ANEJO Nº 5. GEOLOGÍA Y PROCEDENCIA DE MATERIALES

ÍNDICE

ÍNDICE 1

1.- Introducción 1

2.- Encuadre geográfico 2

3.- Efectos sísmicos 3

3.1.- Introducción 3

3.2.- Clasificación de las construcciones 3

3.3.- Mapa de peligrosidad sísmica 3

3.4.- Aceleración sísmica básica 4

3.5.- Aceleración sísmica de cálculo 4

3.6.- Conclusión. Aplicación de las acciones sísmicas 5

4.- Geología y procedencia de materiales. Introducción 6

4.1.- Estudios realizados 6

4.2.- Geología y procedencia de materiales 6

4.3.- Encuadre geológico general 6

4.3.1.- Marco geológico general – Historia geológica 6

4.3.2.- Estratigrafía 8

4.3.3.- Geología estructural – Tectónica 9

4.3.3.1.- Tectónica Regional 9

4.3.3.2.- Unidades Tectónicas 10

4.3.3.3.- Tipos de deformaciones 10

4.3.4.- Geomorfología 11

4.3.5.- Hidrogeología 13

4.4.- Riesgos geológicos 14

4.5.- Encuadre Geológico Local 14

4.6.- Geología de detalle 15

4.6.1.- Materiales de edad Cuaternario 15

Rellenos Antrópicos 15

Depósitos Aluviales 17

Depósitos de Terrazas 21

Coluviones y depósitos de pie de talud (Q_C) 22

4.6.2.- Materiales de edad Terciario 22

Facies de borde.- Facies Madrid 22

Facies de transición 24

Facies centrales evaporíticas 25

4.7.- Geología del trazado 25

4.7.1.- Tramo A: desde inicio a Canillejas 25

4.7.1.- Tramo B: desde Canillejas a final de trazado 25

5.- Estudio de procedencia de materiales 26

5.1.- Canteras 26

5.2.- Yacimientos Granulares. Graveras 31

5.3.- Materiales Procedentes de la Traza 38

5.3.1.- Rellenos antrópicos (R_A y R_{AC}) 38

5.3.2.- Depósitos aluviales (Q_{AL}, Q_{LL}) 39

5.3.3.- Depósitos de terraza ($Q_{T\text{-}J1}$, $Q_{T\text{-}J2}$ Y $Q_{T\text{-}H1}$) 39

5.3.4.- Coluviones y depósitos de pie de talud (Qc) 39
5.3.5.- Conos de deyección (Q_{CD}) 39
5.3.6.- Arena de Miga (T_{AM}) 39
5.3.7.- Arenas Tosquizas (T_{AT}) 39
5.3.8.- Tosco arenoso (T_{TA}) 39
5.3.9.- Tosco (T_T) 40
5.3.10.- Peñuelas (T_P) 40
5.3.11.- Arcillas limosas (T_{AA}) 40
5.3.12.- Arcillas yesíferas y yesos arcillosos (T_{AY}) 40
5.4.- Préstamos: Propuestas de Utilización 40
5.4.1.- Prescripciones exigidas a los materiales 40
5.4.2.- Propuestas de utilización 41
5.5.- Instalaciones de Suministro 42
5.5.1.- Introducción 42
5.5.2.- Fábricas de cemento 43
5.5.3.- Fábricas de productos y mezclas asfálticas 44
5.5.4.- Plantas de hormigón 44
6.- Estudio de vertederos. Introducción 45
7.- Trabajos de campo 46
7.1.- Trabajos realizados 48
7.2.- Sondeos mecánicos a rotación 48
7.2.2.- Investigaciones de Proyectos Recopilados 53
7.2.3.- Toma de muestras 55
7.2.4.- Ensayos “in situ”.- Ensayos de penetración estándar (SPT y SPTP) 65
7.2.5.- Calicatas de reconocimiento geotécnico 77
Investigaciones de Proyectos Recopilados 80
Toma de muestras 81
7.3.- Penetrómetros Dinámicos (DPSH) 82
7.3.1.- Investigaciones realizadas 85
7.3.2.- Investigaciones de Proyectos Recopilados 86
7.4.- Ensayos de Laboratorio 88
8.- Geotecnia del corredor. 99
8.1.- Descripción y Caracterización de las Unidades Geotécnicas Diferenciadas 99
8.1.1.- Materiales de edad Cuaternario 99
8.1.1.1.- Rellenos Antrópicos 99
8.1.1.2.- Depósitos Aluviales 100
8.1.1.3.- Depósitos de Terrazas 102
8.1.2.- Materiales de edad Terciario 104
8.1.2.1.- Facies de borde.- Facies Madrid 104
8.1.2.2.- Facies de transición 106
8.1.2.3.- Facies centrales evaporíticas 109
8.2.- Parámetros geotécnicos recomendados 109
8.3.- Descripción Geológica-geotécnica del trazado 111
8.4.- Análisis de la explanada 112
8.4.1.- PK 5+800 (A-2). Modificación de la salida hacia C/Arturo Soria. 112
8.4.2.- PK 12+500 (A-2). Actuación salida de la A-2 hacia la M-40 y la M-14. 113

8.4.3.- PK 11+500 (A-2). Ramal de transferencia a la zona de carga aeroportuaria desde la M-14. 113

8.4.4.- PK 15+000 (A-2). Duplicación de carriles en la vía de servicio Coslada – San Fernando al enlace de Rejas. 113

9.- Geotecnia de las cimentaciones 115

9.1.- Introducción 115

9.2. Documentación utilizada como base del estudio 115

9.3. Metodología para determinar los valores de los parámetros geotécnicos..... 116

9.4.- Resultados. Tensiones admisibles para la comprobación de cimentaciones..... 152

9.5.- Tablas y planos de datos usados en los cálculos 155

PLANOS

Plano 1. Localización de equipamientos y ensayos geotécnicos de referencia

Plano 2. Mapa hidrogeológico general de situación del área estudiada (E: 1/200.000)

Plano 3. Mapa hidrogeológico de la provincia de Madrid (E: 1/200.000)

Plano 4. Mapa de rocas industriales (E: 1/200.000)

Plano 5. Planta Geológico-Geotécnica y situación de Investigación (proyecto de clave 49-M-12280)

Plano 6. Perfiles longitudinales geológico-geotécnicos (proyecto de clave 49-M-12280)

Plano 7. Planta Geológico-Geotécnica y situación de Investigación (proyecto de clave T5-M-14170)

Plano 8. Situación de canteras y graveras (proyecto de clave 49-M-12280)

1.- Introducción

Se procede en el siguiente estudio, a la caracterización geológica de los materiales en los terrenos en que se tiene proyectado ejecutar una serie de viales el entorno de la autovía A-2, en el tramo comprendido entre los municipios de Madrid y Alcalá de Henares, constituyendo así el presente anejo el Estudio de Geología y Procedencia de Materiales correspondiente al Proyecto de Construcción: "*Mejora de la accesibilidad del transporte público de viajeros a Madrid. Adaptación del carril izquierdo de la carretera A-2 como carril Bus-VAO. Fase I*".

Se han tomado como base los estudios realizados en los siguientes documentos:

- *Anejo Nº 1.2.2. Geología y procedencia de materiales*. Proyecto Autovía del Nordeste A-2. Acceso a Madrid. Plataformas Reservadas para el Transporte Público, Vías de Servicio y Actuaciones Complementarias. P.K. 5,3 Al 24,5. Tramo: Calle Arturo Soria – Alcalá de Henares. Clave: 49-M-12280. Ministerio de Fomento. Dirección General de Carreteras.

- *Anejo Nº 1.2.6. Geotecnia del Corredor.* Proyecto Autovía del Nordeste A-2. Acceso a Madrid. Plataformas Reservadas para el Transporte Público, Vías de Servicio y Actuaciones Complementarias. P.K. 5,3 Al 24,5. Tramo: Calle Arturo Soria – Alcalá de Henares. Clave: 49-M-12280. Ministerio de Fomento. Dirección General de Carreteras.

- *Anejo Nº 1.2.11. Geotecnia para la Cimentación de Estructuras.* Proyecto Autovía del Nordeste A-2. Acceso a Madrid. Plataformas Reservadas para el Transporte Público, Vías de Servicio y Actuaciones Complementarias. P.K. 5,3 Al 24,5. Tramo: Calle Arturo Soria – Alcalá de Henares. Clave: 49-M-12280. Ministerio de Fomento. Dirección General de Carreteras.

- *Anejo nº 7. Geotecnia del Corredor* del Proyecto Autovía del Nordeste A-2. Remodelación del Nudo Eisenhower. Clave T5-M-14170. Ministerio de Fomento. Dirección General de Carreteras.

Dichos documentos se **adjuntan en formato digital** junto con el resto de documentación digital del proyecto.

2.- Encuadre geográfico

El trazado objeto de estudio se ubica en el entorno de la autovía A-2, en el tramo comprendido entre los municipios de Madrid y Alcalá de Henares, aproximadamente entre los PP.KK. 4+300 y 23+500 de dicha autovía.

En la figura adjunta (***Figura 2.1.***) se muestra un encuadre geográfico general de la zona objeto de investigación.



Figura 1.-. Encuadre geográfico general del área objeto de estudio.

3.- Efectos sísmicos

3.1.- Introducción

El presente estudio de los efectos sísmicos a considerar para el dimensionamiento de las estructuras, se realiza de acuerdo a la normativa vigente en la actualidad, constituida por la Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación, NCSE-02, aprobada por Real Decreto 997/2002 de 27 de septiembre y la Instrucción IAP'98 sobre acciones a considerar en puentes de carretera.

Dicha Norma será de aplicación, tal como se indica en el Artículo 2 del Real Decreto, en los "...todos los proyectos y obras de edificación, y, en lo que corresponda, a los demás tipos de construcciones, en tanto no se aprueben para los mismos normas o disposiciones específicas con prescripciones de contenido sismorresistente.".

En cumplimiento de lo dispuesto en el apartado 1.2.4. "Prescripciones de Índole General", se incluyen a continuación la definición y cálculo de:

- Clasificación de las construcciones (según el Apdo. 1.2.2. de la NCSE-02)
- Mapa de peligrosidad sísmica (según el Apdo. 2.1. de la NCSE-02)
- Aceleración sísmica de cálculo (según el Apdo. 2.2. de la NCSE-02)

3.2.- Clasificación de las construcciones

La actual Norma de Construcción Sismorresistente, en su Capítulo I, Apartado 1.2., considera distintas clases de construcción (construcciones de moderada importancia, de normal importancia y de especial importancia).

Dependiendo del tipo de clase anteriormente mencionada, se desarrollan distintos procedimientos de cálculo y se definen para ello diferentes parámetros (períodos de retorno, coeficientes de mayoración, etc.).

Según el citado apartado 1.2. "Aplicación de la Norma", epígrafe 1.2.2. "Clasificación de las construcciones" del Capítulo I "Generalidades", las obras consideradas en el presente Proyecto de Construcción se clasifican como sigue:

- ✓ de importancia especial, los viaductos proyectados, ya que cumplen con la definición dada por la Norma: "*su destrucción por un terremoto interrumpiría un servicio imprescindible, y daría lugar a efectos catastróficos"*; coincidiendo además con la descripción que se hace de ellas en el mismo apartado, según la cual lo son las "*...infraestructuras básicas como puentes y principales vías de comunicación de las poblaciones*".

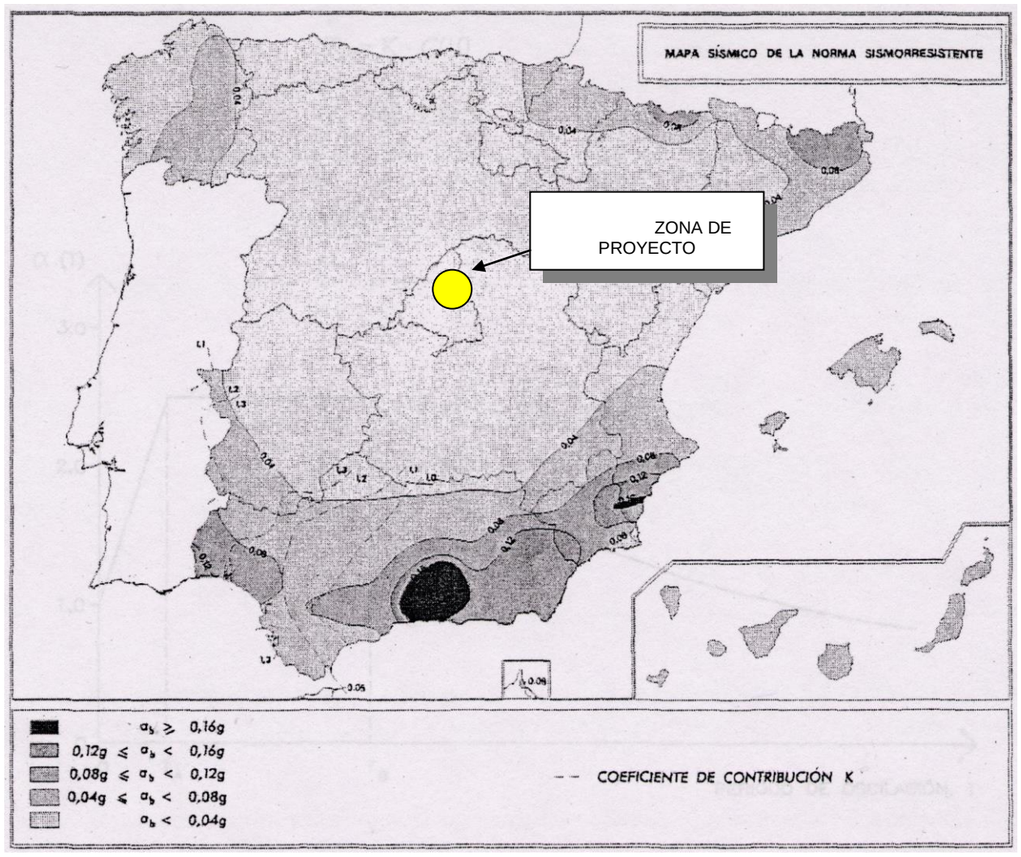
- ✓ de importancia normal, todos los pasos superiores, inferiores y muros proyectados, puesto que "*su destrucción por un terremoto puede ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos*".

3.3.- Mapa de peligrosidad sísmica

Del mapa correspondiente a la peligrosidad sísmica, incluido en el Capítulo II de la Norma, Figura 2.1 (que se adjunta), la zona objeto de estudio en el presente proyecto se engloba dentro de la zona señalada.

Esta zona corresponde con la que presenta una moderada peligrosidad sísmica dentro del territorio español; esto es, la correspondiente a unos valores medios de la aceleración sísmica básica esperable para un período de retorno de 500 años.

Por otro lado, según el Anejo 1 de la citada normativa "Valores de la Aceleración sísmica básica, ab, y del Coeficiente de Distribución, K, de los términos municipales con ab $\geq$ 0,04 g, organizado por Comunidades Autónomas", se obtiene en los municipios de Madrid, Coslada, San Fernando de Henares y Torrejón de Ardoz un valor de la aceleración sísmica básica inferior a 0.04g.



Mapa de Peligrosidad Sísmica de la Norma Sismorresistente NCSE/02.

3.4.- Aceleración sísmica básica

Del mapa contenido en la actual instrucción (e incluido en este anejo); así como del Anejo 1 anteriormente indicado, se deduce que la zona de estudio se caracteriza por una aceleración sísmica básica a_b "*valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno, correspondiente a un período de retorno de 500 años*", igual a:

$$a_b = 0,04g$$

3.5.- Aceleración sísmica de cálculo

La aceleración sísmica de cálculo se define en el Apartado 2.2. de la Norma, como:

$$a_c = S \times \rho \times a_b$$

Siendo:

a_b: Aceleración sísmica básica definida en el artículo 2.1.

ρ: Coeficiente adimensional de riesgo, función de la probabilidad aceptable de que se exceda a_c en el período de vida para el que se proyecta la construcción. Toma los siguientes valores:

construcciones de importancia normal $\rho = 1,0$

construcciones de importancia especial $\rho = 1,3$

S: Coeficiente de amplificación del terreno. Toma el valor:

para $\rho.a_b \leq 0,1g$ $S = (C / 1,25)$

para $0,1g < \rho.a_b < 0,4g$ $S = (C / 1,25) + 3,33 \times ((\rho \times a_b / g) - 0,1) \times (1 - (C / 1,25)$

para $0,4g \leq \rho.a_b$ $S = 1,0$

Siendo:

C: Coeficiente del terreno. Depende de las características geotécnicas del terreno de cimentación y se detalla en el apartado 2.4.

- Terreno tipo I: Roca compacta, suelo cementado o granular muy denso. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $v_s > 750$ m/s.

- Terreno tipo II: Roca muy fracturada, suelos granulares densos o cohesivos duros. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, 750 m/s $\geq v_s >$ 400 m/s.

- Terreno tipo III: Suelo granular de compacidad media, o suelo cohesivo de consistencia firme a muy firme. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, 400 m/s $\geq v_s >$ 200 m/s.

- Terreno tipo IV: Suelo granular suelto, o suelo cohesivo blando. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $v_s \leq$ 200 m/s.

TIPO DE TERRENO	COEFICIENTE C
I	1,0
II	1,3
III	1,6
IV	2,0

3.6.- Conclusión. Aplicación de las acciones sísmicas

Según la Norma NCSE-02, aprobada por Real Decreto 997/2002 de 27 de septiembre, se establece que en la zona donde se ubica el presente Proyecto la aceleración sísmica básica es inferior a 0,04g; por lo que en base al análisis que se presenta a continuación no sería necesario tener en cuenta esta hipótesis de cálculo en el diseño de las estructuras.

4.- Geología y procedencia de materiales. Introducción

4.1.- Estudios realizados

El presente anejo toma sus datos y conclusiones de los estudios geológico-geotécnicos efectuados en el corredor por la Demarcación de Carreteras del Estado en Madrid, más concretamente con los estudios del proyecto de construcción "Acceso a Madrid. Plataformas Reservadas para el Transporte Público, vías de servicio y Actuaciones Complementarias. P.K. 5,3 al 24,5. Tramo: Arturo Soria –Alcalá de Henares", de clave 49-M-12280:

4.2.- Geología y procedencia de materiales

En el presente apartado se resumen los principales puntos tratados en el anejo Geología y Procedencia de Materiales, incluido dentro del Proyecto de Construcción: "Acceso a Madrid. Plataformas Reservadas para el Transporte Público y Actuaciones Complementarias. Autovía del Noreste, A-2, P.K. 5,3 al 24,5. Tramo: Arturo Soria –Alcalá de Henares".

4.3.- Encuadre geológico general

4.3.1.- MARCO GEOLÓGICO GENERAL – HISTORIA GEOLÓGICA

La zona objeto de estudio, desde el punto de vista geológico pertenece a la unidad Meseta y se sitúa en el área Noreste de la Cuenca de Madrid, de unos 15.000 km^2, la cual a su vez se incluye dentro de la Cuenca del Tajo. Se trata de una cubeta sedimentaria, resultado de una intensa actividad tectónica, que provocó el levantamiento de los bordes de la cuenca y la consiguiente subsidencia de la depresión (superior a los 2.300 m), la cual fue rellenándose progresivamente por sedimentos provenientes de la desmantelación de los relieves generados. En la parte central de la cuenca, existe también una sedimentación de origen químico (Ver ***Figura 4.1.).***

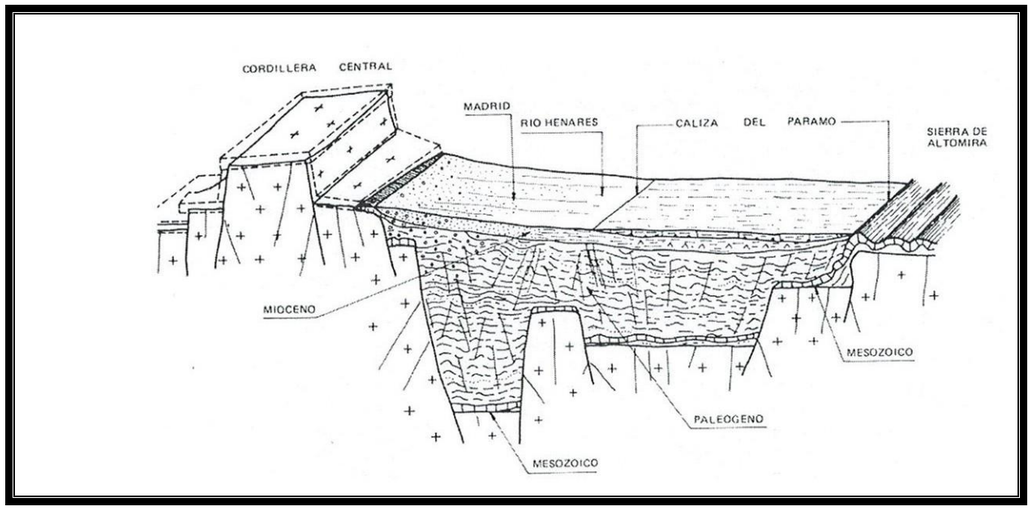


***Figura 1*.-** Esquema de la Cuenca de Madrid.

Los límites que definen esta cuenca son por el Norte la Sierra de Guadarrama, englobada dentro del Sistema Central, formada principalmente por materiales metamórficos -gneises- paleozoicos, así como por batolitos graníticos y formaciones filonianas, por el Noroeste granitoides y rocas metamórficas de grado alto, por el Noreste los sedimentos mesozoicos y por último al Sur los granitos y rocas metamórficas de los Montes de Toledo.

Durante la orogenia Alpina, emergieron estas principales sierras, marcando la Sierra de Guadarrama dos depresiones tectónicas, una al Norte y otra al Sur, siendo esta última la Cuenca del Tajo, en cuyo interior se encuentra la Cuenca de Madrid. El contacto entre la Sierra de Guadarrama y el borde Norte de la Cuenca del Tajo es por medio de una gran falla de dirección SO-NE. (Ver ***Figura 4.2.***).

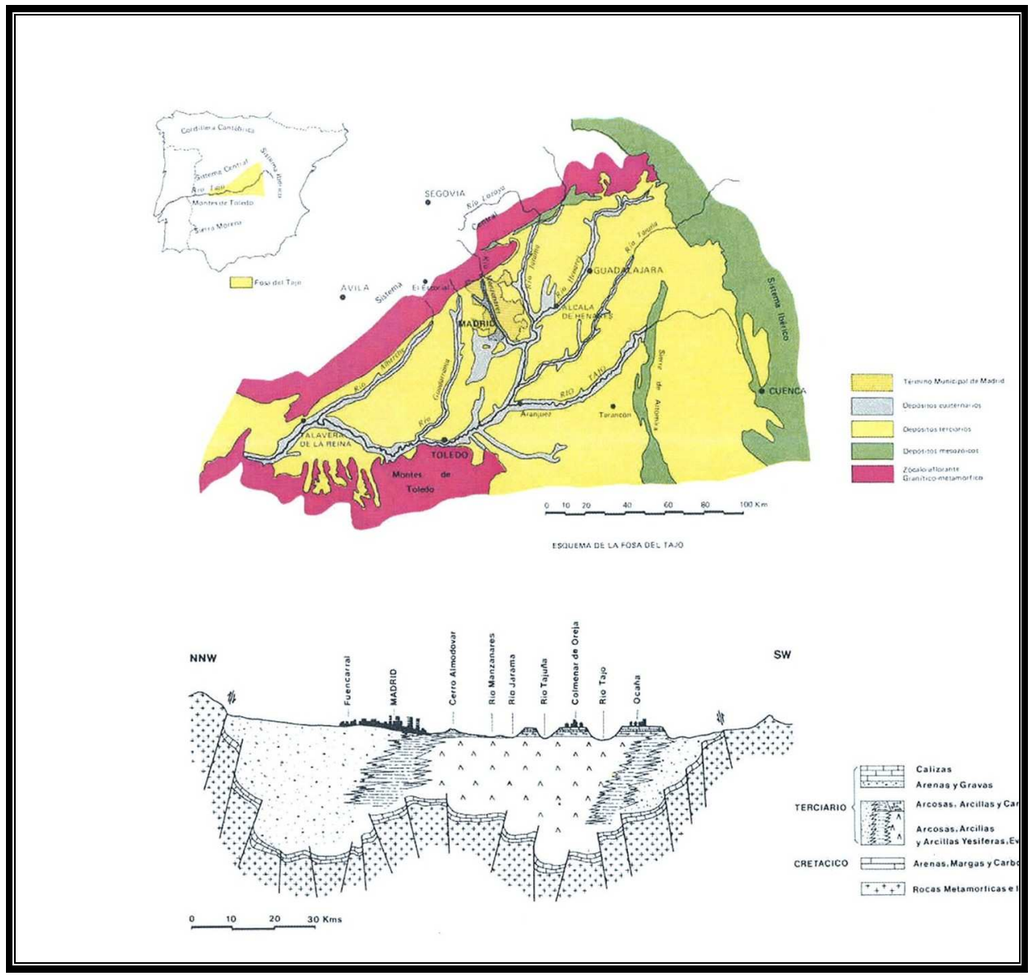


Figura 2.- Esquema de la Cuenca del Tajo (Fuente: Geología, Geomorfología, Hidrogeología y Geotecnia de Madrid. Ayuntamiento de Madrid. 1.986).

El relleno progresivo de esta cuenca se realizó por grandes ríos procedentes del norte, que erosionaban los relieves de las actuales sierras del Macizo Central, y dieron lugar a depósitos de tipo abanico, dando como resultado una distribución aleatoria de canales arenosos, intercalados en un conjunto de tipo arcillo-arenoso en proporciones muy variables; en sus áreas centrales, se rellena por sedimentación evaporítica y carbonatada.

La Cuenca del Tajo se rellena en condiciones endorreicas, estableciéndose un sistema de aportes alimentado en los bordes por abanicos aluviales (Facies detríticas de borde) que se continúa en unas facies complejas de transición (Facies Intermedias.-Transición) que pasan hacia el centro de la cuenca a evaporitas lacustres (Facies evaporíticas), culminadas a techo por la serie detrítico-calcárea de los Páramos (Facies de colmatación)

Cada uno de estos grandes grupos tiene una distribución definida y con características geológicas-geotécnicas muy diferentes, en la zona de estudio se localizan las tres primeras facies (Facies detríticas de borde, Facies Intermedia y Facies Evaporíticas).

- ✓ Las Facies Marginales de Cuenca (o de Borde) ***corresponden a materiales de origen detrítico y naturaleza arcósica con proporciones variables en matriz arcillosa, muy inmaduros y heterogéneos, relacionadas con los abanicos aluviales, estando su sedimentación controlada por los pulsos energéticos y tectónicos de reactivación del relieve, que originan consecuentemente la progradación de los sedimentos gruesos sobre los finos. Constituyen la denominada Facies Madrid, correspondiendo a los términos de Arena de Miga, Arena tosquiza, Tosco arenoso y Tosco del lenguaje geotécnico.***

- ✓ Las Facies de Transición (o Intermedias), ***están integradas por materiales detríticos y evaporíticos acuñados, presentándose niveles de sílex y margas. Corresponden a las zonas distales de los abanicos, de menor energía, que coexistirían con los bordes de las cuencas lacustres. Corresponde a las Peñuelas del lenguaje geotécnico, y en la zona próxima a Alcalá de Henares a las Facies Alcalá.***

- ✓ Las Facies de Interior de Cuenca (o Centrales), ***están formadas por depósitos lacustres, constituidas por materiales arcillosos, evaporíticos, yesos, margas yesíferas, con alguna intercalación de calizas tableadas y margas blancas (este nivel no se ha observado en la zona de estudio). A finales del Terciario, va desapareciendo el carácter endorreico, para evolucionar a una dinámica fluvial y de vertiente, caracterizada por procesos de erosión y sedimentación.***

La edad de los materiales miocenos detríticos y evaporíticos es Burdigaliense-Vindobiense, y se ha establecido a partir de los abundantes restos de vertebrados hallados en los valles de los ríos Jarama y Manzanares.

Superponiéndose a los materiales miocenos se sitúan los depósitos cuaternarios, bien naturales (depósitos aluviales, coluviales, terrazas, etc.), o antrópicos (vertederos, escombreras, etc.).

4.3.2.- ESTRATIGRAFÍA

El objeto del presente estudio obliga a centrar la atención en el parámetro geológico, relegando a un segundo término el parámetro cronoestratigráfico, el cual ha sido tomado de la bibliografía consultada.

En este apartado se definen las diferentes formaciones presentes en la zona objeto de estudio.

Al inicio del área de estudio el substrato está constituido por la Facies Madrid (que se compone de facies terrígenas marginales de composición arcósica que se extienden desde el borde meridional del Sistema Central), si bien se sitúa en las inmediaciones del contacto con las peñuelas (transición tosco-peñuela).

Desde un punto de vista sedimentológico hay que señalar que el régimen de depósito de estas arenas corresponde a un sistema de abanicos aluviales coalescentes cuyas direcciones de aporte tienen componente aproximada NO-SE.

En concreto, desde un punto de vista geológico, los materiales de la zona corresponden a lo que localmente se denomina arena de miga, arena tosquiza y peñuelas.

El espesor de las arcosas máximo es de unos 110 m, disminuyendo su potencia hacia el Sur (zona del Puente de Vallecas o Vicálvaro), donde se reduce a escasas decenas de metros a consecuencia del cambio lateral de facies con las unidades arcillosas.

La edad de estos materiales abarca desde el Aragoniense Inferior al Aragoniense Superior.

La distinción entre los materiales de la Facies Madrid, se hace en función del criterio establecido por ESCARIO (1.985), basado en el tanto por ciento de material pasante por el tamiz # 200.

MATERIAL	PASANTE POR EL TAMIZ # 200
ARENA DE MIGA	< 25 %
ARENA TOSQUIZA	25 – 40 %
TOSCO ARENOSO	40 – 60 %
TOSCO	> 60 %

Tabla.1.- Clasificación de los materiales arcósicos de la *Facies Madrid* (ESCARIO, 1.985).

De esta manera, se distinguen cuatro tipos de Mioceno, según criterios principalmente de tipo granulométrico, siendo el paso de una unidad a otra de tipo gradual (sin contactos nítidos, por una parte justificado por los cambios laterales de facies, y por otro lado por las intercalaciones de tosco en arena de miga o viceversa), observándose como hacia el Norte aumenta progresivamente el tamaño de grano, siendo más abundantes las fracciones arcillosas hacia el Sur, así como un carácter progradante de la sedimentación, resultado de una reactivación dinámica, superponiéndose los materiales más gruesos sobre los más finos.

En las proximidades del nudo de Eisenhawer se localiza una zona de transición de las facies de borde y las facies Intermedias. Existe una mezcla de materiales arcillosos con coloración marrón, con frecuentes interestratificaciones de capas carbonatadas (Cayuelas) y niveles arcillosos muy plásticos (sepiolitas y bentonitas), e incluso de silex.

Desde el P.K. 10+500 y el rio Jarama , las facies Intermedias.-facies de Transición (Peñuelas) están con mayor presencia, esta capa suele tener un espesor superior a la decena de metros y está bien localizada en las zonas Sur y Este de Madrid, apareciendo entre las cotas 610 y 640. Las peñuelas son sedimentos arcillosos fuertemente preconsolidados de color gris verdosos o azulados, generalmente de plasticidad elevada, donde es frecuente la aparición de planos de fractura estriados y brillantes que se suelen denominar “lisos”.

La mayoría de la superficie está cubierta por depósitos cuaternarios de carácter antrópico y desde el P.K. 12+400 hasta el P.K. 15+330 por depósitos de terraza aluvial correspondientes a la terraza media-alta del Río Jarama, caracterizados estos últimos por su composición granular grosera muy compacta.

En el Río Jarama: superficialmente se localizan depósitos antrópicos y aluviales que llegan hasta una cota z= y en profundidad el substrato mioceno está constituido por las facies Centrales de composición yesífera (Arcillas yesíferas con niveles intercalados de yesos).

Desde el Río Jarama hasta el P.K. 16+960, superficialmente se localizan depósitos de aluviales de inundación correspondientes al río Jarama, con un carácter limoarcilloso y blando este nivel se localiza hasta una z= 559 e infrayacente una pequeña capa granular correspondiente a la terraza baja del río Jarama, encontrándose el substrato Mioceno de carácter yesífero (facies Centrales) a una z=555.5.

Desde el P.K. 16+960 hasta el P.K. 17+400 , superficialmente se localizan depósitos aluviales correspondientes a la terraza media-alta del río Jarama e infrayacente se localiza una pequeña capa de facies Intermedias (Peñuela) con un espesor medio de 1.00m apoyadas sobre las facies Centrales yesíferas.

Desde el P.K. 17+400 hasta el P.K. 18+060, depósitos aluviales correspondientes a las terrazas media-alta del río Jarama y terraza del Henares de carácter granular grosero y compactas, donde en alguna zona están reccubiertos por depósitos coluviales de composición arenolimosa con algo de arcilla de espesores medios 2.00-3.00m. Como substrato mioceno se encuentran las facies Centrales yesíferas (Arcillas yesíferas y yesos).

Desde el P.K.18+060 hasta el Final del trazado, superficialmente presenta una distribución estratigráfica similar al tramo anterior, pero el substrato Mioceno corresponde a las facies Intermedias (Facies Alcalá), caracterizadas por unas arcillas de color marrón-rojizo con algún nivel pequeño intercalado de limo gris de alta plasticidad y carácter expansivo.

A lo largo de la traza, además de los depósitos aluviales correspondientes al río Jarama y río Henares se localizan pequeños depósitos aluviales correspondientes a arroyos con espesores que no superan el 1.50m, por otro lado la actividad humana ha originado importantes alteraciones morfológicas en el medio geológico del área de estudio, entre las que cabe destacar la acumulación de potentes y extensos depósitos de origen antrópico.

4.3.3.- GEOLOGÍA ESTRUCTURAL – TECTÓNICA

4.3.3.1.- Tectónica Regional

La zona de estudio se encuentra dentro del conjunto denominado Submeseta meridional o Cuenca del Tajo.

La Cuenca del Tajo, responde al modelo típico de una gran Cuenca sedimentaria, de tipo continental.

Esta cuenca, constituye una amplia cubeta sedimentaria o “graben”, (de unos 15.000 km2 de superficie), limitada al noroeste por granitoides y rocas metamórficas de alto grado de la Sierra del Guadarrama, al norte por series paleozoicas formadas por distintos materiales metamórficos de Somosierra, más al noreste por sedimentos de edad mesozoica del área de Sigüenza, al sur por los granitos y rocas metamórficas de los Montes de Toledo y hacia su parte oriental por los materiales mesozoicos carbonatados de la Sierra de Altomira, cabalgamiento frontal de las cadenas celtibéricas de plegamiento.

La formación de la fosa del Tajo se debe a la reactivación alpina de los grandes sistemas de desgarres NE-SO y fracturas E-O, producidos durante las últimas fases de plegamiento hercínicas. Esta reactivación, comenzada a partir del Cretácico Superior, no ha cesado hasta el Villafranquiense, y ha dado lugar a una fosa tectónica.

La actividad tectosedimentaria, queda plasmada en un importante control estructural de los principales colectores, según direcciones NE-SW (fallas de desgarre tardihercínicas), E-W (fracturas de zócalo hercínicas a tardihercínicas) y N-S (fracturas y desgarres alpinos). La dirección NW-SE es conjugada de la NE-SO.

Debido a la naturaleza de los sedimentos detríticos del área de Madrid, esta tectónica frágil no se manifiesta en superficie, aunque una cierta transparencia se refleja en la jerarquización de los arroyos en las facies arcósicas. Así al analizar la disposición entre la morfoestructura y la tectónica se observa una cierta correspondencia, en la disposición sensiblemente paralela de los ríos Manzanares y Jarama de igual modo que los cauces de segundo orden arroyos de la Castellana y del Abroñigal, indican la presencia de fracturas de orientación N-S., delimitadoras de bloques principales. Por otra parte, los arroyos tributarios de estos cauces se disponen sensiblemente en dirección E-O, con un aspecto de candelabro y en conjunto delimitarían un mosaico de bloques.

4.3.3.2.- Unidades Tectónicas

Las principales unidades tectónicas reconocidas a nivel regional son:

- ✓ ***Banda de fractura del río Guadarrama: en dirección N-S, determinante de la paleogeografía de la región. Durante el cuaternario, ha desplazado progresivamente el río hacia el Este, solapando las terrazas medias y bajas y facilitando el desarrollo de coluviones y glacis-terraza.***

- ✓ ***Banda plegada de borde de cuenca: en el contacto mecánico entre los materiales metamórficos de la Sierra y las facies terciarias mediante fallas inversas, el mioceno aparece intensamente plegado, con estructuras de anticlinales y sinclinales muy apretadas y contiguas.***

- ✓ ***Los relieves son consecuencia de la reactivación durante la orogenia Alpina de las fracturas hercínicas y tardihercínicas del zócalo, que condujeron a una dinámica de bloques con sedimentación de la cuenca terciaria. Dinámica contemporánea a la sedimentación neógena, que controló su distribución y facies.***

4.3.3.3.- Tipos de deformaciones

Tectónicamente, en la zona de estudio se pueden distinguir dos tipos de deformaciones:

- ✓ Deformaciones tectónicas

Deformaciones tectónicas regionales

Se presentan bajo la forma de amplios pliegues de flancos muy tendidos y eje aproximadamente paralelo a las líneas de borde de la fosa del Tajo. Esto es un hecho generalizado en todas las cuencas intracratónicas con relleno sedimentario moderno. Las estructuras son amplias y se disponen de forma concéntrica y paralelamente a los bordes. Estas estructuras, complicadas con un juego de fallas de muy pequeño salto, reflejo de las que afectan al basamento cratónico, provocan el encajamiento de la red fluvial a lo largo de alineaciones preferentes.

Deformaciones tectónicas locales

Todo el conjunto mioceno, incluida la serie del páramo, presenta pliegues muy abundantes de pequeño radio y con direcciones predominantes NNE-SSO, NE-SO y eventualmente NO-SE, relacionados con fracturas de dirección NE-SO y ENE-OSO. Estas direcciones coinciden con las de numerosos cauces de la red de drenaje principal y secundaria.

- ✓ Deformaciones atectónicas

Afectan principalmente a los materiales de la facies intermedia, por disolución y hundimiento de los yesos masivos infrayacentes (Ver Foto 4.1.). Así, dicha facies, se encuentra fuertemente plegada, rota y basculada.

Buena parte de dichas estructuras atectónicas reconocen su origen en un principio de fluidez en los yesos, provocado por cambios volumétricos.



Foto.1.- Deformaciones atectónicas.

4.3.4.- GEOMORFOLOGÍA

La zona objeto de estudio, se ubica dentro de la depresión del Tajo, entre la vertiente oriental de la cuenca del Manzanares, y la vertiente occidental de la cuenca del río Jarama.

En la Depresión del Tajo se desarrollan unas formas planas denominadas “Rampas” (VAUDOUR, 1.979), que constituyen los restos de las superficies de sedimentación por arroyada consecuencia de la erosión de los macizos graníticos, modeladas por la red fluvial cuaternaria, con orientación general Norte-Sur (ver ***Figuras 4.3.*** y ***4.4.***).

El sistema morfogenético más representativo y extenso es el fluvial, así los ríos que condicionan la morfología general de la zona de estudio son el río Jarama, de fondo plano, asimétrico, con un fuerte control estructural en dirección Norte-Sur y el río Henares. Estos ríos tienen en común la disimetría de sus valles en sección transversal y el gran número de terrazas construidas durante el Pleistoceno. En ambos casos la migración de los ríos se ha efectuado hacia el SSW, en el mismo sentido que la inclinación de la Meseta. (En la ***Figura 4.5.*** se tiene un Modelo Digital del Terreno).

La fisiografía de los valles es la típica de numerosos fluvios de las cuencas interiores de la Meseta Ibérica. Terrazas escalonadas y a menudo en relieve invertido, es una de las márgenes y vertientes más cortas con desarrollo de glacis, en la otra.

Varias son las causas de la disimetría de los valles: climáticas, litológicas o estructurales y tectónicas.

Los arroyos, afluentes de estos ríos principales, son exclusivamente los marcadores de la topografía, de carácter esporádico, controlados por procesos de arroyada y dinámica erosiva, con morfologías en “V” que se encajan en los materiales terciarios, e incluso produciéndose acarcavamientos en zonas de cabecera de algunos de ellos.

La escorrentía superficial origina un acarcavamiento en los taludes arenosos, mientras que en los arcillosos aparecen acanaladuras más dendriformes. Desde el Plioceno y a lo largo del Cuaternario, el proceso erosivo constante, se ha reflejado en un encajamiento de los ríos y arroyos en los materiales detríticos, con la sedimentación correspondiente de reducido espesor.

La morfología resultante es una superficie alomada con amplias vaguadas y suaves laderas, consecuencia de las litologías fácilmente erosionables. La zona se caracteriza por las morfologías de suave pendiente que unen las superficies de interfluvio. En estas laderas desarrolladas sobre materiales arcósicos se provocan frecuentes regueros y surcos. (Ver ***Figura 4.6.***).



1. Talud de cambio lateral de facies. 2. Escarpe ligado a las fracturas marginales. 3. Plataformas de borde en el zócalo.4. Cerros coronados por bancos de sílex. Vindoboniense. 5. Calizas y dolomías de vindoboniense medio y superior. 6. Los altos niveles areno-feldespáticos («Rampas») según J. Vaudour (1979)

***Figura.3*.-** Rampas -altos niveles areno-feldespáticos- (VAUDOUR, 1.979).

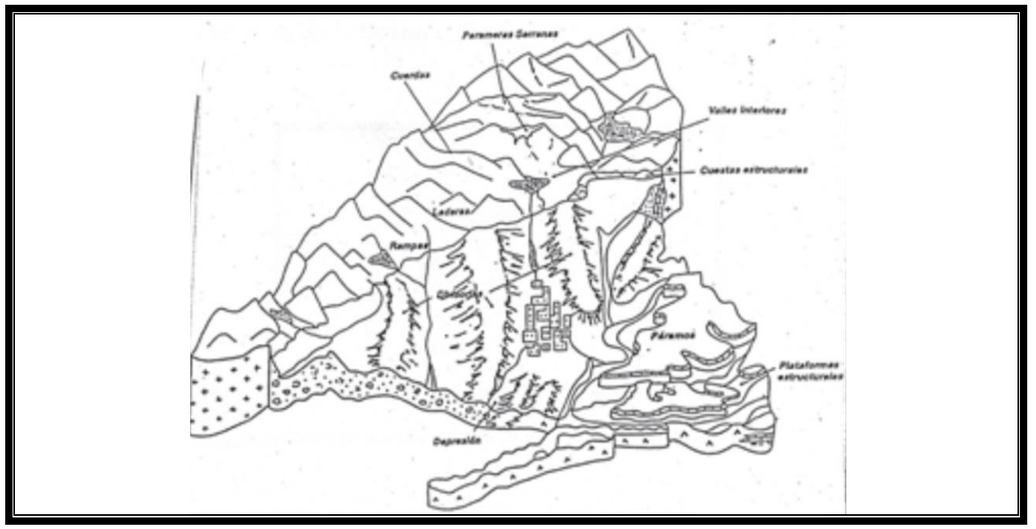


***Figura.4*.-** Bloque diagrama del relieve en la zona de Madrid.

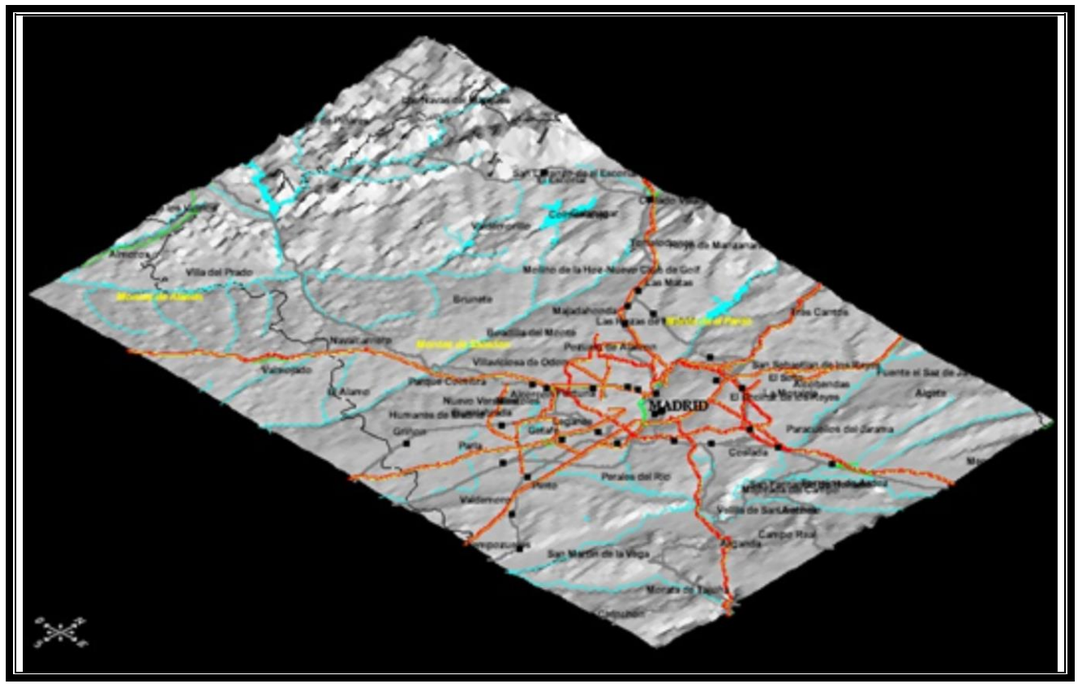


***Figura 5.*-** Modelo Digital del Terreno del área en estudio. (Fuente: Carta Digital de España. Escala base: 1/250.000).

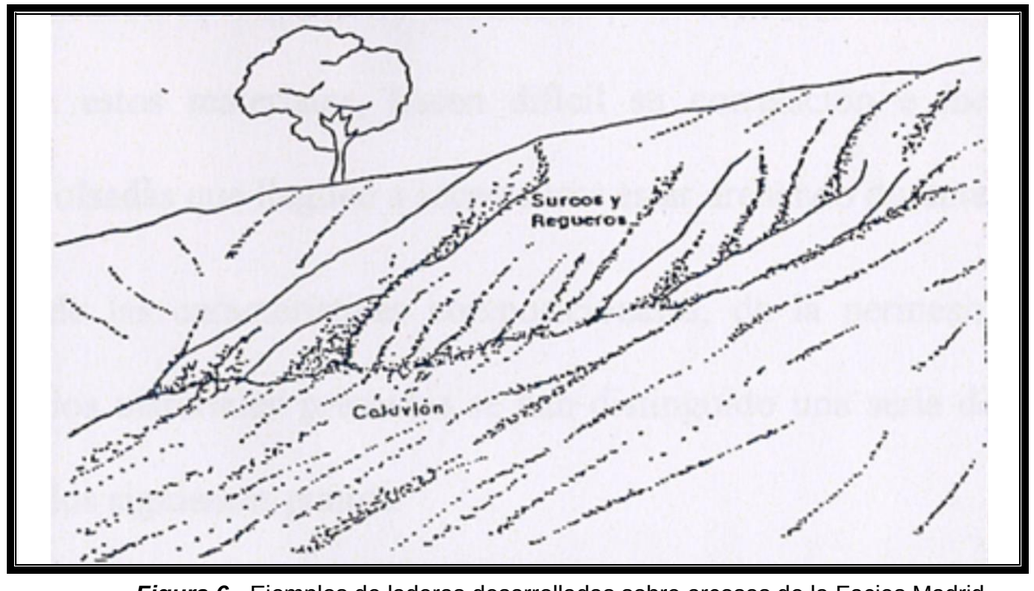


Figura.6.- Ejemplos de laderas desarrolladas sobre arcosas de la Facies Madrid.

4.3.5.- HIDROGEOLOGÍA

La zona, hidrogeológicamente, se sitúa dentro de la cuenca del río Tajo, limitada entre las subcuencas de los ríos Manzanares y Jarama.

El nivel freático regional se sitúa a una cota máxima de 660 m.s.n.m., en el área de Alcorcón a Leganés, y a una mínima de 560 m, en el cauce del río Guadarrama. El funcionamiento hidrológico del acuífero es libre por gravedad, con recarga de tipo directa pluvial, y también se dan inyecciones hídricas alóctonas, de tipo subterráneo a favor de la red de fracturación del macizo rocoso de la Sierra o bien de tipo superficial mediante la red fluvial principal.

Se tiene que destacar la presencia de un gran número de acuíferos colgados en las unidades de Arena de Miga y Arena Tosquiza que se sitúan en forma de lentejones con cambios laterales de facies hacia las unidades de Tosco Arenoso y Tosco que las confinan, así como también en los materiales aluviales cuaternarios, con recarga directa pluvial. A consecuencia de esta naturaleza lentejonar de los acuíferos, no es posible caracterizarlos de una manera exacta (VENTURA ESCARIO, 1.985). Los diferentes niveles de agua existentes en estos materiales, hacen difícil su correlación e incluso es posible que constituyan bolsadas que lleguen a secarse tras estar drenando durante un cierto tiempo.

En función de las características composicionales, de la permeabilidad y propiedades acuíferas de los materiales presentes se han distinguido una serie de formaciones que se describen en los siguientes puntos.

Los materiales presentes tienen una capacidad de drenaje variable, en función del contenido en matriz de cada tipo de suelo. Así se pueden distinguir:

- ✓ ***Formaciones de permeabilidad alta por porosidad. Esta integrada por los materiales de unidad de Arena de Miga, con unas excelentes capacidades acuíferas.***

- ✓ ***Formaciones de permeabilidad baja, a semi-impermeables por porosidad y consolidación. Esta representada por los materiales de las unidades Arena Tosquiza y Tosco Arenoso. Presentan en general pobres características acuíferas.***

Desde un punto de vista hidrogeológico regional, se puede indicar que estos materiales se comportarán como un acuífero complejo, heterogéneo, y anisótropo. Concretamente estas facies detríticas constituyen el acuífero más extenso de la región, existiendo numerosas captaciones, tanto en pozos excavados como de sondeos profundos.

Estos alcanzan una media de 200 metros y son realmente los significativos en cuanto a caudales extraídos, siendo por otra parte muy variables ya que dependen de la granulometría, y de la correcta ubicación y construcción de los pozos.

Los parámetros hidráulicos que caracterizan hidrogeológicamente el acuífero terciario de la zona son los siguientes:

- ✓ ***Porosidad: variable entre 10-1 y 2·10-1.***

- ✓ ***Transmisividad: es muy variable entre 5 y 50 m2/día, siendo las máximas superiores a 200 m^2/día.***

- ✓ ***El residuo seco varía entre 200 y 500 mg/l, para las arenas de miga y de 500 a 1000 mg/l para el tosco.***

Estos recursos son bastante elevados, del orden de 300 Hm3/año, explotándose centenares de captaciones en las arenas de miga.

En cuanto a los materiales cuaternarios los de mayor importancia hidrogeológica son los constituidos por las terrazas aluviales recientes de los principales ríos que drenan la zona.

En el caso de las terrazas altas, que se encuentran colgadas y desconectadas de los niveles de base, tienen escaso interés hidrogeológico. La acumulación de arcillas en los horizontes texturales hacen que funcionen como acuitardos y en ocasiones presenten un nivel inferior impermeable. Pueden dar lugar a pequeños acuíferos en las gravas limitadas a muro por dichos horizontes texturales.

Estas formaciones de origen aluvial se pueden clasificar como acuíferos de permeabilidad primaria por porosidad intergranular. Pueden tener gran importancia sobre todo cuando están conectados hídricamente con los ríos.

La recarga procede de las precipitaciones caídas sobre ellos y también de la descarga en los valles, lateralmente y por el fondo del acuífero terciario.

La precipitación media anual oscila en torno a los 470 mm en Alcalá de Henares.

En lo que se refiere al entorno del trazado, se ha efectuado una recopilación de datos de puntos de agua a partir de la base de que dispone el Instituto Geológico y Minero de España (IGME). En el ***Apéndice 1*** "Estudio Hidrogeológico" del anejo 1.2.2 del proyecto 49-M-12280 (adjunto en formato digital) se incluye una tabla-resumen de los datos más característicos de cada punto. En el ***Apéndice 2****:* de dicho anejo 1.2.2*, Fichas de Puntos de Agua Recopilados de la Base de Datos Hidrogeológicos del IGME* puede consultarse la información completa de cada punto de agua inventariado.

La localización del inventario de puntos de agua aparece reflejado en el plano: *"Planta Geológico y Situación de las Investigaciones"*, el ***Plano 5*** (a E: 1/2.000).

En los ***Plano 2.*** *"Mapa Hidrogeológico General de Situación del Área Estudiada (IGME) (E: 1/200.000)"*, y *Plano 3 "Mapa Hidrogeológico de la Provincia de Madrid (IGME). (E: 1/200.000)* se muestra la situación del área estudiada con respecto a la cartografía hidrogeológica realizada por el IGME (Instituto Geológico y Minero de España).

4.4.- Riesgos geológicos

El trazado de la zona de estudio se caracteriza por discurrir por zonas de una intensa actividad antrópica, lo que hace que localmente se puedan observar depósitos o acumulaciones de materiales antrópicos que presentan unas deficientes características geotécnicas. Otro de los depósitos cuaternarios a destacar son los depósitos de llanura de inundación (Q_{LL}) por su baja compacidad y mal drenaje.

Por otro lado, en el Tramo A hay que destacar la presencia de niveles freáticos colgados situados en los niveles de Arena de Miga (T_{AM}) que pueden dificultar la ejecución de las cimentaciones de las numerosas estructuras que se ejecutarán a lo largo del trazado.

En el Tramo B, donde la traza discurre sobre las facies Intermedias, tanto Peñuelas (T_P) como Facies Alcalá (T_{AA}) hay que tener presente el carácter expansivo de ambas unidades litoestratigráficas y su composición altamente arcillosa que da carácter muy plástico y llega a caracterizar este material como Marginal para su uso en terraplenes.

4.5.- Encuadre Geológico Local

En este apartado se da un segundo paso de encuadre geológico propiamente dicho con una descripción sucinta en términos de geología del área estudiada, describiéndose las principales características geológicas de los materiales afectados por la ubicación del Proyecto: "***Acceso a Madrid. Plataformas reservadas para el transporte público, vías de servicio y actuaciones complementarias. P.K. 5,3 al 24,5. Tramo: Calle Arturo Soria – Alcalá de Henares"*** con el fin de conseguir un acercamiento básico al conocimiento de los materiales reconocidos.

Como ya se ha citado anteriormente, en el ***Plano 5 "****Planta Geológica y Situación de las Investigaciones (Escala 1:2.000)*, se muestra la situación del área estudiada con respecto a la geología.

4.6.- Geología de detalle

4.6.1.- MATERIALES DE EDAD CUATERNARIO

Rellenos Antrópicos

Se corresponden con los materiales relacionados con una actividad antrópica determinada, pudiéndose dividir en:

Rellenos antrópicos sin compactar (R_A),

Formados principalmente por tierras, de tipo arenas heterométricas de color marrón claro, con matriz limo-arcillosa sin compactar, además de vertidos de materiales de construcción, maderas, plásticos, etc. A continuación se presenta un listado de los rellenos antrópicos sin compactar de mayor índole:

- En la margen derecha de la A-2 entre el P.K. 6+590 y el P.K. 6+610: depósito muy suelto y con espesor medio de unos 5.80m, se debe al vaciado producido por la edificación próxima de un hotel. En la traza a ejecutar afecta en el Tramo A al eje 8 (entre el P.K. 0+050 y el P.K. 0+079) y al eje 4 (entre el P.K. 0+730 y el P.K. 0+760).

- En la margen izquierda de la A-2 entre el P.K. 7+060 y el P.K. 7+260, corresponde a un vertido incontrolado con espesor medio de 2.00m. En la traza a ejecutar afecta al tramo A en los ejes 47, 53 y 55.

- En ambas márgenes de la A-2 entre el P.K. 7+580 y el P.K. 7+880, al igual que el tramo anterior corresponde a un vertido incontrolado con espesor variable de 0.30m a 2.00m. En la traza a ejecutar afecta al tramo A en los ejes 47, 55, 3 y 4.

- En ambas márgenes de la A-2 entre el P.K. 8+580 y P.K. 8+670, corresponde a un antiguo afluente del arroyo Cartago, en esta zona se observa un espesor medio de 4.50m. En la traza a ejecutar afecta al tramo A en los ejes 47, 55, 3 y 4.

- En ambas márgenes de la A-2 entre el P.K. 8+820 y el P.K. 9+420. Los espesores son muy variables desde 2.50m hasta los 6.20m, corresponde al antiguo cauce del arroyo Cartago. En la traza a ejecutar afecta en el Tramo A a los ejes 41, 42, 46, 3 y 4; y en el Tramo B a los ejes 2, 45, 93, 3 y 8.



Figura.8.- Distribución de espesores de rellenos en la zona comprendida entre el P.K. 8+580 y el P.K. 9+420.

- En la margen izquierda de la A-2 entre el P.K. 9+830 y el P.K. 9+900, corresponde a un vertido incontrolado con espesor medio de 1.50m. En la traza a ejecutar afecta al tramo B en los ejes 45.

- En la margen izquierda de la A-2 entre el P.K. 10+260 y el P.K. 10+360, corresponde a un vertido con espesor medio de 1.20m. En la traza a ejecutar afecta al tramo B en los ejes 45 y 61.

- En la margen derecha de la A-2 en el nudo de Eisenhower, entre el P.K. 10+450 y el P.K. 10+840 se localizan vertidos incontrolados con espesores variables de 0.50m a 2.00m.

- En ambas márgenes de la A-2 entre el P.K. 10+600 y el P.K. 11+900, corresponde a vertidos de inertes que en la margen izquierda cubren el arroyo de Rejas y llega a tener un espesor medio de unos 3.50m. En la margen derecha el espesor es menor (1.00m). En la traza a ejecutar afecta al tramo B en los ejes 45, 57, 55, 56 (margen izquierda) y ejes 4 y 9 (margen derecha).

- En la margen izquierda de la A-2 entre el P.K. 12+640 y el P.K. 12+780, corresponde a vertidos de inertes con un espesor medio de 2.50m. En la traza a ejecutar afecta al tramo B en los ejes 45 y 54.

- En la margen derecha de la A-2 entre el P.K. 14+900 y el P.K. 15+040, corresponde a vertido de inertes con un espesor medio de 2.00m. En la traza a ejecutar afecta al tramo B en los ejes 26, 45 y 47.

- En ambas márgenes de la A-2 entre el P.K. 15+340 y el P.K. 15+430, con espesores de 3.00-4.50m que cubren el antiguo cauce del río Jarama. En la traza a ejecutar afecta al tramo B en los ejes 43, 47 45, 26, 9, 28, 4, 27, 104, 25.



Foto 2.- Vertidos antrópicos en la orilla del río Jarama (Puente de San Fernando).

- En ambas márgenes de la A-2 entre el P.K. 15+450 y el P.K. 15+660, corresponde a vertidos incontrolados de espesor medio de 1.20m (en la margen izquierda, entre el P.K. 15+600 y el P.K. 15+660 el espesor llega a ser de 7.50m). En la traza a ejecutar afecta al tramo B en los ejes 45, 47, 4 y 10.

- En la margen derecha de la A-2 entre el P.K. 16+120 y el P.K. 16+180, vertido incontrolado de espesor variable de 0.50m a 2.00m. En la traza a ejecutar afecta al tramo B en el eje 4.

- En la margen izquierda de la A-2 entre el P.K. 17+240 y el P.K. 17+580, corresponde a un relleno de antiguas edificaciones cuyo espesor medio es de 2.50m. En la traza a ejecutar afecta al tramo B en los ejes 45 y 47.

- En la margen derecha de la A-2 entre el P.K. 17+500 hasta el P.K. 19+200, corresponde a la antigua N-II con un espesor medio de 2.50m. En la traza a ejecutar afecta al tramo B en los ejes 4.

- En el tramo B, en la margen derecha del eje 67, vertido de inertes con espesor variable de 0.50m a 1.40m.

- En el tramo B, en el Eje 98 y en el eje 45 entre el P.K. 1+300 y P.K. 1+550, corresponde a vertidos incontrolados con espesores medios de 2.00m.

- En la margen izquierda de la A-2 entre el P.K. 20+300 y el P.K. 20+540, el espesor varía de 2.50m a 3.00m. En la traza a ejecutar afecta al eje 45.

- En la margen derecha de la A-2 entre el P.K. 21+720 y el P.K. 2+120, el relleno antrópico cubre en su mayor parte el antiguo cauce del arroyo Pelayo y presenta espesores variables de 1.50m a 4.00m localizándose los de mayor espesor a la altura del P.K. 21+800 del tronco. En la traza a ejecutar afecta al tramo B en el eje 87.

- En la margen derecha de la A-2 entre el P.K. 24+200 y el P.K. 24+340, corresponde a un vertido de inertes con un espesor medio de 1.00m. En la traza a ejecutar afecta al tramo B en el eje 87.

Rellenos antrópicos compactados (R_C)

Forman parte de rellenos controlados y que han sido puestos en obra en unas determinadas condiciones de compactación, siendo su naturaleza principalmente granular.

Los rellenos compactados son muy abundantes, relacionándose sus principales manifestaciones con las áreas urbanas e industriales, así como con las infraestructuras viarias. Aunque sus características cambian según el tipo de manifestación considerado, cada uno de ellos está constituido por materiales homogéneos y que han sido correctamente compactados, siendo su espesor muy variable, incluso dentro de un mismo relleno.

Depósitos Aluviales

Están relacionados con los materiales depositados por la dinámica fluvial principalmente de los ríos Jarama y Henares, aunque también se han localizado unos pequeños arroyos. Estos depósitos presentan una heterogeneidad en su granulometría, diferenciándose las siguientes unidades geológicas:

Aluvial (Q_{Al})

Se corresponden con aquellos materiales depositados en fondos de vaguadas, fondo de canal de ríos y arroyos, y canales abandonados. Para la localización de los depósitos aluviales, además de observar la testificación de las investigaciones geotécnicas realizadas, se ha acudido a la fotointerpretación de fotos aéreas de 1946, ya que la mayoría de ellos se encuentran cubiertos por rellenos antrópicos o viviendas (importante actividad humana en la zona).

Los depósitos aluviales más destacables a lo largo del tramo de estudio se localizan en la zona del río Jarama, estos depósitos son de naturaleza del tipo arenas y gravas con alguna intercalación de limos arenosos (granular grosero), además los espesores que presentan son bastante importantes, llegando a alcanzar los 6.00m.

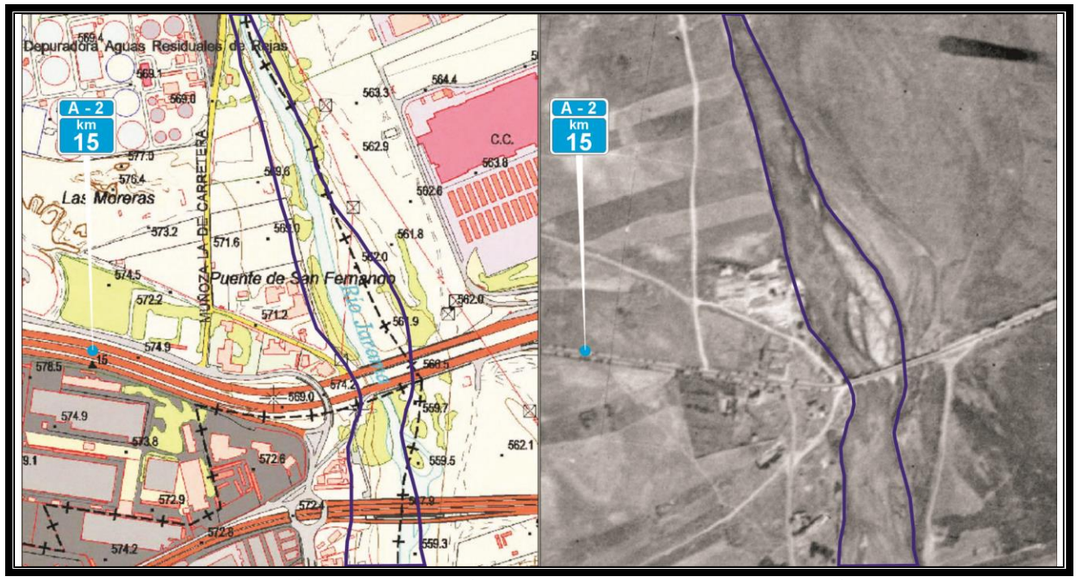


Foto 3.- Depósito aluvial del río Jarama. Comparativa.- cartografía actual con foto aérea de 1946.

Otros depósitos aluviales, de menor extensión tanto en vertical como en horizontal, corresponden con arroyos localizados a lo largo de la traza cuya naturaleza es del tipo arenas, arcillas y limos arenosos con gravas dispersas:

- Arroyo del Santo y afluentes: presenta un espesor medio de 1.00-1.50m y cruza la A-2 en los siguientes puntos kilométricos: P.K. 5+950, P.K. 6+110 (afluentes del arroyo del Santo con espesor medio de 1.00m) y P.K. 6+610 (arroyo del Santo con espesor medio de 1.50m).

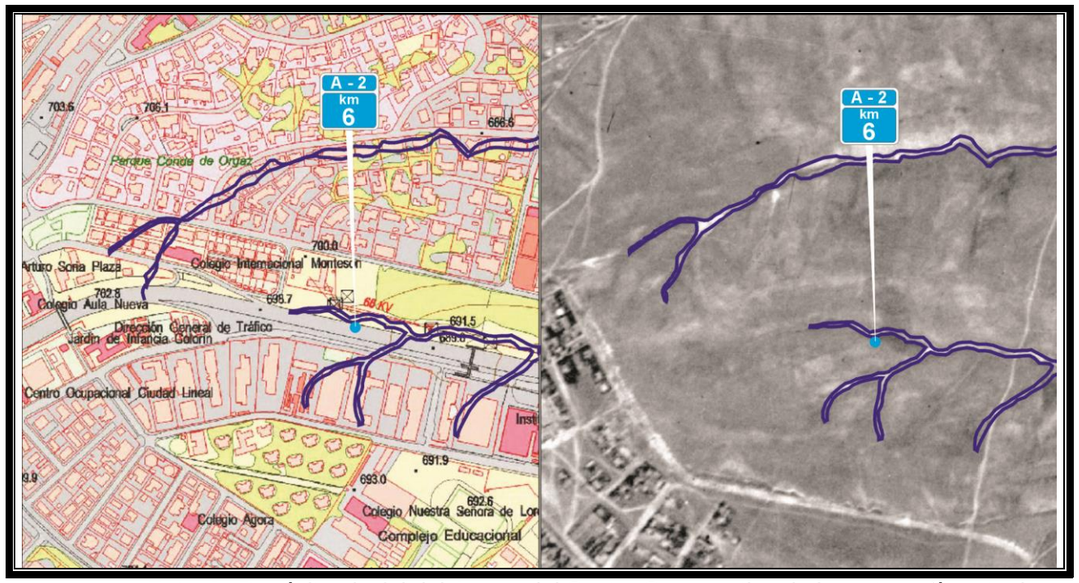


Foto 4.- Depósito aluvial del Arroyo del Santo. Comparativa de la cartografía actual con foto aérea de 1946.



Foto 5.- Depósito aluvial del Arroyo del Santo. Comparativa de la cartografía actual con foto aérea de 1946.

- Arroyo Cartago: Este arroyo discurría perpendicular a la A-2 en la zona de Canillejas, pero debido a la intensa actividad humana se extrajo su material y se sustituyó por rellenos antrópicos para poder edificar. Se localiza entre el P.K. 8+580 y P.K. 8+670 (espesor medio de 4.50m), entre el P.K. 8+820 y el P.K. 9+420 (espesor máximo: 6.50m y medio de 4.00m).



Foto.6.- Depósito aluvial del Arroyo Cartago. Comparativa de la cartografía actual con foto aérea de 1946.

- Arroyo de Rejas: Este arroyo presenta una gran extensión longitudinal (la mayoría cubiertos por rellenos antrópicos) y se localiza en la zona Norte de la A-2 afectando a la traza en varios puntos concretos:

  - Nudo de Eisenhawer, al inicio de los ejes 71, 73, 76 y 78. Al final del eje 83.

  - En el Eje 45: P.K. del tronco 11+400 al P.K. 11+800.

  - Afluente del arroyo de rejas con orientación transversal a la A-2, cruza en el P.K. 11+700.

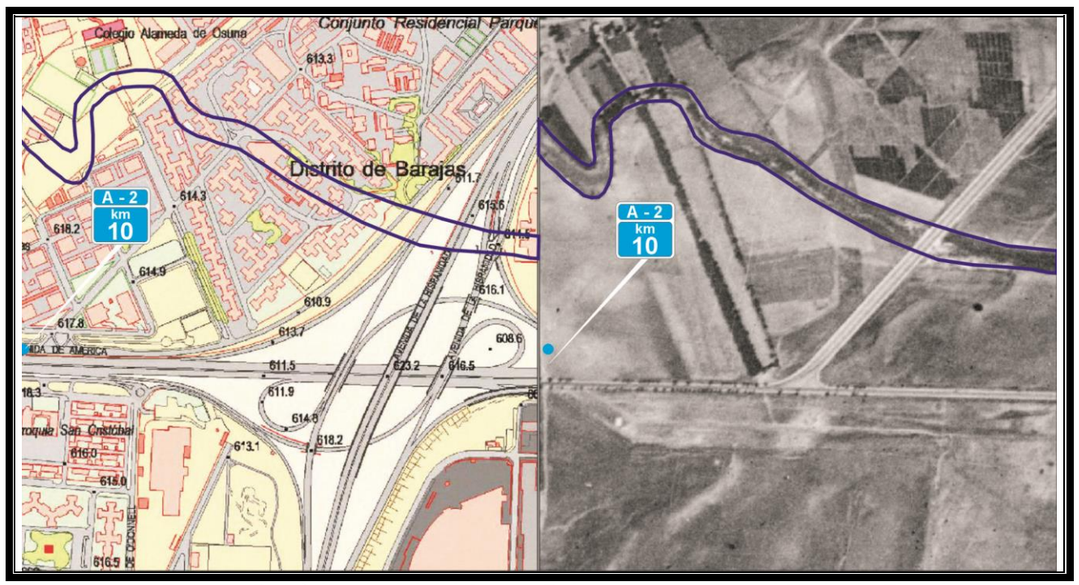


Foto.7.- Depósito aluvial del Arroyo Rejas a su paso por el Nudo de Eisenhawer. Comparativa de la cartografía actual con foto aérea de 1946.

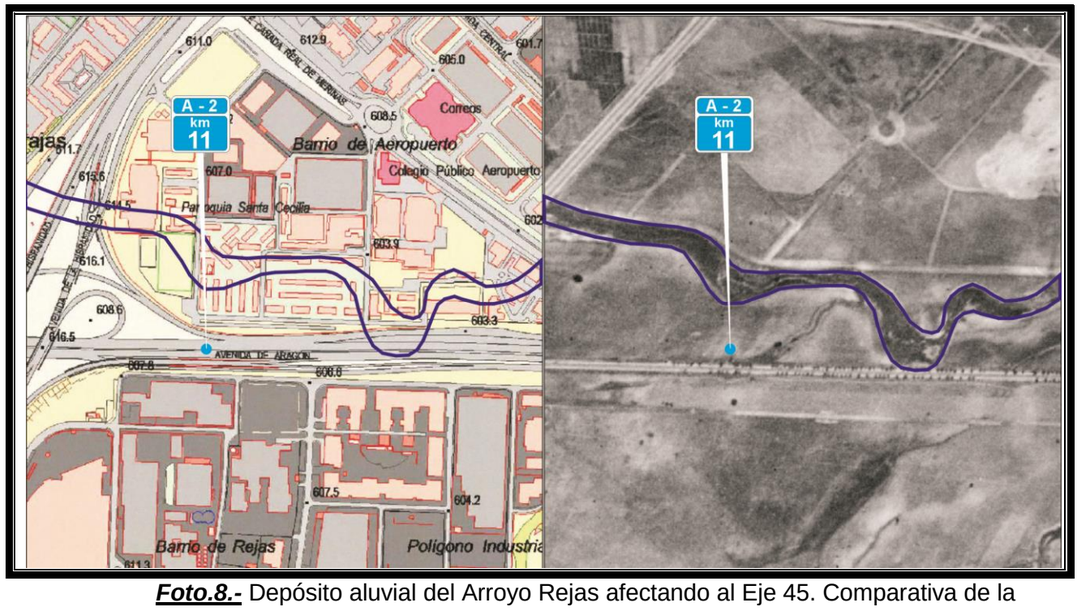


Foto.8.- Depósito aluvial del Arroyo Rejas afectando al Eje 45. Comparativa de la cartografía actual con foto aérea de 1946.

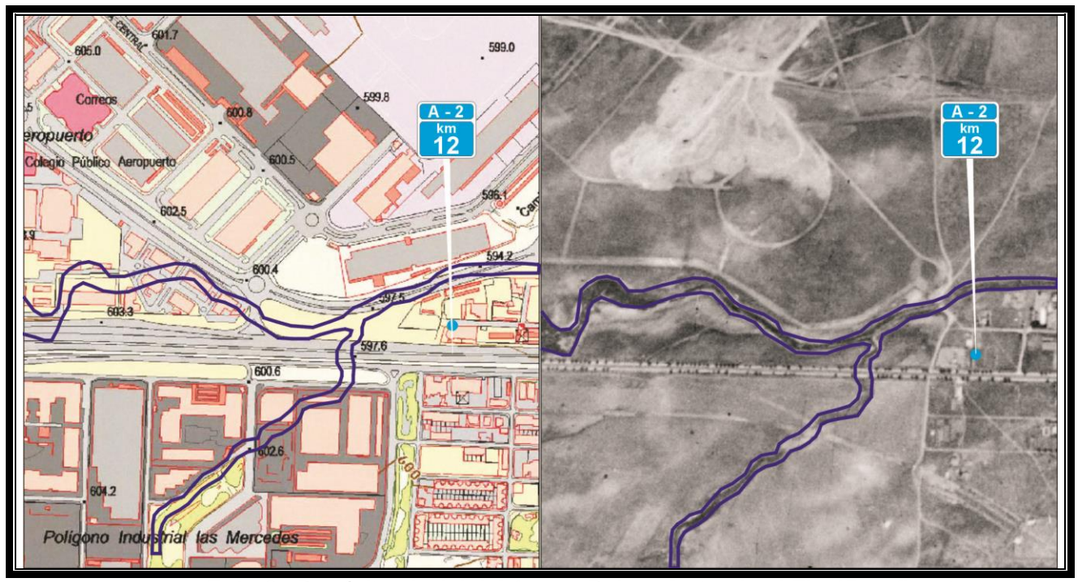


Foto.9.- Depósito aluvial del Arroyo Rejas afectando al Eje 45 y afluente perpendicular a la A-2. Comparativa de la cartografía actual con foto aérea de 1946.

- Arroyo Pelayo: se encuentra actualmente canalizado y atraviesa perpendicularmente la A-2 por el P.K. 21+940, en las proximidades no se localizan depósitos aluviales, pero en las investigaciones geotécnicas realizadas se han detectado unos rellenos antrópicos con espesores hasta 4.00m que posiblemente sustituyeran el antiguo cauce.

- Arroyo de Ardoz: actualmente canalizado al igual que el Arroyo Pelayo y atraviesa perpendicularmente la A-2 por el P.K. 22+940. Presenta espesores medios de 2.00m y el antiguo cauce se encuentra en su mayor parte sustituido por depósitos antrópicos.

Llanuras aluviales (Q_{LL}) pertenecientes al río Jarama.

Se componen principalmente de arenas y arenas limo arcillosas con gravas y cantos poligénicos. A lo largo del trazado estos materiales se extienden desde el P.K 15+660 al P.K. 16+960. Pueden llegar a tener espesores de hasta 5,00 m.



Foto 10.- Llanura aluvial con M-50 en el fondo.

Barras aluviales (Q_B)

Corresponden a aquellos materiales depositados en fondos de vaguadas formados por dinámica fluvial y cuya naturaleza es del tipo gravas y arenas media-gruesas de matriz limo-arcillosa y color gris oscuro. Se encuentran en las inmediaciones del río Jarama.

Depósitos de Terrazas

Están relacionados con los materiales depositados durante el encajamiento de los ríos Jarama y Henares:

Terrazas del río Jarama ($Q_{T\text{-}J1}$ y $Q_{T\text{-}J2}$)

En la zona de estudio se han podido diferenciar dos terrazas con características geológicas diferentes:

- Terraza baja del río Jarama ($Q_{T\text{-}J2}$): Se componen de cantos y gravas polígénicas, arenas, limos y arcillas de compacidad baja y con espesores medios de unos 3.50m, se localizan por debajo de los depósitos de llanura de inundación entre el P.K. 15+660 y el P.K. 16+960.

- Terraza media-alta del río Jarama ($Q_{T\text{-}J1}$): Se componen de cantos y gravas en su mayoría de composición cuarcítica de tamaño medio 6-8cm con matriz arenosa de alta compacidad, en algunas zonas, próximo al contacto con el Sustrato Mioceno se encuentran cementadas. El espesor máximo localizado en el área de estudio es de 5.00m. Este depósito se localiza a ambos márgenes del río Jarama y a partir de una z=566.50 en la margen derecha (del P.K. 12+380 al P.K. 15+320) del río y z=573.00 en la margen izquierda del río (del P.K. 17+020 al P.K. 18+580).



Foto 11.- Afloramiento de las terrazas media-alta del Río Jarama, se puede observar el contacto con el sustrato mioceno impermeable (Tp) zona de surgencia de agua (abundantes juncos). P.K. 17+240 (Carretera a INTA).

Terrazas del río Henares (Q_{T-H1})

Se componen de cantos y gravas poligénicas, arenas, limos y arcillas.

Estas unidades se extienden por el trazado desde el P.K. 15+320 hasta el final del trazado, aunque en su mayor parte se encuentran cubiertos por depósitos aluvio-coluviales. El espesor medio que presenta es de unos 4.00m.

Coluviones y depósitos de pie de talud (Q_C)

Están formados por gravas y cantos poligénicos, arenas arcillosas y fangos.

Los coluviones son acumulaciones de material de dimensiones reducidas, con una pendiente marcada y relacionados con barrancos y torrenteras. Los materiales de los cuales está formado son de procedencia cercana, en cuya composición litológica destacan los elementos silíceos que provienen de la red fluvial intramiocena y los cantos de naturaleza caliza con escaso o nulo desgaste. Estos depósitos presentan un espesor medio de 2 ó 3 metros, tienen un carácter granular fino limos arenosos con algo de arcillla.

4.6.2.- MATERIALES DE EDAD TERCIARIO

Facies de borde.- Facies Madrid

Arena de miga (T_{AM})

Formada por arenas arcósicas de grano grueso.

Las Arenas de Miga son composicionalmente arenas cuarzo-feldespáticas de tamaño de grano medio-grueso, con presencia de cantos aislados y niveles lentejonares de cantos redondeados de granito, gneis y cuarcita y puntualmente niveles centimétricos con mayor porcentaje en finos de naturaleza arcillosa a limo-arenosa. Su coloración característica es la beige-claro, con tonalidades anaranjadas. Presentan grandes variaciones en el contenido en finos y una consistencia variable de firme a muy firme, en función del grado de cementación que presentan. Las granulometrías son polimodales.

Según Escario (1.985), las arenas de miga son aquellos materiales arcósicos con <25% pasantes por el tamiz #200 ASTM, oscilando los valores del ángulo de rozamiento interno (ϕ) entre 31º, 30,5º, 31,1º y los de cohesión (c) entre 1,2 , 0,3 y 0,2 kg/cm^2.

Estas arenas aparecen en el trazado en superficie alternando con los niveles de arenas tosquiza desde el inicio del trazado hasta el PK 8+900. Aunque aparecen mayoritariamente formando lentejones entre las unidades más finas (Arenas tosquizas.- T_{AT} y Tosco arenoso .- T_{TA}).



Foto.12.- Afloramiento de las arenas arcósicas del a unidad terciaria de Arena de Miga



Foto.13.- Detalle de las arenas arcósica de la unidad Arena de Miga.



Foto.14.- Detalle de las arenas finas arcósica de la unidad Arenas Tosquizas.

Arena tosquiza (T_{AT})

Son arenas arcósicas de grano medio o fino, limos y arcillas marrones.

Se trata de suelos de transición correspondientes a cambios laterales o verticales en la sedimentación en una fase en que aumentaron los aportes de finos respecto a los de las arenas de miga. Las arenas tosquizas son arenas arcósicas cuyo porcentaje de finos (pasante #200 ASTM) Escario (1.985) se encuentra entre un 25-40. Sus propiedades son intermedias entre las de arenas de miga y las del tosco.

En superficie se aprecian, mayoritariamente desde el inicio hasta el P.K. 9+870, en profundidad aparecen además de forma lentejonar dentro de la unidad de *Arenas de Miga (T_{AM}) y Tosco arenoso (T_{TA} .*

Tosco arenoso (T_{TA})

Formado por arenas arcósicas finas y arcillas limo-arenosas de color marrón.

Se trata de suelos de transición correspondientes a cambios laterales o verticales en la sedimentación en una fase en que aumentaron los aportes de finos respecto a los de las arenas de miga. Las toscos arenosos son arenas arcósicas cuyo porcentaje de finos (pasante #200 ASTM) Escario (1.985) se encuentra entre un 40-60 %. Sus propiedades son intermedias entre las de Arenas de Miga y las del Tosco.

En profundidad se han detectado en superficie con poco espesor a lo largo del tramo A del trazado, pero principalmente formando lentejón dentro de la unidad de *Arenas de Miga (T_{AM}).*

Tosco (T_T)

Se trata de arcillas limo-arenosas de color marrón u ocre.

Bajo la terminología de toscos se agrupa a un conjunto de materiales formado por sedimentos de color ocre o marrón con predominio arcilloso, siendo frecuente la aparición de arcosas, sepiolita y silex.. Bajo una perspectiva geológica, esta unidad engloba el amplio conjunto de las Arcosas Inferiores del Aragoniense inferior y medio. Según V. Escario (1985) se caracterizan por un porcentaje superior a 60 % de la fracción de finos (pasante #200 ASTM) dentro de los materiales de la Facies de Madrid.

En el área de estudio, no afloran en superficie. Aparecen en profundidades de 2-8 metros debajo de la unidad Arenas Tosquizas (T_{AT}) y en las proximidades del nudo de Eisenhower en la zona de contacto con las facies de transición.

Facies de transición

Peñuelas (T_P)

Formado por arcillas gris verdosas y marrones, localmente arenas micáceas, niveles de carbonatos y sílex. En el lenguaje geotécnico a esta unidad se la denomina Peñuelas.

Los materiales de esta unidad están formados por un conjunto litológico de lutitas y arcillas en parte litificadas por sobreconsolidación, de coloraciones gris verdosas, en tramos marrones. Son frecuentes las intercalaciones carbonatadas blanquecinas y de niveles de nódulos de sílex. También aparecen lentejones o capas de arenas de tonalidades verdosas y con fuerte presencia de micas.

En trazado aparecen estos materiales en superficie entre los PPKK 10+500 y 15+330 (entre los P.K. 12+400 y 15+330 se encuentran cubiertos por depósitos de terraza del río Jarama) y entre los PPKK 16+960 y 17+400. En profundidad se han detectado tanto debajo los materiales de las Terrazas del río Jarama como de las del río Henares una pequeña capa de 1.00m de espesor apoyados directamente sobre las facies centrales.- arcillas yesíferas y yesos.

Facies Alcalá (T_{AA})

Aflora en los escarpes de la margen izquierda y bajo las terrazas el río Henares.

Está formado por niveles de arcillas más o menos limolíticas marrones y en algunos puntos se localizan niveles centimétricos laminados de limos y arenas muy finas micáceas grises.



Foto.15.- Arcillas marrón-rojizas con niveles intercalados de limos grises (unidad T_{AA}).

El nivel de base del sistema deposicional debe corresponder a un medio lacustre, evaporítico de fondo arcilloso, controlado por los aportes terrígenos.

Esta unidad está limitada en su techo por una importante ruptura sedimentaria a nivel de Cuenca que separa un conjunto inferior formado por los yesos y las arcillas basales.

En pocas ocasiones afloran superficialmente, ya que a lo largo del trazado se encuentra cubiertas por depósitos cuaternarios (aluvio-coluviales de espesor variable de 3.00-5.00m). En profundidad las arcillas de está unidad se encuentran debajo del os materiales de las terrazas del río Henares a partir del PK 18+060.

Facies centrales evaporíticas

Arcillas yesíferas y yesos (T_{AY})

Está constituido por arcillas yesíferas de coloración gris oscuro a negro y yesos fibrosos blancos. Aparecen en profundidad en las proximidades del cauce del río Jarama, entre los P.P.K.K. 15+330 y 17+400, bajo los depósitos cuaternarios de origen aluvial (Q_{AL}, Q_{T-J1} y Q_{T-J2}).

4.7.- Geología del trazado

4.7.1.- TRAMO A: DESDE INICIO A CANILLEJAS

En el Tramo A el substrato está constituido por la Facies Madrid (que se compone de facies terrígenas marginales de composición arcósica que se extienden desde el borde meridional del Sistema Central).

A lo largo de la traza, se localizan pequeños depósitos aluviales correspondientes a arroyos con espesores que no superan el 1.50m, por otro lado la actividad humana ha originado importantes alteraciones morfológicas en el medio geológico del área de estudio, entre las que cabe destacar la acumulación de potentes y extensos depósitos de origen antrópico.

4.7.1.- TRAMO B: DESDE CANILLEJAS A FINAL DE TRAZADO

Al inicio del tramo B el substrato está constituido por la Facies Madrid pero en sus facies mas finas (Tosco arenoso.- T_{AT} y Tosco.- T_T), si bien se sitúa en las inmediaciones del contacto con las peñuelas (transición tosco-peñuela).

En las proximidades del nudo de Eisenhawer se localiza una zona de transición de las facies de borde y las facies Intermedias. Existe una mezcla de materiales arcillosos con coloración marrón, con frecuentes interestratificaciones de capas carbonatadas (Cayuelas) y niveles arcillosos muy plásticos (sepiolitas y bentonitas), e incluso de silex.

Desde el P.K. 10+500 y el rio Jarama , las facies Intermedias.-facies de Transición (Peñuelas) están con mayor presencia, esta capa suele tener un espesor superior a la decena de metros y está bien localizada en las zonas Sur y Este de Madrid, apareciendo entre las cotas 610 y 640. Las peñuelas son sedimentos arcillosos fuertemente preconsolidados de color gris verdosos o azulados, generalmente de plasticidad elevada, donde es frecuente la aparición de planos de fractura estriados y brillantes que se suelen denominar “lisos”.

La mayoría de la superficie está cubierta por depósitos cuaternarios de carácter antrópico y desde el P.K. 12+400 hasta el P.K. 15+330 por depósitos de terraza aluvial correspondientes a la terraza media-alta del Río Jarama, caracterizados estos últimos por su composición granular grosera muy compacta.

En el Río Jarama: superficialmente se localizan depósitos antrópicos y aluviales que llegan hasta una cota z= y en profundidad el substrato mioceno está constituido por las facies Centrales de composición yesífera (Arcillas yesíferas con niveles intercalados de yesos).

Desde el Río Jarama hasta el P.K. 16+960, superficialmente se localizan depósitos de aluviales de inundación correspondientes al río Jarama, con un carácter limoarcilloso y blando este nivel se localiza hasta una z= 559 e infrayacente una pequeña capa granular correspondiente a la terraza baja del río Jarama, encontrándose el substrato Mioceno de carácter yesífero (facies Centrales) a una z=555.5.

Desde el P.K. 16+960 hasta el P.K. 17+400 , superficialmente se localizan depósitos aluviales correspondientes a la terraza media-alta del río Jarama e infrayacente se localiza una pequeña capa de facies Intermedias (Peñuela) con un espesor medio de 1.00m apoyadas sobre las facies Centrales yesíferas.

Desde el P.K. 17+400 hasta el P.K. 18+060, depósitos aluviales correspondientes a las terrazas media-alta del río Jarama y terraza del Henares de carácter granular grosero y compactas, donde en alguna zona están reccubiertos por depósitos coluviales de composición arenolimosa con algo de arcilla de espesores medios 2.00-3.00m. Como substrato mioceno se encuentran las facies Centrales yesíferas (Arcillas yesíferas y yesos).

Desde el P.K.18+060 hasta el Final del trazado, superficialmente presenta una distribución estratigráfica similar al tramo anterior, pero el substrato Mioceno corresponde a las facies Intermedias (Facies Alcalá), caracterizadas por unas arcillas de color marrón-rojizo con algún nivel pequeño intercalado de limo gris de alta plasticidad y carácter expansivo.

A lo largo de la traza, además de los depósitos aluviales correspondientes al río Jarama y río Henares se localizan pequeños depósitos aluviales correspondientes a arroyos con espesores que no superan el 1.50m, por otro lado la actividad humana ha originado importantes alteraciones morfológicas en el medio geológico del área de estudio, entre las que cabe destacar la acumulación de potentes y extensos depósitos de origen antrópico.

5.- Estudio de procedencia de materiales

Se desarrolla a continuación, un estudio detallado de las zonas de canteras, graveras, préstamos e instalaciones de suministro que pudieran proporcionar el volumen de material necesario para la ejecución de las obras.

Así en este estudio se llevará a cabo un análisis de canteras y graveras para hormigones, firmes y materiales para préstamo.

Se han seleccionado y estudiado un total de 7 canteras, 9 graveras y 18 instalaciones de suministros. En dichas explotaciones, se han tomado datos sobre la empresa concesionaria, sobre las características de la explotación, sistemas extractivos, maquinaria, volúmenes de explotación, tipos de áridos, localización, así como información referente a la calidad del material.

El objetivo de dichos reconocimientos es la caracterización de los áridos que permitan cubrir las siguientes necesidades:

- ✓ ***Materiales para la mejora de la explanada.***
- ✓ ***Zahorras artificiales.***
- ✓ ***Zahorras naturales.***
- ✓ ***Materiales para suelo cemento.***
- ✓ ***Zahorras para grava-cemento.***
- ✓ ***Áridos para mezclas bituminosas, para bases y/o capa de rodadura.***
- ✓ ***Áridos gruesos y finos para hormigones vibrados, magro y/o compactado.***

Estos materiales se agrupan de la manera siguiente:

- ✓ Áridos naturales y de machaqueo para hormigones, que pueden ser áridos finos y áridos gruesos.
- ✓ Áridos para tratamiento con ligantes bituminosos, con los siguientes tipos:
  - Ligantes bituminosos viscosos.
  - Ligantes bituminosos fluidos.
  - Mezclas bituminosas en frío.
  - Mezclas bituminosas en caliente.
- ✓ Áridos para bases:
  - Bases de Macadam
  - Bases de grava-cemento

Dentro de estos materiales pueden diferenciarse, por un lado, los necesarios para la construcción de rellenos, que aunque son los de mayores volúmenes tienen unas exigencias menores; y por otro, los que se utilizan para la explanada, la subbase y las capas de base (intermedia y de rodadura del firme), así como para la fabricación de los hormigones, que han de cumplir unas mayores exigencias pero constituyen un volumen mucho menor que los primeros.

Se ha elaborado el ***Plano 8***, *"Plano de Localización de Canteras y Graveras (E: 1/200.000)".*

5.1.- Canteras

El estudio sobre yacimientos y canteras ha partido en una primera etapa de una recopilación bibliográfica de la información existente (publicaciones e informes previos existentes sobre la zona), fijando como criterios la producción y reservas, la calidad de los materiales y la proximidad de la obra.

Así se ha consultado en primer lugar el "Mapa de Rocas Industriales", publicado por el Instituto Geológico y Minero de España.

La bibliografía consultada ha sido la siguiente:

- ✓ Mapa de Rocas Industriales:
  - Hoja nº 45 (Madrid).
  - Hoja nº 46 (Cuenca-Guadalajara).
  - Hoja nº 53 (Toledo)
- ✓ ***Libro Blanco de la Minería de la Comunidad de Madrid (ITGE-Comunidad de Madrid).***
- ✓ ***Hoja MAGNA del ITGE, a escala 1/200.000: Madrid (59)***
- ✓ ***Hojas MAGNA del ITGE, a escala 1/50.000:***
  - Madrid (559)
  - Alcalá de Henares (560)
  - Chinchón (606)
  - Getafe (582)

Para la caracterización de los diferentes materiales, en una primera fase de la investigación, se procedió a la recogida de información referente a ensayos de laboratorio pertenecientes a los propietarios de las diferentes explotaciones. Toda esta información ha sido solicitada de primera mano en la misma explotación o en las oficinas técnicas de las empresas explotadoras. Entre los ensayos de laboratorio facilitados se encuentran:

- ✓ ***Granulometría por tamizado (UNE 103-101).***
- ✓ ***Limites de Atterberg (UNE 103-103-94 y UNE 103-104-93).***
- ✓ ***Equivalente de arena.***
- ✓ ***Indice de lajas.***
- ✓ ***Desgaste de los Ángeles.***
- ✓ ***Contenido de carbonatos.***
- ✓ ***Peso específico.***
- ✓ ***Absorción.***
- ✓ ***Adhesividad.***
- ✓ ***Coeficiente de pulimento acelerado.***

Se resume al final de este punto la información correspondiente a las canteras en la zona a modo de tabla- resumen.

En el entorno de Colmenar Viejo, se explotan dos grandes canteras de granitos para áridos, que juntas constituyen el 90% de la producción de la Comunidad de Madrid. Estas canteras son "El Cartero" y "Virgen de los Remedios", esta última con un dique de pórfido de considerables dimensiones, que se emplea en la construcción de capas de base.

Para árido de Capa de Rodadura, se ha localizado una cantera con material petreo de gran calidad situada en Santa María del Cubillo (Ávila), con características como el "Desgaste de Los Angeles", coeficiente de forma y comportamiento ante la heladicidad que convierte su árido en uno de los más apreciados de España, la empresa explotadora es CYCASA CANTERAS Y CONSTRUCCIONES S.A.

Al margen de las canteras seleccionadas, se han reconocido algunas canteras recogidas de los archivos del I.T.G.E, que han sido desechadas por diferentes motivos que impedían su explotación.

Se incluye a continuación una tabla-resumen de las seis canteras estudiadas, en donde se especifica, en aquellas empresas que han facilitado información, su denominación, situación en el entorno de la obra, naturaleza litológica, aptitudes, producción y estado actual.

RELACIÓN DE CANTERAS ESTUDIADAS					
NOMBRE	**SITUACION**	**LITOLOGIA**	**APTITUD**	**PRODUCCION**	**ESTADO**
C-1.- "CANTERA CONSVIAL"	Navas del Rey (Madrid)	Granito adamellítico	Sub-bases y bases de carreteras	8.000 tm/año	Bueno
C-2.- "CANTERA DE LA POLA"	Colmenar Viejo (Madird)	Granito y pórfido	Hormigones, bases, sub-bases y mezclas bituminosas	-	Bueno
C-3.- "CANTERA DE LA CHANTA"	Corpa (Madrid)	Caliza	Hormigones, bases, sub-bases y mezclas bituminosas	700.000 tm/año	Bueno
C-4.- "CALIZA DE ALPEDROCHES"	Atienza (Guadalajara)	Andesita	Hormigones, aglomerados y capas de rodadura	3.000 tm/día	Bueno
C-5.- "CANTERA MARINA"	Almonacid (Toledo)	Milonita	Hormigones, de alta resistencia, asfaltos y balastos	800.000 tm/año	Bueno
C-6.- "CANTERA ORUSCO"	Orusco (Madrid)	Caliza	Hormigones, asfaltos y sub-bases de carreteras bituminosas	450.000 tm/año	Bueno
C-7.- CYCASA CANTERAS Y CONSTRUCCIONES S.A.	Santa María del Cubillo (Ávila)	Porfido	Hormigones, mezclas bituminosas, áridos balasto, bases y subbases, escolleras, árido de capa de rodadura	-	Muy buena

Tabla. .2.- Tabla-resumen de las canteras estudiadas.

Las características principales de cada una de ellas, se encuentran recogidas a continuación.

- ***C-1.- CANTERA "CONSVIAL"***

- PROPIETARIO: CONSTRUCCIONES CONSVIAL S.L. - HORMIGONES. S. MARTÍN DE VALDEIGLESIAS. C/ Martín de los Heros, 23 – 1º izq. - 28008 Madrid. Teléfono: 915423118. Fax: 915423532.

- SITUACIÓN: Ctra. Alcorcón a Plasencia Km. 40, Finca "La Dehesa", Chapinería (Madrid).

  - CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS: Granito adamellítico.
  - PRODUCCIÓN: 8.000 Tm/año.
  - RESERVAS: Desconocidas.
  - PRODUCTOS COMERCIALIZADOS: Zahorra artificial Z2.

Los ensayos facilitados por el propietario de la cantera muestran los siguientes resultados:

- *Zahorra artificial ZA (40):*

  · Equivalente de arena: 42,65
  · % Paso tamiz 200: 9,95
  · Indice de plasticidad: 6,25
  · Desgaste los Angeles: 35
  · Caras de fractura: -
  · Proctor Modificado: -

Los materiales de esta cantera son aptos para su utilización como zahorra artificial.

- ***C-2.- CANTERA "LA POLA"***

- PROPIETARIO: TARMAC IBERIA S.A.U. C/Juan Espaldiú nº11, 28007 Madrid. Teléfono: 912120600. Fax: 912120604. E-mail: info@tarmac-iberia.com.

- SITUACIÓN: Ctra. Colmenar Viejo a S. Agustín de Guadalix km 2,6 C.P. 28770. Madrid. Teléfono: 918456782.
  - TÉRMINO MUNICIPAL: Colmenar Viejo.
  - CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS: Granito y pórfido.
  - PRODUCCIÓN: No facilitada.
  - RESERVAS: No facilitadas.

Los materiales de esta cantera son aptos para su utilización como arenas, áridos de machaqueo y zahorra artificial.

- ***C-3.- CANTERA "LA CHANTA"***

- PROPIETARIO: TARMAC IBERIA S.A.U. C/Juan Espaldiú nº11 - 28007 Madrid. Teléfono: 912120600. Fax: 912120604. E-mail: info@tarmac-iberia.com.
- SITUACIÓN: Crta. Corpa a Valverde km 13,400 (N225), Paraje el Pabil, Póligono 5 - 28811 Corpa (Madrid). Teléfono: 690689658.
  - TÉRMINO MUNICIPAL: Corpa
  - CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS: Caliza.
  - PRODUCCIÓN: 700.000 Tm/año.
  - RESERVAS: No facilitadas.
  - PRODUCTOS COMERCIALIZADOS: Arenas, triturados y zahorras.

Los materiales de esta cantera son aptos para su utilización como arenas, áridos de machaqueo y zahorra artificial.

- ***C-4.- CANTERA "DE ALPEDROCHES"***

- PROPIETARIO: La Miñosa de Castilla, S.L.U.
- SITUACIÓN: Ctra. Tordelloso a Miedes km 1 - 19274 Alpedroches (Guadalajara). Teléfono: 949396669. Fax: 949396652.
  - TÉRMINO MUNICIPAL: Alpedroches.
  - CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS: Andesita.
  - PRODUCCIÓN: 3.000 Tm/día.
  - RESERVAS: 32.000.000 m^3.
- PRODUCTOS COMERCIALIZADOS: Arenas, gravas, zahorras, escollera, piedra en rama, balasto.

Los ensayos facilitados por el propietario de la cantera muestran los siguientes resultados:

- *Árido 12/20 (mezclas bituminosas):*
  - Absorción de agua: 0,40
  - Desgaste los Ángeles: 15
  - Índice de Lajas: 10%
  - C.P.A.: 0,56
  - Caras de fractura: $C_{100/0}$
- *Árido 12/20 (hormigón):*
  - Absorción de agua: 0,40
  - Desgaste los Ángeles: 15
  - Índice de Lajas: 15%
  - C.P.A.: 0,61
  - Contenido en sulfatos: 0,18
  - Materia Orgánica: No contiene

- *Árido 16/32 (hormigón):*
  - Absorción de agua: 0,40
  - Desgaste los Ángeles: 15
  - Índice de Lajas: 15%
  - C.P.A.: 0,61
  - Contenido en sulfatos: 0,18
  - Materia Orgánica: No contiene
- *Árido 20/32 (mezclas bituminosas):*
  - Absorción de agua: 0,40
  - Desgaste los Ángeles: 15
  - Índice de Lajas: 10%
  - C.P.A.: 0,56
  - Caras de fractura: $C_{100/0}$
- *Árido 0/40 (capas granulares):*
  - Índice de Lajas: 10%
  - Caras de fractura: $C_{50/10}$
- *Árido 31,50/50 (balasto):*
  - Absorción de agua: 0,40
  - Desgaste los Ángeles: 14
- *Árido 0/6 (mezclas bituminosas):*
  - Absorción de agua: 0,40
- *Árido 6/12 (mezclas bituminosas, apto para capas de rodadura):*
  - Absorción de agua: 0,40
  - Desgaste los Ángeles: 15
  - Índice de Lajas: 10%
  - C.P.A.: 0,56
  - Caras de fractura: $C_{100/0}$
- *Árido 6/12 (hormigón):*
  - Absorción de agua: 0,40
  - Desgaste los Ángeles: 15
  - Índice de Lajas: 15%
  - C.P.A.: 0,56
  - Contenido en sulfatos: 0,18
  - Materia Orgánica: No contiene
- *Triturado 6/10:*
  - C.P.A.: 0,56

Los materiales de esta cantera son aptos para su utilización como áridos de machaqueo, zahorras artificiales, balasto, escollera y piedra en rama.

- ***C-5.- CANTERA "MARINA"***

- PROPIETARIO: ARYTEL ALMONACID S.A. Ctra. de Valencia km 14,800. C.P. 28051 Madrid.

- SITUACIÓN: Ctra Almonacid de Toledo a Chueca Km 2 - .P.45420 Almonacid de Toledo (Toledo). Teléfono: 916668881. Fax: 916661551.
  - TÉRMINO MUNICIPAL: Almonacid de Toledo.
  - CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS: Milonita.
  - PRODUCCIÓN: 800.000 Tm/año.
  - RESERVAS: 80.000.000 Tm.
  - PRODUCTOS COMERCIALIZADOS: Balasto y gravilla.

Los materiales de esta cantera son aptos para su utilización como balasto para ferrocarril y gravillas para aglomerado asfáltico.

▪ ***C-6.- CANTERA "ORUSCO"***

- PROPIETARIO: CALIZAS PEVADEL S.L. Paseo de la Castellana nº115, 3º - 28026 Madrid. Teléfono: 914176527. Fax: 915555139.
  - SITUACIÓN: Ctra. Arganda a Orusco Km 20,5 - 28570 Orusco (Madrid).
  - TÉRMINO MUNICIPAL: Orusco.
  - CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS: Caliza.
  - PRODUCCIÓN: 450.000 Tm/año.
  - RESERVAS: 14.000.000 Tm.
- PRODUCTOS COMERCIALIZADOS: Áridos de machaqueo de todas las granulometrías y zahorras (Z25).

Los materiales de esta cantera son aptos para su utilización como zahorras artificiales y áridos de machaqueo de todas las granulometrías.

▪ ***C-7.- CANTERA "CYCASA CANTERAS Y CONSTRUCCIONES, S.A."***

- CYCASA, S.A.
- SITUACIÓN: Camino de Arcamadre s/n

  05193 Santa María del Cubillo (Ávila)

  Tlf.: 920 204 089
  - CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS: Ofitas
  - PRODUCTOS COMERCIALIZADOS: áridos para hormigones, mezclas bituminosas, áridos para balasto, bases y subbases, áridos para capa de rodadura, escollera.

Los materiales de esta cantera son aptos para su utilización áridos de machaqueo de todas las granulometrías y para árido de capa de rodadura.

5.2.- Yacimientos Granulares. Graveras

El estudio sobre yacimientos granulares ha partido, de igual forma que con el estudio de canteras, en una primera etapa de una recopilación bibliográfica de la información existente (publicaciones e informes previos existentes sobre la zona), fijando como criterios la producción y reservas, la calidad de los materiales y la proximidad de la obra.

Así se ha consultado, de nuevo, el "Mapa de Rocas Industriales" (Ver ***Plano 4***), publicado por el Instituto Geológico y Minero de España, así como la diversa bibliografía citada en el apartado anterior de canteras.

Se han estudiado un total de nueve explotaciones, estando situadas en las inmediaciones de las cuencas fluviales que se encuentran en las cercanías del trazado.

Una vez realizada la recopilación de los datos existentes, se ha procedido a la investigación de los yacimientos granulares existentes. Las muestras reconocidas corresponden a zahorras artificiales y áridos de diversas granulometrías.

Para la caracterización de los diferentes materiales, en una primera fase de la investigación, se procedió a la recogida de información referente a ensayos de laboratorio pertenecientes a los propietarios de las diferentes explotaciones. Toda esta información ha

sido solicitada de primera mano en la misma explotación o en las oficinas técnicas de las empresas explotadoras. Entre los ensayos de laboratorio facilitados se encuentran:

- ✓ ***Granulometría por tamizado (UNE 103-101).***
- ✓ ***Limites de Atterberg (UNE 103-103-94 y UNE 103-104-93).***
- ✓ ***Equivalente de arena.***
- ✓ ***Índice de lajas.***
- ✓ ***Desgaste de los Ángeles.***
- ✓ ***Contenido de carbonatos.***
- ✓ ***Peso específico.***
- ✓ ***Absorción.***
- ✓ ***Adhesividad.***
- ✓ ***Coeficiente de pulimento acelerado.***
- ✓ ***Densidades, porosidad y contenido en agua de áridos gruesos.***
- ✓ ***Coeficiente de forma del árido grueso.***
- ✓ ***Determinación de finos.***
- ✓ ***Determinación de terrones de arcilla en áridos.***
- ✓ ***Determinación de partículas blandas en áridos gruesos.***
- ✓ ***Determinación de partículas de bajo peso específico.***

Se incluye a continuación una tabla-resumen de las graveras estudiadas, en donde se especifica su denominación, situación en el entorno de la obra, naturaleza litológica, aptitudes, producción y estado actual.

RELACIÓN DE GRAVERAS ESTUDIADAS					
NOMBRE	**SITUACION**	**LITOLOGIA**	**APTITUD**	**PRODUCCION**	**ESTADO**
G-1.- "EL PORCAL"	Rivas-Vaciamadrid (Madrid)	Material silíceo	Áridos, triturados, zahorra, para fabricación de hormigones, aglomerados, vías y prefabricados	40.000 tm/mes	Muy Bueno
G-2.- "SOTO PAJARES"	San Martín de la Vega (Madrid)	Material silíceo	Árido para la fabricación de hormigones, prefabricados, revestimiento, capas de rodadura y sub-bases	2.100.000 tm/año	Muy Bueno
G-3.- PLANTA DE "VELILLA"	Velilla de San Antonio (Madrid)	Material silíceo	Áridos, triturados, zahorra, para fabricación de hormigones, aglomerados, vías y prefabricados	175..000 tm/mes	Bueno
G-4.- "GRAVERA ARENEROS ROJAS"	Getafe (Madrid)	Arenas	Hormigones y usos en obras	450 m^3/día	Bueno
G-5.- "GRAVERA MAINA"	Getafe (Madrid)	Arenas	Árido para la fabricación de ladrillos, cementos e impermeabilizantes	800 m^3/día	Bueno
G-6.- "GRAVERA DE ARGANDA"	San Martín de la Vega (Madrid)	Material silíceo	Árido para la fabricación de hormigones, bases, sub-bases y mezclas bituminosas	-	Bueno
G-7.- "GRAVERA EL SOTO"	San Fernando de Henares (Madrid)	Material silíceo	Árido para la fabricación de hormigones, prefabricados, asfaltos y obra civil	-	Bueno
G-8.- "GRAVERA FUENPEÑA"	San Fernando de Henares (Madrid)	Material silíceo	Árido para la fabricación de hormigones y encarchados	60.000 tm/mes	Bueno
G-9.- "GRAVERA ROMÁN"	San Martín de la Vega (Madrid)	Material silíceo	Árido para la fabricación de hormigones, asfaltos y aglomerados	600 tm/h	Bueno

Tabla.3.- Tabla-resumen de las graveras estudiadas.

Las características principales de cada una de ellas, se encuentran recogidas a continuación.

- ***G-1.- GRAVERA "EL PORCAL"***

- PROPIETARIO: ARIPRESA (Cementos Pórtland Valderrivas S.A.). C/José Abascal nº59 - 28003 Madrid. Teléfono: 913960100. Fax: 913960170.

- SITUACIÓN: Ctra. Puente Arganda-Chinchón Km 0,8. Paraje "El Porcal" - 28529 Rivas-Vaciamadrid (Madrid).

- CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS: Material silíceo.

- PRODUCCIÓN: 40.000 Tm/mes.

- RESERVAS: 700.000 Tm.

- PRODUCTOS COMERCIALIZADOS: Gravas, arenas, zahorra y otros áridos.

Los ensayos facilitados por el propietario de la gravera muestran los siguientes resultados:

- *Arena 0/6:*

  · Estabilidad al SO_4: 2,03

  · Absorción de agua: 0,62

  · Equivalente arena: 92

  · % Paso tamiz 200: 1,12

  · Friabilidad: 21

  · Compuestos de azufre: 0,01

- *Triturado 5/12:*

  · % Paso tamiz 200: 2,0

  · Desgaste los Ángeles: 23,1

  · Caras de fractura: 98

  · C.P.A.: 0,61

Los materiales de esta gravera son aptos para su utilización como arenas, gravas y áridos de machaqueo.

- ***G-2.- GRAVERA "SOTO PAJARES"***

- PROPIETARIO: CEMEX S.A. C/Hernández de Tejada nº1 – 28027 Madrid. Teléfono: 913779200. Fax: 913779203. Web: http://www.cemex.es E-mail: info.prensa@cemex.es

- SITUACIÓN: Ctra. Puente de Arganda-San Martín de la Vega Km 4,500 Paraje "Soto Pajares", Apartado de correos 106 - 28330 San Martín de la Vega (Madrid). Teléfono: 918769102. Fax: 918719240.

- CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS: Material silíceo.

- PRODUCCIÓN: 2.100.000 Tm/año.

- RESERVAS: No facilitadas.

- PRODUCTOS COMERCIALIZADOS: Arena: 0/1, 0/2, 0/4 y 1/5. Triturado: 0/5, 3/6, 4/20, 5/12, 12/18, 18/25, 18/40 y 20/40. Zahorra: 0/25.

Los ensayos facilitados por el propietario de la gravera muestran los siguientes resultados:

- *Arena 0/6:*

  · Peso específico real: 2,64

  · Absorción de agua: 2,1

  · Equivalente arena: 97

· % Paso tamiz 200: 2

· Desgaste los Angeles: 22

· C.P.A.: 0,5

Los materiales de esta gravera son aptos para su utilización como arenas, zahorra artificial y áridos de machaqueo.

▪ ***G-3.- PLANTA DE "VELILLA"***

- PROPIETARIO: ARIPRESA (Cementos Pórtland Valderrivas S.A.). C/José Abascal nº59 - 28003 Madrid. Teléfono: 913960100. Fax: 913960170.
- SITUACIÓN: Ctra. La Poveda a Velilla (M-208), Km. 4.0 - 28891 Velilla de San Antonio Madrid). Teléfono: 916607169. Fax: 916607162.
  - CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS: Material silíceo.
  - PRODUCCIÓN: 175.000 Tm/mes.
  - RESERVAS: 30.000.000 Tm.
  - PRODUCTOS COMERCIALIZADOS: Gravas y arenas.

Los ensayos facilitados por el propietario de la gravera muestran los siguientes resultados:

- *Triturados 5/12 y 12/18:*

  · Peso específico real: 2,59

  · Absorción de agua: 0,61

  · Desgaste los Ángeles: 22-23

  · Índice de Lajas: 20%

  · C.P.A.: 0,61

  · Contenido en sulfatos: 0,048

· Materia Orgánica: No contiene

· % pasa tamiz 200: 25

· Índice plástico: 21,6

· Límite líquido: 43

· Proctor: D: 1.83 g/cm^3; H: 13.7 %

· CBR: 8.3

· Clasificación PG3: Tolerable-Adecuado

Los materiales de esta gravera son aptos para su utilización como arenas, gravas y áridos de machaqueo.

▪ ***G-4.- GRAVERA "ARENEROS ROJAS"***

- PROPIETARIO: ARENEROS ROJAS, C.B. C/Palomares nº7 – 28021 Getafe (Madrid). Teléfono: 917955533. Fax: 917955533.
- SITUACIÓN: Ctra. Villaverde a San Martín de la Vega (M-301) km 6. Paraje: "La Solana" – 28021 Getafe (Madrid). Teléfono: 917955533. Fax: 917955533.
  - CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS: Arenas.
  - PRODUCCIÓN: 450 m^3/día.
  - RESERVAS: 10.000 m^3.
  - PRODUCTOS COMERCIALIZADOS: Arenas.

Los ensayos facilitados por el propietario de la gravera muestran los siguientes resultados:

- *Arena 0/2:*

  · % Paso tamiz 200: 0,44

- *Arena 0/6:*

  · % Paso tamiz 200: 0,67

Los materiales de esta gravera son aptos para su utilización como arenas.

- ***G-5.- GRAVERA "MAINA, S.A."***

  - PROPIETARIO: MAINA, S.A.

- SITUACIÓN: Ctra. San Martín de la Vega (M301) Km. 6, Paraje: "Aldehuela", Apartado de correos 9005 (distrito postal 9005) - 28909 Getafe (Madrid). Teléfono: 916847148. Fax: 916847949.

  - CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS: Arenas.

  - PRODUCCIÓN: 800 m^3/día.

  - RESERVAS: 90.000 m^3.

  - PRODUCTOS COMERCIALIZADOS: Arenas: 0/1, 0/4, 0/5, miga cribada y sin cribar.

Los ensayos facilitados por el propietario de la gravera muestran los siguientes resultados:

- *Árido 0/6:*

  · % Paso tamiz 200: 2.6

- *Árido 0/1:*

  · % Paso tamiz 200: 1,4

- *Árido 0/5:*

  · % Paso tamiz 200: 0,8

- *Miga cribada:*

  · % Paso tamiz 200: 21,3

- *Miga sin cribar:*

  · % Paso tamiz 200: 20,6

Los materiales de esta gravera son aptos para su utilización como arenas.

- ***G-6.- GRAVERA "DE ARGANDA"***

- PROPIETARIO: TARMAC IBERIA S.A.U. C/Juan Esplandiú nº11 - 28007 Madrid. Teléfono: 912120600. Fax: 912120604. E-mail: info@tarmac-iberia.com.

- SITUACIÓN: Crta. Puente de Arganda a Chinchón (M832) Km 2 - 28500 San Martín de la Vega (Madrid). Teléfono: 918755000.

  - CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS: Material silíceo.

  - PRODUCCIÓN: No facilitada.

  - RESERVAS: No facilitada.

- PRODUCTOS COMERCIALIZADOS: Gravas , arenas y zahorra artificial.

A partir de los ensayos de laboratorio realizados sobre la muestra tomada en la gravera se tienen los siguientes parámetros geotécnicos:

· % pasa tamiz 200: 1,2

· Índice plástico: N.P.

· Límite líquido: N.P.

· % Materia orgánica: 0,10

· % SO_3: 0,02

· % Yeso: 0,04

· Proctor Modificado

- Densidad máxima 2,229 gr/cm^3

- Humedad óptima 6,06 %

· CBR

Al 95% Pr. Mod. 25,1

Al 100% Pr. Mod. 38,7

Según los datos obtenidos en la muestra se clasifican estos materiales como suelo seleccionado. Son aptos para su empleo en rellenos y explanadas.

▪ ***G-7.- GRAVERA "EL SOTO"***

- PROPIETARIO: READMIX ASLAND, S.A. C/Santiago de Compostela nº100 – 28035 Madrid. Teléfono: 913769800. Fax: 913769888. E-mail: ready@readymixasland.es. Web: http://www.readymixasland.es.
- SITUACIÓN: Ctra. Torrejón-Loeches Km 7 – 28300 San Fernando de Henares (Madrid). Teléfono: 916771122. Fax: 916771244.
- CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS: Material silíceo.
- PRODUCCIÓN: No facilitada.
- RESERVAS: No facilitada.
- PRODUCTOS COMERCIALIZADOS: Arenas, triturados, morro y zahorra artificial.

A partir de los ensayos de laboratorio realizados sobre la muestra tomada en la gravera se tienen los siguientes parámetros geotécnicos:

· % pasa tamiz 200: 1,5

· Índice plástico: N.P.

· Límite líquido: N.P.

· % Materia orgánica: 0,20

· % SO_3: 0,02

· % Yeso: 0,04

· Proctor Modificado

- Densidad máxima 2,085 gr/cm^3

- Humedad óptima 8,52 %

· CBR

Al 95% Pr. Mod. 20,5

Al 100% Pr. Mod. 26,8

Según los datos obtenidos en la muestra se clasifican estos materiales como suelo adecuado.

Los materiales de esta gravera son aptos para su utilización como arenas, gravas, áridos de machaqueo, polvo de sílice, etc.

▪ ***G-8- GRAVERA "FUENPEÑA"***

- PROPIETARIO: FABRICACIÓN Y TRANSPORTES DE ÁRIDOS FUENPEÑA, S.A. Avda. Sistema Solar nº12 San Fernando de Henares. Teléfono: 916771122. Fax: 916720979.
- SITUACIÓN: Cantera en: N-2 Km. 15,200, Apartado de correos 23 – 28830 San Fernando de Henares (Madrid). Teléfono: 916729208. Fax: 916720979. Oficina en: Avda. Sistema Solar nº12, Apartado de correos 23 – 28830 San Fernando de Henares (Madrid). Teléfono: 916729208. Fax: 916720979.
- CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS: Material silíceo.
- PRODUCCIÓN: 60.000 Tm/mes.
- RESERVAS: 3.000.000 m^3.
- PRODUCTOS COMERCIALIZADOS: Gravilla: 0/6, 6/20, 20/40, 40/80, 40/60 machacado, morro (≈200), arena de miga cribada y sin cribar, zahorra: Z2 machacada.

Los ensayos facilitados por el propietario de la cantera muestran los siguientes resultados:

- *Árido 0/2:*
  - % pasa tamiz 200: 38,2
  - Índice plástico: 12,8
  - Límite líquido: 29,8
- *Árido 0/6:*
  - % pasa tamiz 200: 13,4
  - Índice plástico: N.P.
  - Límite líquido: N.P.

A partir de los ensayos de laboratorio realizados sobre la muestra tomada en la gravera se tienen los siguientes parámetros geotécnicos:

- % pasa tamiz 200: 5,5
- Índice plástico: N.P.
- Límite líquido: N.P.
- % Materia organica: 0,10
- % SO_3: 0,01
- % Yeso: 0,02
- Proctor Modificado
  - Densidad máxima 2,503 gr/cm^3
  - Humedad óptima 6,46 %
- CBR
  - Al 95% Pr. Mod. 56,8
  - Al 100% Pr. Mod. 75,8
- % Desgaste L.A- 20,3

Según los datos obtenidos en la muestra se clasifican estos materiales como suelo seleccionado. Según el PG-3/04 Art. 510 cumplen la norma para zahorras artificiales.

Los materiales de esta gravera son aptos para su utilización como arenas, gravas, áridos de machaqueo, etc.

- ***G-9.- GRAVERA "ROMÁN"***

- PROPIETARIO: HOLCIM ÁRIDOS. Hermanos García Noblejas nº37C, 4ª planta – 28037 Madrid. Teléfono: 913682204. Fax: 913682350. Web: http://www.holcim.es.
- SITUACIÓN: Ctra. Puente Arganda a Chinchón Km. 1,400 – 28330 San Martín de la Vega (Madrid). Teléfono: 918719353. Fax: 918719353.
  - CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS: Material silíceo.
  - PRODUCCIÓN: 2.000.000 Tm/año.
  - RESERVAS: Desconocidas.
- PRODUCTOS COMERCIALIZADOS: Áridos de silíceo naturales y triturados (arenas, gravas y zahorras).

Los ensayos facilitados por el propietario de la gravera muestran los siguientes resultados:

- *Grava 4/20:*
  - % pasa tamiz 200: 0,48
- *Grava 12/20:*
  - % pasa tamiz 200: 0,48
- *Grava 6/12:*
  - % pasa tamiz 200: 0,60

- *Grava 4/8:*

  · % pasa tamiz 200: 0,70

- *Grava 20/40:*

  · % pasa tamiz 200: 0,68

- *Grava 20/25:*

  · % pasa tamiz 200: 0,63

A partir de los ensayos de laboratorio realizados sobre la muestra tomada en la gravera se tienen los siguientes parámetros geotécnicos:

· % pasa tamiz 200: 5,1

· Índice plástico: N.P.

· Límite líquido: N.P.

· % Materia orgánica: 0,20

· % SO_3: 0,05

· % Yeso: 0,11

· Proctor Modificado

- Densidad máxima 2,194 gr/cm^3

- Humedad óptima 12,04 %

· CBR

Al 95% Pr. Mod. 26,1

Al 100% Pr. Mod. 36,0

Según los datos obtenidos en la muestra se clasifican estos materiales como suelo adecuado.

Los materiales de esta gravera son aptos para su utilización como áridos silíceos naturales y triturados (arenas, gravas y zahorras).

5.3.- Materiales Procedentes de la Traza

En el presente apartado se analizan las características de los materiales afectados por el trazado en relación con las excavaciones previstas en el mismo, indicando las principales características de los mismos. Las principales características de los materiales se han establecido a partir de los ensayos de laboratorio realizados en las calicatas y sondeos ejecutadas en el tramo objeto de estudio y que permiten establecer las características de los mismos en lo referente a su reutilización. A parte se ha tomado referencia de los diferentes proyectos recopilados.

Para la clasificación de los materiales se ha considerado tanto el pliego del PG-3/04.

5.3.1.- RELLENOS ANTRÓPICOS (R_A Y R_{AC})

Se corresponden con los materiales relacionados con una actividad antrópica determinada, pudiéndose dividir en:

- ✓ *Rellenos antrópicos sin compactar (R_A)**, formados principalmente por tierras, de tipo arenas heteroméstricas de color marrón claro, con matriz limo-arcillosa sin compactar, además de vertidos de materiales de construcción, maderas, plásticos, etc.***

- ✓ *Rellenos antrópicos compactados (R_C)*, ***que forman parte de rellenos controlados y que han sido puestos en obra en unas determinadas condiciones de compactación, siendo su naturaleza principalmente granular.***

En cuanto a la reutilización hay que distinguir claramente entre los rellenos vertidos sin compactar y los rellenos controladamente compactadas.

Los primeros, debido a su heterogeneidad, se clasifica como suelos inadecuados y, por lo tanto, no son aptos para la construcción de terraplenes y deben enviarse a vertedero.

Los segundos se clasificarán como suelos tolerables/ adecuados y se consideran aptos para la construcción de rellenos; ya que así lo determinan sus exigencias de puesta en obra con las que se ejecutarían en su momento. Se podrán reutilizar para la construcción núcleo y coronación de terraplenes. En el último caso, se recomienda la realización de los ensayos correspondientes de laboratorio en fase de obra para garantizar la correcta calidad de estos materiales.

5.3.2.- DEPÓSITOS ALUVIALES (Q_{AL}, Q_{LL})

Están relacionados con los materiales depositados por la dinámica fluvial de los ríos Jarama y Henares, presentando una gran heterogeneidad en su granulometría.

Se clasifican en un 90 % como suelos marginales, ya que presentan elevados valores de límites líquidos y de expansividad. Estos materiales deben enviarse a ***vertedero.***

5.3.3.- DEPÓSITOS DE TERRAZA ($Q_{T\text{-}J1}$, $Q_{T\text{-}J2}$ Y $Q_{T\text{-}H1}$)

Están relacionados con los materiales depositados durante el encajamiento de los ríos Jarama y Henares. Se componen de gravas y bolos heterométricos y poligénicos, aunque principalmente cuarcíticos, en una matriz de arenas finas, limos y arcillas.

Los materiales procedentes de las excavaciones en las terrazas se clasifican en un 80% como suelos tolerables y en un 20 % como adecuados Por tanto, son aptos para su reutilización en la construcción de terraplenes, incluso del tipo todo-uno, dado su carácter principalmente granular, con fracciones muy gruesas. En concreto, se podrían emplear en la construcción de núcleo de terraplenes, aunque en ocasiones puede ser necesario un cribado previo de la fracción > 100 mm. El espesor de las tongadas debe ser superior a tres medios de tamaño máximo del material a utilizar.

5.3.4.- COLUVIONES Y DEPÓSITOS DE PIE DE TALUD (Q_C)

Están formados por gravas y cantos poligénicos, arenas arcillosas y fangos.

Estos materiales se clasifican como tolerables.

5.3.5.- CONOS DE DEYECCIÓN (Q_{CD})

Están formados por gravas y cantos poligénicos, arenas arcillosas y fangos.

Tienen características similares a los materiales de las terrazas y son aptos para su empleo en la construcción de núcleo de terraplenes.

5.3.6.- ARENA DE MIGA (T_{AM})

Las Arenas de Miga son composicionalmente arenas cuarzo-feldespáticas de tamaño de grano medio-grueso, con presencia de cantos aislados y niveles lentejonares de cantos redondeados de granito, gneis y cuarcita y puntualmente niveles centimétricos con mayor porcentaje en finos de naturaleza arcillosa a limo-arenosa.

Según el PG-3/04, las Arenas de Miga se clasifican en un 62 % como Suelos Tolerables, un 25 % como Adecuados y un 13 % como Seleccionados. En todo caso son aptos para su empleo en la construcción de núcleos de terraplenes.

5.3.7.- ARENAS TOSQUIZAS (T_{AT})

Se trata de suelos de transición correspondientes a cambios laterales o verticales en la sedimentación en una fase en que aumentaron los aportes de finos respecto a los de las arenas de miga. Las arenas tosquizas son arenas arcósicas cuyo porcentaje de finos (pasante #200 ASTM) Escario (1.985) se encuentra entre un 25-40.

Los materiales de esta unidad se clasifican en un 100% como suelos tolerables y son aptos para su empleo en la construcción de núcleo de terraplenes.

5.3.8.- TOSCO ARENOSO (T_{TA})

Se trata de suelos de transición correspondientes a cambios laterales o verticales en la sedimentación en una fase en que aumentaron los aportes de finos respecto a los de las arenas de miga. Las toscos arenosos son arenas arcósicas cuyo porcentaje de finos (pasante #200 ASTM) Escario (1.985) se encuentra entre un 40-60 %. Sus propiedades son intermedias entre las de arenas de miga y las del tosco.

Se clasifican como tolerables y son aptos para la construcción de rellenos.

5.3.9.- TOSCO (T_T)

Bajo la terminología de toscos se agrupa a un conjunto de materiales formado por sedimentos de color ocre o marrón con predominio arcilloso, siendo frecuente la aparición de arcosas, sepiolita y silex. Aparecen en profundidades de 2-8 metros debajo de la unidad Arenas Tosquizas (T_{AT}).

A falta de ensayos de laboratorio específicos podrían dar lugar a rellenos tipo terraplén.

5.3.10.- PEÑUELAS (T_P)

Los materiales de esta unidad están formados por un conjunto litológico de lutitas y arcillas en parte litificadas por sobreconsolidación, de coloraciones gris verdosas, en tramos marrones. Son frecuentes las intercalaciones carbonatadas blanquecinas y de niveles de nódulos de sílex. También aparecen lentejones o capas de arenas de tonalidades verdosas y con fuerte presencia de micas.

Según el PG-3/04 mod. (O.C. 326/00), los materiales de esta unidad se clasifican en un como suelos inadecuados en los niveles donde aparecen importantes concentraciones de sepiolitas y marginales en el resto.

En un principio, estos materiales deben enviarse a vertedero, pero dado que en el presente proyecto los suelos de esta unidad tienen representación importante respecto a materiales procedentes de las excavaciones, se propone la estabilización in situ con cal, para conseguir una mejoría de calidad de estos materiales para su empleo en la construcción de explanadas. En el ***apéndice 7*** del anejo 1.2.2 del proyecto de clave 49-M-28280 (adjunto como documentación digital en este proyecto) se incluye “Estudio especial de tratamiento de estabilización con cal”.

En el caso de aceptarse la solución de estabilización, se recomienda un seguimiento exhaustivo con los correspondientes ensayos de laboratorio en fase de obra.

5.3.11.- ARCILLAS LIMOSAS (T_{AA})

Alternan niveles de arcillas más o menos limolíticas marrones con niveles laminados de limos y arenas muy finas micáceas grises.

Se clasifican como Marginales, al igual que la unidad anterior estos materiales deben enviarse a vertedero, pero se pueden reutilizar mediante tratamiento de estabilización in situ con cal.

5.3.12.- ARCILLAS YESÍFERAS Y YESOS ARCILLOSOS (T_{AY})

Está constituido por arcillas yesíferas de coloración gris oscuro a negro y yesos fibrosos blancos.

La totalidad de estos materiales, por su elevado contenido en yesos, debe enviarse a vertedero.

5.4.- Préstamos: Propuestas de Utilización

5.4.1.- PRESCRIPCIONES EXIGIDAS A LOS MATERIALES

Se han tenido en cuenta las prescripciones para terraplenes según el Pliego General de Carreteras PG-3. Adicionalmente y a modo de comparación se incluyen también el Pliego de RENFE PRV 2.1.0.0. y el Pliego Tipo que usa el Administrador de Infraestructuras Ferroviarias para la elaboración de Proyectos de líneas de alta velocidad. Entre las prescripciones exigidas a los materiales que componen las distintas capas de los rellenos existe una gran similitud.

NORMA P.R.V. 2.1.0.0.		PG-3 (4ª Edición)		PLIEGO A.D.I.F.	
Cimiento	Zona situada bajo la superficie natural del terreno	**Cimiento**	Parte inferior del terraplén en contacto con la superficie de apoyo. Su espesor será como mínimo de 1 m.	**Cimiento**	Parte inferior del terraplén en contacto con la superficie de apoyo.
Núcleo	Zona comprendida entre cimiento y coronación	**Núcleo**	Zona comprendida entre cimiento y coronación	**Núcleo**	Zona comprendida entre cimiento y coronación

NORMA P.R.V. 2.1.0.0.		PG-3 (4ª Edición)		PLIEGO A.D.I.F.	
Coronación	Parte superior del terraplén constituida con un espesor mínimo de 1 m. Se denomina también capa de forma.	**Coronación**	Parte superior del terraplén sobre la que se apoya el firme, con espesor mínimo de dos tongadas y siempre mayor de 50 cm	**Coronación**	Parte superior del terraplén
		Espaldones	Parte exterior del terraplén que ocasionalmente formará parte de los taludes del mismo.	**Espaldones**	Parte exterior del terraplén que ocasionalmente formará parte de los taludes del mismo.
				Capa de forma	Zona superior de la plataforma de espesor variable.

Tabla resumen de las prescripciones para la composición de los rellenos

5.4.2.- PROPUESTAS DE UTILIZACIÓN

✓ *Núcleo de rellenos*

Pueden emplearse los materiales procedentes de las excavaciones previstas a lo largo del trazado clasificados, en general, al menos como suelos tolerables. Para este caso enconcreto, corresponden a materiales de las unidades Rellenos Compactados *(R_C)*, Terrazas *(Q_T)*, Conos de Deyección *(Q_{CD})*, Arenas de Migas *(T_{AM})*, Arenas Tosquizas *(T_{AT})* y Tosco arenoso *(T_{TA})*. En el caso de los materiales de Terrazas (Q_T) y Conos de deyección (Q_{CD}) puede ser necesario un cribado previo de la fracción superior a 100 mm para cumplir las exigencias para materiales tipo terraplén.

Por otra parte, las graveras G-8, G-7 y G-3 que se encuentran cerca de la traza, podrían aportar materiales tolerables para la construcción de los rellenos,

También cabe la posibilidad de estudiar abrir préstamos cercanos a la traza de los materiales de depósitos de terrazas del río Henares entre los PP.KK. 21+000 y 24+900. Habría que controlar la calidad de estos materiales mediante los ensayos de laboratorio correspondientes. Por otra parte es necesario realizar un estudio de impacto medioambiental.

✓ *Cimiento de rellenos en zonas potencialmente inundables*

Para la construcción de la base de rellenos con material granular, en zonas potencialmente encharcables o inundables, puede emplearse material de las unidades Terrazas (Q_T) y Conos de Deyección (Q_{CD}) previo cribado de la fracción gruesa.

Así mismo, pueden emplearse materiales procedentes de las canteras de caliza (“La Chanta” y “Orusco”) y de las graveras inventariado con la excepción de la gravera “Maina S.A:”

- <u>Explanada.</u>

Según las características del trazado proyectado, la explanada bajo las capas de firme debe reunir, principalmente, las condiciones de la categoría E-3 y E-2.

Los materiales empleados para explanada deben clasificarse de adecuado o seleccionado, De los materiales de la traza, los de las unidades Arenas de Miga *(T_{AM})* y Terrazas *(Q_T)* cumplen este requisito en un 26% y un 17 %, respectivamente. Dada la heterogeneidad de ambos materiales, pude resultar impracticable la selección de estos suelos aptos para explanada durante la ejecución de la obra.

En el caso de que exista un déficit de materiales para la construcción de explanada, se puede considerar reutilizar los materiales de la unidad Peñuelas *(T_P)* para construcción de explanadas, siendo entonces necesario la estabilización in situ con cal de dichos materiales para conseguir suelos S-EST1 o S-EST2, siguiendo las normas del PG-3/04 Art.512. No obstante, para el caso de aceptar esta selección se recomienda realizar los correspondientes ensayos al inicio de la obra.

Se ha estudiado la posibilidad de usar materiales extraídos de prestamos cercano a la traza para extraer materiales de tipo terraplén seleccionado para la construcción de rellenos. Dado el carácter urbano de las inmediaciones de la traza desde el inicio de la traza hasta aproximadamente el P.K. 20+000, se considera inviable la extracción de materiales cercano a la traza en este tramo.

Por otra parte, desde el P.K. 20+000 hasta final del trazado, que transcurre por terrazas del río Henares, se encuentra con problemas de infraestructuras como la Base Aérea de Torrejón y enlaces de carreteras existentes. Desde el punto de vista medioambiental, cabe destacar la existencia de cepas protegidas al norte de la terraza y las limitaciones determinadas por la ley 2/2002, de 19 de junio, de Evaluación Ambiental de la Comunidad de Madrid.

Por último, no se puede garantizar que los materiales de las terrazas cumplen las exigencias de suelos seccionados, como ya se ha demostrado en los ensayos de estos materiales realizados a lo largo del trazado, sin la realización de tratamientos costosos.

Se recomienda emplear para la construcción de explanadas tipo E-3 y E-2, materiales de canteras y graveras o materiales de la traza estabilizados in situ.

En concreto y por su relativa proximidad a la traza, se recomienda obtener los materiales de las canteras C-3 y las graveras G-1, G-2, G-3, G-6 y G-9.

- ✓ *Áridos*

Los materiales que se excavarán en los desmontes proyectados, no se consideran aptos para su empleo como áridos para las capas asfálticas de base e intermedia, así como tampoco como áridos para la fabricación de hormigones. No obstante, en las proximidades del trazado proyectado, existen canteras susceptibles de explotación para la obtención de áridos de machaqueo para las diferentes capas de firme, fabricación de hormigón y para zahorra artificial.

– <u>Zahorra artificial, áridos para capas asfálticas de base e intermedia y áridos para hormigones</u>

Mediante el estudio realizado, se han seleccionado una serie de canteras y graveras como fuente de suministro de los materiales arriba indicados.

* Como zahorra artificial, capas de base e intermedia y áridos para hormigones, son adecuadas las siguientes explotaciones: **C-1.-** "Cantera de Consvial", **C-2.-** "Cantera de la Pola", **C-3.-** "Cantera de la Chanta" y las graveras **G-1.-** " El Porcal", **G-2.-** "Soto de Pajares", **G-3.-** Planta de "Velilla", **G-6.-** "Gravera de Arganda", **G-7.-** "Gravera el Soto", **G-8.-** "Gravera Fuenpeña" y **G-9.-** "Gravera Román".

Por la relativa proximidad a la traza, y por hallarse activas en la actualidad, las canteras **C-3** y las graveras **G-7, G-8, G-1, G-2, G-3, G-6** y **G-9** son las más recomendables.

– <u>Aridos para la capa de rodadura</u>

Para la obtención de estos materiales se sugieren la cantera **C-7** "CYCASA CANTERAS Y CONSTRUCCIONES S.A.".

5.5.- Instalaciones de Suministro

5.5.1.- INTRODUCCIÓN

El estudio documentado sobre instalaciones de suministro, que podrán ser utilizadas por la obra incluye:

- Fábricas de cemento.
- Plantas de hormigón.
- Fábricas de Productos y Mezclas Asfálticas.

Fruto de este trabajo de documentación, ha sido la descripción de 4 plantas de cementos, 6 fábricas de productos y mezclas asfálticas y de 8 plantas de hormigón, situadas en su mayoría, en las proximidades de la obra a realizar.

Se incluye a continuación una tabla-resumen de las instalaciones estudiadas, en donde se especifica su denominación, situación en el entorno de la obra, naturaleza del material que producen y la aptitud.

RELACION DE INSTALACIONES ESTUDIADAS			
NOMBRE	**SITUACION**	**MATERIAL**	**APTITUD**
CEMENTOS PORTLAND, S.A.	Morata de Tajuña (Madrid)	Árido calizo: canteras próximas (Cantera Hoyo de la Minga). Arcilla: procede de canteras próximas. Pirita (o limolita) y arena: se almacenan en silos	Fábrica de cemento
ASLAND, S.A.	Villaluenga de la Sagra (Toledo)	-	Fábrica de cemento
CEMENTOS HISPANIA, S.A.	Yeles (Toledo)	-	Fábrica de cemento
CEMEX ESPAÑA S.A.	Castillejo / Añover (Toledo)	-	Fábrica de cemento
ASFALFASA	Arganda del Rey (Madrid)	Árido calizo: canteras Campo Real. Árido silíceo: TRAMSA (Gravera Valdocarros. Arganda). Betún: Repsol (Puertollano. Ciudad Real).	Planta de productos y mezclas asfálticas
PACSA	Arganda del Rey (Madrid)	Árido calizo: INCASA (Arganda del Rey). Árido silíceo: HAT (Arganda del Rey). Betún: Repsol (Puertollano. Ciudad Real).	Planta de productos y mezclas asfálticas
PORTILLO-TRABIT	Arganda del Rey (Madrid)	Árido calizo: VADILLO BLANCO (Cantera El Cazorro. Arganda del Rey) y Calizas Campo Real. Árido silíceo: TRAMSA (Gravera Valdocarros. Arganda del Rey) y ARIPRESA (Velilla de San Antonio). Betún: Repsol (Puertollano. Ciudad Real).	Planta de productos y mezclas asfálticas
ELSAN	Arganda del Rey (Madrid)	Árido calizo: ARICEMEX (Campo Real) y DIAFER (Colmenar de Oreja). Pórfidos: Canteras en Toledo (Milonita Almonacid) y Ávila (Esquisto de Aldeavieja). Árido silíceo: ARIPRESA (El Porcal) y TRAMSA (Gravera Valdocarros. Arganda) Betún: BP (Refinería de Castellón)	Planta de productos y mezclas asfálticas
PANASFALTO	Vicálvaro (Madrid)	Árido calizo: INCASA (Arganda del Rey). Árido silíceo: STEETLEY (Arganda del Rey). Betún: BP (Refinería de Castellón).	Planta de productos y mezclas asfálticas
FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS	Vicálvaro (Madrid)	Árido calizo: INCASA (Arganda del Rey) y ARICEMEX (Campo Real). Árido silíceo: gravilla (INCASA: Arganda del Rey) y arena (STEETLEY:Arganda del Rey). Betún: Repsol (Puertollano. Ciudad Real).	Planta de productos y mezclas asfálticas
READYMIX ASLAND, S.A.	San Martín de la Vega (Madrid)	Árido calizo: canteras propias de caliza de Arganda. Árido silíceo: gravera Soto Pajares (Arganda). Cemento: ASLAND. Aditivos: plastificantes, anticongelantes.	Planta de hormigón
READYMIX ASLAND, S.A.	San Fernando de Henares (Madrid)	Árido calizo: canteras propias de caliza de Arganda. Árido silíceo: gravera Soto Pajares (Arganda). Cemento: ASLAND. Aditivos: plastificantes, anticongelantes (a petición del cliente).	Planta de hormigón
READYMIX ASLAND, S.A.	Torrejón de Ardoz (Madrid)	Árido silíceo: graveras de la zona de Arganda y Mejorada del Campo. Cemento: PORTLAND (Morata de Tajuña). Aditivos: plastificantes, anticongelantes (a petición del cliente).	Planta de hormigón
STEETLEY IBERICA, S.A.	Alcalá de Henares (Madrid)	Árido silíceo: graveras de la zona de Arganda y Mejorada del Campo. Cemento: PORTLAND (Morata de Tajuña). Aditivos: GRACE	Planta de hormigón
STEETLEY IBERICA, S.A.	Fuente el Saz (Madrid)	Árido calizo: canteras de caliza de Arganda. Árido silíceo: graveras de la zona de Arganda. Cemento: PORTLAND.	Planta de hormigón
STEETLEY IBERICA, S.A.	Madrid	Árido calizo: canteras de caliza de Arganda. Árido silíceo: graveras de la zona de Arganda. Cemento: PORTLAND.	Planta de hormigón
STEETLEY IBERICA, S.A.	Rivas Vaciamadrid (Madrid)	Árido calizo: canteras de la zona de Arganda. Árido silíceo: graveras de la zona de Arganda y Mejorada del Campo. Cemento: PORTLAND (Morata de Tajuña).	Planta de hormigón
STEETLEY IBERICA, S.A.	Velilla de San Antonio (Madrid)	Árido silíceo: graveras de la zona de Arganda. Cemento: PORTLAND.	Planta de hormigón

Tabla-resumen de las instalaciones de suministro estudiadas.

5.5.2.- FÁBRICAS DE CEMENTO

Se han inventariado un total de cuatro fábricas de cemento. A continuación se incluye una pequeña relación sobre ellas.

- ✓ CEMENTOS PORTLAND VALDERRIVAS, S.A.: ***situado en el paraje "El Alto", Ctra. de Chinchón Km 9 – 28530 Morata de Tajuña (Madrid). Con una capacidad de producción de 2.300.000 Tm de clinker.***

- ✓ LAFARGE ASLAND, S.A.: ***situado en la C/Cerro del Águila, s/n. 45520. Villaluenga de la Sagra. Toledo. Con una capacidad de producción de 1.850.000 Tm de clinker.***

- ✓ HOLCIM ESPAÑA S.A.: ***situada en la Ctra. Serranillo s/n – 45220 Yeles (Toledo). Teléfono: 925510003. Fax: 9125545204. Con una capacidad de producción de 600.000 Tm de clinker.***

- ✓ CEMEX ESPAÑA S.A.: ***situada en la Ctra. N-400 Km 24 – 28311 Castillejo/Añover (Toledo). Teléfono: 902236393. Fax: 914066820.***

5.5.3.- FÁBRICAS DE PRODUCTOS Y MEZCLAS ASFÁLTICAS

Las fábricas de productos y mezclas asfálticas inventariadas han sido seis, todas ellas situadas en la zona S y SE de Madrid. Se adjunta una pequeña descripción de cada una de estas plantas.

- ✓ ASFALFASA: ***situados en la Ctra. Puente de Arganda a Chinchón, Arganda del Rey, Madrid. Con una capacidad de producción de 250 t/h.***
- ✓ PACSA: ***situados en la Ctra. Puente de Arganda a Chinchón, Arganda del Rey, Madrid. Con una capacidad de producción de 200 t/h.***
- ✓ PORTILLO-TRABIT: ***situados en la Ctra. Arganda-Velilla de San Antonio, Arganda del Rey, Madrid. Con una capacidad de producción de 500 t/h.***
- ✓ ELSAN: ***situados en la Ctra. Arganda-Velilla de San Antonio, km 1+800, Arganda del Rey, Madrid. Con una capacidad de producción de 350 t/h.***
- ✓ PANASFALTO: ***situados en la C/Mir, s/n, Vicálvaro, Madrid. Con una capacidad de producción de 300 t/h.***
- ✓ FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS: ***situados en la C/Mir, s/n, Vicálvaro, Madrid. Con una capacidad de producción de 250 t/h.***

5.5.4.- PLANTAS DE HORMIGÓN

Las plantas de hormigón estudiadas han sido ocho en total. Seguidamente se describe brevemente cada una de estas instalaciones.

- ✓ READYMIX ASLAND, S.A***.: situados en la Ctra. Arganda – Chinchón Km 4,200 – 28330 San Martín de la Vega (Madrid).***
- ✓ READYMIX ASLAND, S.A.: ***situados en el Polígono Las Castellanas, Parcela 76 – 28830 San Fernando de Henares (Madrid).***
- ✓ READYMIX ASLAND, S.A.: ***situados en la Ctra. Torrejón – Loeches Km 2,500 – 28850 Torrejón de Ardoz (Madrid).***
- ✓ STEETLEY IBERICA, S.A.: ***situados en la Ctra. de Daganzo Km 1,5 – 28815 Alcalá de Henares (Madrid). Teléfono: 918818367.***
- ✓ STEETLEY IBERICA, S.A.: ***situados en la Ctra. Paracuellos a Fuente el Saz Km 1 – 28140 Fuente el Saz (Madrid). Teléfono: 916200237.***
- ✓ STEETLEY IBERICA, S.A.: ***situados en la Avda. de Manoteras nº16 – 28050 Madrid. Teléfono: 917662427.***
- ✓ STEETLEY IBERICA, S.A.: ***situados en la Ctra. San Fernando – Mejorada del Campo – 28529 Rivas Vaciamadrid (Madrid). Teléfono: 916791721.***
- ✓ STEETLEY IBERICA, S.A.: ***situados en el Polígono Industrial Miraelrrío C/Ebanistas nº12, Velilla de San Antonio (Madrid). Teléfono: 916609066.***

6.- Estudio de vertederos. Introducción

En el estudio se ha estimado la posibilidad de presencia de tierras no aptas para los rellenos y que deberán ser transportadas a vertedero.

La localización de estas áreas de vertido, se ha llevado a cabo teniendo en cuenta una serie de criterios encaminados a asegurar su estabilidad y un impacto mínimo en el medio, así como su cercanía a las zonas de excavación.

Desde el punto de vista geológico se consideran varios aspectos, entre los cuales cabe destacar el tipo de material que va a servir de apoyo y las características geomorfológicas del entorno. Analizadas conjuntamente, permiten definir zonas estables y sin riesgos.

Con respecto al medio ambiente, se han tenido en cuenta fundamentalmente tres criterios:

- Evitar daños en zonas arbóreas, cultivadas y de pastizales
- Evitar zonas de fuerte impacto visual
- Evitar asimismo zonas de interés cultural.

En consecuencia, se han elegido zonas ya degradadas por la actividad humana (canteras, graveras, escombreras, desguaces), o zonas de escasa accesibilidad visual o fácilmente restaurables mediante técnicas de revegetación.

La morfología recomendada para los vertederos, desde un punto de vista geotécnico y constructivo es ondulada, suave y alomada, evitando en lo posible aristas, vértices y ángulos. Se debe, por tanto, integrar cada vertedero en la morfología del terreno circundante. Sería conveniente depositar primero los materiales más gruesos -en el fondo del vertedero- y a continuación los más finos. Se aconseja también construir cunetas de recogida de agua en coronación así como al pie de los taludes, para evitar su deterioro, por erosión hídrica potencial y consiguiente degradación.

En el emplazamiento de vertederos se han tenido muy en cuenta los factores topográficos e hidrogeológicos, puesto que por un lado las pendientes fuertes pueden afectar a la estabilidad del vertedero, así como se han seleccionado emplazamientos con el fin de eliminar potenciales riesgos de contaminación de acuíferos.

Se ha elaborado el ***Plano 9***, *"Plano de Localización de Vertederos (E: 1/50.000)".*

Se propone con aplicación a este proyecto los siguientes vertederos de explotaciones –canteras y graveras- abandonadas o activas:

- Canteras de Sepiolita. Vicálvaro.
- Explotación "Áridos Bravo Hormigones": Paracuellos del Jarama
- Explotación "Aritosa", en Fuente el Saz del Jarama

7.- Trabajos de campo

Se procede en el siguiente apartado, a la caracterización geotécnica general de los materiales en los terrenos en que se tiene proyectado ejecutar una serie de viales y estructuras en el entorno de la autovía A-2, en el tramo comprendido entre el Municipio de Madrid y el de Torrejón de Ardoz, constituyendo así el presente anejo el Estudio de la Geotecnia del Corredor, como extracto del estudio realizado en el proyecto "Acceso a Madrid. Plataformas Reservadas para el Transporte Público y Actuaciones Complementarias. Autovía del Noreste, A-2, P.K. 5,3 al 24,5. Tramo: Arturo Soria – Alcalá de Henares".

Los objetivos perseguidos han sido:

- ✓ Establecer las características geológicas y geotécnicas generales del trazado, incluyendo la caracterización geológica-geotécnica de los terrenos en donde se va a cimentar cada una de las estructuras proyectadas, con objeto de usarla como referencia base para los diseños de cimentación e implantación.
- ✓ Delimitar y caracterizar las unidades geológico-geotécnicas aflorantes a lo largo de la traza.
- ✓ Establecer las características de los suelos: naturaleza y litología, espesor y características geotécnicas.
- ✓ Indicar las zonas inestables: espesor, naturaleza y condiciones de estabilidad.
- ✓ Determinar las condiciones hidrológicas: cursos de agua, manantiales, pozos, etc.
- ✓ Caracterizar la calidad de los materiales de la obra y del entorno próximo, para su utilización como préstamo.
- ✓ Redactar el informe final correspondiente.

Para la definición de los parámetros geológicos, se ha procedido a un reconocimiento estratigráfico detallado de campo, en donde se han determinado las diferentes unidades geológico-geotécnicas existentes en la zona de estudio.

En el reconocimiento geológico de campo, se han tomado datos sobre las características texturales y estructurales de las diferentes unidades geológicas reconocidas. Todo esto queda descrito los apartados anteriores.

Tras el reconocimiento de campo, se ha procedido a la realización de una campaña de investigaciones de campo, consistente en la ejecución de 46 sondeos geotécnicos mecánicos y 12 penetrómetros dinámicos, que han permitido determinar las características geotécnicas básicas de los materiales existentes en la zona y más concretamente de la zona de apoyo de las estructuras proyectadas, apoyados en la correspondiente campaña de ensayos de laboratorio sobre las muestras tomadas. También se han empleado las investigaciones realizadas en Fase 3 de este proyecto (26 sondeos geotécnicos mecánicos, 19 calicatas geomecánicas y 28 penetrómetros dinámicos), por otro lado, se han empleado las diversas prospecciones geológico-geotécnicas recopiladas y que fueron realizadas en trabajos similares próximos a la zona de estudio, en concreto 102 sondeos geotécnicos mecánicos, 72 calicatas de reconocimiento geotécnico y 118 penetrómetros dinámicos.

En la fase de trabajo en gabinete, en la cual se redactó el informe, se ha estructurado dicha memoria en los siguientes apartados:

- Estudios Realizados - Metodología de Trabajo.
  - Información Previa.
  - Petición de permisos y comprobación de posibles afecciones a servicios.
  - Trabajos de Campo.
  - Ensayos de Laboratorio.
  - Trabajos de Gabinete.

- Geotecnia del Corredor.
  - Consideraciones Preliminares.
  - Descripción y Caracterización de las Unidades Geológico-Geotécnicas Diferenciadas.
  - Características Hidrogeológicas.
  - Descripción Geológico-Geotécnica del Trazado.
  - Análisis Geotécnico de Desmontes.

    Métodos de Excavación.

    Análisis de Estabilidad.

    Clasificación y Espesores de los Materiales Procedentes de Desmontes.
  - Análisis Geotécnico de Rellenos.

    Caracterización del Cimiento y de la Superficie de Asiento de cada Relleno.

    Formación del Relleno.

    Análisis de Estabilidad.

    Análisis de Asientos.
  - Análisis Geotécnico de Explanadas.

En la realización de dicha memoria se han desarrollado los siguientes trabajos:

- Análisis de la documentación existente.
- Definición de las unidades geológico-geotécnicas, determinadas a partir de la información obtenida en la inspección directa de campo, apoyada en la supervisión y el reconocimiento de los testigos procedentes de sondeos, en el perfil estratigráfico descrito en la apertura de calicatas, así como en la interpretación de los resultados de los ensayos de penetración y finalmente, el tratamiento de los resultados de los ensayos de laboratorio.
- Estabilidad de los taludes en desmontes y rellenos, la cual se establece en base a las investigaciones de campo, ensayos de laboratorio.
- Estimación de la excavabilidad, establecida de acuerdo con los resultados obtenidos en las campañas de calicatas geotécnicas, sondeos y perfiles sísmicos de refracción.
- Determinación de la categoría geotécnica del material procedente de la excavación y en superficies de apoyo de terraplenes, establecida tanto a partir de la clasificación del PG-3/04 (4ª Edición, actualizada a 6 de Abril de 2004) y a partir de los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio realizados sobre muestras obtenidas en las calicatas geotécnicas.
- Clasificación de la explanada en el fondo de excavación de desmontes.
- Planteamiento de soluciones frente a una serie de problemas que pueden aparecer durante la ejecución de la obra.

Así mismo las conclusiones de dicha memoria han sido plasmadas en los siguientes planos:

- A escala de detalle, se ha realizado un plano geológico-geotécnico de localización de las investigaciones de campo, en donde aparecen reflejadas las situaciones de los trabajos llevados a cabo (Plano 5: “Planta Geológica-Geotécnica y Localización de las Investigaciones. (E: 1/2.000)”;

- Perfiles longitudinales, como se puede observar en el Plano 6: "Perfil Geológico-Geotécnico Longitudinal (E.H.: 1/1.000; E.V.:1/200 en DIN A-1).

7.1.- Trabajos realizados

Con el fin de determinar las características geológicas y geotécnicas, tanto de los materiales más superficiales como del substrato sedimentario, en esta fase de proyecto, se ha procedido a la realización de una serie de investigaciones de campo, las cuales han consistido en la realización de 46 sondeos geotécnicos mecánicos y 12 penetrómetros las cuales se resumen en la siguiente tabla.

TIPO DE INVESTIGACIÓN	NÚMERO EJECUTADO	NÚMERO PREVISTO	OBJETIVOS
Sondeos Mecánicos	46	91	Cimentación de Estructuras Taludes de Excavación Espesores de Rellenos Caracterización geotécnica
Penetrómetros Dinámicos	12	17	Cimentación de Estructuras Taludes de Excavación Espesores de Suelos Blandos

Tabla. 4.- Cuadro resumen de las investigaciones realizadas en Fase 4 de proyecto.

En algunos sectores del trazado, en unos casos por dificultad de acceso o afecciones a servicios (CYII, DGT, TELEFONICA…) al punto de investigación y en otros por la negativa de permiso por parte de los propietarios de los terrenos, no ha sido posible la realización de los reconocimientos. También se sustituyeron un número de investigaciones por otras recopiladas. Su consecuencia principal, ha sido que al tratarse de puntos de gran interés, no es posible definir con exactitud el perfil del terreno, siendo necesario recurrir a los datos alejados obtenidos o bien de los proyectos previos, generándose un cierto grado de incertidumbre. Por estos motivos se realiza una propuesta de campaña complementaria para que se ejecuten al inicio de las obras y complemente la información aportada en esta fase de Proyecto.

En los próximos capítulos del anejo se adjuntan tablas-resumen con las investigaciones tanto realizadas como recopiladas, así como la propuesta de campaña complementaria. Además se complementa con el plano de localización de la investigación que se ha utilizado para el desarrollo de este Proyecto : ***Plano 5***: *"Planta Geológica-Geotécnica y Localización de las Investigaciones (E: 1/2.000)"*

Todos los trabajos de campo fueron supervisados por técnicos cualificados (concretamente geólogos-ingenieros geólogos), los cuales realizan la descripción detallada de las columnas de sondeos, con el correspondiente muestreo, así como la ejecución de ensayos en el interior de los sondeos, la apertura y descripción del perfil estratigráfico en las calicatas y la supervisión de la campaña de penetrómetros.

7.2.- Sondeos mecánicos a rotación

Los sondeos se realizan con dos tipos de máquinas: Camión-sonda (***Foto 2.1 y Foto 2.2.***). y Sonda sobre oruga (***Foto 2.3.***).

La utilización de sonda sobre oruga (modelo TP-50 de la empresa SCI) se ha centrado principalmente en la zona de policía del río Jarama, favoreciendo la utilización de los caminos ya existentes y el jalonamiento de la vegetación colindante al objeto de evitar su afección. También se ha utilizado en zonas donde la accesibilidad (topografía accidentada) era bastante dificultosa.

Como Camión-sonda se han utilizado dos modelos pertenecientes a dos empresas de sondeos diferentes: JERR 2100 (Sondeos del Sur) y CAMIÓN-SONDA TP-50 (SCI).



Foto 2.1.- Camión-sonda JERR 2100.



Foto 2.2.- Camión-sonda TP-50.



Foto2.3.- Sonda sobre oruga TP-50

Las perforaciones se han realizado con un un diámetro de 101 y 76 mm, con cabeza de widia y batería simple (puntualmente se ha utilizado corona de diamante y batería doble), alcanzando profundidades comprendidas entre 15,00 m y 27,00m, lo cual ha permitido reconocer los terrenos en profundidad.

Los diferentes factores que se han controlado para la correcta realización de los sondeos en materiales tipo suelo han sido:

- ✓ En todos los sondeos realizados, una vez llegado al substrato Terciario, se ha optado por perforar en seco o con un aporte mínimo de agua cuyo fin se centraba en refrigerar la cabeza de perforación, para obtener así las mayores recuperaciones de material, obteniéndose finalmente en todos los sondeos recuperaciones generalmente del 100 %.

- ✓ Durante la ejecución de los sondeos se tuvo que revestir con tubería metálica de revestimiento recuperable en numerosas ocasiones, debido a la naturaleza granular de los materiales atravesados, con el fin de evitar caídas y desplomes de las paredes de la perforación.

- ✓ Dichos sondeos se realizaron con el sistema de perforación a rotación con circulación directa de fluidos y con recuperación continua de testigos, conservados en cajas de cartón parafinado para su posterior almacenamiento en laboratorio.

Con los testigos obtenidos se ha podido realizar una descripción detallada del terreno que permite correlacionar y extrapolar los datos de las prospecciones y poder realizar perfiles geológico-geotécnicos.

Respecto al replanteo de los puntos de sondeos frente a las posibles afecciones a los servicios existentes (gas, luz, teléfono, etc.), así como a viales, dentro de la zona objeto del proyecto, de momento en los sondeos realizados no se ha interferido ningún tipo de líneas eléctricas y/o servicios, tanto enterradas como en superficie.

No obstante, sí fue necesario a consecuencia del tráfico en la A-2 realizar varios sondeos en horario nocturno (SE-27, SE-84 y SE-85).

La ubicación de los sondeos fue realizada en campo obteniendo las coordenadas U.T.M. con la ayuda de un GPS modelo Garmin eTREX Vista (***Foto 2.4.***).



Foto 2.4.- GPS GARMIN eTrex Vista.

La relación de sondeos realizados y profundidades alcanzadas en los mismos queda reflejada en la ***Tabla 2.2.***.

Por otra parte en el ***Apéndice 1*** del Anejo 1.2.6 *Geotecnia del Corredor*, del proyecto de clave 49-M-12280 (adjunto como documentación digital en el presente proyecto), se encuentra recopilado el *"Partes de sondeos realizados en Fase 4"*, con la descripción geológica detallada de cada uno de ellos, así como las fotografías de las cajas de los sondeos y su emplazamiento.

La descripción de los suelos ha seguido las recomendaciones de la norma ASTM D-2488, con las siguientes indicaciones:

- ✓ La descripción granulométrica de los terrenos, incluirá el componente principal del suelo (bolos, grava, arena, limo, arcilla), añadiendo distribución de tamaños (grava, arena, finos), tamaño máximo, forma de los granos y partículas y finalmente la estimación de los porcentajes de los materiales secundarios.

- ✓ En los suelos granulares se incluirá la mineralogía y en los cohesivos la estimación de la plasticidad.

- ✓ Se especificará el color, contenido, humedad, compacidad y consistencia, estructura, cementación y clasificación USCS.

También se han tomado datos del nivel freático en cada sondeo por medio de la colocación de tubería piezométrica, así al finalizar el sondeo se midió el nivel del agua y posteriormente con una cierta periodicidad, mediante hidronivel modelo GEOTRON H-70-554 (***Foto 2.5.***). En el anejo 1.2.2. Geología y procedencia de materiales del proyecto de clave 49-M-12280, adjunto como documentación digital al presente proyecto, se incluyen las lecturas realizadas.



Foto 2.5.- Fotografía de detalle del hidronivel modelo NORDMEYER.

Los sondeos fueron realizados entre junio y agosto del año 2008.

REFERENCIA	PROFUNDIDAD ALCANZADA (m)	P.K. RESPECTO A LA A-2	MARGEN	COORDENADAS U.T.M. (m)		
				X	Y	Z
SE-1	20,00	10+550	Izquierda	450113,130	4478129,133	614,40
SE-3	24,00	15+380	Izquierda	454913,103	4477761,223	568,70
SE-5	25,00	15+470	Izquierda	455010,179	4477741,191	560,20
SE-6	25,00	15+460	Izquierda	449609,881	4478041,091	560,60
SE-8	18,20	10+550	Derecha	450106,400	4477965,685	613,00
SE-9	19,00	10+800	Izquierda	450369,662	4478201,575	610,68
SE-11	23,00	15+760	Derecha	455293,176	4477764,433	565,70
SE-13	22,85	15+850	Derecha	455383,775	4477801,258	565,80
SE-18	18,10	17+040	Izquierda	456469,510	4478316,660	575,60
SE-19	20,10	17+140	Izquierda	456551,550	4478367,930	582,50
SE-20	19,15	18+040	Derecha	457362,735	4478762,168	587,80
SE-21	20,40	18+120	Derecha	457403,403	4478823,166	588,20
SE-22	22,10	18+900	Derecha	458077,710	4479199,740	590,85
SE-23	17,00	18+940	Derecha	458108,176	4479215,468	591,15
SE-24	15,10	9+910	Derecha	449474,471	4478058,580	617,20
SE-25	21,00	12+700	Izquierda	452268,790	4478066,778	590,40
SE-27	19,05	15+080	Derecha	454623,744	4477704,068	573,35
SE-34	20,00	6+600	Derecha	446185,199	4477915,064	683,60
SE-35	20,00	7+180	Izquierda	446749,623	4478083,498	682,50
SE-37	20,00	7+745	Derecha	447319,431	4478024,167	670,30
SE-38	20,00	7+920	Derecha	447487,988	4478019,802	669,65
SE-39	20,00	8+240	Izquierda	447808,329	4478104,169	652,75
SE-45	18,00	10+360	Izquierda	449926,096	4478134,887	613,45
SE-46	18,00	10+480	Izquierda	450048,840	4478105,150	612,50
SE-49	16,00	14+320	Izquierda	453885,345	4477905,757	580,00
SE-50	16,50	14+440	Izquierda	453993,012	4477884,393	582,00

REFERENCIA	PROFUNDIDAD ALCANZADA (m)	P.K. RESPECTO A LA A-2	MARGEN	COORDENADAS U.T.M. (m)		
				X	Y	Z
SE-51	20,20	16+930	Izquierda	456359,910	4478277,600	564,10
SE-53	18,70	17+660	Izquierda	456994,307	4478596,688	584,69
SE-56	16,10	18+250	Izquierda	457454,662	4478967,419	587,80
SE-57	15,00	19+920	Izquierda	458977,217	4479685,191	591,40
SE-58	15,00	19+910	Derecha	459010,273	4479516,722	590,40
SE-59	18,30	17+360	Izquierda	456759,947	4478422,387	583,75
SE-60	24,00	15+540	Izquierda	455058,980	4477782,928	560,10
SE-61	26,00	15+570	Izquierda	455094,820	4477792,402	560,20
SE-62	24,00	15+495	Izquierda	455029,866	4477750,018	560,50
SE-63	26,00	15+590	Izquierda	455121,173	4477783,237	560,40
SE-64	27,00	15+620	Izquierda	455147,292	4477805,100	564,60
SE-65	20,20	20+330	Izquierda	459377,654	4479753,200	591,05
SE-66	20,00	22+820	Derecha	460851,366	4479841,337	589,70
SE-70	19,00	22+300	Izquierda	461329,505	4479930,584	590,00
SE-75	20,00	23+700	Derecha	462728,780	4479938,524	587,93
SE-76	20,30	23+640	Derecha	462671,437	4479935,208	587,76
SE-81	3,80	11+740	Izquierda	451280,334	4478086,135	600,50
SE-81B	18,00	11+740	Izquierda	451304,355	4478089,200	600,50
SE-84	18,50	15+240	Derecha	454775,920	4477685,985	569,00
SE-85	18,00	15+390	Derecha	454933,648	4477704,648	566,35

El resto de sondeos se realizaron en fases anteriores del proyecto, con dos máquinas: camión-sonda modelo MOBILE DRILL B53L (sobre camión SCANIA) y camión-sonda modelo JERR 2000 (sobre camión Mercedes Benz), que perforan con un diámetro de 101 y 76 mm, con cabeza de widia y batería simple, alcanzando profundidades comprendidas entre 14,70 m y 29,91 m, lo cual ha permitido reconocer los terrenos, mediante los sondeos ejecutados. (***Foto 2.6.***).



Foto2.6.- Camión-sonda JERR 2000.

Se realizaron 26 sondeos geotécnicos con diversas profundidades, distribuidos todos ellos a lo largo del corredor y en diferentes puntos de las estructuras.

Todos los sondeos fueron ejecutados entre abril y mayo de 2006.

REFERENCIA	PROFUNDIDAD ALCANZADA (m)	P.K. RESPECTO A LA A-2	COORDENADAS U.T.M. (m)		
			X	Y	Z
S-1	15,10	6+310	445.970,30	4.477.938,24	683,60
S-2	15,40	6+630	446.208,24	4.478.002,23	672,90
S-3	15,20	7+850	447.423,40	4.478.018,87	668,80
S-4	15,30	8+420	447.996,40	4.477.985,04	650,30
S-7	15,69	9+900	449.463,52	4.478.133,91	625,40

REFERENCIA	PROFUNDIDAD ALCANZADA (m)	P.K. RESPECTO A LA A-2	COORDENADAS U.T.M. (m)		
			X	Y	Z
S-9	15,40	10+280	449.846,70	4.478.139,08	615,10
S-10	15,18	10+460	450.022,47	4.478.041,84	611,90
S-11	15,10	10+520	450.082,72	4.478.047,58	613,30
S-13	15,00	10+775	450.344,65	4.478.103,98	609,80
S-15	15,14	10+810	450.372,72	4.478.102,36	608,90
S-16	14,70	11+050	450.611,22	4.478.100,83	606,90
S-19	17,50	14+290	453.853,13	4.477.941,88	580,70
S-22	14,90	15+330	454.866,56	4.477.725,24	571,80
S-23	14,98	15+290	454.831,84	4.477.646,39	569,40
S-24	29,91	15+405	454.970,86	4.477.641,01	566,80
S-30	29,32	15+595	455.151,43	4.477.706,76	563,50
S-32	5,20	17+140	456.565,33	4.478.323,54	581,40
S-35	7,50	17+430	456.841,48	4.478.405,25	583,90
S-38	15,60	19+550	458.626,66	4.479.535,16	593,10
S-39	15,60	19+650	458.724,16	4.479.556,90	593,00
S-41	15,50	20+480	459.520,25	4.479.792,34	589,80
S-42	15,90	21+780	460.809,63	4.479.843,57	590,00
S-42BIS	15,60	21+880	460.886,29	4.479.844,16	589,60
S-46	15,10	22+700	461.731,20	4.479.917,97	591,00
S-47	14,56	23+510	462.473,93	4.479.836,36	589,70
S-49	16,00	24+370	463.349,23	4.480.059,41	588,50

7.2.2.- INVESTIGACIONES DE PROYECTOS RECOPILADOS

Se han recopilado un total de 102 sondeos geomecánicos de diferentes profundidades y con diferente grado de detalle, distribuidos todos ellos a lo largo del corredor.

La relación de sondeos realizados y profundidades alcanzadas en los mismos queda reflejada en la ***Tabla 2.4.***.

Por otra parte en el ***Apéndice 3***.- *"Partes de sondeos recopilados",* del Anejo 1.2.6 Geotecnia del Corredor, del proyecto de clave 49-M-12280 (adjunto como documentación digital en el presente proyecto) se encuentran todos los Registros de Columnas de Sondeos Geotécnicos, con la descripción geológica de cada uno de ellos.

REFERENCIA	PROFUNDIDAD ALCANZADA (m)	FECHA	EMPRESA
(A) PROYECTODE CONSTRUCCIÓN CONEXIONES EXTERIORES DE TORREJÓN DE ARDOZ CON LA A-2 Y M-300			
S-1	15,25	21/01/2005	SETI, S.A.
S-2	15,10	19/01/2005	SETI, S.A.
S-3	15,10	21/01/2005	SETI, S.A.
S-4	15,00	21/01/2005	SETI, S.A.
S-5	15,00	19/01/2005	SETI, S.A.
S-6	15,00	19/01/2005	SETI, S.A.
S-1B	15,25	19/01/2005	SETI, S.A.
S-2B	15,50	19/01/2005	SETI, S.A.
S-3B	15,65	19/01/2005	SETI, S.A.
(B) PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN CN-11 DE MADRID A FRANCIA POR BARCELONA. TRAMO CONEXIÓN ENTRE LA C/ALCALÁ Y LA AVENIDA DE LOGROÑO Y VÍAS DE SERVICIO EN LA N-II, ENTRE LOS P.K. 5,3 Y 10,2.			
S-1	18,50	09/09/2002	GEOTEYCO
S-2	16,60	11/09/2002	GEOTEYCO
(C) PROYECTO CONCESIÓN R-4 M50 ACTUACIÓN C-2 M50 TRAMO N-IV N-II			
SF-18	16,19	31/10/2001	FERROVIAL-AGROMAN
SF-19	15,38	31/10/2001	FERROVIAL-AGROMAN
SC2-E266-2	12,00	31/10/2001	FERROVIAL-AGROMAN
SC2-E267-3	27,40	31/10/2001	FERROVIAL-AGROMAN
SC2-E271-1	36,13	31/10/2001	FERROVIAL-AGROMAN
SC2-E273-1	34,30	31/10/2001	FERROVIAL-AGROMAN
SC2-E274-1	32,53	31/10/2001	FERROVIAL-AGROMAN
SC2-E274-2	37,05	31/10/2001	FERROVIAL-AGROMAN

REFERENCIA	PROFUNDIDAD ALCANZADA (m)	FECHA	EMPRESA
SC2-E275D-1	30,00	31/10/2001	FERROVIAL-AGROMAN
SC2-E275D-2	38,27	31/10/2001	FERROVIAL-AGROMAN
SC2-E275I-1	31,45	31/10/2001	FERROVIAL-AGROMAN
SC2-E280-1	26,12	31/10/2001	FERROVIAL-AGROMAN
SC2-E281-1	24,20	31/10/2001	FERROVIAL-AGROMAN
(D) PROYECTO DE LICITACIÓN REMODELACIÓN DEL ENLACE DE LA CN-II Y LA M-40			
S-1	14,00	26/07/1993	GEOTEYCO
S-2	13,00	29/07/1993	GEOTEYCO
(E) INFORME SOBRE LA CIMENTACIÓN DEL VIADUCTO DE FERROCARRIL EN LA ALAMEDA DE OSUNA			
S-1BIS	22,50		CEDEX
S-2	22,50		CEDEX
S-3	22,50		CEDEX
S-4	22,50		CEDEX
S-5	25,00		CEDEX
S-6BIS	20,00		CEDEX
S-7	22,50		CEDEX
S-9	18,00		CEDEX
S-10	20,00		CEDEX
(F) ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO RONDA NORTE DE TORREJÓN			
S-1	8,00	07/04/2003	ICAES
(G) PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN CONEXIÓN AEROPUERTO- VARIANTE DE LA CARRETERA N-II Y VÍAS DE SERVICIO SUR BARAJAS			
S-0+138	18,75	23/11/1998	INECO
S-0+186	18,27	20/11/1998	INECO
S-0+292	16,03	20/11/1998	INECO
S-0+329	15,98	23/11/1998	INECO
S-0+500	14,43	16/11/1998	INECO
S-0+540	15,70	17/11/1998	INECO
S-0+700	14,70	18/11/1998	INECO
S-0+740	14,70	17/11/1998	INECO
S-0+956	12,10	19/11/1998	INECO
S 1+028	13,22	18/11/1998	INECO
(H) PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN PROLONGACIÓN Y MEJORAS DE ACCESO SUR AL AEROPUERTO DE MADRID-BARAJAS			
S-0+010	12,30	24/11/1998	INECO
S-0+074	16,25	27/11/1998	INECO
S-0+160	15,12	26/11/1998	INECO
S-0+194	15,00	24/11/1998	INECO
S 0+650	15,75	02/12/1998	INECO
S-0+736	15,70	01/12/1998	INECO
S-0+794	15,00	30/11/1998	INECO
S-0+870	16,15	01/12/1998	INECO
S-0+940	15,05	30/11/1998	INECO
S 1+037	15,25	02/12/1998	INECO
(I) PROYECTO DE AMPLIACIÓN DEL PUENTE DE SAN FERNANDO			
R-68	22,10	15/06/1970	CORVIAM
R-69	18,30	24/06/1970	CORVIAM
R-70	11,65	04/07/1970	CORVIAM
(J) PROYECTO DE LA MEJORA LOCAL PASO SUPERIOR DE SAN FERNANDO P.K. 15+200			
S-1	4,00		CORVIAM
S-2	10,80		CORVIAM
S-3	9,50		CORVIAM
(K) PROYECTO DE LICITACIÓN INFORMATIVO, CONSTRUCCIÓN Y MODIFICADO DE LA NUEVA CARRETERAM-45,M-50: NII-EJE O'DONELL			
S-1-(C)-1	11,21	21/05/1998	INTECSA-INARSA
S-1-(C)-2	18,27	22/05/1998	INTECSA-INARSA
S-1-(C)-3	11,10	08/05/1998	INTECSA-INARSA

REFERENCIA	PROFUNDIDAD ALCANZADA (m)	FECHA	EMPRESA
S-1-(C)-4	10,50	07/05/1998	INTECSA-INARSA
S-1-(C)-5	11,70	08/05/1998	INTECSA-INARSA
S-1-(C)-6	10,30	20/05/1998	INTECSA-INARSA
S-1-(C)-7	12,15	05/05/1998	INTECSA-INARSA
S-1-(C)-8	15,70	13/05/1998	INTECSA-INARSA
S-1-(C)-9	11,05	04/05/1998	INTECSA-INARSA
S-1-(C)-10	11,30	30/04/1998	INTECSA-INARSA
S-1-(C)-11	15,63	27/05/1998	INTECSA-INARSA
S-1-(C)-12	14,25	28/05/1998	INTECSA-INARSA
S-1-(C)-13	10,20	10/06/1998	INTECSA-INARSA
S-1-(C)-14	10,00	09/06/1998	INTECSA-INARSA
SE-(L)-15	7,00	04/02/2000	INTECSA-INARSA
SE-(L)-16	15,00	12/02/2000	INTECSA-INARSA
SE-(L)-17	15,00	14/02/2000	INTECSA-INARSA
SD-(L)-1	24,95	11/02/2000	INTECSA-INARSA
SPE-(M)-26	23,20	15/02/2001	INTECSA-INARSA
SPE-(M)-27	54,20	21/02/2001	INTECSA-INARSA
SPE-(M)-28	29,00	22/02/2001	INTECSA-INARSA
SPE-(M)-29	49,20	23/02/2001	INTECSA-INARSA
(L) INVESTIGACIONES GEOTÉCNICAS PARA EL PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA PASARELA SOBRE LA CARRETERA N-II , DEL ANILLO VERDE CICLISTA FASE 3 DE MADRID			
R1-E1	17,40	octubre-06	INTEMAC
P-P1	20,40	octubre-06	INTEMAC
P-P2	19,00	octubre-06	INTEMAC
R2-E2	20,20	octubre-06	INTEMAC
(M) INVESTIGACIONES GEOTÉCNICAS PARA EL ESTUDIO DE LA HINCA DE UNA TUBERÍA DE HORMIGÓN PARA AGUA POTABLE BAJO LA A-2 EN LA ZONA DE TORREJÓN DE ARDOZ			
S-1	15,55	22/02/2008	EUROCONSULT
S-2	15,00	28/02/2008	EUROCONSULT
(O) INVESTIGACIONES GEOTÉCNICAS PARA PLATAFORMA RESERVADA PARA TRANSPORTE PÚBLICO. TRAMO: TORREJÓN-BARAJAS			
S-38P-28	26,99	27-28/03/2008	AEPO, S.A.
S-38P-08	25,00	29-31/01/2008	AEPO, S.A.
S-38P-12	20,50	22-25/02/2008	AEPO, S.A.
S-38P-13	20,40	21-22/02/2008	AEPO, S.A.
S-38P-16	25,40	25-26/02/2008	AEPO, S.A.
S-38P-18	24,60	05/03/2008	AEPO, S.A.
S-38P-19	24,60	05/03/2008	AEPO, S.A.
(P) CONEXIÓN ENTRE LA CALLE ALCALÁ Y LA AVDA DE LOGROÓ Y VÍAS DE SERVICIO ENTRE LOS P.K. 5+300 Y 10+200 EN A-2			
S-1	12,00	21-22/07/05	BRUES Y FERNÁNDEZ CONSTRUCTORES
S-2	15,00	22/07/2005	BRUES Y FERNÁNDEZ CONSTRUCTORES
S-3	12,00	27/07/2005	BRUES Y FERNÁNDEZ CONSTRUCTORES
S-4	10,00	21/07/2005	BRUES Y FERNÁNDEZ CONSTRUCTORES
S-5	15,00	26/07/2005	BRUES Y FERNÁNDEZ CONSTRUCTORES

Tabla. 5.- Sondeos recopilados de diversos proyectos.

7.2.3.- TOMA DE MUESTRAS

Dada la naturaleza de los materiales, apareciendo intercalaciones de materiales granulares y cohesivos de alta resistencia se realizaron dos tipos de muestreos, así por un lado se tomaron testigos parafinados (T.P.) como muestras representativas y por otra parte muestras inalteradas (M.I.), válidos para la ejecución de ensayos de resistencia y deformabilidad. Los testigos parafinados son los testigos procedentes de la columna de sondeo que al sufrir los efectos del proceso de perforación (giro de la corona, contacto con el fluido de perforación,…) han alterado algunas de sus propiedades geotécnicas Las muestras inalteradas, como su propio nombre indica, son aquellas que se han obtenido de tal manera que las propiedades geotécnicas del material extraído no han sido modificadas.

El procedimiento de la toma de muestra inalterada ha sido el siguiente:

- ✓ Se realizó una vez iniciado el sondeo a cualquier profundidad, para lo cual antes de realizar una toma de muestra se procedió a la limpieza del fondo del sondeo, no obstante, la porción de detritus existente en el fondo del sondeo, que quede en la parte alta del tomamuestras, se retiró antes de proceder al sellado de la misma.

- ✓ En las interrupciones de jornada no se dejó el sondeo al nivel al que se preveía tomar una muestra al día siguiente, evitando de esta manera la alteración del terreno de toma de muestra.

El tomamuestras utilizado fue el bipartido de pared gruesa, usado en suelos duros, estando provisto de una camisa interna de PVC, siendo el diámetro interior de dicha camisa igual o superior a 2". El tubo de PVC es rígido y el sistema de extracción de dicha camisa o tubo, una vez lleno, será suave para no alterar la muestra. Este tomamuestras se hinca, mediante golpeo, con la misma maza y altura de caída del ensayo S.P.T., debiéndose anotar los golpes cada 15 cm de hinca, con el fin de relacionarlos con el N_{30} del ensayo de penetración S.P.T. Se para la toma de muestra inalterada cuando sean necesarios más de 50 golpes para penetrar 15 cm.

La toma de muestras inalteradas, se realizó mediante percusión evitando una excesiva alteración o destrucción de la muestra durante su toma. Se utilizó un tomamuestras de 75 mm de diámetro, que registra la resistencia a la hinca, anotándose el número de golpes necesario para las sucesivas tandas correspondientes a 15 cm y hasta un máximo de 60 cm. (***Foto 2.7.***).

Las muestras inalteradas fueron realizadas, siempre que fue posible cada 3 m de profundidad y siempre en su defecto para niveles granulares con baja compacidad (y de los que era difícil garantizar la recuperación del material) sustituidas, acompañadas o intercaladas con ensayos S.P.T. cada 2-3 m, obedeciendo esta frecuencia al muestreo representativo para cada cambio de material.



Foto 7.- Tomamuestras y muestra inalterada.

A continuación se presentan las tablas-resumen con las muestras obtenidas en cada uno de los sondeos ejecutados.

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRAS / ENSAYOS							
		TIPO	PROFUNDIDAD INICIO (m)	PROFUNDIDAD FIN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	LITOLOGÍA	Unidad Geológica - Geotécnica	Número de Penetración de los 30 cm centrales	Recuperación / Longitud (m)
								$N_{M.I.}$	
SE-1	20,00	T.P.	12,80	13,10	12,95	Arcilla limosa con indicios de arena	Facies Madrid (T_T)	-	0,30
SE-3	23,30	M.I.	5,00	5,60	5,30	Arcillas yesíferas negruzcas	Mioceno Yesífero (T_{AY})	29	0,42
		T.P.	9,60	9,90	9,75	Arcillas yesíferas negruzcas	Mioceno Yesífero (T_{AY})	-	0,30
		T.P.	15,10	15,30	15,20	Arcillas yesíferas negruzcas	Mioceno Yesífero (T_{AY})	-	0,20

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRAS / ENSAYOS							
		TIPO	PROFUNDIDAD INICIO (m)	PROFUNDIDAD FIN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	LITOLOGÍA	Unidad Geológica - Geotécnica	Número de Penetración de los 30 cm centrales $N_{M.I.}$	Recuperación / Longitud (m)
		T.P.	18,00	18,20	18,10	Arcillas yesíferas negruzcas	Mioceno Yesífero (T_{AY})	-	0,20
		T.P.	22,00	22,20	22,10	Arcillas yesíferas negruzcas	Mioceno Yesífero (T_{AY})	-	0,20
SE-5	25,00	M.I.	13,10	13,35	13,23	Arcillas yesíferas negruzcas	Mioceno Yesífero (T_{AY})	100	0,25
		T.P.	18,65	18,90	18,78	Arcillas yesíferas negruzcas	Mioceno Yesífero (T_{AY})	-	0,25
SE-6	24,00	M.I.	15,10	15,35	15,23	Arcillas yesíferas negruzcas	Mioceno Yesífero (T_{AY})	100	0,25
		T.P.	20,50	20,80	20,65	Arcillas yesíferas negruzcas	Mioceno Yesífero (T_{AY})	-	0,30
SE-8	18,20	M.I.	2,50	3,10	2,80	Arcilla con bastante grava	Relleno (R_A)	27	0,60
		M.I.	6,00	6,28	6,14	Arcilla con indicios de limo	Facies de Transición (Tp)	100	0,28
		T.P.	8,95	9,20	9,08	Arcilla con indicios de limo	Facies de Transición (Tp)	-	0,25
		T.P.	12,55	12,80	12,68	Arcilla arenosa	Facies de Transición (Tp)	-	0,25
		T.P.	16,10	16,40	16,25	Arcilla con indicios de limo	Facies de Transición (Tp)	-	0,30
SE-9	19,00	M.I.	5,00	5,15	5,08	Arcilla margosa con intercalaciones de margas	Facies Madrid (T_{TA})	100	0,15
		T.P.	10,20	10,45	10,33	Arcilla margosa con intercalaciones de margas	Facies de Transición (Tp)	-	0,25

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRAS / ENSAYOS							
		TIPO	PROFUNDIDAD INICIO (m)	PROFUNDIDAD FIN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	LITOLOGÍA	Unidad Geológica - Geotécnica	Número de Penetración de los 30 cm centrales $N_{M.I.}$	Recuperación / Longitud (m)
		T.P.	14,70	15,10	14,90	Arcilla margosa con intercalaciones de margas	Facies de Transición (Tp)	-	0,40
SE-11	23,00	T.P.	15,20	15,40	15,30	Arcillas yesíferas negruzcas	Mioceno Yesífero (T_{AY})	-	0,20
		T.P.	19,10	19,30	19,20	Arcillas yesíferas negruzcas	Mioceno Yesífero (T_{AY})	-	0,20
		T.P.	22,40	22,80	22,60	Arcillas yesíferas negruzcas	Mioceno Yesífero (T_{AY})	-	0,40
SE-13	22,85	T.P.	15,00	15,30	15,15	Arcillas yesíferas negruzcas	Mioceno Yesífero (T_{AY})	-	0,30
		M.I.	17,50	17,75	17,63	Arcillas yesíferas negruzcas	Mioceno Yesífero (T_{AY})	100	0,25
		T.P.	19,05	19,30	19,18	Arcillas yesíferas negruzcas	Mioceno Yesífero (T_{AY})	-	0,25
		T.P.	22,50	22,85	22,68	Arcillas yesíferas negruzcas	Mioceno Yesífero (T_{AY})	-	0,35
SE-18	18,10	M.I.	4,50	4,93	4,72	Arcilla yesífera negruzca	Mioceno Yesífero (T_{AY})	100	0,43
		M.I.	10,50	11,10	10,80	Arcilla yesífera negruzca	Mioceno Yesífero (T_{AY})	34	0,60
		T.P.	17,55	17,80	17,68	Arcilla yesífera negruzca	Mioceno Yesífero (T_{AY})	-	0,25
SE-19	20,10	M.I.	8,00	8,60	8,30	Arcilla con algo de limo	Mioceno Yesífero (T_{AY})	55	0,60

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRAS / ENSAYOS							
		TIPO	PROFUNDIDAD INICIO (m)	PROFUNDIDAD FIN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	LITOLOGÍA	Unidad Geológica - Geotécnica	Número de Penetración de los 30 cm centrales N M.I.	Recuperación / Longitud (m)
		M.I.	10,50	11,10	10,80	Arcilla yesífera negruzca	Mioceno Yesífero (T_{AY})	25	0,60
		M.I.	13,00	13,60	13,30	Arcilla yesífera negruzca	Mioceno Yesífero (T_{AY})	33	0,60
		M.I.	15,50	16,10	15,80	Arcilla yesífera negruzca	Mioceno Yesífero (T_{AY})	-	0,60
		T.P.	18,00	18,30	18,15	Arcilla yesífera negruzca	Mioceno Yesífero (T_{AY})	-	0,30
SE-20	19,15	M.I.	13,00	13,60	13,30	Arcilla negra con indicios de limo	Facies Alcalá (T_{AA})	57	0,60
		T.P.	15,10	15,40	15,25	Arcilla negra con indicios de limo	Facies Alcalá (T_{AA})	-	0,30
		T.P.	17,20	17,55	17,38	Arcilla negra con indicios de limo	Facies Alcalá (T_{AA})	-	0,35
SE-21	20,40	T.P.	13,00	13,30	13,15	Arcilla con indicios-algo de limo	Facies Alcalá (T_{AA})	-	0,30
		M.I.	15,50	16,10	15,80	Arcilla negra con algo de limo	Facies Alcalá (T_{AA})	48	0,60
		M.I.	18,00	18,60	18,30	Arcilla negra con algo de limo	Facies Alcalá (T_{AA})	47	0,60
SE-22	22,10	M.I.	10,50	11,10	10,80	Arcilla con indicios de limo	Facies Alcalá (T_{AA})	53	0,60
		T.P.	14,70	15,00	14,85	Arcilla con indicios de limo	Facies Alcalá (T_{AA})	-	0,30
		T.P.	20,60	20,90	20,75	Arcilla con indicios de limo	Facies Alcalá (T_{AA})	-	0,30
SE-23	17,00	T.P.	12,30	12,60	12,45	Arcilla con indicios de limo	Facies Alcalá (T_{AA})	-	0,30
		T.P.	16,60	17,00	16,80	Arcilla con indicios de limo	Facies Alcalá (T_{AA})	-	0,40

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRAS / ENSAYOS							
		TIPO	PROFUNDIDAD INICIO (m)	PROFUNDIDAD FIN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	LITOLOGÍA	Unidad Geológica - Geotécnica	Número de Penetración de los 30 cm centrales N M.I.	Recuperación / Longitud (m)
SE-24	15,10	M.I.	5,00	5,28	5,14	Limo arcilloso-arcilla limosa	Facies Madrid-Facies de transición	100	0,28
		T.P.	10,35	10,65	10,50	Arcillas gris-verdosas	Facies de Transición (Tp)	-	0,30
		T.P.	13,40	13,65	13,53	Arcillas gris-verdosas	Facies de Transición (Tp)	-	0,25
SE-25	21,00	T.P.	9,70	10,00	9,85	Arcilla	Facies de Transición (Tp)	-	0,30
		T.P.	15,00	15,30	15,15	Arcilla	Facies de Transición (Tp)	-	0,30
		T.P.	17,70	18,20	17,95	Arcilla	Facies de Transición (Tp)	-	0,50
		T.P.	19,40	19,60	19,50	Arcilla limosa	Facies de Transición (Tp)	-	0,20
SE-27	19,05	T.P.	7,70	7,90	7,80	Arcilla negruzca con yesos	Mioceno Yesífero (T_{AY})	-	0,20
		T.P.	11,60	11,80	11,70	Arcilla negruzca con yesos	Mioceno Yesífero (T_{AY})	-	0,20
		T.P.	14,80	15,05	14,93	Arcilla marrón oscuro	Mioceno Yesífero (T_{AY})	-	0,25
		T.P.	18,30	18,65	18,48	Arcilla negruzca con yesos	Mioceno Yesífero (T_{AY})	-	0,35
SE-34	20,10	M.I.	5,00	5,60	5,30	Arena media-gruesa con limos y arcillas	Relleno (R_A)	9	0,41

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRAS / ENSAYOS							
		TIPO	PROFUNDIDAD INICIO (m)	PROFUNDIDAD FIN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	LITOLOGÍA	Unidad Geológica - Geotécnica	Número de Penetración de los 30 cm centrales N M.I.	Recuperación / Longitud (m)
		T.P.	10,60	10,90	10,75	Arena media gruesa con algo de arcillas	Facies Madrid (T_{AT})	-	0,30
		T.P.	14,90	15,20	15,05	Limo arcilloso	Facies Madrid (T_{AT})	-	0,30
		T.P.	18,30	18,60	18,45	Limo arcilloso	Facies Madrid (T_{TA})	-	0,30
SE-35	20,60	M.I.	7,50	7,75	7,63	Arena limo-arcillosa	Facies Madrid (T_{TA})	100	0,25
		T.P.	14,60	14,90	14,75	Arena con indicios de limo y grava fina	Facies Madrid (T_{TA})	-	0,30
		M.I.	5,00	5,60	5,30	Arena media gruesa con algo de arcillas	Facies Madrid (T_{TA})	35	0,50
		M.B.	6,50	6,70	6,60	Arena gruesa	Facies Madrid (T_{AT})	-	0,20
SE-37	20,30	T.P.	9,90	10,20	10,05	Limo arcilloso	Facies Madrid (T_{TA})	-	0,30
		M.B.	12,30	12,50	12,40	Arena limosa	Facies Madrid (T_{T})	-	0,20
		M.I.	15,00	15,55	15,28	Limo algo arcilloso	Facies Madrid (T_{TA})	73	0,44
		T.P.	17,70	18,00	17,85	Limo algo arcilloso	Facies Madrid (T_{TA})	-	0,30
SE-38	20,00	T.P.	15,30	15,90	15,60	Arcilla con indicios de limo	Facies Madrid (T_{T})	-	0,60
		T.P.	19,50	20,00	19,75	Arcilla con indicios de arena y limo	Facies Madrid (T_{T})	-	0,50
SE-39	20,40	M.I.	5,00	5,27	5,14	Arena limosa con algo de arcilla	Facies Madrid (T_{TA})	100	0,27
		T.P.	14,90	15,20	15,05	Arena con bastante limo	Facies Madrid (T_{T})	-	0,30
		T.P.	17,50	17,80	17,65	Arena con bastante limo	Facies Madrid (T_{TA})	-	0,30

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRAS / ENSAYOS							
		TIPO	PROFUNDIDAD INICIO (m)	PROFUNDIDAD FIN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	LITOLOGÍA	Unidad Geológica - Geotécnica	Número de Penetración de los 30 cm centrales N M.I.	Recuperación / Longitud (m)
SE-45	18,00	M.I.	5,00	5,29	5,15	Arcilla margosa	Facies de Transición (Tp)	100	0,20
		T.P.	10,40	10,70	10,55	Arcilla con algo de limo	Facies Madrid (T_{TA})	-	0,30
		T.P.	16,80	17,10	16,95	Arcilla limosa con indicios de marga	Facies de Transición (Tp)	-	0,30
SE-46	18,00	T.P.	12,20	12,50	12,35	Arcilla con algo de limo	Facies Madrid (T_{T})	-	0,30
		T.P.	17,20	17,60	17,40	Arcilla margosa	Facies Madrid (T_{TA})	-	0,40
SE-49	16,00	M.I.	2,50	3,10	2,80	Arcilla con algo de limo	Facies de Transición (Tp)	45	0,60
		M.I.	7,50	8,10	7,80	Arcilla con algo de limo y yesos	Facies de transición-Mioceno Yesífero	27	0,60
		T.P.	12,20	12,45	12,33	Arcilla con yesos	Mioceno Yesífero (T_{AY})	-	0,25
		T.P.	15,00	15,30	15,15	Arcilla con yesos	Mioceno Yesífero (T_{AY})	-	0,30
SE-50	16,50	M.I.	5,00	5,60	5,30	Arcilla con indicios de limo	Facies de Transición (Tp)	44	0,60
		M.I.	10,00	10,60	10,30	Arcilla negruzca	Mioceno Yesífero (T_{AY})	45	0,60
		T.P.	13,10	13,40	13,25	Arcilla negruzca	Mioceno Yesífero (T_{AY})	-	0,30

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRAS / ENSAYOS							
		TIPO	PROFUNDIDAD INICIO (m)	PROFUNDIDAD FIN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	LITOLOGÍA	Unidad Geológica - Geotécnica	Número de Penetración de los 30 cm centrales N M.I.	Recuperación / Longitud (m)
		M.I.	15,00	15,05	15,03	Arcilla negruzca	Mioceno Yesífero (T_{AY})	100	0,05
SE-51	20,20	M.I.	2,00	2,60	2,30	Arena limosa con algo de arcilla	Aluvial del Jarama (Q_{LL})	25	0,60
		T.P.	9,50	9,70	9,60	Arcillas yesíferas con yesos	Mioceno Yesífero (T_{AY})	-	0,20
		T.P.	12,00	12,30	12,15	Arcillas yesíferas	Mioceno Yesífero (T_{AY})	-	0,30
		T.P.	14,90	15,10	15,00	Arcillas yesíferas con yesos	Mioceno Yesífero (T_{AY})	-	0,20
		T.P.	18,10	18,35	18,23	Arcillas yesíferas	Mioceno Yesífero (T_{AY})	-	0,25
SE-53	18,70	M.I.	11,00	11,60	11,30	Arcilla negruzca con algo de limo	Mioceno Yesífero (T_{AY})	47	0,60
		T.P.	17,30	17,50	17,40	Arcila negruzca con yesos	Mioceno Yesífero (T_{AY})	-	0,20
SE-56	16,10	M.B.	8,00	8,20	8,10	Arcilla gris-rojiza	Facies Alcalá (T_{AA})	-	0,20
		M.I.	10,00	10,60	10,30	Arcilla gris-rojiza	Facies Alcalá (T_{AA})	48	0,50
		T.P.	15,30	15,50	15,40	Arcilla gris-rojiza	Facies Alcalá (T_{AA})	-	0,20
SE-57	15,00	T.P.	9,80	10,20	10,00	Arcilla con indicios de limo	Facies Alcalá (T_{AA})	-	0,40
SE-58	15,00	T.P.	9,70	10,00	9,85	Arcilla con indicios de arena	Facies Alcalá (T_{AA})	-	0,30

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRAS / ENSAYOS							
		TIPO	PROFUNDIDAD INICIO (m)	PROFUNDIDAD FIN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	LITOLOGÍA	Unidad Geológica - Geotécnica	Número de Penetración de los 30 cm centrales N M.I.	Recuperación / Longitud (m)
SE-59	18,30	M.I.	9,00	9,56	9,28	Arcilla yesífera	Mioceno Yesífero (T_{AY})	70	0,56
		M.I.	12,00	12,60	12,30	Arcilla yesífera	Mioceno Yesífero (T_{AY})	34	0,60
		T.P.	14,40	14,70	14,55	Arcilla yesífera	Mioceno Yesífero (T_{AY})	-	0,30
		T.P.	17,70	18,00	17,85	Arcilla yesífera	Mioceno Yesífero (T_{AY})	-	0,30
SE-60	24,00	M.I.	11,80	12,10	11,95	Arcilla yesífera	Mioceno Yesífero (T_{AY})	100	0,30
		T.P.	16,70	17,00	16,85	Arcilla yesífera	Mioceno Yesífero (T_{AY})	-	0,30
SE-61	26,00	M.I.	13,00	13,30	13,15	Arcillas yesíferas negruzcas	Mioceno Yesífero (T_{AY})	100	0,30
		T.P.	18,20	18,50	18,35	Arcillas yesíferas negruzcas	Mioceno Yesífero (T_{AY})	-	0,30
		T.P.	22,50	22,70	22,60	Arcillas yesíferas negruzcas+intercalaciones de yesos	Mioceno Yesífero (T_{AY})	-	0,20
SE-62	24,00	M.I.	13,40	13,70	13,55	Arcillas yesíferas negruzcas	Mioceno Yesífero (T_{AY})	100	0,30
		T.P.	18,20	18,40	18,30	Arcillas yesíferas negruzcas	Mioceno Yesífero (T_{AY})	-	0,20
SE-63	26,00	T.P.	13,80	14,10	13,95	Arcillas yesíferas negruzcas	Mioceno Yesífero (T_{AY})	-	0,30

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRAS / ENSAYOS							
		TIPO	PROFUNDIDAD INICIO (m)	PROFUNDIDAD FIN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	LITOLOGÍA	Unidad Geológica - Geotécnica	Número de Penetración de los 30 cm centrales N M.I.	Recuperación / Longitud (m)
		T.P.	18,60	18,90	18,75	Arcillas yesíferas negruzcas	Mioceno Yesífero (T_{AY})	-	0,30
SE-64	27,00	T.P.	13,70	14,10	13,90	Arcillas yesíferas negruzcas	Mioceno Yesífero (T_{AY})	-	0,40
		M.I.	15,40	15,85	15,63	Arcillas yesíferas negruzcas	Mioceno Yesífero (T_{AY})	100	0,45
		T.P.	17,70	18,00	17,85	Arcillas yesíferas negruzcas con trazas de yesos	Mioceno Yesífero (T_{AY})	-	0,60
		T.P.	23,60	23,90	23,75	Arcillas yesíferas negruzcas con trazas de yesos	Mioceno Yesífero (T_{AY})	-	0,30
SE-65	20,20	M.I.	10,00	10,60	10,30	Arcillas muy plásticas marrón-rojizas	Facies Alcalá (T_{AA})	56	0,44
		T.P.	14,90	15,20	15,05	Arcillas muy plásticas marrón-negruzcas	Facies Alcalá (T_{AA})	-	0,30
		T.P.	18,40	18,70	18,55	Arcillas muy plásticas marrón-rojizas	Facies Alcalá (T_{AA})	-	0,30
SE-66	20,00	M.I.	6,00	6,40	6,20	Arcilla marrón oscuro	Facies Alcalá (T_{AA})	100	0,40
		M.I.	11,10	11,40	11,25	Arcilla marrón oscuro	Facies Alcalá (T_{AA})	100	0,30
		T.P.	15,30	15,60	15,45	Arcilla marrón oscuro	Facies Alcalá (T_{AA})	-	0,30
		T.P.	19,70	20,00	19,85	Arcilla marrón oscuro	Facies Alcalá (T_{AA})	-	0,30
SE-70	19,00	M.I.	5,70	6,30	6,00	Arcillas muy plásticas marrón-rojizas	Facies Alcalá (T_{AA})	42	0,36
		M.I.	10,50	10,93	10,72	Arcillas con algo de limo marrón-rojizas	Facies Alcalá (T_{AA})	100	0,38

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRAS / ENSAYOS							
		TIPO	PROFUNDIDAD INICIO (m)	PROFUNDIDAD FIN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	LITOLOGÍA	Unidad Geológica - Geotécnica	Número de Penetración de los 30 cm centrales N M.I.	Recuperación / Longitud (m)
		T.P.	12,20	12,50	12,35	Arcillas con algo de limo marrón-rojizas	Facies Alcalá (T_{AA})	-	0,30
		T.P.	18,20	18,50	18,35	Arcillas muy plásticas marrón-rojizas	Facies Alcalá (T_{AA})	-	0,30
SE-75	20,00	M.I.	10,20	10,49	10,35	Arcillas muy plásticas marrón-rojizas	Facies Alcalá (T_{AA})	100	0,29
		T.P.	15,10	15,30	15,20	Arcillas muy plásticas marrón-rojizas	Facies Alcalá (T_{AA})	-	0,20
		T.P.	18,40	18,60	18,50	Limo gris	Facies Alcalá (T_{AA})	-	0,20
		M.I.	10,00	10,29	10,15	Limo gris	Facies Alcalá (T_{AA})	100	0,29
SE-76	20,30	T.P.	14,60	14,90	14,75	Arcilla con limo marrón	Facies Alcalá (T_{AA})	-	0,30
		M.I.	18,00	18,25	18,13	Arcilla con limo marrón	Facies Alcalá (T_{AA})	100	0,25
SE-81B	18,00	M.I.	5,00	5,60	5,30	Arena limosa	Relleno (R_A)	4	0,60
		M.I.	7,50	7,75	7,63	Arcilla gris-verdosa	Facies de Transición (Tp)	100	0,25
SE-84	18,50	T.P.	8,50	8,75	8,63	Arcilla con algo de limo e indicios de arena y yesos	Mioceno Yesífero (T_{AY})	-	0,25
		T.P.	11,50	11,75	11,63	Arcilla con algo de limo e indicios de arena y yesos	Mioceno Yesífero (T_{AY})	-	0,25
		T.P.	14,30	14,60	14,45	Arcilla con algo de limo e indicios de arena y yesos	Mioceno Yesífero (T_{AY})	-	0,30
		T.P.	18,00	18,25	18,13	Arcilla con algo de limo e indicios de arena y yesos	Mioceno Yesífero (T_{AY})	-	0,25

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRAS / ENSAYOS							
		TIPO	PROFUNDIDAD INICIO (m)	PROFUNDIDAD FIN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	LITOLOGÍA	Unidad Geológica - Geotécnica	Número de Penetración de los 30 cm centrales N M.I.	Recuperación / Longitud (m)
SE-85	18,00	T.P.	4,60	4,85	4,73	Arcilla limosa con yesos e indicios de arena y grava fina	Mioceno Yesífero (T_{AY})	-	0,25
		T.P.	8,20	8,45	8,33	Arcilla limosa con yesos e indicios de arena y grava fina	Mioceno Yesífero (T_{AY})	-	0,25
		T.P.	11,20	11,45	11,33	Arcilla limosa con yesos e indicios de arena y grava fina	Mioceno Yesífero (T_{AY})	-	0,25
		T.P.	13,50	13,70	13,60	Arcilla limosa con yesos e indicios de arena y grava fina	Mioceno Yesífero (T_{AY})	-	0,20
		T.P.	15,00	15,30	15,15	Arcilla limosa con yesos e indicios de arena y grava fina	Mioceno Yesífero (T_{AY})	-	0,30

	B	:TOTAL MUESTRAS EN BOLSA (MB)
8	I	:TOTAL MUESTRAS INALTERADAS (MI)
1	P	:TOTAL TESTIGOS PARAFINADOS (TP)

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRAS / ENSAYOS							
		TIPO	PROFUNDIDAD INICIO (m)	PROFUNDIDAD FIN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	LITOLOGÍA	Unidad Geológica - Geotécnica	Número de Penetración de los 30 cm centrales N M.I.	Recuperación / Longitud (m)
S-1	15,10	MI	5,00	5,22	5,11	Arenas con indicios de finos	T_{AM}	100	0,20
		MI	12,30	12,68	12,49	Arenas arcillosas	T_{AM}	100	0,15
S-2	15,40	MI	1,50	2,10	1,80	Arenas arcillosas	T_{AT}	27	0,55
		MI	4,50	5,10	4,80	Arenas arcillosas	T_{TA}	65	0,55
		MI	9,00	9,55	9,28	Arenas	T_{AM}	78	0,50
S-3	15,20	MI	3,00	3,60	3,30	Arenas arcillosas	T_{AM}	63	0,55
		MI	4,50	4,92	4,71	Arenas con matriz arcillosa	T_{AM}	100	0,40
		MI	9,00	9,57	9,29	Arenas arcillosas	T_{AT}	82	0,50
S-4	15,30	MI	3,00	3,60	3,30	Arenas	T_{AT}	27	0,60
		MI	4,50	4,90	4,70	Arenas	T_{AT}	100	0,40
		MI	9,30	9,89	9,60	Arenas	T_{AM}	74	0,59
S-7	15,69	MI	2,50	2,65	2,58	Arcillas	T_P	100	0,10
		MI	4,50	5,00	4,75	Arcillas	T_P	58	0,50
		MI	8,60	8,85	8,73	Arcillas arenosas	T_P	100	0,25
		MI	15,40	16,00	15,70	Arcillas	T_P	100	0,29
S-9	15,40	MI	2,20	2,80	2,50	Arcillas	T_P	18	0,60
		MI	6,00	6,42	6,21	Arenas arcillosas	T_P	100	0,40
		MI	11,50	11,64	11,57	Arcillas	T_P	100	0,12
S-10	15,18	MI	1,50	1,72	1,61	Arcillas con indicios de arenas	T_{Pa}	100	0,22
		MI	4,50	4,91	4,71	Arcillas con indicios de arenas	T_{Pa}	100	0,40
		TP	8,40	8,70	8,55	Arcillas margosas	T_{Pa}	-	0,30

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRAS / ENSAYOS							
		TIPO	PROFUNDIDAD INICIO (m)	PROFUNDIDAD FIN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	LITOLOGÍA	Unidad Geológica - Geotécnica	Número de Penetración de los 30 cm centrales N M.I.	Recuperación / Longitud (m)
		MI	9,00	9,54	9,27	Arcillas plásticas	T_{Pa}	86	0,35
		MI	14,75	15,18	14,97	Arcillas plásticas	T_P	100	0,35
S-11	15,10	MI	2,00	2,60	2,30	Arcillas arenosas con gravas	T_P	5	0,60
		MI	4,50	5,00	4,75	Arcillas con indicios de arenas	T_P	59	0,35
		MI	9,00	9,60	9,30	Arcillas con indicios de arenas	T_P	100	0,20
		TP	10,20	10,45	10,33	Arcillas con indicios de arenas	T_P	-	
		MI	14,50	15,10	14,80	Arcillas duras	T_P	83	0,50
S-13	15,00	MI	1,50	2,10	1,80	Arcillas con indicios de arenas	T_P	35	0,45
		MI	4,50	5,10	4,80	Arcillas con indicios de arenas	T_P	78	0,60
		MI	9,00	9,05	9,03	Arcillas margosas	T_{Pa}	100	0,05
		TP	9,05	9,35	9,20	Arcillas con indicios de arenas	T_P	-	0,30
		TP	14,00	14,40	14,20	Arcillas con indicios de arenas	T_P	-	0,40
S-15	15,14	MI	3,00	3,28	3,14	Arcillas con indicios de arenas	T_{Pa}	100	0,25
		TP	5,35	5,65	5,50	Arcillas margosas	T_P	-	0,30
		MI	6,00	6,60	6,30	Arcillas margosas	T_P	70	0,60
		TP	11,55	11,80	11,68	Arcillas con indicios de arenas	T_{Pa}	-	0,25
		MI	14,60	15,14	14,87	Arcillas con indicios de arenas	T_P	85	0,35
S-16	14,70	MI	1,80	2,40	2,10	Arcillas	T_P	32	0,60

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRAS / ENSAYOS							
		TIPO	PROFUNDIDAD INICIO (m)	PROFUNDIDAD FIN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	LITOLOGÍA	Unidad Geológica - Geotécnica	Número de Penetración de los 30 cm centrales N M.I.	Recuperación / Longitud (m)
		MI	4,50	4,90	4,70	Arcillas	T_P	100	0,30
		TP	7,45	7,70	7,58	Arcillas	T_P	-	0,25
		MI	9,00	9,27	9,14	Arcilla/ Margocaliza	T_P	100	0,15
		TP	13,45	13,70	13,58	Arcillas	T_P	-	0,25
		MI	14,30	14,70	14,50	Arcillas	T_P	100	0,25
S-19	17,50	TP	3,50	3,70	3,60	Arcillas	T_P	-	0,20
		TP	5,50	5,80	5,65	Arcillas	T_P	-	0,30
		MI	6,50	7,10	6,80	Arcillas	T_P	32	0,50
		MI	9,20	9,80	9,50	Arcillas	T_P	26	0,55
		MI	15,10	15,39	15,25	Yesos fibrosos con arcillas	T_{AY}	100	0,20
		TP	15,40	15,55	15,48	Yesos fibrosos con arcillas	T_{AY}	-	0,15
S-22	14,90	TP	6,90	7,20	7,05	Arcillas	T_P	-	0,30
		MI	7,70	8,30	8,00	Arcillas	T_P	31	0,60
		TP	11,00	11,30	11,15	Arcillas	T_P	-	0,30
		MI	11,70	12,30	12,00	Arcillas	T_P		0,60
		TP	13,70	14,10	13,90	Arcillas	T_P	-	0,40
S-23	14,98	MI	5,00	5,60	5,30	Gravas arcillosas	Q_{T-J2}	63	0,60
		TP	8,30	8,60	8,45	Arcillas	T_P	-	0,30
		TP	11,50	11,75	11,63	Arcillas	T_P	-	0,25
S-24	29,91	TP	12,20	12,50	12,35	Arcillas yesíferas	T_{AY}	-	0,30
		TP	13,40	13,70	13,55	Yesos con arcillas	T_{AY}	-	0,30
		TP	15,20	15,50	15,35	Yesos con arcillas	T_{AY}	-	0,30

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRAS / ENSAYOS							
		TIPO	PROFUNDIDAD INICIO (m)	PROFUNDIDAD FIN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	LITOLOGÍA	Unidad Geológica - Geotécnica	Número de Penetración de los 30 cm centrales N M.I.	Recuperación / Longitud (m)
		TP	16,80	17,03	16,92	Yesos con arcillas	T_{AY}	-	0,23
		TP	17,85	18,15	18,00	Arcillas con yesos	T_{AY}	-	0,30
		TP	19,40	19,65	19,53	Arcillas con yesos	T_{AY}	-	0,25
		TP	20,50	20,75	20,63	Arcillas	T_{AY}	-	0,25
		TP	22,30	22,55	22,43	Yesos y arcillas	T_{AY}	-	0,25
		TP	24,55	24,80	24,68	Yesos y arcillas	T_{AY}	-	0,25
		TP	26,90	27,20	27,05	Arcillas con yesos	T_{AY}	-	0,30
		TP	28,60	28,95	28,78	Yesos con niveles de arcillas	T_{AY}	-	0,35
S-30	29,32	TP	10,70	11,00	10,85	Arcillas	T_{AY}	-	0,30
		TP	13,10	13,35	13,23	Arcillas	T_{AY}	-	0,25
		TP	17,55	17,80	17,68	Arcillas con nódulos de yeso	T_{AY}	-	0,25
		TP	20,70	21,00	20,85	Arcillas con nódulos de yeso	T_{AY}	-	0,30
		TP	28,90	29,20	29,05	Yesos fibrosos con arcillas	T_{AY}	-	0,30
		MI	3,00	3,60	3,30	Arenas limo-arcillosas	Q_{CD}	45	0,55
		MI	9,00	9,60	9,30	Arcillas	T_P	37	0,60
		TP	14,00	14,45	14,23	Arcillas	T_P	-	0,45
S-39	15,60	MI	1,50	2,10	1,80	Arenas limosas	Q_{CD}	57	0,50
		MI	4,60	5,02	4,81	Gravas en matriz areno-arcilloso	Q_{T-H1}	100	0,10
		MI	9,00	9,60	9,30	Arcillas	T_P	55	0,60
		MI	15,00	15,60	15,30	Arcillas	T_P	81	0,45
S-41	15,50	MI	7,00	7,57	7,29	Arcillas plásticas	T_P	79	0,57

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRAS / ENSAYOS							
		TIPO	PROFUNDIDAD INICIO (m)	PROFUNDIDAD FIN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	LITOLOGÍA	Unidad Geológica - Geotécnica	Número de Penetración de los 30 cm centrales $N_{M.I.}$	Recuperación / Longitud (m)
S-42	15,90	MI	1,50	2,10	1,80	Arcillas	Q_{T-H1}	29	0,50
		MI	6,50	7,10	6,80	Arcillas	T_P	44	0,60
		MI	12,50	13,10	12,80	Arcillas	T_P	74	0,45
S-42BIS	15,60	MI	6,60	7,20	6,90	Arcillas	T_P	41	0,40
		MI	12,10	12,45	12,28	Arcillas	T_P	100	0,35
S-46	15,10	MI	1,50	1,60	1,55	Gravas y bolos en matriz arcillosa	Q_{T-H1}	100	0,10
		TP	6,00	6,60	6,30	Arcillas	T_{AA}	-	0,60
		MI	8,00	8,50	8,25	Arcillas	T_{AA}	77	0,50
S-47	14,56	TP	5,50	5,70	5,60	Arenas con matriz arcillosa	Q_{T-H2}	-	0,20
		MI	6,00	6,60	6,30	Arenas con matriz arcillosa	Q_{T-H2}	35	0,60
		TP	9,50	9,80	9,65	Arcillas plásticas	T_{AA}	-	0,30
		MI	11,50	11,90	11,70	Arcillas	T_{AA}	100	0,40
		MI	13,60	13,97	13,79	Arcillas limosas	T_{AA}	100	0,37
S-49	16,00	MI	5,40	5,95	5,68	Arcillas	T_{AA}	77	0,55
		TP	7,40	7,75	7,58	Arcillas	T_{AA}	-	0,35
		TP	10,75	11,00	10,88	Arcillas	T_{AA}	-	0,25
		MI	11,00	11,44	11,22	Arcillas	T_{AA}	100	0,44

1	I	:TOTAL MUESTRAS INALTERADAS (MI)
8	P	:TOTAL TESTIGOS PARAFINADOS (TP)

7.2.4.- ENSAYOS "IN SITU".- ENSAYOS DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT Y SPTP)

Durante la ejecución de los sondeos, se ha efectuado de manera sistemática, ensayos de penetración estándar (S.P.T.) cada 2 a 3 m como máximo o en cada cambio de material en el terreno.

El ensayo S.P.T. ha consistido en la cuantificación del golpeo para introducir una cuchara estándar de 45 cm en el terreno, registrándose el número de golpes necesario en la penetración de tramos de 15 cm, hasta un total de 60 cm, siendo la suma de los golpes necesarios para atravesar los 30 cm correspondientes a las dos tandas centrales lo que se denomina "N_{30}" (número de penetración estándar). Antes de proceder a la ejecución del ensayo se comprueba que el corte no presenta abolladuras ni melladuras, así como el estado de limpieza.

Consiste en la hinca de una cuchara bipartida de pared gruesa para terrenos blandos (S.P.T.) o una puntaza ciega para gravas (S.P.T.P.) por medio del golpeo de una maza de 63,5 kg (140 libras) para una altura de caída constante de 76,2 cm (30 pulgadas) y una velocidad de golpeo siempre inferior a 30 golpes por minuto. (***Fotos 2.8.*** y ***2.9***).

El ensayo se da por concluido cuando se completan las 4 tandas o los 60 cm o bien cuando se ha alcanzado el rechazo en una tanda, considerándose como rechazo cuando el avance sea menor de 15 cm con 50 golpes, anotándose la penetración conseguida con esos 50 golpes, así como la longitud del tramo de penetración.

Las muestras procedentes de ensayos de penetración tipo S.P.T. son muestras extraídas del tomamuestras bipartido utilizado para el ensayo y conservadas en un recipiente sellado e identificado convenientemente.

Tiene su utilidad en terrenos granulares, mayoritariamente arenosos y permite la obtención de una serie de parámetros geotécnicos como son la determinación de la densidad relativa "in situ" de estos suelos (Terzaghi y Peck, 1948), la estimación del ángulo de rozamiento interno (Meyerhof, 1965 y Peck, 1974) y los parámetros de deformabilidad, así mismo es utilizable en materiales cohesivos proporcionando datos orientativos como la consistencia en arcillas o la resistencia a la compresión simple (Hunt, 1984), utilizándose también en gravas.

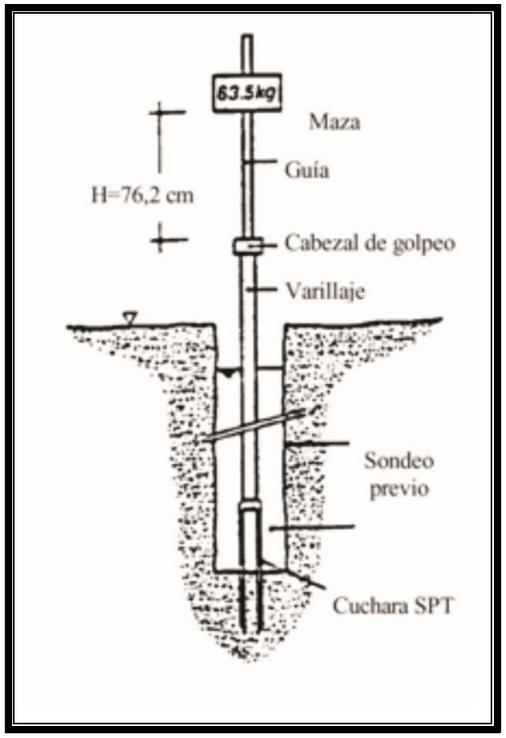


Figura. 2.-. Esquema del ensayo S.P.T.

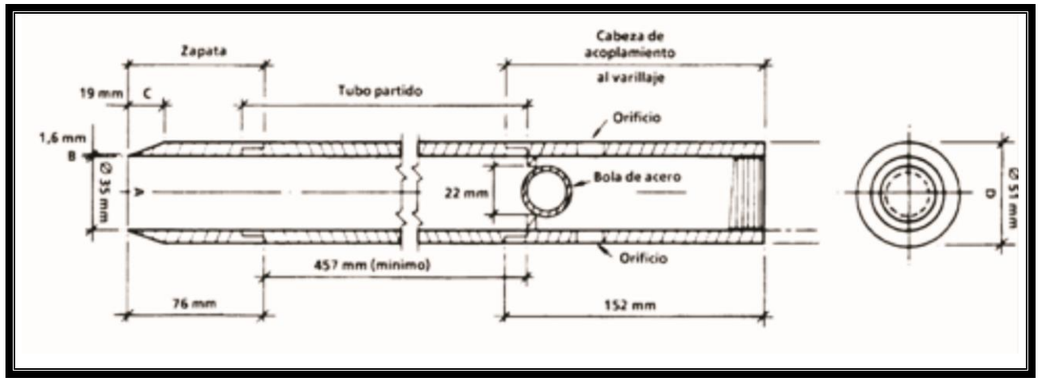


Figura 3.-. Detalle de la cuchara bipartida del ensayo S.P.T.

Se incluye a continuación una tablas resumen de la densidad y consistencia “in situ” con respecto al numero N_{30}.

N_{30} del Ensayo SPT	Denominación Compacidad
< 5	Muy Floja / Muy Suelta
5-10	Floja / Suelta
11-20	Compacta (Algo Densa)
21-30	Muy Compacta (Medianamente Densa)
31-50	Densa
> 50	Muy Densa

Tabla.7.- Densidad Relativa (Compacidad) “In Situ” de los suelos granulares (Terzaghi, 1.948).

N_{30} del Ensayo SPT	Denominación Consistencia
< 3	Muy Blanda
3-4	Blanda
5-8	Media
9-15	Firme (Consistente)
16-30	Muy Firme (Muy Consistente)
> 30	Dura

Tabla 8.- Consistencia en arcilla (Terzaghi, 1.948).

Para su correcta realización, existen una serie de factores que se han tenido en cuenta, como son:

- ✓ Preparación del fondo del sondeo, procediendo a la limpieza de los detritus existentes de las maniobras de perforación y comprobando la estabilidad de las paredes para evitar la caída de material durante el golpeo, para lo cual en algunas ocasiones fue necesario colocar tubería de revestimiento que quedara por encima del nivel de inicio del ensayo.

- ✓ El dispositivo de golpeo utilizado según la normativa actual solo contempla el uso de dispositivos automáticos, por ser los que garantizan la fiabilidad del golpeo y la exactitud en la altura de caída.

- ✓ La presencia del nivel freático en arenas finas y limos puede afectar a los resultados, por lo que Terzaghi y Peck recomiendan corregir el valor obtenido si N30 es mayor de 15 según la formula:

$$N= 15 + (N' – 15)/ 2$$



Foto 2.8.- Cuchara bipartida del S.P.T..



Foto2.9.- Detalle de la puntaza del S.P.T.P..

A continuación se presentan las tablas-resumen con los ensayos “in situ” realizados en cada uno de los sondeos ejecutados.

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRAS / ENSAYOS							
		TIPO	PROFUNDIDAD INICIO (m)	PROFUNDIDAD FIN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	LITOLOGÍA	Unidad Geológica - Geotécnica	Número de Penetración de los 30 cm centrales N_{30} (S.P.T.)	Recuperación / Longitud (m)
SE-1	20,00	S.P.T.	2,50	3,10	2,80	Arena con bastante limo y grava	Relleno (R_A)	13	0,60
		S.P.T.	5,00	5,60	5,30	Arcilla limosa con indicios de arena	Facies Madrid-Facies de transición	62	0,60
		S.P.T.	7,50	8,05	7,78	Arcilla limosa con indicios de arena	Facies Madrid (T_{AT})	50	0,55
		S.P.T.	10,00	10,44	10,22	Arcilla limosa con indicios de arena	Facies Madrid-Facies de transición	100	0,44
		S.P.T.	15,50	15,92	15,71	Arcilla limosa con indicios de arena	Facies Madrid (T_{TA})	100	0,42
		S.P.T.	18,80	19,10	18,95	Arcilla limosa con indicios de arena	Facies de Transición (Tp)	100	0,30
SE-3	23,30	S.P.T.	2,40	3,00	2,70	Arenas limo-arcillosas	Relleno (R_A)	8	0,35
		S.P.T.	7,50	8,10	7,80	Arcillas yesíferas negruzcas	Mioceno Yesífero (T_{AY})	50	0,30
		S.P.T.	12,00	12,14	12,07	Arcillas yesíferas negruzcas+interc. de yesos	Mioceno Yesífero (T_{AY})	100	0,00
SE-5	25,00	S.P.T.P.	2,00	2,60	2,30	Arena gravosa con algo de limo y bolos	Aluvial del Jarama (Qal)	41	0,00
		S.P.T.P.	4,00	4,60	4,30	Arena gravosa con algo de limo y bolos	Aluvial del Jarama (Qal)	38	0,00
		S.P.T.P.	6,00	6,60	6,30	Arena gravosa con algo de limo y bolos	Aluvial del Jarama (Qal)	35	0,00
		S.P.T.	10,80	11,40	11,10	Arcillas yesíferas negruzcas	Mioceno Yesífero (T_{AY})	53	0,60
		S.P.T.	15,80	16,20	16,00	Arcillas yesíferas negruzcas	Mioceno Yesífero (T_{AY})	100	0,40
		S.P.T.P.	22,50	22,60	22,55	Arcillas yesíferas negruzcas	Mioceno Yesífero (T_{AY})	100	0,00
SE-6	24,00	S.P.T.	2,00	2,60	2,30	Limo con algo de arena y grava	Relleno (R_A)	16	0,60
		S.P.T.P.	4,00	4,60	4,30	Grava arenosa	Aluvial del Jarama (Qal)	23	0,00
		S.P.T.P.	6,00	6,60	6,30	Grava arenosa	Aluvial del Jarama (Qal)	37	0,00
		S.P.T.	8,80	8,90	8,85	Arcillas yesíferas negruzcas	Mioceno Yesífero (T_{AY})	100	0,10
		S.P.T.P.	12,40	12,50	12,45	Arcillas yesíferas negruzcas	Mioceno Yesífero (T_{AY})	100	0,00
		S.P.T.P.	18,20	18,35	18,28	Arcillas yesíferas negruzcas	Mioceno Yesífero (T_{AY})	100	0,00
SE-8	18,20	S.P.T.	3,10	3,70	3,40	Arcilla con bastante grava	Relleno (R_A)	10	0,60
		S.P.T.	6,28	6,68	6,48	Arcilla con indicios de limo	Facies de Transición (Tp)	100	0,40
SE-9	19,00	S.P.T.	2,50	3,10	2,80	Arena con algo de limo	Facies Madrid (T_{TA})	20	0,60
		S.P.T.	7,50	7,75	7,63	Arcilla margosa con intercalaciones de margas	Facies de Transición (Tp)	100	0,25
		S.P.T.	12,50	12,90	12,70	Arcilla margosa con intercalaciones de margas	Facies de Transición (Tp)	100	0,40
		S.P.T.	17,70	18,30	18,00	Arcilla margosa con intercalaciones de margas	Facies de Transición (Tp)	46	0,60

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRAS / ENSAYOS							
		TIPO	PROFUNDIDAD INICIO (m)	PROFUNDIDAD FIN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	LITOLOGÍA	Unidad Geológica - Geotécnica	Número de Penetración de los 30 cm centrales N_{30} (S.P.T.)	Recuperación / Longitud (m)
SE-11	23,00	S.P.T.	3,00	3,60	3,30	Arenas medias-gruesas	Relleno (R_A)	7	0,60
		S.P.T.	6,00	6,60	6,30	Arenas medias-gruesas	Relleno (R_A)	5	0,60
		S.P.T.P.	9,00	9,60	9,30	Gravas con arenas	Aluvial del Jarama (Qal)	26	0,00
		S.P.T.	12,00	12,25	12,13	Arcillas yesíferas negruzcas	Mioceno Yesífero (T_{AY})	100	0,25
		S.P.T.	17,50	18,10	17,80	Arcillas yesíferas negruzcas	Mioceno Yesífero (T_{AY})	42	0,60
SE-13	22,85	S.P.T.P.	3,00	3,60	3,30	Arenas medias-gruesas	Relleno (R_A)	17	0,00
		S.P.T.	6,00	6,60	6,30	Limo muy fino	Aluvial del Jarama (Qal)	5	0,60
		S.P.T.P.	9,00	9,60	9,30	Gravas con arenas	Aluvial del Jarama (Qal)	33	0,00
		S.P.T.	12,00	12,10	12,05	Yesos + arcillas yesíferas	Mioceno Yesífero (T_{AY})	100	0,10
SE-18	18,10	S.P.T.	4,93	5,53	5,23	Arcilla yesífera negruzca	Mioceno Yesífero (T_{AY})	47	0,60
		S.P.T.	7,50	8,10	7,80	Arcilla yesífera negruzca	Mioceno Yesífero (T_{AY})	27	0,60
		S.P.T.	13,50	14,10	13,80	Arcilla yesífera negruzca	Mioceno Yesífero (T_{AY})	35	0,60
SE-19	20,10	S.P.T.	3,00	3,43	3,22	Arena con algo de grava	Terraza media-alta del Jarama (Q_{T-J1})	100	0,43
		S.P.T.P.	5,90	6,00	5,95	Grava	Terraza media-alta del Jarama (Q_{T-J1})		0,00

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRAS / ENSAYOS							
		TIPO	PROFUNDIDAD INICIO (m)	PROFUNDIDAD FIN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	LITOLOGÍA	Unidad Geológica - Geotécnica	Número de Penetración de los 30 cm centrales N_{30} (S.P.T.)	Recuperación / Longitud (m)
SE-20	19,15	S.P.T.	2,00	2,60	2,30	Grava y bolos con bastante arena y algo de arcilla	Relleno (R_A)	12	0,60
		S.P.T.	4,30	4,73	4,52	Limo con algo de arena y arcilla	Aluvio-coluvial (Qc)	100	0,43
		S.P.T.P.	7,00	7,19	7,10	Grava arenosa con algo de limo	Terraza media del Henares (Q_{T-H1})	100	0,00
		S.P.T.	10,50	11,10	10,80	Arcilla negra con indicios de limo	Facies Alcalá (T_{AA})	39	0,60
SE-21	20,40	S.P.T.	2,00	2,60	2,30	Arena gravosa con algo de limo y bolos	Terraza media del Henares (Q_{T-H1})	30	0,60
		S.P.T.	4,00	4,60	4,30	Arena arcillosa con algo de limo y grava	Aluvio-coluvial (Qc)	36	0,60
		S.P.T.P.	7,00	7,13	7,07	Arena gravosa	Terraza media del Henares (Q_{T-H1})	100	0,00
		S.P.T.	10,30	10,90	10,60	Arcilla con indicios-algo de limo	Facies Alcalá (T_{AA})	44	0,60
SE-22	22,10	S.P.T.	2,00	2,60	2,30	Arena con bastante limo y arcilla	Aluvio-coluvial (Qc)	25	0,60
		S.P.T.	5,00	5,60	5,30	Grava arenosa con bastante limo y arcilla	Terraza media del Henares (Q_{T-H1})	38	0,60
		S.P.T.P.	7,50	8,10	7,80	Grava arenosa con bastante limo y arcilla	Terraza media del Henares (Q_{T-H1})	28	0,00
		S.P.T.	12,50	13,10	12,80	Arcilla con indicios de limo	Facies Alcalá (T_{AA})	26	0,60
		S.P.T.	17,50	18,10	17,80	Arcilla con indicios de limo	Facies Alcalá (T_{AA})	56	0,60

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRAS / ENSAYOS							
		TIPO	PROFUNDIDAD INICIO (m)	PROFUNDIDAD FIN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	LITOLOGÍA	Unidad Geológica - Geotécnica	Número de Penetración de los 30 cm centrales N_{30} (S.P.T.)	Recuperación / Longitud (m)
SE-23	17,00	S.P.T.	2,00	2,60	2,30	Arena con algo de limo y arcilla	Aluvio-coluvial (Qc)	21	0,60
		S.P.T.	5,00	5,60	5,30	Arena con algo de grava y limo	Terraza media del Henares (Q_{T-H1})	24	0,60
		S.P.T.P.	7,50	8,10	7,80	Arena con algo de grava y limo	Terraza media del Henares (Q_{T-H1})	18	0,00
		S.P.T.	10,00	10,60	10,30	Arcilla con indicios de limo	Facies Alcalá (T_{AA})	34	0,60
		S.P.T.	15,00	15,60	15,30	Arcilla con indicios de limo	Facies Alcalá (T_{AA})	31	0,60
SE-24	15,10	S.P.T.	2,50	3,10	2,80	Limo arcilloso-arcilla limosa	Facies Madrid (T_T)	60	0,60
		S.P.T.	7,50	8,05	7,78	Limo arcilloso-arcilla limosa	Facies Madrid-Facies de transición	90	0,55
SE-25	21,00	S.P.T.P.	2,50	3,05	2,78	Grava con algo de arena	Relleno (R_A)	76	0,00
		S.P.T.	5,00	5,60	5,30	Arcilla limosa	Facies Madrid-Facies de transición	54	0,60
		S.P.T.	7,50	8,10	7,80	Arcilla limosa	Facies Madrid (T_{AT})	57	0,60
		S.P.T.	12,50	12,90	12,70	Arcilla limosa	Facies Madrid (T_{AT})	100	0,40
SE-27	19,05	S.P.T.	3,00	3,07	3,04	Grava arenosa con algo de limo	Terraza media-alta del Jarama (Q_{T-J1})	100	0,07
		S.P.T.	5,90	6,10	6,00	Arcilla negruzca con yesos	Mioceno Yesífero (T_{AY})	100	0,20

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRAS / ENSAYOS							
		TIPO	PROFUNDIDAD INICIO (m)	PROFUNDIDAD FIN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	LITOLOGÍA	Unidad Geológica - Geotécnica	Número de Penetración de los 30 cm centrales N_{30} (S.P.T.)	Recuperación / Longitud (m)
		S.P.T.	8,30	8,74	8,52	Arcilla negruzca con yesos	Mioceno Yesífero (T_{AY})	100	0,35
		S.P.T.	12,00	12,44	12,22	Arcilla negruzca con yesos	Mioceno Yesífero (T_{AY})	100	0,40
		S.P.T.	15,30	15,90	15,60	Arcilla marrón oscuro	Mioceno Yesífero (T_{AY})	72	0,50
SE-34	20,10	S.P.T.	2,50	3,10	2,80	Arena media-gruesa con limos y arcillas	Relleno (R_A)	15	0,60
		S.P.T.	8,00	8,60	8,30	Arena media gruesa con algo de arcillas	Facies Madrid (T_{TA})	63	0,60
		S.P.T.	12,50	13,08	12,79	Arena media gruesa con algo de arcillas	Facies Madrid (T_{AM})	47	0,55
SE-35	20,60	S.P.T.	2,00	2,60	2,30	Arena fina con indicios de limo y grava fina	Facies Madrid (T_{AM})	44	0,60
		S.P.T.	5,00	5,60	5,30	Arena fina con indicios de limo y grava fina	Facies Madrid (T_{AM})	45	0,60
		S.P.T.	10,00	10,60	10,30	Arena limo-arcillosa	Facies Madrid (T_{TA})	46	0,60
		S.P.T.	12,50	13,10	12,80	Arena con indicios de limo y grava fina	Facies Madrid (T_{TA})	73	0,60
		S.P.T.	17,50	18,05	17,78	Arena con algo de limo y arcilla	Facies Madrid (T_{TA})	54	0,55
		S.P.T.	20,00	20,60	20,30	Arena con algo de limo y arcilla	Facies Madrid (T_{TA})	44	0,60
SE-37	20,30	S.P.T.	2,50	3,10	2,80	Arena media gruesa con algo de arcillas	Facies Madrid (T_{AT})	21	0,60
		S.P.T.	8,00	8,60	8,30	Limo algo arcilloso	Facies Madrid (T_T)	42	0,60
		S.P.T.	13,50	14,10	13,80	Limo algo arcilloso	Facies Madrid (T_{TA})	52	0,30

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRAS / ENSAYOS							
		TIPO	PROFUNDIDAD INICIO (m)	PROFUNDIDAD FIN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	LITOLOGÍA	Unidad Geológica - Geotécnica	Número de Penetración de los 30 cm centrales N_{30} (S.P.T.)	Recuperación / Longitud (m)
SE-38	20,00	S.P.T.	2,00	2,60	2,30	Arena con algo de limo e indicios de arcilla	Facies Madrid (T_{AT})	11	0,60
		S.P.T.	5,00	5,60	5,30	Arena con algo de limo e indicios de arcilla	Facies Madrid (T_{TA})	41	0,60
		S.P.T.	7,50	8,10	7,80	Arena con algo de limo e indicios de arcilla	Facies Madrid (T_{TA})	63	0,60
		S.P.T.	10,00	10,60	10,30	Arena con algo de limo e indicios de arcilla	Facies Madrid (T_{TA})	48	0,60
		S.P.T.	12,50	13,10	12,80	Arena con algo de limo e indicios de arcilla	Facies Madrid (T_{T})	61	0,60
		S.P.T.	17,50	18,10	17,80	Arena con algo de arcilla y limo	Facies Madrid (T_{TA})	46	0,60
SE-39	20,40	S.P.T.	2,00	2,60	2,30	Arena con algo de arcilla	Facies Madrid	17	0,60
		S.P.T.	7,50	7,80	7,65	Arena con algo de limo	Facies Madrid (T_{AT})	100	0,30
		S.P.T.	10,00	10,43	10,22	Arena	Facies Madrid (T_{T})	100	0,43
		S.P.T.	12,50	12,80	12,65	Arena con bastante limo	Facies Madrid (T_{TA})	100	0,30
		S.P.T.	20,00	20,40	20,20	Arena con bastante limo y algo de arcilla	Facies Madrid (T_{AT})	100	0,40
SE-45	18,00	S.P.T.	2,40	3,00	2,70	Arena limoarcillosa	Facies Madrid (T_{T})	27	0,35
		S.P.T.	7,50	7,90	7,70	Limo arcilloso	Facies Madrid (T_{AT})-Facies de transición	100	0,40
		S.P.T.	13,00	13,43	13,22	Arcilla con algo de limo	Facies Madrid (T_{AT})-Facies de transición	100	0,40
SE-46	18,00	S.P.T.	2,50	3,10	2,80	Arcilla arenosa con algo de grava	Facies Madrid (T_{AT})	12	0,60

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRAS / ENSAYOS							
		TIPO	PROFUNDIDAD INICIO (m)	PROFUNDIDAD FIN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	LITOLOGÍA	Unidad Geológica - Geotécnica	Número de Penetración de los 30 cm centrales N_{30} (S.P.T.)	Recuperación / Longitud (m)
		S.P.T.	5,00	5,40	5,20	Arcilla con algo de limo	Facies Madrid (T_{AT})	100	0,40
		S.P.T.	7,50	7,90	7,70	Arcilla con algo de limo	Facies Madrid (T_{TA})	100	0,40
		S.P.T.	15,20	15,40	15,30	Arcilla margosa	Facies de Transición (Tp)	100	0,20
SE-49	16,00	S.P.T.	5,00	5,60	5,30	Arcilla con algo de limo	Facies de Transición (Tp)	14	0,60
		S.P.T.	10,00	10,60	10,30	Arcilla con yesos	Mioceno Yesífero (T_{AY})	21	0,60
SE-50	16,50	S.P.T.	2,50	3,10	2,80	Arena con algo de limo	Relleno (R_{A})	6	0,60
		S.P.T.	7,50	8,10	7,80	Arcilla con indicios de limo	Facies de Transición (Tp)	12	0,60
		S.P.T.	12,50	13,10	12,80	Arcilla negruzca	Mioceno Yesífero (T_{AY})	12	0,60
SE-51	20,20	S.P.T.	4,50	5,10	4,80	Grava con arena	Terraza baja del Jarama (Q_{T-J2})	20	0,60
		S.P.T.P.	6,60	6,85	6,73	Grava con arena	Terraza baja del Jarama (Q_{T-J2})	100	0,00
SE-53	18,70	S.P.T.	2,40	3,00	2,70	Limo con algo de arcilla e indicios de arena	Aluvio-coluvial (Qc)	48	0,60
		S.P.T.P.	4,40	4,45	4,43	Grava y bolos con algo de arena y arcilla	Terraza media-alta del Jarama (Q_{T-J1})	100	0,00
		S.P.T.	8,00	8,60	8,30	Arcilla negruzca con algo de limo	Mioceno Yesífero (T_{AY})	30	0,60

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRAS / ENSAYOS							
		TIPO	PROFUNDIDAD INICIO (m)	PROFUNDIDAD FIN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	LITOLOGÍA	Unidad Geológica - Geotécnica	Número de Penetración de los 30 cm centrales N_{30} (S.P.T.)	Recuperación / Longitud (m)
		S.P.T.	14,00	14,60	14,30	Arcilla negruzca con algo de limo	Mioceno Yesífero (T_{AY})	24	0,60
SE-56	16,10	S.P.T.	2,50	3,05	2,78	Arena media con margas	Aluvio-coluvial (Qc)	60	0,40
		S.P.T.P.	5,00	5,37	5,19	Gravas	Terraza media del Henares (Q_{T-H1})	100	0,00
		S.P.T.	12,50	13,10	12,80	Arcilla con indicios de limo gris negruzca	Facies Alcalá (T_{AA})	30	0,60
SE-57	15,00	S.P.T.	2,50	3,10	2,80	Arcilla con algo de limo e indicios de arena	Aluvio-coluvial (Qc)	27	0,60
		S.P.T.P.	5,00	5,50	5,25	Grava arenosa con algo de arcilla y limo	Terraza media del Henares (Q_{T-H1})	40	0,00
		S.P.T.	7,60	8,10	7,85	Arcilla con indicios de limo	Facies Alcalá (T_{AA})	38	0,50
		S.P.T.	13,00	13,60	13,30	Arcilla margosa	Facies Alcalá (T_{AA})	21	0,60
SE-58	15,00	S.P.T.	2,50	3,10	2,80	Arcilla con algo de arena y limo	Aluvio-coluvial (Qc)	21	0,60
		S.P.T.	5,00	5,60	5,30	Grava arenosa con algo de limo	Terraza media del Henares (Q_{T-H1})	33	0,60
		S.P.T.	7,50	8,10	7,80	Arcilla con indicios de arena	Facies Alcalá (T_{AA})	16	0,60
		S.P.T.	13,00	13,60	13,30	Arcilla con indicios de arena	Facies Alcalá (T_{AA})	28	0,60
SE-59	18,30	S.P.T.P.	1,80	2,10	1,95	Grava areno limosa	Relleno (R_A)	43	0,00
		S.P.T.P.	4,30	4,41	4,36	Grava areno limosa con bolos	Terraza media-alta del Jarama (Q_{T-J1})	100	0,00

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRAS / ENSAYOS							
		TIPO	PROFUNDIDAD INICIO (m)	PROFUNDIDAD FIN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	LITOLOGÍA	Unidad Geológica - Geotécnica	Número de Penetración de los 30 cm centrales N_{30} (S.P.T.)	Recuperación / Longitud (m)
		S.P.T.P.	7,00	7,06	7,03	Grava areno limosa con bolos	Terraza media-alta del Jarama (Q_{T-J1})	100	0,00
		S.P.T.	9,56	10,16	9,86	Arcilla yesífera	Mioceno Yesífero (T_{AY})	65	0,60
SE-60	24,00	S.P.T.P.	2,00	2,60	2,30	Arenas y gravas	Aluvial del Jarama (Qal)	18	0,00
		S.P.T.P.	4,00	4,60	4,30	Arenas y gravas	Aluvial del Jarama (Qal)	45	0,00
		S.P.T.P.	6,00	6,60	6,30	Arenas y gravas	Aluvial del Jarama (Qal)	43	0,00
		S.P.T.	8,50	9,10	8,80	Arcillas yesíferas	Mioceno Yesífero (T_{AY})	34	0,60
		S.P.T.	14,00	14,30	14,15	Arc illas yesíferas	Mioceno Yesífero (T_{AY})	100	0,30
SE-61	26,00	S.P.T.P.	2,00	2,60	2,30	Gravas y arenas	Aluvial del Jarama (Qal)	30	0,00
		S.P.T.P.	4,00	4,60	4,30	Gravas y arenas	Aluvial del Jarama (Qal)	55	0,00
		S.P.T.P.	6,00	6,30	6,15	Gravas y arenas	Aluvial del Jarama (Qal)	100	0,00
		S.P.T.P.	8,00	8,60	8,30	Gravas y arenas	Aluvial del Jarama (Qal)	52	0,00
		S.P.T.	10,50	11,10	10,80	Arcillas yesíferas negruzcas	Mioceno Yesífero (T_{AY})	50	0,60
		S.P.T.	15,40	15,70	15,55	Arcillas yesíferas negruzcas+intercalaciones de yesos	Mioceno Yesífero (T_{AY})	100	0,30
SE-62	24,00	S.P.T.P.	2,00	2,60	2,30	Arena gravosa con indicios de limo	Aluvial del Jarama (Qal)	23	0,00

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRAS / ENSAYOS							
		TIPO	PROFUNDIDAD INICIO (m)	PROFUNDIDAD FIN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	LITOLOGÍA	Unidad Geológica - Geotécnica	Número de Penetración de los 30 cm centrales N_{30} (S.P.T.)	Recuperación / Longitud (m)
SE-63	26,00	S.P.T.P.	4,00	4,60	4,30	Arena gravosa con indicios de limo	Aluvial del Jarama (Qal)	40	0,00
		S.P.T.P.	6,00	6,60	6,30	Arena gravosa con indicios de limo	Aluvial del Jarama (Qal)	48	0,00
		S.P.T.	9,20	9,80	9,50	Arcillas yesíferas negruzcas	Mioceno Yesífero (T_{AY})	42	0,60
		S.P.T.	16,10	16,20	16,15	Arcillas yesíferas negruzcas	Mioceno Yesífero (T_{AY})	100	0,10
		S.P.T.P.	20,70	20,80	20,75	Arcillas yesíferas negruzcas	Mioceno Yesífero (T_{AY})	100	0,00
		S.P.T.P.	2,00	2,60	2,30	Arenas, limos y gravas	Relleno (R_A)	55	0,00
		S.P.T.	4,00	4,60	4,30	Grava con arena y limo	Aluvial del Jarama (Qal)	31	0,60
		S.P.T.P.	6,00	6,60	6,30	Gravas y arenas	Aluvial del Jarama (Qal)	38	0,00
		S.P.T.P.	8,00	8,60	8,30	Gravas y arenas	Aluvial del Jarama (Qal)	35	0,00
		S.P.T.	10,50	11,10	10,80	Arcillas yesíferas negruzcas	Mioceno Yesífero (T_{AY})	35	0,60
		S.P.T.	16,50	16,80	16,65	Arcillas yesíferas negruzcas	Mioceno Yesífero (T_{AY})	100	0,30
		S.P.T.	21,50	21,65	21,58	Arcillas yesíferas negruzcas	Mioceno Yesífero (T_{AY})	100	0,15
SE-64	27,00	S.P.T.P.	2,00	2,60	2,30	Gravas, arenas y limos	Relleno (R_A)	60	0,00
		S.P.T.	4,00	4,60	4,30	Arenas y algún canto de ladrillo	Relleno (R_A)	4	0,60
		S.P.T.	6,00	6,60	6,30	Arenas y algún canto de ladrillo	Relleno (R_A)	5	0,60

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRAS / ENSAYOS							
		TIPO	PROFUNDIDAD INICIO (m)	PROFUNDIDAD FIN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	LITOLOGÍA	Unidad Geológica - Geotécnica	Número de Penetración de los 30 cm centrales N_{30} (S.P.T.)	Recuperación / Longitud (m)
		S.P.T.P.	8,00	8,60	8,30	Gravas y arenas	Aluvial del Jarama (Qal)	39	0,00
		S.P.T.	10,00	10,15	10,08	Arcillas yesíferas negruzcas+interc. de yesos	Mioceno Yesífero (T_{AY})	100	0,15
		S.P.T.	20,50	21,10	20,80	Arcillas yesíferas negruzcas	Mioceno Yesífero (T_{AY})	39	0,60
		S.P.T.	25,50	25,78	25,64	Arcillas yesíferas negruzcas+interc. de yesos	Mioceno Yesífero (T_{AY})	100	0,28
SE-65	20,20	S.P.T.P.	2,50	3,10	2,80	Arenas y algún canto de ladrillo	Relleno (R_A)	34	0,00
		S.P.T.P.	5,00	5,25	5,13	Gravas y arenas	Terraza media del Henares (Q_{T-H1})	100	0,00
		S.P.T.	7,50	8,10	7,80	Arcillas muy plásticas marrón-rojizas	Facies Alcalá (T_{AA})	29	0,60
		S.P.T.	12,50	13,10	12,80	Arcillas muy plásticas marrón-rojizas	Facies Alcalá (T_{AA})	36	0,60
SE-66	20,00	S.P.T.P.	3,00	3,40	3,20	Gravas arenosas	Relleno (R_A)	100	0,00
		S.P.T.	8,50	9,10	8,80	Arcilla marrón oscuro	Facies Alcalá (T_{AA})	33	0,60
		S.P.T.	13,20	13,80	13,50	Arcilla marrón oscuro	Facies Alcalá (T_{AA})	38	0,60
		S.P.T.	17,60	18,20	17,90	Arcilla marrón oscuro	Facies Alcalá (T_{AA})	62	0,60
SE-70	19,00	S.P.T.P.	2,50	3,10	2,80	Gravas y arenas	Terraza media del Henares (Q_{T-H1})	70	0,00
		S.P.T.	8,00	8,60	8,30	Arcillas muy plásticas marrón-rojizas	Facies Alcalá (T_{AA})	42	0,60

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRAS / ENSAYOS							
		TIPO	PROFUNDIDAD INICIO (m)	PROFUNDIDAD FIN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	LITOLOGÍA	Unidad Geológica - Geotécnica	Número de Penetración de los 30 cm centrales N_{30} (S.P.T.)	Recuperación / Longitud (m)
		S.P.T.	16,50	17,10	16,80	Arcillas muy plásticas marrón-rojizas	Facies Alcalá (T_{AA})	74	0,60
SE-75	20,00	S.P.T.P.	2,50	2,94	2,72	Arenas y gravas	Facies Alcalá (T_{AA})	52	0,00
		S.P.T.P.	5,00	5,25	5,13	Gravas	Facies Alcalá (T_{AA})	100	0,00
		S.P.T.	7,50	8,10	7,80	Arcillas muy plásticas marrón-rojizas	Facies Alcalá (T_{AA})	52	0,60
		S.P.T.	12,50	13,07	12,79	Arcillas muy plásticas marrón-rojizas	Facies Alcalá (T_{AA})	71	0,57
SE-76	20,30	S.P.T.P.	2,40	3,00	2,70	Gravas y arenas	Facies Alcalá (T_{AA})	27	0,00
		S.P.T.P.	4,60	4,83	4,72	Gravas y arenas	Facies Alcalá (T_{AA})	100	0,00
		S.P.T.	7,00	7,60	7,30	Arcillas muy plásticas marrón-rojizas	Facies Alcalá (T_{AA})	36	0,60
		S.P.T.	12,50	13,05	12,78	Arcilla limosa marrón	Facies Alcalá (T_{AA})	55	0,55
SE-81B	18,00	S.P.T.	2,50	3,10	2,80	Arena con algo de grava	Relleno (R_A)	17	0,60
		S.P.T.	10,00	10,60	10,30	Arcilla gris-verdosa	Facies de Transición (Tp)	49	0,60
		S.P.T.	13,00	13,40	13,20	Arcilla gris-verdosa	Facies de Transición (Tp)	100	0,40
		S.P.T.	16,00	16,60	16,30	Arcilla gris-verdosa	Facies de Transición (Tp)	60	0,60
SE-84	18,50	S.P.T.P.	2,00	2,22	2,11	Arena gravosa con indicios de limo	Aluvial del Jarama (Qal)	100	0,00
		S.P.T.	6,00	6,60	6,30	Arcilla con algo de limo e indicios de arena y yesos	Mioceno Yesífero (T_{AY})	55	0,60
		S.P.T.	9,00	9,60	9,30	Arcilla con algo de limo e indicios de arena y yesos	Mioceno Yesífero (T_{AY})	67	0,60
		S.P.T.	12,00	12,29	12,15	Arcilla con algo de limo e indicios de arena y yesos	Mioceno Yesífero (T_{AY})	100	0,29
		S.P.T.	15,00	15,35	15,18	Arcilla con algo de limo e indicios de arena y yesos	Mioceno Yesífero (T_{AY})	100	0,35
SE-85	18,00	S.P.T.	6,00	6,60	6,30	Arcilla limosa con yesos e indicios de arena y grava fina	Mioceno Yesífero (T_{AY})	68	0,60
		S.P.T.	9,00	9,42	9,21	Arcilla limosa con yesos e indicios de arena y grava fina	Mioceno Yesífero (T_{AY})	100	0,42
		S.P.T.	12,00	12,77	12,39	Arcilla limosa con yesos e indicios de arena y grava fina	Mioceno Yesífero (T_{AY})	100	0,77
		S.P.T.P.	16,30	16,39	16,35	Arcilla limosa con yesos e indicios de arena y grava fina	Mioceno Yesífero (T_{AY})	100	0,00

39	PT	: TOTAL ENSAYOS DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR CON CUCHARA (SPT)
0	PTP	: TOTAL ENSAYOS DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR CON PUNTAZA (SPTP)

Tabla 2.9.- Tabla-resumen de los ensayos S.P.T./ S.P.T.P.

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRAS / ENSAYOS							
		TIPO	PROFUNDIDAD INICIO (m)	PROFUNDIDAD FIN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	LITOLOGÍA	Unidad Geológica - Geotécnica	Número de Penetración de los 30 cm centrales N_{30} (S.P.T.)	Recuperación / Longitud (m)
S-1	15,10	SPT	2,00	2,60	2,30	Arenas limo-arcillosas	T_{AT}	49	0,60
		SPT	6,00	6,60	6,30	Arenas con indicios de finos	T_{AM}	63	0,60
		SPT	9,00	9,60	9,30	Arenas con indicios de finos	T_{AT}	52	0,60
		SPT	12,68	13,28	12,98	Arenas arcillosas	T_{AM}	69	0,60
		SPT	14,50	15,10	14,80	Arenas	T_{AM}	75	0,60
S-2	15,40	SPT	3,00	3,60	3,30	Arenas arcillosas	T_{AT}	18	0,55
		SPT	6,00	6,44	6,22	Arenas	T_{TA}	100	0,40
		SPT	12,00	12,60	12,30	Arenas	T_{AT}	46	0,55
		SPT	14,80	15,40	15,10	Arenas	T_{AM}	38	0,55
S-3	15,20	SPT	1,50	2,10	1,80	Arenas arcillosas	T_{AM}	21	0,55
		SPT	6,30	6,85	6,58	Arenas con matriz arcillosa	T_{AT}	84	0,50
		SPT	12,00	12,60	12,30	Arenas	T_{AM}	41	0,55
		SPT	14,60	15,20	14,90	Arenas limo-arcillosas	T_{AT}	40	0,55
S-4	15,30	SPT	1,50	2,10	1,80	Arena arcillo-limosa	R_A	9	0,60
		SPT	6,00	6,40	6,20	Arenas	T_{AM}	100	0,40
		SPT	11,00	11,60	11,30	Arenas	T_{AT}	82	0,60
		SPT	14,70	15,30	15,00	Arenas	T_{AT}	55	0,60
S-7	15,69	SPT	6,00	6,60	6,30	Arenas arcillosas	T_P	38	0,60
		SPT	12,00	12,60	12,30	Arcillas	T_P	40	0,40
S-9	15,40	SPT	4,00	4,60	4,30	Arenas arcillosas	T_P	31	0,60
		SPT	8,80	9,35	9,08	Arcillas	T_P	67	0,60
		SPT	14,80	15,40	15,10	Arcillas	T_P	59	0,60

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRAS / ENSAYOS							
		TIPO	PROFUNDIDAD INICIO (m)	PROFUNDIDAD FIN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	LITOLOGÍA	Unidad Geológica - Geotécnica	Número de Penetración de los 30 cm centrales N_{30} (S.P.T.)	Recuperación / Longitud (m)
S-10	15,18	SPT	3,00	3,60	3,30	Arcillas con indicios de arenas	T_{Pa}	76	0,50
		SPT	6,00	6,60	6,30	Arcillas con indicios de arenas	T_{Pa}	78	0,60
		SPT	12,00	12,60	12,30	Arcillas plásticas	T_{Pa}	73	0,60
S-11	15,10	SPT	3,00	3,60	3,30	Arcillas arenosas con gravas	T_P	4	0,05
		SPT	6,00	6,60	6,30	Arcillas con indicios de arenas	T_{Pa}	81	0,60
		SPT	12,00	12,58	12,29	Arcillas con indicios de arenas	T_P	90	0,50
S-13	15,00	SPT	3,00	3,53	3,27	Arcillas con indicios de arenas	T_P	74	0,50
		SPT	6,00	6,40	6,20	Arcillas con indicios de arenas	T_P	100	0,40
		SPT	12,00	12,60	12,30	Arcillas con indicios de arenas	T_P	74	0,60
		SPT	14,40	15,00	14,70	Arcillas con indicios de arenas	T_P	66	0,60
S-15	15,14	SPT	1,50	2,10	1,80	Arcillas con indicios de arenas	T_P	24	0,60
		SPT	4,50	4,76	4,63	Arcillas con indicios de arenas	T_{Pa}	100	0,20
		SPT	9,00	9,37	9,19	Arcillas con indicios de arenas	T_{Pa}	100	0,35
		SPT	12,00	12,55	12,28	Arcillas con indicios de arenas	T_{Pa}	70	0,55
S-16	14,70	SPT	3,00	3,56	3,28	Arcillas	T_P	68	0,56
		SPT	6,00	6,08	6,04	Margocaliza	T_P	100	0,00
		SPT	12,00	12,40	12,20	Arcillas	T_{Pa}	100	0,35

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRAS / ENSAYOS							
		TIPO	PROFUNDIDAD INICIO (m)	PROFUNDIDAD FIN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	LITOLOGÍA	Unidad Geológica - Geotécnica	Número de Penetración de los 30 cm centrales N 30 (S.P.T.)	Recuperación / Longitud (m)
S-19	17,50	SPT	1,30	1,90	1,60	Arena arcillosa	Q_{T-J1}	11	0,55
		SPT	4,00	4,60	4,30	Arena arcillosa	T_P	22	0,55
		SPT	12,20	12,80	12,50	Arcillas plásticas	T_P	5	0,55
S-22	14,90	SPT	4,00	4,04	4,02	Gravas arenosas	Q_{T-J2}	100	0,04
		SPTP	5,50	5,75	5,63	Gravas arenosas	Q_{T-J2}	100	0,00
		SPT	9,10	9,70	9,40	Arcillas	T_P	24	0,60
		SPT	14,50	15,10	14,80	Arcillas	T_P		0,60
S-23	14,98	SPT	1,50	2,10	1,80	Gravas areno-limosas	Q_{T-J2}	34	0,60
		SPTP	3,00	3,07	3,04	Gravas y bolos	Q_{T-J2}	100	0,07
		SPT	7,00	7,38	7,19	Arcillas	T_P	100	0,38
		SPT	12,00	12,50	12,25	Arcillas	T_P	83	0,50
		SPT	14,70	14,98	14,84	Yesos con arcillas	T_{AY}	100	0,28
S-24	29,91	SPT	1,50	1,88	1,69	Arenas con gravas	R_A	100	0,38
		SPT	3,00	3,60	3,30	Arenas con cantos y fangos	R_A	77	0,60
		SPT	4,50	5,10	4,80	Arenas con cantos y fangos	R_A	10	0,60
		SPT	6,00	6,60	6,30	Gravas y arenas	R_A	6	0,60
		SPT	9,00	9,60	9,30	Arenas limosas	Q_B	17	0,60
		SPT	11,70	11,84	11,77	Arcillas yesíferas	T_{AY}	100	0,14
		SPT	17,20	17,25	17,23	Yesos con arcillas	T_{AY}	100	0,05
		SPT	25,90	26,10	26,00	Arcillas	T_{AY}	100	0,20
		SPTP	29,80	29,91	29,86	Yesos con niveles de arcillas	T_{AY}	100	0,00
S-30	29,32	SPT	1,50	2,10	1,80	Gravas arenosas	Q_B	30	0,60

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRAS / ENSAYOS							
		TIPO	PROFUNDIDAD INICIO (m)	PROFUNDIDAD FIN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	LITOLOGÍA	Unidad Geológica - Geotécnica	Número de Penetración de los 30 cm centrales N 30 (S.P.T.)	Recuperación / Longitud (m)
		SPTP	6,50	6,75	6,63	Gravas arenosas	Q_B	100	0,00
		SPT	9,30	9,60	9,45	Arcillas	T_{AY}	100	0,30
		SPT	12,00	12,25	12,25	Arcillas con yesos	T_{AY}	100	0,25
		SPT	14,20	14,80	14,50	Arcillas plásticas	T_{AY}	44	0,60
		SPT	16,50	16,90	16,70	Arcillas con nódulos de yeso	T_{AY}	100	0,40
		SPT	29,30	29,32	29,31	Arcillas yesíferas	T_{AY}	100	0,02
S-32	5,20	SPT	1,50	2,10	1,80	Gravas areno-limosas	Q_{T-H1}	8	0,40
		SPT	3,10	3,70	3,40	Gravas y bolos en matriz arenosa	Q_{T-H1}	42	0,60
		SPTP	4,50	4,60	4,55	Gravas y bolos	Q_{T-H1}	100	0,00
S-35	7,50	SPT	1,50	2,10	1,80	Gravas y bolos en matriz arenosa	Q_{T-H1}	33	0,45
		SPTP	3,00	3,10	3,05	Gravas y bolos en matriz arenosa	Q_{T-H1}	100	0,00
		SPT	4,60	5,20	4,90	Gravas y bolos en matriz arenosa	Q_{T-H1}	35	0,15
		SPTP	6,40	6,47	6,44	Gravas y bolos en matriz arenosa	Q_{T-H1}	100	0,00
S-38	15,60	SPT	1,70	2,30	2,00	Arenas limo-arcillosas	Q_{CD}	24	0,60
		SPT	4,50	5,10	4,80	Gravas y bolos	Q_{T-H1}	57	0,60
		SPTP	6,00	6,60	6,30	Gravas y bolos	Q_{T-H1}	86	0,00
		SPT	12,50	13,10	12,80	Arcillas	T_P	24	0,60
		SPT	15,00	15,60	15,30	Arcillas	T_P	41	0,60
S-39	15,60	SPT	3,30	3,90	3,60	Limos areno-arcillosos	Q_{CD}	45	0,40
		SPT	6,20	6,77	6,49	Gravas en matriz areno-arcilloso	Q_{T-H1}	90	0,50

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRAS / ENSAYOS							
		TIPO	PROFUNDIDAD INICIO (m)	PROFUNDIDAD FIN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	LITOLOGÍA	Unidad Geológica - Geotécnica	Número de Penetración de los 30 cm centrales N_{30} (S.P.T.)	Recuperación / Longitud (m)
		SPT	12,00	12,60	12,30	Arcillas	T_P	68	0,60
S-41	15,50	SPT	4,40	5,00	4,70	Limos arcillosos	Q_{T-H1}	14	0,60
		SPT	10,00	10,60	10,30	Arcillas plásticas	T_P	33	0,60
		SPT	12,50	13,10	12,80	Arcillas	T_P	49	0,60
		SPT	14,90	15,50	15,20	Arcillas plásticas	T_P	69	0,60
S-42	15,90	SPT	3,00	3,60	3,30	Gravas en matriz areno-arcilloso	Q_{T-H1}	42	0,60
		SPT	4,60	5,20	4,90	Gravas en matriz areno-arcilloso	Q_{T-H1}	67	0,60
		SPT	9,50	10,10	9,80	Arcillas	T_P	73	0,60
		SPT	15,30	15,90	15,60	Arcillas	T_P	78	0,60
S-42BIS	15,60	SPT	1,50	2,10	1,80	Gravas y bolos en matriz areno-arcillosa	Q_{T-H1}	36	0,40
		SPT	3,00	3,60	3,30	Gravas y bolos en matriz areno-arcillosa	Q_{T-H1}	34	0,30
		SPT	4,60	5,20	4,90	Gravas y bolos en matriz areno-arcillosa	Q_{T-H1}	15	0,15
		SPT	9,00	9,60	9,30	Arcillas	T_P	68	0,60
		SPT	15,00	15,60	15,30	Arcillas	T_P	56	0,60
S-46	15,10	SPT	10,00	10,60	10,30	Arcillas plásticas	T_{AA}	43	0,60
		SPT	13,10	13,44	13,27	Arcillas	T_{AA}	100	0,34
S-47	14,56	SPT	4,50	5,10	4,80	Arenas y arcillas	Q_{T-H2}	28	0,60
		SPTP	7,50	7,75	7,63	Gravas arenosas con cantos	Q_{T-H2}	100	0,00
		SPT	13,97	14,56	14,27	Arcillas limosas	T_{AA}	67	0,59
S-49	16,00	SPT	1,50	2,10	1,80	Arenas limosas	Q_{T-H2}	20	0,60
		SPTP	3,50	3,58	3,54	Gravas arenosas	Q_{T-H2}	100	0,00
		SPT	8,00	8,60	8,30	Arcillas plásticas	T_{AA}	42	0,60
		SPT	15,40	16,00	15,70	Arcillas plásticas	T_{AA}	59	0,60

4	PT : TOTAL ENSAYOS DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR CON CUCHARA (SPT)
0	PTP : TOTAL ENSAYOS DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR CON PUNTAZA (SPTP)

Tabla 2.10.- Tabla-resumen de los ensayos S.P.T./ S.P.T.P.

7.2.5.- CALICATAS DE RECONOCIMIENTO GEOTÉCNICO

Se realizaron un total de 19 calicatas con profundidades entre 3,00 m y 3,50 m, distribuidas todas ellas a lo largo del trazado.

En la ***Tabla 2.15.*** se puede observar la relación completa de calicatas, donde también se han recogido aquellas no ejecutadas a consecuencia de la máxima dificultad de acceso o a la negativa de permisos por los propietarios de los terrenos, y que se recomienda se realicen al comienzo de las obras para reducir la incertidumbre existente en estos puntos para la definición del perfil del terreno.

El objetivo principal es clasificar el material según el PG-3/04 (4ª edición publicada el 6 de Abril de 2004), la definición de la explanada natural, y así mismo investigar el terreno de apoyo de los rellenos y el terreno de los previsibles taludes de excavación.

Para la realización de las calicatas, se empleó una retroexcavadora mixta, modelo M.F. 50 HX, compuesta por un tractor de neumáticos con un equipo de pala cargadora y retroexcavadora trasera, ambos accionados hidráulicamente. (***Foto 2.10.***).



Foto 2.10.- Máquina retroexcavadora modelo M.F. 50 HX.

Se incluyen a continuación las tablas utilizadas para la descripción de suelos en calicatas.

Denominación	% en Peso
Indicios	0 a 5
Algo	5 a 15
Bastante	15 a 35
Sufijo “oso”	35 a 50

Tabla 2.11.- Porcentajes en peso de las distintas fracciones granulométricas.

Denominación	Identificación de visu	q_u (kp/cm^2)
Muy blando	El puño penetra fácilmente varios centímentros	Menos de 0,25
Blando	El pulgar penetra fácilmente varios centímetros	0,25 a 0,5
Algo consistente	El pulgar penetra varios centímentros con un esfuerzo moderado	0,5 a 1
Consistente	El pulgar deja marca inmediata, penetrando sólo con gran esfuerzo	1 a 2,5
Muy consistente	La uña deja marca inmediata	2,5 a 5

Tabla 2.12.- Consistencia de los suelos arcillo-limosos.

Grado de Excavabilidad	Medios Mecánicos
Fácilmente Excavable	**Avance con retroexcavadora mixta**
Difícilmente Excavable	**Avance con retroexcavadora potente**
No Excavable	**Avance con Martillo Picador o Explosivos**

Tabla 2.13.- Grado de excavabilidad en calicatas de reconocimiento geotécnico.

Grado de Estabilidad	Comportamiento	Tipo de Terreno
1	Paredes Estables	Suelos arcillosos cohesivos Macizo rocoso masivo
2	Caída de gravas y bolos	Suelos granulares Macizo rocoso diaclasado
3	Caída de bloques	Macizo rocoso diaclasado y meteorizado
4	Inestabilidad por descalce	Alternancia de niveles duros y blandos
5	Inestabilidad por rotura circular	Suelos arcillosos y limosos de cohesión baja
6	Desplome	Suelos granulares con nivel freático Suelos arcillosos y limosos de cohesión baja con nivel freático

Tabla 2.14.- Grado de estabilidad de las paredes en calicatas de reconocimiento geotécnico.

A la hora de describir los materiales reconocidos en la calicata, se correlacionan con los materiales observados en superficie o con los testigos de los sondeos, para agrupar a todos ellos dentro de la misma unidad geotécnica.

Una vez se concluyeron los trabajos, las calicatas fueron convenientemente tapadas con la máquina retroexcavadora y referenciada con coordenadas topográficas.

REFERENCIA	PROF. ALCANZADA (m)	FECHA DE REALIZACIÓN	COORDENADAS U.T.M. (m)			P.K. RESPECTO A LA A-2	OBJETIVOS
			X	Y	Z		
C-1	3,20	07/06/2006	445.618,62	4.478.065,23	693,50	6+030	Relleno Espesor de Saneo Perfil Geológico-Geotécnico
C-2	3,20	07/06/2006	446.111,10	4.477.978,11	680,50	6+540	Relleno Espesor de Saneo Perfil Geológico-Geotécnico
C-3	3,00	07/06/2006	446.608,56	4.478.067,32	688,20	7+040	Desmonte Reutilización Perfil Geológico-Geotécnico
C-4	3,00	07/06/2006	447.091,20	4.478.022,82	674,80	7+520	Explanada Espesor de Saneo Perfil Geológico-Geotécnico
C-5	3,00	07/06/2006	447.666,77	4.478.035,08	660,80	8+100	Desmonte Reutilización Perfil Geológico-Geotécnico
C-6	-	-	449.975,61	4.478.052,20	612,50	10+410	Explanada Espesor de Saneo Perfil Geológico-Geotécnico
C-7	3,00	07/06/2006	450.997,51	4.478.032,39	603,80	11+430	Explanada Espesor de Saneo Perfil Geológico-Geotécnico
C-8	3,00	07/06/2006	452.538,52	4.477.996,70	591,80	12+975	Explanada Espesor de Saneo Perfil Geológico-Geotécnico
C-9	3,00	07/06/2006	453.377,47	4.477.981,82	585,70	13+815	Explanada Espesor de Saneo Perfil Geológico-Geotécnico
C-10	3,50	07/06/2006	455.411,80	4.477.873,63	564,30	15+900	Explanada Espesor de Saneo Perfil Geológico-Geotécnico
C-11	3,00	11/05/2006	456.049,31	4.478.054,08	562,80	16+560	Explanada Espesor de Saneo Perfil Geológico-Geotécnico
C-12	3,00	08/06/2006	456.989,80	4.478.585,27	584,70	17+655	Explanada Espesor de Saneo Perfil Geológico-Geotécnico
C-13	3,10	08/06/2006	457.517,14	4.479.010,84	588,00	18+325	Explanada Espesor de Saneo Perfil Geológico-Geotécnico
C-14	3,00	07/06/2006	458.034,73	4.479.319,36	592,00	18+925	Explanada Espesor de Saneo Perfil Geológico-Geotécnico
C-15	3,00	08/06/2006	459.741,16	4.479.850,46	590,00	20+710	Explanada Espesor de Saneo Perfil Geológico-Geotécnico
C-16	3,00	08/06/2006	460.439,17	4.479.947,22	590,00	21+415	Explanada Espesor de Saneo Perfil Geológico-Geotécnico
C-17	3,20	08/06/2006	461.955,89	4.479.909,77	586,30	22+930	Investigación estructura Espesor de saneo Perfil Geológico-Geotécnico
C-18	3,50	08/06/2006	462.131,13	4.479.923,92	586,70	23+100	Explanada Espesor de Saneo Perfil Geológico-Geotécnico
C-19	3,00	08/06/2006	462.662,36	4.479.984,12	586,50	23+640	Explanada Espesor de Saneo Perfil Geológico-Geotécnico
C-20	3,00	08/06/2006	463.304,20	4.480.113,15	591,60	24+300	Explanada Espesor de Saneo Perfil Geológico-Geotécnico

ud	m	
19	58,70	CALICATA EJECUTADA
1	-	CALICATA SIN PERMISO PROPIETARIO / MÁXIMA DIFICULTAD DE ACCESO

Tabla 2.15.- Tabla-resumen de las calicatas de reconocimiento geotécnico realizadas en Fase 3 de Proyecto de Construcción.

INVESTIGACIONES DE PROYECTOS RECOPILADOS

Se han recopilado un total de 72 calicatas distribuidas a lo largo del corredor.

La relación de calicatas recopiladas y profundidades alcanzadas en los mismos queda reflejada en la ***Tabla 2.16.***.

En el ***Apéndice 5*** *"Partes de Calicatas Recopiladas"* del Anejo 1.2.6 *Geotecnia del Corredor*, del proyecto de clave 49-M-12280 (adjunto como documentación digital en el presente proyecto), se encuentra los partes de calicatas recopiladas de diversas prospecciones geotécnicas realizadas anteriormente en la zona de estudio.

La relación de sondeos realizados y profundidades alcanzadas en los mismos queda reflejada en la ***Tabla 2.4.***

REFERENCIA	PROFUNDIDAD ALCANZADA (m)	FECHA	EMPRESA
(A) PROYECTODE CONSTRUCCIÓN CONEXIONES EXTERIORES DE TORREJÓN DE ARDOZ CON LA A-2 Y M-300			
C-1	2,90	01/12/2004	SETI, S.A.
C-1B	3,10	01/12/2004	SETI, S.A.
C-2B	3,20	01/12/2004	SETI, S.A.
C-3	2,70	01/12/2004	SETI, S.A.
C-3B	3,10	01/12/2004	SETI, S.A.
C-4	2,00	01/12/2004	SETI, S.A.
C-4B	3,10	01/12/2004	SETI, S.A.
C-5	2,80	01/12/2004	SETI, S.A.
C-5B	3,30	01/12/2004	SETI, S.A.
(B) PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN CN-11 DE MADRID A FRANCIA POR BARCELONA. TRAMO CONEXIÓN ENTRE LA C/ALCALÁ Y LA AVENIDA DE LOGROÑO Y VÍAS DE SERVICIO EN LA N-II, ENTRE LOS P.K. 5,3 Y 10,2.			
C-1	5,00	10/09/2002	GEOTEYCO
C-2	4,00	10/09/2002	GEOTEYCO
C-3	4,00	10/09/2002	GEOTEYCO
CS-1	5,00	09/09/2002	GEOTEYCO
CS-2	5,00	12/09/2002	GEOTEYCO

REFERENCIA	PROFUNDIDAD ALCANZADA (m)	FECHA	EMPRESA
(F) ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO RONDA NORTE DE TORREJÓN			
C-1	3,50	08/05/2003	ICAES
C-2	2,00	08/05/2003	ICAES
C-3	3,50	05/05/2003	ICAES
(G) PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN CONEXIÓN AEROPUERTO- VARIANTE DE LA CARRETERA N-II Y VÍAS DE SERVICIO SUR BARAJAS			
C-1	3,10		INECO
C-2	4,00		INECO
C-3	3,50		INECO
C-4	3,20		INECO
C-5	3,50		INECO
C-6	3,10		INECO
C-7	3,50		INECO
C-8	3,50		INECO
C-9	3,00		INECO
C-10	3,50		INECO
C-11	3,00		INECO
C-13	3,20		INECO
C-14	3,10		INECO
C-15	1,50		INECO
C-16	3,50		INECO
C-17	3,20		INECO
C-18	3,00		INECO
C-20	3,10		INECO
C-21	3,40		INECO
C-22	3,40		INECO
(H) PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN PROLONGACIÓN Y MEJORAS DE ACCESO SUR AL AEROPUERTO DE MADRID-BARAJAS			
C-1R	3,80		INECO
C-2R	4,00		INECO
C-3R	4,00		INECO
C-4R	4,00		INECO
(K) PROYECTO DE LICITACIÓN INFORMATIVO, CONSTRUCCIÓN Y MODIFICADO DE LA NUEVA CARRETERAM-45,M-50: NII-EJE O'DONELL			
C1-(C)-1	1,50	12/05/1998	INTECSA-INARSA
C1-(C)-2	3,25	12/05/1998	INTECSA-INARSA
C1-(C)-3	3,60	13/05/1998	INTECSA-INARSA

REFERENCIA	PROFUNDIDAD ALCANZADA (m)	FECHA	EMPRESA
C1-(C)-4	1,70	13/05/1998	INTECSA-INARSA
C1-(C)-5	4,10	13/05/1998	INTECSA-INARSA
C1-(C)-6	0,80	13/05/1998	INTECSA-INARSA
C1-(C)-7	1,25	13/05/1998	INTECSA-INARSA
C1-(C)-8	2,50	25/05/1998	INTECSA-INARSA
C1-(C)-9	3,60	25/05/1998	INTECSA-INARSA
C1-(C)-10	2,60	25/05/1998	INTECSA-INARSA
C1-(C)-11	2,40	25/05/1998	INTECSA-INARSA
C-1 (M-45 TRAZADO)	2,60	01/11/1997	INTECSA-INARSA
C-2 (M-45 TRAZADO)	3,80	01/11/1997	INTECSA-INARSA
C-2BIS (M-45 TRAZADO)	2,00	01/11/1997	INTECSA-INARSA
C-3 (M-45 TRAZADO)	2,50	01/11/1997	INTECSA-INARSA
C-4 (M-45 TRAZADO)	4,00	01/11/1997	INTECSA-INARSA
C-5 (M-45 TRAZADO)	3,60	01/11/1997	INTECSA-INARSA
C-6 (M-45 TRAZADO)	3,00	01/11/1997	INTECSA-INARSA
C-7 (M-45 TRAZADO)	2,20	01/11/1997	INTECSA-INARSA
C-(L)-17	3,80	05/08/1996	INTECSA-INARSA
C-(L)-33	3,80	05/08/1996	INTECSA-INARSA
C-(L)-34	3,80	05/08/1996	INTECSA-INARSA
CPE-(M)-1	3,30	01/02/2001	INTECSA-INARSA
CPE-(M)-2	3,00	01/02/2001	INTECSA-INARSA
CPE-(M)-7	3,60	01/02/2001	INTECSA-INARSA
CPD-(M)-1	3,50	01/02/2001	INTECSA-INARSA
CPT-(M)-1	3,50	01/02/2001	INTECSA-INARSA
CPT-(M)-12	3,50	01/03/2001	INTECSA-INARSA
CPT-(M)-13	3,00	01/03/2001	INTECSA-INARSA
CPT-(M)-14	3,60	01/03/2001	INTECSA-INARSA
CPT-(M)-15	3,40	01/03/2001	INTECSA-INARSA

Tabla 2.16.- Tabla-resumen de las calicatas de reconocimiento geotécnico recopiladas de proyectos próximos a la zona de estudio.

TOMA DE MUESTRAS

Las calicatas de reconocimiento geotécnico, son excavaciones que permiten la observación directa desde la superficie y hasta una profundidad moderada del perfil geológico del terreno. Dicha excavación permite así mismo la obtención de muestras alteradas de los diferentes niveles observados en el perfil de excavación. Según la finalidad de las muestras, se pueden diferenciar:

- ✓ Muestras en bolsa de 1 a 2 kg de peso, que pueden tomarse en cada horizonte litológico diferenciado, sobre las que se pueden realizar ensayos de identificación.
- ✓ Muestras en saco de 50 a 60 kg de peso, que pueden tomar en determinados niveles o bien como mezcla de algunos de ellos, y que se utilizan para realizar ensayos de identificación y de compacidad.

En la ***Tabla 2.17.*** se tiene un cuadro-resumen con las muestras alteradas tomadas en las calicatas de reconocimiento geotécnico ejecutadas en Fase 3 de Proyecto.

CALICATA	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRAS / ENSAYOS					
		TIPO	PROFUNDIDAD INICIO (m)	PROFUNDIDAD FIN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	LITOLOGÍA	Unidad Geológica - Geotécnica
C-1	3,20	MA	2,30	2,60	2,45	Arenas limosas	T_{AT}
C-2	3,20	MA	2,90	3,10	3,00	Arenas limosas	Q_{AL}
C-3	3,00	MA	2,00	2,30	2,15	Arenas limo-arcillosas	T_{AT}
C-7	3,00	MA	1,50	1,80	1,65	Arcillas arenosas con gravas	T_P
C-8	3,00	MA	2,00	2,30	2,15	Arcillas arenosas con gravas	T_P
C-9	3,00	MA	2,00	2,30	2,15	Arenas limosas con cantos	Q_{T-J1}
C-10	3,50	MA	3,00	3,30	3,15	Arenas limosas	Q_{LL}
C-11	3,00	MA	1,80	2,10	1,95	Arcillas limosas	Q_{LL}
C-13	3,10	MA	2,00	2,30	2,15	Arcillas y limos con gravas	Q_{CD}
C-14	3,00	MA	2,00	2,30	2,15	Arenas limo-arcillosas	Q_{CD}
C-15	3,00	MA	2,50	2,80	2,65	Arcillas ylimos con gravas	Q_{T-H1}
C-17	3,20	MA	2,00	2,30	2,15	Arcillas con gravas	Q_{AL}
C-18	3,50	MA	2,00	2,30	2,15	Arcillas con gravas	Q_C
C-19	3,00	MA	2,00	2,30	2,15	Arcillas limosas con gravas	Q_{T-H2}
C-20	3,00	MA	2,00	2,30	2,15	Arcillas y limos con gravas	Q_{T-H2}
		5	A	:TOTAL MUESTRAS ALTERADAS (MA)			

Tabla 2.17.- Tabla-resumen de las muestras alteradas tomadas en calicatas.

7.3.- Penetrómetros Dinámicos (DPSH)

Estos ensayos permiten una medida continua de la resistencia o deformabilidad del terreno, determinándose estas propiedades a través de correlaciones empíricas. Es muy adecuado para terrenos formados por arenas y limos arenosos, siendo de ninguna utilidad en terrenos con bolos y gravas compactas, niveles cementados o preconsolidados. Así, estos ensayos de penetración se han utilizado para la localización y correlación de capas que previamente han sido reconocidas en sondeos.

El ensayo de penetración súperpesado o DPSH, se efectúa en base a la Norma UNE 103-801:1994 y consiste en la penetración de una puntaza o cono, colocada al final de una barra maciza de longitud variable y diámetro exterior de 32 mm, la cual penetra en el terreno por medio del golpeo de una maza de 63,5 kg, que cae desde una altura de caída constante de 75 cm, con un ritmo de 15 a 30 golpes por minuto, registrándose el número de golpes necesarios para avanzar 20 cm (N_{20}). (***Foto 2.11.*** y ***Figura 2.12.***).

El campo de aplicación tal y como se refleja en dicha norma para este ensayo, es en suelos granulares, permitiendo:

- ✓ Determinar la resistencia a la penetración dinámica de un terreno.
- ✓ Evaluar la compacidad de un suelo granular.
- ✓ Investigar la homogeneidad o anomalías de una capa de suelo.
- ✓ Comprobar la situación en profundidad de una capa cuya existencia se conoce.
- ✓ Este ensayo puede llegar a ser aplicable hasta profundidades de aproximadamente 25 m e incluso algo superiores.
- ✓ El ensayo se da por finalizado cuando:
  - se alcance la profundidad que previamente se haya establecido
  - se superen los 100 golpes para una penetración de 20 cm. Es decir, N20>100
  - cuando tres valores consecutivos de N20 sean iguales o superiores a 75 golpes
  - el valor del par rozamiento supere los 200 N·m

En el caso de que la penetración sea inferior a 20 cm siempre el número de golpes a considerar será el proporcional correspondiente.

- ✓ Guía soporte

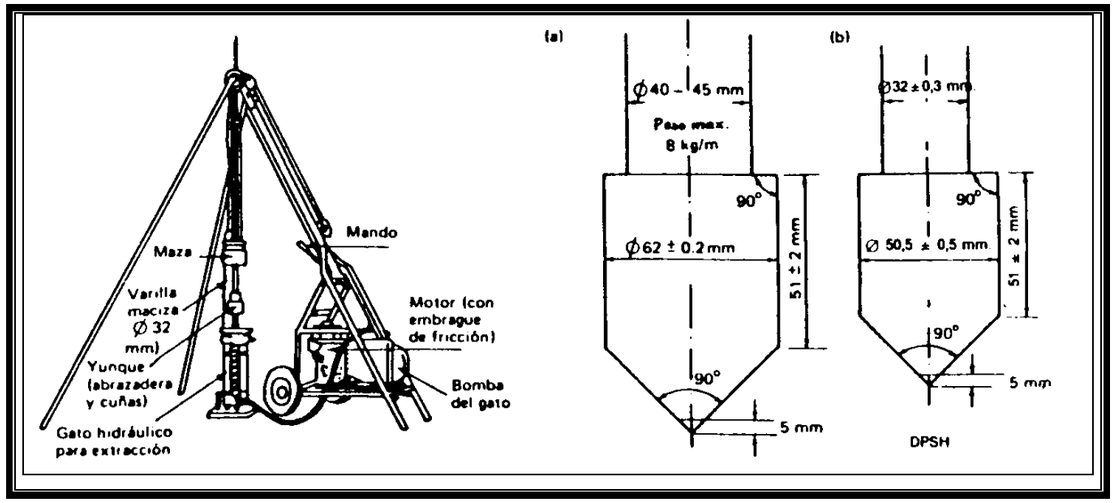


Figura 2.11.- Esquema de la puntaza normalizada cónica del DPSH.



Foto 2.11.- Ensayo de penetración dinámica DPSH.

Antes de comenzar el ensayo se ha comprobado:

- ✓ Tipo de cono utilizado. Dimensiones y masa.
- ✓ Longitud de cada varilla. Masa por metro de varillaje, incluidos niples de unión.
- ✓ Masa del dispositivo de golpeo
- ✓ Después de la prueba, se ha comprobado:
- ✓ Diámetros del cono.
- ✓ Excentricidad y deflexiones del varillaje.

Como observaciones a anotar durante el ensayo, se tienen: las interrupciones superiores a 5 min, pérdidas de verticalidad superiores al 5 %, penetraciones sin golpeo, obstrucciones temporales, etc.

Los resultados del ensayo se representan gráficamente, mediante un diagrama, enfrentando en ordenadas la profundidad y en abscisas el número de golpes N_{20} para cada 20 cm de hinca obtenido en cada profundidad.

Las pruebas de penetración dinámica a realizar siguiendo la norma del DPSH (UNE 103801:1994), incluyen las siguientes características:

- ✓ Cono:
  - Sección de la puntaza: Cilindro-cónica
  - Área de la puntaza: 20,0 cm^2
  - Diámetro: 50,5 mm ± 0,5 mm
  - L_1 Longitud parte cónica: 25 mm ± 0,2 mm
  - L_2 Longitud parte cilíndrica: 50 mm ± 0,5 mm
  - L_3 Longitud parte troncocónica: < 50 mm
- ✓ Varillaje:
  - Diámetro exterior de la varilla: 33,0 mm ± 2 mm
  - Masa (máx): 8 kg/m
  - Deflexión (máx): 0,2 %

- Excentricidad de las conexiones (máx): 0,2 mm

✓ Dispositivo de golpeo:

- Masa de la maza: 63,5 kg ± 0,5 kg
- Relación altura Lm al diámetro Dm: 1□ Lm/Dm □ 2
- Altura de caída: 760 mm ± 10 mm
- Cabeza de impacto: Diámetro dc: 100 mm < dc < 0,5 Dm
- Masa total dispositivo de golpeo: □ 115 kg

Los aparatos de que consta de forma resumida son:

✓ Cono

✓ Varillaje

✓ Maza

✓ Cabeza de impacto

✓ Guiadera

✓ Sistema de elevación y escape

✓ Dispositivo de golpeo

✓ Martillo de seguridad

7.3.1.- INVESTIGACIONES REALIZADAS

En el presente estudio, se ha procedido a la realización de 40 penetrómetros tipo DPSH (Dinamic Probing Super Heavy) hasta rechazo, distribuidos todos ellos a lo largo del corredor y en diferentes puntos de las estructuras.

REFERENCIA	PROFUNDIDAD DE RECHAZO (m)	P.K. RESPECTO A LA A-2	MARGEN	COORDENADAS U.T.M. (m)		
				X	Y	Z
PE-1	3,80	6+260	Izquierda	445852,509	4478036,691	685,60
PE-3	4,20	9+720	Izquierda	449291,320	4478128,645	630,52
PE-4	4,00	9+720	Derecha	449270,880	4478061,114	635,30
PE-5	1,40	10+045	Izquierda	449610,317	4478136,348	620,45
PE-6	2,80	10+045	Derecha	449609,881	4478040,416	617,77
PE-9	7,20	13+160	Izquierda	452766,556	4478021,800	590,92
PE-12	9,20	15+460	Derecha	455006,655	4477713,559	559,62
PE-13	7,80	15+480	Derecha	455031,333	4477720,332	559,97
PE-14	1,00	15+520	Derecha	455063,596	4477730,809	560,00
PE-15	6,60	15+540	Derecha	455079,033	4477735,921	560,00
PE-16	9,40	15+490	Izquierda	455024,265	4477765,120	561,12
PE-17	7,00	15+520	Izquierda	455047,402	4477773,098	561,23

REFERENCIA	PROFUNDIDAD DE RECHAZO (m)	P.K. RESPECTO A LA A-2	COORDENADAS U.T.M. (m)		
			X	Y	Z
P-1	0,80	6+460	446.039,44	4.477.929,87	683,40
P-2	2,40	6+780	446.345,60	4.478.006,47	682,20
P-3	2,60	7+750	447.317,45	4.478.038,16	670,50
P-4	5,20	8+235	447.801,77	4.478.083,21	654,30
P-5	4,20	8+360	447.925,91	4.478.079,42	650,30

REFERENCIA	PROFUNDIDAD DE RECHAZO (m)	P.K. RESPECTO A LA A-2	COORDENADAS U.T.M. (m)		
			X	Y	Z
P-6	7,40	8+420	447.990,09	447.809,39	649,50
P-8	2,20	9+450	449.014,25	4.478.115,64	633,00
P-9	1,80	9+925	449.490,06	44.780.693,72	624,10
P-10	1,60	10+375	44.939,74	4.478.045,86	612,60
P-11	6,20	10+465	450.034,40	4.478.107,26	613,40
P-13	1,53	10+555	450.119,33	4.478.107,60	613,40
P-14	3,60	10+740	450.305,97	4.478.042,48	612,80
P-16	4,00	10+845	4.504.112,37	4.478.096,70	609,60
P-17	1,60	10+960	450.526,51	4.478.092,42	607,70
P-18	0,60	11+710	451.269,72	4.478.082,81	599,80
P-21	9,15	15+260	454.801,27	4.477.648,85	569,80
P-23	1,00	15+355	454.892,54	4.477.703,73	572,00
P-29	2,40	17+250	456.691,62	4.478.310,27	583,00
P-31	1,20	17+700	457.030,54	4.478.608,12	585,50
P-33	4,57	19+755	458.825,95	4.479.581,72	593,60
P-35	1,00	20+380	459.451,26	4.479.759,16	590,70
P-36	3,36	21+700	460.724,75	4.479.857,26	589,96
P-37	5,98	21+940	460.975,31	4.479.920,19	589,90
P-38	4,00	21+935	460.963,73	44.798.521,97	590,00
P-40	2,77	22+380	461.407,98	4.479.900,37	593,80
P-41	2,80	22+560	461.589,47	4.479.824,52	589,60
P-43	2,45	22+970	461.998,55	4.479.978,98	584,90
P-44	1,00	23+600	462.634,25	4.479.934,50	587,00

7.3.2.- INVESTIGACIONES DE PROYECTOS RECOPILADOS

Se han recopilado un total de 118 penetrómetros tipo DPSH (Dinamic Probing Super Heavy) hasta rechazo, distribuidos todos ellos a lo largo del corredor.

En la ***Tabla 2.20.*** adjunta, se tienen las profundidades de rechazo alcanzadas para cada penetrómetro.

En el ***Apéndice 8***, del Anejo 1.2.6 *Geotecnia del Corredor*, del proyecto de clave 49-M-12280 (adjunto como documentación digital en el presente proyecto), se recoge el *"Registro de Partes de Penetración Dinámica Recopilados"*.

REFERENCIA	PROFUNDIDAD ALCANZADA (m)	FECHA	EMPRESA
(B) PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN CN-11 DE MADRID A FRANCIA POR BARCELONA. TRAMO CONEXIÓN ENTRE LA C/ALCALÁ Y LA AVENIDA DE LOGROÑO Y VÍAS DE SERVICIO EN LA N-II, ENTRE LOS P.K. 5,3 Y 10,2.			
PD-1	11,00	23/09/2002	GEOTEYCO
PD-2	2,60	23/09/2002	GEOTEYCO
PD-2'	1,80	23/09/2002	GEOTEYCO
PD-3	1,20	23/09/2002	GEOTEYCO
PD-3'	0,60	23/09/2002	GEOTEYCO
PD-3"	2,00	14/11/2002	GEOTEYCO
PD-4	6,00	23/09/2002	GEOTEYCO
PD-5	6,40	23/09/2002	GEOTEYCO
PD-6	10,00	23/09/2002	GEOTEYCO
PD-7	10,20	14/11/2002	GEOTEYCO
PD-8	4,80	10/10/2002	GEOTEYCO
(C) PROYECTO CONCESIÓN R-4 M50 ACTUACIÓN C-2 M50 TRAMO N-IV N-II			
PF-88	2,60	28/03/2000	FERROVIAL-AGROMAN
PF-89	7,60	31/05/2000	FERROVIAL-AGROMAN
PF-96	2,00	28/03/2000	FERROVIAL-AGROMAN
PF-97	2,40	28/03/2000	FERROVIAL-AGROMAN
PC2-E269-1	5,60		FERROVIAL-AGROMAN
PC2-E271-1	7,60		FERROVIAL-AGROMAN
PC2-E271-2	8,40		FERROVIAL-AGROMAN
PC2-E272-1	7,80		FERROVIAL-AGROMAN
PC2-E272-2	9,60		FERROVIAL-AGROMAN
PC2-E274-2	1,40		FERROVIAL-AGROMAN
PC2-E275D-1	5,00		FERROVIAL-AGROMAN
PC2-E275D-2	3,80		FERROVIAL-AGROMAN
PC2-E275D-3	6,00		FERROVIAL-AGROMAN
PC2-E275D-4	9,40		FERROVIAL-AGROMAN
PC2-E275I-1	10,20		FERROVIAL-AGROMAN
PC2-E275I-2	9,00		FERROVIAL-AGROMAN
PC2-E276-e1	3,00		FERROVIAL-AGROMAN
PC2-E278-1	4,20		FERROVIAL-AGROMAN
PC2-E280-1	6,00		FERROVIAL-AGROMAN
PC2-E280-2	7,60		FERROVIAL-AGROMAN
PC2-E281-1	9,80		FERROVIAL-AGROMAN
PC2-E281-2	8,20		FERROVIAL-AGROMAN
PC2-E281-3	8,00		FERROVIAL-AGROMAN
(D) PROYECTO DE LICITACIÓN REMODELACIÓN DEL ENLACE DE LA CN-II Y LA M-40			
PD-1	2,60		GEOTEYCO
PD-2	2,80		GEOTEYCO
PD-3	3,80		GEOTEYCO
PD-4	3,00		GEOTEYCO
PD-5	1,80		GEOTEYCO
(H) PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN PROLONGACIÓN Y MEJORAS DE ACCESO SUR AL AEROPUERTO DE MADRID-BARAJAS			
P-1	1,30		IINECO

REFERENCIA	PROFUNDIDAD ALCANZADA (m)	FECHA	EMPRESA
P-2	3,15		IINECO
P-3	3,00		IINECO
P-4	4,40		IINECO
P-5	5,90		IINECO
P-6	29,90		IINECO
P-7	5,40		IINECO
P-8	6,60		IINECO
P-9	6,40		IINECO
P-10	1,50		IINECO
P-11	0,95		IINECO
P-11B	1,05		IINECO
(I) PROYECTO DE AMPLIACIÓN DEL PUENTE DE SAN FERNANDO			
D-587	7,80	29/07/1970	CORVIAM
D-588	6,70	30/07/1970	CORVIAM
D-589	7,90	30/07/1970	CORVIAM
(K) PROYECTO DE LICITACIÓN INFORMATIVO, CONSTRUCCIÓN Y MODIFICADO DE LA NUEVA CARRETERAM-45,M-50: NII-EJE O'DONELL			
P-1-(C)-1	2,85		INTECSA-INARSA
P-1-(C)-2	4,50		INTECSA-INARSA
P-1-(C)-3	5,10		INTECSA-INARSA
P-1-(C)-4	10,85		INTECSA-INARSA
P-1-(C)-5	8,85		INTECSA-INARSA
P-1-(C)-6	4,70		INTECSA-INARSA
P-1-(C)-7	5,20		INTECSA-INARSA
P-1-(C)-8	1,45		INTECSA-INARSA
P-1-(C)-9	1,50		INTECSA-INARSA
P-1-(C)-10	13,35		INTECSA-INARSA

REFERENCIA	PROFUNDIDAD ALCANZADA (m)	FECHA	EMPRESA
P-1-(C)-11	7,80		INTECSA-INARSA
P-1-(C)-12	2,90		INTECSA-INARSA
P-1-(C)-13	9,50		INTECSA-INARSA
P-1-(C)-14	12,30		INTECSA-INARSA
P-1 (M45 TRAZADO)	6,20	20/11/1997	INTECSA-INARSA
P-2 (M45 TRAZADO)	6,60	20/11/1997	INTECSA-INARSA
P-3 (M45 TRAZADO)	7,60	20/11/1997	INTECSA-INARSA
P-4 (M45 TRAZADO)	7,00	20/11/1997	INTECSA-INARSA
P-5 (M45 TRAZADO)	7,20	20/11/1997	INTECSA-INARSA
P-6 (M45 TRAZADO)	7,60	20/11/1997	INTECSA-INARSA
P-7 (M45 TRAZADO)	2,60	20/11/1997	INTECSA-INARSA
P-8 (M45 TRAZADO)	3,60	20/11/1997	INTECSA-INARSA
P-9 (M45 TRAZADO)	9,20	20/11/1997	INTECSA-INARSA
PE-(L)-2	2,00	08/02/2000	INTECSA-INARSA
PE-(L)-28	2,20	08/02/2000	INTECSA-INARSA
PE-(L)-29	1,80	08/02/2000	INTECSA-INARSA
PE-(L)-31	2,00	08/02/2000	INTECSA-INARSA
PPE-(M)-19	2,60	12/02/2001	INTECSA-INARSA
PPE-(M)-20	4,20	12/02/2001	INTECSA-INARSA
PPE-(M)-21	3,40	12/02/2001	INTECSA-INARSA
PPE-(M)-27	3,60	16/02/2001	INTECSA-INARSA
PPE-(M)-28	6,40	26/02/2001	INTECSA-INARSA
PPE-(M)-29	5,60	26/02/2001	INTECSA-INARSA
PPT-(M)-1	7,20	19/02/2001	INTECSA-INARSA
PPT-(M)-6	7,00		INTECSA-INARSA
PPT-(M)-7	18,00		INTECSA-INARSA

REFERENCIA	PROFUNDIDAD ALCANZADA (m)	FECHA	EMPRESA
PPT-(M)-8	7,50		INTECSA-INARSA
PPT-(M)-9	8,00		INTECSA-INARSA
(L) INVESTIGACIONES GEOTÉCNICAS PARA EL PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA PASARELA SOBRE LA CARRETERA N-II , DEL ANILLO VERDE CICLISTA FASE 3 DE MADRID			
R1-P1	6,60	14/10/2006	INTEMAC
R1-P2	5,00	19/10/2006	INTEMAC
R1-P3	7,60	14/10/2006	INTEMAC
(N) INVESTIGACIONES GEOTÉCNICAS PARA URBANIZACIÓN ALAMEDA DE OSUNA			
P-1	1,60	2008	DELFOS, S.L.
P-2	1,60	2008	DELFOS, S.L.
P-3	2,00	2008	DELFOS, S.L.
P-4	2,40	2008	DELFOS, S.L.
(P) CONEXIÓN ENTRE LA CALLE ALCALÁ Y LA AVDA DE LOGROÓ Y VÍAS DE SERVICIO ENTRE LOS P.K. 5+300 Y 10+200 EN A-2			
P-1	7,60	28/07/2005	BRUES Y FERNÁNDEZ CONSTRUCTORES
P-2	8,40	28/07/2005	BRUES Y FERNÁNDEZ CONSTRUCTORES
P-3	4,40	27/07/2005	BRUES Y FERNÁNDEZ CONSTRUCTORES
P-4	6,60	29/07/2005	BRUES Y FERNÁNDEZ CONSTRUCTORES
P-5	9,40	29/07/2005	BRUES Y FERNÁNDEZ CONSTRUCTORES
P-6	8,40	27/07/2005	BRUES Y FERNÁNDEZ CONSTRUCTORES
P-7	9,00	28/07/2005	BRUES Y FERNÁNDEZ CONSTRUCTORES
P-8	1,80	29/07/2005	BRUES Y FERNÁNDEZ CONSTRUCTORES
P-9	8,40	29/07/2005	BRUES Y FERNÁNDEZ CONSTRUCTORES

Tabla 2.20.- Tabla-resumen de la campaña de penetrómetros dinámicos recopilados de proyectos próximos al área de estudio.

7.4.- Ensayos de Laboratorio

Las muestras obtenidas en la campaña de campo fueron llevadas a laboratorio, donde se realizaron los ensayos necesarios para determinar las propiedades geotécnicas del terreno.

Los ensayos realizados han sido los siguientes:

Ensayos de Laboratorio sobre muestras de Calicatas

- *Ensayos de Identificación y Clasificación*

  - ✓ Granulometría por tamizado (NLT-104/91 o UNE 103-101/95; ASTM-D-422).
  - ✓ Límites de Atterberg (L.L.: NLT-105/91 o UNE 103-103/94; L.P.: NLT-106/91 o UNE 103-104/93; ASTM-D-4318).
  - ✓ Densidad relativa de las partículas (NLT-211/91 o UNE 103-302/94)

- *Ensayos Químicos*

  - ✓ Materia Orgánica (UNE 7368/77).
  - ✓ Contenido en sulfatos (NLT-120/72 o UNE 103-201/96).

- *Ensayos de Deformabilidad*

  - ✓ Determinación de expansividad en el aparato Lambe (UNE 103-600/96)
  - ✓ Colapso (NLT-254/99)

- *Ensayos Especiales*

  - ✓ Proctor Normal (NLT-107/91 o UNE 13-500/94).
  - ✓ Índice CBR (NLT-111/87 o UNE 103-502/95).

Ensayos de Laboratorio sobre muestras de Sondeos

- *Ensayos de Identificación y Clasificación*

  - ✓ Granulometría por tamizado (NLT-104/91 o UNE 103-101/95; ASTM-D-422).
  - ✓ Límites de Atterberg (L.L.: NLT-105/91 o UNE 103-103/94; L.P.: NLT-106/91 o UNE 103-104/93; ASTM-D-4318).
  - ✓ Densidad seca (NLT-206/91 o UNE 103-301/94).
  - ✓ Humedad natural (NLT-102/91 o UNE 103-300/93).
  - ✓ Densidad relativa de las partículas (NLT-211/91 o UNE 103-302/94)

- *Ensayos de Resistencia*

  - ✓ Resistencia a compresión simple en suelos (NLT-202/91 o UNE 103-400).
  - ✓ Corte en discontinuidad en roca (Recomendaciones ISRM 1981).
  - ✓ Corte directo en suelos consolidado y drenado (CD), consolidado y no drenado (CU), no consolidado y no drenado (UU) (UNE 103-401797).

- *Ensayos de Deformabilidad*

  - ✓ Ensayo de consolidación unidimensional en edómetro (UNE 103-405/94 o ASTM 2435/90).
  - ✓ Hinchamiento libre en edómetro (UNE 103-601/96).
  - ✓ Presión de hinchamiento en edómetro (UNE 103-602/96)

- *Ensayos Químicos*

  - ✓ Materia Orgánica (UNE 7368/77).
  - ✓ Contenido en sulfatos (NLT-120/72 o UNE 103-201/96).

Los ensayos de laboratorio necesitan previamente a su ejecución una preparación de la muestra, el procedimiento habitual a seguir es el siguiente (según las normas NLT-101/72 y UNE 103-100/95):

1. Recepción y almacenamiento de muestras destinadas para su ensayo en laboratorio.

2. Preparación de la cantidad de muestra necesaria para llevar a cabo los distintos ensayos de tal manera que la parte ensayada sea representativa del total de muestra recibido.

A continuación se presentan las tablas-resumen de la petición de ensayos de laboratorio.

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRAS / ENSAYOS							ENSAYOS DE LABORATORIO EFECTUADOS												
									ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN					ENSAYOS QUÍMICOS		ENSAYOS DE RESISTENCIA				ENSAYOS DE DEFORMABILIDAD		Observaciones
																COMPRESIÓN SIMPLE		CORTE DIRECTO EN SUELOS				
		TIPO	PROFUNDIDAD INICIO (m)	PROFUNDIDAD FIN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	Recuperación / Longitud (m)	LITOLOGÍA	UNIDAD GEOLÓGICA-GEOTÉCNICA	GRANULOMETRÍA TAMIZADO	LÍMITES DE ATTERBERG	DENSIDAD SECA	HUMEDAD NATURAL	DENSIDAD RELATIVA DE LAS PARTÍCULAS	CONTENIDO SULFATOS	MATERIA ORGÁNICA	SUELOS	ROCA CON BANDAS EXTENSIO-MÉTRICAS	UU	CD	EDÓMETRO	PRESIÓN MÁXIMA DE HINCHAMIENTO	
SE-76	20,30	S.P.T.	7,00	7,60	7,30	0,60	Arcillas muy plásticas marrón-rojizas	Facies Alcalá (T_{AA})	X	X											X	
		M.I.	10,00	10,29	10,15	0,29	Limo gris	Facies Alcalá (T_{AA})	X	X	*	*							X			
		S.P.T.	12,50	13,05	12,78	0,55	Arcilla limosa marrón	Facies Alcalá (T_{AA})						X								
		T.P.	14,60	14,90	14,75	0,30	Arcilla con limo marrón	Facies Alcalá (T_{AA})	X	X	*	*				X					X	
		M.I.	18,00	18,25	18,13	0,25	Arcilla con limo marrón	Facies Alcalá (T_{AA})	X	X	*	*				X						
SE-81B	18,00	S.P.T.	2,50	3,10	2,80	0,60	Arena con algo de grava	Relleno (R_A)														
		M.I.	5,00	5,60	5,30	0,60	Arena limosa	Relleno (R_A)	X	X												
		M.I.	7,50	7,75	7,63	0,25	Arcilla gris-verdosa	Peñuela – Facies de Transición (Tp)	X	X	*	*				X					X	
		S.P.T.	10,00	10,60	10,30	0,60	Arcilla gris-verdosa	Peñuela – Facies de Transición (Tp)	X	X												
		S.P.T.	13,00	13,40	13,20	0,40	Arcilla gris-verdosa	Peñuela – Facies de Transición (Tp)	X	X				X	X							
		S.P.T.	16,00	16,60	16,30	0,60	Arcilla gris-verdosa	Peñuela – Facies de Transición (Tp)	X	X												
SE-84	18,50	S.P.T.	6,00	6,60	6,30	0,60	Arcilla con algo de limo e indicios de arena y yesos	Arcillas yesíferas – Mioceno Yesífero (T_{AY})	X	X												
		T.P.	8,50	8,75	8,63	0,25	Arcilla con algo de limo e indicios de arena y yesos	Arcillas yesíferas – Mioceno Yesífero (T_{AY})														
		S.P.T.	9,00	9,60	9,30	0,60	Arcilla con algo de limo e indicios de arena y yesos	Arcillas yesíferas – Mioceno Yesífero (T_{AY})														
		T.P.	11,50	11,75	11,63	0,25	Arcilla con algo de limo e indicios de arena y yesos	Arcillas yesíferas – Mioceno Yesífero (T_{AY})	X	X				X	X							
		S.P.T.	12,00	12,29	12,15	0,29	Arcilla con algo de limo e indicios de arena y yesos	Arcillas yesíferas – Mioceno Yesífero (T_{AY})														
		T.P.	14,30	14,60	14,45	0,30	Arcilla con algo de limo e indicios de arena y yesos	Arcillas yesíferas – Mioceno Yesífero (T_{AY})	X	X	*	*	X			X		X			X	
		S.P.T.	15,00	15,35	15,18	0,35	Arcilla con algo de limo e indicios de arena y yesos	Arcillas yesíferas – Mioceno Yesífero (T_{AY})														
		T.P.	18,00	18,25	18,13	0,25	Arcilla con algo de limo e indicios de arena y yesos	Arcillas yesíferas – Mioceno Yesífero (T_{AY})	X	X												
SE-85	18,00	T.P.	4,60	4,85	4,73	0,25	Arcilla limosa con yesos e indicios de arena y grava fina	Arcillas yesíferas – Mioceno Yesífero (T_{AY})														
		S.P.T.	6,00	6,60	6,30	0,60	Arcilla limosa con yesos e indicios de arena y grava fina	Arcillas yesíferas – Mioceno Yesífero (T_{AY})														
		T.P.	8,20	8,45	8,33	0,25	Arcilla limosa con yesos e indicios de arena y grava fina	Arcillas yesíferas – Mioceno Yesífero (T_{AY})	X	X	*	*				X						
		S.P.T.	9,00	9,42	9,21	0,42	Arcilla limosa con yesos e indicios de arena y grava fina	Arcillas yesíferas – Mioceno Yesífero (T_{AY})														
		T.P.	11,20	11,45	11,33	0,25	Arcilla limosa con yesos e indicios de arena y grava fina	Arcillas yesíferas – Mioceno Yesífero (T_{AY})	X	X	*	*	X	X	X						X	
		S.P.T.	12,00	12,77	12,39	0,77	Arcilla limosa con yesos e indicios de arena y grava fina	Arcillas yesíferas – Mioceno Yesífero (T_{AY})														
		T.P.	13,50	13,70	13,60	0,20	Arcilla limosa con yesos e indicios de arena y grava fina	Arcillas yesíferas – Mioceno Yesífero (T_{AY})	X	X	*	*				X						
		T.P.	15,00	15,30	15,15	0,30	Arcilla limosa con yesos e indicios de arena y grava fina	Arcillas yesíferas – Mioceno Yesífero (T_{AY})	X	X	*	*				X			X			
Nº DE ENSAYOS PEDIDOS:									186	186	115	115	27	59	32	73	1	14	26	25	20	
45		Nº DE ENSAYOS DISPONIBLES TOTALES:							242	242	0	65	56	121	56	106	7	24	88	37	14	

M.I.	Muestra Inalterada
T.P.	Testigo Parafinado
S.P.T.	Ensayo de Penetración Estándar con cuchara
M.B.	Toma de Muestra en Bolsa

NOTA.-

* Ensayos de humedad natural y densidad seca, incluidos dentro de sus correspondientes ensayos (corte directo / edómetro / triaxial / compresión simple, ...)

Los escalones de carga para el ensayo edométrico deben garantizar llegar a 16 kg/cm^2, siendo los siguientes: 0,125 / 0,250 / 0,50 / 1 / 2 / 4 / 8 / 16 kg/cm^2, y los de descarga serán 4/1/0,125 kg/cm^2; debiendo

En aquellas muestras en las que no se puedan realizar los ensayos de compresión simple solicitados, se realizarán los corespondientes ensayos de humedad natural y densidad seca.

CU*	Ensayo consolidado no drenado con medida de presiones intersticiales
CU	Ensayo consolidado no drenado
CD	Ensayo consolidado drenado
UU	Ensayo no consolidado no drenado

Tabla. 21.- Tabla-resumen de la petición de ensayos de laboratorio sobre muestras de sondeos realizados.

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRAS / ENSAYOS								ENSAYOS DE LABORATORIO EFECTUADOS												
								Número de Penetración de los 30 cm centrales			ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN					ENSAYOS DE RESISTENCIA		ENSAYOS DE DEFORMABILIDAD			ENSAYOS QUÍMICOS		
		IPO	PROFUNDIDAD INICIO (m)	PROFUNDIDAD FIN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	LITOLOGÍA	Unidad Geológica - Geotécnica	M.I.	30 (S.P.T.)	Recuperación / Longitud (m)	GRANULOMETRÍA TAMIZADO	LÍMITES DE ATTERBERG	ENSIDAD	UMEDAD NATURAL	ESO ESPECÍFICO [g/cm³]	OMPRESIÓN SIMPLE	ORTE DIRECTO SUELOS	DÓMETRO	HINCHAMIENTO LIBRE EN EDÓMETRO	PRESIÓN DE HINCHAMIENTO	ONTENIDO SULFATOS	ATERIA ORGÁNICA	bservaciones
-1	5,10	PT	,00	,60	,30	Arenas limo-arcillosas	T_{AT}		9	,60	X	X											
		I	,00	,22	,11	Arenas con indicios de finos	T_{AM}	00		,20	X	X											
		PT	,00	,60	,30	Arenas con indicios de finos	T_{AM}		3	,60	X	X											
		PT	,00	,60	,30	Arenas con indicios de finos	T_{AT}		2	,60	X	X											
		I	2,30	2,68	2,49	Arenas arcillosas	T_{AM}	00		,15													
		PT	2,68	3,28	2,98	Arenas arcillosas	T_{AM}		9	,60	X	X											
		PT	4,50	5,10	4,80	Arenas	T_{AM}		5	,60	X	X											
-2	5,40	I	,50	,10	,80	Arenas arcillosas	T_{AT}	7		,55													
		PT	,00	,60	,30	Arenas arcillosas	T_{AT}		8	,55	X	X											
		I	,50	,10	,80	Arenas arcillosas	T_{TA}	5		,55	X	X				X							
		PT	,00	,44	,22	Arenas	T_{TA}		00	,40	X	X											
		I	,00	,55	,28	Arenas	T_{AM}	8		,50	X	X											Arenas con poca cohesión
		PT	2,00	2,60	2,30	Arenas	T_{AT}		6	,55	X	X											
		PT	4,80	5,40	5,10	Arenas	T_{AM}		8	,55													
-3	5,20	PT	,50	,10	,80	Arenas arcillosas	T_{AM}		1	,55	X	X											
		I	,00	,60	,30	Arenas arcillosas	T_{AM}	3		,55													
		I	,50	,92	,71	Arenas con matriz arcillosa	T_{AM}	00		,40													
		PT	,30	,85	,58	Arenas con matriz arcillosa	T_{AT}		4	,50	X	X											
		I	,00	,57	,29	Arenas arcillosas	T_{TA}	2		,50	X	X				X							
		PT	2,00	2,60	2,30	Arenas	T_{AM}		1	,55													
		PT	4,60	5,20	4,90	Arenas limo-arcillosas	T_{AT}		0	,55	X	X											
-4	5,30	PT	,50	,10	,80	Arena arcillo-limosa	R_A			,60	X	X											
		I	,00	,60	,30	Arenas	T_{AT}	7		,60													
		I	,50	,90	,70	Arenas	T_{AT}	00		,40													
		PT	,00	,40	,20	Arenas	T_{AM}		00	,40	X	X											
		I	,30	,89	,60	Arenas	T_{AM}	4		,59	X	X				X							Arenas gruesas
		PT	1,00	1,60	1,30	Arenas	T_{AT}		2	,60	X	X											
		PT	4,70	5,30	5,00	Arenas	T_{AT}		5	,60													
-7	5,69	I	,50	,65	,58	Arcillas	T_P	00		,10													
		I	,50	,00	,75	Arcillas	T_P	8		,50													

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRAS / ENSAYOS									ENSAYOS DE LABORATORIO EFECTUADOS												
								Número de Penetración de los 30 cm centrales			ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN					ENSAYOS DE RESISTENCIA		ENSAYOS DE DEFORMABILIDAD			ENSAYOS QUÍMICOS		
		IPO	PROFUNDIDAD INICIO (m)	PROFUNDIDAD FIN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	LITOLOGÍA	Unidad Geológica - Geotécnica	M.I.	30 (S.P.T.)	Recuperación / Longitud (m)	GRANULOMETRÍA TAMIZADO	LÍMITES DE ATTERBERG	ENSIDAD	UMEDAD NATURAL	ESO ESPECÍFICO [g/cm^3]	COMPRESIÓN SIMPLE	ORTE DIRECTO SUELOS	DÓMETRO	HINCHAMIENTO LIBRE EN EDÓMETRO	PRESIÓN DE HINCHAMIENTO	ONTENIDO SULFATOS	ATERIA ORGÁNICA	Observaciones
		PT	,00	,60	,30	Arenas arcillosas	T_P		8	,60	X	X											
		I	,60	,85	,73	Arcillas arenosas	T_P	00		,25						X							
		PT	2,00	2,60	2,30	Arcillas	T_P		0	,40	X	X											
		I	5,40	6,00	5,70	Arcillas	T_P	00		,29						X							
-9	5,40	I	,20	,80	,50	Arcillas	T_P	8		,60						X							
		PT	,00	,60	,30	Arenas arcillosas	T_P		1	,60	X	X											
		I	,00	,42	,21	Arenas arcillosas	T_P	00		,40	X	X							X				
		PT	,80	,35	,08	Arcillas	T_P		7	,60	X	X											
		I	1,50	1,64	1,57	Arcillas	T_P	00		,12													
		PT	4,80	5,40	5,10	Arcillas	T_P		9	,60	X	X											
-10	5,18	I	,50	,72	,61	Arcillas con indicios de arenas	T_{Pa}	00		,22	X	X											
		PT	,00	,60	,30	Arcillas con indicios de arenas	T_{Pa}		6	,50	X	X											
		I	,50	,91	,71	Arcillas con indicios de arenas	T_{Pa}	00		,40	X	X							X	X			Nuestra insuficiente
		PT	,00	,60	,30	Arcillas con indicios de arenas	T_{Pa}		8	,60	X	X											
		P	,40	,70	,55	Arcillas margosas	T_{Pa}			,30	X	X											
		I	,00	,54	,27	Arcillas plásticas	T_{Pa}	6		,35	X	X											Nuestra alterada
		PT	2,00	2,60	2,30	Arcillas plásticas	T_{Pa}		3	,60	X	X											
		I	4,75	5,18	4,97	Arcillas plásticas	T_P	00		,35													Nargas frágiles con gruesos
-11	5,10	I	,00	,60	,30	Arcillas arenosas con gravas	T_P			,60	X	X											
		PT	,00	,60	,30	Arcillas arenosas con gravas	T_P			,05													
		I	,50	,00	,75	Arcillas con indicios de arenas	T_P	9		,35	X	X											Nuestra alterada
		PT	,00	,60	,30	Arcillas con indicios de arenas	T_{Pa}		1	,60	X	X											
		I	,00	,60	,30	Arcillas con indicios de arenas	T_{Pa}	00		,20	X	X					U						
		P	0,20	0,45	0,33	Arcillas con indicios de arenas	T_P				X	X					U						Nuestra fracturada
		PT	2,00	2,58	2,29	Arcillas con indicios de arenas	T_P		0	,50	X	X											
		I	4,50	5,10	4,80	Arcillas duras	T_P	3		,50	X	X											Nustra cuarteada
-13	5,00	I	,50	,10	,80	Arcillas con indicios de arenas	T_P	5		,45	X	X					U						Nuestra insuficiente
		PT	,00	,53	,27	Arcillas con indicios de arenas	T_P		4	,50	X	X											
		I	,50	,10	,80	Arcillas con indicios de arenas	T_P	8		,60	X	X					D						
		PT	,00	,40	,20	Arcillas con indicios de arenas	T_P		00	,40	X	X											
		I	,00	,05	,03	Arcillas margosas	T_{Pa}	00		,05													
		P	,05	,35	,20	Arcillas con indicios de arenas	T_P			,30	X	X											Nuestra desecada

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRAS / ENSAYOS								ENSAYOS DE LABORATORIO EFECTUADOS											
		IPO	PROFUNDIDAD INICIO (m)	PROFUNDIDAD FIN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	LITOLOGÍA	Unidad Geológica - Geotécnica	Número de Penetración de los 30 cm centrales		Recuperación / Longitud (m)	ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN					ENSAYOS DE RESISTENCIA		ENSAYOS DE DEFORMABILIDAD			ENSAYOS QUÍMICOS		Observaciones
								M.I.	30 (S.P.T.)		GRANULOMETRÍA TAMIZADO	LÍMITES DE ATTERBERG	ENSIDAD	UMEDAD NATURAL	ESO ESPECÍFICO [g/cm³]	COMPRESIÓN SIMPLE	ORTE DIRECTO SUELOS	DÓMETRO	HINCHAMIENTO LIBRE EN EDÓMETRO	PRESIÓN DE HINCHAMIENTO	ONTENIDO SULFATOS	ATERIA ORGÁNICA	
		PT	2,00	2,60	2,30	Arcillas con indicios de arenas	T_P		4	,60	X	X											
		P	4,00	4,40	4,20	Arcillas con indicios de arenas	T_P			,40	X	X				X			X	X			
		PT	4,40	5,00	4,70	Arcillas con indicios de arenas	T_P		6	,60	X	X											
-15	5,14	PT	,50	,10	,80	Arcillas con indicios de arenas	T_P		4	,60	X	X											
		I	,00	,28	,14	Arcillas con indicios de arenas	T_{Pa}	00		,25	X	X											Muestra fracturada
		PT	,50	,76	,63	Arcillas con indicios de arenas	T_{Pa}		00	,20													
		P	,35	,65	,50	Arcillas margosas	T_P			,30	X	X											
		I	,00	,60	,30	Arcillas margosas	T_P	0		,60	X	X					D						Muestra insuficiente
		PT	,00	,37	,19	Arcillas con indicios de arenas	T_{Pa}		00	,35	X	X											
		P	1,55	1,80	1,68	Arcillas con indicios de arenas	T_{Pa}			,25	X	X											Muestra desecada
		PT	2,00	2,55	2,28	Arcillas con indicios de arenas	T_{Pa}		0	,55	X	X											
		I	4,60	5,14	4,87	Arcillas con indicios de arenas	T_P	5		,35	X	X				X	U						
-16	4,70	I	,80	,40	,10	Arcillas	T_P	2		,60													
		PT	,00	,56	,28	Arcillas	T_P		8	,56													No aparece
		I	,50	,90	,70	Arcillas	T_P	00		,30													
		PT	,00	,08	,04	Margocaliza	T_P		00	,00													
		P	,45	,70	,58	Arcillas	T_P			,25													
		I	,00	,27	,14	Arcilla/ Margocaliza	T_P	00		,15													
		PT	2,00	2,40	2,20	Arcillas	T_{Pa}		00	,35	X	X											
		P	3,45	3,70	3,58	Arcillas	T_P			,25													
		I	4,30	4,70	4,50	Arcillas	T_P	00		,25	X	X							X				
-19	7,50	PT	,30	,90	,60	Arena arcillosa	Q_{T-J1}		1	,55	X	X											
		P	,50	,70	,60	Arcillas	T_P			,20													
		PT	,00	,60	,30	Arena arcillosa	T_P		2	,55	X	X											
		P	,50	,80	,65	Arcillas	T_P			,30													
		I	,50	,10	,80	Arcillas	T_P	2		,50													
		I	,20	,80	,50	Arcillas	T_P	6		,55													
		PT	2,20	2,80	2,50	Arcillas plásticas	T_P			,55	X	X											
		I	5,10	5,39	5,25	Yesos fibrosos con arcillas	T_{AY}	00		,20													
		P	5,40	5,55	5,48	Yesos fibrosos con arcillas	T_{AY}			,15													
-22	4,90	PT	,00	,04	,02	Gravas arenosas	Q_{T-J2}		00	,04													
		PTP	,50	,75	,63	Gravas arenosas	Q_{T-J2}		00	,00													
		P	,90	,20	,05	Arcillas	T_P			,30						X							

MUESTRAS / ENSAYOS										ENSAYOS DE LABORATORIO EFECTUADOS													
SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	IPO	PROFUNDIDAD INICIO (m)	PROFUNDIDAD FIN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	LITOLOGÍA	Unidad Geológica - Geotécnica	Número de Penetración de los 30 cm centrales		Recuperación / Longitud (m)	ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN					ENSAYOS DE RESISTENCIA		ENSAYOS DE DEFORMABILIDAD			ENSAYOS QUÍMICOS		Observaciones
								M.I.	30 (S.P.T.)		GRANULOMETRÍA TAMIZADO	LÍMITES DE ATTERBERG	DENSIDAD	UMEDAD NATURAL	ESO ESPECÍFICO [g/cm³]	COMPRESIÓN SIMPLE	CORTE DIRECTO SUELOS	EDÓMETRO	HINCHAMIENTO LIBRE EN EDÓMETRO	PRESIÓN DE HINCHAMIENTO	CONTENIDO SULFATOS	MATERIA ORGÁNICA	
		I	,70	,30	,00	Arcillas	T_P	1		,60													
		PT	,10	,70	,40	Arcillas	T_P		4	,60	X	X											
		P	1,00	1,30	1,15	Arcillas	T_P			,30													
		I	1,70	2,30	2,00	Arcillas	T_P			,60						X							No aparece
		P	3,70	4,10	3,90	Arcillas	T_P			,40													
		PT	4,50	5,10	4,80	Arcillas	T_P			,60													
-23	4,98	PT	,50	,10	,80	Gravas areno-limosas	Q_{T-J2}		4	,60													No aparece
		PTP	,00	,07	,04	Gravas y bolos	Q_{T-J2}		00	,07													
		I	,00	,60	,30	Gravas arcillosas	Q_{T-J2}	3		,60	X	X											Arcillas saturadas con gruesos
		PT	,00	,38	,19	Arcillas	T_P		00	,38	X	X											
		P	,30	,60	,45	Arcillas	T_P			,30	X	X				X							
		P	1,50	1,75	1,63	Arcillas	T_P			,25	X	X				X							
		PT	2,00	2,50	2,25	Arcillas	T_P		3	,50	X	X					U						
		PT	4,70	4,98	4,84	Yesos con arcillas	T_{AY}		00	,28	X	X											
-24	9,91	PT	,50	,88	,69	Arenas con gravas	R_A		00	,38													
		PT	,00	,60	,30	Arenas con cantos y fangos	R_A		7	,60													
		PT	,50	,10	,80	Arenas con cantos y fangos	R_A		0	,60													No aparece
		PT	,00	,60	,30	Gravas y arenas	R_A			,60													No aparece
		PT	,00	,60	,30	Arenas limosas	Q_B		7	,60													
		P	2,20	2,50	2,35	Arcillas yesíferas	T_{AY}			,30													
		PT	1,70	1,84	1,77	Arcillas yesíferas	T_{AY}		00	,14													Muestra insuficiente
		P	3,40	3,70	3,55	Yesos con arcillas	T_{AY}			,30													
		P	5,20	5,50	5,35	Yesos con arcillas	T_{AY}			,30													
		P	6,80	7,03	6,92	Yesos con arcillas	T_{AY}			,23													
		PT	7,20	7,25	7,23	Yesos con arcillas	T_{AY}		00	,05													
		P	7,85	8,15	8,00	Arcillas con yesos	T_{AY}			,30													No aparece
		P	9,40	9,65	9,53	Arcillas con yesos	T_{AY}			,25													
		P	0,50	0,75	0,63	Arcillas	T_{AY}			,25													No aparece
		P	2,30	2,55	2,43	Yesos y arcillas	T_{AY}			,25													
		P	4,55	4,80	4,68	Yesos y arcillas	T_{AY}			,25													
		PT	5,90	6,10	6,00	Arcillas	T_{AY}		00	,20													
		P	6,90	7,20	7,05	Arcillas con yesos	T_{AY}			,30													No aparece
		P	8,60	8,95	8,78	Yesos con niveles de arcillas	T_{AY}			,35													

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRAS / ENSAYOS								ENSAYOS DE LABORATORIO EFECTUADOS											
		IPO	PROFUNDIDAD INICIO (m)	PROFUNDIDAD FIN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	LITOLOGÍA	Unidad Geológica - Geotécnica	Número de Penetración de los 30 cm centrales		Recuperación / Longitud (m)	ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN					ENSAYOS DE RESISTENCIA		ENSAYOS DE DEFORMABILIDAD			ENSAYOS QUÍMICOS		Observaciones
								M.I.	30 (S.P.T.)		GRANULOMETRÍA TAMIZADO	LÍMITES DE ATTERBERG	ENSIDAD	UMEDAD NATURAL	ESO ESPECÍFICO [g/cm^3]	COMPRESIÓN SIMPLE	CORTE DIRECTO SUELOS	DÓMETRO	HINCHAMIENTO LIBRE EN EDÓMETRO	PRESIÓN DE HINCHAMIENTO	CONTENIDO SULFATOS	MATERIA ORGÁNICA	
		PTP	9,80	9,91	9,86	Yesos con niveles de arcillas	T_{AY}		00	,00													
-30	9,32	PT	,50	,10	,80	Gravas arenosas	Q_B		0	,60	X	X											
		PTP	,50	,75	,63	Gravas arenosas	Q_B		00	,00													
		PT	,30	,60	,45	Arcillas	T_{AY}		00	,30	X	X											
		P	0,70	1,00	0,85	Arcillas	T_{AY}			,30													
		PT	2,00	2,25	2,25	Arcillas con yesos	T_{AY}		00	,25													
		P	3,10	3,35	3,23	Arcillas	T_{AY}			,25	X	X											
		PT	4,20	4,80	4,50	Arcillas plásticas	T_{AY}		4	,60	X	X											
		PT	6,50	6,90	6,70	Arcillas con nódulos de yeso	T_{AY}		00	,40													
		P	7,55	7,80	7,68	Arcillas con nódulos de yeso	T_{AY}			,25													
		P	0,70	1,00	0,85	Arcillas con nódulos de yeso	T_{AY}			,30	X	X											
		P	8,90	9,20	9,05	Yesos fibrosos con arcillas	T_{AY}			,30													
		PT	9,30	9,32	9,31	Arcillas yesíferas	T_{AY}		00	,02													
-32	,20	PT	,50	,10	,80	Gravas areno-limosas	Q_{T-H1}			,40	X	X											
		PT	,10	,70	,40	Gravas y bolos en matriz arenosa	Q_{T-H1}		2	,60													Muestra insuficiente
		PTP	,50	,60	,55	Gravas y bolos	Q_{T-H1}		00	,00													
-35	,50	PT	,50	,10	,80	Gravas y bolos en matriz arenosa	Q_{T-H1}		3	,45	X	X											
		PTP	,00	,10	,05	Gravas y bolos en matriz arenosa	Q_{T-H1}		00	,00													
		PT	,60	,20	,90	Gravas y bolos en matriz arenosa	Q_{T-H1}		5	,15													No aparece
		PTP	,40	,47	,44	Gravas y bolos en matriz arenosa	Q_{T-H1}		00	,00													
-38	5,60	PT	,70	,30	,00	Arenas limo-arcillosas	Q_{CD}		4	,60	X	X											
		I	,00	,60	,30	Arenas limo-arcillosas	Q_{CD}	5		,55	X	X				X				X			
		PT	,50	,10	,80	Gravas y bolos	Q_{T-H1}		7	,60	X	X											
		PTP	,00	,60	,30	Gravas y bolos	Q_{T-H1}		6	,00													
		I	,00	,60	,30	Arcillas	T_P	7		,60	X	X				X	U		X	X			
		PT	2,50	3,10	2,80	Arcillas	T_P		4	,60	X	X											
		P	4,00	4,45	4,23	Arcillas	T_P			,45	X	X				X	U						
		PT	5,00	5,60	5,30	Arcillas	T_P		1	,60	X	X											
-39	5,60	I	,50	,10	,80	Arenas limosas	Q_{CD}	7		,50	X	X											
		PT	,30	,90	,60	Limos areno-arcillosos	Q_{CD}		5	,40	X	X											
		I	,60	,02	,81	Gravas en matriz areno-arcilloso	Q_{T-H1}	00		,10													
		PT	,20	,77	,49	Gravas en matriz areno-arcilloso	Q_{T-H1}		0	,50	X	X											
		I	,00	,60	,30	Arcillas	T_P	5		,60	X	X				X	D		X	X			
		PT	2,00	2,60	2,30	Arcillas	T_P		8	,60	X	X											

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRAS / ENSAYOS									ENSAYOS DE LABORATORIO EFECTUADOS												
								Número de Penetración de los 30 cm centrales			ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN					ENSAYOS DE RESISTENCIA		ENSAYOS DE DEFORMABILIDAD			ENSAYOS QUÍMICOS		
		IPO	PROFUNDIDAD INICIO (m)	PROFUNDIDAD FIN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	LITOLOGÍA	Unidad Geológica - Geotécnica	M.I.	30 (S.P.T.)	Recuperación / Longitud (m)	GRANULOMETRÍA TAMIZADO	LÍMITES DE ATTERBERG	ENSIDAD	UMEDAD NATURAL	ESO ESPECÍFICO [g/cm^3]	COMPRESIÓN SIMPLE	ORTE DIRECTO SUELOS	DÓMETRO	HINCHAMIENTO LIBRE EN EDÓMETRO	PRESIÓN DE HINCHAMIENTO	ONTENIDO SULFATOS	ATERIA ORGÁNICA	Observaciones
		I	5,00	5,60	5,30	Arcillas	T_P	1		,45									X				Muestra fracturada
-41	5,50	PT	,40	,00	,70	Limos arcillosos	Q_{T-H1}		4	,60													
		I	,00	,57	,29	Arcillas plásticas	T_P	9		,57	X	X				X							
		PT	0,00	0,60	0,30	Arcillas plásticas	T_P		3	,60	X	X											
		PT	2,50	3,10	2,80	Arcillas	T_P		9	,60													
		PT	4,90	5,50	5,20	Arcillas plásticas	T_P		9	,60	X	X											
-42	5,90	I	,50	,10	,80	Arcillas	Q_{T-H1}	9		,50	X	X				X	U		X	X			
		PT	,00	,60	,30	Gravas en matriz areno-arcilloso	Q_{T-H1}		2	,60													
		PT	,60	,20	,90	Gravas en matriz areno-arcilloso	Q_{T-H1}		7	,60	X	X											
		I	,50	,10	,80	Arcillas	T_P	4		,60	X	X				X	U		X	X			
		PT	,50	0,10	,80	Arcillas	T_P		3	,60	X	X											
		I	2,50	3,10	2,80	Arcillas	T_P	4		,45	X	X											
		PT	5,30	5,90	5,60	Arcillas	T_P		8	,60	X	X											
-42 BIS	5,60	PT	,50	,10	,80	Gravas y bolos en matriz areno-arcillosa	Q_{T-H1}		6	,40													No aparece
		PT	,00	,60	,30	Gravas y bolos en matriz areno-arcillosa	Q_{T-H1}		4	,30													No aparece
		PT	,60	,20	,90	Gravas y bolos en matriz areno-arcillosa	Q_{T-H1}		5	,15													
		I	,60	,20	,90	Arcillas	T_P	1		,40	X	X				X	U						
		PT	,00	,60	,30	Arcillas	T_P		8	,60	X	X											
		I	2,10	2,45	2,28	Arcillas	T_P	00		,35	X	X				X	U		X	X			
		PT	5,00	5,60	5,30	Arcillas	T_P		6	,60	X	X											
-46	5,10	I	,50	,60	,55	Gravas y bolos en matriz arcillosa	Q_{T-H1}	00		,10													
		P	,00	,60	,30	Arcillas	T_{AA}			,60													
		I	,00	,50	,25	Arcillas	T_{AA}	7		,50						X							
		PT	0,00	0,60	0,30	Arcillas plásticas	T_{AA}		3	,60	X	X											
		PT	3,10	3,44	3,27	Arcillas	T_{AA}		00	,34													
-47	4,56	PT	,50	,10	,80	Arenas y arcillas	Q_{T-H2}		8	,60	X	X											
		P	,50	,70	,60	Arenas con matriz arcillosa	Q_{T-H2}			,20													
		I	,00	,60	,30	Arenas con matriz arcillosa	Q_{T-H2}	5		,60													
		PTP	,50	,75	,63	Gravas arenosas con cantos	Q_{T-H2}		00	,00													
		P	,50	,80	,65	Arcillas plásticas	T_{AA}			,30	X	X											
		I	1,50	1,90	1,70	Arcillas	T_{AA}	00		,40													
		I	3,60	3,97	3,79	Arcillas limosas	T_{AA}	00		,37													
		PT	3,97	4,56	4,27	Arcillas limosas	T_{AA}		7	,59	X	X											

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRAS / ENSAYOS								ENSAYOS DE LABORATORIO EFECTUADOS											
								Número de Penetración de los 30 cm centrales			ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN					ENSAYOS DE RESISTENCIA		ENSAYOS DE DEFORMABILIDAD			ENSAYOS QUÍMICOS		
		TIPO	PROFUNDIDAD INICIO (m)	PROFUNDIDAD FIN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	LITOLOGÍA	Unidad Geológica - Geotécnica	M.I.	30 (S.P.T.)	Recuperación / Longitud (m)	GRANULOMETRÍA TAMIZADO	LÍMITES DE ATTERBERG	DENSIDAD	HUMEDAD NATURAL	ENSAYO ESPECÍFICO [g/cm^3]	COMPRESIÓN SIMPLE	CORTE DIRECTO SUELOS	EDÓMETRO	HINCHAMIENTO LIBRE EN EDÓMETRO	PRESIÓN DE HINCHAMIENTO	CONTENIDO SULFATOS	MATERIA ORGÁNICA	Observaciones
-49	6,00	PT	,50	,10	,80	Arenas limosas	Q_{T-H2}		0	,60	X	X											
		PTP	,50	,58	,54	Gravas arenosas	Q_{T-H2}		00	,00													
		I	,40	,95	,68	Arcillas	T_{AA}	7		,55													
		P	,40	,75	,58	Arcillas	T_{AA}			,35													
		PT	,00	,60	,30	Arcillas plásticas	T_{AA}		2	,60	X	X											
		P	0,75	1,00	0,88	Arcillas	T_{AA}			,25													
		I	1,00	1,44	1,22	Arcillas	T_{AA}	00		,44													
		PT	5,40	6,00	5,70	Arcillas plásticas	T_{AA}		9	,60	X	X											
		Nº TOTAL DE ENSAYOS EFECTUADOS:									106	106	2	2		2	4		10	8	2	2	

I Muestra Inalterada

P Testigo Parafinado

PT Ensayo de Penetración Estándar con cuchara

PTP Ensayo de Penetración Estándar con puntaza

A Toma de Muestra en Bolsa

X Ensayo pedido y realizado

Ensayo pedido y no realizado (Ver Observaciones para causa)

Ensayos de humedad / densidad, incluidos dentro de sus correspondientes ensayos (corte directo / edómetro / triaxial,...)

CALICATA	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRAS / ENSAYOS						ENSAYOS DE LABORATORIO EFECTUADOS									
								ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN			ENSAYOS QUÍMICOS		ENSAYOS DE DEFORMABILIDAD		ENSAYOS ESPECIALES		
		IPO	PROFUNDIDAD INICIO (m)	PROFUNDIDAD FIN (m)	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	LITOLOGÍA	Unidad Geológica - Geotécnica	GRANULOMETRÍA	LÍMITES DE ATTERBERG	PESO ESPECÍFICO [g/cm^3]	MATERIA ORGÁNICA	CONTENIDO EN SULFATOS	EXPANSIVIDAD LAMBE	COLAPSO	PROCTOR NORMAL	.B.R.	Observaciones
-1	,20	.A.	,30	,60	,45	Arenas limosas	T_{AT}	X	X	X	X	X			X		
-2	,20	.A.	,90	,10	,00	Arenas limosas	Q_{AL}	X	X	X	X	X		X	X		
-3	,00	.A.	,00	,30	,15	Arenas limo-arcillosas	T_{AT}	X	X	X	X	X		X	X		
-7	,00	.A.	,50	,80	,65	Arcillas arenosas con gravas	T_P	X	X	X	X	X			X		Muestra insuficiente
-8	,00	.A.	,00	,30	,15	Arcillas arenosas con gravas	T_P	X	X	X	X	X			X		
-9	,00	.A.	,00	,30	,15	Arenas limosas con cantos	Q_{T-J1}	X	X	X	X	X		X	X		
-10	,50	.A.	,00	,30	,15	Arenas limosas	Q_{LL}	X	X	X	X	X		X	X		
-11	,00	.A.	,80	,10	,95	Arcillas limosas	Q_{LL}	X	X				X		X		
-13	,10	.A.	,00	,30	,15	Arcillas y limos con gravas	Q_{CD}	X	X	X	X	X		X	X		
-14	,00	.A.	,00	,30	,15	Arenas limo-arcillosas	Q_{CD}										No aparece
-15	,00	.A.	,50	,80	,65	Arcillas ylimos con gravas	Q_{T-H1}	X	X	X	X	X			X		
-17	,20	.A.	,00	,30	,15	Arcillas con gravas	Q_{AL}	X	X	X	X	X		X	X		
-18	,50	.A.	,00	,30	,15	Arcillas con gravas	Q_C	X	X	X	X	X			X		Muestra insuficiente
-19	,00	.A.	,00	,30	,15	Arcillas limosas con gravas	Q_{T-H2}	X	X	X	X	X		X	X		
-20	,00	.A.	,00	,30	,15	Arcillas y limos con gravas	Q_{T-H2}	X	X	X	X	X			X		
Nº TOTAL DE ENSAYOS EFECTUADOS:								14	14	13	13	13	1	7	14	4	

.A. Muestra alterada en saco

X Ensayo pedido y realizado

Ensayo pedido y no realizado (Ver Observaciones para causa)

Tabla.6.- Tabla-resumen de la petición de ensayos de laboratorio sobre muestras alteradas tomadas en calicatas realizadas en fase 3 de proyecto.

8.- Geotecnia del corredor.

En este apartado, el estudio geotécnico tiene como objetivo analizar los condicionantes que los materiales atravesados, en función de su litología y características geotécnicas, imponen a las obras, así se exponen las propiedades geotécnicas de los materiales afectados, obteniéndose de esta manera los valores de cálculo más frecuentes.

El estudio geológico-geotécnico tiene por objeto analizar los problemas de ejecución en relación con las características de los terrenos atravesados.

Con este objetivo se han interpretado las características geotécnicas principales de los materiales presentes, como son la excavabilidad, la estabilidad de los taludes de excavación y el análisis de las cimentaciones de las estructuras previstas, así como los posibles riesgos geológicos y geotécnicos que pueden presentarse.

Para ello ha sido necesario analizar geotécnicamente los materiales atravesados, mediante la realización de ensayos en muestras obtenidas a partir de los reconocimientos geotécnicos, comentados en la descripción de la campaña geotécnica realizada.

Con posterioridad y una vez analizados los ensayos de laboratorio, se unifican los materiales en grupos geotécnicos con características semejantes y a partir de la cartografía geológica previa se realiza una cartografía geológica-geotécnica.

En último lugar se analizan las características de los taludes de excavación para cada uno de los grupos geotécnicos.

8.1.- Descripción y Caracterización de las Unidades Geotécnicas Diferenciadas

En lo que se refiere a la determinación de las diferentes unidades geotécnicas, se ha seguido un criterio eminentemente práctico y por ello, aunque se han utilizado las técnicas clásicas de observación directa, interpolación y correlación lateral de datos, las unidades diferenciadas lo han sido en función de la previsión y constatación de comportamientos geotécnicos determinados, habiéndose relegado a un segundo plano parámetros, como el cronoestratrigráfico.

Se han distinguido las unidades geotécnicas que se describen a continuación, en función del análisis y caracterización geotécnica efectuada en el presente estudio, estableciendo de esta manera una serie de unidades consideradas geotécnicas, por agrupación de aquellas unidades geológicas similares en cuanto a su comportamiento geomecánico, y en cuanto a su carácter cohesivo o granular.

Los parámetros geotécnicos asignados a cada una de las unidades geológico-geotécnicas diferenciadas, se han comparado con los obtenidos para esos mismos materiales en los informes previos -estudios recopilados-, así como con la inmensa bibliografía geotécnica existente sobre este tipo de suelos.

8.1.1.- MATERIALES DE EDAD CUATERNARIO

8.1.1.1.- Rellenos Antrópicos

8.1.1.1.1.- Rellenos antrópicos sin compactar (R_A)

Los materiales de esta unidad están formados principalmente por tierras, de tipo arenas heterométricas de color marrón claro, con matriz limo-arcillosa sin compactar, además de vertidos de tipo ladrillos, maderas, plásticos, etc.

En campo se han obtenido valores para el N_{30} del ensayo de penetración estándar de 6-100, con un valor medio de 40 $\pm$ 45 (compacidad floja a muy densa).

A partir de los ensayos de laboratorio realizados sobre la única muestra en esta unidad se tienen los siguientes parámetros geotécnicos:

- ✓ GRANULOMETRÍA:

  % Finos (pasante tamiz 200 ASTM): 43,30 %.

  Diámetro D_{50}: 0,15 mm.

- ✓ LÍMITES DE ATTERBERG:

  Límite Líquido (L.L.): ≅20,00 %.

Límite Plástico (L.P.): ≅12,00 %.

Índice de Plasticidad (I.P.): ≅8,00 %.

Debido a su gran heterogeneidad granulometría y composicional este grupo geotécnico no se puede definir con una clasificación U.S.C.S, ni tampoco según la reutilización, por lo que se clasifican como materiales INADECUADOS para la construcción de rellenos, debiendo enviarse a vertedero.

Se considera que estos materiales son EXCAVABLES con medios mecánicos convencionales, aunque dependiendo de la naturaleza del depósito -presencia de bloques, residuos domésticos etc.- puede ser necesario puntualmente el empleo de maquinaria tipo martillo pica-pica (o trépano para la excavación de pilotes o elementos pantalla).

8.1.1.1.2.- Rellenos antrópicos compactados (R_C)

Los materiales de esta unidad están formados por unos rellenos antrópicos, controlados y que han sido puestos en obra en unas determinadas condiciones de compactación, siendo su naturaleza granular principalmente.

Se considera que como mínimo estos materiales se clasificarán como suelos tolerables/aptos para la construcción de rellenos, ya que así lo determinan sus exigencias de puesta en obra con las que se ejecutarían en su momento.

8.1.1.2.- Depósitos Aluviales

8.1.1.2.1.- Aluvial (Q_{Al})

Están relacionados con los materiales depositados por la dinámica fluvial de arroyos y ríos, principalmente el río Jarama y se corresponden con aquellos materiales depositados en fondos de vaguadas, fondo de canal y canales abandonados, y cuya naturaleza es del tipo de arenas, arcillas y limos arenosos con gravas dispersas.

A partir de los ensayos de laboratorio realizados en esta unidad se tienen los siguientes parámetros geotécnicos:

- ✓ GRANULOMETRÍA:

%Finos (pasante tamiz 200 ASTM): 12,00-69,20%, con un valor medio de 40,55±40,38%.

Diámetro D_{50}: 2,80 mm.

- ✓ LÍMITES DE ATTERBERG:

Límite Líquido (L.L.): 23,60-68,10 %, con un valor medio de 45,85 ± 31,47 %.

Límite Plástico (L.P.): 18,70-32,70 %, con un valor medio de 25,70 ± 9,90 %.

Índice de Plasticidad (I.P.): 5,00-35,40 %, con un valor medio de 20,20 ± 21,50 %.

Contenido en Sulfatos (% SO_3^{2-}): 0,000 %.

% Materia Orgánica: 0,420-0,470 %, con un valor medio de 0,445 ± 0,035 %.

- ✓ PROCTOR NORMAL:

Humedad Óptima (w_{opt}): 10,88-31,20 %, con un valor medio de 21,04 ± 14,37 %.

Densidad Máxima (D_{max}): 1,350-1,966 kg/dm^3, con un valor medio de 1,658 ± 0,436 kg/dm^3.

- ✓ CBR:

C.B.R. al 95 %: 3,90-13,30 %, con un valor medio de 8,60 ± 6,65 %.

C.B.R. al 100 %: 5,40-30,00 %, con un valor medio de 17,70 ± 17,39 %.

% Hinchamiento: 0,00-2,98 %, con un valor medio de 1,49 ± 2,10 %.

8.1.1.2.2.- Llanuras aluviales (Q_{LL}) pertenecientes al río Jarama

Pertenecen al río Jarama. Se componen principalmente de arenas limo-arcillosas con gravas y cantos poligénicos.

A partir de los ensayos de laboratorio realizados en esta unidad se tienen los siguientes parámetros geotécnicos:

✓ GRANULOMETRÍA:

% Finos (pasante tamiz 200 ASTM): 21,60-69,10 %, con un valor medio de 45,35 ± 33,59 %.

Diámetro D_{50}: 0,55 mm.

✓ LÍMITES DE ATTERBERG:

Límite Líquido (L.L.): 30,20-30,80 %, con un valor medio de 30,50 ± 0,42 %.

Límite Plástico (L.P.): 13,30-16,30 %, con un valor medio de 14,80 ± 2,12 %.

Índice de Plasticidad (I.P.): 14,50-16,80 %, con un valor medio de 15,65 ± 1,63 %.

✓ OTROS RESULTADOS:

Contenido en Sulfatos (% SO_3^{2-}): 0,000 %.

% Materia Orgánica: 0,360 %.

Expansividad Lambe: Marginal-Crítico.

✓ PROCTOR NORMAL:

Humedad Óptima (w_{opt}): 11,00-13,42 %, con un valor medio de 12,21 ± 1,71 %.

Densidad Máxima (D_{max}): 1,700-1,950kg/dm^3, con un valor medio de 1,825 ± 0,177kg/dm^3.

✓ CBR:

C.B.R. al 95 %: 3,80-8,40 %, con un valor medio de 6,10 ± 3,25 %.

C.B.R. al 100 %: 4,80-11,90 %, con un valor medio de 8,35 ± 5,02 %.

% Hinchamiento: 0,11-0,44 %, con un valor medio de 0,27 ± 0,23 %.

Según la clasificación U.S.C.S. se trataría de suelos en un 50,00 % CL y un 50,00 % SC. Según la clasificación H.R.B., se tendrían clases de A-2-6 un 50,00 % y A-6 un 50,00 %, situándose el índice de grupo entre 0 (50,00 %) y 8 (50,00 %). Según la ORDEN MFOM/1382/2002 (que actualiza el PG-3/75, publicado en el B.O.E. la O.C. 326/00) se trata de suelos MARGINALES.

Se considera que los materiales de la formación Llanuras Aluviales son EXCAVABLES con medios mecánicos convencionales y debido a su heterogeneidad y su carácter expansivo no son aptos para la construcción de rellenos debiéndose enviar en su totalidad a vertedero.

8.1.1.2.3.- Barras aluviales (Q_B)

Corresponden a aquellos materiales depositados en el fondo de vaguada formado por dinámica fluvial del río Jarama y cuya naturaleza es del tipo gravas y arenas media-gruesas de matriz limo-arcillosa y color gris oscuro.

En campo se han obtenido valores para el N_{30} del ensayo de penetración estándar de 17-100, con un valor medio de 49 ± 45 (compacidad algo densa a muy densa).

A partir de los ensayos de laboratorio realizados sobre la única muestra en esta unidad se tienen los siguientes parámetros geotécnicos:

✓ GRANULOMETRÍA:

% Finos (pasante tamiz 200 ASTM): 66,80 %.

✓ LÍMITES DE ATTERBERG:

Límite Líquido (L.L.): 67,80 %.

Límite Plástico (L.P.): 35,30%.

Índice de Plasticidad (I.P.): 32,50 %.

Según la clasificación U.S.C.S. se trataría de un suelo MH. Según la clasificación H.R.B., se tendría la clase de A-7-5, situándose el índice de grupo en 22.

En el trazado estudiado, escasamente se realizarán excavaciones que afecten a esta formación.

Se considera que estos materiales son excavables con medios mecánicos convencionales.

Según la clasificación U.S.C.S. se trataría de suelos en un 50,00 % CH y un 50,00 % SC-SM. Según la ORDEN MFOM/1382/2002 (que actualiza el PG-3/75, publicado en el B.O.E. la O.C. 326/00) se trata de suelos TOLERABLES y en alguna ocasión MARGINAL.

Se considera que los materiales de la formación Aluvial son EXCAVABLES con medios mecánicos convencionales y debido a su heterogeneidad y sus deficientes características geotécnicas NO SON APTOS para la construcción de rellenos debiéndose enviar en su totalidad a vertedero.

Se adjunta a continuación unas tablas resumen de los principales parámetros geotécnicos.

8.1.1.3.- Depósitos de Terrazas

8.1.1.3.1.- Terrazas del río Jarama (Q_{T-J1} y Q_{T-J2}) y Terrazas del río Henares (Q_{T-H1})

Están relacionados con los materiales depositados durante el encajamiento de los ríos Jarama y Henares:

- ✓ *Unidad geológica "Terrazas del río Jarama (Q_{T-J1} y Q_{T-J2})"*, se componen de cantos y gravas poligénicas, arenas, limos y arcillas.

- ✓ *Unidad geológica "Terrazas del río Henares (Q_{T-H1} y UG-Q_{T-H2})"*, se componen de cantos y gravas poligénicas, arenas, limos y arcillas.

En campo se han obtenido valores para el N_{30} del ensayo de penetración estándar de 8-100, con un valor medio de 57 ± 36 (compacidad floja a muy densa).

A partir de los ensayos de laboratorio realizados en esta unidad se tienen los siguientes parámetros geotécnicos:

- ✓ GRANULOMETRÍA:

% Finos (pasante tamiz 200 ASTM): 5,60-72,10 %, con un valor medio de 32,96 ± 23,01 %.

Diámetro D_{50}: 0,20-5,20 mm, con un valor medio de 1,40 ± 1,63 mm.

- ✓ LÍMITES DE ATTERBERG:

El 17 % de las muestras de esta unidad no presentan plasticidad, el 83 % restante tiene los siguientes valores.

Límite Líquido (L.L.): 19,30-52,20 %, con un valor medio de 33,96 ± 23,01 %.

Límite Plástico (L.P.): 13,40-26,80 %, con un valor medio de 18,00 ± 4,76 %.

Índice de Plasticidad (I.P.): 4,30-25,70 %, con un valor medio de 15,97 ± 6,83%.

- ✓ ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN Y QUÍMICOS:

Densidad seca: 1,622 t/ m^3.

Humedad natural: 9,61 %.

Densidad aparente: 1,778 t/ m^3.

Contenido en Sulfatos (% SO_3^{2-}): 0,000 %.

% Materia Orgánica: 0,340-0,420 %, con un valor medio de 0,377 ± 0,040 %.

- ✓ RESISTENCIA A COMPRESIÓN SIMPLE:

Deformación rotura: 2,00 %.

Resistencia q_u: 3,09 kp/ cm^2.

Hinchamiento libre en Edómetro: 0,77 %.

*Presión de Hinchamiento:*0,05 kp/ cm^2

✓ PROCTOR NORMAL:

Humedad Óptima (w_{opt}): 8,47-26,20 %, con un valor medio de 14,40 ± 10,22 %.

Densidad Máxima (D_{max}): 1,470-2,040 kg/dm^3, con un valor medio de 1,820 ± 0,306 kg/dm^3.

✓ CBR:

C.B.R. al 95 %: 6,70-18,00 %, con un valor medio de 11,50 ± 5,84%.

C.B.R. al 100 %: 9,90-35,40 %, con un valor medio de 19,63 ± 13,78 %.

% Hinchamiento: 0,07-0,35 %, con un valor medio de 0,25 ± 0,16 %.

Según la clasificación U.S.C.S. se trataría de suelos en un 26 % SC, en un 25 % CL, en un17 % SW-SM y en 8% GP-GC, GC, SP-SC y CH cada uno. Según la clasificación H.R.B., se tendrían clases muy dispersas con el índice de grupo muy variable. Según la ORDEN MFOM/1382/2002 (que actualiza el PG-3/75, publicado en el B.O.E. la O.C. 326/00) se trata de suelos tolerables en un 83 % y de suelos adecuados en un 17 %.

Se considera que los materiales de la formación Depósitos de Terraza son excavables con medios mecánicos potentes y se puede emplear para la construcción de rellenos.

8.1.1.3.1.- Coluviones y depósitos de pie de talud (QC)

Están formados por gravas y cantos poligénicos, arenas arcillosas y fangos.

Los coluviones son acumulaciones de material de dimensiones reducidas, con una pendiente marcada y relacionados con barracos y torrenteras. Los materiales de los cuales están formados son de procedencia cercana, en cuya composición litológica destacan los elementos silíceos que provienen de la red fluvial intramiocena y los cantos de naturaleza caliza con escaso o nulo desgaste. Estos depósitos están cementados en varias zonas (caliche) y el espesor medio que presenta es de unos 3,00m apoyados directamente sobre las terrazas media-alta del río Jarama y Henares.

A partir de los ensayos de laboratorio realizados sobre la única muestra en esta unidad se tienen los siguientes parámetros geotécnicos:

✓ GRANULOMETRÍA:

% Finos (pasante tamiz 200 ASTM): 11,10 %.

✓ LÍMITES DE ATTERBERG:

Límite Líquido (L.L.): 23,80 %.

Límite Plástico (L.P.): 12,90%.

Índice de Plasticidad (I.P.): 10,90 %.

✓ ENSAYOS QUÍMICOS:

Contenido en Sulfatos (% SO_3^{2-}): 0,000 %.

% Materia Orgánica: 0,380%.

✓ PROCTOR NORMAL:

Humedad Óptima (w_{opt}): 7,70 %.

Densidad Máxima (D_{max}): 2,062 kg/dm^3.

✓ CBR:

C.B.R. al 95 %: 12,70 %.

C.B.R. al 100 %: 16,50 %.

% Hinchamiento: 0,54 %.

Según la clasificación U.S.C.S. se trataría de un suelo SC-MH y para su reutilización se consideran TOLERABLES pero con algunos niveles MARGINALES debido a su contenido en finos.

En el trazado estudiado, escasamente se realizarán excavaciones que afecten a esta formación. Se considera que estos materiales son excavables con medios mecánicos convencionales.

8.1.2.- MATERIALES DE EDAD TERCIARIO

8.1.2.1.- Facies de borde.- Facies Madrid

8.1.2.1.1.- Arena de miga (T_{AM})

Está formada por arenas arcósicas de grano medio-grueso y color ocre-gris, con un contenido bajo en arcillas. Localmente aparecen niveles de arena fina con espesores centimétricos y cantos dispersos de granito con tamaños de varios centímetros.

En campo se han obtenido valores para el N_{30} del ensayo de penetración estándar de 21-100, con un valor medio de 58 ± 27 (compacidad medianamente densa a muydensa).

A partir de los ensayos de laboratorio realizados en esta unidad se tienen los siguientes parámetros geotécnicos:

- ✓ GRANULOMETRÍA:

% Finos (pasante tamiz 200 ASTM): 7,00-18,70 %, con un valor medio de 14,05 ± 4,06 %.

Diámetro D_{50}: 0,50-1,00 mm, con un valor medio de 0,77 ± 0,15 mm.

- ✓ LÍMITES DE ATTERBERG:

El 75 % de las muestras de esta unidad no presentan plasticidad, el 25% restante tiene los siguientes valores.

Límite Líquido (L.L.): 19,70-29,00 %, con un valor medio de 24,35 ± 6,58 %.

Límite Plástico (L.P.): 15,60-17,00 %, con un valor medio de 16,30 ± 0,99 %.

Índice de Plasticidad (I.P.): 2,70-13,50 %, con un valor medio de 8,10 ± 7,64%.

- ✓ *ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN Y QUÍMICOS*

Densidad seca: 1,960 t/ m^3.

Humedad natural: 11,90 %.

Densidad aparente: 2,193 t/ m^3.

Contenido en Sulfatos (% SO_3^{2-}): 0,000 %.

% Materia Orgánica: 1,900 %.

- ✓ RESISTENCIA A COMPRESIÓN SIMPLE:

Deformación rotura: 1,10 %.

Resistencia q_u: 0,10 kp/ cm^2.

Según la clasificación U.S.C.S. se trataría de un suelo en un 60 %. SM, en un 25 % SW-SM y en un 13% SC. Según la clasificación H.R.B., se tendrían clases de A-1-b un 87,5 % y A-2-6 un 16,5 %, situándose el índice de grupo entre 0. Según la ORDEN MFOM/1382/2002 (que actualiza el PG-3/75, publicado en el B.O.E. la O.C. 326/00) se trata de SUELOS TOLERABLES en un 74 %, de suelos ADECUADOS en un 13 % y de suelos SLECCIONADOS en un 13%.

Se considera que los materiales de la formación Arena de Miga son excavables con medios mecánicos potentes y se puede emplearlos para la construcción de rellenos.

8.1.2.1.2.- Arena tosquiza (T_{AT})

Se compone fundamentalmente de arenas arcósicas de grano fino a medio con un mayor contenido en arcillas, en las que puntualmente aparecen intercalaciones arenosas con un contenido menor en arcilla. Las principales morfologías en las que se presentan estas arenas son de tipo lenticular o tabular.

A partir de los ensayos de laboratorio realizados en esta unidad se tienen los siguientes parámetros geotécnicos:

- ✓ GRANULOMETRÍA:

% Finos (pasante tamiz 200 ASTM): 25,20-39,40 %, con un valor medio de 29,58 ± 4,83 %.

Diámetro D_{50}: 0,19-0,60 mm, con un valor medio de 0,38 ± 0,14 mm.

✓ LÍMITES DE ATTERBERG:

Límite Líquido (L.L.): 20,80-29,90 %, con un valor medio de 24,98 ± 3,33 %.

Límite Plástico (L.P.): 13,90-20,70 %, con un valor medio de 17,05± 2,06 %.

Índice de Plasticidad (I.P.): 2,20-16,00 %, con un valor medio de 7,94 ± 4,75 %.

✓ ENSAYOS QUÍMICOS:

Contenido en Sulfatos (% SO_3^{2-}): 0,000 -0,020 %, con un valor medio de 0,010 ± 0,014 %.

% Materia Orgánica: 0,390-0,460 %, con un valor medio de 0,425 ± 0,049 %

✓ PROCTOR NORMAL:

Humedad Óptima (w_{opt}): 10,43 %.

Densidad Máxima (D_{max}): 1,919 kg/dm^3.

✓ CBR:

C.B.R. al 95 %: 8,00 %.

C.B.R. al 100 %: 8,70 %.

% Hinchamiento: 0,60 %.

Según la clasificación U.S.C.S. se trataría de un suelo en un 62 %. SC, en un 25 % SM y en un 13% SC-SM. Según la clasificación H.R.B., se tendrían clases de A-2-4 un 75 %, A-6 un 12,5 % y A-2-6 un 12,5 %, situándose el índice de grupo entre 0 (75%) y 1 (25%). Según la ORDEN MFOM/1382/2002 (que actualiza el PG-3/75, publicado en el B.O.E. la O.C. 326/00) se trata de SUELOS TOLERABLES.

Se considera que los materiales de la formación Arena Tosquiza son excavables con medios mecánicos potentes y se puede emplearlos para la construcción de rellenos.

8.1.2.1.3.- Tosco arenoso (T_{TA})

Son arcillas arenosas y arenas arcillosas de carácter arcósico de color marrón-rojizo. La diferencia fundamental con respecto a las anteriores es que esta unidad puede presentar un contenido en arcilla mayor del 50% (40-60%), lo que la confiere una plasticidad media. Esta unidad suele aparecer tanto en morfologías de tipo tabular como en intercalaciones entre las anteriores unidades.

Se compone fundamentalmente de arenas arcósicas de grano fino a medio con un mayor contenido en arcillas, en las que puntualmente aparecen intercalaciones arenosas con un contenido menor en arcilla. Las principales morfologías en las que se presentan estas arenas son de tipo lenticular o tabular.

En campo se han obtenido valores para el N_{30} del ensayo de penetración estándar de 100 (Rechazo).

A partir de los ensayos de laboratorio realizados en esta unidad se tienen los siguientes parámetros geotécnicos:

✓ GRANULOMETRÍA:

% Finos (pasante tamiz 200 ASTM): 41,50-55,10 %, con un valor medio de 46,33 ± 7,61 %.

Diámetro D_{50}: 0,13-0,15 mm, con un valor medio de 0,14 ± 0,01 mm.

✓ LÍMITES DE ATTERBERG:

Límite Líquido (L.L.): 30,20-31,00 %, con un valor medio de 30,53 ± 0,42 %.

Límite Plástico (L.P.): 17,50-18,70 %, con un valor medio de 18,30 ± 0,69 %.

Índice de Plasticidad (I.P.): 11,50-12,90 %, con un valor medio de 12,23 ± 0,70 %.

✓ ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN

Densidad seca: 1,880-1,890 t/ m^3 con un valor medio de 1,885 ± 0,007 t/ m^3.

Humedad natural: 12,80-14,40 % con un valor medio de 13,60 ± 1,13 %.

Densidad aparente: 2,121-2,162 t/ m^3 con un valor medio de 2,141 ± 0,029 t/ m^3.

✓ RESISTENCIA A COMPRESIÓN SIMPLE:

Deformación rotura: 1,80-3,50 %, con un valor medio de 2,65 ± 1,20 %.

Resistencia q_u: 3,76-9,96 kp/ cm^2, con un valor medio de 3,86 ± 0,14 kp/ cm^2.

Según la clasificación U.S.C.S. se trataría de un suelo en un 67 %. SC y en un 33 % CL. Según la clasificación H.R.B., se tendría la clase de A-2-6, situándose el índice de grupo entre 2 (67%) y 4 (33%). Según la ORDEN MFOM/1382/2002 (que actualiza el PG-3/75, publicado en el B.O.E. la O.C. 326/00) se trata de suelos tolerables.

Se considera que los materiales de la formación Tosco Arenoso son excavables con medios mecánicos potentes y se puede emplearlos para la construcción de rellenos.

8.1.2.1.4.- Tosco (T_T)

Bajo la terminología de toscos se agrupa a un conjunto de materiales formado por sedimentos de color ocre o marrón con predominio arcilloso, siendo frecuente la aparición de arcosas, sepiolita y silex.. Bajo una perspectiva geológica, esta unidad engloba el amplio conjunto de las Arcosas Inferiores del Aragoniense inferior y medio. Según V. Escario (1985) se caracterizan por un porcentaje superior a 60 % de la fracción de finos (pasante #200 ASTM) dentro de los materiales de la Facies de Madrid.

A partir de los ensayos de laboratorio realizados en esta unidad se tienen los siguientes parámetros geotécnicos:

✓ GRANULOMETRÍA:

% Finos (pasante tamiz 200 ASTM): 58-96 %, con un valor medio de 78 ± 14,55.

✓ LÍMITES DE ATTERBERG:

Límite Líquido (L.L.): 31,80-66,30 %, con un valor medio de 50,37 ± 13,99.

Límite Plástico (L.P.): 19,80-49,20 %, con un valor medio de 32,77 ± 10,31.

Índice de Plasticidad (I.P.): 12,00-31,70 %, con un valor medio de 17,60 ± 6,53

✓ ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN

Densidad seca: con un valor medio de 1,58t/ m^3.

Humedad natural: con un valor medio de 23%

Densidad aparente: con un valor medio de 1,93 t/ m^3.

✓ RESISTENCIA A COMPRESIÓN SIMPLE:

Deformación rotura: con un valor medio de 4,54 %.

Resistencia q_u: con un valor medio de 3,91 kp/ cm^2.

Según la clasificación U.S.C.S. se trataría de un suelo MH-CL. Según la ORDEN MFOM/1382/2002 (que actualiza el PG-3/75, publicado en el B.O.E. la O.C. 326/00) se trata de suelos TOLERABLES-MARGINALES.

Se considera que los materiales de la formación Tosco Arenoso son excavables con medios mecánicos potentes y se puede emplearlos para la construcción de rellenos.

8.1.2.2.- Facies de transición

8.1.2.2.1.- Peñuelas (T_P)

Los materiales de esta unidad están formados por un conjunto litológico de lutitas y arcillas en parte litificadas por sobreconsolidación, de coloraciones gris verdosas, en tramos marrones. Son frecuentes las intercalaciones carbonatadas blanquecinas y de niveles de nódulos de sílex. También aparecen lentejones o capas de arenas de tonalidades verdosas y con fuerte presencia de micas (denominado en el Perfil geológico-geotécnico T_{Pa}).

En campo se han obtenido valores para el N_{30} del ensayo de penetración estándar de 4-100, con un valor medio de 62 ± 28 (Consistencia blanda a dura, siendo la media dura).

A partir de los ensayos de laboratorio realizados en esta unidad se tienen los siguientes parámetros geotécnicos:

- ✓ GRANULOMETRÍA:

% Finos (pasante tamiz 200 ASTM): 11,00-99,90 %, con un valor medio de 69,42 ± 27,21 %.

Diámetro D_{50}: 0,14-3,30 mm, con un valor medio de 0,65 ± 0,71 mm.

- ✓ LÍMITES DE ATTERBERG:

Límite Líquido (L.L.): 26,10-153,50 %, con un valor medio de 69,95 ± 21,10 %.

Límite Plástico (L.P.): 13,50-65,20 %, con un valor medio de 37,73 ± 10,81 %.

Índice de Plasticidad (I.P.): 9,50-96,70 %, con un valor medio de 32,22 ± 13,64 %.

Densidad seca: 1,022-1,871 t/ m^3 con un valor medio de 1,399 ± 0,193 t/ m^3.

Humedad natural: 19,34-52,28 % con un valor medio de 30,51 ± 7,56 %.

Densidad aparente: 1,555-2,015 t/ m^3 con un valor medio de 1,799 ± 0,148 t/ m^3.

Contenido en Sulfatos (% SO_3^{2-}): 0,000 -2,070 %, con un valor medio de 0,273 ± 0,647 %.

% Materia Orgánica: 0,540-1,190 %, con un valor medio de 0,741 ± 0,174 %

- ✓ RESISTENCIA A COMPRESIÓN SIMPLE:

Deformación rotura: 1,00-5,00 %, con un valor medio de 2,66 ± 1,14 %.

Resistencia q_u: 2,96-23,12 kp/ cm^2, con un valor medio de 11,39 ± 5,78 kp/ cm^2.

- ✓ CORTE DIRECTO CD:

Cohesión con tensión total (c): 0,15-4,27 kp/ cm^2, con un valor medio de 1,84 ± 1,61 kp/ cm^2.

Ángulo de rozamiento interno con tensión total (□): 28,87-35,99º, con un valor medio de 35,99 ± 4,28º.

Cohesión con tensión efectiva (c'): 0,78-1,44 kp/ cm^2, con un valor medio de 1,08 ± 0,33 kp/ cm^2.

Ángulo de rozamiento interno con tensión efectiva (□'): 24,91-31,02º, con un valor medio de 27,69 ± 3,09º.

- ✓ DEFORMABILIDAD EN EL EDÓMETRO:

Índice de huecos inicial(e_0): 0,688-0,748, con un valor medio de 0,718 ± 0,026.

Índice de compresión (C_c): 0,060-0,120, con un valor medio de 0,092 ± 0,027.

Índice de entumecimiento (C_s): 0,016-0,030, con un valor medio de 0,023 ± 0,006.

Presión de preconsolidación (P_c): 1,20-3,60 kg/cm^2, con un valor medio de 2,70 ± 1,05 kg/cm^2.

Hinchamiento libre en edómetro: 0,30-7,86 %, con un valor medio de 5,19 ± 5,66 %.

*Presión de Hinchamiento:*0,40-7,30 kp/ cm^2, con un valor medio de 2,92 ± 2,82 kp/ cm^2.

- ✓ PROCTOR NORMAL:

Humedad Óptima (w_{opt}): 8,21-28,08 %, con un valor medio de 18,15 ± 14,05 %.

Densidad Máxima (D_{max}): 1,401-2,016 kg/dm^3, con un valor medio de 1,709 ± 0,435 kg/dm^3.

- ✓ CBR:

C.B.R. al 95 %: 4,40-6,20 %, con un valor medio de 5,30 ± 1,27%.

C.B.R. al 100 %: 5,60-10,60 %, con un valor medio de 8,10 ± 3,54%.

% Hinchamiento: 0,67-4,14 %, con un valor medio de 2,41± 2,46 %.

Según la clasificación U.S.C.S. se trataría de un suelo en un MH-SC. Según la ORDEN MFOM/1382/2002 (que actualiza el PG-3/75, publicado en el B.O.E. la O.C. 326/00) se trata en un suelo MARGINAL.

Se considera que los materiales de la formación Peñuelas son excavables con medios mecánicos potentes. Por los elevados valores de Límites de Atterberg y de expansividad, estos materiales deben, en un principio, enviarse a vertedero. Se propone una estabilización en situ con cal para poder emplearlos en la construcción de terraplenes. Sin embargo, debe resaltarse que en algunas capas de este material, sobre todo en las zonas de transición a las arcillas yesíferas, se ha detectado un porcentaje de yesos que impide la realización de estabilazación in situ. Se recomienda realizar periódicamente ensayos de contenido en sulfatos durante la fase de obra.

Los materiales de esta formación son potencialmente expansivos y por lo tanto, sensibles a las variaciones de la humedad. En este sentido para apoyos directos es conveniente la aplicación de una carga superior a la presión de hinchamiento, es decir cargas de trabajo por encima de 0,30 Mpa de modo que se compense la eventual generación de movimientos asociados a las variaciones de humedad.

Por otra parte, habrá que evitar la exposición prolongada a la intemperie de los fondos de cajeado en rellenos y de los fondos de excavación en los desmontes realizados en los materiales de la unidad Peñuelas (T_p). Se recomienda tapar estas zonas en un plazo breve con las primeras capas de tierras previstas en obra. En caso de que se altere la superficie excavada, habrá que realizar un saneo adicional de 0,50 m desde rasante antes de proceder a la construcción de rellenos o explanadas.

8.1.2.2.2.- Facies Alcalá (T_{AA})

Formada por alternancias de niveles de arcillas más o menos limolíticas marrones con niveles laminados de limos y arenas muy finas micáceas grises.

En campo se han obtenido valores para el N_{30} del ensayo de penetración estándar de 42-100, con un valor medio de 62 ± 24 (Consistencia dura).

A partir de los ensayos de laboratorio realizados en esta unidad se tienen los siguientes parámetros geotécnicos:

- ✓ GRANULOMETRÍA:

% Finos (pasante tamiz 200 ASTM): 90,40-98,60 %, con un valor medio de 95,26 ± 3,24 %.

- ✓ LÍMITES DE ATTERBERG:

Límite Líquido (L.L.): 33,90-64,50 %, con un valor medio de 57,50 ± 13,23 %.

Límite Plástico (L.P.): 23,80-33,20 %, con un valor medio de 28,84 ± 3,66 %.

Índice de Plasticidad (I.P.): 10,10-35,60 %, con un valor medio de 28,68 ± 10,64 %.

- ✓ ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN

Densidad seca: 1,425 t/ m^3.

Humedad natural: 32,98 %.

Densidad aparente: 1,895 t/ m^3.

- ✓ RESISTENCIA A COMPRESIÓN SIMPLE:

Deformación rotura: 2,00 %.

Resistencia q_u: 9,03 kp/ cm^2.

Según la clasificación U.S.C.S. se trataría de un suelo en un 60 %. CH, en un 20 % MH y en un 20% ML. Según la ORDEN MFOM/1382/2002 (que actualiza el PG-3/75, publicado en el B.O.E. la O.C. 326/00) se trata en un suelo MARGINAL.

Se considera que los materiales de la formación Arcillas y Arenas son excavables con medios mecánicos potentes. Inicialmente se recomienda enviar el material extraído a vertedero, aunque puede ser necesario la estabilización in situ con cal de estos suelos.

8.1.2.3.- Facies centrales evaporíticas

8.1.2.3.1.- Arcillas yesíferas y yesos (T_{AY})

Está constituido por arcillas yesíferas de coloración gris oscuro a negro y yesos fibrosos blancos.

En campo se han obtenido valores para el N_{30} del ensayo de penetración estándar de 44-100, con un valor medio de 94 ± 18 (Consistencia dura, principalmente rechazo).

A partir de los ensayos de laboratorio realizados en esta unidad se tienen los siguientes parámetros geotécnicos:

- ✓ GRANULOMETRÍA:

  % Finos (pasante tamiz 200 ASTM): 33,80-96,20 %, con un valor medio de 79,68 ± 26,23 %.

- ✓ LÍMITES DE ATTERBERG:

Límite Líquido (L.L.): 20,60-53,80 %, con un valor medio de 42,42 ± 12,77 %.

Límite Plástico (L.P.): 14,60-27,60 %, con un valor medio de 22,84 ± 5,28 %.

Índice de Plasticidad (I.P.): 6,00-26,70 %, con un valor medio de 19,58 ± 7,92 %.

Según la clasificación U.S.C.S. se trataría de un suelo MH-CL. Según la ORDEN MFOM/1382/2002 (que actualiza el PG-3/75, publicado en el B.O.E. la O.C. 326/00) se trata de suelos MARGINAL por su alto contenido en yesos.

Se considera que los materiales de la formación Arcillas Yesíferas y Yesos Arcillosos y son excavables con medios mecánicos potentes; puede ser necesario puntualmente el empleo de maquinaria tipo martillo pica-pica (o trépano para la excavación de pilotes o elementos pantalla). Los materiales de esta unidad deben enviarse a vertedero.

8.2.- Parámetros geotécnicos recomendados

A la vista de los resultados obtenidos en el presente estudio, así como en su comparación con los obtenidos anteriormente en la misma zona por las diversas prospecciones realizadas anteriormente en la zona de estudio y con publicaciones y normativas y en la propia experiencia en estudios similares, se recomienda adoptar los siguientes parámetros geotécnicos resumidos a modo de cuadro resumen.

NIVEL GEOTÉCNICO	PARÁMETROS DE CÁLCULO RECOMENDADOS												
			TENSIONES TOTALES				TENSIONES EFECTIVAS						
	N_{30}	Peso específico aparente γ [kN/m³]	Resistencia al corte sin drenaje C_u [kN/m²]	Ángulo de rozamiento interno φ [º]	Módulo de deformación E [Mpa]	Coeficiente de Poisson v	Cohesión efectiva c´ [kN/m²]	Ángulo de rozamiento interno φ' [º]	Módulo de deformación E' [Mpa]	Coeficiente de Poisson v'	Angulo de Rozamiento Terreno-Estructura (δ)	K_{30} [kN/m³]	K_{SH} [kN/m³]
Rellenos Antrópicos sin compactar (R_A)	**<20**	**18,00**	**-**	**-**	**-**	**-**	**5-10**	**35**	**8-10**	**35**	**2/3 ϕ'**	**15.000**	**2.000 z/D**
Rellenos Antrópicos Compactados(R_C)	**<20**	**21**	**-**	**20**	**-**	**-**	**20**	**32-34**	**100**	**0,28**	**2/3 ϕ'**	**20.000**	**3.000 z/D**
Depósitos *Aluviales* (Q_{AL})	**5-30**	**20**	**-**	**5-10**	**-**	**-**	**5-10**	**32**	**10-15**	**0.32**	**2/3 ϕ' (Seco) 1/3 ϕ'(Saturado)**	**15.000-20.000**	**2.000 z/D 4.000 z/D**
Llanuras aluviales (Q_{LL})	**5-30**	**20**	**-**	**5-10**	**-**	**-**	**5-10**	**32**	**10-15**	**0.32**	**2/3 ϕ'**	**-**	**2.000 z/D 4.000 z/D**
Barras Aluviales (Q_B)	**5-30**	**20**	**-**	**5-10**	**-**	**-**	**5-10**	**32**	**10-15**	**0.32**	**2/3 ϕ'**	**-**	**2.000 z/D 4.000 z/D**
Depósitos de Terrazas (Q_T)	**10-40**	**22**	**-**	**-**	**-**	**-**	**0**	**33**	**100**	**0,30**	**2/3 ϕ'**	**20.000-40.000**	**3.000 z/D 10.000·z/D**
Coluviones (Q_C)	**-**	**19,5**	**-**	**-**	**-**	**-**	**0,3**	**28**	**-**	**0,30**	**2/3 ϕ'**	**-**	**-**
Conos de *Deyección* (Q_{CD})	**30**	**18,5**	**-**	**-**	**-**	**-**	**5-10**	**32**	**-**	**0,30**	**2/3 ϕ'**	**-**	**-**
Arena de Miga (T_{AM})	**30-40**	**20**	**28**	**36,50**	**-**		**5-15**	**38**	**55-75**	**0,30**	**2/3 ϕ'**	***90.000* 150.000**	**10.000z/D** (sobre Nivel *Freático*) **6.000z/D** (bajo Nivel *Freático*)
Arena Tosquiza (T_{AT})	**>40**	**20,50**	**35**	**33**	**-**	**-**	**10-20**	**35**	**80-100**	**0,30**	**2/3 ϕ'**	**150.000 200.000**	**10.000z/D** (sobre Nivel Freático) **6.000z/D** (bajo Nivel Freático)
Tosco Arenoso (T_{TA})	**>40**	**20,80**	**100**	**32**	**50**	**0,32**	**20-25**	**33,50**	**130**	**0,30**	**2/3 ϕ' (Seco) 1/3 ϕ'(Saturado)**	**30.000**	**5000/D 10000/D**
Tosco (T_T)	**>50**	**21**	**50-220**	**24-28**	**60**	**0,5**	**30-40**	**30**	**150-180**	**0,30**	**2/3 ϕ' (Seco) 1/3 ϕ'(Saturado)**	**15.000 60.000**	**1500/D 16500/D**
Peñuelas (T_P)	**>50**	**21**	**300**	**22-29**	**120**	**0,5**	**60**	**29**	**190+0,5z**	**0,28**	**2/3 ϕ' (Seco) 1/3 ϕ'(Saturado)**	**80.000-**	**22500/D**
Arcillas y Arenas Finas (T_{AA})	**>50**	**19**	**300**	**22-29**	**120**	**0,5**	**60**	**28**	**190+0,5z**	**0,28**	**2/3 ϕ' (Seco) 1/3 ϕ'*(Saturado)***	**80.000**	**22500/D**
Acillas Yesíferas y Yesos Arcillosos (T_{AY})	**>50**	**22**	**300**	**22-29**	**120**	**0,5**	**70**	**28**	**200+0,5z**	**0,26**	**2/3 f' (Seco) 1/3 f'(Saturado)**	**80.000**	**22500/D**

8.3.- Descripción Geológica-geotécnica del trazado

En el tramo comprendido entre el P.K. 4+300 y el 9+000 (enlace de Canillejas) el substrato está constituido por la Facies Madrid (que se compone de facies terrígenas marginales de composición arcósica que se extienden desde el borde meridional del Sistema Central).

A lo largo de la traza, se localizan pequeños depósitos aluviales correspondientes a arroyos con espesores que no superan el 1.50m, por otro lado la actividad humana ha originado importantes alteraciones morfológicas en el medio geológico del área de estudio, entre las que cabe destacar la acumulación de potentes y extensos depósitos de origen antrópico.

En este tramo se enmarca la actuación de mejora de la **salida 5 de la A-2** en sentido Madrid, de **acceso a la calle Arturo Soria (calle Gregorio Benítez)**. Ejes 3, 4 y 5, según la definición del trazado.

A partir del P.K. 9+000 substrato está constituido por la Facies Madrid pero en sus facies mas finas (Tosco arenoso.- T_{AT} y Tosco.- T_T), si bien se sitúa en las inmediaciones del contacto con las peñuelas (transición tosco-peñuela).

En las proximidades del nudo de Eisenhower (P.K. 10+500) se localiza una zona de transición de las facies de borde y las facies Intermedias. Existe una mezcla de materiales arcillosos con coloración marrón, con frecuentes interestratificaciones de capas carbonatadas (Cayuelas) y niveles arcillosos muy plásticos (sepiolitas y bentonitas), e incluso de silex.

En este tramo se enmarcan las actuaciones del **ramal de transferencia** entre la vía de servicio **de la M-14** y el acceso a la Terminal de Carga Aérea (eje 17), y la **ampliación de plataforma de la vía de servicio de la salida 12** de la A-2 en sentido Madrid, hacia la M-40 y M-14.

Desde el P.K. 10+500 y el rio Jarama , las facies Intermedias.-facies de Transición (Peñuelas) están con mayor presencia, esta capa suele tener un espesor superior a la decena de metros y está bien localizada en las zonas Sur y Este de Madrid, apareciendo entre las cotas 610 y 640. Las peñuelas son sedimentos arcillosos fuertemente preconsolidados de color gris verdosos o azulados, generalmente de plasticidad elevada, donde es frecuente la aparición de planos de fractura estriados y brillantes que se suelen denominar “lisos”.

La mayoría de la superficie está cubierta por depósitos cuaternarios de carácter antrópico y desde el P.K. 12+400 hasta el P.K. 15+330 por depósitos de terraza aluvial correspondientes a la terraza media-alta del Río Jarama, caracterizados estos últimos por su composición granular grosera muy compacta.

En el Río Jarama, superficialmente se localizan depósitos antrópicos y aluviales, y en profundidad el substrato mioceno está constituido por las facies Centrales de composición yesífera (Arcillas yesíferas con niveles intercalados de yesos).

Desde el Río Jarama (P.K. 15+330) hasta el P.K. 16+960, superficialmente se localizan depósitos de aluviales de inundación correspondientes al río Jarama, con un carácter limoarcilloso y blando este nivel se localiza hasta una z= 559 e infrayacente una pequeña capa granular correspondiente a la terraza baja del río Jarama, encontrándose el substrato Mioceno de carácter yesífero (facies Centrales) a una z=555.5.

Desde el P.K. 16+960 hasta el P.K. 17+400 , superficialmente se localizan depósitos aluviales correspondientes a la terraza media-alta del río Jarama e infrayacente se localiza una pequeña capa de facies Intermedias (Peñuela) con un espesor medio de 1.00m apoyadas sobre las facies Centrales yesíferas.

Desde el P.K. 17+400 hasta el P.K. 18+060, depósitos aluviales correspondientes a las terrazas media-alta del río Jarama y terraza del Henares de carácter granular grosero y compactas, donde en alguna zona están reccubiertos por depósitos coluviales de composición arenolimosa con algo de arcilla de espesores medios 2.00-3.00m. Como substrato mioceno se encuentran las facies Centrales yesíferas (Arcillas yesíferas y yesos).

Desde el P.K.18+060 hasta el final del proyecto , superficialmente presenta una distribución estratigráfica similar al tramo anterior, pero el substrato Mioceno corresponde a las facies Intermedias (Facies Alcalá), caracterizadas por unas arcillas de color marrón-rojizo con algún nivel pequeño intercalado de limo gris de alta plasticidad y carácter expansivo.

A lo largo de la traza, además de los depósitos aluviales correspondientes al río Jarama y río Henares se localizan pequeños depósitos aluviales correspondientes a arroyos con espesores que no superan el 1.50m, por otro lado la actividad humana ha originado importantes alteraciones morfológicas en el medio geológico del área de estudio, entre las que cabe destacar la acumulación de potentes y extensos depósitos de origen antrópico.

8.4.- Análisis de la explanada

La explanada, como superficie de cimiento de apoyo de un firme, constituye su cimiento habitual. El comportamiento de los suelos existentes bajo esa superficie depende básicamente de las cargas procedentes del tráfico y de la rigidez de las capas de firme. La incidencia de la explanada sobre el comportamiento estructural de las secciones de firme es tanto mayor cuanto mayor sea la flexibilidad de esas secciones y sobre todo cuando la capacidad de soporte es relativamente reducida.

A la vista de las conclusiones obtenidas a partir del reconocimiento de campo, y de los resultados de las investigaciones efectuadas, consistente en una campaña de calicatas de reconocimiento geotécnico, así como de los resultados de los ensayos de laboratorio (granulometría, límites de Atterberg, materia orgánica, Próctor normal y C.B.R.), se han definido las explanadas existentes, de acuerdo con el Art. 330 del Pliego PG-3/04*sobre secciones de firme y capas estructurales de firmes* (que modifica la Instrucción de carreteras 6.1-I.C. y 6.2-I.C.).

Para conseguir la explanada que se defina en proyecto deberá tenerse en cuenta lo que al respecto se recoge en la instrucción 6.1-I.C. y 6.2-I.C del M.O.P.T., así como en su modificación por la O*rden Circular 10/2002 sobre secciones de firme y capas estructurales de firmes*. (***Figura 7.6***).

En el caso de que fuera necesario recurrir a préstamos como fuente de suministro para conseguir la explanada fijada en proyecto, aunque están más alejadas de la obra, tienen la ventaja de presentar disponibilidad inmediata. Los materiales extraídos en un gran número de explotaciones cercanas a la traza, se consideran aptos para ser empleados como préstamo para explanada, capa de rodadura o zahorra artificial, así como para la fabricación de cementos y hormigones, tal y como queda recogido en el ***Anejo 1.2.2*** *"Geología y Procedencia de Materiales"*.

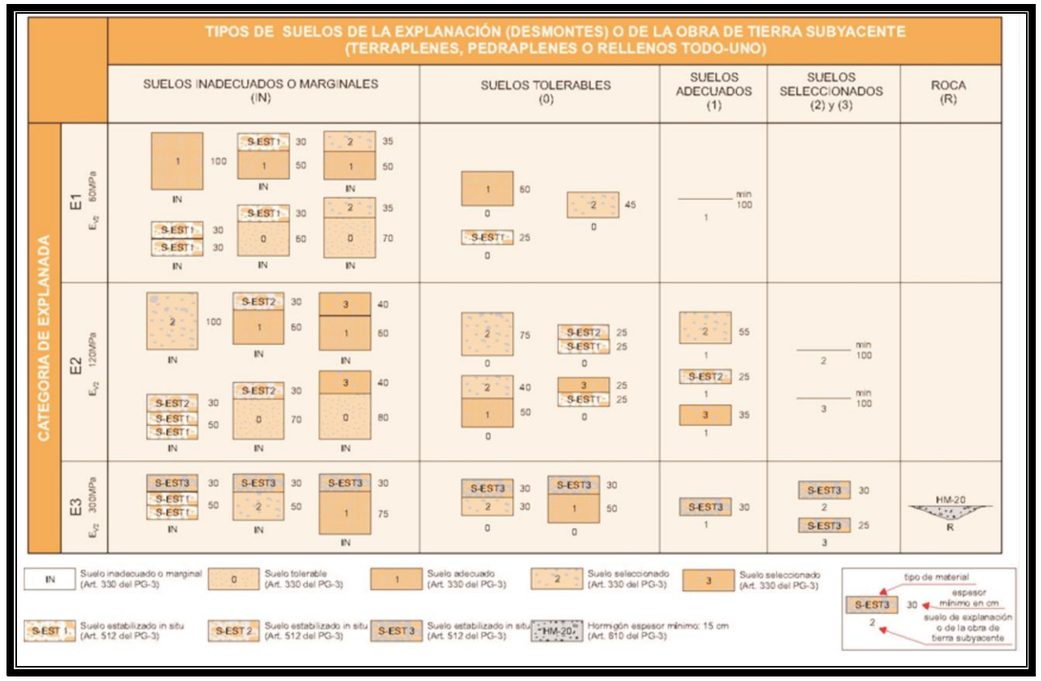


Figura 7.6-. Formación de la explanada (Orden Circular 10/2002 sobre secciones de firme y capas estructurales de firmes).

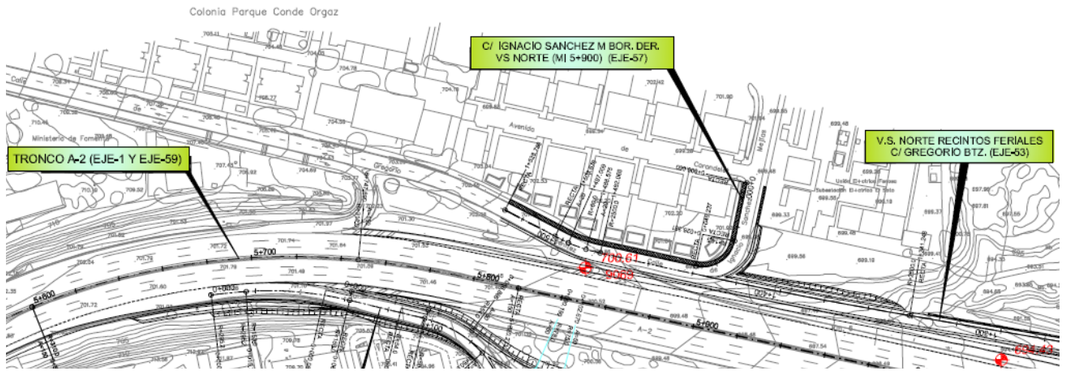
A continuación se indican las características de las explanadas naturales en cada una de las zonas de actuación:

8.4.1.- PK 5+800 (A-2). MODIFICACIÓN DE LA SALIDA HACIA C/ARTURO SORIA.

En el proyecto de las plataformas reservadas en la A-2, de clave 49-M-12280, se identifican los siguientes ejes que discurren en el ámbito de esta actuación: eje 1, eje 57, y eje 53.

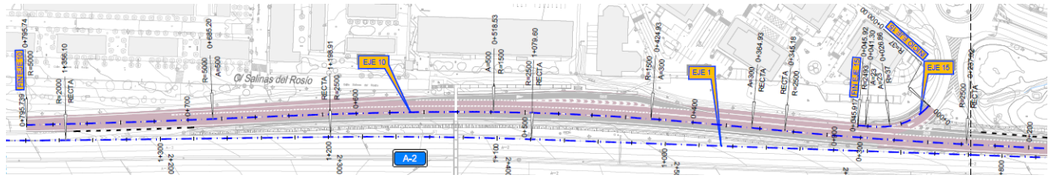
En concreto, el eje 53 se superpone con la calle Gregorio Benítez entre los pp.kk. 1+460 al final (1+528). En este tramo, el estudio geotécnico del proyecto identifica los siguientes materiales:

- Hasta 40 cm de profundidad, tierra vegetal a excavar y retirar.
- Hasta 7,00 m de profundidad, el material pertenece a la unidad geotécnica T_{AT} (arena tosquiza), que según el apartado es clasificado como SUELO TOLERABLE.



8.4.2.- PK 12+500 (A-2). ACTUACIÓN SALIDA DE LA A-2 HACIA LA M-40 Y LA M-14.

En el proyecto de trazado de la Remodelación del Nudo Eisenhower, de clave T5-M-14170, se identifica el eje 10, que al mismo tiempo define la vía de servicio que comprende la actuación de mejora en este tramo.

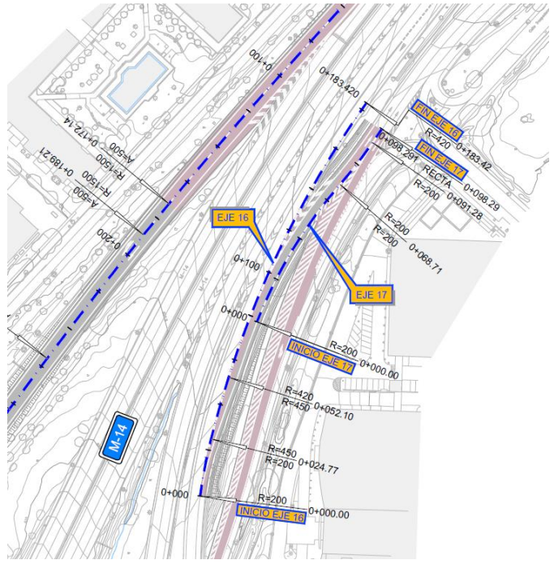


En este eje, el proyecto identifica lo siguiente:

- Eje 10, entre el p.k. 0+200 al 0+220, rellenos antrópicos sin compactar, muy heterogéneos, hasta una profundidad de entre 2 y 3 m, que será necesario excavar, retirar a vertedero, y sustituir por suelo tolerable.
- Eje 10, entre el p.k. 0+220 al 0+440, rellenos antrópicos compactados, pertenecientes a la plataforma existente de la vía de servicio. Por debajo de este relleno, se observa la existencia nuevamente de rellenos antrópicos sin compactar. Transversalmente, en la zona de ampliación de plataforma es previsible que dichos rellenos aparezcan a la cota de fondo de excavación, por lo que será necesario sanear hasta una profundidad variable entre 2 (p.k. 220) y 1 m (p.k. 0+400).
- Eje 10, entre el p.k. 0+440 hasta el final del tramo de ampliación de plataforma (p.k. 0+680), la unidad geotécnica T_P (peñuelas), considerada como SUELO MARGINAL.

8.4.3.- PK 11+500 (A-2). RAMAL DE TRANSFERENCIA A LA ZONA DE CARGA AEROPORTUARIA DESDE LA M-14.

El eje 17 del proyecto de Remodelación del Nudo Eisenhower define completamente la actuación diseñada en esta zona. En el estudio geotécnico de dicho proyecto se identifica el siguiente material:



- Eje 17, discurre sobre la unidad geotécnica tosco arenoso, T_M (según el proyecto del Nudo Eisenhower) - T_{TA} (según el proyecto de plataformas reservadas de la A-2), clasificada como SUELO TOLERABLE.

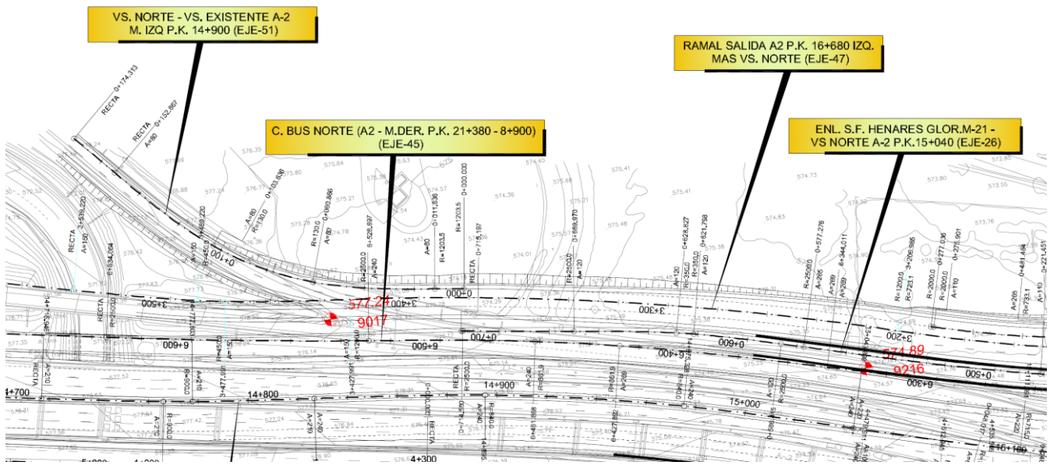
8.4.4.- PK 15+000 (A-2). DUPLICACIÓN DE CARRILES EN LA VÍA DE SERVICIO COSLADA – SAN FERNANDO AL ENLACE DE REJAS.

El eje 11 del proyecto de Remodelación del Nudo Eisenhower discurre por el ámbito de la actuación proyectada en esta zona; y es coincidente con el eje principal que la define geométricamente. En el estudio geotécnico de dicho proyecto se identifica lo siguiente:



- Eje 11, discurre sobre la unidad geotécnica cantos y gravas poligénicos, arenas, limos y arcillas, $Q_{T\text{-}J1}$, clasificada como SUELO TOLERABLE.

Este eje no dispone de perfil geotécnico en ese proyecto, únicamente se representa la planta geológico-geotécnica. En el proyecto de Plataformas reservadas en la A-2, se definen los siguientes ejes en el entorno de la actuación:



Para dos de éstos (eje 45 y 47) se representan los perfiles longitudinales, en los que se observa que la potencia de la unidad geotécnica $Q_{T\text{-}J1}$ es de unos 8-10 m, por tanto será la que se encuentre en como explanada natural en desmonte. En ambos proyectos se clasifica este material como SULEO TOLERABLE, con un cierto porcentaje de suelos adecuados en el proyecto de las Plataformas reservadas.

9.- Geotecnia de las cimentaciones

9.1.- Introducción

Este apartado de Geotecnia de Cimentación de Estructuras describe las condiciones del terreno sobre el que se van a cimentar las estructuras de soporte de los elementos de señalización, tanto fija como variable.

No existe una campaña de toma de datos y ensayos geotécnicos específica para este proyecto por decisión del grupo técnico de trabajo (CRTM, Dirección General de Carreteras y Dirección General de Tráfico), realizándose el estudio en función de datos existentes en otros proyectos realizados en la misma via. En cualquier caso se recomienda en la fase de obra la comprobación de las condiciones del terreno en los lugares donde se implantan las estructuras, y, en particular, las de mayor envergadura (pórticos y banderolas) y, en menor medida, las CCTV, horquillas de señalización variable y lectores.

9.2. Documentación utilizada como base del estudio

Para la caracterización del terreno se acude al proyecto denominado “AUTOVÍA DEL NORDESTE A-2. ACCESO A MADRID. PLATAFORMAS RESERVADAS PARA EL TRANSPORTE PÚBLICO, VÍAS DE SERVICIO Y ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS. P.K. 5,3 AL 24,5. TRAMO: CALLE ARTURO SORIA – ALCALÁ DE HENARES. CLAVE: 49-M-12280” realizado para el Ministerio de Fomento en la misma zona de implantación (tramo de la autovía A2 de Madrid a Alcalá de Henares) y que el propio Ministerio ha disponibilizado para este fin. Concretamente se ha tenido acceso a los siguientes documentos del mencionado proyecto: (1) “Anejo 1.2.6 – Geotecnia del Corredor” (incompleto) y (2) “Anejo 1.2.11 Geotecnia para la cimentación de estructuras”

En el Anejo 1.2.6 “Geotecnia del Corredor” se realiza una recopilación y análisis de información sobre el terreno de proyectos anteriores y se diseña una campaña de toma de datos y ensayos geotécnicos específica. Se ofrecen los datos de los sondeos con el perfil geológico y las características geotécnicas en determinados puntos y profundidades. También se dispone de la lista de ensayos que se han efectuado con cada muestra que incluyen los más habituales como granulometría, densidad, humedad, penetrómetro, ensayo de compresión simple, de corte directo, edómetro, límites de Attemberg, etc, al igual que los resultados de los mismos para cada tipo de material y sondeo. Finalmente hay una caracterización de los materiales encontrados y unas recomendaciones de tipo geotécnico con parámetros de cálculo, todo ello soportado por información gráfica. Esta recopilación y análisis de información constituye la primera parte del documento.

En este documento, en su segunda parte, se focaliza el análisis para la ejecución de desmontes, entre otros puntos. El documento ofrece la situación de los ensayos geotécnicos en la vía y la composición del suelo (litología y potencia de los estratos) a lo largo de la misma por tramos, con una tramificación fina (entre menos de 50m y 200 m aproximadamente) y diferenciada por zona norte (sentido de Alcalá a Madrid) y sur (sentido de Madrid a Alcalá) de la vía.

En el Anejo 1.2.11 “Geotecnia para la cimentación de estructuras”, después de una introducción metodológica para justificar los métodos de cálculo, se realiza un estudio detallado particular para cada cimentación de cada una de las estructuras, asociando a dichos puntos de cimentación (estribos, pilas, etc…) los sondeos y pentrómetros más próximos para la obtención de los parámetros del suelo y de este modo proponer la cimentación óptima en cada uno de ellos. Así, para cada una de las cimentaciones la sistemática de análisis es la siguiente: Se aporta un perfil estratigráfico indicando los estratos y su espesor, cuando hay datos del ensayo de penetrómetro completo (desde la cota 0) se aporta también, a continuación los datos de los sondeos y pruebas de penetrómetro a diferentes profundidades y sobe determinados estratos y, finalmente una tabla de recomendaciones geotécnicas con los parámetros resistentes y de deformación del suelo para cada uno de los estratos considerados en el punto (incluyendo los valores N20, cohesión, ángulo de rozamiento interno y coeficiente de Poisson, entre otros). En los casos de que se recomiende una cimentación superficial, se aporta el valor de la tensión admisible del suelo, siempre a la profundidad a la que se recomienda cimentar.

Dado que el objeto del proyecto de referencia consultado es la construcción de grandes infraestructuras de paso (pasarelas, viaductos, pasos inferiores, ampliación de puentes, etc…) y algunas obras de tierra asociadas, se desecha la primera capa de materiales (“rellenos antrópicos” cuyo espesor puede ir desde 1m hasta casi 10m) y los ensayos se focalizan en las capas inferiores.

9.3. Metodología para determinar los valores de los parámetros geotécnicos

La metodología para la estimación de los parámetros geotécnicos del terreno es similar a la propuesta en el propio estudio de referencia (aunque sin realizar campañas de sondeos) y se basa en la asociación de los puntos donde existe información geotécnica con los puntos donde se van a cimentar las infraestructuras ITS del presente proyecto, mediante un criterio de proximidad. Esta metodología no sustituye a ensayos directos y comprobaciones in situ que se recomienda realizar en cualquier caso a criterio de la Dirección Facultativa del proyecto.

Para ello se adaptan las tablas de tramificación del proyecto de referencia (Anejo 1.2.6) a las que se asocian en cada tramo los equipos ITS más próximos y los ensayos también ligados al tramo. Esta información se ofrece en las tablas correspondientes (**punto 9.4**) que aporta además la litología y espesores de cada estrato relevante. De la misma forma se ha realizado un plano con la situación de los puntos de ensayo significativos para el proyecto y cimentaciones de las estructuras, conteniendo en otro formato la información recogida en las tablas (al final del **punto 9.5**, plano 1).

A continuación se extrae la información geotécnica relevante para el proyecto de los ensayos asociados a los puntos de cimentación de los equipos ITS, resultantes del análisis anterior. Estos datos están incluidos en las tablas que recogen los modelos de suelo (**tablas R1 a R4** en este mismo apartado) y los resultados de los penetrómetros disponibles que se aporta al final de este Anejo en el **punto 9.5.**

Una síntesis de la misma se ofrece a continuación en una tabla que resume el origen de las informaciones para el cálculo de la tensión admisible en cada caso. La parte primera de la tabla aporta los puntos de ensayo para los que se dispone de información del penetrómetro para el estrato de “Rc” y el modelo de suelo asociado para este estrato. El número de tabla referencia los valores obtenidos para este ensayo y modelo. La mayoría de estructuras ITS se asocian directamente a estos puntos (en rojo en la tabla de asociación de equipos ITS a puntos de ensayo). Sin embargo existen otros puntos que no es posible asociar a estos ensayos (por estar demasiado alejados, por ejemplo). Se acude entonces a cimentaciones del proyecto de referencia próximas para los que se ha asociado un modelo de suelo que permite también obtener la tensión admisible. Esta asociación indirecta se ofrece en la segunda parte de la tabla.

Datos de puntos con esayo penetrometrico desde la cota 0 (Proy. Ref.)			
Ensayo	**PK (sobre plano)**	**Valores**	**Recomendaciones**
P13	10+542	Tabla P13-1	Tabla R1
		Tabla P13-2	Tabla R1
		tabla P13-3	Tabla R1
P23	15+435	Tabla P23	Tabla R1
P6	8+410	Tabla P6	Tabla R2
P21	15+341	Tabla P21	Tabla R1
P40	22+030	Tabla P40	Tabla R4
P35	20+295	Tabla P35	Tabla R1
PE1	6+250	Tabla PE1	Tabla R1
PE3 y PE4	9+717 / 9+700	Tabla PE3/PE4	Tabla R1
PE5 y PE6	10+025	Tabla PE5/PE6	Tabla R1
P9	9+910	Tabla P9	Tabla R1
P29	17+300	Tabla P29	Tabla R1
P1	6+750	Tabla P1	Tabla R1
P3	7+730	Tabla P3	Tabla R1
P4	8+216	Tabla P4	Tabla R3
P10	10+360	Tabla P10	Tabla R1
P11	10+455	Tabla P11	Tabla R3

Datos de puntos con esayo penetrometrico desde la cota 0 (Proy. Ref.)			
Ensayo	**PK (sobre plano)**	**Valores**	**Recomendaciones**
P12	10+540	Tabla P12	Tabla R1
P14	10+730	Tabla P14	Tabla R1
P16	10+840	Tabla P16	Tabla R3
P17	10+955	Tabla P17	Tabla R1
P18	11+745	Tabla P18	Tabla R3
SE 27 y SE 84	15+160 / 15+312	Tabla SE12/SE84	Tabla R1
P21	15+340	Tabla P21	Tabla R1
P31	17+720	Tabla P31	
P35	20+295	Tabla P35	Tabla R3
P44	23+415	Tabla P44	Tabla R1

Datos de puntos con asosciacion a cimentación de estructuras del Anejo 1.2.11 del proyecto de referencia					
Estructura en el proyecto de Ref.	**PK estrcutura**	**Ensayo en el proyecto de Ref.**	**Recomendaciones /valores**	**PK ensayo mas proximo al ITS**	**Ensayo mas proximo al ITS**
Pasarela PAS 9,7	9+980	PE-5 / PE-6	Tabla R1	9+450	PE-8
Pasarela PAS 13,2	13+200	PE-9	Tabla R1 /tabla P-9	13+280	PE-9
Pasarela PAS 13,2	13+200	PE-9	Tabla R1 / Tabla P-9	13+900	PE-10
Viaducto VEC15.3 (E26m)	15+350	PE-23	Tabla R1	15+850	PE-15
Estructura existente EA3	16+650	PC2(C)	Tabla R1	16+700	PC2(C)
Paso Superior PS18 (E53)	18+100	n/a	Tabla R1	n/a	n/a
Estructura existente EA6	20+100	n/a	Tabla R1	19+700	P-33
Paso inferior E39	20+400	P-35	Tabla R3	21+560	P-36
Estrcutura E40 PSC 21.7	21+800	n/a	Tabla R1	21+800	P-37 / P-38
Paso superior E42	22+300	P-40	Tabla R4	22+030	P-40
n/a : Sin informacion de penetrometro especifico					

Con estos datos, obtenidos del Anejo 1.2.11, se calcula la tensión admisible de cada tramo y, por tanto, de las estructuras en él cimentadas. Para dicho cálculo se parte de los datos de cohesión y ángulo de rozamiento interno del terreno sobre el que cimentaremos y, donde existen ensayos penetrometricos se usan también para los cálculos de la tensión admisible. En nuestro caso, salvo los puntos en los que por motivos constructivos se adopta la solución de micropilotaje, se cimentará en la capa de “Rellenos antrópicos compactados” o “Rc”, que en el proyecto de referencia se desecha (dada la naturaleza de las estructuras a cimentar), lo que –como hemos dicho-hace que no se disponga de valores de la tensión admisible para esta capa en el mencionado proyecto de referencia y deban calcularse aquí.

Los cálculos se realizan con los datos particulares aportados en el estudio de referencia para cada punto de ensayo disponible. Existen 4 modelos de suelo que se incluyen a continuación, cada uno de los cuales está asociado a un conjunto de puntos de ensayo geotécnico o de referencia para cimentaciones (extrapolados desde diferentes ensayos asociados al punto de estudio de la cimentación).

NIVEL GEOTÉCNICO	PARÁMETROS DE CÁLCULO RECOMENDADOS												
			TENSIONES TOTALES				TENSIONES EFECTIVAS						
	N_{30}	Peso especifico aparente γ [kN/m^3]	Resistencia al corte sin drenaje C_u [kN/m^2]	Ángulo de rozamiento interno φ [°]	Módulo de deformación E [Mpa]	Coeficiente de Poisson v	Cohesión efectiva c' [kN/m^2]	Ángulo de rozamiento interno φ' [°]	Módulo de deformación E' [Mpa]	Coeficiente de Poisson v'	Angulo de Rozamiento Terreno-Estructura (d)	K_{30} [kN/m^3]	K_{SH} [kN/m^3]
Rellenos Antrópicos Compactados(R_C)	<20	21	-	20	-	-	20	32-34	100	0,28	2/3 Φ'	20000	3000z/D
Arena Tosquiza (T_{AT})	>40	20,5	35	33	-	-	oct-20	35	80-100	0,3	2/3 Φ'	150000-200000	600z/D (por debajo n. f.)
Tosco Arenoso (T_{TA})	>40	20,8	100	32	50	0,32	20-25	33,5	130	0,3	2/3 Φ' (Seco) 1/3 Φ' (Saturado)	30000	5000/D 10000/D
Peñuelas (T_P)	>50	21	300	22-29	120	0,5	60	29	190+0,5z	0,28	2/3 Φ (Seco) 1/3 Φ' (Saturado)	80000	22500/D

Tabla R1

NIVEL GEOTÉCNICO	N_{30}	Peso especifico aparente γ [kN/m^3]	TENSIONES TOTALES				TENSIONES EFECTIVAS				Angulo de Rozamiento Terreno-Estructura(δ)	K_{30} [kN/m^3]	K_{SH} [kN/m^3]
			Resistencia al corte sin drenaje C_u [kN/m^2]	Ángulo de rozamiento interno φ [°]	Módulo de deformación E [Mpa]	Coeficiente de Poisson v	Cohesión efectiva c' [kN/m^2]	Ángulo de rozamiento interno φ' [°]	Módulo de deformación E' [Mpa]	Coeficiente de Poisson v'			
Rellenos Antrópicos Compactados(R_C)	10	21	-	20	-	-	20	32-34	100	0,28	2/3 ϕ'	20000	3000z/D -
Arena Tosquiza (T_{AT})	>50	20,50	35	33	-	-	10-20	35	80-100	0,30	2/3 ϕ'	150000-200000	10000z/D (sobre N.F.) 6000z/D (bajo N.F)
Arena de miga (T_{AM})	>50	20	28	36,50	-		5-15	38	55-75	0,30	2/3 ϕ'	90000-150000	10000z/D (sobre N.F.) 6000z/D (bajo N.F)

Tabla R2

PARÁMETROS DE CÁLCULO RECOMENDADOS													
NIVEL GEOTÉCNICO		TENSIONES TOTALES					TENSIONES EFECTIVAS						
	N_{30}	Peso especifico aparente γ (kN/m^3)	Resistencia al corte sin drenaje Cu (kN/m^2)	Ángulo de rozamiento interno φ [°]	Módulo de deformación E [Mpa]	Coeficiente de Poisson v	Cohesión efectiva c' [kN/m^2]	Ángulo de rozamiento interno φ'[°]	Módulo de deformación E' [Mpa]	Coeficiente de Poisson v'	Angulo de Rozamiento Terreno-Estructura (δ)	K_{30} [kN/m^3]	K_{SH} [kN/m^3]
Rellenos Antrópicos Compactados(R_A)	<20	18	-	-	-	-	5-10	35	8-10	35	2/3 ϕ'	15.000	2.000z/D
Arena de Miga (T_{AM})	>40	20	28	36,50	-		5-15	38	55-75	0,30	2/3 ϕ'	90.000 150.000	10.000z/D (Bajo N.F.) 6.000z/D (Bajo N.F.)
Arena tosquiza (T_{AT})	>40	20,50	35	33	-	-	10-20	35	80-100	0,30	2/3 ϕ'	150.000 200.000	10.000z/D (Bajo N.F.) 6.000z/D (Bajo N.F.)
Tosco Arenoso (T_{TA})	>40	20,80	100	32	50	0,32	20-25	33,50	130	0,30	2/3 ϕ' (Seco) 1/3 ϕ' (Saturado)	30.000	5000/D 10000/D

Tabla R3

NIVEL GEOTÉCNICO	PARÁMETROS DE CÁLCULO RECOMENDADOS												
	N_{30}	Peso especifico aparente γ [kN/m^3]	TENSIONES TOTALES				TENSIONES EFECTIVAS				Angulo de Rozamiento Terreno-Estructura (δ)	K_{30} [kN/m^3]	K_{SH} [kN/m^3]
			Resistencia al corte sin drenaje C_u [kN/m^2]	Ángulo de rozamiento interno φ [°]	Módulo de deformación E [Mpa]	Coeficiente de Poisson v	Cohesión efectiva c' [kN/m^2]	Ángulo de rozamiento interno φ' [°]	Módulo de deformación E' [Mpa]	Coeficiente de Poisson v'			
Rellenos Antrópicos Compactados (R_C)	<20	21	-	20	-	-	20	32-34	100	0,28	2/3 ϕ'	900	1000z/D -
Depósitos de Terrazas (Q_T)	45	22	-	-	-	-	0	33	100	0,3	2/3 ϕ'	1500	15000·z/D
Arcillas y arenas (T_{AA})	>40	19	300	22-29	120	0,5	70	28	190+0,5z	0,28	2/3 ϕ' (Seco) 1/3 ϕ' (Saturado)	800-1000	22500/D

Tabla R4

Calculo de la tensión admisible para los modelos de suelo definidos (basado en las tablas R1 a R4)

A continuación se ofrece el análisis particular para los cuatro modelos de suelo definidos anteriormente para la obtención de las tensiones admisibles del terreno.

Se utiliza la fórmula polinómica de presión de hundimiento para la carga en faja según el modelo de rotura propuesto por Terzaghi.

$$q_h = c \cdot N_c + q \cdot N_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma$$

Donde

c es la cohesión del terreno de cimentación

B es el ancho de zapata corrida. Supondremos $B = 0.8\,m$ dadas las restricciones que tenemos en superficie (consideración del lado de la seguridad para cubrir todos los casos que siempre son mayores).

γ es el peso específico efectivo bajo el nivel de cimentación.

q es la sobrecarga equivalente al peso del terreno que existe sobre el nivel de la base de la cimentación. Cada caso tendrá su propia sobrecarga. Estimaremos una profundidad de 1.00 m, con lo cual tendremos (habiendo tomado $B = 0.8\,m$) que $q = 0.8 \cdot \gamma$ para el modelo de acotación propuesto.

N_c, N_q, N_γ son los factores de capacidad portante. Dependen del ángulo de rozamiento interno únicamente y se calculan como:

$$N_c = ctg\phi \cdot (N_q - 1)$$

$$N_q = \frac{e^{\left(3 \cdot \frac{\pi}{2} - \phi\right) \cdot tg\phi}}{2 \cdot cos^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}\right)}$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot tg\phi$$

Teniendo en cuenta los valores de B y q propuestos como acotación, la fórmula polinómica acotada será:

$$q_h = c \cdot N_c + 0.8 \cdot \gamma \cdot N_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot 0.8 \cdot N_\gamma$$

La formulación general propuesta por Brinch-Hansen para la Presión de hundimiento considera coeficientes correctores de forma, inclinación de carga y profundidad de carga. En cualquier caso, dado que se carecen de datos definitivos no consideraremos los factores de inclinación y de carga. Por tanto, llamando s_c, s_q y s_γ a los factores de forma tenemos:

$$q_h = c \cdot N_c \cdot s_c + 0.8 \cdot \gamma \cdot N_q \cdot s_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot 0.8 \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma$$

Suponiendo que hagamos la zapata cuadrada y tomando los valores de Terzaghi para dicho caso (válidos también para zapatas circulares) $s_c = 1.2, s_q = 1.0\ y\ s_\gamma = 0.6$ será:

$$q_h = 1.2 \cdot c \cdot N_c + 0.8 \cdot \gamma \cdot N_q + 0.24 \cdot \gamma \cdot N_\gamma$$

Los valores N_c, N_q, N_γ los podemos obtener directamente de la tabla siguiente, considerando las expresiones antes mencionadas:

ϕ	Nc	Nq	Nγ	Nq/Nc	tg ϕ
0	5,14	1,00	0,00	0,20	0,00
2	5,63	1,20	0,01	0,21	0,03
4	6,19	1,43	0,05	0,23	0,07
6	6,81	1,72	0,11	0,25	0,11
8	7,53	2,06	0,22	0,27	0,14
10	8,34	2,47	0,39	0,30	0,18
12	9,28	2,97	0,63	0,32	0,21
14	10,37	3,59	0,97	0,35	0,25
16	11,63	4,34	1,43	0,37	0,29
18	13,10	5,26	2,08	0,40	0,32
20	14,83	6,40	2,95	0,43	0,36
22	16,88	7,82	4,13	0,46	0,40
24	19,32	9,60	5,75	0,50	0,45
26	22,25	11,85	7,94	0,53	0,49
28	25,80	14,72	10,94	0,57	0,53
30	30,14	18,40	15,07	0,61	0,58
32	35,49	23,18	20,79	0,65	0,62
34	42,16	29,44	28,77	0,70	0,67
36	50,59	37,75	40,05	0,75	0,73
38	61,35	48,93	56,17	0,80	0,78
40	75,31	64,20	79,54	0,85	0,84
42	93,71	85,37	113,96	0,91	0,90
44	118,37	115,31	165,58	0,97	0,97
46	152,10	158,50	244,65	1,04	1,04
48	199,26	222,30	368,67	1,12	1,11
50	266,88	319,06	568,57	1,20	1,19

Cuadro de factores de capacidad portante en función del ángulo de rozamiento interno

Finalmente para hallar la presión admisible de trabajo (q_{ad}) dividiremos por un factor de seguridad del orden de 3.0

Aplicaremos la formulación anterior a los datos aportados.

NIVEL GEOTÉCNICO	PARÁMETROS DE CÁLCULO RECOMENDADOS												
			TENSIONES TOTALES				TENSIONES EFECTIVAS						
	N_{30}	Peso específico aparente γ [kN/m^3]	Resistencia al corte sin drenaje C_u [kN/m^2]	Ángulo de rozamiento interno φ [°]	Módulo de deformación E [Mpa]	Coeficiente de Poisson v	Cohesión efectiva c´ [kN/m^2]	Ángulo de rozamiento interno φ' [°]	Módulo de deformación E' [Mpa]	Coeficiente de Poisson v'	Angulo de Rozamiento Terreno-Estructura (d)	K_{30} [kN/m^3]	K_{SH} [kN/m^3]
Rellenos Antrópicos Compactados(R_C)	<20	21	-	20	-	-	20	32-34	100	0,28	2/3 Φ'	20000	3000z/D
Arena Tosquiza (T_{AT})	>40	20,5	35	33	-	-	oct-20	35	80-100	0,3	2/3 Φ'	150000-200000	600z/D (por debajo n. f.)
Tosco Arenoso (T_{TA})	>40	20,8	100	32	50	0,32	20-25	33,5	130	0,3	2/3 Φ' (Seco) 1/3 Φ' (Saturado)	30000	5000/D 10000/D
Peñuelas (T_P)	>50	21	300	22-29	120	0,5	60	29	190+0,5z	0,28	2/3 Φ (Seco) 1/3 Φ' (Saturado)	80000	22500/D

Terreno R1	γ T/m^3	c' T/m^2	ϕ' °	$N_{c'}$	N_q	$N_{\gamma'}$	q_h T/m^2	q_t T/m^2
Rellenos antrópicos	2.10	2.00	32.0	35.49	23.18	20.79	134.60	44.87
Arena Tosquiza	2.05	1.00	35.0	46.00	32.00	33.00	123.92	41.31
Tosco arenoso	2.08	2.00	33.5	38.00	26.50	24.70	147.63	49.21
Peduelas	2.10	6.00	29.0	23.50	16.20	4.94	198.91	66.30

NIVEL GEOTÉCNICO	PARÁMETROS DE CÁLCULO RECOMENDADOS												
	N_{30}	Peso específico aparente γ [kN/m^3]	TENSIONES TOTALES				TENSIONES EFECTIVAS				Angulo de Rozamiento Terreno-Estructura (δ)	K_{30} [kN/m^3]	K_{SH} [kN/m^3]
			Resistencia al corte sin drenaje C_u [kN/m^2]	Ángulo de rozamiento interno φ [°]	Módulo de deformación E [Mpa]	Coeficiente de Poisson ν	Cohesión efectiva c´ [kN/m^2]	Ángulo de rozamiento interno φ' [°]	Módulo de deformación E' [Mpa]	Coeficiente de Poisson ν'			
Rellenos Antrópicos Compactados(R_C)	10	21	-	20	-	-	20	32-34	100	0,28	2/3 ϕ'	20000	3000z/D -
Arena Tosquiza (T_{AT})	>50	20,50	35	33	-	-	10-20	35	80-100	0,30	2/3 ϕ'	150000-200000	10000z/D (sobre N.F.) 6000z/D (bajo N.F)
Arena de miga (T_{AM})	>50	20	28	36,50	-		5-15	38	55-75	0,30	2/3 ϕ'	90000-150000	10000z/D (sobre N.F.) 6000z/D (bajo N.F)

Terreno	γ	c'	ϕ'	$N_{c'}$	N_q	$N_{\gamma'}$	q_h	q_t
R2	T/m^3	T/m^2	o				T/m^2	T/m^2
Rellenos antrópicos	2.10	2.00	32.0	35.49	23.18	20.79	134.60	44.87
Arena Tosquiza	2.05	1.00	35.0	46.00	32.00	33.00	123.92	41.31
Arena de Miga	2.00	0.50	38.0	61.35	48.93	56.17	142.06	47.35

PARÁMETROS DE CÁLCULO RECOMENDADOS													
NIVEL GEOTÉCNICO		TENSIONES TOTALES					TENSIONES EFECTIVAS						
	N_{30}	Peso específico aparente γ (kN/m³)	Resistencia al corte sin drenaje Cu (kN/m²)	Ángulo de rozamiento interno φ [°]	Módulo de deformación E [Mpa]	Coeficiente de Poisson ν	Cohesión efectiva c´ [kN/m²]	Ángulo de rozamiento interno φ'[°]	Módulo de deformación E' [Mpa]	Coeficiente de Poisson ν'	Angulo de Rozamiento Terreno-Estructura (δ)	K_{30} [kN/m³]	K_{SH} [kN/m³]
Rellenos Antrópicos Compactados(R_A)	<20	18	-	-	-	-	5-10	35	8-10	35	2/3 ϕ'	15.000	2.000z/D
Arena de Miga (T_{AM})	>40	20	28	36,50	-		5-15	38	55-75	0,30	2/3 ϕ'	90.000 150.000	10.000z/D (Bajo N.F.) 6.000z/D (Bajo N.F.)
Arena tosquiza (T_{AT})	>40	20,50	35	33	-	-	10-20	35	80-100	0,30	2/3 ϕ'	150.000 200.000	10.000z/D (Bajo N.F.) 6.000z/D (Bajo N.F.)
Tosco Arenoso (T_{TA})	>40	20,80	100	32	50	0,32	20-25	33,50	130	0,30	2/3 ϕ' (Seco) 1/3 ϕ' (Saturado)	30.000	5000/D 10000/D

Terreno	γ	c'	ϕ'	$N_{c'}$	N_q	$N_{\gamma'}$	q_h	q_t
R3	T/m³	T/m²	º				T/m²	T/m²
Rellenos antrópicos	1.80	0.50	35.0	46.00	32.00	33.00	87.94	29.31
Arena de Miga	2.00	0.50	38.0	61.35	48.93	56.17	142.06	47.35
Arena Tosquiza	2.05	1.00	35.0	46.00	32.00	33.00	123.92	41.31
Tosco Arenoso	2.08	2.00	33.5	38.00	26.00	23.00	145.95	48.65

NIVEL GEOTÉCNICO	PARÁMETROS DE CÁLCULO RECOMENDADOS												
	N_{30}	Peso específico aparente γ [kN/m^3]	TENSIONES TOTALES				TENSIONES EFECTIVAS				Angulo de Rozamiento Terreno-Estructura (δ)	K_{30} [kN/m^3]	K_{SH} [kN/m^3]
			Resistencia al corte sin drenaje C_u [kN/m^2]	Ángulo de rozamiento interno φ [°]	Módulo de deformación E [Mpa]	Coeficiente de Poisson v	Cohesión efectiva c´ [kN/m^2]	Ángulo de rozamiento interno φ' [°]	Módulo de deformación E' [Mpa]	Coeficiente de Poisson v'			
Rellenos Antropicos Compactados (R_C)	<20	21	-	20	-	-	20	32-34	100	0,28	2/3 ϕ'	900	1000z/D -
Depósitos de Terrazas (Q_T)	45	22	-	-	-	-	0	33	100	0,3	2/3 ϕ'	1500	15000·z/D
Arcillas y arenas (T_{AA})	>40	19	300	22-29	120	0,5	70	28	190+0,5z	0,28	2/3 ϕ' (Seco) 1/3 ϕ'(Saturado)	800-1000	22500/D

Terreno	γ	c'	ϕ'	$N_{c'}$	N_q	$N_{\gamma'}$	q_h	q_t
R4	T/m^3	T/m^2	o				T/m^2	T/m^2
Rellenos antrópicos	2.10	2.00	32.0	35.49	23.18	20.79	134.60	44.87
Depósitos de terrazas	2.20	0.00	33.0	37.70	25.50	32.50	62.04	20.68
Arcillas y arenas	1.90	7.00	28.0	25.80	14.72	10.94	244.08	81.36

Mediante este análisis de modelos de suelo (que sería aplicable a todo el ámbito) se concluye que los valores de tensión admisible son claramente superiores a 2 Kg/cm2 valor de referencia de calculo que tampoco se alcanza en las cimentaciones diseñadas. Como información adicional se aporta a continuación el cálculo más detallado de todos los penetrómetros disponibles y significativos.

Calculo de la tensión admisible para los puntos con penetrómetro (basado en las tablas del punto 9.A6.5)

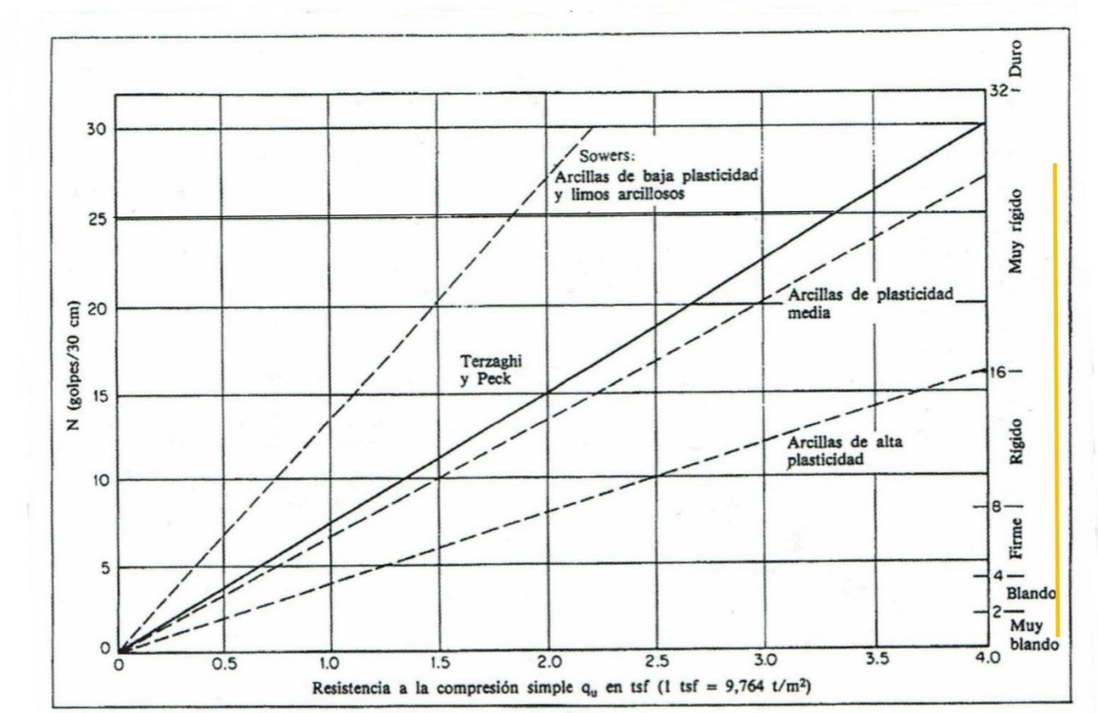
La metodología seguida para el cálculo a partir de los valores del penetrómetro se basa en los siguientes puntos:

A. Cálculo (en el caso de no disponer del dato directo) del SPT mediante correlación con el DPSH.
B. Deducción de la tensión admisible mediante el gráfico de Terzaghi-Peck.
C. Deducción de la tensión admisible usando el método de Hunt.
D. Análisis comparativo de los resultados considerando los más desfavorables para estar del lado de la seguridad.

ANÁLISIS SUELO T-P01

TABLA P1

profundidad	DPSH	SPT
m	N_{20}	N_{30}
0.20	3	12.28
0.40	29	41.77
0.60	87	56.06
0.80	100	rechazo



—Valores de la resistencia a compresión simple a partir del Ensayo de Penetración Standard (SPT) para suelos cohesivos de distinta plasticidad (NAVFAC, 1971)

Gráfico de Terzaghi-Peck

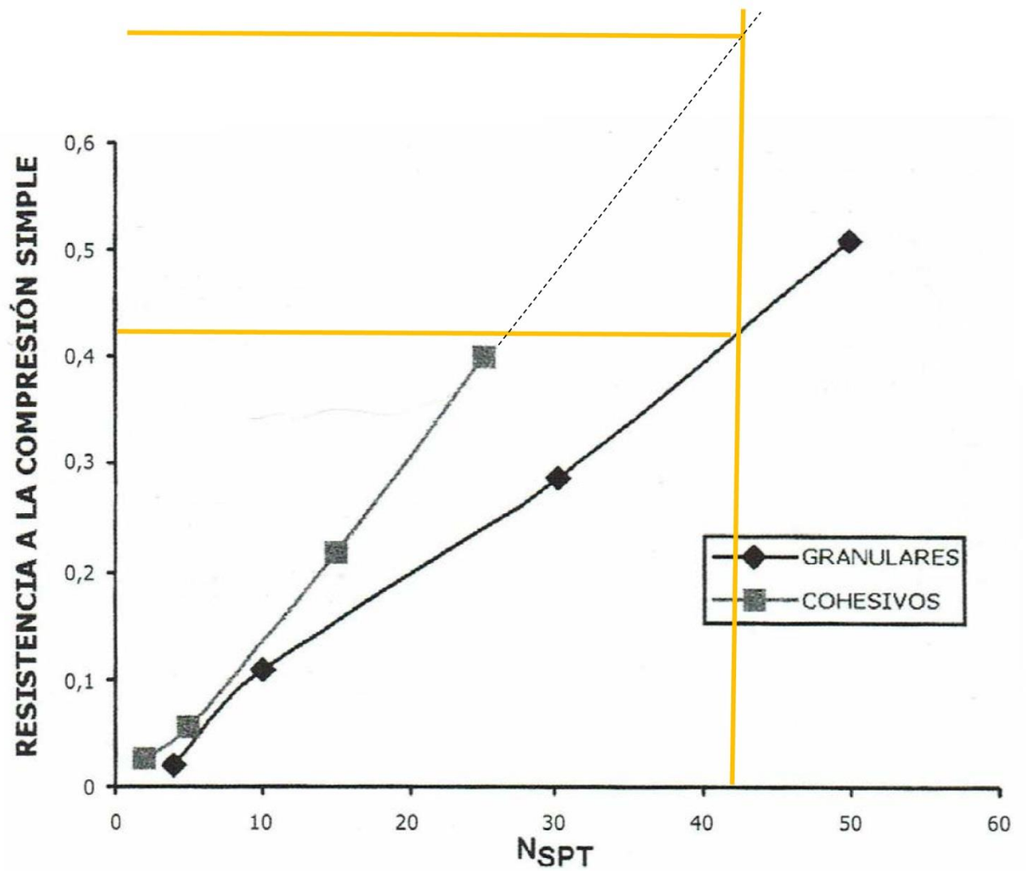
- Análisis mediante el gráfico de Terzaghi-Peck

Cualquier terreno a más de 0.40 m la resistencia es mayor de **40.00 T/m²**

≥ 0.40 m (———). Cota inferior

- Análisis mediante el gráfico de Hunt.

0.40 m ⇒ Más de 0.42 MPa, aproximadamente más de 42 T/m².



Resistencia a compresión simple en función de N_{SPT}.

Gráfico de Hunt.

≥ 0.40 m (———). Cota inferior

ANÁLISIS SUELO T-P3

TABLA P3

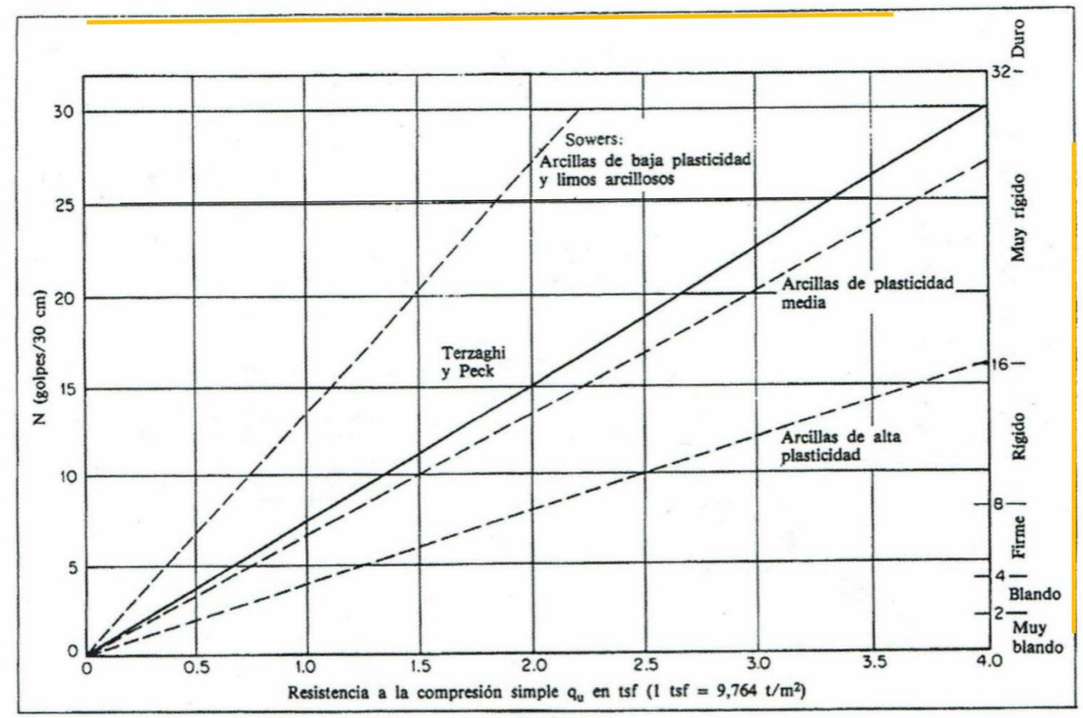
profundidad	DPSH	SPT
m	N_{20}	N_{30}
0.20	1	-
0.40	16	34
0.60	23	39
0.80	24	39
1.00	36	45
1.20	50	49
1.40	50	49
1.60	54	50
1.80	40	46
2.00	40	46
2.20	52	49
2.40	58	51
2.60	100	rechazo

- Análisis mediante el gráfico de Terzaghi-Peck

El valor mínimo de la resistencia a compresión simple, para profundidades ≥ 0.40 m es **> 40 T/m².**

- Análisis mediante el gráfico de Hunt.

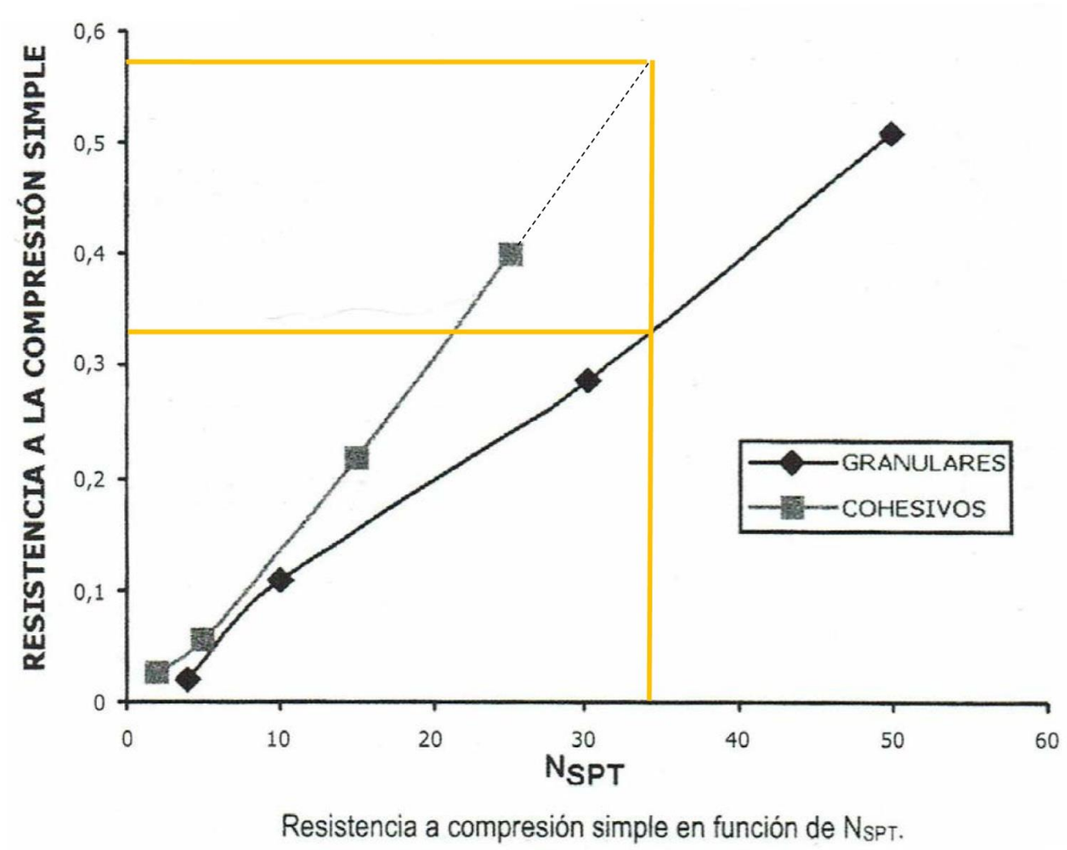
Tomando igualmente los valores mínimos para el gráfico de Hunt, los valores estarían en los intervalos presentados, según sea el contenido de arenas presente en la arcilla. En cualquier caso para profundidades de más de 0.40 m los valores de la resistencia a compresión simple serían **≥ 0.32 MPa =32 T/m².**



—Valores de la resistencia a compresión simple a partir del Ensayo de Penetración Standard (SPT) para suelos cohesivos de distinta plasticidad (NAVFAC, 1971)

Gráfico de Terzaghi-Peck

≥ 0.40 m (———). Cota inferior



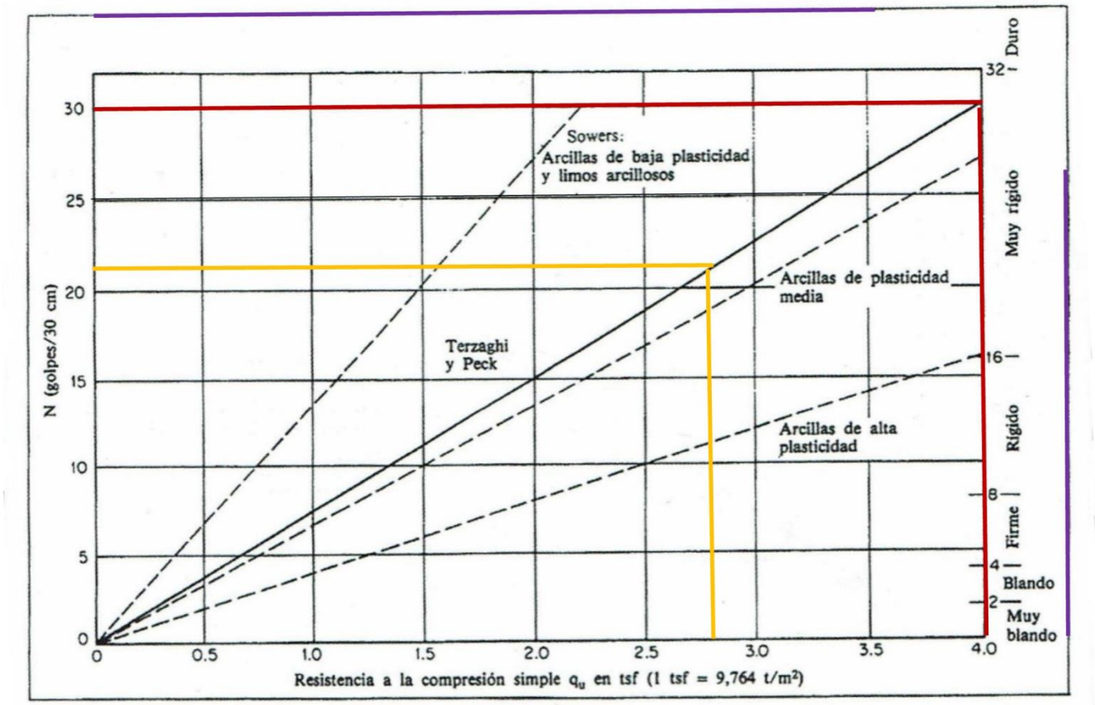
Resistencia a compresión simple en función de N_{SPT}.

Gráfico de Hunt.

≥ 0.40 m (———). Cota inferior

ANÁLISIS SUELO T-P04

TABLA P4		
profundidad	DPSH	SPT
m	N_{20}	N_{30}
0.20	2	7
0.40	7	23
0.60	14	32
0.80	13	31
1.00	9	27
1.20	6	21
1.40	6	21
1.60	8	25
1.80	12	30
2.00	15	33
2.20	19	36
2.40	14	32
2.60	12	30
2.80	11	29
3.00	12	30
3.20	13	31
3.40	15	33
3.60	14	32
3.80	27	41
4.00	40	46
4.20	34	44
4.40	45	47
4.60	62	52
4.80	75	54
5.00	86	56
5.20	100	rechazo



—Valores de la resistencia a compresión simple a partir del Ensayo de Penetración Standard (SPT) para suelos cohesivos de distinta plasticidad (NAVFAC, 1971)

Gráfico de Terzaghi-Peck

- Análisis mediante el gráfico de Terzaghi-Peck

Entre 0.40 y 1.60 m los resultados obtenidos en el gráfico de Terzaghi dan como resultado una cota inferior de la resistencia a compresión simple es de **26.3 T/m²**.

Entre 1.60 y 3.60 m la cota inferior de resistencia es de **39.06T/m²**

Para valores de más de 3.80 m la cota inferior de resistencia está, como mínimo, por encima de **40.00 T/m²**.

- Análisis mediante el gráfico de Hunt.

Tomando igualmente los valores mínimos para el gráfico de Hunt, los valores estarían en los intervalos presentados, según sea el contenido de arenas presente en la arcilla. Los valores para terrenos prácticamente coherentes estarían entre:

0.40 y 1.60 m ⇒ Entre 0.25 y 0.40 MPa, aproximadamente entre 25 y 40 T/m².

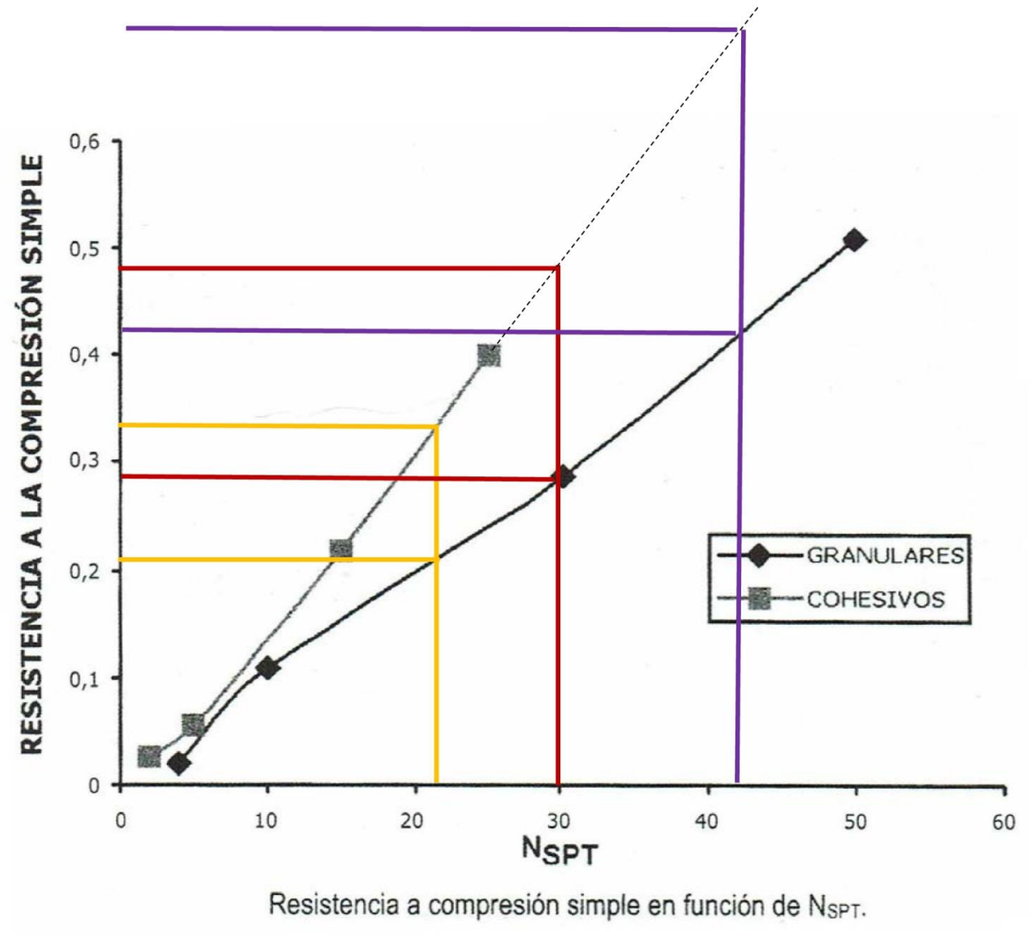
1.60 y 3.60 m ⇒ Entre 0.20 y 0.35 MPa, aproximadamente entre 20 y 35 T/m².

≥ 3.60 m ⇒ Más de 0.42 MPa, aproximadamente más de 42 T/m

0.40 y 1.60 m ( ). Cota inferior

1.60 y 3.60 m ( ). Cota inferior

≥ 3.60 m ( ). Cota inferior



Resistencia a compresión simple en función de N_{SPT}.

Gráfico de Hunt.

0.40 y 1.60 m ( ). Cota inferior

1.60 y 3.60 m ( ). Cota inferior

≥ 3.60 m ( ). Cota inferior

ANÁLISIS SUELO T-P6

Profundidad (m)	$N_{20\ (DPSH)}$	N_{30}
0,20	3	5
0,40	25	40
0,60	27	43
0,80	17	27
1,00	17	27
1,20	25	40
1,40	41	65
1,60	38	60
1,80	18	29
2,00	10	16
2,20	8	13
2,40	9	14
2,60	10	16
2,80	7	11
3,00	7	11
3,20	9	14
3,40	10	16
3,60	26	41
3,80	37	59
4,00	33	52
4,20	47	75
4,40	46	73
4,60	22	35

- Análisis mediante el gráfico de Terzaghi-Peck

Menos de 0.80 m no lo consideramos por ser excesivamente superficial.

Entre 0.80 y 1.80 m los resultados obtenidos en el gráfico de Terzaghi tienen una dispersión aceptable, pudiéndose tomar como cota inferior de la resistencia a compresión simple un valor de **34.37 T/m²**.

Entre 2.00 y 3.40 m ha una dispersión de resultados aceptable con una cota inferior de resistencia de **14.65 T/m²**

Para valores de más de 3.40 m la cota inferior de resistencia está, como mínimo, por encima de **39.05 T/m²**.

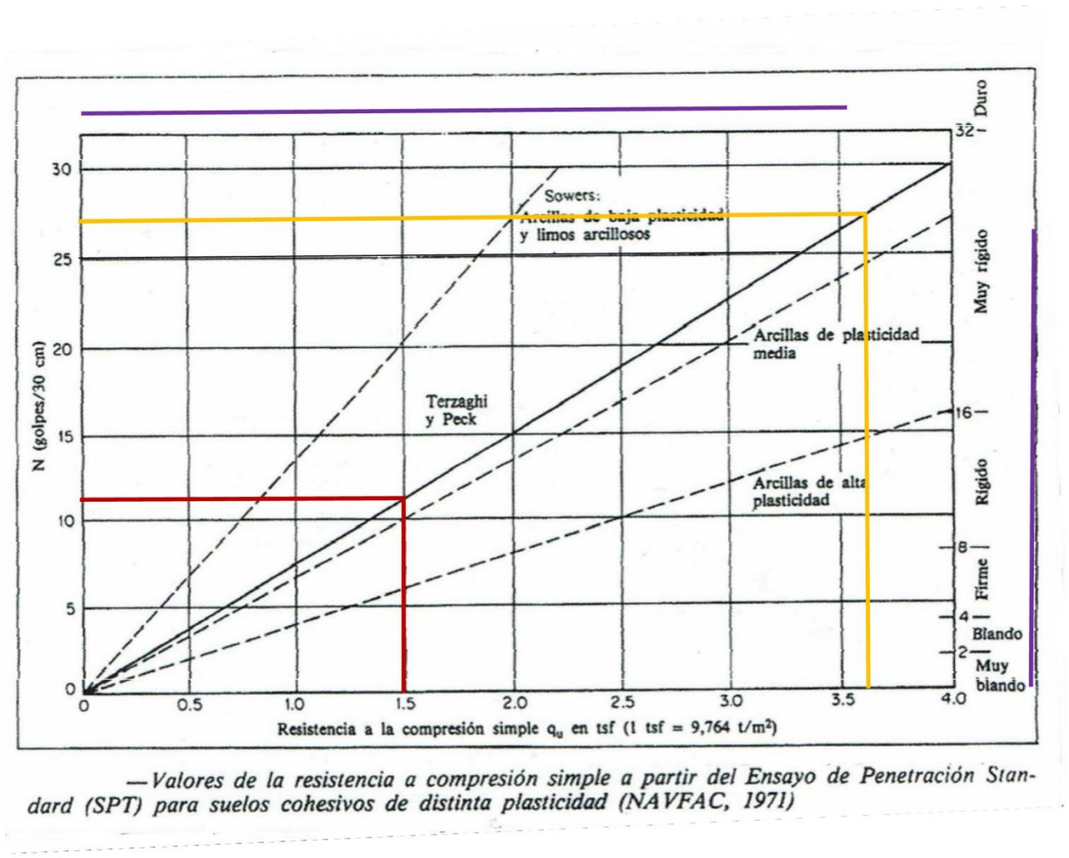
- Análisis mediante el gráfico de Hunt.

Tomando igualmente los valores mínimos para el gráfico de Hunt, los valores estarían en los intervalos presentados, según sea el contenido de arenas presente en la arcilla. Los valores para terrenos prácticamente coherentes estarían entre:

0.80-1.80 m ⇒ Entre 0.25 y 0.40 MPa, aproximadamente entre 25 y 40 T/m².

1.80-2.40 m ⇒ Entre 0.12 y 0.17 MPa, aproximadamente entre 12 y 17 T/m².

≥ 3.60 m ⇒ Más de 0.41 MPa, aproximadamente más de 41 T/m².



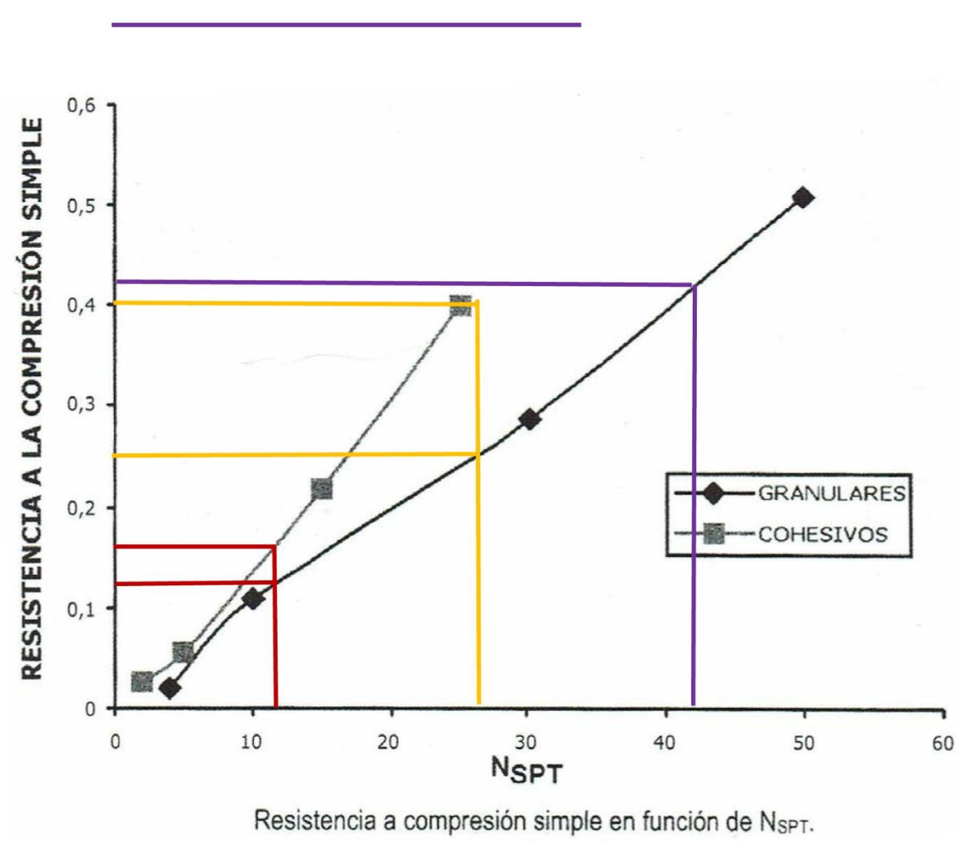
—Valores de la resistencia a compresión simple a partir del Ensayo de Penetración Standard (SPT) para suelos cohesivos de distinta plasticidad (NAVFAC, 1971)

Gráfico de Terzaghi-Peck

1.20 y 1.80 m ( ). Cota inferior

1.80 y 2.80 m ( ). Cota inferior

2.80 y 3.60 m ( ). Cota inferior



Resistencia a compresión simple en función de N_{SPT}.

Gráfico de Hunt.

1.20 y 1.80 m ( ). Cota inferior

1.80 y 2.80 m ( ). Cota inferior

2.80 y 3.60 m ( ). Cota inferior

ANÁLISIS SUELO T-P04

TABLA P10

profundidad	DPSH	SPT
m	N_{20}	N_{30}
0.20	3	12
0.40	19	36
0.60	35	44
0.80	30	42
1.00	55	50
1.20	92	57
1.40	49	49
1.60	100	rechazo

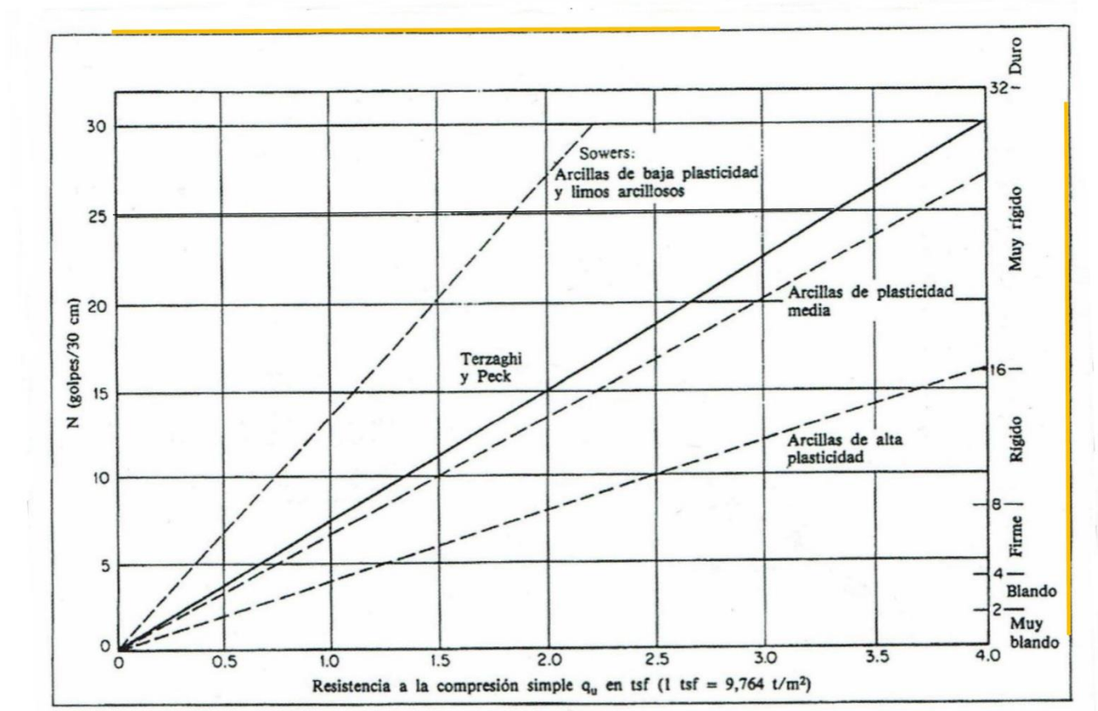
- Análisis mediante el gráfico de Terzaghi-Peck

Para valores de más de 0.40 m la cota inferior de resistencia está, como mínimo, por encima de **40.00 T/m²**.

- Análisis mediante el gráfico de Hunt.

Tomando igualmente los valores mínimos para el gráfico de Hunt, los valores estarían en los intervalos presentados, según sea el contenido de arenas presente en la arcilla.

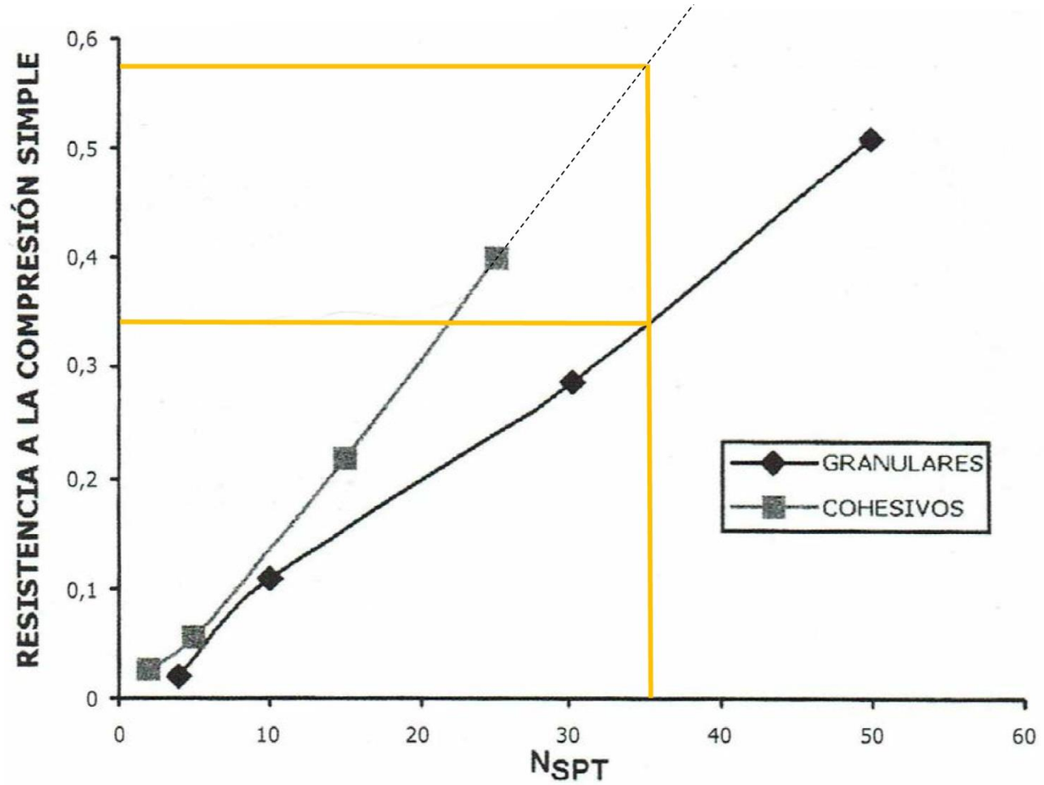
≥ 0.40 m ⇒ Más de 0.33 MPa, aproximadamente **más de 33 T/m²**.



— Valores de la resistencia a compresión simple a partir del Ensayo de Penetración Standard (SPT) para suelos cohesivos de distinta plasticidad (NAVFAC, 1971)

Gráfico de Terzaghi-Peck

≥ 3.60 m (———). Cota inferior



Resistencia a compresión simple en función de N_{SPT}.

Gráfico de Hunt.

≥ 3.60 m (——). Cota inferior

ANÁLISIS SUELO T-P11

TABLA P11

profundidad m	DPSH N_{20}	SPT N_{30}
0.20	3	12
0.40	27	41
0.60	21	38
0.80	15	33
1.00	10	28
1.20	7	23
1.40	7	23
1.60	6	21
1.80	6	21
2.00	5	19
2.20	6	21
2.40	5	19
2.60	4	16
2.80	5	19
3.00	5	19
3.20	8	25
3.40	5	19
3.60	3	12
3.80	4	16
4.00	5	19
4.20	3	12
4.40	3	12
4.60	3	12
4.80	3	12
5.00	3	12
5.20	5	19
5.40	5	19
5.60	11	29
5.80	60	51
6.00	75	54
6.20	100	rechazo

- Análisis mediante el gráfico de Terzaghi-Peck

Entre 0.40 y 1.00 m la cota inferior de la resistencia a compresión simple es de **36.12 T/m²**.

Entre 1.00 y 3.40 m la cota inferior de resistencia es de **24.41 T/m².** Se desecha el resultado de N_{20} = 16 por considerarse poco representativo frente a las demás capas del intervalo.

Entre 3.40 y 5.40 m la cota inferior de resistencia es de **15.62 T/m².**

Para valores de más de 5.40 m la cota inferior de resistencia está, como mínimo, por encima de **37.59 T/m²**.

- Análisis mediante el gráfico de Hunt.

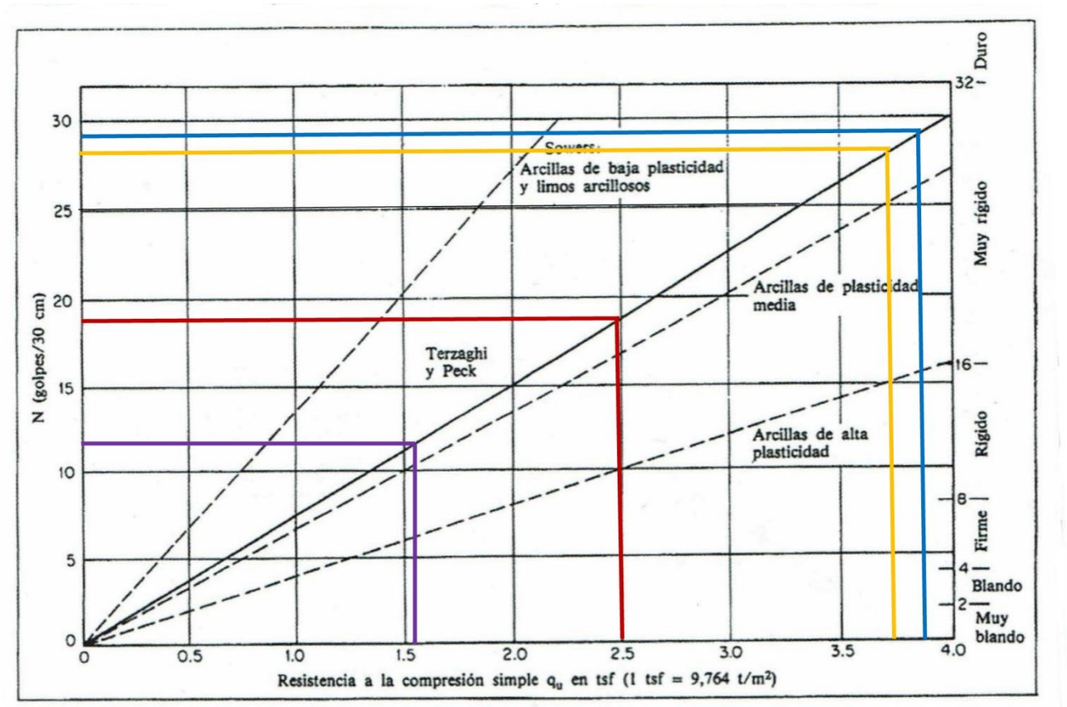
Tomando igualmente los valores mínimos para el gráfico de Hunt, los valores estarían en los intervalos presentados, según sea el contenido de arenas presente en la arcilla. Los valores para terrenos prácticamente coherentes estarían entre:

0.40 ÷ 1.00 m ⇒ Entre 0.26 y 0.43 MPa, aproximadamente entre 26 y 43 T/m².

1.00 ÷ 3.40 m ⇒ Entre 0.18 y 0.28 MPa, aproximadamente entre 18 y 28 T/m².

3.40 ÷ 5.40 m ⇒ Entre 0.14 y 0.18 MPa, aproximadamente entre 14 y 18 T/m².

≥ 5.40 m ⇒ Más de 0.29 MPa, aproximadamente más de 29 T/m, en cualquier caso.



—Valores de la resistencia a compresión simple a partir del Ensayo de Penetración Standard (SPT) para suelos cohesivos de distinta plasticidad (NAVFAC, 1971)

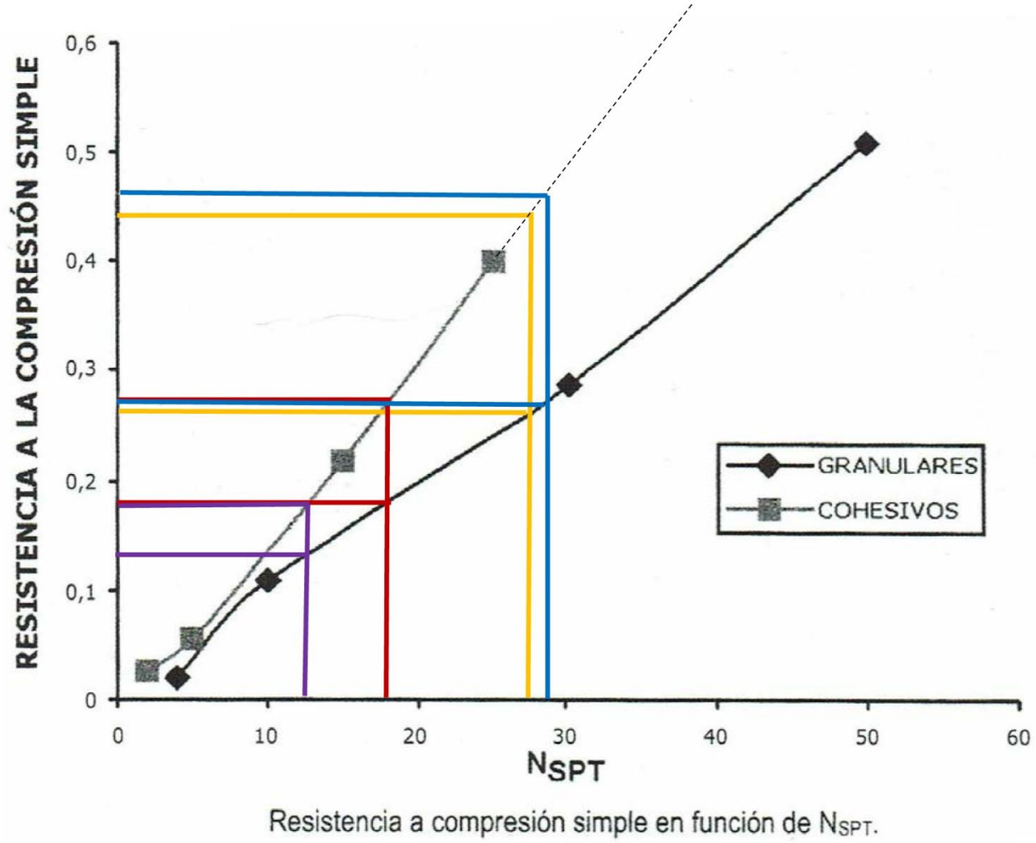
Gráfico de Terzaghi-Peck

0.40 y 1.60 m ( ). Cota inferior

1.00 y 3.40 m ( ). Cota inferior

3.40 y 5.40 m ( ). Cota inferior

≥ 5.40 m ( ). Cota inferior



Resistencia a compresión simple en función de N_{SPT}.

Gráfico de Hunt.

0.40 y 1.60 m ( ). Cota inferior

1.00 y 3.40 m ( ). Cota inferior

3.40 y 5.40 m ( ). Cota inferior

≥ 5.40 m ( ). Cota inferior

ANÁLISIS SUELO T-P13-2

Profundidad (m)	$N_{20\ (DPSH)}$	N_{30}
0.20	2	3
0.40	21	33
0.60	33	52
0.80	35	55
1.00	33	52
1.20	18	28
1.40	14	22
1.60	13	21
1.80	16	25
2.00	14	22
2.20	15	23
240	18	28
2.80	17	27
3.00	17	27
3.20	26	26
3.40	54	85
3.60	86	136

- Análisis mediante el gráfico de Terzaghi-Peck

Hasta 1.20 m se observan golpeos elevados que no tomamos en consideración por interpretar que se trata de capas superficiales en que la capacidad resistente aparece incrementada artificialmente.

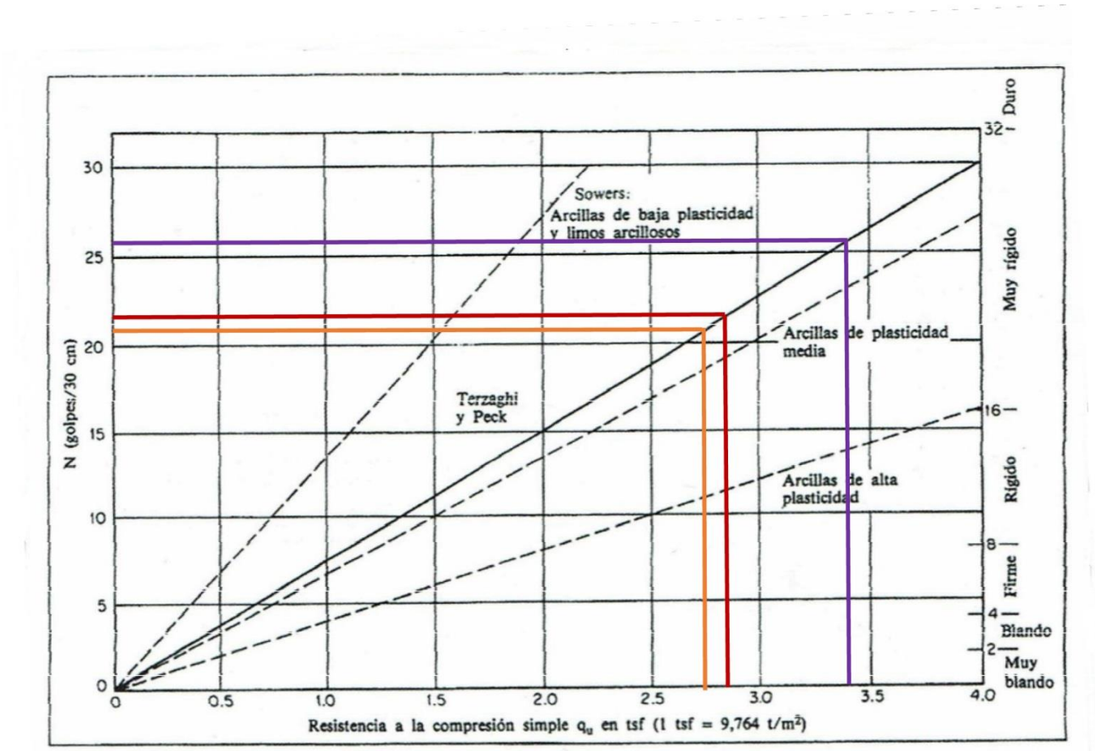
Entre 1.20 y 1.80 m los resultados obtenidos en el gráfico de Terzaghi tienen una dispersión aceptable, pudiéndose tomar como cota inferior de la resistencia a compresión simple un valor de **23.92 T/m²**.

Entre 1.80 y 2.80 m también aparece una dispersión de resultados aceptable con una cota inferior de resistecia de **26.36 T/m²**

Entre 2.80 y 3.60 m la cota inferior resistencia es de **33.2 T/m²**. Si halláramos el valor medio discriminaríamos el resultado a 3.60 m

- Análisis mediante el gráfico de Hunt.

Tomando igualmente los valores mínimos para el gráfico de Hunt, los valores estarían en los intervalos presentados, según sea el contenido de arenas presente en la arcilla. Cabe decir que para terrenos mayormente cohesivos (arcillas), los valores obtenidos son mayores, como sin duda obtendríamos entrando con los valores medios en el gráfico de Terzaghi.



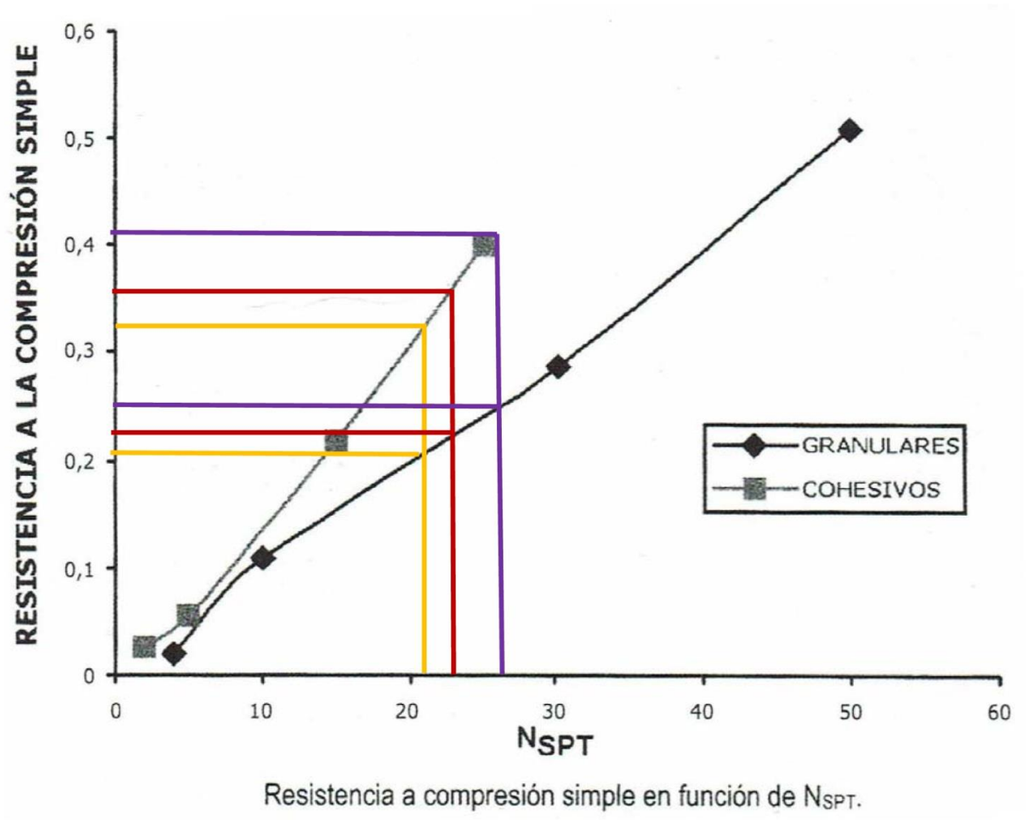
— Valores de la resistencia a compresión simple a partir del Ensayo de Penetración Standard (SPT) para suelos cohesivos de distinta plasticidad (NAVFAC, 1971)

Gráfico de Terzaghi-Peck

1.20 y 1.80 m (———). Cota inferior

1.80 y 2.80 m (———). Cota inferior

2.80 y 3.60 m (———). Cota inferior



Resistencia a compresión simple en función de N_{SPT}.

Gráfico de Hunt.

1.20 y 1.80 m ( ). Cota inferior

1.80 y 2.80 m ( ). Cota inferior

2.80 y 3.60 m ( ). Cota inferior

ANÁLISIS SUELO T-P13-3

Profundidad (m)	$N_{20\ (DPSH)}$	N_{30}
0,20	2	3
0,40	21	33
0,60	33	52
0,80	35	55
1,00	33	52
1,20	18	28
1,40	14	22
1,60	13	21
1,80	16	25
2,00	14	22
2,20	15	23
240	18	28
2,80	17	27
3,00	17	27
3,20	26	26
3,40	54	85
3,60	86	136

- Análisis mediante el gráfico de Terzaghi-Peck

Hasta 1.00 m se observan golpeos elevados que no tomamos en consideración por interpretar que se trata de capas superficiales en que la capacidad resistente aparece incrementada artificialmente.

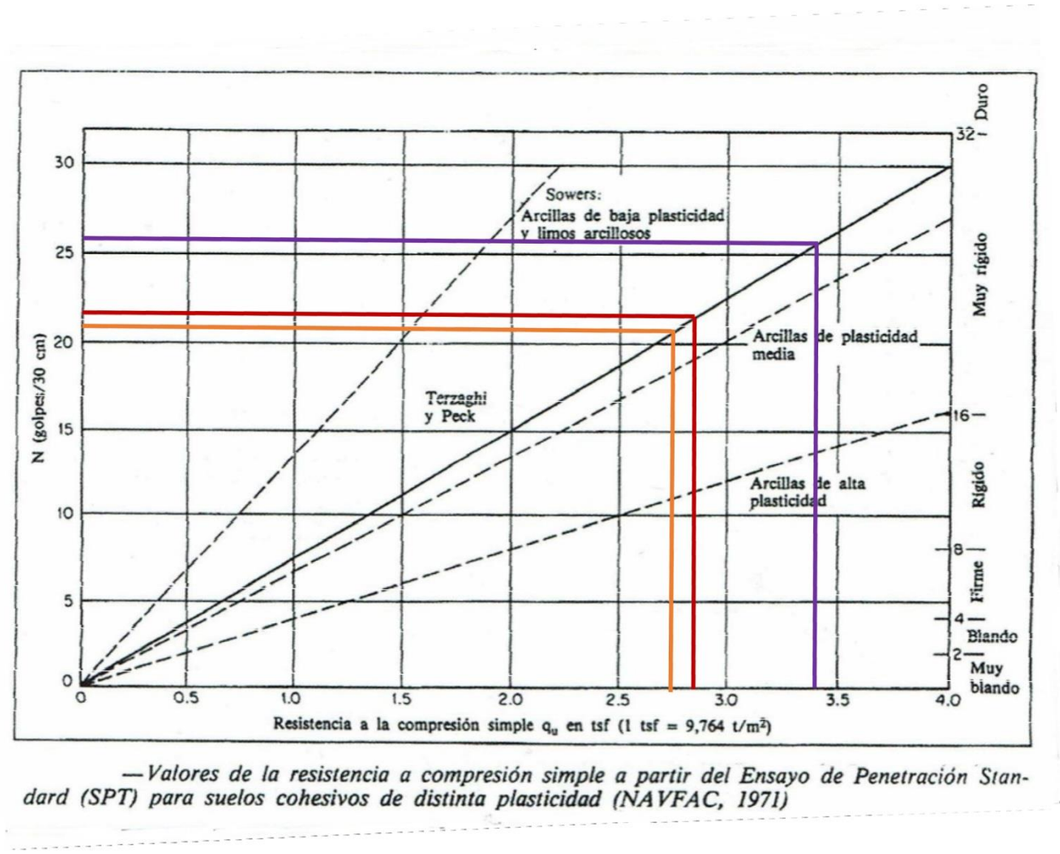
Entre 1.20 y 1.80 m los resultados obtenidos en el gráfico de Terzaghi tienen una dispersión aceptable, pudiéndose tomar como cota inferior de la resistencia a compresión simple un valor de **23.92 T/m²**.

Entre 1.80 y 2.40 m también aparece una dispersión de resultados aceptable con una cota inferior de resistencia de **26.36 T/m²**

Entre 2.40 y 3.60 m la cota inferior resistencia es de **33.2 T/m²**. Si halláramos el valor medio discriminaríamos el resultado a 3.60 m

- Análisis mediante el gráfico de Hunt.

Tomando igualmente los valores mínimos para el gráfico de Hunt, los valores estarían en los intervalos presentados, según sea el contenido de arenas presente en la arcilla. Cabe decir que para terrenos mayormente cohesivos (arcillas), los valores obtenidos son mayores, como sin duda obtendríamos entrando con los valores medios en el gráfico de Terzaghi.



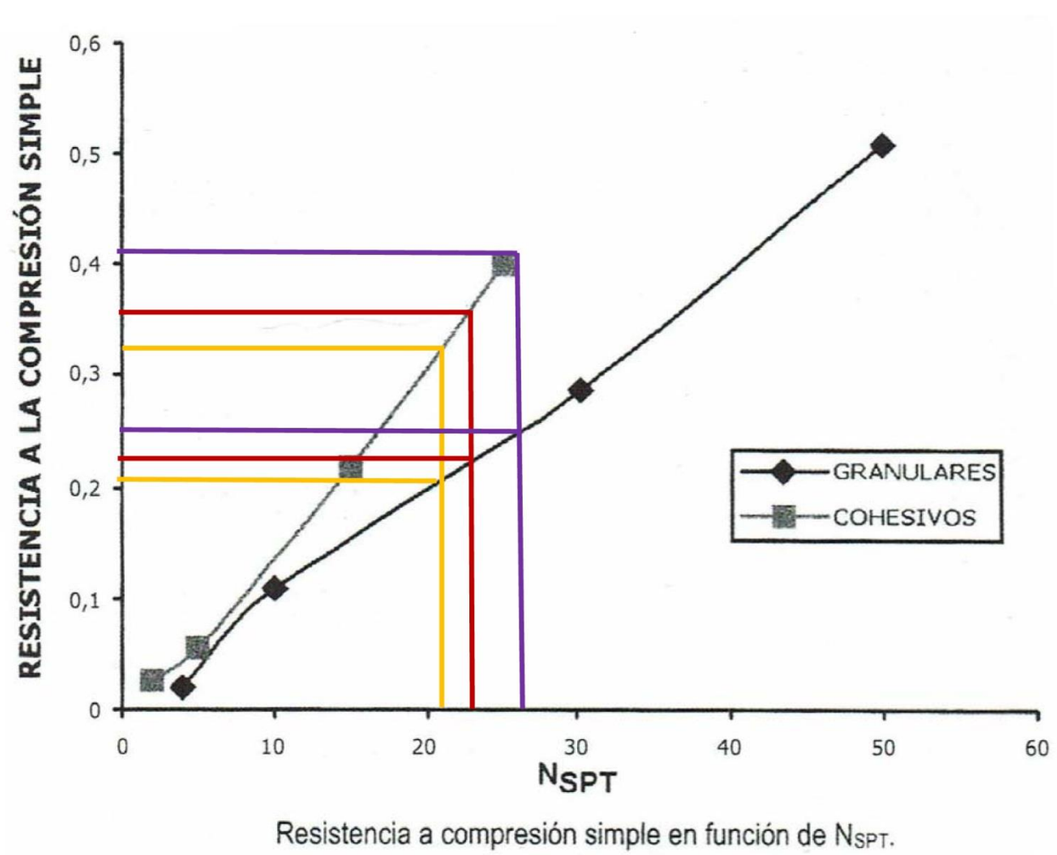
—Valores de la resistencia a compresión simple a partir del Ensayo de Penetración Standard (SPT) para suelos cohesivos de distinta plasticidad (NAVFAC, 1971)

Gráfico de Terzaghi-Peck

1.20 y 1.80 m ( ). Cota inferior

1.80 y 2.80 m ( ). Cota inferior

2.80 y 3.60 m ( ). Cota inferior



Resistencia a compresión simple en función de N_{SPT}.

Gráfico de Hunt.

1.20 y 1.80 m ( ). Cota inferior

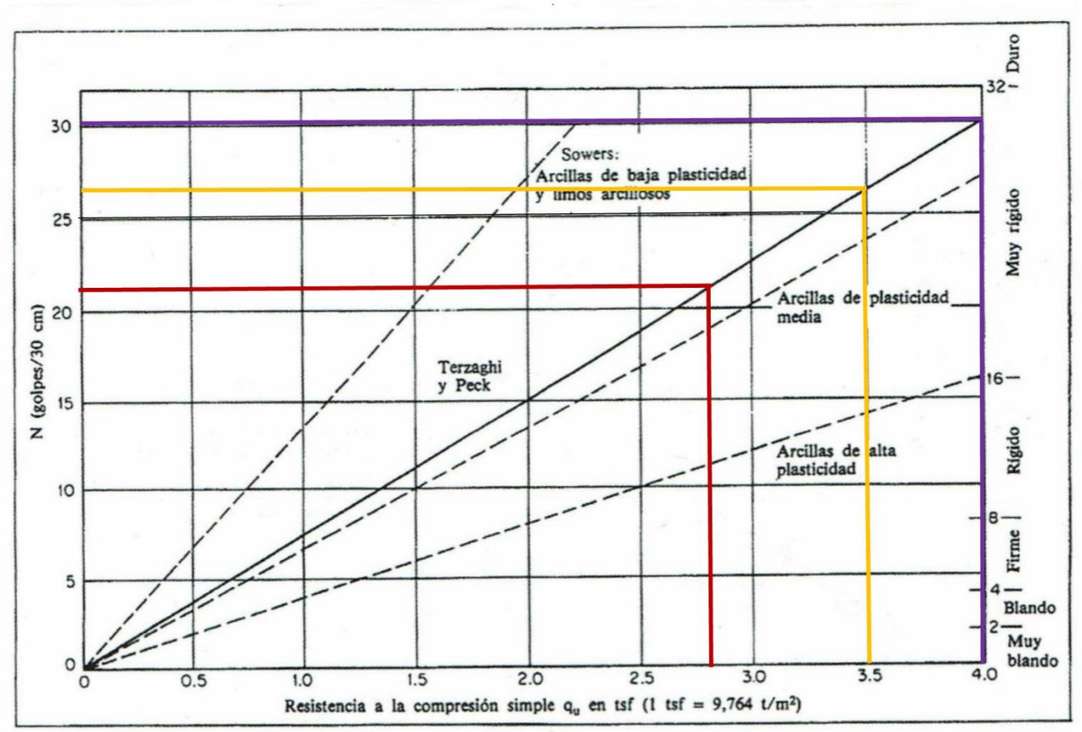
1.80 y 2.80 m ( ). Cota inferior

2.80 y 3.60 m ( ). Cota inferior

ANÁLISIS SUELO T-P16

TABLA P16

profundidad	DPSH	SPT
m	N_{20}	N_{30}
0.20	3	12
0.40	10	28
0.60	13	31
0.80	10	28
1.00	13	31
1.20	9	27
1.40	7	23
1.60	6	21
1.80	6	21
2.00	7	23
2.20	12	30
2.40	16	34
2.60	17	35
2.80	26	40
3.00	26	40
3.20	60	51
3.40	60	51
3.60	75	54
3.80	81	55
4.00	100	rechazo



—Valores de la resistencia a compresión simple a partir del Ensayo de Penetración Standard (SPT) para suelos cohesivos de distinta plasticidad (NAVFAC, 1971)

- Análisis mediante el gráfico de Terzaghi-Peck

Entre 0.40 y 1.20 m los resultados obtenidos en el gráfico de Terzaghi dan como resultado una cota inferior de la resistencia a compresión simple de **34.17 T/m²**.

Entre 1.20 y 2.00 m la cota inferior de resistencia a compresión simple es de **27.34T/m²**

Para valores de más de 2.00 m la cota inferior de resistencia a compresión simple está, como mínimo, por encima de **40.00 T/m²**.

- Análisis mediante el gráfico de Hunt.

Tomando igualmente los valores mínimos para el gráfico de Hunt, los valores estarían en los intervalos presentados, según sea el contenido de arenas presente en la arcilla. Los valores para terrenos prácticamente coherentes estarían entre:

0.40 ÷ 1.20 m ⇒ Entre 0.26 y 0.43 MPa, aproximadamente entre 26 y 43 T/m².

1.20 ÷ 2.00 m ⇒ Entre 0.21 y 0.33 MPa, aproximadamente entre 21 y 33 T/m².

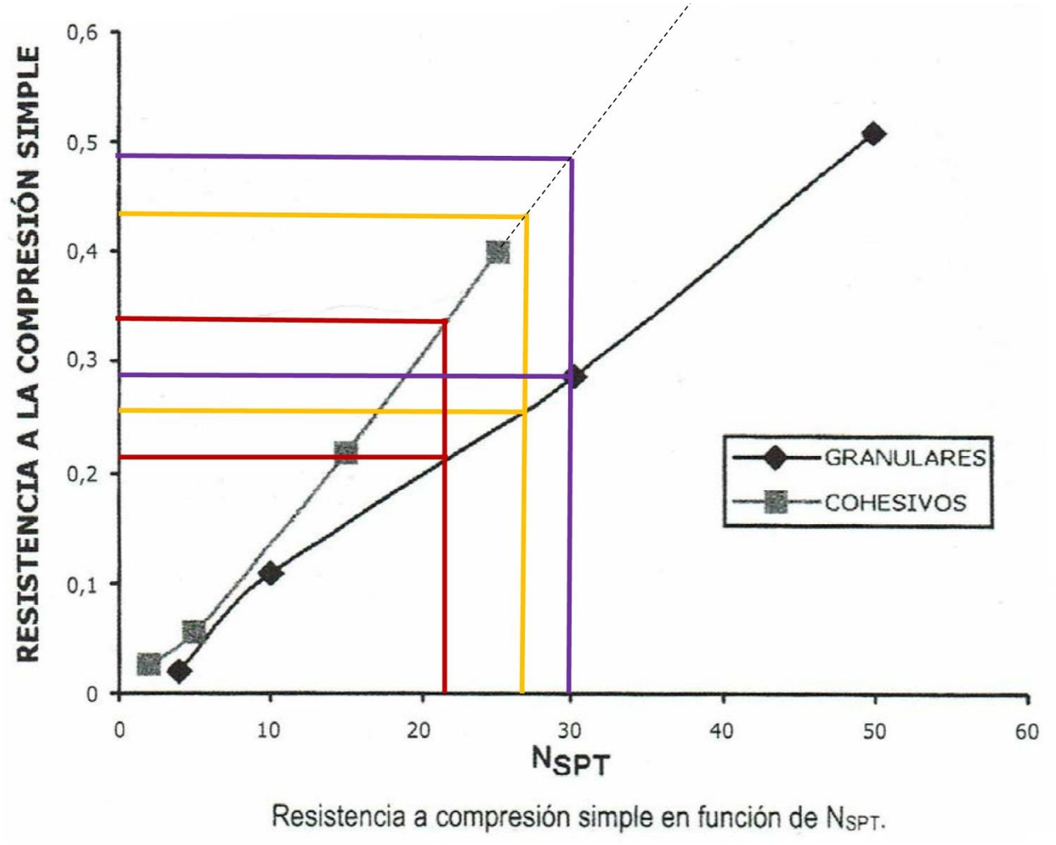
≥ 2.00 m ⇒ Más de 0.29 MPa, aproximadamente más de 29 T/m² en cualquier caso.

Gráfico de Terzaghi-Peck

0.40 ÷ 1.20 m ( ). Cota inferior

1.20 ÷ 2.00 m ( ). Cota inferior

≥ 2.00 m ( ). Cota inferior



Resistencia a compresión simple en función de N_{SPT}.

Gráfico de Hunt.

0.40 ÷ 1.20 m ( ). Cota inferior

1.20 ÷ 2.00 m ( ). Cota inferior

≥ 2.00 m ( ). Cota inferior

ANÁLISIS SUELO T-P17

TABLA P17

profundidad	DPSH	SPT
m	N_{20}	N_{30}
0.20	6	21
0.40	27	41
0.60	18	36
0.80	14	32
1.00	24	39
1.20	32	43
1.40	42	47
1.60	100	rechazo

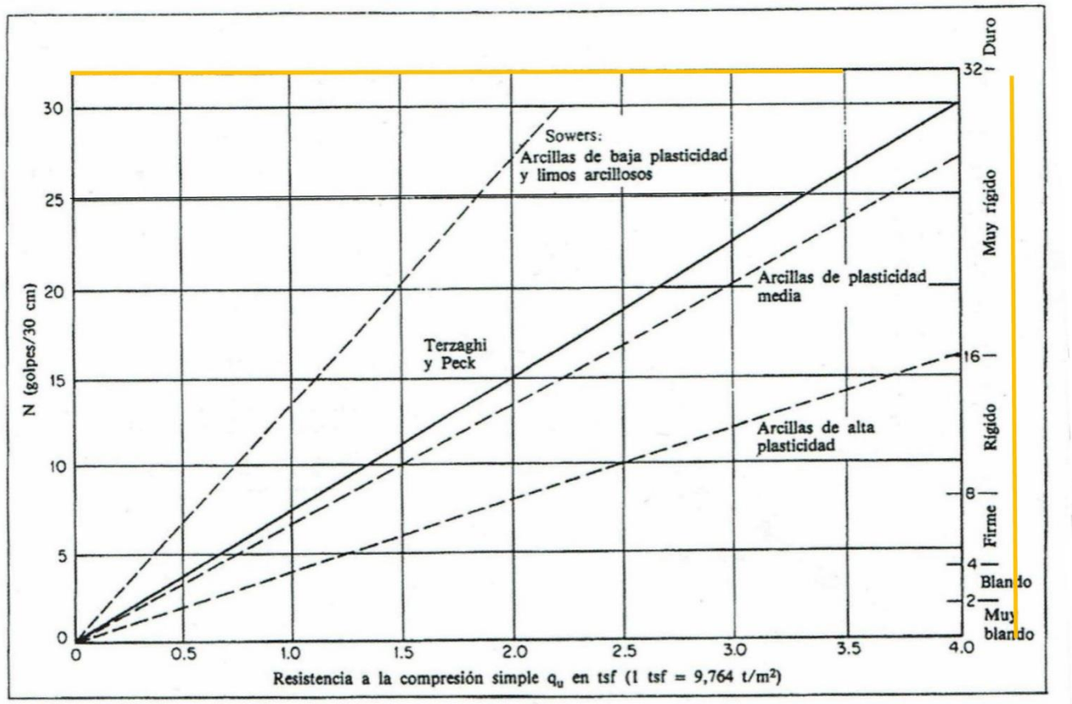
- Análisis mediante el gráfico de Terzaghi-Peck

Entre 0.40 y 1.20 mEn cualquier caso para valores de más de 0.20 m los resultados obtenidos en el gráfico de Terzaghi dan indican una cota inferior de la resistencia a compresión simple superior a **40.00 T/m²**.

- Análisis mediante el gráfico de Hunt.

Tomando igualmente los valores mínimos para el gráfico de Hunt, los valores estarían en los intervalos presentados, según sea el contenido de arenas presente en la arcilla:

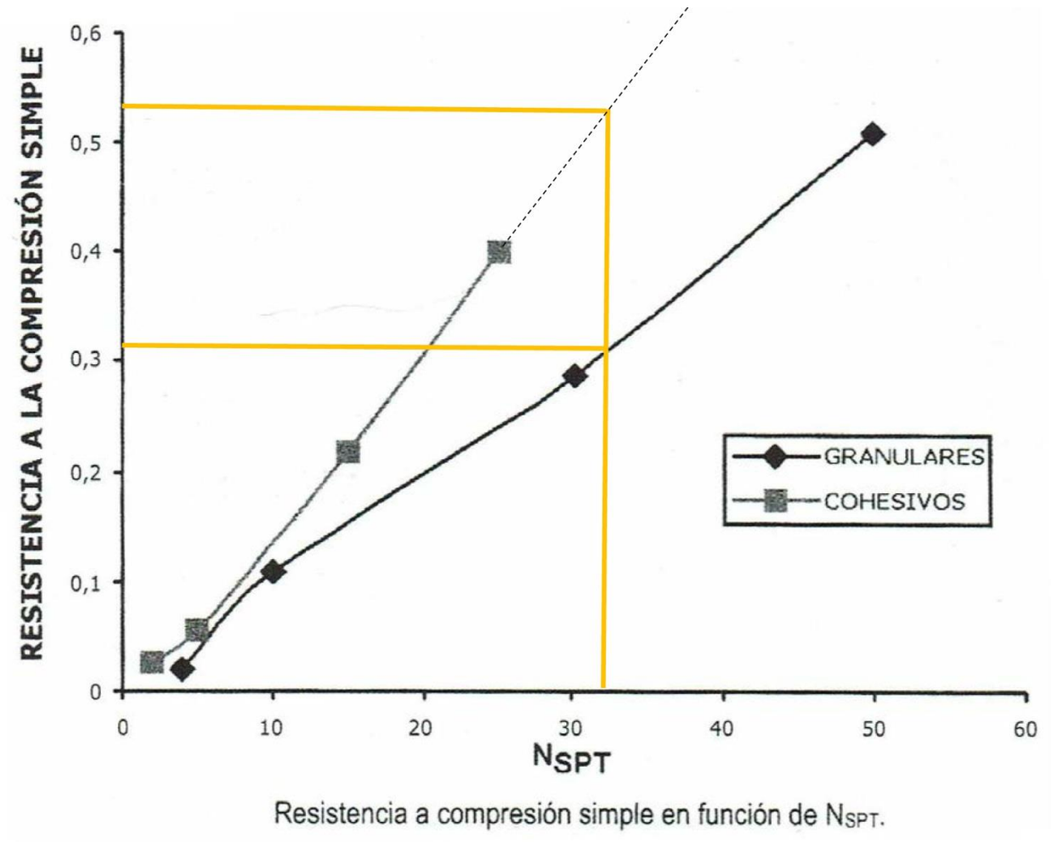
≥ 2.00 m ⇒ Más de 0.31 MPa, aproximadamente más de 31 T/m² en cualquier caso.



—Valores de la resistencia a compresión simple a partir del Ensayo de Penetración Standard (SPT) para suelos cohesivos de distinta plasticidad (NAVFAC, 1971)

Gráfico de Terzaghi-Peck

≥ 0.20 m (——). Cota inferior



Resistencia a compresión simple en función de N_{SPT}.

Gráfico de Hunt.

≥ 0.20 m (——). Cota inferior

ANÁLISIS SUELO T-P18

TABLA P18

profundidad	DPSH	SPT
m	N_{20}	N_{30}
0.20	13	31
0.40	58	51
0.60	100	rechazo

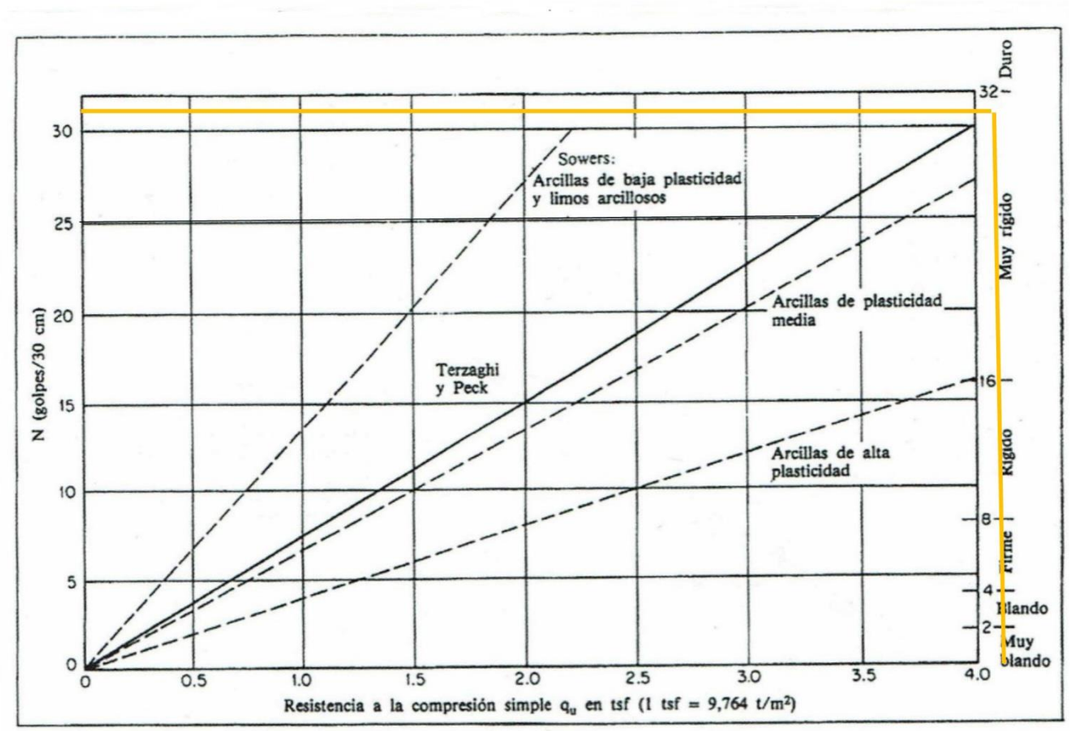
- Análisis mediante el gráfico de Terzaghi-Peck

En cualquier caso a partir de 0.20 m los resultados obtenidos en el gráfico de Terzaghi indican una cota inferior de la resistencia a compresión simple de **40.00 T/m²**.

- Análisis mediante el gráfico de Hunt.

Tomando igualmente los valores mínimos para el gráfico de Hunt, los valores estarían en los intervalos presentados, según sea el contenido de arenas presente en la arcilla.

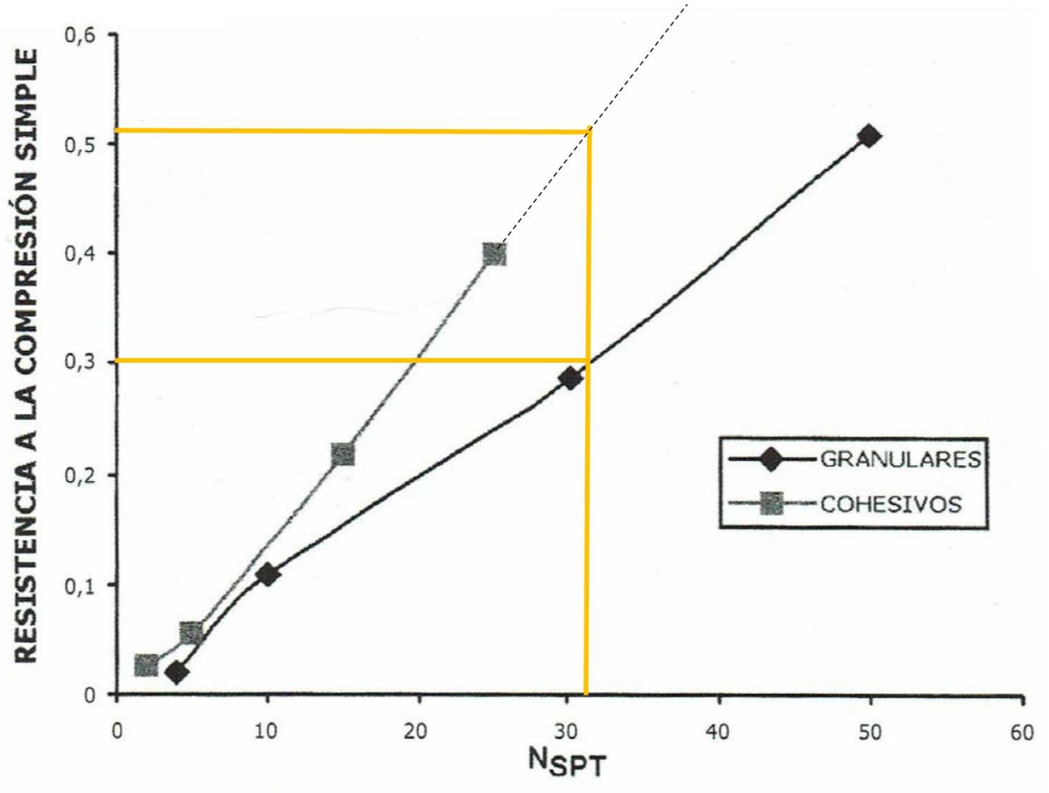
≥ 0.20 ⇒ Más de 0.30 MPa, aproximadamente más de 30 T/m² en cualquier caso.



— Valores de la resistencia a compresión simple a partir del Ensayo de Penetración Standard (SPT) para suelos cohesivos de distinta plasticidad (NAVFAC, 1971)

Gráfico de Terzaghi-Peck

≥ 0.20 m (———). Cota inferior



Resistencia a compresión simple en función de N_{SPT}.

Gráfico de Hunt.

≥ 0.20 m (———). Cota inferior

ANÁLISIS SUELO T-P21

Profundidad (m)	$N_{30\ (SPT/CPT)}$	N_{60}
0,20	15	24
0,40	35	56
0,60	38	60
0,80	12	19
1,00	17	27
1,20	31	49
1,40	40	63
1,60	28	44
1,80	38	60
2,00	15	24
2,20	28	44
2,40	40	63
2,60	40	63
2,80	34	54
3,00	63	100
3,20	19	30
3,40	26	41
3,60	20	32
3,80	18	29
4,00	17	27
4,20	22	35
4,40	20	32
4,60	12	19
4,80	4	6
5,00	6	10
5,20	7	11
5,40	10	16
5,60	11	17
5,80	9	14
6,00	9	14
6,20	12	19
6,40	12	19
6,60	13	21
6,80	14	22
7,00	17	27
7,20	18	29
7,40	20	32
7,60	22	35
7,80	33	51
8,00	37	59
8,20	56	89
8,40	51	81
8,60	60	95
8,80	62	98
9,00	86	100
9,20	100	100

- Análisis mediante el gráfico de Terzaghi-Peck

Menos de 0.80 m no lo consideramos por ser excesivamente superficial.

Entre 0.80 y 1.00 m los resultados obtenidos en el gráfico de Terzaghi, llevan a tomar como cota inferior de la resistencia a compresión simple un valor de **24.41 T/m²**.

Entre 1.00 y 2.80 m aparece un segundo estrato con dispersión aceptable que supone una cota inferior de resistencia de **31.24 T/m²**

Para valores entre 2.80 y 4.40 m la cota inferior de resistencia está en **34.86 T/m²**.

Para valores entre 4.40 y 6.60 m la cota inferior de resistencia está en **13.18 T/m²**. Descartamos la medida de N=6 por entender que se halla fuera de la dispersión de resultados correcta.

- Análisis mediante el gráfico de Hunt.

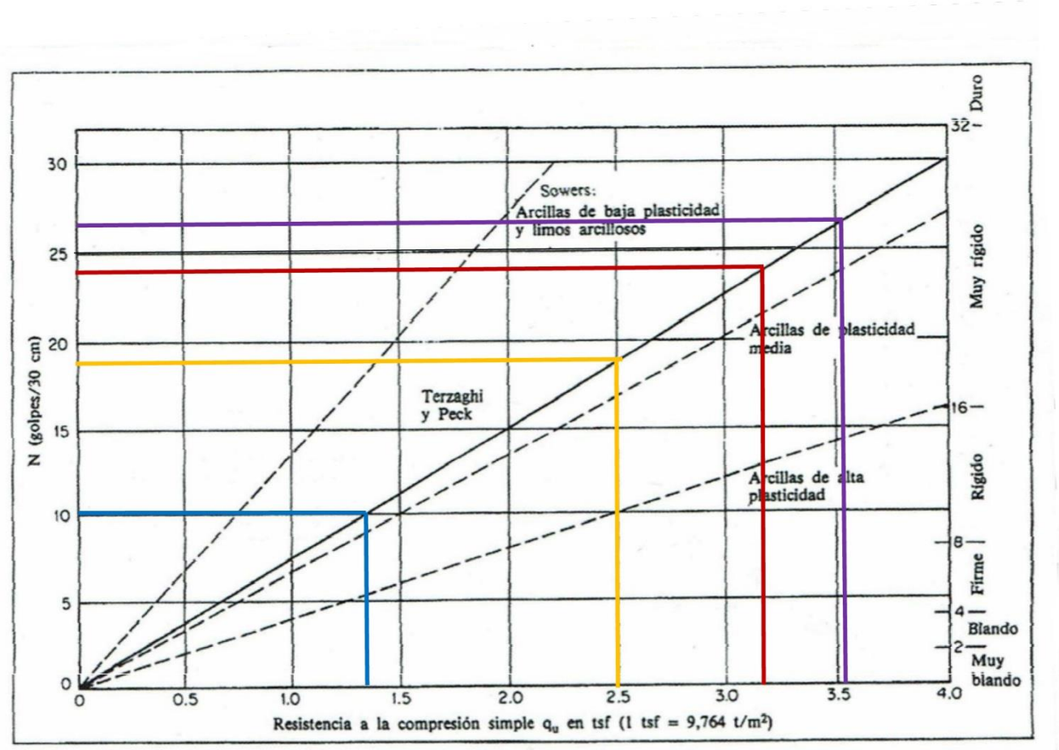
Tomando igualmente los valores mínimos para el gráfico de Hunt, los valores estarían en los intervalos presentados, según sea el contenido de arenas presente en la arcilla. Los valores para terrenos prácticamente coherentes estarían entre:

0.80-1.00 m ⇒ Entre 0.19 y 0.28 MPa, aproximadamente entre 19 y 28 T/m^2.

1.00-2.80 m ⇒ Entre 0.22 y 0.37 MPa, aproximadamente entre 22 y 37 T/m^2.

2.80-4.40 m ⇒ Entre 0.25 y 0.41 MPa, aproximadamente entre 25 y 41 T/m^2.

4.40-6.60 m ⇒ Entre 0.11 y 0.14 MPa, aproximadamente entre 12 y 16 T/m^2.



—Valores de la resistencia a compresión simple a partir del Ensayo de Penetración Standard (SPT) para suelos cohesivos de distinta plasticidad (NAVFAC, 1971)

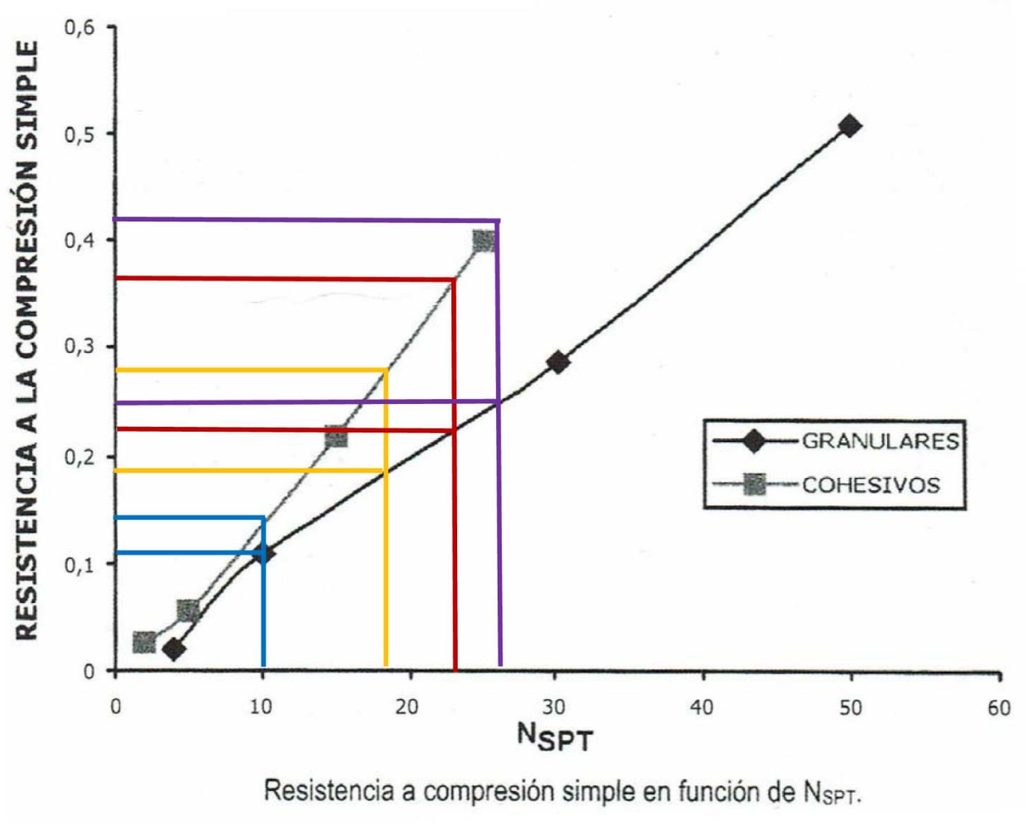
Gráfico de Terzaghi-Peck

0.80 y 1.00 m ( ). Cota inferior

1.00 y 2.80 m ( ). Cota inferior

2.80 y 4.40 m ( ). Cota inferior

4.40 y 6.60 m ( ). Cota inferior



Resistencia a compresión simple en función de N_{SPT}.

Gráfico de Hunt.

0.80 y 1.00 m ( ). Cota inferior

1.00 y 2.80 m ( ). Cota inferior

2.80 y 4.40 m ( ). Cota inferior

4.40 y 6.60 m ( ). Cota inferior

ANÁLISIS SUELO T-P29

TABLA P29

profundidad	DPSH	SPT
m	N_{20}	N_{30}
0.20	9	27
0.40	28	41
0.60	33	43
0.80	38	45
1.00	48	48
1.20	41	46
1.40	30	42
1.60	25	40
1.80	12	30
2.00	15	33
2.20	20	37
2.40	100	rechazo

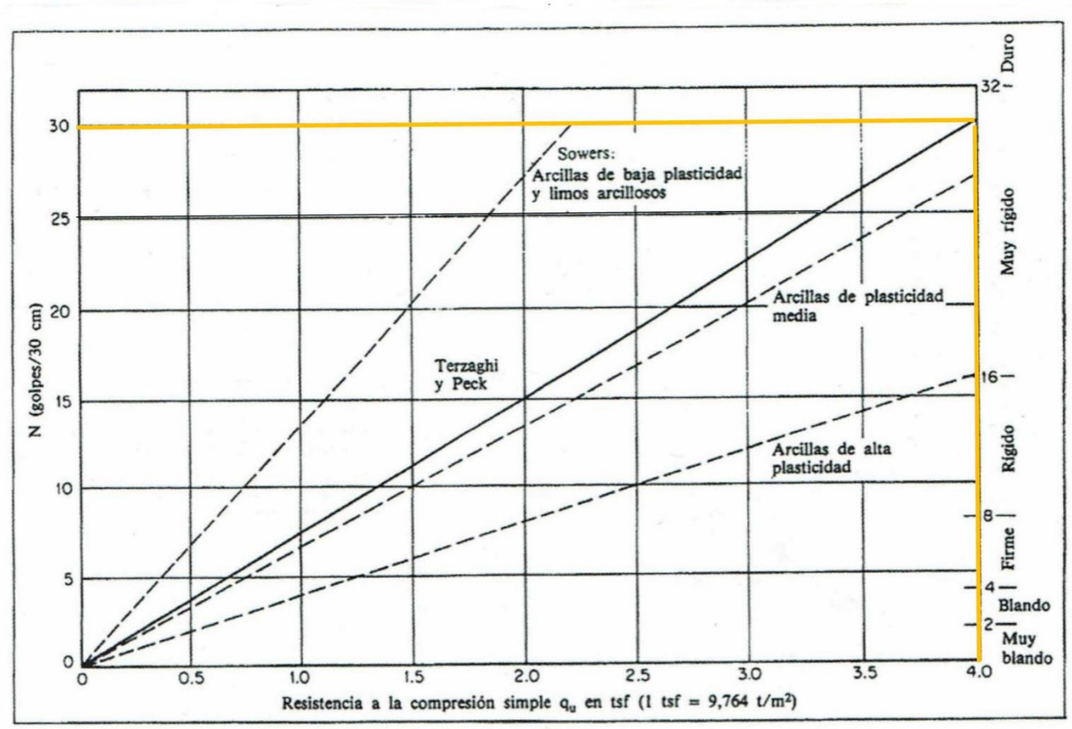
- Análisis mediante el gráfico de Terzaghi-Peck

En cualquier caso, para niveles inferiores a 0.20 resultados obtenidos en el gráfico de Terzaghi dan cota inferior de la resistencia a compresión simple de **39.06 T/m²**.

- Análisis mediante el gráfico de Hunt.

Tomando igualmente los valores mínimos para el gráfico de Hunt, los valores estarían en los intervalos presentados, según sea el contenido de arenas presente en la arcilla.

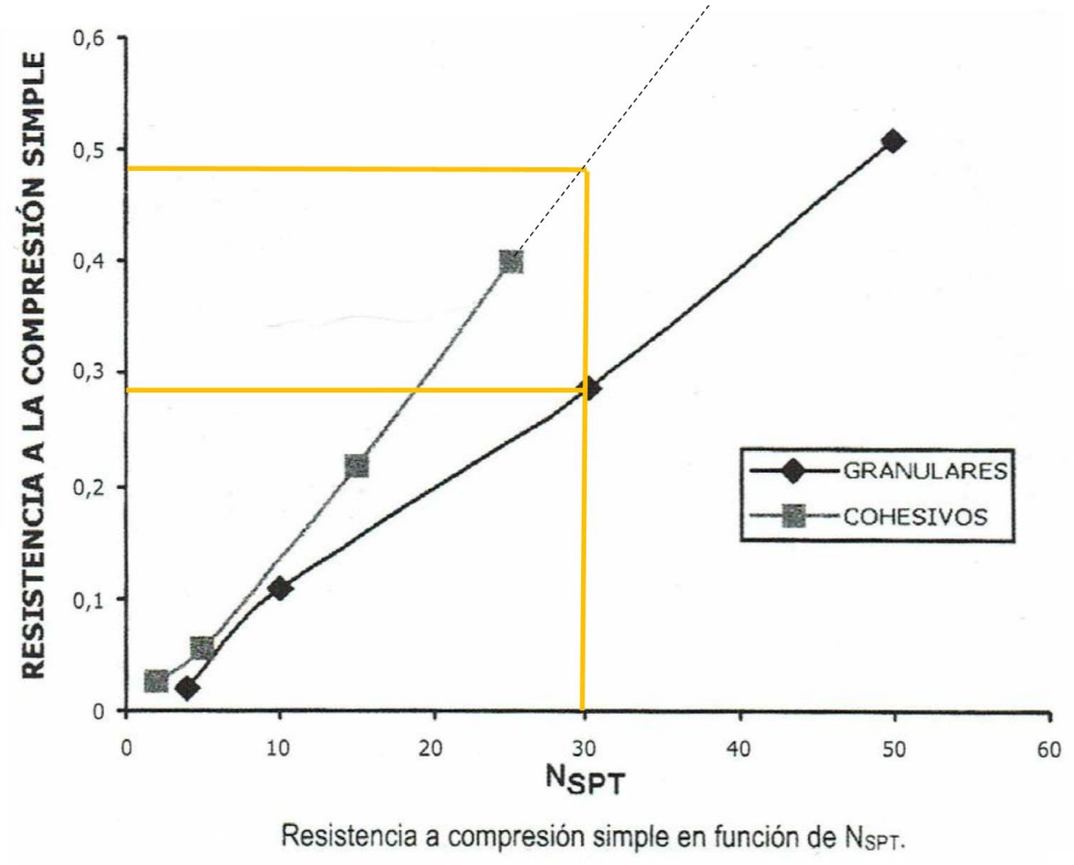
≥ 0.20 m ⇒ Más de 0.29 MPa, aproximadamente **más de 29 T/m²** en cualquier caso.



—Valores de la resistencia a compresión simple a partir del Ensayo de Penetración Standard (SPT) para suelos cohesivos de distinta plasticidad (NAVFAC, 1971)

Gráfico de Terzaghi-Peck

≥ 0.20 m (——). Cota inferior



Resistencia a compresión simple en función de N_{SPT}.

Gráfico de Hunt.

≥ 0.20 m (——). Cota inferior

ANÁLISIS SUELO T-P31

TABLA P31

profundidad	DPSH	SPT
m	N_{20}	N_{30}
0.20	4	16
0.40	26	40
0.60	29	42
0.80	49	49
1.00	45	47
1.20	100	rechazo

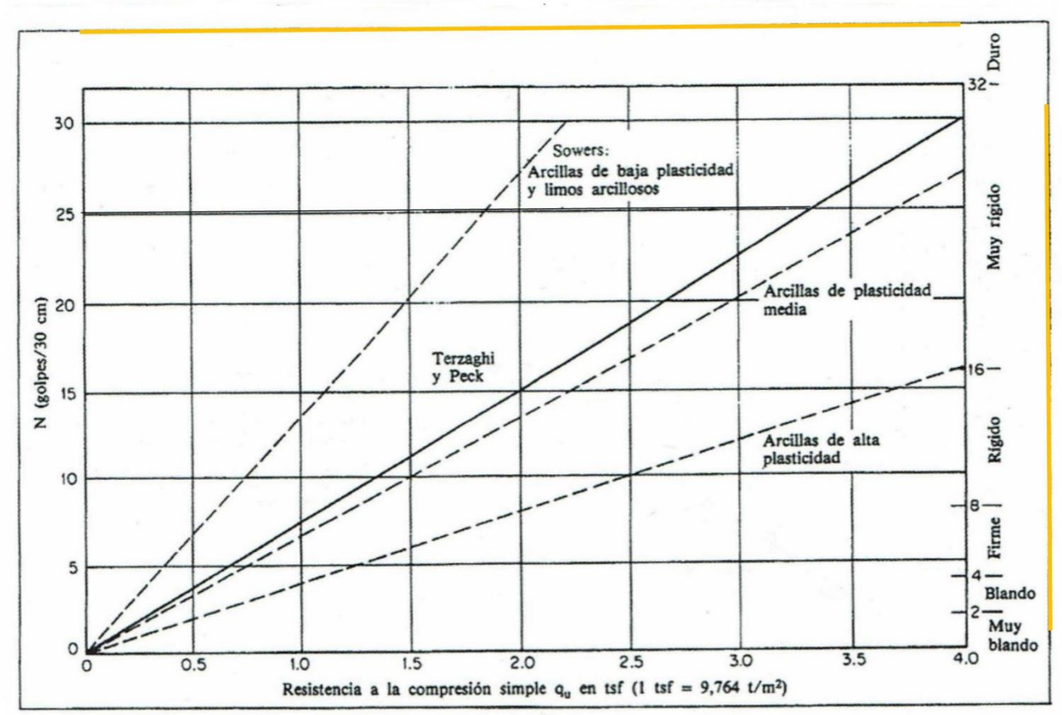
- Análisis mediante el gráfico de Terzaghi-Peck

En cualquier caso, para niveles a partir de 0.40 m, los resultados obtenidos en el gráfico de Terzaghi dan cota inferior de la resistencia a compresión simple de **40.00 T/m²**.

- Análisis mediante el gráfico de Hunt.

Tomando igualmente los valores mínimos para el gráfico de Hunt, los valores estarían en los intervalos presentados, según sea el contenido de arenas presente en la arcilla.

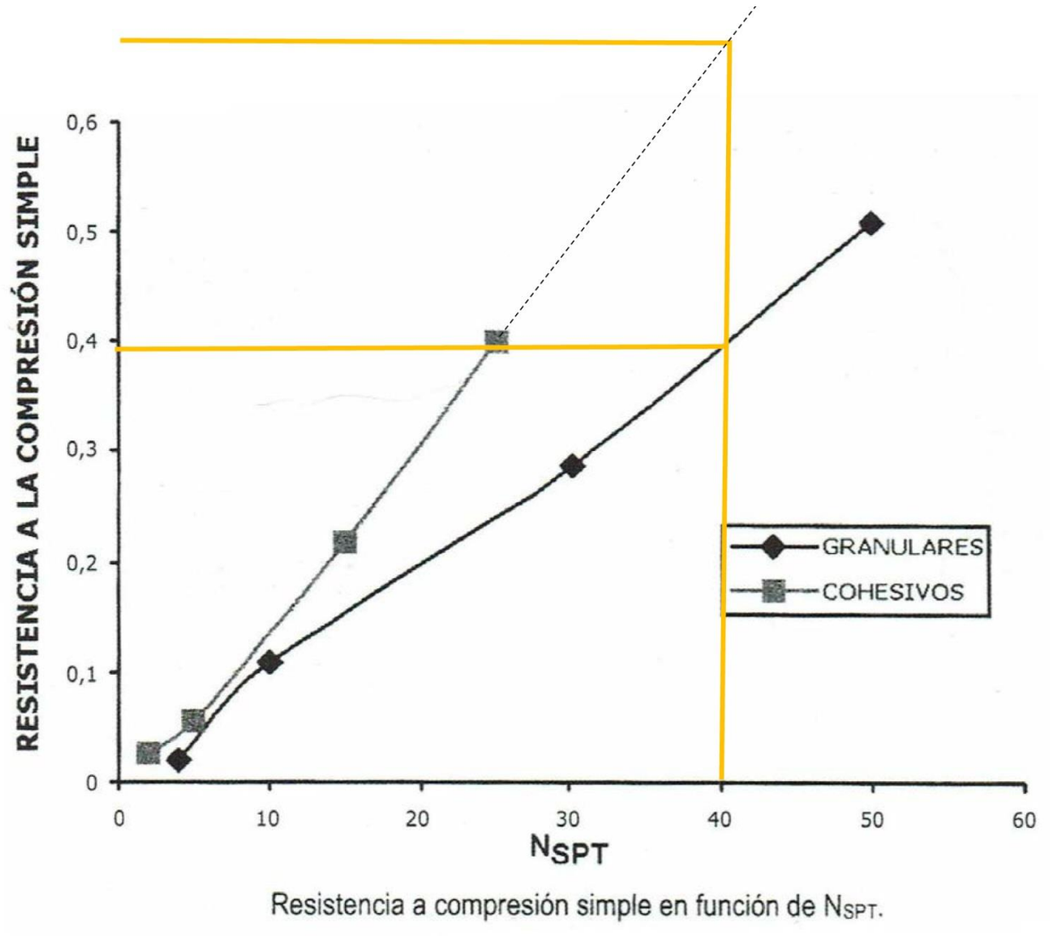
≥ 0.40 m ⇒ Más de 0.39 MPa, aproximadamente **más de 39 T/m²** en cualquier caso.



—Valores de la resistencia a compresión simple a partir del Ensayo de Penetración Standard (SPT) para suelos cohesivos de distinta plasticidad (NAVFAC, 1971)

Gráfico de Terzaghi-Peck

≥ 0.40 m (——). Cota inferior



Resistencia a compresión simple en función de N_{SPT}.

Gráfico de Hunt.

≥ 0.40 m (———). Cota inferior

ANÁLISIS SUELO T-P35

En este caso la tabla sólo presenta valores de golpes DPSH.

Profundidad (m)	Golpeo
0,20	2
0,40	18
0,60	29
0,80	45
1,00	100
1,20	
1,40	
1,60	
1,80	
2,00	

La menor cuantía se halla en el estrato 0.40.

Con lo cual debemos primero obtener $N_{30\,(SPT)}$ por la relación de Dapena para suelos cohesivos:

$$N_{30(SPT)} = 13 \cdot log(N_{DPSH}) - 2$$

$$\Rightarrow N_{30(SPT)} \approx 41$$

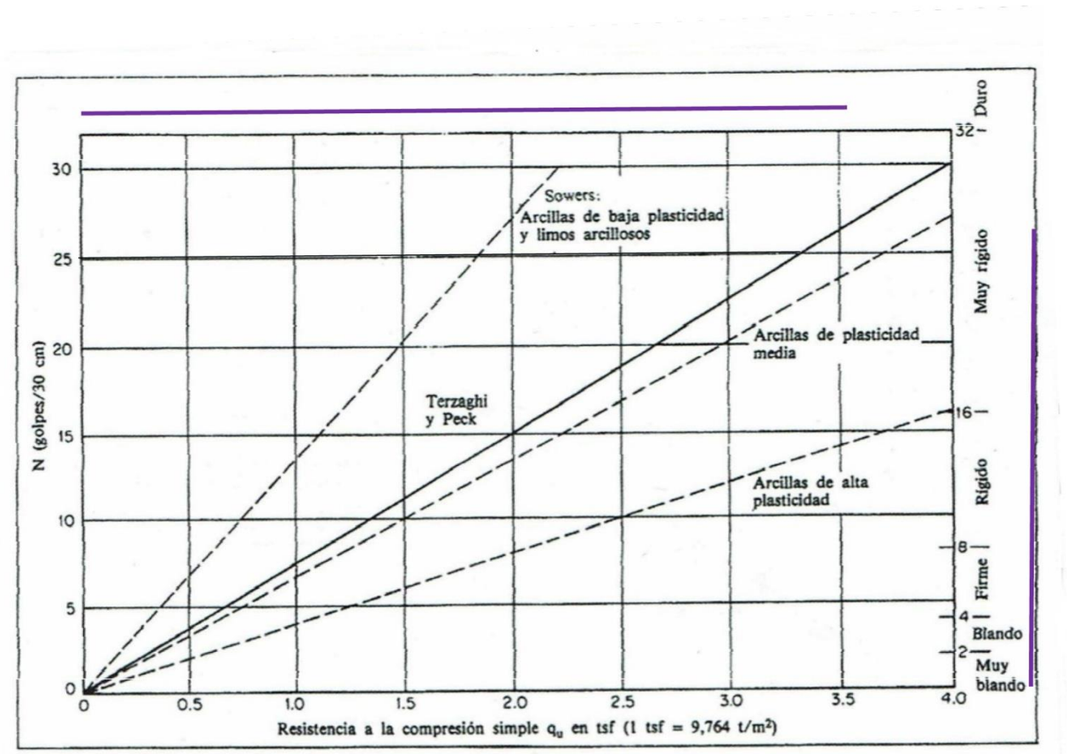
- Análisis mediante el gráfico de Terzaghi-Peck

Para valores a profundidades de más de 0.60 m aparecen en cualquier caso resistencias mayores a 40 T/m^2.

- Análisis mediante el gráfico de Hunt.

Tomando igualmente los valores mínimos para el gráfico de Hunt, los valores estarían en los intervalos presentados, según sea el contenido de arenas presente en la arcilla. Los valores para terrenos prácticamente coherentes estarían entre:

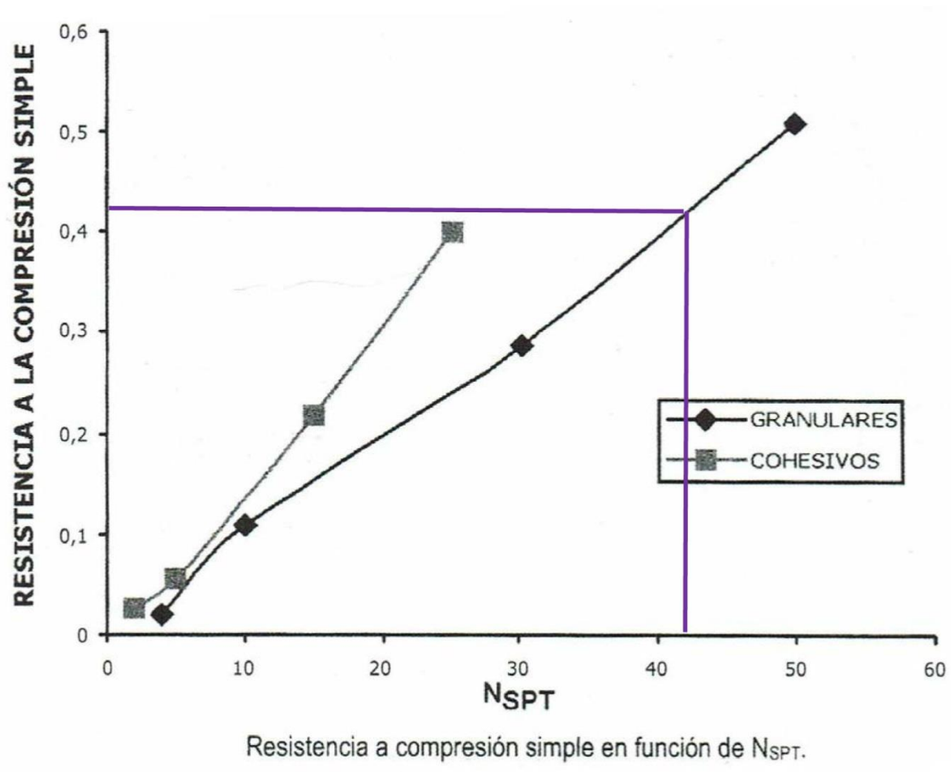
≥ 0.60 m ⇒ Más de 0.41 MPa, aproximadamente más de 41 T/m^2.



—Valores de la resistencia a compresión simple a partir del Ensayo de Penetración Standard (SPT) para suelos cohesivos de distinta plasticidad (NAVFAC, 1971)

Gráfico de Terzaghi-Peck

≥ 0.60 m (———). Cota inferior



Resistencia a compresión simple en función de N_{SPT}.

Gráfico de Hunt.

≥ 0.60 m (———). Cota inferior

ANÁLISIS SUELO T-P40

Profundidad (m)	$N_{30\ (DPSH)}$	N_{30}
0,20	1	2
0,40	5	8
0,60	22	35
0,80	17	27
1,00	12	19
1,20	14	22
1,40	14	22
1,60	25	40
1,80	38	60
2,00	75	100
2,20	48	76
2,40	76	100
2,60	65	100
2,80	100	100

- Análisis mediante el gráfico de Terzaghi-Peck

Menos de 0.60 m no lo consideramos por ser excesivamente superficial.

Entre 0.60 y 0.80 m aparece un primer estrato con una dispersión de golpes N30 de SPT representativa de un terreno que tiene como cota inferior de la resistencia a compresión simple un valor de **35.15 T/m²**.

Entre 0.80 y 1.60 m ha una dispersión de resultados aceptable con una cota inferior de resistencia de **24.90 T/m²**

Para valores a más de 1.60 m la cota inferior de resistencia está, como mínimo, **por encima de 40 T/m²**.

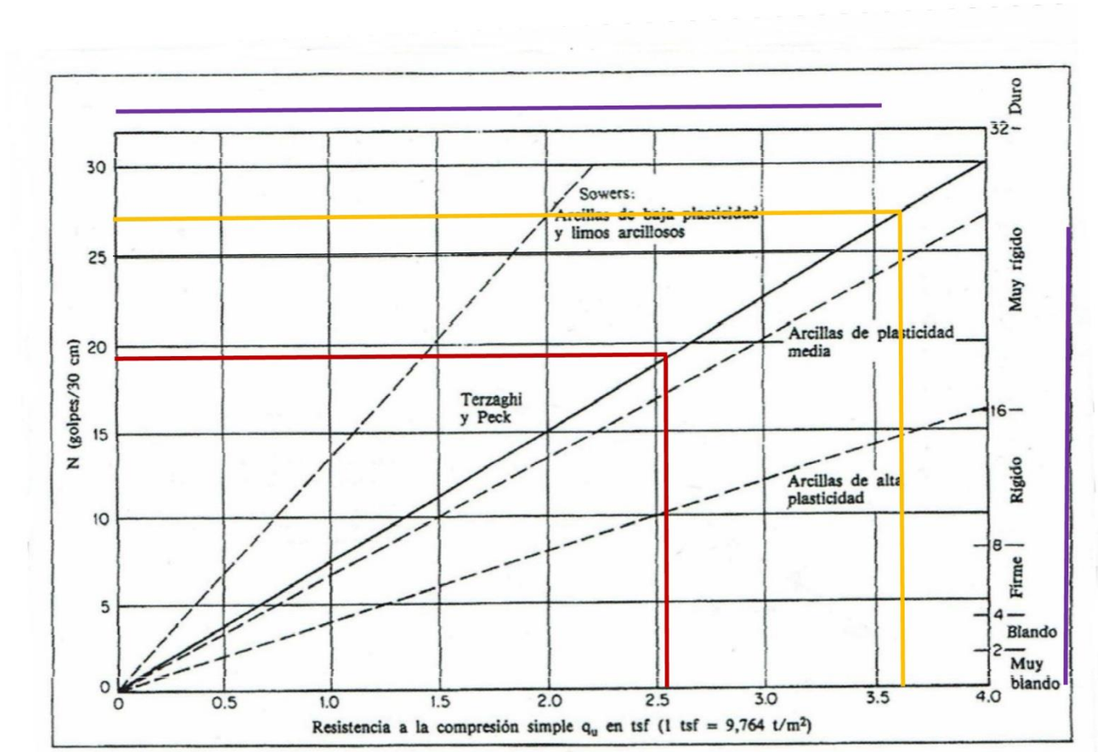
- Análisis mediante el gráfico de Hunt.

Tomando igualmente los valores mínimos para el gráfico de Hunt, los valores estarían en los intervalos presentados, según sea el contenido de arenas presente en la arcilla. El valor menor del intervalo para alto contenido de arenas y el mayor para arcillas sin arena.

0.60-0.80 m ⇒ Entre 0.25 y 0.40 MPa, aproximadamente entre 25 y 40 T/m².

0.80-1.60 m ⇒ Entre 0.25 y 0.41 MPa, aproximadamente entre 25 y 41 T/m².

≥ 1.60 m ⇒ Más de 0.40 MPa, aproximadamente más de 40 T/m².



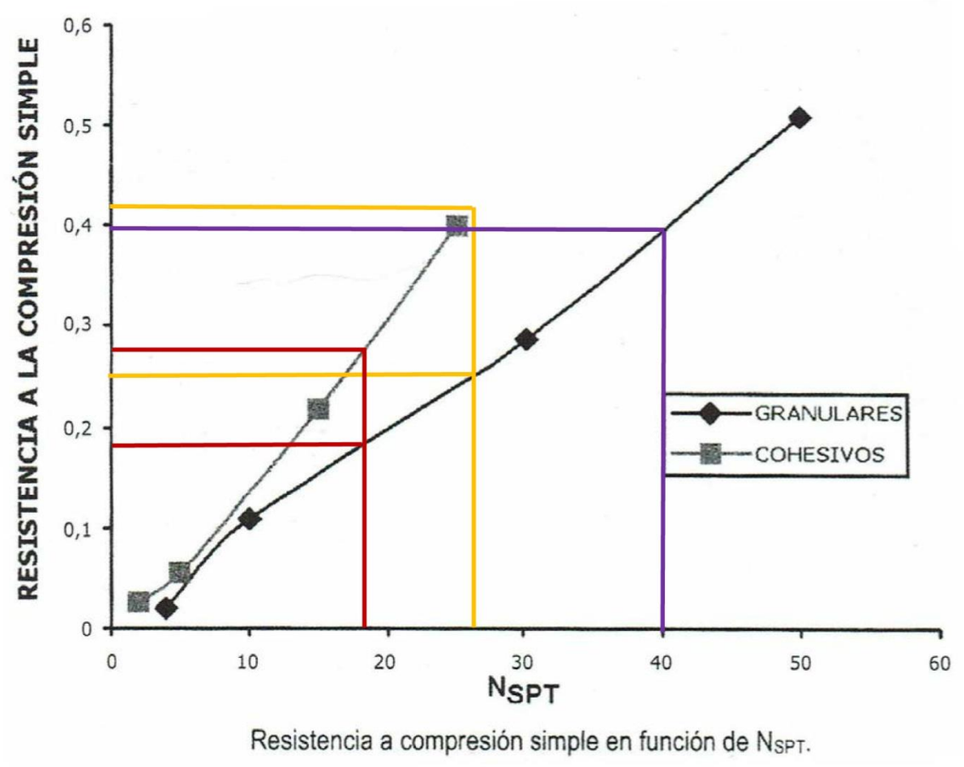
— Valores de la resistencia a compresión simple a partir del Ensayo de Penetración Standard (SPT) para suelos cohesivos de distinta plasticidad (NAVFAC, 1971)

Gráfico de Terzaghi-Peck

0.60 y 0.80 m ( ). Cota inferior

0.80 y 1.60 m ( ). Cota inferior

≥ 1.60 m ( ). Cota inferior



Resistencia a compresión simple en función de N_{SPT}.

Gráfico de Hunt.

1.20 y 1.80 m ( ). Cota inferior

1.80 y 2.80 m ( ). Cota inferior

2.80 y 3.60 m ( ). Cota inferior

ANÁLISIS SUELO T-P44

TABLA P44

profundidad	DPSH	SPT
m	N_{20}	N_{30}
0.20	3	12
0.40	15	33
0.60	30	42
0.80	50	49
1.00	100	rechazo

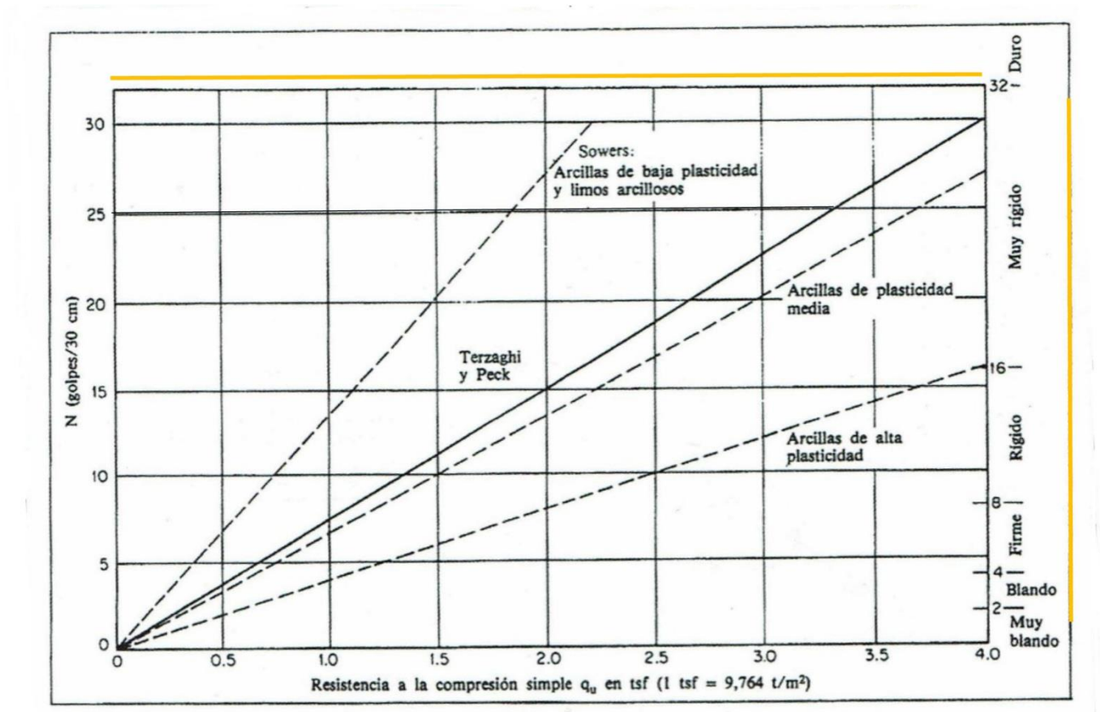
- Análisis mediante el gráfico de Terzaghi-Peck

En cualquier caso, para niveles a partir de 0.40 m, los resultados obtenidos en el gráfico de Terzaghi dan cota inferior de la resistencia a compresión simple de **40.00 T/m²**.

- Análisis mediante el gráfico de Hunt.

Tomando igualmente los valores mínimos para el gráfico de Hunt, los valores estarían en los intervalos presentados, según sea el contenido de arenas presente en la arcilla.

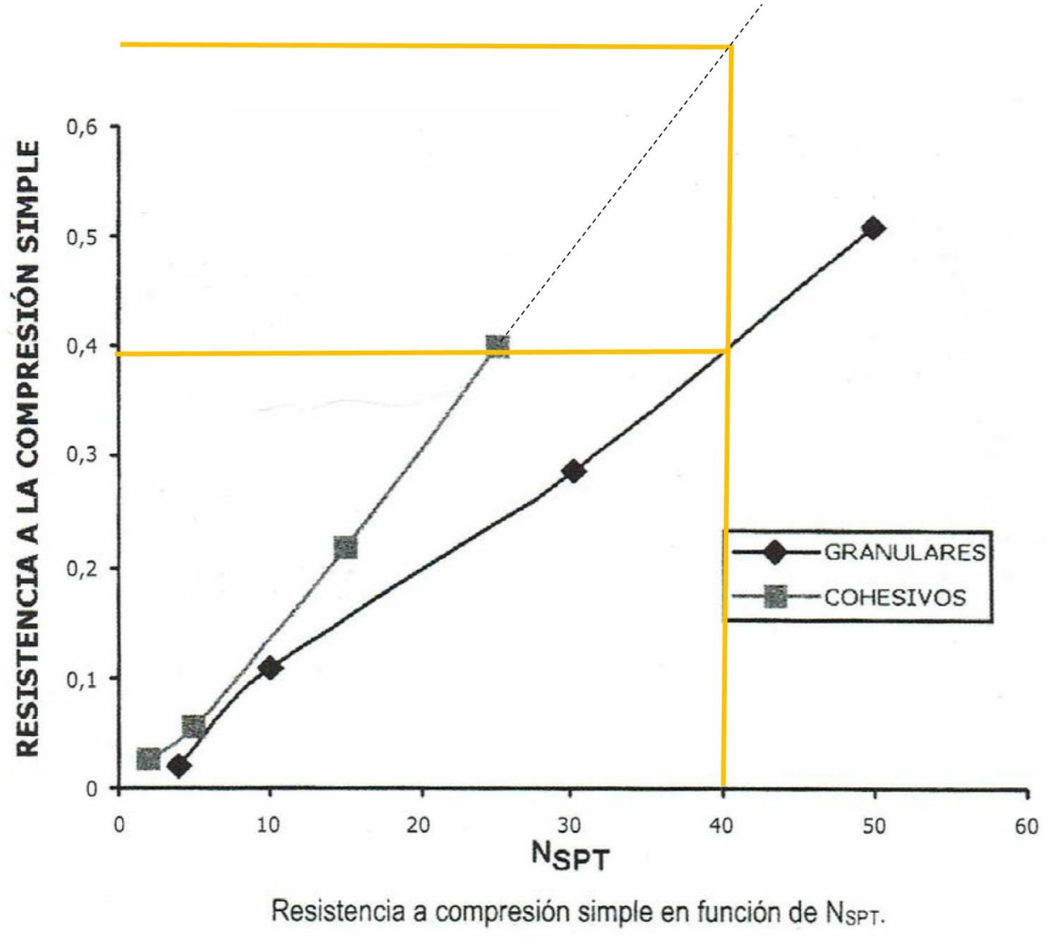
≥ 0.40 m ⇒ Más de 0.39 MPa, aproximadamente **más de 39 T/m²** en cualquier caso.



—Valores de la resistencia a compresión simple a partir del Ensayo de Penetración Standard (SPT) para suelos cohesivos de distinta plasticidad (NAVFAC, 1971)

Gráfico de Terzaghi-Peck

≥ 0.40 m (———). Cota inferior



Resistencia a compresión simple en función de N_{SPT}.

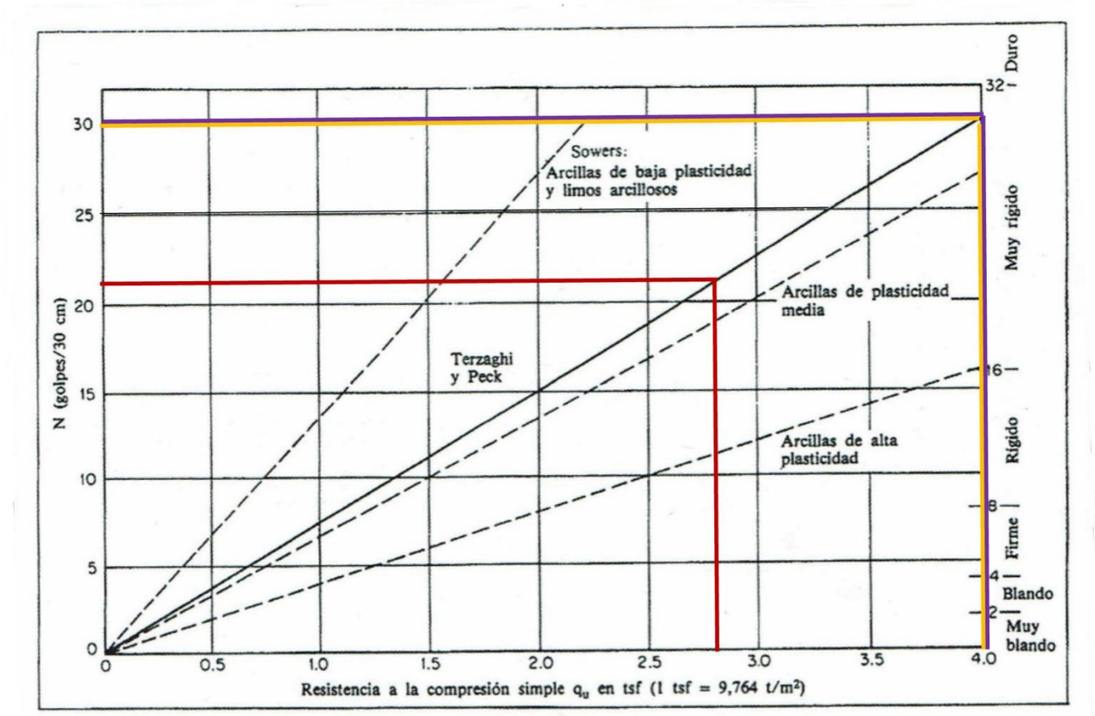
Gráfico de Hunt.

≥ 0.40 m (———). Cota inferior

ANÁLISIS SUELO T-Se27/Se84

TABLA Se27/Se84

profundidad	DPSH	SPT
m	N_{20}	N_{30}
0.20	15	33
0.40	35	44
0.60	38	45
0.80	12	30
1.00	17	35
1.20	31	43
1.40	40	46
1.60	28	41
1.80	58	51
2.00	15	33
2.20	28	41
2.40	40	46
2.60	40	46
2.80	34	44
5.00	6	21
5.20	7	23
5.40	10	28
5.60	11	29
5.80	9	27
6.00	9	27
6.20	12	30
6.40	12	30
6.60	13	31
6.80	14	32
7.00	17	35
7.20	18	36
7.40	20	37
7.60	22	38



—Valores de la resistencia a compresión simple a partir del Ensayo de Penetración Standard (SPT) para suelos cohesivos de distinta plasticidad (NAVFAC, 1971)

- Análisis mediante el gráfico de Terzaghi-Peck

Entre 0.20 y 2.80 m los resultados obtenidos en el gráfico de Terzaghi dan cota inferior de la resistencia a compresión simple de **39.06 T/m²**.

Entre 5.00 y 6.00 m la cota inferior de resistencia a compresión simple es de **26.37 T/m²**

Para valores de más de 6.00 m la cota inferior de resistencia a compresión simple está, como mínimo, por encima de **39.06 T/m²**.

Gráfico de Terzaghi-Peck

0.20 ÷ 2.80 m ( ). Cota inferior

5.00 ÷ 6.00 m ( ). Cota inferior

≥ 6.00 m ( ). Cota inferior

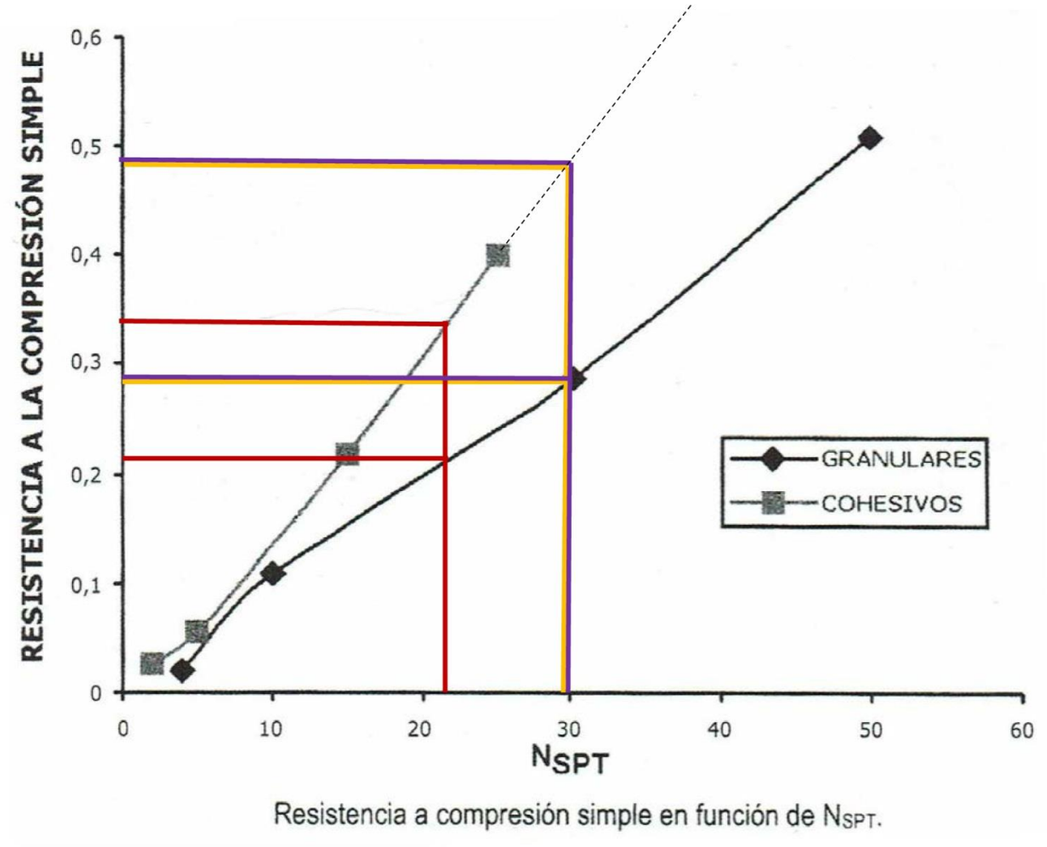
- Análisis mediante el gráfico de Hunt.

Tomando igualmente los valores mínimos para el gráfico de Hunt, los valores estarían en los intervalos presentados, según sea el contenido de arenas presente en la arcilla.

0.20 ÷ 2.80 m ⇒ Entre 0.29 y 0.49 MPa, aproximadamente entre 29 y 49 T/m².

5.00 ÷ 6.00 m ⇒ Entre 0.21 y 0.33 MPa, aproximadamente entre 21 y 33 T/m².

≥ 6.00 m ⇒ Más de 0.29 MPa, aproximadamente más de 29 T/m² en cualquier caso.



Resistencia a compresión simple en función de N_{SPT}.

Gráfico de Hunt.

0.20 ÷ 2.80 m (———). Cota inferior

5.00 ÷ 6.00 m (———). Cota inferior

≥ 6.00 m (———). Cota inferior

Como conclusión se ve que en el caso de los penetrómetros las tensiones admisibles en todos los puntos están por encima de los 2 Kg/cm2 de referencia (excepto en el caso del penetrómetro 11 donde el valor es de 1,8 kg/cm2, también superior a las tensiones de contacto). Ambos modelos predicen situaciones de tensión admisible aceptables para nuestro diseño y muy del lado de la seguridad.

Las cimentaciones de las estructuras de soporte de los equipos ITS, básicamente pórticos y banderolas de aluminio, se cimientan superficialmente con espesores de zapata máximos de 1,2 m, transmitiendo al terreno valores de tensión inferiores siempre a 1,8 Kg/cm2. Ello obliga a apoyase en esta capa "Rc", pues no es posible descender hasta suelos inalterados dado el espesor de la misma (variable, pero con valores entre 1m y 10m). Todas las cimentaciones de dichos elementos en al A2 están hoy realizadas de esta forma.

9.4.- Resultados. Tensiones admisibles para la comprobación de cimentaciones

En resumen se ha obtenido para cada punto de cimentación una tensión admisible que se usa en los cálculos de las cimentaciones como valor de referencia de forma que no se supere en ningún caso.

A la profundidad de cimentación de un metro, todos los valores son superiores a 1,8 kg/cm2. En algunos, casos en capas inferiores, se observan valores de hasta 1,2 kg/cm2. Se comprueba que a esta profundidad las tensiones transmitidas por las zapatas son siempre inferiores a este valor.

En concreto, el penetrómetro 6, presenta entre 1,8 y 2,4 metros una tensión de 1,2 kg/cm2; y el número 21 entre 4 y 6 metros el mismo valor de la tensión. Dado que la cimentación se coloca a la profundidad de un metro como mínimo, las tensiones para el penetrómetro 6 se calculan a 0,8 m desde la base de la zapata, asumiendo una apertura de las mismas de 30 grados. Tomando el valor medido de 1,2 kg/cm2 de tensión admisible a esta profundidad, resulta en el contacto de la zapata un valor de 2,7 kg/cm2, muy alejado de los valores de contacto que se sitúan por debajo de 2 kg/cm2, con lo que estamos muy del lado de la seguridad. Con mayor motivo ocurre en el penetrómetro número 21.

En la siguiente tabla se resume esta información

Pk	Rc (m) Mediana y Berma	Ra (m) Berma	Otros materiales inalterados	Tipo de Equipo	ID Equipo	Penetrómetro	Sondeo	Tensión Admisible kg/cm2
3+822				PMV BANDEROLA tipo "2/2"	N_PMV_22_01_T	PE-2	S-1	4
4+250D				CCTV Redundante	N_CCTV_ES_01	PE-2	S-1	4
4+300				ERU Nuevos	N_ERU_01	PE-2	S-1	4
4+340				Lector Matrícula Nuevo	N_LM_01	PE-2	S-1	4
4+340				Lector Matrícula Nuevo	N_LM_02	PE-2	S-1	4
4+440				PMV BANDEROLA tipo "2/2"	N_PMV_22_02_T	PE-2	S-1	4
4+900D				CCTV Redundante	N_CCTV_ES_02	PE-2	S-1	4
5+040				PMV tipo "3"	N_PMV_23_01_T	PE-2	S-1	4
5+090				Horquilla	N_PMH_01_01_R	PE-2	S-1	4
5+555				Armario Balizas	N_ARM_1	PE-2	S-1	4
5+740			6.00	Horquilla	N_PMH_01_02_R	PE-2	S-1	4
7+130	0.50			Horquilla	N_PMH_01_03_T	P-2	SE-35	4
7+700	0.50			Armario Balizas	N_ARM_2	P-3	SE-37	3.2
7+723	0.50			PMV BANDEROLA tipo "2/2"	N_PMV_22_03_T	P-3	SE-37	3.2
7+773D			5.00	CCTV Redundante	N_CCTV_ES_03	P-3	SE-37	3.2
7+850		0.30	2.00	PMV tipo "2/1"	N_PMV_21_01_T	P-3	SE-38	3.2
8+280		1.00	6.00	Horquilla	N_PMH_01_04_T	P-4	SE-39	2.5
8+900D	2.00			CCTV_Propuesta DGT	N_CCTV_01	P-1	S-2(P)	4
8+900D	2.00			CCTV_Propuesta DGT	N_CCTV_02	P-1	S-2(P)	4
9+200				PMV tipo "3"	N_PMV_23_02_T	P-9	S-5(P)	4.4
9+300D				CCTV_Propuesta DGT	N_CCTV_03	P-9	SE-42	4.4
9+300D				CCTV_Propuesta DGT	N_CCTV_04	P-9	S-4(P)	4.4
9+500		1.00		Horquilla	N_PMH_01_05_T	P-8	SE-42	4.4
10+355	5.55			Horquilla	N_PMH_01_06_R	P-10	SE-45	3.3

Pk	Rc (m) Mediana y Berma	Ra (m) Berma	Otros materiales inalterados	Tipo de Equipo	ID Equipo	Penetrómetro	Sondeo	Tensión Admisible kg/cm2
10+760		1.00		Horquilla	N_PMH_01_07_R	P-16	S-13	2.6
10+980D		1.00		CCTV_Propuesta DGT	N_CCTV_05	P-17	S-16	3.1
11+000		1.00		Horquilla	N_PMH_01_08_T	P-17	S-16	3.1
11+353		1.00		Armario Balizas	N_ARM_3	P-17	S-2(D)	3.1
11+600				PMV tipo "3"	N_PMV_23_03_T	P-18	SE-29	3
13+010D	3.00			CCTV_Propuesta DGT	N_CCTV_06	PE-9	SE-31	4.4
13+283	3.00			Armario Balizas	N_ARM_4	PE-9	SE-31	4.4
13+685	1.50			PMV BANDEROLA tipo "2/2"	N_PMV_22_04_T	PE-9	SE-32	4.4
13+700D	1.50			CCTV Redundante	N_CCTV_ES_04	PE-9	SE-32	4.4
13+800	1.50			ERU Nuevos	N_ERU_09	PE-9	SE-32	4.4
13+934	1.50			PMV tipo "2/1"	N_PMV_21_02_T	PE-10	SE-32	4.4
14+472	1.00			Horquilla	N_PMH_01_09_R	PE-10	SE-50	4.4
14+500	1.00			Horquilla	N_PMH_01_10_R	PE-10	SE-50	4.4
14+600	1.00			Armario Balizas	N_ARM_5	PE-10	SE-15	4.4
14+750D	1.00			CCTV_Propuesta DGT	N_CCTV_07	PE-10	S-3(J)	4.4
15+100	0.50			PMV tipo "3"	N_PMV_23_04_T	P-21	SE-82	2.2
15+850	6.00			Horquilla	N_PMH_01_11_T	PE-15	SE-11	4.4
15+850D	6.00			CCTV_Propuesta DGT	N_CCTV_08	PE-15	SE-11	4.4
15+850D	6.00			CCTV_Propuesta DGT	N_CCTV_09	PE-15	SE-11	4.4
16+700D	2.00			CCTV_Propuesta DGT	N_CCTV_10	PC2-280-2	SF-18	4.4
17+000	3.00			Horquilla	N_PMH_01_12_T	PC2-271-2	SE-51	4.4
17+375		2.70		PMV tipo "3"	N_PMV_23_05_T	P-29	SE-59	2.9
17+670				Horquilla	N_PMH_01_13_T	P-31	SE-53	3.9
17+710D	2.50			CCTV_Propuesta DGT	N_CCTV_11	P-31	SE-53	3.9
18+200	1.50			Armario Balizas	N_ARM_6	P1-C-1(K)	SE-55	4.4
18+570	1.50			ERU Nuevos	N_ERU_13	P1-C-1(K)	S38P-27(O)	4.4
18+575D	1.50			CCTV Redundante	N_CCTV_ES_05	P1-C-1(K)	S38P-27(O)	4.4
18+585	1.50			PMV BANDEROLA tipo "2/2"	N_PMV_22_05_T	P1-C-1(K)	S38P-27(O)	4.4
18+965	1.50			PMV tipo "2/1"	N_PMV_21_03_T	P1-C-1(K)	S38P-27(O)	4.4

9.5. Tablas y planos de datos usados en los cálculos

Ensayos penetrométricos

P-1	
Profundidad. (m)	**Golpeo**
0,20	3
0,40	29
0,60	87
0,80	100
Rechazo:	0,80

Tabla-resumen de los valores de N_{20} en el penetro P-1

P-3	
Profundidad. (m)	**Golpeo**
0,20	1
0,40	16
0,60	23
0,80	24
1,00	36
1,20	50
1,40	50
1,60	54
1,80	40
2,00	40
2,20	52
2,40	58
2,60	100
Rechazo:	2,60

Tabla-resumen de los valores de N_{20} en el penetro P-3

P-4			
Profundidad. (m)	**Golpeo**	**Profundidad. (m)**	**Golpeo**
0,20	2	3,00	12
0,40	7	3,20	13
0,60	14	3,40	15
0,80	13	3,60	14
1,00	9	3,80	27
1,20	6	4,00	40
1,40	6	4,20	34
1,60	8	4,40	45
1,80	12	4,60	62
2,00	15	4,80	75
2,20	19	5,00	86
2,40	14	5,20	100
2,60	12		
2,80	11	**Rechazo:**	5,20

Tabla-resumen de los valores de N_{20} en el penetro P-4

Profundidad (m)	N_{20} (DPSH)	N_{30}
0,20	3	5
0,40	25	40
0,60	27	43
0,80	17	27
1,00	17	27
1,20	25	40
1,40	41	65
1,60	38	60
1,80	18	29
2,00	10	16
2,20	8	13
2,40	9	14
2,60	10	16
2,80	7	11
3,00	7	11
3,20	9	14
3,40	10	16
3,60	26	41
3,80	37	59
4,00	33	52
4,20	47	75
4,40	46	73
4,60	22	35
4,80	26	41
5,00	18	29
5,20	12	19
5,40	13	21
5,60	25	40
5,80	36	57
6,00	63	100
6,20	65	100
6,40	69	100
6,60	30	48
6,80	30	48
7,00	37	59
7,20	43	68
7,40	100	100

Resumen de los valores de N_{20} del penetrómetro P-6, y los N_{30} equivalentes.

Profundidad (m)	N_{20} (DPSH)	N_{30}
0,20	2	3
0,40	8	17
0,60	25	40
0,80	65	103
1,00	100	158

Resumen de los valores de N_{20} del penetrómetro P-23, y los N_{30} equivalentes.

Profundidad (m)	N_{20} (DPHS)	N_{30}
0,20	6	10
0,40	75	100
0,60	70	100
0,80	35	56
1,00	19	30
1,20	22	35
1,40	48	76
1,60	95	100
1,80	100	100

Resumen de los valores de N_{20} del penetrómetro P-9, así como los N_{30} equivalentes.

P-10	
Profundidad. (m)	Golpeo
0,20	3
0,40	19
0,60	35
0,80	30
1,00	55
1,20	92
1,40	49
1,60	100
Rechazo:	**1,60**

Tabla-resumen de los valores de N_{20} en el penetro P-10

P-11			
Profundidad. (m)	Golpeo	Profundidad. (m)	Golpeo
0,20	3	3,40	5
0,40	27	3,60	3
0,60	21	3,80	4
0,80	15	4,00	5
1,00	10	4,20	3
1,20	7	4,40	3
1,40	7	4,60	3
1,60	6	4,80	3
1,80	6	5,00	3
2,00	5	5,20	5
2,20	6	5,40	5
2,40	5	5,60	11
2,60	4	5,80	60
2,80	5	6,00	75
3,00	5	6,20	100
3,20	8	**Rechazo:**	6,20

Tabla-resumen de los valores de N_{20} en el penetro P-11

Profundidad (m)	N_{20} (DPSH)	N_{30}
0,20	2	3
0,40	19	30
0,60	15	24
0,80	13	20
1,00	11	17
1,20	18	29
1,40	65	103
1,60	100	158

Resumen de los valores de N_{20} del penetrómetro P-13, y los N_{30} equivalentes.

Profundidad (m)	$N_{20\ (DPSH)}$	N_{30}
0,20	15	24
0,40	35	56
0,60	38	60
0,80	12	19
1,00	17	27
1,20	31	49
1,40	40	63
1,60	28	44
1,80	58	92
2,00	15	24
2,20	28	44
2,40	40	63
2,60	40	63
2,80	34	54
3,00	63	100
3,20	19	30
3,40	26	41
3,60	20	32
3,80	18	29
4,00	17	27
4,20	22	35
4,40	20	32
4,60	12	19
4,80	4	6
5,00	6	10
5,20	7	11
5,40	10	16
5,60	11	17
5,80	9	14
6,00	9	14
6,20	12	19
6,40	12	19
6,60	13	21
6,80	14	22
7,00	17	27
7,20	18	29
7,40	20	32
7,60	22	35
7,80	32	51
8,00	37	59
8,20	56	89
8,40	51	81
8,60	60	95
8,80	62	98
9,00	86	100
9,20	100	100

Resumen de los valores de N_{20} del penetrómetro P-21, y los N_{30} equivalentes.

Profundidad (m)	$N_{20\ (DPSH)}$	N_{30}
0,20	2	3
0,40	21	33
0,60	33	52
0,80	35	55
1,00	33	52
1,20	18	28
1,40	14	22
1,60	13	21
1,80	16	25
2,00	14	22
2,20	15	23
240	18	28
2,80	17	27
3,00	17	27
3,20	26	26
3,40	54	85
3,60	86	136

Resumen de los valores de N_{20} del penetrómetro P-13, y los N_{30} equivalentes.

P-14			
Profundidad. (m)	Golpeo	Profundidad. (m)	Golpeo
0,20	2	2,20	15
0,40	21	2,40	18
0,60	33	2,60	17
0,80	35	2,80	17
1,00	33	3,00	26
1,20	18	3,20	54
1,40	14	3,40	86
1,60	13	3,60	100
1,80	16		
2,00	14	**Rechazo:**	3,60

Tabla-resumen de los valores de N_{20} en el penetro P-14

Profundidad. (m)	Golpeo	Profundidad. (m)	Golpeo
0,20	3	2,20	12
0,40	10	2,40	16
0,60	13	2,60	17
0,80	10	2,80	26
1,00	13	3,00	26
1,20	9	3,20	60
1,40	7	3,40	60
1,60	6	3,60	75
1,80	6	3,80	81
2,00	7	4,00	100

Tabla-resumen de los valores de N_{20} en el penetro P-16

P-17	
Profundidad. (m)	Golpeo
0,20	6
0,40	27
0,60	18
0,80	14
1,00	24
1,20	32
1,40	42
1,60	100
Rechazo:	4,00

Tabla-resumen de los valores de N_{20} en el penetro P-17

Profundidad. (m)	Golpeo
0,20	13
0,40	58
0,60	100
0,80	

Tabla-resumen de los valores de N_{20} en el penetro P-18

Profundidad (m)	$N_{20\ (DPHS)}$	N_{30}
0,20	9	14
0,40	28	44
0,60	33	52
0,80	38	60
1,00	48	76
1,20	41	65
1,40	30	48
1,60	25	40
1,80	12	19
2,00	15	24
2,20	20	32
2,40	100	100

Resumen de los valores de N_{20} del penetrómetro P-29, así como los N_{30} equivalentes.

Profundidad. (m)	Golpeo
0,20	4
0,40	26
0,60	29
0,80	49
1,00	45
1,20	100

Tabla-resumen de los valores de N_{20} en el penetro P-31

Profundidad (m)	Golpeo
0,20	2
0,40	18
0,60	29
0,80	45
1,00	100
1,20	
1,40	
1,60	
1,80	
2,00	

Tabla-resumen de los N_{20} obtenidos en el penetro P-35.

Profundidad (m)	$N_{20\ (DPSH)}$	N_{30}
0,20	1	2
0,40	5	8
0,60	22	35
0,80	17	27
1,00	12	19
1,20	14	22
1,40	14	22
1,60	25	40
1,80	38	60
2,00	75	100
2,20	48	76
2,40	76	100
2,60	65	100
2,80	100	100

Resumen de los valores de N_{20} del penetrómetro P-40, y los N_{30} equivalentes.

P-44	
Profundidad. (m)	Golpeo
0,20	3
0,40	15
0,60	30
0,80	50
1,00	100
Rechazo:	1,00

Tabla-resumen de los valores de N_{20} en el penetro P-44

Profundidad (m)	$N_{20\ (DPSH)}$	N_{30}
0,20	18	29
0,40	24	38
0,60	51	81
0,80	48	76
1,00	25	40
1,20	28	44
1,40	26	41
1,60	23	37
1,80	25	40
2,00	28	44
2,20	26	41
2,40	21	33
2,60	26	41
2,80	35	56
3,00	41	65
3,20	48	76
3,40	63	100
3,60	70	100
3,80	100	100

Resumen de los valores de N_{20} del penetrómetro PE-1, y los N_{30} equivalentes.

Profundidad (m)	N_{20} (BORROS) PE-3	N_{30}	N_{20} (BORROS) PE-4	N_{30}
0,20	6	6	17	17
0,40	7	7	13	13
0,60	37	37	13	13
0,80	41	41	10	10
1,00	23	23	10	10
1,20	19	19	9	9
1,40	20	20	9	9
1,60	17	17	12	12
1,80	12	12	14	14
2,00	11	11	14	14
2,20	15	15	12	12
2,40	17	17	16	16
2,60	16	16	24	24
2,80	16	16	23	23
3,00	15	15	21	21
3,20	16	16	22	22
3,40	27	27	19	19
3,60	41	41	28	28
3,80	59	59	78	78
4,00	76	76	100	100
4,20	100	100	-	-

Resumen de los valores de N_{20} de los penetrómetros PE-3 y PE-4, así como los N_{30} equivalentes.

Profundidad (m)	N_{20} (BORROS) PE-5	N_{30}	N_{20} (BORROS) PE-6	N_{30}
0,20	4	4	7	7
0,40	8	8	7	7
0,60	27	27	9	9
0,80	50	50	14	14
1,00	59	59	23	23
1,20	65	65	38	38
1,40	100	100	38	38
1,60	-	-	41	41
1,80	-	-	49	49
2,00	-	-	58	58
2,20	-	-	63	63
2,40	-	-	70	70
2,60	-	-	81	81
2,80	-	-	100	100

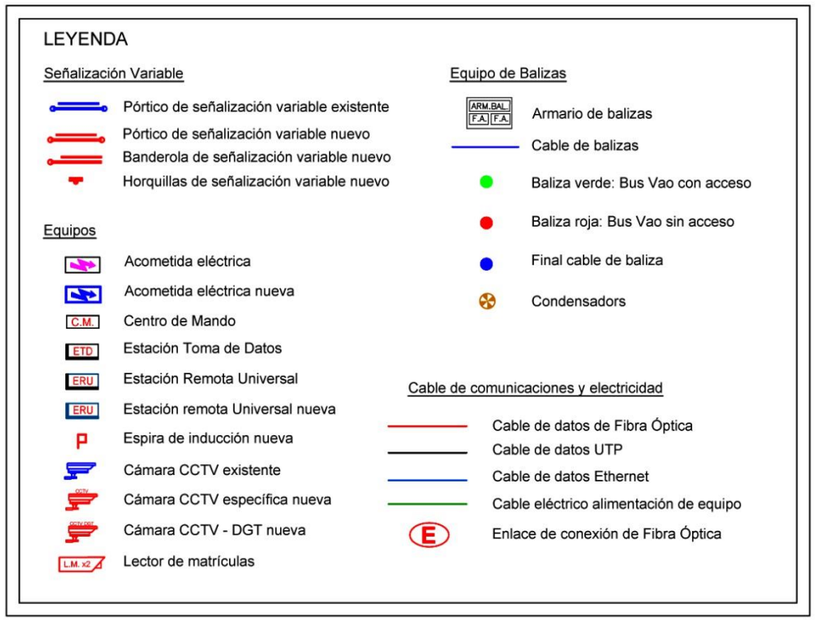
Resumen de los valores de N_{20} de los penetrómetros PE-5 y PE-6, así como los N_{30} equivalentes.

Sondeo	Profundidad (m)	Muestras / Ensayos							
		Tipo	Profundidad inicio (m)	Profundidad fin (m)	Profundidad medio (m)	Litología	Unidad Geológica - Geotécnica	N_{SPT}	Recuperación (m)
S-27	19,05	S.P.T.	3,00	3,07	3,04	Arenas limosas	T_{AY}	100	0,07
		S.P.T.	5,90	6,10	6,00	Arenas limosas	T_{AY}	67	0,20
		S.P.T.	8,30	8,74	8,52	Arenas limosas	T_{AY}	100	0,35
		S.P.T.	12,00	12,44	12,22	Arenas limosas	T_{AY}	100	0,40
		S.P.T.	15,30	15,90	15,60	Arenas limosas	T_{AY}	72	0,50
S-84	18,50	S.P.T.	6,00	6,60	6,30	Limos con arenas finas	T_{AY}	55	0,60
		S.P.T.	9,00	9,60	9,30	Limos con arenas finas	T_{AY}	67	0,60
		S.P.T.	12,00	12,29	12,15	Arcillas limosas	T_{AY}	100	0,29
		S.P.T.	15,00	15,35	15,18	Arcillas limosas	T_{AY}	100	0,35
		9	S.P.T.	TOTAL ENSAYOS (S.P.T.)					

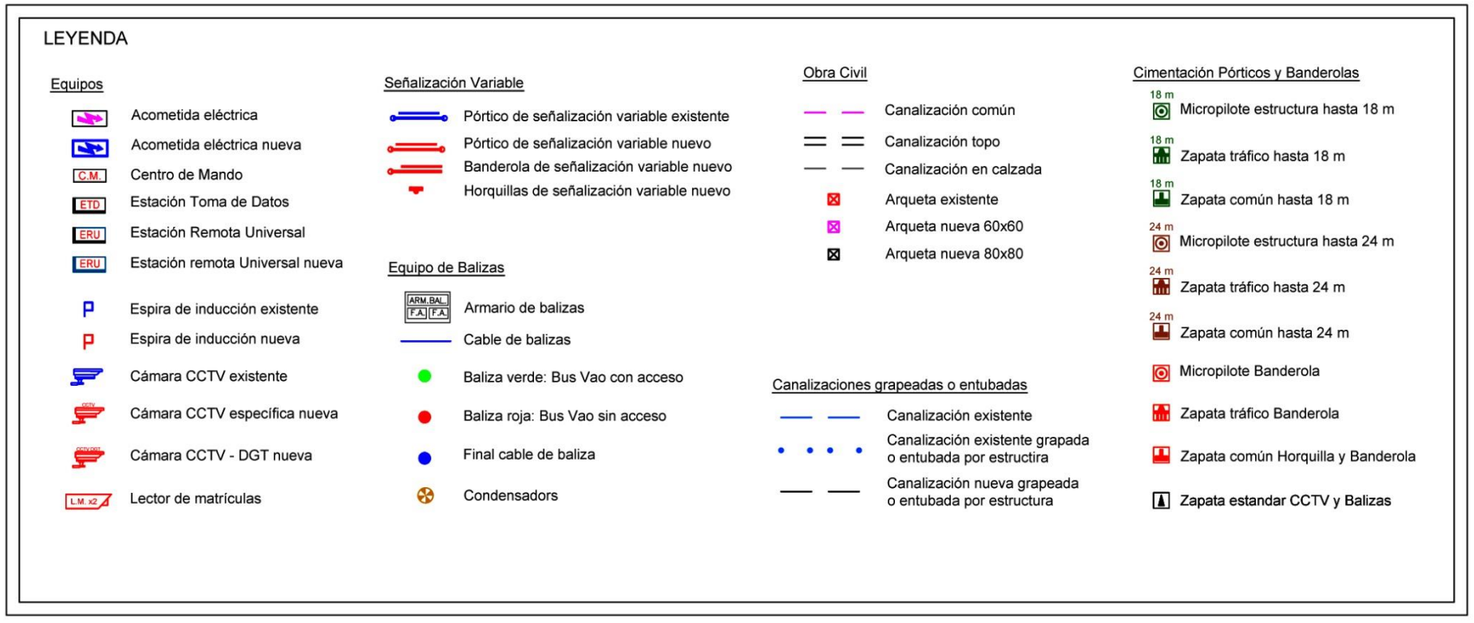
Tabla-resumen de los N_{30} obtenidos en los ensayos S.P.T. realizados en los sondeos SE-27 y SE-84.

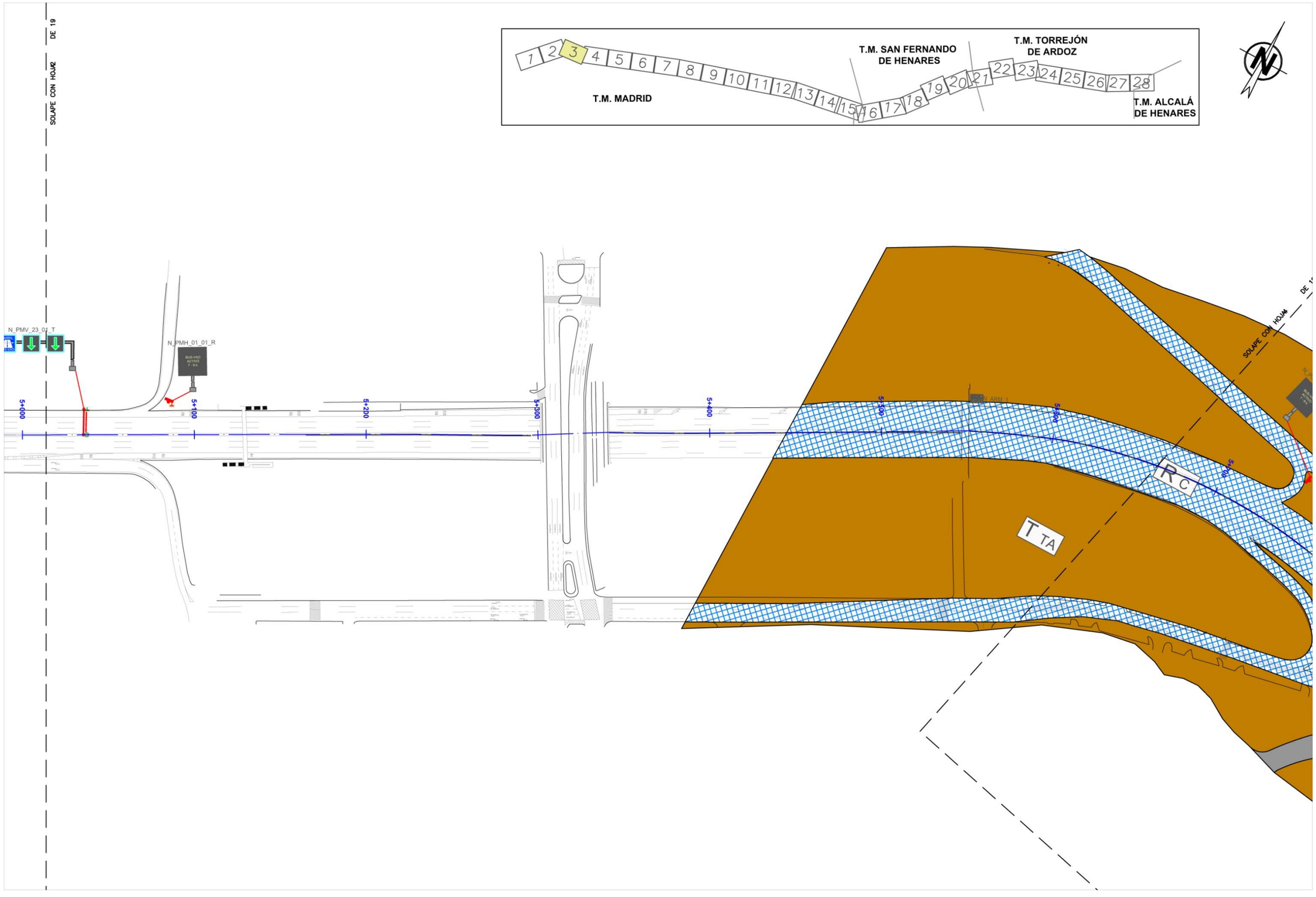
Plano 1. Localización de equipamientos y ensayos geotécnicos de referencia

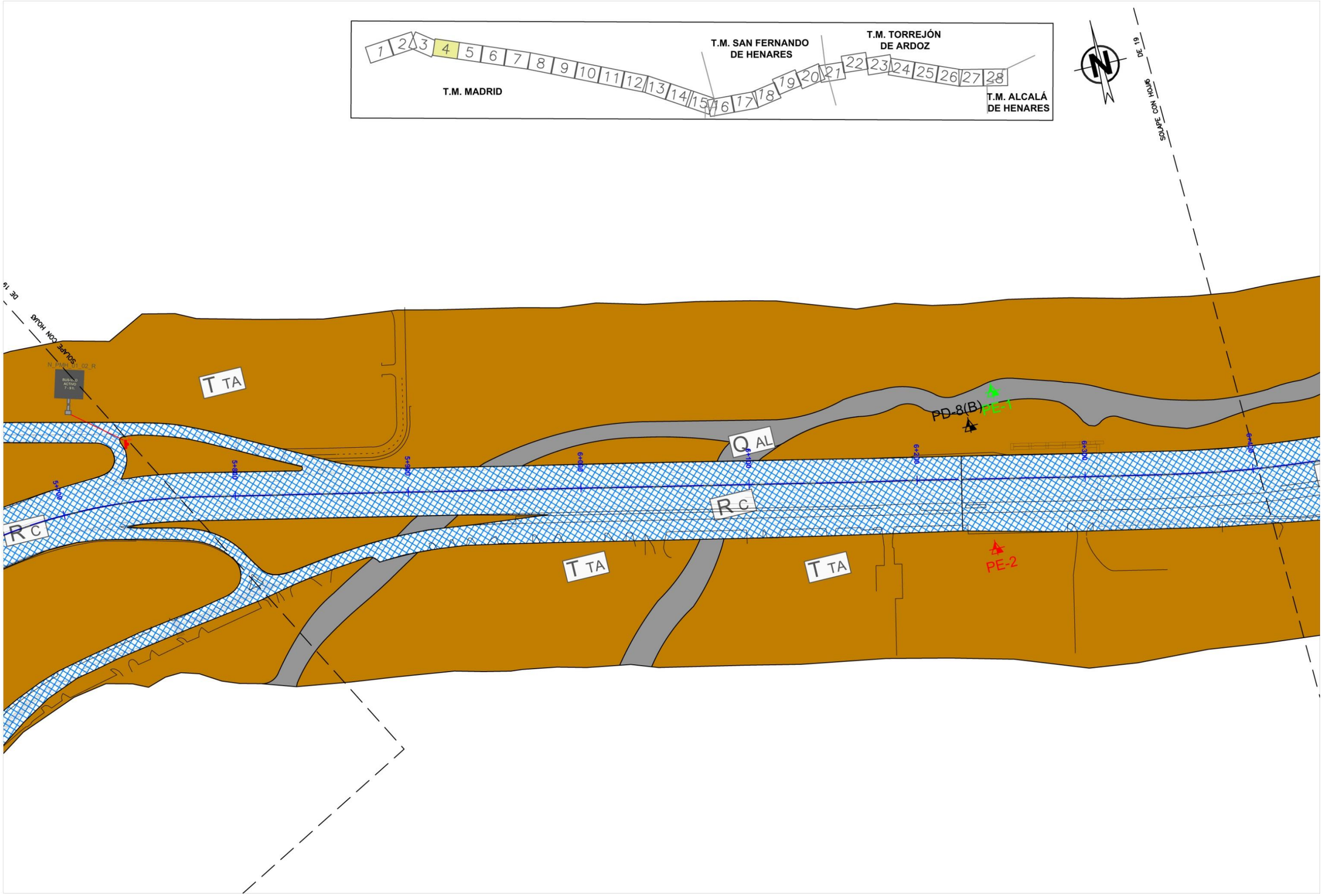
LEYENDA Cableado

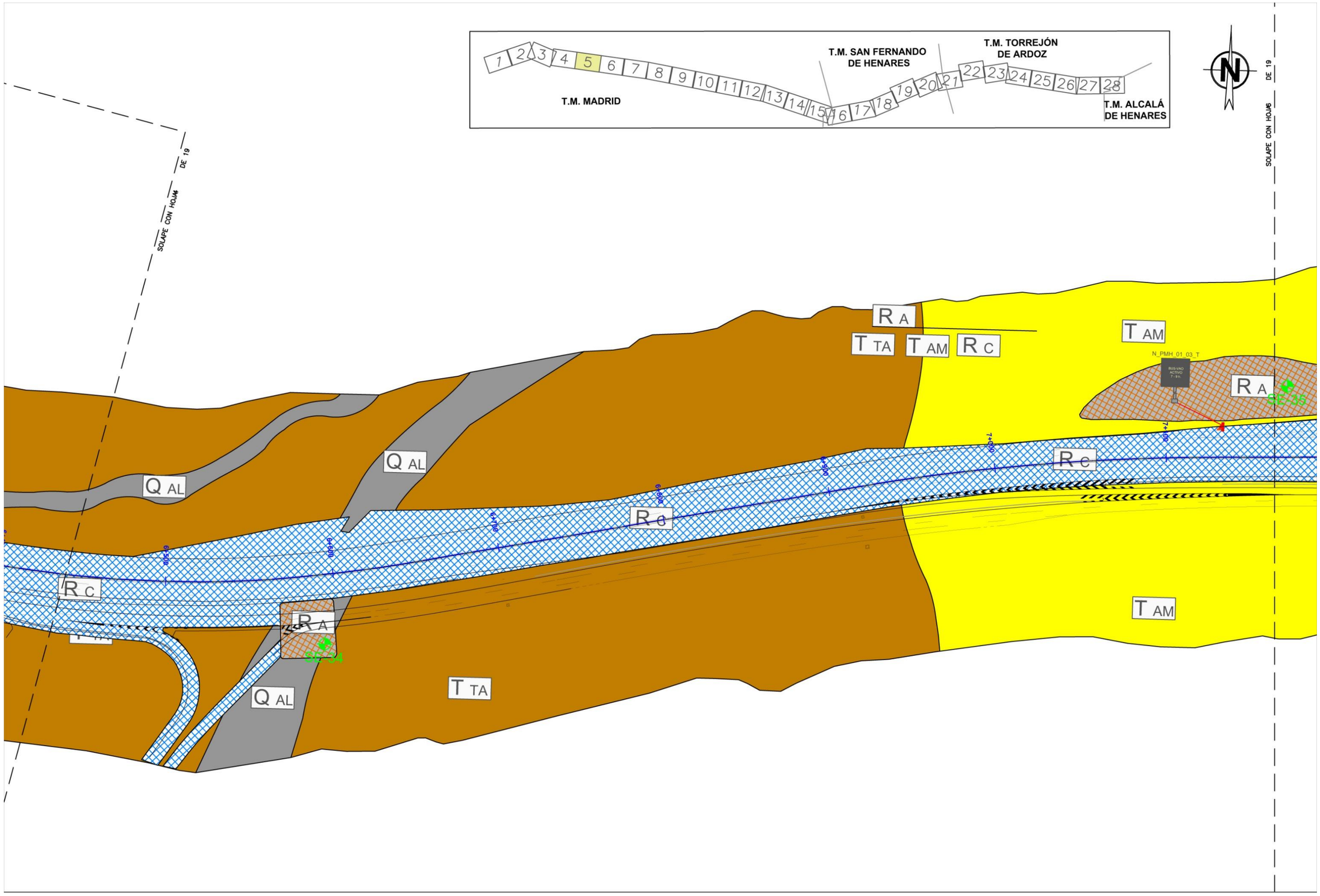


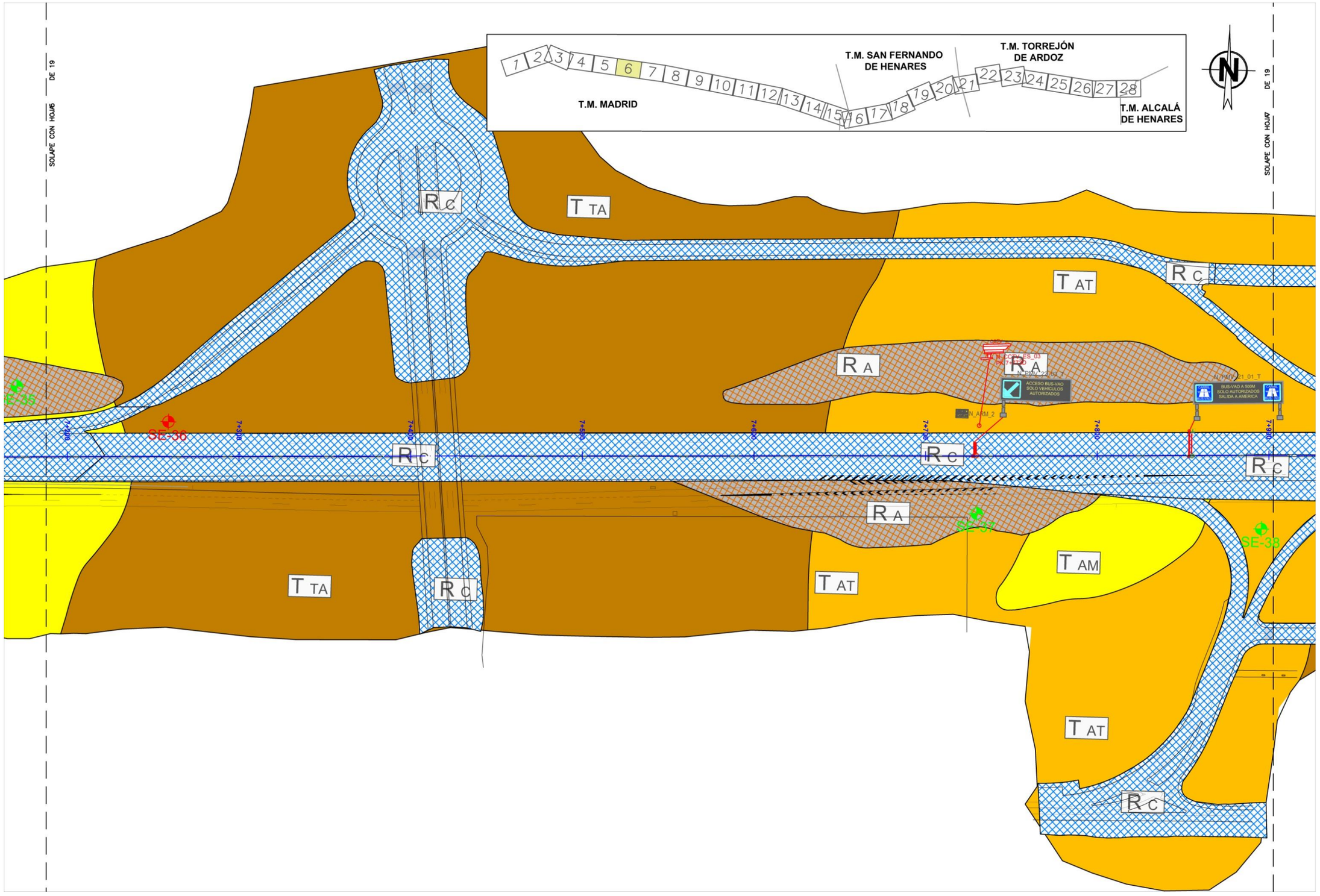
LEYENDA Equipos y obra civil

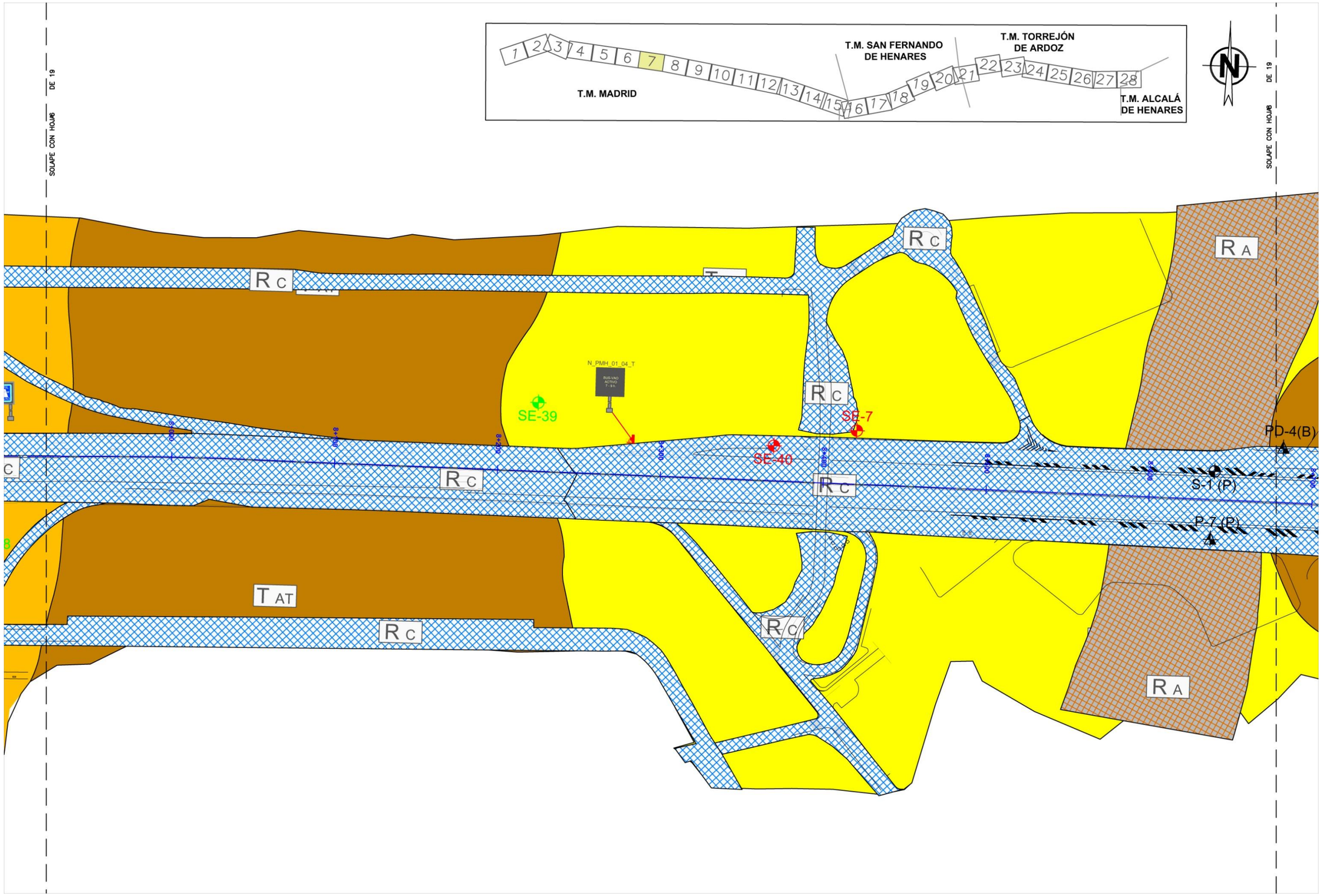


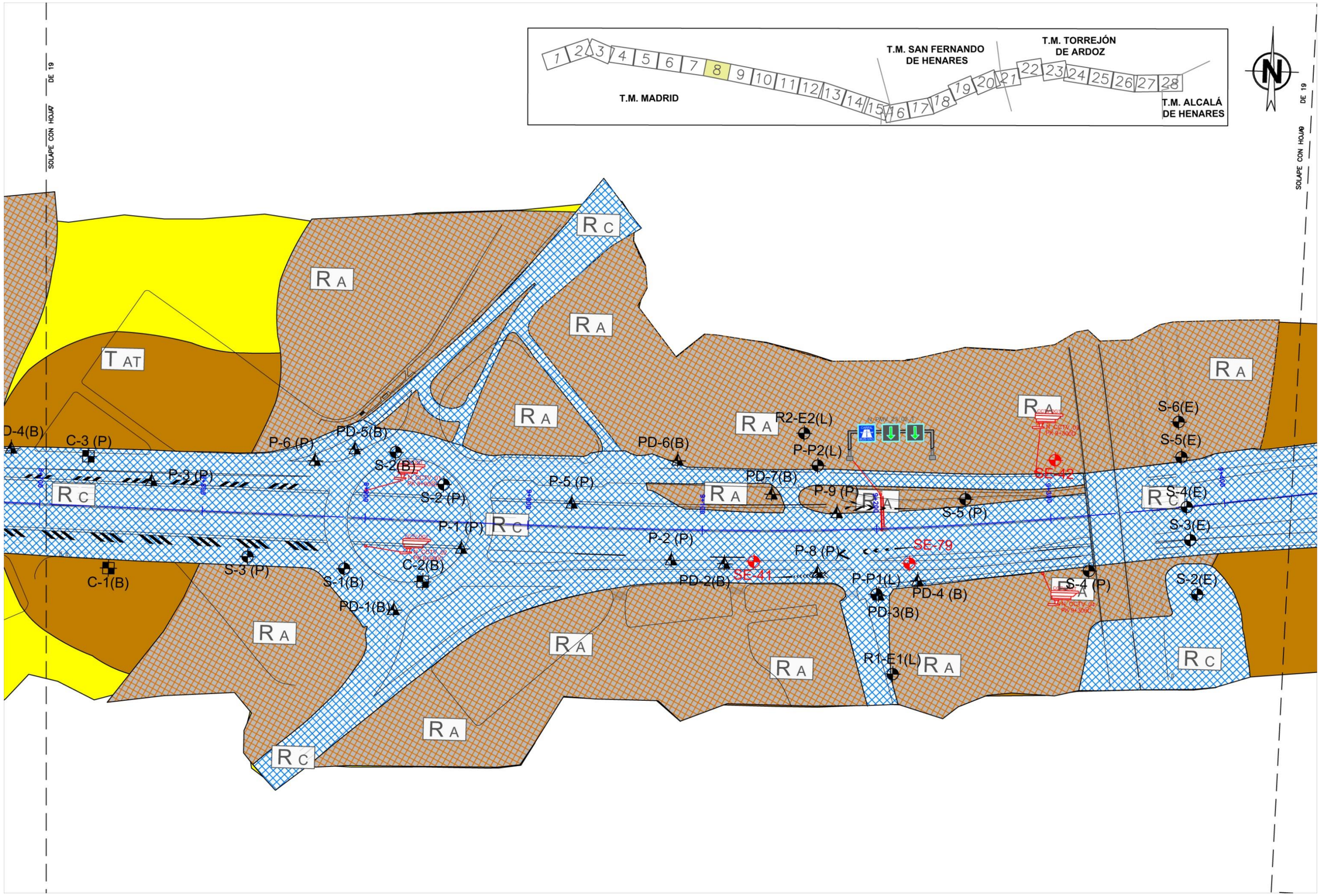

T.M. MADRID
T.M. SAN FERNANDO DE HENARES
T.M. TORREJÓN DE ARDOZ
T.M. ALCALÁ DE HENARES
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28
SOLAPE CON HOJA
N_PMV_23_01_T
N_PMH_01_01_R
BUS-VAO ACTIVO 7 - 9 h
5+000
5+100
5+200
5+300
5+400
5+500
5+600
5+700
5+800
Rc
T TA

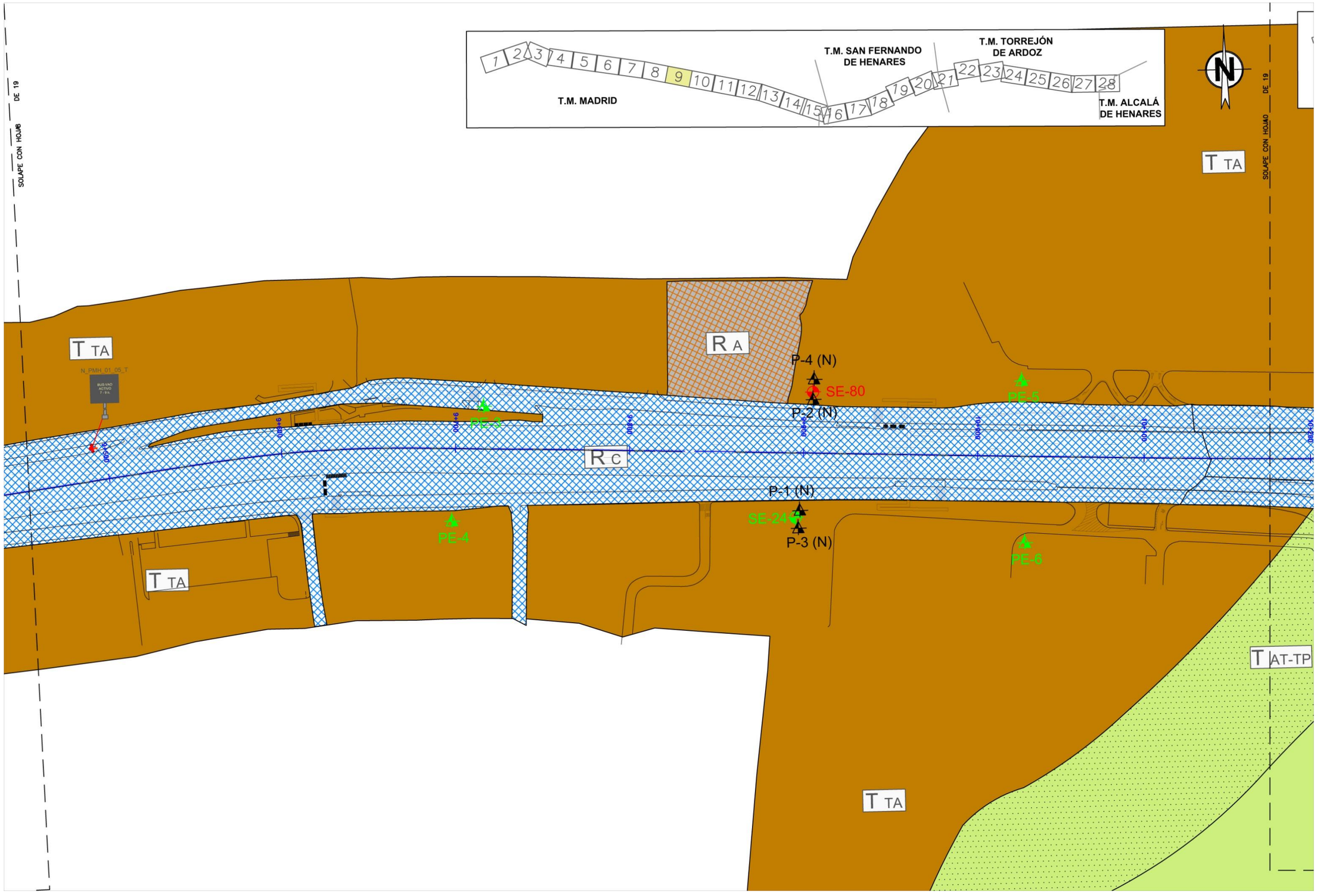

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28
T.M. MADRID
T.M. SAN FERNANDO DE HENARES
T.M. TORREJÓN DE ARDOZ
T.M. ALCALÁ DE HENARES
DE 19
SOLAPE CON HOJAS
T TA
Q AL
R C
PD-8(B)
PE-1
PE-2
5+800
6+000
6+200

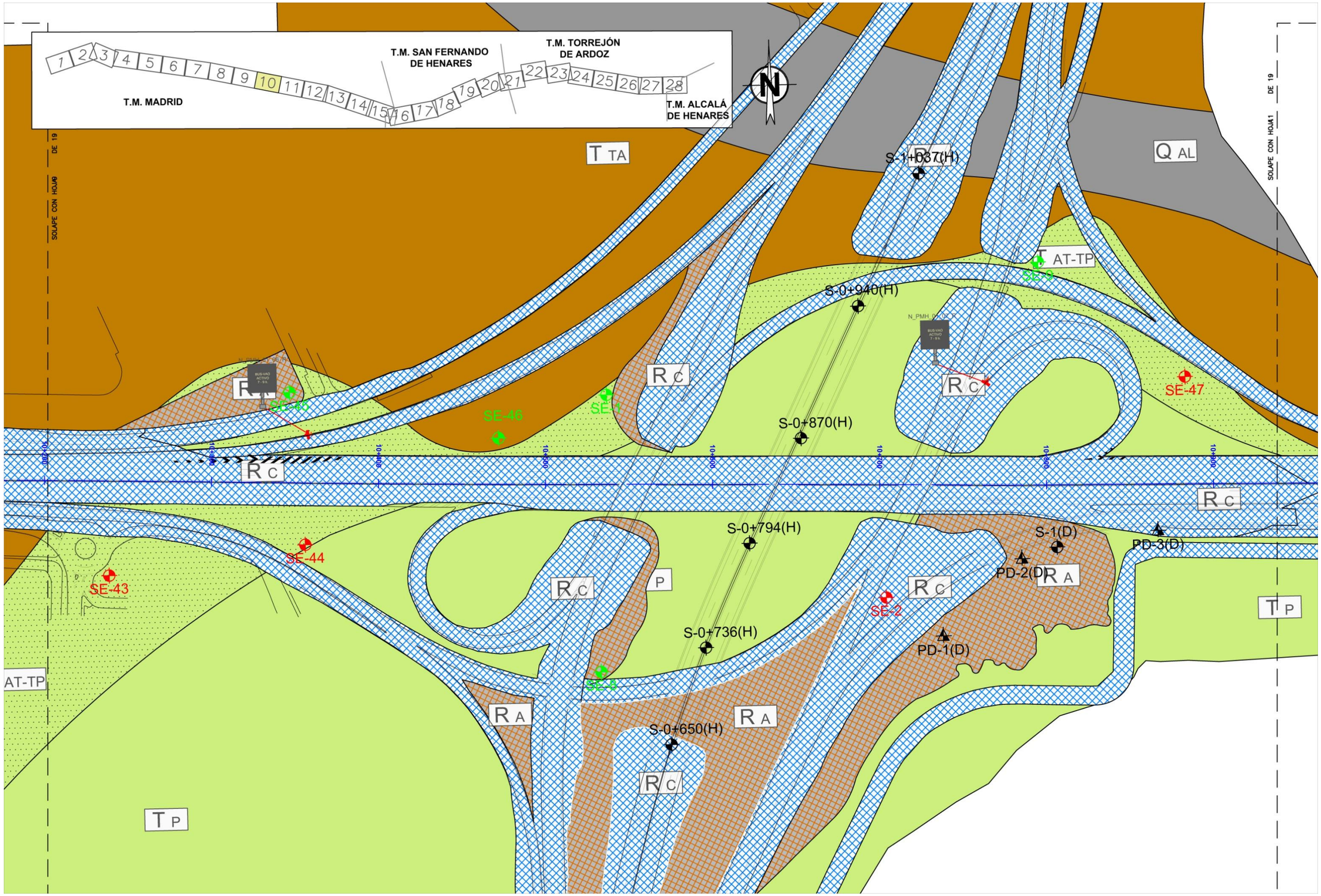

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28
T.M. MADRID
T.M. SAN FERNANDO DE HENARES
T.M. TORREJÓN DE ARDOZ
T.M. ALCALÁ DE HENARES
N
SOLAPE CON HOJA 19
SOLAPE CON HOJA 19
R A
T TA
T AM
R C
T AM
N_PMH_01_03_T
BUS-VAO ACTIVO 7-19 h
R A
SE-35
Q AL
Q AL
R C
R C
R C
R A
SE-34
T AM
Q AL
T TA
6+500
6+600
6+700
6+800
7+000
7+100

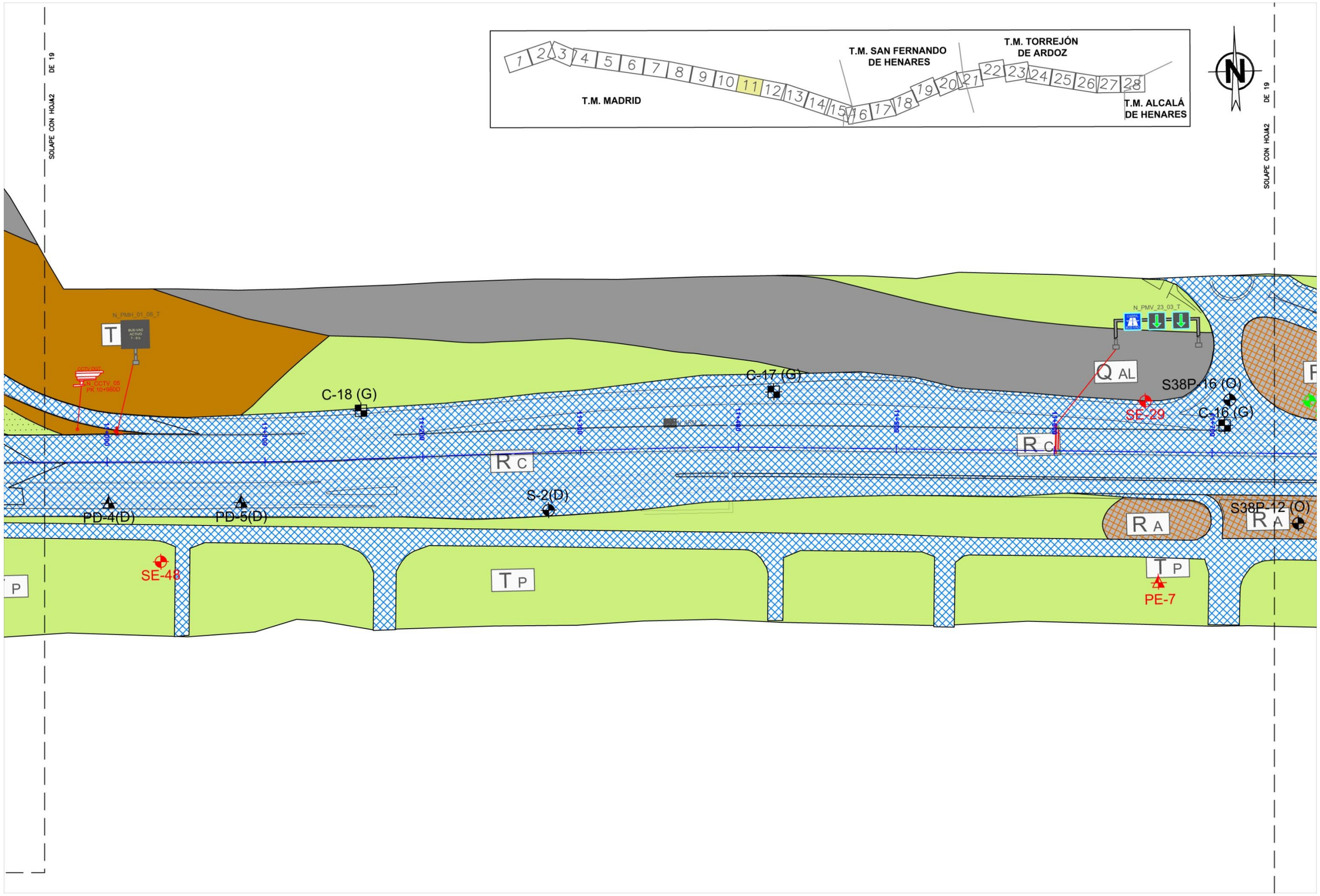

SOLAPE CON HOJA 6 DE 19
SOLAPE CON HOJA 7 DE 19
T.M. MADRID
T.M. SAN FERNANDO DE HENARES
T.M. TORREJÓN DE ARDOZ
T.M. ALCALÁ DE HENARES
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28
N
R C
T TA
T AT
R A
T AM
SE-35
SE-36
SE-37
SE-38
7+000
7+200
7+400
7+600
7+800
ACCESO BUS-VAO SOLO VEHÍCULOS AUTORIZADOS
BUS-VAO A 500M SOLO AUTORIZADOS SALIDA A AMERICA

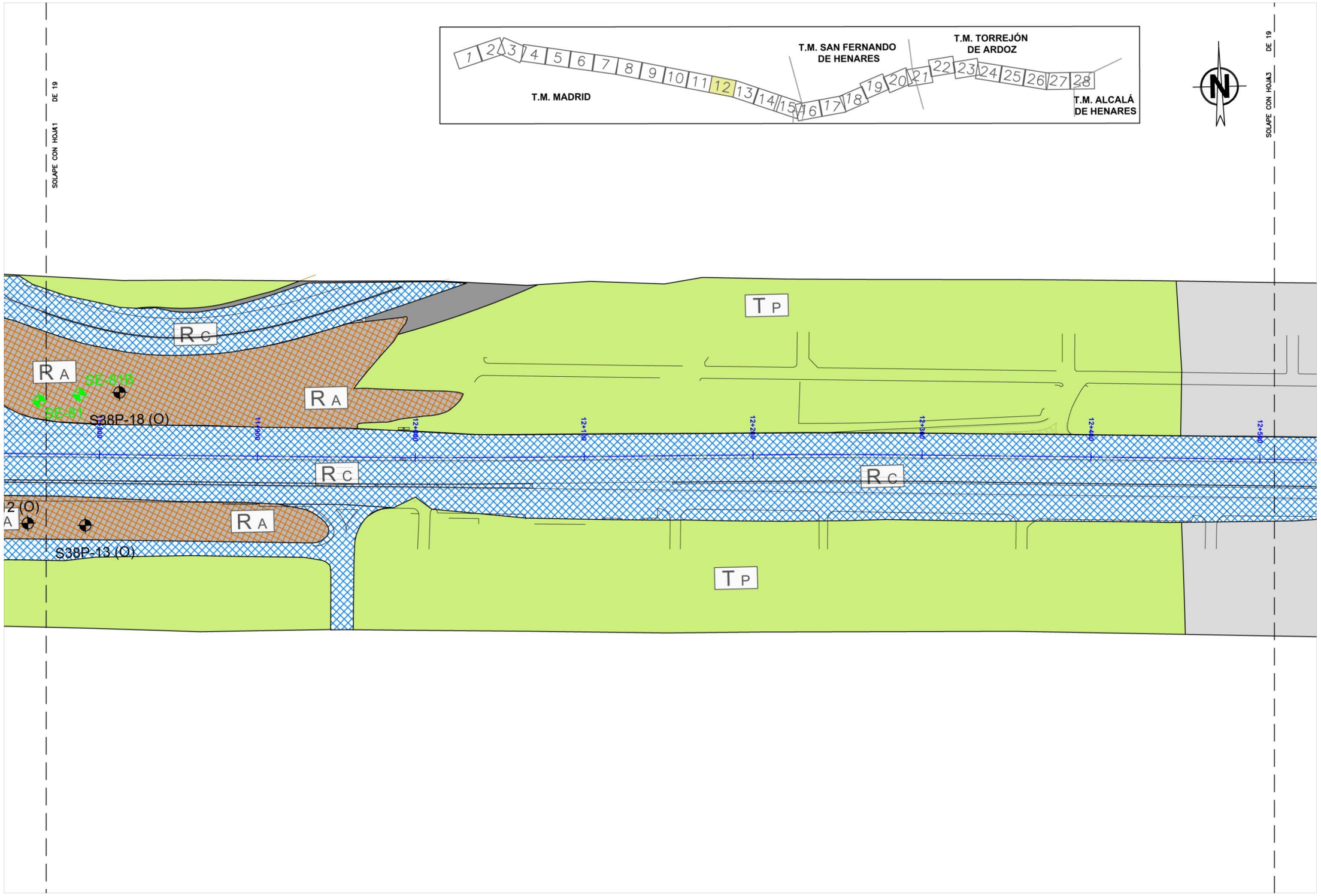

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28
T.M. MADRID
T.M. SAN FERNANDO DE HENARES
T.M. TORREJÓN DE ARDOZ
T.M. ALCALÁ DE HENARES
N
SOLAPE CON HOJA 6 DE 19
SOLAPE CON HOJA 6 DE 19
R C
R A
T AT
N_PMH_01_04_T
BUS-VAO ACTIVO 7 - 9 h
SE-39
SE-40
SE-7
PD-4(B)
S-1 (P)
P-7 (P)
8+000
8+200
8+300
8+400
8+500
8+600

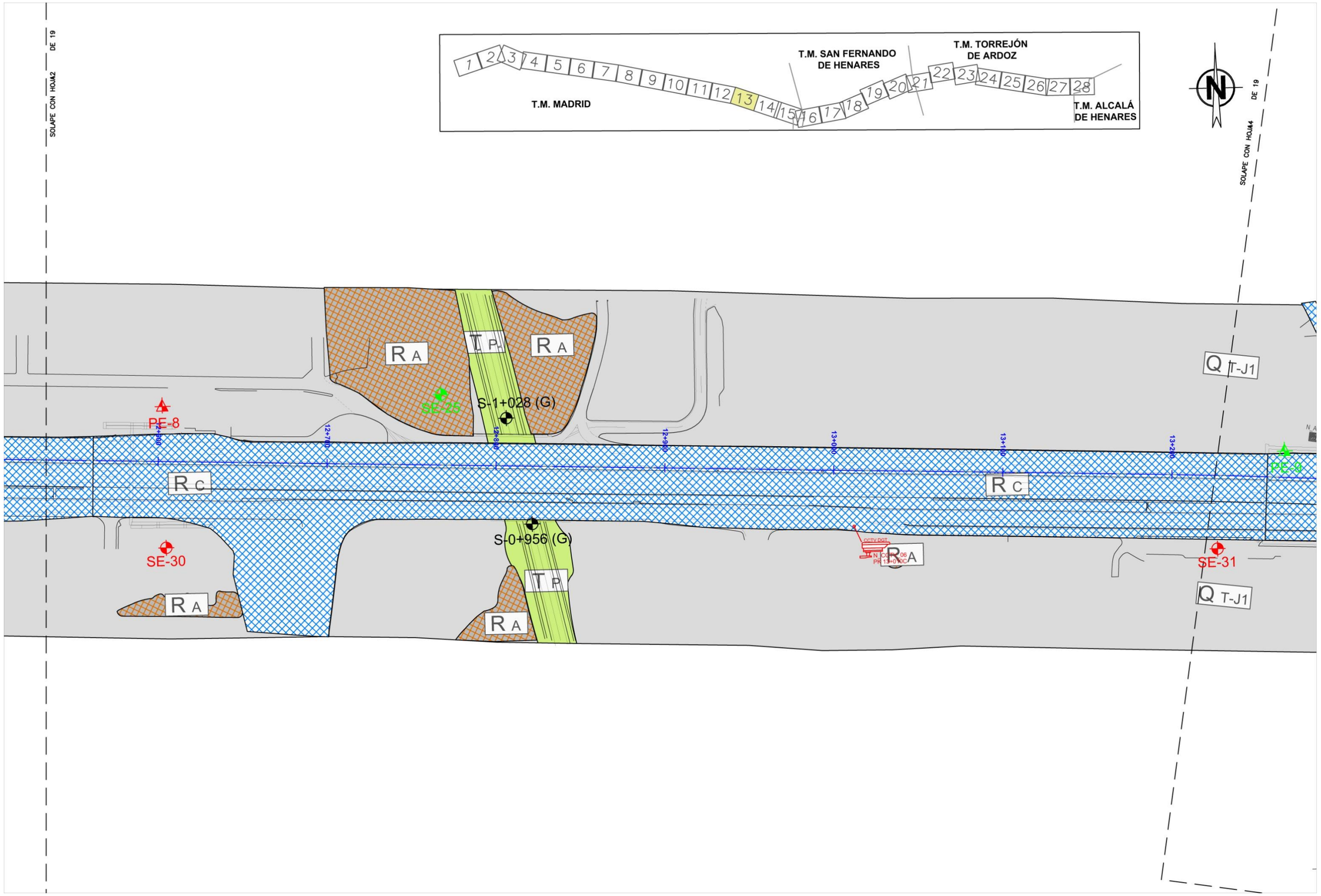

T.M. MADRID
T.M. SAN FERNANDO DE HENARES
T.M. TORREJÓN DE ARDOZ
T.M. ALCALÁ DE HENARES
SOLAPE CON HOJA 7 DE 19
SOLAPE CON HOJA 9 DE 19
R C
R A
T AT
C-3 (P)
P-6 (P)
PD-5(B)
S-2(B)
P-3 (P)
S-2 (P)
P-5 (P)
PD-6(B)
R2-E2(L)
P-P2(L)
PD-7(B)
P-9 (P)
SE-42
S-6(E)
S-5(E)
S-4(E)
S-3(E)
S-2(E)
S-5 (P)
P-1 (P)
P-2 (P)
P-8 (P)
SE-79
SE-41
PD-2(B)
P-P1(L)
PD-4 (B)
PD-3(B)
S-4 (P)
C-2(B)
S-3 (P)
S-1(B)
PD-1(B)
C-1(B)
R1-E1(L)

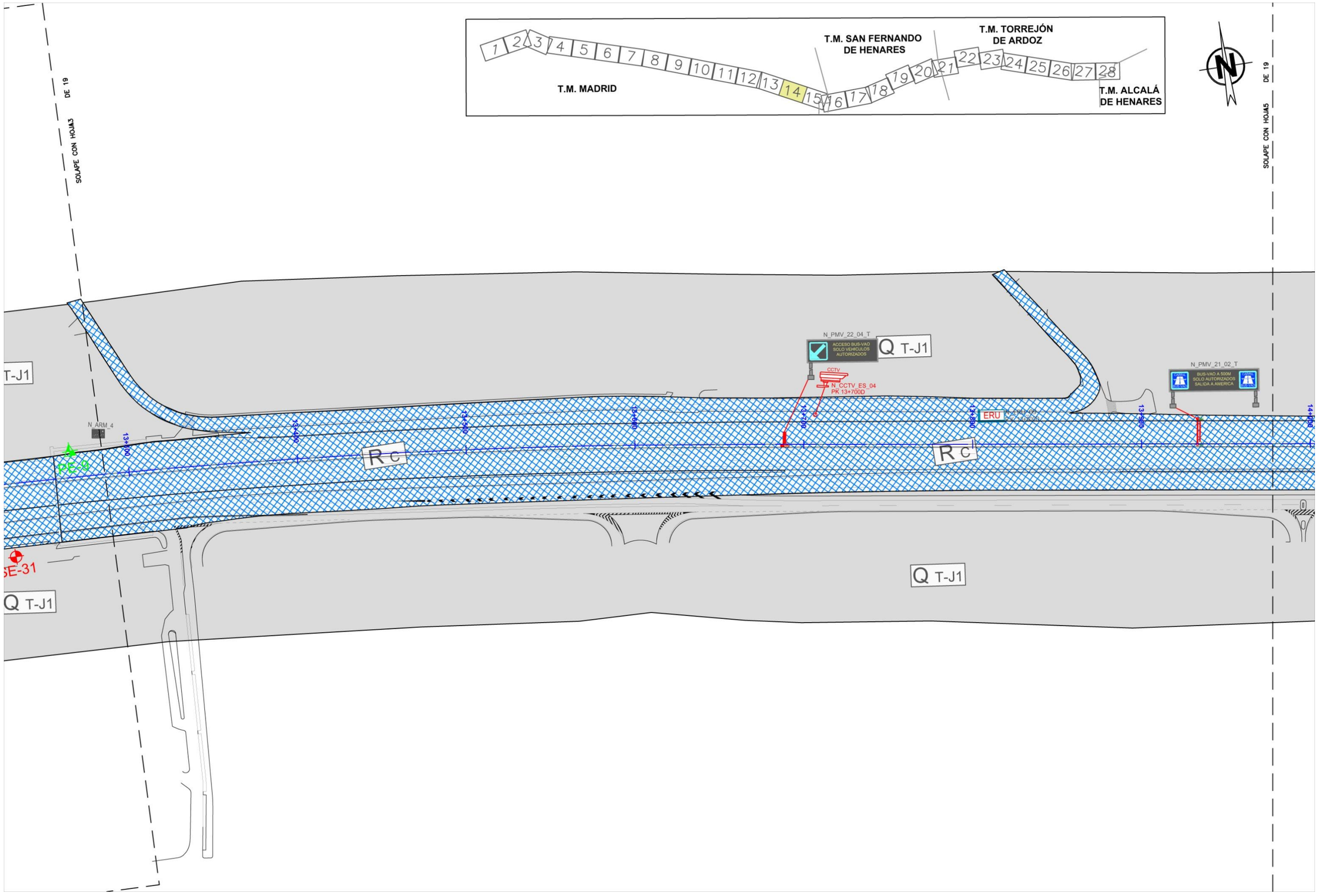

T.M. MADRID
T.M. SAN FERNANDO DE HENARES
T.M. TORREJÓN DE ARDOZ
T.M. ALCALÁ DE HENARES
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28
N
SOLAPE CON HOJA 8 DE 19
SOLAPE CON HOJA 10 DE 19
T TA
R A
R C
T AT-TP
P-4 (N)
SE-80
P-2 (N)
P-1 (N)
SE-24
P-3 (N)
PE-3
PE-4
PE-5
PE-6
N_PMH_01_05_T
BUS-VAO ACTIVO
7 - 9 h.
9+600
9+800
10+000
10+200

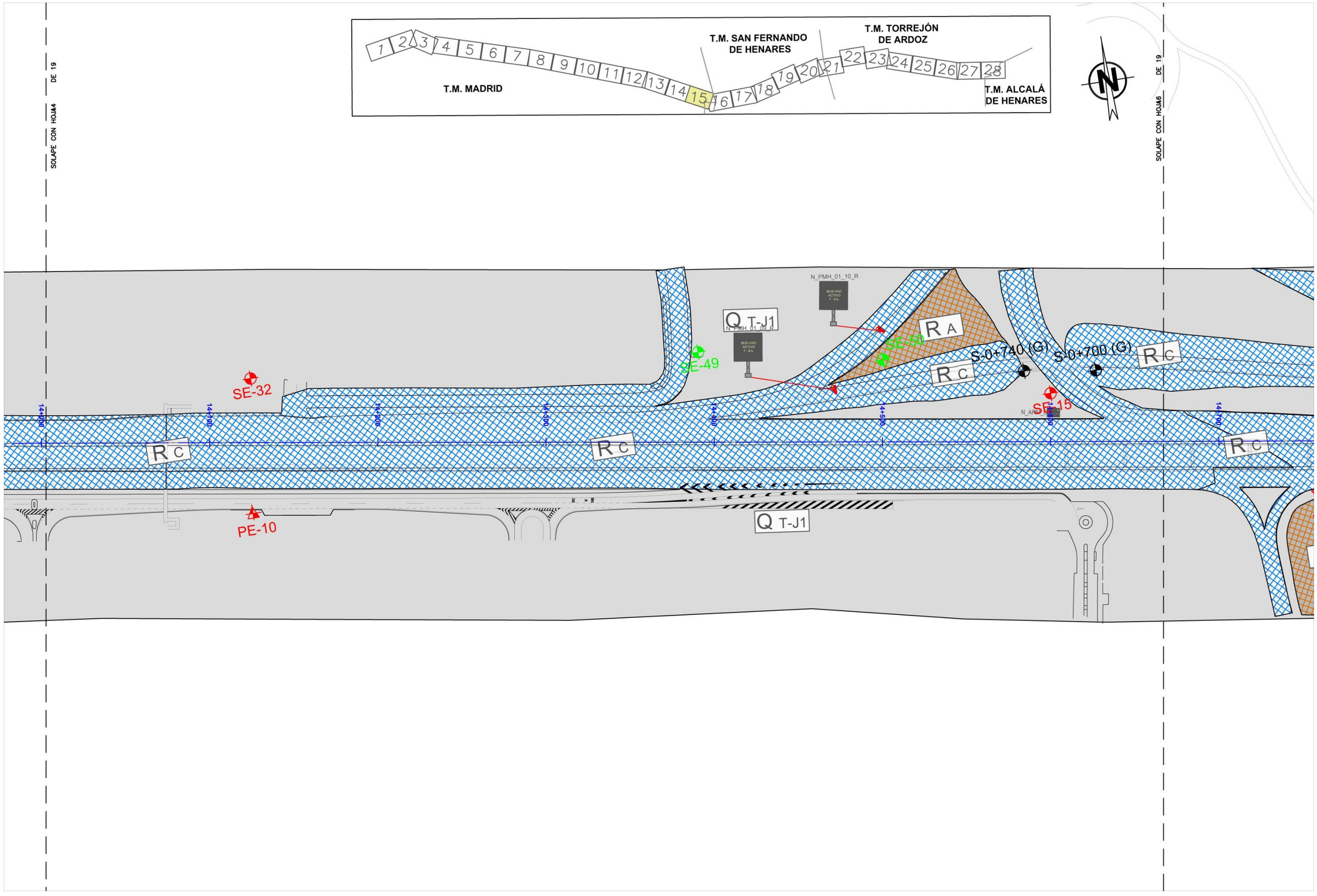

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28
T.M. MADRID
T.M. SAN FERNANDO DE HENARES
T.M. TORREJÓN DE ARDOZ
T.M. ALCALÁ DE HENARES
N
SOLAPE CON HOJA9 DE 19
SOLAPE CON HOJA11 DE 19
T TA
Q AL
S-1+037(H)
AT-TP
SE-3
S-0+940(H)
R C
SE-47
SE-45
SE-46
SE-1
S-0+870(H)
SE-44
SE-43
S-0+794(H)
S-1(D)
PD-3(D)
PD-2(D)
R A
P
SE-2
PD-1(D)
T P
S-0+736(H)
SE-4
S-0+650(H)

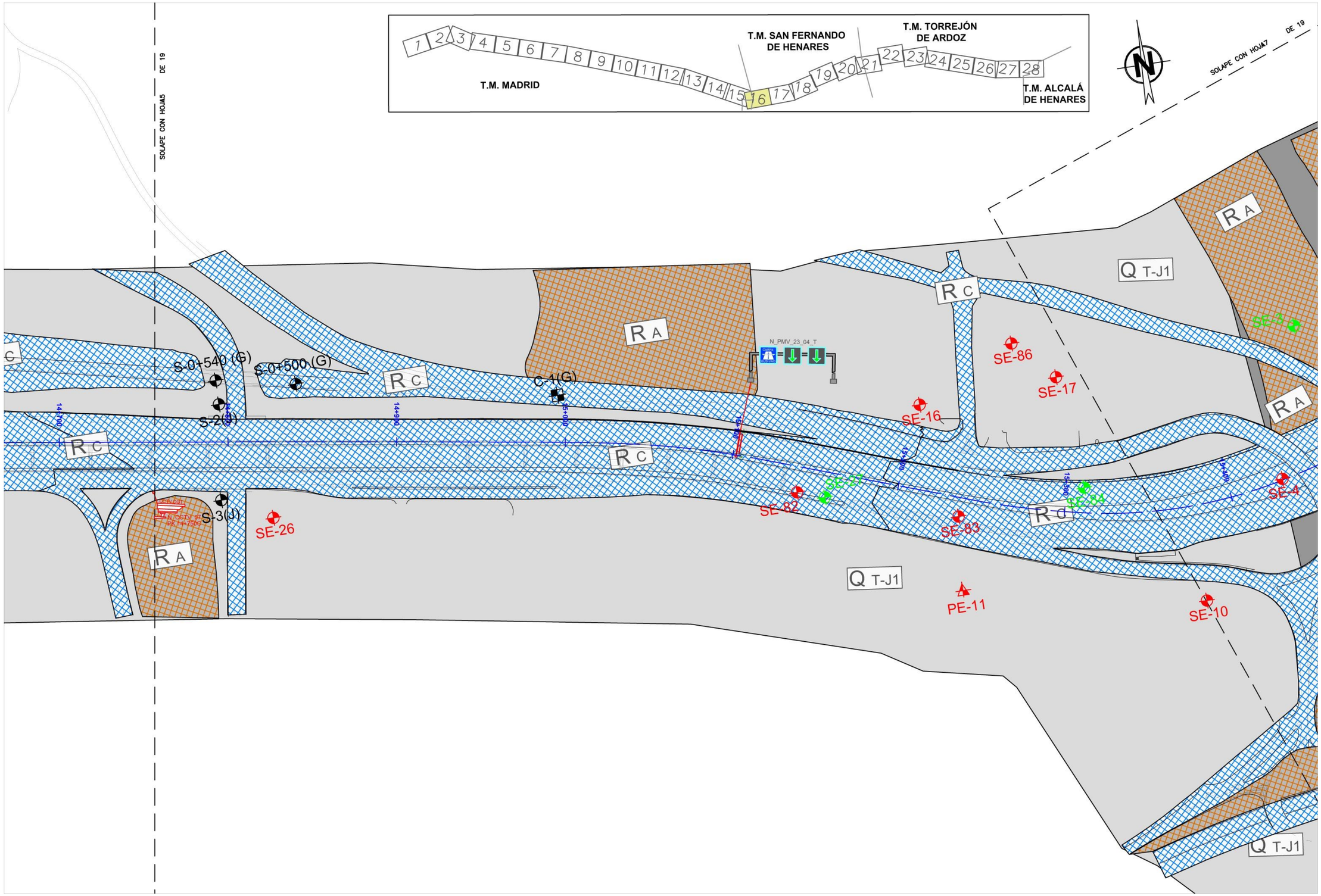

SOLAPE CON HOJA2 DE 19
SOLAPE CON HOJA2 DE 19
T.M. MADRID
T.M. SAN FERNANDO DE HENARES
T.M. TORREJÓN DE ARDOZ
T.M. ALCALÁ DE HENARES
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28
N
N_PMH_01_08_T
BUS-VAO ACTIVO 7 - 9 h
CCTV DGT
CCTV_05 PK 10+960D
N_PMV_23_03_T
C-18 (G)
C-17 (G)
Q AL
S38P-16 (O)
C-16 (G)
SE-29
R C
PD-4(D)
PD-5(D)
S-2(D)
S38P-12 (O)
R A
SE-48
T P
PE-7

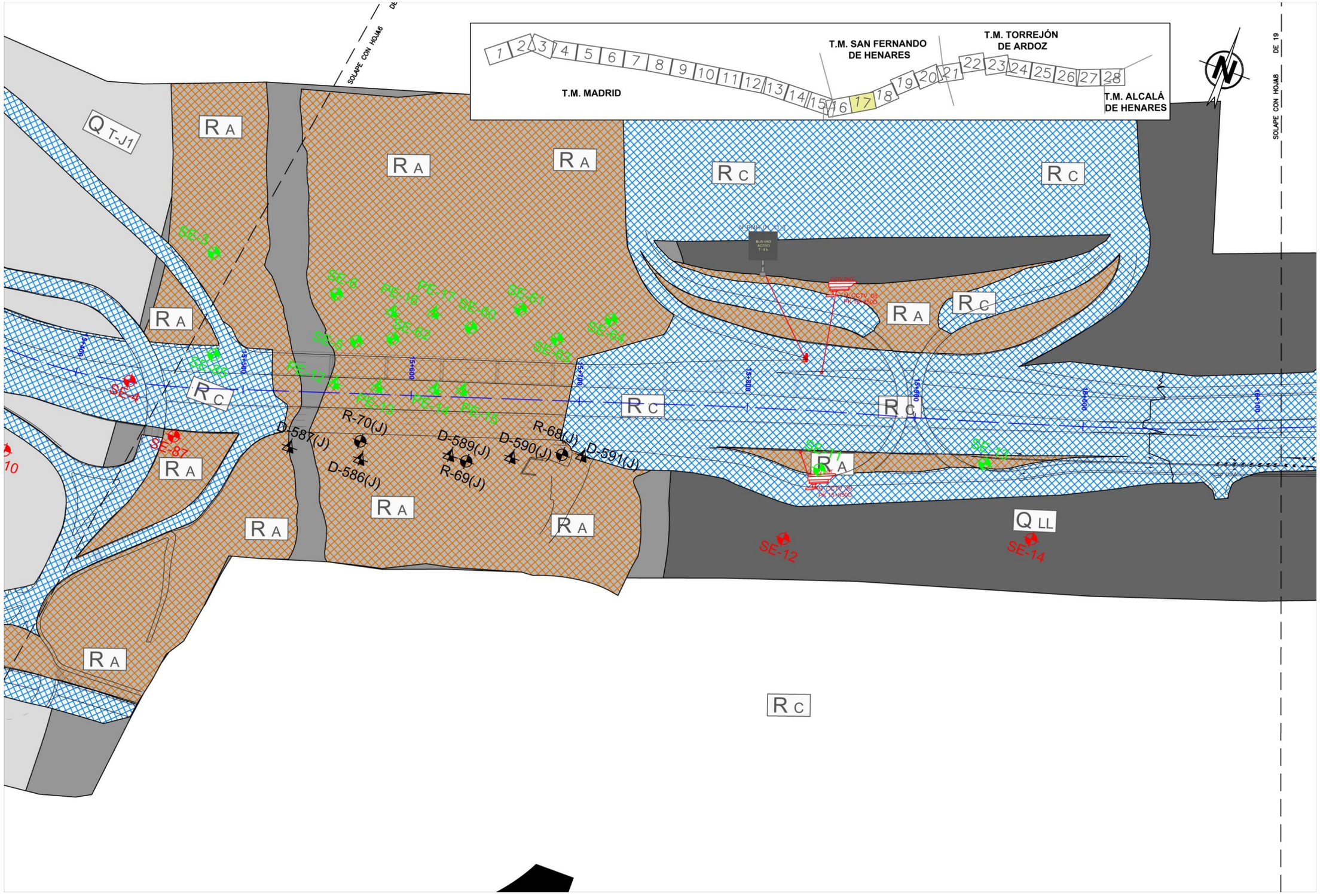

SOLAPE CON HOJA1 DE 19
SOLAPE CON HOJA3 DE 19
T.M. MADRID
T.M. SAN FERNANDO DE HENARES
T.M. TORREJÓN DE ARDOZ
T.M. ALCALÁ DE HENARES
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28
N
RC
RA
TP
SE-81B
SE-81
S38P-18 (O)
S38P-13 (O)
11+800
11+900
12+000
12+100
12+200
12+300
12+400
12+500

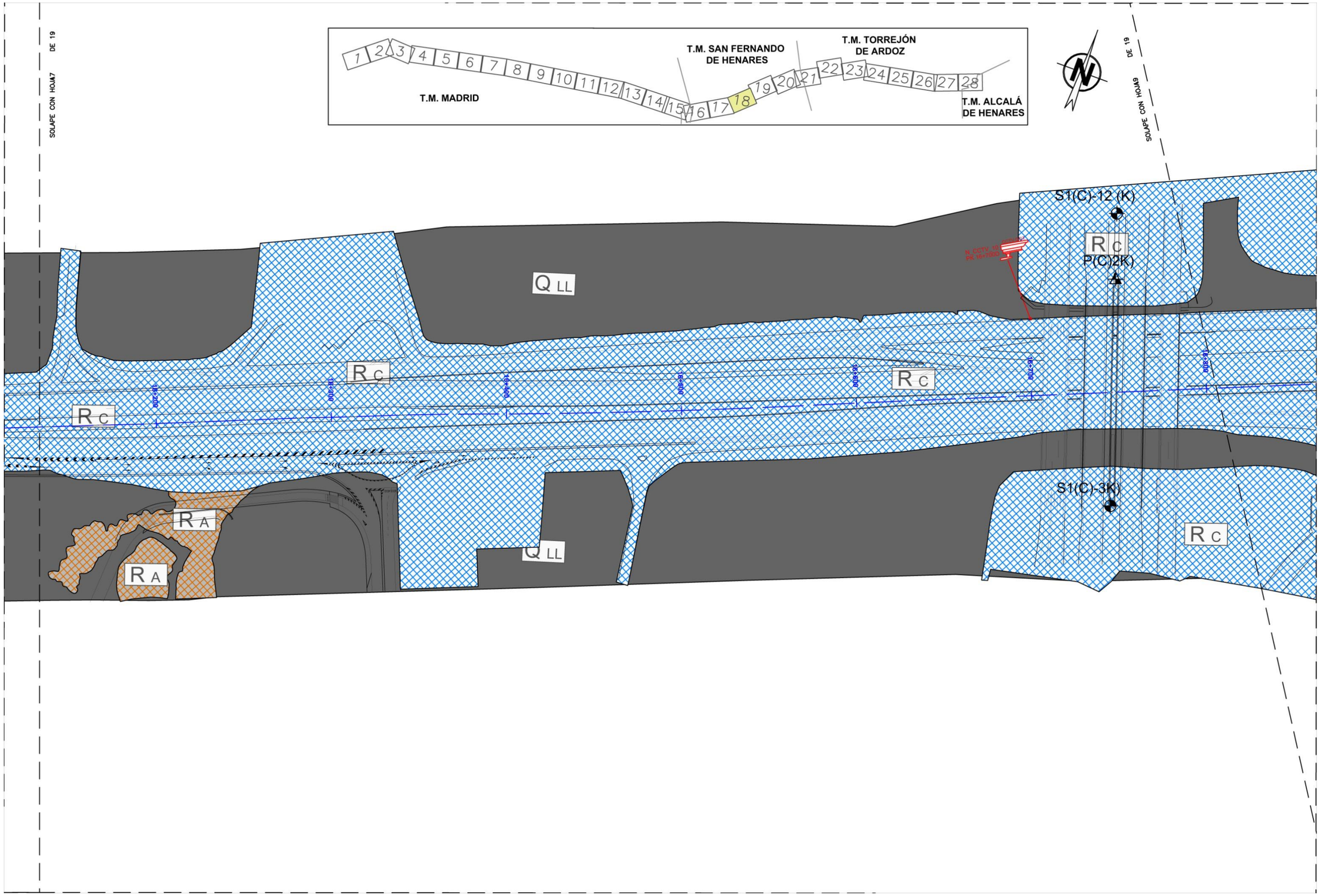

SOLAPE CON HOJA2 DE 19
SOLAPE CON HOJA4 DE 19
T.M. MADRID
T.M. SAN FERNANDO DE HENARES
T.M. TORREJÓN DE ARDOZ
T.M. ALCALÁ DE HENARES
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28
N
RA
TP
RA
QT-J1
SE-29
S-1+028 (G)
PE-8
12+700
12+800
12+900
13+000
13+100
13+200
RC
RC
PE-9
S-0+956 (G)
SE-30
SE-31
RA
TP
RA
RA
QT-J1

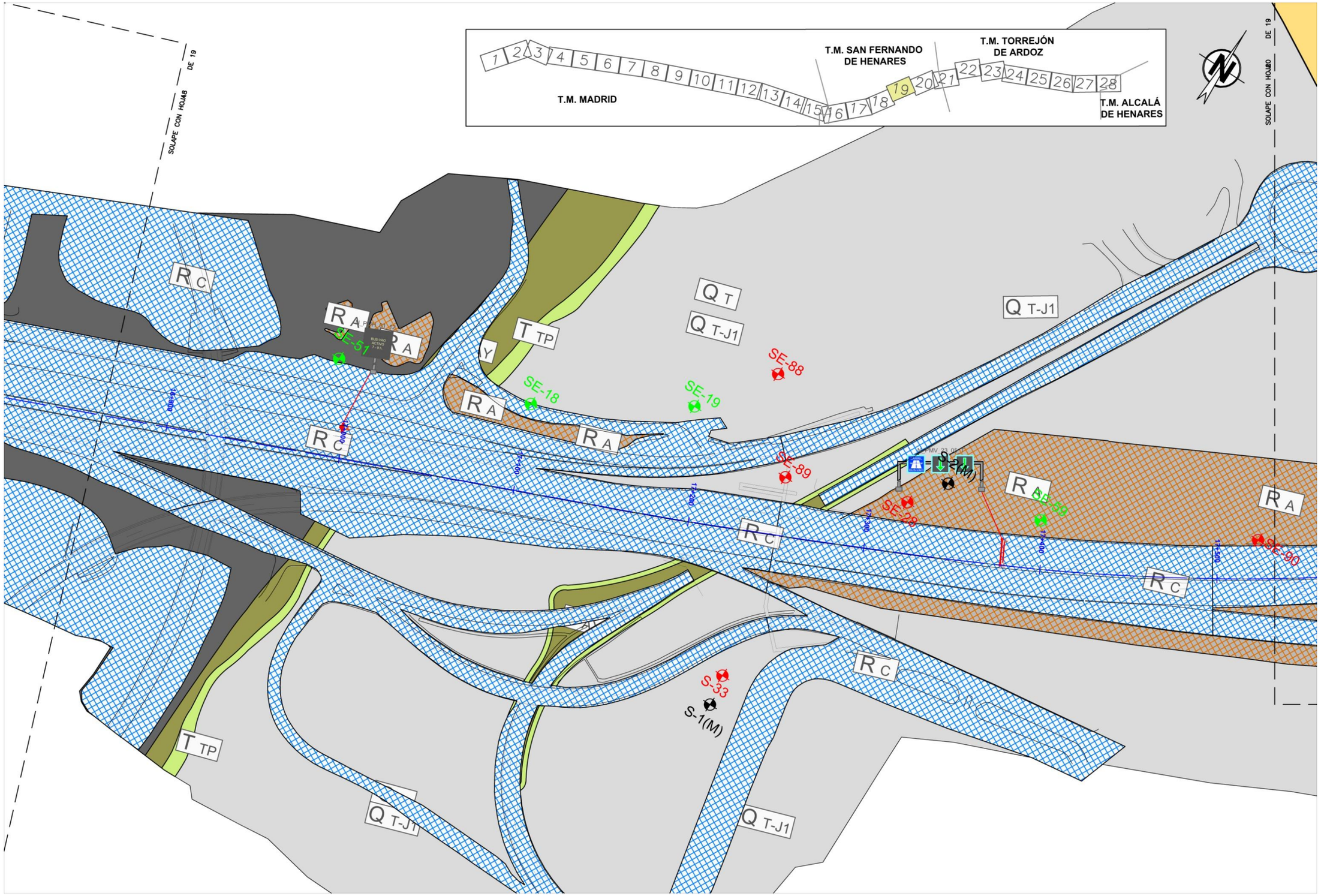

T.M. MADRID
T.M. SAN FERNANDO DE HENARES
T.M. TORREJÓN DE ARDOZ
T.M. ALCALÁ DE HENARES
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28
N
SOLAPE CON HOJA 5 DE 19
SOLAPE CON HOJA 5 DE 19
N_PMV_22_04_T
ACCESO BUS-VAO SOLO VEHICULOS AUTORIZADOS
Q T-J1
CCTV
N_CCTV_ES_04
PK 13+700D
N_PMV_21_02_T
BUS-VAO A 500M SOLO AUTORIZADOS SALIDA A AMERICA
ERU
N_ARM_4
PE-9
SE-31
Q T-J1
R C
R C
Q T-J1
13+000
13+200
13+400
13+600
13+800
14+000

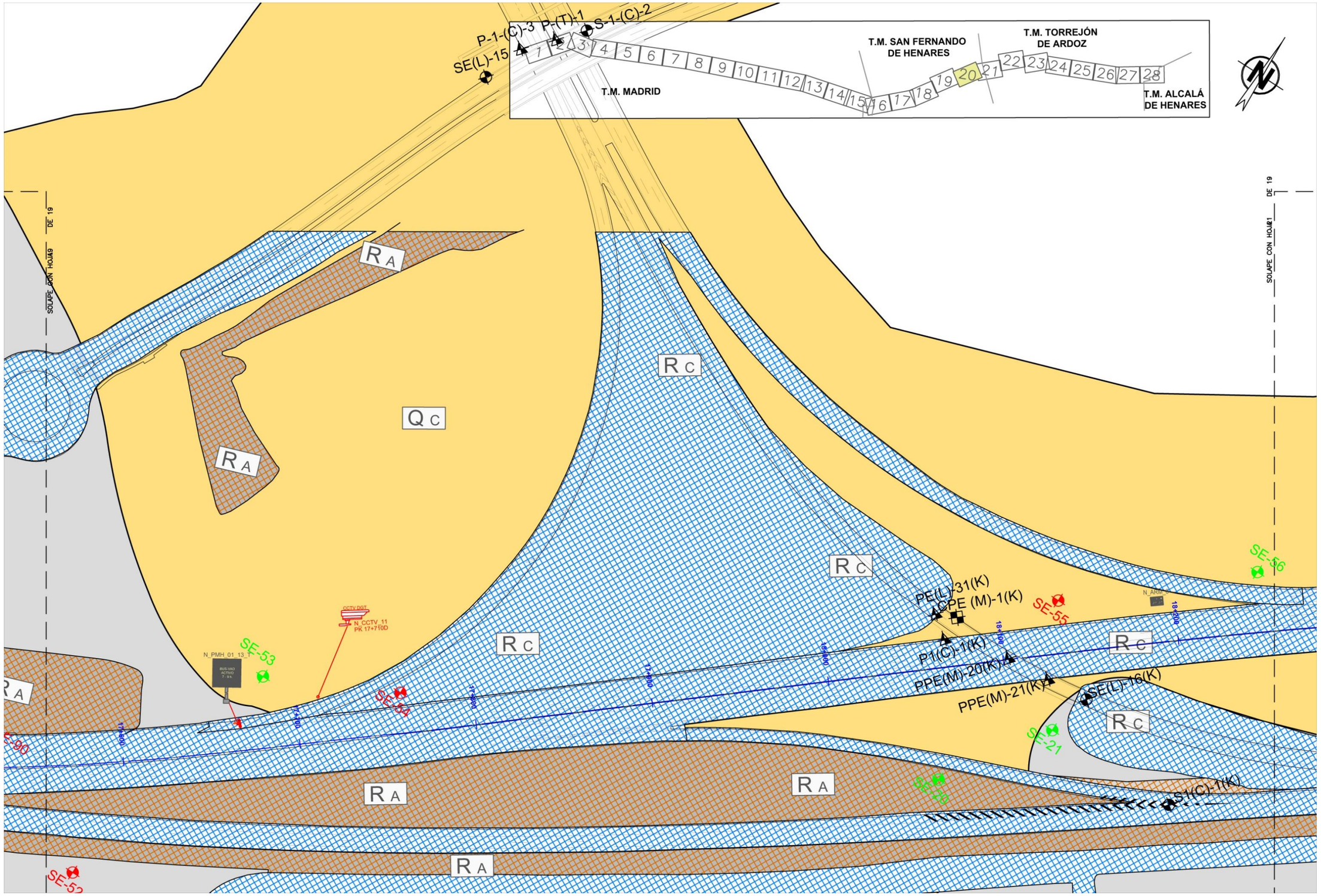

SOLAPE CON HOJA4 DE 19
SOLAPE CON HOJA6 DE 19
T.M. MADRID
T.M. SAN FERNANDO DE HENARES
T.M. TORREJÓN DE ARDOZ
T.M. ALCALÁ DE HENARES
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28
N
N_PMH_01_10_R
N_PMH_01_09_R
BUS-VAO ACTIVO 7 - 9 h
Q T-J1
R A
R C
SE-49
SE-50
SE-32
SE-15
S-0+740 (G)
S-0+700 (G)
PE-10
14+000
14+100
14+200
14+300
14+400
14+500
14+600
14+700

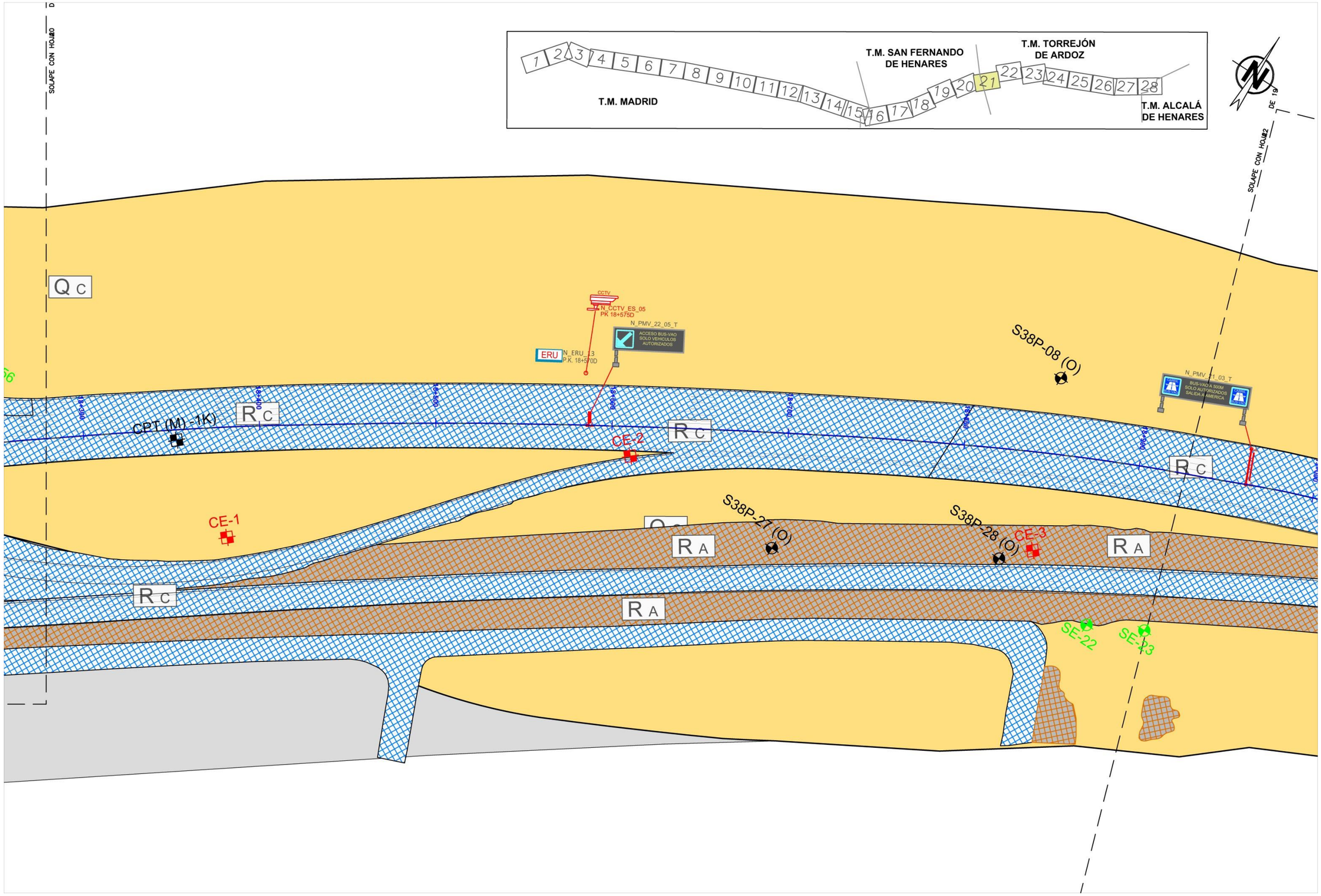

T.M. MADRID
T.M. SAN FERNANDO DE HENARES
T.M. TORREJÓN DE ARDOZ
T.M. ALCALÁ DE HENARES
SOLAPE CON HOJA5 DE 19
SOLAPE CON HOJA7 DE 19
N
R A
R C
Q T-J1
S-0+540 (G)
S-0+500 (G)
S-2(J)
C-1(G)
S-3(J)
N_PMV_23_04_T
SE-16
SE-86
SE-17
SE-4
SE-26
SE-82
SE-27
SE-84
SE-83
PE-11
SE-10
14+700
14+900
15+000
15+300
15+400


T.M. MADRID
T.M. SAN FERNANDO DE HENARES
T.M. TORREJÓN DE ARDOZ
T.M. ALCALÁ DE HENARES
SOLAPE CON HOJA6
SOLAPE CON HOJA8
DE 19
Q T-J1
Q LL
R A
R C
SE-1
SE-2
SE-3
SE-4
SE-5
SE-6
SE-10
SE-11
SE-12
SE-13
SE-14
SE-15
SE-16
SE-17
SE-18
SE-19
SE-20
SE-21
SE-50
SE-62
SE-63
SE-64
SE-85
SE-87
PE-10
PE-11
PE-12
PE-13
PE-14
PE-15
PE-16
PE-17
D-586(J)
D-587(J)
D-589(J)
D-590(J)
D-591(J)
R-68(J)
R-69(J)
R-70(J)
BUS-VAO ACTIVO 7 - 9 h.
PK 15+500
PK 16+850
PK 18+300
15+500
16+500
17+500
18+500
19+500
20+500
21+500
22+500
23+500
24+500
25+500
26+500
27+500
28+500
29+500
30+500
31+500
32+500
33+500
34+500
35+500
36+500
37+500
38+500
39+500
40+500
41+500
42+500
43+500
44+500
45+500
46+500
47+500
48+500
49+500
50+500
51+500
52+500
53+500
54+500
55+500
56+500
57+500
58+500
59+500
60+500
61+500
62+500
63+500
64+100


SOLAPE CON HOJA7 DE 19
SOLAPE CON HOJA9 DE 19
T.M. MADRID
T.M. SAN FERNANDO DE HENARES
T.M. TORREJÓN DE ARDOZ
T.M. ALCALÁ DE HENARES
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28
S1(C)-12 (K)
P(C)2K)
S1(C)-3K)
Q LL
R C
R A
PK 16+700
PK 17+200


T.M. MADRID
T.M. SAN FERNANDO DE HENARES
T.M. TORREJÓN DE ARDOZ
T.M. ALCALÁ DE HENARES
SOLAPE CON HOJA 8 DE 19
SOLAPE CON HOJA 10 DE 19
R C
R A
T TP
Q T
Q T-J1
Y
SE-51
SE-18
SE-19
SE-88
SE-89
SE-29
SE-59
SE-90
S-33
S-1(M)
BUS-VAO ACTIVO 7 - 9 h


P-1-(C)-3
P-(T)-1
S-1-(C)-2
SE(L)-15
T.M. MADRID
T.M. SAN FERNANDO DE HENARES
T.M. TORREJÓN DE ARDOZ
T.M. ALCALÁ DE HENARES
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28
SOLAPE CON HOJA 19 DE 19
SOLAPE CON HOJA 21 DE 19
RA
RC
QC
SE-90
SE-52
SE-53
SE-54
SE-55
SE-56
SE-57
SE-58
SE-59
SE-21
N_PMH_01_13_T
BUS-VAO ACTIVO 7-9 h
N_CCTV_11 PK 17+710D
PE(L)-31(K)
PPE (M)-1(K)
P1(C)-1(K)
PPE(M)-20(K)
PPE(M)-21(K)
SE(L)-16(K)
S1(C)-1(K)
17+000
17+800
18+000
18+200


1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28
T.M. MADRID
T.M. SAN FERNANDO DE HENARES
T.M. TORREJÓN DE ARDOZ
T.M. ALCALÁ DE HENARES
SOLAPE CON HOJA 00
SOLAPE CON HOJA 02
Q C
R C
R A
CCTV
N_CCTV_ES_05 PK 18+575D
N_PMV_22_05_T
ACCESO BUS-VAO SOLO VEHICULOS AUTORIZADOS
ERU
N_ERU_13 P.K. 18+570D
N_PMV_21_03_T
BUS-VAO A 500M SOLO AUTORIZADOS SALIDA A AMERICA
CPT (M) -1K)
CE-1
CE-2
CE-3
S38P-08 (O)
S38P-27 (O)
S38P-28 (O)
SE-22
SE-23
18+400
18+500
18+600
18+700
18+800
18+900
19+000

Plano 2. Mapa hidrogeológico general de situación del área estudiada (E: 1/200.000)

LEYENDA LITOLOGICA

I	II	III	LITOLOGIA	EDAD
11			Aluviones y terrazas bajas. Arenas, limos, gravas. PERMEABLE	CUATERNARIO
		10	Coluviones, Conos de deyección, glacis, terrazas altas, Arenas limos, gravas, matriz arcillosa	CUATERNARIO
	9		Calizas lacustres de los Páramos de la Alcarria. PERMEABLE	TERCIARIO - Mioceno Superior
		8	Gravas, arenas, arcillas. Calizas, margas, yesos	TERCIARIO - Mioceno Superior - Medio
		7	Yesos y margas yesíferas	TERCIARIO - Mioceno - Inf. - Medio
		6	Bandeados de arcilla y margas, margocalizas, calizas, sílex, sepiolitas y niveles arenosos	TERCIARIO - Mioceno - Inf. - Medio
		5	Arcillas, niveles margosos y arenosos bien estratificados	TERCIARIO - Mioceno - Inf. -Medio
4			Arenas, gravas finas, arenas fangosas, bloques y arcillas . PERMEABLE	TERCIARIO - Mioceno - Inf. - Medio
3			Arenas, gravas finas y gravas con más o menos niveles de fangos arcillosos. PERMEABLE - SEMIPERMEABLE	TERCIARIO - Paleogeno
		2	Areniscas calcareas, calizas y dolomias PERMEABLE	CRETACICO
		1	Granitos, gneises. Diques de cuarzo, pegmatitas, etc.	COMPLEJO IGNEO-METAMORFICO

I : FORMACIONES POROSAS, NORMALMENTE SIN CONSOLIDAR
II : FORMACIONES FISURADAS Y KARSTIFICADAS
III: FORMACIONES POROSAS Y FISURADAS, OCASIONALMENTE CON ACUIFEROS ASILADOS DE INTERES LOCAL

SIGNOS CONVENCIONALES

- Contacto entre formaciones
- Cabalgamiento. Falla
- I-I' Situación de los cortes
- Dolina
- Presa de embalse
- Presa con central hidroeléctrica
- Embalse. A: Capacidad en hm^3 B: Caudal variable con garantía 96% en hm^3/año
- Estación de aforo. A: Caudal medio en hm^3/año B: Período de medición C: Area abarcada en Km^2
- Punto de aforo directo (campaña de 1985). A: Nomenclatura del punto B: Caudal medio de estiaje en l/s
- Canal de abastecimiento
- Canal de regadío
- Depósito de agua
- Estación de tratamiento
- Sondeo
- Pozo
- Piezómetro
- Sondeo de abastecimiento a población
- Manantial
- Punto de control de la red de calidad.
- 500 Curva piezométrica con indicación de la cota en m.s.n.m. y la dirección del flujo subterráneo
- Zona con artesianismo
- Límite de grandes cuencas hidrográficas
- Límite de cuencas hidrográficas
- Límite de subcuencas hidrográficas

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE FOMENTO	SERVICIO: DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN MADRID	CONSULTORA: prointec	EL I.C.C.P. AUTOR DEL PROYECTO: D. EDUARDO GARCIA DE GUINEA	EL I.C.C.P. DIRECTOR DEL PROYECTO: D. ALFREDO LÓPEZ DE LA FUENTE	V° B° EL JEFE DE LA DEMARCACION: D. JOSE RAMÓN PARAMIO FDEZ.	ESCALAS: S/E ORIGINAL A–1	0 GRÁFICA	TÍTULO COMPLEMENTARIO: PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN: "AUTOVÍA DEL NORDESTE A-2. ACCESO A MADRID. PLATAFORMAS RESERVADAS PARA EL TRANSPORTE PÚBLICO, VÍAS DE SERVICIO Y ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS. P.K. 5,3 AL P.K. 24,5. TRAMO: CALLE ARTURO SORIA - ALCALÁ DE HENARES".	CLAVE: 49-M-12280	N° DE PLANO: HOJA 1 DE 2	DESIGNACIÓN DEL PLANO: MAPA HIDROGEOLÓGICO GENERAL DE SITUACIÓN DEL ÁREA ESTUDIADA LEYENDA	FECHA: DICIEMB.-2008 N° DE PAGINA:


AMBITO DE ESTUDIO
N
MADRID
ALCOBENDAS
SAN SEBASTIÁN DE LOS REYES
Emb. de El Pardo
Emb. de Valmayor
Colmenarejo
El Escorial
Galapagar
Collado Villalba
Hoyo de Manzanares
Las Rozas de Madrid
MAJADAHONDA
POZUELO DE ALARCÓN
LEGANÉS
GETAFE
FUENLABRADA
MÓSTOLES
ALCORCÓN
ARGANDA
COSLADA
SAN FERNANDO DE HENARES
TORREJÓN DE ARDOZ
ALCALÁ DE HENARES
Campo Real
Torres de la Alameda
Loeches
Velilla de San Antonio
Pozuelo del Rey
Nuevo Baztán
Villarejo de Salvanés
Valdilecha
Tielmes
Morata de Tajuña
Perales de Tajuña
Chinchón
Colmenar del Arroyo
Brunete
Villanueva de Perales
Villamantilla
Navalcarnero
Sevilla la Nueva
Villaviciosa de Odón
Móstoles
Fuenlabrada
Humanes de Madrid
Moraleja de Enmedio
Pinto
Valdemoro
San Martín de la Vega
Torrejón de la Calzada
Torrejón de Velasco
Casarrubuelos
Cubas
Serranillos del Valle
Las Ventas de Retamosa
Ugena
Villamanrique de Tajo
Villaconejos
Colmenar de Oreja
Chinchón
Titulcia
Aranjuez
Ciempozuelos
Valdelaguna
Villalbilla
Corpa
Anchuelo
Meco
Alcalá de Henares
Torrejón del Rey
Valdeolmos
Cabanillas del Campo
Fresno de Torote
Alovera
Azuqueca de Henares
Cobeña
Daganzo de Arriba
Camarma de Esteruelas
Los Santos de la Humosa
Paracuellos de Jarama
Rivas de Jarama
Rivas-Vaciamadrid
Vallecas
Vicálvaro
Mejorada del Campo
Velilla de San Antonio
Arganda
Valdilecha
Tielmes
Morata de Tajuña
Perales de Tajuña
Chinchón
Titulcia
Aranjuez
Ciempozuelos
Valdelaguna
Villarejo de Salvanés
Río Jarama
Río Manzanares
Río Henares
Río Tajuña
Río Tajo
Río Guadarrama
Río Alberche
Río Perales
Río Arroyo Culebro
Río Arroyo Butarque
Río Arroyo Abroñigal
Río Arroyo Meaques
Río Arroyo Fresnedillas
Río Arroyo Trofa
Río Arroyo Valdemorillo
Río Arroyo Navalagamella
Río Arroyo Quijorna
Río Arroyo Brunete
Río Arroyo Humera
Río Arroyo Meaques

Plano 3. Mapa hidrogeológico de la provincia de Madrid (E: 1/200.000)

I. LITOLOGIA.

CUATERNARIO.

PRINCIPALES ACUIFEROS:

Aluviales: Formados por gravas, arenas, limos y arcillas. La potencia se extiende entre 5 y 20 m. Funcionan como acuíferos libres, estrechamente conectados con el río. Características generales: Porosidades entre 10^{-1} y 2×10^{-1}. Transmisividades de 200 a 1.000 m^2/día. Recarga total entre 130 y 180 hm^3/año. Explotación entre la mitad y la tercera parte. Residuos secos entre 250 y 400 mg/l en el Alberche, Guadarrama y mitad norte del Jarama, y hasta 3.000 en el resto. El río Jarama es el que tiene un cuaternario más desarrollado.

TERCIARIO.

ACUIFERO DEL PARAMO.

Integrado por dos miembros: Serie detrítica basal y "calizas del páramo" El primero, constituido por gravas, arenas y arcillas, de distribución y potencia variable, que incluso puede faltar. El segundo, por calizas lacustres, con intercalaciones de materiales terrígenos con potencias totales entre 10 y 60 m. El conjunto funciona como un acuífero libre, colgado, que se recarga por infiltración de la lluvia y se descarga por los manantiales que lo bordean. Transmisividades entre 1 y 2 m^2/día a más de 25 m^2/día. Caudales de explotación entre 1 y 5 l/s. Infiltración de 15 hm^3 anuales. Residuo seco entre 500 y 700 mg/l.

FACIES DETRITICAS.

Constituyen el acuífero más extenso de la provincia. En ella se pueden diferenciar al menos dos grandes facies, divididas a su vez en dos unidades: Facies Madrid (U. Madrid, U. Tosco), procedentes de la denudación de los granitos y Facies Guadalajara (U. Guadalajara, U. Alcalá), de las pizarras, gneis y esquistos. Las U. superiores, Madrid y Guadalajara, tienen una potencia en general del orden de 150 m, y las inferiores, Tosco y Alcalá, de 250 o más. El resto, en profundidad (2.000 a 2.500 m), no está suficientemente conocido.

La relación entre arena y arcilla disminuye en el siguiente orden: U. Madrid, U. Tosco, U. Guadalajara, U. Alcalá.

El conjunto puede considerarse como un acuífero único, libre, complejo, heterogéneo y anisótropo. El agua se infiltra a partir de la lluvia en los interfluvios y se descarga en los valles.

Las transmisividades más frecuentes varían entre 5 y 50 m^2/día, siendo las máximas superiores a 200 m^2/día. Las calidades del agua varían con la situación tanto superficial como en profundidad. En las captaciones analizadas, el residuo seco se sitúa entre 200 y 500 mg/l en las unidades Madrid y Guadalajara, y entre 500 y 1.000 en las otras dos.

Los recursos son del orden de 300 hm^3/año. Se explotan con centenares de captaciones ubicadas fundamentalmente en las facies Madrid.

Unidad Madrid.

Formada por arenas arcósicas con tamaños de grano a veces superiores a los 2 mm. Suelen tener una matriz limo-arcillosa en proporción variable. Con frecuencia aparecen lentejones de conglomerados.

Unidad Tosco.

Tiene una litología similar a la de Madrid, pero con tamaño de grano más pequeño: arenas finas, limos y arcillas.

Unidad Guadalajara.

Formada por arenas con una gran proporción de matriz arcillosa, arcillas y lentejones de arenas y conglomerados. Se extiende hacia el Este a partir de la margen izquierda del río Jarama.

Unidad Alcalá.

Constituída por bancos de arcillas con niveles margosos y arenosos bien estratificados.

FACIES INTERMEDIAS O DE TRANSICION.

Al sureste de la provincia disminuye el contenido de materiales permeables. Se distinguen dos unidades: Anchuelo, inferior, y Peñuela, superior, representadas conjuntamente en el mapa. Litología: Bandeados de arcilla y margas, margo-calizas, calizas, sílex, sepiolitas y niveles arenosos.

Hidrogeológicamente, sólo la formación Peñuela puede tener algún interés, pero siempre muy localizado.

FACIES CENTRALES O QUIMICAS.

Ausencia de materiales detríticos. Se diferencian dos unidades: La superior, Villarejo, con calizas, margas y yesos. La inferior, Vallecas, con yesos y margas yesíferas.

El conjunto tiene poco interés hidrogeológico. A veces los yesos están carstificados y proporcionan caudales aceptables de baja calidad química.

PALEOGENO

Se distinguen dos tramos: El inferior formado por arcillas y margas bien estratificadas, con niveles esporádicos de conglomerados y margas yesíferas, y el superior con mayor abundancia de conglomerados.

Hidrogeológicamente se comporta como acuitardo, si bien, localmente pueden existir niveles permeables aislados.

CRETACICO.

Se distinguen tres tramos: El inferior, facies Utrillas, formado por arenas con una matriz arcillosa; el intermedio, Cenomanense, de carácter margoso, y el superior, Turo-Senonense, de carácter calizo-dolomítico con intercalaciones margosas. Hacia el centro de la cuenca quedan ocultos por los materiales Terciarios.

Hidrogeológicamente se comporta como un acuífero libre que evoluciona hacia confinado al quedar cubierto por el Terciario. La recarga procede de la infiltración de la lluvia y de los cauces de agua superficiales situados por encima del nivel piezométrico. La descarga se produce por los ríos con cauces situados a menores cotas. Sus recursos son escasos. Las transmisividades varían entre 4 y 150 m^2/día.

PALEOZOICO.

Granitos, gneises, micacitas, pizarras, esquistos, etc. Hidrogeológicamente se considera impermeable, si bien pueden existir pequeños acuíferos localizados en fracturas que mantienen pequeños caudales de aguas de excelente calidad.

II. SIMBOLOS GEOLOGICOS.

Contacto entre distintas unidades.

Contacto discordante.

Contacto por falla.

III. CAPTACIONES Y OBRAS.

Estación de aforos. A: Caudal medio en m^3/s. B: Período de medición. C: Area abarcada en km^2.

25 Presa de embalse. Capacidad: 25 hm^3.

30 Presa con central hidroeléctrica. Capacidad: 30 hm^3.

Canales.

Sondeo de más de 50 m de profundidad.

Grupo de sondeos de más de 50 m de profundidad.

P Sondeo de más de 50 m de profundidad en el que se realizan medidas periódicas de nivel.

Q Puntode agua en el que se toman muestras periódicas de agua para su análisis químico.

IV. HIDROLOGIA SUBTERRANEA.

650 Línea isopiezométrica deducida a partir de captaciones de menos de 50 m de profundidad. 650: Cota sobre el nivel del mar en metros.

700 Línea isopiezométrica deducida de captaciones con profundidades superiores a los 50 m. 700: Cota sobre el nivel del mar en metros.

V. HIDROLOGIA DE SUPERFICIE.

Límites de cuencas y subcuencas hidrográficas.

NOTAS:

1. Debido al funcionamiento del agua subterránea, el sentido de "nivel piezométrico", deducido de los sondeos, hay que tomarlo en sentido amplio, ya que será intermedio entre los distintos potenciales atravesados en una perforación.
2. No se han representado todos los sondeos debido a su elevado número. Se ha tomado solamente una muestra representativa de aquellos con profundidad superior a los 50 m.

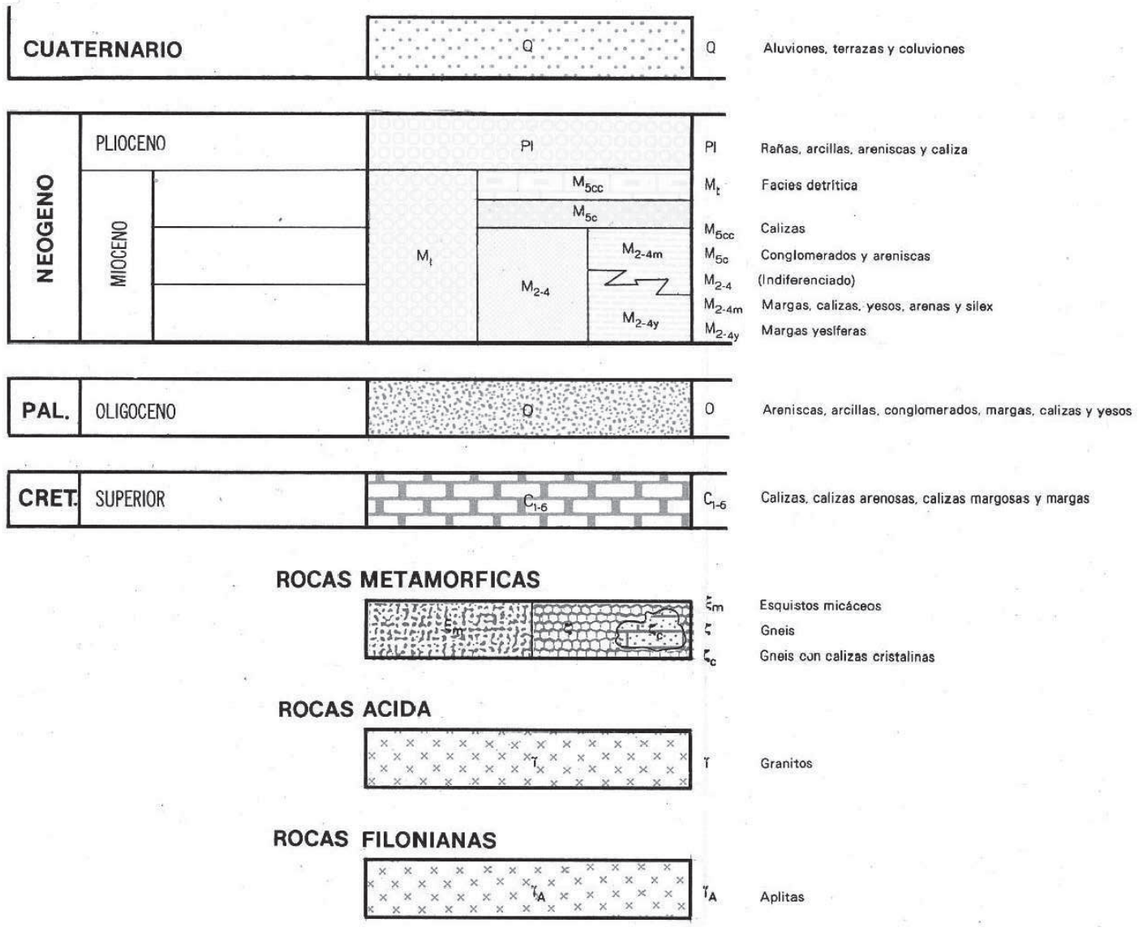
Tampoco se han representado los pozos excavados por ser su número demasiado elevado. Las máximas concentraciones se encuentran en el Henares y Jarama, aguas arriba de la confluencia; en el Alberche, mitad sur del Guadarrama, y sur-suroeste de Madrid.

No se han representado los manantiales por carecer en general de importancia.

GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO	SERVICIO: DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN MADRID	CONSULTORA: prointec	EL I.C.C.P. AUTOR DEL PROYECTO: D. EDUARDO GARCIA DE GUINEA	EL I.C.C.P. DIRECTOR DEL PROYECTO: D. ALFREDO LÓPEZ DE LA FUENTE	V° B° EL JEFE DE LA DEMARCACION: D. JOSE RAMÓN PARAMIO FDEZ.	ESCALAS: S/E ORIGINAL A–1	0 GRÁFICA	TÍTULO COMPLEMENTARIO: PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN: "AUTOVÍA DEL NORDESTE A-2. ACCESO A MADRID. PLATAFORMAS RESERVADAS PARA EL TRANSPORTE PÚBLICO, VÍAS DE SERVICIO Y ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS. P.K. 5,3 AL P.K. 24,5. TRAMO: CALLE ARTURO SORIA - ALCALÁ DE HENARES".	CLAVE: 49-M-12280	N° DE PLANO: HOJA 1 DE 2	DESIGNACIÓN DEL PLANO: MAPA HIDROGEOLÓGICO DE LA PROVINCIA DE MADRID LEYENDA	FECHA: DICIEMB.-2008 N° DE PAGINA:


AMBITO DE ESTUDIO
N
Collado Villalba
Hoyo de Manzanares
Galapagar
Colmenarejo
Embalse de Navalmayor
Villanueva del Pardillo
Las Rozas de Madrid
Majadahonda
Pozuelo de Alarcón
Villanueva de la Cañada
Brunete
Boadilla del Monte
Villafranca del Castillo
Villaviciosa de Odón
Sevilla la Nueva
Alcorcón
Móstoles
Leganés
Getafe
Fuenlabrada
Arroyomolinos
Moraleja de Enmedio
Humanes de Madrid
Parla
Pinto
Aravaca
El Plantío
Monte del Pardo
Embalse de El Pardo
Fuencarral
Chamartín
Tetuán
Hortaleza
Barajas de Madrid
Canillas
Canillejas
Vicálvaro
Vallecas
Villa de Vallecas
Puente de Vallecas
Moratalaz
Ciudad Lineal
Carabanchel
Usera
Villaverde
Vaciamadrid
Rivas-Vaciamadrid
Rivas de Jarama
Arganda
Perales del Río
Cerro de los Angeles
Pinar de Chamartín
Fuente del Fresno
Valdebebas
Barrio del Pilar
Las Tablas
Las Matas
Las Rozas
Las Rejas
Las Musas
Las Barranquillas
Las Cabezas
Las Cárcavas
Las Cruces
Las Lomas
Las Suertes
Las Viñas
Las Zorreras
Las Retamas
Las Retamillas
Las Tejeras
Las Tres Cruces
Las Veredillas
Las Viñuelas
Las Zarzas
Las Zorreras

Plano 4. Mapa de rocas industriales (E: 1/200.000)



YACIMIENTOS Y EXPLOTACIONES

UTILIZACION		ESTADO ACTUAL		RESERVAS	
Rocas de Construcción	▭	Activo	○	Pequeña	○
Aglomerantes	▭	Inactivo	□	Mediana	◯
Aridos	▭	No Explotado	△	Grande	◯
Vidrio	▭	Depósitos Artificiales	▽		
Productos Cerámicos	▭				
Diversas	▭	Estación de observación	•	Número de yacimiento	166

SIMBOLOGIA Y CLAVE DE ROCAS INDUSTRIALES

Cr	Arcilla	Fy	Yeso	Qc	Caliza
Dg	Grava	Mg	Gneis	Sm	Magnesita
Dr	Arena	Pg	Granito	Ss	Sepiolita
Fp	Porfido				

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE FOMENTO

SERVICIO: DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN MADRID

CONSULTORA: prointec

EL I.C.C.P. AUTOR DEL PROYECTO: D. EDUARDO GARCIA DE GUINEA

EL I.C.C.P. DIRECTOR DEL PROYECTO: D. ALFREDO LÓPEZ DE LA FUENTE

V° B° EL JEFE DE LA DEMARCACION: D. JOSE RAMÓN PARAMIO FDEZ.

ESCALAS: S/E — ORIGINAL A–1 — GRÁFICA

TÍTULO COMPLEMENTARIO: PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN: "AUTOVÍA DEL NORDESTE A-2. ACCESO A MADRID. PLATAFORMAS RESERVADAS PARA EL TRANSPORTE PÚBLICO, VÍAS DE SERVICIO Y ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS. P.K. 5,3 AL P.K. 24,5. TRAMO: CALLE ARTURO SORIA - ALCALÁ DE HENARES".

CLAVE: 49-M-12280

N° DE PLANO: HOJA 1 DE 2

DESIGNACIÓN DEL PLANO: MAPA DE ROCAS INDUSTRIALES

FECHA: DICIEMB.-2008

N° DE PAGINA:


AMBITO DE ESTUDIO
MADRID
Sierra del Hoyo de Manzanares
Colmenar Viejo
Collado-Villalba
Hoyo de Manzanares
Galapagar
Las Matas
El Pardo
Monte de El Pardo
San Sebastian de los Reyes
Alcobendas
Fuencarral
Hortaleza
Barajas
Alcalá de Henares
Azuqueca de Henares
Torrejón de Ardoz
Las Rozas de Madrid
Majadahonda
Pozuelo de Alarcón
Boadilla del Monte
Villanueva de la Cañada
Villaviciosa de Odón
Carabanchel Bajo
Cuatro Vientos
Carabanchel Alto
Leganés
Getafe
Fuenlabrada
Móstoles
Navalcarnero
Pinto
Valdemoro
Arganda
Mejorada del Campo
Velilla de San Antonio
Campo Real
Nava de Paredes
Novilla del Buey
Tielmes
Perales de Tajuña
Carabaña
Valdilecha
Loeches
Algete
Cabeza Corda
Fresno de Torote
Villanueva de Perales
Sevilla la Nueva
Valdemorillo
Villamanta
Valmojado
Casarrubios del Monte
Humanes de Madrid
Moraleja de en Medio
Serranillos del Valle
Batres
Torrejón de Velasco
Villamantilla
Brunete
Quijorna
Villanueva del Pardillo
Las Rozas
Majadahonda
Pozuelo de Alarcón
Boadilla del Monte
Villaviciosa de Odón
Móstoles
Fuenlabrada
Getafe
Leganés
Pinto
Valdemoro
Arganda
Mejorada del Campo
Velilla de San Antonio
Campo Real
Nava de Paredes
Novilla del Buey
Tielmes
Perales de Tajuña
Carabaña

Plano 5. Planta Geológico-Geotécnica y situación de Investigación (proyecto de clave 49-M-12280)

LEYENDA GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA

R_C	Rellenos antrópicos compactados	
R_A	Rellenos antrópicos y vertidos	

CUATERNARIO

Q_{AL}	Aluvial. arcillas y limos arenosas con gravas dispersas.
Q_{LL}	LLanuras aluviales. Gravas y cantos poligenicos, arenas y arenas limo-arcillosas
Q_B	Barras aluviales. Gravas, cantos y arenas.

TERRAZAS DEL RIO JARRAMA

$Q_{T\text{-}J1}$, $Q_{T\text{-}J2}$	Cantos y gravas poligénicos, arenas, limos y arcillas.

TERRAZAS DEL RIO HENARES

$Q_{T\text{-}H1}$	Cantos y gravas poligénicos, arenas, limos y arcillas.

Q_C	Coluviones y depósitos de pie de talud. Gravas y cantos poligénicos. Arenas arcillosas y fangos. Limos yesíferos con cantos y bloques al pie de formaciones yesíferas.
Q_{CD}	Conos de deyección. Gravas y cantos poligénicos. Arenas arcillosas y fangos.

TERCIARIO

Facies Madrid

T_{AM}	Arena arcósica de grano grueso.
T_{AT}	Arena tosquiza
T_{TA}	Tosco arenoso
T_T	Tosco

Facies de transición

T_P	Arcillas gris verdosas y marrones, localmente arenas micáceas, niveles de carbonatos y sílex.
T_S	Niveles de silex

Facies centrales

T_{AY}	Arcillas yesiferas y yesos arcillosos

Facies Alcalá

T_{AA}	Arcillas marrones y arenas finas micáceas gris verdosas.

SIMBOLOS CONVENCIONALES

	Contacto litológico
T-1	Talud
T-1	Talud recopilado
PO-1	Punto de observación

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE FOMENTO

SERVICIO: DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN MADRID

CONSULTORA: prointec

EL I.C.C.P. AUTOR DEL PROYECTO: D. EDUARDO GARCIA DE GUINEA

EL I.C.C.P. DIRECTOR DEL PROYECTO: D. ALFREDO LÓPEZ DE LA FUENTE

Vº Bº EL JEFE DE LA DEMARCACION: D. JOSE RAMÓN PARAMIO FDEZ.

ESCALAS: 1/1.000 ORIGINAL A–1 | 0 10 20 30 40m GRÁFICA

TÍTULO COMPLEMENTARIO: PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN: "AUTOVÍA DEL NORDESTE A-2 . ACCESO A MADRID. PLATAFORMAS RESERVADAS PARA EL TRANSPORTE PÚBLICO, VÍAS DE SERVICIO Y ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS. P.K. 5,3 AL P.K. 24,5. TRAMO: CALLE ARTURO SORIA - ALCALÁ DE HENARES".

CLAVE: 49-M-12280

Nº DE PLANO: HOJA 1 DE 2

DESIGNACIÓN DEL PLANO: LEYENDA PLANTA GEOLÓGICO -GEOTÉCNICA Y SITUACIÓN DE INVESTIGACIÓN

FECHA: DICIEMB.-2008

Nº DE PAGINA:

LEYENDA GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA

PUNTOS AGUA

- Sondeo
- Pozo
- Pozo con galería o taladro horizontal
- Manantial

INVESTIGACIONES GEOTÉCNICAS RECO`PILADAS:

SC2-E280-1( ) Sondeo

PC2-E280-1( ) Penetrómetro

CC2-E280-1( ) Calicata

(A) * INVESTIGACIONES PERTENECIENTES AL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN CONEXIONES EXTERIORES DE TORREJON DE ARDOZ CON LA A-2 Y M-300

(B) * INVESTIGACIONES AL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN CN-11 DE MADRID A A FRANCIA POR BARCELONA. TRAMO CONEXIÓN ENTRE LA C/ ALCALÁ Y LA AVDA. DE LOGROÑO Y VIAS DE SERVICIO EN LA N-II, ENTRE LOS P.K. 5,3 Y 10,2.

(C) * INVESTIGACIONES PERTENECIENTES AL PROYECTO CONCESIÓN R-4 M50 ACTUACIÓN C-2 M-50 TRAMO N-IV N-II SUBTRAMO: P.K. 24+500 N-II Y PROLONGACIÓN DE LA CONEXIÓN DE LA N-II CON EL DISTRIBUIDOR ESTE.(C)

(D) * INVESTIGACIONES PERTENECIENTES AL PROYECTO DE LICITACIÓN REMODELACION DEL ENLACE DE LA CN-II Y LA M-40

(E) * INVESTIGACIONES PERTENECIENTES AL INFORME SOBRE LA CIMENTACIÓN DEL VIADUCTO DE FERROCARRIL SOBRE LA ALMEDA DE OSUNA

(F) * INVESTIGACIONES PERTENECIENTES AL ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO RONDA NORTE DE TORREJON

(G) * INVESTIGACIONES PERTENECIENTES AL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN CONEXIÓN AEROPUERTO - VARIANTE DE LA CARRETERA N-II Y VIAS DE SERVICIO SUR BARAJAS (EXCEPTO ESTRUCTURAS).

(H) * INVESTIGACIONES PERTENECIENTES AL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN PROLONGACIÓN Y MEJORAS DEL ACCESO SUR AL AEROPUERTO DE MADRID - BARAJAS (EXCEPTO ESTRUCTURAS)

(I) * INVESTIGACIONES PERTENECIENTES AL PROYECTO DE AMPLIACIÓN DEL PUENTE DE SAN FERNANDO

(J) * INVESTIGACIONES PERTENECIENTES AL PROYECTO DE LA MEJORA LOCAL PASO SUPERIOR DE SAN FERNANDOO P.K. 15+200

(K) * INVESTIGACIONES PERTENECIENTES AL PROYECTO DE LICITACIÓN INFORMATIVO, CONSTRUCCIÓN Y MODIFICADO DE LA NUEVA CARETERA M-45: N-II - EJE O´DONELL

(L) * INVESTIGACIONES GEOTÉCNIAS PARA EL PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA PASARELA SOBRE LA CARRETERA NII, DEL ANILLO VERDE CICLISTA FASE 3 EN MADRID

(M) * INVESTIGACIONES GEOTÉCNIAS PARA EL ESTUDIO DE LA HINCA DE UNA TUBERÍA DE HORMIGÓN PARA AGUA POTABLE BAJO LA A-2 EN LA ZONA DE TORREJÓN DE ARDOZ

(N) * INVESTIGACIONES GEOTÉCNIAS PARA URBANIZACIÓN ALAMEDA DE OSUNA

(O) * INVESTIGACIONES GEOTÉCNIAS PARA PLATAFORMA RESERVADA PARA TRANSPORTE PÚBLICO. TRAMO: TORREJÓN-BARAJAS

(P) * CONEXIÓN ENTRE LA CALLE ALCALÁ Y LA AVDA. DE LOGROÑO Y VÍAS DE SERVICIO ENTRE LOS P.K. 5+300 Y 10+200 EN A-2

INVESTIGACIONES GEOTÉCNICAS PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN 3ª FASE

S-1 Sondeo ejecutado

C-1 Calicata ejecutada

P-1 Penetrómetro ejecutado

INVESTIGACIONES GEOTÉCNICAS PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN 4ª FASE

Realizadas

SE-1 Sondeo

PE-1 Penetrómetro

No realizadas

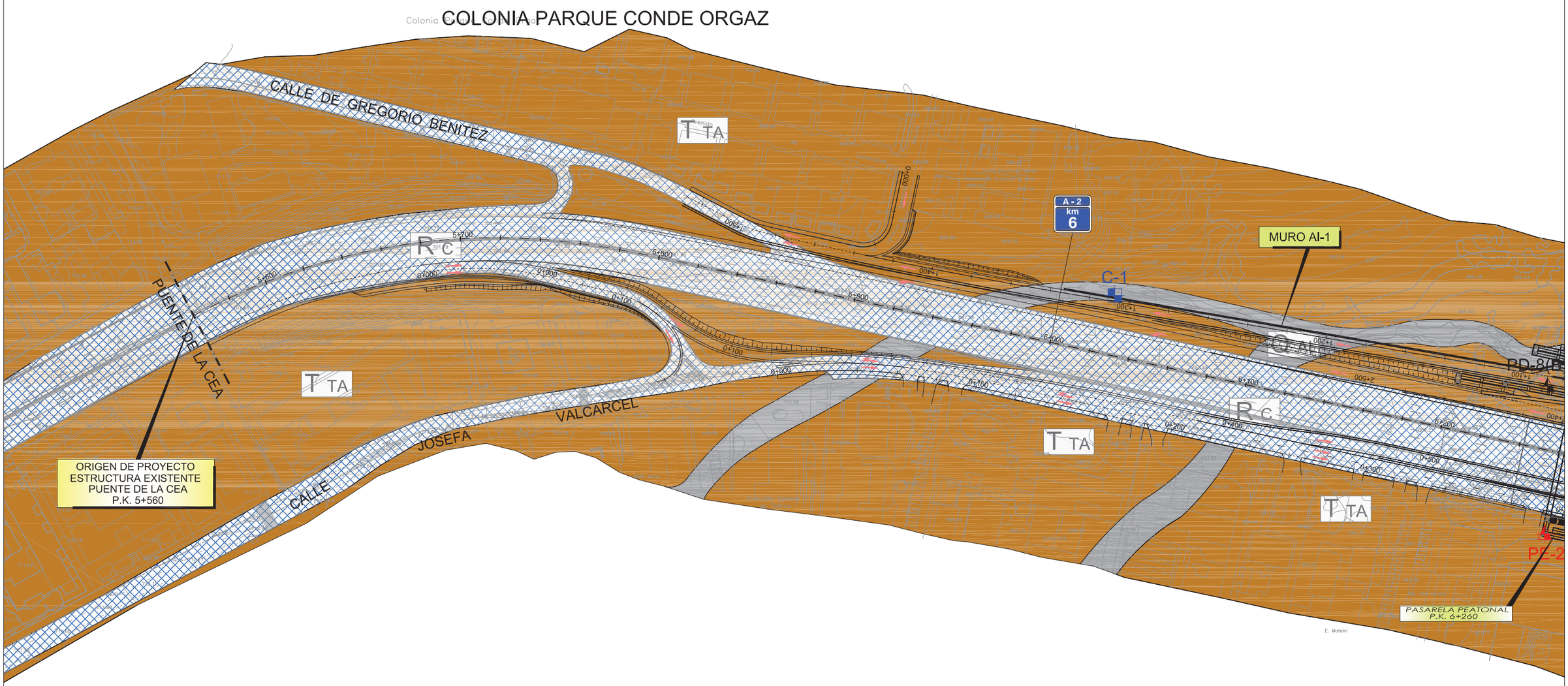
SE-1 Sondeo

CE-1 Calicata

PE-1 Penetrómetro

SERVICIO: DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN MADRID	CONSULTORA:	EL I.C.C.P. AUTOR DEL PROYECTO: D. EDUARDO GARCIA DE GUINEA	EL I.C.C.P. DIRECTOR DEL PROYECTO: D. ALFREDO LÓPEZ DE LA FUENTE	Vº Bº EL JEFE DE LA DEMARCACION: D. JOSE RAMÓN PARAMIO FDEZ.	ESCALAS: 1/1.000 ORIGINAL A-3 / 0 10 20 30 40m GRÁFICA	TÍTULO COMPLEMENTARIO: AUTOVÍA DEL NORDESTE A-2 "ACCESO A MADRID. PLATAFORMAS RESERVADAS PARA EL TRANSPORTE PÚBLICO VIAS DE SERVICIO Y ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS. P.K. 5,3 AL P.K. 24,5. TRAMO: CALLE ARTURO SORIA- ALCALÁ DE HENARES".	CLAVE:	Nº DE PLANO: HOJA 2 DE 2	DESIGNACIÓN DEL PLANO: LEYENDA PLANTA GEOLÓGICO -GEOTÉCNICA Y SITUACIÓN DE INVESTIGACIÓN	FECHA: DICIEMBRE-08 Nº DE PAGINA:





GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE FOMENTO	SERVICIO: DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN MADRID	CONSULTORA: prointec	EL I.C.C.P. AUTOR DEL PROYECTO: D. EDUARDO GARCIA DE GUINEA	EL I.C.C.P. DIRECTOR DEL PROYECTO: D. ALFREDO LÓPEZ DE LA FUENTE	Vº Bº EL JEFE DE LA DEMARCACION: D. JOSE RAMÓN PARAMIO FDEZ.	ESCALAS: 1/1.000 ORIGINAL A–1	0 10 20 30 40m GRÁFICA	TÍTULO COMPLEMENTARIO: PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN: "AUTOVÍA DEL NORDESTE A-2 . ACCESO A MADRID. PLATAFORMAS RESERVADAS PARA EL TRANSPORTE PÚBLICO, VÍAS DE SERVICIO Y ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS. P.K. 5,3 AL P.K. 24,5. TRAMO: CALLE ARTURO SORIA - ALCALÁ DE HENARES".	CLAVE: 49-M-12280	Nº DE PLANO: HOJA 1 DE 29	DESIGNACIÓN DEL PLANO: PLANTA GEOLÓGICO -GEOTÉCNICA Y SITUACIÓN DE INVESTIGACIÓN	FECHA: DICIEMB.-2008 Nº DE PAGINA:

Esquema de Hojas

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29

ENLACE DE EISENHOWER

AEROPUERTO

AVDA. DE LA HISPANIDAD

BARRIO DE ALAMEDA DE OSUNA

BARRIO DE REJAS

M-14

ESTRUCTURA EXISTENTE P.K. 10+640 (M-14)

ESTRUCTURA E-12 V.E.E.10,5

ESTRUCTURA E-11am

ESTRUCTURA E-11bm

ESTRUCTURA E-15 P.S. E.10,8 (AMPLIACIÓN)

MURO BI-2

ESTRUCTURA E-14 V.E.O.10,7

ESTRUCTURA E-16a

ESTRUCTURA E-16b

ESTRUCTURA E-10b

ESTRUCTURA EXISTENTE A DEMOLER P.K. 10+580

ESTRUCTURA EXISTENTE A DEMOLER P.K. 10+720

MURO BD-4

ESTRUCTURA E-13 P.S. E.10,5 (AMPLIACIÓN)

ESTRUCTURA E-17a

ESTRUCTURA E-55 P.S. 10,8

ESTRUCTURA EXISTENTE P.K. 10+800

AFECCIÓN A ESTRUCTURA EXISTENTE AE-2

ESTRUCTURA E-17b

SALIDA DE EMERGENCIA

S-1+037(H) S-0+940(H) S-0+870(H) S-0+794(H) S-0+736(H) S-0+650(H)

S-1(D) PD-1(D) PD-2(D) PD-3(D) PD-4(D) PD-5(D)

P-10 P-11 P-12 P-13 P-14 P-15 P-16 P-17

S-10 S-11 S-12 S-13 S-14 S-15 S-16

SE-44 SE-45 SE-46 SE-47 SE-48 SE-1 SE-2 SE-3

A-2 km 11

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE FOMENTO	SERVICIO: DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN MADRID	CONSULTORA: prointec	EL I.C.C.P. AUTOR DEL PROYECTO: D. EDUARDO GARCIA DE GUINEA	EL I.C.C.P. DIRECTOR DEL PROYECTO: D. ALFREDO LÓPEZ DE LA FUENTE	Vº Bº EL JEFE DE LA DEMARCACION: D. JOSE RAMÓN PARAMIO FDEZ.	ESCALAS: 1/1.000 ORIGINAL A-1	0 10 20 30 40m GRÁFICA	TÍTULO COMPLEMENTARIO: PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN: "AUTOVÍA DEL NORDESTE A-2 . ACCESO A MADRID. PLATAFORMAS RESERVADAS PARA EL TRANSPORTE PÚBLICO, VÍAS DE SERVICIO Y ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS. P.K. 5,3 AL P.K. 24,5. TRAMO: CALLE ARTURO SORIA - ALCALÁ DE HENARES".	CLAVE: 49-M-12280	Nº DE PLANO: HOJA 8 DE 29	DESIGNACIÓN DEL PLANO: PLANTA GEOLÓGICO -GEOTÉCNICA Y SITUACIÓN DE INVESTIGACIÓN	FECHA: DICIEMB.-2008 Nº DE PAGINA:

P-10
SE-44
S-10
S-11
ESTRUCTURA E-10b
ESTRUCTURA EXISTENTE P.K. 10+640 (M-14)
S-0+794(H)
S-0+736(H)
S-0+650(H)
SE-2
SE-3
P-11
PD-1(D)
PD-2(D)
S-1(D)
PD-3(D)
PD-4(D)
PD-5(D)
SE-48
ESTRUCTURA EXISTENTE P.K. 10+800
ESTRUCTURA E-17b
BARRIO DE REJAS
ESTRUCTURA E-55 P.S. 10,8
AFECCIÓN A ESTRUCTURA EXISTENTE AE-2
SALIDA DE EMERGENCIA
MURO BD-4
ESTRUCTURA E-13 P.S. E.10,5 AMPLIACIÓN ESTRUCTURA EXISTENTE
ESTRUCTURA E-14 V.E.O.10,7
ESTRUCTURA E-17a
ENLACE DE EISENHOWER
Rc
Tp
N

Esquema de Hojas

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE FOMENTO

SERVICIO: DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN MADRID

CONSULTORA: prointec

EL I.C.C.P. AUTOR DEL PROYECTO: D. EDUARDO GARCIA DE GUINEA

EL I.C.C.P. DIRECTOR DEL PROYECTO: D. ALFREDO LÓPEZ DE LA FUENTE

V° B° EL JEFE DE LA DEMARCACION: D. JOSE RAMÓN PARAMIO FDEZ.

ESCALAS: 1/1.000 ORIGINAL A–1 GRÁFICA 0 10 20 30 40m

TÍTULO COMPLEMENTARIO: PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN: "AUTOVÍA DEL NORDESTE A-2 . ACCESO A MADRID. PLATAFORMAS RESERVADAS PARA EL TRANSPORTE PÚBLICO, VÍAS DE SERVICIO Y ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS. P.K. 5,3 AL P.K. 24,5. TRAMO: CALLE ARTURO SORIA - ALCALÁ DE HENARES".

CLAVE: 49-M-12280

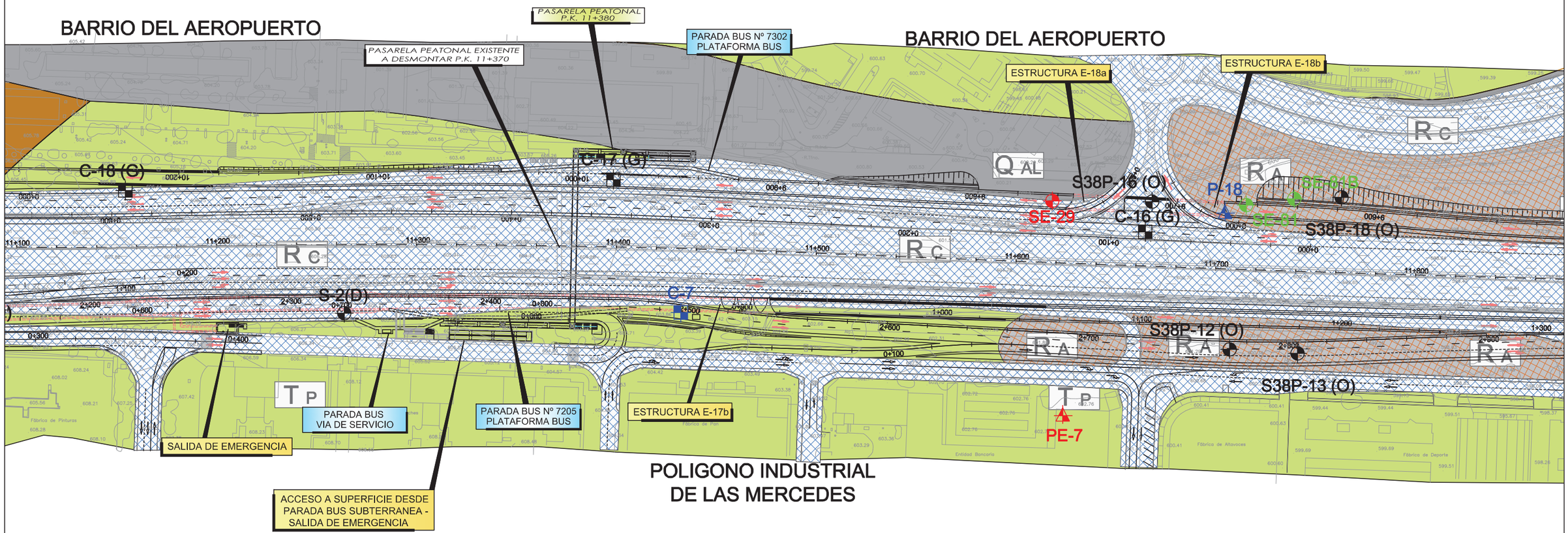
N° DE PLANO: HOJA 9 DE 29

DESIGNACIÓN DEL PLANO: PLANTA GEOLÓGICO -GEOTÉCNICA Y SITUACIÓN DE INVESTIGACIÓN

FECHA: DICIEMB.-2008

N° DE PAGINA:





GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE FOMENTO

SERVICIO: DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN MADRID

CONSULTORA: prointec

EL I.C.C.P. AUTOR DEL PROYECTO: D. EDUARDO GARCIA DE GUINEA

EL I.C.C.P. DIRECTOR DEL PROYECTO: D. ALFREDO LÓPEZ DE LA FUENTE

Vº Bº EL JEFE DE LA DEMARCACION: D. JOSE RAMÓN PARAMIO FDEZ.

ESCALAS: 1/1.000 ORIGINAL A–1 | 0 10 20 30 40m GRÁFICA

TÍTULO COMPLEMENTARIO: PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN: "AUTOVÍA DEL NORDESTE A-2 . ACCESO A MADRID. PLATAFORMAS RESERVADAS PARA EL TRANSPORTE PÚBLICO, VÍAS DE SERVICIO Y ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS. P.K. 5,3 AL P.K. 24,5. TRAMO: CALLE ARTURO SORIA - ALCALÁ DE HENARES".

CLAVE: 49-M-12280

Nº DE PLANO: HOJA 10 DE 29

DESIGNACIÓN DEL PLANO: PLANTA GEOLÓGICO -GEOTÉCNICA Y SITUACIÓN DE INVESTIGACIÓN

FECHA: DICIEMB.-2008

Nº DE PAGINA:



CONEXIÓN AEROPUERTO-VARIANTE N-II Y
VÍAS DE SERVICIO ACCESO SUR A BARAJAS

COLONIA FIN DE SEMANA

Colonia fin de Semana

Colonia Fin de Semana

PASARELA PEATONAL EXISTENTE
A DESMONTAR P.K. 12+500

PARADA BUS Nº 7301
PLATAFORMA BUS

PE-8

SE-30

PARADA BUS Nº 7207
PLATAFORMA BUS

MURO BD-10

MURO BD-10

A - 2
km
12

BARRIO DE REJAS

PASARELA PEATONAL
P.K. 12+540

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE FOMENTO	SERVICIO: DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN MADRID	CONSULTORA: prointec	EL I.C.C.P. AUTOR DEL PROYECTO: D. EDUARDO GARCIA DE GUINEA	EL I.C.C.P. DIRECTOR DEL PROYECTO: D. ALFREDO LÓPEZ DE LA FUENTE	Vº Bº EL JEFE DE LA DEMARCACION: D. JOSE RAMÓN PARAMIO FDEZ.	ESCALAS: 1/1.000 ORIGINAL A–1	0 10 20 30 40m GRÁFICA	TÍTULO COMPLEMENTARIO: PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN: "AUTOVÍA DEL NORDESTE A-2 . ACCESO A MADRID. PLATAFORMAS RESERVADAS PARA EL TRANSPORTE PÚBLICO, VÍAS DE SERVICIO Y ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS. P.K. 5,3 AL P.K. 24,5. TRAMO: CALLE ARTURO SORIA - ALCALÁ DE HENARES".	CLAVE: 49-M-12280	Nº DE PLANO: HOJA 11 DE 29	DESIGNACIÓN DEL PLANO: PLANTA GEOLÓGICO -GEOTÉCNICA Y SITUACIÓN DE INVESTIGACIÓN	FECHA: DICIEMB.-2008 Nº DE PAGINA:

Esquema de Hojas

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29

BARRIO DEL AEROPUERTO

PASARELA PEATONAL P.K. 14+065

ESTRUCTURA E-20m

ESTRUCTURA EXISTENTE P.K. 14+546

ESTRUCTURA EXISTENTE P.K. 14+740

CONEXIÓN AEROPUERTO-VARIANTE N-II Y VÍAS DE SERVICIO ACCESO SUR A BARAJAS

ESTRUCTURA E-21 A.P.I. C.14,7 (AMPLIACIÓN)

S-19

SE-32

SE-49

SE-50

S-0+740 (G)

S-0+700 (G)

S-0+540 (G)

S-0+500 (G)

SE-15

S-2(J)

S-3(J)

SE-26

PE-10

PO-1

PARADA BUS Nº 7209 PLATAFORMA BUS

Q T-J1

R A

R C

BARRIO DE REJAS

ESTRUCTURA E-21 A.P.I. C.14,7 (AMPLIACIÓN)

0121

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE FOMENTO	SERVICIO: DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN MADRID	CONSULTORA: prointec	EL I.C.C.P. AUTOR DEL PROYECTO: D. EDUARDO GARCIA DE GUINEA	EL I.C.C.P. DIRECTOR DEL PROYECTO: D. ALFREDO LÓPEZ DE LA FUENTE	Vº Bº EL JEFE DE LA DEMARCACION: D. JOSE RAMÓN PARAMIO FDEZ.	ESCALAS: 1/1.000 ORIGINAL A–1	0 10 20 30 40m GRÁFICA	TÍTULO COMPLEMENTARIO: PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN: "AUTOVÍA DEL NORDESTE A-2 . ACCESO A MADRID. PLATAFORMAS RESERVADAS PARA EL TRANSPORTE PÚBLICO, VÍAS DE SERVICIO Y ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS. P.K. 5,3 AL P.K. 24,5. TRAMO: CALLE ARTURO SORIA - ALCALÁ DE HENARES".	CLAVE: 49-M-12280	Nº DE PLANO: HOJA 14 DE 29	DESIGNACIÓN DEL PLANO: PLANTA GEOLÓGICO -GEOTÉCNICA Y SITUACIÓN DE INVESTIGACIÓN	FECHA: DICIEMB.-2008 Nº DE PAGINA:

Esquema de Hojas

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29

LÍNEA DE DOMINIO PÚBLICO HIDRAULICO

TÉRMINO MUNICIPAL DE MADRID

Término Municipal de Madrid

Las Moreras

RÍO JARAMA

ESTRUCTURA E-21 A.P.I. C.14,7 (AMPLIACIÓN)

ESTRUCTURA E-48 M.P.I. 15,2

ESTRUCTURA E-27 V.E.S 15,4 (AMPLIACIÓN)

ESTRUCTURA E-28 m V.E.S. VS. 15,4

ESTRUCTURA E-26 m V.E.C.15,3

ESTRUCTURA E-23 m

PASO DE MEDIANA P.K. 15+100

ESTRUCTURA E-49 P.S.15,2

A-2 km 15

S-0+540 (G)

S-0+500 (G)

S-2(J)

C-1(G)

SE-86

SE-17

SE-16

S-22

PO-2

T-3

SE-85

D-587(J)

S-3(J)

CAMINO DE REJAS

SE-26

SE-82

SE-27

SE-83

SE-4

SE-87

S-24

PO-3

PARADA BUS Nº 7210 VIA DE SERVICIO

ESTRUCTURA E-22 m

PE-11

PASARELA PEATONAL P.K. 15+200

ESTRUCTURA E-24 m P.S.15,3

SE-10

PARADA BUS Nº 7211 PLATAFORMA BUS

ESTRUCTURA E-25 m

ESTRUCTURA E-21 A.P.I. C.14,7 (AMPLIACIÓN)

TÉRMINO MUNICIPAL DE MADRID

ENLACE DE SAN FERNANDO

Término Municipal de Coslada

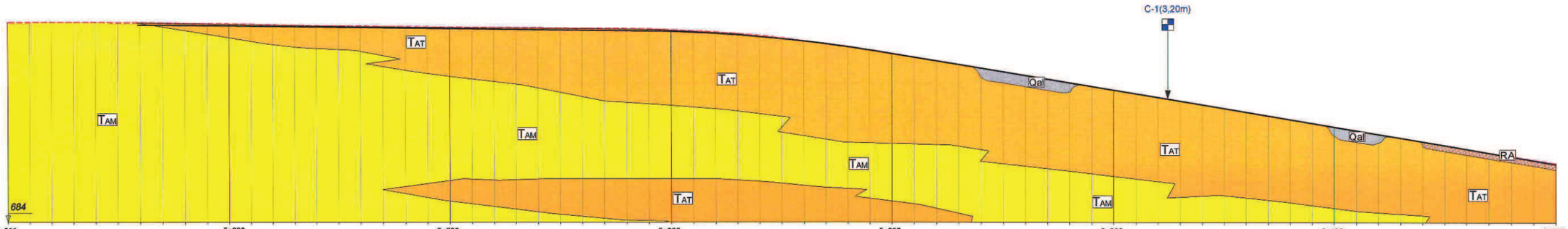
M-21

TÉRMINO MUNICIPAL DE COSLADA

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE FOMENTO	SERVICIO: DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN MADRID	CONSULTORA: prointec	EL I.C.C.P. AUTOR DEL PROYECTO: D. EDUARDO GARCIA DE GUINEA	EL I.C.C.P. DIRECTOR DEL PROYECTO: D. ALFREDO LOPEZ DE LA FUENTE	Vº Bº EL JEFE DE LA DEMARCACION: D. JOSE RAMÓN PARAMIO FDEZ.	ESCALAS: 1/1.000 ORIGINAL A–1	0 10 20 30 40m GRÁFICA	TÍTULO COMPLEMENTARIO: PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN: "AUTOVÍA DEL NORDESTE A-2 . ACCESO A MADRID. PLATAFORMAS RESERVADAS PARA EL TRANSPORTE PÚBLICO. VÍAS DE SERVICIO Y ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS. P.K. 5,3 AL P.K. 24,5. TRAMO: CALLE ARTURO SORIA - ALCALÁ DE HENARES".	CLAVE: 49-M-12280	Nº DE PLANO: HOJA 15 DE 29	DESIGNACIÓN DEL PLANO: PLANTA GEOLÓGICO -GEOTÉCNICA Y SITUACIÓN DE INVESTIGACIÓN	FECHA: DICIEMB.-2008 Nº DE PAGINA:

Plano 6. Perfiles longitudinales geológico-geotécnicos (proyecto de clave 49-M-12280)

Tramo A.- EJE 1 (Tronco A-2.- Actuaciones al Norte)



P.K.		
COTAS	RASANTE	701.97 701.98 701.99 701.99 701.99 701.95 701.72 701.95 701.82 701.88 701.88 701.86 701.84 701.84 701.76 701.61 701.61 701.75 701.71 701.71 701.60 701.68 701.57 701.66 701.66 701.63 701.65 701.62 701.62 701.59 701.59 701.57 701.57 701.53 701.53 701.51 701.50 701.50 701.37 701.48 701.48 701.42 701.47 701.47 701.31 701.45 701.45 701.26 701.44 701.44 701.27 701.43 701.43 701.25 701.42 701.42 701.23 701.38 701.38 701.29 701.29 701.18 701.20 701.20 701.11 701.10 701.10 701.01 700.98 700.98 700.72 700.79 700.79 700.33 700.58 700.58 700.32 700.32 700.07 700.05 700.05 699.80 699.79 699.79 699.51 699.48 699.48 699.18 699.16 699.16 698.90 698.84 698.84 698.51 698.51 698.30 698.17 698.17 697.87 697.85 697.85 697.54 697.53 697.53 697.20 697.21 697.21 696.88 696.89 696.89 696.56 696.56 696.56 696.23 696.24 696.24 695.90 695.90 695.90 695.58 695.58 695.58 695.23 695.23 695.23 694.91 694.91 694.91 694.58 694.58 694.58 694.26 694.26 694.26 693.93 693.91 693.91 693.59 693.57 693.57 693.24 693.24 693.24 692.91 692.91 692.91 692.57 692.57 692.57 692.24 692.24 692.24 691.91 691.91 691.91 691.58 691.58 691.58 691.26 691.26 691.26 690.93 690.93 690.93 690.59 690.59 690.59 690.26 690.26 690.26 689.93 689.93 689.93 689.60 689.60 689.60 689.28 689.28 689.28
	TERRENO	

TRAMO	MARGEN IZQUIERDA / MARGEN DERECHA			
UNIDADES GEOLÓGICAS GEOTÉCNICAS				
ESPESOR (m)				
TV	HARD ROCK			
CLASIFICACIÓN FONDO DE EXCAVACIÓN				
DESMONTES	EXCAVABILIDAD			
	REUTILIZACIÓN			
	TALUD RECOMENDADO			
	MEDIDAS COMPLEMENTARIAS			
RELLENOS	TALUD RECOMENDADO			
	MEDIDAS COMPLEMENTARIAS			
CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURAS				

	DESMONTE (5+740 - 6+080)				DESMONTE (6+155 - 6+750)
	T AT				T AT
	0,40m				0,50m
	TOLERABLE				TOLERABLE
	EXCAVABLE				EXCAVABLE
NO HAY ACTUACIÓN	DE 0,00m A 0,40m INADECUADO DE 0,40m A 7,00m: TOLERABLE DE 7,00m A 13,00m: ADECUADO-TOLERABLE	DE 0,00m A 0,40m: INADECUADO DE 0,40m A 8,00m: TOLERABLE DE 8,00m A 13,00m: ADECUADO-TOLERABLE	DE 0,00m A 0,40m: INADECUADO DE 0,40m A 7,00m: TOLERABLE DE 7,00m A 15,00m: ADECUADO-TOLERABLE	NO HAY ACTUACIÓN	DE 0,00m A 0,50m: INADECUADO DE 0,50m A 6,00m: TOLERABLE DE 6,00m A 12,00m: ADECUADO-TOLERABLE
	VER EJE 55				De 0,00m A 0,50m: 3H/2V A partir de 0,50m: 1H/1V
	—				VER EJE 55
	—				

GOBIERNO DE ESPAÑA — MINISTERIO DE FOMENTO

SERVICIO: DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN MADRID

CONSULTORA: prointec

EL I.C.C.P. AUTOR DEL PROYECTO: D. EDUARDO GARCIA DE GUINEA

EL I.C.C.P. DIRECTOR DEL PROYECTO: D. ALFREDO LÓPEZ DE LA FUENTE

Vº Bº EL JEFE DE LA DEMARCACIÓN: D. JOSE RAMÓN PARAMIO FDEZ.

ESCALAS: H=1/1000 V=1/200 ORIGINAL A-1 — GRÁFICA 0 10 20 30 40m / 0 2 4 6 8m

TÍTULO COMPLEMENTARIO: PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN: "AUTOVÍA DEL NORDESTE A-2 . ACCESO A MADRID. PLATAFORMAS RESERVADAS PARA EL TRANSPORTE PÚBLICO, VÍAS DE SERVICIO Y ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS. P.K. 5,3 AL P.K. 24,5. TRAMO: CALLE ARTURO SORIA - ALCALÁ DE HENARES".

CLAVE: 49-M-12280

Nº DE PLANO: 2.4.2.1.1

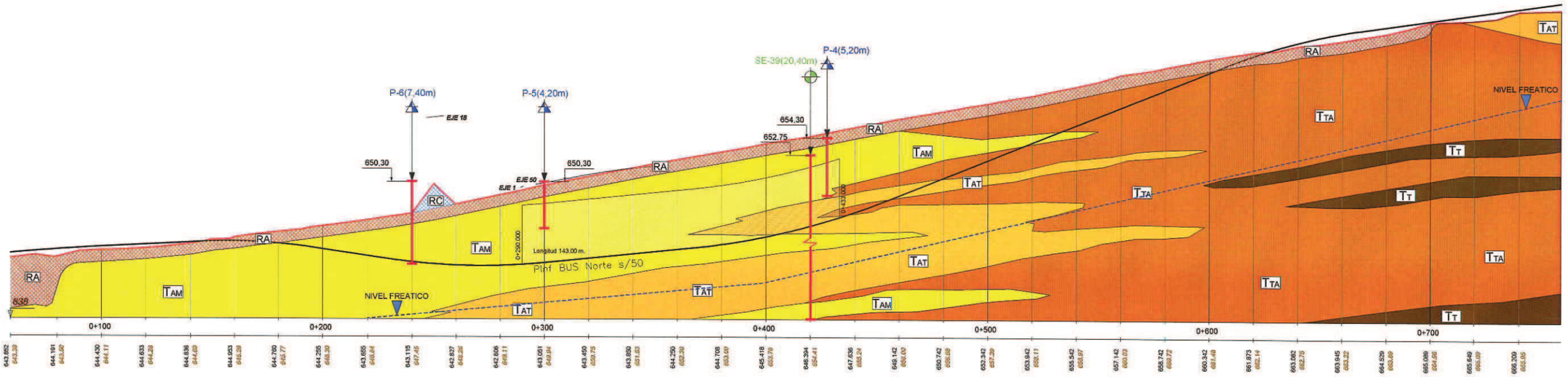
HOJA 1 DE 5

DESIGNACIÓN DEL PLANO: TRAMO: INICIO DEL PROYECTO - CANILLEJAS PERFIL LONGITUDINAL GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO TRONCO AUTOVÍA (A-2) (EJE 1)

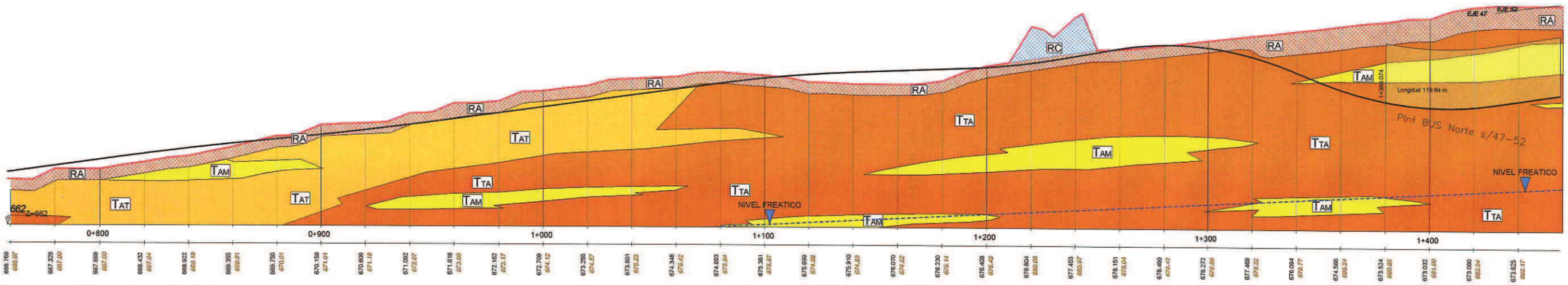
FECHA: DICIEMB.-2008

Nº DE PAGINA:

Tramo A.- EJE 55 (Vía Norte)


P-6(7,40m)
P-5(4,20m)
SE-39(20,40m)
P-4(5,20m)
EJE 18
EJE 60
EJE 1
650,30
650,30
654,30
652,75
RC
RA
TAM
TAT
TTA
TT
Longitud 143.00 m.
Plnf BUS Norte s/50
NIVEL FREATICO
638
0+100
0+200
0+300
0+400
0+500
0+600
0+700

| P.K. | | |

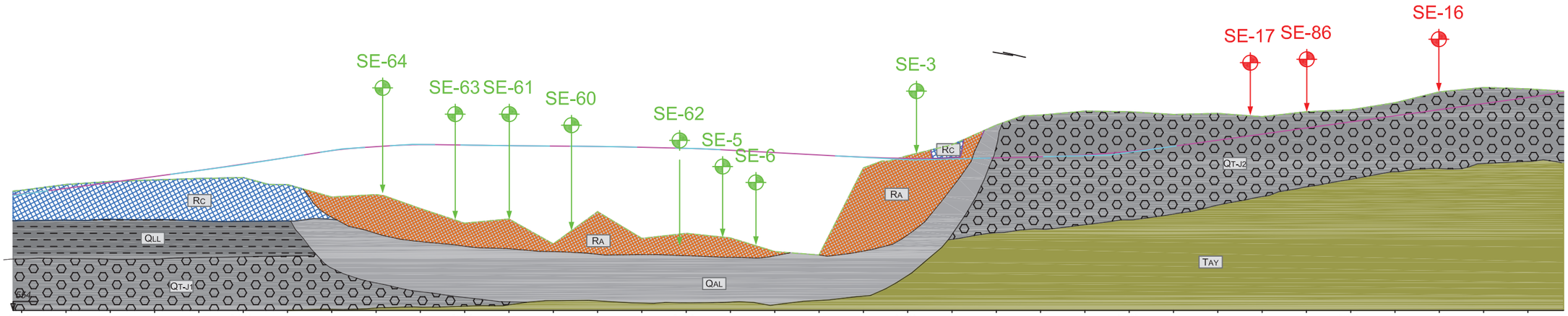


P.K.		0+800							0+900							1+000							1+100							1+200							1+300							1+400						
COTAS	RASANTE	666.769	667.329	667.889	668.432	668.922	669.355	669.750	670.159	670.606	671.092	671.616	672.162	672.709	673.265	673.801	674.348	674.893	675.361	675.899	675.910	676.070	676.230	676.408	676.804	677.453	678.151	678.469	678.272	677.489	676.084	674.566	673.524	673.032	673.060	673.625
	TERRENO	666.07	667.00	667.00	667.64	668.19	669.01	670.01	671.01	671.19	672.07	673.00	672.17	674.12	674.57	675.23	676.42	676.64	675.07	674.88	674.68	674.82	675.14	676.49	680.68	680.97	678.04	674.42	676.88	678.32	678.77	680.24	680.65	681.00	682.64	682.17

TRAMO	MARGEN IZQUIERDA	DESMONTE (0+700 - 1+200)																						PANTALLA DE PILOTES (1+200 - 1+700)																								
	MARGEN DERECHA																																															
UNIDADES GEOLÓGICAS GEOTÉCNICAS		T AT	T AM				T AT												T TA																												T TA, T AM			
ESPESOR (m)		0,40m	1,00m																																											2,00m			
TV	HA / RC																																															
CLASIFICACIÓN FONDO DE EXCAVACIÓN		TOLERABLE	ADECUADO-TOLERABLE				TOLERABLE																		ADECUADO-TOLERABLE																					TOLERABLE			
DESMONTES: EXCAVABILIDAD																								EXCAVABLE																								
DESMONTES: REUTILIZACIÓN																								DE 0,00m A 1,00m: INADECUADO DE 1,00m A 7,00m: TOLERABLE DE 7,00m A 9,50m: ADECUADO-TOLERABLE							DE 0,00m A 1,00m: INADECUADO DE 1,00m A 7,50m: TOLERABLE							DE 0,00m A 2,00m: INADECUADO DE 2,00m A 3,00m: TOLERABLE DE 3,00m A 5,50m: ADECUADO-TOLERABLE DE 5,50m A 11,00m: TOLERABLE								DE 0,00m A 2,00m: INADECUADO DE 2,00m A 5,50m: ADECUADO-TOLERABLE DE 5,50m A 11,00m: TOLERABLE			
DESMONTES: TALUD RECOMENDADO																								De 0,00m A 1m: 3H/2V A partir de 1m: 1H/1V																					PANTALLA DE PILOTES											
DESMONTES: MEDIDAS COMPLEMENTARIAS																								De 0,00m A 2m: 3H/2V A partir de 2m: 1H/1V																																				
RELLENOS: TALUD RECOMENDADO		3H/2V																																																
RELLENOS: MEDIDAS COMPLEMENTARIAS	A (0,40m)	A (1,00m)																																															
CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURAS		—																																											P.I. PANTALLA DE PILOTES			

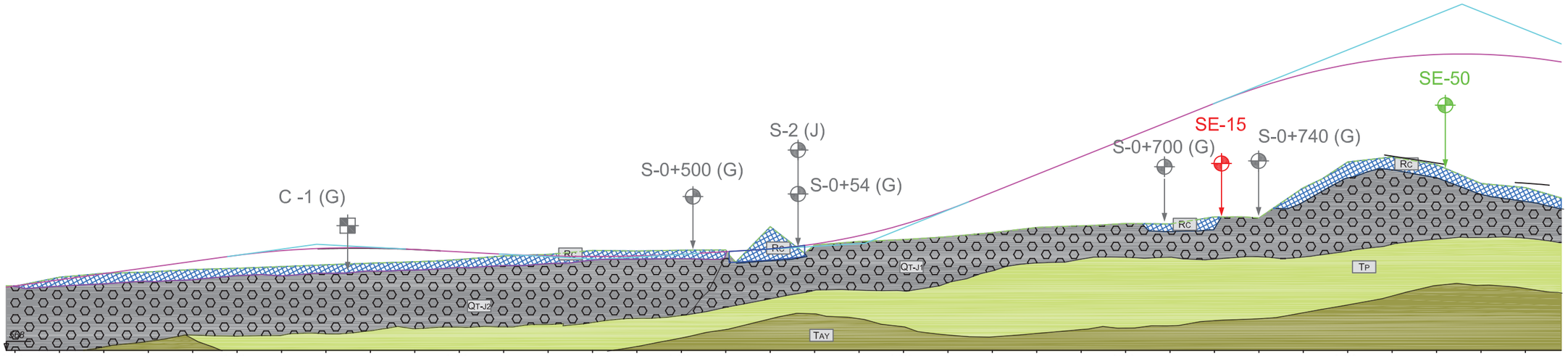
GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE FOMENTO	SERVICIO: DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN MADRID	CONSULTORA: prointec	EL I.C.C.P. AUTOR DEL PROYECTO: D. EDUARDO GARCIA DE GUINEA	EL I.C.C.P. DIRECTOR DEL PROYECTO: D. ALFREDO LOPEZ DE LA FUENTE	V° B° EL JEFE DE LA DEMARCACION: D. JOSE RAMÓN PARAMIO FDEZ.	ESCALAS: H=1/1000 V=1/200 ORIGINAL A-1	0 10 20 30 40m / 0 2 4 6 8m GRÁFICA	TITULO COMPLEMENTARIO: PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN: "AUTOVÍA DEL NORDESTE A-2. ACCESO A MADRID. PLATAFORMAS RESERVADAS PARA EL TRANSPORTE PÚBLICO, VÍAS DE SERVICIO Y ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS. P.K. 5,3 AL P.K. 24,5. TRAMO: CALLE ARTURO SORIA - ALCALÁ DE HENARES".
CLAVE: 49-M-12280	Nº DE PLANO: HOJA 2 DE 4	DESIGNACIÓN DEL PLANO: TRAMO: INICIO DEL PROYECTO - CANILLEJAS PERFIL LONGITUDINAL GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO VIAS NORTE A2 (EJE-55)	FECHA: DICIEMB.-2008	Nº DE PAGINA:				

Tramo B.- EJE 45



P.K.	5+600	5+700	5+800	5+900	6+000	6+100	6+200
COTAS RASANTE	564.517	565.021	565.560	566.099	566.644	567.218	567.821	568.436	568.794	568.977	568.935	568.885	568.847	568.808	568.734	568.643	568.467	568.254	568.041	567.845	567.733	567.711	567.777	567.877	568.043	568.360	568.827	569.378	569.929	570.481	571.032	571.584	572.135	572.687	573.238
COTAS TERRENO	564.85	565.37	565.64	565.79	565.91	566.00	565.36	564.24	564.46	563.20	561.88	562.26	560.00	562.92	560.80	560.95	560.54	559.31	559.01	566.87	567.98	568.96	570.14	571.65	572.01	571.95	571.70	571.80	571.50	571.95	572.13	572.76	573.74	574.14	574.02

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE FOMENTO	SERVICIO: DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN MADRID	CONSULTORA: prointec	EL I.C.C.P. AUTOR DEL PROYECTO: D. EDUARDO GARCIA DE GUINEA	EL I.C.C.P. DIRECTOR DEL PROYECTO: D. ALFREDO LÓPEZ DE LA FUENTE	Vº Bº EL JEFE DE LA DEMARCACION: D. JOSE RAMÓN PARAMIO FDEZ.	ESCALAS: H-1/1.000 V-1/200 ORIGINAL A-3	0 10 20 30 40m / 0 2 4 6 8m GRÁFICA	TÍTULO COMPLEMENTARIO: PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN: "AUTOVÍA DEL NORDESTE A-2 . ACCESO A MADRID. PLATAFORMAS RESERVADAS PARA EL TRANSPORTE PÚBLICO, VÍAS DE SERVICIO Y ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS. P.K. 5.3 AL P.K. 24.5. TRAMO: CALLE ARTURO SORIA - ALCALÁ DE HENARES".	CLAVE: 49-M-12280	Nº DE PLANO: HOJA 9 DE 18	DESIGNACIÓN DEL PLANO: TRAMO: CANILLEJAS - FINAL DE PROYECTO. PERFIL LONGITUDINAL. VIAS NORTE A-2 CARRIL BUS NORTE (A2 M.D. PK. 21+380 - 8+900 (EJE - 45)	FECHA: DICIEMB.-2008 Nº DE PAGINA:



P.K.	6+300	6+400	6+500	6+600	6+700	6+800	6+900
COTAS RASANTE	573,790	574,341	574,893	575,444	575,996	576,543	576,959
COTAS TERRENO	573,76	574,57	574,92	575,64	575,26	575,37	575,53
COTAS RASANTE	577,185	577,219	577,067	576,855	576,643	576,491	576,440
COTAS TERRENO	575,69	575,83	575,96	576,16	576,49	576,62	576,98
COTAS RASANTE	576,489	576,639	576,871	577,117	577,562	578,298	579,325
COTAS TERRENO	576,93	577,00	577,02	579,12	577,48	577,76	577,95
COTAS RASANTE	580,643	582,211	583,811	585,411	587,011	589,611	590,211
COTAS TERRENO	578,22	578,58	579,05	579,20	579,41	579,37	580,00
COTAS RASANTE	591,660	592,824	593,702	594,294	594,600	594,621	594,356
COTAS TERRENO	579,90	582,61	584,93	585,39	584,69	583,00	582,63

GOBIERNO DE ESPAÑA — MINISTERIO DE FOMENTO

SERVICIO: DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN MADRID

CONSULTORA: prointec

EL I.C.C.P. AUTOR DEL PROYECTO: D. EDUARDO GARCIA DE GUINEA

EL I.C.C.P. DIRECTOR DEL PROYECTO: D. ALFREDO LÓPEZ DE LA FUENTE

Vº Bº EL JEFE DE LA DEMARCACION: D. JOSE RAMÓN PARAMIO FDEZ.

ESCALAS: H-1/1.000 V-1/200 ORIGINAL A–3 | 0 10 20 30 40m / 0 2 4 6 8m GRÁFICA

TÍTULO COMPLEMENTARIO: PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN: "AUTOVÍA DEL NORDESTE A-2 . ACCESO A MADRID. PLATAFORMAS RESERVADAS PARA EL TRANSPORTE PÚBLICO, VÍAS DE SERVICIO Y ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS. P.K. 5.3 AL P.K. 24.5. TRAMO: CALLE ARTURO SORIA - ALCALÁ DE HENARES".

CLAVE: 49-M-12280

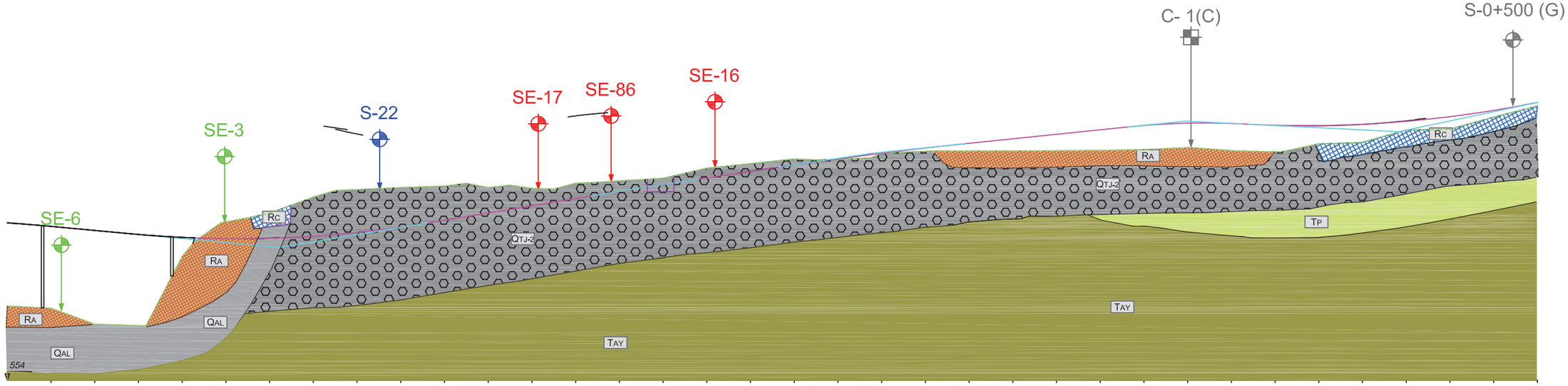
Nº DE PLANO: HOJA 10 DE 18

DESIGNACIÓN DEL PLANO: TRAMO: CANILLEJAS - FINAL DE PROYECTO. PERFIL LONGITUDINAL. VIAS NORTE A-2 CARRIL BUS NORTE (A2 M.D. PK. 21+380 - 8+900 (EJE - 45)

FECHA: DICIEMB.-2008

Nº DE PAGINA:

Tramo B.- EJE 47



P.K.		2+800	2+900	3+000	3+100	3+200	3+300	3+400	3+500
COTAS	RASANTE	568,095	567,725	567,358	567,092	566,976	567,013	567,201	567,541
	TERRENO	560,60	559,14	559,01	565,34	568,50	569,31	570,77	571,47
	RASANTE	568,033	568,664	569,324	569,984	570,644	571,299	571,959	572,534
	TERRENO	571,65	571,78	571,64	571,56	572,04	572,25	572,50	573,42
	RASANTE	573,130	573,724	574,283	574,799	575,272	575,702	576,114	576,526
	TERRENO	573,84	574,27	574,25	574,80	574,97	575,00	575,01	575,02
	RASANTE	576,938	577,334	577,546	577,624	577,960	577,329	577,449	577,721
	TERRENO	575,05	575,13	575,31	575,01	574,92	575,65	575,80	576,91
	RASANTE	578,145	578,720	579,447					
	TERRENO	577,00	578,10	579,12					

GOBIERNO DE ESPAÑA — MINISTERIO DE FOMENTO

SERVICIO: DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN MADRID

CONSULTORA: prointec

EL I.C.C.P. AUTOR DEL PROYECTO: D. EDUARDO GARCIA DE GUINEA

EL I.C.C.P. DIRECTOR DEL PROYECTO: D. ALFREDO LÓPEZ DE LA FUENTE

Vº Bº EL JEFE DE LA DEMARCACION: D. JOSE RAMÓN PARAMIO FDEZ.

ESCALAS: H-1/1.000 V-1/200 — ORIGINAL A—3

0 10 20 30 40m
0 2 4 6 8m
GRÁFICA

TÍTULO COMPLEMENTARIO: PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN: "AUTOVÍA DEL NORDESTE A-2 . ACCESO A MADRID. PLATAFORMAS RESERVADAS PARA EL TRANSPORTE PÚBLICO, VÍAS DE SERVICIO Y ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS. P.K. 5,3 AL P.K. 24,5. TRAMO: CALLE ARTURO SORIA - ALCALÁ DE HENARES".

CLAVE: 49-M-12280

Nº DE PLANO: HOJA 5 DE 6

DESIGNACIÓN DEL PLANO: TRAMO: CANILLEJAS - FINAL DE PROYECTO. PERFIL LONGITUDINAL. VIAS SUR A-2 RAMAL SALIDA A2 P.K.(16+680) IZQUIERDA VIAL SUR NORTE (EJE-47)

FECHA: DICIEMB.-2008

Nº DE PAGINA:

Plano 7. Planta Geológico-Geotécnica y situación de Investigación (proyecto de clave T5-M-14170)

LEYENDA PLANTA GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA

LITOLOGÍA

RELLENOS ANTRÓPICOS

- R_1 Plataforma vías de comunicación
- R_C Rellenos antrópicos compactados
- R_A Rellenos antrópicos sin compactar

CUATERNARIO

- Q_{AL} Depósitos aluviales, arcillas y limos arenosos con gravas dispersas.

DEPÓSITOS DE TERRAZAS DEL RIO JARAMA

- Q_{T-J1} Cantos y gravas poligénicos, arenas, limos y arcillas.

TERCIARIO

- T_M Facies Madrid: arenas, limos y arcillas arcósicas
- T_P Facies de transición: arcillas gris verdosas y marrones, localmente arenas micáceas, niveles de carbonatos y sílex. (Peñuela)

SIMBOLOGÍA

- Contacto litológico
- Pozo
- T Talud recopilado

INVESTIGACIONES GEOTÉCNICAS RECOPILADAS:

- SC2-E280-1( ) Sondeo
- PC2-E280-1( ) Penetrómetro
- CC2-E280-1( ) Calicata

(D) * INVESTIGACIONES PERTENECIENTES AL PROYECTO DE LICITACIÓN REMODELACION DEL ENLACE DE LA CN-II Y LA M-40

(G) * INVESTIGACIONES PERTENECIENTES AL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN CONEXIÓN AEROPUERTO - VARIANTE DE LA CARRETERA N-II Y VIAS DE SERVICIO SUR BARAJAS (EXCEPTO ESTRUCTURAS).

(H) * INVESTIGACIONES PERTENECIENTES AL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN PROLONGACIÓN Y MEJORAS DEL ACCESO SUR AL AEROPUERTO DE MADRID - BARAJAS (EXCEPTO ESTRUCTURAS)

(J) * INVESTIGACIONES PERTENECIENTES AL PROYECTODE LA MEJROA LOCAL. PASO SUPERIOR DE SAN FERNANDO. P.K. 15+200

(N) * INVESTIGACIONES GEOTÉCNICAS PARA URBANIZACIÓN ALAMEDA DE OSUNA

(O) * INVESTIGACIONES GEOTÉCNICAS PARA PLATAFORMA RESERVADA PARA TRANSPORTE PÚBLICO. TRAMO: TORREJÓN-BARAJAS

INVESTIGACIONES GEOTÉCNICAS PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN 3ª FASE

- S-1 Sondeo ejecutado
- C-1 Calicata ejecutada
- P-1 Penetrómetro ejecutado

INVESTIGACIONES GEOTÉCNICAS PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN 4ª FASE

- SE-1 Sondeo
- PE-1 Penetrómetro

INVESTIGACIONES GEOTÉCNICAS REALIZADAS PROYECTO ACTUAL

- S-1 Sondeo ejecutado
- C-1 Calicata ejecutada
- P-1 Penetrómetro ejecutado

CAMPAÑA COMPLEMENTARIA EN FASE DE OBRA

- SO-7 Sondeo propuesto

PLANO.2 PL-GeolGeot.dwg

GOBIERNO DE ESPAÑA | MINISTERIO DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA
SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS
DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN MADRID

CONSULTOR: ineco

ESCALA: SIN ESCALA — ORIGINAL-A1

TÍTULO DEL PROYECTO: **PROYECTO DE TRAZADO** AUTOVÍA DEL NORDESTE (A-2). REMODELACIÓN DEL NUDO EISENHOWER

CLAVE: T5-M-14170

Nº ANEJO: 07

DESIGNACIÓN: *ESTUDIO GEOTÉCNICO* PLANTA GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA Y SITUACIÓN DE INVESTIGACIONES LEYENDA

FECHA: MAYO 2016

PLANO 2

HOJA 0 DE 7

ZONA DE SOLAPE

TÉRMINO MUNICIPAL DE MADRID

ZONA DE SOLAPE

ZONA DE SOLAPE

X=449750 Y=4478000

X=450350 Y=4478000

X=449750 Y=4477700

X=450250 Y=4477600

ESTRUCTURA E-1

ESTRUCTURA E-2

ESTRUCTURA E-3

EJE 1 EJE 2 EJE 9 EJE 12 EJE 13 EJE 14 EJE 20 EJE 21 EJE 24 EJE 25 EJE 26 EJE 30 EJE 31 EJE 32 EJE 33 EJE 34 EJE 35 EJE 38 EJE 39

SE-1 SE-8 SE-9 SE-45 SE-46

S-0+794(H) S-0+736(H) S-0+650(H) S-0+940(H) S-1+037(H) S-0+870(H)

S-1(D) S-2 S-3 S-4 S-5 S-6 S-10 S-11 S-13 S-15

C-1 C-2 C-3 C-4 C-7 C-9 C-13

P-1 P-2 P-3 P-4 P-5 P-10 P-11 P-13 P-14 P-16 P-17

Q114

M-40 M-14 A-2

MADRID TORREJÓN

E-90 A-2 Km. 11

BARAJAS

Arroyo Arriaza

Mevasa Mercedes-Benz

Fábrica de Licores

Centro Comercial Plenilunio

Campo de Deporte

REMODELACIÓN NUDO EISENHOWER

H01 H02 H03 H04 H05 H06 H07

PLANO.2 PL-GeolGeot.dwg

GOBIERNO DE ESPAÑA | MINISTERIO DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA
SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS
DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN MADRID

CONSULTOR: ineco

ESCALA: 1:1.000 (0 10 20 30m) ORIGINAL-A1

TÍTULO DEL PROYECTO: **PROYECTO DE TRAZADO** AUTOVÍA DEL NORDESTE (A-2). REMODELACIÓN DEL NUDO EISENHOWER

CLAVE: T5-M-14170

Nº ANEJO: 07

DESIGNACIÓN: *ESTUDIO GEOTÉCNICO* PLANTA GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA Y SITUACIÓN DE INVESTIGACIONES

FECHA: MAYO 2016

PLANO 2 HOJA 2 DE 7

REMODELACIÓN NUDO EISENHOWER

H03 · H01 · H02 · H05 · H06 · H04 · H07

TÉRMINO MUNICIPAL DE MADRID

X=450050 Y=4478400

X=450550 Y=4478300

X=449950 Y=4478200

X=450350 Y=4478000

T_M · R_1 · R_C · R_A · Q_{AL} · Ep

BARAJAS · MADRID · M-40 / MADRID · M-14 · Arroyo Abroñigal

EJE 35 · EJE 13 · EJE 12 · EJE 16 · EJE 17

ESTRUCTURA E-2

P-8 · P-6A · P-6B · P-6C · C-11 · C-10 · C-9 · S-5 · S-1+037(H) · SE-9

ZONA DE SOLAPE

ZONA DE SOLAPE

PLANO.2 PL-GeolGeot.dwg

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE FOMENTO	SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN MADRID	CONSULTOR: ineco	ESCALA: 1:1.000 (0 10 20 30m) ORIGINAL-A1	TÍTULO DEL PROYECTO: **PROYECTO DE TRAZADO** AUTOVÍA DEL NORDESTE (A-2). REMODELACIÓN DEL NUDO EISENHOWER	CLAVE: T5-M-14170	Nº ANEJO: 07	DESIGNACIÓN: *ESTUDIO GEOTÉCNICO* PLANTA GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA Y SITUACIÓN DE INVESTIGACIONES	FECHA: MAYO 2016 · PLANO 2 · HOJA 3 DE 7

ZONA DE SOLAPE

ZONA DE SOLAPE

TÉRMINO MUNICIPAL DE MADRID

X=450650

Y=4478000

X=451050

Y=4478000

N

Q AL

T P

R 1

R A

S-16

C-18 (G)

P-9B

P-9A

C/ Salinas del Pozo

EJE 10

C-17 (G)

EJE 1

C-12

EJE 15

S38P-16 (O)

C-16 (G)

P-18

SE-81

MADRID

A-2

S-2(D)

C-7

EJE 26

TORREJÓN

S38P-12 (O)

C-5

EJE 2

E-90

A-2

Km. 11

Fábrica de Coches

Fábrica de Pan

Entidad Bancaria

Fábrica de Alt

X=450650

Y=4477700

X=451050

Y=4477700

REMODELACIÓN NUDO EISENHOWER

H01 H02 H03 H04 H05 H06 H07

PLANO.2 PL-GeolGeot.dwg

GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO	SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN MADRID	CONSULTOR: ineco	ESCALA: 1:1.000 (0 10 20 30m) ORIGINAL-A1	TÍTULO DEL PROYECTO: **PROYECTO DE TRAZADO** AUTOVÍA DEL NORDESTE (A-2). REMODELACIÓN DEL NUDO EISENHOWER	CLAVE: T5-M-14170	Nº ANEJO: 07	DESIGNACIÓN: *ESTUDIO GEOTÉCNICO* PLANTA GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA Y SITUACIÓN DE INVESTIGACIONES	FECHA: MAYO 2016 PLANO 2 HOJA 5 DE 7

ZONA DE SOLAPE

TÉRMINO MUNICIPAL DE MADRID

X=451250 Y=4478000

X=451750 Y=4478000

N

T P

R 1

R A

Q AL

Q T-J1

COLONIA FIN DE SEMANA

Calle de Escorpion

Calle de Cancer

Calle La Aduarela

P-18

SE-81B

SE-81

S38P-18 (O)

P-10A

P-10B

P-10C

P-11

P-12

EJE 10

EJE 1

EJE 2

MADRID

TORREJÓN

A-2

E-90

A-2

Km. 12

Avda. de Aragón

S38P-12 (O)

S38P-13 (O)

Fábrica de Altavoces

Fabrica de Deporte

0+800 0+700 0+600 0+500 0+400 0+300 0+200 0+100 0+000

2+800 2+900 3+000 3+100 3+200 3+300 3+400

X=451250 Y=4477700

X=451750 Y=4477700

REMODELACIÓN NUDO EISENHOWER

H01 H02 H03 H04 ~~H05~~ ~~H06~~ H07

PLANO.2 PL-GeolGeot.dwg

GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO	SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN MADRID	CONSULTOR: ineco	ESCALA: 1:1.000 (0 10 20 30m) ORIGINAL-A1	TÍTULO DEL PROYECTO: **PROYECTO DE TRAZADO** AUTOVÍA DEL NORDESTE (A-2). REMODELACIÓN DEL NUDO EISENHOWER	CLAVE: T5-M-14170	Nº ANEJO: 07	DESIGNACIÓN: *ESTUDIO GEOTÉCNICO* PLANTA GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA Y SITUACIÓN DE INVESTIGACIONES	FECHA: MAYO 2016 PLANO 2 HOJA 6 DE 7

TÉRMINO MUNICIPAL DE MADRID

X=453950
Y=4477900
X=454550
Y=4477900
Y=4477600
X=454550
Y=4477500
X=453950

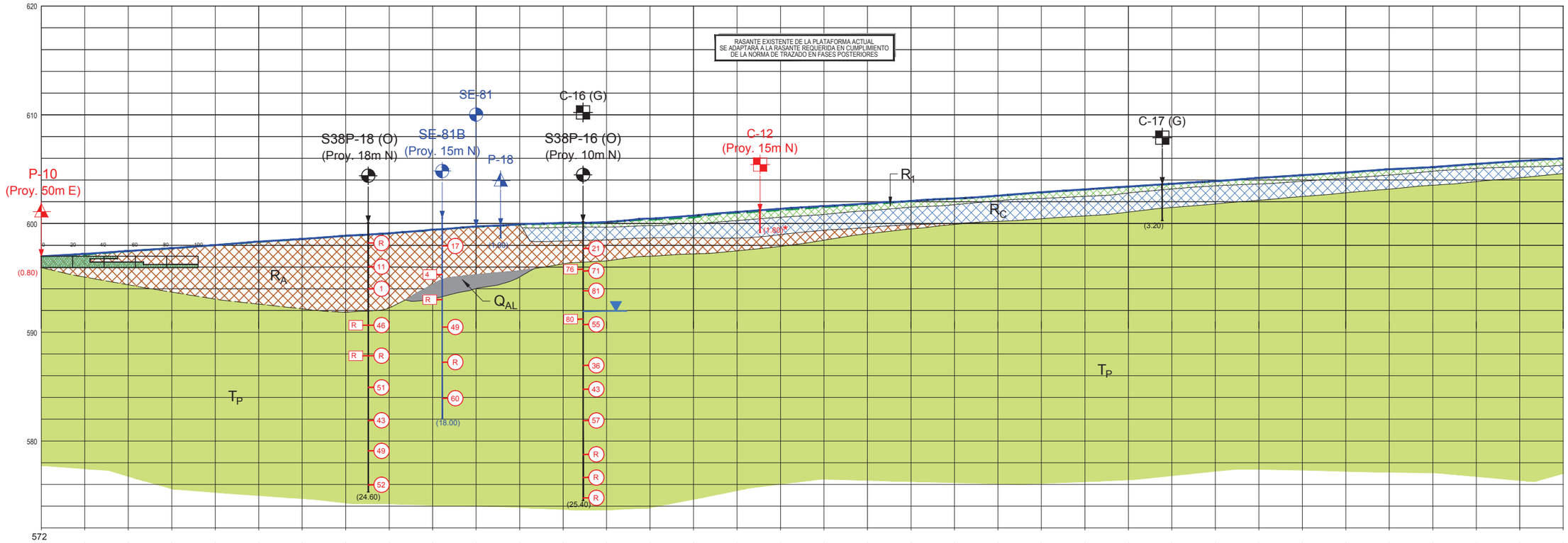
Q T-J1
R 1
R C
R A
0+600
0+500
0+400
0+300
0+200
0+100
0+000
EJE 11
S-0+740(G)
S-0+700(G)
S-0+540(G)
S-0+500(G)
S-2 (J)
S-3 (J)
MADRID
TORREJÓN
Las Moreras
Fábrica de Aeronáutica
E-90
A-2
Km. 15
SE-27
Mb
575
580

REMODELACIÓN NUDO EISENHOWER

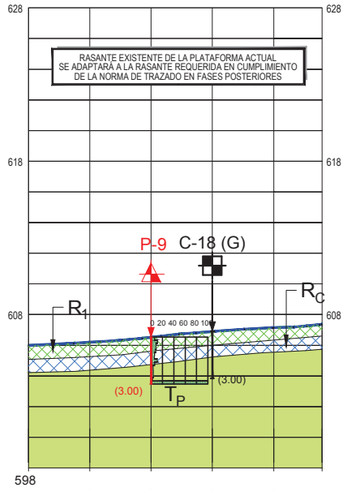
H01 H02 H03 H04 H05 H06 H07

PLANO.2 PL-GeolGeot.dwg

GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE FOMENTO	SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN MADRID	CONSULTOR: ineco	ESCALA: 1:1.000 (0 10 20 30m) ORIGINAL-A1	TÍTULO DEL PROYECTO: **PROYECTO DE TRAZADO** AUTOVÍA DEL NORDESTE (A-2). REMODELACIÓN DEL NUDO EISENHOWER	CLAVE: T5-M-14170	Nº ANEJO: 07	DESIGNACIÓN: *ESTUDIO GEOTÉCNICO* PLANTA GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA Y SITUACIÓN DE INVESTIGACIONES	FECHA: MAYO 2016 PLANO 2 HOJA 7 DE 7


RASANTE EXISTENTE DE LA PLATAFORMA ACTUAL
SE ADAPTARÁ A LA RASANTE REQUERIDA EN CUMPLIMIENTO
DE LA NORMA DE TRAZADO EN FASES POSTERIORES
SE-81
C-16 (G)
S38P-18 (O)
(Proy. 18m N)
SE-81B
(Proy. 15m N)
P-18
S38P-16 (O)
(Proy. 10m N)
C-12
(Proy. 15m N)
C-17 (G)
P-10
(Proy. 50m E)
R1
RC
RA
QAL
TP
(0.80)
(18.00)
(24.60)
(25.40)
(3.20)
620
610
600
590
580
572

| | | |


628
628
RASANTE EXISTENTE DE LA PLATAFORMA ACTUAL
SE ADAPTARÁ A LA RASANTE REQUERIDA EN CUMPLIMIENTO
DE LA NORMA DE TRAZADO EN FASES POSTERIORES
618
618
P-9
C-18 (G)
608
608
R_1
R_C
0 20 40 60 80 100
(3.00)
(3.00)
T_P
598

| | | |

Plano 8. Situación de canteras y graveras (proyecto de clave 49-M-12280)



GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE FOMENTO	SERVICIO: DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN MADRID	CONSULTORA: prointec — EL I.C.C.P. AUTOR DEL PROYECTO: D. EDUARDO GARCIA DE GUINEA	EL I.C.C.P. DIRECTOR DEL PROYECTO: D. ALFREDO LOPEZ DE LA FUENTE	V° B° EL JEFE DE LA DEMARCACION: D. JOSE RAMÓN PARAMIO FDEZ.	ESCALAS: 1/200.000 (0 2 4 Km) ORIGINAL A-1 GRÁFICA	TITULO COMPLEMENTARIO: PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN: "AUTOVÍA DEL NORDESTE A-2 . ACCESO A MADRID. PLATAFORMAS RESERVADAS PARA EL TRANSPORTE PÚBLICO, VÍAS DE SERVICIO Y ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS. P.K. 5,3 AL P.K. 24,5. TRAMO: CALLE ARTURO SORIA - ALCALÁ DE HENARES".	CLAVE: 49-M-12280	N° DE PLANO: HOJA 1 DE 3	DESIGNACIÓN DEL PLANO: LOCALIZACIÓN DE CANTERAS Y GRAVERAS	FECHA: DICIEMB.-2008 N° DE PAGINA:

AMBITO DE ESTUDIO

C-4 (≈100 Km)

C-5 (≈70 Km)

C-3

C-6

G-1 G-2 G-3 G-4 G-5 G-6 G-7 G-8 G-9

LEYENDA

C CANTERA

G GRAVERA

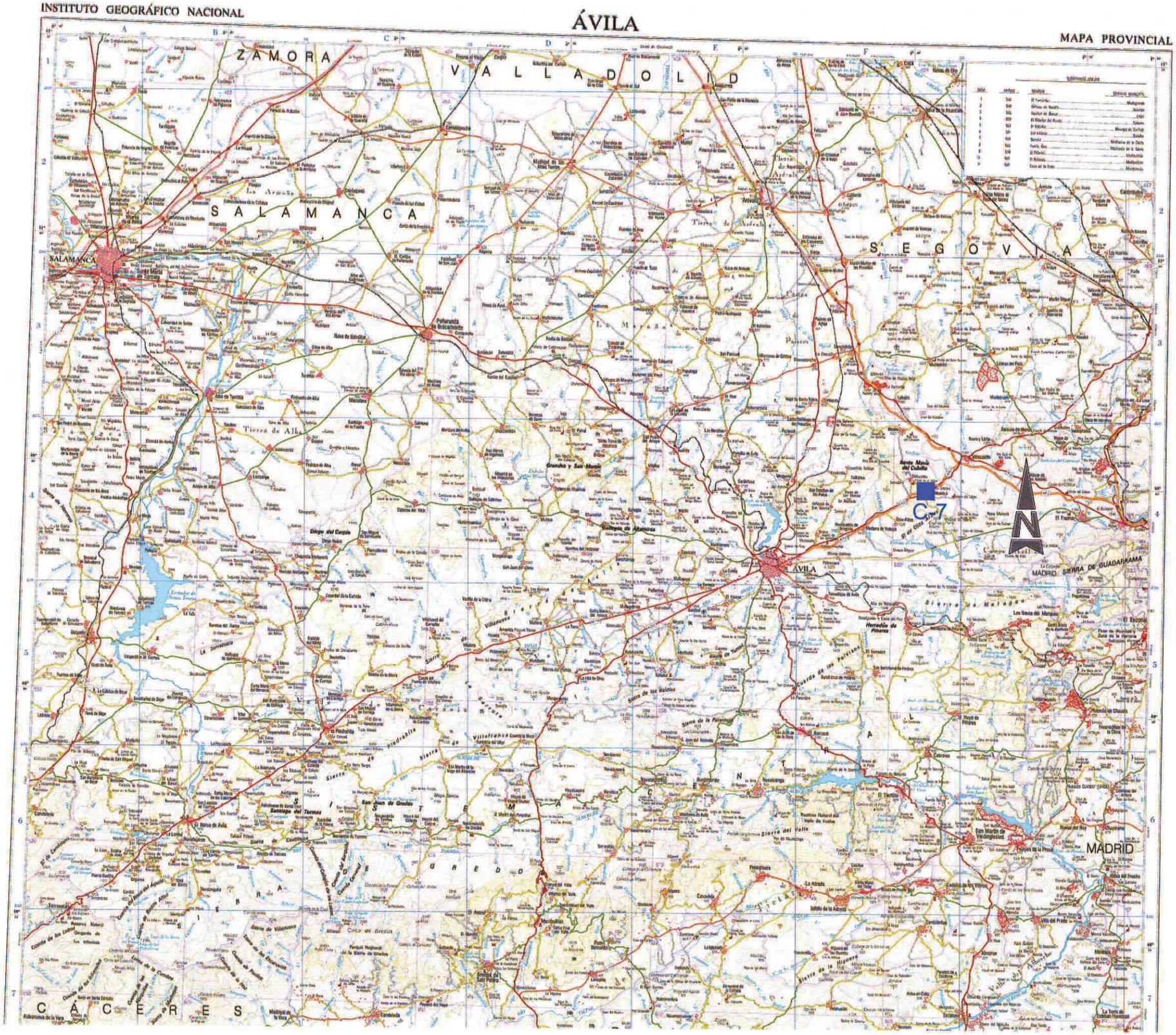
GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE FOMENTO	SERVICIO: DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN MADRID	CONSULTORA: prointec	EL I.C.C.P. AUTOR DEL PROYECTO: D. EDUARDO GARCIA DE GUINEA	EL I.C.C.P. DIRECTOR DEL PROYECTO: D. ALFREDO LÓPEZ DE LA FUENTE	Vº Bº EL JEFE DE LA DEMARCACION: D. JOSE RAMÓN PARAMIO FDEZ.	ESCALAS: 1/200.000 (0 2 4 Km) ORIGINAL A–1 GRÁFICA	TÍTULO COMPLEMENTARIO: PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN: "AUTOVÍA DEL NORDESTE A-2. ACCESO A MADRID. PLATAFORMAS RESERVADAS PARA EL TRANSPORTE PÚBLICO, VÍAS DE SERVICIO Y ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS. P.K. 5,3 AL P.K. 24,5. TRAMO: CALLE ARTURO SORIA - ALCALÁ DE HENARES".

CLAVE:	Nº DE PLANO:	DESIGNACIÓN DEL PLANO:	FECHA:
49-M-12280	HOJA 2 DE 3	LOCALIZACIÓN DE CANTERAS Y GRAVERAS	DICIEMB.-2008
			Nº DE PAGINA:

INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL

ÁVILA

MAPA PROVINCIAL

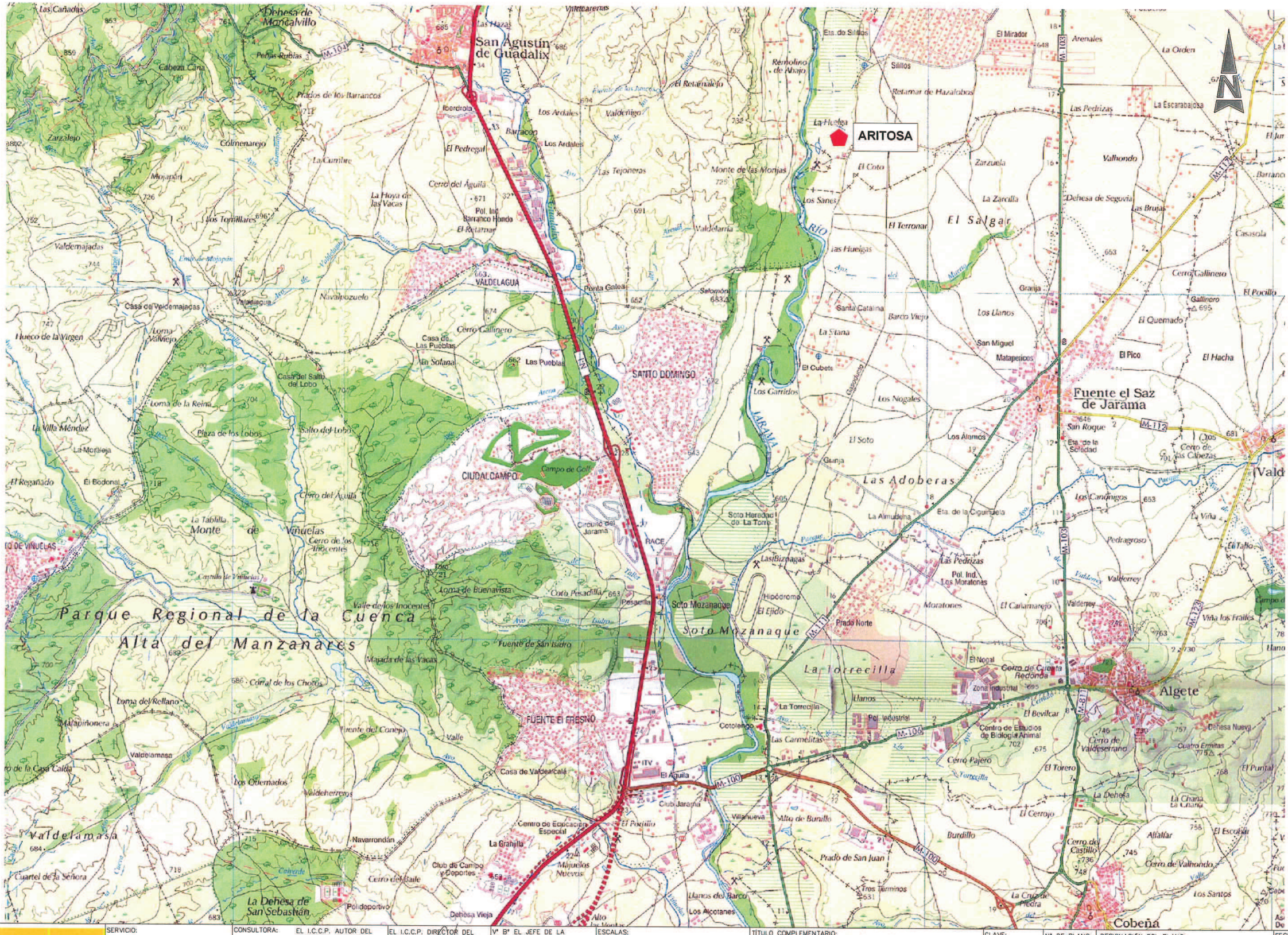


LEYENDA

- C CANTERA
- G GRAVERA

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE FOMENTO	SERVICIO: DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN MADRID	CONSULTORA: prointec	EL I.C.C.P. AUTOR DEL PROYECTO: D. EDUARDO GARCIA DE GUINEA	EL I.C.C.P. DIRECTOR DEL PROYECTO: D. ALFREDO LÓPEZ DE LA FUENTE	V° B° EL JEFE DE LA DEMARCACION: D. JOSE RAMÓN PARAMIO FDEZ.	ESCALAS: 1/200.000 ORIGINAL A-1	0 2 4 Km GRÁFICA	TÍTULO COMPLEMENTARIO: PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN: "AUTOVÍA DEL NORDESTE A-2. ACCESO A MADRID. PLATAFORMAS RESERVADAS PARA EL TRANSPORTE PÚBLICO, VÍAS DE SERVICIO Y ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS. P.K. 5,3 AL P.K. 24,5. TRAMO: CALLE ARTURO SORIA - ALCALÁ DE HENARES".	CLAVE: 49-M-12280	Nº DE PLANO: HOJA 3 DE 3	DESIGNACIÓN DEL PLANO: LOCALIZACIÓN DE CANTERAS Y GRAVERAS	FECHA: DICIEMB.-200 Nº DE PAGINA

Plano 9. Localización de vertederos (proyecto de clave 49-M-12280)


ARITOSA
San Agustín de Guadalix
Fuente el Saz de Jarama
Algete
Cobeña
Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares
Soto Mozanaque
La Torrecilla
Las Adoberas
El Salgar
Las Dehesas
Monte de Viñuelas
Dehesa de Moncalvillo
CIUDALCAMPO
SANTO DOMINGO
VALDELAGUA
FUENTE EL FRESNO
Valdelamasa
Campo de Golf
Circuito del Jarama
RACE
Polideportivo
Centro de Educación Especial
Club de Campo y Deportes
Club Jarama
ITV
Zona Industrial
Pol. Industrial
Pol. Ind. Los Moratones
Pol. Ind. Barranco Hondo
Las Pedrizas
Valhondo
Dehesa de Segovia
Cerro Gallinero
Cerro de Valdeserrano
Cerro del Castillo
Cerro de Valhondo
Cerro del Águila
Monte de las Monjas
Los Ardales
Los Llanos
Los Nogales
Los Alamos
Los Santos
Los Canónigos
Prado Norte
Prado de San Juan
Tres Términos
Soto Heredad de La Torre
Soto Mozanaque
Hipódromo El Ejido
Valle de los Inocentes
Fuente de San Isidro
Majada de las Vacas
Corral de los Chotos
Loma del Rellano
Valle
Navalmozuelo
Navarrondán
Majuelos Nuevos
Alto de Bunillo
Burdillo
Villanueva
Cotolengo
Las Carmelitas
Las Huelgas
Las Tejoneras
Las Pedrizas
Las Bizcayagas
Las Dehesas
Las Viñas
Las Brujas
Las Escarabajosa
Las Llanos
Las Santos
Las Canónigos
Las Viñas
Las Pedrizas
Las Pedrizas
Las Pedriz

ÁRIDOS BRAVO HORMIGONES

SAN SEBASTIAN DE LOS REYES
ALCOBENDAS
SAN SEBASTIAN DE LOS REYES
EL SOTO
LA MORALEJA
EL ENCINAR DE LOS REYES
HORTALEZA
CHAMARTÍN
BARAJAS
CAMPO DE LAS NACIONES
AEROPUERTO INTERNACIONAL DE MADRID - BARAJAS
Cobeña
Ajalvir
Paracuellos de Jarama
MADRID

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE FOMENTO	SERVICIO: DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN MADRID	CONSULTORA: prointec	EL I.C.C.P. AUTOR DEL PROYECTO: D. EDUARDO GARCIA DE GUINEA	EL I.C.C.P. DIRECTOR DEL PROYECTO: D. ALFREDO LÓPEZ DE LA FUENTE	Vº Bº EL JEFE DE LA DEMARCACION: D. JOSÉ RAMÓN PARAMIO FDEZ.	ESCALAS: 1:50.000 (0 0,5 1Km) ORIGINAL A-1 GRÁFICA	TÍTULO COMPLEMENTARIO: PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN: "AUTOVÍA DEL NORDESTE A-2. ACCESO A MADRID. PLATAFORMAS RESERVADAS PARA EL TRANSPORTE PÚBLICO, VÍAS DE SERVICIO Y ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS. P.K. 5,3 AL P.K. 24,5. TRAMO: CALLE ARTURO SORIA - ALCALÁ DE HENARES".	CLAVE: 49-M-12280	Nº DE PLANO: HOJA 2 DE 3	DESIGNACIÓN DEL PLANO: Localización de Vertederos	FECHA: DICIEMB.-2008 Nº DE PAGINA:

CANTERAS DE SEPIOLITA

MADRID

RETIRO
MORATALAZ
VICÁLVARO
PUENTE DE VALLECAS
VILLA DE VALLECAS
MEJORADA DEL CAMPO
Velilla de San Antonio
Rivas Vaciamadrid
Rivas de Jarama
MERCAMADRID
POLIGONO IND
Parque Regional del Sureste
Vega del Porcal
Valdemingómez
Casa Eulogio

Estación de Atocha
Cementerio de Nª Sª de la Almudena
Hospital del Niño Jesús
Polideportivo La Elipa
Observatorio
Jardín de Invierno
Parque del Retiro
La Estrella
Niño Jesús
Est. Autobuses
Pacífico
El Vandel
Pavones
Peña Prieta
Puente de Vallecas
Méndez Álvaro
C. Comercial
Planetario
Parque Tierno Galván
San Diego
Talamar
Fontarrón
Polideportivo
Est. de Contenedores
Palomeras Sureste
Palomeras Bajas
Palomeras
Entrevías
Madrid Sur
Nudo Sur
Pozo del Tío Raimundo
Parque Forestal de Entrevías
Est. Santa Catalina
Depuradora de La China
La Celsa
Nudo Supersur
ITV
Centro de Transportes de Madrid
El Espinillo
Villaverde Bajo
Talleres RENFE
San Cristóbal
Los Ángeles
Estación de Contenedores
Depuradora de Butarque
Puente de la Arganzuela
Los Llanos
Antonio Machado
El Carmen
Alpha
Pol. Ind. Los Olivos
Cerro de los Ángeles
Monumento al Sagrado Corazón
Gambau
Perales del Río
Lagunas de Perales
Las Viñas
Quintana
Casa del Pozo Culebro
Casa de la Aldehuela
Casa de Murcia
La Torrecilla
Depuradora Sur
Salmedina
Planta de Compostaje
Cerámica
Incineradora
Los Pilones
Monte Viejo
Los Cerros
Los Llanos
Cañada Real Barcelona
Cañada Real Madrid
Canteras del Olivar
Canteras de Vallecas
Mayorazgo
El Pozuelo
Granja El Rocío
Yesera
Pablo Iglesias
Pol. Ind. Santa Ana
Santa Mónica
Los Montecillos
Cumbres de Vallecas
El Llano
Vertederos
Vertedero Municipal
Escuela de Protección Civil
Depuradora Suroriental
Cerro de la Oliva
La Hoya
La Deseada
Los Campamentos
Campillo de San Isidro
Rivas Vaciamadrid
Laguna del Campillo
Puente de Arganda
Parque de Bomberos C.A.M.
Cerros de las Coberteras
Coberteras
Las Cuarenta
Emisora RNE
El Estrechillo
Malvar
Borondo
El Olivar
El Alquilón
El Lomo
Las Monjas
Las Lagunas de las Madres
Vereda del Hondillo
Presa del Rey
Granja
Valdecubera
Valdecarros
Camino de Valdecarros
Cerro del Águila
Alto del Retiro
Santísimo
Los Berrocales
Alto del Espinillo
Los Castillejos
Tolsá
Almodóvar
Eta. de la Virgen de la Torre
Santa Eugenia
Universidad Politécnica Campus Sur
Polideportivo
Cerro Chico
La Dehesa
Portland Valderribas
Polígono Industrial
Valdebernardo
La Cebollera
La Catalana
Polideportivo
El Juncal
El Moral
Estación de Vicálvaro
La Charquilla
Charco Alto
Las Peñuelas
Las Canteras
Los Ahijones
Puerta de Arganda
Los Ladrones
El Quemadero
Los Cerros de Rivas
Cristo de Rivas
Huertos Familiares
La Raya de Velilla
Dehesa de Velilla
Covibal
Rivas Urbanizaciones
Cerro del Telégrafo
Ribas
Pol. Ind.
La Vega
Santa Marta
La Partija
Cuzco
El Sotillo
Santa Ana
El Soto
Los Pernales
Casa de Per
Torre Blan
Miralrío
El Piul
Los Cant
Los Olivos
El Trébol
El Bosque
Artes Gráficas
Pol. Ind. Las Acacias
Pol. Ind. Mejorada
Las Bo
El Negralejo
El Raso
Los Prados
La Presa
El Tal
Casa Montero
Instituto Laboral Agrícola
Polígono Industrial
Polideportivo
Pavones
Valdebernardo
Vicálvaro
Universidad
Polideportivo
Fontarrón
Talamar
Peña Prieta
Puente de Vallecas
Pol. de Cerro del Río
Pontazgo
Palomeras Sureste
Palomeras Bajas
Palomeras
Entrevías
Madrid Sur
Nudo Sur
Pozo del Tío Raimundo
Parque Forestal de Entrevías
Est. Santa Catalina
Depuradora de La China
La Celsa
Nudo Supersur
ITV
Centro de Transportes de Madrid
El Espinillo
Villaverde Bajo
Talleres RENFE
San Cristóbal
Los Ángeles
Estación de Contenedores
Depuradora de Butarque
Puente de la Arganzuela
Los Llanos
Antonio Machado
El Carmen
Alpha
Pol. Ind. Los Olivos
Cerro de los Ángeles
Monumento al Sagrado Corazón
Gambau
Perales del Río
Lagunas de Perales
Las Viñas
Quintana
Casa del Pozo Culebro
Casa de la Aldehuela
Casa de Murcia
La Torrecilla
Depuradora Sur
Salmedina
Planta de Compostaje
Cerámica
Incineradora
Los Pilones
Monte Viejo
Los Cerros
Los Llanos
Cañada Real Barcelona
Cañada Real Madrid
Canteras del Olivar
Canteras de Vallecas
Mayorazgo
El Pozuelo
Granja El Rocío
Yesera
Pablo Iglesias
Pol. Ind. Santa Ana
Santa Mónica
Los Montecillos
Cumbres de Vallecas
El Llano
Vertederos
Vertedero Municipal
Escuela de Protección Civil
Depuradora Suroriental
Cerro de la Oliva
La Hoya
La Deseada
Los Campamentos
Campillo de San Isidro
Rivas Vaciamadrid
Laguna del Campillo
Puente de Arganda
Parque de Bomberos C.A.M.
Cerros de las Coberteras
Coberteras
Las Cuarenta
Emisora RNE
El Estrechillo
Malvar
Borondo
El Olivar
El Alquilón
El Lomo
Las Monjas
Las Lagunas de las Madres
Vereda del Hondillo
Presa del Rey
Granja
Valdecubera
Valdecarros
Camino de Valdecarros
Cerro del Águila
Alto del Retiro
Santísimo
Los Berrocales
Alto del Espinillo
Los Castillejos
Tolsá
Almodóvar
Eta. de la Virgen de la Torre
Santa Eugenia
Universidad Politécnica Campus Sur
Polideportivo
Cerro Chico
La Dehesa
Portland Valderribas
Polígono Industrial
Valdebernardo
La Cebollera
La Catalana
Polideportivo
El Juncal
El Moral
Estación de Vicálvaro
La Charquilla
Charco Alto
Las Peñuelas
Las Canteras
Los Ahijones
Puerta de Arganda
Los Ladrones
El Quemadero
Los Cerros de Rivas
Cristo de Rivas
Huertos Familiares
La Raya de Velilla
Dehesa de Velilla
Covibal
Rivas Urbanizaciones
Cerro del Telégrafo
Ribas
Pol. Ind.
La Vega
Santa Marta
La Partija
Cuzco
El Sotillo
Santa Ana
El Soto
Los Pernales
Casa de Per
Torre Blan
Miralrío
El Piul
Los Cant
Los Olivos
El Trébol
El Bosque
Artes Gráficas
Pol. Ind. Las Acacias
Pol. Ind. Mejorada
Las Bo
El Negralejo
El Raso
Los Prados
La Presa
El Tal
Casa Montero
Instituto Laboral Agrícola
Polígono Industrial

M-30 M-40 M-45 M-50 M-203 M-204 M-206 M-208 M-214 M-301 M-823 R-3 C-1 C-2 N-IV N-III

HENARES JARAMA Río Manzanares Río Jarama Río Henares Arroyo Abroñigal Arroyo Culebro Arroyo Butarque Arroyo Valdecarros Arroyo Valdecubera Arroyo Valdebernardo Arroyo Vicálvaro Arroyo Valdebebas Arroyo Valdemingómez Arroyo Valdecarros Arroyo Valdecubera Arroyo Valdebernardo Arroyo Vicálvaro Arroyo Valdebebas Arroyo Valdemingómez

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE FOMENTO	SERVICIO: DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN MADRID	CONSULTORA: prointec	EL I.C.C.P. AUTOR DEL PROYECTO: D. EDUARDO GARCIA DE GUINEA	EL I.C.C.P. DIRECTOR DEL PROYECTO: D. ALFREDO LÓPEZ DE LA FUENTE	Vº Bº EL JEFE DE LA DEMARCACION: D. JOSE RAMÓN PARAMIO FDEZ.	ESCALAS: 1:50.000 ORIGINAL A-1 · 0 0,5 1km GRÁFICA	TÍTULO COMPLEMENTARIO: PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN: "AUTOVÍA DEL NORDESTE A-2. ACCESO A MADRID. PLATAFORMAS RESERVADAS PARA EL TRANSPORTE PÚBLICO, VÍAS DE SERVICIO Y ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS. P.K. 5,3 AL P.K. 24,5. TRAMO: CALLE ARTURO SORIA - ALCALÁ DE HENARES".	CLAVE: 49-M-12280	Nº DE PLANO: HOJA 3 DE 3	DESIGNACIÓN DEL PLANO: Localización de Vertederos	FECHA: DICIEMB.-2008 Nº DE PAGINA: