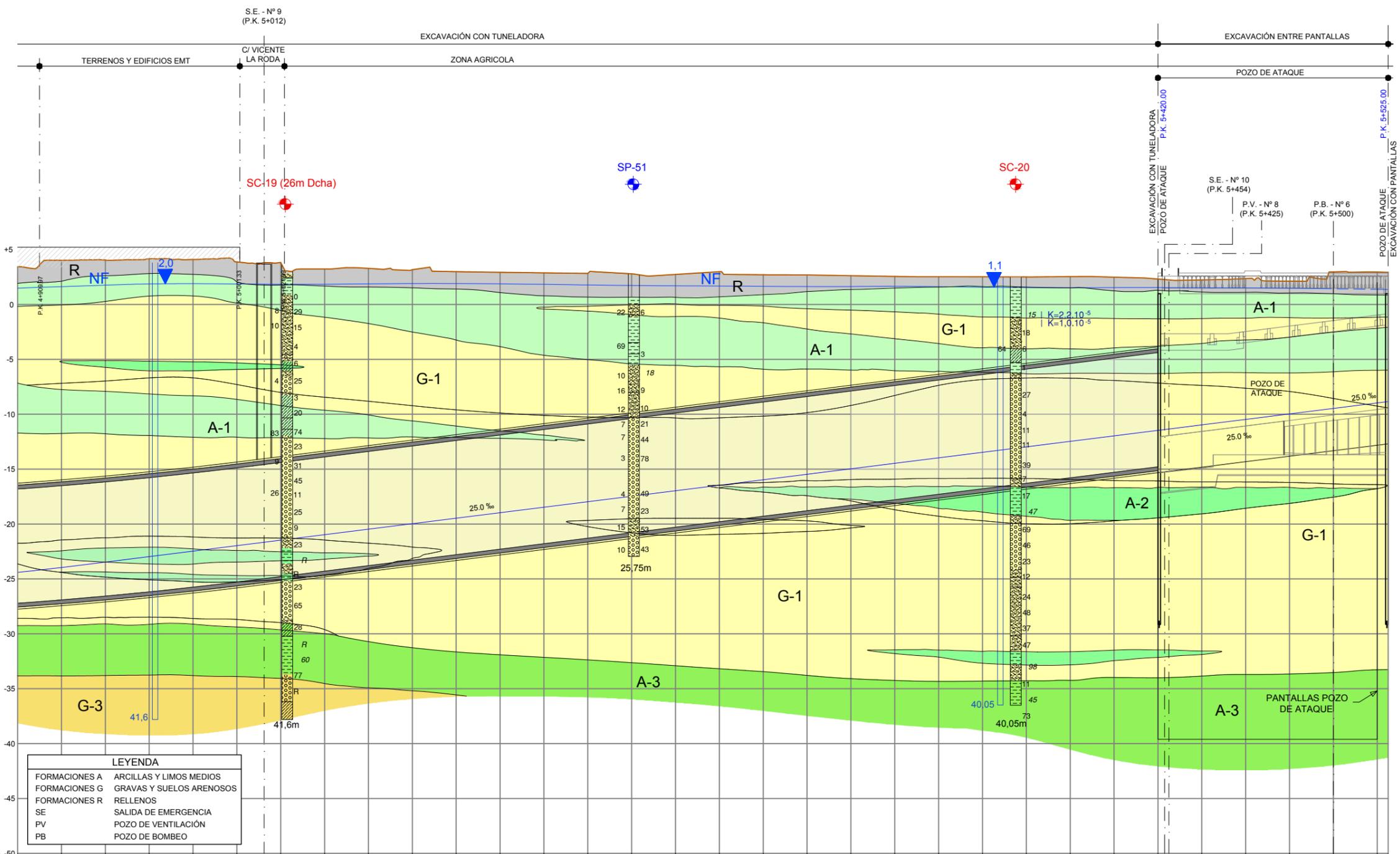
P.K.	3+000	3+200	3+400	3+600	3+800	4+000	4+200
RASANTE	-12.412	-12.410	-12.410	-12.410	-12.410	-12.410	-12.422
TERRENO	6.63	6.79	6.76	6.70	6.69	6.33	5.86
COTAS ROJAS DESMONTE	19.24	19.20	19.17	19.11	19.10	18.74	20.10



**LEYENDA**

FORMACIONES A	ARCILLAS Y LIMOS MEDIOS
FORMACIONES G	GRAVAS Y SUELOS ARENOSOS
FORMACIONES R	RELLENOS
SE	SALIDA DE EMERGENCIA
PV	POZO DE VENTILACIÓN
PB	POZO DE BOMBEO

PLANO DE COMPARACION		P.K.	4+200	4+400	4+600	4+800																																
ORDENADAS	RASANTE		-14,239	-14,723	-15,226	-15,726	-16,226	-16,726	-17,226	-17,726	-18,225	-18,725	-19,225	-19,725	-20,225	-20,725	-21,224	-21,724	-22,224	-22,724	-23,224	-23,724	-24,195	-24,609	-24,986	-25,265	-25,508	-25,693	-25,822	-25,893	-25,907	-25,864	-25,764	-25,606	-25,392	-25,120	-24,792	-24,406
	TERRENO		5,83	5,77	5,68	5,61	5,58	5,50	5,45	5,40	5,36	5,28	5,38	5,34	5,23	5,15	4,98	5,13	4,10	4,00	3,95	3,90	3,83	3,74	3,78	3,16	2,30	1,97	1,92	2,08	2,28	2,34	2,39	2,51	2,08	2,05	2,72	3,03
COTAS ROJAS DESMONTE			20,07	20,49	20,90	21,33	21,80	22,2	22,08	23,13	23,08	24,01	24,60	25,07	25,45	25,87	26,20	26,86	28,32	28,72	29,17	29,72	30,43	30,78	31,13	31,17	27,80	27,06	27,74	27,08	28,19	28,21	28,15	28,12	27,47	27,67	27,51	27,4



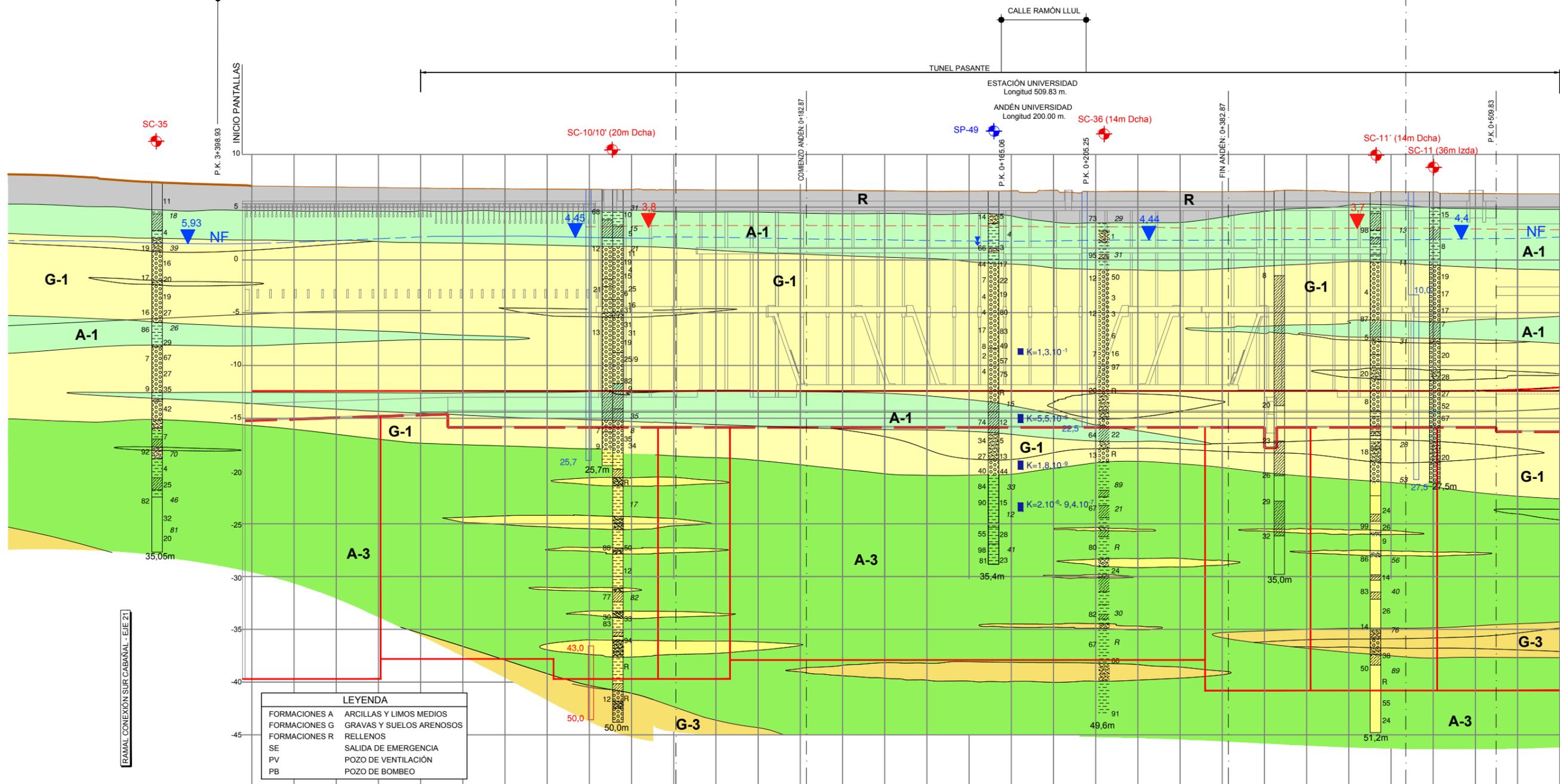
**LEYENDA**

FORMACIONES A	ARCILLAS Y LIMOS MEDIOS
FORMACIONES G	GRAVAS Y SUELOS ARENOSOS
FORMACIONES R	RELLENOS
SE	SALIDA DE EMERGENCIA
PV	POZO DE VENTILACIÓN
PB	POZO DE BOMBEO

PLANO DE COMPARACION		P.K.	
ORDENADAS	RASANTE	5+000	5+200
	TERRENO	5+200	5+400
COTAS ROJAS DESMONTE		5+400	5+525

EXCAVACIÓN CON TUNELADORA P.V. - Nº 5 (P.K. 0+121) EXCAVACIÓN ENTRE PANTALLAS P.V. - Nº 6 (P.K. 0+467)

AV. DE CATALUÑA AV. DE LOS NARANJOS CALLE RAMÓN LLUL AVENIDA DE LOS NARANJOS



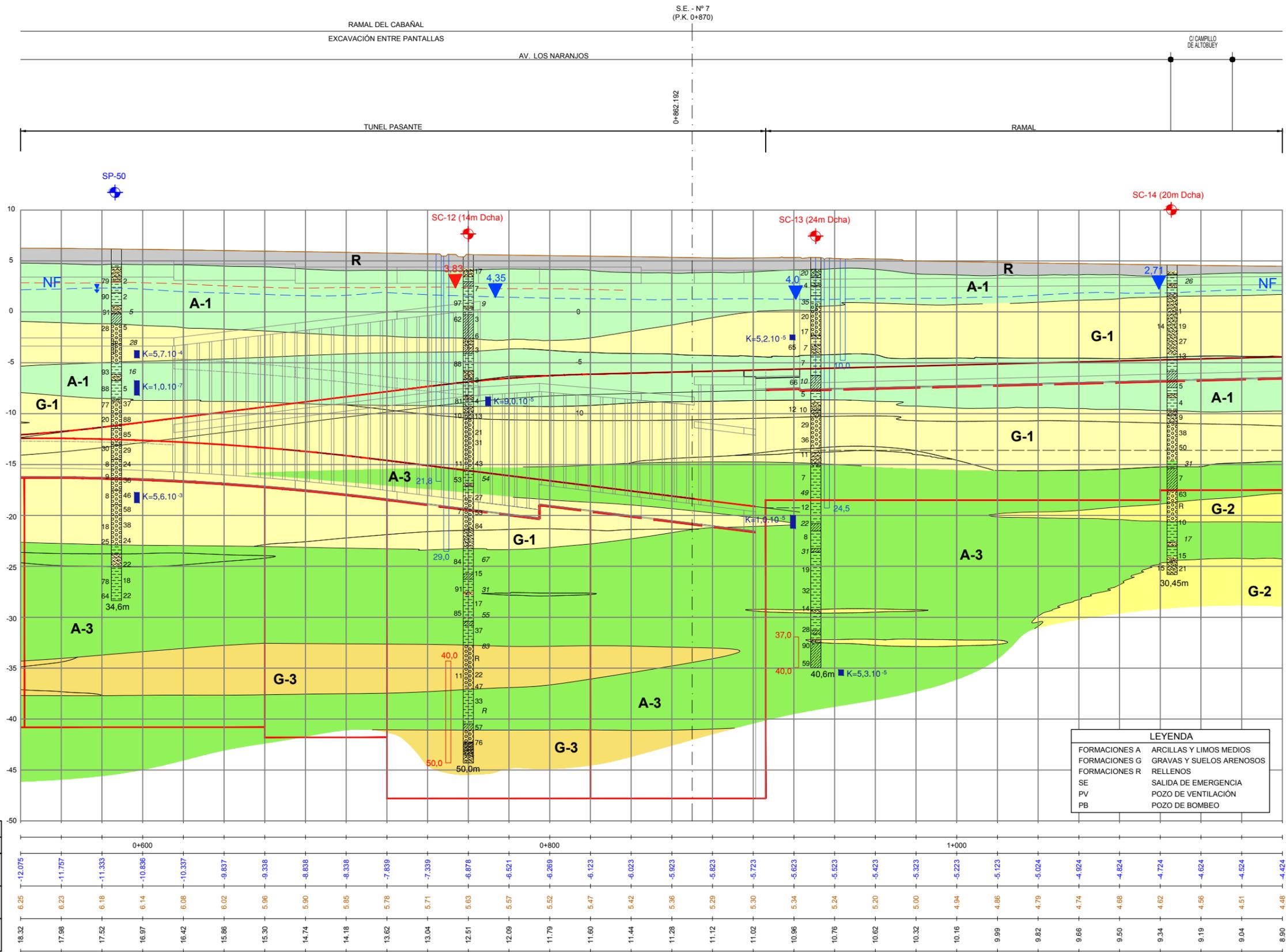
**LEYENDA**

FORMACIONES A	ARCILLAS Y LIMOS MEDIOS
FORMACIONES G	GRAVYS Y SUELOS ARENOSOS
FORMACIONES R	RELLENOS
SE	SALIDA DE EMERGENCIA
PV	POZO DE VENTILACIÓN
PB	POZO DE BOMBEO

**PLANO DE COMPARACION**

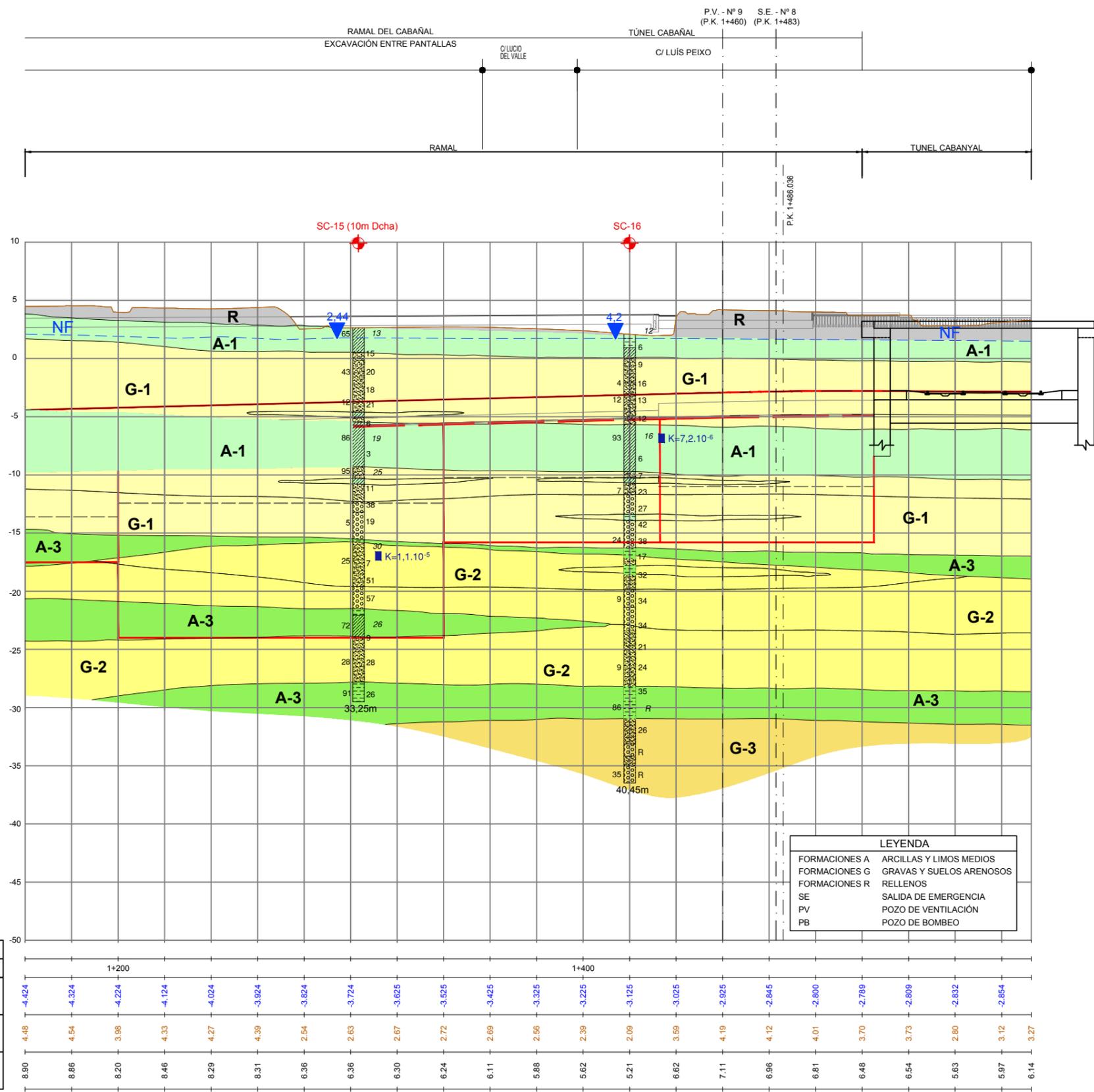
P.K.	
ORDENADAS	RASANTE
	TERRENO
COTAS ROJAS DESMONTE	

P.K.	0+000	0+200	0+400
RASANTE	-12.410	-12.410	-12.410
TERRENO	6.92	6.69	6.47
COTAS ROJAS DESMONTE	19.33	18.95	18.88

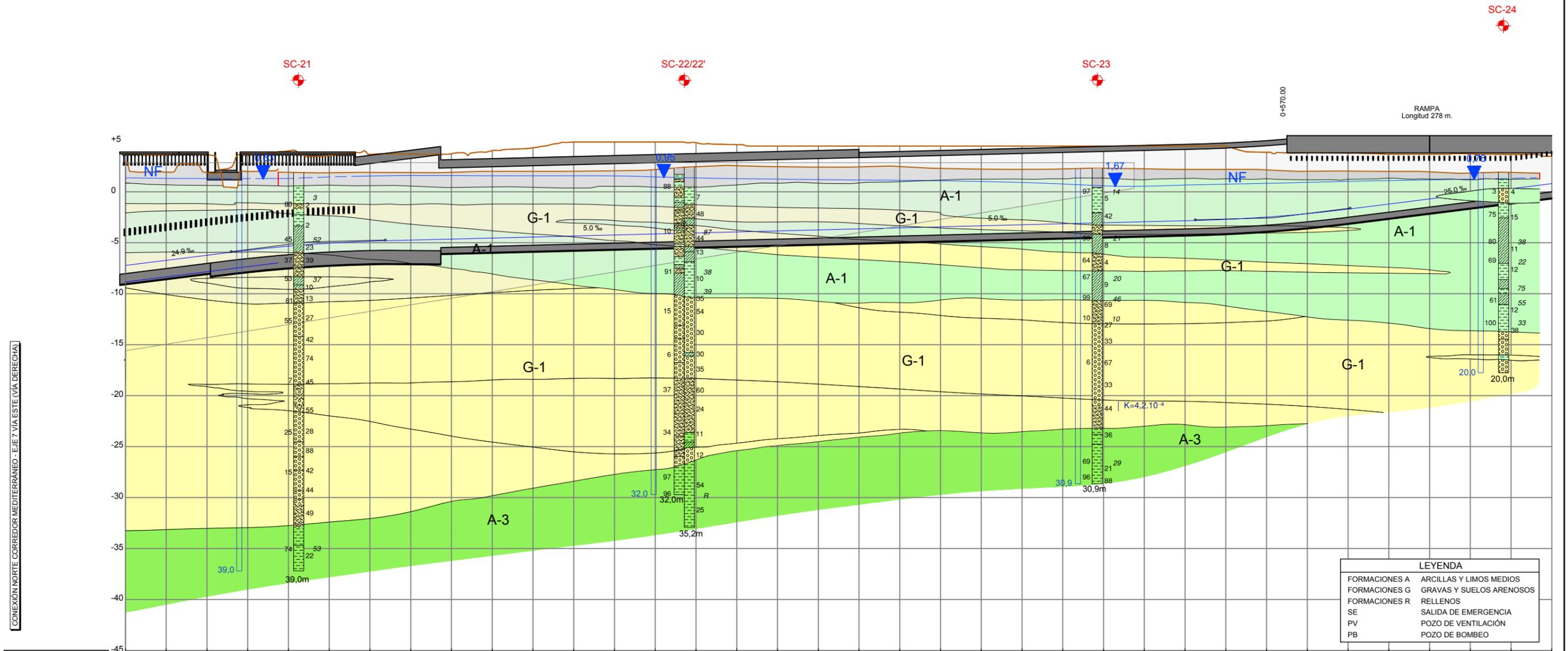


RAMAL CONEXIÓN SUR CABAÑAL - EJE 21

PLANO DE COMPARACION		P.K.	
ORDENADAS	RASANTE	0+600	0+800
	TERRENO	0+800	1+000
COTAS ROJAS DESMONTE		0+600	0+800



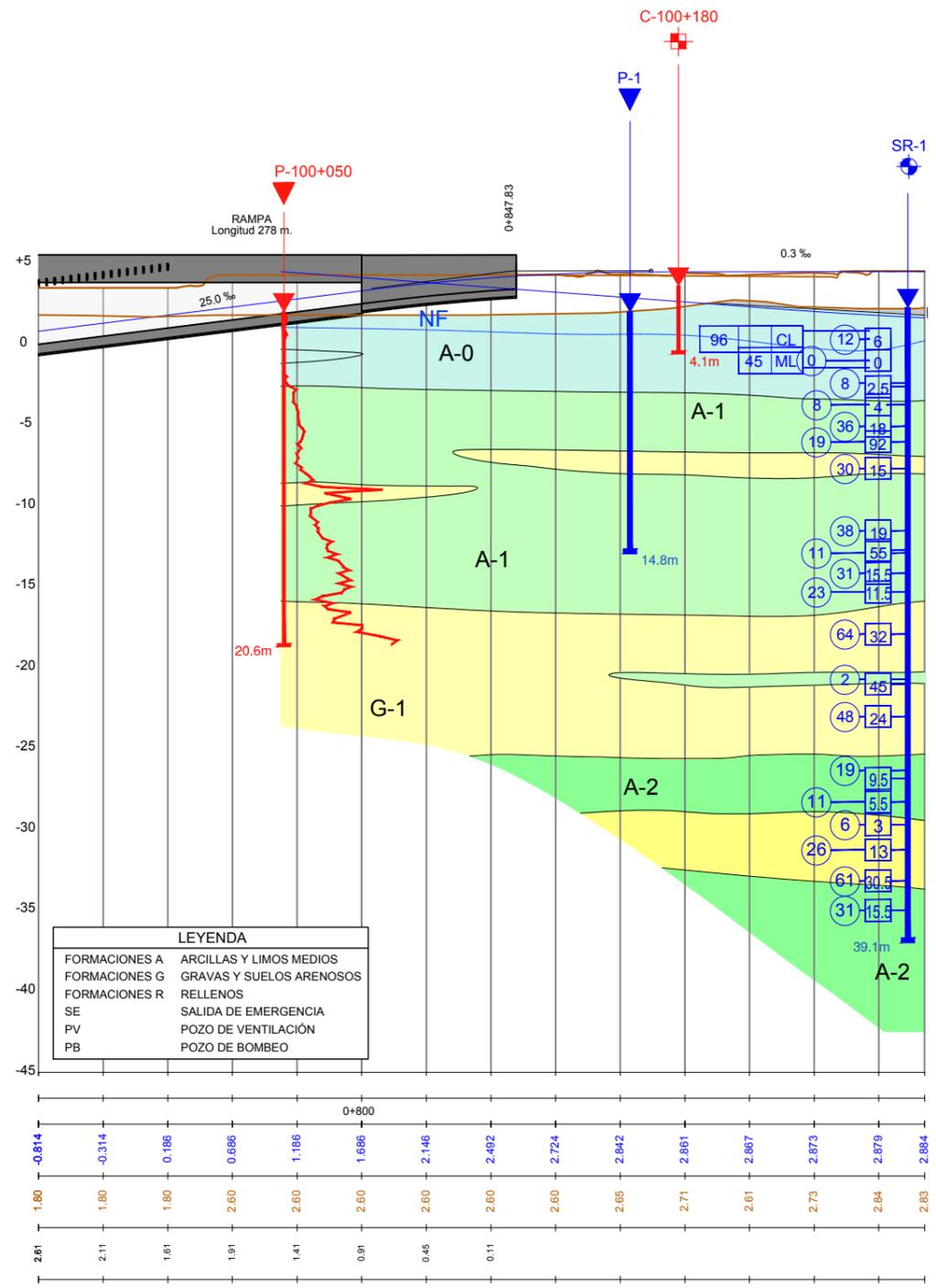
EXCAVACIÓN ENTRE PANTALLAS

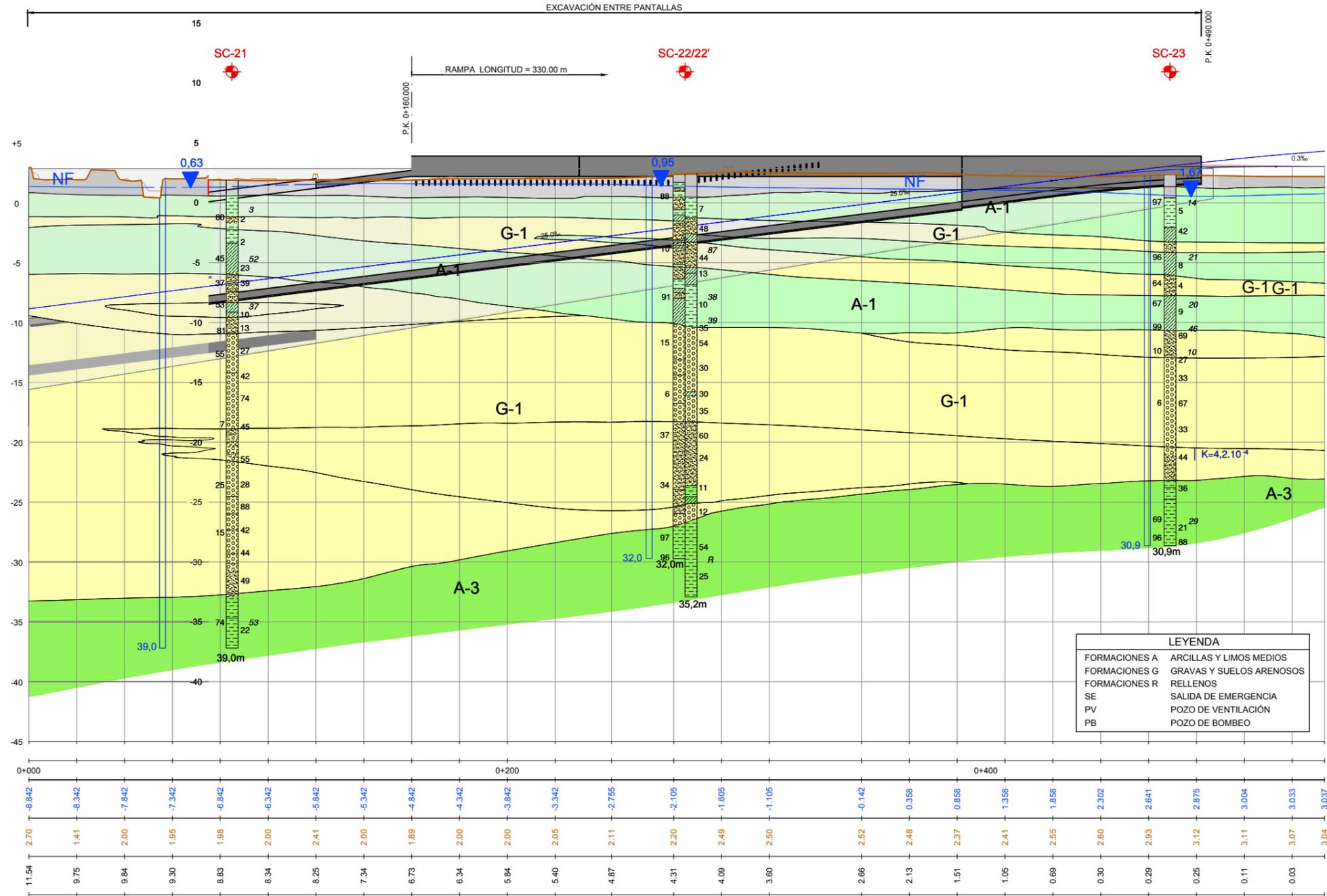


PLANO DE COMPARACION		P.K.
ORDENADAS	RASANTE	0+000: -8.039 0+010: -8.341 0+020: -7.843 0+030: -7.353 0+040: -6.950 0+050: -6.653 0+060: -6.461 0+070: -6.354 0+080: -6.254 0+090: -6.154 0+100: -6.054 0+110: -5.954 0+120: -5.854 0+130: -5.754 0+140: -5.654 0+150: -5.554 0+160: -5.454 0+170: -5.354 0+180: -5.254 0+190: -5.154 0+200: -5.054 0+210: -4.954 0+220: -4.854 0+230: -4.754 0+240: -4.654 0+250: -4.554 0+260: -4.454 0+270: -4.324 0+280: -4.093 0+290: -3.756 0+300: -3.314 0+310: -2.814 0+320: -2.314 0+330: -1.814 0+340: -1.314 0+350: -0.814
	TERRENO	0+000: 2.09 0+010: 1.98 0+020: 1.97 0+030: 1.98 0+040: 2.33 0+050: 1.87 0+060: 1.98 0+070: 2.02 0+080: 2.06 0+090: 2.36 0+100: 2.64 0+110: 3.20 0+120: 3.20 0+130: 3.20 0+140: 3.13 0+150: 2.94 0+160: 2.80 0+170: 2.80 0+180: 2.80 0+190: 2.80 0+200: 2.80 0+210: 2.80 0+220: 2.80 0+230: 2.80 0+240: 2.80 0+250: 2.80 0+260: 2.80 0+270: 2.79 0+280: 2.19 0+290: 2.16 0+300: 2.13 0+310: 2.00 0+320: 2.00 0+330: 2.04 0+340: 1.98 0+350: 1.80
COTAS ROJAS DESMONTE		0+000: 10.93 0+010: 10.32 0+020: 9.81 0+030: 9.33 0+040: 9.28 0+050: 8.82 0+060: 8.44 0+070: 8.37 0+080: 8.31 0+090: 8.51 0+100: 8.69 0+110: 9.15 0+120: 9.05 0+130: 8.95 0+140: 8.78 0+150: 8.50 0+160: 8.25 0+170: 8.15 0+180: 8.05 0+190: 7.95 0+200: 7.85 0+210: 7.75 0+220: 7.65 0+230: 7.55 0+240: 7.45 0+250: 7.35 0+260: 7.25 0+270: 7.12 0+280: 6.29 0+290: 5.91 0+300: 5.44 0+310: 4.81 0+320: 4.31 0+330: 3.85 0+340: 3.29 0+350: 2.61

LEYENDA	
FORMACIONES A	ARCILLAS Y LIMOS MEDIOS
FORMACIONES G	GRAVAS Y SUELOS ARENOSOS
FORMACIONES R	RELLENOS
SE	SALIDA DE EMERGENCIA
PV	POZO DE VENTILACIÓN
PB	POZO DE BOMBEO

CONEXIÓN NORTE CORREDOR MEDITERRANEO - EJE 7 VIA ESTE (VIA DERECHA)





CONEXIÓN NORTE CORREDOR MEDITERRANEO - EJE 56 VIA DESTE (VIA IZQUIERDA)

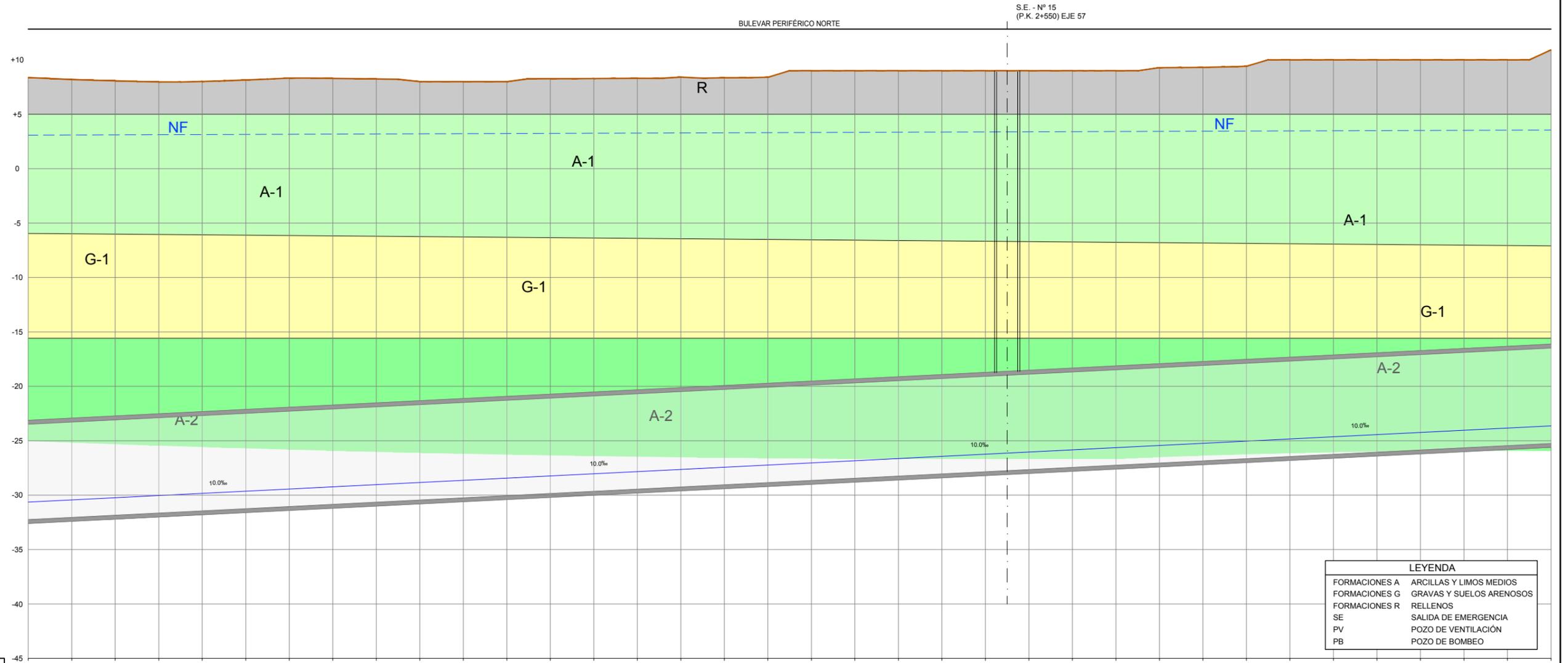
LEYENDA	
FORMACIONES A	ARCILLAS Y LIMOS MEDIOS
FORMACIONES G	GRAVAS Y SUELOS ARENOSOS
FORMACIONES R	RELLENOS
SE	SALIDA DE EMERGENCIA
PV	POZO DE VENTILACIÓN
PB	POZO DE BOMBEO







EJE 57 EJE VALENCIA - CASTELLÓN (VIA DERECHA)



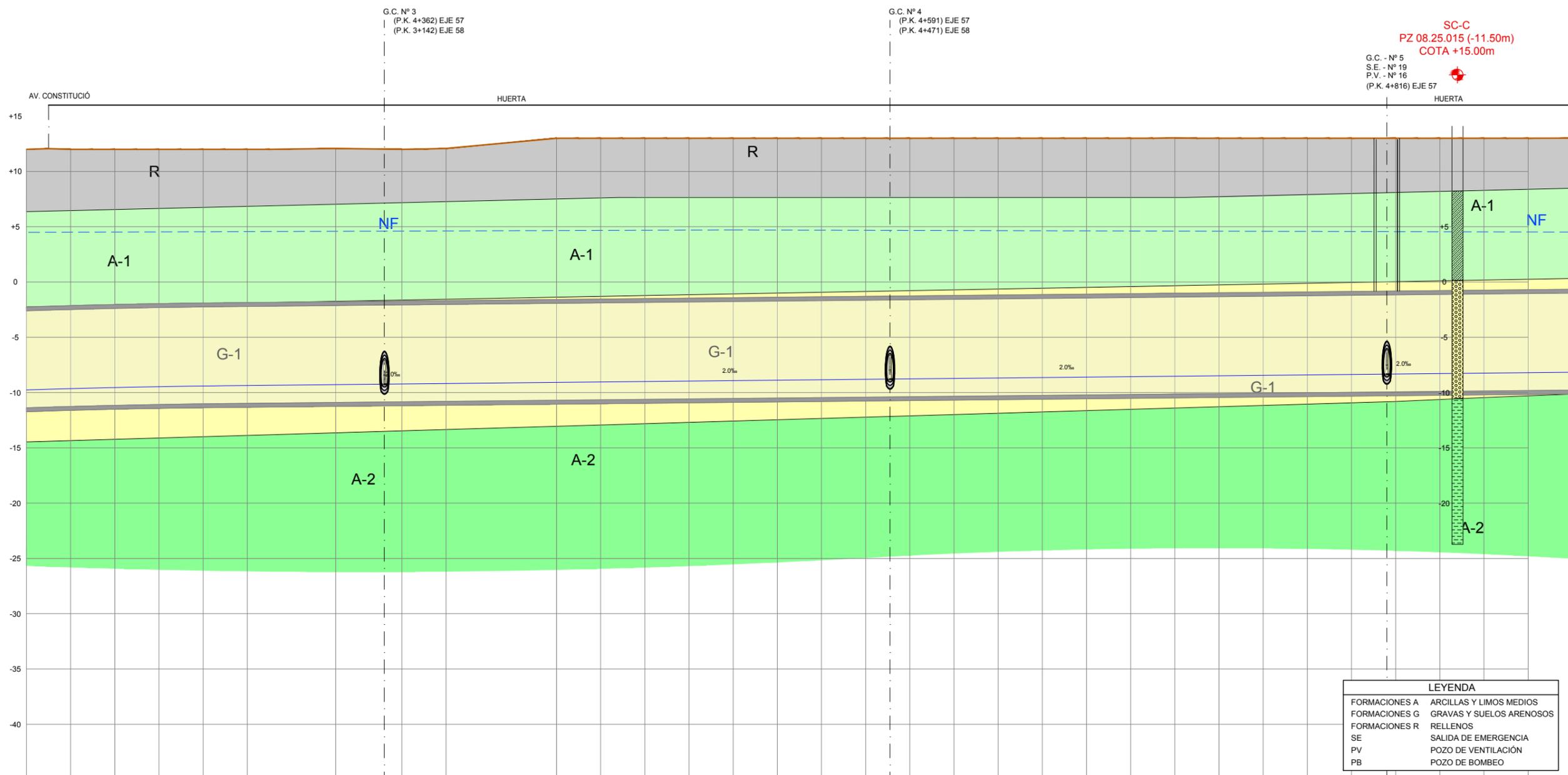
LEYENDA	
FORMACIONES A	ARCILLAS Y LIMOS MEDIOS
FORMACIONES G	GRAVAS Y SUELOS ARENOSOS
FORMACIONES R	RELLENOS
SE	SALIDA DE EMERGENCIA
PV	POZO DE VENTILACIÓN
PB	POZO DE BOMBEO

PLANO DE COMPARACION	
P.K.	
ORDENADAS	
RASANTE	
TERRENO	
COTAS ROJAS DESMONTE	

P.K.	2+200	2+400	2+600	2+800
RASANTE	-30.641	-27.641	-25.641	-23.641
TERRENO	8.37	8.28	8.00	7.91
COTAS ROJAS DESMONTE	39.02	36.05	34.84	34.55



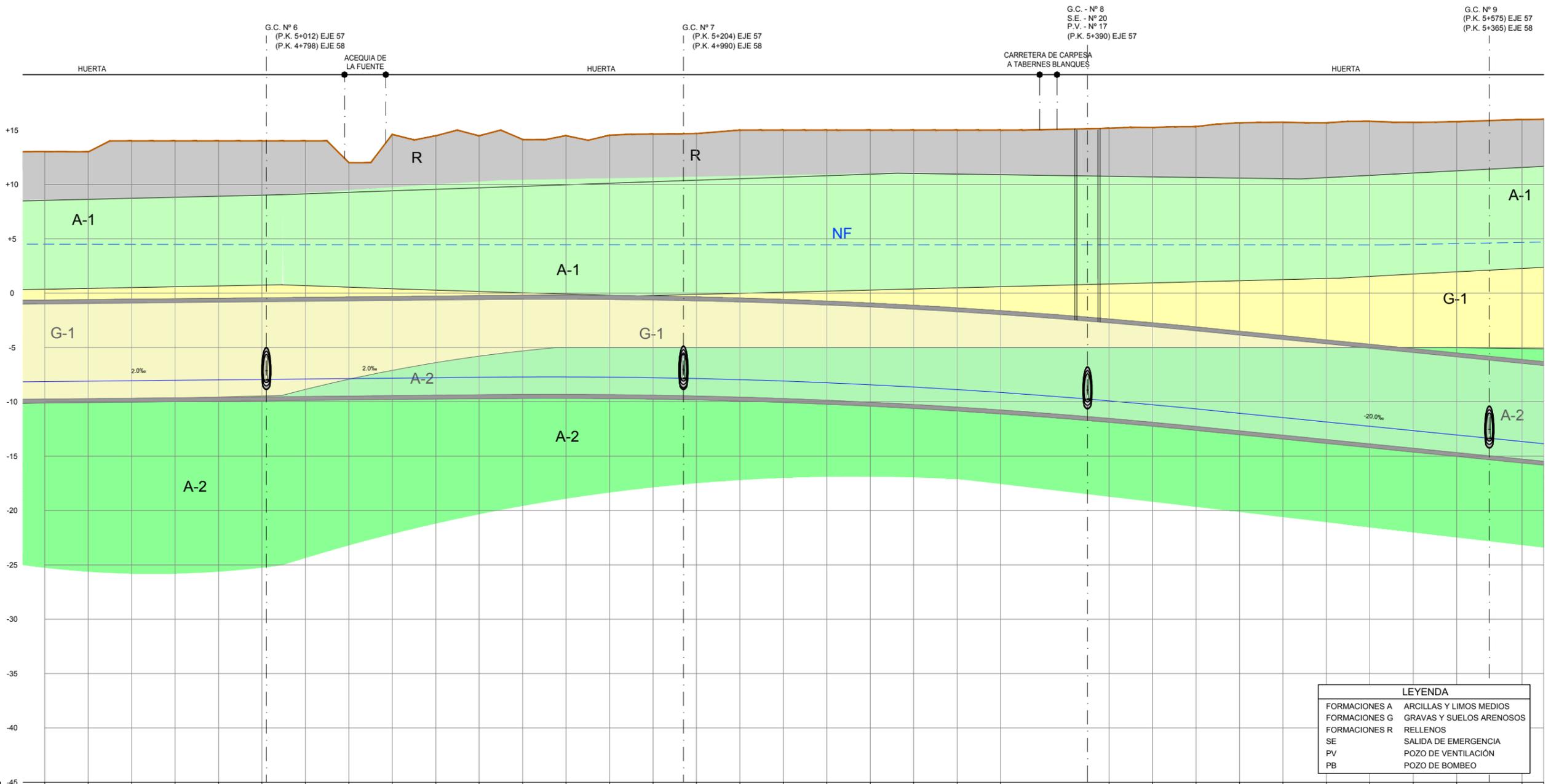




LEYENDA	
FORMACIONES A	ARCILLAS Y LIMOS MEDIOS
FORMACIONES G	GRAVAS Y SUELOS ARENOSOS
FORMACIONES R	RELLENOS
SE	SALIDA DE EMERGENCIA
PV	POZO DE VENTILACIÓN
PB	POZO DE BOMBEO

PLANO DE COMPARACION		P.K.	
ORDENADAS	RASANTE	4+200	4+800
	TERRENO	4+200	4+800
COTAS ROJAS DESMONTE		4+200	4+800

EJE 57 EJE VALENCIA - CASTELLÓN (VIA DERECHA)

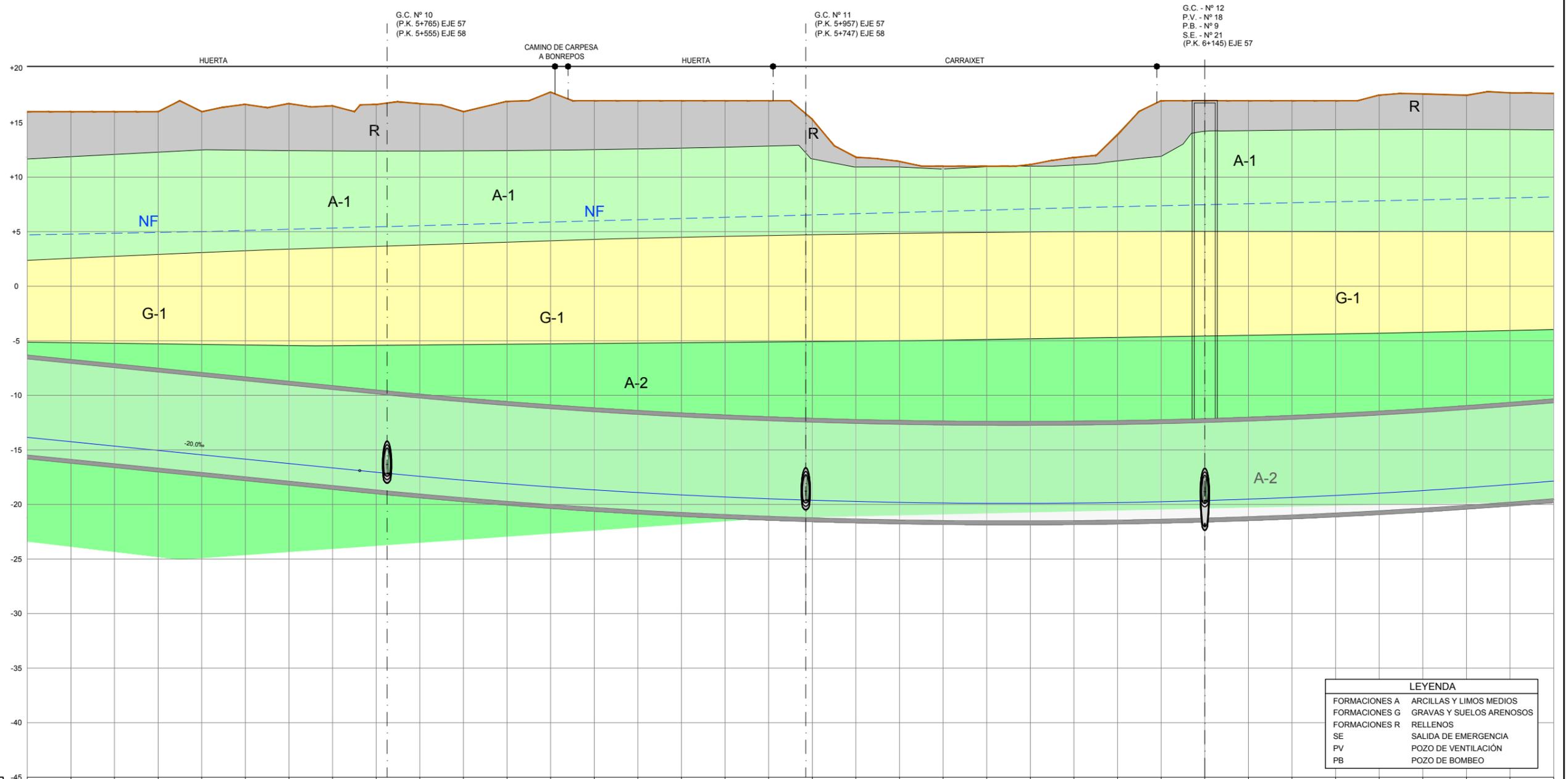


LEYENDA	
FORMACIONES A	ARCILLAS Y LIMOS MEDIOS
FORMACIONES G	GRAVAS Y SUELOS ARENOSOS
FORMACIONES R	RELLENOS
SE	SALIDA DE EMERGENCIA
PV	POZO DE VENTILACION
PB	POZO DE BOMBEO

EJE 57 (EJE VALENCIA - CASTELLON (VIA DERECHA))

PLANO DE COMPARACION	
P.K.	
ORDENADAS	RASANTE
	TERRENO
COTAS ROJAS DESMONTE	

P.K.	5+000	5+200	5+400	5+600
RASANTE	-8.144	-7.824	-9.912	-13.851
TERRENO	13.02	14.61	15.17	16.00
COTAS ROJAS DESMONTE	21.17	22.43	25.08	29.63



G.C. Nº 10  
(P.K. 5+765) EJE 57  
(P.K. 5+555) EJE 58

CAMINO DE CARPESA  
A BONREPOS

G.C. Nº 11  
(P.K. 5+957) EJE 57  
(P.K. 5+747) EJE 58

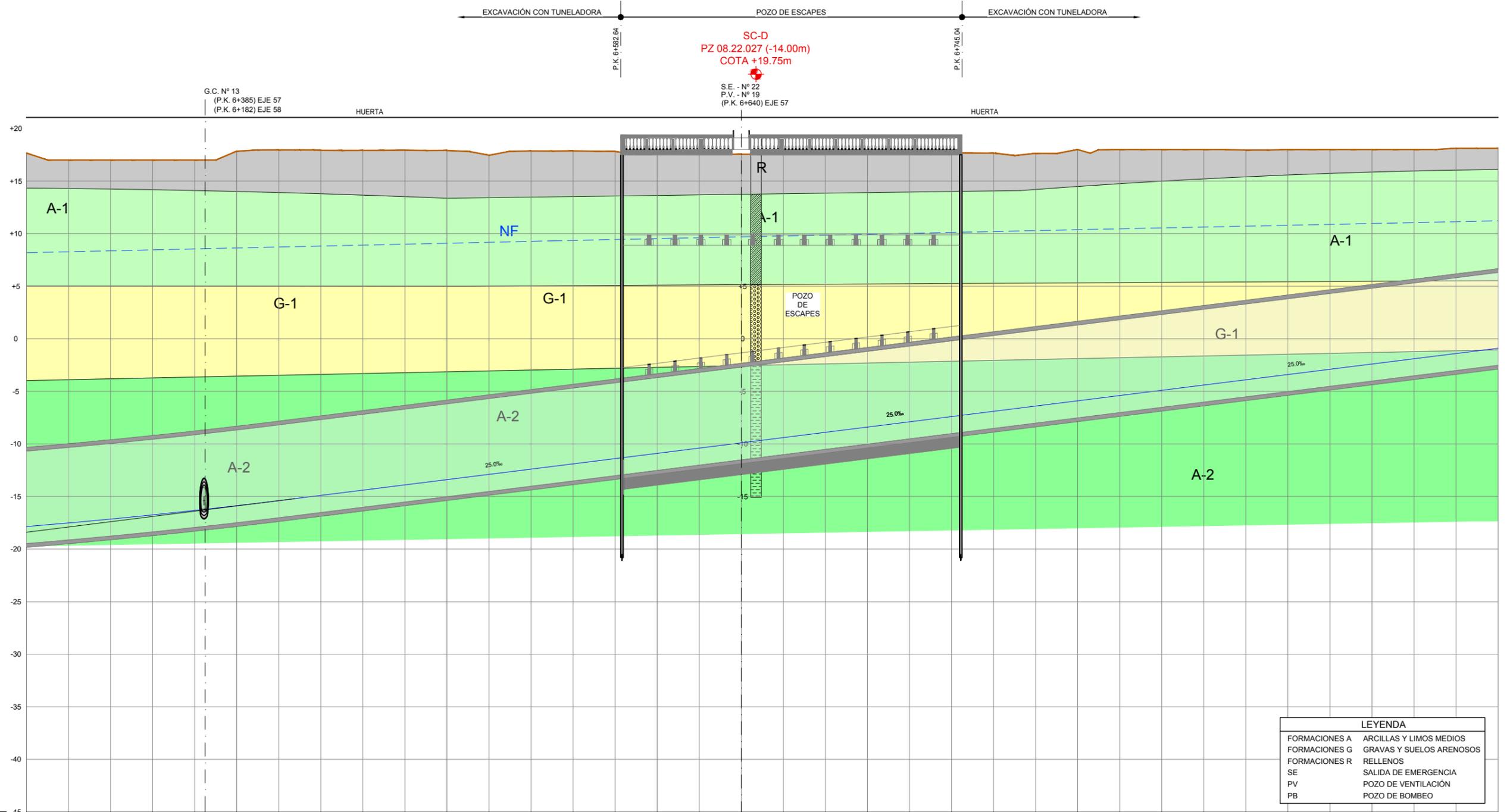
G.C. - Nº 12  
P.V. - Nº 18  
P.B. - Nº 9  
S.E. - Nº 21  
(P.K. 6+145) EJE 57

LEYENDA	
FORMACIONES A	ARCILLAS Y LIMOS MEDIOS
FORMACIONES G	GRAVAS Y SUELOS ARENOSOS
FORMACIONES R	RELLENOS
SE	SALIDA DE EMERGENCIA
PV	POZO DE VENTILACIÓN
PB	POZO DE BOMBEO

EJE 57 EJE VALENCIA - CASTELLÓN (VIA DERECHA)

PLANO DE COMPARACION	
ORDENADAS	P.K.
	RASANTE
	TERRENO
COTAS ROJAS DESMONTE	

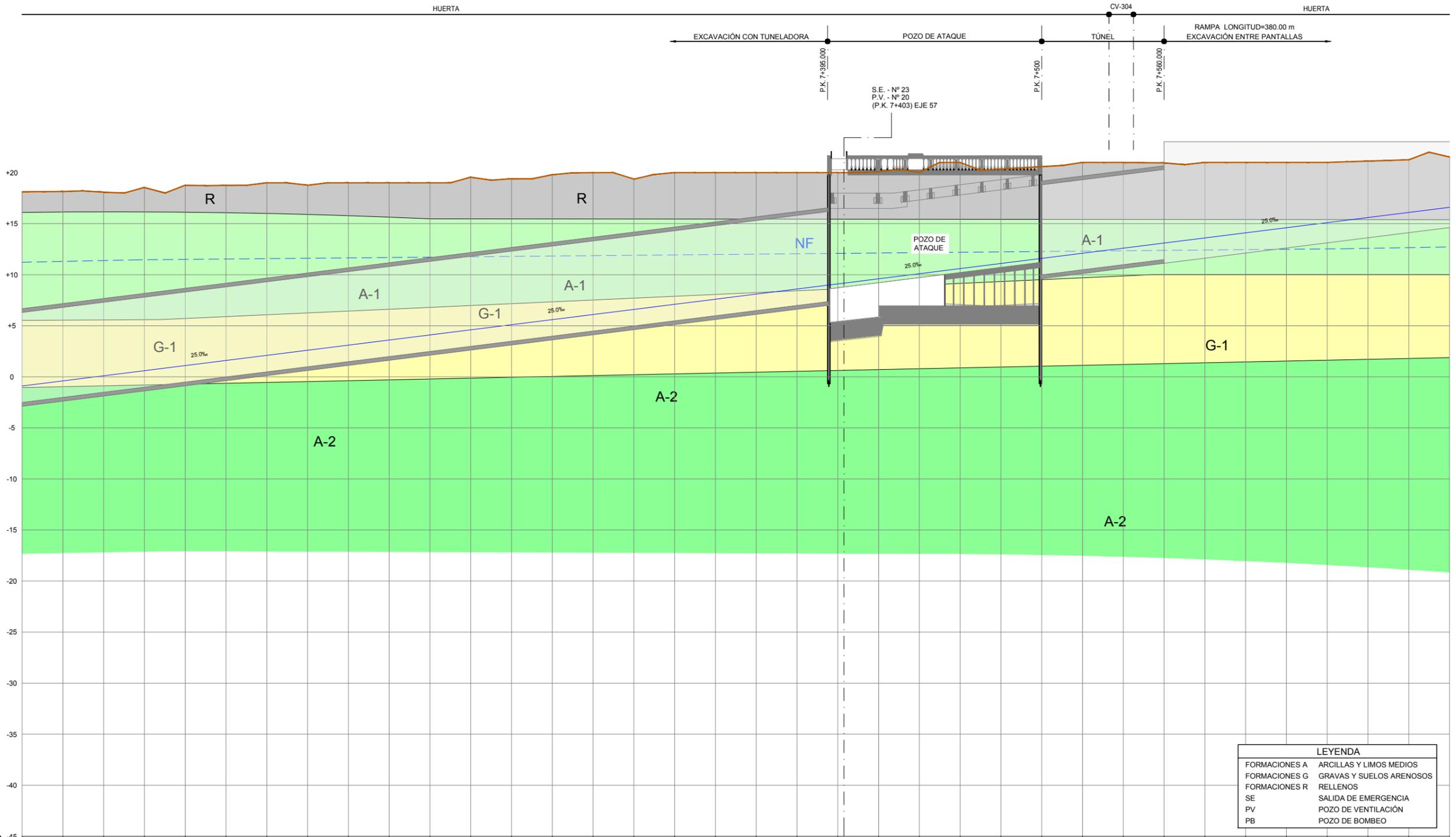
P.K.	5+600	5+605	5+610	5+615	5+620	5+625	5+630	5+635	5+640	5+645	5+650	5+655	5+660	5+665	5+670	5+675	5+680	5+685	5+690	5+695	5+700	5+705	5+710	5+715	5+720	5+725	5+730	5+735	5+740	5+745	5+750	5+755	5+760	5+765	5+770	5+775	5+780	5+785	5+790	5+795	5+800	5+805	5+810	5+815	5+820	5+825	5+830	5+835	5+840	5+845	5+850	5+855	5+860	5+865	5+870	5+875	5+880	5+885	5+890	5+895	5+900	5+905	5+910	5+915	5+920	5+925	5+930	5+935	5+940	5+945	5+950	5+955	5+960	5+965	5+970	5+975	5+980	5+985	5+990	5+995	6+000	6+005	6+010	6+015	6+020	6+025	6+030	6+035	6+040	6+045	6+050	6+055	6+060	6+065	6+070	6+075	6+080	6+085	6+090	6+095	6+100	6+105	6+110	6+115	6+120	6+125	6+130	6+135	6+140	6+145	6+150	6+155	6+160	6+165	6+170	6+175	6+180	6+185	6+190	6+195	6+200
RASANTE	-13.851	-14.251	-14.651	-15.051	-15.451	-15.851	-16.251	-16.651	-17.049	-17.426	-17.776	-18.099	-18.395	-18.665	-18.909	-19.125	-19.315	-19.478	-19.615	-19.725	-19.808	-19.865	-19.895	-19.898	-19.875	-19.824	-19.748	-19.644	-19.514	-19.358	-19.174	-18.964	-18.727	-18.464	-18.174	-17.857																																																																																					



LEYENDA	
FORMACIONES A	ARCILLAS Y LIMOS MEDIOS
FORMACIONES G	GRAVAS Y SUELOS ARENOSOS
FORMACIONES R	RELLENOS
SE	SALIDA DE EMERGENCIA
PV	POZO DE VENTILACIÓN
PB	POZO DE BOMBEO

PLANO DE COMPARACION	
P.K.	
ORDENADAS	RASANTE
	TERRENO
COTAS ROJAS DESMONTE	

P.K.	ORDENADAS RASANTE	ORDENADAS TERRENO	COTAS ROJAS DESMONTE
35.52	17.67	17.67	35.52
34.51	17.00	17.00	34.51
34.14	17.00	17.00	34.14
33.75	17.00	17.00	33.75
33.32	17.00	17.00	33.32
33.71	17.84	17.84	33.71
33.36	17.96	17.96	33.36
32.82	17.92	17.92	32.82
32.31	17.92	17.92	32.31
31.84	17.94	17.94	31.84
31.31	17.91	17.91	31.31
30.36	17.46	17.46	30.36
30.26	17.86	17.86	30.26
29.76	17.87	17.87	29.76
29.22	17.82	17.82	29.22
28.86	17.96	17.96	28.86
27.95	17.55	17.55	27.95
27.45	17.55	17.55	27.45
26.95	17.55	17.55	26.95
26.46	17.56	17.56	26.46
26.04	17.65	17.65	26.04
25.46	17.56	17.56	25.46
25.07	17.67	17.67	25.07
24.55	17.65	17.65	24.55
24.03	17.63	17.63	24.03
23.90	18.00	18.00	23.90
23.40	18.00	18.00	23.40
22.90	18.00	18.00	22.90
22.40	18.00	18.00	22.40
21.85	17.95	17.95	21.85
21.40	18.00	18.00	21.40
20.90	18.00	18.00	20.90
20.40	18.00	18.00	20.40
19.90	18.00	18.00	19.90
19.51	18.12	18.12	19.51
19.02	18.12	18.12	19.02



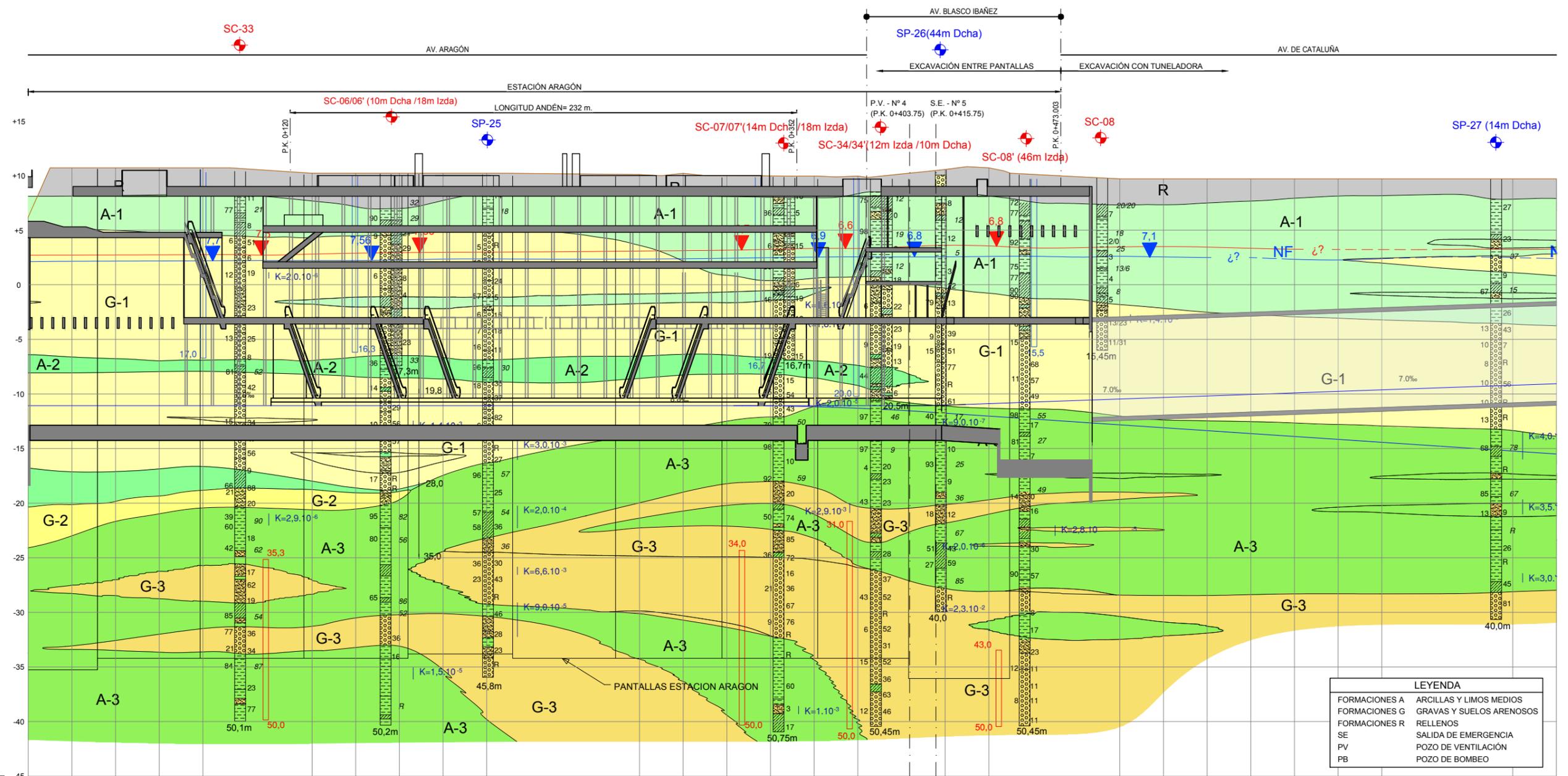
EJE 57 EJE VALENCIA - CASTELLÓN (VIA DERECHA)

PLANO DE COMPARACION	
P.K.	
ORDENADAS	RASANTE
	TERRENO
COTAS ROJAS DESMONTE	

P.K.	7+000	7+200	7+400	7+600
RASANTE	-0.899	4.101	9.101	13.601
TERRENO	18.12	19.00	20.00	21.00
COTAS ROJAS DESMONTE	19.02	14.90	10.90	6.90

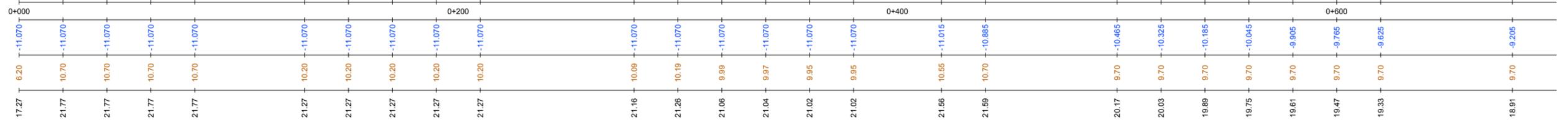
LEYENDA	
FORMACIONES A	ARCILLAS Y LIMOS MEDIOS
FORMACIONES G	GRAVAS Y SUELOS ARENOSOS
FORMACIONES R	RELLENOS
SE	SALIDA DE EMERGENCIA
PV	POZO DE VENTILACIÓN
PB	POZO DE BOMBEO

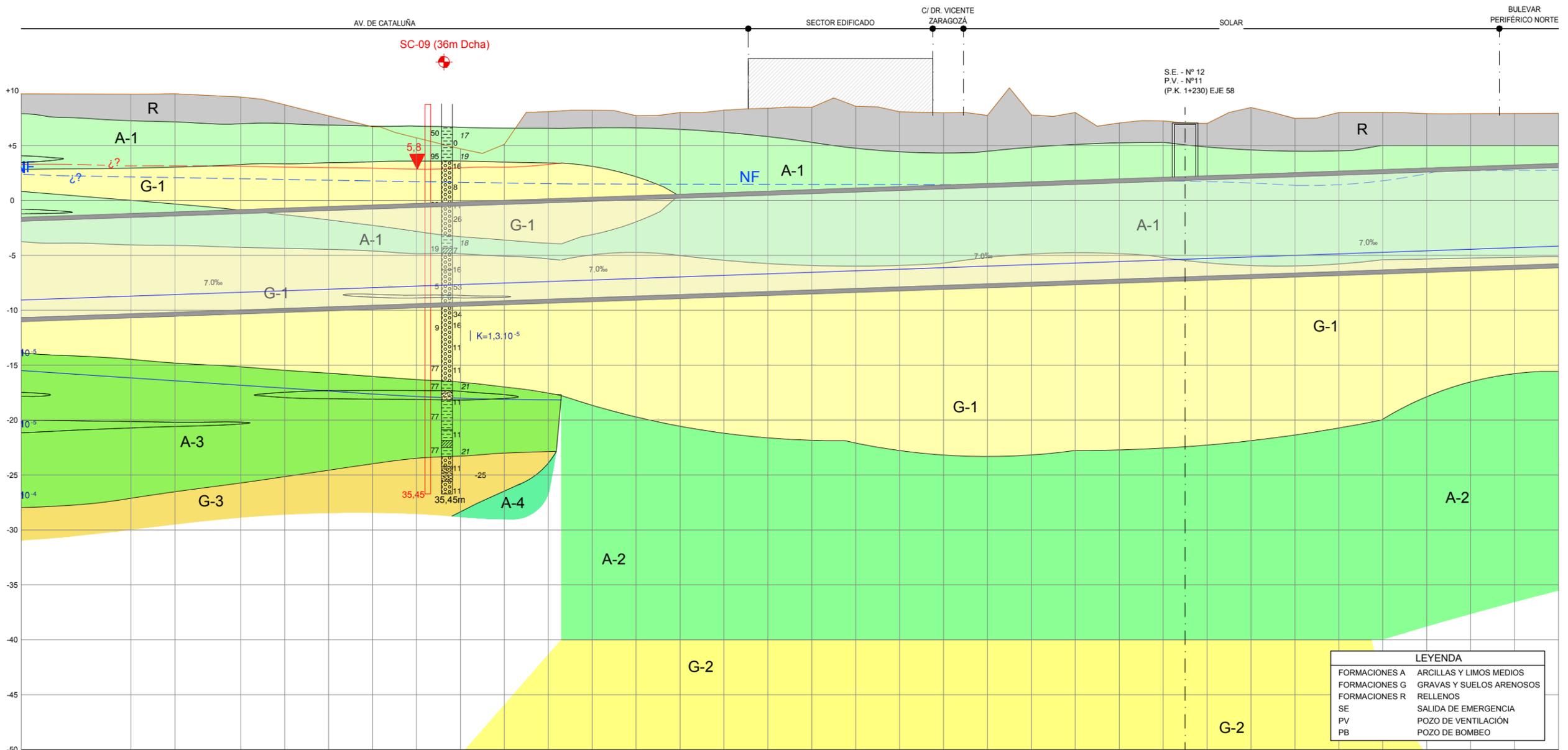




EJE 58 EJE VALENCIA - CASTELLON (VIA IZQUIERDA)

PLANO DE COMPARACION	
P.K.	
ORDENADAS	RASANTE
	TERRENO
COTAS ROJAS DESMONTE	

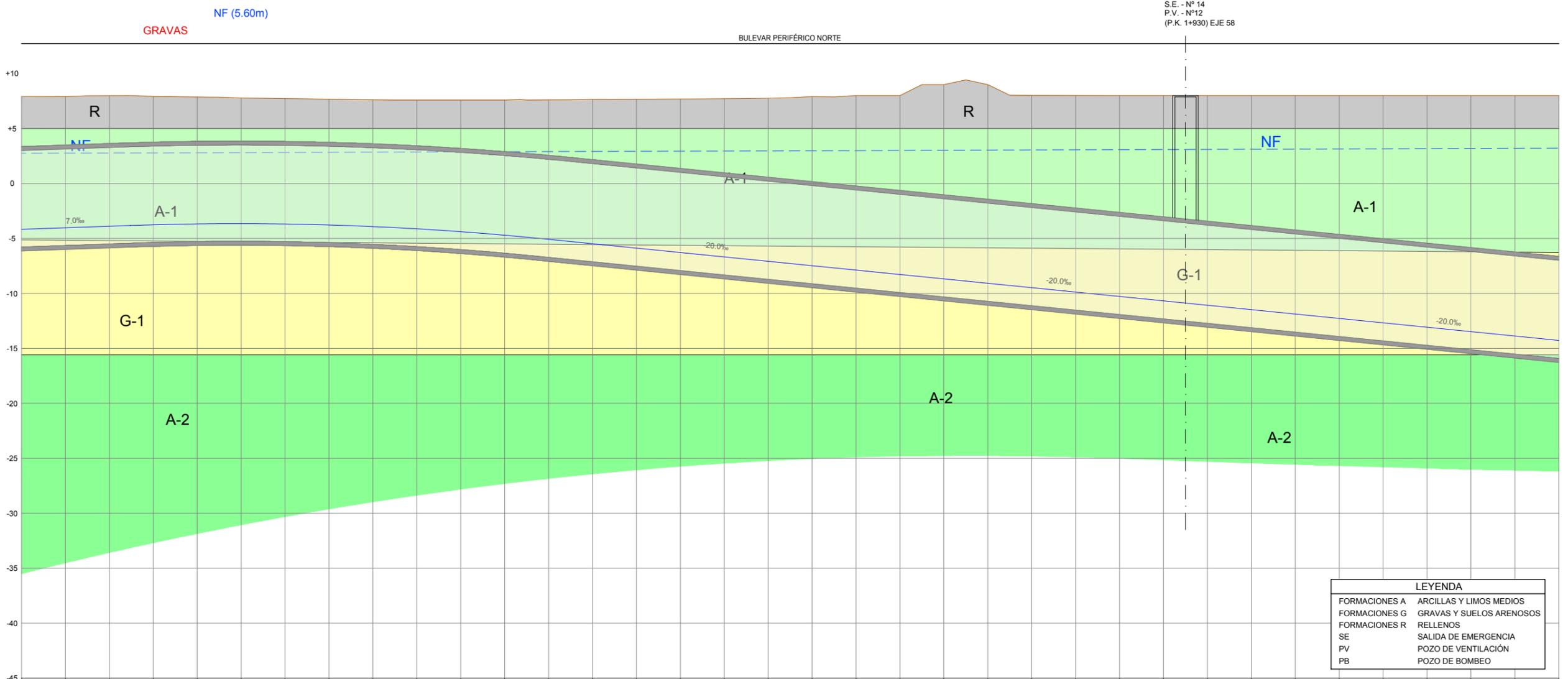




LEYENDA	
FORMACIONES A	ARCILLAS Y LIMOS MEDIOS
FORMACIONES G	GRAVAS Y SUELOS ARENOSOS
FORMACIONES R	RELLENOS
SE	SALIDA DE EMERGENCIA
PV	POZO DE VENTILACIÓN
PB	POZO DE BOMBEO

PLANO DE COMPARACION	
P.K.	
ORDENADAS	RASANTE
	TERRENO
COTAS ROJAS DESMONTE	

P.K.	0+800	1+000	1+200	1+400
RASANTE	-8.715	-8.575	-8.365	-8.225
TERRENO	9.68	9.70	9.42	8.70
COTAS ROJAS DESMONTE	18.39	18.28	17.78	16.93



EJE 58 EJE VALENCIA - CASTELLÓN (VIA IZQUIERDA)

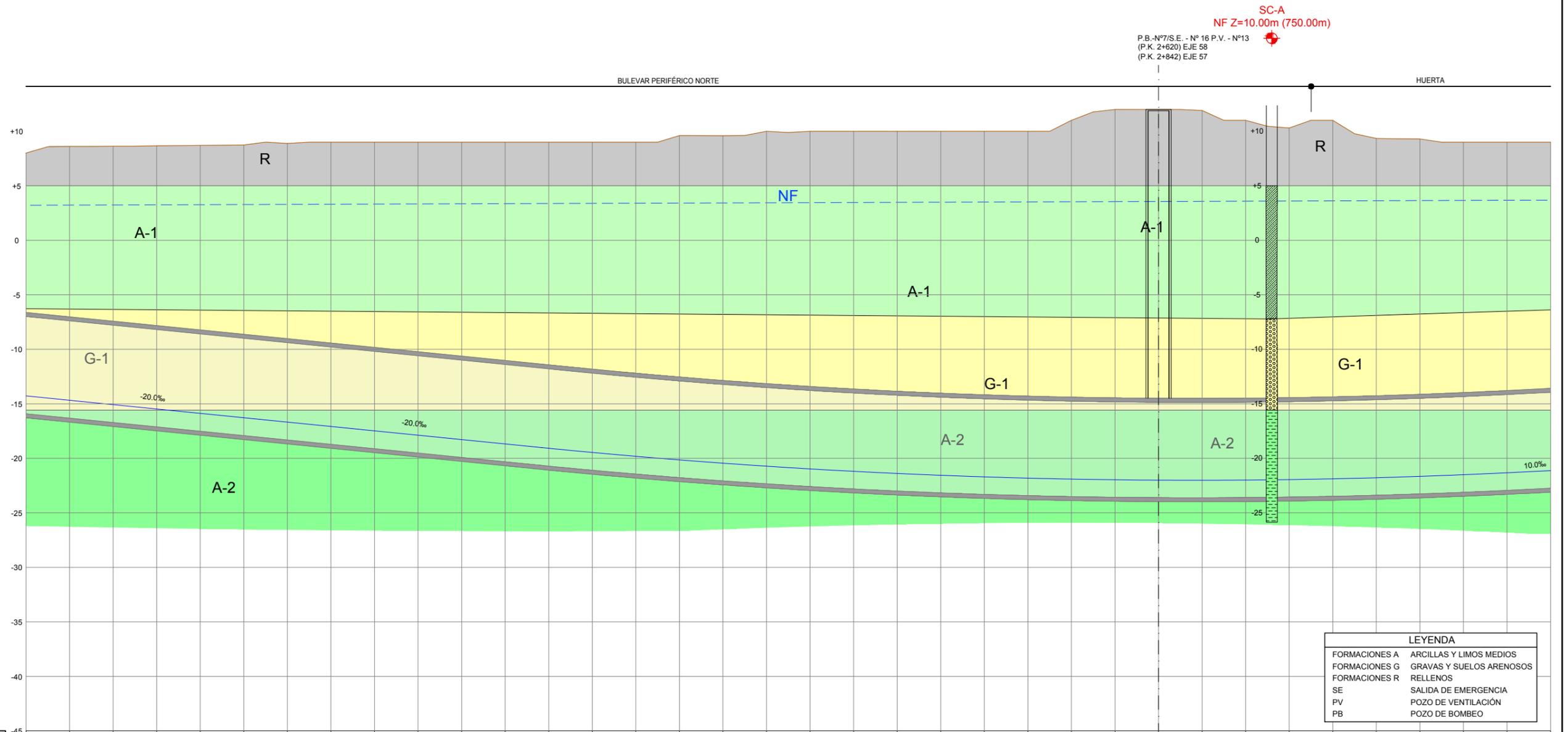
S.E. - Nº 14  
P.V. - Nº 12  
(P.K. 1+930) EJE 58

LEYENDA	
FORMACIONES A	ARCILLAS Y LIMOS MEDIOS
FORMACIONES G	GRAVAS Y SUELOS ARENOSOS
FORMACIONES R	RELLENOS
SE	SALIDA DE EMERGENCIA
PV	POZO DE VENTILACIÓN
PB	POZO DE BOMBEO

PLANO DE COMPARACION	
P.K.	
ORDENADAS	RASANTE
	TERRENO
COTAS ROJAS DESMONTE	

P.K.	1+400	1+425	1+450	1+475	1+500	1+525	1+550	1+575	1+600	1+625	1+650	1+675	1+700	1+725	1+750	1+775	1+800	1+825	1+850	1+875	1+900	1+925	1+950	1+975	2+000	2+025	2+050	2+075	2+100	2+125	2+150	2+175	2+200			
RASANTE	-4.165	-4.025	-3.885	-3.745	-3.605	-3.465	-3.325	-3.185	-3.045	-2.905	-2.765	-2.625	-2.485	-2.345	-2.205	-2.065	-1.925	-1.785	-1.645	-1.505	-1.365	-1.225	-1.085	-0.945	-0.805	-0.665	-0.525	-0.385	-0.245	-0.105	0.035	0.175	0.315	0.455		
TERRENO	7.92	7.90	7.99	7.92	7.87	7.78	7.73	7.67	7.62	7.59	7.59	7.61	7.66	7.67	7.68	7.72	7.76	7.90	8.00	8.00	9.00	9.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00		
COTAS ROJAS DESMONTE	12.09	11.93	11.87	11.67	11.55	11.42	11.41	11.44	11.54	11.72	11.98	12.29	12.68	13.14	13.55	13.97	14.40	14.84	15.38	15.88	16.28	17.68	18.08	17.48	17.88	18.28	18.68	19.08	19.48	19.88	20.28	20.68	21.08	21.48	21.88	22.28

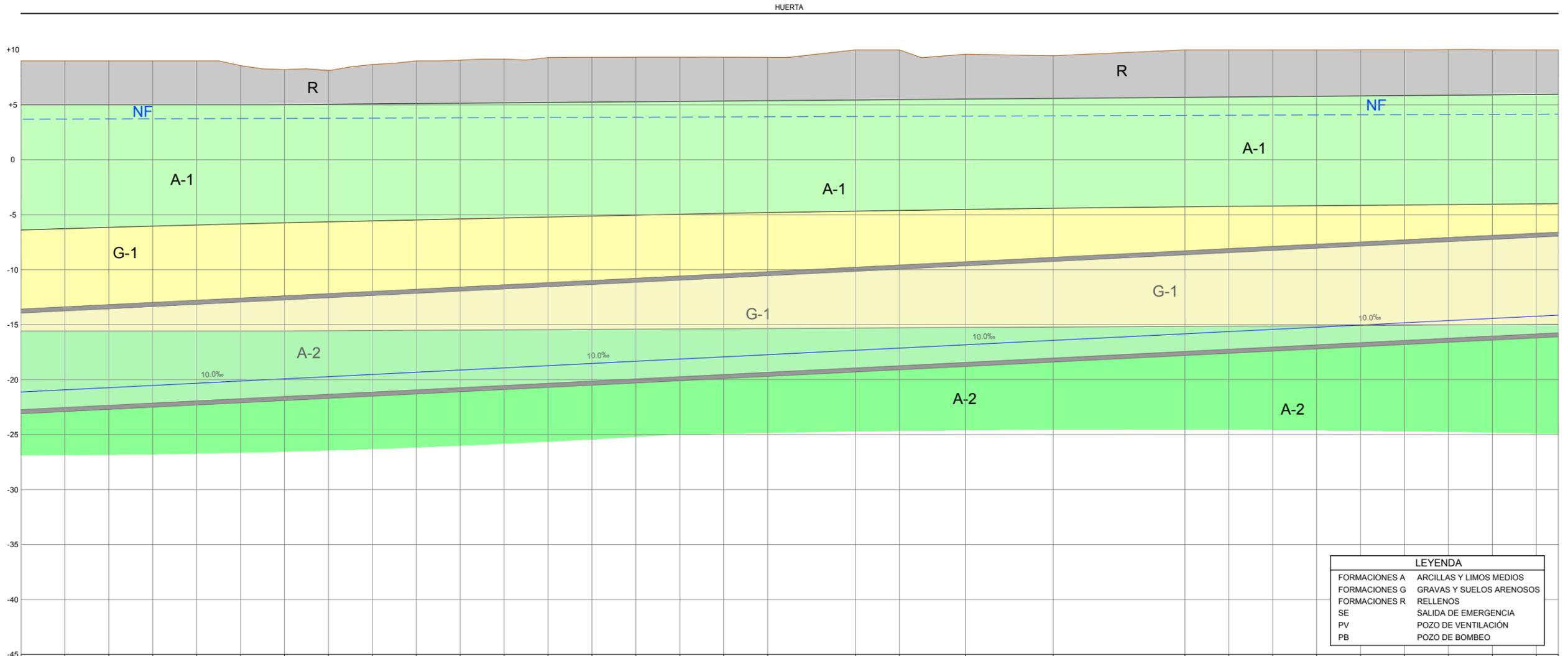
EJE 58 EJE VALENCIA - CASTELLÓN (VIA IZQUIERDA)



PLANO DE COMPARACION	
P.K.	
ORDENADAS	RASANTE
	TERRENO
COTAS ROJAS DESMONTE	

P.K.	2+200	2+400	2+600	2+800
RASANTE	-14.279	-14.679	-15.079	-15.479
TERRENO	8.00	8.60	8.63	8.66
COTAS ROJAS DESMONTE	22.28	23.28	23.71	24.14
	24.59	25.02	25.55	26.08
	26.48	26.88	27.28	27.68
	28.08	28.46	28.82	29.76
	30.03	30.72	30.97	31.19
	31.39	31.56	31.70	31.82
	32.91	33.97	34.00	33.92
	32.99	32.26	32.88	31.13
	30.95	30.51	30.33	30.13

EJE 58 EJE VALENCIA - CASTELLÓN (VIA IZQUIERDA)

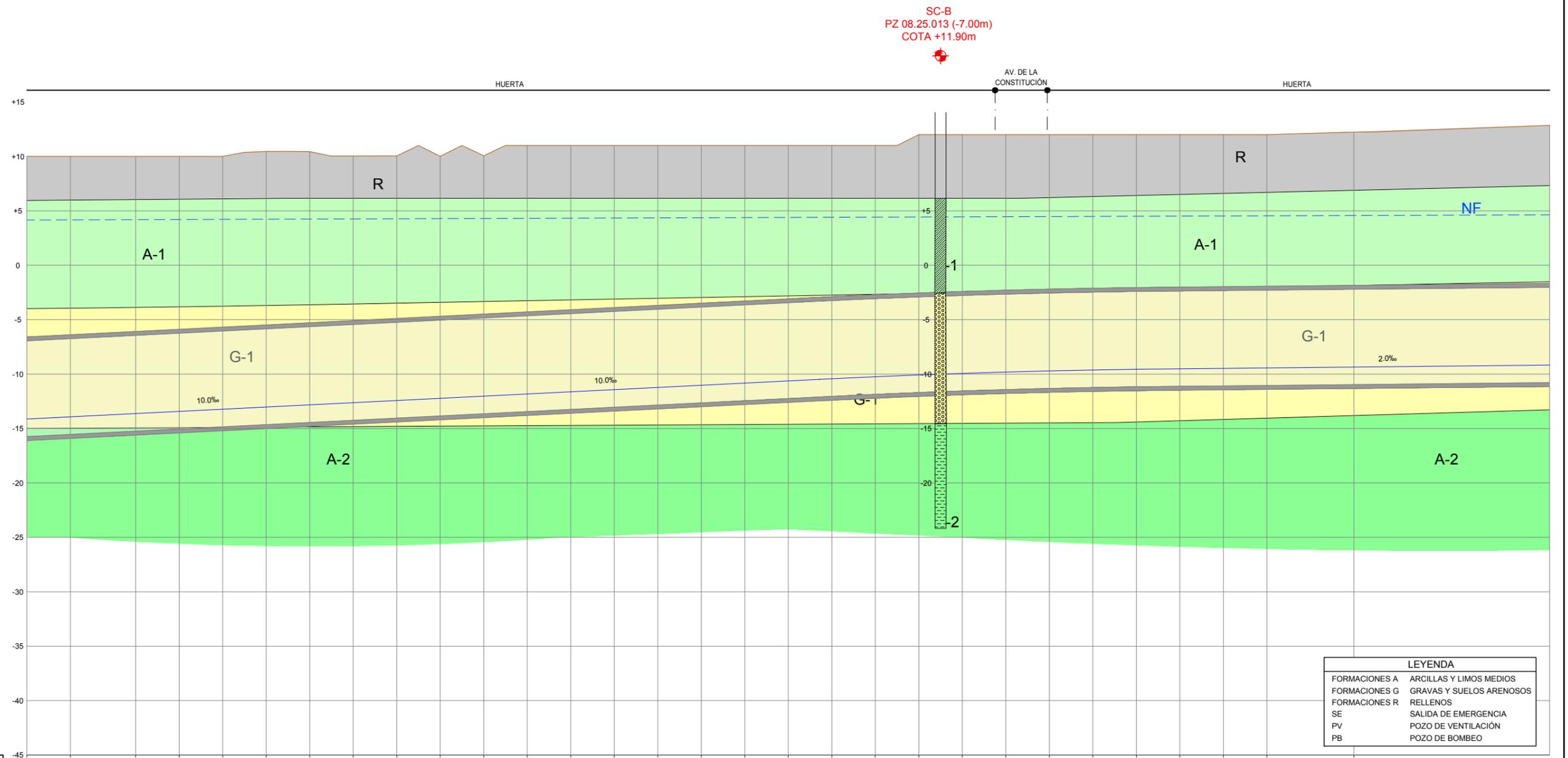


LEYENDA	
FORMACIONES A	ARCILLAS Y LIMOS MEDIOS
FORMACIONES G	GRAVAS Y SUELOS ARENOSOS
FORMACIONES R	RELLENOS
SE	SALIDA DE EMERGENCIA
PV	POZO DE VENTILACIÓN
PB	POZO DE BOMBEO

PLANO DE COMPARACION	
P.K.	
ORDENADAS	RASANTE
	TERRENO
COTAS ROJAS DESMONTE	

P.K.	2+800	2+820	2+840	2+860	2+880	2+900	2+920	2+940	2+960	2+980	3+000	3+020	3+040	3+060	3+080	3+100	3+120	3+140	3+160	3+180	3+200	3+220	3+240	3+260	3+280	3+300	3+320	3+340	3+360	3+380	3+400	
RASANTE	21.129	20.929	20.729	20.529	20.329	20.129	19.929	19.729	19.529	19.329	19.129	18.929	18.729	18.529	18.329	18.129	17.929	17.729	17.529	17.329	17.129	16.929	16.729	16.529	16.329	16.129	15.929	15.729	15.529	15.329	15.129	14.929
TERRENO	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	8.56	8.20	8.10	8.67	9.00	9.07	9.17	9.30	9.33	9.33	9.34	9.34	9.32	10.00	10.00	9.60	9.46	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.01	10.01	10.02	10.00	10.00
COTAS ROJAS DESMONTE	30.13	29.93	29.73	29.53	29.33	28.69	28.13	27.83	28.20	28.33	28.20	28.09	28.03	27.66	27.66	27.47	27.27	27.05	27.33	27.13	26.43	25.89	25.83	25.63	25.43	25.23	25.04	24.84	24.65	24.43	24.23	24.13

EJE 58 EJE VALENCIA - CASTELLÓN (VIA IZQUIERDA)

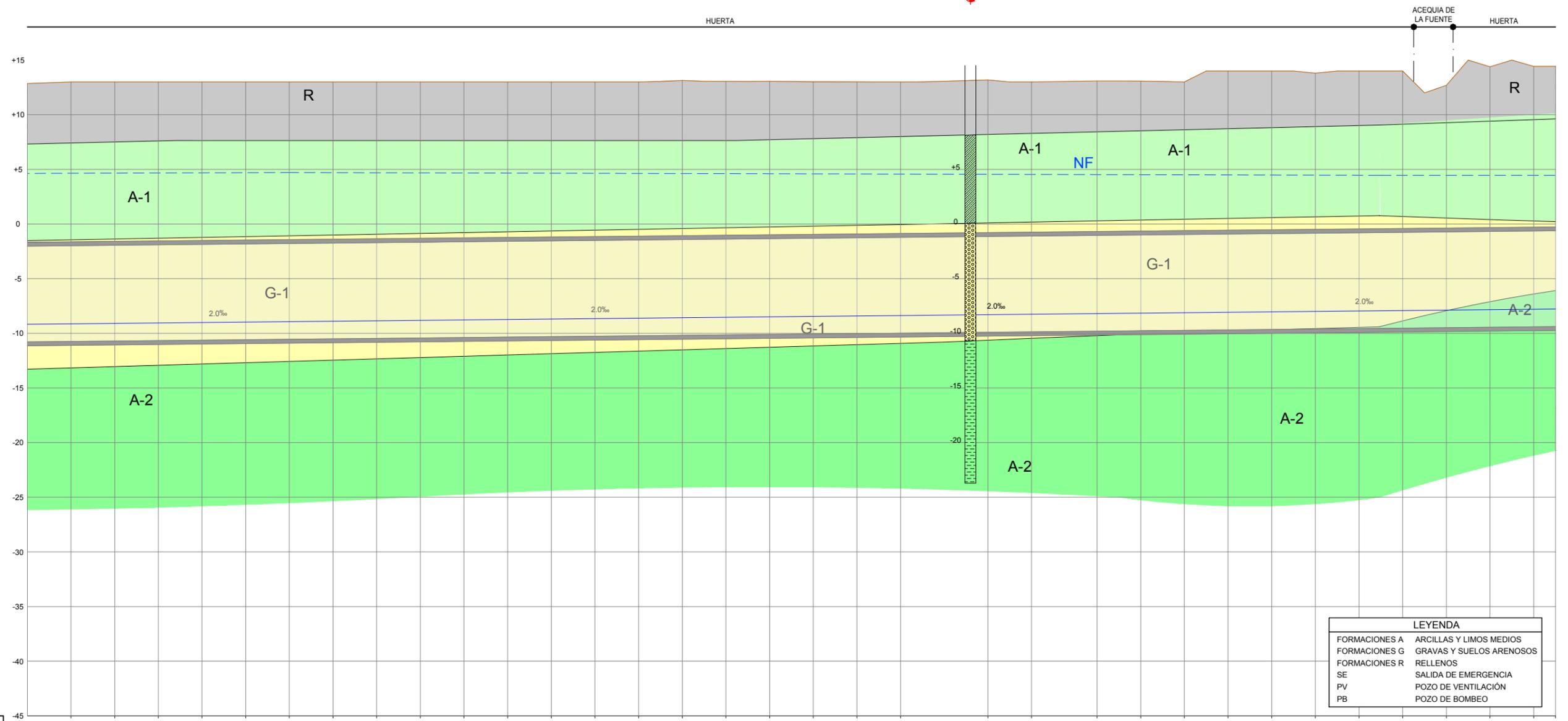


LEYENDA	
FORMACIONES A	ARCILLAS Y LIMOS MEDIOS
FORMACIONES G	GRAVAS Y SUELOS ARENOSOS
FORMACIONES R	RELLENOS
SE	SALIDA DE EMERGENCIA
PV	POZO DE VENTILACIÓN
PB	POZO DE BOMBEO

PLANO DE COMPARACION	
P.K.	
ORDENADAS	RASANTE
	TERRENO
	COTAS ROJAS DESMONTE

	14.129	13.924	13.629	13.429	13.229	3+600	13.029	12.829	12.629	12.429	12.229	12.029	11.829	11.629	11.429	11.229	3+800	11.029	10.829	10.629	10.430	10.246	10.082	9.937	9.813	9.709	4+000	9.625	9.561	9.516	9.476	9.436	4+200	9.356
	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.45	10.44	10.03	10.05	10.01	10.06	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.24
	24.13	23.93	23.63	23.43	23.23	23.48	23.27	22.65	22.48	22.24	22.09	22.83	22.63	22.43	22.23	22.03	21.83	21.63	21.43	21.25	21.08	21.94	21.81	21.71	21.62	21.56	21.52	21.48	21.44	21.60				

SC-C  
PZ 08.25.015 (-11.50m)  
COTA +15.00m



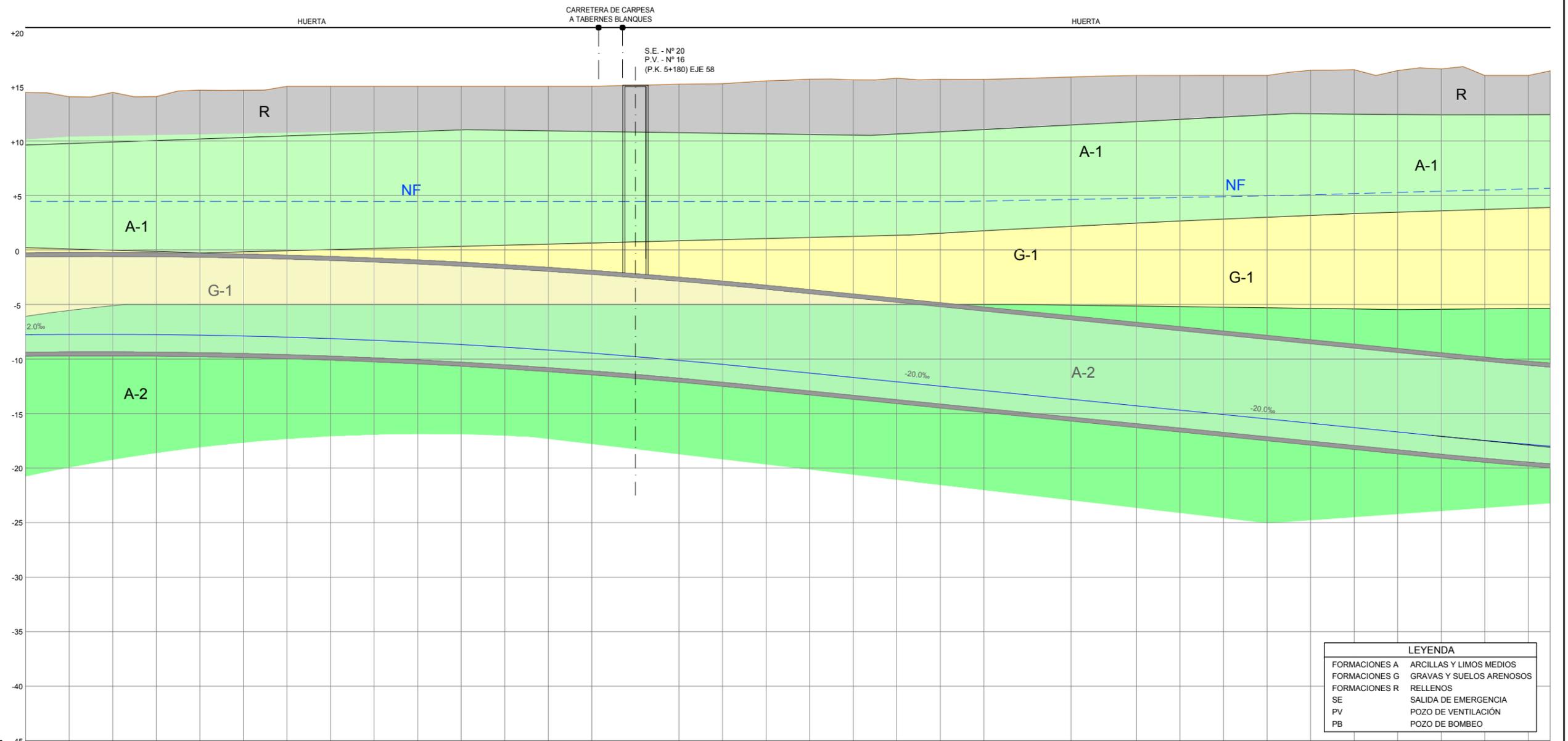
LEYENDA	
FORMACIONES A	ARCILLAS Y LIMOS MEDIOS
FORMACIONES G	GRAVAS Y SUELOS ARENOSOS
FORMACIONES R	RELLENOS
SE	SALIDA DE EMERGENCIA
PV	POZO DE VENTILACIÓN
PB	POZO DE BOMBEO

EJE 58 EJE VALENCIA - CASTELLÓN (VIA IZQUIERDA)

PLANO DE COMPARACION	
P.K.	
ORDENADAS	RASANTE
	TERRENO
	COTAS ROJAS DESMONTE

4+200	-9.136	13.00	22.14
	-9.096	13.00	22.10
	-9.056	13.00	22.06
	-9.016	13.00	22.02
	-8.976	13.00	21.98
	-8.936	13.00	21.94
	-8.896	13.00	21.90
	-8.856	13.00	21.86
	-8.816	13.00	21.82
4+400	-8.776	13.00	21.78
	-8.736	13.00	21.74
	-8.696	13.00	21.70
	-8.656	13.00	21.66
	-8.616	13.00	21.62
	-8.576	13.13	21.71
	-8.536	13.05	21.59
	-8.496	13.06	21.55
	-8.456	13.00	21.46
	-8.416	13.00	21.42
4+600	-8.376	13.00	21.38
	-8.296	13.18	21.48
	-8.256	13.00	21.26
	-8.196	13.09	21.28
	-8.156	13.08	21.23
	-8.116	13.00	21.12
	-8.076	14.00	22.08
	-8.036	14.00	22.04
4+800	-7.996	13.80	21.79
	-7.956	14.00	21.96
	-7.916	14.00	21.92
	-7.876	12.69	20.96
	-7.836	14.38	22.22
	-7.796	14.42	22.22
	-7.776	14.43	22.21

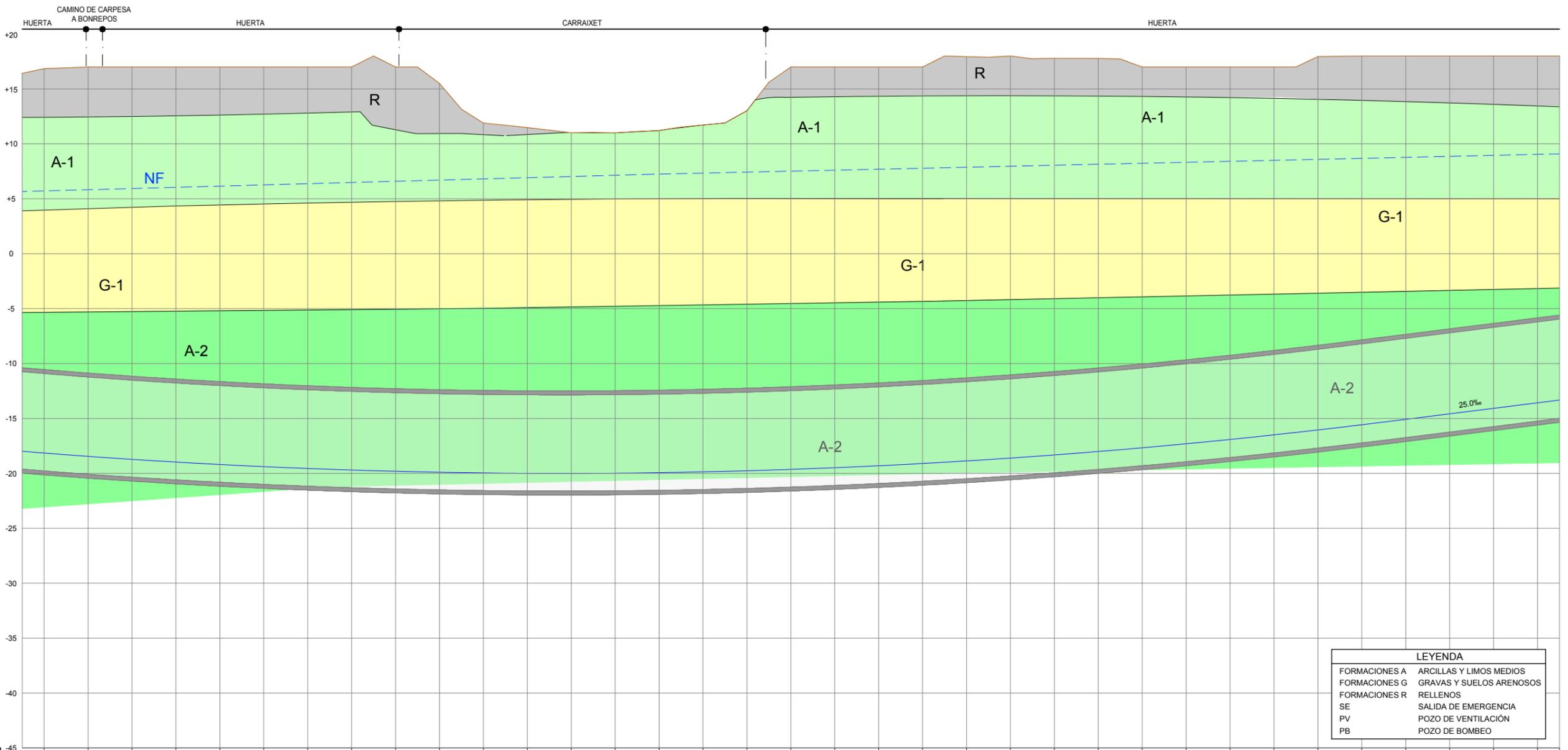
EJE 58 EJE VALENCIA - CASTELLÓN (VIA IZQUIERDA)



LEYENDA	
FORMACIONES A	ARCILLAS Y LIMOS MEDIOS
FORMACIONES G	GRAVAS Y SUELOS ARENOSOS
FORMACIONES R	RELLENOS
SE	SALIDA DE EMERGENCIA
PV	POZO DE VENTILACIÓN
PB	POZO DE BOMBEO

PLANO DE COMPARACION	
P.K.	
ORDENADAS	RASANTE
	TERRENO
	COTAS ROJAS DESMONTE

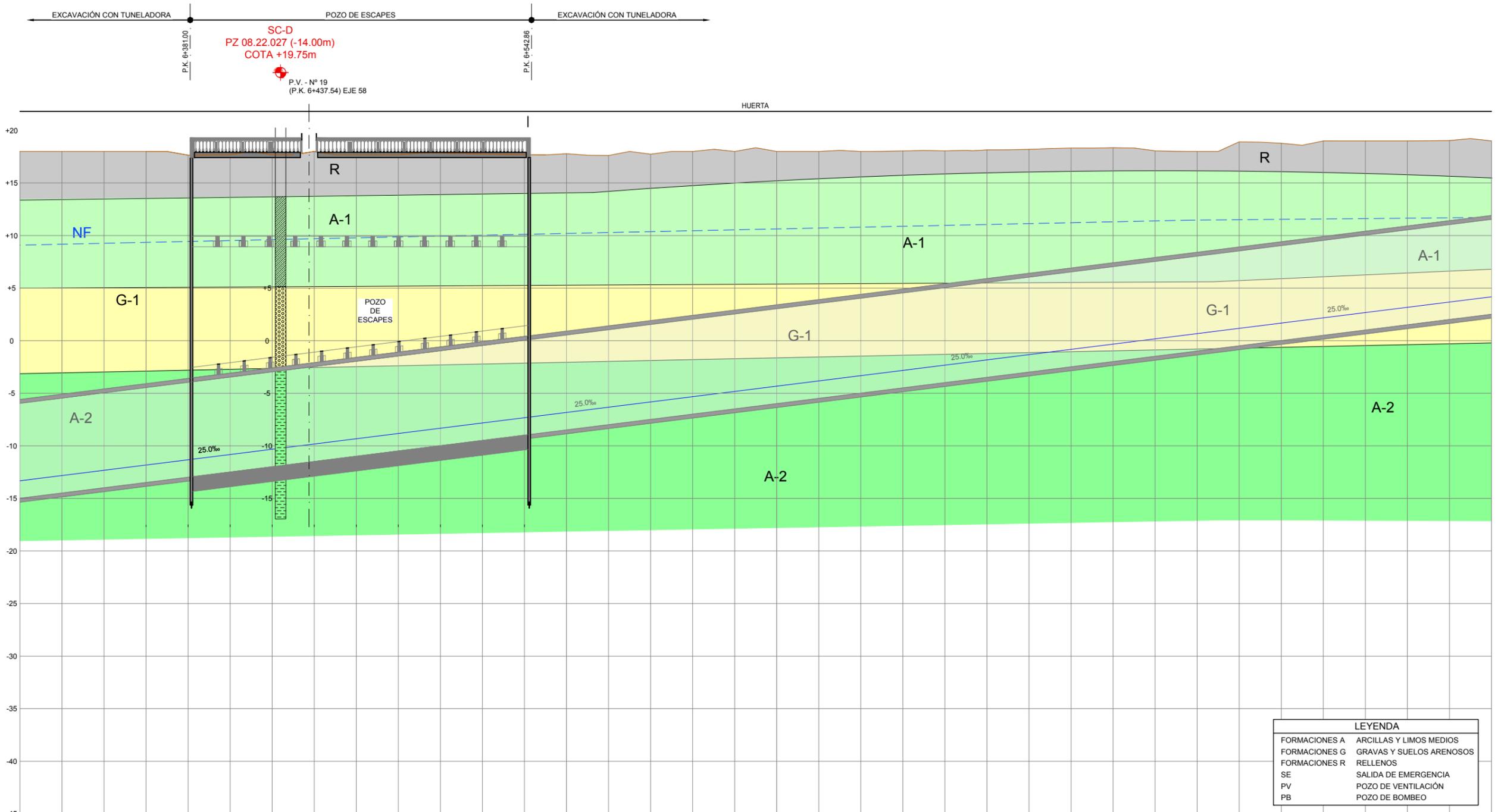
		5+000		5+200		5+400		5+600																									
-7.776	-7.746	-7.742	-7.766	-7.815	-7.892	-7.995	-8.125	-8.282	-8.465	-8.675	-8.911	-9.175	-9.465	-10.124	-10.494	-10.889	-11.289	-11.689	-12.089	-12.489	-12.889	-13.689	-14.289	-14.689	-15.089	-15.489	-15.889	-16.289	-16.689	-17.089	-17.489	-17.823	
14.43	14.05	14.45	14.06	14.65	14.64	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.21	15.25	15.50	15.66	15.60	15.75	15.65	15.64	15.65	15.85	16.00	16.00	16.00	16.00	16.48	16.53	16.45	16.59	16.00	16.00
22.21	21.79	22.19	21.82	22.47	22.54	23.00	23.13	23.28	23.46	23.67	23.91	24.17	24.46	25.33	25.74	26.39	26.95	27.28	27.84	28.14	28.53	28.54	30.29	30.69	31.09	31.49	32.37	32.82	33.14	33.68	33.47	33.82	



LEYENDA	
FORMACIONES A	ARCILLAS Y LIMOS MEDIOS
FORMACIONES G	GRAVAS Y SUELOS ARENOSOS
FORMACIONES R	RELLENOS
SE	SALIDA DE EMERGENCIA
PV	POZO DE VENTILACIÓN
PB	POZO DE BOMBEO

PLANO DE COMPARACION	
P.K.	
ORDENADAS	RASANTE
	TERRENO
COTAS ROJAS DESMONTE	

5+600	18.151	18.452	18.728	18.975	19.194	19.388	19.556	19.697	19.811	19.898	19.959	19.993	20.001	19.981	19.935	19.863	19.764	19.638	19.485	19.306	19.100	18.868	18.608	18.323	18.010	17.671	17.305	16.913	16.493	16.047	15.575	15.079	14.579	14.079	13.579	13.328		
	16.85	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	15.50	11.89	11.48	11.01	11.00	11.21	11.71	13.02	17.00	17.00	17.00	17.00	17.94	18.00	18.00	17.79	17.77	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.94	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00
	35.00	35.45	35.73	35.97	36.19	36.39	36.56	36.70	36.81	35.40	31.85	31.47	31.01	30.98	31.15	31.58	32.78	36.64	36.49	36.31	36.10	36.80	36.61	36.12	35.78	34.67	34.31	33.91	33.49	33.99	33.57	33.08	32.58	32.08	31.58	31.33		

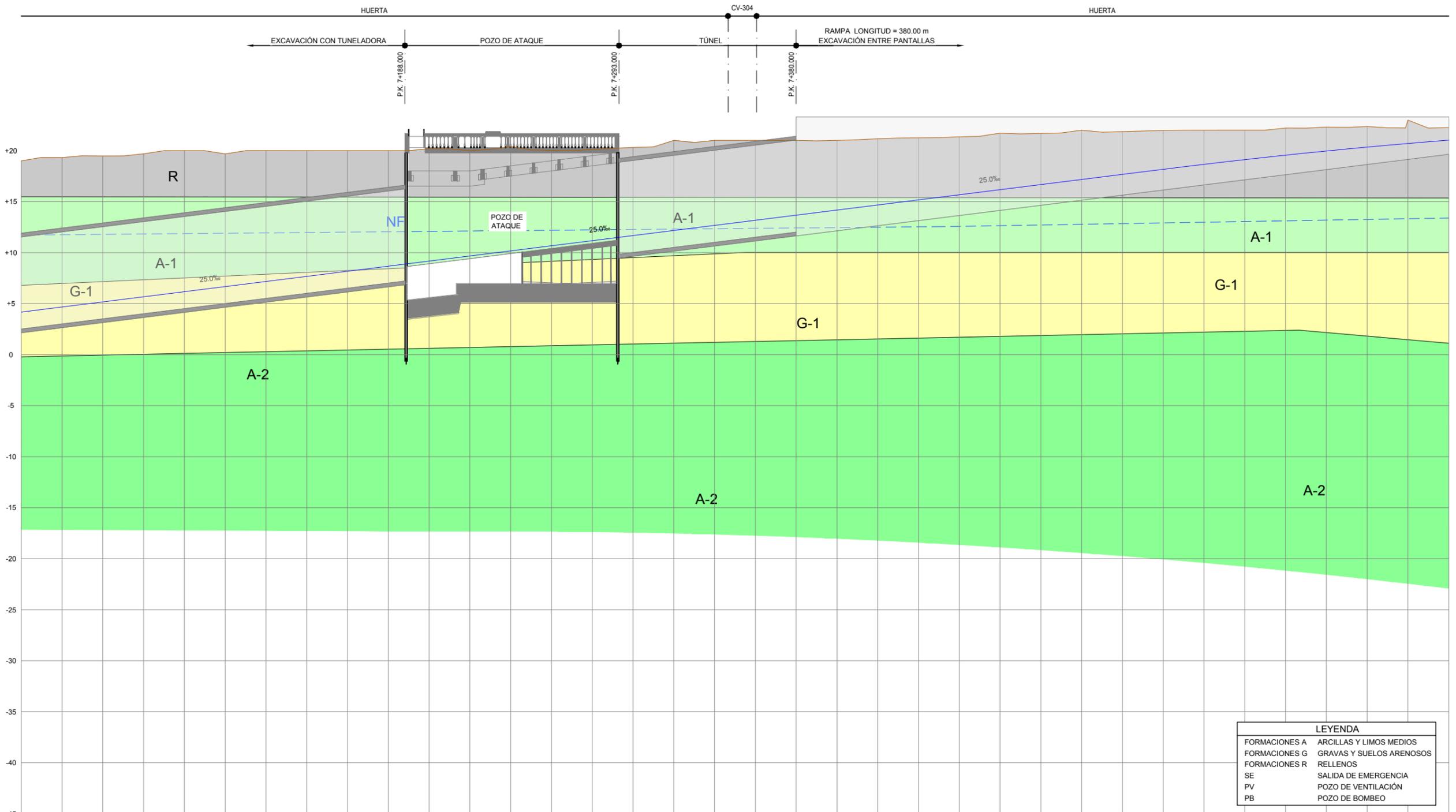


LEYENDA	
FORMACIONES A	ARCILLAS Y LIMOS MEDIOS
FORMACIONES G	GRAVAS Y SUELOS ARENOSOS
FORMACIONES R	RELLENOS
SE	SALIDA DE EMERGENCIA
PV	POZO DE VENTILACIÓN
PB	POZO DE BOMBEO

EJE 58 EJE VALENCIA - CASTELLÓN (VAIZQUERDA)

PLANO DE COMPARACION	
P.K.	
ORDENADAS	RASANTE
	TERRENO
COTAS ROJAS DESMONTE	

P.K.	ORDENADAS RASANTE	ORDENADAS TERRENO	COTAS ROJAS DESMONTE
31+33	-13.329	18.00	31.33
30+83	-12.829	18.00	30.83
30+33	-12.329	18.00	30.33
29+83	-11.829	18.00	29.83
28+97	-11.329	17.64	28.97
28+51	-10.829	17.68	28.51
28+01	-10.329	17.68	28.01
27+83	-9.829	18.00	27.83
27+01	-9.329	17.69	27.01
26+52	-8.829	17.69	26.52
26+18	-8.329	17.85	26.18
25+99	-7.829	17.76	25.99
25+02	-7.329	17.69	25.02
24+61	-6.829	17.78	24.61
23+94	-6.329	17.81	23.94
23+57	-5.829	17.74	23.57
23+33	-5.329	18.00	23.33
22+83	-4.829	18.00	22.83
22+33	-4.329	18.00	22.33
21+83	-3.829	18.00	21.83
21+33	-3.329	18.00	21.33
20+88	-2.829	18.05	20.88
20+39	-2.329	18.06	20.39
19+97	-1.829	18.14	19.97
19+52	-1.329	18.19	19.52
19+15	-0.829	18.32	19.15
18+68	-0.329	18.35	18.68
17+88	0.171	18.06	17.88
17+33	0.671	18.00	17.33
17+74	1.171	18.91	17.74
17+10	1.671	18.77	17.10
16+83	2.171	19.00	16.83
16+33	2.671	19.00	16.33
15+83	3.171	19.00	15.83
15+36	3.671	19.03	15.36
14+83	4.171	19.00	14.83

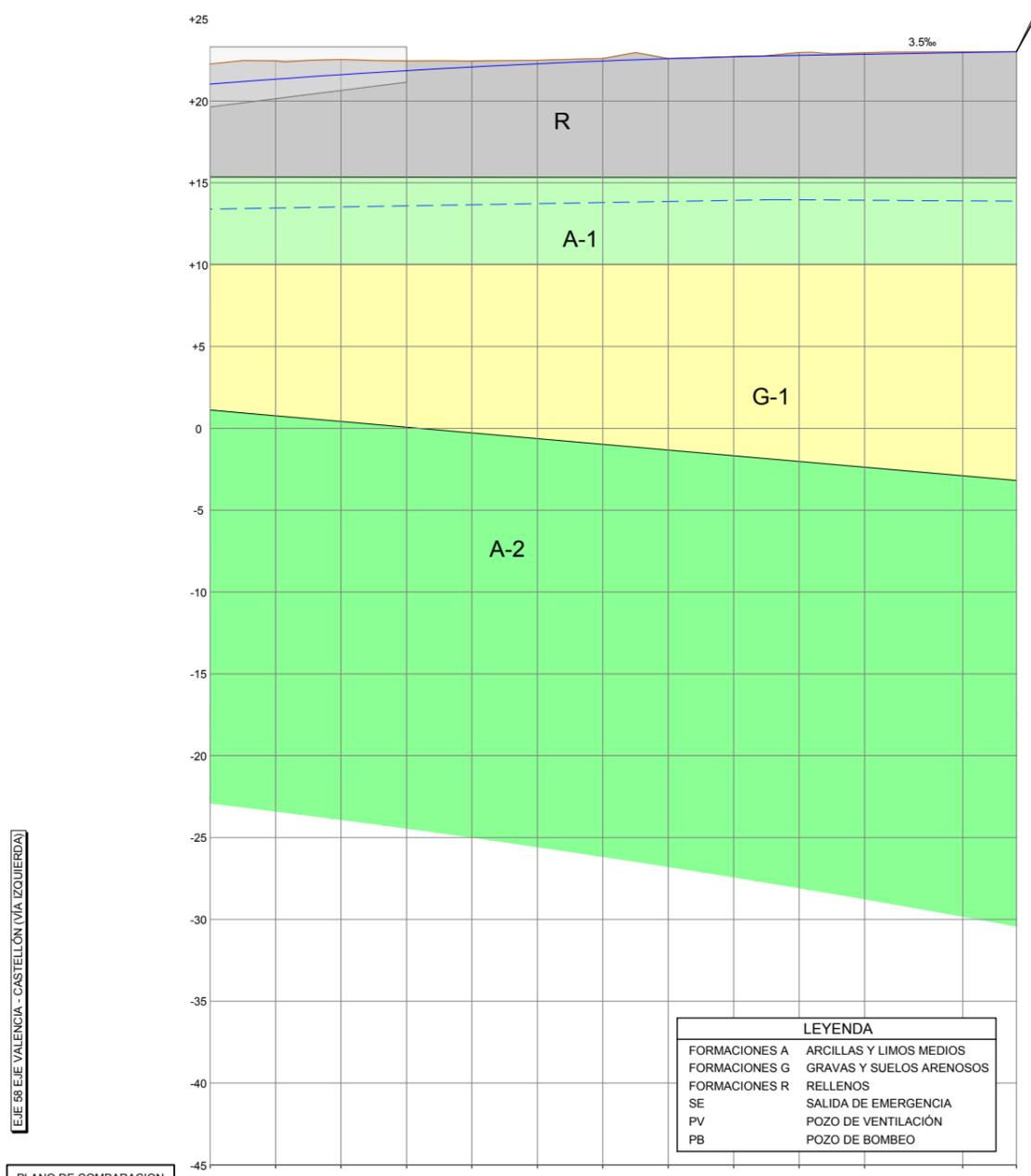


LEYENDA	
FORMACIONES A	ARCILLAS Y LIMOS MEDIOS
FORMACIONES G	GRAVAS Y SUELOS ARENOSOS
FORMACIONES R	RELLENOS
SE	SALIDA DE EMERGENCIA
PV	POZO DE VENTILACIÓN
PB	POZO DE BOMBEO

PLANO DE COMPARACION	
P.K.	
ORDENADAS	RASANTE
	TERRENO
	COTAS ROJAS DESMONTE

P.K.	7+000	7+200	7+400	7+600
RASANTE	4.171	4.671	5.171	5.671
TERRENO	19.00	19.32	19.47	19.69
COTAS ROJAS DESMONTE	14.83	14.65	14.30	14.02

RANPA LONGITUD = 380.00 m  
 EXCAVACIÓN ENTRE PANTALLAS  
 P.K. 7+760.000  
 HUERTA  
 ALT. A. VIA IZQUIERDA  
 Final 7+946.411  
 X = 726.421,7467m  
 Y = 4.379.715,1667m  
 Z = 23.020m  
 R = - 2.997,65m  
 AZ = 397,5513  
 pto= -3,50 ‰



EJE 58 EJE VALENCIA - CASTELLÓN (VÍA IZQUIERDA)

PLANO DE COMPARACION	
P.K.	
ORDENADAS	RASANTE
	TERRENO
	COTAS ROJAS DESMONTE

P.K.	7+800	7+946.411
21.031	21.332	21.608
22.27	22.46	22.53
22.44	22.53	22.44
22.078	22.273	22.078
22.49	22.49	22.44
22.80	22.80	22.44
22.60	22.60	22.53
22.72	22.72	22.698
22.97	22.97	22.787
22.95	22.95	22.857
23.00	23.00	22.962
23.00	23.00	23.00