ANEJO Nº 07.- GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y ESTUDIO DE MATERIALES

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN Y OBJETO 1

2.- INFORMACIÓN DISPONIBLE 1

2.1.- INFORMACIÓN GEOLÓGICA INCLUIDA EN EL PROYECTO BÁSICO DEL MOPT, 1993 1

2.2.- INFORMACIÓN GEOLÓGICA INCLUIDA EN EL ESTUDIO INFORMATIVO DE TT&U (2011). 3

2.3.- RESUMEN DE RECONOCIMIENTOS Y ENSAYOS REALIZADOS 3

2.3.1.- Introducción 3

2.3.2.- Reconocimientos MOPT (1993) 3

2.3.3.- Estudio Informativo 2011 3

2.3.4.- Conclusiones 4

3.- CAMPAÑA REALIZADA PROYECTO ACTUAL 4

3.1.- RECONOCIMIENTOS DE CAMPO 4

3.2.- ENSAYOS IN SITU 6

3.3.- ENSAYOS DE LABORATORIO 6

4.- MARCO GEOLÓGICO 6

4.1.- CONTEXTO REGIONAL 6

4.2.- ESTRATIGRAFÍA 7

4.2.1.- Unidades superficiales. 7

4.2.2.- Unidades del sustrato 8

4.2.2.1.- Unidades jurásicas 8

4.2.2.2.- Unidades triásicas 9

4.2.2.3.- Unidades paleozoicas 9

4.3.- TECTÓNICA 9

4.4.- TRAMIFICACIÓN GEOLÓGICA 11

4.5.- GEOMORFOLOGÍA 11

4.6.- SISMICIDAD 11

5.- GEOTECNIA 13

5.1.- LITOTIPOS CONSIDERADOS 13

5.2.- CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA 13

5.2.1.- Rellenos antrópicos (Q_A) 13

5.2.2.- Cuaternario indiferenciado (Q_I) 13

5.2.3.- Depósitos de ría (Q_R) 13

5.2.4.- Conglomerados, areniscas y arcillas rojas (T) 13

5.2.5.- Dolomías, calizas y margas (J) 14

5.3.- RESULTADOS DE LOS ENSAYOS 14

5.4.- PARÁMETROS GEOTÉCNICOS DE CÁLCULO 18

5.5.- CARACTERIZACIÓN DE LA FRACTURACIÓN 18

5.5.1.- Calizas, dolomías y margas jurásicas. 18

5.5.2.- Conglomerados, areniscas y arcillas rojas. 18

5.6.- ESTUDIO DE EXCAVABILIDAD 19

5.6.1.- Introducción 19

5.6.2.- Excavabilidad en desmontes 19

5.6.2.1.- Metodología empleada 19

5.6.2.2.- Recomendaciones de caterpillar 20

5.6.2.3.- Criterio de excavabilidad de franklin 22

5.6.2.4.- Pettifer & fookes (1994) 23

5.6.2.5.- Tsiambaos (2015) 23

5.6.2.6.- Excavabilidad por litologías. 24

5.6.2.7.- Porcentajes a excavar 25
5.6.3.- Excavabilidad en túneles 25
5.6.4.- Excavabilidad de Pantallas 26
5.7.- OBRAS ELEMENTALES 26
5.7.1.- Introducción 26
5.7.2.- Descripción geotécnica de obras elementales 26
5.7.2.1.- Estación de Villalegre 26
5.7.2.2.- Reposición de la supresión del paso a nivel de la plaza Castañedo 26
5.7.2.3.- Pasarela peatonal de la supresión del paso a nivel de la calle Ráfaga 27
5.7.2.4.- Pantallas Apeadero La Rocica 27
5.7.2.5.- Reposición viaria provisional de la calle Avilés 27
5.7.2.6.- Reposición de la actual pasarela peatonal de la calle Robles 27
5.7.2.7.- Falso Túnel de Bustiello 27
5.7.2.8.- Túnel en mina Bustiello 27
5.7.2.9.- Futura Estación Intermodal de Avilés 27
5.7.2.10.- Soterramiento zona urbana Aviles 27
5.7.2.11.- Estación de Avilés 27
5.8.- GEOTECNIA DE DESMONTES Y RELLENOS 27
5.8.1.- Terraplén 1 29
5.8.2.- Desmonte 1 29
5.8.3.- Desmonte 2 30
5.8.4.- Terraplén 2 30
5.8.5.- Desmontes 3 y 4 31
5.8.6.- Desmonte 5 31
5.9.- GEOTECNIA DE ESTRUCTURAS 32
5.9.1.- Tramo entre pantallas Apeadero La Rocica 34
5.9.2.- Supresión paso a nivel de la Plaza Castañedo 34
5.9.3.- Supresión del paso a nivel de la Calle Ráfaga 34
5.9.4.- Reposición provisional de la calle Avilés 35
5.9.5.- Supresión del paso a nivel de la Calle Roble 36
5.9.6.- Soterramiento en tramo urbano de Avilés 36
5.10.- CONDICIONANTES Y RIESGOS GEOLÓGICOS Y GEOTÉCNICOS 38
5.11.- DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO 39
6.- ESTUDIO DE MATERIALES 39
6.1.- LITOTIPOS CONSIDERADOS 39
6.2.- APROVECHAMIENTO DE LOS MATERIALES DEL ÁMBITO DE ESTUDIO 39
6.2.1.- Aprovechamiento de materiales para terraplén 39
6.2.2.- Dimensionado de capa de forma 40
6.3.- MATERIALES PROCEDENTES DE CANTERAS 41
6.3.1.- Canteras de balasto 41
6.3.2.- Canteras y explotaciones aptas para relleno y capa de forma 42
6.3.3.- Vertederos 42
6.4.- PLANTAS DE SUMINISTRO 42
6.5.- VOLÚMENES DE TIERRAS 42
APÉNDICE Nº1. TESTIFICACIONES DE SONDEOS 43
APÉNDICE Nº2. CALICATAS 44
APÉNDICE Nº3. ENSAYOS DE LABORATORIO 45
APÉNDICE Nº4. ENSAYOS DE PERMEABILIDAD 46

APÉNDICE Nº5. ENSAYOS PRESIOMÉTRICOS.....47
APÉNDICE Nº6. GEOFÍSICA.....48
APÉNDICE Nº7. PLANTA GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA.....49
APÉNDICE Nº8: RECONOCIMIENTOS DE CAMPAÑAS ANTERIORES.....50
APÉNDICE Nº9: SITUACIÓN DE CANTERAS 51
APÉNDICE Nº 10: FICHAS DE CANTERAS.....3

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Leyenda incluida en el proyecto del MOPT. Extraída de la hoja 13 de la 2ª Serie MAGNA (IGME) 2

Ilustración 2 Leyenda geológica del perfil longitudinal de la ría de Avilés. 2

Ilustración 3 Leyenda de símbolos del proyecto del MOPT.....2

Ilustración 4 Perfil longitudinal de los alrededores de la Ría de Avilés. MOPT. 2

Ilustración 5: Campaña de reconocimientos realizada. Los sondeos en negro de campañas anteriores (MOPT y Estudio Informativo de 2011). 5

Ilustración 6: Fotografía de la caja del sondeo S-2 entre los 2.40 m y 5.30 m de profundidad. Depósitos de ría grises 7

Ilustración 7: Fotografía de la caja del sondeo S-3 entre los 10.6 m y 13.45 m de profundidad. Depósitos de ría rojizos. 8

Ilustración 8: Lutitas negras presentes en la base del jurásico con intercalaciones de niveles yesíferos. Sondeo S-1, de 43.55 m a 47.05 m 8

Ilustración 9: Margas con estructura interna y fragmentos de caliza pertenecientes al sondeo S-02 entre los 10.3 m y 12.6 m de profundidad. 9

Ilustración 10: Esquema tectónico del ámbito de la actuación 10

Ilustración 11: Sismicidad en la zona del estudio 12

Ilustración 12 Imagen de una ripadora D8R Caterpillar (Caterpillar, 2012) 21

Ilustración 13 Imagen de una ripadora D9R de Caterpillar. (Caterpillar, 2012) 22

Ilustración 14 Imagen de una ripadora D10R de Caterpillar (Caterpillar, 2012) 22

Ilustración 15 Gráfico explicativo del criterio de Franklin (1971) 23

Ilustración 16 Gráfico explicativo del criterio de Pettifer & Fookes (1994).....23

Ilustración 17 Gráfico explicativo del método de Tsiambaos (2015) 24

Ilustración 18 Abaco de Gehring (1995).....26

Ilustración 19 Parámetros resistendes de las calizas, dolomías y margas obtenidos de RocLab.....28

Ilustración 20 Terraplén 1 hacia el Este de la vía.....29

Ilustración 21 Terraplén 1 hacia el Oeste de la vía 29

Ilustración 22 Modelización Desmonte 1.....30

Ilustración 23 Modelización desmonte 2 30

Ilustración 24 Modelización terraplén 2.....31

Ilustración 25 Modelización desmonte 3 y 4.....31

Ilustración 26 Ubicación del paso inferior y la reposición provisional de la Calle Avilés.....35

Ilustración 27 Ábaco de Chadeisson(1961). Coeficiente de balasto horizontal en función del ángulo de fricción interna (eje "X") y la cohesión (eje "Y"). Mitew, 2005. 37

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Resumen de reconocimientos geotécnicos realizados en la campaña del MOPT (1993) 3

Tabla 2 Tabla resumen de los reconocimientos realizados en el Estudio Informativo de 2011 4

Tabla 3: Sondeos y calicatas realizadas 6

Tabla 4: Litotipos considerados 13

Tabla 5: Parámetros geotécnicos obtenidos en los ensayos 18

Tabla 6 Características de excavación según Bell (1992) 19

Tabla 7 Excavabilidad basada en la velocidad de las ondas sísmicas según Caterpillar (2012) 20

Tabla 8 Tabla de capacidad de perforación de la máquina D8R de Caterpillar (Caterpillar 2012) 21

Tabla 9 Tabla de capacidad de perforación de la máquina D10R de Caterpillar en función de la velocidad de las ondas sísmicas (Caterpillar, 2012) 21

Tabla 10 Tabla de capacidad de perforación de la máquina D10R de Caterpillar en función de la velocidad de las ondas sísmicas. (Caterpillar, 2012) 22

Tabla 11 Porcentaje a excavar en la vía de ancho ibérico 25

Tabla 12 Porcentajes a excavar en la vía de ancho métrico 25

Tabla 13 Resumen de obras elementales 26

Tabla 14 Parámetros resistentes de los diferentes litotipos estudiados. 28

Tabla 15 Parámetros para rellenos tipo terraplén y pedraplén. 28

Tabla 16 Valores de α1 según el tipo de roca. 32

Tabla 17 Coeficientes de seguridad mínimos para cimentaciones superficiales 33

Tabla 18 Carga admisible de la supresión del paso a nivel de la Plaza Castañedo ..34

Tabla 19Carga admisible de la estructura para la supresión del paso a nivel de la Calle Ráfaga 35

Tabla 20 Carga admisible del paso superior de la calle Avilés 35

Tabla 21 Carga admisible del paso inferior de la Calle Avilés 36

Tabla 22 Carga admisible de la pasarela peatonal de la Calle Roble 36

Tabla 23 Carga admisible de la losa de cimentación del falso túnel bajo la ría 36

Tabla 24 coeficientes de balasto horizontal (Kh) para los diferentes litotipos 37

Tabla 25 Coeficientes de balasto horizontal para la losa de la calle Avilés. 38

Tabla 26 Tramificación geológica de las alternativas. 39

Tabla 27: Litotipos considerados 39

Tabla 28 Clasificación de materiales según el PG-3. 39

Tabla 29 Clasificación y utilización como capa de forma de los materiales de la traza según la orden FOM/1631/2015 41

Tabla 30 Propiedades geotécnicas de los litotipos presentes en las diferentes soluciones. 41

Tabla 31 Canteras de áridos con materiales aptos para relleno y capa de forma cercanos a la traza 42

Tabla 32 Tabla resumen de plantas de suministro 42

1.- INTRODUCCIÓN Y OBJETO

El objetivo del presente documento es presentar los resultados iniciales de los reconocimientos geológicos y geotécnicos realizados, así como recopilar los de estudios anteriores.

2.- INFORMACIÓN DISPONIBLE

En el presente apartado se describen someramente los datos geológicos y geotécnicos disponibles en la bibliografía.

A continuación, se detalla la bibliografía empleada para este estudio:

- Acuerdo Marco “Estación de Autobuses en Avilés Ayuntamiento de Avilés, Consejería de Infraestructuras y Vivienda del Principado de Asturias y RENFE. 1992.
- MOPT (1993). Proyecto Básico del Colector Interceptor General de la Ría de Avilés.
- Convenio para la readscripción del Dominio Público Ferroviario en el recinto de las Estaciones de Avilés, 2004.
- Estudio de la Supresión de la Barrera Ferroviaria de Avilés de la Consejería de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras del Gobierno del Principado de Asturias de diciembre de 2005.
- Estudio Complementario de la Supresión de la Barrera Ferroviaria de Avilés de la Consejería de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras del Gobierno del Principado de Asturias de octubre de 2006.
- Estudio de Viabilidad de un Sistema de Transporte Guiado sobre Railes en el Corredor Gijón Cudillero, utilizando infraestructuras existentes del Consorcio de Transportes de Asturias de diciembre de 2006.
- Accesos a la margen izquierda de la Ria de Avilés. Alternativa de acceso por la margen izquierda.
- Técnicas Territoriales y Urbanas, S.L. (TT&U) Estudio Informativo del Proyecto de Integración de las Infraestructuras Ferroviarias de Avilés de marzo de 2011. Ministerio de Fomento.
- IGME (2006) Mapa Geológico Continuo de España a escala 50.000 (GEODE). Cartografía geológica continua de la zona 1000 (ZONA CANTÁBRICA).
- IGME (1972) Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (2ª serie) MAGNA. Hoja 13 (12-3): GIJÓN.
- E. Menéndez Casares et, al. (2004) Precisiones sobre los acuíferos de la cuenca jurásica asturiana (NO de España)
- L.M. Díaz-Díaz et, al. (2017). Geotechnical map of a coastal an industrialized urban área (Avilés, NW Spain). Journal o Maps, 13:2, 777-786.

Es de especial relevancia, por su interés de cara a la interpretación geológica y la consecuente redacción de este documento, lo incluido en el “Estudio Informativo del Proyecto de Integración de las Infraestructuras Ferroviarias de Avilés (Asturias)” (Ministerio de Fomento), redactado por TT&U, 2011.

2.1.- INFORMACIÓN GEOLÓGICA INCLUIDA EN EL PROYECTO BÁSICO DEL MOPT, 1993

El proyecto del MOPT realizó numerosos reconocimientos, y aunque dichos reconocimientos han aportado gran información para el conocimiento geológico y geotécnico de la Ría de Avilés, en un primer momento no definió una geología mucho más detallada que la descrita en el mapa geológico 1:50 000 de la hoja de Avilés. En este Proyecto, se distinguían las litologías de la Ilustración 1.

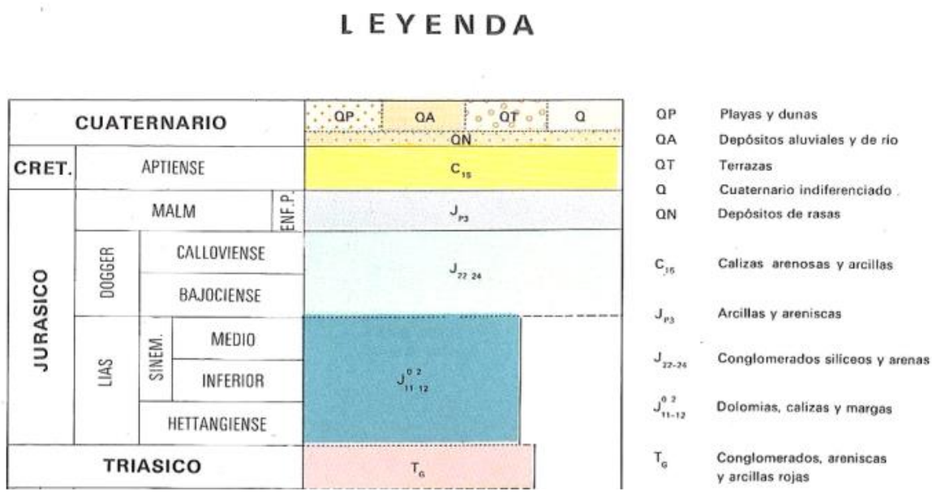


Ilustración 1 Leyenda incluida en el proyecto del MOPT. Extraída de la hoja 13 de la 2ª Serie MAGNA (IGME)

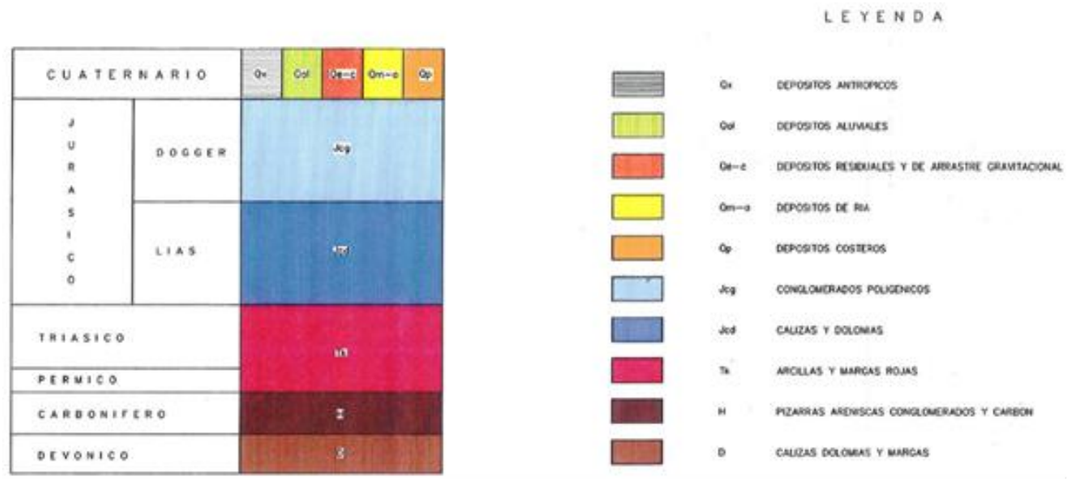


Ilustración 2 Leyenda geológica del perfil longitudinal de la ría de Avilés.

Tal como se indica en este documento, la geología correspondía principalmente a materiales fundamentalmente carbonatados del Jurásico y materiales detríticos del Triásico, con un gran espesor de materiales cuaternarios variados (depósitos aluviales, residuales, de arrastre gravitacional…),y depósitos de ría cuaternarios, que son sin duda los más representados.A continuación, se detallan los sondeos realizados, cuyos datos pudieron ser utilizados para este proyecto.

En el proyecto del MOPT se perforaron un total de 31 sondeos, de los cuales se han utilizado: SR-7, SR-10, SR-11, SR-13, SR-14, SR-17, SR-19 y SR-20 para este proyecto. A partir de los datos de todos los sondeos realizados, en el proyecto del MOPT se realizó un modelo geológico de los alrededores de la Ría de Avilés, el cual se presenta a continuación junto con sus correspondientes leyendas.

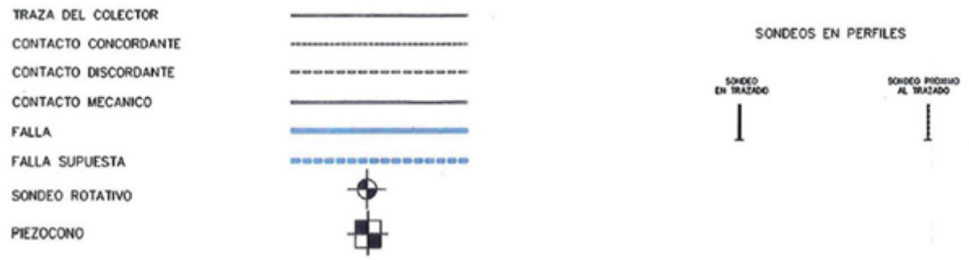


Ilustración 3 Leyenda de símbolos del proyecto del MOPT

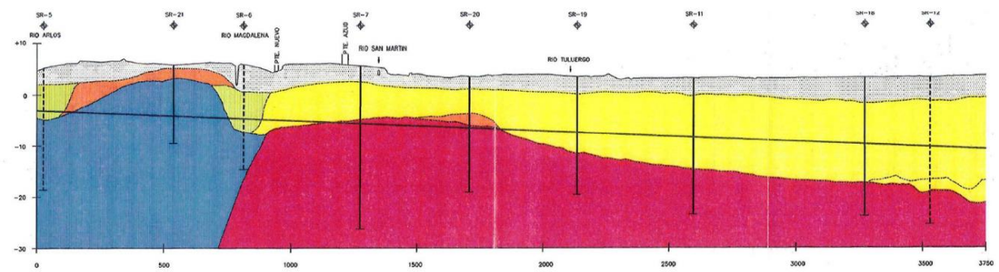


Ilustración 4 Perfil longitudinal de los alrededores de la Ría de Avilés. MOPT.

2.2.- INFORMACIÓN GEOLÓGICA INCLUIDA EN EL ESTUDIO INFORMATIVO DE TT&U (2011).

El Estudio Informativo de 2011 realizó doce sondeos, de los cuales se han utilizado únicamente el sondeo SG-1 y el sondeo SG-3 para el presente estudio. En la memoria del proyecto se dan una gran variedad de datos en cuanto a la hidrogeología y medio ambiente de la zona. Se mantuvieron las mismas denominaciones litológicas y grupos geotécnicos que en el mapa geológico MAGNA 1:50 000, y no se elaboraron perfiles longitudinales detallados del trazado.

2.3.- RESUMEN DE RECONOCIMIENTOS Y ENSAYOS REALIZADOS

2.3.1.- Introducción

En el presente apartado se sintetizan los datos procedentes de las campañas geotécnicas realizadas anteriormente a la desarrollada para el actual proyecto. Se incluyen los sondeos, su ubicación, así como las cantidades de reconocimientos realizados en cada uno.

2.3.2.- Reconocimientos MOPT (1993)

Los reconocimientos del MOPT son numerosos, por eso en la tabla adjunta sólo se muestras aquellos sondeos que han resultado de interés para la reacción del actual proyecto. Se han realizado los siguientes sondeos, ensayos de laboratorio y ensayos in situ:

Sondeos						Muestras		
Sondeo	Campaña	Coordenadas			Longitud sondeo (m)	SPT	MI	TP
		X	Y	Z				
SR-7	MOPT 1993	264691,439	4.826.563.126	5.668	32	3	0	4
SR-10	MOPT 1993	263.900.219	4.828.046.234	3.756	34.5	5	3	4
SR-11	MOPT 1993	264.142.507	4.827.608.638	3.333	26.8	3	0	3
SR-13	MOPT 1993	263.682.245	4.828.379.017	4.775	28.3	2	1	4
SR-14	MOPT 1993	263.818.583	4.828.747.426	3.576	31	8	2	0
SR-17	MOPT 1993	263.824.067	4.829.089.172	4.118	31.2	4	2	1
SR-19	MOPT 1993	264.184.188	4.827.150.971	3.578	23	4	1	1
SR-20	MOPT 1993	264.385.865	4.826.773.776	3.507	19.8	3	0	3
TOTAL =					226.6	32	9	20

Tabla 1 Resumen de reconocimientos geotécnicos realizados en la campaña del MOPT (1993)

2.3.3.- Estudio Informativo 2011

En lo referente a este proyecto, en la tabla resumen se han insertado todos los sondeos realizados en dicha campaña, por lo que cabe recordar que sólo resultaron de interés los sondeos SG-1 y SG-3. Se han realizado los siguientes sondeos, ensayos de laboratorio y ensayos in situ:

Sondeos			Muestras		
Sondeo	Campaña	Longitud sondeo (m)	SPT	MI	TP
SG-1	E. Inf.	48	3	2	6
SG-2	E. Inf.	28.3	1	0	5
SG-3	E. Inf.	18	1	1	5
SG-4	E. Inf.	12.45	5	4	0
SG-5	E. Inf.	18.5	1	1	5
SG-6	E. Inf.	29.95	7	1	4
SG-7	E. Inf.	18.08	6	2	0
SG-8	E. Inf.	45.25	12	2	10
SG-9	E. Inf.	46.9	1	0	4
SG-10	E. Inf.	28.7	6	4	2
SG-11	E. Inf.	22.6	10	7	0
SG-12	E. Inf.	20.7	10	2	0
	TOTAL =	337.43	63	26	41

Tabla 2 Tabla resumen de los reconocimientos realizados en el Estudio Informativo de 2011

2.3.4.- Conclusiones

A la luz de los datos obtenidos de la recopilación anterior, cabe señalar las siguientes conclusiones:

- Entre todas las campañas realizadas, el número de sondeos y ensayos de laboratorio es notable.

- Se trata de sondeos de dos campañas diferentes, que, aunque distan mucho la una de la otra, y el terreno ha sido estudiado por equipos de geólogos diferentes, no se introducen diferencias en las descripciones, lo que hace que no sea complicado identificar y asimilar litologías. Obviamente, el equipo redactor de este anejo no ha podido revisar las cajas de los sondeos antiguos, lo que dificulta la "visualización geotécnica" de cada uno de los tipos de terreno sondeados.

3.- CAMPAÑA REALIZADA PROYECTO ACTUAL

El objetivo principal de esta campaña ha sido el reconocimiento de la alternativa seleccionada, para así completar de una manera más precisa la información geológico-geotécnica de estudios anteriores.

Los estudios anteriores han sido de utilidad dado que su ubicación es la misma ciudad, pero el trazado propuesto en casa uno de ellos no era el mismo que el actual. A pesar de tener reconocimientos se ha creido necesario realizar ciertos reconocimientos nuevos para conocer las características del terreno en las estructuras (túneles y estaciones) que ocupan el presente estudio.

3.1.- RECONOCIMIENTOS DE CAMPO

Se han realizado los siguientes:

- Un total de 110 m de sondeos, repartidos entre tres sondeos geotécnicos, denominados S-01, S-02 y S-03.

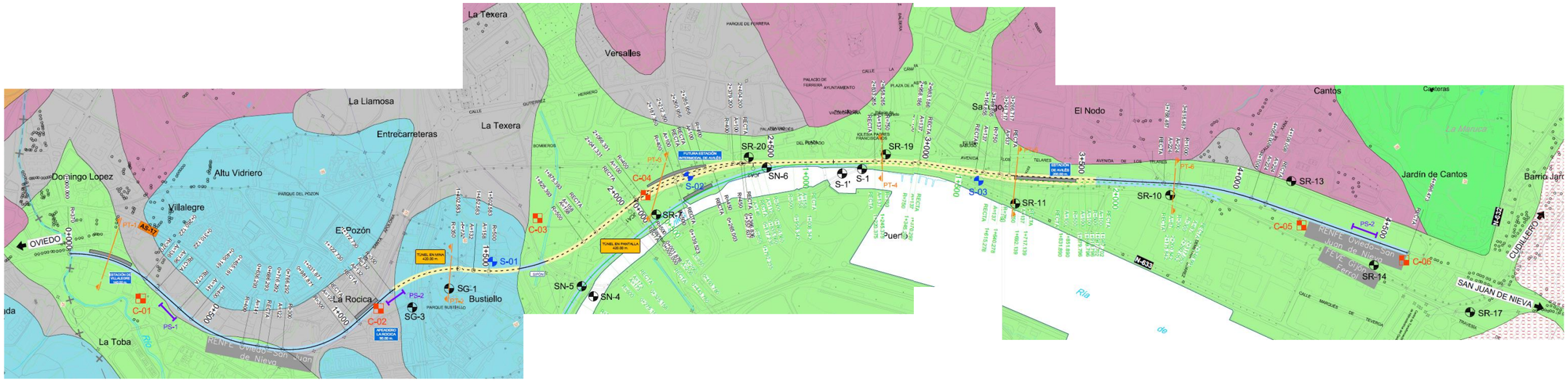
- Seis calicatas de 3 m de profundidad, denominadas C-01, C-02, C-03, C-04, C-05 y C-06.

- Tres perfiles de sísmica de refracción, de unos cien metros de longitud cada uno, denominados PS-1, PS-2 y PS-3.

En todas las ubicaciones de sondeos y calicatas, previamente a su realización, se efectuaron registros de georradar para evitar afectar a alguna tubería o servicio enterrado.

Los resultados de estos reconocimientos se incluyen en un apéndice del presente anejo.

En el plano que se incluye a continuación se muestran los reconocimientos de campo llevados a cabo, así como los ya exisytentes que han servido de apoyo a la elaboración del presente estudio:



LEYENDA

- PLAYAS Y DUNAS
- DEPÓSITOS ALUVIALES Y DE ÑA
- CUATERNARIO INDIFERENCIADO
- CONGLOMERADOS SILÍCIEOS Y ARENAS
- DOLOMÍAS, CALIZAS Y MARGAS
- CONGLOMERADOS, ARENISCAS Y ARCILLAS ROJAS
- CALIZAS, DOLOMIAS Y MARGAS (RAÑECES)

SIMBOLOGÍA

- C-01 — CALICATA
- S-01 — SONDEOS
- SXX-01 — SONDEOS ANTERIORES
- PS-02 — PERFIL SISMICO
- PT-1 — PERFILES TRANSVERSALES

Ilustración 5: Campaña de reconocimientos realizada. Los sondeos en negro de campañas anteriores (MOPT y Estudio Informativo de 2011).

La situación de los sondeos y calicatas realizadas se resume en la siguiente tabla:

RECONOCIMIENTO	X	Y
C-01	265.603.267	4.825.034.764
C-02	265.278.461	4.825.720.518
C-03	264.782.490	4.826.035.608
C-04	264.554.984	4.826.307.968
C-05	263.660.838	4.828.224.823
C-06	263.606.980	4.828.572.363
S-01	264.973.316	4.825.972.491
S-02	264.437.440	4.826.401.082
S-03	264.018.175	4.827.238.665

Tabla 3: Sondeos y calicatas realizadas

Los registros de estos reconocimientos se adjuntan en un apéndice del presente anejo.

3.2.- ENSAYOS IN SITU

En los sondeos se llevaron a cabo ensayos in situ. Se han realizado un total de:

- 4 Ensayos presiodilatometricos para obtener el módulo de deformación del terreno.
- 4 ensayos Lefranc para determinar la permeabilidad de los suelos.
- 4 ensayos Lugeon para determinar la permeabilidad de las rocas.

Los resultados se muestran en un apéndice.

3.3.- ENSAYOS DE LABORATORIO

Para esta campaña se han tomado un total de 43 muestras, que han sido todas ensayadas en laborarotorio. En los apéndices de este anejo se incluyen las actas de los ensayos.

En sucesivos apartados, se incluyen unas tablas en las que, además de incluir las muestra de las 43 muestras ensayadas en la presente campaña, se han resumido los ensayos realizadas en campañas anteriores.

4.- MARCO GEOLÓGICO

4.1.- CONTEXTO REGIONAL

Avilés está localizada al límite noroeste de la Cuenca Meso-Cenozoica, ubicada al norte del tercio central de Asturias. Enmarcada en el extremo norte de la Zona Cantábrica del Macizo Ibérico, la zona se sitúa en la denominada “Región de pliegues y mantos”, entre la cuenca carbonífera central y el anticlinorio de Narcea.

El basamento está formado por rocas de edad Paleozoica (Silúrico Superior y Devónico Inferior) del sector externo del Macizo Ibérico. Las rocas más antiguas de edad ordovícica corresponden a las llamadas Cuarcitas de Barrios, por encima de las cuales se sitúa el Grupo Rañeces, al que le siguen Moniellon Naranco, Candás y Piñeres de edad Devónica. Durante todo el Paleozoico se produjo la diferenciación de varios dominios paleogeográficos diferentes de los cuales descasan la amplia plataforma que se desarrolló en todo el ámbito de la Zona Cantábrica y el fuerte surco subsidente que ocupará, por lo menos, parte de la zona Asturoccidental-leonesa.

Apenas se conservan depósitos del Carbonífero, debido a la Orogenia Varisca, que afectó a todas las facies anteriores dando lugar a pliegues erguidos de orientación SW-NE.

La sucesión Mesozoica comienza con una unidad Permo-Triásica, situada sobre un paleorelieve post-orogénico. Esta sucesión ocupa la mayor parte de esta zona. El Triásico se encuentra representado por las denominadas “Facies Germánicas”: Buntsandstein, Muschelkalk y Keuper.

El Jurásico de la zona está compuesto en su mayoría por facies carbonatadas de edades Lías y Dogger.

Toda esta sucesión se ve afectada por la Orogenia Alpina, causante de la formación de fallas verticales y responsable del basculamiento de la sucesión mesozoica, que aparece casi su horizontal con buzamientos máximos de 25º hacia el este.

Toda esta área aparece cubierta por depósitos cuaternarios: aluviales, de estuario y materiales antrópicos. Estos depósitos presentan mucha variación tanto en espesor como en facies y verticalmente alternan capas de suelo duro y blando. El hecho de que aparezcan los depósitos cuaternarios sobre el Jurásico y Triásico evidencia una laguna estratigráfica comprendida entre el Cretácico y el Cenozoico.

4.2.- ESTRATIGRAFÍA

En este apartado se describe de manera general las unidades presentes en el área de estudio. De manera general y debido también a la diferencia de comportamiento geológico, pero principalmente geotécnico se han dividido en dos grandes grupos, unidades superficiales y de sustrato, siendo estas:

- Unidades superficiales (todas las unidades son cuaternarias):
  - Rellenos Antrópicos
  - Playas, dunas y marisma
  - Depósitos fluviales, aluviales y de ría.
- Unidades de sustrato:
  - Conjunto detrítico (Dogger)
  - Conjunto calcodolomítico y margoso (Lías)
  - Calizas (Muschelkalk)
  - Areniscas con arcillas abigarradas (Keuper)
  - Conglomerados rojos (Buntsandstein)
  - Complejo de Rañeces (Devónico Inferior).

4.2.1.- Unidades superficiales.

Dentro de las unidades superficiales, se pueden distinguir:

Rellenos antrópicos: de extensión y potencia muy cambiante; se extienden por toda el área urbana. Se ha registrado una potencia máxima de 7 metros y una mínima de 0,8 m. Se trata de arenas, cantos de naturaleza muy variada, arcillas limosas… llegando a encontrar ladrillos.

Cuaternario indiferenciado: Estos depósitos corresponden a rellenos de coluviones en los pequeños valles. Se trata de materiales muy heterogéneos y variados, formados por gravas y cantos de naturaleza variada, arenas pocos cohesivas y arcillas.

Depósitos fluviales y de ría: Poseen una gran amplitud, cubriendo prácticamente toda el área de estudio de este proyecto y con espesores de hasta 20 metros registrados en sondeos. Se trata de depósitos encontrados en los alrededores de la ría de Avilés esencialmente. Estos, están compuestos por arenas finas, arenas limosas, limos y arcillas con cantos de cuarzo y caliza ocasionales y niveles de gravas, esencialmente de cuarzo, que llegan a alcanzar los 11 cm. En ocasiones poseen niveles de arcillas negras con abundante materia orgánica.

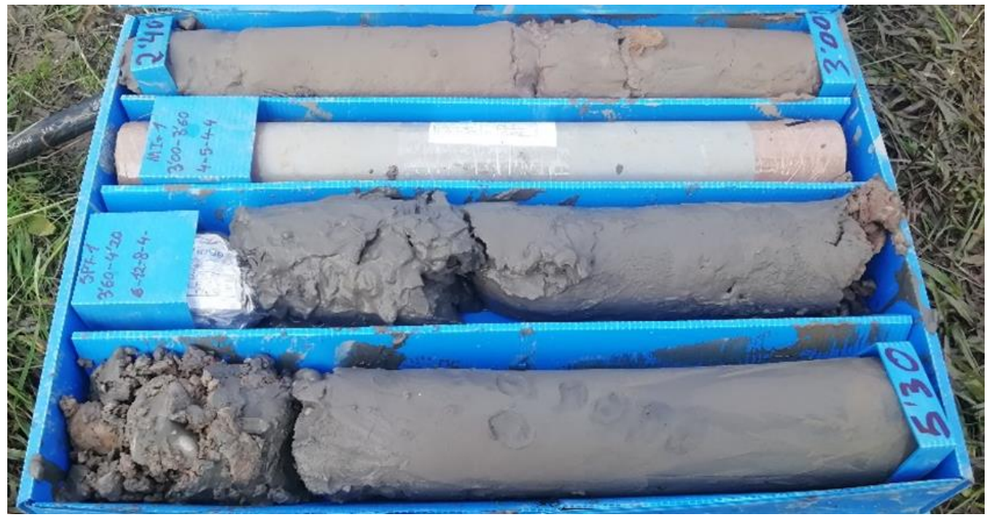


Ilustración 6: Fotografía de la caja del sondeo S-2 entre los 2.40 m y 5.30 m de profundidad. Depósitos de ría grises

Ilustración 7: Fotografía de la caja del sondeo S-3 entre los 10.6 m y 13.45 m de profundidad. Depósitos de ría rojizos.

Playas, dunas y marisma: Son depósitos con una extensión apreciable en las que se forman acumulaciones de arenas compactas que conforman dunas de pequeña importancia. Los materiales de esta zona son arenas con acumulaciones de conchas de moluscos, y pueden llegar a alcanzar los 20 metros de altura , como ocurre en la playa de San Juan de Nieva

4.2.2.- Unidades del sustrato

Lo conforman dos grandes unidades: unidades jurásicas y unidades triásicas.

4.2.2.1.- Unidades jurásicas

Las unidades que conforman el Jurásico de Avilés se dividen en dos: por una parte, el conjunto detrítico (Dogger) y por otra el conjunto de dolomías, calizas y margas (Lías).

- Conjunto detrítico (Dogger):

Se trata de un conglomerado de cantos cuarcíticos bien rodado con matriz arenosa y de color blanco, frecuentemente presentan estratificación cruzada. A base se presenta una formación de arcillas y areniscas que suponen el tránsito con las facies carbonáticas jurásicas. Esta última unidad constituye lo acuíferos más importantes del área.

- Conjunto calcáreo (Lías):

Esta unidad tiene una gran potencia y aparece representada con un gran espesor en la zona de estudio, concretamente en el monte de Bustiello. Se trata de una alternancia de calizas, dolomías y margas que a rasgos generales presentan tonalidad gris, pudiendo ser marrones ocasionalmente. Según los datos de los sondeos realizados en los diferentes proyectos (incluyendo el actual), aparecen altamente fracturadas, karstificadas y meteorizadas en los primeros 15 metros. Posteriormente y conforme se profundiza, la fracturación y karstificación disminuye considerablemente, llegando a presentarse como calizas y dolomías sanas. Se encuentran en alternancia con margas de color gris y pardo y arcillas, estando a base intercaladas ocasionalmente con niveles yesíferos, que podrían suponer un tránsito a las facies Keuper.

Ilustración 8: Lutitas negras presentes en la base del jurásico con intercalaciones de niveles yesíferos. Sondeo S-1, de 43.55 m a 47.05 m

4.2.2.2.- Unidades triásicas

Las unidades triásicas se dividen fácilmente en las tres principales facies germánicas: Keuper, Muschelkalk y Buntsandstein.

Facies Keuper: Aparecen escasamente representadas, debido a que la transición entre el Triásico y el Jurásico es muy confusa. Como se ha comentado en el anterior apartado se han visto en sondeos intercalaciones de calizas jurásicas con yesos y arcillas rojas que podrían ser este tránsito.

Facies Muschelkalk: Las facies Muschelkalk se presentan en la zona objeto de estudio como una alternancia de margas y calizas de colores marrones, pardos, incluso ocres. Las margas aparecen con cierta estructura interna y fragmentos de caliza de pocos centímetros de tamaño muy fracturada. Las calizas aparecen en pequeños niveles, igualmente muy fracturadas con relleno arcilloso en las juntas y ocasionales vetas de calcita. A base aparecen en transición con el Buntsandstein mediante arcillas de color marrón.

Facies Bundtsandstein: Aparecen representadas esencialmente por areniscas arcillosas y areniscas fines con intercalaciones de niveles de gravas con matriz arenosa. En ocasiones también se presentan niveles de cantos de hasta 8 cm de tamaño. A base aparecen en discordancia angular con el basamento paleozoico

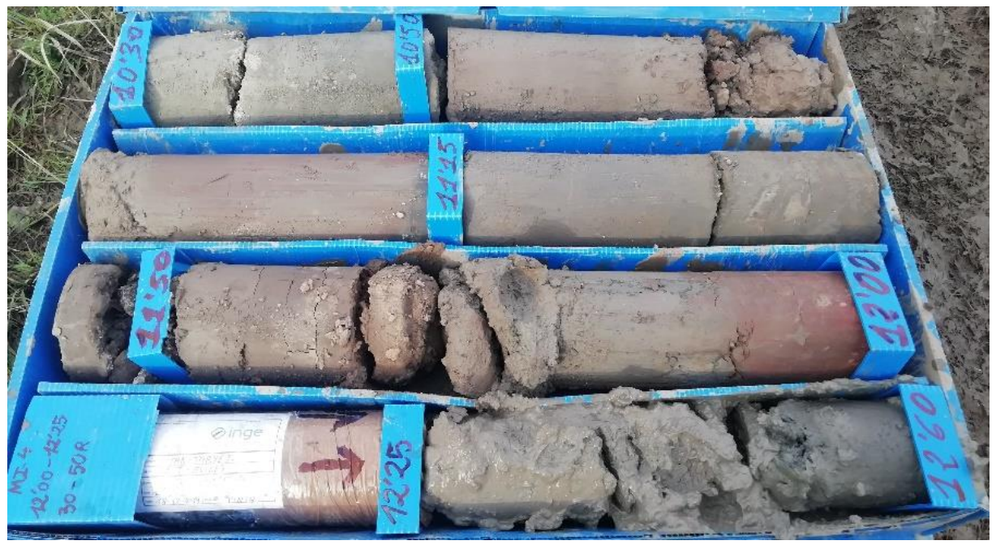


Ilustración 9: Margas con estructura interna y fragmentos de caliza pertenecientes al sondeo S-02 entre los 10.3 m y 12.6 m de profundidad.

4.2.2.3.- Unidades paleozoicas

Aunque no se ha llegado a esta unidad en sondeos, la unidad paleozoica aflorante en la zona se presenta como el basamento.

Está compuesto por el denominado Complejo de Rañeces, constituido por pizarras grises. Junto con las unidades que parecen a base de Rañeces (Caliza de Nieva, Caliza de Ferroñes y Caliza de Arnao) se estima que el conjunto podría llegar a alcanzar los 500 m de potencia.

4.3.- TECTÓNICA

A nivel regional se podrían diferenciar dentro de la tectónica hercínica unas primeras fases de plegamientos, en cuyos sinclinales aparecería el Complejo de Rañeces conformando el núcleo, y unas tardías caracterizadas por el desarrollo de fallas durante el Mesozoico y el Terciario. El sistema más patente de orientación de estas fases es NO-SE siendo la falla más importante de este sistema la falla Ventaniella,

que cruza toda la Cordillera Cantábrica, produciendo un desplazamiento en dirección de unos 4 km y un levantamiento del labio noreste.

La tectónica que afecta a los sedimentos triásicos y jurásicos es muy sencilla y se puede definir como de tipo ondulado-tabular. La pendiente de los estratos es suave, salvo accidentes locales. La directriz tectónica, deja apreciar la influencia de un plegamiento alpino que ha dado lugar a alineaciones largas y estrechas cuyos ejes se presentan ondulados a lo largo de una dirección predominante NO-SE. Otros elementos tectónicos que caracterizan la cobertera mesozoica son fracturas y fallas normales con salto débil pero que origina contactos anormales; estas fallas presentan dos direcciones principales: una NO-SE, de directriz alpina y otra NE-SO ligada a antiguas alineaciones hercínicas.

Dentro de la zona de estudio, todos los materiales jurásicos y triásicos presentan una configuración general con suaves buzamientos de 0-10° hacia el NE.

Además de la estratificación, se identificaron dos familias de juntas con buzamientos de 40-45º, y subverticales respectivamente.

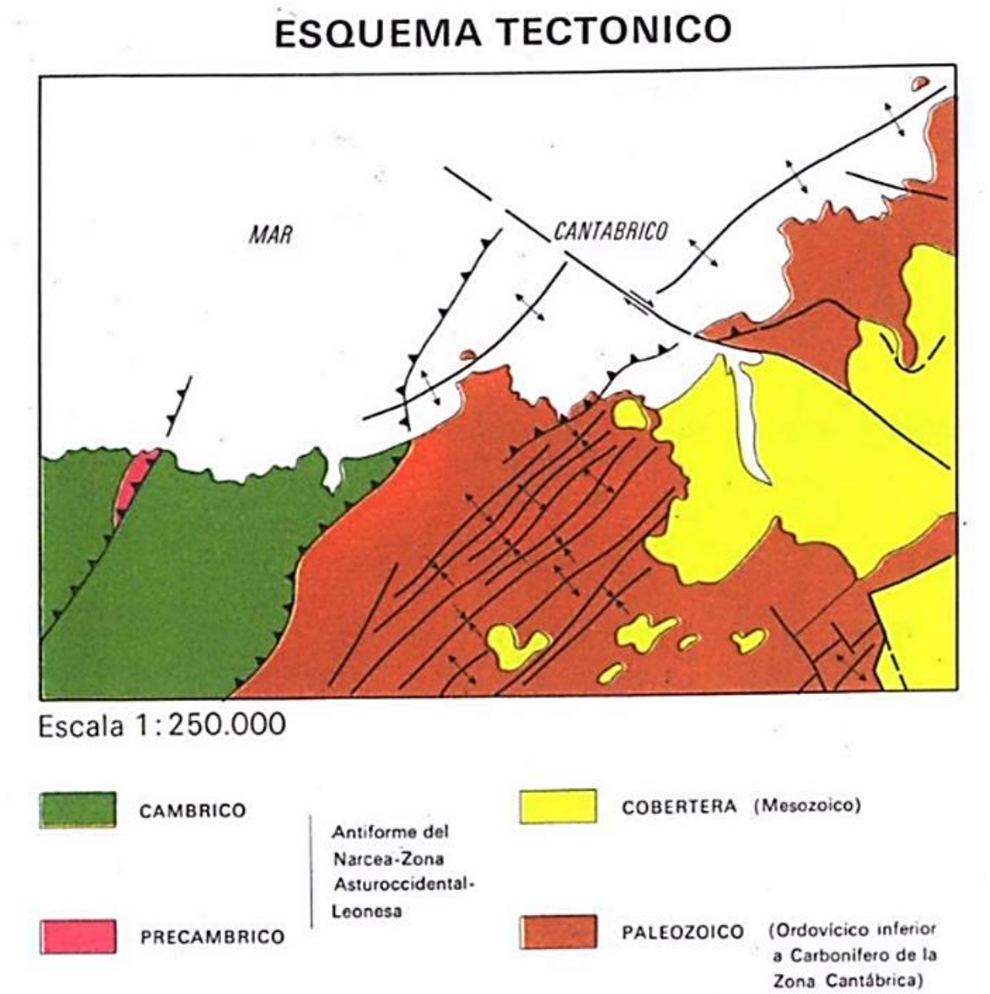


Ilustración 10: Esquema tectónico del ámbito de la actuación

4.4.- TRAMIFICACIÓN GEOLÓGICA

A grandes rasgos, la tramificación geológica del ámbito de estudio se puede resumir del siguiente modo:

- En el entorno de la Estación de Villalegre, la actuación intercepta principalmente depósitos cuaternarios (Indiferenciados y de Ría), habitualmente cubiertos por depósitos antrópicos superficiales.
- Se interceptan las rocas carbonatadas de Bustiello, en una zona que se atravesará con un túnel en mina.
- La segunda mitad de los trazados (desde la Estación Intermodal de Avilés hasta el final), la geología es muy monótona, constituida por una capa superficial de terreno antrópico, bajo la cual se sitúan depósitos de Ría saturados de agua, y en el fondo rocas triásicas muy meteorizadas (conglomerados, areniscas y arcillas).

4.5.- GEOMORFOLOGÍA

En la zona de estudio podemos diferenciar claramente dos dominios geomorfológicos. Por un lado, se encuentra la ría y su entorno que constituyen una zona bastante plana, lo que hace que es encuentre cubierta por un gran número de actuaciones antrópicas. El segundo dominio sería el del entorno de la ría, donde los materiales mesozoicos y paleozoicos forman relieves alomados , abruptos en algunos casos, y que se encuentran atravesados por pequeños cauces de dirección SO-NE, como consecuencia del fuerte control estructural que existe.

Las calizas y dolomías de toda la zona sufren fenómenos de karstificación, que se encuentran favorecidos por la alta fracturación. La consecuencia más común de esta karstificación es la formación de lapiaces recubiertos generalmente por arcillas de descalcificación.

4.6.- SISMICIDAD

“La Norma de Construcción Sismorresistente” (NSCE – 2002) establece para todo el territorio español tres zonas distintas, en cuanto a la peligrosidad sísmica o intensidad de los posibles sismos que en cada una de ellas puedan ocurrir. Al final de este apartado se presenta un mapa en el que se definen oficialmente la situación de las zonas sísmicas.

Zona primera o de sismicidad baja. Limita la zona del territorio español en el que no son previsibles terremotos de intensidad superior o igual a grado VI, según la escala macrosísmica internacional (M.S.K.). El límite superior de esta zona es la isosista VI y es en esta zona donde se encuadra la zona del tramo estudiado.

Zona segunda o de sismicidad media. Corresponde a la parte del territorio español en la que son previsibles sismos de intensidad entre grado VI y grado VIII (escala M.S.K.). Zona situada entre las isosistas VI y VIII.

Zona tercera o de sismicidad alta. Corresponde a la parte del territorio español en la que son previsibles sismos de intensidad de grado VIII y superior, según la escala M.S.K.

La norma NSCE – 2002 también realiza una clasificación de las obras según el uso al que se destinen estas, distinguiéndose tres grupos distintos:

Grupo 1º. De importancia moderada: Aquellas con probabilidad de que su destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio primario, o producir daños económicos significantes a terceros.

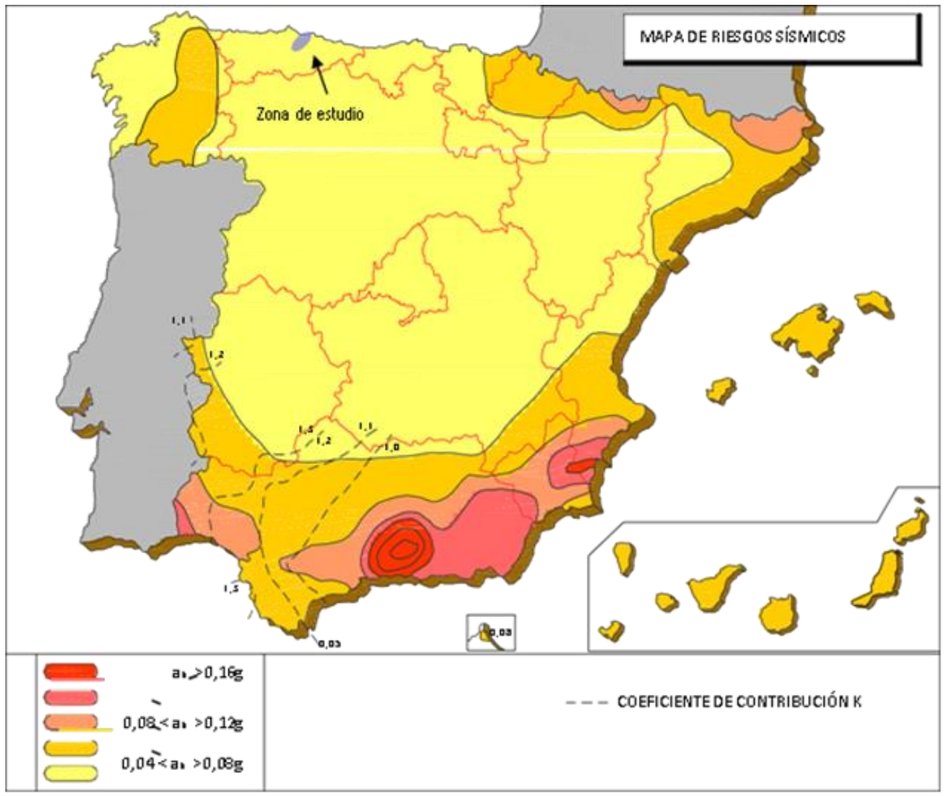
Grupo 2º. De importancia normal: Aquellas cuya destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad, o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos.

Grupo 3º. De importancia especial: Aquellas cuya destrucción por el terremoto, pueda interrumpir un servicio imprescindible o dar lugar a efectos catastróficos. En

este grupo se incluyen las construcciones que así se consideren en el planeamiento urbanístico y documentos públicos análogos, así como en reglamentaciones más específicas.

Se señala en la norma, a continuación de esta clasificación, aquellas obras cuyo servicio es necesario para prestar auxilio después de un terremoto, incluyéndose en éstas las vías de acceso principales a las grandes aglomeraciones urbanas, donde lógicamente se encuadrarían las vías férreas.

No obstante, la norma en el capítulo 5, apartado 6, indica que no es obligatoria la aplicación de esta norma en obras situadas en la zona primera, como es el caso que nos ocupa.



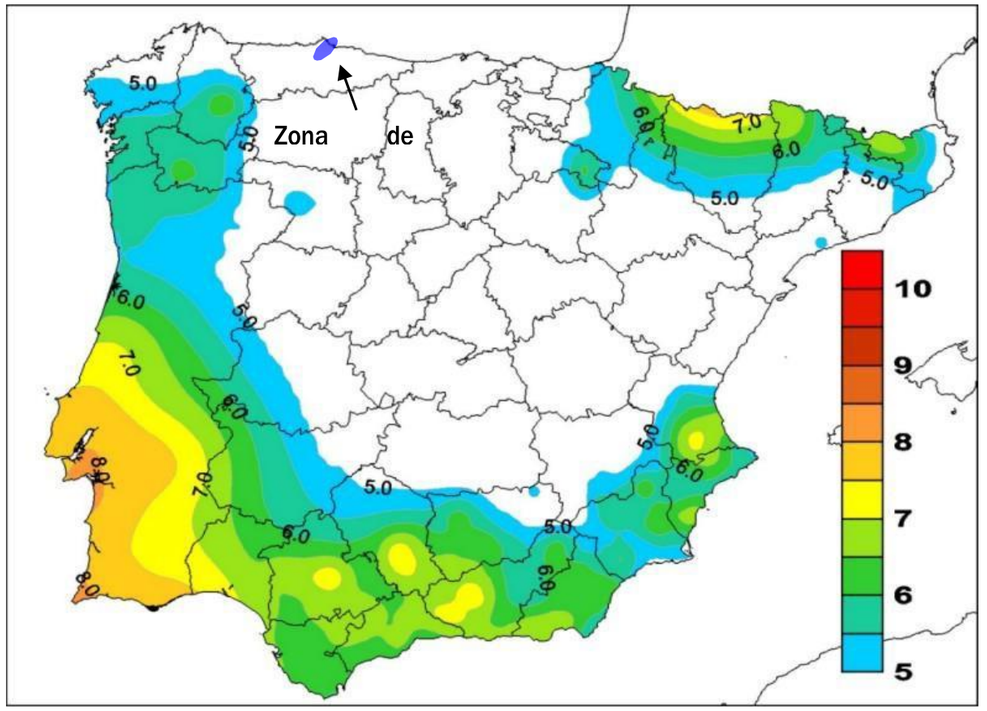


Ilustración 11: Sismicidad en la zona del estudio

Parece, pues, que la zona del tramo estudiado es una zona prácticamente asísmica. A continuación del mapa de zonas sísmicas de España, se presenta el mapa de peligrosidad sísmica, en el que se representan, para cada punto del territorio nacional, el valor de la aceleración sísmica básica (ab), en relación al valor de la gravedad (ab/g), considerando un periodo de retorno de 500 años. Se puede observar cómo la zona del estudio se encuentra en la zona referida a peligrosidad baja, correspondiente a un valor de ab< 0,04 g.

5.- GEOTECNIA

5.1.- LITOTIPOS CONSIDERADOS

A partir de los datos geológicos y ensayos disponibles, se realiza la siguiente caracterización geotécnica preliminar de los materiales localizados en el ámbito de este estudio.

Se han considerado los siguientes litotipos:

LITOTIPOS			NATURALEZA	EDAD
1	QA	Rellenos antrópicos	SUELO	Cuaternario
2	QI	Cuaternario indiferenciado	SUELO	Cuaternario
3	QR	Rellenos de ría	SUELO	Cuaternario
4	J	Calizas, dolomías y margas	ROCA	Jurásico
5	T	Conglomerados, areniscas y arcillas rojas	ROCA METEORIZADA	Triásico

Tabla 4: Litotipos considerados

En su mayor parte son terrenos tipo suelo, de edad cuaternaria, o bien roca meteorizada. Solo en el Alto de Bustiello se localiza un tramo de roca carbonatada.

5.2.- CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

5.2.1.- Rellenos antrópicos (Q_A)

De extensión y potencia muy cambiante; se extienden por toda el área urbana. Se ha registrado una potencia máxima de 7 metros y una mínima de 0.8 m. Se trata de arenas, cantos de naturaleza muy variada, arcillas limosas llegando a encontrar ladrillos. De los ensayos realizados a estos rellenos se ha obtenido que poseen una densidad seca de 1,40 g/cm^3, su porcentaje de finos (porcentaje en peso que pasa por el tamiz 0,08 UNE es del 52,03 % de media, lo que con un límite líquido medio de 31 y un índice de plasticidad medio de 24,45 clasifica esta unidad según la USCS como una arcillas arenosas de baja plasticidad (CL).

5.2.2.- Cuaternario indiferenciado (Q_I)

Estos depósitos corresponden a rellenos de coluviones en los pequeños valles. Se trata de materiales muy heterogéneos y variados, formados por gravas y cantos de naturaleza variada, arenas pocos cohesivas y arcillas.

De los ensayos realizados se puede determinar que su densidad seca es de 1,48 g/cm3, y que dado que su porcentaje de finos (porcentaje en peso que pasa por el tamiz 0,08 UNE) es de 69,4% de media, y tienen un límite líquido de 28 y un índice de plasticidad de 7,87 se pueden clasificar como una arcilla de baja plasticidad (CL).

5.2.3.- Depósitos de ría (Q_R)

Estos sedimentos provienen de la ría, y aparecen conformados por arenas finas, arenas limosas, limos y arcillas con cantos de cuarzo y caliza ocasionales y niveles de gravas, esencialmente de cuarzo, que llegan a alcanzar los 11 cm. En ocasiones poseen niveles de arcillas negras con abundante materia orgánica.

De este modo, se ha determinado mediante los análisis de laboratorio que los sedimentos de ría poseen una densidad seca de 1,5 g/cm^3 y una humedad del 28,16%. Según la USCS esta unidad se puede clasificar como SC, siendo una arena arcillosa con grava. De los ensayos triaxiales se ha podido obtener una cohesión efectiva de 0,12 kg/cm^2 y un ángulo de rozamiento interno de 32º. Por último según los análisis químicos realizados se determina que esta unidad no será agresiva al hormigón.

5.2.4.- Conglomerados, areniscas y arcillas rojas (T)

Esta unidad aparece representada esencialmente por areniscas arcillosas y areniscas fines con intercalaciones de niveles de gravas con matriz arenosa. En ocasiones también se presentan niveles de cantos de hasta 8 cm de tamaño. La resistencia a compresión simple en roca de esta unidad es de 4,71 MPa, lo que la clasifica como una roca blanda, mientras que en los tramos más alterados en los que se consdiera suelo la resistencia a compresión simple media es de 0,12 MPa.

Según los ensayos granulométricos y los Límites de Atterberg, esta unidad se puede clasificar en general como una arcilla de baja plasticidad con grava (CL según Casagrande). Del ensayo triaxial CU se ha obtenido una cohesión efectiva media de 0,96 kg/cm2 y un ángulo de rozamiento interno (ϕ) de 28,28º. De los resultados de los análisis químicos se puede determinar que no será un material agresivo al hormigón.

5.2.5.- Dolomías, calizas y margas (J)

Se trata de una alternancia de calizas, dolomías y margas que a rasgos generales presentan tonalidad gris, pudiendo ser marrones ocasionalmente. Según los datos de los sondeos realizados en los diferentes proyectos (incluyendo el actual), aparecen altamente fracturadas, karstificadas y meteorizadas en los primeros 15 metros. Posteriormente y conforme se profundiza, la fracturación y karstificación disminuye considerablemente, llegando a presentarse como calizas y dolomías sanas. Se encuentran en alternancia con margas de color gris y pardo y arcillas, estando a base intercaladas ocasionalmente con niveles yesíferos, que podrían suponer un tránsito a las facies Keuper.

Las dolomías y calizas tienen una resistencia a compresión simple media de 25,85 MPa, un coeficiente de Poisson de 0,14 y un módulo de Young de 18497 kg/cm2, por lo que se trata de una roca moderadamente dura. El ensayo de resistencia a tracción realizado ha dado un resultado de 4,49 kg/cm2. Por útlimo, con un índice Schimazek de 0,011 se considera una roca de baja abrasividad.

A los tramos arcillosos se les han realizado ensayos en suelos, de los que se ha obtenido que puede clasificarse según Casagrande como arenas arcillosas y limosas (SC, SM) acorde con los resultados de la granulometría y los límites de Atterberg. Del ensayo de corte directo se ha obtenido una cohesión de 30 kPa y un ángulo de rozamiento interno de 27,70 º. No se prevé que sean agresivos al hormigón.

5.3.- RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

Los resultados de los ensayos realizados y recopilados, se muestran a continuación, en forma de tabla.

AVILÉS EI: ENSAYOS LABORATORIO

SONDEO / CATA	LITOLOGÍA	LITOTIPO	PROFUNDIDAD SUPERIOR	PROFUNDIDAD INFERIOR	MUESTRA							ROCA						SUELO																												Análisis químicos y otros			
					GRADO METEORIZACIÓN	DIÁMETRO (cm)	LONGITUD (cm)	DENSIDAD			TIPO	RESIST. Y DEFORMABILIDAD				ABRASIVIDAD		IDENTIFICACIÓN												RESISTENCIA Y DEFORMABILIDAD													COMPACT.			MATERIA ORGÁNICA	CARBONATOS	SULFATOS	
												COMPRESIÓN SIMPLE			RESISTENCIA TRACCIÓN			HUMEDAD	LIMITES DE ATTERBERG			PESO ESPECÍFICO	GRANULOMETRÍA (%)							COMP. SIMPLE		TRIAXIAL CU				CORTE DIRECTO		PRÓCTOR		CBR			EDOMÉTRICO (7C-3D)						
												RESISTENCIA COMPRES	COEFICIENTE DE POISS	MÓDULO YOUNG																TENSIÓN MÁXIMA	DEFORM. ENROTURA	TOTALES		EFECTIVAS															
								Seca	Húmeda	Aparente		Mpa	v	Mpa	Mpa	Cerchar	Indice Schimazeck kN/m	%	LL	LP	IP	g/cm3	Pasa 40	pasa10	Pasa 5	Pasa 4	Pasa 2	Pasa 0.4	Pasa 0,08	(kPa)	%	(1) Cohesión	Fricción (°)	(1) Cohesión	Fricción (°)	φ (°)	c (kPa)	Densidad máxima (Tn/m³)	Humedad óptima (%)	Indice CBR	Hinchamiento (%)	Absorción (%)	Em	Cs	CC	%	%CaCO3	%SO3	%SO4Ca·2H2O
SG-1	Arcilla marrón con cantos de caliza	1	1,80	2,40			60	1,82	2,08	2,665	MI							14,6	42,8	21,4	21,4				62				45,1																				
	Calizas sanas beige y grises	4	6,85	7,25		8,35	21,1	2,5	2,6		TP	21,90		223,2				5,1																															
	Arcillas y limos de descalcificación ocres	4	9,00	9,6				1,8	2,14	2,703	MI							18,9	No	No	No plástico				80,9				47,1																				
	Calizas grises con discontinuidades rellenas de arcilla	4	14,30	14,70		8,35	21	2,5	2,7		TP	15,2		154,7				5																															
	Calizas gris claro y ocres	4	19,80	20,20		8,35	21,1	2,6	2,7		TP	27,9		284,5				2,6																															
	Calizas gris claro sanas	4	23,90	24,3		8,35	20,8	2,6	2,7		TP	21		213,9				4,5																															
	Calizas gris oscuro fracturada	4	28,00	28,30		8,35	20,7	2,6	2,7		TP	21,00		213,7				2,9																															
	Calizas y margocalizas negras y grises	4	40,70	41,2		7,10	14,5	2,56	2,42	2,703	TP	18,25		179					No	No	No plástico				77,8				11,3	1790	2,1																		
SG-3	Arcilla marron con cantos de cuarcita	1	1,50	2,10				1,20	1,78	2,664	MI							47,8	106,6	43,9	62,7				100				98,4																				
	Caliza marrón con muestras de disolucion	4	4,2	4,55		8,35	21	2,6	2,7		TP	24,6		250,8				3,3																															
	Caliza ocre sana	4	5,8	6,3		8,35	20,93				TP	31,5		321,2				4,8																															
	Caliza gris claro fracturada	4	7,70	8,10		8,35	20,9	2,7	2,7		TP	31,5		321,4				1,2																															
	Caliza gris claro fracturada	4	10,30	10,60		8,35	20,7	2,7	2,7		TP	33,3		339,2				1,8																															
	Calizas grises, ocres y rosadas sanas.	4	13,50	13,85		8,35	20,9	2,7	2,7		TP	57,6		587,5				2,1																															
SR-7	Arenas pardas oscuras con cantos	3	3,00	3,60							SPT								NP	NP	NP		64	76		79																							
	Arenas amarillentas con cantos de cuarcita	3	5,8	6,20							TP								23,7	11,8	11,9		88	97		99																							
	Arenas pardas con intercalaciones arenosas con gravas	3	9,95	10,35				1,5			TP							28,7	49	24,2	24,8		72	74		75						0	34,6	0	33,1											0,6	11		
	Lutitas rojas con niveles de areniscas	5	16,85	17,35				1,61			TP							24,3	45,7	23,9	21,8		97	100		100				6,57	3																		
	Lutitas rojas con niveles de areniscas	5	20,30	20,8				1,57			TP	4,51						28,5																															
SR-10	Arcillas grises localmente arenosas	3	5,00	5,80							MI							36,4	45,3	23,5	21,8		55	65		70																				1,2			
	arcillas grises localmente arenosas	3	7,00	7,6							SPT								38,5	17,7	20,8		95	99		100																							
	Arenas arcillosas muy plasticas grises	3	10,00	10,6							SPT								NP	NP	NP		98	100		100																				2,2			0,15
	Arenas arcillosas muy plasticas grises	3	11,6	12,4					1,2		MI							47,4	38,3	16	22,3											1,1	15,1	0	36,5														
	Arenas arcillosas muy plasticas grises	3	16,00	16,6							MI																																						
	Arenas arcillosas muy plasticas grises	3	16,6	17,2							SPT								42,4	16,4	26		90	100		100																							
	Arenas con lutitas a base	5	21,30	21,65					2,19		TP							8,4																		366	0,75										21		
	Arenas arcilosas grises y lutitas	5	25,7	26,1							TP																																						
	Areniscas grisáceas localmente rojizas	5	29,40	29,8					2,17		TP	6,57						10,1																															
	Areniscas grises.	5	32,00	32,6					2,26		TP							6,7																		73	0,2										21		
SR-11	Arenas finas con bioclastos y gravillas aisladas	3	7,9	8,4				1,71	1,71		TP							17,8	NO	NP	NP		99	100		100						77,7	33,6	35,3	33,3														
	Arenas finas con bioclastos y gravillas aisladas	3	11,50	12,00				1,54	1,54		TP							24,5	NP	NP	NP		92	98		99						4,4	55,7	0	36,3											0,8			
	Lutitas arenosas pardas y grises con arenas gruesas dispersas	5	20,5	21,00				1,53	1,53		TP							28,7	44,8	21,3	23,5		92	99		100						34,2	3	17,1	17,1														
	Lutitas y limolitas rojizas	5	26,00	26,8							MA												23	30		31																							
SR-13	Rellenos antropicos	1	3,00	3,60							MI																																						
	Arena media y gravillas grises oscuras.	3	5,60	6,10							TP																																						
	Lutitas rojizas algo arenosas	3	9,70	9,95							SPT								81	38,6	42,4		100	100		100																							
	Lutitas rojizas algo arenosas	3	12,00	12,40				1,46			TP							24,9	57	26,8	30,2		100	100		100				30,8	6																		
	Lutitas rojas con carbonatos y arenas a base	3	18,50	19,00							TP																																						
	Lutita arenosa verdosa	5	27,60	28,00							TP												70	87		96																							
SR-14	Rellenos antropicos	1	3,00	3,60							MI							####	25	19	7		31	54		75																					10		
	Fango gris oscuro algo arenoso	3	9,00	9,40							MI							32,2	26	17,3	8,7		94	98		100																				2,1			0,17

(1): La cohesión se expresa en kp/cm2 en los sondeosSG y en t/m2 en los SR

AVILÉS EI: ENSAYOS LABORATORIO

SONDEO / CATA	LITOLOGÍA	LITOTIPO	PROFUNDIDAD SUPERIOR	PROFUNDIDAD INFERIOR	MUESTRA: GRADO METEORIZACIÓN	MUESTRA: DIÁMETRO (cm)	MUESTRA: LONGITUD (cm)	DENSIDAD Seca	DENSIDAD Húmeda	DENSIDAD Aparente	TIPO	ROCA: RESISTENCIA COMPRESIÓN SIMPLE Mpa	COEFICIENTE DE POISSON ν	MÓDULO YOUNG Mpa	RESISTENCIA TRACCIÓN Mpa	ABRASIVIDAD Cerchar	ABRASIVIDAD Índice Schimazeck kN/m	HUMEDAD %	LÍMITES DE ATTERBERG LL	LP	IP	PESO ESPECÍFICO g/cm3	GRANULOMETRÍA (%) Pasa 40	pasa10	Pasa 5	Pasa 4	Pasa 2	Pasa 0,4	Pasa 0,08	COMP. SIMPLE TENSIÓN MÁXIMA (kPa)	DEFORM. ROTURA %	TRIAXIAL CU TOTALES Cohesión (1)	TOTALES Fricción (º)	EFECTIVAS Cohesión (1)	EFECTIVAS Fricción (º)	CORTE DIRECTO φ (º)	CORTE DIRECTO c (kPa)	PRÓCTOR Densidad máxima (Tn/m³)	PRÓCTOR Humedad óptima (%)	CBR Índice CBR	CBR Hinchamiento (%)	CBR Absorción (%)	EDOMÉTRICO (7C-3D) Em	Cs	CC	MATERIA ORGÁNICA %	CARBONATOS %CaCO3	SULFATOS % SO3	SULFATOS % SO4Ca·2H2O
SR-17	Arena fina con restos de conchas	3	5,40	6,00							SPT								NP	NP	NP		98	100		100																							
	Arenas girses oscuras fangosas con conchas	3	9,30	9,90				1,5			MI							25,6	NP	NP	NP		98	99		100						59,8	24,9	7,9	26,8											0,5			
	Arenas girses con conchas	3	16,40	17,00				1,65			MI								NP	NP	NP		68	87		96																					21		
	Lutitas rojizas con moteado verdoso.	3	28,60	29,00							TP							21,7	70	29,5	40,5		95	98		100						5,3	12,3	1,6	29,4														
SR-19	Arena arcillosa pardo amarillenta	3	3,00	3,60							SPT								34,3	18,3	16		73	80		87																							
	Arena algo arcillosas gris oscuro	3	10,00	10,60				1,5			MI							27	NP	NP	NP		99	99		100						57,2	6,5	16,8	27,6											0,3			0,05
	Arena algo arcillosas gris oscuro	3	12,00	12,60							SPT								37,4	21,9	15,5		97	100		100																							
	Lutita arenosa rojiza con niveles edaficos	5	17,30	17,80				2			TP							27	70	25	45		95	98		100																							
SR-20	Rellenos antropicos	1	3,7	4,3							SPT								26,6	19,6	7		98	100		100																							
	Arcillas amarilentas con veteados verdosos y cantos	3	6,90	7,50							SPT								72,9	25,6	47,3		100	100		100																							
	Arcillas amarilentas con veteados verdosos y cantos	3	8,15	8,65				1,31			TP							38,9	69,8	27,7	42,1		100	100		100																					2,8		
	Lutitas grises osuras	5	14,10	14,60				1,6			TP							24,6	35	16,2	18,8		72	87		94																							
	Lutitas cementadas grisáceas	5	22,20	22,60				1,62			TP							23,9	44,1	25,3	18,8		100	100		100				28,44	5														0,13		17		
S-01	Dolomia muy fracturada con patinas de oxido	4	7,10	7,35							TP				4,49		0,011																																
	Dolomia fraturada y meteorizada con karstificacion	4	12,25	12,55		7,15	19,43				TP	9	0,02	3141																																			
	Dolomia fracturada	4	18,00	18,30		7,16	17,66				TP	35,8	0,3	25918																																			
	Dolomia algo fracturada con relleno arcilloso en juntas	4	21,35	21,65							TP					1																																	
	Alternancia margas y arcillas	4	25,50	25,80		6,13	17,36				TP	78,9	0,11	26432																																			
	Alternancia margas y arcillas	4	32,80	33,15		7,05	16,92	2.073	2.309		TP							11,4	34,2	22,6	11,6		100	94	93		86	73	60,8	926	1,7																	0	
	Alternancia margas y arcillas	4	38,70	39,05				1.774	2.086		TP							18	31	27	4		100	93	91		87	70	27							27,70	30									-			
	Lutitas pardas-negruzcas con niveles yesiferos	4	42,25	42,75		7,15	15,98				TP	1																																					
S-02	Arena limosa gris con gravas ocasionales	3	3,00	3,60				1.664	2.039		MI							22,5	N	N	NP			86	83		80	78	20,9																		4,4		
	Arena limosa gris con gravas ocasionales	3	3,60	4,20				1,66	2.022		SPT							21,8	N	N	NP			78	69		62	59	40,1																	1,3			
	Limo arenoso pardo-ocre con gravas	3	6,00	6,60				1.568	1.988		MI							26,8	27,1	16,4	10,7			97	95		95	93	71							1,1	12											0	
	Margas pardo marrón con fragmentos de caliza	5	8,85	9,25				1,873	2.390		MI							27,6	33,7	19,5	14,2											1,7	11,44	0,2	32,03											-			
	Margas pardo marrón con fragmentos de caliza	5	9,25	9,85				1.599	1.962		SPT							22,7	33,6	23,8	9,8																										14		
	Margas pardo marrón con fragmentos de caliza	5	12,00	12,30		6,82	10,59	1.802	2.132		MI							18,3	28,5	23,2	5,2									229	5,3																		
	Margas pardo marrón con fragmentos de caliza	5	15,00	15,30		5,66	1,63	1,78	2.166		MI							21,7	28	21,7	6,3									251	10,3																	0	
	Margas pardo marrón con fragmentos de caliza	5	15,25	15,55				1199	1.385		SPT							16	36	27	9																									0,72			
	Margas pardo marrón con fragmentos de caliza	5	18,00	18,30				1.626	1.984		TP							22	33,2	25	8,3											0,77	29,61	0,21	35,73												27		
	Margas pardo marrón con fragmentos de caliza	5	20,40	20,80				1.653	1.944		TP							17,6	36,5	25,6	10,9									71	3,1																	0	
	Margas pardo marrón con fragmentos de caliza	5	23,30	23,60				1.597	1.979		TP							23,9	32,4	24,9	7,5															23,5	50									-			
	Alternancia calizas y margas marrones	5	26,70	27,00		6	13,5	1.609	2.036		TP							26,5																															
S-03	Arenas finas color ocre con cantos variados.	3	3,00	3,60				1.774	2.075		MI							17	N	N	NP			97	97		96	95	17,7			0,53	46,87	0,58	36,1													0	
	Arenas, limos y arcillas con bloques	3	3,60	4,20				1.495	1.776		SPT							18,8	N	N	NP			96	94		92	90	11,7																	-			
	Arcillas paras-grisáceas con cantos de cuarzo	3	6,00	6,60							MI																																						
	Gravas de hasta 11 cm y arcillas marrones	3	10,00	10,60				1.116	1.725		MI							54,6	65,4	40,8	24,6			100	100		100	98	92,4																		2,5		
	Arcilla marron con cantos ocasionales de cuarzo	3	10,60	11,20				1. 206	1.709		SPT							42	59640	19																												0	
	Arcilla marron con cantos ocasionales de cuarzo	3	13,30	13,70							MI																																						
	Margas pardo-grisáceo	5	16,80	17,10		7,02	14,27				TP	6,16	0,09	2651																																			
	Margas pardo-grisáceo	5	19,30	19,60		7,07	16,8				TP	1,59	0,16	457,1																																			
	Calizas meteorizada con vetas de calcita	5	22,50	22,70		7	17,25				TP																																						
C-01	Arcilla limosa color ocre	2	1,60					1.691	1.985		SACO							17,4	22,3	16,9	5,4		92	90	89		89	86	62,3									1,9	13,8										
C-02	Limo arcillosos ocre con pátinas de óxido	2	1,10					1.555	1.881		SACO							21	30,1	22,1	8			98	97		93	87	73,2									1,74	20,2										
	Limo arcillosos ocre con pátinas de óxido	2	2,20					1.208	1.468		SACO							21,5	31,6	21,4	10,2		100	97	97		96	93	72,7									1,78	18,4	12	0,71	2,26							
C-04	Arenas y cantos en matriz limosa. Bloques de caliza y conchas	3	1,80					1,517	1,82		SACO							20	N	N	NP		92	82	76		72	0,7	11,1									1,74	12,9	25	0	6,53							
C-05	Arena marrón claro	3	2,60					1,41	1,62		SACO							14,9	N	N	NP			100	99		96	94	4,7									1,65	14,9	16	0	3,61							
C-06	Arena color negro	1	1,6					1.193	1.278		SACO							7,1	N	N	NP			100	100		100	40	12,6									1,74	9,7	56	0	6,53							

(1) La cohesión se expresa en kp/cm2 en los sondeos SG y en t/m2 en los SR

Sondeo	Muestra	Profunidad inicial (m)	Profundidad final (m)	Litotipo	Cc	Cs	Em (kPa)
S-03	MI-3	10	10,6	3	0,12	0,08	5023,73
S-02	MI-4	12	12,25	5	0,034	0,014	10267,24

SONDEO	FORMACIÓN	PROFUNDIDAD		PERMEABILIDAD		PRESIÓMETRO				SPT
				Lugeon	Lefranc	Carga		Recarga		
		Sup	Inf	Permeabilidad (L/min·m)	K (cm/seg)	Módulo de Corte G (MPa)	Módulo de Deformacion Ep (MPa)	Módulo de Corte G (MPa)	Módulo de Deformación Ep (MPa)	Nº golpes
S-01	Dolomía fracturada	16	18	18,5						
	Dolomía fracturada con relleno arcilloso	24,9	25,5			1239,44	3098,61	4568,43	11421,08	
	Alternancia de niveles margosos con arcillas grises	40	42	8						
	Lutitas con niveles yesíferos	48	48,6			497,81	1244,53	1567,78	3919,46	
S-02	Arena limosa gris con gravas ocasionales	3,00	3,60							4
	Arena limosa gris con gravas ocasionales	3,60	4,20							20
	Limo arenoso pardo-ocre con gravas	6,00	6,60		1,0300E-03					37
	Margas pardo marrón con fragmentos de caliza	8,82	9,25							45-R
	Margas pardo marrón con fragmentos de caliza	9,25	9,85							20
	Margas pardo marrón con fragmentos de caliza	12	12,3		6,3610E-04					2
	Margas pardo marrón con fragmentos de caliza	15,00	15,30							16-R
	Margas pardo marrón con fragmentos de caliza	15,25	15,55							28-R
	Margas con fragmentos ocasionales de caliza	19,65	24,65	1,9						
	Alternancia de calizas y margas marrones	28,10	28,70			2487,08	6217,7	487,94	1219,85	
S-03	Arenas finas color ocre con cantos variados.	3,00	3,60							4
	Arenas, limos y arcillas con bloques	3,60	4,20							5
	Arcillas paras-grisáceas con cantos de cuarzo	6,00	6,60		1,4055E-04					22
	Gravas de hasta 11 cm y arcillas marrones	10,00	10,60							5
	Arcilla marron con cantos ocasionales de cuarzo	10,60	11,20							11
	Arcilla marron con cantos ocasionales de cuarzo	13,30	13,70		7,0776E-03					34-R
	Margas pardo grisáceo muy compactas	19	22,75	14,1						
	Alternancia de arcillas marrones con margas pardo	25,5	26,1			344,98	862,44	386,69	966,73	

5.4.- PARÁMETROS GEOTÉCNICOS DE CÁLCULO

A continuación, se incluye una tabla-resumen de los valores obtenidos en los ensayos y por tanto los parámetros que se recomiendan para el cálculo:

LITOTIPOS			NATURALEZA	DENSIDAD (g/cm3)		RESISTENCIA COMPRESION (Mpa) MÓDULO YOUNG (GPa)	LÍMITES		COHESIÓN EFECTIVA (kg/cm2)	FRICCIÓN EFECTIVA (º)	MATERIA ORGANICA	SULFATOS	CARBONATOS
				SECA	HÚMEDA		LL	LP					
1	QA	Rellenos antrópicos	SUELO	1,2	1,28		25,90	19,05					10 %
2	Ql	Cuaternario indiferenciado	SUELO	1,48	1,78		28	20,13					
3	QR	Rellenos de ría	SUELO	1,51	1,78		NP	NP	0,12	32.3	1,13 %	0,03 %	8,3 %
5	T	Conglomerados, areniscas y arcillas rojas	ROCA METEORIZADA	1,60	2,01	4,71 / 0,12	38	23	0,96	28	0,72 %	0 %	20 %

LITOTIPOS			NATURALEZA	RESISTENCIA COMPRESION (Mpa)	DEF.		RESISTENCIA TRACCIÓN (Mpa)	ABRASIVIDAD CERCHAR	COEFICIENTE SCHIMACEK (KN/m)	PARAMETRO HOEK	MÓDULO DE CORTE (MPa)	MÓDULO DE DEFORMACIÓN (MPa)
					COEFICIENTE POISSON	MOD. YOUNG (GPa)						
4	J	Calizas, dolomías y margas	ROCA	26	0,14	18,49	4,49	1	0,011	10	1142,33	2855,82

Tabla 5: Parámetros geotécnicos obtenidos en los ensayos

5.5.- CARACTERIZACIÓN DE LA FRACTURACIÓN

En este apartado se pretende, con los datos disponibles de estaciones geomecánicas, caracterizar la fracturación de los diferentes litotipos siempre que se pueda. Para ello se describirán parámetros como el número de familias de juntas, el espaciado, continuidad, abertura, rellenos y rugosidad de las juntas.

5.5.1.- Calizas, dolomías y margas jurásicas.

Este litotipo se localiza esencialmente en el túnel de Bustiello. En esta zona se dispone de tres estaciones geomecánicas: EG-1, EG-2 y EG-9. Contrastando los datos se puede decir que disponemos de una S_0 con orientación aproximada 40º/20º (dirección de buzamiento y buzamiento), que posee un espaciado predominante de 200-600 mm, una continuidad moderada de 3-10 m, abertura igualmente moderada, ente 2.5-10 mm, y con un relleno esencialmente de arcillas.

En cuanto a las familias de juntas se puede decir hay varias con diversas orientaciones, las predominantes son dos familias de juntas una J_1 a 320 / 60 y otra J_2 a 20/80. Ambas familias poseen un espaciado de entre 600-2000 mm y una continuidad de baja a moderada (entre 1-3 y 3-10 m). J_1 tiene una abertura ancha, de más de 10 mm mientras que J_2 tiene una abertura muy variable. J_1 tiene una rugosidad ondulada rugosa, mientras que J_2 tiene una rugosidad escalonada rugosa. Ambas aparecen rellenas de arcillas.

5.5.2.- Conglomerados, areniscas y arcillas rojas.

Este litotipo corresponde a las rocas del Triásico, y aunque los datos que se utilizan no están en Avilés, sino en Salinas, se pueden extrapolar. Los materiales triásicos afectan a toda la traza, por lo que se considera importante caracterizar su fracturación.

S_0 tiene una orientación de unos 60 / 10, el espaciado entre la estratificación es moderada, de 200-600 mm, con una continuidad moderada, juntas onduladas-lisas y sin rellenos.

En lo que a familias de juntas se refiere se han caracterizado tres familias: J_1 a a 170/80, J_2 a 210/75 y J_3 a 350/80. J_1 tiene un espaciado separado, de 600-2000 mm, una continuidad baja, de 1-3 m, una abertura moderada, entre 2.5-10 mm y una

rugosidad escalonada rugosa, y aparece principalmente rellena de arenas y arcillas meteorizadas en grado III.

J_2 posee un espaciado de 600-2000 mm al igual que J_1, una continuidad también baja de 1-3 m, una abertura variada entre 0.25-0.5 mm y 2.5-10 mm, una rugosidad escalonada rugosa, Aparece relleno de arcillas muy meteorizadas (grado IV).

J_3 posee un espaciado entre 600-2000 mm, una continuidad moderada, de 3-10 m, una abertura de las juntas moderada, entre 2.5-10 mm, la rugosidad es escalonada rugosa y aparece principalmente relleno de arenas y gravas que están muy alteradas en grado V-VI.

5.6.- ESTUDIO DE EXCAVABILIDAD

5.6.1.- Introducción

A lo largo del tramo objeto de estudio se han identificado 4 litologías que serán las que tengan mayor influencia en el proyecto:

- Depósitos cuaternarios indiferenciados
- Depósitos de ría
- Calizas, dolomías y margas.
- Conglomerados, areniscas y arcillas rojas.

5.6.2.- Excavabilidad en desmontes

Para cada una de ellas, empleando los perfiles de tomografía sísmica de refracción , sondeos, calicatas y estaciones geomecánicas que se realizaron en la campaña actual se ha determinado su calidad para conocer la excavabilidad utilizando las clasificaciones reflejadas en el apartado 7.2. En este apartado únicamente se reflejará la excavabilidad de los desmontes, la excavabilidad referente a pantallas y túneles se analiza en el anejo de Obras Subterráneas.

5.6.2.1.- Metodología empleada

En general, la excavación de desmontes puede realizarse de acuerdo a tres técnicas distintas:

- ***Excavación directa***, mediante una excavadora, que con su cazo retira directamente el material "en banco". Se emplea cuando el terreno es relativamente blando, o está suelto. En inglés se denomina ***"Digging".***
- ***Excavación mecánica***, mediante ripado (tractor de cadenas con riper), o bien con retroexcavadora dotada de martillo demoledor. Se emplea con suelos duros y compactos, o rocas blandas y muy fracturadas. En inglés se denomina ***"Ripping"***.
- Excavación con ***voladura***, reservada en general para rocas. En inglés se denomina ***"Blasting"***.

Para determinar los umbrales a partir de los cuales una roca se considera excavable, ripable o volable, se suelen aplicar diversos criterios, todos ellos basados en la valoración de la velocidad sísmica, la resistencia de la roca, su fracturación, o su calidad geomecánica. En función del tipo y potencia de la maquinaria a emplear, estos umbrales pueden variar, tal como se pone de manifiesto en la tabla que se incluye a continuación (Bell, 1992):

Table 12.4 Excavation characteristics (Bell, 1992).

Rock hardness description	*Unconfined compressive strength (MPa)*	*Seismic wave velocity (m/s)*	*Spacing of joints (mm)*	*Excavation characteristics*
Very soft	1.7–3.0	450–1200	<50	Easy ripping
Soft	3.0–10	1200–1500	50–300	Hard ripping
Hard	10–20	1500–1850	300–1000	Very hard ripping
Very hard	20–70	1850–2150	1000–3000	Extremely hard ripping or blasting
Extremely hard	>70	>2150	>3000	Blasting

Tabla 6 Características de excavación según Bell (1992)

Esta tabla resume muy bien las condiciones de excavabilidad del terreno y sus umbrales, aportando una valoración multiparámetro, pues considera tanto la velocidad de las ondas sísmicas, como la resistencia o el espaciado de las discontinuidades. De acuerdo a esta tabla, todos los materiales cuya velocidad de las ondas sísmica (Tipo P) sea inferior a 1850 m/s son ripables, mientras que los materiales en los que las ondas p superan los 1850 m/s no son ripables.

Este umbral de 1850 m/s es el que internacionalmente más se emplea para establecer la frontera entre lo volable y lo ripable, aunque no se trata de un número muy rígido, pues las máquinas más potentes lo pueden elevar por encima de los 2000 m/s, y las más ligeras bajarlo a los 1700 m/s. En este sentido, los datos proporcionados por CATERPILLAR (fabricante de Tractores-Riper) ha sido siempre la referencia habitual, por ello a continuación se incluye una tabla resumen de los umbrales de ripado en función de la velocidad sísmica, para las diversas máquinas de este fabricante (Look, 2014):

Table 12.7 Excavatability based on seismic wave velocities (Caterpillar, 2012).

Excavator model	*7E*	*D8R*	*D9R*	*D10T*	*D11T*
Flywheel power (kW)	175	228	302	433	634
Operating weight (t)	26	38	49	67	105
Ground pressure (kPa)	44	94	125	136	162
Rippable (typical)	NP	1700	2000	2300	2600
Unrippable (typical)	NP	2300	2600	3000	3500

- Rippability varies with rock type in Caterpillar charts.
- NP – not provided.

Tabla 7 Excavabilidad basada en la velocidad de las ondas sísmicas según Caterpillar (2012)

En esta tabla anterior se introduce un concepto importante en la aplicación de estos tractores Riper, que es el de “Ripabilidad Marginal”. Como puede observarse, Caterpillar marca un umbral de ripabilidad, que por ejemplo para un D8R es de 1700 m/s, y para esa misma máquina marca otro valor de 2300 m/s, que lo denomina “No Ripable”. Entre 1700 y 2300 es el rango de lo que se denomina ripabilidad marginal, en el cual, aunque el terreno se puede ir excavando, la máquina lo hace con dificultad, con bajo rendimiento, y dejando un suelo muy irregular por el que no es fácil desplazarse. Ese terreno dentro del rango marginal, siempre es más sencillo excavarlo mediante voladura, garantizándose mejor la productividad y los rendimientos. Por ello, en ***el presente informe se considera que el terreno marginal será volado***.

Para analizar la excavabilidad de los diferentes desmontes se han empleado un total de cuatro criterios diferentes:

- Caterpillar (para las máquinas D8R, D9R, D10R y D11R), que basa su criterio de excavabilidad en la consideración de la velocidad sísmica.
- Franklin (1971), basado en la resistencia de la roca y el espaciado de las discontinuidades principales.
- Pettifer & Fookes (1994), también basado en la combinación de la resistencia del terreno y su fracturación.
- Tsiambaos (2015), que está basado en la clasificación geomecánica del terreno (GSI).

A continuación, se resumen dichos criterios.

5.6.2.2.- Recomendaciones de caterpillar

Como se ha mencionado, esta compañía es referencia internacional en ripado. Desde hace muchos años viene publicando unas tablas con recomendaciones al respecto, para los diferentes tipos de máquinas que tiene en su catálogo. Para este estudio se han empleado las incluidas en el HANDBOOK OF RIPPING, en su edición del año 2012, que son las más actuales proporcionadas por la citada compañía.

La clasificación de Caterpillar emplea la velocidad sísmica de las ondas P, y distingue también según el tipo de roca de que se trate. Como se puede comprobar, cada tipo de roca se clasifica en ripable, marginal y no ripable.

A continuación, se muestran las tablas de este fabricante para los tractores actualmente en su catálogo de venta (máquinas D8R, D9R, D10R y D11R). En España existe disponibilidad de máquinas D8, D9 y con mayor dificultad D10. Las D11 suelen estar disponibles solo en el ámbito minero, y por ello no suelen emplearse en obra civil, por lo que se excluyen del análisis que se realiza en el presente informe.

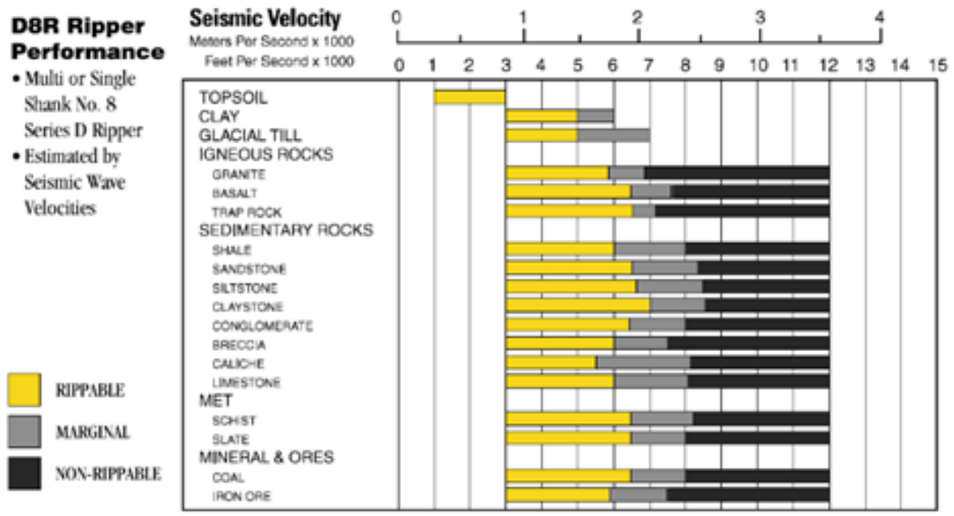


Tabla 8 Tabla de capacidad de perforación de la máquina D8R de Caterpillar (Caterpillar 2012)

Ilustración 12 Imagen de una ripadora D8R Caterpillar (Caterpillar, 2012)

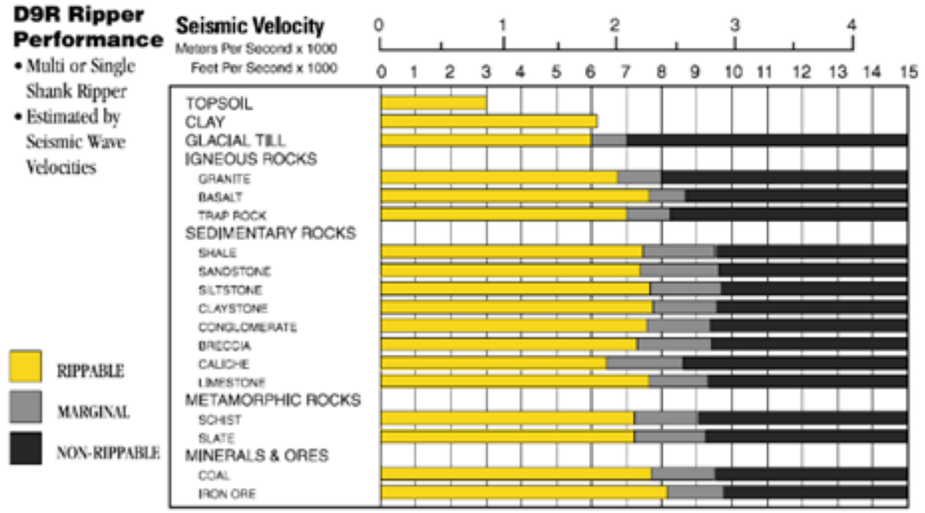


Tabla 9 Tabla de capacidad de perforación de la máquina D10R de Caterpillar en función de la velocidad de las ondas sísmicas (Caterpillar, 2012)

Ilustración 13 Imagen de una ripadora D9R de Caterpillar. (Caterpillar, 2012)

Ilustración 14 Imagen de una ripadora D10R de Caterpillar (Caterpillar, 2012)

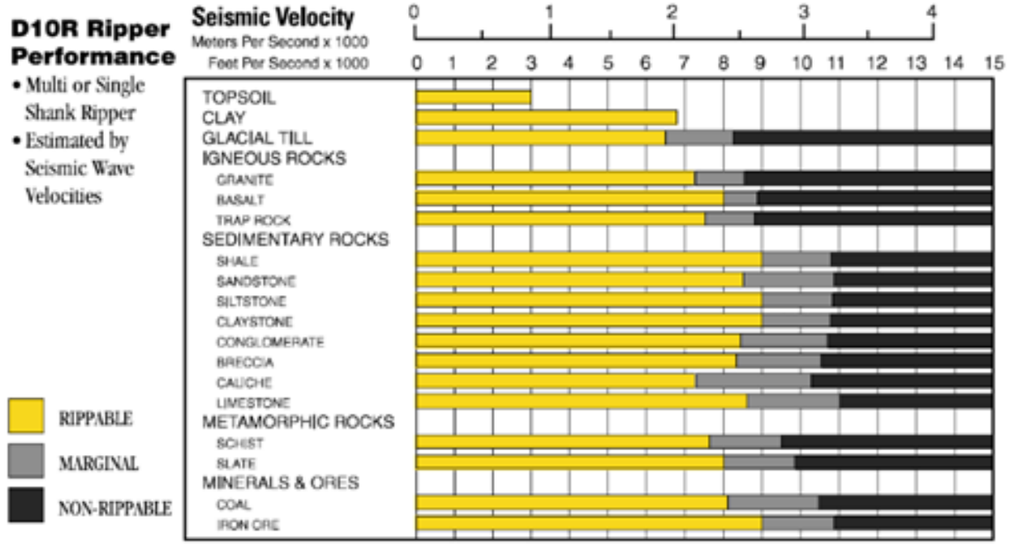


Tabla 10 Tabla de capacidad de perforación de la máquina D10R de Caterpillar en función de la velocidad de las ondas sísmicas. (Caterpillar, 2012)

5.6.2.3.- Criterio de excavabilidad de franklin

El criterio de excavabilidad de Franklin et. al, (1971) se basa en la resistencia a compresión simple de la roca objeto de estudio (medida como índice de carga puntual) y el espaciado entre fracturas. Situando estos datos sobre el gráfico que se presenta a continuación se obtiene un punto en el diagrama que nos indica la excavabilidad del material.

Como puede apreciarse, además de los umbrales de “excavable (digging)”, “ripable (ripping)” y “volable (blast to fracture”, introduce el concepto “blast to loosen”, que es el de “voladuras de esponjamiento”, que consiste en un prevolado con baja carga explosiva, para posterior arranque mecánico.

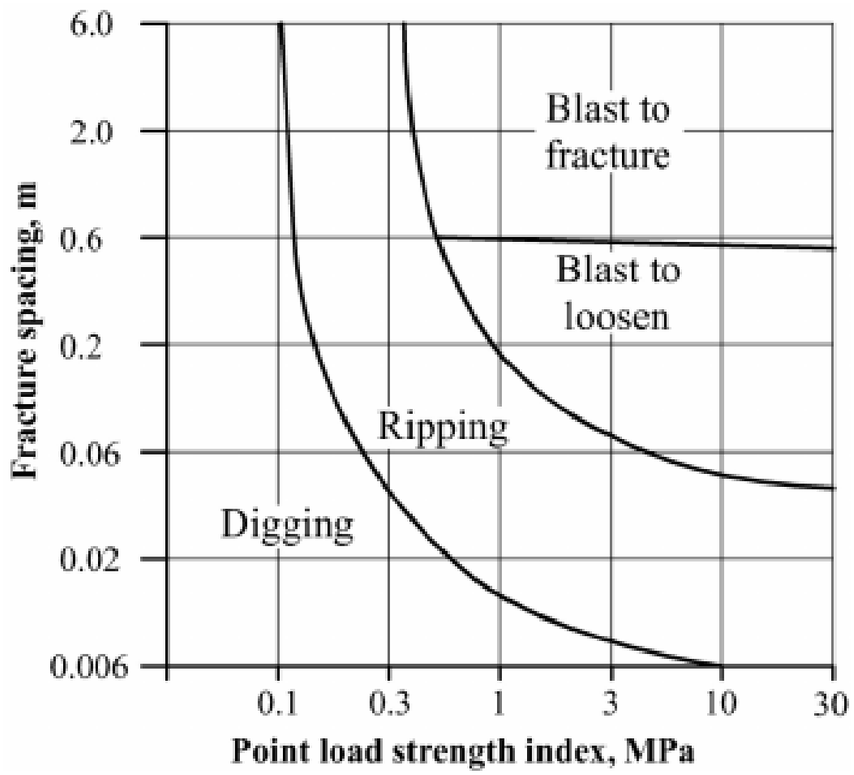


Ilustración 15 Gráfico explicativo del criterio de Franklin (1971)

Ilustración 16 Gráfico explicativo del criterio de Pettifer & Fookes (1994)

5.6.2.4.- Pettifer & fookes (1994)

El criterio empleado es similar al de Franklin, tomando como referencia la Resistencia a compresión simple de la roca, expresada a mediante el índice de carga puntual Is(50), y el espaciado de las fracturas.

Este gráfico es de gran utilidad, pues además de establecer los umbrales de ripado, marca el ámbito de aplicación de las diferentes máquinas disponibles de la casa CATERPILLAR (D6, D7, D9 y D11), aunque algunas de esas máquinas están ya fuera de catálogo.

5.6.2.5.- Tsiambaos (2015)

Se trata de un criterio relativamente reciente, que está basado en la clasificación geomecánica GSI. En función de este parámetro propone unas condiciones de excavabilidad del terreno. Este criterio completa muy bien los anteriores, pues emplea un parámetro diferente como es la clasificación geomecánica. Distingue cuatro métodos de excavación: Voladura (Blasting), Martillo demoledor o voladura (Hammer or blasting), Ripado (Ripping) o Excavación Directa (Digging).

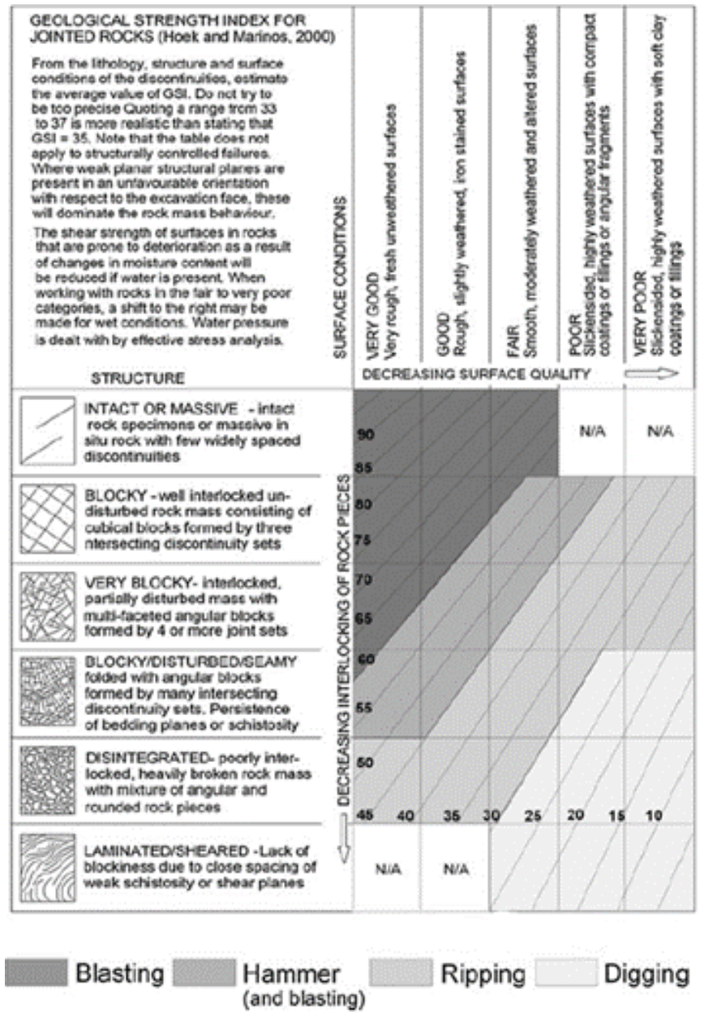


Ilustración 17 Gráfico explicativo del método de Tsiambaos (2015)

5.6.2.6.- Excavabilidad por litologías.

Depósitos de ría

Para este litotipo se ha determinado que según Caterpillar, estos materiales serán excavables los primeros metros, mientras que en profundidad podrán llegar a ser ripables con una máquina D9R dado que su velocidad de ondas p (Vp) varía de menos de 1000 m/s los primeros 6 metros a 2800 m/s.

Cuaternarios indiferenciados.

Este litotipo sólo tiene representatividad los dos primeros metros de terreno por debajo de los rellenos antrópicos, por lo que no se contemplan zonas profundas a excavar. De este modo, según los datos de los perfiles de sísmica PS-1 y PS-2, al tener una velocidad de ondas p (Vp) menor a 1000 m/s estos materiales serán 100% excavables.

Calizas, dolomías y margas.

Este litotipo es el que se encuentra en el entorno del túnel de Bustiello.

- Según Tsiambaos (2015) se determina que este litotipo será ripable los primeros 9 metros, y de ahí en profundidad será volable.

- Según el método de Franklin et. al, (1971) los materiales serán ripables los primeros metros y volables en profundiad.

- Los resultados del análisis con el método de Pettifer & Fookes (1994) reflejan que estos materiales serán difícilmente ripables los primeros metros y extermadamente difícil riparlos en profundidad.

- Según Caterpillar se ha determinado que los materiales son ripables con una D9R los primeros metros pero en profundidad pasa a ser no ripable.

Conglomerados, areniscas y arcillas rojas.

- Según Tsiambaos (2015) se ha determinado que este litotipo será ripable mediante martillo demoledor.

- Según el método de Franklin et. al, (1971) los materiales serán volables con voladura de esponjamiento.

- Los resultados del análisis con el método de Pettifer & Fookes (1994) reflejan que estos materiales serán extremadamente difícilmente ripables.

- Según Caterpillar se ha determinado que los materiales son ripables con una D9R .

5.6.2.7.- Porcentajes a excavar

A continuación, y según lo expuesto anteriormente se incluye una tabla resumen tramificada por P.K para las vías de ancho métrico y ancho ibérico con los porcentajes de cada litotipo a excavar. En general, para las zonas en plataforma se ha adoptado una excavación máxima de 3 metros de profundidad. La unidad T no se llega a excavar en ninguno de los casos.

Ancho Ibérico								
P.K		Long	Porcentaje a excavar (%)				Observaciones	Prof. Excavación (m)
Inicio	Final	(m)	Q_A	Q_R	Q_I	J		
0+000	0+140	140	40	40		20	Plataforma.	3
0+140	0+360	220	40		60		Plataforma.	3
0+360	0+850	490	13		49	38	Rampa (desmonte)	9
0+850	1+220	370	12		29,4	58,6		10
1+220	1+600	380				100	Túnel de Bustiello	
1+600	2+210	610	78,43			21,56	Desmontes y Estación Intermodal	
2+210	3+400	1190	23	77			Falso túnel bajo la ría	13
3+400	3+880	480	100				Plataforma	3

Tabla 11 Porcentaje a excavar en la vía de ancho ibérico

Ancho Métrico							
P.K		Long	Porcentaje a excavar (%)			Observaciones	Prof. Excavación (m)
Inicio	Final	(m)	Q_A	Q_R	J		
0+000	0+600	600	78,43		21,56	Plataforma	3
0+600	1+770	1170	23	77		Falso túnel bajo la ría	13
1+770	2+260	490	100			Plataforma	3

Tabla 12 Porcentajes a excavar en la vía de ancho métrico

5.6.3.- Excavabilidad en túneles

Eb este apartado se analiza la excavabilidad de los túneles en mina. Como se indica en el anejo de túneles, en el Túnel de Bustiello, la presencia de casas y edificaciones cercanas aconseja evitar voladuras que eventualmente podría generar vibraciones en ellas. Por ello, se considera solo la excavación mecánica (rozadora, etc.)

Para estudiar la adecuación de las rozadoras a esta túnel, es necesario considerar los datos de resistencia a compresión (σc) y abrasividad cerchar (CAI) de la roca calizo-dolomítica:

- Resistencia a compresión (σc) = 26 MPa

- Abrasividad cerchar (CAI) = 1, que supone una clase de abrasividad “Muy Baja”

Si se introducen estos valores en el Ábaco de Gehring (1995), se obtiene que el terreno calizo-dolomítico del Túnel de Bustiello se ubica en la zona “Rozadora – Tuneladora – Voladura”, lo que avala la aplicación de una máquina rozadora para este túnel.

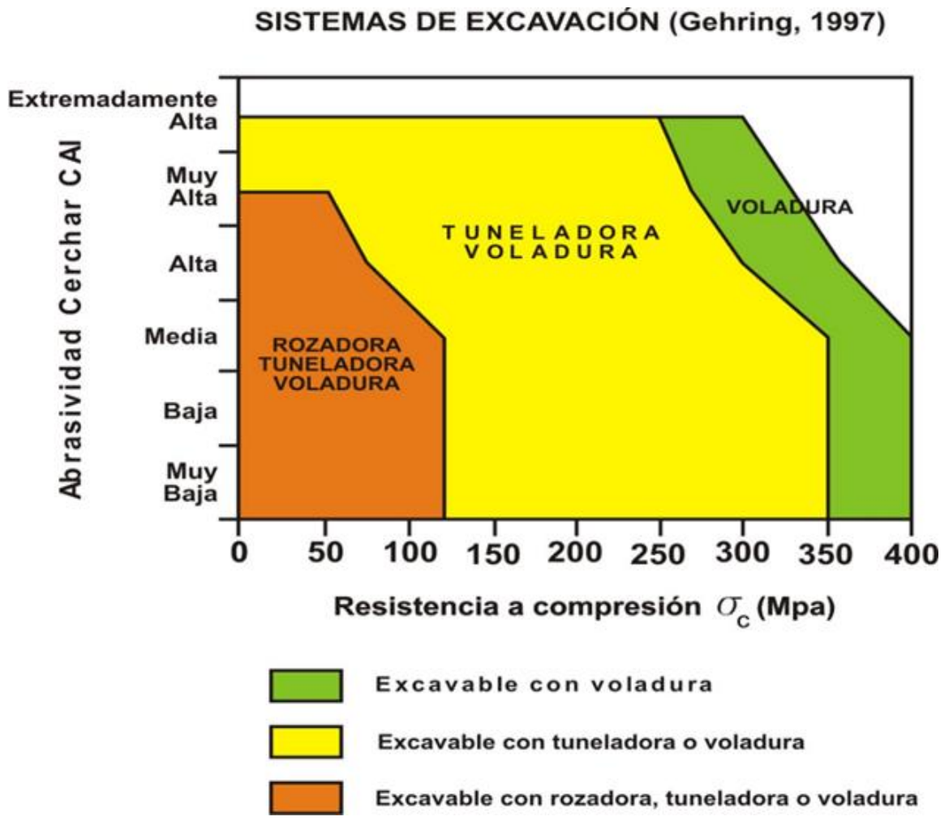


Ilustración 18 Abaco de Gehring (1995)

5.6.4.- Excavabilidad de Pantallas

Este aspecto se aborda en en Anejo de Obras Subterráneas.

5.7.- OBRAS ELEMENTALES

5.7.1.- Introducción

Este apartado tiene como objetivo separarlas obras elementales del presente proyecto y describir las mismas. Se han identificado un total de 10 obras elementales que se resumen en la siguiente tabla:

Tipo Obra
Estación de Villalegre (Terraplén)
Reposición de la supresión del paso a nivel de la Plaza Castañedo
Pasarela peatonal de la supresión del paso a nivel de la calle Ráfaga
Apeadero La Rocica entre pantallas
Reposición viaria provisional de la calle Avilés
Reposición de la actual pasarela peatonal de la calle Robles
Túnel en mina (Bustiello)
Futura estación intermodal de Avilés
Soterramiento núcleo urbano Avilés entre pantallas
Estación de Avilés

Tabla 13 Resumen de obras elementales

5.7.2.- Descripción geotécnica de obras elementales

5.7.2.1.- Estación de Villalegre

La estación de Villalegre estará cimentada sobre rellenos antrópicos, que aparecen apoyados sobre depósitos de ría y diferentes depósitos cuaternarios. Los depósitos de ría están formados por arenas y gravas con intercalaciones arcillosas, mientras que los depósitos cuaternarios indiferenciados aparecen como materiales muy heterogéneos, formados por gravas, arenas y arcillas.

5.7.2.2.- Reposición de la supresión del paso a nivel de la plaza Castañedo

Dada la cercanía a la estación de Villalegre, el paso a nivel de la plaza Castañedo se encuentra sobre los mismos rellenos antrópicos y depósitos de ría sobre los que se cimenta la estación.

5.7.2.3.- Pasarela peatonal de la supresión del paso a nivel de la calle Ráfaga

La pasarela peatonal de la calle Ráfaga se encontrará principalmente con depósitos de ría y, en menor medida, con rellenos antrópicos.

5.7.2.4.- Pantallas Apeadero La Rocica

El apeadero La Rocica se construirá en dolomías, calizas y margas jurásicas (Lías, Jurásico), donde las margas se hacen más potentes a base.

5.7.2.5.- Reposición viaria provisional de la calle Avilés

Esta obra se ubica, superficialmente, en rellenos antrópicos que en profundidad y lateralmente pasan a ser las dolomías, calizas y margas jurásicas.

5.7.2.6.- Reposición de la actual pasarela peatonal de la calle Robles

La pasarela peatonal de la calle Robles se encuentra sobre dolomías, calizas y margas.

5.7.2.7.- Falso Túnel de Bustiello

Se compone de un tramo de falso túnel que aparecerá bajo sedimentos de la unidad cuaternario indiferenciado y que se unirá con el Túnel en mina de Bustiello.

5.7.2.8.- Túnel en mina Bustiello

Este túnel se llevará a cabo, al igual que el apeadero La Rocica, en calizas, dolomías y margas jurásicas. Puede que al final del tramo se lleguen a encontrar conglomerados, areniscas y arcillas rojas triásicas.

5.7.2.9.- Futura Estación Intermodal de Avilés

Esta estación se encuentra en depósitos de ría (gravas y arenas con intercalaciones de arcillas) y apoyado sobre el Triásico, que en este punto aparece como limos arenosos y margas con alguna pequeña intercalación calcárea.

5.7.2.10.- Soterramiento zona urbana Aviles

El falso túnel de la zona soterrada próxima a la ría se construirá sobre depósitos de ría formados por arenas y gravas con intercalaciones arcillosas.

5.7.2.11.- Estación de Avilés

Esta estación aparece cubierta en su totalidad por depósitos de ría, que en este punto aparecen constituidas por arenas medias y finas con intercalaciones arcillosas.

5.8.- GEOTECNIA DE DESMONTES Y RELLENOS

Se han diferenciado un total de cinco desmontes y dos terraplenes en todo el trazado.

TIPO OBRA	PP.KK	INCLINACIÓN	TERRENO
Desmonte 1	0+632 – 0+580	1H:1V	QA-QR-QI-J
Desmonte 2	0+750 – 0+850	1H:1V	QA-QI-J
Desmonte 3	1+600 – 1+800	1H:1V	QI-J
Desmonte 4	1+600 – 2+225	1H:1V	QA-QR
Desmonte 5	1+600 – 2+225	1H:1V	QA-QR
Terraplen 1	2+210	3H:2V	QR
Terraplén 2	0+870	3H:2V	QI

Tabla 14 Resumen desmontes y terraplenes

Empleando el software Slide y los parámetros presentados en la tabla 15, se han modelizado cada una de las obras de tierras y se ha obtenido su factor de seguridad. Dado que no se han realizado ensayos de corte directo ni en los rellenos antrópicos (QA) ni en el cuaternario indiferenciado (QI), los parámetros resistentes de las mismas se han obtenido de la bibliografía, siendo los rellenos antrópicos en general arcillas arenosas de baja plasticidad y el cuaterrnario indiferenciado arcillas de baja plasticidad.

Del mismo modo, tampoco se disponía de los parámetros resistentes de las calizas, dolomías y margas, por lo que se han obtenido estos parámetros mediante el software RocLab (RocScience) en función de la altura máxima del talud, su resistencia a compresión simple, módulo de Young, coeficiente de Poisson, un disturbance factor (D) de 0 y un mi propio de calizas y dolomías de 9. A continuación, se presentan los resultados de RocLab:

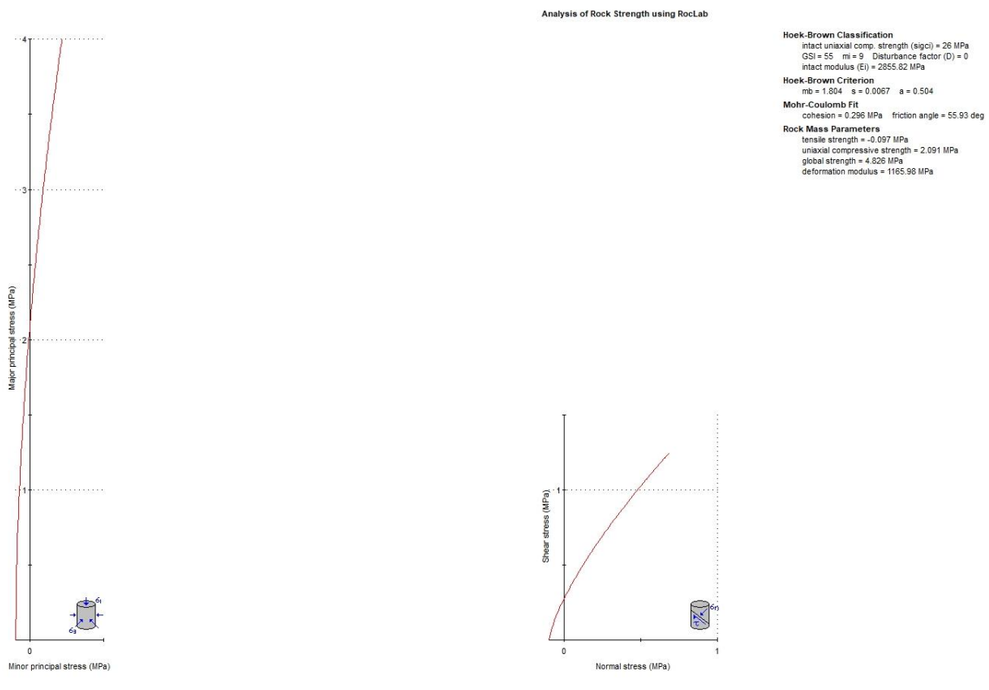


Ilustración 19 Parámetros resistendes de las calizas, dolomías y margas obtenidos de RocLab

	LITOLOGÍA	γ_{ap} (g/cm^3)	C' (kg/cm^2)	Φ (º)
1	Rellenos antrópicos (QA)	1,71	0,2	30
2	Cuaternario indiferenciado (QI)	1,78	0,3	28
3	Rellenos de ría (QR)	1,78	0,12	32,3
4	Calizas, dolomías y margas	2,01	2,96	56

Tabla 15 Parámetros resistentes de los diferentes litotipos estudiados.

Para los terraplenes, se han empleado los parámetros siguientes:

TIPO DE RELLENO	γ (T/m^3)	C' (T/m^2)	Ø' (º)
TERRAPLÉN	1,9	1,0	32
PEDRAPLÉN	2,0	0,0	45

Tabla 16 Parámetros para rellenos tipo terraplén y pedraplén.

Dado que los terraplenes corresponden a la resposición de calles y no a una estructura del propio trazado ferroviario, no se han modelizado con sobrecarga por circulación de trenes, sino que se han considerado las sobrecargas distribuidas citadas en el CTE (Código Técnico de Edificación) que se detallan a continuación:

- Zona de tráfico y aparcamiento de vehículos ligeros: 2 kN/m2
- Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de personas: 5 kN/m2
- Zona de tránsito y aparcamiento de vehículos pesados: 7 kN/m2

Para simplificar los cálculos se ha empleado la mayor de ellas, correspondiente a zonas de tránsito y aparcamiento de vehículos pesados. A continuación, se presenta el estudio detallado de cada obra:

5.8.1.- Terraplén 1

En el P.K 2+210 se planea realizar la reposición de una calle, donde además de la estructura proyectada se encuentran diversos terraplenes. Al Este, los terraplenes se encuentran sobre cuanternario indiferenciado (QI) toda vez saneado el nivel de rellenos y al Oeste se encuentran sobre rellenos de ría (QR). De este modo, se ha modelizado el terraplén con los parámetros expuestos en la tabla 16, una inclinación 3H:2V, una altura máxima de 12 metros y un saneo de 80 cm correspondiente al nivel de rellenos antrópicos (QA). Del análisis realizado con Slide se ha obtenido un factor de seguridad de 1,574 para el relleno este, y 1,569 para el Oeste.

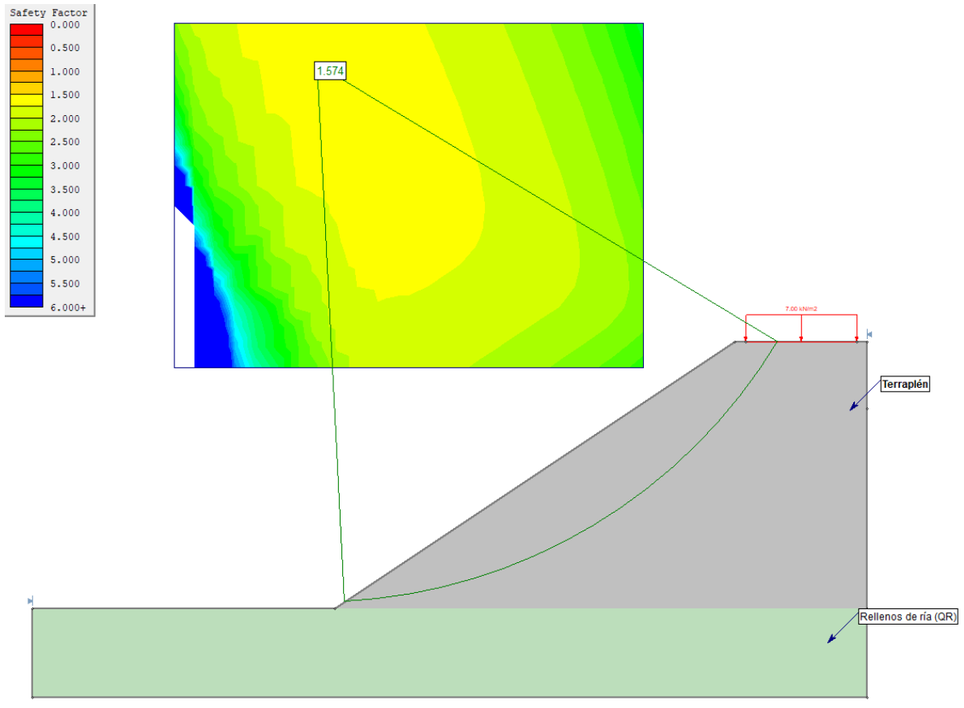


Ilustración 20 Terraplén 1 hacia el Este de la vía

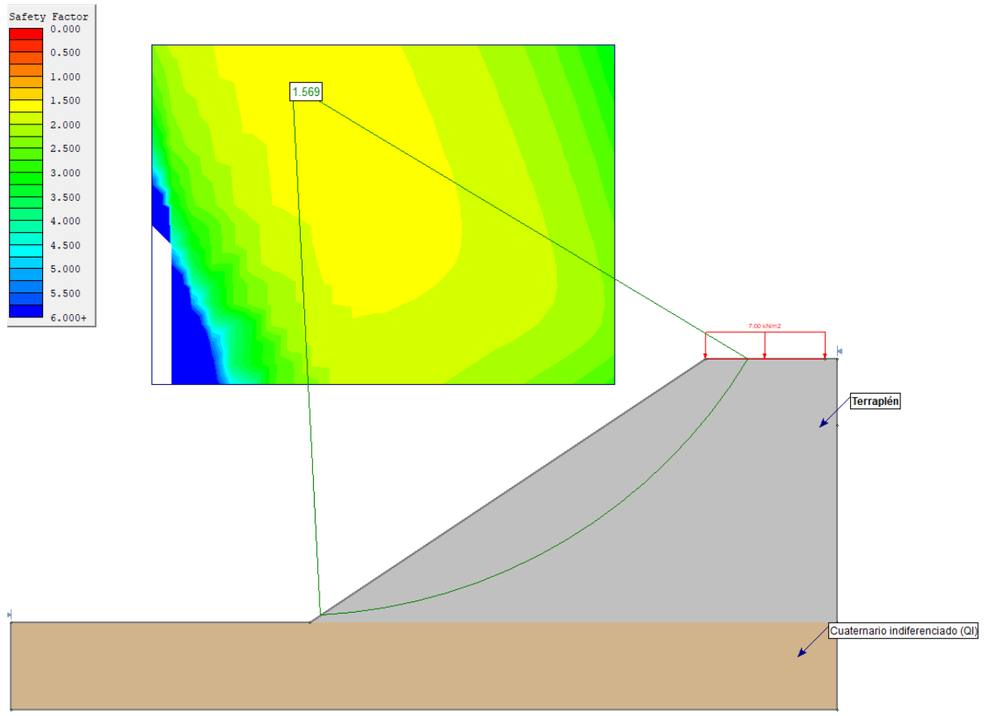


Ilustración 21 Terraplén 1 hacia el Oeste de la vía

5.8.2.- Desmonte 1

El desmonte 1 abarca del P.K 0+362 al P.K 0+580 y se ha estimado una altura máxima de 6 metros. De este modo, el desmonte cortará unos 60 cm de relleno antrópico, 1,20 metros de rellenos de ría (QR), 3 metros de cuaternario indiferenciado (QI) y su base serán 1,20 metros de calizas, dolomías y margas del Jurásico (J). El análisis se ha realizado con el programa Slide suponiendo un desmonte de inclinación 1H:1V. Así, se ha obtenido un factor de seguridad de 3,65, que al superar el mínimo establecido en geotecnia (FS=1,5) se considera estable.

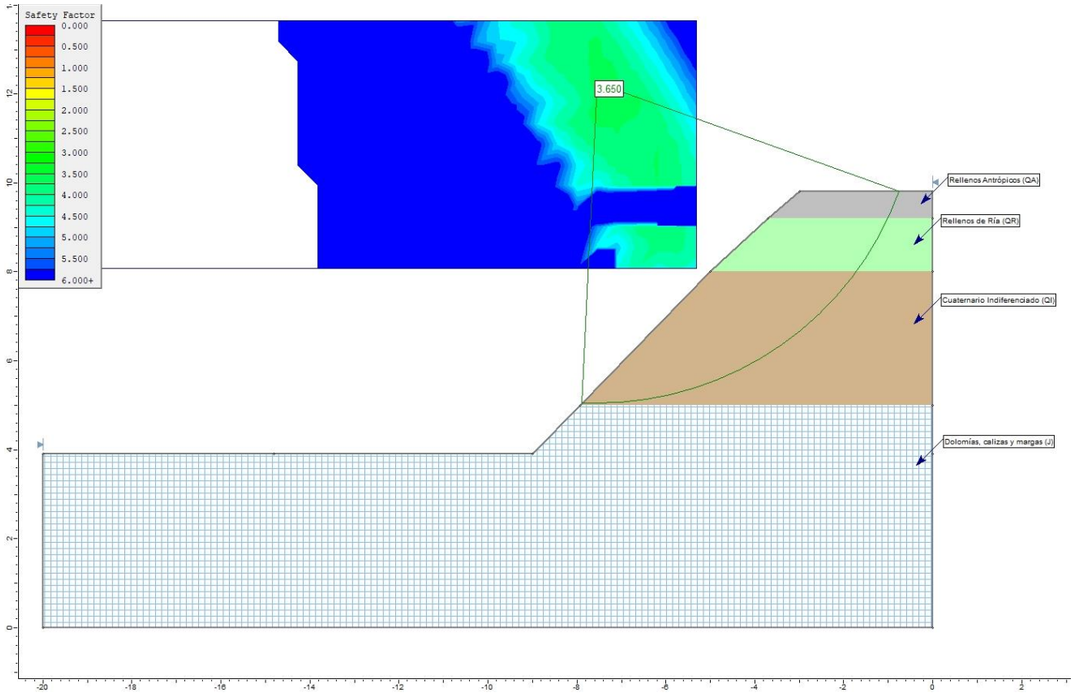


Ilustración 22 Modelización Desmonte 1

5.8.3.- Desmonte 2

El desmonte 2 abarca del P.K 0+750 al P.K 0+850 y se ha estimado una altura máxima de 7,64 metros. De este modo, el desmonte cortará unos 1,20 m de relleno antrópico, 4,11 metros de cuaternario indiferenciado (QI) y su base serán 2,35 metros de calizas, dolomías y margas del Jurásico (J). El análisis se ha realizado con el programa Slide suponiendo un desmonte de inclinación 1H:1V. Así, se ha obtenido un factor de seguridad de 3,14, que al superar el mínimo establecido en geotecnia (FS=1,5) se considera estable.

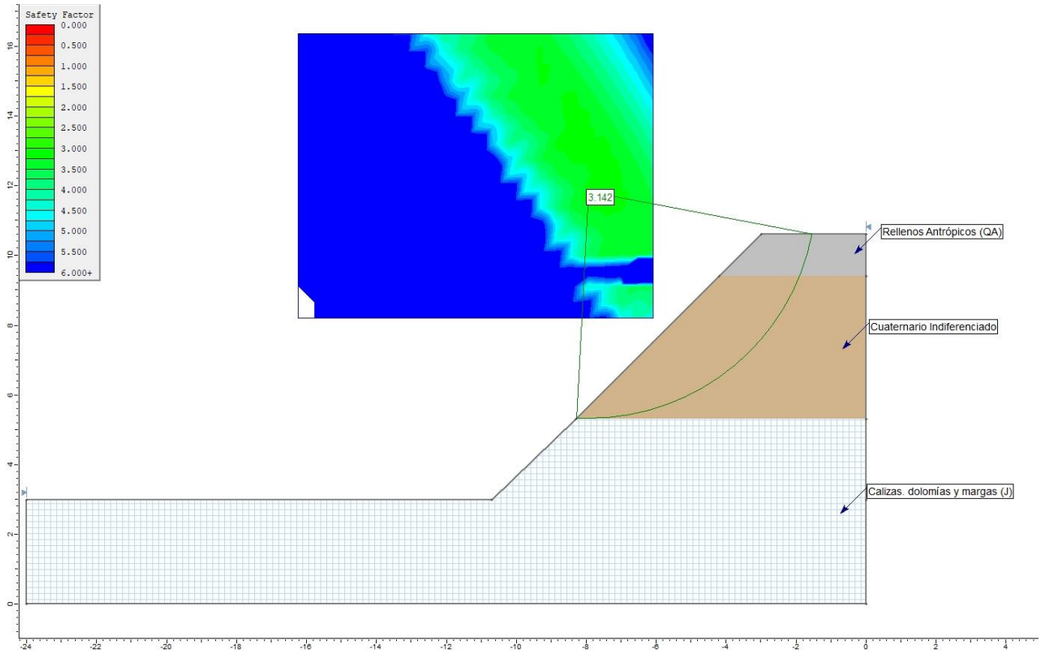


Ilustración 23 Modelización desmonte 2

5.8.4.- Terraplén 2.

Al igual que con el terraplén 1, el terraplén 2 pertenece a la estructura que se ha proyectado para la reposición de la calle Avilés en el P.K 0+870. Estos terraplenes aparecen orientados N-S y apoyados sobre el cuaternario indiferenciado (QI). No se espera que la orientación del terraplén influya en la estabilidad del mismo, por lo que se ha realizado un único modelo para ambos lados. Así, se ha considerado un terraplén de altura máxima 9 metros, con una inclinación 3H:2V, que estará apoyado sobre la unidad cuaternario indiferenciado toda vez saneado el nivel de rellenos antrópicos de unos 80 cm de espesor. Se ha obtenido un factor de seguridad de 1,836, que al superar el mínimo establecido en geotecnia (1,5) se considera estable.

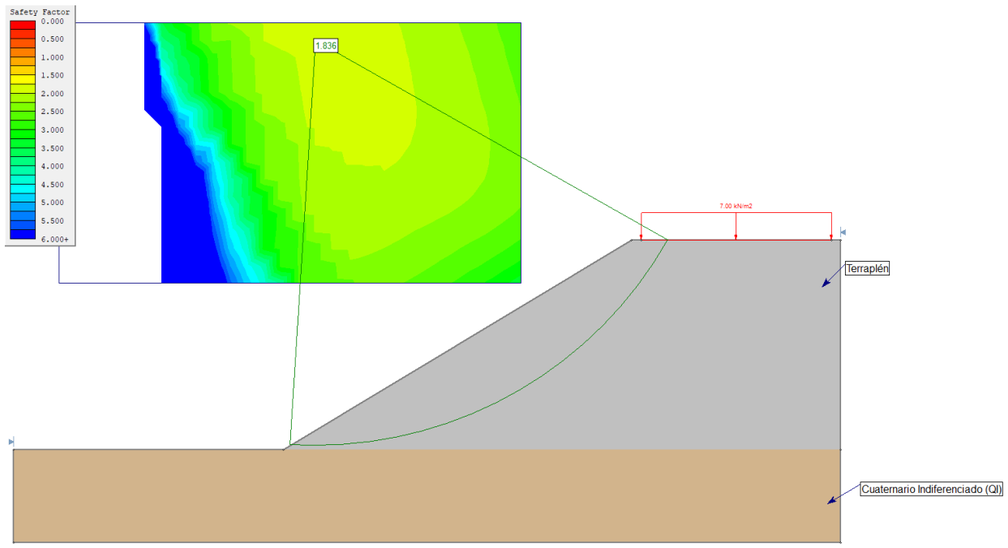


Ilustración 24 Modelización terraplén 2

5.8.5.- Desmontes 3 y 4

El desmonte 3 comprende del P.K 1+600 al P.K 1+800 mientras que el desmonte 4 se sitúa entre los P.K 1+600 y 2+225. De ambos desmontes se ha estimado una altura máxima de 4,70 metros, y corresponden a una trinchera. De este modo,se considera que al tener el mismo espesor de rellenos antrópicos y la misma altura su estabilidad será la misma, por lo que sólo se ha creado un modelo. Así, estos desmontes se situarán en su totalidad en rellenos antrópicos como se ha mencionado, estando sus bases en rellenos de ría (QR). El análisis se ha realizado con el programa Slide suponiendo un desmonte de inclinación 1H:1V. Del modelo se ha obtenido un factor de seguridad de 3,14, que al superar el mínimo establecido en geotecnia (FS=1,5) se considera estable.

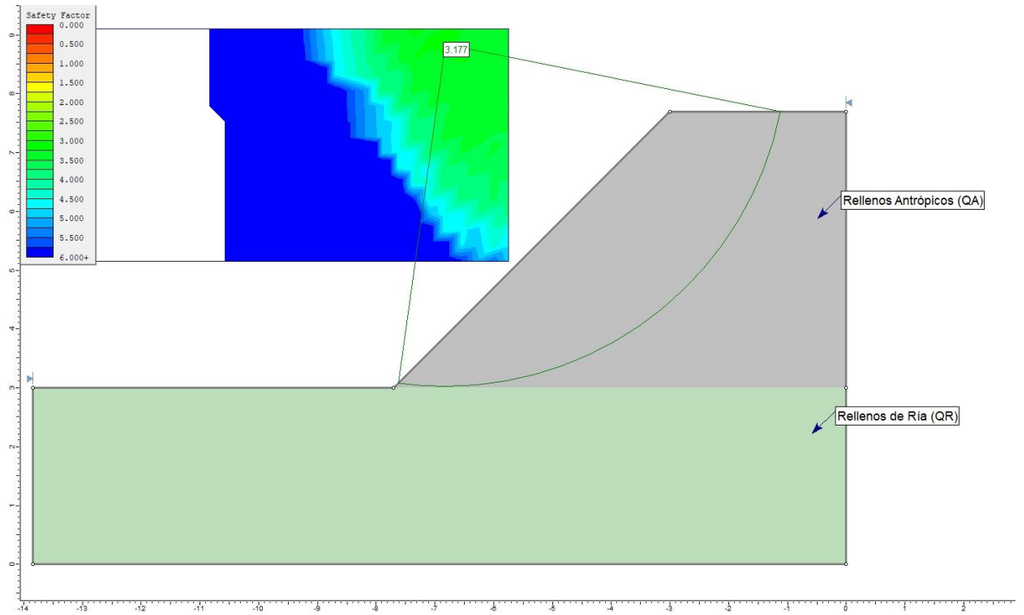


Ilustración 25 Modelización desmonte 3 y 4

5.8.6.- Desmonte 5.

El último desmonte del trazado es el desmonte 5, ubicado entre los P.P.K.K 3+400 y 3+765 a la derecha de la vía en sentido creciente de los P.K. Así, este desmonte aparecerá excavado en su totalidad en rellenos antrópicos (QA) teniendo a base los rellenos de ría (QR). Se ha estudiado para una inclinación 1H:1V y con una altura máxima de 0,60 m. De este modo, dado que el terraplén 1- Este era estable con 9 metros de altura se puede considerar a este desmonte estable.

5.9.- GEOTECNIA DE ESTRUCTURAS

En todo el trazado y tal como se comenta en el epígrafe de obras elementales, se prevé la ejecución de las siguientes estructuras:

- Reposición de la supresión del paso a nivel de la Plaza Castañedo
- Reposición viaria provisional de la Calle Avilés
- Pasarela peatonal de la supresión del paso a nivel de la Plaza Castañedo
- Pasarela peatonal de la supresión del paso a nivel de la Calle Ráfaga
- Reposición de la actual pasarela peatonal de la Calle Roble
- Túnel de Bustiello
- Soterramiento en tramo urbano de Avilés

De este modo se calcularán las cargas de hundimiento y admisibles para cada cimentación de cada estructura. Según la GCOC (Guía de Cimentaciones en Obras de Carreteras) la carga admisible para una cimentación superficial sobre roca puede quedar definida por la siguiente expresión:

$$p_{v\,adm} = p_0 \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \sqrt{\frac{q_u}{p_0}}$$

Donde:

- Pvadm es la presión vertical admisible
- P0 es la presión de referencia con un valor de 1MPa
- Qu es la resistencia a compresión simple de la roca sana
- α_1, α_2 y α_3 son parámetros adimensionales que dependen de la roca según se indica a continuación:

El parámetro α_1 dependen del tipo de roca según el siguiente cuadro:

GRUPO N.º	NOMBRE GENÉRICO	EJEMPLOS	α_1
1	Rocas carbonatadas con estructura bien desarrollada	• Calizas, dolomías y mármoles puros • Calcarenitas de baja porosidad	1,0
2	Rocas ígneas y rocas metamórficas (*)	• Granitos, cuarcitas • Andesitas, riolitas • Pizarras, esquistos y gneises (esquistosidad subhorizontal)	0,8
3	Rocas sedimentarias (**) y algunas metamórficas	• Calizas margosas, argilitas, limolitas, areniscas y conglomerados • Pizarras y esquistos (esquistosidad verticalizada) • Yesos	0,6
4	Rocas poco soldadas	• Areniscas, limolitas y conglomerados poco cementados • Margas	0,4

(*) A excepción de las indicadas en los grupos 1 y 3.
(**) A excepción de las indicadas en los grupos 1 y 4.

Activar Windov

Tabla 17 Valores de α1 según el tipo de roca.

El parámetro α_2 depende del grado de meteorización de la roca, sus posibles valores son los siguientes:

Grado de meteorización I (Roca sana o fresca): $\alpha_2 = 1,0$

Grado de meteorización II (Roca ligeramente meteorizada): $\alpha_2 = 0,7$

Grado de meteorización III (Roca moderadamente meteorizada): $\alpha_2 = 0,5$

Cuando el grado de meteorización sea igual o superior al IV, deberá calcularse como suelos.

Por último, α_3 se refiere al espaciado entre las juntas. De este modo, α_3 se puede estimar con el espaciado obtenido de las estaciones geomecánicas o mediante el RQD(%) obtenido en sondeo. De ambos valores, definidos por la siguientes expresiones, se debe escoger el menor:

$$\alpha_{3a} = \sqrt{\frac{s}{1m}} \qquad \alpha_{3b} = \sqrt{\frac{RQD\ (\%)}{100}}$$

Siendo 1m en la primera expresión un valor que se emplea para hacer adimensional dicha expresión.

Para las cimentaciones directas sobre suelos, la expresión que propone la Guía hundimiento es la fórmula de Brinch-Hansen:

$$Qh = q \cdot Nq \cdot dq \cdot iq \cdot sq \cdot tq \cdot rq + c \cdot Nc \cdot dc \cdot ic \cdot sc \cdot tc \cdot rc + \frac{1}{2} B \cdot \gamma \cdot N_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot s_\gamma \cdot t_\gamma \cdot r_\gamma$$

Donde:

Qh= carga de hundimiento

q= Sobrecarga actuante al nivel del plano de cimentación

c= cohesión

ɣ= peso específico del terreno

B*= anchura equivalente del cimiento

Nq, Nc, Nɣ= factores de capacidad de carga, adimensionales y dependientes del ángulo de rozamiento interno

Dq, iq,sq,tq,rq= factores adimensionales para considerar el efecto de la resistencia al corte del terreno (corrección por profundidad), inclinación de carga, forma de la cimentación, proximidad de la cimentación a un talud y la inclinación del plano de apoyo. Los subíndices q, c y ɣ indican cuál de los tres términos de la fórmula polinómica deben aplicarse.

Dado que la cimentación no está próxima a un talud, su plano de apoyo no está inclinado y será una zapata corrida (estas no se corrigen por forma), sólo aplicarán los factores de corrección por profundidad e inclinación de cargas.

Puesto que en la estación de Selgua no se detectó nivel freático la sobrecarga actuante (q) vendrá dada por la siguiente fórmula:

$$q = \gamma_{ap} \cdot D$$

Siendo D el espesor total de tierras sobre el plano de cimentación.

Factores de capacidad de carga (N)

Los factores de capacidad de carga se han calculado mediante las siguientes expresiones analíticas:

$$Nq = \frac{1 + sen\ \phi}{1 - sen\ \phi} e^{\pi tg\phi} \qquad Nc = \frac{Nq - 1}{tg\ \phi} \qquad N_\gamma = 2(Nq - 1) \cdot tg\phi$$

Consideración de la resistencia al corte del terreno (Factores d)

Los factores d correspondientes a la corrección por profundidad vienen dadas por la siguientes expresiones, donde la arctg debe introducirse en radianes:

$$dq = 1 + 2tg\phi(1 - sen\phi)^2 arctg\left(\frac{D}{B*}\right)$$

$$dc = 1 + 2\frac{Nq}{Nc}(1 - sen\phi)^2 arctg\left(\frac{D}{B*}\right)$$

$$d_\gamma = 1$$

Una vez obtenida la carga de hundimiento, para obtener la carga admisible la misma Guía sugiere emplear los siguientes factores de seguridad:

COMBINACIÓN DE ACCIONES	COEFICIENTE DE SEGURIDAD FRENTE AL HUNDIMIENTO
Casi permanente (*)	$F_1 \geq 3{,}00$
Característica	$F_2 \geq 2{,}60$
Accidental	$F_3 \geq 2{,}20$

(*) Como valor del coeficiente de seguridad para la combinación de acciones casi permanente, en situaciones transitorias y de corto plazo, podrá adoptarse el coeficiente de seguridad F_2 (véase apartado 2.10).

Tabla 18 Coeficientes de seguridad mínimos para cimentaciones superficiales

5.9.1.- Tramo entre pantallas Apeadero La Rocica

Este tramo se localiza entre los PP.KK 0+358 – 1+160, y se materializa entre pantallas. En el fondo de excavación se localizan calizas, y solo en la parta superior se han observado suelos. La altura máxima es de 9 m.

Como el tramo se ejecuta entre pantallas, se hace necesaria la cuantificación de los empujes horizontales sobre las mismas, por lo que a continuación se han obtenido los módulos de balasto horizontal. Estos módulos de balasto se han estimado para pantallas continuas mediante los ábacos de Chedeison.

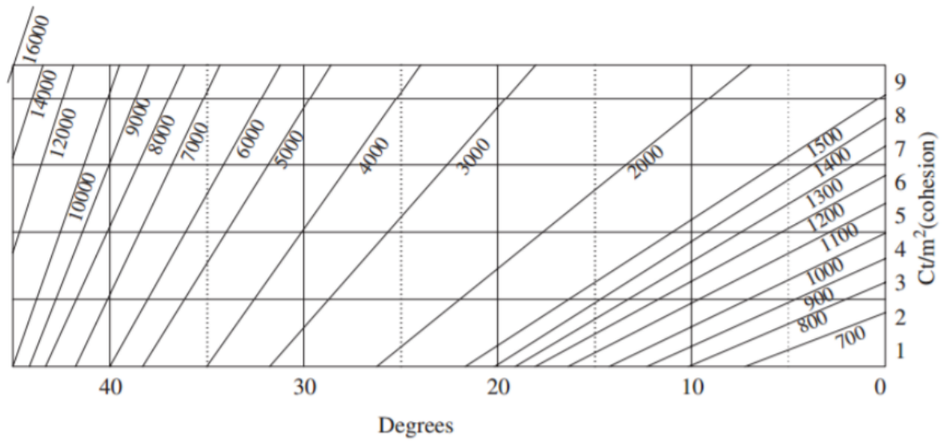


Ilustración 26 Ábaco de Chadeisson(1961). Coeficiente de balasto horizontal (kh) en función del ángulo de fricción interna (eje "X") y la cohesión (eje "Y"). Mitew, 2005. Los valores de este ábaco se expresan en t/m²/m

De este modo, teniendo en cuenta los parámetros resistentes de las diferentes unidades, se han obtenido los módulos de balasto horizontal (Kh) según se muestra a continuación:

Litología		γ (g/cm3)	ϕ (º)	c (T/m2)	Prof. N.F	Kh (kN/m3)
QA	Rellenos antrópicos	1,71	30	1,96	Fondo excavación	30000
QI	Cuaternario indiferenciado	1,78	28	2,94		27500
QR	Rellenos de Ría	1,78	32	1,20		35000
J	Caizas, dolomías y margas	2,01	56	29,1		>65000

Tabla 19 coeficientes de balasto horizontal (Kh) para los diferentes litotipos

5.9.2.- Supresión paso a nivel de la Plaza Castañedo

La supresión del paso a nivel de la Plaza Castañedo (P.K 0+210) se hará mediante la ejecución de un paso superior que irá acompañado de una pasarela peatonal. Ambas estructuras se encontrarán cimentadas en la unidad de cuaternario indiferenciado (Q_I). Teniendo en cuenta una zapata de dimensiones B= 1,5 m y L=2 m, y una profundidad de cimentación de 2 metros se ha obtenido una carga admisible de 6,29 kg/cm^2, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Características del terreno de apoyo.			
c (T/m2)	2,98	Nc=	25,83
ϕ (grados)	28	Nq=	14,74
Dens. Sobre plano de apoyo g1(T/m3)	1,79	Ng=	14,61
Dens bajo plano de apoyo g2 (T/m3)	1,79		
Características de la cimentación			
Zapata aislada	0	sc	1,43
Ancho B* (m)	1,5	sq	1,43
Largo L (m)	2		
Profundidad D (m)	2	sg	0,78
Corrección por profundidad			
Arctan (D/B*) (rad)	0,92	dq	1,275
tan ϕ (grados)	0,53	dc	1,295
sen ϕ (grados)	0,47	dg	1
Qh=c*Nc*ic*dc+g1*D*Nq*iq*dq+0,5*B*g2*ng*ig*dg= (T/m2)			188,70
Qadm=Qh/F= (T/m2)	F=	3	62,90
Qadm=Qh/F (kg/cm2)	F=	3	6,29

Tabla 20 Carga admisible de la supresión del paso a nivel de la Plaza Castañedo

5.9.3.- Supresión del paso a nivel de la Calle Ráfaga

La supresión del paso a nivel de la calle Ráfaga se hará con la ejecución de una pasarela peatonal . Esta pasarela aparecerá cimentada en depósitos de ría (QR). Para una zapata de dimensiones B*= 1,5 m y L= 2 m la carga admisible será de 5,21 kg/cm^2, tal como se muestra a continuación:

Características del terreno de apoyo.			
c (T/m2)	1,2	Nc=	35,54
ϕ (grados)	32	Nq=	23,21
Dens. Sobre plano de apoyo g1(T/m3)	1,78	Ng=	27,75
Dens bajo plano de apoyo g2 (T/m3)	1,78		
Características de la cimentación			
Zapata aislada	0	sc	1,49
Ancho B* (m)	1,5	sq	1,49
Largo L (m)	2		
Profundidad D (m)	2	sg	0,78
Corrección por profundidad			
Arctan (D/B*) (rad)	0,93	dq	1,257
tan ϕ (grados)	0,62	dc	1,268
sen ϕ (grados)	0,53	dg	1
Qh=c*Nc*ic*dc+g1*D*Nq*iq*dq+0,5*B*g2*ng*ig*dg= (T/m2)			156,28
Qadm=Qh/F= (T/m2)	F=	3	52,09
Qadm=Qh/F (kg/cm2)	F=	3	5,21

Tabla 21Carga admisible de la estructura para la supresión del paso a nivel de la Calle Ráfaga

5.9.4.- Reposición provisional de la calle Avilés

En la estructura de la reposición de la calle Avilés se debe tener en cuenta tanto la presencia de un paso superior sobre las actuales vías ferroviarias, como el marco en la propia calle Avilés que dará lugar a un paso inferior. Estas dos estructuras aparecen detalladas en la siguiente ilustración:

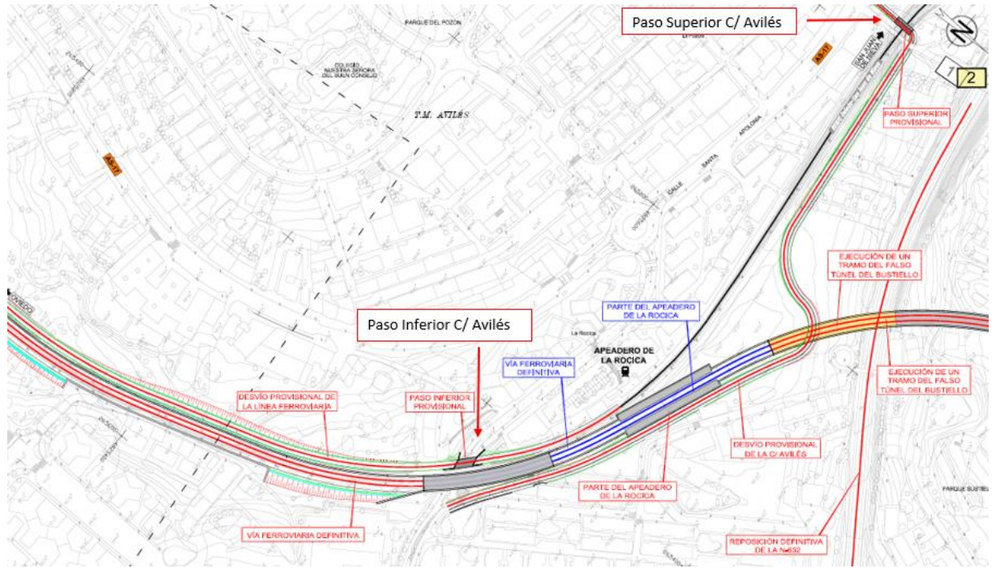


Ilustración 27 Ubicación del paso inferior y la reposición provisional de la Calle Avilés.

El viaducto aparecerá cimentado en la unidd de calizas, dolomías y margas (J), por lo que se ha calculado la presión vertical admisible de la cimentación superficial sobre roca, arrojando una presión vertical admisible de 11,85 kg/cm^2 .

Características de la roca	
Tipo de roca	Roca sedimentaria. Claizas margosas
Grado de meteorización	II (ligeramente meteorizada)
Espaciado (s, en m)	0,6
RQD (%)	70
q_u (MPa)	26

Cimentación		
Parámetro		Valor
p_0		1
α_1		0,6
α_2		0,5
α3	α_{3a}	0,77
	α_{3b}	0,84
q_u		26

$$p_{v\,adm} = p_0 \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \sqrt{\frac{q_u}{p_0}}$$

pv adm (MPa)	1,18
$p_{v\,adm}$ (kg/cm^2)	11,85

Tabla 22 Carga admisible del paso superior de la calle Avilés

Por otro lado, la estructura del paso inferior se encontrará cimentada en la unidad de cuaternario indiferenciado (Q_I) quedando por encima del plano de cimentación los rellenos antrópicos (Q_A). Teniendo en cuenta estos parámetros, se ha obtenido una presión vertical admisible de 5,65 kg/cm^2, tal como se muestra en la tabla adjunta:

Características del terreno de apoyo.			
c (T/m2)	2,94	Nc=	25,83
ϕ (grados)	28	Nq=	14,74
Dens. Sobre plano de apoyo g1(T/m3)	1,71	Ng=	14,61
Dens bajo plano de apoyo g2 (T/m3)	1,78		
Características de la cimentación			
Zapata aislada	0	sc	1,38
Ancho B* (m)	1	sq	1,38
Largo L (m)	1,5		
Profundidad D (m)	1,5	sg	0,80
Corrección por profundidad			
Arctan (D/B*) (rad)	0,98	dq	1,293
tan ϕ (grados)	0,53	dc	1,315
sen ϕ (grados)	0,47	dg	1
Qh=c*Nc*ic*dc+g1*D*Nq*iq*dq+0,5*B*g2*ng*ig*dg= (T/m2)			169,48
Qadm=Qh/F= (T/m2)	F=	3	56,49
Qadm=Qh/F (kg/cm2)	F=	3	5,65

Tabla 23 Carga admisible del paso inferior de la Calle Avilés

5.9.5.- Supresión del paso a nivel de la Calle Roble

Al igual que con la Calle Ráfaga, la supresión del paso a nivel de la calle Roble se realizará mediante una pasarela peatonal. Esta estructura se prevé que aparezca cimentada en la unidad de calizas, dolomías y margas (J), de la que se ha obtenido una carga admisible de 11,85 kg/cm^2.

Características de la roca	
Tipo de roca	Roca sedimentaria. Claizas margosas
Grado de meteorización	III (moderadamente meteorizada)
Espaciado (s, en m)	0,6
RQD (%)	70
q_u (MPa)	26

Cimentación		
Parámetro		Valor
p_0		1
α_1		0,6
α_2		0,5
α3	α_{3a}	0,77
	α_{3b}	0,84
q_u		26

$$p_{v\,adm} = p_0 \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \sqrt{\frac{q_u}{p_0}}$$

pv adm (MPa)	1,18
$p_{v\,adm}$ (kg/cm^2)	11,85

Tabla 24 Carga admisible de la pasarela peatonal de la Calle Roble

5.9.6.- Soterramiento en tramo urbano de Avilés

Por último, la cimentación de este tramo será mediante una losa de cimentación. La estructura se encuentra entre los PPKK 0+220 Y 3+400. Dado que la profundidad máxima a la que se encontrará la losa es de aproximadamente 15 m y con un ancho (B) de 10,21 m se ha obtenido una carga admisible de 30,95 kg/cm^2, tal como se muestra a continuación:

Características del terreno de apoyo.			
c (T/m2)	7,17	Nc=	35,54
ϕ (grados)	32	Nq=	23,21
Dens. Sobre plano de apoyo g1(T/m3)	1,79	Ng=	27,75
Dens bajo plano de apoyo g2 (T/m3)	1,79		
Características de la cimentación			
Zapata corrida	0		
Ancho B* (m)	10,21		
Profundidad D (m)	15		
Corrección por profundidad			
Arctan (D/B*) (rad)	0,97	dq	1,268
tan ϕ (grados)	0,62	dc	1,280
sen ϕ (grados)	0,53	dg	1
Qh=c*Nc*ic*dc+g1*D*Nq*iq*dq+0,5*B*g2*ng*ig*dg= (T/m2)			928,36
Qadm=Qh/F= (T/m2)	F=	3	309,45
Qadm=Qh/F= (kg/cm2)	F=	3	30,95

Tabla 25 Carga admisible de la losa de cimentación del falso túnel bajo la ría

Por último dado que la ejecución de este túnel se hará entre pantallas, se hace necesaria la cuantificación de los empujes horizontales sobre las mismas, por lo que a continuación se han obtenido los módulos de balasto horizontal. Los coeficientes de las sobrecargas a considerar y las deformaciones admisibles se detallan en el anejo de estructuras.

Estos módulos de balasto se han estimado para pantallas continuas mediante los ábacos de Chedeison. R. Chadeisson realizó muchas experimentaciones construyendo muros con un abaco variable entre 60 cm y 80 cm en distintos tipos de suelo, desplazándolos horizontalmente 0,015 m. Con los resultados de estos estudios, realizó un ábaco (figura siguiente) para obtener el coeficiente de balasto horizontal (kh) en función de la cohesión efectiva del suelo (c') y el ángulo de fricción

interna (Ø') usando el modelo Mohr-Coulomb. Para el uso del ábaco hay que tener en cuenta que 1 t/m^2 es igual a 10 kPa.

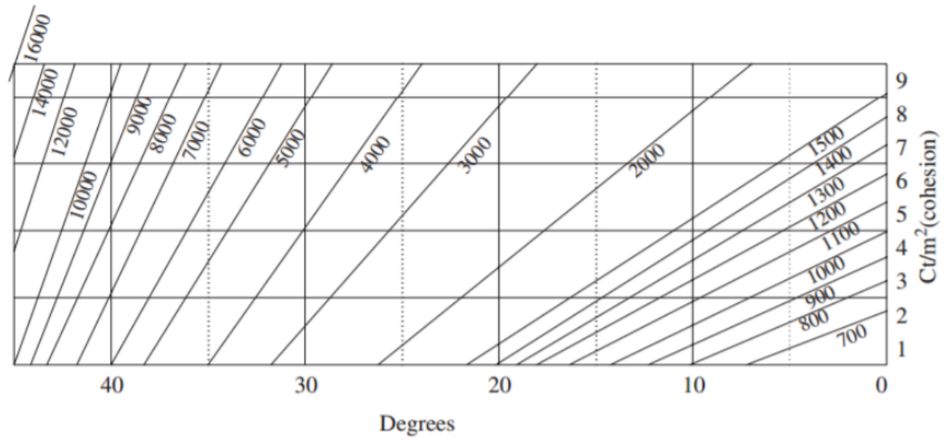


Ilustración 28 Ábaco de Chadeisson(1961). Coeficiente de balasto horizontal (kh) en función del ángulo de fricción interna (eje "X") y la cohesión (eje "Y"). Mitew, 2005. Los valores de este ábaco se expresan en t/m^2/m

De este modo, teniendo en cuenta los parámetros resistentes de las diferentes unidades, se han obtenido los módulos de balasto horizontal (Kh) según se muestra a continuación:

Litología		γ (g/cm3)	ϕ (º)	c (T/m2)	Prof. N.F	Kh (kN/m3)
QA	Rellenos antrópicos	1,71	30	1,96	1-3 m	30000
QI	Cuaternario indiferenciado	1,78	28	2,94		27500
QR	Rellenos de Ría	1,78	32	1,20		35000
J	Caizas, dolomías y margas	2,01	56	29,1		>65000

Tabla 26 coeficientes de balasto horizontal (Kh) para los diferentes litotipos

Se debe tener en cuenta que el soteeramiento en tramo urbano se ve afectado por lo rellenos de ría (unidad Q_R). Lo referente al túnel en mina se encuentra en el anejo de Obras Subterráneas.

Para el paso inferior de la calle Aviles, debido a que se trata de una estructura cerrada en la que no se puede producir una rotura hacia el interior de la misma, la tensión admisible aumentará con la carga que actúe sobre el marco, ya que también aumenta la sobrecarga del terreno en el plano de cimentación. En consecuencia, únicamente será necesario dimensionar la losa de cimentación desde el punto de vista de la deformabilidad del terreno y la interacción terreno – estructura. Para ello, se define, en función de la litología y de las dimensiones de la cimentación, el valor del coeficiente de balasto vertical. A partir del ensayo de placa de carga de 30x30cm se puede obtener el coeficiente de balasto vertical: Kv. Así, dada una losa rectangular y un coeficiente de balasto obtenido de bibliografía:

- b: ancho equivalente del cimiento (m). Es un parámetro que depende de la rigidez de la estructura, y de la rigidez de la cimentación.
- l: lado mayor o longitud de la losa (m); tomada, en este caso como de 20 m.
- ks,30: coeficiente de balasto obtenido en placa de 30x30cm (kN/m^3).
- ks,cuadrada: coeficiente de balasto de la zapata cuadrada (kN/m^3).
- ks,rectangular: coeficiente de balasto de la zapata rectangular (kN/m^3).

Para el cálculo del coeficiente o módulo de balasto de la losa rectangular será necesario primero calcular el de la cuadrada. El módulo de balasto de la zapata rectangular (l y b en m) en función del de la losa cuadrada se define por (Terzaghi 1955):

$$ks,_{rectangular} = (2/3)\, ks,_{cuadrado} [\, 1 + b/(2l) \,]$$

donde ks, cuadrada se determina en función del tipo de suelo y del ensayo de placa de carga de 30x30:

- Suelos cohesivos (arcillas):

$$ks,_{cuadrado\ cohesivo} = ks,_{30}[0,30/b]$$

- Suelos arenosos o granulares:

$$ks,_{cuadrado\ arenoso} = ks,_{30}\,[(b+0,30)/(2b)]2$$

Aplicando la formulación indicada y teniendo en cuenta la dimensión del marco proyectado, se han calculado los valores de los módulos de balasto vertical para

cada una de ellas. Los valores de los módulos de balasto a adoptar se incluyen en el cuadro que aparece a continuación.

A continuación, se detalla el coeficiente de balasto vertical específico para la losa del paso inferior de la calle Avilés.

Rellenos de ría (QR)	
k30 (kN/m3)	60000
Ks cuadrado arenoso (kN/m3)	25350,00
Ks rectangular (kN/m3)	21125,00

Cuaternario Indiferenciado (QI)	
K30 (kN/m3)	45000
Ks cuadrado cohesivo (kN/m3)	13500
ks rectangular (kN/m3)	12000

Litología		Módulo de balasto K30	Módulo de balasto
QR	Rellenos de Ría	60000	21125
QI	Cuaternario indiferenciado	45000	12000

Tabla 27 Coeficientes de balasto horizontal para la losa de la calle Avilés.

5.10.- CONDICIONANTES Y RIESGOS GEOLÓGICOS Y GEOTÉCNICOS

Los condicionantes geotécnicos que presentan el diseño y trazado, son los siguientes:

1. **Proximidad al río (Riesgos Hidrogeológicos):** en el tramo próximo al río presentará diversos riesgos técnicos a los que se deberá aportar una solución de diseño adecuada. En este tramo la solución se diseña entre pantallas (Túnel Soterrado), lo que supone lo siguiente:

a. La rasante del túnel estará bajo el nivel freático, ya que este está fuertemente condicionado por el río. Esto supone que al excavar la zanja entre pantallas se inducirá un fuerte gradiente hidráulico entre el fondo de excavación y el nivel de agua en el río.

b. El fuerte gradiente hidráulico, a su vez, puede provocar los siguientes efectos:

i. Elevada subpresión en solera, y posiblemente presión en hastiales. Obligará a diseñar una estructura impermeable y con fuerte armado.

ii. Necesidad de impermeabilizar bien la pantalla, para evitar arrastre de finos que forme huecos y pueda inducir subsidencias más allá de la traza. Las pantallas deberán ser de muro continuo, con juntas bien selladas.

iii. Posibilidad de desarrollo de efectos barrera, elevándose el nivel freático en el lado opuesto al río al cortarse el flujo de agua subterránea que drenaba desde el oeste hacía la vía fluvial. Se deberá prever algunos “pasos de agua” por debajo o por encima de la estructura soterrada.

Con los datos actuales, puede considerase que este riesgo es el principal de la actuación, y va a condicionar fuertemente el diseño.

2. **Riesgo de subsidencias / asientos**: el túnel en variante (Bustiello) puede pasar bajo viviendas y edificios existentes. El paso de un túnel bajo estos edificios puede generar subsidencias que afecten a los mismos. Para evitar estos riesgos, será necesario definir sostenimientos lo suficientemente rígidos en el túnel, y comprobar mediante cálculos numéricos que no se inducen asientos peligrosos. ***Con los datos actuales, y tras realizar los sondeos, se ha comprobado que el terreno es rocoso, por lo que este riesgo es bajo.*** Así mismo, en las pantallas de la zona de la Rocica, que se ejecutan cerca de edificios, tal como se analiza en el anejo de obras subterráneas, se ha descartado el riesgo de subsidencias.

3. **Vibraciones generadas por el método de ejecución, y posible afección a las edificaciones y estructuras próximas**: dada la proximidad de viviendas y edificaciones, se deberá evitar el uso de voladuras en la ejecución de los túneles. Los datos disponibles de la roca indican que es factible la aplicación de rozadoras para excavar el túnel. Este factor deberá ser analizado. El precio de la excavación con rozadora es mayor que con explosivos, lo que deberá ser tenido en consideración.

5.11.- DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO

En la vía de ancho ibérico, el primer kilómetro de línea (hasta el P.K 1+160) transcurre en alternancia sobre depósitos aluviales y de ría y depósitos cuaternarios. Se prevé que la Estación de Villalegre aparezca en superficie, por lo que estará cimentada sobre depósitos de ría que a su vez aparecen apoyados en dolomías, calizas y margas. Se debe tener en cuenta el espesor de rellenos antrópicos por encima de estos sedimentos, y que además, estos se encuentran apoyados sobre calizas, dolomías y margas. Esto por ejemplo afecta al Apeadero de la Rocica, que estará previsiblemente construido en dolomías, calizas y margas, y que aparece soterrada. Del P.K 1+240 al 1+640 se encuentra el túnel de Bustiello, con una longitud de 400 metros, discurre en dolomías, calizas y margas. Desde el final del túnel de Bustiello al final del trazado (P.K 3+887) todo el trazado discurre en depósitos aluviales y de ría. Se prevé realizar la Estación de Avilés en superficie, apoyada entonces en depósitos aluviales y de ría. El tramo cubierto estará, al igual que la estación, localizado en depósitos de ría, con una longitud de 460 metros entre los P.K 2+620 y 3+080

El trazado de ancho métrico comienza en depósitos de ría, entrando en el P.K 0+030 en calizas, dolomías y margas hasta el P.K 0+165. De ahí en adelante se encuentra en su totalidad en depósitos aluviales y de ría hasta el P.K 3+770 donde hasta el final de trazado discurre en depósitos de playa y dunas.

TRAMIFICACIÓN GEOLÓGICA				
Litología	**P.K Inicio**	**P.K Final**	**Longitud**	**Observaciones**
Depósitos aluviales y de ría	0+000	0+230	230	Incluye estación de Villalegre
Cuaternarios	0+230	0+550	320	
Depósitos aluviales y de ría	0+550	0+720	210	
Cuaternarios	0+720	1+240	400	
Dolomías, calizas y margas	1+240	1+640	440	Túnel de Bustiello
Depósitos aluviales y de ría	1+640	3+887	3373	Tramo cubierto de 2+900 -3+080

Tabla 28 Tramificación geológica de las alternativas.

6.- ESTUDIO DE MATERIALES

6.1.- LITOTIPOS CONSIDERADOS

A partir de los datos geológicos y ensayos disponibles, se realiza la siguiente clasificación y consideración de los materiales localizados en el ámbito de este estudio.Se han considerado los siguientes:

	LITOTIPOS		NATURALEZA	EDAD
1	QA	Rellenos antrópicos	SUELO	Cuaternario
2	QI	Cuaternario indiferenciado	SUELO	Cuaternario
3	QR	Rellenos de ría	SUELO	Cuaternario
4	J	Calizas, dolomías y margas	ROCA	Jurásico
5	T	Conglomerados, areniscas y arcillas rojas	ROCA METEORIZADA	Triásico

Tabla 29: Litotipos considerados

6.2.- APROVECHAMIENTO DE LOS MATERIALES DEL ÁMBITO DE ESTUDIO

6.2.1.- Aprovechamiento de materiales para terraplén

En base a los criterios establecidos en el PG-3 (Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carretera), los materiales se han clasificado según lo especificado en la siguiente tabla:

Litotipo		Tipo de suelo	Empleo
QI	Cuaternario indiferenciado	Tolerable	Cimiento y núcleo
QR	Rellenos de ría	Tolerable	Cimiento y núcleo

Tabla 30 Clasificación de materiales según el PG-3.

Los materiales triásicos (conglomerados, arenas y arcillas) no se han podido clasificar por falta de datos, mientras que los rellenos antrópicos excavados se recomienda su puesta en vertedero debido a su naturaleza heterogénea (se considera terreno contaminado). Los materiales jurásicos (calizas dolomías y margas) al ser rocas no se pueden clasificar como suelos aptos para terraplén, por

lo que en fases posteriores se deberán realizar ensayos para su aprovechamiento como pedraplén.

La unidad de cuaternario indiferenciado y la unidad de depósitos de ría se han clasificado como tolerables según la citada normativa dado que, no cumpliendo los requisitos de suelos seleccionados y suelos adecuados, tienen:

- Contenido en materia orgánica inferior al dos por ciento (MO < 2%), según UNE 103204.
- Contenido en yeso inferior al cinco por ciento (yeso < 5%), según NLT 115.
- Contenido en otras sales solubles distintas del yeso inferior al uno por ciento (SS < 1%), según NLT 114.
- Límite líquido inferior a sesenta y cinco (LL < 65), según UNE 103103.
- Si el límite líquido es superior a cuarenta (LL > 40) el índice de plasticidad será mayor del setenta y tres por ciento del valor que resulta de restar veinte al límite líquido (IP > 0,73 (LL-20)).
- Asiento en ensayo de colapso inferior al uno por ciento (1%), según NLT 254, para muestra remoldeada según el ensayo Próctor normal UNE 103500, y presión de ensayo de dos décimas de megapascal (0,2 MPa).
- Hinchamiento libre según UNE 103601 inferior al tres por ciento (3%), para muestra remoldeada según el ensayo Próctor normal UNE 103500

6.2.2.- Dimensionado de capa de forma

Según la orden FOM/1631/2015, de 14 de julio los materiales se pueden clasificar según el siguiente criterio:

Para la clasificación de los materiales para su empleo en la construcción de la plataforma y para definir la categoría de explanada, hay que tener en cuenta las especificaciones de ADIF sobre obras de tierra y calidad de la plataforma recogidas en la N.A.V. 2-1-0.0, en los siguientes tipos en función de su calidad para su uso en plataformas:

- QS0: Materiales inadecuados, difícilmente mejorables. Se trata de suelos orgánicos, suelos finos (con contenidos superiores al 15% de finos húmedos no compactables cuando no pueden mejorarse mediante ligantes por razones técnicas o económicas), suelos tixotrópicos, materiales solubles, materiales descompuestos (como desechos industriales, etc.) o suelos mixtos minero-orgánicos).
- QS1: Materiales malos mejorables, son aceptables en buenas condiciones hidrogeológicas. Se trata de suelos que contienen más del 40% en finos o, en el caso de rocas, rocas muy evolutivas como son yesos de densidades inferiores a 1,7 t/m3 y de friabilidad fuerte, margas o esquistos alterados. Podrán considerarse como materiales QS2 aquellos materiales que, clasificados como QS1 cumplan las siguientes especificaciones:
    - Suelos con un contenido en finos de entre el 15 y el 40%.
    - Rocas evolutivas: como son yesos de densidades inferiores a 1,7 t/m3 y de friabilidad fuerte o esquistos alterados.
    - Rocas blandas, en las que el valor del ensayo Deval seco sea de 6 como mínimo y el
    - Desgaste de Los Ángeles sea del 33%, como máximo.
- QS2: Materiales aceptables mejorables, son buenos en buenas condiciones hidrogeológicas. Dentro de este grupo se incluyen los suelos que contienen entre un 5 y un 15% de finos, las arenas con contenido inferior al 5% en finos, pero uniformes y las rocas de dureza media con un valor del ensayo Deval seco de 6 a 9 y un Desgaste de Los Ángeles del 30%, como máximo. Si las condiciones hidrogeológicas de la zona son buenas, los materiales con las características citadas podrían clasificarse como QS3.

- QS3: Materiales buenos. Estos materiales corresponden a suelos con contenidos en finos inferiores al 5% y a rocas duras con un valor del ensayo Deval seco superior a 9 y un Desgaste de Los Ángeles del 30%, como máximo.

Así, se han clasificado los materiales del ámbito de estudio del siguiente modo:

Litotipo		Clases de calidad	Utilización
QI	Cuaternario indiferenciado	QS1.1	Utilizable con condiciones
QR	Rellenos de ría	QS1.1	Utilizable con condiciones
T	Conglomerados, arenas y arcillas rojas	QS1.5	Utilizable con condiciones
J	Dolomías, calizas y margas	QS2.3	Siempre utilizable

Tabla 31 Clasificación y utilización como capa de forma de los materiales de la traza según la orden FOM/1631/2015

Esta clasificación se debe a que los cuaternarios indiferenciados y los sedimentos de ría, sin ser suelos inapropiados para compactar ni suelos de alta plasticidad, colapsables o expansivos contienen más del 40% de finos (69,4 % y 49,62% en peso que pasa por el tamiz 0,08 mm respectivamente)

Por otro lado, las dolomías, calizas y margas se han clasificado como QS2.3 ya que son rocas moderadamente duras según los datos de resistencia a compresión simple (26 MPa).

Por ello, para los materiales QI y QR dado que tienen índices CBR mayores de 2 (12 y 20,5) para una plataforma de capacidad portante P3 se deberá disponer de una capa de forma que sea QS3, con un CBR mínimo de 17 y un espesor mínimo de 0,5 m. Mientras, para las dolomías, calizas y margas se podrá emplear un suelo tipo QS3 con un CBR mínimo de 17 y un espesor mínimo de 0,35 m para una plataforma de capacidad portante P3. Se incluyen a continuación las propiedades geotécnicas de dichos materiales:

				SECA	HÚMEDA	APARENTE		LL	LP					
1	QA	Rellenos antrópicos	SUELO	1,2	1,28			25,90	19,05					10 %
2	QI	Cuaternario indiferenciado	SUELO	1,48	1,78			28	20,13					
3	QR	Rellenos de ría	SUELO	1,51	1,78			NP	NP	0,12	32,3	1,13 %	0,03 %	8,3 %
5	T	Conglomerados, areniscas y arcillas rojas	ROCA METEORIZADA	1,60	2,01		4,71 / 0,12	38	23	0,96	28	0,72 %	0 %	20 %

LITOTIPOS			NATURALEZA	DENSIDAD APARENTE (g/cm3)	RESISTENCIA COMPRESION (Mpa)	DEF.		RESISTENCIA TRACCIÓN (Mpa)	ABRASIVIDAD CERCHAR	COEFICIENTE SCHIMACEK (KN/m)	PARAMETRO HOEK
						COEFICIENTE POISSON	MOD. YOUNG (GPa)				
4	J	Calizas, dolomías y margas	ROCA	2,7	26	0,21	18,49	4,49	1	0,011	10

Tabla 32 Propiedades geotécnicas de los litotipos presentes en las diferentes soluciones.

6.3.- MATERIALES PROCEDENTES DE CANTERAS

6.3.1.- Canteras de balasto

Para la campa de balasto y subbalasto se ha acudido a material procedente de canteras con distintivo de calidad de ADIF, y que cumplen la normativa en vigor.

Según la séptima edición del mapa de canteras de balasto en el territorio español con distintivo de calidad de ADIF, actualizado a 6 de octubre del 2020, la cantera de balasto más cercana a la obra es la cantera Rencaños, que cuenta con el distintivo de calidad de ADIF Tipo 2, con suministro y que se encuentra en Busmargalí (Navia) a 78 km de Avilés.

LITOTIPOS	NATURALEZA	DENSIDAD (g/cm3)	RESISTENCIA COMPRESION (Mpa)	LÍMITES	EFECTIVA	EFECTIVA	SULFATOS	CARBONATO

6.3.2.- Canteras y explotaciones aptas para relleno y capa de forma

En el entorno de Avilés se han encontrado siete canteras de las que se puede obtener suministro tanto para relleno como para capa de forma. A continuación se presenta una tabla en la que figuran tanto el nombre de la cantera, como la empresa gestora y la distancia a la que se encuentran del centro de las obras:

Cantera	Empresa Gestora	Distancia a Avilés
Canteras La Atalaya	Grupo Mota	2,5 km
Canteras Arrojo		3,9 km
Recuperaciones de escorias y áridos S.L		1,7 km
Cantera Estrellin	Estrellin	6 km
Cantera ARIEXCA	ARIEXCA	8 km
Cantera Solís	Explotaciones Mineras Solís S.L	15,5 km
Cantera El Fontanón	Areneros Olivares S.L	18 km

Tabla 33 Canteras de áridos con materiales aptos para relleno y capa de forma cercanos a la traza

De estas canteras se recomienda obtener el material necesario de las canteras La Atalaya o Arrojo, gestionadas por el Grupo Mota y con disponibilidad de material apto para relleno y capa de forma.

No obstante, sólo se han recibido ensayos de la Cantera Solís, Las fichas de cada una de las canteras se encuentran en el apéndice nº 2.

6.3.3.- Vertederos

No se ha encontrado que las canteras expuestas con anterioridad dispongan de plan de restauración de tierras, sin embargo, REASA (Recuperación de Escorias y Áridos) dispone de plan para reciclaje de tierras sobrantes de obras, por lo que se recomienda esta cantera para llevar las tierras sobrantes.

De esta empresa tampoco se han recibido comunicaciones respecto a la disponibilidad para aceptar el volumen de tierras sobrantes de las obras, por lo que se recomienda la revisión de la utilización de esta planta como vertedero en fases posteriores.

6.4.- PLANTAS DE SUMINISTRO

Se han encontrado tres plantas de suministro de hormigón situadas en Avilés, situadas a máximo 2 km del centro de las obras y 6 km de la Estación de Villalegre. Estas plantas se detallan en la siguiente tabla:

Planta de suministro	Ubicación	Distancia de la obra
Horavisa	Avilés	2,3 km
Fhisa	Avilés	2,1 km
Hanson Hispania S.A.U	Avilés	0,8 km

Tabla 34 Tabla resumen de plantas de suministro

6.5.- VOLÚMENES DE TIERRAS

En general, los volúmenes totales necesarios para excavación y rellenos son:

- Excavaciones: 645.285,35 m3
- Saneos (material de aportación) 105.120,50 m3
- Rellenos/Terraplenes: 35.343,30 m3
- Capa de forma: 33.458,70 m3
- Subbalasto: 13.176,50 m3
- Balasto: 25.836,00 m3

Una vez aplicados los criterios de aprovechamiento y los coeficientes de paso y esponjamiento, el balance global de tierras resulta el siguiente:

- Volumen de material procedente de canteras o graveras: 77.527,72 m^3
- Volumen de material retirado a vertedero: 599.106,50 m^3

El detalle de estas estimaciones de volúmenes se encuentra en el Anejo 12: Movimientos de Tierra.

APÉNDICE Nº1. TESTIFICACIONES DE SONDEOS

ESTUDIO INFORMATIVO INTEGRACIÓN FERROCARRIL AVILÉS

REGISTRO DE TESTIFICACIÓN SONDEO S-01

SITUACIÓN:	**PROFUNDIDAD:** 50 m	**FECHA DE INICIO:** 10/12/2019
X: 264973316	**EMPRESA** INGE	**FECHA FINAL:** 16/12/2019
Y: 4825972491	**MÁQUINA:** RLT-48	**SUPERVISOR:** RAFAEL JORDÁ
OBJETIVO: Sondeo geotécnico	**SISTEMA PERFORACIÓN:** Convencional	**SONDISTA:** PINTA

Entorno antes del sondeo

Emplazamiento del sondeo

Entorno despues del sondeo

Tapa del sondeo

Plano planta de situación

Foto aérea de situación

TRN TARYET

ESTUDIO INFORMATIVO INTEGRACIÓN FERROCARRIL AVILÉS

GOBIERNO DE ESPAÑA — MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

PROFUNDIDAD: 50 m
X: 264.973.316
Y: 4.825.972.491

S-01

MUESTRAS Y ENSAYOS LABORATORIO:

RC: Resistencia Compresión Uniaxial — COL: Colapsabilidad — PH: Presión Hinchamiento — MO: Materia Orgánica — MI: Muestra sin parafinar
RCB: Resistencia Compresión Uniaxial Barras — CD-CD: Corte Directo CD — HL: Hinchamiento Libre — CARB: Carbonatos — MP: Muestra parafinada
RTB: Resistencia Tracción Brasileño — TRX-CU: Triaxial CU — SULF: Sulfatos — ACA: Análisis Completo — MI: Muestra inalterada
ID: Identificación Suelos — ED: Edométrico — SALES: Sales solubles — Agua — SPT: Standard Penetration Test

PROFUNDIDAD (m)	Φ PERFORACIÓN (mm)	Φ REVESTIMIENTO (mm)	NIVEL PIEZOMÉTRICO	ESPESOR (m)	LITOLOGÍA	MANIOBRAS REALIZADAS	LITOLOGÍA	RECUPERACIÓN (%)	R.Q.D (%)	RMR	METEORIZACIÓN	DISCONTINUIDADES	ESPACIADO (m)	JRC_0	APERTURA (mm)	ESPEROR DE RELLENO (mm)	TIPO RELLENO	TIPO DE MUESTRA	Nº GOLPES CADA 15 cm	TIPO ENSAYOS LABORATORIO	RESULTADOS ENSAYOS LABORATORIO	TIPO ENSAYOS IN SITU	RESULTADOS ENSAYOS IN SI	FOTOGRAFIAS
0,25							0-0,4: Tierra vegetal. Arcilla limosa color marrón con cantos centimétricos ocasionales																	
0,50																								
0,75						0,6																		
1,00																								
1,25						1,2																		
1,50																								
1,75						1,8	0,4- 2,85: Relleno antrópico. Arenas y cantos subredondeados de dolomía.																	
2,00																								
2,25						2,3																		
2,50						2,55																		
2,75																								
3,00				2,85 m		3																		
3,25																								
3,50						3,6	2.85- 4.10: Dolomía tableada fuertemente meteorizada y fracturada con pátinas de óxido color ocre en las juntas.																	
3,75																								
4,00												S0 4º	60-200		8 10	1 5	Óxido							
4,25																								
4,50												J1 82º	20-60		6 8	1 5								
4,75	98 mm	113 mm				4,8												4,9 TP 5,05			Esta muestra no se llevó al laboratorio			
5,00												S0 6º	60-200		6 8	1 5	Óxido							
5,25																								
5,50						5,6	4,10-7: Dolomía muy fracturada, con fracturas subhorizontales con pátinas de óxido en las juntas y ligera karstificación incipiente.					J1 86º	20-60		6 8	1 5								
5,75												S0 7º	60-200		6 8	1 5	Óxido							
6,00						6,15						J1 84º	20-60		6 8	1 5								
6,25																								
6,50												S0 4º	60- 200		6 8	1 5	Óxido							
6,75																								
7,00						7						J1 84º	20-60		6 8	1 5	Óxido	7,1 TP 7,35						
7,25																								
7,50																								
7,75																								
8,00							7- 9,15: Dolomía fracturada con karstificación a muro.					S0 4º	200-600		4 6	1 5								
8,25																								
8,50						8,55																		
8,75												S0 4º	60-200		8 10	1 5	Óxido							
9,00						9,15						J1 85º	60-200		6 8	1 5								

ESTUDIO INFORMATIVO INTEGRACIÓN FERROCARRIL AVILÉS

TRN TARYET

GOBIERNO DE ESPAÑA — MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

PROFUNDIDAD: 50 m
X: 264.973.316
Y: 4.825.972.491

S-01

MUESTRAS Y ENSAYOS LABORATORIO:

RC:	Resistencia Compresión Uniaxial	COL:	Colapsabilidad	PH:	Presión Hinchamiento	MO:	Materia Orgánica	M:	Muestra sin parafinar
RCB:	Resistencia Compresión Uniaxial Barras	CD-CD:	Corte Directo CD	HI:	Hinchamiento libre	CARB:	Carbonatos	MP:	Muestra parafinada
RTB:	Resistencia Tracción Brasileño	TRI-CU:	Triaxial CU	SULF:	Sulfatos	AGA:	Análisis Completo	MI:	Muestra inalterada
ID:	Identificación Suelos	ED:	Edométrico	SALES:	Sales solubles		Agua	SPT:	Standard Penetration Test

PROFUNDIDAD (m)	Φ PERFORACIÓN (mm)	Φ REVESTIMIENTO (mm)	NIVEL PIEZOMÉTRICO	ESPESOR (m)	LITOLOGÍA	MANIOBRAS REALIZADAS	LITOLOGÍA	RECUPERACIÓN (%)	R.Q.D (%)	RMR	METEORIZACIÓN (G.M I, G.M II, G.M III, G.M IV, G.M V, G.M VI)	DISCONTINUIDADES	ESPACIADO (m)	JRC_0	APERTURA (mm)	ESPEROR DE RELLENO (mm)	TIPO RELLENO	TIPO DE MUESTRA	Nº GOLPES CADA 15 cm	TIPO ENSAYOS LABORATORIO	RESULTADOS ENSAYOS LABORATORIO	TIPO ENSAYOS IN SITU	RESULTADOS ENSAYOS IN SITU	FOTOGRAFIAS
9,25																								
9,50																								
9,75																								
10,00																								
10,25	98 mm					10,3																		
10,50							9.15- 11.7: Zona altamente karstificada con relleno arcilloso																	
10,75																								
11,00	11					11,2																		
11,25																								
11,50																								
11,75						11,8																		
12,00						12,2						S0 2º	60-200		10 12	>5	Arcilla							
12,25																		12,25 TP 12.55		RCS roca	9 Mpa			
12,50																								
12,75							11.7- 13.75: Dolomía fracturada y meteorizada con karstificación con relleno arcilloso y pátinas de óxido en las juntas.					S0 4º	60-200		4 6	1 5	Óxido							
13,00																								
13,25												J2 46º	200- 600		8 10	1 5	Arcilla							
13,50				23 m																				
13,75												J1 80º	60-200		8 10	1 5	Óxido							
14,00																								
14,25						14,4																		
14,50							13.75- 15.30: Dolomía altamente fracturada y karstificada																	
14,75												S0 4º	60-200		8 10	1 5	Óxido							
15,00																								
15,25												J1 80º	60-200		8 10	1 5	Óxido							
15,50						15,4																		
15,75												S0 6º	60-200		8 10	0-1								
16,00						16																		
16,25																						16		
16,50							15.3- 18: Dolomía fracturada con menor meteorizacion. Entre 16.9 y 17.4 se observa una zona altamente fracturada.					S0 6º	60-200		8 10	1 5								
16,75																								
17,00												J1 82º	60-200		8 10	1 5						Lugeon	Permeab= 18.5 L/min·m	
17,25																								
17,50												J2 46º	200-600		8 10	0 1								
17,75																								
18,00						18												18 TP		RCS roca	35.8 Mpa	18		

ESTUDIO INFORMATIVO INTEGRACIÓN FERROCARRIL AVILÉS

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

PROFUNDIDAD: 50 m
X: 264.973.316
Y: 4.825.972.491

S-01

MUESTRAS Y ENSAYOS LABORATORIO:

RC: Resistencia Compresión Uniaxial · RCB: Resistencia Compresión Uniaxial Bloques · RTB: Resistencia Tracción Brasileño · ID: Identificación Suelos
COL: Colapsabilidad · CD-CD: Corte Directo CD · TRX-CU: Triaxial CU · ED: Edométrico
PH: Presión Hinchamiento · HL: Hinchamiento libre · SULF: Sulfatos · SALES: Sales solubles
MO: Materia Orgánica · CARB: Carbonatos · ACA: Análisis Completo Agua
MI: Muestra sin parafinar · MP: Muestra parafinada · MA: Muestra inalterada · SPT: Standard Penetration Test

PROFUNDIDAD (m)	Φ PERFORACIÓN (mm)	Φ REVESTIMIENTO (mm)	NIVEL PIEZOMÉTRICO	ESPESOR (m)	LITOLOGÍA	MANIOBRAS REALIZADAS	LITOLOGÍA	RECUPERACIÓN (%)	R.Q.D (%)	RMR	METEORIZACIÓN	DISCONTINUIDADES	ESPACIADO (m)	JRC_0	APERTURA (mm)	ESPEROR DE RELLENO (mm)	TIPO RELLENO	TIPO DE MUESTRA	Nº GOLPES CADA 15 cm	TIPO ENSAYOS LABORATORIO	RESULTADOS ENSAYOS LABORATORIO	TIPO ENSAYOS IN SITU	RESULTADOS ENSAYOS IN SITU
18,25																		18,3					
18,50																							
18,75																							
19,00												S0 6º	200-600		6 8	1 5	Óxido						
19,25																							
19,50												J2 44º	200-600		6 8	0 1							
19,75																							
20,00																							
20,25																							
20,50																							
20,75																							
21,00						21																	
21,25	86 mm																	21,35 TP 21,65					
21,50												S0 2ª	200-600		8 10	1 5							
21,75																							
22,00				23 m			18-25.85: Dolomía algo fracturada con relleno arcilloso color ocre en las juntas					J2 40º	200-600		8 10	0 1							
22,25																							
22,50												J3 65º	200-600		4 6	1 5	Óxido						
22,75																							
23,00																							
23,25																							
23,50																							
23,75																							
24,00						24																	
24,25																							
24,50																							
24,75																							
25,00												S0 2º	200-600		4 6	1 5						24.9 PRESIO 25.5	Ep Carga= 1239.44 Mpa EpRecarga= 11421.08
25,25	76 mm																						
25,50																		25,5 TP 25,8		RCS roca	78.9 Mpa		
25,75																							
26,00																							
26,25																							
26,50				16,15																			
26,75	26,8					26,8																	
27,00																							

FOTOGRAFIAS

ESTUDIO INFORMATIVO INTEGRACIÓN FERROCARRIL AVILÉS

TRN TARYET

GOBIERNO DE ESPAÑA — MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

PROFUNDIDAD: 50 m
X: 264.973.316
Y: 4.825.972.491

S-01

MUESTRAS Y ENSAYOS LABORATORIO:

RC:	Resistencia Compresión Uniaxial	COL:	Colapsabilidad	PH:	Presión Hinchamiento	MO:	Materia Orgánica	M:	Muestra sin parafinar
RCB:	Resistencia Compresión Uniaxial Barras	CD-CD:	Corte Directo CD	HL:	Hinchamiento libre	CARB:	Carbonatos	MP:	Muestra parafinada
RTB:	Resistencia Tracción Brasileño	TRX-CU:	Triaxial CU	SULF:	Sulfatos	ACA:	Análisis Completo	MI:	Muestra inalterada
ID:	Identificación Suelos	ED:	Edométrico	SALES:	Sales solubles		Agua	SPT:	Standard Penetration Test

PROFUNDIDAD (m)	Φ PERFORACIÓN (mm)	Φ REVESTIMIENTO (mm)	NIVEL PIEZOMÉTRICO	ESPESOR (m)	LITOLOGÍA	MANIOBRAS REALIZADAS	LITOLOGÍA	RECUPERACIÓN (%)	R.Q.D (%)	RMR	METEORIZACIÓN (G.M I, G.M II, G.M III, G.M IV, G.M V, G.M VI)	DISCONTINUIDADES	ESPACIADO (m)	JRC_0	APERTURA (mm)	ESPEROR DE RELLENO (mm)	TIPO RELLENO	TIPO DE MUESTRA	Nº GOLPES CADA 15 cm	TIPO ENSAYOS LABORATORIO	RESULTADOS ENSAYOS LABORATORIO	TIPO ENSAYOS IN SITU	RESULTADOS ENSAYOS IN SI	FOTOGRAFIAS
27,25																								
27,50												S0 6º	60-200		8 10	1 5								
27,75												J1 84º	60- 200		8 10	1 5								
28,00						28																		
28,25																								
28,50																								
28,75																								
29,00																								
29,25																								
29,50																								
29,75																								
30,00																								
30,25																								
30,50						30,6																		
30,75																								
31,00																								
31,25																								
31,50	86 mm			16,15		31,6	25.85- 42:Alternancia de niveles margosos de color marrón pardo y arcillas de color gris. Presencia ocasional de veteado carbonático.																	
31,75																								
32,00																								
32,25																								
32,50												S0 6º	60-200		8 10	1 5								
32,75																		32,8 TP		RCS	926 Kpa			
33,00																		33,15		suelo				
33,25						33,4																		
33,50																								
33,75																								
34,00																								
34,25																								
34,50			34,45																					
34,75						34,9																		
35,00																								
35,25																								
35,50																								
35,75																								
36,00																								

ESTUDIO INFORMATIVO INTEGRACIÓN FERROCARRIL AVILÉS

PROFUNDIDAD: 50 m
X: 264.973.316
Y: 4.825.972.491

S-01

MUESTRAS Y ENSAYOS LABORATORIO:

RC: Resistencia Compresión Uniaxial — COL: Colapsabilidad — PH: Presión Hinchamiento — MOr: Materia Orgánica — MI: Muestra sin parafinar
RCB: Resistencia Compresión Uniaxial Barras — CD-CD: Corte Directo CD — HL: Hinchamiento libre — CARB: Carbonatos — MP: Muestra parafinada
RTB: Resistencia Tracción Brasileño — TRI-CU: Triaxial CU — SULF: Sulfatos — ACA: Análisis Completo Agua — MA: Muestra inalterada
ID: Identificación Suelos — IEDO: Edométrico — SULFs: Sales solubles — SPT: Standard Penetration Test.

PROFUNDIDAD (m)	Φ PERFORACIÓN (mm)	Φ REVESTIMIENTO (mm)	NIVEL PIEZOMÉTRICO	ESPESOR (m)	LITOLOGÍA	MANIOBRAS REALIZADAS	LITOLOGÍA	RECUPERACIÓN (%)	R.Q.D (%)	RMR	METEORIZACIÓN	DISCONTINUIDADES	ESPACIADO (m)	JRC_0	APERTURA (mm)	ESPEROR DE RELLENO (mm)	TIPO RELLENO	TIPO DE MUESTRA	Nº GOLPES CADA 15 cm	TIPO ENSAYOS LABORATORIO	RESULTADOS ENSAYOS LABORATORIO	TIPO ENSAYOS IN SITU	RESULTADOS ENSAYOS IN SITU	FOTOGRAFIAS
36,25																								
36,50																								
36,75																								
37,00																								
37,25																								
37,50																								
37,75						37,9																		
38,00																								
38,25																								
38,50																								
38,75																			38,7 TP		Corte	º = 27.7 º			
39,00																			39,05		Directo	Cohesión= 30 kPa			
39,25				16,15 m		39,4	25.85- 42: Alternancia de niveles margosos de color marrón pardo y arcillas de color gris. Presencia ocasional de veteado carbonático.																	
39,50																								
39,75																								
40,00																							40	
40,25																								
40,50												S0 6º	60-200		8 10	1 5								
40,75		86 mm																					LUG	Permeab= 8 L/min·m
41,00																								
41,25																								
41,50																								
41,75																								
42,00																							42	
42,25						42,4													42,25 TP 42,75		RCS roca	1 Mpa		
42,50						42,5						S0 3º	20-60		8 10	1 5								
42,75																								
43,00												S0 3º	20-60		10 12	1 5								
43,25						43,3																		
43,50							42 -50: Lutitas color pardo negruzco con niveles yesíferos. Entre 42 y 43,65 presentan fuerte meteorización y descomposición. Hacia muro se intercalan niveles decimétricos con mayor o menos grado de alteración.																
43,75				8 m		43,9						S0 3º	20-60		10 12	1 5								
44,00																								
44,25																								
44,50												S0 2º	20-60		8 10	1 5								
44,75																								
45,00																								

ESTUDIO INFORMATIVO INTEGRACIÓN FERROCARRIL AVILÉS

TRN TARYET

GOBIERNO DE ESPAÑA — MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

PROFUNDIDAD: 50 m
X: 264.973.316
Y: 4.825.972.491

S-01

MUESTRAS Y ENSAYOS LABORATORIO:

RC: Resistencia Compresión Uniaxial — COL: Colapsabilidad — PH: Presión Hinchamiento — MO: Materia Orgánica — M: Muestra sin parafinar
RCB: Resistencia Compresión Uniaxial Barras — CD-CD: Corte Directo CD — HL: Hinchamiento libre — CARB: Carbonatos — MP: Muestra parafinada
RTB: Resistencia Tracción Brasileño — TRX-CLA: Triaxial CU — SULF: Sulfatos — ACA: Análisis Completo — MI: Muestra inalterada
ID: Identificación Suelos — ED: Edométrico — SALES: Sales solubles — Agua — SPT: Standard Penetration Test

PROFUNDIDAD (m)	Φ PERFORACIÓN (mm)	Φ REVESTIMIENTO (mm)	NIVEL PIEZOMÉTRICO	ESPESOR (m)	LITOLOGÍA	MANIOBRAS REALIZADAS	LITOLOGÍA	RECUPERACIÓN (%)	R.Q.D (%)	RMR	METEORIZACIÓN (G.M I, G.M II, G.M III, G.M IV, G.M V, G.M VI)	DISCONTINUIDADES	ESPACIADO (m)	JRC_0	APERTURA (mm)	ESPEROR DE RELLENO (mm)	TIPO RELLENO	TIPO DE MUESTRA	Nº GOLPES CADA 15 cm	TIPO ENSAYOS LABORATORIO	RESULTADOS ENSAYOS LABORATORIO	TIPO ENSAYOS IN SITU	RESULTADOS ENSAYOS IN SITU	FOTOGRAFIAS
45,25																								
45,50	86 mm											S0 2º	20-60		8 10	1 5								
45,75																								
46,00						46																		
46,25																								
46,50												S0 3º	20-60		8 10	1 5								
46,75																								
47,00						47,1																		
47,25																								
47,50				8 m			42 -50: Lutitas color pardo negruzco con niveles yesíferos. Entre 42 y 43,65 presentan fuerte meteorización y descomposición. Hacia muro se intercalan niveles decimétricos con mayor o menos grado de alteración.					S0 5º	60-200		8 10	1 5								
47,75						47,9						J2 46º	60-200		8 10	0 1								
48,00																						48	EpCarga= 1244.53 Mpa	
48,25																						PRESIO	EpRecarga= 3919.46 Mpa	
48,50	76 mm											S0 7º	60 200		10 12	1 5						48.6		
48,75																								
49,00												J2 44º	60 200		8 10	0 1								
49,25																								
49,50																								
49,75																								
50,00						50																		
50,25							FIN DE SONDEO																	
50,50																								
50,75																								
51,00																								
51,25																								
51,50																								
51,75																								
52,00																								
52,25																								
52,50																								
52,75																								
53,00																								
53,25																								
53,50																								
53,75																								
54,00																								

TRN TARYET

ESTUDIO INFORMATIVO INTEGRACIÓN FERROCARRIL AVILÉS

GOBIERNO DE ESPAÑA — MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

PROFUNDIDAD: 50 m
X:
Y:

SONDEO S-1

Foto Nº 1:
Foto Nº 2:
Foto Nº3:
Foto Nº4:
Foto Nº 5:
Foto Nº 6:

De: 0 **Hasta:** 2,4

De: 2,4 **Hasta:** 4,8

De: 4,8 **Hasta:** 7

De: 7 **Hasta:** 9,15

De: 9,15 **Hasta:** 11,75

De: 11,75 **Hasta:** 14,35

ESTUDIO INFORMATIVO INTEGRACIÓN FERROCARRIL AVILÉS

PROFUNDIDAD: 50 m
X:
Y:

SONDEO S-1

Foto Nº 1:
Foto Nº 2:
Foto Nº3:
Foto Nº4:
Foto Nº 5:
Foto Nº 6:

De: 14,55 **Hasta:** 17,5

De: 17,5 **Hasta:** 20,6

De: 20,6 **Hasta:** 23,15

De: 23,15 **Hasta:** 25,8

De: 25,8 **Hasta:** 29,6

De: 29,6 **Hasta:** 33,35

ESTUDIO INFORMATIVO INTEGRACIÓN FERROCARRIL AVILÉS

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

PROFUNDIDAD: 50 m
X:
Y:

SONDEO S-1

Foto Nº 1:
Foto Nº 2:
Foto Nº3:
Foto Nº4:
Foto Nº 5:
Foto Nº 6:

De: 33,35 **Hasta:** 36,35

De: 36,35 **Hasta:** 39,6

De: 39,6 **Hasta:** 43,55

De: 43,55 **Hasta:** 47,05

De: 47,05 **Hasta:** 50

De: **Hasta:**

ESTUDIO INFORMATIVO INTEGRACIÓN FERROCARRIL AVILÉS

REGISTRO DE TESTIFICACIÓN SONDEO S-02

SITUACIÓN:

X: 264437440
Y: 4826401082

OBJETIVO: Sondeo geotecnico

PROFUNDIDAD: 30 m

EMPRESA INGE

MÁQUINA: RLT-48

SISTEMA PERFORACIÓN: CONVENCIONAL

FECHA DE INICIO: 17/12/2019

FECHA FINAL: 18/12/2019

SUPERVISOR: RAFAEL JORDÁ

SONDISTA: PINTA

Entorno antes del sondeo

Emplazamiento del sondeo

Entorno despues del sondeo

Tapa del sondeo

Plano planta de situación

Foto aérea de situación

ESTUDIO INFORMATIVO INTEGRACIÓN FERROCARRIL AVILÉS

PROFUNDIDAD: 30 m
X: 264.437.440
Y: 4.826.401.082

S-02

MUESTRAS Y ENSAYOS LABORATORIO:

RC: Resistencia Compresión Uniaxial | CDC: Colapsabilidad | PH: Presión Hinchamiento | MO: Materia Orgánica | M: Muestra sin parafinar
RCB: Resistencia Compresión Uniaxial Barras | CD-CD: Corte Directo CD | HL: Hinchamiento libre | CARB: Carbonatos | MP: Muestra parafinada
RTB: Resistencia Tracción Brasileña | TRX-CU: Triaxial CU | SULF: Sulfatos | AGUA: Análisis Completo | MI: Muestra inalterada
ED: Identificación Suelos | EDO: Edométrico | SULFS: Sulfatos solubles | Ag.: | SPT: Standard Penetration Test

PROFUNDIDAD (m)	Φ PERFORACIÓN (mm)	Φ REVESTIMIENTO (mm)	NIVEL PIEZOMÉTRICO	ESPESOR (m)	LITOLOGÍA	MANIOBRAS REALIZADAS	LITOLOGÍA	RECUPERACIÓN (%)	R.Q.D (%)	RMR	METEORIZACIÓN	DISCONTINUIDADES	ESPACIADO (m)	JRC0	APERTURA (mm)	ESPEROR DE RELLENO (mm)	TIPO RELLENO	TIPO DE MUESTRA	Nº GOLPES CADA 15 cm	TIPO ENSAYOS LABORATORIO	RESULTADOS ENSAYOS LABORATORIO	TIPO ENSAYOS IN SITU	RESULTADOS ENSAYOS IN SITU	FOTOGRAFIAS
0,25							0-0,5: Rellenos antrópicos. Fragmentos de hasta 4 cm de naturaleza variada en matriz limo arcillosa de color marrón. 0,5-1.10: Arena de grano fino con bloques ocasionales de naturaleza variada																		
0,50						0,5																			
0,75			0,7	1,1 m																					
1,00						1,1																			
1,25																									
1,50																									
1,75																									
2,00																									
2,25																									
2,50																									
2,75																									
3,00						3																			
3,25																									
3,50						3,6	1.10- 5.3: Arena limosa de color gris con gravas ocasionales, principalmente de cuarzo. Las arenas varían a muro de color pardo oscuro a pardo claro. Pertenecen a depósitos fluviales. Entre los 3.75 m y 4.9 m hay un nivel de gravas de cuarzo de matriz areno-limosa.																	
3,75																									
4,00																									
4,25						4,2																			
4,50																									
4,75																									
5,00																									
5,25																									
5,50																									
5,75																									
6,00						6																			
6,25																									
6,50						6,6	5,3- 8,25: Limo arenoso de color pardo ocre con niveles ocasionales de gravas- Pertenecen a depósitos fluviales. De 7,4 a 8,25 hay un nivel de gravas de hasta 10 cm, principalmente de cuarzo.																	
6,75																									
7,00						7																			
7,25																									
7,50						7,4																			
7,75																									
8,00																									
8,25																									
8,50																									
8,75						8,85																			
9,00																									

																		3 MI 3,6	4-5-4-4	Humedad Dens. Húm. Dens. Seca.	22.5% 2.039 g/cm³ 1.664 g/cm³				
																			6-12-8-4	Humedad Dens. Húm. Dens. Seca.	21.8% 2.022 g/cm³ 1.660 g/cm³	3,6 SPT 4.2			
																		6 MI 6,6	12-24-41-26	Corte Directo	º = 1.1º Cohesión= 12 Kpa	6 LEFRANC 6.6	K= 1,0300E-03 cm/s		
																		8,82 MI	15-45-R	Triaxial CU	Cohesión': 0.2 kp/cm2 Fricción` : 32.03º				

ESTUDIO INFORMATIVO INTEGRACIÓN FERROCARRIL AVILÉS

GOBIERNO DE ESPAÑA — MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

PROFUNDIDAD: 30 m
X: 264.437.440
Y: 4.826.401.082

S-02

MUESTRAS Y ENSAYOS LABORATORIO:

RC: Resistencia Compresión Uniaxial — COL: Colapsabilidad — PH: Presión Hinchamiento — MO: Materia Orgánica — MI: Muestra inalterada
RCB: Resistencia Compresión Uniaxial Barras — CD-CD: Corte Directo CD — HL: Hinchamiento libre — CARB: Carbonatos — MP: Muestra parafinada
RTB: Resistencia Tracción Brasileño — TRI-CU: Triaxial CU — SULF: Sulfatos — ACA: Análisis Completo — MA: Muestra alterada
ID: Identificación Suelos — EDO: Edométrico — SALES: Sales solubles — Ag.a — SPT: Standard Penetration Test

PROFUNDIDAD (m)	Φ PERFORACIÓN (mm)	Φ REVESTIMIENTO (mm)	NIVEL PIEZOMÉTRICO	ESPESOR (m)	LITOLOGÍA	MANIOBRAS REALIZADAS	LITOLOGÍA	RECUPERACIÓN (%)	R.Q.D (%)	RMR	METEORIZACIÓN	DISCONTINUIDADES	ESPACIADO (m)	JRC_0	APERTURA (mm)	ESPEROR DE RELLENO (mm)	TIPO RELLENO	TIPO DE MUESTRA	Nº GOLPES CADA 15 cm	TIPO ENSAYOS LABORATORIO	RESULTADOS ENSAYOS LABORATORIO	TIPO ENSAYOS IN SITU	RESULTADOS ENSAYOS IN SITU	FOTOGRAFIAS
9,25	98 mm	98 mm		16,75 m		9,25	8,25- 25: Margas de color pardo-marrón, con cierta estructura interna y fragmentos ocasionales de roca (caliza) muy fracturada y de pocos centímetros de tamaño. Entre los 16 y 16,5 m adquieren un color más ocre. A muro el color varía a tonos marrones.											9,25					
9,50																			3-5-15-28	Humedad	22,70%	9,25		
9,75						9,85														Dens. Húm.	1,962 g/cm³	SPT		
10,00																				Dens. Seca.	1.559 g/cm³	9,85		
10,25						10,2																		
10,50						10,5																		
10,75						11,2																		
11,00																								
11,25						11,5																		
11,50																								
11,75						12																		
12,00																		12 MI 12,25	30 5	RCS suelos	229 kPa	12 LEFRANC 12.3	K=6.3610E-04 cm/s	
12,25	86 mm					12,3																		
12,50																								
12,75																								
13,00																								
13,25						13,3																		
13,50																								
13,75																								
14,00																								
14,25						14,3																		
14,50																								
14,75																								
15,00						15												15 MI 15,25	16-R	RCS suelos	251 kPa			
15,25						15,3																		
15,50						15,6																		
15,75																				Humedad	15.5%	15,25		
16,00						16													28-R	Dens. Húm.	1,385 g/cm³	SPT		
16,25																				Dens. Seca.	1.119 g/cm³	15,55		
16,50						16,7																		
16,75																								
17,00																								
17,25						17,3																		
17,50																								
17,75																								
18,00						18												18		Triaxial CU				

ESTUDIO INFORMATIVO INTEGRACIÓN FERROCARRIL AVILÉS

TRN TARYET

GOBIERNO DE ESPAÑA — MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

PROFUNDIDAD: 30 m
X: 264.437.440
Y: 4.826.401.082

S-02

MUESTRAS Y ENSAYOS LABORATORIO:

RC:	Resistencia Compresión Uniaxial	COL:	Colapsabilidad	PH:	Presión Hinchamiento	MO:	Materia Orgánica	MI:	Muestra sin parafinar
RCB:	Resistencia Compresión Uniaxial Barras	CD-CD:	Corte Directo CD	HL:	Hinchamiento libre	CARB:	Carbonatos	MP:	Muestra parafinada
RTB:	Resistencia Tracción Brasileño	TRX-CU:	Triaxial CU	SULF:	Sulfatos	ACA:	Análisis Completo	MI:	Muestra inalterada
ID:	Identificación Suelos	ED:	Edométrico	SALES:	Sales solubles		Agua	SPT:	Standard Penetration Test

PROFUNDIDAD (m)	Φ PERFORACIÓN (mm)	Φ REVESTIMIENTO (mm)	NIVEL PIEZOMÉTRICO	ESPESOR (m)	LITOLOGÍA	MANIOBRAS REALIZADAS	LITOLOGÍA	RECUPERACIÓN (%)	R.Q.D (%)	RMR	METEORIZACIÓN (G.M I, G.M II, G.M III, G.M IV, G.M V, G.M VI)	DISCONTINUIDADES	ESPACIADO (m)	JRC_0	APERTURA (mm)	ESPEROR DE RELLENO (mm)	TIPO RELLENO	TIPO DE MUESTRA	Nº GOLPES CADA 15 cm	TIPO ENSAYOS LABORATORIO	RESULTADOS ENSAYOS LABORATORIO	TIPO ENSAYOS IN SITU	RESULTADOS ENSAYOS IN SI	FOTOGRAFIAS
18,25																		TP			Cohesión': 0.21 kp/cm2 Fricción` : 35.73º			
18,50						18,5												18.3		Triaxial CU				
18,75						18,8																		
19,00																								
19,25																								
19,50																								
19,75																						19.65		
20,00																								
20,25																								
20,50						20,4												20,4						
20,75																		TP		RCS suelos	71 kPa			
21,00																		20,75						
21,25						21,2	8,25- 25: Margas de color pardo-marrón, con cierta estructura interna y fragmentos ocasionales de roca (caliza) muy fracturada y de pocos centímetros de tamaño. Entre los 16 y 16,5 m adquieren un color más ocre. A muro el color varía a tonos marrones.																	
21,50																								
21,75																								
22,00	86 mm			16,75 m		22,1																LUG	Permeab= 1.9 L/min·m	
22,25																								
22,50																								
22,75						22,8																		
23,00																								
23,25						23,3												23,25		Corte Directo	Roz. Interno = 23.5º Cohesión= 50 kPa			
23,50																		TP						
23,75						23,8												23,55						
24,00																								
24,25																								
24,50						24,7																24.65		
24,75																								
25,00						25																		
25,25																								
25,50																								
25,75																								
26,00				5 m		26,2	25- 30: Alternancia de calizas y margas de color marrón																	
26,25																								
26,50	76 mm																							
26,75																		26,7		RCS suelos	103 kPa			
27,00																		TP						

TRN TARYET

ESTUDIO INFORMATIVO INTEGRACIÓN FERROCARRIL AVILÉS

GOBIERNO DE ESPAÑA — MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

PROFUNDIDAD: 30 m
X: 264.437.440
Y: 4.826.401.082

S-02

MUESTRAS Y ENSAYOS LABORATORIO:

RC: Resistencia Compresión Uniaxial — COL: Colapsabilidad — PH: Presión Hinchamiento — MO: Materia Orgánica — MA: Muestra alterada
RCB: Resistencia Compresión Uniaxial Borras — CD-CD: Corte Directo CD — HL: Hinchamiento libre — CARB: Carbonatos — MI: Muestra inalterada
RTB: Resistencia Tracción Brasileño — TRI-CU: Triaxial CU — SULF: Sulfatos — ACO: Análisis Completo — SPT: Standard Penetration Test
ID: Identificación Suelos — EDO: Edométrico — SALES: Sales solubles — Agua

PROFUNDIDAD (m)	Φ PERFORACIÓN (mm)	Φ REVESTIMIENTO (mm)	NIVEL PIEZOMÉTRICO	ESPESOR (m)	LITOLOGÍA	MANIOBRAS REALIZADAS	LITOLOGÍA	RECUPERACIÓN (%)	R.Q.D (%)	RMR	METEORIZACIÓN	DISCONTINUIDADES	ESPACIADO (m)	JRC_0	APERTURA (mm)	ESPEROR DE RELLENO (mm)	TIPO RELLENO	TIPO DE MUESTRA	Nº GOLPES CADA 15 cm	TIPO ENSAYOS LABORATORIO	RESULTADOS ENSAYOS LABORATORIO	TIPO ENSAYOS IN SITU	RESULTADOS ENSAYOS IN SITU	FOTOGRAFIAS
27,25	76 mm			5		27,4	25- 30: Alternancia de calizas y margas de color marrón	25% 50% 75% 100%	25% 50% 75% 100%	25% 50% 75% 100%	G.M I G.M II G.M III G.M IV G.M V G.M VI							27				28.1 PRESIO 28.7	EpCarga= 6217.7 EpRecarga= 1219.85	
27,50																								
27,75																								
28,00						28,1																		
28,25																								
28,50						28,4																		
28,75	86 mm					28,8																		
29,00						29,1																		
29,25																								
29,50																								
29,75																								
30,00						30																		
30,25							FIN DE SONDEO																	
30,50																								
30,75																								
31,00																								
31,25																								
31,50																								
31,75																								
32,00																								
32,25																								
32,50																								
32,75																								
33,00																								
33,25																								
33,50																								
33,75																								
34,00																								
34,25																								
34,50																								
34,75																								
35,00																								
35,25																								
35,50																								
35,75																								
36,00																								

ESTUDIO INFORMATIVO INTEGRACIÓN FERROCARRIL AVILÉS

GOBIERNO DE ESPAÑA — MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

PROFUNDIDAD: 30 m
X:
Y:

SONDEO S-2

Foto Nº 1:
Foto Nº 2:
Foto Nº3:
Foto Nº4:
Foto Nº 5:
Foto Nº 6:

De: 0 **Hasta:** 2,4

De: 2,4 **Hasta:** 5,3

De: 5,3 **Hasta:** 7,2

De: 7,2 **Hasta:** 10,3

De: 10,3 **Hasta:** 12,6

De: 12,6 **Hasta:** 15,55

ESTUDIO INFORMATIVO INTEGRACIÓN FERROCARRIL AVILÉS

GOBIERNO DE ESPAÑA — MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

PROFUNDIDAD: 30 m
X:
Y:

SONDEO S-2

Foto Nº 1:
Foto Nº 2:
Foto Nº3:
Foto Nº4:
Foto Nº 5:
Foto Nº 6:

De: 15,55 **Hasta:** 18,3

De: 18,3 **Hasta:** 21,35

De: 21,35 **Hasta:** 24,3

De: 24,3 **Hasta:** 27,3

De: 27,3 **Hasta:** 30

De: **Hasta:**

ESTUDIO INFORMATIVO INTEGRACIÓN FERROCARRIL AVILÉS

REGISTRO DE TESTIFICACIÓN SONDEO S-03

SITUACIÓN:

X: 264437440
Y: 4826401082

OBJETIVO: Sondeo geotécnico

PROFUNDIDAD: 30 m

EMPRESA INGE

MÁQUINA: RLT-48

SISTEMA PERFORACIÓN: CONVENCIONAL

FECHA DE INICIO: 02/12/2019

FECHA FINAL: 04/12/2019

SUPERVISOR: RAFAEL JORDÁ

SONDISTA: PINTA

Entorno antes del sondeo

Emplazamiento del sondeo

Entorno despues del sondeo

Tapa del sondeo

Plano planta de situación

Foto aérea de situación

TRN TARYET

ESTUDIO INFORMATIVO INTEGRACIÓN FERROCARRIL AVILÉS

GOBIERNO DE ESPAÑA — MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

PROFUNDIDAD: 30 m
X: 264.018.175
Y: 4.827.238.665

S-03

MUESTRAS Y ENSAYOS LABORATORIO:

RC: Resistencia Compresión Uniaxial — CDL: Colapsabilidad — PH: Presión Hinchamiento — MO: Materia Orgánica — M: Muestra de parafinar
RCB: Resistencia Compresión Uniaxial Barcas — CD-CD: Corte Directo CD — HL: Hinchamiento libre — CARB: Carbonatos — MP: Muestra parafinada
RTB: Resistencia Tracción Brasileño — TRI-CU: Triaxial CU — SUL: Sulfatos — ACA: Acidez Completa — MA: Muestra inalterada
ID: Identificación Suelos — ED: Edométrico — SALES: Sales solubles — Agua — SPT: Standard Penetration Test

PROFUNDIDAD (m)	Φ PERFORACIÓN (mm)	Φ REVESTIMIENTO (mm)	NIVEL PIEZOMÉTRICO	ESPESOR (m)	LITOLOGÍA	MANIOBRAS REALIZADAS	LITOLOGÍA	RECUPERACIÓN (%)	R.Q.D (%)	RMR	METEORIZACIÓN	DISCONTINUIDADES	ESPACIADO (m)	JRC_0	APERTURA (mm)	ESPEROR DE RELLENO (mm)	TIPO RELLENO	TIPO DE MUESTRA	Nº GOLPES CADA 15 cm	TIPO ENSAYOS LABORATORIO	RESULTADOS ENSAYOS LABORATORIO	TIPO ENSAYOS IN SITU	RESULTADOS ENSAYOS IN SI	FOTOGRAFIAS
0,25				0,85		0,5	0-0,72: Arcilla limosa color marrón con cantos centimétricos ocasionales																	
0,50							0.72- 0.85: Arenas y cantos subangulosos																	
0,75						1,1																		
1,00																								
1,25																								
1,50																								
1,75																								
2,00				2,65		2	0,85-3,50: Arenas finas poco cohesivas color ocre con cantos variados centimétricos (caliza, cuarzo, ladrillo). Presencia de olor fétido. Sedimentos de rías																	
2,25																								
2,50																								
2,75																								
3,00			3,05			3																		
3,25																								
3,50						3,6												3 MI 3,6	4-4-4-4	Triaxial CU	Cohesión': 0.538kp/cm2 Fricción` : 36.1º			
3,75																				Humedad	18.8%	3,6		
4,00						4,2													2-2-3-2	Dens. Húm.	1,776 g/cm³	SPT		
4,25																				Dens. Seca.	1.495 g/cm³	4,2		
4,50	98 mm	113 mm		2,3			3,5-5,8: Arenas, limos y arcillas con bloques de composición variada ocasionales. Color gris pardo e intenso olor fétido. Sedimentos fluviales.																	
4,75																								
5,00																								
5,25																								
5,50																								
5,75						6																		
6,00							5,8 - 6,5: Arcillas color pardo grisáceo con cantos de cuarzo											6 MI 6,6	21-20-24-25			6 LEFRANC 6.6	K= 1,4055E-04 cm/s	
6,25						6,6																		
6,50																								
6,75																								
7,00																								
7,25				4,65			6,5-8,1: Arcillas color ocre con presencia de cantos de cuarzo de varios centímetros.																	
7,50																								
7,75																								
8,00																								
8,25																								
8,50																								
8,75																								
9,00							8,10 -10,45: Nivel de gravas de hasta 11 centímetros																	

ESTUDIO INFORMATIVO INTEGRACIÓN FERROCARRIL AVILÉS

TRN TARYET

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

PROFUNDIDAD: 30 m
X: 264.018.175
Y: 4.827.238.665

S-03

MUESTRAS Y ENSAYOS LABORATORIO:

AC: Resistencia Compresión Uniaxial
RCD: Resistencia Compresión Uniaxial Barras
BTS: Resistencia Tracción Brasileño
ID: Identificación Suelos
COL: Colapsabilidad
CD-CD: Corte Directo CD
TRIAXIAL: Triaxial (1)
ED: Edométrico
PH: Presión Hinchamiento
HL: Hinchamiento libre
YESO: Yeso
SALES: Sales solubles
MO: Materia Orgánica
CARB: Carbonatos
ACID: Acidez Completo
Agua
MI: Muestra inalterada
MP: Muestra parafinada
MB: Muestra inalterada
SPT: Standard Penetration Test

PROFUNDIDAD (m)	Φ PERFORACIÓN (mm)	Φ REVESTIMIENTO (mm)	NIVEL PIEZOMÉTRICO	ESPESOR (m)	LITOLOGÍA	MANIOBRAS REALIZADAS	LITOLOGÍA	RECUPERACIÓN (%)	R.Q.D (%)	RMR	METEORIZACIÓN	DISCONTINUIDADES	ESPACIADO (m)	JRC0	APERTURA (mm)	ESPEROR DE RELLENO (mm)	TIPO RELLENO	TIPO DE MUESTRA	Nº GOLPES CADA 15 cm	TIPO ENSAYOS LABORATORIO	RESULTADOS ENSAYOS LABORATORIO	TIPO ENSAYOS IN SITU	RESULTADOS ENSAYOS IN SITU	FOTOGRAFIAS
9,25						9,3																		
9,50																								
9,75																								
10,00						10												10 MI 10,6	5-5-6 8	Edómetro				
10,25							8,10:10,45: Nivel de gravas de hasta 11 cm																	
10,50				4,65		10,6																		
10,75																			5-5-6 8	Humedad Dens. Húm. Dens. Seca.	41.7% 1,709 g/cm³ 1.206 g/cm³	10,6 SPT 11,2		
11,00																								
11,25						11,2																		
11,50	98 mm	113 mm																						
11,75																								
12,00																								
12,25																								
12,50				3,65			10,45-14,10: Arcilla color marrón con cantos ocasionales de cuarzo																	
12,75																								
13,00																								
13,25						13,3												13,25 MI 13,65	20-34-R			13.3 LEFRANC 13.7	K= 7,0776E-03 cm/s	
13,50						13,7																		
13,75						13,9																		
14,00																								
14,25																								
14,50																								
14,75																								
15,00						15																		
15,25																								
15,50																								
15,75	86 mm	98 mm		6,8			14,10 - 20,9: Margas color pardo grisáceo muy compactas. A muro presentan cierta estructura relicta. Eluvial.																	
16,00						16																		
16,25																								
16,50																								
16,75																		16,8 TP 17,05		RCS roca	6.16 Mpa			
17,00																								
17,25																								
17,50						17,5																		
17,75																								
18,00																								

TRN ARYET

ESTUDIO INFORMATIVO INTEGRACIÓN FERROCARRIL AVILÉS

GOBIERNO DE ESPAÑA — MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

PROFUNDIDAD: 30 m
X: 264.018.175
Y: 4.827.238.665

S-03

MUESTRAS Y ENSAYOS LABORATORIO:

RC: Resistencia Compresión Uniaxial — COL: Colapsabilidad — PH: Presión hinchamiento — MO: Materia Orgánica — M: Muestra de parafinar
RCB: Resistencia Compresión Uniaxial Barras — CD-CD: Corte Directo CD — HL: Hinchamiento libre — CARB: Carbonatos — MP: Muestra parafinada
RTB: Resistencia Tracción Brasileña — TRI-CU: Triaxial CU — SULF: Sulfatos — ACA: Análisis Completo Agua — MA: Muestra alterada
ID: Identificación Suelos — ED: Edométrico — SALES: Sales solubles — SPT: Ensayo Penetración est.

PROFUNDIDAD (m)	Φ PERFORACIÓN (mm)	Φ REVESTIMIENTO (mm)	NIVEL PIEZOMÉTRICO	ESPESOR (m)	LITOLOGÍA	MANIOBRAS REALIZADAS	LITOLOGÍA	RECUPERACIÓN (%)	R.Q.D (%)	RMR	METEORIZACIÓN	DISCONTINUIDADES	ESPACIADO (m)	JRC_0	APERTURA (mm)	ESPEROR DE RELLENO (mm)	TIPO RELLENO	TIPO DE MUESTRA	Nº GOLPES CADA 15 cm	TIPO ENSAYOS LABORATORIO	RESULTADOS ENSAYOS LABORATORIO	TIPO ENSAYOS IN SITU	RESULTADOS ENSAYOS IN SITU	FOTOGRAFIAS
18,25																								
18,50																								
18,75																								
19,00																						19		
19,25																		19,3						
19,50																		TP		RCS roca	1.59 Mpa			
19,75				6,8		19,9	14,10 - 20,9: Margas color pardo grisáceo muy compactas. A muro presentan cierta estructura relicta. Eluvial.											19,6				LEFRANC	K = 14,1 L/min·m	
20,00																								
20,25																								
20,50																								
20,75																						22.75		
21,00																								
21,25						21,3						S0 6º	60-200		4 6	>5	Arcilla							
21,50																								
21,75				1,95			20,9 - 22,85: Caliza muy fracturada y meteorizada con vetas de calcita y relleno arcilloso					J1 70º	60-200		4 6	1 5								
22,00																								
22,25												J2 86º	60-200		6 8	1 5								
22,50																		22,45						
22,75		86 mm				22,8												TP		RSC suelos	2370 kPa			
23,00				0,3			22,85- 23,05 Margas color pardo grisáceo											22,7						
23,25																								
23,50																								
23,75																								
24,00																								
24,25																								
24,50						24,6																		
24,75																								
25,00																								
25,25																								
25,50																								
25,75																						25.5 PRESIO 26.1	EpCarga= 862.44 Mpa EpRecarga= 966.76 Mpa	
26,00																								
26,25						26,2																		
26,50				6,95		26,5	23,05-30: Alternancia de arcillas color marrón y margas color pardo																	
26,75																								
27,00																								

TRN TARYET

ESTUDIO INFORMATIVO INTEGRACIÓN FERROCARRIL AVILÉS

GOBIERNO DE ESPAÑA — MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

PROFUNDIDAD: 30 m
X: 264.018.175
Y: 4.827.238.665

S-03

MUESTRAS Y ENSAYOS LABORATORIO:

RC: Resistencia Compresión Uniaxial — COL: Colapsabilidad — PH: Proctor Hormigonero — MO: Materia Orgánica — MI: Muestra sin parafinar
RCB: Resistencia Compresión Uniaxial Barras — CD-CD: Corte Directo CD — HL: Hormigonero Libre — CARB: Carbonatos — MP: Muestra parafinada
RTB: Resistencia Tracción Brasileño — TRI-CU: Triaxial CU — SULF: Sulfatos — ACA: Análisis Completo — MA: Muestra Inalterada
ID: Identificación Suelos — EDO: Edométrico — SALES: Sales solubles — Agua — SPT: Standard Penetration Test

PROFUNDIDAD (m)	Φ PERFORACIÓN (mm)	Φ REVESTIMIENTO (mm)	NIVEL PIEZOMÉTRICO	ESPESOR (m)	LITOLOGÍA	MANIOBRAS REALIZADAS	LITOLOGÍA	RECUPERACIÓN (%)	R.Q.D (%)	RMR	METEORIZACIÓN	DISCONTINUIDADES	ESPACIADO (m)	JRC_0	APERTURA (mm)	ESPEROR DE RELLENO (mm)	TIPO RELLENO	TIPO DE MUESTRA	Nº GOLPES CADA 15 cm	TIPO ENSAYOS LABORATORIO	RESULTADOS ENSAYOS LABORATORIO	TIPO ENSAYOS IN SITU	RESULTADOS ENSAYOS IN SITU	FOTOGRAFIAS
27,25	86			6,95		28,6	23,05-30: Alternancia de arcillas color marrón y margas color pardo	25% 50% 75% 100%	25% 50% 75% 100%	25% 50% 75% 100%	G.M I G.M II G.M III G.M IV G.M V G.M VI													
27,50																								
27,75																								
28,00																								
28,25																								
28,50																								
28,75																								
29,00																								
29,25																								
29,50																								
29,75																								
30,00						30																		
30,25																								
30,50																								
30,75																								
31,00																								
31,25																								
31,50																								
31,75																								
32,00																								
32,25																								
32,50																								
32,75																								
33,00																								
33,25																								
33,50																								
33,75																								
34,00																								
34,25																								
34,50																								
34,75																								
35,00																								
35,25																								
35,50																								
35,75																								
36,00																								

ESTUDIO INFORMATIVO INTEGRACIÓN FERROCARRIL AVILÉS

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

PROFUNDIDAD: 30 m
X:
Y:

SONDEO S-3

Foto Nº 1:

Foto Nº 2:

Foto Nºs3:

Foto Nº4:

Foto Nº 5:

Foto Nº 6:

De: 0 **Hasta:** 2,4

De: 2,4 **Hasta:** 5,8

De: 5,8 **Hasta:** 8,3

De: 8,3 **Hasta:** 10,6

De: 10,6 **Hasta:** 13,45

De: 13,45 **Hasta:** 16,35

ESTUDIO INFORMATIVO INTEGRACIÓN FERROCARRIL AVILÉS

PROFUNDIDAD: 30 m
X:
Y:

SONDEO S-3

Foto Nº 1:
Foto Nº 2:
Foto Nº3:
Foto Nº4:
Foto Nº 5:
Foto Nº 6:

De: 16,35 **Hasta:** 19,75

De: 19,75 **Hasta:** 22,45

De: 22,45 **Hasta:** 25,2

De: 25,2 **Hasta:** 29

De: **Hasta:**

De: 11,75 **Hasta:**

APÉNDICE Nº2. CALICATAS

REGISTRO DE CALICATAS

Nº	Cotas (m)	Espesor (m)	Grupo/ Litología	C/D	H	DESCRIPCIÓN
1	0 – 0,15	0,15	SM		H	Suelo vegetal. Arena algo limosa color pardo negruzco
2	0,15 – 1,20	1,05	GP		H	Relleno antrópico. Bloques de naturaleza variada (ladrillos, caliza…) en matriz areno-limosa de color marrón.
3	1,20 – 1,6	0,4	MH		H	Limo arenoso de color ocre con fragmentos ocasionales de caliza de hasta 6 cm.
4	1,6 – 3,05	1,45	CL		E	Arcilla limosa color ocre- Se aprecian pátinas de óxido.

- **Grupo:** GW, GP, GM, GC, SW, SP, SM, SC, ML, CL, OL, MH, CH, OH y PT.
- **C/D:** **C**onsistencia suelos cohesivos/**D**ensidad suelos no cohesivos
- **C:** Muy blando (MB), Blando (B), Mod. Firme (MF), Rígida (R), Muy rígida (MR) y Duro (D).
- **D:** Muy flojo (MF), Flojo (F), Medianamente denso (MD), Denso (D) y Muy compacto (MC).
- **H** (humedad)**:** Seco (S), Húmedo (H) y Empapado (E).

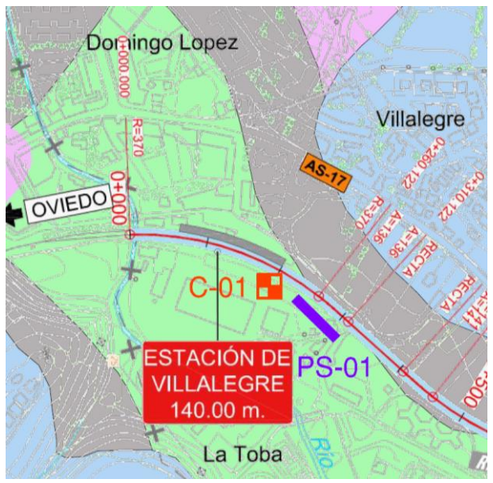
Nivel Freático: No

Muestras: 1 saco (M1) a cota 1,6 m.

ENSAYOS

Humedad natural = 17.4 %
Desidad seca= 1.691 g/cm^3
Densidad húmeda= 1,985 g/cm^3
Límites de Atterberg: LL= 22.3 LP= 16.9 IP= 5,4
Análisis granulométrico por tamizado de suelos: Ver acta de obra 1
Ensayo próctor modificado: Densidad máxima= 1.9 Humedad óptima = 13.8%

CROQUIS DE SITUACIÓN



OBSERVACIONES:

COORDENADAS UTM:		CATA: 1
X:	P.K.: 0 + 200	Supervisor: Rafael Jordá
Y:	Eje:	FECHA: 13/12/19
Z:	Distancia al Eje:	

Foto Nº 1

Foto Nº 2

Foto Nº 3

REGISTRO DE CALICATAS

Nº	Cotas (m)	Espesor (m)	Grupo/ Litología	C/D	H	DESCRIPCIÓN
1	0 – 1,2	1.2	CL		H	Arcilla limosa color marrón con cantos ocasionales y niveles intercalados más arenosos
2	1,2 - 3	1.8	MH		H	Limo algo arcilloso color ocre con presencia de pátinas de óxido

- **Grupo:** GW, GP, GM, GC, SW, SP, SM, SC, ML, CL, OL, MH, CH, OH y PT.
- **C/D:** **C**onsistencia suelos cohesivos/**D**ensidad suelos no cohesivos
- **C:** Muy blando (MB), Blando (B), Mod. Firme (MF), Rígida (R), Muy rígida (MR) y Duro (D).
- **D:** Muy flojo (MF), Flojo (F), Medianamente denso (MD), Denso (D) y Muy compacto (MC).
- **H** (humedad)**:** Seco (S), Húmedo (H) y Empapado (E).

Nivel Freático: No

Muestras: 2 sacos: M1 a cota 1,10 y M2 a cota 2,2

ENSAYOS

M1

Humedad natural= 21.9%

Densidad húmeda= 1.881 g/cm^3

Densidad seca= 1,555 g/cm^3

Límites de Atterberg: LL= 30.1 LP= 22.1 IP= 8

Anaálisis granulométrico por tamizado: Ver acta de obra 2

Esnayo Próctor modificado: Densidad máxima= 1.74
Humedad óptima= 20.2%

M2

Humedad natural= 21.5%

Densidad húmeda= 1.468 g/cm^3

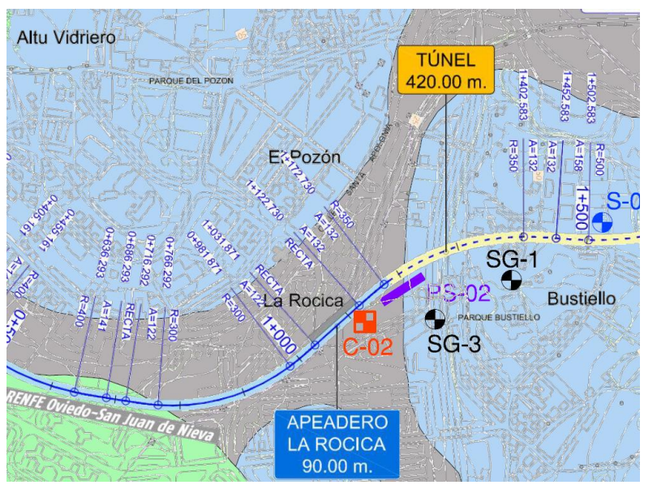
Densidad seca= 1,208 g/cm^3

Límites de Atterberg: LL= 31.6 LP= 21.4 IP= 10.2

Análisis granulométirco por tamizado: Ver acta de obra 3

Índice de C.B.R sin próctor: Índice CBR: 12
Hinchamiento: 0.71%

CROQUIS DE SITUACIÓN



OBSERVACIONES:

Para M2 se precisa hacer el ensayo próctor previamente al ensayo CBR.

COORDENADAS UTM:		CATA: 2
X:	P.K.: 1 + 200	**Supervisor:** Rafael Jordá
Y:	Eje:	**FECHA:** 13/12/19
Z:	Distancia al Eje:	

Foto Nº 1

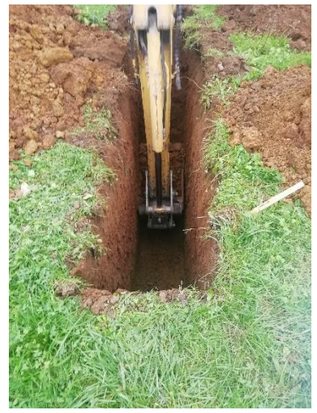


Foto Nº 2

Foto Nº 3

REGISTRO DE CALICATAS

Nº	Cotas (m)	Espesor (m)	Grupo/ Litología	C/D	H	DESCRIPCIÓN
1	0 – 1,10	1,10			H	Relleno antrópico. Asfalto y fragmentos de echadizo de obra y plásticos con algo de matriz arenosa
2	1,10 - 3	1,9				Losa de hormigón continua

- **Grupo:** GW, GP, GM, GC, SW, SP, SM, SC, ML, CL, OL, MH, CH, OH y PT.
- **C/D:** **C**onsistencia suelos cohesivos/**D**ensidad suelos no cohesivos
- **C:** Muy blando (MB), Blando (B), Mod. Firme (MF), Rígida (R), Muy rígida (MR) y Duro (D).
- **D:** Muy flojo (MF), Flojo (F), Medianamente denso (MD), Denso (D) y Muy compacto (MC).
- **H** (humedad)**:** Seco (S), Húmedo (H) y Empapado (E).

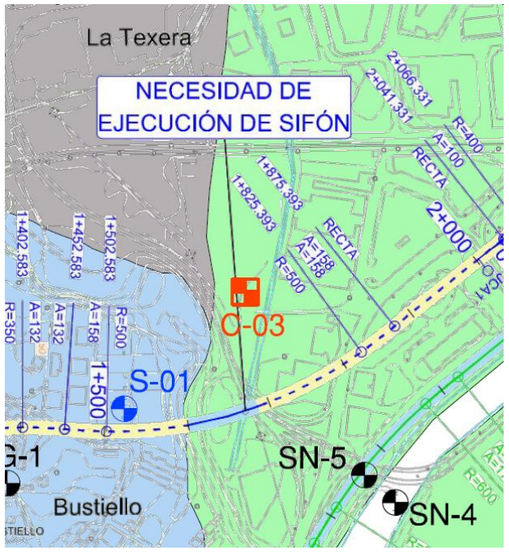
Nivel Freático: No

Muestras: No hay muestras

ENSAYOS

No hay ensayos.

CROQUIS DE SITUACIÓN



OBSERVACIONES:

COORDENADAS UTM: X: Y: Z:	**P.K.: 1 + 700** Eje: **Distancia al Eje:**	**CATA: 3**
		Supervisor: Rafael Jordá
		FECHA: 13/12/19

Foto Nº 1

Foto Nº 2

Foto Nº 3

REGISTRO DE CALICATAS

Nº	Cotas (m)	Espesor (m)	Grupo/ Litología	C/D	H	DESCRIPCIÓN
1	0 – 0.8	0,8			H	Relleno antrópico. Bloques de hormigón de hasta 40 cm, asfalto y ladrillo con algo de matriz arenosa.
2	0,8 - 3	2,2	SW		E	Arenas y cantos en matriz algo limosa. Presencia ocasional de bloques de caliza subredondeados y conchas (depósito de ría=

- **Grupo:** GW, GP, GM, GC, SW, SP, SM, SC, ML, CL, OL, MH, CH, OH y PT.
- **C/D:** **C**onsistencia suelos cohesivos/**D**ensidad suelos no cohesivos
- **C:** Muy blando (MB), Blando (B), Mod. Firme (MF), Rígida (R), Muy rígida (MR) y Duro (D).
- **D:** Muy flojo (MF), Flojo (F), Medianamente denso (MD), Denso (D) y Muy compacto (MC).
- **H** (humedad)**:** Seco (S), Húmedo (H) y Empapado (E).

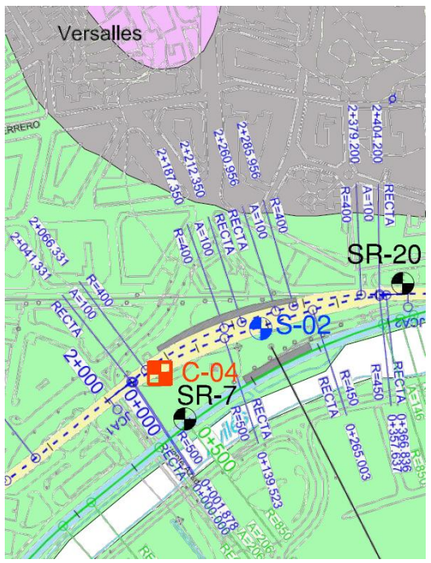
Nivel Freático: A 1,8 m

Muestras: Una muestra de saco (M1) a 1,8 m.

ENSAYOS

Humedad natural= 20%
Densidad húmeda= 1.820 g/cm^3
Densidad seca= 1,517 g/cm^3
Límites de Atterberg: LL= - LP= - IP= No plástico
Análisis granulométirco por tamizado: Ver acta de obra 7
C.B.R: Indice CBR: 25
Hinchamiento: 0

CROQUIS DE SITUACIÓN



OBSERVACIONES:

COORDENADAS UTM:
X:
Y:
Z: 2

P.K.: 2 + 100
Eje:
Distancia al Eje:

CATA: 4
Supervisor: Rafael Jordá
FECHA: 13/12/19

Foto Nº 1

Foto Nº 2

Foto Nº 3

REGISTRO DE CALICATAS

Nº	Cotas (m)	Espesor (m)	Grupo/ Litología	C/D	H	DESCRIPCIÓN
1	0 – 0,3	0.3	PT		H	Suelo vegetal. Arena limosa color marron negruzco con cantos ocasionales y restos vegetales
2	0,3 – 1,1	0.8			H	Relleno antrópico. Arenas pardo negruzcas y fragmentos variados de echadizo de obra (ladrillo y bloques principalmente) y plásticos ocasionales
3	1,10 – 3,1	2	SW	D	E	Arena de tamaño medio, poco cohesiva (se desmoronan las paredes) color marrón claro.

- **Grupo:** GW, GP, GM, GC, SW, SP, SM, SC, ML, CL, OL, MH, CH, OH y PT.
- **C/D:** **C**onsistencia suelos cohesivos/**D**ensidad suelos no cohesivos
- **C:** Muy blando (MB), Blando (B), Mod. Firme (MF), Rígida (R), Muy rígida (MR) y Duro (D).
- **D:** Muy flojo (MF), Flojo (F), Medianamente denso (MD), Denso (D) y Muy compacto (MC).
- **H** (humedad)**:** Seco (S), Húmedo (H) y Empapado (E).

Nivel Freático: a 1,20

Muestras: 2 sacos a la misma cota: M1-1 y M1-2 a 2,60 m

ENSAYOS

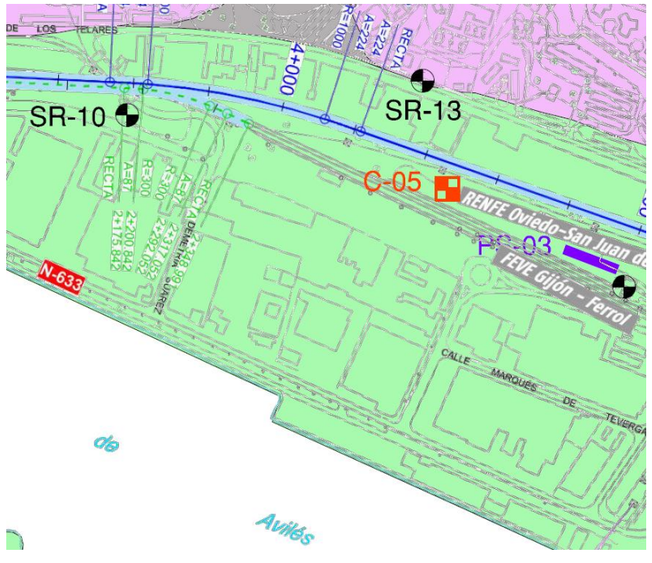
M1-1

Humedad natural= 14.9%
Densidad húmeda= 1.620 g/cm^3
Densidad seca= 1,410 g/cm^3
Límites de Atterberg: LL= - LP= - IP= No plástico
Análisis granulométirco por tamizado: Ver acta de obra 8
Esnayo Próctor modificado: Densidad máxima= 1.65
Humedad óptima= 14.9%

M1-2

C.B.R: Índice CBR: 16
Hinchamiento: 0

CROQUIS DE SITUACIÓN



OBSERVACIONES:

COORDENADAS UTM:
X:
Y:
Z:

P.K.: 4 + 250
Eje:
Distancia al Eje:

CATA: 5

Supervisor: Rafael Jordá

FECHA: 13/12/19

Foto Nº 1

Foto Nº 2

Foto Nº 3

REGISTRO DE CALICATAS

Nº	Cotas (m)	Espesor (m)	Grupo/ Litología	C/D	H	DESCRIPCIÓN
1	0-0,35	0.35	PT		H	Suelo vegetal. Arena algo limosa color pardo con cantos ocasionales
2	0,35 – 0,45	0.1			H	Relleno antrópico. Arena color marrón claro con fragmentos de ladrillo
3	0,45 – 3,05	2.6	SP	C	E	Arena gruesa algo cohesiva con bloques de color negro dispersos de hasta 15 cm.

- **Grupo:** GW, GP, GM, GC, SW, SP, SM, SC, ML, CL, OL, MH, CH, OH y PT.
- **C/D:** **C**onsistencia suelos cohesivos/**D**ensidad suelos no cohesivos
- **C:** Muy blando (MB), Blando (B), Mod. Firme (MF), Rígida (R), Muy rígida (MR) y Duro (D).
- **D:** Muy flojo (MF), Flojo (F), Medianamente denso (MD), Denso (D) y Muy compacto (MC).
- **H** (humedad)**:** Seco (S), Húmedo (H) y Empapado (E).

Nivel Freático: 0,9 m

Muestras: 2 sacos a la misma cota, M1-1 y M1-2 a 1,60 m

ENSAYOS

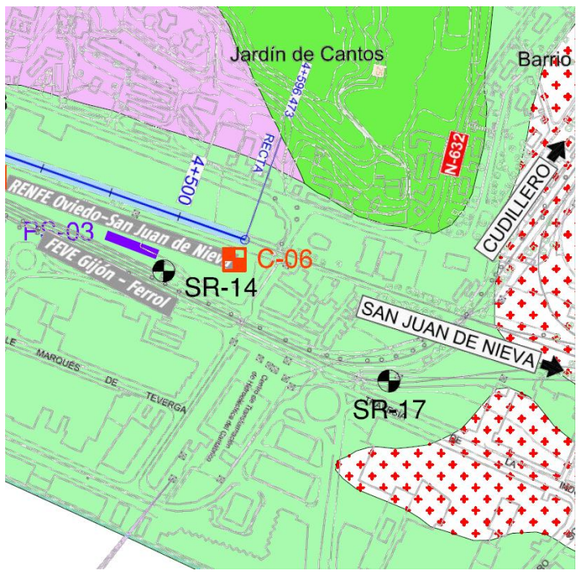
M1-1

Humedad natural= 7.1%
Densidad húmeda= 2.278 g/cm^3
Densidad seca= 1.193 g/cm^3
Límites de Atterberg: LL= - LP= -- IP= No plástico
Análisis granulométrico: Ver acta de obra 4
Ensayo Próctor modificado: Densidad máxima= 1.74
Humedad óptima: 9,7 %

M1-2

Índice CBR sin incluir ensayo Próctor: Índice CBR: 56
Hinchamiento: 0

CROQUIS DE SITUACIÓN



OBSERVACIONES:

Los suelos obtenidos de esta calicata podrían corresponder a residuos de alguna fábrica cercana.

COORDENADAS UTM:
X:
Y:
Z:

P.K.: 4 + 599
Eje:
Distancia al Eje: 3

CATA: 6

Supervisor: Rafael Jordá
FECHA:

Foto Nº 1

Foto Nº 2

Foto Nº 3

APÉNDICE Nº3. ENSAYOS DE LABORATORIO

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/1238	1	54700	S .2020/65	30/01/2020

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 2992 / 9549/ 117236

2992: TRN TARYET S.A , C/. Vizconde de Matamala, 1,
28028- MADRID , Madrid
ESA81598385

Campaña de reconocimientos geotécnicos
Estudio informativo integración del ferrocarril en Avilés
Avilés

DESTINATARIO

R-08-8

TRN TARYET S.A
C/. Vizconde de Matamala, 1
28028-MADRID

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: Limos y arcillas

PROCEDENCIA: C-01 (A 1,60 metros)

FECHA DE MUESTREO: 16/01/2020

ENSAYOS REALIZADOS

Determinación del contenido de humedad natural, según UNE-EN ISO 17892-1:2015
Determinación de la densidad de un suelo. Método de la balanza hidrostática, según norma UNE 103-301-1994.
Determinación del límite líquido (mediante aparato de Casagrande) y del límite plástico. Según UNE-EN ISO 17892-12:2019.
Análisis granulométrico por tamizado en suelos. Según UNE-EN ISO 17892-4:2019
Ensayo Próctor Modificado s/UNE 103,501/94.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.
Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L .

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/1238	1	54700	S .2020/65	30/01/2020

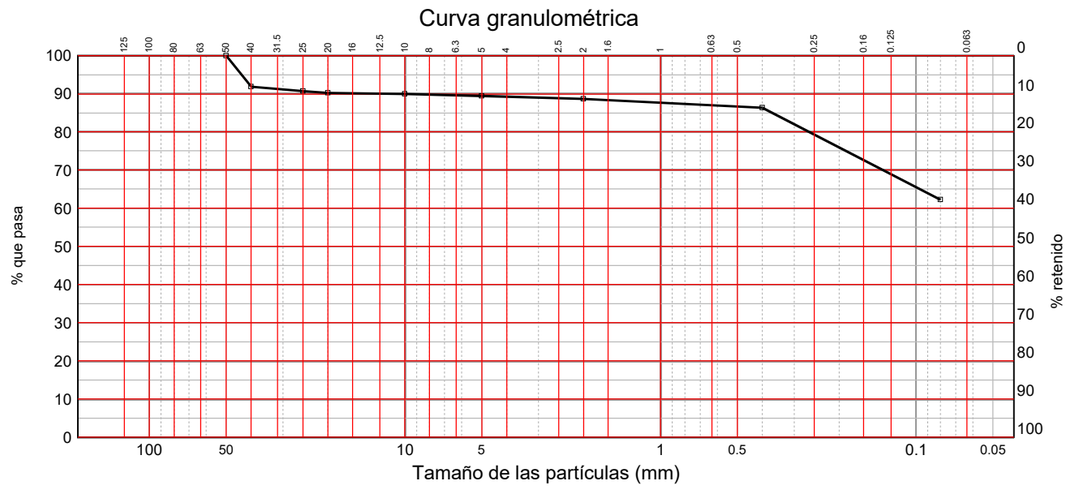
R-08-8

HUMEDAD SEGÚN UNE-EN ISO 17892-1:2015	
Humedad (%)	**17,4**

LÍMITES DE ATTERBERG SEGÚN UNE-EN ISO 17892-12:2019	
Límite líquido	**22,3**
Límite plástico	**16,9**
Índice de plasticidad	**5,4**

DENSIDAD DE UN SUELO. Según UNE 103,301:1994.		
Densidad húmeda	g/cm³	**1,985**
Humedad	%	17,4
Densidad seca	g/cm³	**1,691**

Ident-Granulom. tamiz. suelos S/UNE-EN ISO 17892-4:2019									
Tamiz (mm)	50	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
Pasa (%)	100	92	91	90	90	89	89	86	62,3



OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA
Raúl Alonso Fernández
Geólogo

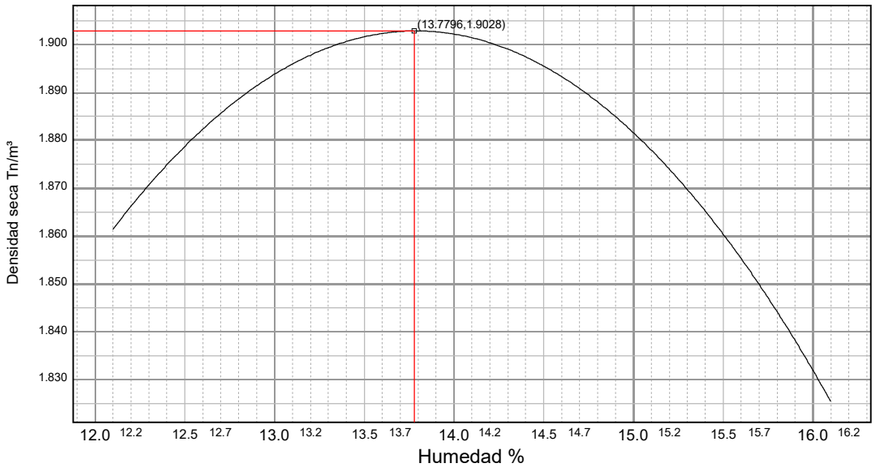
Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO
Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/1238	1	54700	S .2020/65	30/01/2020

R-08-8

Densidad máxima 1,90 Humedad óptima 13,8 %



OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/1361	10	54768	S .2020/73	31/01/2020

ACTA DE RESULTADOS

R-08-8

CLIENTE / OBRA / EXP.: 2992 / 9549/ 117236

2992: TRN TARYET S.A , C/. Vizconde de Matamala, 1,
28028- MADRID , Madrid
ESA81598385

Campaña de reconocimientos geotécnicos
Estudio informativo integración del ferrocarril en Avilés
Avilés

DESTINATARIO

TRN TARYET S.A
C/. Vizconde de Matamala, 1
28028-MADRID

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: TP-2 (De 7,10 a 7,35 m).

PROCEDENCIA: S-01

FECHA DE MUESTREO: 10/12/2019

ENSAYOS REALIZADOS

Índice de Schimazek, según prEN-22952.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.
Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L .

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/1361	10	54768	S .2020/73	31/01/2020

R-08-8

ÍNDICE DE SCHIMAZEK. Según norma prEN-22952			
MINERALES Y LITOLOGÍA			
Mineral		Dolomita	Calcita
M	%	90	10
Factor mineral	F_M	4,9	4,9
M*F_M		441	49
Total ΣM*F_M		490	
Q	%	**4,90**	
Clasificación		**Dolomía**	
DIÁMETRO MEDIO DEL CUARZO			
Nº de medidas		50	
Tamaño medio del grano	μ	**50,60**	
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (BRASILEÑO)			
Resistencia a la tracción	MPa	**4,49**	
ÍNDICE DE SCHIMAZEK			
Índice de Schimazek	kN/m	**0,011**	

OBSERVACIONES:

Ensayo realizado en laboratorio con registro en el CTE: MAD-L-005.

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/1630	11	52564	S .2020/95	06/02/2020

ACTA DE RESULTADOS

R-08-8

CLIENTE / OBRA / EXP.: 2992 / 9549/ 117236

2992: TRN TARYET S.A , C/. Vizconde de Matamala, 1,
28028- MADRID , Madrid
ESA81598385

Campaña de reconocimientos geotécnicos
Estudio informativo integración del ferrocarril en Avilés
Avilés

DESTINATARIO

TRN TARYET S.A
C/. Vizconde de Matamala, 1
28028-MADRID

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: SPT-1 (De 3,60 a 4,20 metros)

PROCEDENCIA: S-02

FECHA DE MUESTREO: 17/12/2019

ENSAYOS REALIZADOS

Determinación del contenido de humedad natural, según UNE-EN ISO 17892-1:2015
Determinación de la densidad de un suelo. Método de la balanza hidrostática, según norma UNE 103-301-1994.
Determinación del límite líquido (mediante aparato de Casagrande) y del límite plástico. Según UNE-EN ISO 17892-12:2019.
Análisis granulométrico por tamizado en suelos. Según UNE-EN ISO 17892-4:2019
Determinación cuantitativa de la materia orgánica presente en una muestra de suelo, por oxidación del Permanganato Potásico, s/UNE 103-204-93

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.
Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L .

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

Laboratorio Inscrito en el Registro General del CTE, Sección 5,1 con el número AST-L-020

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/1630	11	52564	S .2020/95	06/02/2020

R-08-8

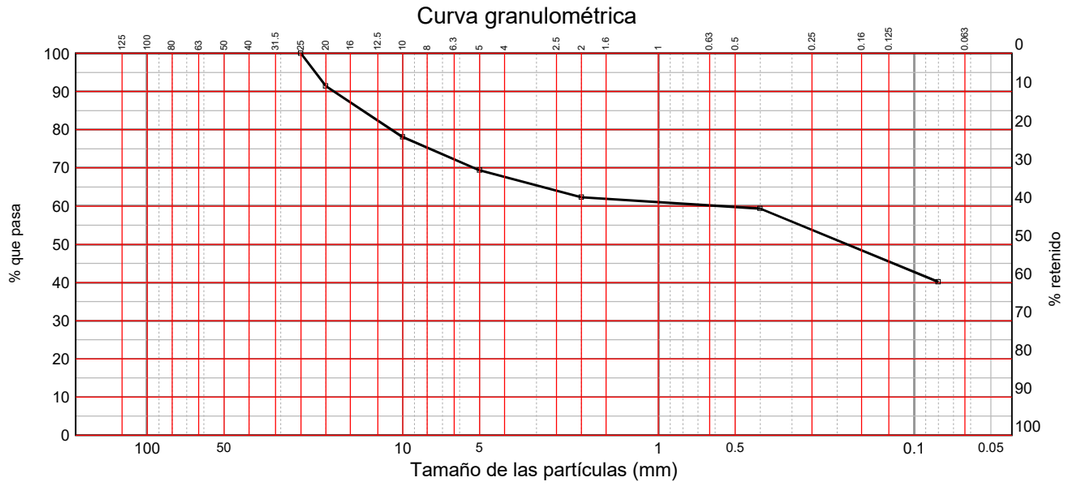
HUMEDAD	
SEGÚN UNE-EN ISO 17892-1:2015	
Humedad (%)	**21,8**

LÍMITES DE ATTERBERG	
SEGÚN UNE-EN ISO 17892-12:2019	
Límite líquido	------
Límite plástico	------
Índice de plasticidad	**No plástico**

MATERIA ORGÁNICA	
SEGÚN UNE 103204-93	
Materia orgánica (%)	**1,30**

DENSIDAD DE UN SUELO. Según UNE 103,301:1994.		
Densidad húmeda	g/cm³	**2,022**
Humedad	%	21,8
Densidad seca	g/cm³	**1,660**

Ident-Granulom. tamiz. suelos S/UNE-EN ISO 17892-4:2019							
Tamiz (mm)	25	20	10	5	2	0,4	0,08
Pasa (%)	100	91	78	69	62	59	40,1



OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/1631	12	52565	S .2020/94	06/02/2020

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 2992 / 9549/ 117236

2992: TRN TARYET S.A , C/. Vizconde de Matamala, 1,
28028- MADRID , Madrid
ESA81598385

Campaña de reconocimientos geotécnicos
Estudio informativo integración del ferrocarril en Avilés
Avilés

DESTINATARIO

R-08-8

TRN TARYET S.A
C/. Vizconde de Matamala, 1
28028-MADRID

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: SPT-1 (De 3,60 a 4,20 metros)

PROCEDENCIA: S-03

FECHA DE MUESTREO: 02/12/2019

ENSAYOS REALIZADOS

Determinación del contenido de humedad natural, según UNE-EN ISO 17892-1:2015
Determinación de la densidad de un suelo. Método de la balanza hidrostática, según norma UNE 103-301-1994.
Determinación del límite líquido (mediante aparato de Casagrande) y del límite plástico. Según UNE-EN ISO 17892-12:2019.
Análisis granulométrico por tamizado en suelos. Según UNE-EN ISO 17892-4:2019
Determinación cuantitativa de la materia orgánica presente en una muestra de suelo, por oxidación del Permanganato Potásico, s/UNE 103-204-93

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.
Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L .

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/1631	12	52565	S .2020/94	06/02/2020

R-08-8

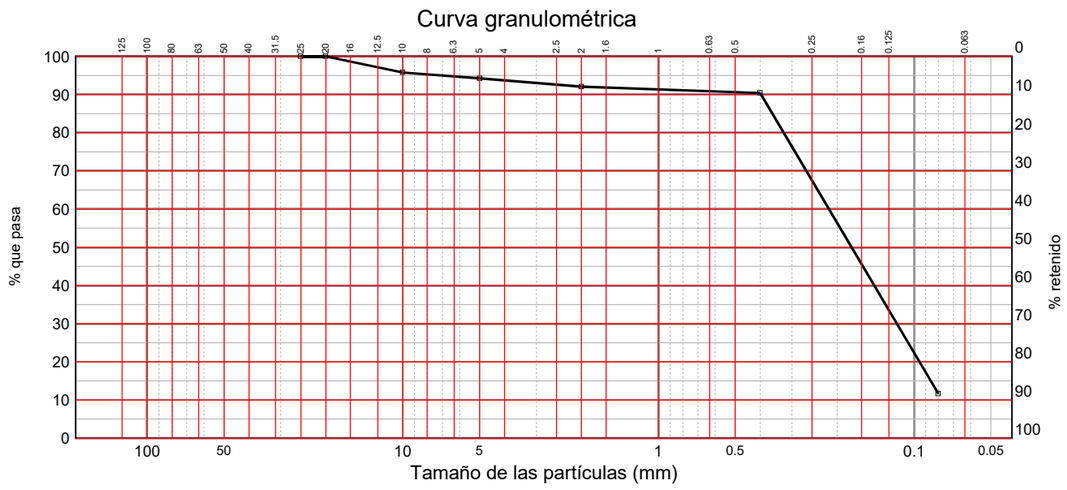
HUMEDAD	
SEGÚN UNE-EN ISO 17892-1:2015	
Humedad (%)	**18,8**

LÍMITES DE ATTERBERG	
SEGÚN UNE-EN ISO 17892-12:2019	
Límite líquido	------
Límite plástico	------
Índice de plasticidad	**No plástico**

MATERIA ORGÁNICA	
SEGÚN UNE 103204-93	
Materia orgánica (%)	**Exento**

DENSIDAD DE UN SUELO. Según UNE 103,301:1994.		
Densidad húmeda	g/cm³	**1,776**
Humedad	%	18,8
Densidad seca	g/cm³	**1,495**

Ident-Granulom. tamiz. suelos S/UNE-EN ISO 17892-4:2019							
Tamiz (mm)	25	20	10	5	2	0,4	0,08
Pasa (%)	100	100	96	94	92	90	11,7



OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/2115	13	52563	S .2020/96	16/02/2020

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 2992 / 9549/ 117236

2992: TRN TARYET S.A , C/. Vizconde de Matamala, 1,
28028- MADRID , Madrid
ESA81598385

Campaña de reconocimientos geotécnicos
Estudio informativo integración del ferrocarril en Avilés
Avilés

DESTINATARIO

R-08-8

TRN TARYET S.A
C/. Vizconde de Matamala, 1
28028-MADRID

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: MI-5 (De 15,00 a 15,25 metros)

PROCEDENCIA: S-02

FECHA DE MUESTREO: 18/12/2019

ENSAYOS REALIZADOS

Determinación del contenido de humedad natural, según UNE-EN ISO 17892-1:2015
Determinación de la densidad de un suelo. Método de la balanza hidrostática, según norma UNE 103-301-1994.
Determinación del límite líquido (mediante aparato de Casagrande) y del límite plástico. Según UNE-EN ISO 17892-12:2019.
Determinación cuantitativa de sulfatos en un suelo según UNE 103,201:1996.
Ensayo de compresión no confinada, en suelos. Según UNE-EN ISO 17892-7:2019.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.
Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L .

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/2115	13	52563	S .2020/96	16/02/2020

R-08-8

HUMEDAD SEGÚN UNE-EN ISO 17892-1:2015	
Humedad (%)	**21,7**

LÍMITES DE ATTERBERG SEGÚN UNE-EN ISO 17892-12:2019	
Límite líquido	**28,0**
Límite plástico	**21,7**
Índice de plasticidad	**6,3**

CONTENIDO EN SULFATOS SOLUBLES SEGÚN UNE 103,201:1996	
Contenido en SO_3 (%)	**0,00**

DENSIDAD DE UN SUELO. Según UNE 103,301:1994.		
Densidad húmeda	g/cm³	**2,166**
Humedad	%	21,7
Densidad seca	g/cm³	**1,780**

SUELO: COMPRESIÓN NO CONFINADA. Según UNE-EN ISO 17892-7:2019.		
DATOS INICIALES DE LA PROBETA		
Diámetro	mm	56,6
Altura	mm	106,3
Sección	cm²	25,16
Volumen	cm³	267,5
Peso húmedo	g	598,7
Humedad	%	21,7
Densidad húmeda	Mg/m³	2,238
Densidad seca	Mg/m³	1,839
DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO		
Velocidad de deformación	mm/min	1,59
Carga máxima	kg	65
Deformación máxima	mm	11,0
Sección corregida	cm²	25,42
Tensión máxima	kg/cm²	2,56
Tensión máxima	kPa	**251**
Deformación en rotura	%	**10,3**

Observaciones: 1 kg/cm² = 98.07 kPa.

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/2116	14	52562	S .2020/97	16/02/2020

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 2992 / 9549/ 117236

2992: TRN TARYET S.A , C/. Vizconde de Matamala, 1,
28028- MADRID , Madrid
ESA81598385

Campaña de reconocimientos geotécnicos
Estudio informativo integración del ferrocarril en Avilés
Avilés

DESTINATARIO

R-08-8

TRN TARYET S.A
C/. Vizconde de Matamala, 1
28028-MADRID

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: MI-1 (De 3,00 a 3,60 metros)

PROCEDENCIA: S-02

FECHA DE MUESTREO: 17/12/2019

ENSAYOS REALIZADOS

Determinación del contenido de humedad natural, según UNE-EN ISO 17892-1:2015
Determinación de la densidad de un suelo. Método de la balanza hidrostática, según norma UNE 103-301-1994.
Determinación del límite líquido (mediante aparato de Casagrande) y del límite plástico. Según UNE-EN ISO 17892-12:2019.
Análisis granulométrico por tamizado en suelos. Según UNE-EN ISO 17892-4:2019
Determinación del contenido de carbonatos en una muestra de suelo, según Norma UNE 103,200:1993

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.
Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L .

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/2116	14	52562	S .2020/97	16/02/2020

R-08-8

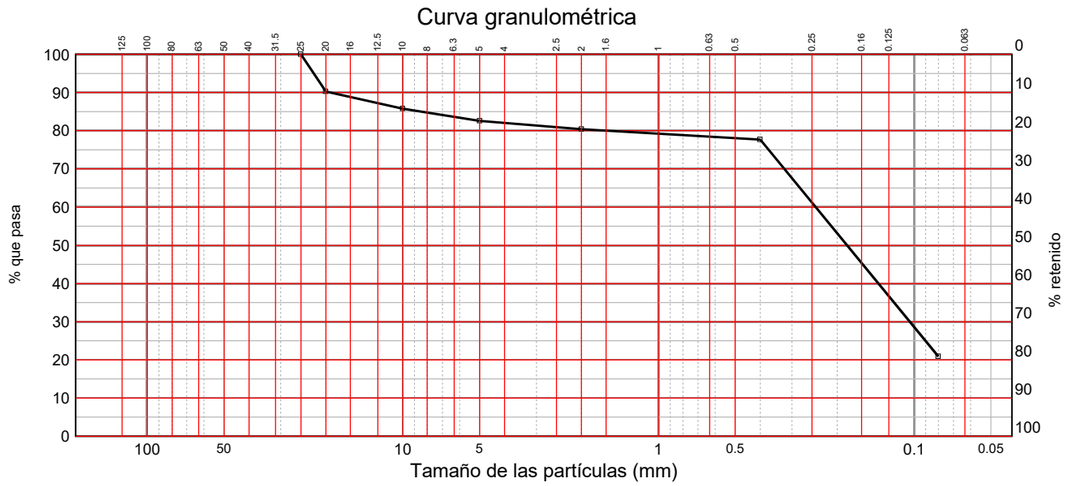
HUMEDAD SEGÚN UNE-EN ISO 17892-1:2015	
Humedad (%)	**22,5**

LÍMITES DE ATTERBERG SEGÚN UNE-EN ISO 17892-12:2019	
Límite líquido	------
Límite plástico	------
Índice de plasticidad	**No plástico**

CONTENIDO DE CARBONATOS SEGÚN UNE 103,200:1993	
Contenido de Carbonatos (% $CaCO_3$)	**4,35**

DENSIDAD DE UN SUELO. Según UNE 103,301:1994.		
Densidad húmeda	g/cm³	**2,039**
Humedad	%	22,5
Densidad seca	g/cm³	**1,664**

Ident-Granulom. tamiz. suelos S/UNE-EN ISO 17892-4:2019							
Tamiz (mm)	25	20	10	5	2	0,4	0,08
Pasa (%)	100	90	86	83	80	78	20,9



OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA
Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO
Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/2117	15	52566	S .2020/93	16/02/2020

ACTA DE RESULTADOS

R-08-8

CLIENTE / OBRA / EXP.: 2992 / 9549/ 117236

2992: TRN TARYET S.A , C/. Vizconde de Matamala, 1,
28028- MADRID , Madrid
ESA81598385

Campaña de reconocimientos geotécnicos
Estudio informativo integración del ferrocarril en Avilés
Avilés

DESTINATARIO

TRN TARYET S.A
C/. Vizconde de Matamala, 1
28028-MADRID

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: SPT-2 (De 9,25 a 9,85 metros)

PROCEDENCIA: S-02

FECHA DE MUESTREO: 17/12/2019

ENSAYOS REALIZADOS

Determinación del contenido de humedad natural, según UNE-EN ISO 17892-1:2015
Determinación de la densidad de un suelo. Método de la balanza hidrostática, según norma UNE 103-301-1994.
Determinación del límite líquido (mediante aparato de Casagrande) y del límite plástico. Según UNE-EN ISO 17892-12:2019.
Determinación del contenido de carbonatos en una muestra de suelo, según Norma UNE 103,200:1993

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.
Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L .

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/2117	15	52566	S .2020/93	16/02/2020

R-08-8

HUMEDAD
SEGÚN UNE-EN ISO 17892-1:2015

Humedad (%)	**22,7**

LÍMITES DE ATTERBERG
SEGÚN UNE-EN ISO 17892-12:2019

Límite líquido	**33,6**
Límite plástico	**23,8**
Índice de plasticidad	**9,8**

CONTENIDO DE CARBONATOS
SEGÚN UNE 103,200:1993

Contenido de Carbonatos (% $CaCO_3$)	**14,15**

DENSIDAD DE UN SUELO. Según UNE 103,301:1994.		
Densidad húmeda	g/cm³	**1,962**
Humedad	%	22,7
Densidad seca	g/cm³	**1,599**

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA
Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO
Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/2118	16	54783	S .2020/87	16/02/2020

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 2992 / 9549/ 117236

2992: TRN TARYET S.A , C/. Vizconde de Matamala, 1,
28028- MADRID , Madrid
ESA81598385

Campaña de reconocimientos geotécnicos
Estudio informativo integración del ferrocarril en Avilés
Avilés

DESTINATARIO

R-08-8

TRN TARYET S.A
C/. Vizconde de Matamala, 1
28028-MADRID

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: TP-1 (De 18,00 a 18,30 m)

PROCEDENCIA: S-02

FECHA DE MUESTREO: 18/12/2019

ENSAYOS REALIZADOS

Determinación del contenido de humedad natural, según UNE-EN ISO 17892-1:2015
Determinación de la densidad de un suelo. Método de la balanza hidrostática, según norma UNE 103-301-1994.
Determinación del límite líquido (mediante aparato de Casagrande) y del límite plástico. Según UNE-EN ISO 17892-12:2019.
Determinación del contenido de carbonatos en una muestra de suelo, según Norma UNE 103,200:1993

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.
Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L .

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/2118	16	54783	S .2020/87	16/02/2020

R-08-8

HUMEDAD
SEGÚN UNE-EN ISO 17892-1:2015

Humedad (%)	**22,0**

LÍMITES DE ATTERBERG
SEGÚN UNE-EN ISO 17892-12:2019

Límite líquido	**33,2**
Límite plástico	**25,0**
Índice de plasticidad	**8,3**

CONTENIDO DE CARBONATOS
SEGÚN UNE 103,200:1993

Contenido de Carbonatos (% $CaCO_3$)	**26,97**

DENSIDAD DE UN SUELO. Según UNE 103,301:1994.		
Densidad húmeda	g/cm³	**1,984**
Humedad	%	22,0
Densidad seca	g/cm³	**1,626**

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA
Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO
Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/2119	17	54783	S .2020/87	16/02/2020

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 2992 / 9549/ 117236

2992: TRN TARYET S.A , C/. Vizconde de Matamala, 1,
28028- MADRID , Madrid
ESA81598385

Campaña de reconocimientos geotécnicos
Estudio informativo integración del ferrocarril en Avilés
Avilés

DESTINATARIO

R-08-8

TRN TARYET S.A
C/. Vizconde de Matamala, 1
28028-MADRID

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: TP-1 (De 18,00 a 18,30 m)

PROCEDENCIA: S-02

FECHA DE MUESTREO: 18/12/2019

ENSAYOS REALIZADOS

Triaxial CU (consolidado - sin drenaje), con medida de las presiones intersticiales en célula de 1.5 pulgadas de diámetro, hasta 9 Kg/cm^2, según UNE 103,402:98.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.
Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L .

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/2119	17	54783	S .2020/87	16/02/2020

R-08-8

Tipo de ensayo triaxial

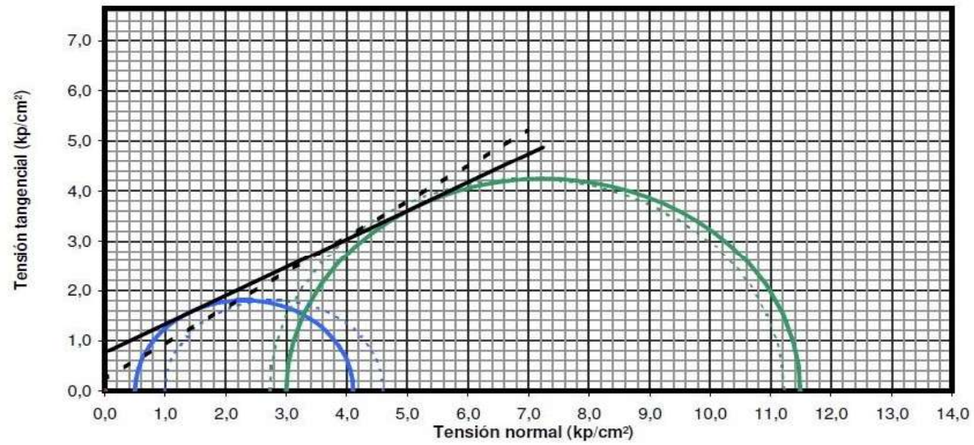
Consolidado sin drenaje y con medida de presiones intersticiales (CU) sobre muestra Inalterada
Velocidad del ensayo 0,038 mm/min.

Datos generales	I	II	III
Presión externa (kp/cm²):	6,50	9,00	
Presión de cola (kp/cm²):	6,00	6,00	
Diámetro (cm):	3,82	3,82	
Altura (cm):	7,63	7,66	
Humedad inicial (%):	23,07	24,86	
Humedad final (%):	26,38	26,74	
Densidad seca (g/cm³):	1,656	1,659	

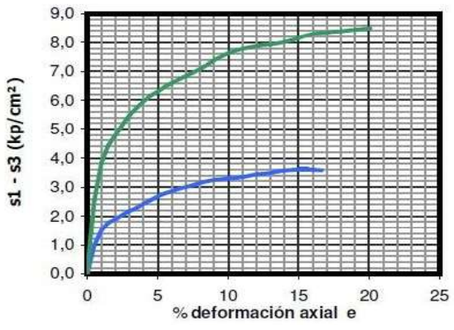
Interpretación	Totales	Efectivas
Cohesión (kp/cm²):	0,77	0,21
Fricción (º):	29,61	35,73
Pendiente:	0,57	0,72

Datos rotura	I	II	III	I'	II'	III'
(s1+s3)/2 (kp/cm²):	2,30	7,25		2,80	6,98	
(s1-s3)/2 (kp/cm²):	1,80	4,25		1,80	4,25	

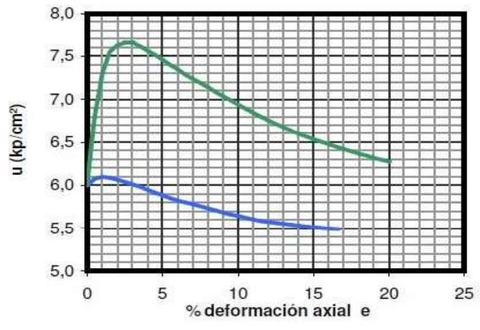
Rectas de coulomb y círculos de Mohr



T. Desviadora corregida-Deformación axial



Presión intersticial-Deformación axial



Observaciones probeta I:
Observaciones probeta II:
Observaciones probeta III:

OBSERVACIONES:

Ensayo realizado en laboratorio con registro en el CTE:
MAD-L-005.

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/2119	17	54783	S .2020/87	16/02/2020

R-08-8

Captura de datos

PROBETA I (6,5 kp/cm²)			PROBETA II (9 kp/cm²)			PROBETA III (kp/cm²)		
s1-s3 (kp/cm²)	ε (%)	u (kp/cm²)	s1-s3 (kp/cm²)	ε (%)	u (kp/cm²)	s1-s3 (kp/cm²)	ε (%)	u (kp/cm²)
0,00	0,00	6,00	0,00	0,00	6,00			
0,97	0,50	6,07	2,52	0,50	6,79			
1,51	1,01	6,10	3,85	1,00	7,31			
1,78	1,51	6,09	4,44	1,51	7,55			
1,90	2,02	6,06	4,78	2,01	7,63			
2,04	2,52	6,04	5,17	2,51	7,66			
2,17	3,02	6,01	5,49	3,01	7,66			
2,29	3,53	5,98	5,74	3,51	7,61			
2,43	4,03	5,95	5,97	4,02	7,57			
2,57	4,54	5,91	6,16	4,52	7,51			
2,69	5,04	5,88	6,31	5,02	7,46			
2,78	5,54	5,85	6,47	5,52	7,40			
2,86	6,05	5,82	6,61	6,03	7,34			
2,94	6,55	5,79	6,72	6,53	7,29			
3,01	7,06	5,77	6,83	7,03	7,23			
3,08	7,56	5,75	6,95	7,53	7,19			
3,15	8,07	5,73	7,08	8,03	7,14			
3,21	8,57	5,70	7,24	8,54	7,08			
3,25	9,07	5,68	7,39	9,04	7,03			
3,27	9,58	5,66	7,52	9,54	6,98			
3,30	10,08	5,64	7,63	10,04	6,94			
3,32	10,59	5,62	7,72	10,54	6,89			
3,36	11,09	5,60	7,78	11,05	6,84			
3,40	11,59	5,58	7,83	11,55	6,79			
3,44	12,10	5,57	7,87	12,05	6,75			
3,47	12,60	5,56	7,90	12,55	6,71			
3,50	13,11	5,55	7,93	13,05	6,67			
3,54	13,61	5,54	7,96	13,56	6,63			
3,57	14,11	5,53	8,02	14,06	6,60			
3,60	14,62	5,52	8,09	14,56	6,56			
3,61	15,12	5,51	8,17	15,06	6,53			
3,60	15,63	5,50	8,24	15,57	6,50			
3,59	16,13	5,49	8,29	16,07	6,47			
3,58	16,63	5,49	8,32	16,57	6,44			
3,58	17,14	5,48	8,34	17,07	6,42			
			8,37	17,57	6,39			
			8,39	18,08	6,36			
			8,41	18,58	6,34			
			8,44	19,08	6,31			
			8,47	19,58	6,29			
			8,49	20,08	6,27			
			8,45	20,59	6,25			

OBSERVACIONES:

Ensayo realizado en laboratorio con registro en el CTE:
MAD-L-005.

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/2120	18	54781	S .2020/89	16/02/2020

ACTA DE RESULTADOS

R-08-8

CLIENTE / OBRA / EXP.: 2992 / 9549/ 117236

2992: TRN TARYET S.A , C/. Vizconde de Matamala, 1,
28028- MADRID , Madrid
ESA81598385

Campaña de reconocimientos geotécnicos
Estudio informativo integración del ferrocarril en Avilés
Avilés

DESTINATARIO

TRN TARYET S.A
C/. Vizconde de Matamala, 1
28028-MADRID

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: MI-3 (De 8,85 a 9,25 m)

PROCEDENCIA: S-02

FECHA DE MUESTREO: 17/12/2019

ENSAYOS REALIZADOS

Determinación del contenido de humedad natural, según UNE-EN ISO 17892-1:2015
Determinación de la densidad de un suelo. Método de la balanza hidrostática, según norma UNE 103-301-1994.
Determinación del límite líquido (mediante aparato de Casagrande) y del límite plástico. Según UNE-EN ISO 17892-12:2019.
Determinación cuantitativa de la materia orgánica presente en una muestra de suelo, por oxidación del Permanganato Potásico, s/UNE 103-204-93

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.
Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L .

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/2120	18	54781	S .2020/89	16/02/2020

R-08-8

HUMEDAD
SEGÚN UNE-EN ISO 17892-1:2015

Humedad (%)	**27,6**

LÍMITES DE ATTERBERG
SEGÚN UNE-EN ISO 17892-12:2019

Límite líquido	**33,7**
Límite plástico	**19,5**
Índice de plasticidad	**14,2**

MATERIA ORGÁNICA
SEGÚN UNE 103204-93

Materia orgánica (%)	**Exento**

DENSIDAD DE UN SUELO. Según UNE 103,301:1994.

Densidad húmeda	g/cm³	**2,390**
Humedad	%	27,6
Densidad seca	g/cm³	**1,873**

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA
Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO
Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/2121	19	54781	S .2020/89	16/02/2020

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 2992 / 9549/ 117236

2992: TRN TARYET S.A , C/. Vizconde de Matamala, 1,
28028- MADRID , Madrid
ESA81598385

Campaña de reconocimientos geotécnicos
Estudio informativo integración del ferrocarril en Avilés
Avilés

DESTINATARIO

R-08-8

TRN TARYET S.A
C/. Vizconde de Matamala, 1
28028-MADRID

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: MI-3 (De 8,85 a 9,25 m)

PROCEDENCIA: S-02

FECHA DE MUESTREO: 17/12/2019

ENSAYOS REALIZADOS

Triaxial CU (consolidado - sin drenaje), con medida de las presiones intersticiales en célula de 1.5 pulgadas de diámetro, hasta 9 Kg/cm^2, según UNE 103,402:98.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.
Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L .

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/2121	19	54781	S .2020/89	16/02/2020

R-08-8

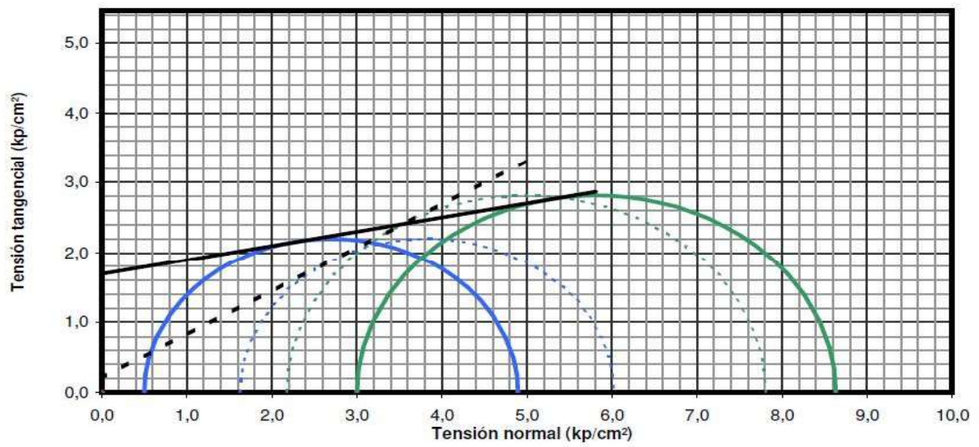
Tipo de ensayo triaxial
Consolidado sin drenaje y con medida de presiones intersticiales (CU) sobre muestra Inalterada
Velocidad del ensayo 0,038 mm/min.

Datos generales	I	II	III
Presión externa (kp/cm²):	6,50	9,00	
Presión de cola (kp/cm²):	6,00	6,00	
Diámetro (cm):	3,82	3,82	
Altura (cm):	7,65	7,65	
Humedad inicial (%):	25,98	27,04	
Humedad final (%):	26,93	28,07	
Densidad seca (g/cm³):	1,565	1,549	

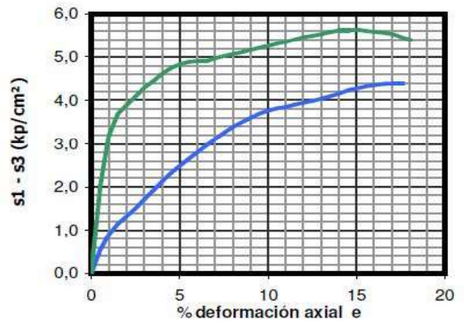
Interpretación	Totales	Efectivas
Cohesión (kp/cm²):	1,70	0,20
Fricción (º):	11,44	32,03
Pendiente:	0,20	0,63

Datos rotura	I	II	III	I'	II'	III'
(s1+s3)/2 (kp/cm²):	2,70	5,82		3,82	4,99	
(s1-s3)/2 (kp/cm²):	2,20	2,82		2,20	2,82	

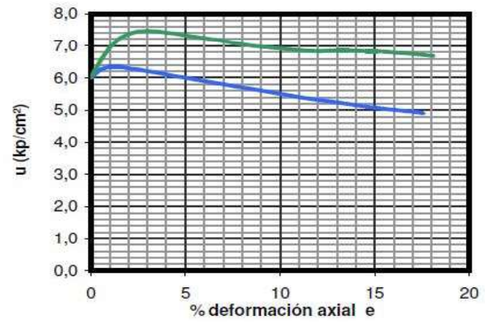
Rectas de coulomb y círculos de Mohr



T. Desviadora corregida-Deformación axial



Presión intersticial-Deformación axial



Observaciones probeta I:
Observaciones probeta II:
Observaciones probeta III:

OBSERVACIONES:

Ensayo realizado en laboratorio con registro en el CTE: MAD-L-005.

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/2121	19	54781	S .2020/89	16/02/2020

R-08-8

Captura de datos

PROBETA I (6,5 kp/cm²)			PROBETA II (9 kp/cm²)			PROBETA III (kp/cm²)		
s1-s3 (kp/cm²)	ε (%)	u (kp/cm²)	s1-s3 (kp/cm²)	ε (%)	u (kp/cm²)	s1-s3 (kp/cm²)	ε (%)	u (kp/cm²)
0,00	0,00	6,00	0,00	0,00	6,00			
0,55	0,50	6,26	2,04	0,50	6,53			
0,91	1,01	6,36	3,18	1,01	6,95			
1,14	1,51	6,34	3,69	1,51	7,23			
1,33	2,01	6,30	3,90	2,01	7,37			
1,52	2,51	6,26	4,10	2,51	7,44			
1,71	3,02	6,21	4,29	3,02	7,47			
1,92	3,52	6,16	4,45	3,52	7,45			
2,13	4,02	6,11	4,61	4,02	7,41			
2,32	4,52	6,05	4,74	4,52	7,37			
2,49	5,03	6,00	4,83	5,03	7,33			
2,65	5,53	5,95	4,88	5,53	7,28			
2,81	6,03	5,90	4,91	6,03	7,23			
2,96	6,54	5,85	4,91	6,54	7,19			
3,11	7,04	5,80	4,97	7,04	7,14			
3,26	7,54	5,75	5,02	7,54	7,09			
3,40	8,04	5,70	5,06	8,04	7,04			
3,50	8,55	5,65	5,11	8,55	7,00			
3,60	9,05	5,60	5,16	9,05	6,97			
3,70	9,55	5,55	5,21	9,55	6,94			
3,77	10,06	5,50	5,26	10,06	6,91			
3,82	10,56	5,45	5,32	10,56	6,89			
3,86	11,06	5,40	5,36	11,06	6,86			
3,90	11,56	5,36	5,41	11,56	6,84			
3,95	12,07	5,32	5,47	12,07	6,83			
4,00	12,57	5,28	5,49	12,57	6,84			
4,05	13,07	5,23	5,54	13,07	6,85			
4,10	13,57	5,19	5,58	13,57	6,85			
4,17	14,08	5,15	5,62	14,08	6,85			
4,24	14,58	5,11	5,62	14,58	6,84			
4,29	15,08	5,07	5,63	15,08	6,82			
4,32	15,59	5,04	5,61	15,59	6,81			
4,35	16,09	5,00	5,58	16,09	6,79			
4,38	16,59	4,97	5,56	16,59	6,76			
4,39	17,09	4,94	5,52	17,09	6,74			
4,39	17,60	4,91	5,46	17,60	6,71			
4,39	18,10	4,87	5,39	18,10	6,68			
			5,35	18,60	6,65			

OBSERVACIONES:

Ensayo realizado en laboratorio con registro en el CTE: MAD-L-005.

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/1239	2	54751	S .2020/62	30/01/2020

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 2992 / 9549/ 117236

2992: TRN TARYET S.A , C/. Vizconde de Matamala, 1,
28028- MADRID , Madrid
ESA81598385

Campaña de reconocimientos geotécnicos
Estudio informativo integración del ferrocarril en Avilés
Avilés

DESTINATARIO

R-08-8

TRN TARYET S.A
C/. Vizconde de Matamala, 1
28028-MADRID

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: Arcilla limosa

PROCEDENCIA: C-02 (A 1,10 metros)

FECHA DE MUESTREO: 16/01/2020

ENSAYOS REALIZADOS

Determinación del contenido de humedad natural, según UNE-EN ISO 17892-1:2015
Determinación de la densidad de un suelo. Método de la balanza hidrostática, según norma UNE 103-301-1994.
Determinación del límite líquido (mediante aparato de Casagrande) y del límite plástico. Según UNE-EN ISO 17892-12:2019.
Análisis granulométrico por tamizado en suelos. Según UNE-EN ISO 17892-4:2019
Ensayo Próctor Modificado s/UNE 103,501/94.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.
Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L .

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/1239	2	54751	S .2020/62	30/01/2020

R-08-8

HUMEDAD
SEGÚN UNE-EN ISO 17892-1:2015

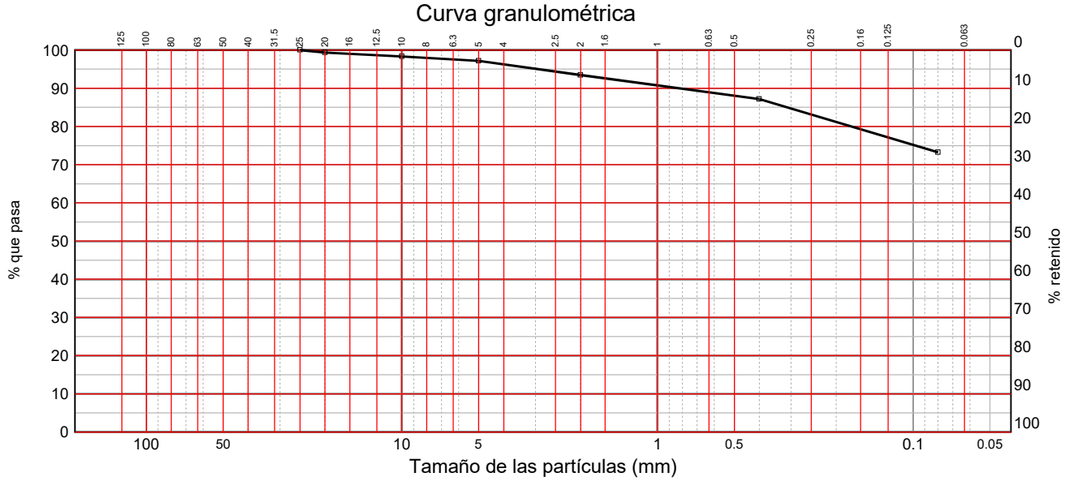
Humedad (%)	**21,0**

LÍMITES DE ATTERBERG
SEGÚN UNE-EN ISO 17892-12:2019

Límite líquido	**30,1**
Límite plástico	**22,1**
Índice de plasticidad	**8,0**

DENSIDAD DE UN SUELO. Según UNE 103,301:1994.		
Densidad húmeda	g/cm³	**1,881**
Humedad	%	21,0
Densidad seca	g/cm³	**1,555**

Ident-Granulom. tamiz. suelos S/UNE-EN ISO 17892-4:2019							
Tamiz (mm)	25	20	10	5	2	0,4	0,08
Pasa (%)	100	99	98	97	93	87	73,2



OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA
Raúl Alonso Fernández
Geólogo

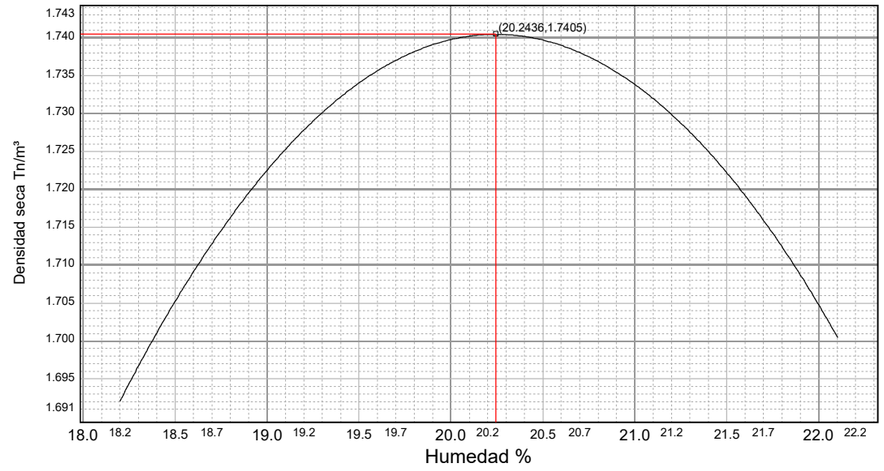
Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO
Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/1239	2	54751	S .2020/62	30/01/2020

R-08-8

Densidad máxima 1,74 Humedad óptima 20,2 %



OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA
Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO
Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/2122	20	54782	S .2020/88	16/02/2020

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 2992 / 9549/ 117236

2992: TRN TARYET S.A , C/. Vizconde de Matamala, 1,
28028- MADRID , Madrid
ESA81598385

Campaña de reconocimientos geotécnicos
Estudio informativo integración del ferrocarril en Avilés
Avilés

DESTINATARIO

R-08-8

TRN TARYET S.A
C/. Vizconde de Matamala, 1
28028-MADRID

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: MI-2 (De 3,00 a 3,60 m)

PROCEDENCIA: S-03

FECHA DE MUESTREO: 02/12/2019

ENSAYOS REALIZADOS

Determinación del contenido de humedad natural, según UNE-EN ISO 17892-1:2015
Determinación de la densidad de un suelo. Método de la balanza hidrostática, según norma UNE 103-301-1994.
Determinación del límite líquido (mediante aparato de Casagrande) y del límite plástico. Según UNE-EN ISO 17892-12:2019.
Análisis granulométrico por tamizado en suelos. Según UNE-EN ISO 17892-4:2019
Determinación cuantitativa de sulfatos en un suelo según UNE 103,201:1996.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.
Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L .

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/2122	20	54782	S .2020/88	16/02/2020

R-08-8

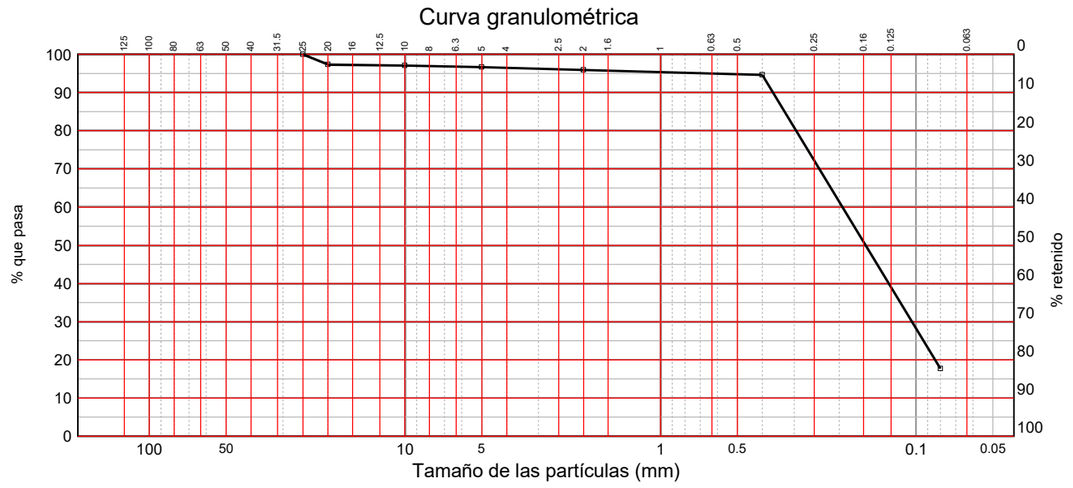
HUMEDAD SEGÚN UNE-EN ISO 17892-1:2015	
Humedad (%)	**17,0**

LÍMITES DE ATTERBERG SEGÚN UNE-EN ISO 17892-12:2019	
Límite líquido	------
Límite plástico	------
Índice de plasticidad	**No plástico**

CONTENIDO EN SULFATOS SOLUBLES SEGÚN UNE 103,201:1996	
Contenido en SO_3 (%)	**0,00**

DENSIDAD DE UN SUELO. Según UNE 103,301:1994.		
Densidad húmeda	g/cm³	**2,075**
Humedad	%	17,0
Densidad seca	g/cm³	**1,774**

Ident-Granulom. tamiz. suelos S/UNE-EN ISO 17892-4:2019							
Tamiz (mm)	25	20	10	5	2	0,4	0,08
Pasa (%)	100	97	97	97	96	95	17,7



OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA
Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO
Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/2123	21	54782	S .2020/88	16/02/2020

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 2992 / 9549/ 117236

2992: TRN TARYET S.A , C/. Vizconde de Matamala, 1,
28028- MADRID , Madrid
ESA81598385

Campaña de reconocimientos geotécnicos
Estudio informativo integración del ferrocarril en Avilés
Avilés

DESTINATARIO

R-08-8

TRN TARYET S.A
C/. Vizconde de Matamala, 1
28028-MADRID

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: MI-2 (De 3,00 a 3,60 m)

PROCEDENCIA: S-03

FECHA DE MUESTREO: 02/12/2019

ENSAYOS REALIZADOS

Triaxial CU (consolidado - sin drenaje), con medida de las presiones intersticiales en célula de 1.5 pulgadas de diámetro, hasta 9 Kg/cm^2, según UNE 103,402:98.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.
Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L .

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/2123	21	54782	S .2020/88	16/02/2020

R-08-8

Tipo de ensayo triaxial

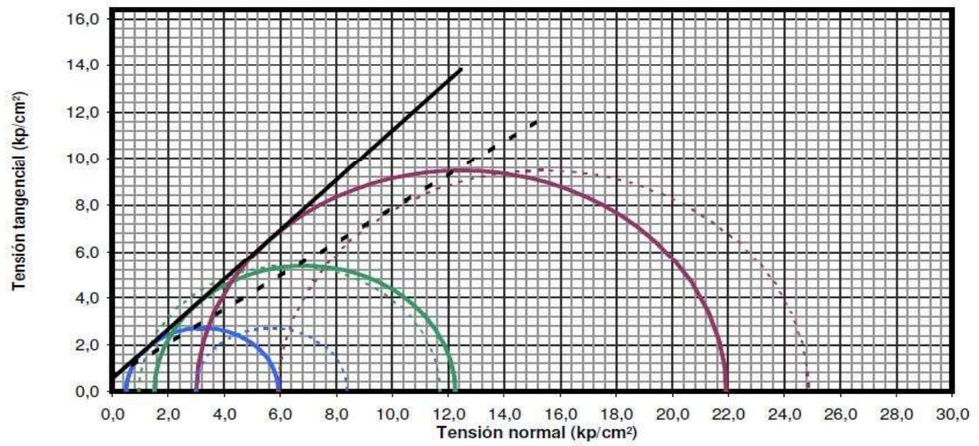
Consolidado sin drenaje y con medida de presiones intersticiales (CU) sobre muestra Inalterada
Velocidad del ensayo 0,038 mm/min.

Datos generales	I	II	III
Presión externa (kp/cm²):	6,50	7,50	9,00
Presión de cola (kp/cm²):	6,00	6,00	6,00
Diámetro (cm):	3,82	3,81	3,82
Altura (cm):	7,65	7,64	7,65
Humedad inicial (%):	21,31	23,14	22,95
Humedad final (%):	22,50	20,31	20,27
Densidad seca (g/cm³):	1,669	1,642	1,650

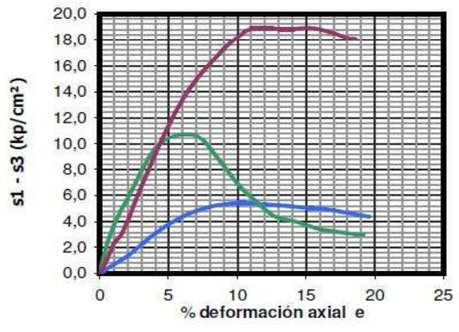
Interpretación	Totales	Efectivas
Cohesión (kp/cm²):	0,53	0,58
Fricción (º):	46,87	36,10
Pendiente:	1,07	0,73

Datos rotura	I	II	III	I'	II'	III'
(s1+s3)/2 (kp/cm²):	3,22	6,87	12,46	5,67	6,33	15,40
(s1-s3)/2 (kp/cm²):	2,72	5,37	9,46	2,72	5,37	9,46

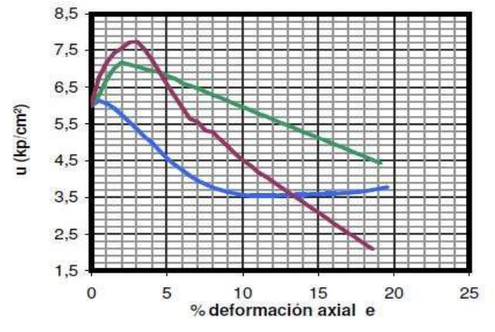
Rectas de coulomb y círculos de Mohr



T. Desviadora corregida-Deformación axial



Presión intersticial-Deformación axial



Observaciones probeta I:
Observaciones probeta II:
Observaciones probeta III:

OBSERVACIONES:

Ensayo realizado en laboratorio con registro en el CTE: MAD-L-005.

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/2123	21	54782	S .2020/88	16/02/2020

R-08-8

Captura de datos

PROBETA I (6,5 kp/cm²)			PROBETA II (7,5 kp/cm²)			PROBETA III (9 kp/cm²)		
s1-s3 (kp/cm²)	ε (%)	u (kp/cm²)	s1-s3 (kp/cm²)	ε (%)	u (kp/cm²)	s1-s3 (kp/cm²)	ε (%)	u (kp/cm²)
0,00	0,00	6,00	0,00	0,00	6,00	0,00	0,00	6,00
0,38	0,50	6,13	2,22	0,50	6,27	1,03	0,50	6,76
0,68	1,01	6,06	3,72	1,01	6,71	2,29	1,01	7,17
0,99	1,51	5,93	4,81	1,51	7,00	2,90	1,51	7,42
1,34	2,01	5,75	5,77	2,01	7,17	4,02	2,01	7,55
1,75	2,51	5,55	6,81	2,52	7,11	5,41	2,51	7,72
2,20	3,02	5,36	7,87	3,02	7,06	6,70	3,02	7,74
2,66	3,52	5,16	8,84	3,52	6,99	7,92	3,52	7,53
3,09	4,02	4,96	9,61	4,03	6,94	9,15	4,02	7,22
3,47	4,52	4,75	10,12	4,53	6,90	10,33	4,52	6,89
3,82	5,03	4,55	10,44	5,03	6,81	11,44	5,03	6,56
4,13	5,53	4,38	10,64	5,54	6,73	12,47	5,53	6,24
4,41	6,03	4,23	10,74	6,04	6,60	13,41	6,03	5,93
4,65	6,54	4,09	10,74	6,54	6,54	14,22	6,54	5,63
4,84	7,04	3,96	10,61	7,05	6,46	14,95	7,04	5,56
5,01	7,54	3,86	10,24	7,55	6,37	15,58	7,54	5,32
5,14	8,04	3,77	9,62	8,05	6,29	16,16	8,04	5,29
5,26	8,55	3,70	8,90	8,56	6,20	16,73	8,55	5,07
5,34	9,05	3,64	8,18	9,06	6,12	17,32	9,05	4,87
5,39	9,55	3,60	7,49	9,57	6,04	17,81	9,55	4,67
5,42	10,06	3,57	6,84	10,07	5,95	18,21	10,06	4,50
5,43	10,56	3,55	6,28	10,57	5,87	18,63	10,56	4,34
5,42	11,06	3,55	5,79	11,08	5,78	18,89	11,06	4,17
5,38	11,56	3,55	5,32	11,58	5,70	18,89	11,56	4,06
5,34	12,07	3,56	4,86	12,08	5,61	18,90	12,07	3,91
5,30	12,57	3,56	4,49	12,59	5,53	18,88	12,57	3,77
5,27	13,07	3,56	4,27	13,09	5,44	18,83	13,07	3,63
5,23	13,57	3,57	4,16	13,59	5,36	18,82	13,57	3,49
5,17	14,08	3,58	4,05	14,10	5,27	18,84	14,08	3,35
5,10	14,58	3,59	3,91	14,60	5,19	18,89	14,58	3,21
5,06	15,08	3,59	3,73	15,10	5,11	18,93	15,08	3,07
5,03	15,59	3,60	3,55	15,61	5,02	18,90	15,59	2,92
4,99	16,09	3,60	3,41	16,11	4,94	18,80	16,09	2,78
4,93	16,59	3,61	3,32	16,61	4,85	18,66	16,59	2,64
4,85	17,09	3,62	3,26	17,12	4,77	18,48	17,09	2,50
4,77	17,60	3,64	3,18	17,62	4,68	18,29	17,60	2,36
4,68	18,10	3,67	3,09	18,12	4,60	18,11	18,10	2,22
4,59	18,60	3,70	3,02	18,63	4,51	18,08	18,60	2,08
4,48	19,11	3,74	3,02	19,13	4,43	17,89	19,11	1,94
4,40	19,61	3,77	3,08	19,63	4,34			
4,37	20,11	3,78						

OBSERVACIONES:

Ensayo realizado en laboratorio con registro en el CTE: MAD-L-005.

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/2175	22	54873	S .2020/150	17/02/2020

ACTA DE RESULTADOS

R-08-8

CLIENTE / OBRA / EXP.: 2992 / 9549/ 117236

2992: TRN TARYET S.A , C/. Vizconde de Matamala, 1,
28028- MADRID , Madrid
ESA81598385

Campaña de reconocimientos geotécnicos
Estudio informativo integración del ferrocarril en Avilés
Avilés

DESTINATARIO

TRN TARYET S.A
C/. Vizconde de Matamala, 1
28028-MADRID

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: SPT-4 (De 15,25 a 16,55 m)

PROCEDENCIA: S-02

FECHA DE MUESTREO: 18/12/2019

ENSAYOS REALIZADOS

Determinación del contenido de humedad natural, según UNE-EN ISO 17892-1:2015
Determinación de la densidad de un suelo. Método de la balanza hidrostática, según norma UNE 103-301-1994.
Determinación del límite líquido (mediante aparato de Casagrande) y del límite plástico. Según UNE-EN ISO 17892-12:2019.
Determinación cuantitativa de la materia orgánica presente en una muestra de suelo, por oxidación del Permanganato Potásico, s/UNE 103-204-93

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.
Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L .

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/2175	22	54873	S .2020/150	17/02/2020

R-08-8

HUMEDAD SEGÚN UNE-EN ISO 17892-1:2015	
Humedad (%)	**15,5**

LÍMITES DE ATTERBERG SEGÚN UNE-EN ISO 17892-12:2019	
Límite líquido	**35,6**
Límite plástico	**26,7**
Índice de plasticidad	**8,9**

MATERIA ORGÁNICA SEGÚN UNE 103204-93	
Materia orgánica (%)	**0,72**

DENSIDAD DE UN SUELO. Según UNE 103,301:1994.		
Densidad húmeda	g/cm³	**1,385**
Humedad	%	15,5
Densidad seca	g/cm³	**1,199**

OBSERVACIONES:
La muestra no permite realizar el ensayo de compresión simple.

RESP. TÉCNICO DE ÀREA
Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO
Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/2176	23	54874	S .2020/151	17/02/2020

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 2992 / 9549/ 117236

2992: TRN TARYET S.A , C/. Vizconde de Matamala, 1,
28028- MADRID , Madrid
ESA81598385

Campaña de reconocimientos geotécnicos
Estudio informativo integración del ferrocarril en Avilés
Avilés

DESTINATARIO

R-08-8

TRN TARYET S.A
C/. Vizconde de Matamala, 1
28028-MADRID

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: SPT2 (De 10, 60 a 11.20 m)

PROCEDENCIA: S-03

FECHA DE MUESTREO: 03/12/2019

ENSAYOS REALIZADOS

Determinación del contenido de humedad natural, según UNE-EN ISO 17892-1:2015
Determinación de la densidad de un suelo. Método de la balanza hidrostática, según norma UNE 103-301-1994.
Determinación del límite líquido (mediante aparato de Casagrande) y del límite plástico. Según UNE-EN ISO 17892-12:2019.
Determinación cuantitativa de sulfatos en un suelo según UNE 103,201:1996.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.
Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L .

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/2176	23	54874	S .2020/151	17/02/2020

R-08-8

HUMEDAD
SEGÚN UNE-EN ISO 17892-1:2015

Humedad (%)	**41,7**

LÍMITES DE ATTERBERG
SEGÚN UNE-EN ISO 17892-12:2019

Límite líquido	**59,6**
Límite plástico	**40,3**
Índice de plasticidad	**19,4**

CONTENIDO EN SULFATOS SOLUBLES
SEGÚN UNE 103,201:1996

Contenido en SO_3 (%)	**0,04**

DENSIDAD DE UN SUELO. Según UNE 103,301:1994.		
Densidad húmeda	g/cm³	**1,709**
Humedad	%	41,7
Densidad seca	g/cm³	**1,206**

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA
Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO
Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/2476	24	54953	S .2020/182	23/02/2020

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 2992 / 9549/ 117236

2992: TRN TARYET S.A , C/. Vizconde de Matamala, 1,
28028- MADRID , Madrid
ESA81598385

Campaña de reconocimientos geotécnicos
Estudio informativo integración del ferrocarril en Avilés
Avilés

DESTINATARIO

R-08-8

TRN TARYET S.A
C/. Vizconde de Matamala, 1
28028-MADRID

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: TP-2 (De 20.40 a 20.75 m)

PROCEDENCIA: S-02

FECHA DE MUESTREO: 19/12/2019

ENSAYOS REALIZADOS

Determinación del contenido de humedad natural, según UNE-EN ISO 17892-1:2015
Determinación de la densidad de un suelo. Método de la balanza hidrostática, según norma UNE 103-301-1994.
Determinación del límite líquido (mediante aparato de Casagrande) y del límite plástico. Según UNE-EN ISO 17892-12:2019.
Determinación cuantitativa de sulfatos en un suelo según UNE 103,201:1996.
Ensayo de compresión no confinada, en suelos. Según UNE-EN ISO 17892-7:2019.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.
Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L .

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/2476	24	54953	S .2020/182	23/02/2020

R-08-8

HUMEDAD SEGÚN UNE-EN ISO 17892-1:2015	
Humedad (%)	**17,6**

LÍMITES DE ATTERBERG SEGÚN UNE-EN ISO 17892-12:2019	
Límite líquido	**36,5**
Límite plástico	**25,6**
Índice de plasticidad	**10,9**

CONTENIDO EN SULFATOS SOLUBLES SEGÚN UNE 103,201:1996	
Contenido en SO_3 (%)	**0,00**

DENSIDAD DE UN SUELO. Según UNE 103,301:1994.		
Densidad húmeda	g/cm³	**1,944**
Humedad	%	17,6
Densidad seca	g/cm³	**1,653**

SUELO: COMPRESIÓN NO CONFINADA. Según UNE-EN ISO 17892-7:2019.		
DATOS INICIALES DE LA PROBETA		
Diámetro	mm	67,5
Altura	mm	159,8
Sección	cm²	35,89
Volumen	cm³	573,5
Peso húmedo	g	1153,8
Humedad	%	17,6
Densidad húmeda	Mg/m³	2,012
Densidad seca	Mg/m³	1,711
DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO		
Velocidad de deformación	mm/min	2,40
Carga máxima	kg	26
Deformación máxima	mm	5,0
Sección corregida	cm²	36,00
Tensión máxima	kg/cm²	0,72
Tensión máxima	kPa	**71**
Deformación en rotura	%	**3,1**

Observaciones: 1 kg/cm² = 98.07 kPa.

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA
Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO
Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/2477	25	54958	S .2020/186	23/02/2020

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 2992 / 9549/ 117236

2992: TRN TARYET S.A , C/. Vizconde de Matamala, 1,
28028- MADRID , Madrid
ESA81598385

Campaña de reconocimientos geotécnicos
Estudio informativo integración del ferrocarril en Avilés
Avilés

DESTINATARIO

R-08-8

TRN TARYET S.A
C/. Vizconde de Matamala, 1
28028-MADRID

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: TP-9 (De 45.25 a 45.75 m)

PROCEDENCIA: S-01

FECHA DE MUESTREO: 16/12/2019

ENSAYOS REALIZADOS

Ensayo de compresión uniaxial en roca, según UNE 22950-1:1990.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.
Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L .

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/2477	25	54958	S .2020/186	23/02/2020

R-08-8

COMPRESIÓN UNIAXIAL EN ROCA Según norma UNE 22-950-90 Parte 1.		
Localización		**S-01, TP-9 (De 45.25 a 45.75 m)**
Orientación del eje de carga.		Juntas con relleno de calcita
Número de probetas ensayadas		1 (testigo de sondeo facilitado por el cliente)
Diámetro	mm	71,5
Altura	mm	159,8
Forma de rotura		A favor de las juntas
Carga de rotura	N	3998
Resistencia a compresión uniaxial	MPa	**1,00**
Desviaciones respecto a la Norma		Altura/diametro <2,5

Observaciones: 1 MPa = 1 N/mm² = 10.2 kg/cm²

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA
Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO
Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/2478	26	54963	S .2020/190	23/02/2020

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 2992 / 9549/ 117236

2992: TRN TARYET S.A , C/. Vizconde de Matamala, 1,
28028- MADRID , Madrid
ESA81598385

Campaña de reconocimientos geotécnicos
Estudio informativo integración del ferrocarril en Avilés
Avilés

DESTINATARIO

R-08-8

TRN TARYET S.A
C/. Vizconde de Matamala, 1
28028-MADRID

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: TP-7 (De 32,80 a 33,15 m)

PROCEDENCIA: S-01,

FECHA DE MUESTREO: 13/12/2019

ENSAYOS REALIZADOS

Determinación del límite líquido (mediante aparato de Casagrande) y del límite plástico. Según UNE-EN ISO 17892-12:2019.
Análisis granulométrico por tamizado en suelos. Según UNE-EN ISO 17892-4:2019
Determinación del contenido de humedad natural, según UNE-EN ISO 17892-1:2015
Determinación de la densidad de un suelo. Método de la balanza hidrostática, según norma UNE 103-301-1994.
Ensayo de compresión no confinada, en suelos. Según UNE-EN ISO 17892-7:2019.
Determinación cuantitativa de sulfatos en un suelo según UNE 103,201:1996.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.
Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L .

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/2478	26	54963	S .2020/190	23/02/2020

R-08-8

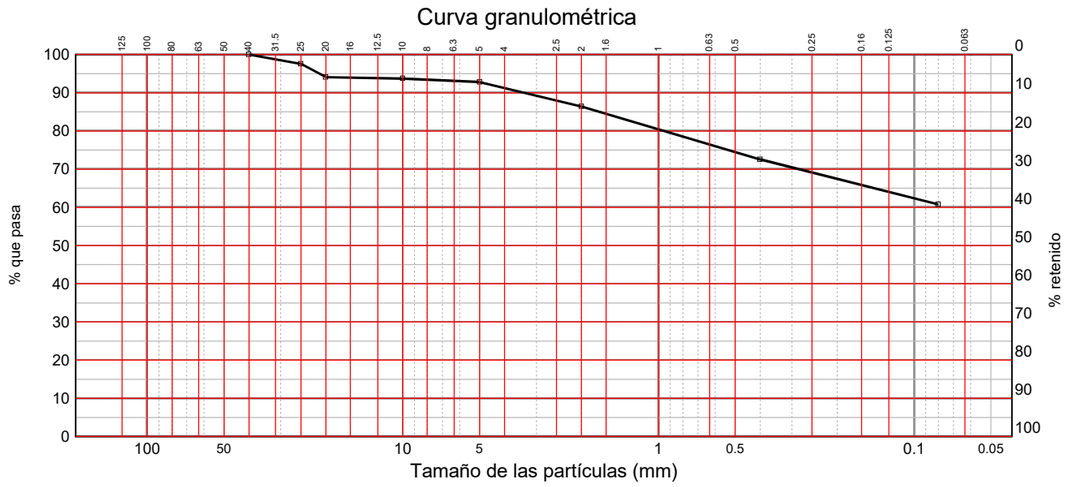
LÍMITES DE ATTERBERG
SEGÚN UNE-EN ISO 17892-12:2019

Límite líquido	**34,2**
Límite plástico	**22,6**
Índice de plasticidad	**11,6**

HUMEDAD
SEGÚN UNE-EN ISO 17892-1:2015

Humedad (%)	**11,4**

Ident-Granulom. tamiz. suelos S/UNE-EN ISO 17892-4:2019								
Tamiz (mm)	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
Pasa (%)	100	98	94	94	93	86	73	60,8



DENSIDAD DE UN SUELO. Según UNE 103,301:1994.		
Densidad húmeda	g/cm³	**2,309**
Humedad	%	11,4
Densidad seca	g/cm³	**2,073**

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA
Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO
Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/2478	26	54963	S .2020/190	23/02/2020

R-08-8

SUELO: COMPRESIÓN NO CONFINADA. Según UNE-EN ISO 17892-7:2019.		
DATOS INICIALES DE LA PROBETA		
Diámetro	mm	70,5
Altura	mm	169,2
Sección	cm²	39,15
Volumen	cm³	662,4
Peso húmedo	g	1450,7
Humedad	%	11,4
Densidad húmeda	Mg/m³	2,190
Densidad seca	Mg/m³	1,966
DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO		
Velocidad de deformación	mm/min	2,54
Carga máxima	kg	370
Deformación máxima	mm	2,8
Sección corregida	cm²	39,21
Tensión máxima	kg/cm²	9,44
Tensión máxima	kPa	**926**
Deformación en rotura	%	**1,7**

Observaciones: 1 kg/cm² = 98.07 kPa.

CONTENIDO EN SULFATOS SOLUBLES
SEGÚN UNE 103,201:1996

Contenido en SO_3 (%)	**0,04**

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA
Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO
Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/2636	27	54965	S .2020/192	26/02/2020

ACTA DE RESULTADOS

R-08-8

CLIENTE / OBRA / EXP.: 2992 / 9549/ 117236

2992: TRN TARYET S.A , C/. Vizconde de Matamala, 1,
28028- MADRID , Madrid
ESA81598385

Campaña de reconocimientos geotécnicos
Estudio informativo integración del ferrocarril en Avilés
Avilés

DESTINATARIO

TRN TARYET S.A
C/. Vizconde de Matamala, 1
28028-MADRID

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: TP-4 (De 26,70 a 27,00 m)

PROCEDENCIA: S-02

FECHA DE MUESTREO: 19/12/2019

ENSAYOS REALIZADOS

Ensayo de compresión no confinada, en suelos. Según UNE-EN ISO 17892-7:2019.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.
Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L .

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/2636	27	54965	S .2020/192	26/02/2020

R-08-8

SUELO: COMPRESIÓN NO CONFINADA. Según UNE-EN ISO 17892-7:2019.		
DATOS INICIALES DE LA PROBETA		
Diámetro	mm	60,0
Altura	mm	135,0
Sección	cm²	28,27
Volumen	cm³	381,6
Peso húmedo	g	776,8
Humedad	%	26,5
Densidad húmeda	Mg/m³	2,036
Densidad seca	Mg/m³	1,609
DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO		
Velocidad de deformación	mm/min	2,02
Carga máxima	kg	30
Deformación máxima	mm	16,0
Sección corregida	cm²	28,61
Tensión máxima	kg/cm²	1,05
Tensión máxima	kPa	**103**
Deformación en rotura	%	**11,9**

Observaciones: 1 kg/cm² = 98.07 kPa.

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA
Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO
Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/2637	28	54966	S .2020/193	26/02/2020

ACTA DE RESULTADOS

R-08-8

CLIENTE / OBRA / EXP.: 2992 / 9549/ 117236

2992: TRN TARYET S.A , C/. Vizconde de Matamala, 1,
28028- MADRID , Madrid
ESA81598385

Campaña de reconocimientos geotécnicos
Estudio informativo integración del ferrocarril en Avilés
Avilés

DESTINATARIO

TRN TARYET S.A
C/. Vizconde de Matamala, 1
28028-MADRID

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: TP-3 (De 22,45 a 22,70 m)

PROCEDENCIA: S-03

FECHA DE MUESTREO: 03/12/2019

ENSAYOS REALIZADOS

Ensayo de compresión no confinada, en suelos. Según UNE-EN ISO 17892-7:2019.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.
Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L .

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/2637	28	54966	S .2020/193	26/02/2020

R-08-8

SUELO: COMPRESIÓN NO CONFINADA. Según UNE-EN ISO 17892-7:2019.		
DATOS INICIALES DE LA PROBETA		
Diámetro	mm	70,0
Altura	mm	172,5
Sección	cm²	38,48
Volumen	cm³	663,8
Peso húmedo	g	1346,2
Humedad	%	19,9
Densidad húmeda	Mg/m³	2,028
Densidad seca	Mg/m³	1,691
DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO		
Velocidad de deformación	mm/min	2,59
Carga máxima	kg	931
Deformación máxima	mm	1,92
Sección corregida	cm²	38,52
Tensión máxima	kg/cm²	24,17
Tensión máxima	kPa	**2370**
Deformación en rotura	%	**1,1**

Observaciones: 1 kg/cm² = 98.07 kPa.

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA
Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO
Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/2923	29	54959	S .2020/187	03/03/2020

ACTA DE RESULTADOS

R-08-8

CLIENTE / OBRA / EXP.: 2992 / 9549/ 117236

2992: TRN TARYET S.A , C/. Vizconde de Matamala, 1,
28028- MADRID , Madrid
ESA81598385

Campaña de reconocimientos geotécnicos
Estudio informativo integración del ferrocarril en Avilés
Avilés

DESTINATARIO

TRN TARYET S.A
C/. Vizconde de Matamala, 1
28028-MADRID

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: TP-4 (De 18,00 a 18,30 m)

PROCEDENCIA: S-01

FECHA DE MUESTREO: 11/12/2019

ENSAYOS REALIZADOS

Determinación de la resistencia a la compresión uniaxial, módulo de elasticidad (Young) y del coeficiente de Poisson de una muestra de roca. Según UNE 22950-3:1990.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.
Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L .

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

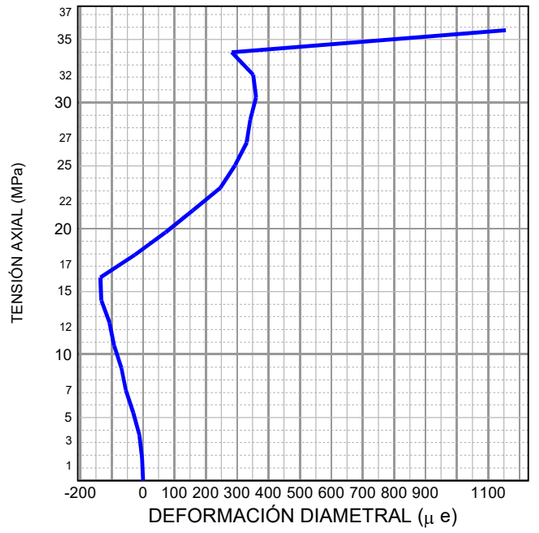
LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

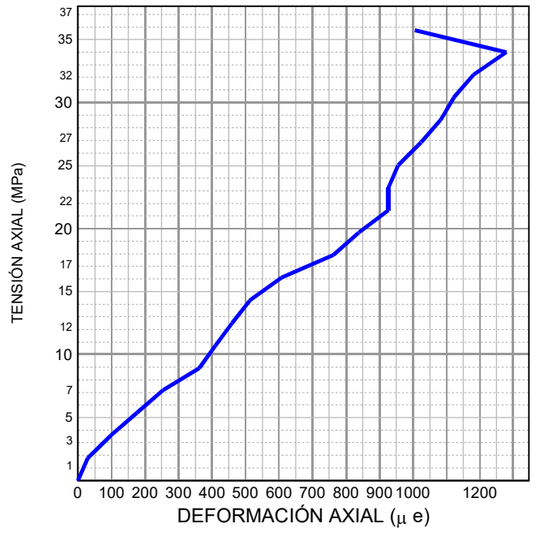
Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/2923	29	54959	S .2020/187	03/03/2020

R-08-8

COMPRESIÓN UNIAXIAL, MÓDULO DE YOUNG Y COEFICIENTE DE POISSON EN ROCA. Según norma UNE 22-950-90 Parte 3.		
DATOS DE LA PROBETA		
Orientación del eje de carga		Aspecto masivo
Número de probetas ensayadas		1 (testigo de sondeo facilitado por el cliente)
Diámetro	mm	71,6
Altura	mm	176,6
Forma de rotura		Según eje de carga
Desviaciones respecto a la Norma		No
RESULTADOS DE ENSAYO		
Resistencia a compresión uniaxial	MPa	**35,8**
Módulo medio de Young	MPa	**25917,87**
Coeficiente de Poisson		**0,30**

Observaciones: 1 MPa = 1 N/mm² = 10.2 kg/cm²





OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA
Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO
Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/1240	3	54699	S .2020/61	30/01/2020

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 2992 / 9549/ 117236

2992: TRN TARYET S.A , C/. Vizconde de Matamala, 1,
28028- MADRID , Madrid
ESA81598385

Campaña de reconocimientos geotécnicos
Estudio informativo integración del ferrocarril en Avilés
Avilés

DESTINATARIO

R-08-8

TRN TARYET S.A
C/. Vizconde de Matamala, 1
28028-MADRID

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: Limo arcilloso

PROCEDENCIA: C-02 (A 2,20 metros)

FECHA DE MUESTREO: 16/01/2020

ENSAYOS REALIZADOS

Determinación del contenido de humedad natural, según UNE-EN ISO 17892-1:2015
Determinación de la densidad de un suelo. Método de la balanza hidrostática, según norma UNE 103-301-1994.
Determinación del límite líquido (mediante aparato de Casagrande) y del límite plástico. Según UNE-EN ISO 17892-12:2019.
Análisis granulométrico por tamizado en suelos. Según UNE-EN ISO 17892-4:2019
Ensayo Próctor Modificado s/UNE 103,501/94.
Indice de C. B. R. en laboratorio, sin incluir ensayo Próctor (tres puntos), s/UNE 103-502-95 con compactación Próctor Modificado

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.
Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L .

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/1240	3	54699	S .2020/61	30/01/2020

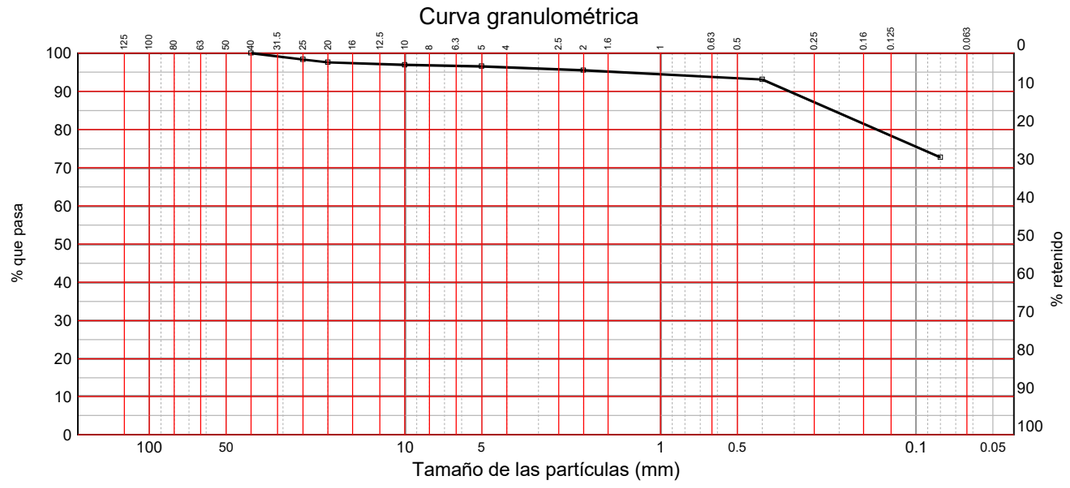
R-08-8

HUMEDAD SEGÚN UNE-EN ISO 17892-1:2015	
Humedad (%)	**21,5**

LÍMITES DE ATTERBERG SEGÚN UNE-EN ISO 17892-12:2019	
Límite líquido	**31,6**
Límite plástico	**21,4**
Índice de plasticidad	**10,2**

DENSIDAD DE UN SUELO. Según UNE 103,301:1994.		
Densidad húmeda	g/cm³	**1,468**
Humedad	%	21,5
Densidad seca	g/cm³	**1,208**

Ident-Granulom. tamiz. suelos S/UNE-EN ISO 17892-4:2019								
Tamiz (mm)	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
Pasa (%)	100	98	98	97	97	96	93	72,7



Densidad máxima 1,78 Humedad óptima 18,4 %

OBSERVACIONES:

Se precisa realizar ensayo proctor previamente al ensayo C.B.R.

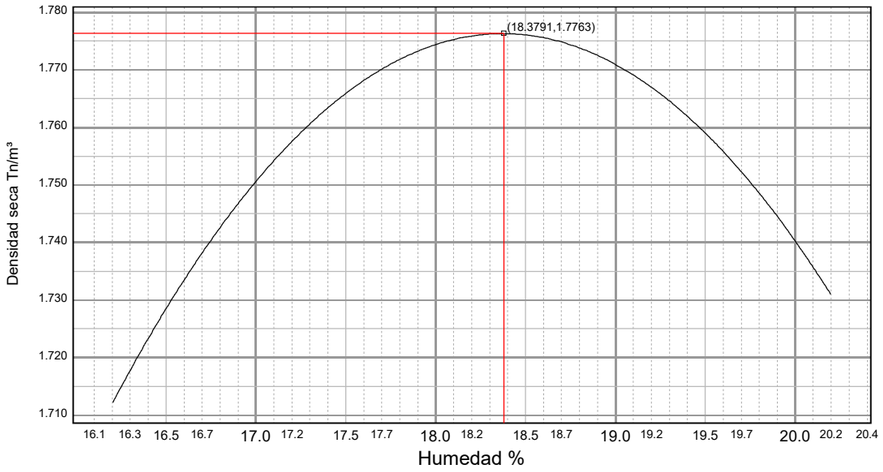
RESP. TÉCNICO DE ÀREA
Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO
Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

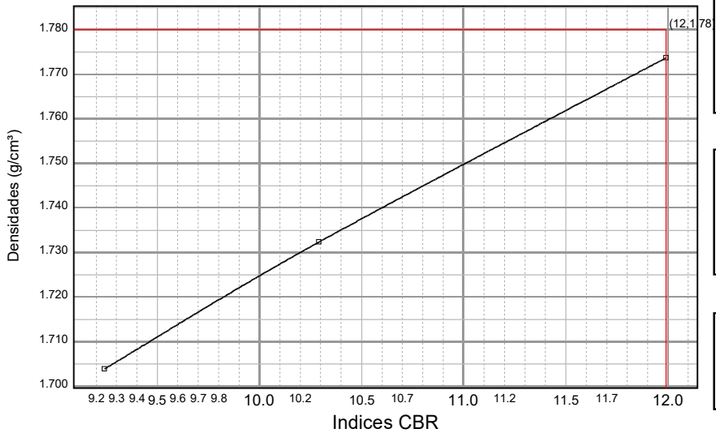
LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/1240	3	54699	S .2020/61	30/01/2020

R-08-8



Grafica Indice CBR/Densidad



PROCTOR MODIFICADO	
Densidad máxima	1,780 g/cm³
Humedad óptima	18,4 %
Compactación (100%)	1,780 g/cm³.

Compactación	Densidad	Indice CBR
95 %	1,691 g/cm³	9
98 %	1,744 g/cm³	11
100 %	1,780 g/cm³	12

Indice CBR (100%)	12
Hinchamiento (100%)	0,71 %
Absorción (100%)	2,26 %

	MOLDE A	MOLDE B	MOLDE C
Energia compactación	25% (15 golpes)	50% (30 golpes)	100% (60 golpes)
Densidad	1,704 g/cm³	1,732 g/cm³	1,774 g/cm³
Humedad	18,1 %	18,1 %	18,1 %
Absorción	3,29 %	2,79 %	2,26 %
Hinchamiento	0,97 %	0,80 %	0,71 %
Indice C.B.R.	9	10	12

Norma: UNE 103,502	Material retenido tamiz 20 mm. UNE: 2,00 %	Sobrecarga utilizada: 4,5 Kg.	Se ha efectuado sustitución de material: No

OBSERVACIONES:

Se precisa realizar ensayo proctor previamente al ensayo C.B.R.

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/2924	30	54961	S .2020/188	03/03/2020

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 2992 / 9549/ 117236

2992: TRN TARYET S.A , C/. Vizconde de Matamala, 1,
28028- MADRID , Madrid
ESA81598385

Campaña de reconocimientos geotécnicos
Estudio informativo integración del ferrocarril en Avilés
Avilés

DESTINATARIO

R-08-8

TRN TARYET S.A
C/. Vizconde de Matamala, 1
28028-MADRID

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: TP-3 (De 12.25 a 12.55 m)

PROCEDENCIA: S-01

FECHA DE MUESTREO: 11/12/2019

ENSAYOS REALIZADOS

Determinación de la resistencia a la compresión uniaxial, módulo de elasticidad (Young) y del coeficiente de Poisson de una muestra de roca. Según UNE 22950-3:1990.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.
Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L .

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

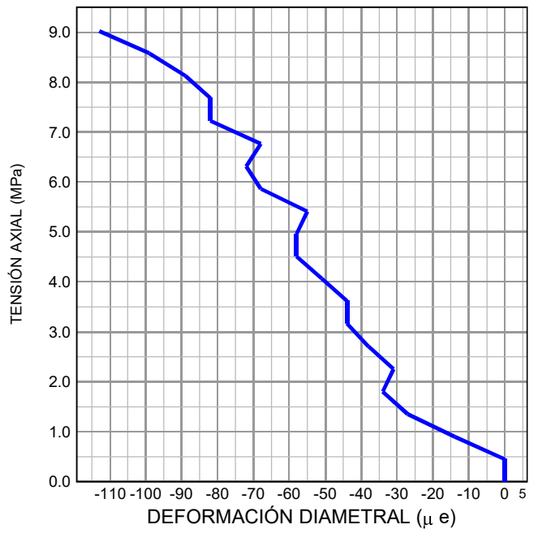
LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

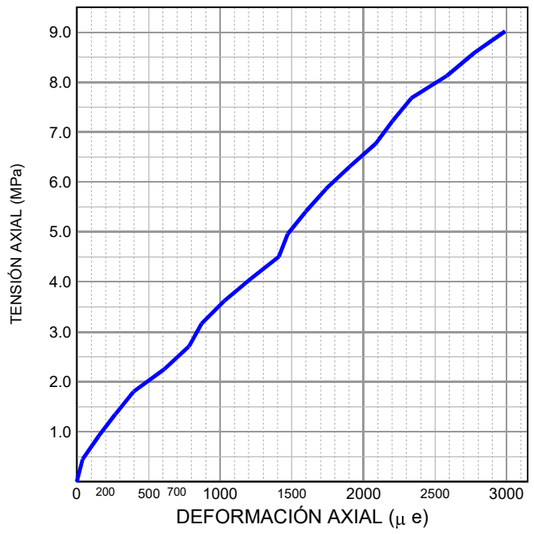
Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/2924	30	54961	S .2020/188	03/03/2020

R-08-8

COMPRESIÓN UNIAXIAL, MÓDULO DE YOUNG Y COEFICIENTE DE POISSON EN ROCA. Según norma UNE 22-950-90 Parte 3.		
DATOS DE LA PROBETA		
Orientación del eje de carga		Juntas sin orientación definida
Número de probetas ensayadas		1 (testigo de sondeo facilitado por el cliente)
Diámetro	mm	71,5
Altura	mm	194,3
Forma de rotura		A favor de juntas
Desviaciones respecto a la Norma		No
RESULTADOS DE ENSAYO		
Resistencia a compresión uniaxial	MPa	**9,0**
Módulo medio de Young	MPa	**3141,36**
Coeficiente de Poisson		**0,02**

Observaciones: 1 MPa = 1 N/mm² = 10.2 kg/cm²





OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/2925	31	54964	S .2020/191	03/03/2020

ACTA DE RESULTADOS

R-08-8

CLIENTE / OBRA / EXP.: 2992 / 9549/ 117236

2992: TRN TARYET S.A , C/. Vizconde de Matamala, 1,
28028- MADRID , Madrid
ESA81598385

Campaña de reconocimientos geotécnicos
Estudio informativo integración del ferrocarril en Avilés
Avilés

DESTINATARIO

TRN TARYET S.A
C/. Vizconde de Matamala, 1
28028-MADRID

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: TP 6 (De 25,50 a 25,80 m)

PROCEDENCIA: S-01

FECHA DE MUESTREO: 13/12/2019

ENSAYOS REALIZADOS

Determinación de la resistencia a la compresión uniaxial, módulo de elasticidad (Young) y del coeficiente de Poisson de una muestra de roca. Según UNE 22950-3:1990.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.
Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L .

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

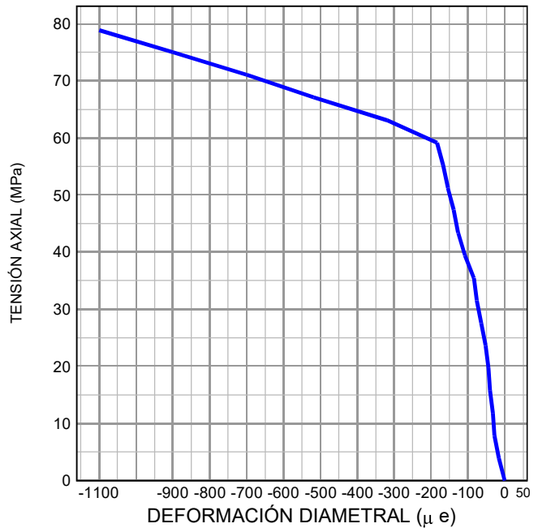
LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

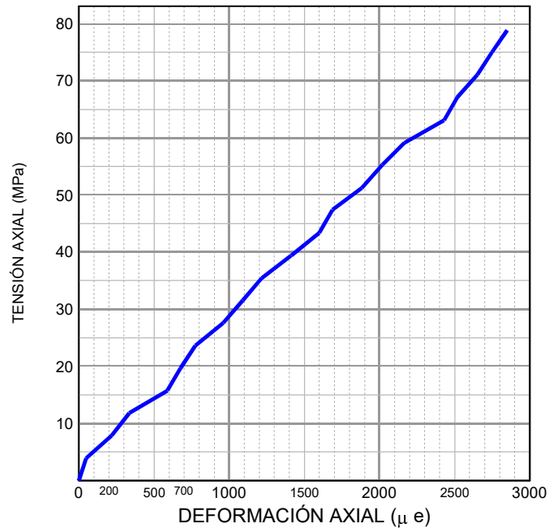
Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/2925	31	54964	S .2020/191	03/03/2020

R-08-8

COMPRESIÓN UNIAXIAL, MÓDULO DE YOUNG Y COEFICIENTE DE POISSON EN ROCA. Según norma UNE 22-950-90 Parte 3.		
DATOS DE LA PROBETA		
Orientación del eje de carga		Aspecto masivo
Número de probetas ensayadas		1 (testigo de sondeo facilitado por el cliente)
Diámetro	mm	61,3
Altura	mm	173,6
Forma de rotura		Según eje de carga
Desviaciones respecto a la Norma		No
RESULTADOS DE ENSAYO		
Resistencia a compresión uniaxial	MPa	**78,9**
Módulo medio de Young	MPa	**26432,16**
Coeficiente de Poisson		**0,11**

Observaciones: 1 MPa = 1 N/mm² = 10.2 kg/cm²





OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/3151	32	54962	S .2020/189	06/03/2020

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 2992 / 9549/ 117236

2992: TRN TARYET S.A , C/. Vizconde de Matamala, 1,
28028- MADRID , Madrid
ESA81598385

Campaña de reconocimientos geotécnicos
Estudio informativo integración del ferrocarril en Avilés
Avilés

DESTINATARIO

R-08-8

TRN TARYET S.A
C/. Vizconde de Matamala, 1
28028-MADRID

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: TP 2 (De 19,30 a 19.60 m)

PROCEDENCIA: S-03

FECHA DE MUESTREO: 03/12/2019

ENSAYOS REALIZADOS

Determinación de la resistencia a la compresión uniaxial, módulo de elasticidad (Young) y del coeficiente de Poisson de una muestra de roca. Según UNE 22950-3:1990.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.
Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L .

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

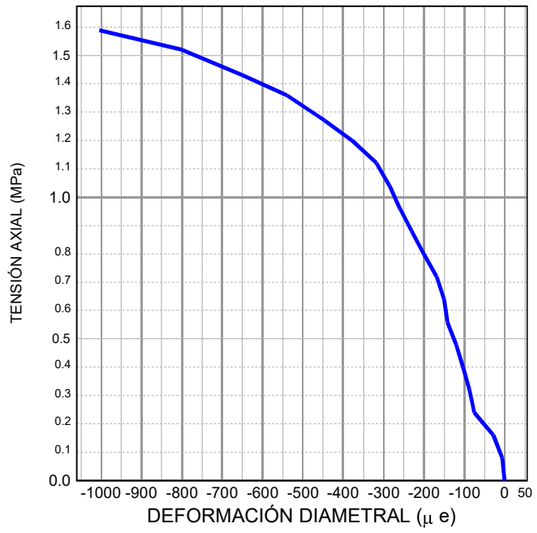
LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

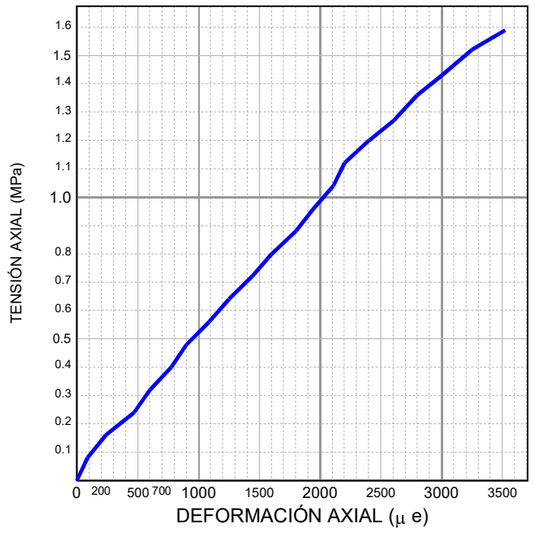
Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/3151	32	54962	S .2020/189	06/03/2020

R-08-8

COMPRESIÓN UNIAXIAL, MÓDULO DE YOUNG Y COEFICIENTE DE POISSON EN ROCA. Según norma UNE 22-950-90 Parte 3.		
DATOS DE LA PROBETA		
Orientación del eje de carga		Aspecto masivo
Número de probetas ensayadas		1 (testigo de sondeo facilitado por el cliente)
Diámetro	mm	70,7
Altura	mm	168,0
Forma de rotura		Según eje de carga
Desviaciones respecto a la Norma		Altura / diámetro < 2,5
RESULTADOS DE ENSAYO		
Resistencia a compresión uniaxial	MPa	**1,59**
Módulo medio de Young	MPa	**457,14**
Coeficiente de Poisson		**0,16**

Observaciones: 1 MPa = 1 N/mm² = 10.2 kg/cm²





OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/3152	33	54967	S .2020/194	06/03/2020

ACTA DE RESULTADOS

R-08-8

CLIENTE / OBRA / EXP.: 2992 / 9549/ 117236

2992: TRN TARYET S.A , C/. Vizconde de Matamala, 1,
28028- MADRID , Madrid
ESA81598385

Campaña de reconocimientos geotécnicos
Estudio informativo integración del ferrocarril en Avilés
Avilés

DESTINATARIO

TRN TARYET S.A
C/. Vizconde de Matamala, 1
28028-MADRID

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: TP 1 (De 16,80 a 17,05 m)

PROCEDENCIA: S-03

FECHA DE MUESTREO: 03/12/2019

ENSAYOS REALIZADOS

Determinación de la resistencia a la compresión uniaxial, módulo de elasticidad (Young) y del coeficiente de Poisson de una muestra de roca. Según UNE 22950-3:1990.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.
Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L .

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

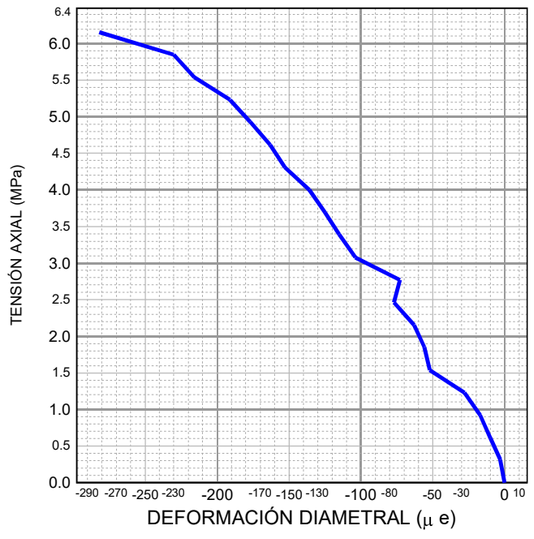
LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

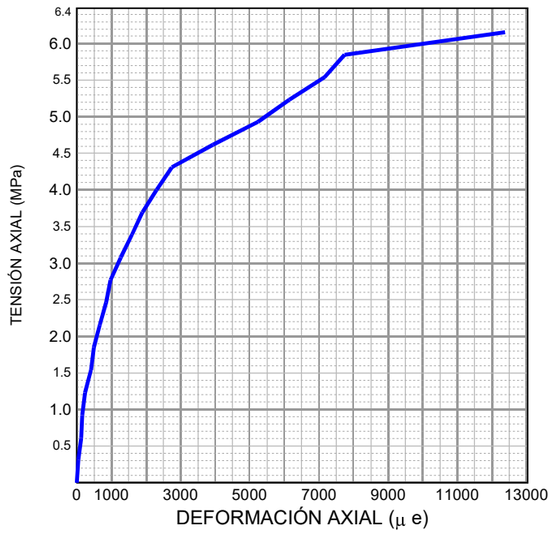
Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/3152	33	54967	S .2020/194	06/03/2020

R-08-8

COMPRESIÓN UNIAXIAL, MÓDULO DE YOUNG Y COEFICIENTE DE POISSON EN ROCA. Según norma UNE 22-950-90 Parte 3.		
DATOS DE LA PROBETA		
Orientación del eje de carga		Aspecto masivo
Número de probetas ensayadas		1 (testigo de sondeo facilitado por el cliente)
Diámetro	mm	70,2
Altura	mm	142,7
Forma de rotura		Según eje de carga
Desviaciones respecto a la Norma		Altura / diámetro < 2,5
RESULTADOS DE ENSAYO		
Resistencia a compresión uniaxial	MPa	**6,16**
Módulo medio de Young	MPa	**2651,05**
Coeficiente de Poisson		**0,09**

Observaciones: 1 MPa = 1 N/mm² = 10.2 kg/cm²





OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/3237	34	54872	S .2020/149	09/03/2020

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 2992 / 9549/ 117236

2992: TRN TARYET S.A , C/. Vizconde de Matamala, 1,
28028- MADRID , Madrid
ESA81598385

Campaña de reconocimientos geotécnicos
Estudio informativo integración del ferrocarril en Avilés
Avilés

DESTINATARIO

R-08-8

TRN TARYET S.A
C/. Vizconde de Matamala, 1
28028-MADRID

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: MI-2 (De 6.00 a 6.60 m)

PROCEDENCIA: S-02

FECHA DE MUESTREO: 17/12/2019

ENSAYOS REALIZADOS

Determinación del contenido de humedad natural, según UNE-EN ISO 17892-1:2015
Determinación de la densidad de un suelo. Método de la balanza hidrostática, según norma UNE 103-301-1994.
Determinación del límite líquido (mediante aparato de Casagrande) y del límite plástico. Según UNE-EN ISO 17892-12:2019.
Análisis granulométrico por tamizado en suelos. Según UNE-EN ISO 17892-4:2019
Determinación cuantitativa de sulfatos en un suelo según UNE 103,201:1996.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.
Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L .

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/3237	34	54872	S .2020/149	09/03/2020

R-08-8

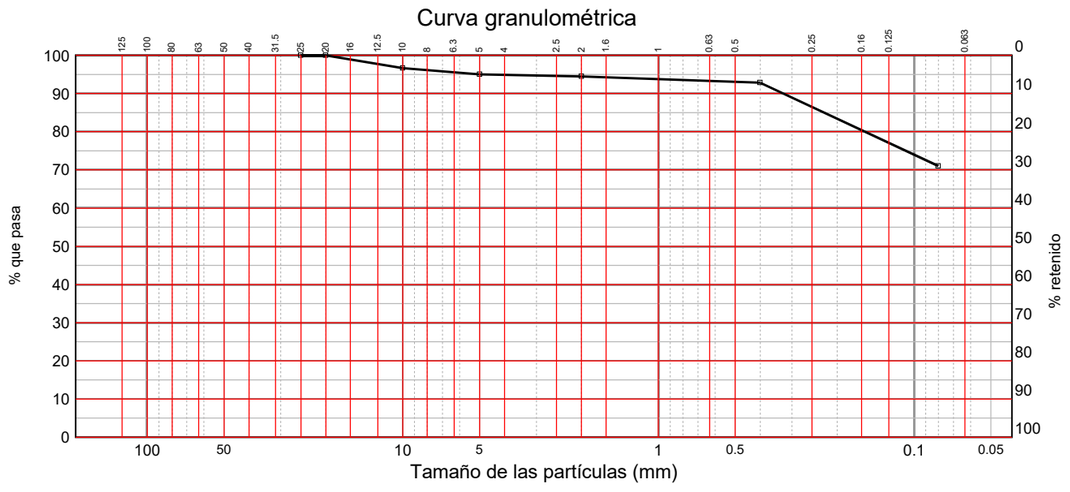
HUMEDAD SEGÚN UNE-EN ISO 17892-1:2015	
Humedad (%)	**26,8**

LÍMITES DE ATTERBERG SEGÚN UNE-EN ISO 17892-12:2019	
Límite líquido	**27,1**
Límite plástico	**16,4**
Índice de plasticidad	**10,7**

CONTENIDO EN SULFATOS SOLUBLES SEGÚN UNE 103,201:1996	
Contenido en SO_3 (%)	**0,04**

DENSIDAD DE UN SUELO. Según UNE 103,301:1994.		
Densidad húmeda	g/cm³	**1,988**
Humedad	%	26,8
Densidad seca	g/cm³	**1,568**

Ident-Granulom. tamiz. suelos S/UNE-EN ISO 17892-4:2019							
Tamiz (mm)	25	20	10	5	2	0,4	0,08
Pasa (%)	100	100	97	95	95	93	71,0



OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/3238	35	54872	S .2020/149	09/03/2020

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 2992 / 9549/ 117236

2992: TRN TARYET S.A , C/. Vizconde de Matamala, 1,
28028- MADRID , Madrid
ESA81598385

Campaña de reconocimientos geotécnicos
Estudio informativo integración del ferrocarril en Avilés
Avilés

DESTINATARIO

R-08-8

TRN TARYET S.A
C/. Vizconde de Matamala, 1
28028-MADRID

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: MI-2 (De 6.00 a 6.60 m)

PROCEDENCIA: S-02

FECHA DE MUESTREO: 17/12/2019

ENSAYOS REALIZADOS

Ensayo de Corte Directo de una muestra de suelo, consolidado y drenado (CD), según UNE 103,401:1998

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.
Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L .

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/3238	35	54872	S .2020/149	09/03/2020

R-08-8

CORTE DIRECTO Consolidado - drenado (CD). Según UNE 103,401:1998.				
CONSOLIDACIÓN; VELOCIDAD DE ROTURA (Método de Taylor)				
Tensión vertical aplicada	KPa	100	200	300
Altura de la probeta	mm	29,00	29,00	29,00
L_0	mm	27,90	26,90	26,08
L_{90}	mm	26,80	26,29	25,72
t_{90}	min	2,49	1,58	1,78
L_{50}	mm	27,29	26,56	25,88
L_{100}	mm	26,68	26,22	25,68
Deformación horizontal máxima	mm	5		
Altura consolidación primaria	mm	1,71	2,44	3,12
Coeficiente de Consolidación		1,00	3,20	4,64
Tiempo máximo al corte	min	29,36	18,63	20,99
Velocidad máxima	mm/min	0,17	0,27	0,24
DATOS GENERALES				
Humedad inicial	%	26,8		
Humedad final	%	26,9	27,0	26,5
Densidad aparente	g/cm³	2,061	2,059	2,044
Densidad seca inical	g/cm³	1,625	1,624	1,612
Índice de huecos inicial		0,600	0,601	0,613
Grado de saturación inicial	%	116,2	115,9	113,7
Índice de huecos final (de consolidación 100 KPa)		0,466		
Índice de huecos final (de consolidación 200 KPa)		0,425		
Índice de huecos final (de consolidación 300 KPa)		0,361		
TENSIONES				
Tensión normal	KPa	100	200	300
Tensión tangencial máxima	KPa	14	15	18
PARÁMETROS RESISTENTES DEL SUELO				
Ángulo de Rozamiento Interno	°	**1,1**		
Cohesión	KPa	**12**		

Observaciones: 1 kg/cm² = 98 kPa. Se ha adoptado, como densidad relativa de las partículas del suelo, 2.60 g/cm³ (para su determinación se habría de aplicar UNE-EN ISO 17892-3:2018.).

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA
Raúl Alonso Fernández
Geólogo

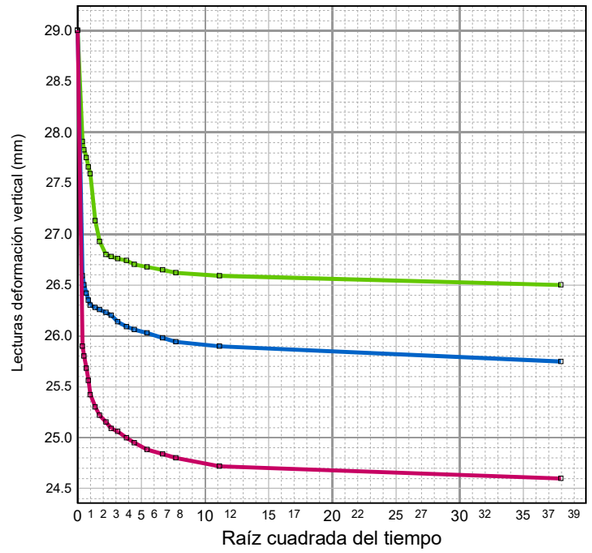
Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO
Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

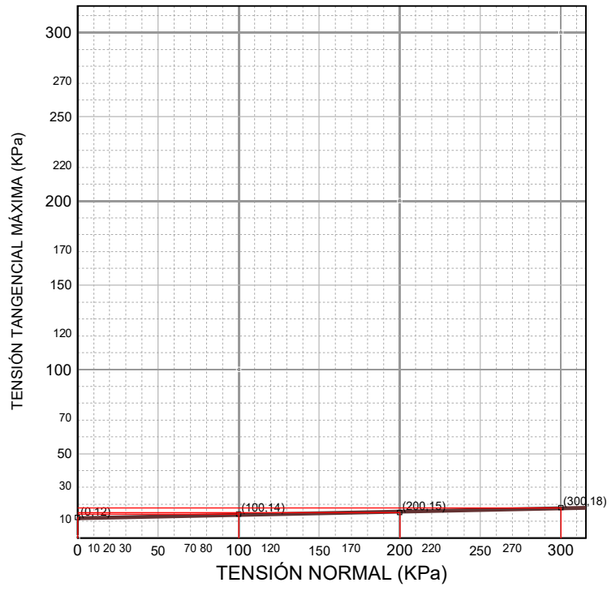
LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/3238	35	54872	S .2020/149	09/03/2020

R-08-8

CONSOLIDACIÓN (Método de Taylor)





OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA
Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO
Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/3285	36	54871	S .2020/148	10/03/2020

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 2992 / 9549/ 117236

2992: TRN TARYET S.A , C/. Vizconde de Matamala, 1,
28028- MADRID , Madrid
ESA81598385

Campaña de reconocimientos geotécnicos
Estudio informativo integración del ferrocarril en Avilés
Avilés

DESTINATARIO

R-08-8

TRN TARYET S.A
C/. Vizconde de Matamala, 1
28028-MADRID

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: MI-3 (De 10.00 a 10.60 m)

PROCEDENCIA: S-03

FECHA DE MUESTREO: 03/12/2019

ENSAYOS REALIZADOS

Determinación del contenido de humedad natural, según UNE-EN ISO 17892-1:2015
Determinación de la densidad de un suelo. Método de la balanza hidrostática, según norma UNE 103-301-1994.
Determinación del límite líquido (mediante aparato de Casagrande) y del límite plástico. Según UNE-EN ISO 17892-12:2019.
Análisis granulométrico por tamizado en suelos. Según UNE-EN ISO 17892-4:2019
Determinación del contenido de carbonatos en una muestra de suelo, según Norma UNE 103,200:1993

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.
Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L .

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/3285	36	54871	S .2020/148	10/03/2020

R-08-8

HUMEDAD SEGÚN UNE-EN ISO 17892-1:2015	
Humedad (%)	**54,6**

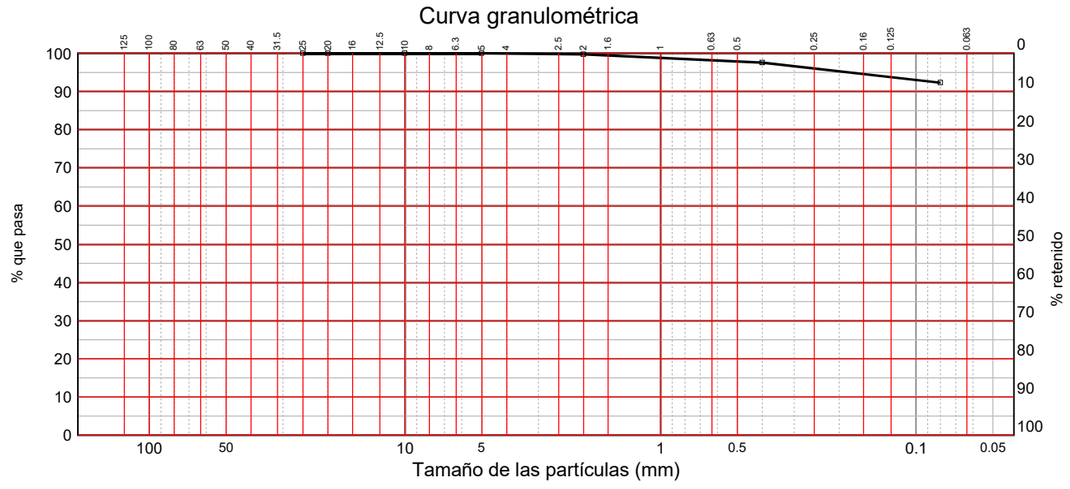
LÍMITES DE ATTERBERG SEGÚN UNE-EN ISO 17892-12:2019	
Límite líquido	**65,4**
Límite plástico	**40,8**
Índice de plasticidad	**24,6**

CONTENIDO DE CARBONATOS SEGÚN UNE 103,200:1993	
Contenido de Carbonatos (% $CaCO_3$)	**2,47**

DENSIDAD DE UN SUELO. Según UNE 103,301:1994.		
Densidad húmeda	g/cm³	**1,725**
Humedad	%	54,6
Densidad seca	g/cm³	**1,116**

Ident-Granulom. tamiz. suelos S/UNE-EN ISO 17892-4:2019							
Tamiz (mm)	25	20	10	5	2	0,4	0,08
Pasa (%)	100	100	100	100	100	98	92,4

Curva granulométrica



OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA
Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO
Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/3286	37	54871	S .2020/148	10/03/2020

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 2992 / 9549/ 117236

2992: TRN TARYET S.A , C/. Vizconde de Matamala, 1,
28028- MADRID , Madrid
ESA81598385

Campaña de reconocimientos geotécnicos
Estudio informativo integración del ferrocarril en Avilés
Avilés

DESTINATARIO

R-08-8

TRN TARYET S.A
C/. Vizconde de Matamala, 1
28028-MADRID

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: MI-3 (De 10.00 a 10.60 m)

PROCEDENCIA: S-03

FECHA DE MUESTREO: 03/12/2019

ENSAYOS REALIZADOS

Ensayo edométrico en célula de 50 mm para seis escalones de carga y tres de descarga (presión máxima 800 KPa). Según UNE 103405/94

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.
Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L .

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/3286	37	54871	S .2020/148	10/03/2020

R-08-8

CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL DE UN SUELO EN EDÓMETRO Según UNE 103405/94		
DATOS INICIALES		
Lectura inicial	mm	5,000

LECTURAS DE CARGA							
Tiempo / Presiones		25 KPa	50 KPa	100 KPa	200 KPa	400 KPa	800 KPa
10 s	mm	4,915	4,810	4,701	4,440	4,062	3,418
15 s	mm	4,910	4,808	4,697	4,430	4,054	3,410
30 s	mm	4,903	4,805	4,687	4,415	4,036	3,390
1 min	mm	4,896	4,800	4,663	4,393	4,010	3,360
2 min	mm	4,885	4,792	4,644	4,366	3,970	3,320
3 min	mm	4,880	4,790	4,632	4,345	3,946	3,296
5 min	mm	4,872	4,785	4,615	4,323	3,910	3,240
7 min	mm	4,868	4,780	4,600	4,306	3,880	3,180
10 min	mm	4,860	4,775	4,589	4,290	3,849	3,125
15 min	mm	4,851	4,773	4,576	4,267	3,804	3,058
20 min	mm	4,850	4,771	4,569	4,253	3,774	3,000
30 min	mm	4,847	4,768	4,560	4,236	3,730	2,908
45 min	mm	4,846	4,766	4,555	4,222	3,692	2,812
1 h	mm	4,845	4,764	4,551	4,214	3,670	2,744
2 h	mm	4,842	4,762	4,541	4,199	3,624	2,610
1 día	mm	4,834	4,756	4,522	4,170	3,520	2,430

LECTURAS DE DESCARGA				
Presiones	KPa	200	50	0
Lecturas	mm	2,862	3,300	3,828

RESULTADOS DE ENSAYO								
Humedad inicial	%	**54,6**						
Humedad final	%	**49,5**						
Densidad seca inicial	g/cm³	**1,074**						
Densidad relativa de partículas sólidas	g/cm³	**2,600**						
Índice de poros inicial; e_0		**1,421**						
Grado de saturación inicial	%	**99,9**						
Altura de sólido; Hs	cm	**0,826**						
CICLO DE CARGA	KPa	**25**	**50**	**100**	**200**	**400**	**800**	
Altura de la probeta; H	cm	**1,983**	**1,976**	**1,952**	**1,917**	**1,852**	**1,743**	
Índice de poros; e		**1,401**	**1,392**	**1,364**	**1,321**	**1,242**	**1,110**	
CICLO DE DESCARGA	KPa	**200**		**50**		**0**		
Altura de la probeta; H	cm	**1,786**		**1,830**		**1,883**		
Índice de poros; e		**1,163**		**1,216**		**1,280**		

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA
Raúl Alonso Fernández
Geólogo

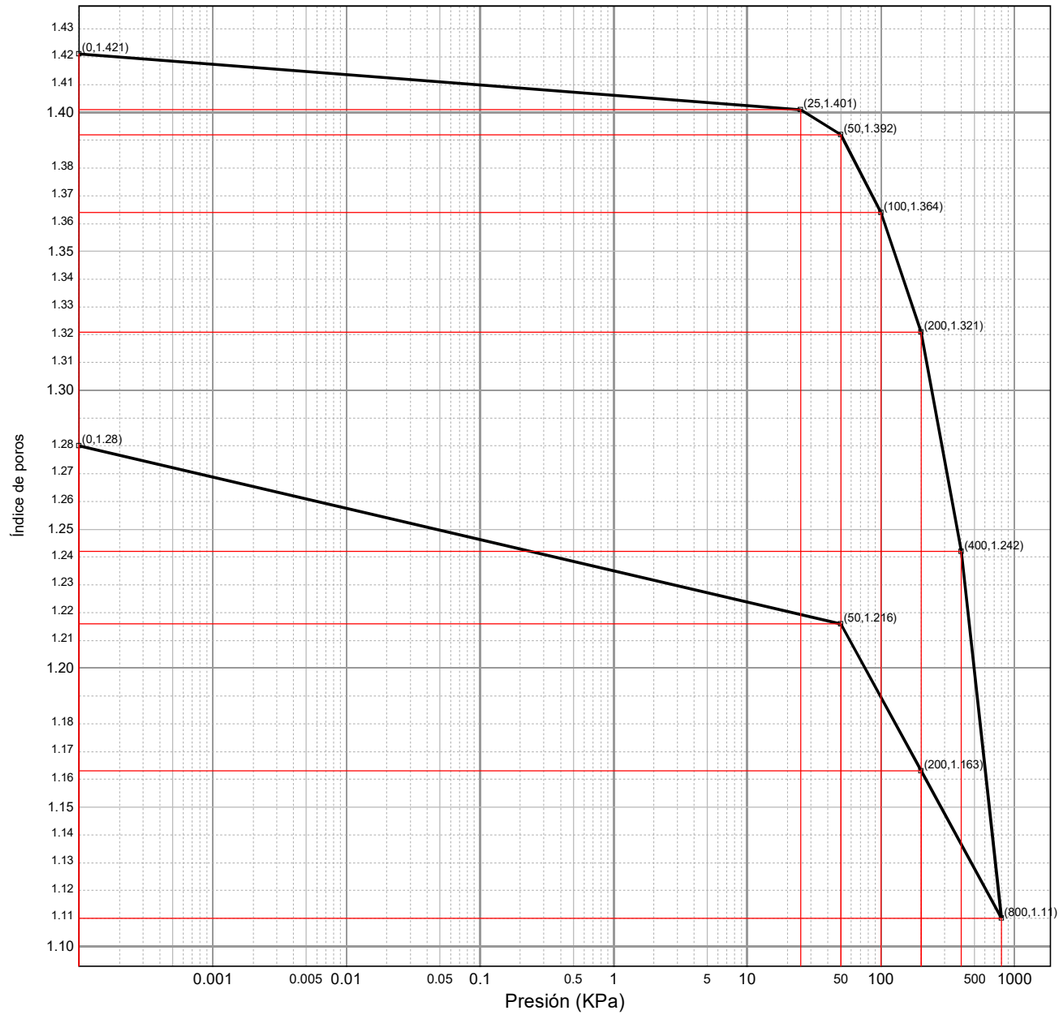
Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO
Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/3286	37	54871	S .2020/148	10/03/2020

R-08-8

CURVA EDOMÉTRICA



OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

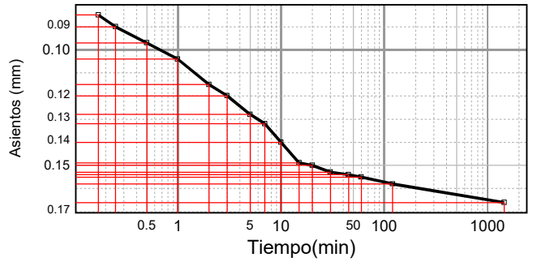
Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

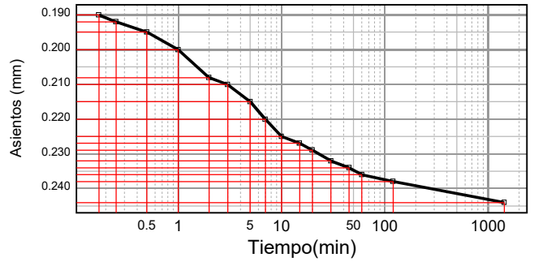
Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/3286	37	54871	S .2020/148	10/03/2020

R-08-8

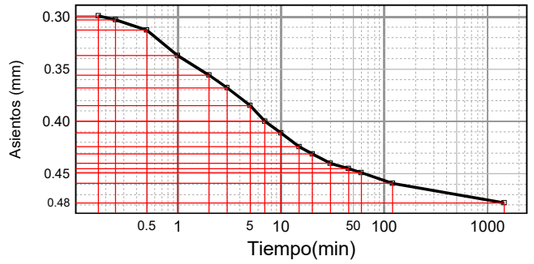
CURVA DE CONSOLIDACIÓN A 25 KPa



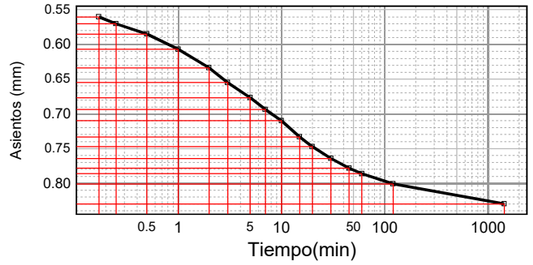
CURVA DE CONSOLIDACIÓN A 50 KPa



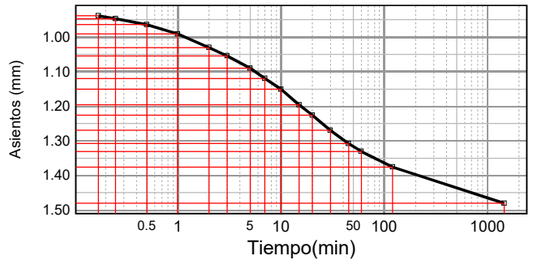
CURVA DE CONSOLIDACIÓN A 100 KPa



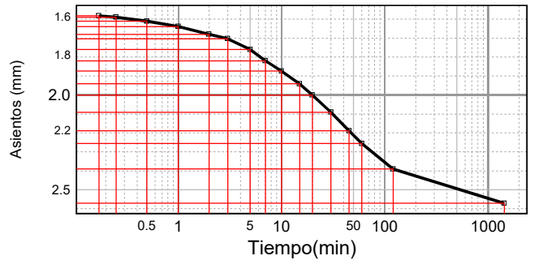
CURVA DE CONSOLIDACIÓN A 200 KPa



CURVA DE CONSOLIDACIÓN A 400 KPa



CURVA DE CONSOLIDACIÓN A 800 KPa



OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/3287	38	54956	S .2020/185	10/03/2020

ACTA DE RESULTADOS

R-08-8

CLIENTE / OBRA / EXP.: 2992 / 9549/ 117236

2992: TRN TARYET S.A , C/. Vizconde de Matamala, 1,
28028- MADRID , Madrid
ESA81598385

Campaña de reconocimientos geotécnicos
Estudio informativo integración del ferrocarril en Avilés
Avilés

DESTINATARIO

TRN TARYET S.A
C/. Vizconde de Matamala, 1
28028-MADRID

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: MI-4 (De 12.00 a 12,25 m)

PROCEDENCIA: S-02

FECHA DE MUESTREO: 18/12/2019

ENSAYOS REALIZADOS

Determinación del límite líquido (mediante aparato de Casagrande) y del límite plástico. Según UNE-EN ISO 17892-12:2019.
Determinación cuantitativa de la materia orgánica presente en una muestra de suelo, por oxidación del Permanganato Potásico, s/UNE 103-204-93
Determinación del contenido de humedad natural, según UNE-EN ISO 17892-1:2015
Determinación de la densidad de un suelo. Método de la balanza hidrostática, según norma UNE 103-301-1994.
Ensayo de compresión no confinada, en suelos. Según UNE-EN ISO 17892-7:2019.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.
Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L .

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/3287	38	54956	S .2020/185	10/03/2020

R-08-8

LÍMITES DE ATTERBERG (SEGÚN UNE-EN ISO 17892-12:2019)	
Límite líquido	**28,5**
Límite plástico	**23,2**
Índice de plasticidad	**5,2**

MATERIA ORGÁNICA (SEGÚN UNE 103204-93)	
Materia orgánica (%)	**Exento**

HUMEDAD (SEGÚN UNE-EN ISO 17892-1:2015)	
Humedad (%)	**18,3**

DENSIDAD DE UN SUELO. Según UNE 103,301:1994.		
Densidad húmeda	g/cm³	**2,132**
Humedad	%	18,3
Densidad seca	g/cm³	**1,802**

SUELO: COMPRESIÓN NO CONFINADA. Según UNE-EN ISO 17892-7:2019.		
DATOS INICIALES DE LA PROBETA		
Diámetro	mm	68,2
Altura	mm	105,9
Sección	cm²	36,53
Volumen	cm³	386,9
Peso húmedo	g	806
Humedad	%	18,3
Densidad húmeda	Mg/m³	2,083
Densidad seca	Mg/m³	1,761
DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO		
Velocidad de deformación	mm/min	1,59
Carga máxima	kg	86
Deformación máxima	mm	5,6
Sección corregida	cm²	36,72
Tensión máxima	kg/cm²	2,34
Tensión máxima	kPa	**229**
Deformación en rotura	%	**5,3**

Observaciones: 1 kg/cm² = 98.07 kPa.

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/3288	39	54956	S .2020/185	10/03/2020

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 2992 / 9549/ 117236

2992: TRN TARYET S.A , C/. Vizconde de Matamala, 1,
28028- MADRID , Madrid
ESA81598385

Campaña de reconocimientos geotécnicos
Estudio informativo integración del ferrocarril en Avilés
Avilés

DESTINATARIO

R-08-8

TRN TARYET S.A
C/. Vizconde de Matamala, 1
28028-MADRID

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: MI-4 (De 12.00 a 12,25 m)

PROCEDENCIA: S-02

FECHA DE MUESTREO: 18/12/2019

ENSAYOS REALIZADOS

Ensayo edométrico en célula de 50 mm para seis escalones de carga y tres de descarga (presión máxima 800 KPa). Según UNE 103405/94

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.
Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L .

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/3288	39	54956	S .2020/185	10/03/2020

R-08-8

CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL DE UN SUELO EN EDÓMETRO Según UNE 103405/94		
DATOS INICIALES		
Lectura inicial	mm	5,000

LECTURAS DE CARGA							
Tiempo / Presiones		25 KPa	50 KPa	100 KPa	200 KPa	400 KPa	800 KPa
10 s	mm	4,933	4,875	4,808	4,661	4,386	4,003
15 s	mm	4,932	4,874	4,806	4,655	4,373	3,993
30 s	mm	4,930	4,874	4,801	4,643	4,360	3,975
1 min	mm	4,927	4,872	4,796	4,633	4,346	3,958
2 min	mm	4,921	4,870	4,788	4,628	4,334	3,943
3 min	mm	4,920	4,869	4,786	4,622	4,326	3,935
5 min	mm	4,916	4,866	4,783	4,615	4,316	3,920
7 min	mm	4,916	4,865	4,782	4,613	4,312	3,915
10 min	mm	4,915	4,865	4,781	4,607	4,305	3,908
15 min	mm	4,914	4,864	4,777	4,602	4,298	3,898
20 min	mm	4,913	4,863	4,776	4,599	4,294	3,892
30 min	mm	4,912	4,862	4,774	4,593	4,286	3,883
45 min	mm	4,911	4,860	4,773	4,590	4,281	3,875
1 h	mm	4,911	4,859	4,769	4,586	4,278	3,868
2 h	mm	4,910	4,858	4,764	4,580	4,264	3,845
1 día	mm	4,903	4,853	4,751	4,562	4,222	3,824

LECTURAS DE DESCARGA				
Presiones	KPa	200	50	0
Lecturas	mm	3,921	4,056	4,220

RESULTADOS DE ENSAYO							
Humedad inicial	%	**18,3**					
Humedad final	%	**25,8**					
Densidad seca inicial	g/cm³	**1,763**					
Densidad relativa de partículas sólidas	g/cm³	**2,600**					
Índice de poros inicial; e_0		**0,475**					
Grado de saturación inicial	%	**100,2**					
Altura de sólido; Hs	cm	**1,356**					
CICLO DE CARGA	KPa	**25**	**50**	**100**	**200**	**400**	**800**
Altura de la probeta; H	cm	**1,990**	**1,985**	**1,975**	**1,956**	**1,922**	**1,882**
Índice de poros; e		**0,468**	**0,464**	**0,456**	**0,443**	**0,417**	**0,388**
CICLO DE DESCARGA	KPa	**200**		**50**		**0**	
Altura de la probeta; H	cm	**1,892**		**1,906**		**1,922**	
Índice de poros; e		**0,395**		**0,405**		**0,417**	

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA
Raúl Alonso Fernández
Geólogo

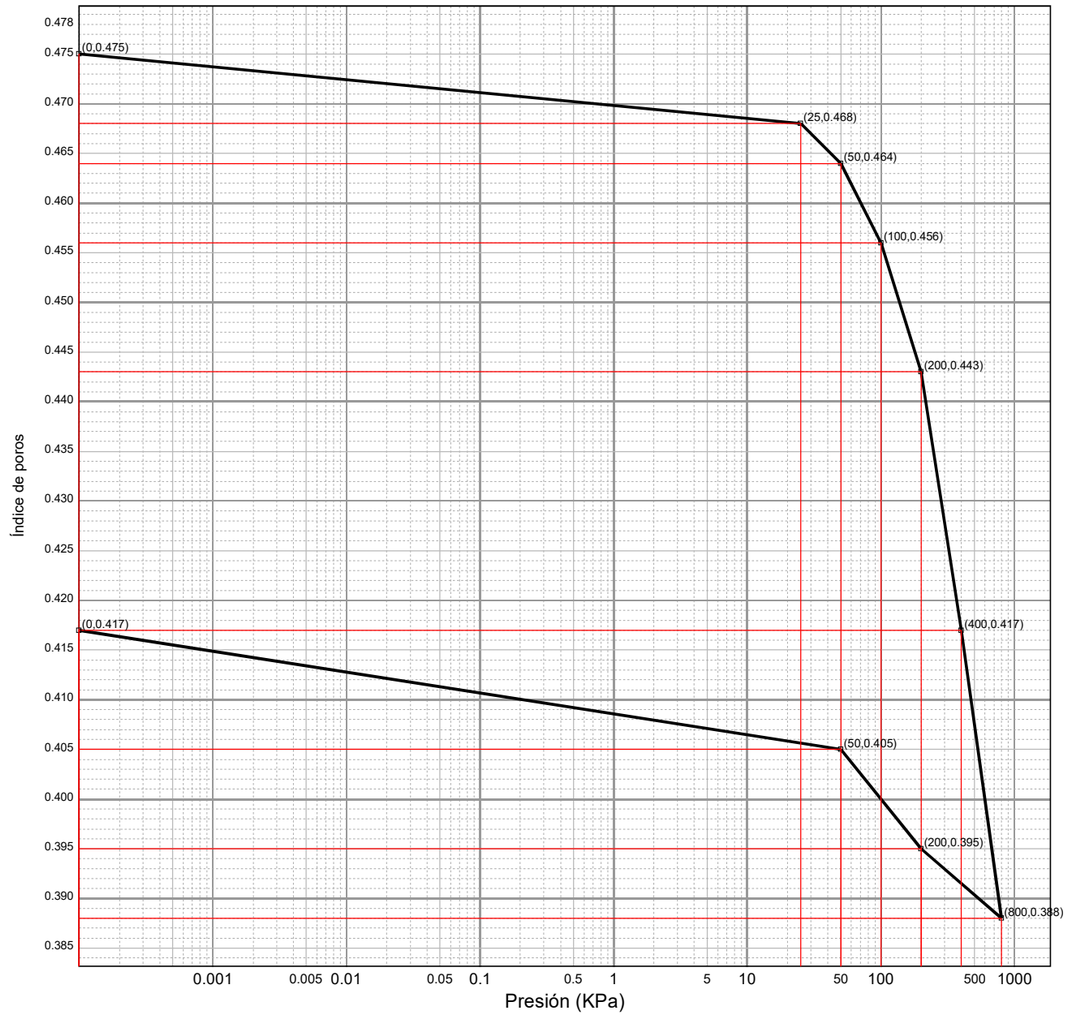
Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO
Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/3288	39	54956	S .2020/185	10/03/2020

R-08-8

CURVA EDOMÉTRICA



OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA
Raúl Alonso Fernández
Geólogo

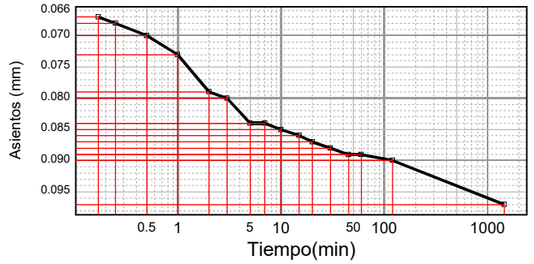
Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO
Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

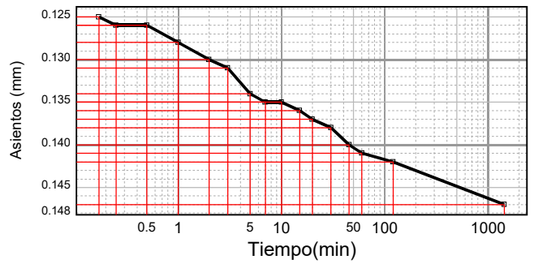
Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/3288	39	54956	S .2020/185	10/03/2020

R-08-8

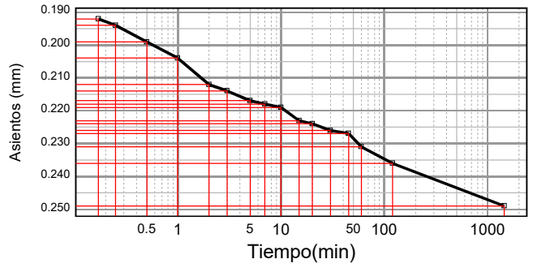
CURVA DE CONSOLIDACIÓN A 25 KPa



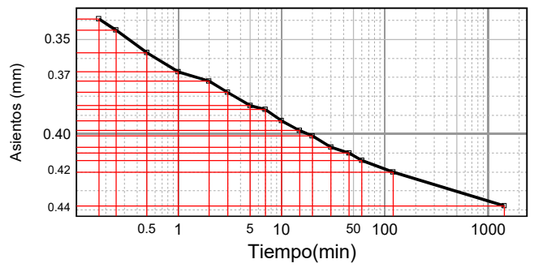
CURVA DE CONSOLIDACIÓN A 50 KPa



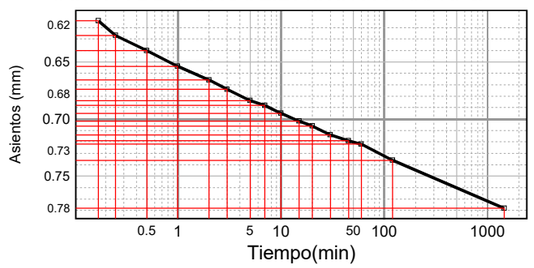
CURVA DE CONSOLIDACIÓN A 100 KPa



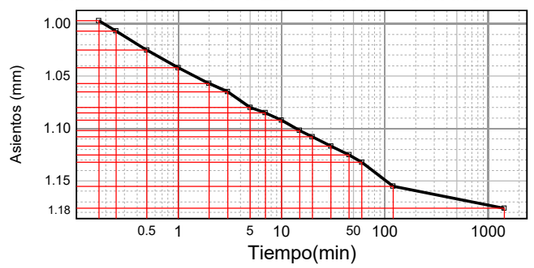
CURVA DE CONSOLIDACIÓN A 200 KPa



CURVA DE CONSOLIDACIÓN A 400 KPa



CURVA DE CONSOLIDACIÓN A 800 KPa



OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA
Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO
Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/1242	4	54755	S .2020/64	30/01/2020

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 2992 / 9549/ 117236

2992: TRN TARYET S.A , C/. Vizconde de Matamala, 1,
28028- MADRID , Madrid
ESA81598385

Campaña de reconocimientos geotécnicos
Estudio informativo integración del ferrocarril en Avilés
Avilés

DESTINATARIO

R-08-8

TRN TARYET S.A
C/. Vizconde de Matamala, 1
28028-MADRID

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: Arenas gruesas

PROCEDENCIA: C-06 (A 1,60 metros)

FECHA DE MUESTREO: 16/01/2020

ENSAYOS REALIZADOS

Determinación del contenido de humedad natural, según UNE-EN ISO 17892-1:2015
Determinación de la densidad de un suelo. Método de la balanza hidrostática, según norma UNE 103-301-1994.
Determinación del límite líquido (mediante aparato de Casagrande) y del límite plástico. Según UNE-EN ISO 17892-12:2019.
Análisis granulométrico por tamizado en suelos. Según UNE-EN ISO 17892-4:2019
Ensayo Próctor Modificado s/UNE 103,501/94.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.
Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L .

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/1242	4	54755	S .2020/64	30/01/2020

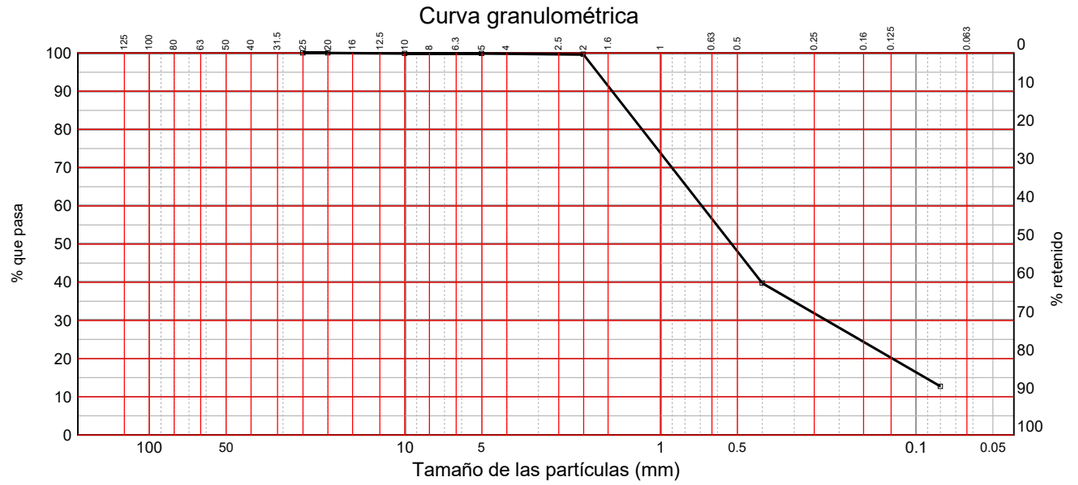
R-08-8

HUMEDAD SEGÚN UNE-EN ISO 17892-1:2015	
Humedad (%)	**7,1**

LÍMITES DE ATTERBERG SEGÚN UNE-EN ISO 17892-12:2019	
Límite líquido	------
Límite plástico	------
Índice de plasticidad	**No plástico**

DENSIDAD DE UN SUELO. Según UNE 103,301:1994.		
Densidad húmeda	g/cm³	**1,278**
Humedad	%	7,1
Densidad seca	g/cm³	**1,193**

Ident-Granulom. tamiz. suelos S/UNE-EN ISO 17892-4:2019							
Tamiz (mm)	25	20	10	5	2	0,4	0,08
Pasa (%)	100	100	100	100	100	40	12,6



OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA
Raúl Alonso Fernández
Geólogo

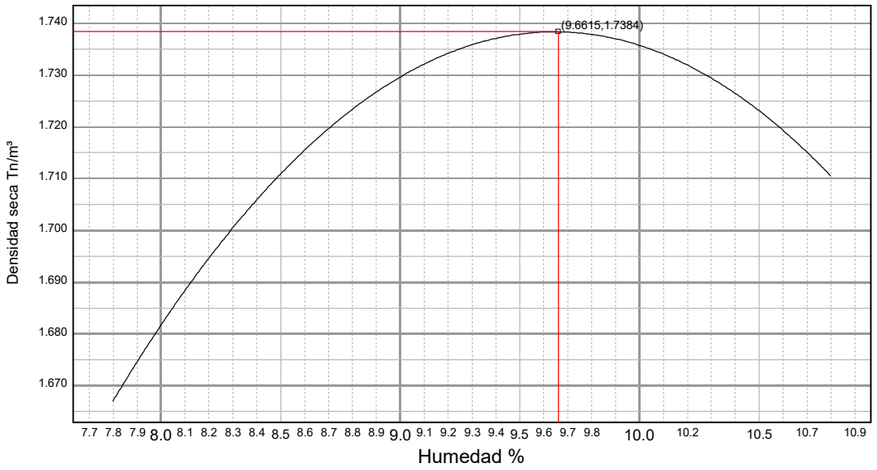
Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO
Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/1242	4	54755	S .2020/64	30/01/2020

R-08-8

Densidad máxima 1,74 Humedad óptima 9,7 %



OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA
Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO
Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/3346	40	54955	S .2020/184	11/03/2020

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 2992 / 9549/ 117236

2992: TRN TARYET S.A , C/. Vizconde de Matamala, 1,
28028- MADRID , Madrid
ESA81598385

Campaña de reconocimientos geotécnicos
Estudio informativo integración del ferrocarril en Avilés
Avilés

DESTINATARIO

R-08-8

TRN TARYET S.A
C/. Vizconde de Matamala, 1
28028-MADRID

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: TP-3 (De 23.25 a 23.55 m)

PROCEDENCIA: S-02

FECHA DE MUESTREO: 13/12/2019

ENSAYOS REALIZADOS

Determinación del límite líquido (mediante aparato de Casagrande) y del límite plástico. Según UNE-EN ISO 17892-12:2019.
Determinación cuantitativa de la materia orgánica presente en una muestra de suelo, por oxidación del Permanganato Potásico, s/UNE 103-204-93
Determinación del contenido de humedad natural, según UNE-EN ISO 17892-1:2015
Determinación de la densidad de un suelo. Método de la balanza hidrostática, según norma UNE 103-301-1994.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.
Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L .

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/3346	40	54955	S .2020/184	11/03/2020

R-08-8

LÍMITES DE ATTERBERG SEGÚN UNE-EN ISO 17892-12:2019	
Límite líquido	**32,4**
Límite plástico	**24,9**
Índice de plasticidad	**7,5**

MATERIA ORGÁNICA SEGÚN UNE 103204-93	
Materia orgánica (%)	**Exento**

HUMEDAD SEGÚN UNE-EN ISO 17892-1:2015	
Humedad (%)	**23,9**

DENSIDAD DE UN SUELO. Según UNE 103,301:1994.		
Densidad húmeda	g/cm³	**1,979**
Humedad	%	23,9
Densidad seca	g/cm³	**1,597**

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA
Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO
Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/3347	41	54955	S .2020/184	11/03/2020

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 2992 / 9549/ 117236

2992: TRN TARYET S.A , C/. Vizconde de Matamala, 1,
28028- MADRID , Madrid
ESA81598385

Campaña de reconocimientos geotécnicos
Estudio informativo integración del ferrocarril en Avilés
Avilés

DESTINATARIO

R-08-8

TRN TARYET S.A
C/. Vizconde de Matamala, 1
28028-MADRID

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: TP-3 (De 23.25 a 23.55 m)

PROCEDENCIA: S-02

FECHA DE MUESTREO: 13/12/2019

ENSAYOS REALIZADOS

Ensayo de Corte Directo de una muestra de suelo, consolidado y drenado (CD), según UNE 103,401:1998

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.
Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L .

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/3347	41	54955	S .2020/184	11/03/2020

R-08-8

CORTE DIRECTO Consolidado - drenado (CD). Según UNE 103,401:1998.				
CONSOLIDACIÓN; VELOCIDAD DE ROTURA (Método de Taylor)				
Tensión vertical aplicada	KPa	100	200	300
Altura de la probeta	mm	29,00	29,00	29,00
L_0	mm	28,59	28,27	27,84
L_{90}	mm	28,40	28,13	27,50
t_{90}	min	2,39	2,12	3,48
L_{50}	mm	28,48	28,19	27,65
L_{100}	mm	28,38	28,11	27,46
Deformación horizontal máxima	mm	5		
Altura consolidación primaria	mm	0,52	0,81	1,35
Coeficiente de Consolidación		0,09	0,26	0,44
Tiempo máximo al corte	min	28,18	25,00	41,04
Velocidad máxima	mm/min	0,18	0,20	0,12
DATOS GENERALES				
Humedad inicial	%	23,9		
Humedad final	%	28,9	27,8	27,5
Densidad aparente	g/cm³	2,051	2,016	1,999
Densidad seca inical	g/cm³	1,656	1,627	1,613
Índice de huecos inicial		0,570	0,598	0,611
Grado de saturación inicial	%	109,0	104,0	101,6
Índice de huecos final (de consolidación 100 KPa)		0,549		
Índice de huecos final (de consolidación 200 KPa)		0,530		
Índice de huecos final (de consolidación 300 KPa)		0,497		
TENSIONES				
Tensión normal	KPa	100	200	300
Tensión tangencial máxima	KPa	94	135	181
PARÁMETROS RESISTENTES DEL SUELO				
Ángulo de Rozamiento Interno	°	**23,5**		
Cohesión	KPa	**50**		

Observaciones: 1 kg/cm² = 98 kPa. Se ha adoptado, como densidad relativa de las partículas del suelo, 2.60 g/cm³ (para su determinación se habría de aplicar UNE-EN ISO 17892-3:2018.).

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA
Raúl Alonso Fernández
Geólogo

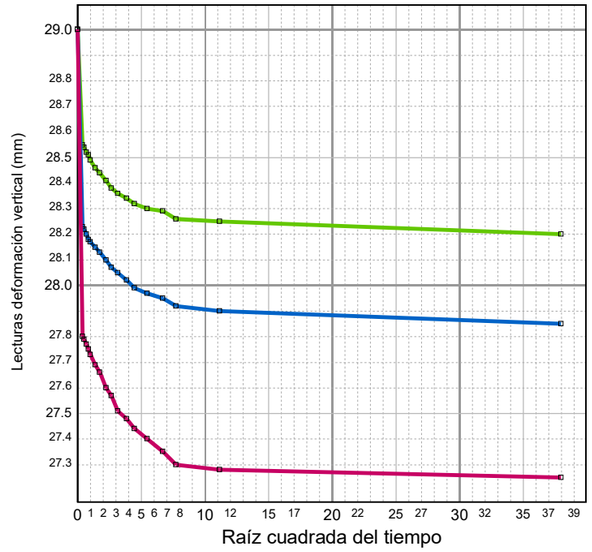
Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO
Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

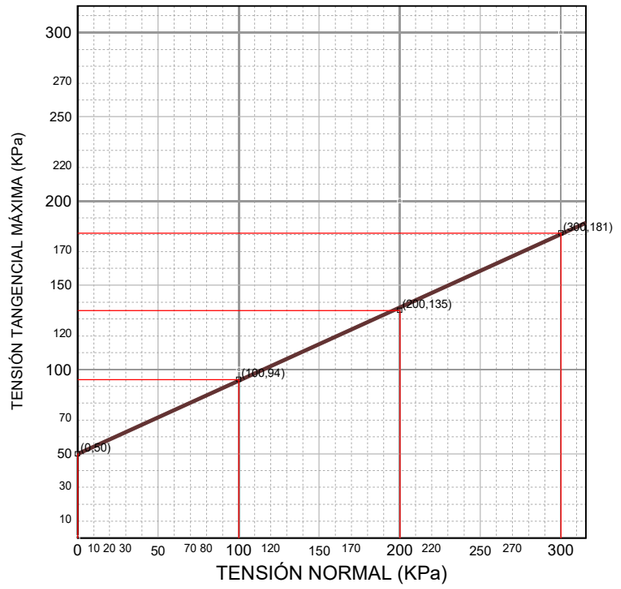
LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/3347	41	54955	S .2020/184	11/03/2020

R-08-8

CONSOLIDACIÓN (Método de Taylor)





OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA
Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO
Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/3454	42	54954	S .2020/183	13/03/2020

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 2992 / 9549/ 117236

2992: TRN TARYET S.A , C/. Vizconde de Matamala, 1,
28028- MADRID , Madrid
ESA81598385

Campaña de reconocimientos geotécnicos
Estudio informativo integración del ferrocarril en Avilés
Avilés

DESTINATARIO

R-08-8

TRN TARYET S.A
C/. Vizconde de Matamala, 1
28028-MADRID

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: TP-8 (De 38.70 a 39.05 m)

PROCEDENCIA: S-01

FECHA DE MUESTREO: 13/12/2019

ENSAYOS REALIZADOS

Determinación del límite líquido (mediante aparato de Casagrande) y del límite plástico. Según UNE-EN ISO 17892-12:2019.
Análisis granulométrico por tamizado en suelos. Según UNE-EN ISO 17892-4:2019
Determinación del contenido de humedad natural, según UNE-EN ISO 17892-1:2015
Determinación de la densidad de un suelo. Método de la balanza hidrostática, según norma UNE 103-301-1994.
Determinación cuantitativa de la materia orgánica presente en una muestra de suelo, por oxidación del Permanganato Potásico, s/UNE 103-204-93

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.
Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L .

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/3454	42	54954	S .2020/183	13/03/2020

R-08-8

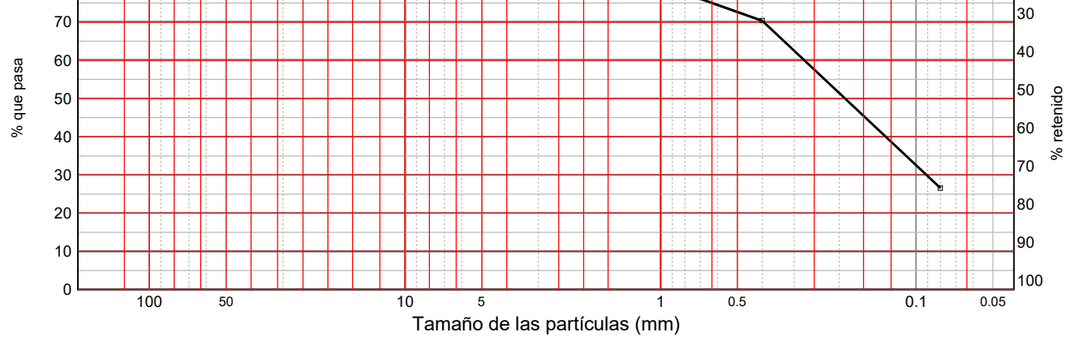
LÍMITES DE ATTERBERG (SEGÚN UNE-EN ISO 17892-12:2019)	
Límite líquido	**31,1**
Límite plástico	**27,1**
Índice de plasticidad	**4,0**

HUMEDAD (SEGÚN UNE-EN ISO 17892-1:2015)	
Humedad (%)	**17,6**

MATERIA ORGÁNICA (SEGÚN UNE 103204-93)	
Materia orgánica (%)	**Exento**

Ident-Granulom. tamiz. suelos S/UNE-EN ISO 17892-4:2019								
Tamiz (mm)	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
Pasa (%)	100	96	95	93	91	87	70	26,5

Curva granulométrica



DENSIDAD DE UN SUELO. Según UNE 103,301:1994.		
Densidad húmeda	g/cm³	**2,086**
Humedad	%	17,6
Densidad seca	g/cm³	**1,774**

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA
Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO
Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/3455	43	54954	S .2020/183	13/03/2020

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 2992 / 9549/ 117236

2992: TRN TARYET S.A , C/. Vizconde de Matamala, 1,
28028- MADRID , Madrid
ESA81598385

Campaña de reconocimientos geotécnicos
Estudio informativo integración del ferrocarril en Avilés
Avilés

DESTINATARIO

R-08-8

TRN TARYET S.A
C/. Vizconde de Matamala, 1
28028-MADRID

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: TP-8 (De 38.70 a 39.05 m)

PROCEDENCIA: S-01

FECHA DE MUESTREO: 13/12/2019

ENSAYOS REALIZADOS

Ensayo de Corte Directo de una muestra de suelo, consolidado y drenado (CD), según UNE 103,401:1998

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.
Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L .

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/3455	43	54954	S .2020/183	13/03/2020

R-08-8

CORTE DIRECTO Consolidado - drenado (CD). Según UNE 103,401:1998.				
CONSOLIDACIÓN; VELOCIDAD DE ROTURA (Método de Taylor)				
Tensión vertical aplicada	KPa	100	200	300
Altura de la probeta	mm	29,00	29,00	29,00
L_0	mm	28,27	28,25	28,25
L_{90}	mm	28,19	28,17	28,16
t_{90}	min	1,10	1,12	1,17
L_{50}	mm	28,23	28,20	28,20
L_{100}	mm	28,18	28,16	28,15
Deformación horizontal máxima	mm	5		
Altura consolidación primaria	mm	0,77	0,80	0,80
Coeficiente de Consolidación		0,46	0,48	0,46
Tiempo máximo al corte	min	12,97	13,21	13,80
Velocidad máxima	mm/min	0,39	0,38	0,36
DATOS GENERALES				
Humedad inicial	%	17,6		
Humedad final	%	25,2	24,2	25,0
Densidad aparente	g/cm³	1,922	1,940	2,067
Densidad seca inical	g/cm³	1,634	1,650	1,757
Índice de huecos inicial		0,591	0,576	0,479
Grado de saturación inicial	%	77,4	79,4	95,4
Índice de huecos final (de consolidación 100 KPa)		0,501		
Índice de huecos final (de consolidación 200 KPa)		0,499		
Índice de huecos final (de consolidación 300 KPa)		0,498		
TENSIONES				
Tensión normal	KPa	100	200	300
Tensión tangencial máxima	KPa	82	136	187
PARÁMETROS RESISTENTES DEL SUELO				
Ángulo de Rozamiento Interno	°	**27,7**		
Cohesión	KPa	**30**		

Observaciones: 1 kg/cm² = 98 kPa. Se ha adoptado, como densidad relativa de las partículas del suelo, 2.60 g/cm³ (para su determinación se habría de aplicar UNE-EN ISO 17892-3:2018.).

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA
Raúl Alonso Fernández
Geólogo

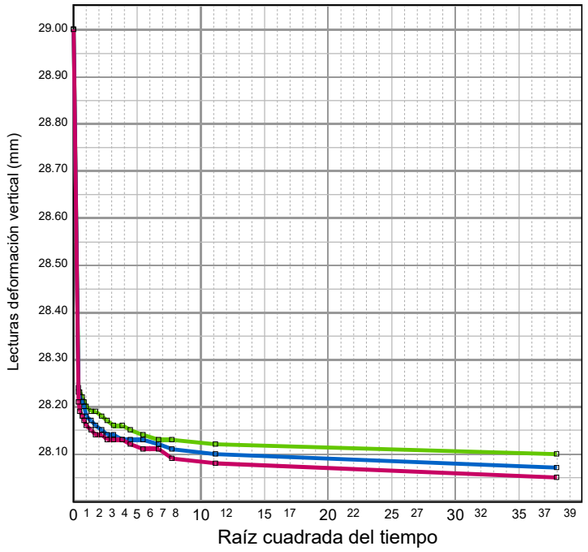
Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO
Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

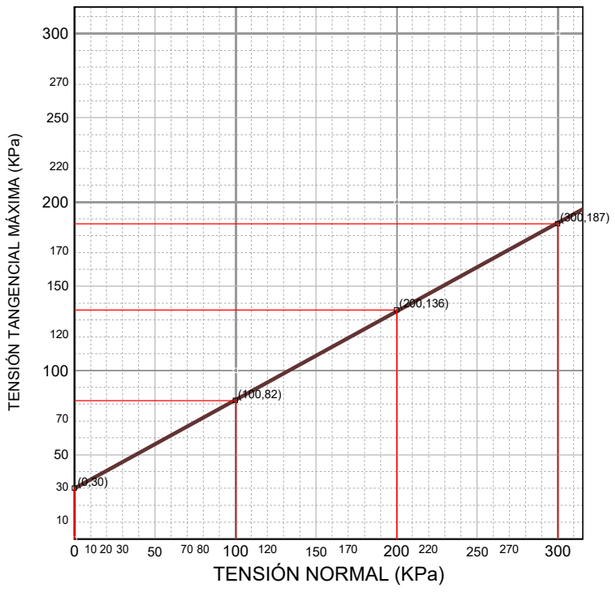
LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/3455	43	54954	S .2020/183	13/03/2020

R-08-8

CONSOLIDACIÓN (Método de Taylor)





OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA
Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO
Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/1243	5	54756	S .2020/63	30/01/2020

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 2992 / 9549/ 117236

2992: TRN TARYET S.A , C/. Vizconde de Matamala, 1,
28028- MADRID , Madrid
ESA81598385

Campaña de reconocimientos geotécnicos
Estudio informativo integración del ferrocarril en Avilés
Avilés

DESTINATARIO

R-08-8

TRN TARYET S.A
C/. Vizconde de Matamala, 1
28028-MADRID

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: Arenas gruesas

PROCEDENCIA: C-06 (A 1,60 metros)

FECHA DE MUESTREO: 16/01/2020

ENSAYOS REALIZADOS

Indice de C. B. R. en laboratorio, sin incluir ensayo Próctor (tres puntos), s/UNE 103-502-95 con compactación Próctor Modificado

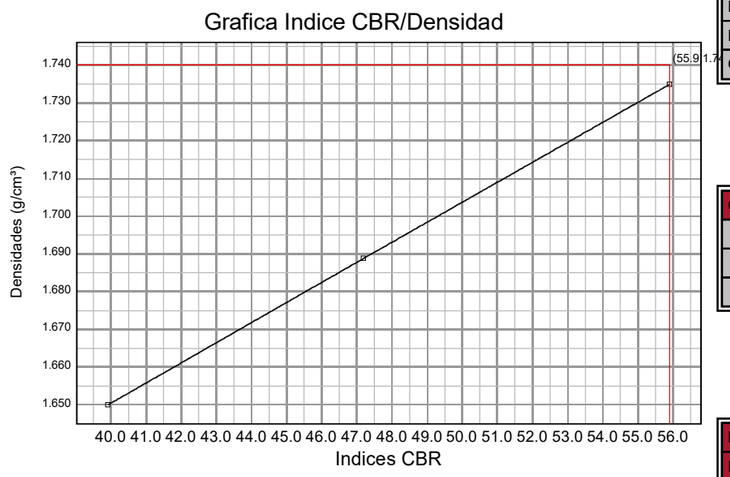
Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.
Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L .

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/1243	5	54756	S .2020/63	30/01/2020

R-08-8



PROCTOR MODIFICADO	
Densidad máxima	1,740 g/cm³
Humedad óptima	9,7 %
Compactación (100%)	1,740 g/cm³.

Compactación	Densidad	Indice CBR
95 %	1,653 g/cm³	40
98 %	1,705 g/cm³	50
100 %	1,740 g/cm³	56

Indice CBR (100%)	56
Hinchamiento (100%)	0,00 %
Absorción (100%)	6,53 %

	MOLDE A	MOLDE B	MOLDE C
Energia compactación	25% (15 golpes)	50% (30 golpes)	100% (60 golpes)
Densidad	1,650 g/cm³	1,689 g/cm³	1,735 g/cm³
Humedad	9,8 %	9,8 %	9,8 %
Absorción	7,99 %	7,07 %	6,53 %
Hinchamiento	0,00 %	0,00 %	0,00 %
Indice C.B.R.	40	47	56

Norma: UNE 103,502	Material retenido tamiz 20 mm. UNE: 0,00 %	Sobrecarga utilizada: 4,5 Kg.	Se ha efectuado sustitución de material: No

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/1357	6	54752	S .2020/66	31/01/2020

ACTA DE RESULTADOS

R-08-8

CLIENTE / OBRA / EXP.: 2992 / 9549/ 117236

2992: TRN TARYET S.A , C/. Vizconde de Matamala, 1,
28028- MADRID , Madrid
ESA81598385

Campaña de reconocimientos geotécnicos
Estudio informativo integración del ferrocarril en Avilés
Avilés

DESTINATARIO

TRN TARYET S.A
C/. Vizconde de Matamala, 1
28028-MADRID

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: Arenas medias

PROCEDENCIA: C-05 (A 2,60 metros)

FECHA DE MUESTREO: 16/01/2020

ENSAYOS REALIZADOS

Indice de C. B. R. en laboratorio, sin incluir ensayo Próctor (tres puntos), s/UNE 103-502-95 con compactación Próctor Modificado

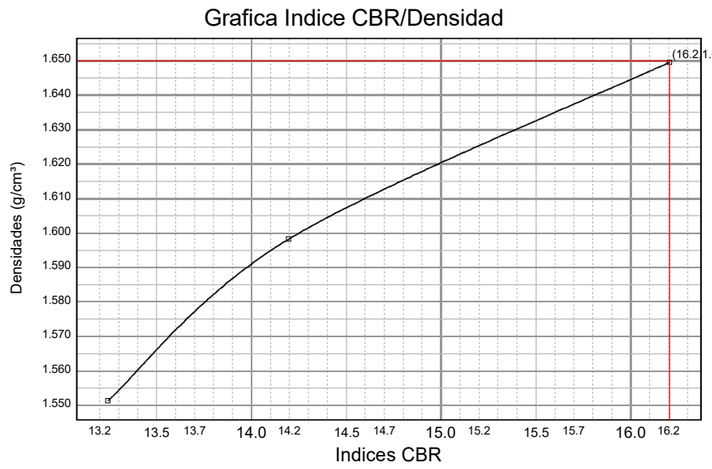
Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.
Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L .

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/1357	6	54752	S .2020/66	31/01/2020

R-08-8



PROCTOR MODIFICADO	
Densidad máxima	1,650 g/cm³
Humedad óptima	14,9 %
Compactación (100%)	1,650 g/cm³.

Compactación	Densidad	Indice CBR
95 %	1,568 g/cm³	14
98 %	1,617 g/cm³	15
100 %	1,650 g/cm³	16

Indice CBR (100%)	16
Hinchamiento (100%)	0,00 %
Absorción (100%)	3,61 %

	MOLDE A	MOLDE B	MOLDE C
Energia compactación	25% (15 golpes)	50% (30 golpes)	100% (60 golpes)
Densidad	1,551 g/cm³	1,598 g/cm³	1,650 g/cm³
Humedad	14,8 %	14,8 %	14,8 %
Absorción	5,00 %	4,15 %	3,61 %
Hinchamiento	0,00 %	0,00 %	0,00 %
Indice C.B.R.	13	14	16

Norma: UNE 103,502	Material retenido tamiz 20 mm. UNE: 0,00 %	Sobrecarga utilizada: 4,5 Kg.	Se ha efectuado sustitución de material: No

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/1358	7	54753	S .2020/68	31/01/2020

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 2992 / 9549/ 117236

2992: TRN TARYET S.A , C/. Vizconde de Matamala, 1,
28028- MADRID , Madrid
ESA81598385

Campaña de reconocimientos geotécnicos
Estudio informativo integración del ferrocarril en Avilés
Avilés

DESTINATARIO

R-08-8

TRN TARYET S.A
C/. Vizconde de Matamala, 1
28028-MADRID

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: Arenas con cantos

PROCEDENCIA: C-04 (A 1,80 metros)

FECHA DE MUESTREO: 16/01/2020

ENSAYOS REALIZADOS

Determinación del contenido de humedad natural, según UNE-EN ISO 17892-1:2015
Determinación de la densidad de un suelo. Método de la balanza hidrostática, según norma UNE 103-301-1994.
Determinación del límite líquido (mediante aparato de Casagrande) y del límite plástico. Según UNE-EN ISO 17892-12:2019.
Análisis granulométrico por tamizado en suelos. Según UNE-EN ISO 17892-4:2019
Ensayo Próctor Modificado s/UNE 103,501/94.
Indice de C. B. R. en laboratorio, sin incluir ensayo Próctor (tres puntos), s/UNE 103-502-95 con compactación Próctor Modificado

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.
Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L .

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/1358	7	54753	S .2020/68	31/01/2020

R-08-8

HUMEDAD
SEGÚN UNE-EN ISO 17892-1:2015

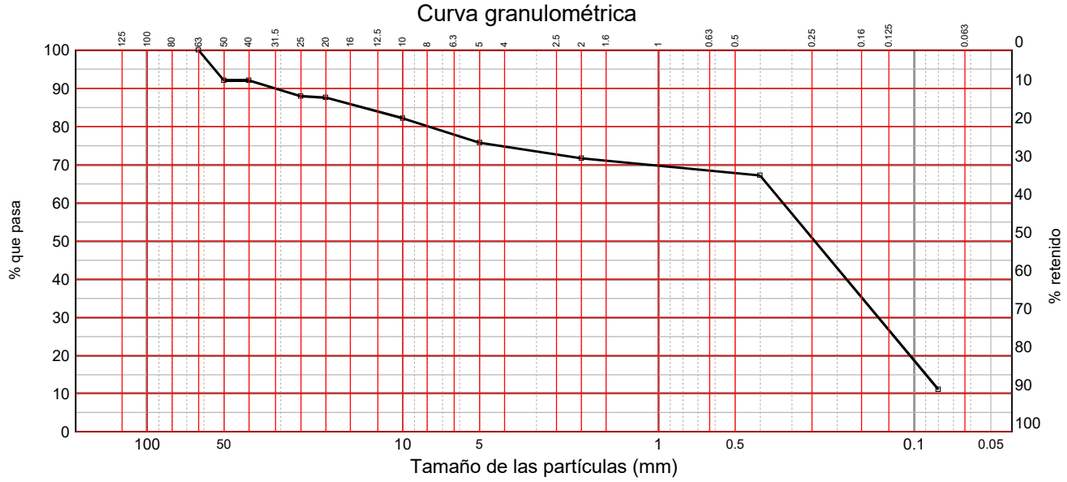
Humedad (%)	**20,0**

LÍMITES DE ATTERBERG
SEGÚN UNE-EN ISO 17892-12:2019

Límite líquido	------
Límite plástico	------
Índice de plasticidad	**No plástico**

DENSIDAD DE UN SUELO. Según UNE 103,301:1994.		
Densidad húmeda	g/cm³	**1,820**
Humedad	%	20,0
Densidad seca	g/cm³	**1,517**

Ident-Granulom. tamiz. suelos S/UNE-EN ISO 17892-4:2019										
Tamiz (mm)	63	50	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
Pasa (%)	100	92	92	88	87	82	76	72	67	11,1



Densidad máxima 1,74 Humedad óptima 12,9 %

OBSERVACIONES:
Se precisa realizar el ensayo proctor modificado previamente al ensayo C.B.R.

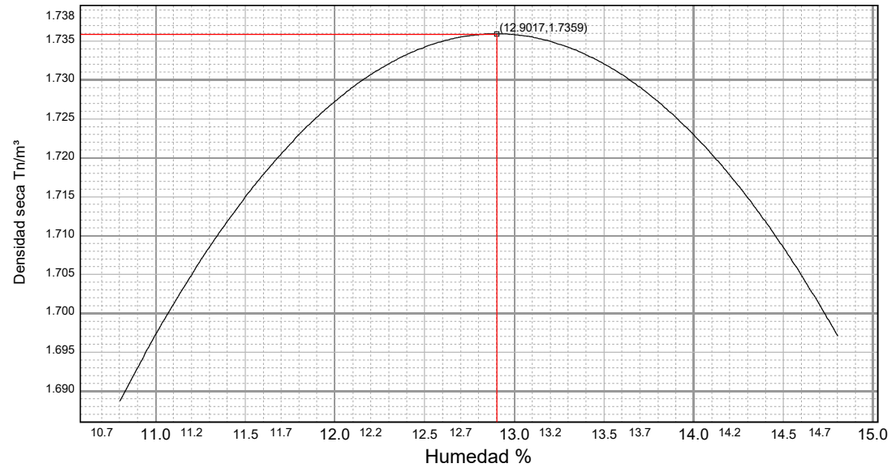
RESP. TÉCNICO DE ÀREA
Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO
Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

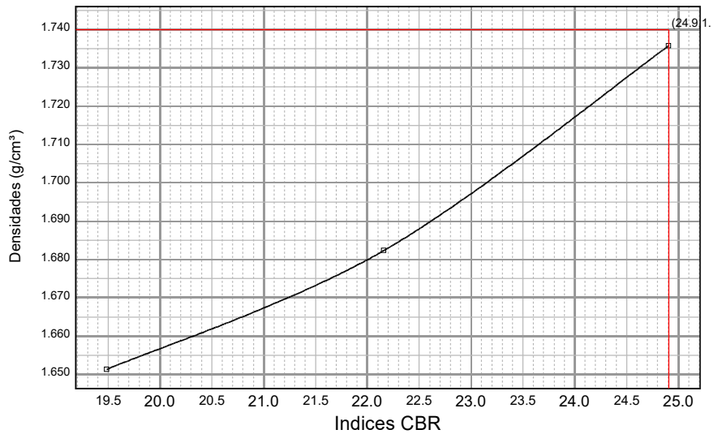
LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/1358	7	54753	S .2020/68	31/01/2020

R-08-8



Grafica Indice CBR/Densidad



PROCTOR MODIFICADO	
Densidad máxima	1,740 g/cm³
Humedad óptima	12,9 %
Compactación (100%)	1,740 g/cm³.

Compactación	Densidad	Indice CBR
95 %	1,653 g/cm³	20
98 %	1,705 g/cm³	23
100 %	1,740 g/cm³	25

Indice CBR (100%)	**25**
Hinchamiento (100%)	**0,00 %**
Absorción (100%)	6,53 %

	MOLDE A	MOLDE B	MOLDE C
Energia compactación	25% (15 golpes)	50% (30 golpes)	100% (60 golpes)
Densidad	1,651 g/cm³	1,682 g/cm³	1,736 g/cm³
Humedad	12,9 %	12,9 %	12,9 %
Absorción	7,88 %	7,30 %	6,53 %
Hinchamiento	0,00 %	0,00 %	0,00 %
Indice C.B.R.	19	22	25

Norma: UNE 103,502	Material retenido tamiz 20 mm. UNE: 13,00 %	Sobrecarga utilizada: 4,5 Kg.	Se ha efectuado sustitución de material: No

OBSERVACIONES:
Se precisa realizar el ensayo proctor modificado previamente al ensayo C.B.R.

RESP. TÉCNICO DE ÀREA
Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO
Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/1359	8	54754	S .2020/67	31/01/2020

ACTA DE RESULTADOS

CLIENTE / OBRA / EXP.: 2992 / 9549/ 117236

2992: TRN TARYET S.A , C/. Vizconde de Matamala, 1,
28028- MADRID , Madrid
ESA81598385

Campaña de reconocimientos geotécnicos
Estudio informativo integración del ferrocarril en Avilés
Avilés

DESTINATARIO

R-08-8

TRN TARYET S.A
C/. Vizconde de Matamala, 1
28028-MADRID

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: Arenas medias

PROCEDENCIA: C-05 (A 2,60 metros)

FECHA DE MUESTREO: 16/01/2020

ENSAYOS REALIZADOS

Determinación del contenido de humedad natural, según UNE-EN ISO 17892-1:2015
Determinación de la densidad de un suelo. Método de la balanza hidrostática, según norma UNE 103-301-1994.
Determinación del límite líquido (mediante aparato de Casagrande) y del límite plástico. Según UNE-EN ISO 17892-12:2019.
Análisis granulométrico por tamizado en suelos. Según UNE-EN ISO 17892-4:2019
Ensayo Próctor Modificado s/UNE 103,501/94.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.
Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L .

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/1359	8	54754	S .2020/67	31/01/2020

R-08-8

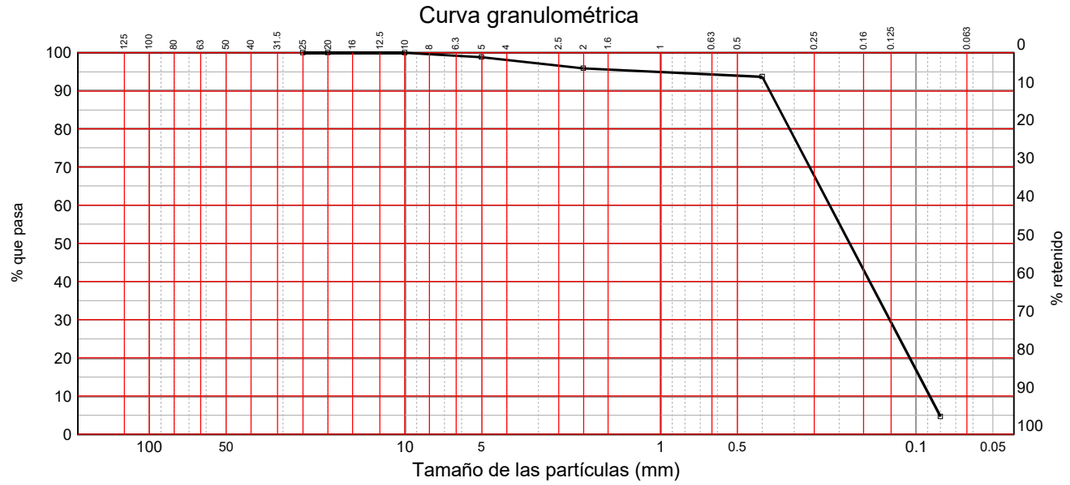
HUMEDAD SEGÚN UNE-EN ISO 17892-1:2015	
Humedad (%)	**14,9**

LÍMITES DE ATTERBERG SEGÚN UNE-EN ISO 17892-12:2019	
Límite líquido	------
Límite plástico	------
Índice de plasticidad	**No plástico**

DENSIDAD DE UN SUELO. Según UNE 103,301:1994.		
Densidad húmeda	g/cm³	**1,620**
Humedad	%	14,9
Densidad seca	g/cm³	**1,410**

Ident-Granulom. tamiz. suelos S/UNE-EN ISO 17892-4:2019							
Tamiz (mm)	25	20	10	5	2	0,4	0,08
Pasa (%)	100	100	100	99	96	94	4,7

Curva granulométrica



OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA
Raúl Alonso Fernández
Geólogo

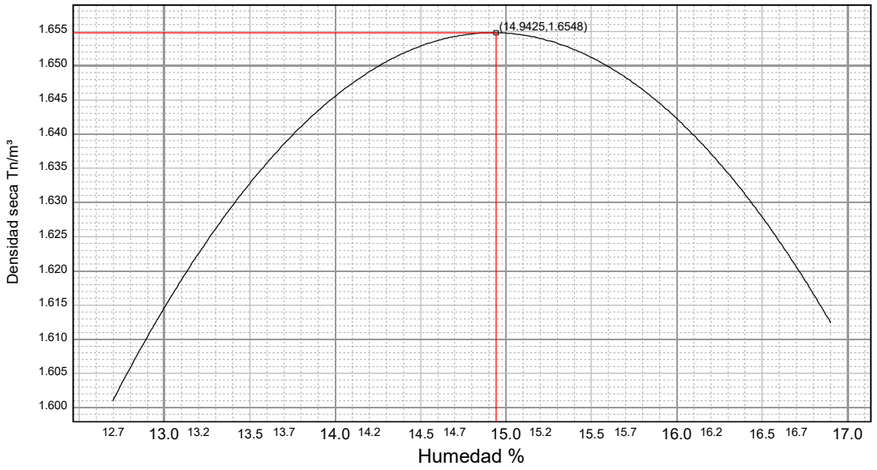
Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO
Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/1359	8	54754	S .2020/67	31/01/2020

R-08-8

Densidad máxima 1,65 Humedad óptima 14,9 %



OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA
Raúl Alonso Fernández
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO
Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/1360	9	54769	S .2020/74	31/01/2020

ACTA DE RESULTADOS

R-08-8

CLIENTE / OBRA / EXP.: 2992 / 9549/ 117236

2992: TRN TARYET S.A , C/. Vizconde de Matamala, 1,
28028- MADRID , Madrid
ESA81598385

Campaña de reconocimientos geotécnicos
Estudio informativo integración del ferrocarril en Avilés
Avilés

DESTINATARIO

TRN TARYET S.A
C/. Vizconde de Matamala, 1
28028-MADRID

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: TP-5 (De 21,35 a 21,65 m).

PROCEDENCIA: S-01

FECHA DE MUESTREO: 11/12/2019

ENSAYOS REALIZADOS

Abrasividad Cerchar, según NF P94-430-1.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.
Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L .

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.
CL "A" .Parcela 3, Nave 1
33428.Llanera(Asturias)
laboratorio@lacotec.es
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35

Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2020/1360	9	54769	S .2020/74	31/01/2020

R-08-8

ABRASIVIDAD CERCHAR, Según NF P94-430-1.			
Medidas individuales	mm	1,0	1,0
Índice de abrasividad		**1,00**	
Clasificación		**Medianamente abrasiva**	

OBSERVACIONES:

Ensayo realizado en laboratorio con registro en el CTE: MAD-L-005.

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández
Geólogo

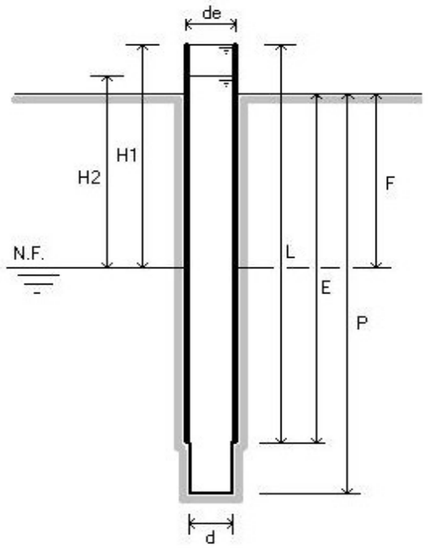
Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González
Ingeniero T. Industrial

APÉNDICE Nº4. ENSAYOS DE PERMEABILIDAD

ENSAYO DE PERMEABILIDAD TIPO LEFRANC
CARGA VARIABLE
Tipo B: Entubación por encima de la perforación

SONDEO: S-2 **FECHA:** 17/12/2019



DATOS DE CAMPO:

Fondo perforación (P) :	660	cm.
Fondo entubación (E) :	300	cm.
Diámetro entubación (d_e) :	113	cm.
Longitud entubación (L) :	310	cm.
Nivel Freático (F) :	313	cm.
Diámetro perforación (d) :	101	cm.
Tiempo (t) :	3600	sg.
Descenso nivel de agua:	112	cm.
h = P - E =	360	cm.
H_1 = L - E + F =	323	cm.
H_2 =	211	cm.

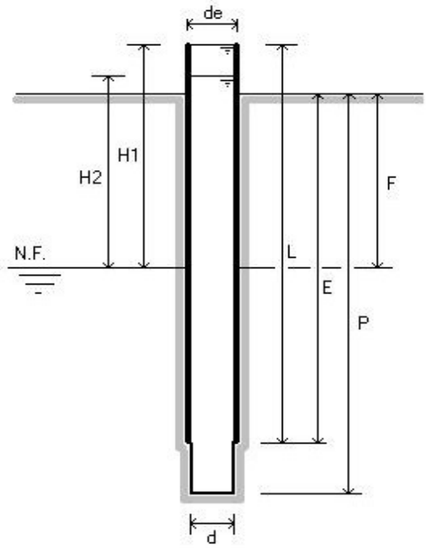
CALCULO DEL COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD:

$$K = \frac{d_e^{\,2} \cdot \ln(2 \cdot h/d)}{8 \cdot h \cdot t} \cdot \ln \frac{H_1}{H_2} =$$ 1,0300E-03 cm/sg.

OBSERVACIONES:

ENSAYO DE PERMEABILIDAD TIPO LEFRANC
CARGA VARIABLE
Tipo B: Entubación por encima de la perforación

SONDEO: S-2 **FECHA:** 18/12/2019



DATOS DE CAMPO:

Fondo perforación (P) :	1225	cm.
Fondo entubación (E) :	900	cm.
Diámetro entubación (d_e) :	113	cm.
Longitud entubación (L) :	910	cm.
Nivel Freático (F) :	315	cm.
Diámetro perforación (d) :	101	cm.
Tiempo (t) :	3600	sg.
Descenso nivel de agua:	72	cm.
h = P - E =	325	cm.
H_1 = L - E + F =	325	cm.
H_2 =	253	cm.

CALCULO DEL COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD:

$$K = \frac{d_e^{\,2} \cdot \ln(2 \cdot h/d)}{8 \cdot h \cdot t} \cdot \ln \frac{H_1}{H_2} =$$ 6,3610E-04 cm/sg.

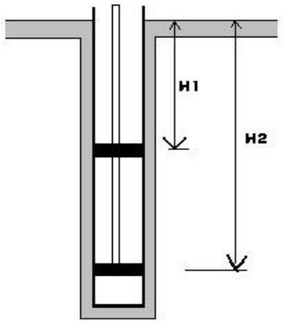
OBSERVACIONES:

Ensayo de permeabilidad tipo Lugeón

inge Instrumentación Geotécnica y Estructural S.L.

Cliente:	TRN-TRAYET		
Obra:	SOTERRAMIENTO AVILES		
Nº de trabajo:	19-089		
Sondeo:	**S-2**	**Cota (m):**	**24,65**
Fecha:	**19/12/2019**	**Litología:**	**MARGAS**

Esquema del ensayo



Datos de Campo:

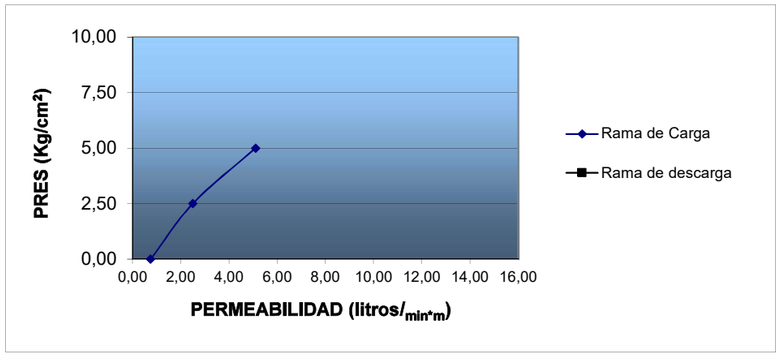
Duración escalón de carga	**10**	min.
Prof. obturador superior (H1)	**19,65**	m.
Prof. obturador inferior (H2)	**24,65**	m.

Resultados del ensayo:

PRESION Kp/cm²	CAUDAL litros / 10 min	PERMEAB. l/min • m
0,00	48,00	1,0
2,50	61,00	1,2
5,00	65,00	1,3
10,00	**93,00**	1,9
5,00	39,00	0,8
2,50	49,00	1,0
0,00	59,00	1,2

Cálculo del coeficiente de permeabilidad:

1,9	Ud. Lugeon



Observaciones

Clasificación de macizos rocosos en función de la permeabilidad (Olalla y Sopeña, 1991)

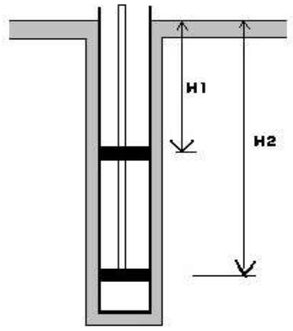
TIPO DE MACIZO	U.L.	Presión (Kpa)
Muy impermeable	0 - 1	1000
Prácticamente impermeable	1 - 3	1000
Permeable	> 3	1000
	1,5 - 6	500
Muy permeable	> 3	1000
	> 6	500

Ensayo de permeabilidad tipo Lugeón

inge Instrumentación Geotécnica y Estructural S.L.

Cliente:	TRN-TRAYET		
Obra:	SOTERRAMIENTO AVILES		
Nº de trabajo:	19-089		
Sondeo:	**S-1**	**Cota (m):**	**18,00**
Fecha:	**11/12/2019**	**Litología:**	**CALIZAS**

Esquema del ensayo



Datos de Campo:

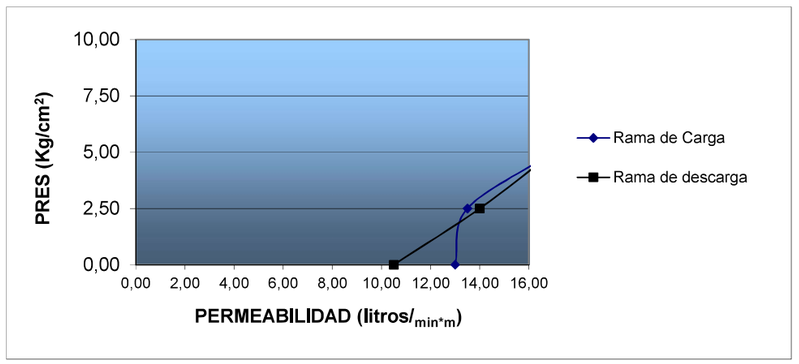
Duración escalón de carga	**10**	min.
Prof. obturador superior (H1)	**16,00**	m.
Prof. obturador inferior (H2)	**18,00**	m.

Resultados del ensayo:

PRESION Kp/cm²	CAUDAL litros / 10 min	PERMEAB. l/min • m
0,00	260,00	13,0
2,50	270,00	13,5
5,00	340,00	17,0
10,00	**370,00**	18,5
5,00	310,00	15,5
2,50	280,00	14,0
0,00	210,00	10,5

Cálculo del coeficiente de permeabilidad:

18,5	Ud. Lugeon



Observaciones

Clasificación de macizos rocosos en función de la permeabilidad (Olalla y Sopeña, 1991)

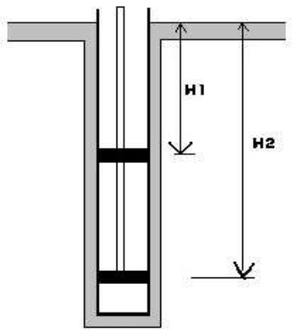
TIPO DE MACIZO	U.L.	Presión (Kpa)
Muy impermeable	0 - 1	1000
Prácticamente impermeable	1 - 3	1000
Permeable	> 3	1000
	1,5 - 6	500
Muy permeable	> 3	1000
	> 6	500

Ensayo de permeabilidad tipo Lugeón

inge Instrumentación Geotécnica y Estructural S.L.

Cliente:	TRN-TRAYET		
Obra:	SOTERRAMIENTO AVILES		
Nº de trabajo:	19-089		
Sondeo:	**S-1**	**Cota (m):**	**42,00**
Fecha:	**13/12/2019**	**Litología:**	**MARGAS**

Esquema del ensayo



Datos de Campo:

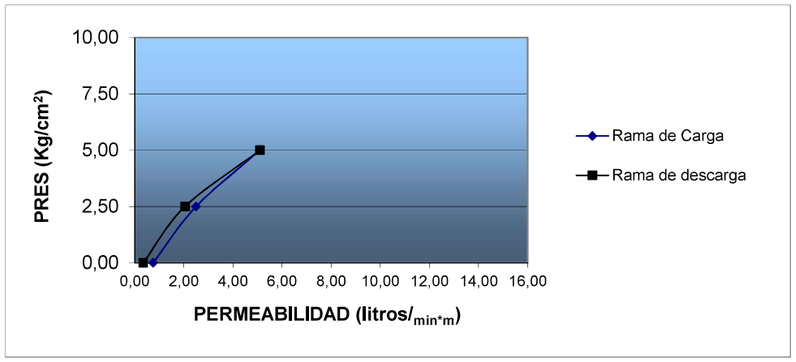
Duración escalón de carga	**10**	min.
Prof. obturador superior (H1)	**40,00**	m.
Prof. obturador inferior (H2)	**42,00**	m.

Resultados del ensayo:

PRESION Kp/cm²	CAUDAL litros / 10 min	PERMEAB. l/min • m
0,00	15,00	0,8
2,50	50,00	2,5
5,00	102,00	5,1
10,00	**160,00**	8,0
5,00	92,00	4,6
2,50	41,00	2,1
0,00	7,00	0,4

Cálculo del coeficiente de permeabilidad:

8,0	Ud. Lugeon



Observaciones

Clasificación de macizos rocosos en función de la permeabilidad (Olalla y Sopeña, 1991)

TIPO DE MACIZO	U.L.	Presión (Kpa)
Muy impermeable	0 - 1	1000
Prácticamente impermeable	1 - 3	1000
Permeable	> 3	1000
	1,5 - 6	500
Muy permeable	> 3	1000
	> 6	500

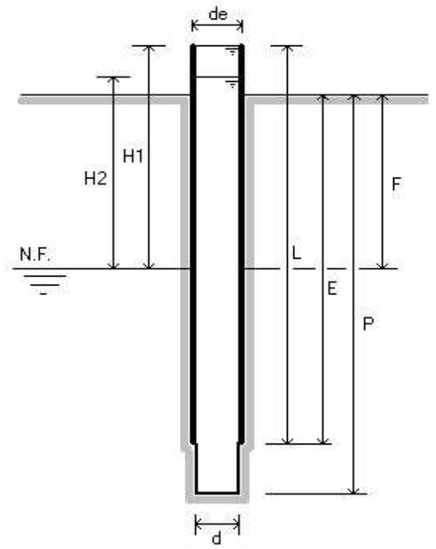
inge Instrumentación Geotécnica y Estructural S.L.

ENSAYO DE PERMEABILIDAD TIPO LEFRANC

CARGA VARIABLE

Tipo B: Entubación por encima de la perforación

SONDEO: S-3 **FECHA:** 02/12/2019



DATOS DE CAMPO:

Fondo perforación (P) :	660 cm.
Fondo entubación (E) :	600 cm.
Diámetro entubación (d_e) :	113 cm.
Longitud entubación (L) :	610 cm.
Nivel Freático (F) :	258 cm.
Diámetro perforación (d) :	101 cm.
Tiempo (t) :	3600 sg.
Descenso nivel de agua:	28 cm.
h = P - E =	60 cm.
H_1 = L - E + F =	268 cm.
H_2 =	240 cm.

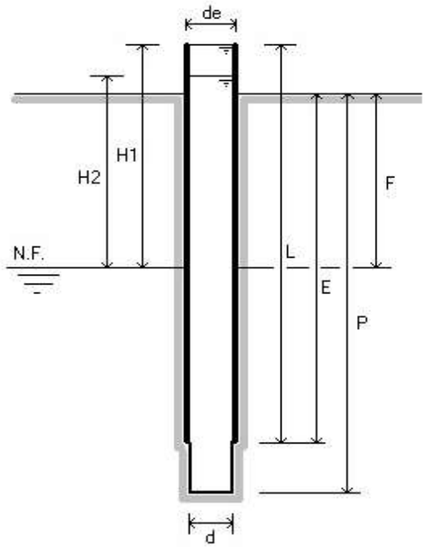
CALCULO DEL COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD:

$$K = \frac{d_e^{\,2} \cdot \ln(2 \cdot h/d)}{8 \cdot h \cdot t} \cdot \ln \frac{H_1}{H_2} =$$ 1,4055E-04 cm/sg.

OBSERVACIONES:

ENSAYO DE PERMEABILIDAD TIPO LEFRANC
CARGA VARIABLE
Tipo B: Entubación por encima de la perforación

SONDEO: S-3 **FECHA:** 03/12/2019



DATOS DE CAMPO:

Fondo perforación (P) :	1325	cm.
Fondo entubación (E) :	900	cm.
Diámetro entubación (d_e) :	113	cm.
Longitud entubación (L) :	910	cm.
Nivel Freático (F) :	280	cm.
Diámetro perforación (d) :	101	cm.
Tiempo (t) :	3600	sg.
Descenso nivel de agua:	278	cm.
$h = P - E =$	425	cm.
$H_1 = L - E + F =$	290	cm.
$H_2 =$	12	cm.

CALCULO DEL COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD:

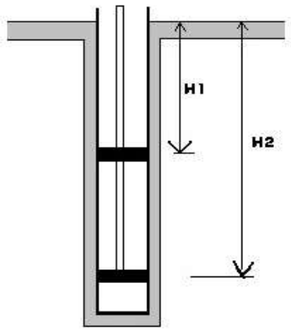
$$K = \frac{d_e^{\,2} \cdot \ln(2 \cdot h/d)}{8 \cdot h \cdot t} \cdot \ln\frac{H_1}{H_2} = \quad 7{,}0776\text{E-}03 \text{ cm/sg.}$$

OBSERVACIONES:

Ensayo de permeabilidad tipo Lugeón

Cliente:	TUNELES Y GEOMECÁNICA		
Obra:	SOTERRAMIENTO AVILES		
Nº de trabajo:	19-089		
Sondeo:	**S-3**	**Cota (m):**	**22,75**
Fecha:	**04/12/2019**	**Litología:**	**MARGAS**

Esquema del ensayo



Datos de Campo:

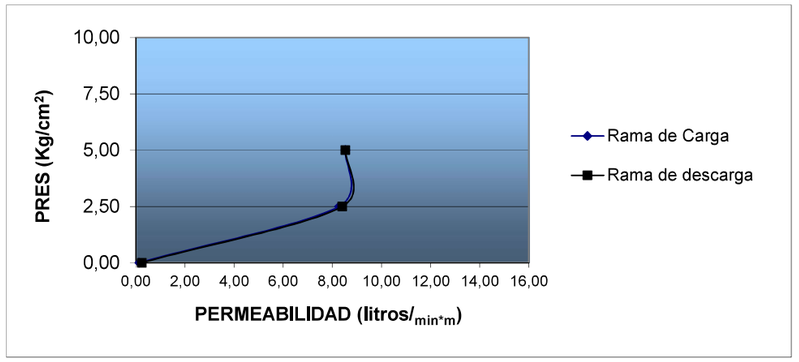
Duración escalón de carga	**10**	min.
Prof. obturador superior (H1)	**19,00**	m.
Prof. obturador inferior (H2)	**22,75**	m.

Resultados del ensayo:

PRESION Kp/cm²	CAUDAL litros / 10 min	PERMEAB. l/min • m
0,00	5,00	0,1
2,50	310,00	8,3
5,00	320,00	8,5
10,00	**530,00**	14,1
5,00	330,00	8,8
2,50	315,00	8,4
0,00	9,00	0,2

Cálculo del coeficiente de permeabilidad:

14,1	**Ud. Lugeon**



Observaciones

No aumenta la presión de 5 kp/cm2

Clasificación de macizos rocosos en función de la permeabilidad (Olalla y Sopeña, 1991)

TIPO DE MACIZO	U.L.	Presión (Kpa)
Muy impermeable	0 - 1	1000
Prácticamente impermeable	1 - 3	1000
Permeable	> 3	1000
	1,5 - 6	500
Muy permeable	> 3	1000
	> 6	500

APÉNDICE Nº5. ENSAYOS PRESIOMÉTRICOS

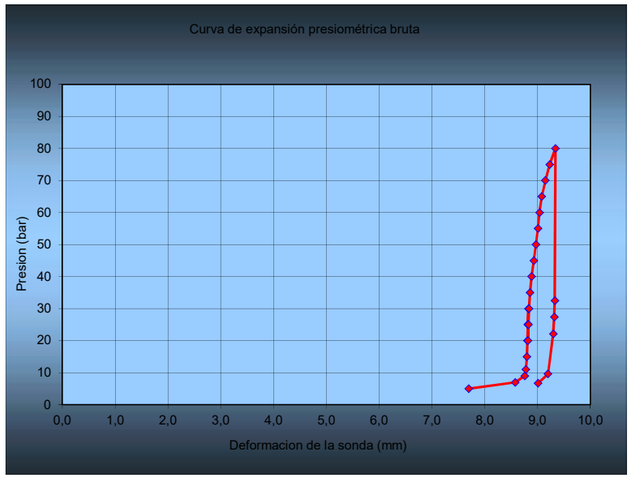
FECHA ENSAYO:	19/12/2019	PRESIOMETROS SOTERRAMIENTO AVILES
PETICIONARIO:	TRN-TRAYET	ENSAYO PRESIO-DILATOMETRICO OYO (Elastometer 200). Norma: ASTM D-4719
Nº TRABAJO:	19-089	

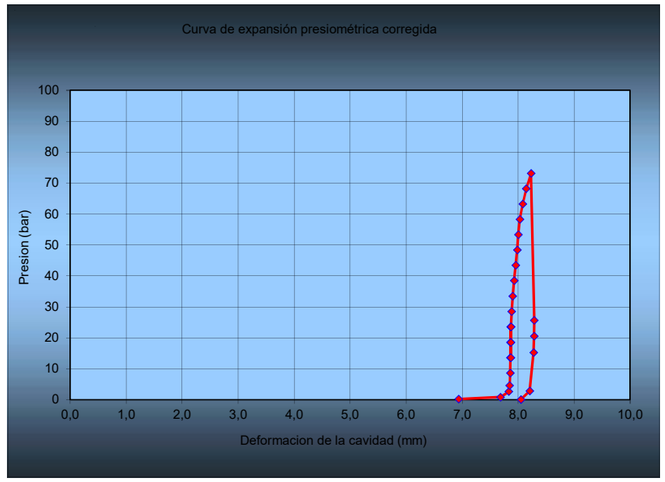
SONDEO	S-2
PROFUNDIDAD ENSAYO (m)	28,10-28,70
LITOLOGÍA	MARGAS
SISTEMA DE PERFORACION	Rotación con recup .de testigo
COEFICIENTE DE POISSON ASIGNADO	0,25
RADIO DE LA CAMISA EN VACÍO=	36 mm
PERFORACION CON BATERIA DE	76 mm

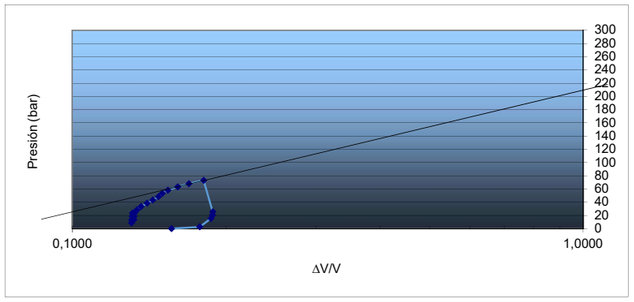
	Medidas Brutas					Correcciones			Medidas corregidas	
Medida	Presion	Radio	R 30"	R 60"	R60"-R30"	Reaccion Goma	Presión sobre Goma	Expansión Camisa	Presion	Radio
1	5,0000	7,7000				-4,8022	-0,8100	0,0504	0,1978	6,9404
2	7,0000	8,5800				-6,1937	-0,8132	-0,0810	0,8063	7,6858
3	9,0000	8,7600				-6,3934	-0,8164	-0,1075	2,6066	7,8361
4	11,0000	8,7800				-6,4140	-0,8196	-0,1101	4,5860	7,8503
5	15,0000	8,8000				-6,4344	-0,8260	-0,1121	8,5656	7,8619
6	20,0000	8,8100				-6,4444	-0,8340	-0,1124	13,5556	7,8636
7	25,0000	8,8200				-6,4544	-0,8420	-0,1127	18,5456	7,8653
8	30,0000	8,8300				-6,4642	-0,8500	-0,1130	23,5358	7,8670
9	25,0000	8,8200				-6,4544	-0,8420	-0,1127	18,5456	7,8653
10	20,0000	8,8200				-6,4544	-0,8340	-0,1139	13,5456	7,8721
11	25,0000	8,8300				-6,4642	-0,8420	-0,1142	18,5358	7,8738
12	30,0000	8,8400				-6,4740	-0,8500	-0,1145	23,5260	7,8755
13	35,0000	8,8600				-6,4934	-0,8580	-0,1163	28,5066	7,8857
14	40,0000	8,8900				-6,5220	-0,8660	-0,1196	33,4780	7,9044
15	45,0000	8,9300				-6,5590	-0,8740	-0,1244	38,4410	7,9316
16	50,0000	8,9700				-6,5949	-0,8820	-0,1292	43,4051	7,9588
17	55,0000	9,0100				-6,6296	-0,8900	-0,1340	48,3704	7,9860
18	60,0000	9,0400				-6,6549	-0,8980	-0,1373	53,3451	8,0047
19	65,0000	9,0800				-6,6876	-0,9060	-0,1421	58,3124	8,0319
20	70,0000	9,1500				-6,7423	-0,9140	-0,1514	63,2577	8,0846
21	75,0000	9,2300				-6,8008	-0,9220	-0,1622	68,1992	8,1458
22	80,0000	9,3400				-6,8746	-0,9300	-0,1775	73,1254	8,2325
23	32,5000	9,3300				-6,8682	-0,8540	-0,1874	25,6318	8,2886
24	27,4000	9,3200				-6,8618	-0,8458	-0,1871	20,5382	8,2871
25	22,1000	9,3000				-6,8487	-0,8374	-0,1853	15,2513	8,2773
26	9,6000	9,2000				-6,7794	-0,8174	-0,1734	2,8206	8,2093
27	6,7000	9,0100				-6,6296	-0,8127	-0,1456	0,0704	8,0517

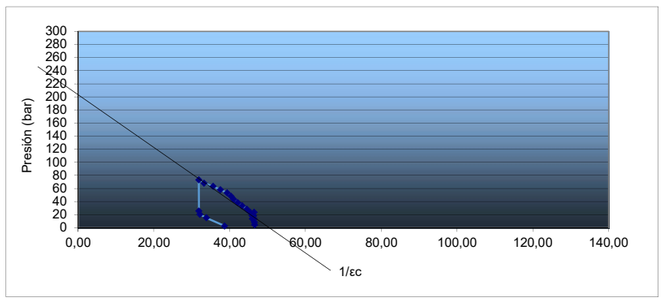
PARAMETROS DE CALIBRACION DE LA CAMISA 19-007 Equipo 2: 420322

Reacción Goma:	y =	R^4 +	0,0467	R^3 +	-1,6143	R^2 +	18,57	R +	-63,795	
Deformación camisa:	y =	0,0016	P +	0,802						
Expansión camisa:	y =	0,1499	R +	-1,0832						









CÁLCULO DEL MÓDULO EN CARGA

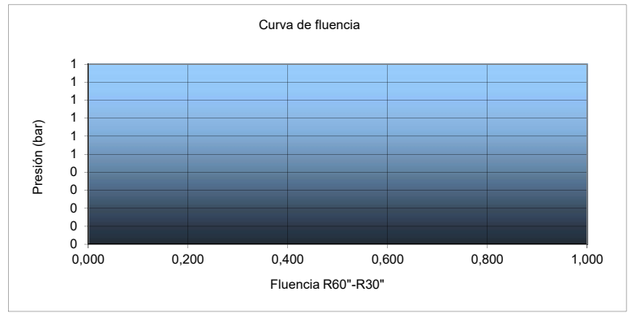
Radio inicial de la cavidad ρ_0=	43,8361 mm		
Radio de la cavidad ρ_1=	43,8503 mm	ε_1=	0,00032393
Presion en la cavidad P_1=	4,586 bar		
Radio de la cavidad ρ_2=	43,867 mm	ε_2=	0,0007049
Presion en la cavidad P_2=	23,5358 bar		

Módulo de corte G=	2487,08 Mpa
Módulo de def. Ep=	6217,70 Mpa

CÁLCULO DEL MÓDULO EN RECARGA

Radio inicial de la cavidad ρ_0=	43,8755 mm		
Radio de la cavidad ρ_1=	43,8755 mm	ε_1=	0
Presion en la cavidad P_1=	23,526 bar		
Radio de la cavidad ρ_2=	44,0319 mm	ε_2=	0,003564632
Presion en la cavidad P_2=	58,3124 bar		

Presión límite (Menard, 1976)	210 Bar
Presión límite (Mair y Wood,1987):	205 Bar
Presión de fluencia:	5,83 Mpa
Módulo de corte G=	487,94 Mpa
Módulo de def. Ep=	1219,85 Mpa



FORMULAS PARA EL CÁLCULO DEL MÓDULO PRESIOMÉTRICO

$$\varepsilon_c = \frac{(\rho - \rho_0)}{\rho_0} \qquad G = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta p}{\varepsilon_c} \qquad E = 2G(1+\nu) \qquad \frac{\Delta V}{V} = 1 - \frac{1}{(1+\varepsilon_c)^2}$$

Operador : Raúl Gómez
Interpretación: P.Pardo

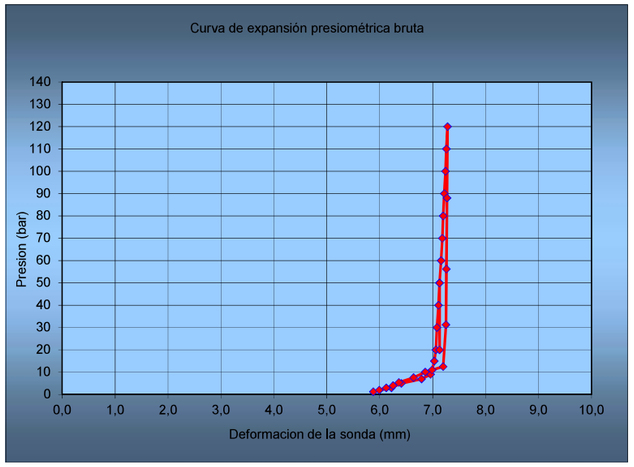
FECHA ENSAYO:	12/12/2019	PRESIOMETROS SOTERRAMIENTO AVILES
PETICIONARIO:	TRN-TRAYET	ENSAYO PRESIO-DILATOMETRICO OYO (Elastometer 200). Norma: ASTM D-4719
Nº TRABAJO:	19-089	

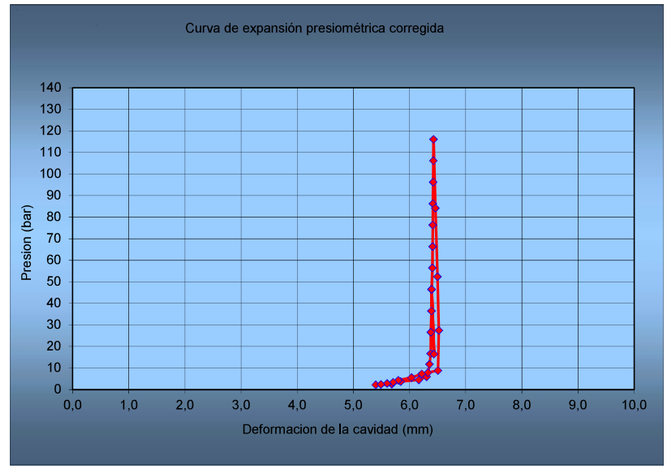
SONDEO	S-1
PROFUNDIDAD ENSAYO (m)	24,90-25,50
LITOLOGÍA	CALIZAS
SISTEMA DE PERFORACION	Rotación con recup .de testigo
COEFICIENTE DE POISSON ASIGNADO	0,25
RADIO DE LA CAMISA EN VACÍO=	36 mm
PERFORACION CON BATERIA DE	76 mm

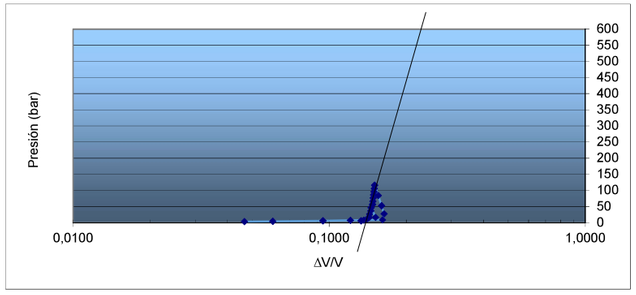
Medidas Brutas						Correcciones			Medidas corregidas	
Medida	Presion	Radio	R 30"	R 60"	R60"-R30"	Reaccion Goma	Presión sobre Goma	Expansión Camisa	Presion	Radio
1	1,3000	5,8800				0,9229	-0,8041	0,3223	2,2229	5,3982
2	3,0000	6,2200				-0,4937	-0,8068	0,2718	2,5063	5,6850
3	5,0000	6,4100				-1,2098	-0,8100	0,2438	3,7902	5,8438
4	7,0000	6,7900				-2,4887	-0,8132	0,1873	4,5113	6,1641
5	9,0000	6,9600				-2,9980	-0,8164	0,1623	6,0020	6,3059
6	11,0000	6,9900				-3,0840	-0,8196	0,1583	7,9160	6,3287
7	15,0000	7,0300				-3,1969	-0,8260	0,1532	11,8031	6,3572
8	20,0000	7,0600				-3,2802	-0,8340	0,1499	16,7198	6,3759
9	30,0000	7,0800				-3,3351	-0,8500	0,1493	26,6649	6,3793
10	40,0000	7,1100				-3,4166	-0,8660	0,1472	36,5834	6,3912
11	50,0000	7,1300				-3,4703	-0,8820	0,1466	46,5297	6,3946
12	20,0000	7,1300				-3,4703	-0,8340	0,1394	16,5297	6,4354
13	50,0000	7,1300				-3,4703	-0,8820	0,1466	46,5297	6,3946
14	60,0000	7,1600				-3,5499	-0,8980	0,1445	56,4501	6,4065
15	70,0000	7,1800				-3,6024	-0,9140	0,1439	66,3976	6,4099
16	80,0000	7,2000				-3,6544	-0,9300	0,1433	76,3456	6,4133
17	90,0000	7,2200				-3,7059	-0,9460	0,1427	86,2941	6,4167
18	100,0000	7,2400				-3,7569	-0,9620	0,1421	96,2431	6,4201
19	110,0000	7,2600				-3,8074	-0,9780	0,1415	106,1926	6,4235
20	120,0000	7,2800				-3,8575	-0,9940	0,1409	116,1425	6,4269
21	88,1000	7,2700				-3,8325	-0,9430	0,1348	84,2675	6,4618
22	56,2000	7,2600				-3,8074	-0,8919	0,1286	52,3926	6,4967
23	31,3000	7,2500				-3,7822	-0,8521	0,1242	27,5178	6,5221
24	12,5000	7,2000				-3,6544	-0,8220	0,1271	8,8456	6,5051
25	10,1000	6,8600				-2,7030	-0,8182	0,1775	7,3970	6,2194
26	7,6000	6,6400				-2,0076	-0,8142	0,2099	5,5924	6,0357
27	5,4000	6,3600				-1,0264	-0,8106	0,2514	4,3736	5,8007
28	4,0000	6,2500				-0,6103	-0,8084	0,2675	3,3897	5,7091
29	3,0000	6,1200				-0,0954	-0,8068	0,2868	2,9046	5,6000
30	2,0000	5,9900				0,4451	-0,8052	0,3060	2,4451	5,4908

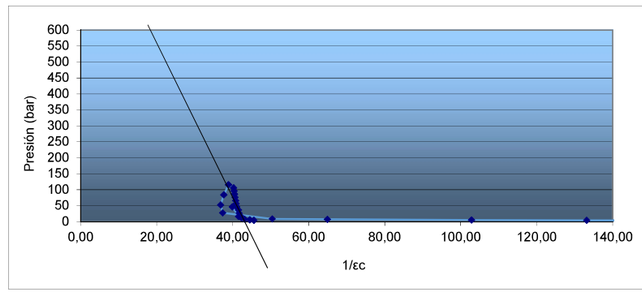
PARAMETROS DE CALIBRACION DE LA CAMISA 19-007 Equipo 2: 420322

Reacción Goma:	y =	R^4 +	0,0467	R^3 +	-1,6143	R^2 +	18,57	R +	-63,795	
Deformación camisa:	y =	0,0016	P +	0,802						
Expansión camisa:	y =	0,1499	R +	-1,0832						









CÁLCULO DEL MÓDULO EN CARGA

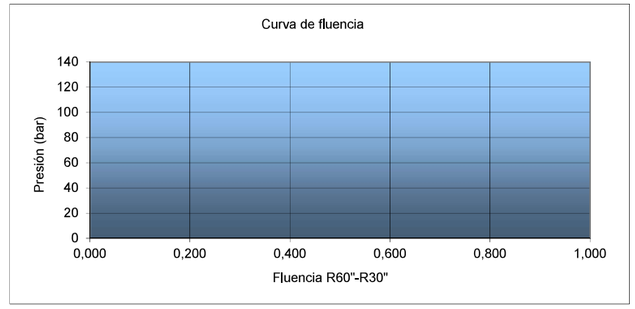
Radio inicial de la cavidad ρ_0=	42,3059 mm		
Radio de la cavidad ρ_1=	42,3287 mm	ε_1=	0,00053893
Presion en la cavidad P_1=	7,916 bar		
Radio de la cavidad ρ_2=	42,3946 mm	ε_2=	0,00209663
Presion en la cavidad P_2=	46,5297 bar		

Módulo de corte G=	1239,44 Mpa
Módulo de def. Ep=	3098,61 Mpa

CÁLCULO DEL MÓDULO EN RECARGA

Radio inicial de la cavidad ρ_0=	42,3946 mm		
Radio de la cavidad ρ_1=	42,3946 mm	ε_1=	0
Presion en la cavidad P_1=	46,5297 bar		
Radio de la cavidad ρ_2=	42,4269 mm	ε_2=	0,000761889
Presion en la cavidad P_2=	116,1425 bar		

Presión límite (Menard, 1976)	<600 Bar
Presión límite (Mair y Wood,1987):	<600 Bar
Presión de fluencia:	11,61 Mpa
Módulo de corte G=	4568,43 Mpa
Módulo de def. Ep=	11421,08 Mpa



FORMULAS PARA EL CÁLCULO DEL MÓDULO PRESIOMÉTRICO

$$\varepsilon_c = \frac{(\rho - \rho_0)}{\rho_0} \qquad G = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta p}{\varepsilon_c} \qquad E = 2G(1+\nu) \qquad \frac{\Delta V}{V} = 1 - \frac{1}{(1+\varepsilon_c)^2}$$

Operador : Raúl Gómez
Interpretación: P.Pardo

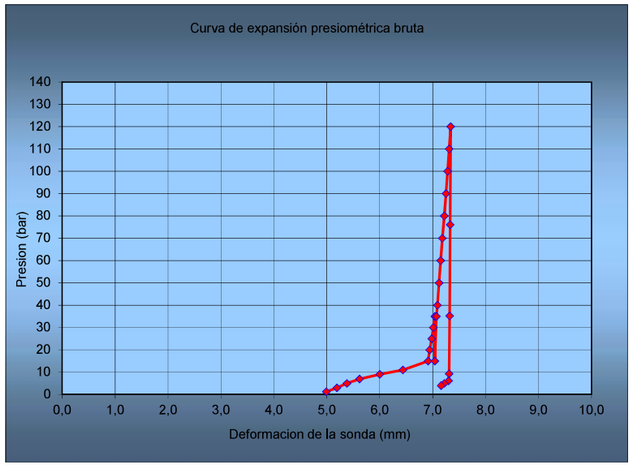
FECHA ENSAYO:	16/12/2019	PRESIOMETROS SOTERRAMIENTO AVILES
PETICIONARIO:	TRN-TRAYET	ENSAYO PRESIO-DILATOMETRICO OYO (Elastometer 200). Norma: ASTM D-4719
Nº TRABAJO:	19-089	

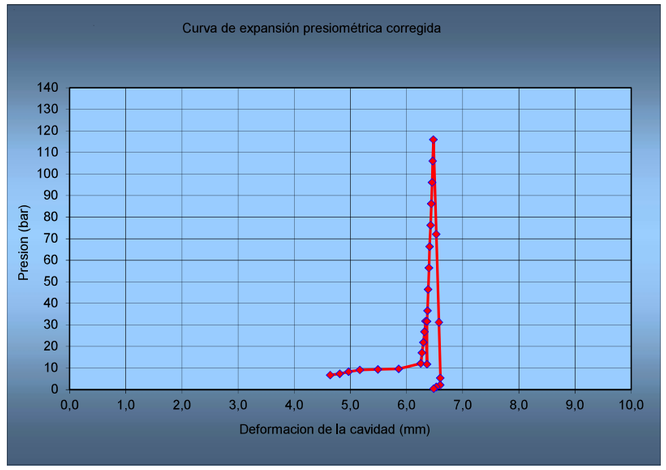
SONDEO	S-1
PROFUNDIDAD ENSAYO (m)	48,00-48,60
LITOLOGÍA	MARGOCALIZAS
SISTEMA DE PERFORACION	Rotación con recup .de testigo
COEFICIENTE DE POISSON ASIGNADO	0,25
RADIO DE LA CAMISA EN VACÍO=	36 mm
PERFORACION CON BATERIA DE	76 mm

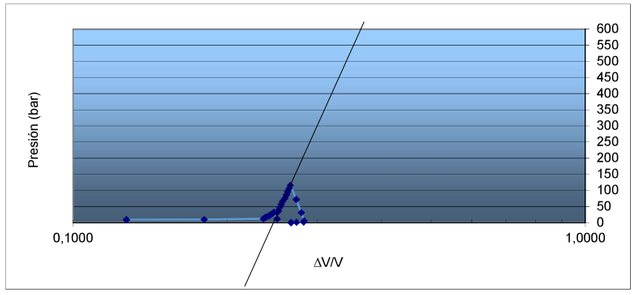
Medidas Brutas						Correcciones			Medidas corregidas	
Medida	Presion	Radio	R 30"	R 60"	R60"-R30"	Reaccion Goma	Presión sobre Goma	Expansión Camisa	Presion	Radio
1	1,3000	4,9900				5,5244	-0,8041	0,4557	6,8244	4,6417
2	3,0000	5,1900				4,3711	-0,8068	0,4262	7,3711	4,8094
3	5,0000	5,3800				3,3412	-0,8100	0,3982	8,3412	4,9682
4	7,0000	5,6200				2,1288	-0,8132	0,3627	9,1288	5,1695
5	9,0000	6,0000				0,4026	-0,8164	0,3062	9,4026	5,4898
6	11,0000	6,4400				-1,3181	-0,8196	0,2407	9,6819	5,8611
7	15,0000	6,9100				-2,8521	-0,8260	0,1712	12,1479	6,2552
8	20,0000	6,9400				-2,9400	-0,8340	0,1679	17,0600	6,2739
9	25,0000	6,9800				-3,0555	-0,8420	0,1631	21,9445	6,3011
10	30,0000	7,0100				-3,1407	-0,8500	0,1598	26,8593	6,3198
11	35,0000	7,0400				-3,2248	-0,8580	0,1565	31,7752	6,3385
12	15,0000	7,0400				-3,2248	-0,8260	0,1517	11,7752	6,3657
13	35,0000	7,0700				-3,3077	-0,8580	0,1520	31,6923	6,3640
14	40,0000	7,0900				-3,3624	-0,8660	0,1502	36,6376	6,3742
15	50,0000	7,1200				-3,4435	-0,8820	0,1481	46,5565	6,3861
16	60,0000	7,1500				-3,5235	-0,8980	0,1460	56,4765	6,3980
17	70,0000	7,1800				-3,6024	-0,9140	0,1439	66,3976	6,4099
18	80,0000	7,2200				-3,7059	-0,9300	0,1403	76,2941	6,4303
19	90,0000	7,2500				-3,7822	-0,9460	0,1382	86,2178	6,4422
20	100,0000	7,2800				-3,8575	-0,9620	0,1361	96,1425	6,4541
21	110,0000	7,3100				-3,9317	-0,9780	0,1340	106,0683	6,4660
22	120,0000	7,3400				-4,0048	-0,9940	0,1319	115,9952	6,4779
23	76,1000	7,3300				-3,9805	-0,9238	0,1229	72,1195	6,5291
24	35,2000	7,3200				-3,9562	-0,8583	0,1146	31,2438	6,5763
25	9,3000	7,3100				-3,9317	-0,8169	0,1099	5,3683	6,6030
26	6,1000	7,3000				-3,9070	-0,8118	0,1106	2,1930	6,5989
27	5,0000	7,2200				-3,7059	-0,8100	0,1223	1,2941	6,5323
28	4,0000	7,1600				-3,5499	-0,8084	0,1311	0,4501	6,4827

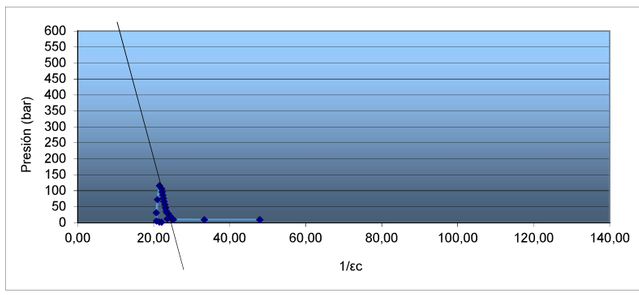
PARAMETROS DE CALIBRACION DE LA CAMISA 19-007 Equipo 2: 420322

Reacción Goma:	y =		R^4 +	0,0467	R^3 +	-1,6143	R^2 +	18,57	R +	-63,795	
Deformación camisa:	y =	0,0016	P +	0,802							
Expansión camisa:	y =	0,1499	R +	-1,0832							









CÁLCULO DEL MÓDULO EN CARGA

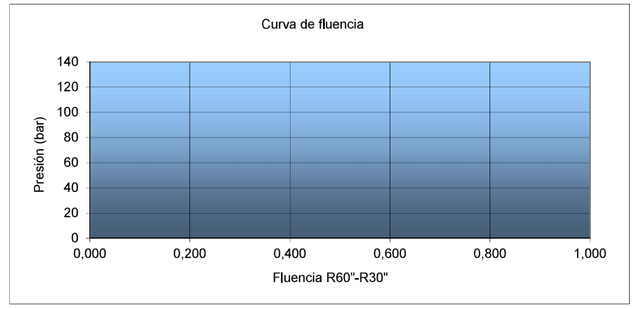
Radio inicial de la cavidad ρ_0=	42,2552 mm		
Radio de la cavidad ρ_1=	42,2552 mm	ε_1=	0
Presion en la cavidad P_1=	12,1479 bar		
Radio de la cavidad ρ_2=	42,3385 mm	ε_2=	0,00197136
Presion en la cavidad P_2=	31,7752 bar		

Módulo de corte G=	497,81 Mpa
Módulo de def. Ep=	1244,53 Mpa

CÁLCULO DEL MÓDULO EN RECARGA

Radio inicial de la cavidad ρ_0=	42,364 mm		
Radio de la cavidad ρ_1=	42,364 mm	ε_1=	0
Presion en la cavidad P_1=	31,6923 bar		
Radio de la cavidad ρ_2=	42,4779 mm	ε_2=	0,002688604
Presion en la cavidad P_2=	115,9952 bar		

Presión límite (Menard, 1976)	<600 Bar
Presión límite (Mair y Wood,1987):	<600 Bar
Presión de fluencia:	11,60 Mpa
Módulo de corte G=	1567,78 Mpa
Módulo de def. Ep=	3919,46 Mpa



FORMULAS PARA EL CÁLCULO DEL MÓDULO PRESIOMÉTRICO

$$\varepsilon_c = \frac{(\rho - \rho_0)}{\rho_0} \qquad G = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta p}{\varepsilon_c} \qquad E = 2G(1+\nu) \qquad \frac{\Delta V}{V} = 1 - \frac{1}{(1+\varepsilon_c)^2}$$

Operador : Raúl Gómez
Interpretación: P.Pardo

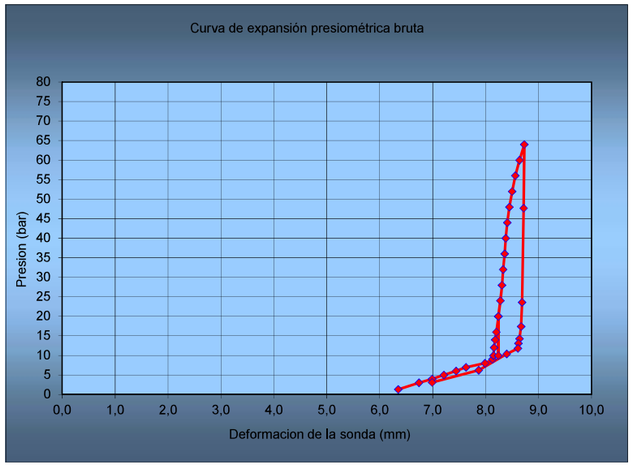
FECHA ENSAYO: 04/12/2019 PETICIONARIO: TUNELES Y GEOMECÁNICA Nº TRABAJO: 19-089	PRESIOMETROS SOTERRAMIENTO AVILES ENSAYO PRESIO-DILATOMETRICO OYO (Elastometer 200). Norma: ASTM D-4719	inge

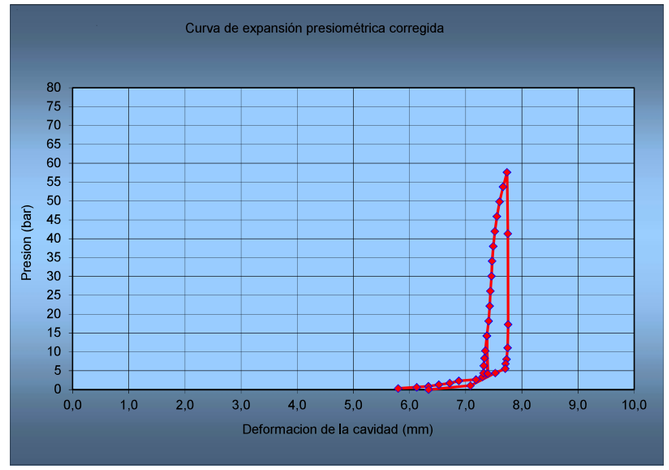
SONDEO	S-3
PROFUNDIDAD ENSAYO (m)	25,50-26,10
LITOLOGÍA	MARGAS
SISTEMA DE PERFORACION	Rotación con recup .de testigo
COEFICIENTE DE POISSON ASIGNADO	0,25
RADIO DE LA CAMISA EN VACÍO=	36 mm
PERFORACION CON BATERIA DE	76 mm

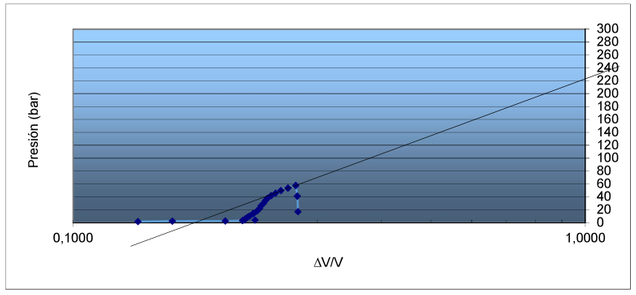
Medidas Brutas						Correcciones			Medidas corregidas	
Medida	Presion	Radio	R 30"	R 60"	R60"-R30"	Reaccion Goma	Presión sobre Goma	Expansión Camisa	Presion	Radio
1	1,3000	6,3500				-0,9893	-0,8041	0,2519	0,3107	5,7978
2	3,0000	6,7400				-2,3317	-0,8068	0,1938	0,6683	6,1270
3	4,0000	6,9900				-3,0840	-0,8084	0,1566	0,9160	6,3382
4	5,0000	7,2100				-3,6802	-0,8100	0,1238	1,3198	6,5238
5	6,0000	7,4400				-4,2410	-0,8116	0,0896	1,7590	6,7180
6	7,0000	7,6300				-4,6585	-0,8132	0,0614	2,3415	6,8782
7	8,0000	7,9900				-5,3431	-0,8148	0,0076	2,6569	7,1828
8	9,0000	8,1300				-5,5740	-0,8164	-0,0131	3,4260	7,3005
9	10,0000	8,1500				-5,6054	-0,8180	-0,0159	4,3946	7,3161
10	12,0000	8,1600				-5,6210	-0,8212	-0,0169	6,3790	7,3219
11	14,0000	8,1800				-5,6519	-0,8244	-0,0194	8,3481	7,3362
12	16,0000	8,2000				-5,6824	-0,8276	-0,0219	10,3176	7,3505
13	20,0000	8,2400				-5,7422	-0,8340	-0,0270	14,2578	7,3790
14	10,0000	8,2400				-5,7422	-0,8180	-0,0294	4,2578	7,3926
15	20,0000	8,2400				-5,7422	-0,8340	-0,0270	14,2578	7,3790
16	24,0000	8,2800				-5,8007	-0,8404	-0,0320	18,1993	7,4076
17	28,0000	8,3100				-5,8435	-0,8468	-0,0355	22,1565	7,4277
18	32,0000	8,3300				-5,8716	-0,8532	-0,0376	26,1284	7,4392
19	36,0000	8,3600				-5,9132	-0,8596	-0,0411	30,0868	7,4593
20	40,0000	8,3800				-5,9404	-0,8660	-0,0431	34,0596	7,4709
21	44,0000	8,4100				-5,9806	-0,8724	-0,0467	38,0194	7,4909
22	48,0000	8,4500				-6,0329	-0,8788	-0,0517	41,9671	7,5195
23	52,0000	8,5000				-6,0965	-0,8852	-0,0583	45,9035	7,5565
24	56,0000	8,5600				-6,1699	-0,8916	-0,0663	49,8301	7,6021
25	60,0000	8,6400				-6,2632	-0,8980	-0,0773	53,7368	7,6647
26	64,0000	8,7300				-6,3619	-0,9044	-0,0899	57,6381	7,7357
27	47,7000	8,7200				-6,3513	-0,8783	-0,0923	41,3487	7,7494
28	23,6000	8,6900				-6,3188	-0,8398	-0,0936	17,2812	7,7567
29	17,4000	8,6700				-6,2968	-0,8298	-0,0920	11,1032	7,7481
30	14,3000	8,6400				-6,2632	-0,8249	-0,0883	8,0368	7,7268
31	13,1000	8,6200				-6,2403	-0,8230	-0,0856	6,8597	7,7115
32	11,8000	8,6100				-6,2288	-0,8209	-0,0844	5,5712	7,7047
33	10,4000	8,4000				-5,9673	-0,8186	-0,0532	4,4327	7,5281
34	6,2000	7,8700				-5,1298	-0,8119	0,0252	1,0702	7,0833
35	3,1000	6,9900				-3,0840	-0,8070	0,1564	0,0160	6,3394

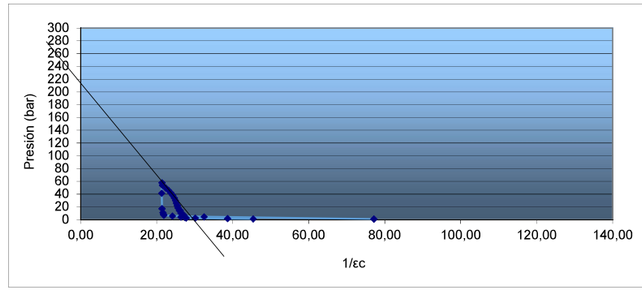
PARAMETROS DE CALIBRACION DE LA CAMISA 19-007 Equipo 2: 420322

Reacción Goma:	y =	R^4 +	0,0467	R^3 +	-1,6143	R^2 +	18,57	R +	-63,795	
Deformación camisa:	y =	0,0016	P +	0,802						
Expansión camisa:	y =	0,1499	R +	-1,0832						









CÁLCULO DEL MÓDULO EN CARGA

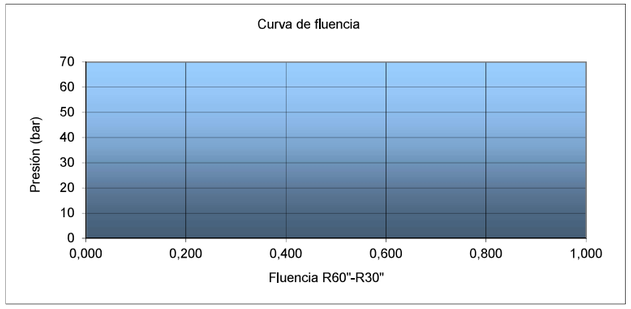
Radio inicial de la cavidad ρ_0=	43,3005 mm		
Radio de la cavidad ρ_1=	43,3171 mm	ε_1=	0,00038337
Presion en la cavidad P_1=	4,3946 bar		
Radio de la cavidad ρ_2=	43,379 mm	ε_2=	0,00181291
Presion en la cavidad P_2=	14,2578 bar		

Módulo de corte G=	344,98 Mpa
Módulo de def. Ep=	862,44 Mpa

CÁLCULO DEL MÓDULO EN RECARGA

Radio inicial de la cavidad ρ_0=	43,379 mm		
Radio de la cavidad ρ_1=	43,379 mm	ε_1=	0
Presion en la cavidad P_1=	14,2578 bar		
Radio de la cavidad ρ_2=	43,5565 mm	ε_2=	0,004091842
Presion en la cavidad P_2=	45,9035 bar		

Presión límite (Menard, 1976)	222 Bar
Presión límite (Mair y Wood,1987):	218 Bar
Presión de fluencia:	4,59 Mpa
Módulo de corte G=	386,69 Mpa
Módulo de def. Ep=	966,73 Mpa



FORMULAS PARA EL CÁLCULO DEL MÓDULO PRESIOMÉTRICO

$$\varepsilon_c = \frac{(\rho - \rho_0)}{\rho_0} \qquad G = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta p}{\varepsilon_c} \qquad E = 2G(1+\nu) \qquad \frac{\Delta V}{V} = 1 - \frac{1}{(1+\varepsilon_c)^2}$$

Operador : Raúl Gómez
Interpretación: P.Pardo

APÉNDICE Nº6. GEOFÍSICA

ESTUDIO GEOFÍSICO MEDIANTE ENSAYOS DE SÍSMICA DE REFRACCIÓN PARA EL ESTUDIO DEL TERRENO EN AVILÉS, PRINCIPADO DE ASTURIAS

CONSULTOR

EVEREST Geophysics

PETICIONARIO

TRN TARYET

FECHA Diciembre de 2019

CÓDIGO PR19-041

VERSIÓN V1

Este informe se dirige exclusivamente al peticionario y puede contener información privilegiada o confidencial. El acceso a este documento por otras personas distintas a las designadas no está autorizado. Si usted no es el destinatario indicado, queda notificado que la utilización, divulgación y/o copia sin autorización está prohibida en virtud de la legislación vigente. Si ha recibido este documento por error, le rogamos que lo comunique inmediatamente al remitente y proceda a su destrucción.

EVEREST Geophysics

Control de firmas	
Realizado	Revisado y aprobado
Ana Domínguez	Senén Sandoval
12/12/2019	12/12/2019
Firma	Firma

Información del Documento	
Código Documento	PR19-041-TMS-GPR-AVILES-TRN

Registro de Cambios

Versión	Fecha	Autor	Sección Afectada	Cambios
1	12/12/2019	A. Domínguez	Todas	Versión Original

RESUMEN

Este informe describe los trabajos de campo, de gabinete y los resultados obtenidos a partir de una investigación geofísica mediante perfiles de sísmica de refracción realizada el 26 y 27 de noviembre 2019. El estudio se ha realizado en zona urbana en la localidad de Avilés, Principado de Asturias.

El objetivo principal del estudio es conocer la ripabilidad del substrato rocoso a partir de las velocidades sísmicas de las ondas P.

Los datos de campo adquiridos son de alta calidad, lo que ha permitido una sencilla identificación de las ondas P. Los tres modelos de velocidad obtenidos se han obtenido con un proceso tomográfico iterativo con ajustes RMS muy bajos.

Los modelos de velocidad han alcanzado en algunos casos profundidades máximas de 41 metros desde la superficie, con velocidades sísmicas V_P que varían entre 500 (en superficie) y 5.000 m/s.

Contenido

RESUMEN 2

Índice de ilustraciones 4

Índice de tablas 6

1. INTRODUCCIÓN 7

1.1. Antecedentes 7

1.2. Objetivos y alcance de los trabajos 7

1.3. Marco geológico 8

2. METODOLOGÍA 9

2.1. Esfuerzo y deformación 9

2.2. Ondas sísmicas 11

Velocidad de ondas sísmicas 13

Ripabilidad 15

Propagación de ondas sísmicas 17

2.3. Sísmica de refracción 18

Equipo de medida 18

Curvas dromoconas tiempo-distancia 20

Hipótesis del método 20

Adquisición y representación de datos de campo 22

Procesado de los datos de campo 23

2.4. Tomografía sísmica de refracción 24

Problema directo e inverso 25

Linearización del problema 26

Proceso de convergencia iterativo 27

3. EQUIPOS 30
3.1. EQUIPO DE SÍSMICA DE REFRACCIÓN 30
3.2. EQUIPO DE GEORRADAR 32
4. TRABAJOS DE CAMPO 34
4.1. TRABAJOS DE CAMPO DE SÍSMICA DE REFRACCIÓN 34
4.2. TRABAJOS DE CAMPO DE GPR-2D 36
5. PROCESADO 37
6. RESULTADOS 38
6.1. Perfil PS-1 39
6.2. Perfil PS-2 40
6.3. Perfil PS-3 41
7. REFERENCIAS 44

Anejo 1. Plano de localización de ensayos

Anejo 2. Modelos de velocidad sísmica V_P

Índice de ilustraciones

Figura 1. Plano de ubicación general de la zona de estudio en el municipio de Avilés y localización de los ensayos a realizar. 7

Figura 2. Mapa geológico de la zona de estudio. Fuente: Instituto Geológico y Minero de España (IGME). Mapa geológico de España 1:50.000. Hoja 13 (Avilés). El cuadrado rojo indica la zona de estudio. 8

Figura 3. Módulos elásticos. (A) Módulo de Young; (B) Módulo de compresibilidad volumétrica (Bulk); (C) Módulo de cizalla; (D) Módulo axial. Reynolds (2011). 10

Figura 4. Tipos de ondas sísmicas y desplazamientos que producen en el medio a su paso. 11

Figura 5. Registro sísmico (componente vertical, amplitudes normalizadas). Se observan las ondas P al inicio del ensamblaje (línea azul) y a continuación las ondas Rayleigh de gran amplitud. El área anaranjada marca la dispersión de las ondas superficiales. 12

Figura 6. Tabla de ripabilidad según el tipo de material y la velocidad sísmica de las ondas P para una ripadora modelo D11R (Caterpillar, 200). 16

Figura 7. Ondas P y S reflejadas y refractadas en una discontinuidad entre dos medios de velocidad V1 y V2. 17

Figura 8. Refracción crítica en una discontinuidad entre dos medios de velocidad V1 y V2. 18

Figura 9. Curvas tiempo-distancia (dromocronas) en un ensayo de sísmica de refracción.. 20

Figura 10. Ejemplo de ensamblaje sísmico. Cada curva representa la vibración registrada en cada geófono. 23

Figura 11. Diagrama comparativo entre el problema directo y el problema inverso. 25

Figura 12. Diagrama del problema inverso para el caso concreto de los ensayos de Tomografía Sísmica. 25

Figura 13. Ejemplo de proceso de convergencia iterativa para la obtención de dos modelos de velocidad sísmica. El error RMS se reduce progresivamente hasta alcanzar un valor definido (err1 y err2) por la calidad de los datos de campo. Cuando el error de ajuste del proceso iterativo alcanza un determinado valor, el proceso se detiene para evitar incluir artefactos en la solución final. 28

Figura 14. Ejemplo de soluciones obtenidas en un problema inverso dependiendo del modelo inicial empleado en un espacio que contiene varios mínimos de la función objeto E. A la izquierda, convergencia al mínimo absoluto. A la derecha, convergencia a un mínimo secundario. (Adaptado de Menke, 1989). 29

Figura 15. Modelo de velocidades sísmicas (VP) de gradiente de velocidad simple empleado como modelo inicial de una inversión tomográfica. 29

Figura 16. Detalle de uno de los 24 geófonos de componente vertical de los que se componían las líneas sísmicas 30

Figura 17. Maza de 7Kg empleada para la generación de ondas sísmicas mediante el golpeo de una placa metálica colocada sobre el terreno. 31

Figura 18. Sismógrafo modelo STRATAVISOR empleado en este estudio 31

Figura 19. Antena de georradar de 750 MHz de frecuencia empleada en este estudio. 32

Figura 20. Odómetro de precisión para medir la distancia recorrida 33

Figura 21. Unidad de control GX12 empleada en este estudio. 33

Figura 22. Ejemplo de sismograma perteneciente al perfil PS-1. La señal se encuentra sin procesar y muestra las amplitudes normalizadas. 35

Figura 23. Estaca para la señalización de la CATA 06. 36

Figura 24. Ripabilidades estimadas a partir de las velocidades sísmicas, según la tabla de Caterpillar D10, para el perfil PS-1. 39

Figura 25. Ripabilidades estimadas a partir de las velocidades sísmicas, según la tabla de Caterpillar D10, para el perfil PS-2. 41

Figura 26. Ripabilidades estimadas a partir de las velocidades sísmicas, según la tabla de Caterpillar D10, para el perfil PS-3. 42

Índice de tablas

Tabla 1. Velocidades sísmicas (VP) de los materiales comunes en el terreno. 14

Tabla 2. Descripción de los trabajos de campo realizados. 34

Tabla 3. Coordenadas UTM en Huso 30, WGS89. 34

Tabla 4. Características de los perfiles de sísmica de refracción. 35

Tabla 5. Ajustes obtenidos en los modelos de velocidad. 38

Tabla 6. Espesores medios (m) PS-1 40

Tabla 7. Espesores medios (m) PS-2 41

Tabla 8. Espesores medios (m) PS-3 42

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

A petición de TRN TÁRYET, se realiza este informe geofísico para el estudio de la ripabilidad en una zona urbana del Municipio de Avilés (Figura 1).

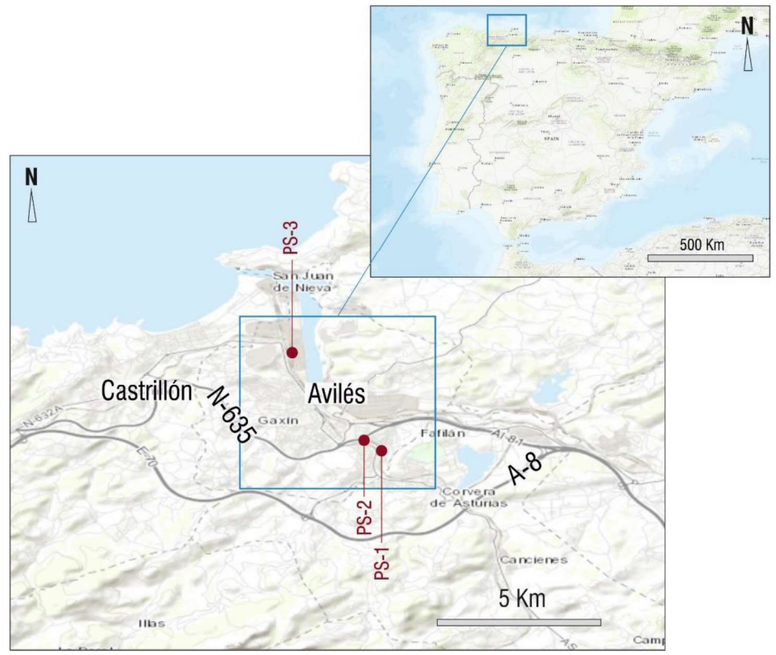


Figura 1. Plano de ubicación general de la zona de estudio en el municipio de Avilés y localización de los ensayos a realizar.

Se dispone de los siguientes documentos digitales:

- Fotografía aérea de detalle en formato digital extraída del portal del IGN.
- Plano de la planificación de la Campaña Geotécnica por TRN TARYET.

1.2. Objetivos y alcance de los trabajos

El objetivo de este estudio es caracterizar las propiedades geomecánicas del subsuelo en el que se va a realizar un movimiento de tierras.

Para alcanzar los objetivos planteados se requiere la realización de una campaña sísmica de perfiles de tomografía sísmica de refracción.

Los perfiles de tomografía sísmica de refracción generan modelos de velocidad de propagación de las ondas P (V_P) en el subsuelo a partir de los cuales se pueden caracterizar los materiales presentes bajo el subsuelo y determinar los espesores de las distintas capas que lo forman.

1.3. Marco geológico

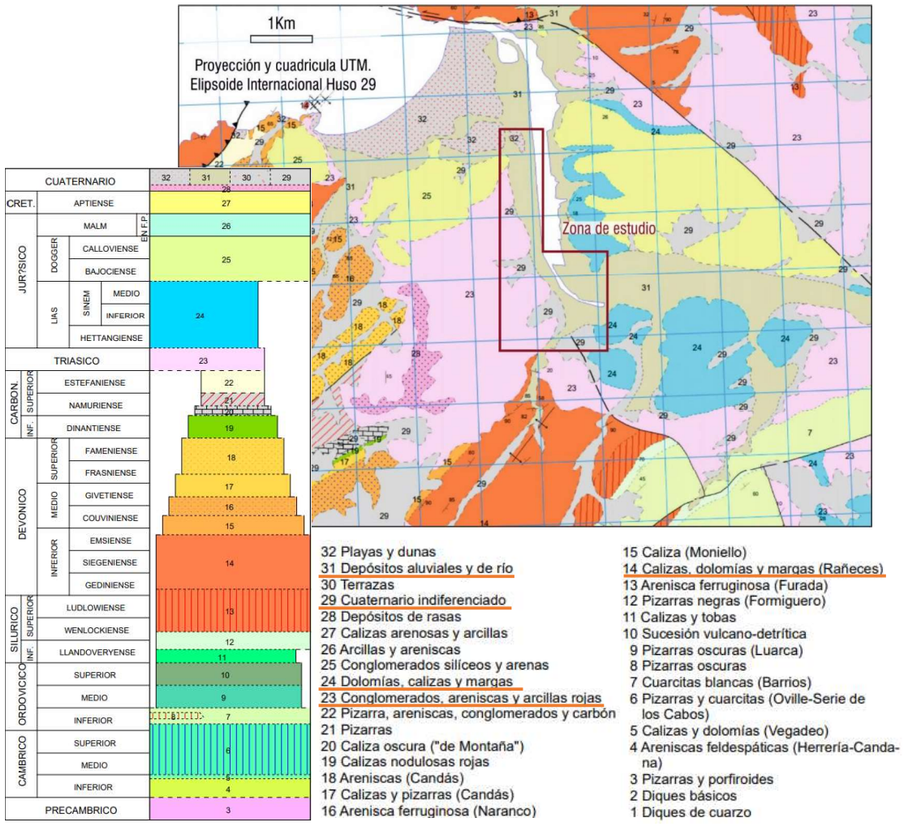


Figura 2. Mapa geológico de la zona de estudio. Fuente: Instituto Geológico y Minero de España (IGME). Mapa geológico de España 1:50.000. Hoja 13 (Avilés). El cuadrado rojo indica la zona de estudio.

La zona de estudio está situada en la zona urbana de Avilés y se encuadra en la hoja 13 (Avilés) de la serie MAGNA a escala 1:50.000 del Instituto Geológico Minero de España (Figura 2).

La geología de la zona de estudio consta de depósitos principalmente sedimentarios. Superficialmente, presenta unos depósitos aluviales (31) y cuaternario sin determinar (29). Por debajo de estos sedimentos existe una alternancia de dolomías, calizas y margas (24) de edad jurásica, depósitos de conglomerados, arenas y arcilla rojas (23) de edad triásica y un basamento devónico de calizas, dolomías y margas (14).

2. METODOLOGÍA

El principio básico de la sismología exploratoria tradicional consiste en generar una señal en un punto y momento conocidos, y estudiar las reflexiones y refracciones que experimentan las ondas generadas en su trayecto desde el punto de emisión hasta la superficie donde se detectan las señales de retorno.

La sísmica de refracción es uno de los métodos sísmicos más extendidos y populares en geofísica aplicada. En este método se mide el tiempo de propagación de las ondas sísmicas (habitualmente la onda P) entre un punto donde se generan ondas sísmicas (fuente) y otros puntos de observación (estaciones). Para esto se disponen una serie de sensores en línea recta a distancias conocidas, formando lo que se conoce como perfil sísmico o línea de refracción sísmica.

Por lo tanto, los métodos de exploración sísmica consisten en generar, registrar, almacenar y estudiar diferentes propiedades (velocidad, amplitud, atenuación, dispersión) de las ondas sísmicas.

2.1. Esfuerzo y deformación

Cuando se aplica una fuerza **F** en un área **A** de un cuerpo se generan una serie de fuerzas internas dentro del cuerpo. La relación entre la fuerza y el área se conoce como esfuerzo.

El esfuerzo se puede descomponer en dos componentes, una ortogonal a la superficie (esfuerzo normal) y otra perpendicular, en el plano de la superficie (esfuerzo de cizalla).

El cuerpo sometido a estos esfuerzos experimenta unas deformaciones que, de acuerdo con la teoría de la elasticidad de Hooke, son linealmente proporcionales hasta que se produce la rotura. En este estado de elasticidad, cuando el esfuerzo externo cesa, el cuerpo recupera su estado inicial.

Cuando el cuerpo ha sobrepasado su límite elástico comienza a comportarse de manera plástica o dúctil. Si los esfuerzos aumentan se alcanza finalmente la rotura.

En exploración sísmica, los esfuerzos y deformaciones lejos de la fuente son muy pequeños y se encuadran dentro del comportamiento elástico del material.

Las relaciones entre esfuerzos y deformaciones en un material se denominan módulos elásticos (Figura 3).

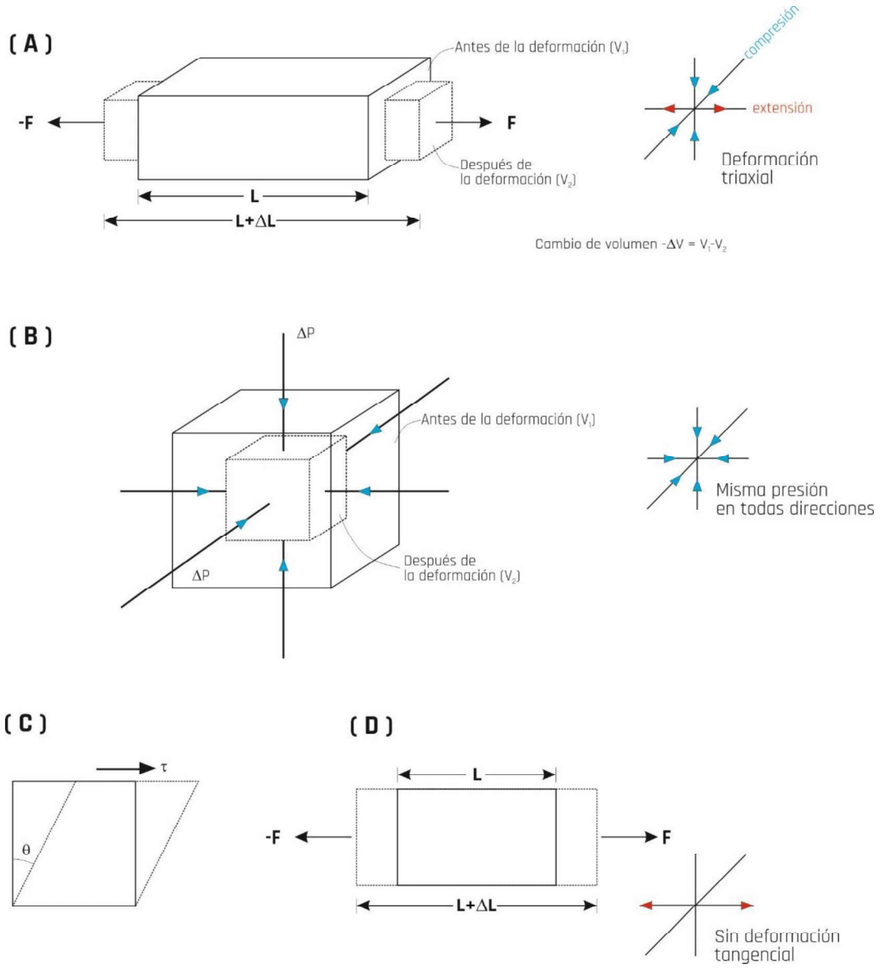


Figura 3. Módulos elásticos. (A) Módulo de Young; (B) Módulo de compresibilidad volumétrica (Bulk); (C) Módulo de cizalla; (D) Módulo axial. Reynolds (2011).

2.2. Ondas sísmicas

Las ondas sísmicas (Figura 4) se clasifican en dos tipos: ondas internas (P y S) y ondas superficiales (Rayleigh y Love).

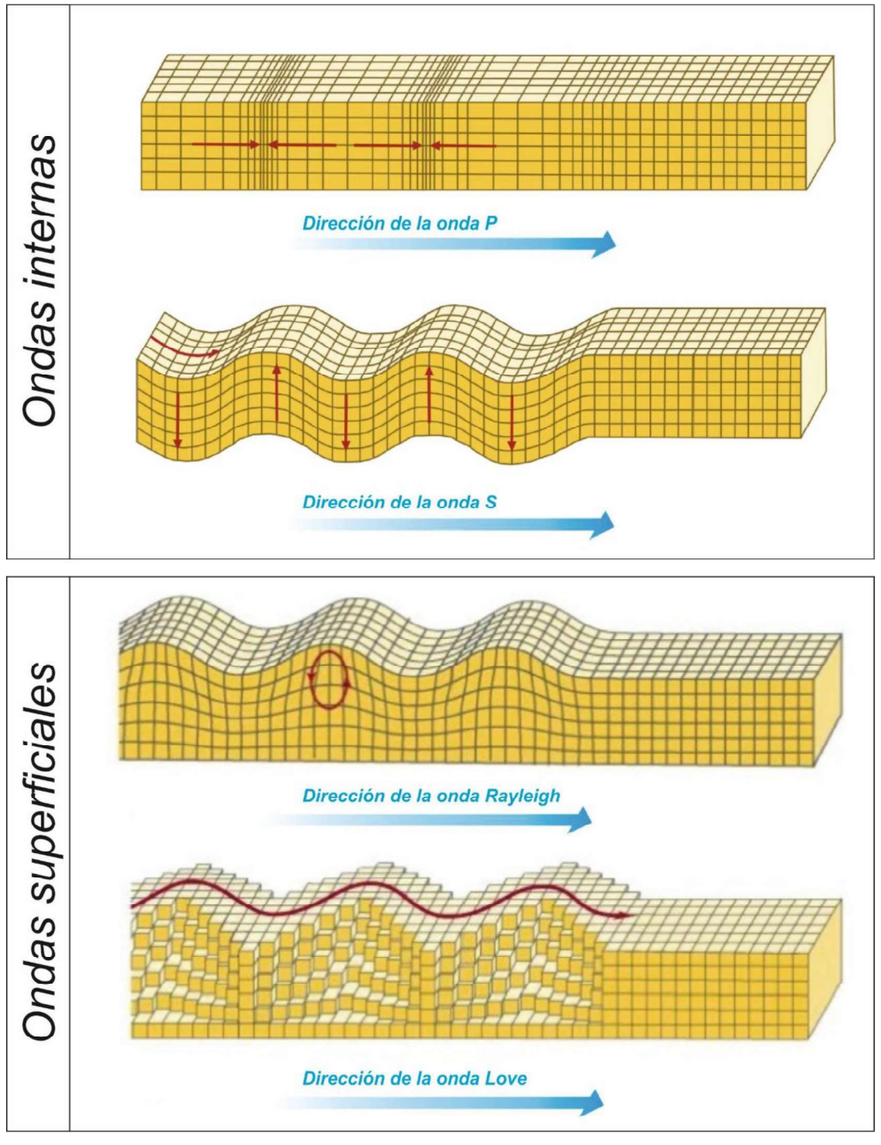


Figura 4. Tipos de ondas sísmicas y desplazamientos que producen en el medio a su paso.

Las ondas internas son (como su propio nombre indica) aquellas que se propagan por el interior de la Tierra desde la fuente hasta la superficie. Existen dos tipos de ondas internas: ondas P (primarias) que comprimen y dilatan el medio a su paso y las ondas S (secundarias) que desplazan las partículas del medio en una dirección perpendicular a la dirección en la que se propagan (por ello también se conocen como ondas de cizalla).

El otro tipo de ondas sísmicas es el de la familia de las ondas superficiales. Como su propio nombre indica, son ondas que existen cerca de la superficie libre (aire-terreno o agua-terreno). Hay dos tipos principales: ondas Rayleigh y ondas Love. Las primeras presentan un desplazamiento de las partículas del terreno que produce un movimiento elíptico retrógrado dentro del plano vertical de desplazamiento. Por el contrario, las ondas Love producen un movimiento elíptico del medio en un plano horizontal.

La amplitud de las ondas superficiales es máxima en la superficie y decrece rápidamente con la profundidad. Las ondas superficiales son generadas por interferencia de las ondas P y S en la superficie libre.

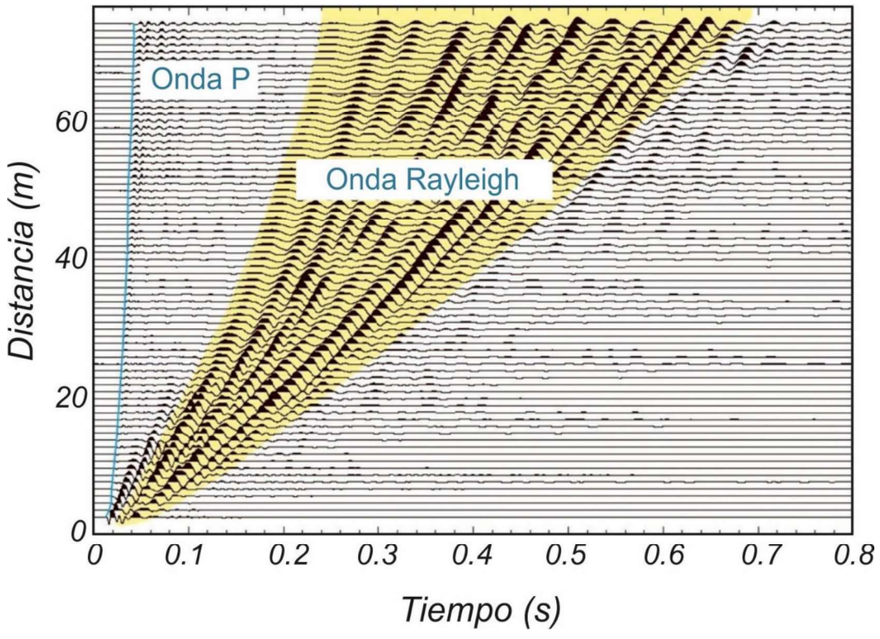


Figura 5. Registro sísmico (componente vertical, amplitudes normalizadas). Se observan las ondas P al inicio del ensamblaje (línea azul) y a continuación las ondas Rayleigh de gran amplitud. El área anaranjada marca la dispersión de las ondas superficiales.

Las velocidades a las que las ondas sísmicas se propagan dentro de un material dependen de los módulos elásticos y densidades del material según las siguientes relaciones:

$$v_P = \sqrt{\frac{\lambda + 2\mu}{\rho}} \qquad v_S = \sqrt{\frac{\mu}{\rho}}$$

Donde λ y μ son el primer y segundo coeficiente de Lamé, respectivamente. El segundo coeficiente de Lamé es el módulo de rigidez (también denominado G).

De esta última ecuación se deduce que como en un fluido el coeficiente de rigidez (μ *o* G) es cero (los fluidos no pueden cizallarse), la velocidad de propagación de las ondas S sería también cero.

Como generalización, se podría decir que las velocidades sísmicas aumentan con la densidad.

La Tabla 1 muestra las velocidades sísmicas de los principales materiales presentes en la naturaleza.

La relación entre V_P y V_S en función del coeficiente de Poisson es:

$$\frac{v_P}{v_S} = \frac{(1-\sigma)^{1/2}}{(1/2 - \sigma)}$$

El coeficiente de Poisson varía entre 0,0 y 0,5. Para rocas muy rígidas el coeficiente de Poisson se sitúa entre 0,10 y 0,30, mientras que en el caso de suelos y materiales plásticos (limos y arcillas) el coeficiente de Poisson varía entre 0,35 y 0,50.

A la hora de comparar velocidades sísmicas (en concreto entre valores obtenidos en laboratorio y valores obtenidos insitu) hay que extremar las precauciones. Las velocidades sísmicas obtenidas en campo, como por ejemplo en ensayos de sísmica de refracción, analizan el medio en su estado natural, con presencia de juntas, grietas, etc, mientras que las velocidades obtenidas en laboratorio proceden de especímenes seleccionados.

Tabla 1. Velocidades sísmicas (VP) de los materiales comunes en el terreno.

Material	VP (m/s)
Aire	343
Agua	1.450 – 1.530
Petróleo	1.300 – 1.400
Loess	300 – 600
Suelo	100 – 500
Nieve	350 – 3.000
Hielo	3.000 – 4.000
Arena (suelta)	200 – 2000
Arena (suelta y seca)	200 – 1000
Arena (suelta y saturada)	1.500 – 2.000
Morrena glacial	1.500 – 2.700
Arena y grava (superficial)	400 – 2.300
Arena y grava (a 2 Km de profundidad)	3.000 – 3.500
Arcilla	1.000 – 2.500
Fangos	300 – 1.800
Aluviales de inundación	1.800 – 2.200
Permafrost (Sedimentos Cuaternarios)	1.500 – 4.900
Arenisca	1.400 – 4.500
Caliza (alterada)	1.700 – 4.200
Caliza (competente)	2.800 – 7.000
Dolomía	2.500 – 6.500
Anhidrita	3.500 – 5.500
Sal Roca	4.000 – 5.500
Yeso	2.000 – 3.500
Lutita	2.000 – 4.100
Granito	2.600 – 6.200
Basalto	5.500 – 6.500
Gabro	4.400 – 7.000
Peridotita	7.800 – 8.400
Serpentinita	5.500 – 6.500
Gneis	3.500 – 7.600
Mármol	3.780 – 7.000
Minerales sulfurosos	3.950 – 6.700
Ceniza	600 – 1.000
Rellenos heterogéneos	160 – 600
Material de vertedero	400 – 750
Hormigón	3.000 – 3.500
Suelo alterado	180 – 335
Sello arcilloso de vertedero (compactado)	355 – 380

Ripabilidad

La ripabilidad es una característica geotécnica vinculada a la resistencia de la rotura de un terreno. Se denomina *ripar* al proceso de romper un suelo o una roca con un *ripper* (uña trasera de un bulldozer). Según la resistencia a la rotura, el material que va a ser ripado se clasifica (en grado creciente de dificultad) como excavable, ripable, marginal o volable.

El principal parámetro que condiciona la ripabilidad de un material es su naturaleza. Por lo general, los suelos y rocas sedimentarias son fáciles de ripar, mientras que las rocas metamórficas e ígneas presentan mayor dificultad en el ripado.

Además de la naturaleza del material, también es necesario considerar el estado del mismo. Aunque en un principio las formaciones sedimentarias generalmente ofrecen las mejores condiciones para el ripado, las rocas ígneas y metamórficas con elevado grado de meteorización también pueden ser ripadas económicamente.

Los suelos (arenas, limos y arcillas), pizarras, areniscas y, en general, cualquier litología con mucha estratificación y presencia de juntas ofrecen buenas posibilidades para el ripado. Por otro lado, las formaciones rocosas poco alteradas y muy densas pueden requerir técnicas de extracción más intensas como la perforación y la voladura.

En una primera inspección visual se puede estimar la ripabilidad a partir del análisis de la composición, laminación, presencia de fallas, diaclasado, fracturas y juntas. Sin embargo, esta inspección solo aporta un conocimiento de la parte somera (y más expuesta) de la formación, con un mayor estado de alteración, y por lo tanto puede inducir a subestimar el grado de ripabilidad de la formación objeto de estudio.

Caterpillar (2000) ha desarrollado durante décadas una sistemática de análisis para predecir la ripabilidad de una formación a partir de correlaciones empíricas (Figura 6) entre medidas de ripado real con velocidades sísmicas (V_P). Por este motivo, determinando la velocidad sísmica de las ondas P (V_P) se puede deducir de manera muy precisa el grado de ripabilidad de un material.

Figura 6. Tabla de ripabilidad según el tipo de material y la velocidad sísmica de las ondas P para una ripadora modelo D11R (Caterpillar, 200).

Propagación de ondas sísmicas

Para poder calcular la velocidad de las ondas sísmicas en un medio es necesario conocer los principios físicos que rigen la propagación de una onda elástica desde su fuente hasta el sensor en el que se mide.

Cuando se produce una excitación mecánica en el terreno se generan ondas sísmicas internas (P y S) y superficiales (Love y Rayleigh). De todas estas ondas, son las ondas P las que tienen un mayor interés en la refracción sísmica.

Las leyes que rigen la propagación de las ondas sísmicas en un medio son las mismas que se utilizan en óptica:

(1) Principio de Huygens

(2) Principio de Fermat, y

(3) Ley de Snell,

Como consecuencia del Principio de Huygens y/o del principio de Fermat, la ley de Snell dice que la relación entre las velocidades sísmicas a ambos lados de una discontinuidad (Figura 7) es proporcional a la relación entre el seno del ángulo incidente y el seno del ángulo de refracción.

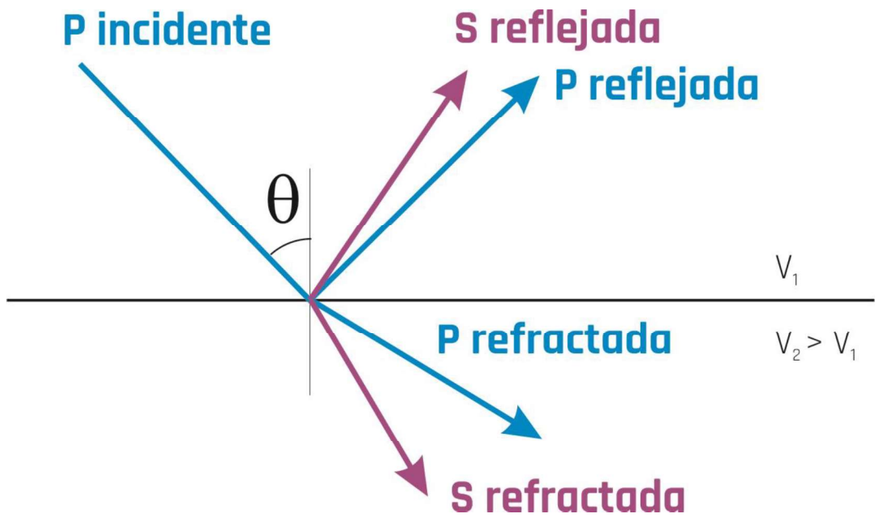


Figura 7. Ondas P y S reflejadas y refractadas en una discontinuidad entre dos medios de velocidad V1 y V2.

Cuando el ángulo incidente alcanza un cierto valor, que depende del contraste de velocidad en la discontinuidad, se produce el fenómeno de refracción crítica (Figura 8). En esta situación toda la energía que se refracta se propaga por la discontinuidad y se genera una onda (onda guía o Head wave) que retorna a la superficie.

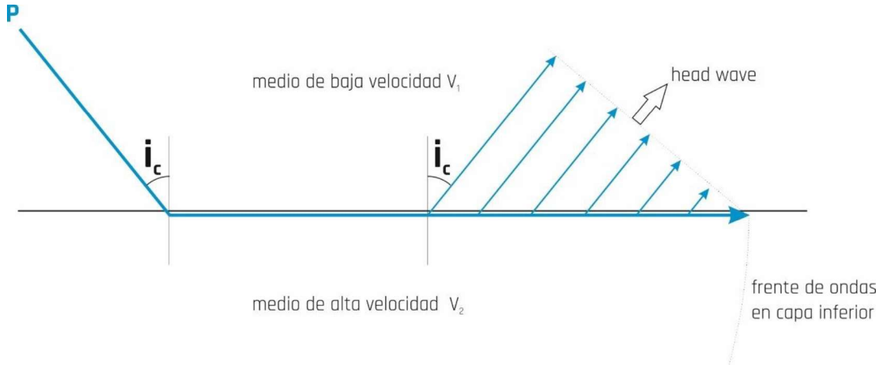


Figura 8. Refracción crítica en una discontinuidad entre dos medios de velocidad V1 y V2.

Esta particularidad es la que aprovecha el método de la sísmica de refracción, ya que las ondas generadas en superficie se van refractando (siempre que la velocidad aumente con la profundidad) de nuevo hacia la superficie.

Otro fenómeno que afecta a la velocidad de propagación de las ondas sísmicas es la dispersión. Es necesario conocer la frecuencia principal de las ondas sísmicas empleadas ya que la velocidad depende de la frecuencia en la mayoría de los medios de la naturaleza.

2.3. Sísmica de refracción

La refracción sísmica es un método geofísico no destructivo para la interpretación de las propiedades de los suelos, y la detección de la profundidad de la roca, mediante el análisis de las variaciones en las velocidades sísmicas.

Este método se basa en determinar los tiempos de recorrido de las ondas P desde un punto conocido (fuente sísmica) hasta una serie de sensores (geófonos) situados a lo largo de una línea de adquisición. Conociendo el tiempo de recorrido y la distancia entre fuente y geófonos, se puede determinar la velocidad de propagación del medio situado entre ambos.

Equipo de medida

Las componentes del equipo de medición de refracción sísmica son:

- Fuente de generación de ondas sísmicas
- Sensores para registrar los movimientos del terreno
- Sistema de adquisición y almacenamiento

Fuente de generación de ondas

Las ondas que se utilizan en refracción son generadas por una perturbación artificial instantánea, que se conoce como impulso sísmico. Lo que se busca con este impulso es generar el tipo de ondas sísmicas (internas y superficiales), producidas por un único evento de duración instantánea, para que no haya superposición de ondas (de diferentes eventos) en los movimientos del terreno detectados por los geófonos.

Existen tres tipos:

- Fuentes de impacto. Se emplean habitualmente mazas (entre 5 y 10 Kg). Como la energía transmitida al suelo por este tipo de fuente no es muy grande, se apilan varias decenas de golpes para modelar mejor las llegadas y suprimir el ruido.

- Masas aceleradas. También se utilizan otros medios mecánicos, por ejemplo, dejando caer un gran peso de una altura de 2 – 3 metros.

- Cargas explosivas. De mayor energía, son usadas especialmente para prospección petrolera. La explosión puede ocurrir en un tiempo de micro a milisegundos, dependiendo de la naturaleza y cantidad del explosivo y del material que rodea el lugar de la explosión.

Sensores

Son los que se encargan de la detección de las vibraciones del terreno. A través de geófonos de una componente (habitualmente vertical), el movimiento del terreno es analizado en diferentes puntos a lo largo del perfil de refracción sísmica. Por lo general se usan 12, 24 ó 48 geófonos. Cada geófono se conecta a una línea de adquisición que transmite la información al sistema de adquisición.

Sistema de adquisición y almacenamiento

Las partes que componen el equipo de adquisición y almacenamiento son:

- Sismógrafo. Es la unidad de apilamiento, registro y digitalización de los datos de campo.
- Líneas sísmicas. Transmiten la señal de cada geófono a la unidad de adquisición.
- *Trigger*. Dispositivo para medir el tiempo cero o de inicio del registro. Existen de varios tipos: piezoeléctricos, acelerómetros, etc.

Curvas dromoconas tiempo-distancia

Las curvas tiempo distancia se construyen con los tiempos de llegada de las ondas P a cada uno de los sensores, y la distancia de cada sensor al punto de disparo.

Los tiempos de llegada pueden ser leídos en un ordenador, a través de un software especializado, una vez los datos hayan sido transferidos de la unidad de adquisición al ordenador.

Para tener información más detallada del subsuelo a analizar y cuantificar (si existiesen) capas con buzamiento, se realizan puntos de disparo conjugados, esto es, puntos de disparo directos, intermedios e inversos.

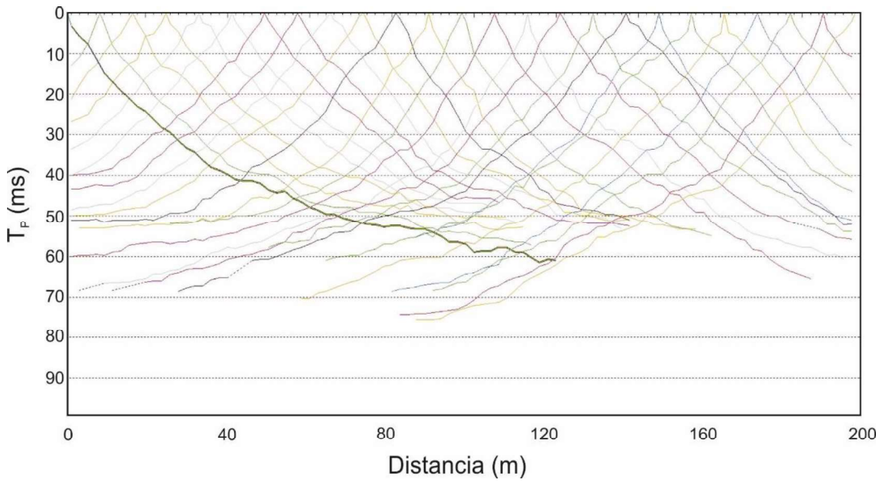


Figura 9. Curvas tiempo-distancia (dromocronas) en un ensayo de sísmica de refracción.

Los tiempos de recorrido observados de las ondas sísmicas se ajustan a los predichos por un modelo de velocidad determinado. Cuando el ajuste es lo suficientemente bueno, el modelo se da por válido y se concluye la fase de modelado.

Hipótesis del método

La parte de la física que trata los rayos como líneas es llamada óptica geométrica, y está basada en las siguientes suposiciones:

a) Los rayos viajan como líneas rectas por el vacío o por un medio homogéneo.

b) No hay interacción entre rayos.
c) Los rayos siguen las leyes de la reflexión y refracción.

Una de las limitaciones más importantes del método de refracción sísmica era que, al aumentar las velocidades sísmicas con la profundidad, el método no permitía identificar capas o estratos de suelo con velocidades inferiores a la superior (inversiones de velocidad). Sin embargo, los métodos modernos de trazado de rayos en distribuciones complejas de velocidad permiten hoy en día modelizar capas de baja velocidad, siempre que se empleen métodos tomográficos de reconstrucción.

Principios generales de interpretación en refracción

Una vez construidas las curvas dromocronas tiempo-distancia (t-x) se procede a su interpretación. La tarea principal es identificar las secciones de las curvas que pertenecen a un mismo refractor. El conjunto de puntos que pertenecen a un refractor conforma lo que se conoce como *dromocrona*. La identificación de las dromocronas es la parte más importante de la interpretación de los datos de refracción sísmica. Hay algunas características del subsuelo que se pueden prestar para malas interpretaciones, a saber:

- Un cambio de pendiente de la curva T-x no significa necesariamente un cambio de refractor, sino que puede significar un cambio de pendiente del primer refractor.

- Cuando existe un estrato o una capa delgada de suelo cuya velocidad es menor que la de la capa superior, no hay refracción crítica, de tal manera que no habría indicios de su presencia en las primeras llegadas en cada punto de la línea de sísmica. (Sheriff & Geldart, 1991).

- Cuando existe una capa demasiado delgada, puede darse el caso de que no se produzcan llegadas sísmicas a pesar de tener velocidades mayores que las capas superiores (Sheriff & Geldart, 1991).

Hay 5 principios o leyes generales que conforman la base para la interpretación de un conjunto de datos de refracción sísmica. Dichos principios son:

I. Ley de Snell.
II. Ley de las velocidades aparentes.
III. Principio de reciprocidad.
IV. Principio del tiempo de interceptación en el origen.
V. Principio de paralelismo.

Ley de Snell

Descrita anteriormente, describe el comportamiento que sufre una onda sísmica cuando incide en una discontinuidad.

Ley de las velocidades aparentes

La ley de las velocidades aparentes dice que la velocidad con que aparenta transmitirse una onda en un cierto punto de la superficie es igual al cociente entre la velocidad superficial y el seno del ángulo de emergencia (el formado por la onda emergente con la superficie), tomados ambos en dicho punto.

Principio de reciprocidad

Este principio establece que el tiempo de propagación de una onda sísmica desde un punto A a otro B, es el mismo que desde B hacia A. Esto es una consecuencia directa del Principio de Fermat, o del recorrido de tiempo mínimo.

Principio de paralelismo

Este principio permite deducir las dromocronas relacionadas con puntos de disparo intermedios entre dos puntos de disparo en los extremos del perfil; o deducir una dromocrona con un punto de disparo exterior (alejado) de dos puntos de disparo complementarios (normal y reverso). Este principio funciona idealmente para refractores horizontales o inclinados planos.

Adquisición y representación de datos de campo

En un estudio de sísmica de refracción se registran, en varios puntos de un perfil, las vibraciones producidas en diferentes sensores (geófonos) al golpear la superficie del terreno. Las señales de cada uno de los sensores se representan en lo que se conoce como un ensamblaje sísmico o sección sísmica (Figura 10).

Es habitual que durante la adquisición de los datos de campo existan otras fuentes de vibración que perturban y a veces enmascaran las señales sísmicas generadas en los puntos de disparo. Es por ello que se recurre al apilamiento de la señal repitiendo los golpeos en un mismo punto de disparo y sumando las señales generadas en cada golpeo. De esta manera se aumenta la relación señal-ruido y se facilita la identificación de las primeas llegadas (ondas P).

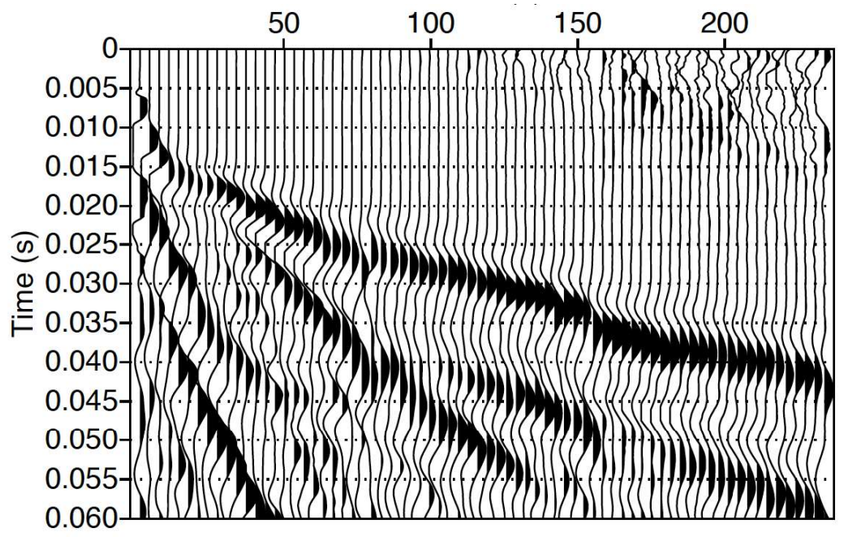


Figura 10. Ejemplo de ensamblaje sísmico. Cada curva representa la vibración registrada en cada geófono.

Procesado de los datos de campo

Los registros de campo deben ser procesados para poder realizar una interpretación correcta. Por ello, el procesado se dirige a producir una sección sísmica en la que se puedan identificar fácilmente las ondas P.

Los principales objetivos del procesado son:

- aumentar la relación señal / ruido (apilamiento, filtrado de banda, promediado, …) en los datos en bruto
- definición geométrica del ensayo (puntos de registro y golpeo, correcciones topográficas, etc)
- correcta identificación de las distintas fases sísmicas generadas (ondas P, ondas Raleigh, reflexiones, etc)

A continuación, se describen las etapas de procesado más comunes, aunque como se ha dicho anteriormente, la elección del procesado depende de cada caso en concreto.

A. Edición de geometría. Es un paso muy importante ya que cualquier error que se cometa en esta fase afectará al resultado final. Se introduce la geometría (coordenadas espaciales) para cada una de las trazas registradas y para cada uno de los puntos de

disparo. Para ello se empleará la información recopilada en campo (notas de campo) o la planimetría disponible.

B. Filtros pasobanda estándar. Los datos en bruto pueden presentar componentes espectrales que reducen la calidad de la señal. Estas componentes se eliminan fácilmente mediante un filtro pasobanda (habitualmente un filtro de Butterworth) que se emplea para restringir el espectro de frecuencia del sismograma al rango de interés.
C. Ganancia. La amplitud de las señales sísmicas decae fuertemente por varias causas: divergencia geométrica del frente de ondas, atenuación y dispersión. Estos procesos hacen que la señal se reduzca enormemente en muy poco tiempo. La ganancia busca compensar la pérdida de energía para producir una sección sísmica en la que se puedan interpretar las llegadas de ondas P más tenues.
D. Identificación de las ondas P (picado). Esta fase es fundamental, ya que de ella depende la calidad de los modelos resultantes. Una identificación incorrecta de las ondas P producirá errores en el modelo de velocidad final.
E. Modelizado. Se realiza un ajuste de las curvas dromocronas empleando modelos de velocidad constante (métodos plus-minus o GRM) que comparan los tiempos de llegada observados con los modelizados.
F. Edición gráfica. El modelo final se representa en conjunto con la información relevante que se encuentre a disposición del interpretador, (sondeos, elementos relevantes en la superficie, otros ensayos, etc).

2.4. Tomografía sísmica de refracción

El avance de los métodos de computación de las últimas décadas ha favorecido el desarrollo de técnicas de procesado y modelización que hasta este momento quedaban fuera del alcance de técnicos especialistas por su volumen y complejidad.

Uno de los campos donde se han realizado avances importantes es el de la reconstrucción de objetos mediante técnicas tomográficas. La tomografía es el proceso de estudiar un cuerpo por secciones (la palabra tomografía proviene del griego *tomé*, que significa corte o segmento).

Este método es usado hoy en día en numerosas disciplinas: medicina, biología, geofísica, oceanografía, ciencia de los materiales. En la mayoría de los casos se basa en un procedimiento matemático llamado reconstrucción tomográfica que consiste en determinar la estructura del objeto estudiado a partir de la resolución de una serie de ecuaciones mediante un proceso iterativo de tipo inverso.

Problema directo e inverso

Según Menke (1989) el problema inverso es simplemente el conjunto de métodos usados para extraer información útil de nuestro entorno a partir de medidas físicas o datos. La información útil vendrá especificada como valores numéricos de alguna propiedad de este entorno.

Figura 11. Diagrama comparativo entre el problema directo y el problema inverso.

El problema inverso contrasta con el problema directo, donde se predicen los datos a partir de los parámetros y de un modelo (Figura 11). Normalmente el problema inverso es más difícil de resolver que su correspondiente problema directo.

En el caso de los ensayos de tomografía sísmica el problema inverso se puede resumir con el siguiente diagrama:

Figura 12. Diagrama del problema inverso para el caso concreto de los ensayos de Tomografía Sísmica.

Por lo tanto, la primera diferencia entre la sísmica de refracción tradicional (método directo) y la tomografía sísmica de refracción (método inverso) consiste en que los modelos obtenidos mediante esta última técnica presentan la mejor solución (desde el punto de vista matemático) a los datos de partida (tiempos de llegada de las ondas P). Para que los modelos obtenidos sean geológicamente realistas, a las ecuaciones de relación entre datos y modelo se les añaden ciertas condiciones que permiten estabilizar el proceso y darle un carácter más realista.

Linearización del problema

Para resolver un problema inverso es necesario, primero de todo, linearizar las ecuaciones que relacionan los datos (tiempos de llegada de ondas P) con el modelo (velocidades sísmicas en el terreno).

El problema inverso no lineal se define:

$$d_{obs,i} = g_i(m)$$

donde:

dobs,i es el elemento i-ésimo del dato observado y
gi(m) es el operador que relaciona datos y modelo.

A continuación, se elige un modelo de referencia inicial m_0 y se realiza una expansión en serie de Taylor del operador g:

$$m = m_0 + \delta m$$

de tal manera que se cumple que:

$$g_i(m_0 + \delta m) = g_i(m_0) + \nabla g_i \delta m + \cdots$$

donde:

$$\nabla g = \left[\frac{\partial g}{\partial m_1}, \frac{\partial g}{\partial m_2}, \ldots\right]^T$$

Por lo tanto, el problema inverso una vez linearizado queda como:

$$\delta d = d_{obs} - g(m_0)$$

$$\delta d = G\delta m$$

$$G_{ij} = \frac{\partial g_i}{\partial m_j}$$

En el caso de la tomografía sísmica de refracción la expresión que relaciona los datos de campo (tiempos de llegada de las ondas P) con el modelo (velocidad de propagación del terreno) es:

$$t = \int_R \frac{1}{v(\boldsymbol{x})} dl = \int_R s(\boldsymbol{x})\, dl$$

donde:

R es el rayo (trayectoria de la onda P desde la fuente hasta la estación de registro)
v(x) es el modelo de velocidad
s(x) es la lentitud (inversa de la velocidad)

La solución por mínimos cuadrados del problema inverso linearizado (y amortiguado) es (Menke, 1989):

$$m^{est} = (G^T W_e G + \varepsilon^2 W_m)^{-1}(G^T W_e d + \varepsilon^2 W_m \langle m \rangle)$$

donde:

W_e es la matriz de ponderación de errores de observación
W_m es la matriz de ponderación de los parámetros del modelo
ε es un parámetro de amortiguación que estabiliza la solución.

Es necesario introducir elementos que ayudan a estabilizar la solución ya que el problema de la tomografía sísmica se encuentra "mal condicionado". Esto es porque existen muchas menos observaciones (algunas de ellas redundantes) que incógnitas en el modelo y el sistema de ecuaciones que se genera es singular.

Proceso de convergencia iterativo

Una vez linearizadas las ecuaciones y obtenida la expresión de la solución por mínimos cuadrados introduciendo criterios de amortiguación y estabilización de la solución se define un procedimiento iterativo (Figura 13) en el que paso a paso se modifica el modelo hasta alcanzar una convergencia entre los tiempos de llegada de las ondas P observadas y el tiempo de las ondas P "teóricas" (las producidas por el modelo).

La medida de la calidad del ajuste se realiza en muchos casos mediante el cálculo del Root Mean Square (RMS) de la diferencia entre los tiempos observados y calculados.

Un error muy común en este tipo de estudios es asumir que un número elevado de iteraciones produce modelos de mayor calidad y que es necesario alcanzar en ajuste perfecto entre los tiempos de llegada observados y modelizados. El problema es que el método intenta ajustar unos datos de campo (que incluyen un determinado grado de incertidumbre) a un modelo de velocidad. Si se fuerza el proceso hasta alcanzar un error muy bajo se incurre en el riesgo de que esos errores de observación se conviertan en falsas anomalías (denominados artefactos) dentro del modelo que induzcan a una interpretación errónea. Es importante determinar el grado de error de los tiempos de llegada de las ondas P y usar este valor en cada caso como criterio para detener la inversión (Figura 13). Además, como se ha explicado anteriormente, la solución que se busca en una aproximación de primer orden (linearización) del modelo real.

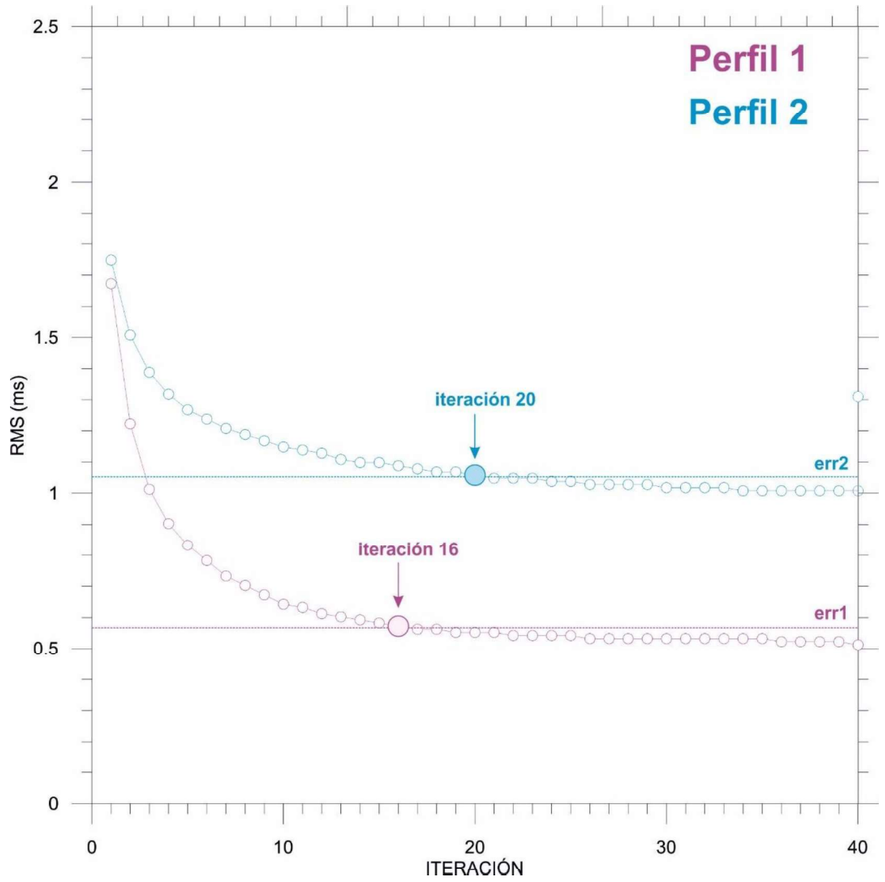


Figura 13. Ejemplo de proceso de convergencia iterativa para la obtención de dos modelos de velocidad sísmica. El error RMS se reduce progresivamente hasta alcanzar un valor definido (err1 y err2) por la calidad de los datos de campo. Cuando el error de ajuste del proceso iterativo alcanza un determinado valor, el proceso se detiene para evitar incluir artefactos en la solución final.

Por lo tanto, no se debe intentar explicar el 100% de los tiempos observados con un modelo que representa solo una aproximación de primer orden. Es imprescindible definir un límite inferior al grado de ajuste del modelo. Este límite lo definen las incertidumbres de los tiempos de llegada observados.

Otro punto muy importante en problemas inversos es que la solución alcanzada no es única. Esto quiere decir que existen varios modelos que pueden explicar con la misma calidad los datos de campo.

También es posible que el proceso iterativo que debe encontrar la solución converja hacia un mínimo local (RMS) y no al mínimo absoluto (Figura 14).

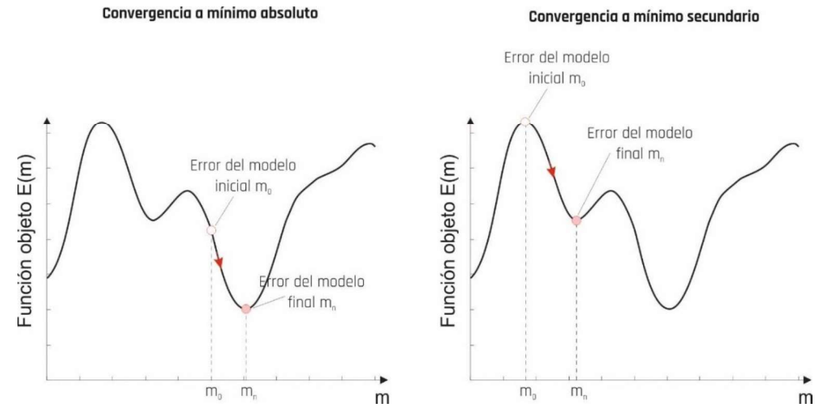


Figura 14. Ejemplo de soluciones obtenidas en un problema inverso dependiendo del modelo inicial empleado en un espacio que contiene varios mínimos de la función objeto E. A la izquierda, convergencia al mínimo absoluto. A la derecha, convergencia a un mínimo secundario. (Adaptado de Menke, 1989).

Para determinar cuál, de toda esta familia de soluciones, es la más adecuada es importante partir de un modelo inicial que sea lo suficientemente próximo a la realidad. De esta manera se minimizan las opciones de que la convergencia del proceso acabe en un mínimo secundario.

En tomografía sísmica la forma de calcular este modelo inicial es calcular un modelo de gradiente inicial a partir de los tiempos observados (Figura 15).

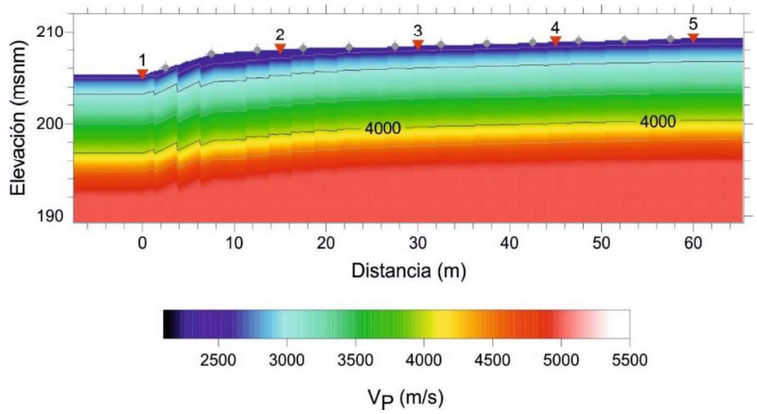


Figura 15. Modelo de velocidades sísmicas (VP) de gradiente de velocidad simple empleado como modelo inicial de una inversión tomográfica.

3. EQUIPOS

3.1. EQUIPO DE SÍSMICA DE REFRACCIÓN

Los equipos que se han empleado para la adquisición de los perfiles de sísmica de refracción han sido:

- **Geófonos.** Cada perfil consta de 24 geófonos de componente vertical (Figura 16) con una frecuencia nominal de 10,0 Hz. Los geófonos se encontraban colocados sobre extremos metálicos de acero hincados firmemente en el terreno para garantizar un acoplamiento adecuado. Los geófonos estaban colocados a distancias equidistantes entre sí dando lugar a dispositivos de longitud variable.

- **Fuente sísmica.** Se empleó una maza de 7 Kg (Figura 17). La maza golpea una placa metálica situada sobre el terreno. La maza va equipada con un sensor de disparo (trigger) conectado al equipo de registro para iniciar la grabación de los registros de campo.

- **Equipo de registro.** Se empleó un sismógrafo digital de 24 canales modelo STRATAVISOR NZ de la marca GEOMETRICS (Figura 18) en el que se digitalizó y almacenó la información proveniente de los geófonos. Los datos de campo se almacenaron en formato estándar SEG2.

Figura 16. Detalle de uno de los 24 geófonos de componente vertical de los que se componían las líneas sísmicas.

Figura 17. Maza de 7Kg empleada para la generación de ondas sísmicas mediante el golpeo de una placa metálica colocada sobre el terreno.

Figura 18. Sismógrafo modelo STRATAVISOR empleado en este estudio

3.2. EQUIPO DE GEORRADAR

Los componentes del equipo de georradar empleado para la adquisición de los perfiles han sido:

- **Antenas apantalladas de georradar de 750 MHz.** Se ha empleado una antena apantallada del fabricante sueco Mala Geoscience (Figura 19). Lleva incorporada la electrónica, emite los datos de campo a través de un enlace wifi y cuenta con un GPS interno para el posicionamiento de los perfiles.

- **Odómetro.** La antena va equipada con una rueda en la que va instalado un odómetro de precisión para medir la distancia recorrida. Previo al inicio de los trabajos se realizó un ensayo de calibración de la distancia (Figura 20).

- **Unidad de visualización GX12.** La unidad de visualización GX12 (Figura 21) es la más avanzada que produce el fabricante sueco en la actualidad. Permite la adquisición y visualización de datos digitales de gran calidad a mayor velocidad que las unidades anteriores.

Figura 19. Antena de georradar de 750 MHz de frecuencia empleada en este estudio.

Figura 20. Odómetro de precisión para medir la distancia recorrida.

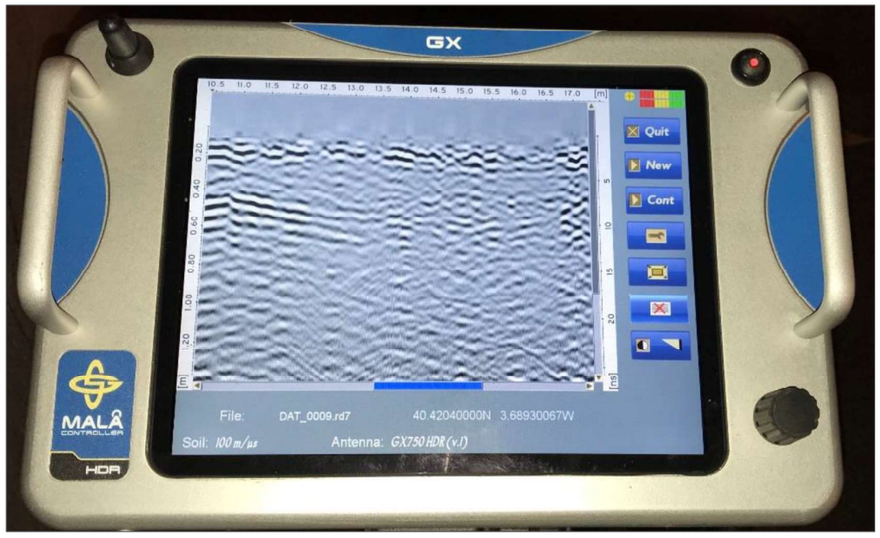


Figura 21. Unidad de control GX12 empleada en este estudio.

4. TRABAJOS DE CAMPO

Este informe describe los trabajos de campo, de gabinete y los resultados obtenidos a partir de la investigación geofísica realizada mediante el método de sísmica de refracción y georradar ejecutado los días 26 y 27 de noviembre de 2019. El estudio se ha realizado en los alrededores de los barrios de La Rocica y La Marucala del municipio de Avilés, Principado de Asturias.

La Tabla 2 describe la cronología de los trabajos realizados para este proyecto.

Tabla 2. Descripción de los trabajos de campo realizados.

Fecha	Descripción
26 de noviembre	✓ Desplazamiento Madrid – Avilés ✓ Trabajos de adquisición de perfiles sísmicos (PS-1, PS-2)
27 de noviembre	✓ Trabajos de adquisición de perfiles sísmicos (PS-3) ✓ Trabajos de adquisición de perfiles de georradar ✓ Desplazamiento Avilés - Madrid

Los trabajos se llevaron a cabo por un técnico superior (geólogo) con máster en Geofísica y un técnico en geofísica, todos ellos de la plantilla de EVEREST GEOPHYSICS S.L. El equipo humano de EVEREST GEOPHYSICS ha sido acompañado en todo momento por un técnico superior, en representación de TRN TARYET, para la ubicación de los ensayos.

4.1. TRABAJOS DE CAMPO DE SÍSMICA DE REFRACCIÓN

Se realizaron tres perfiles. Los perfiles PS-1 y PS-2 se han realizado en el barrio de La Rocica y el perfil PS-3 en el barrio de La Maruca. La Tabla 3 muestra en detalle la localización de los perfiles.

Tabla 3. Coordenadas UTM en Huso 30, ETRS89.

Ensayo	Coordenadas				Orientación
	Inicio del Perfil		**Final del Perfil**		
	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)	
PS - 1	265.575	4.825.371	265.542	4.825.465	S-N
PS - 2	265.148	4.825.741	265.244	4.825.712	W-E
PS - 3	263.723	4.828.415	263.205	4.828.513	S-N

Los registros de campo tienen una duración de 500 milisegundos y una razón de muestreo de 0,125 milisegundos. En cada punto de golpeo se ejecutaron cinco golpeos independientes y se apiló la señal resultante para mejorar la relación señal/ruido.

Los puntos de golpeo se realizaron equiespaciados cada seis estaciones a lo largo de cada perfil resultando en cinco puntos de golpeo por perfil. La Tabla 4 resume las características principales de los ensayos realizados.

Tabla 4. Características de los perfiles de sísmica de refracción.

Longitud (m)	Separación entre geófonos (m)	Número de geófonos	Puntos de golpeo
100	4	24	5

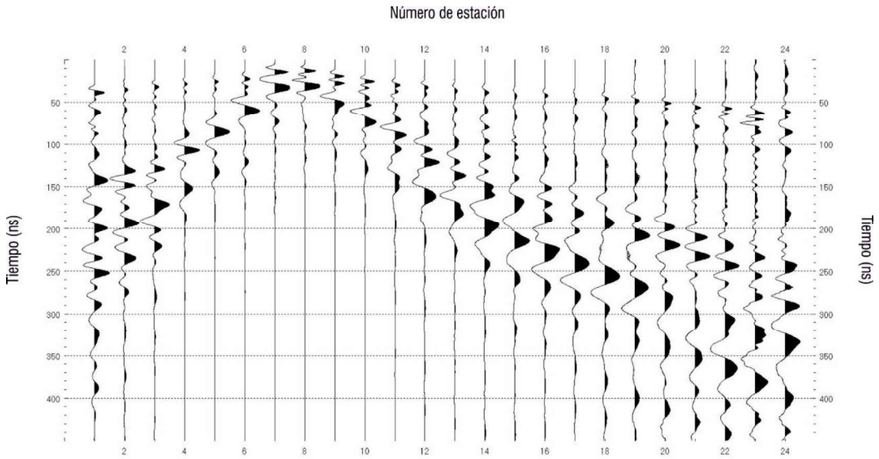


Figura 22. Ejemplo de sismograma perteneciente al perfil PS-1. La señal se encuentra sin procesar y muestra las amplitudes normalizadas.

La Figura 22 muestra un ejemplo de la calidad de las señales registradas con el equipo descrito anteriormente. En los sismogramas se aprecia claramente la llegada de las ondas P y la continuación, el tren de ondas de la onda Rayleigh.

4.2. TRABAJOS DE CAMPO DE GPR-2D

Además de los trabajos de campo realizados mediante el método de sísmica de refracción, se realizó una campaña de georradar 2D. Su objetivo ha sido localizar servicios enterrados en nueve parcelas en las que se ha planificado una posterior campaña de geotecnia con sondeos y calicatas con el fin de ubicar dichos ensayos en zonas libres de tuberías, gaseoductos, cableado eléctrico o cualquier elemento enterrado.

Se realizaron varias pasadas con un equipo de georradar en función de las necesidades de cada punto a estudiar, siempre en sentidos perpendiculares, para detectar la posible presencia de servicios enterrados. Se trató de una campaña con resultados in situ, en la que a medida que se iba determinando el lugar libre de servicios enterrados se localizaba el punto para la realización de la cata o el sondeo y se señalizaba con una estaca de madera (Figura 23) o con espray.

Figura 23. Estaca para la señalización de la CATA 06.

5. PROCESADO

En el apartado Metodología se ha descrito brevemente en qué consiste habitualmente el procesado de los datos de sísmica de refracción. Este análisis se describe brevemente a continuación.

A. Edición de geometría. Este es uno de los pasos habituales y en este caso muy importante. Las posiciones de los geófonos y de los puntos de disparo fueron introducidas en las cabeceras de los ficheros de datos de campo.
B. Los perfiles fueron reordenados y se giraron algunos de ellos para que en la presentación final todos se encuentren orientados en la misma dirección siguiendo el trazado del proyecto.
C. Filtrado de la señal. Los filtros han consistido en:
D. DC-Shift (entre 0 y 500ms) para eliminar cualquier voltaje estático en la señal de los geófonos.
E. Filtro Butterworth pasobanda entre 10 y 150 Hz.
F. Ganancia. Se ha aplicado una ganancia tipo *AGC* para realzar la señal de la onda P en los offsets mayores. Se ha calculado la atenuación de la señal traza a traza y se ha compensado para ecualizar las amplitudes.
G. Identificación de las ondas P.
H. Estimación del grado de incertidumbre de los tiempos de llegada.
I. Generación de modelos mediante un proceso tomográfico de inversión empleando como criterio de ajuste las incertidumbres estimadas en el paso anterior.
J. Edición gráfica de resultados

El procesado se ha realizado con programas comerciales y de elaboración propia desarrollados en OCTAVE Y MATLAB por técnicos de EVEREST GEOPHYSICS SL.

6. RESULTADOS

En este estudio se han adquirido un total de tres perfiles sísmicos de sísmica de refracción (**Anejo 1**) sobre terreno natural en distintas zonas del municipio de Avilés, Principado de Asturias.

El objetivo principal de este estudio es determinar la ripabilidad de los materiales bajo la superficie estudiada.

El modelizado tomográfico empleado ha permitido obtener soluciones (modelos de velocidad sísmica) de calidad con errores RMS muy bajos (el error RMS para los modelos obtenidos en este estudio está entre 0,92 y 1,36 ms). La estimación del grado de precisión de los modelos obtenidos permite que la interpretación sea más conservadora (en el caso de errores RMS elevados) o más detallada (para el caso de errores RMS bajos).

La incertidumbre en los tiempos de llegada de las ondas P es bajo (0,5-2,0 ms, según la distancia a la fuente), dada la calidad de las señales registradas. El criterio para para detener el proceso de ajuste iterativo ha sido que:

- que el valor RMS de ajuste se situase por debajo del límite superior de error de 2,0 ms;
- que el valor RMS de ajuste se situase por encima del límite inferior de error de 0,5 ms.

Si se dan las dos condiciones anteriores, el proceso de iteración se detiene y el modelo obtenido en ese momento es el que se toma como válido. Los errores RMS (final e inicial) de los modelos se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Ajustes obtenidos en los modelos de velocidad.

Perfil	Error RMS final (ms)	Error RMS normalizado (%)
PS-1	0,92	1,74
PS-2	1,32	2,13
PS-3	1,36	1,87

La ripabilidad de los modelos se ha determinado en base a la litología de la zona tomando los valores dados en la tabla de Caterpillar D10. Las litologías que se han considerado han sido:

- Depósitos aluviales y cuaternario sin determinar en las zonas más someras.
- Depósitos jurásicos de dolomías, calizas y margas
- Depósitos triásicos de conglomerados, arenas y arcilla rojas y un basamento devónico de calizas, dolomías y margas.

Se ha seleccionado una velocidad de 2.800m/s como límite superior del material ripable (calizas, dolomías y conglomerados). Como límite superior de la capa marginal se ha seleccionado una velocidad sísmica de 3.500m/s.

A continuación, se describen los modelos de velocidad (V_P) obtenidos, que se presentan de manera gráfica en el **Anejo 2**.

6.1. Perfil PS-1

El perfil transcurre de sur a norte (**Plano A1-1**), en la Calleja Ráfaga, paralelo a las vías del tren que transcurren por esa zona.

El **Plano A2-1** presenta de manera gráfica el modelo de velocidad y el gráfico de cobertura de las ondas P obtenido. El modelo de velocidades sísmicas V_P se ha obtenido con un ajuste RMS de los tiempos observados de 0,92 ms.

El modelo ha alcanzado una profundidad máxima de 39 m desde la superficie. Las velocidades sísmicas en superficie se sitúan en torno a 500 m/s y aumentan progresivamente hasta los 4.500m/s a 39 metros de profundidad. En el modelo de velocidad domina el gradiente vertical natural del terreno.

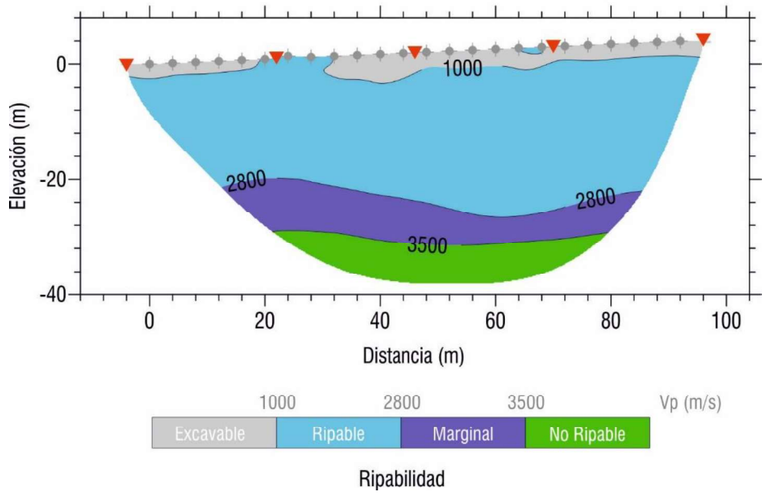


Figura 24. Ripabilidades estimadas a partir de las velocidades sísmicas, según la tabla de Caterpillar D10, para el perfil PS-1.

La Figura 24 muestra la ripabilidad estimada a partir de velocidades sísmicas según la tabla de Caterpillar D10. Así mismo, la Tabla 6 refleja los espesores medios de los materiales según la clasificación anterior, y considerando una litología de tipo sedimentaria.

Tabla 6. Espesores medios (m) obtenidos en el modelo PS-1.

Excavable	Ripable	Marginal	No ripable
2	20	6	8

La capa excavable se extiende prácticamente a lo largo de todo el perfil, a excepción de la zona situada alrededor del metro 26, donde aflora la capa ripable. La potencia máxima de la capa excavable es de 4 m en la parte final del central, alrededor del metro 40.

La capa ripable predomina en el perfil. Tiene una potencia media de 20 m, aunque puede superarla hacia el metro 64 m alcanzando los 24 m.

Por debajo, se extienden la capa marginal muy homogénea, con un espesor máximo de 8 m, presenta su límite con la capa no ripable a 32 m de profundidad.

6.2. Perfil PS-2

El perfil transcurre de este a oeste (**Plano A1-1**), en una parcela situada entre las carreteras N-632 y AS-17, cercana a las vías del tren.

El **Plano A2-2** presenta de manera gráfica el modelo de velocidad y el gráfico de cobertura de las ondas P obtenido. El modelo de velocidades sísmicas V_P se ha obtenido con un ajuste RMS de los tiempos observados de 1,32 ms.

El modelo ha alcanzado una profundidad máxima de 41 m desde la superficie. En el modelo de velocidad domina el gradiente vertical natural del terreno. Las velocidades sísmicas son prácticamente iguales que en el modelo anterior, con valores en superficie en torno a 500 m/s y que aumentan progresivamente hasta superar los 5.000m/s a 39 metros de profundidad.

La Figura 25 muestra la ripabilidad estimada a partir de velocidades sísmicas según la tabla de Caterpillar D10. Así mismo, la Tabla 7 refleja los espesores medios de los materiales según la clasificación anterior, y considerando la litología descrita anteriormente.

La capa excavable se extiende a lo largo de todo el perfil, con una potencia máxima de 8 m en el metro 4.

La capa ripable, al igual que en el PS1, es la que predomina en el perfil. Tiene una potencia variable, desde 14 m en la zona central hasta 28 m alrededor del metro 24.

La capa marginal presenta una composición algo heterogénea con un espesor variable entre los 4 m por las zonas marginales del perfil hasta los 12 m alrededor del metro 44. Por debajo de esta capa se localiza la capa no ripable a unos 28 m de profundidad.

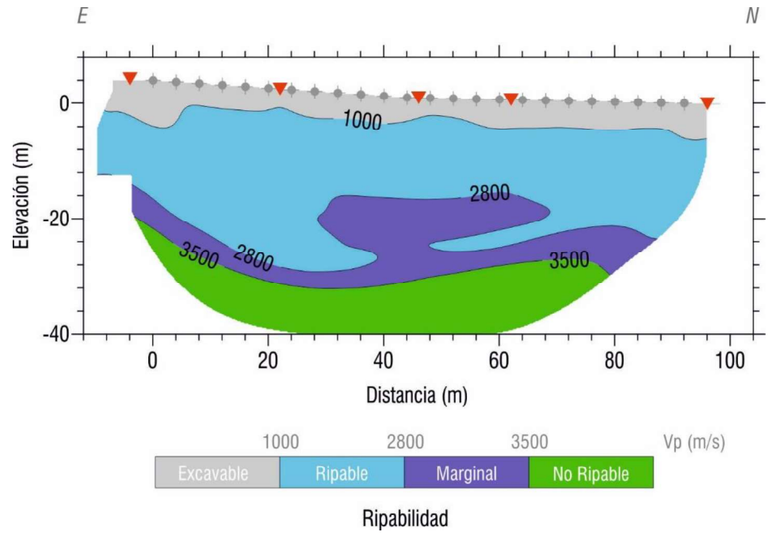


Figura 25. Ripabilidades estimadas a partir de las velocidades sísmicas, según la tabla de Caterpillar D10, para el perfil PS-2.

Tabla 7. Espesores medios (m) obtenidos en el modelo PS-2

Excavable	Ripable	Marginal	No ripable
6	20	4	12

6.3. Perfil PS-3

El perfil transcurre de sur a norte (**Plano A1-1**) paralelo a la Travesía de la Industria de Avilés. Este perfil se realizó en una zona de polígono industrial, en la que había varias naves en funcionamiento con transporte activo de camiones que hacían perturbar la señal sísmica.

El **Plano A2-03** presenta de manera gráfica el modelo de velocidad y el gráfico de cobertura de las ondas P obtenido. El modelo de velocidades sísmicas V_P se ha obtenido con un ajuste RMS de los tiempos observados de 1,36 ms.

El modelo ha alcanzado una profundidad máxima de 40 metros desde la superficie. Al igual que en los casos anteriores, en el modelo de velocidad domina el gradiente vertical natural del terreno. Las velocidades sísmicas son muy similares a los modelos anteriores, con valores promedio en superficie de 750 m/s. Las velocidades aumentan progresivamente hasta los 4.500m/s a 42 metros de profundidad.

La Figura 26 refleja la ripabilidad estimada a partir de velocidades sísmicas según la tabla de Caterpillar D10. La Tabla 8 muestra los espesores medios de los materiales según la clasificación anterior.

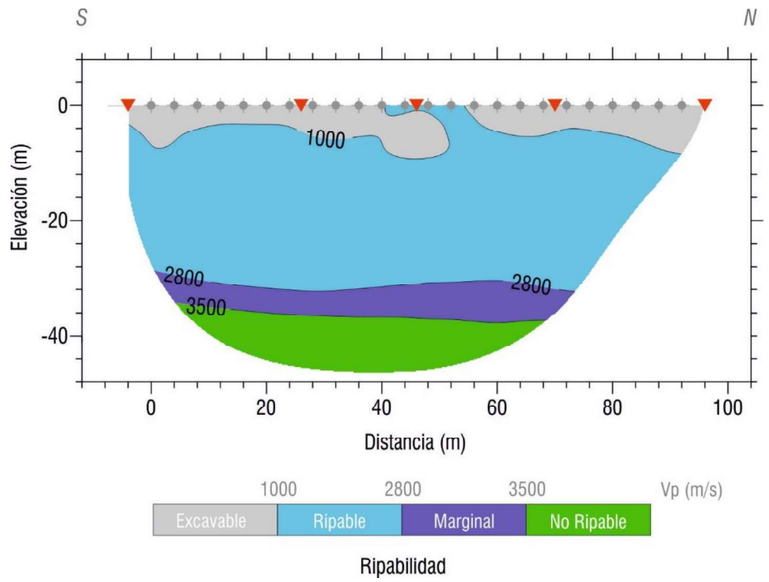


Figura 26. Ripabilidades estimadas a partir de las velocidades sísmicas, según la tabla de Caterpillar D10, para el perfil PS-3.

Tabla 8. Espesores medios (m) obtenidos en el modelo PS-3

Excavable	Ripable	Marginal	No ripable
4	26	6	10

La capa excavable predomina en la zona somera del perfil, a excepción de un pequeño tramo alrededor del metro 52, donde aflora la capa ripable. La potencia máxima de la capa excavable es de 8 m en el extremo norte del perfil.

La capa ripable es la que predomina en el perfil. Tiene una potencia media de 26 m, aunque puede alcanzar los 30 m alrededor del metro 52.

Por debajo, se extienden una capa homogénea que corresponde con la capa marginal. Presenta un espesor máximo de 8 m, presenta su límite con la capa no ripable a 36 m de profundidad.

Este informe consta de 44 páginas numeradas y dos anejos de localización de ensayos y resultados.

Madrid, 12 de diciembre de 2019

Ana Domínguez García
MSc en Geofísica

Senén Sandoval Castaño
Doctor en Geofísica

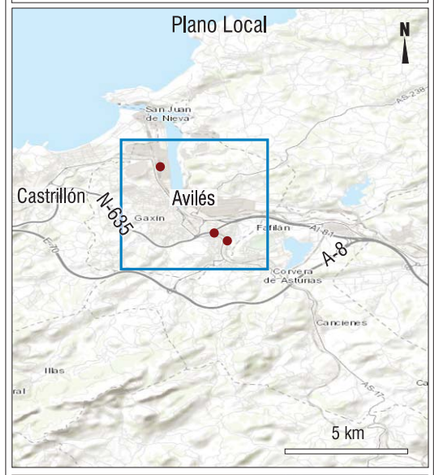
7. REFERENCIAS

- Caterpillar. Handbook of Ripping, 12th Edition (2000). Peoria, Illinois.
- Mapa geológico de la Hoja nº 13 (Avilés). Mapa Geológico de España Escala 1:50.000. Serie Antigua (MAGNA), Primera edición. IGME.
- Menke, W. (1989). Geophysical Data Analysis: Discrete Inverse Theory. Academic Press, 4 oct. 1989, 289 páginas. Priem, H., Boelrijk, N., Verschure, R., Hebeda, E. and Floor, P. (1966). Isotopic evidence for upper-Cambrian or lower-Ordovician granite emplacement in the Vigo area NW Spain. Geol. en Mijnbouw, 45, 36-40.
- Socco, L. V. and Boiero, D. 2008. Improved Monte Carlo inversion of surface wave data. Geophysical Prospecting, 56(3):357–371Telford, W. M., Geldart, L. P. & Sheriff, R. E. 1991. Applied Geophysics, 2nd ed. 770pp. Cambridge. New York, Port Chester, Melbourne, Sydney.

ANEJO 1

PLANO DE LOCALIZACIÓN DE ENSAYOS

Ubicación: Avilés, Principado de Asturias



Leyenda

PS-1 — Perfil de Sísmica de Refracción

Consultor

EVEREST Geophysics

Cliente

TRN TARYET

Título del Plano

LOCALIZACIÓN DE ENSAYOS

Proyecto

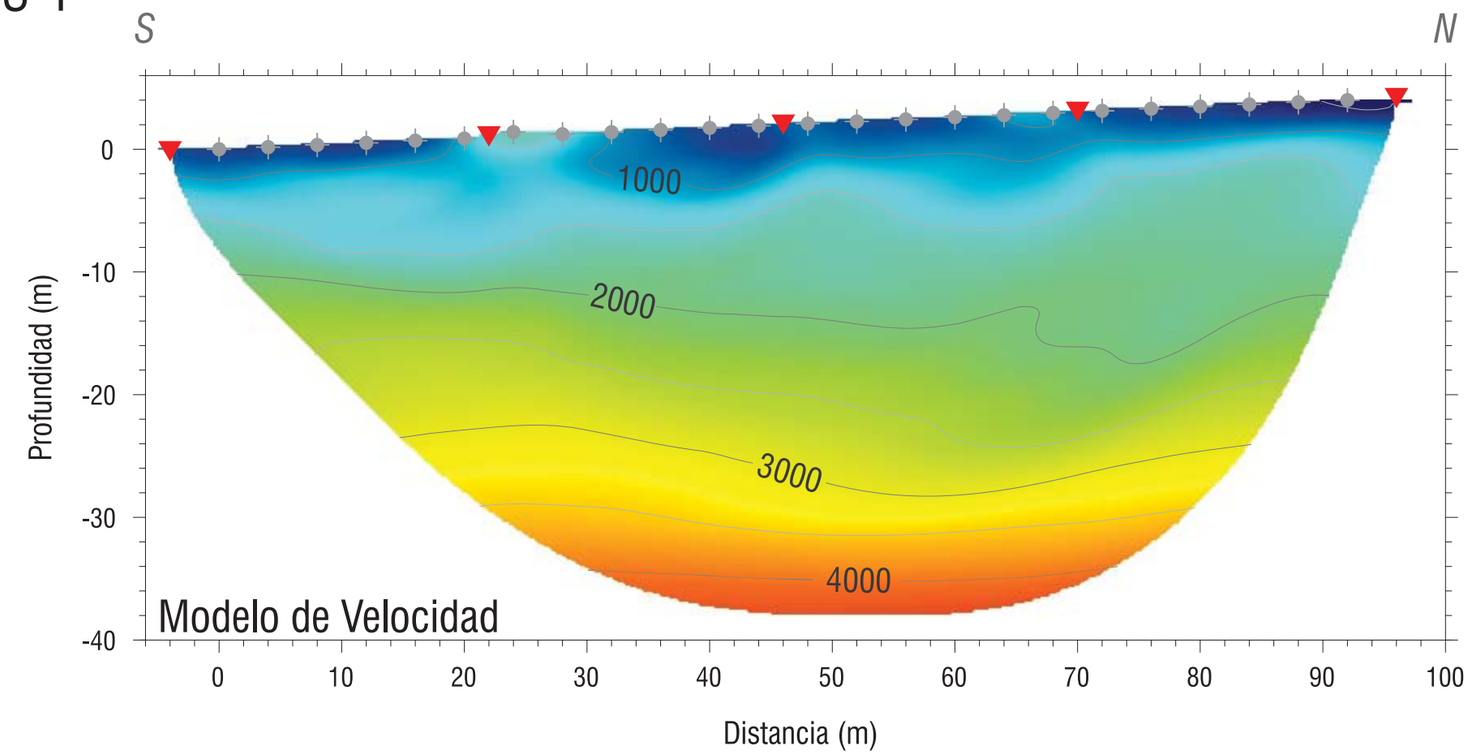
ESTUDIO GEOFÍSICO MEDIANTE
ENSAYOS DE SÍSMICA DE REFRACCIÓN
PARA EL ESTUDIO DEL TERRENO EN AVILÉS

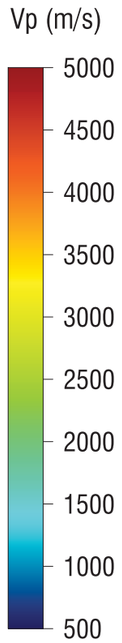
Responsable	Senén Sandoval	Revisión	1
Escala	DIN A3 1:20.000	Fecha	Diciembre 2019
Elipsoide	ETRS89	Plano	A1-1
Proyección	UTM		

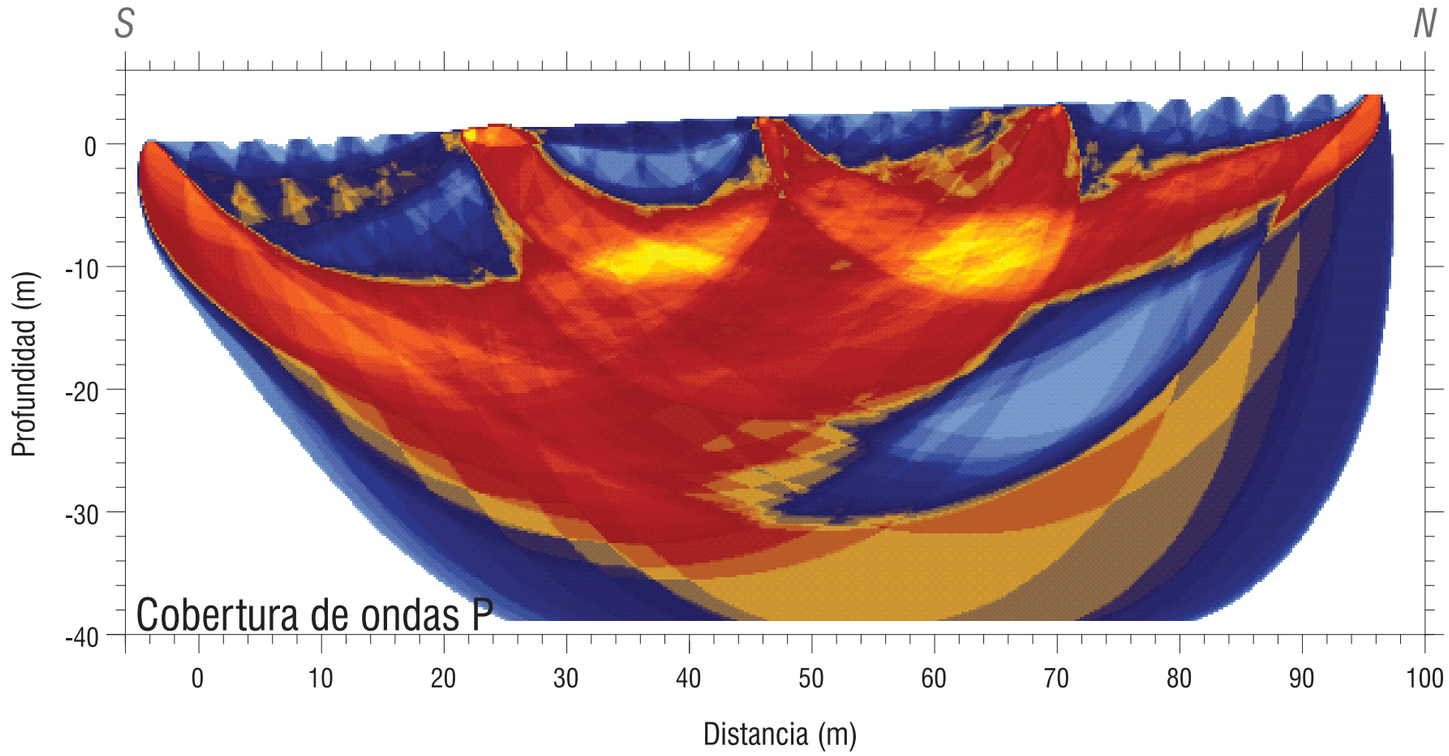
ANEJO 2

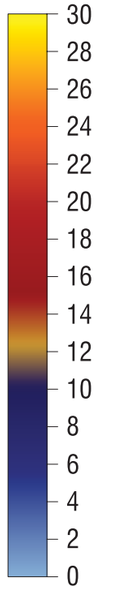
MODELOS DE VELOCIDAD SÍSMICA V_P

PS-1

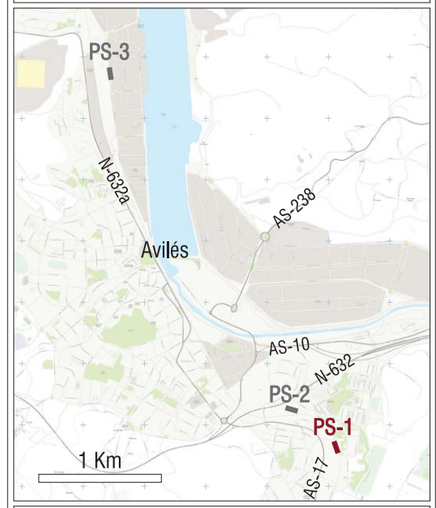








Ubicación: Avilés, Principado de Asturias



Leyenda

PS-1 Perfil de Tomografía Sísmica

Geófono

Punto de golpeo

Escala

0 5 10 15 20 25
metros

Consultor

EVEREST Geophysics

Cliente

TRN TARYET

Título del Plano

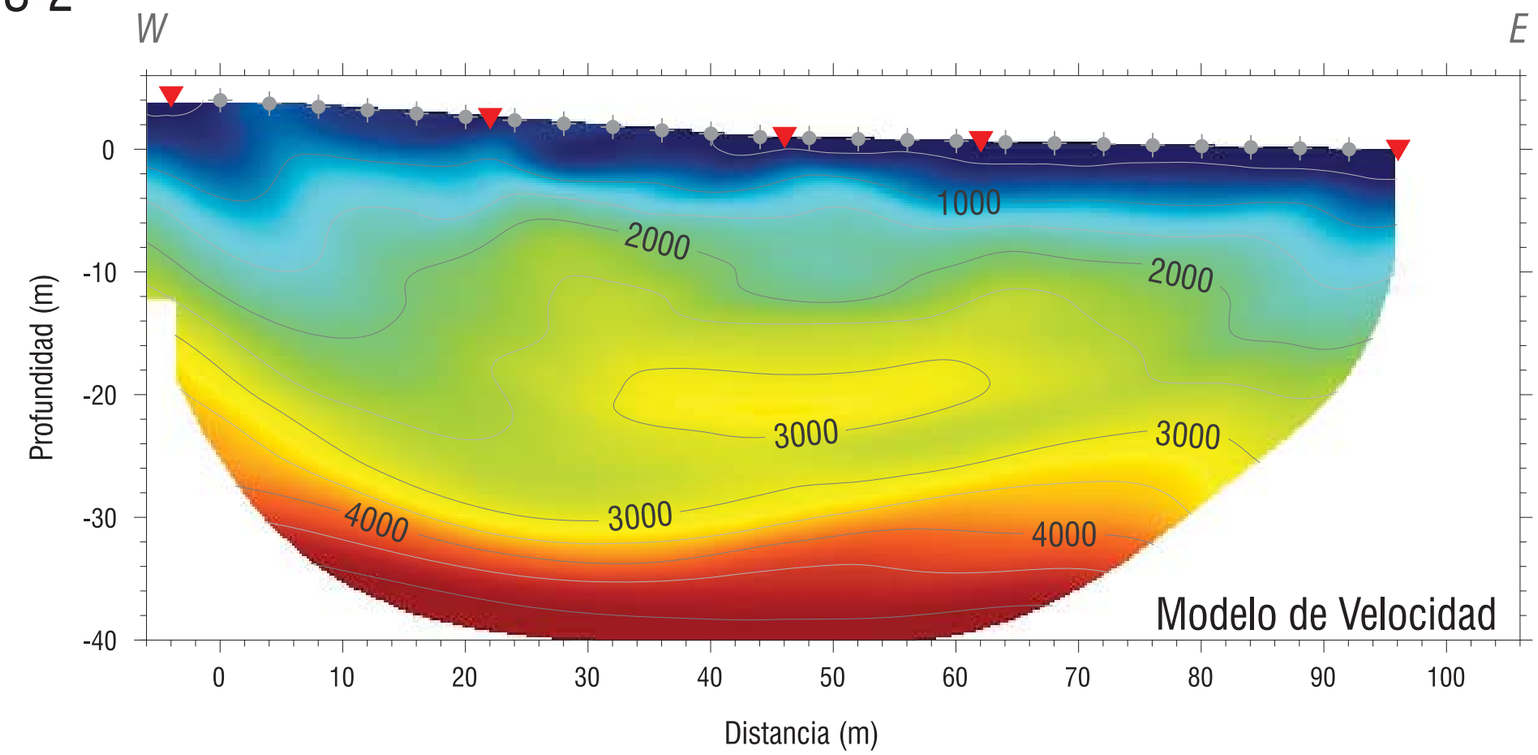
PLANO DE RESULTADOS PS-1

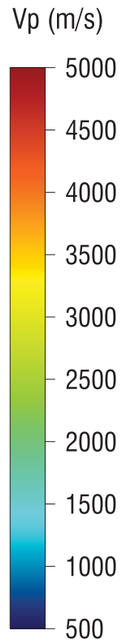
Proyecto

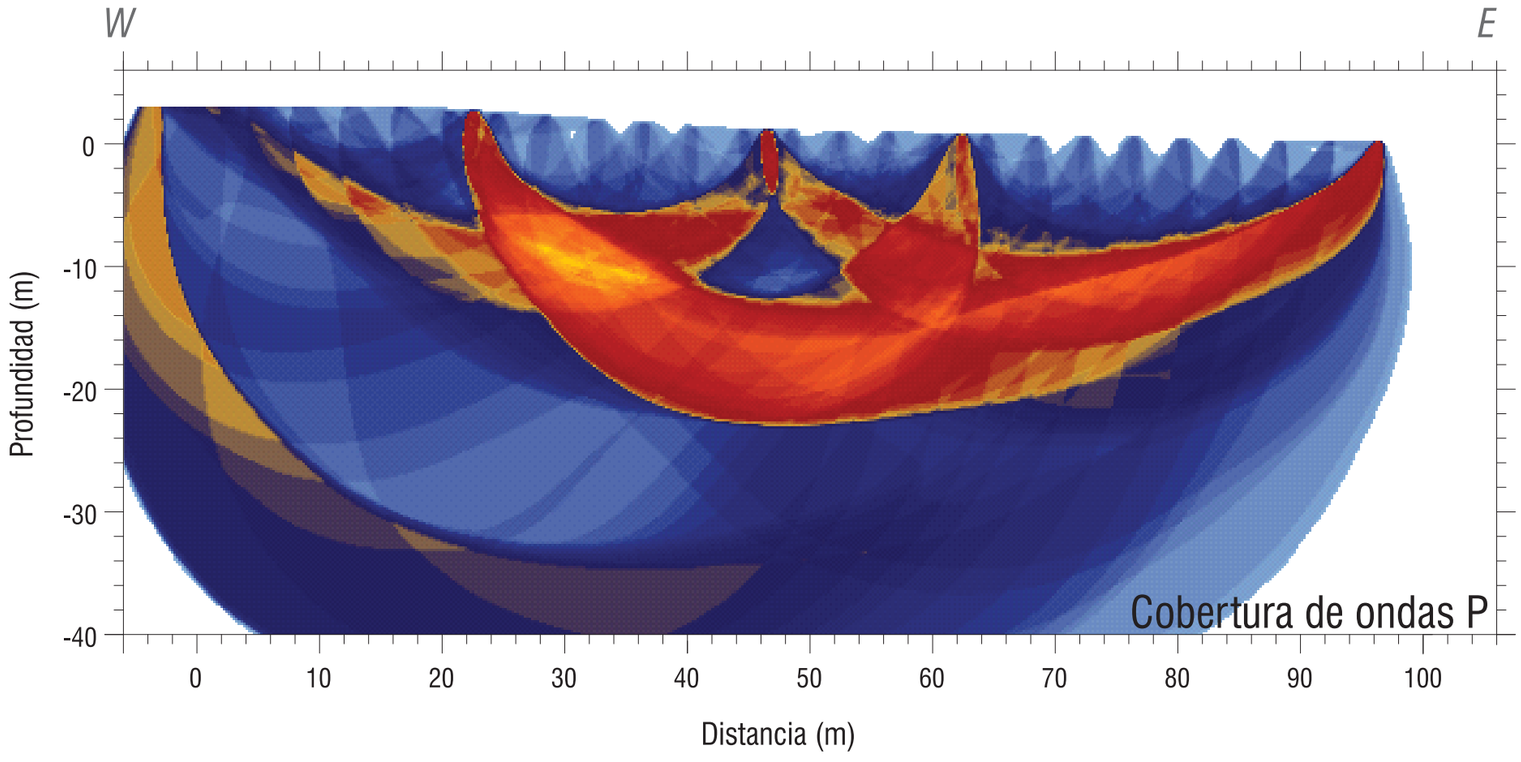
ESTUDIO GEOFÍSICO MEDIANTE
ENSAYOS DE SÍSMICA DE REFRACCIÓN
PARA EL ESTUDIO DEL TERRENO EN AVILÉS

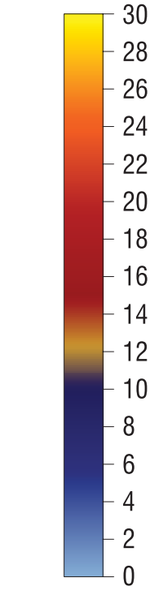
Responsable	Senén Sandoval	Revisión	1
Escala	DIN A3 1:500	Fecha	Diciembre 2019
Elipsoide	ETRS89	Plano	A2-1
Proyección	UTM		

PS-2

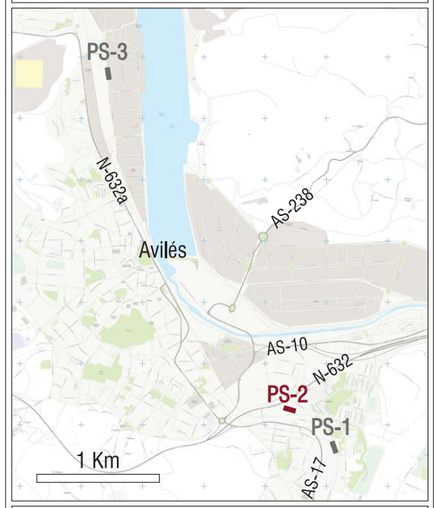








Ubicación: Avilés, Principado de Asturias



Leyenda

PS-1 Perfil de Tomografía Sísmica

Geófono

Punto de golpeo

Escala

0 5 10 15 20 25
metros

Consultor

EVEREST Geophysics

Cliente

TRN TARYET

Título del Plano

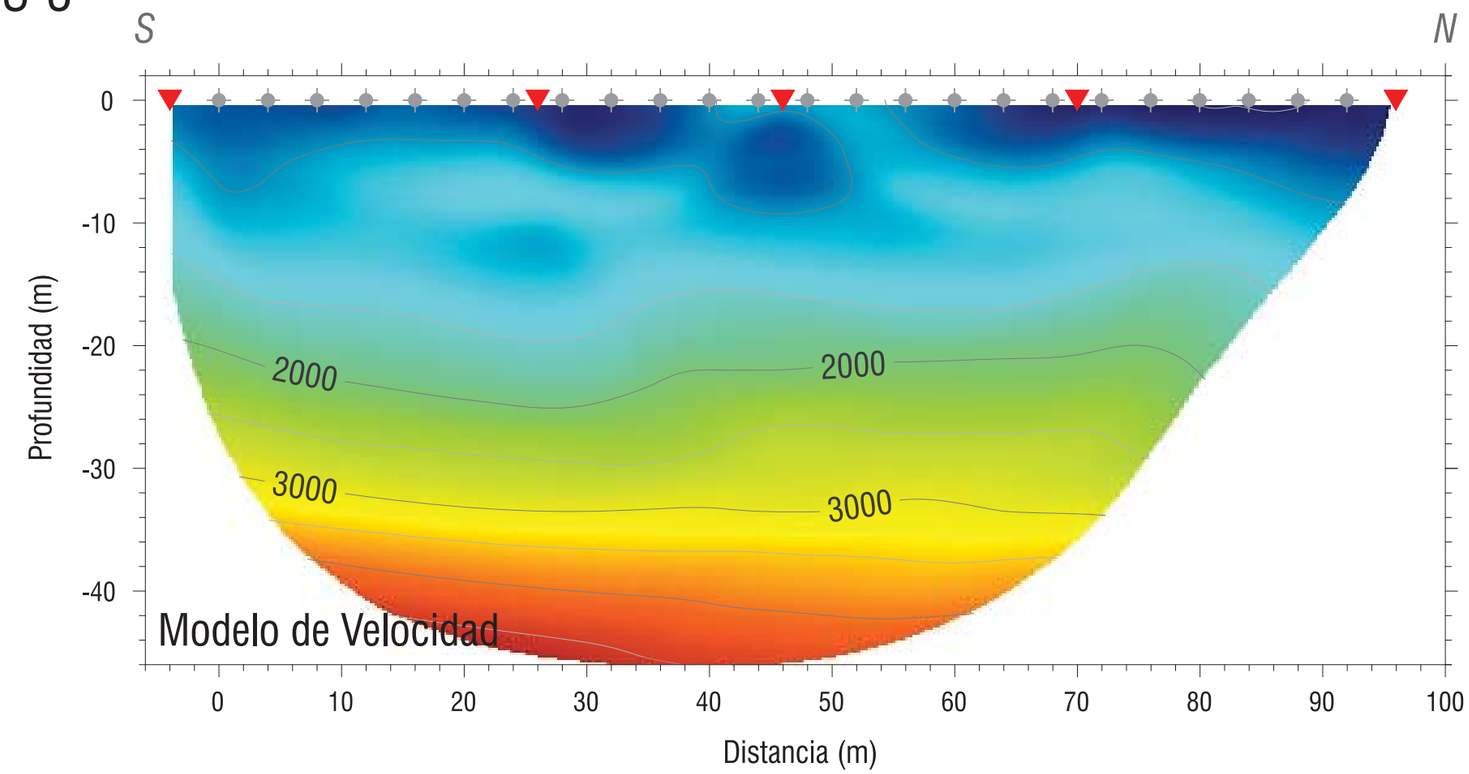
PLANO DE RESULTADOS PS-2

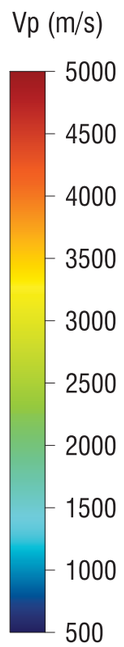
Proyecto

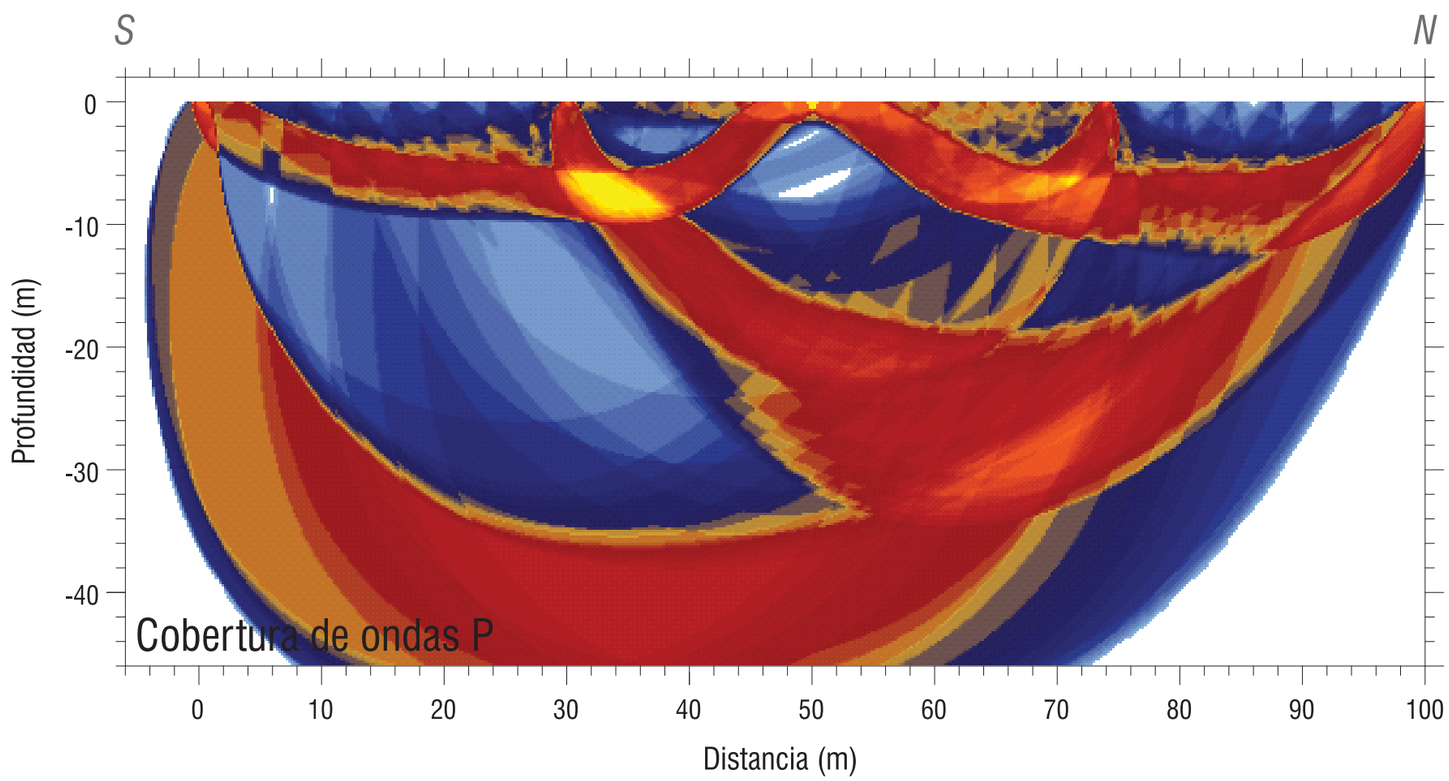
ESTUDIO GEOFÍSICO MEDIANTE
ENSAYOS DE SÍSMICA DE REFRACCIÓN
PARA EL ESTUDIO DEL TERRENO EN AVILÉS

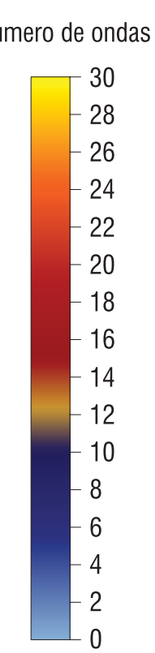
Responsable	Senén Sandoval	Revisión	1
Escala	DIN A3 1:500	Fecha	Diciembre 2019
Elipsoide	ETRS89	Plano	A2-2
Proyección	UTM		

PS-3

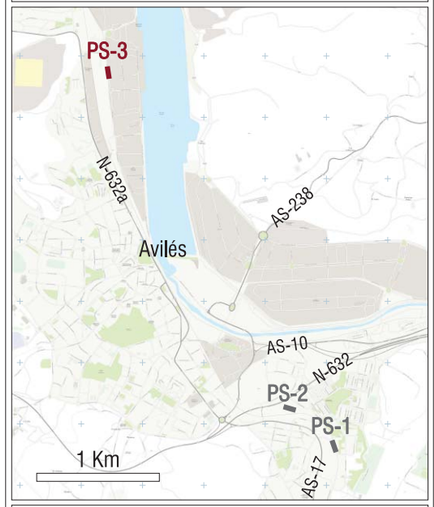








Ubicación: Avilés, Principado de Asturias



Leyenda

PS-1 Perfil de Tomografía Sísmica

Geófono

Punto de golpeo

Escala

0 5 10 15 20 25
metros

Consultor

EVEREST Geophysics

Cliente

TRN TARYET

Título del Plano

PLANO DE RESULTADOS PS-3

Proyecto

ESTUDIO GEOFÍSICO MEDIANTE
ENSAYOS DE SÍSMICA DE REFRACCIÓN
PARA EL ESTUDIO DEL TERRENO EN AVILÉS

Responsable	Senén Sandoval	Revisión	1
Escala	DIN A3 1:500	Fecha	Diciembre 2019
Elipsoide	ETRS89	Plano	A2-3
Proyección	UTM		

APÉNDICE Nº7. PLANTA GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA

LEYENDA

- PLAYAS Y DUNAS
- DEPÓSITOS ALUVIALES Y DE RIA
- CUATERNARIO INDIFERENCIADO
- CONGLOMERADOS SILÍCIEOS Y ARENAS
- DOLOMÍAS, CALIZAS Y MARGAS
- CONGLOMERADOS, ARENISCAS Y ARCILLAS ROJAS
- CALIZAS, DOLOMIAS Y MARGAS (RAÑECES)

SIMBOLOGÍA

- C-01 CALICATA
- S-01 SONDEOS
- SXX-01 SONDEOS ANTERIORES
- N.F. NIVEL FREÁTICO

\\Planos\LEYENDA.dwg

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

TÍTULO
ESTUDIO INFORMATIVO DE INTEGRACIÓN URBANA EN AVILÉS

AUTOR
ANTONIO BELTRÁN PALOMO

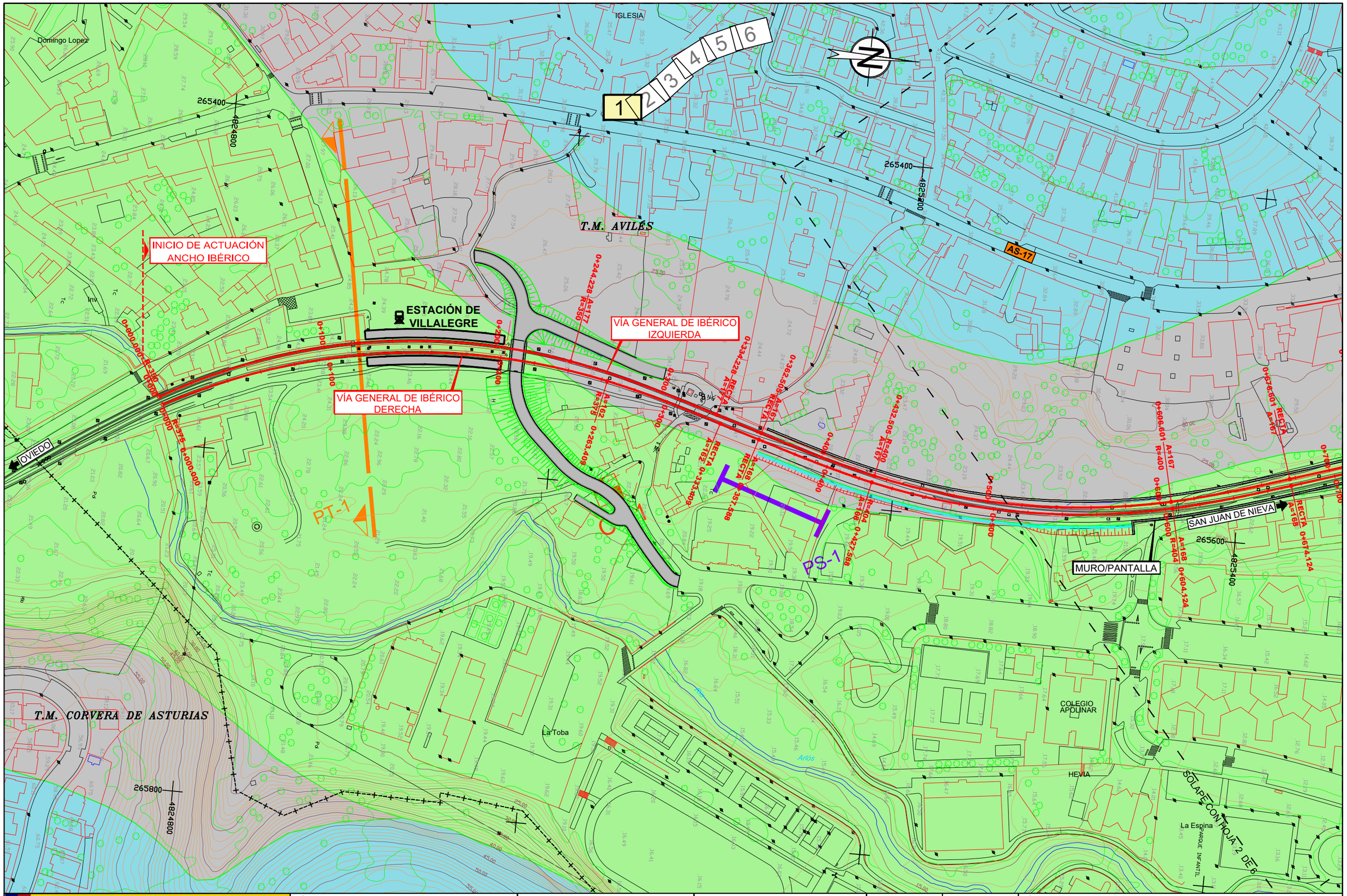
TRN TARYET

ESCALA
E.H. DIN A1: 1/1.000
E.H. DIN A3: 1/2.000
E.V. DIN A1: 1/200
E.V. DIN A3: 1/400
0 10 20 30 40m
0 2 4 6 8m
NUMÉRICA GRÁFICA

FECHA
SEPTIEMBRE 2022

Nº DE PLANO
AN07
HOJA 1 DE13

TÍTULO DEL PLANO
LEYENDA



\\Planos\02.01.TRAZADO_PLANTA.dwg

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA	TÍTULO ESTUDIO INFORMATIVO DE INTEGRACIÓN URBANA EN AVILÉS	AUTOR ANTONIO BELTRÁN PALOMO TRN TARYET	ESCALA DIN A1: 1/1.000 DIN A3: 1/2.000 NUMÉRICA | GRÁFICA	FECHA SEPTIEMBRE 2022	Nº DE PLANO AN07 HOJA 2 DE 13	TÍTULO DEL PLANO TRAZADO PLANTA GENERAL GEOLÓGICO GEOTÉCNICA

PARQUE DEL POZON

COLEGIO NUESTRA SEÑORA DEL BUEN CONSEJO

T.M. AVILÉS

El Pozon

AS-17

RENFE Oviedo-San Juan de Nieva

APOLONIA

SANTA

CALLE

OVIEDO

VÍA GENERAL DE IBÉRICO IZQUIERDA

MURO/PANTALLA

MURO/PANTALLA

La Rocica

APEADERO DE LA ROCICA

FALSO TÚNEL

TÚNEL EN MINA

SAN JUAN DE NIEVA

PS-2

C-02

SG-3

VÍA GENERAL DE IBÉRICO DERECHA

PARQUE BUSTIELLO

IGLESIA DE SANTA BÁRBARA

SOLAPE CON HOJA 1 DE 6

SOLAPE CON HOJA 3 DE 6

\\Planos\02.01.TRAZADO_PLANTA.dwg

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

TÍTULO
ESTUDIO INFORMATIVO DE INTEGRACIÓN URBANA EN AVILÉS

AUTOR
ANTONIO BELTRÁN PALOMO

TRN TARYET

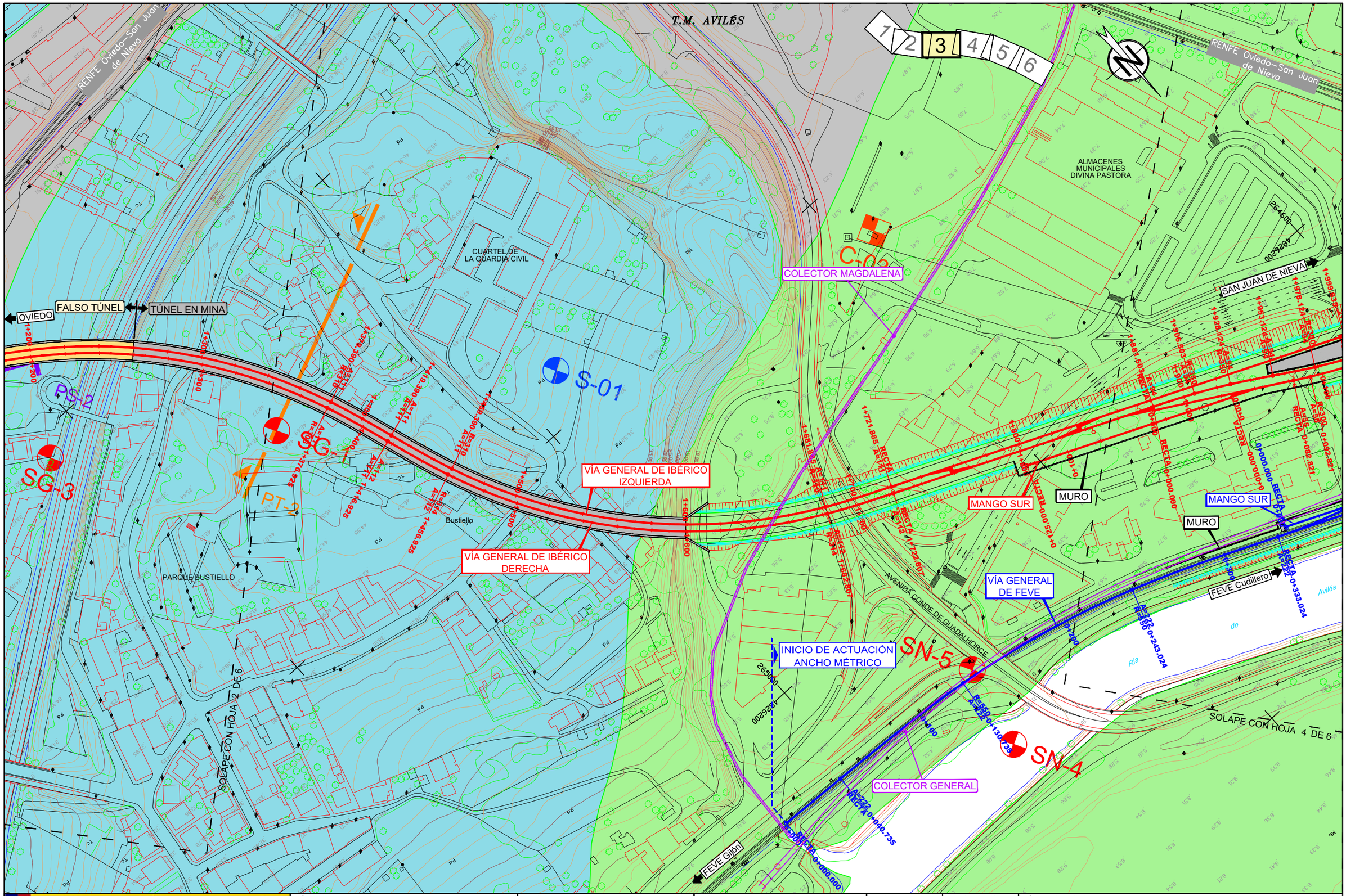
ESCALA
DIN A1: 1/1.000
DIN A3: 1/2.000
0 10 20 30 40m
NUMÉRICA | GRÁFICA

FECHA
SEPTIEMBRE 2022

Nº DE PLANO
AN07

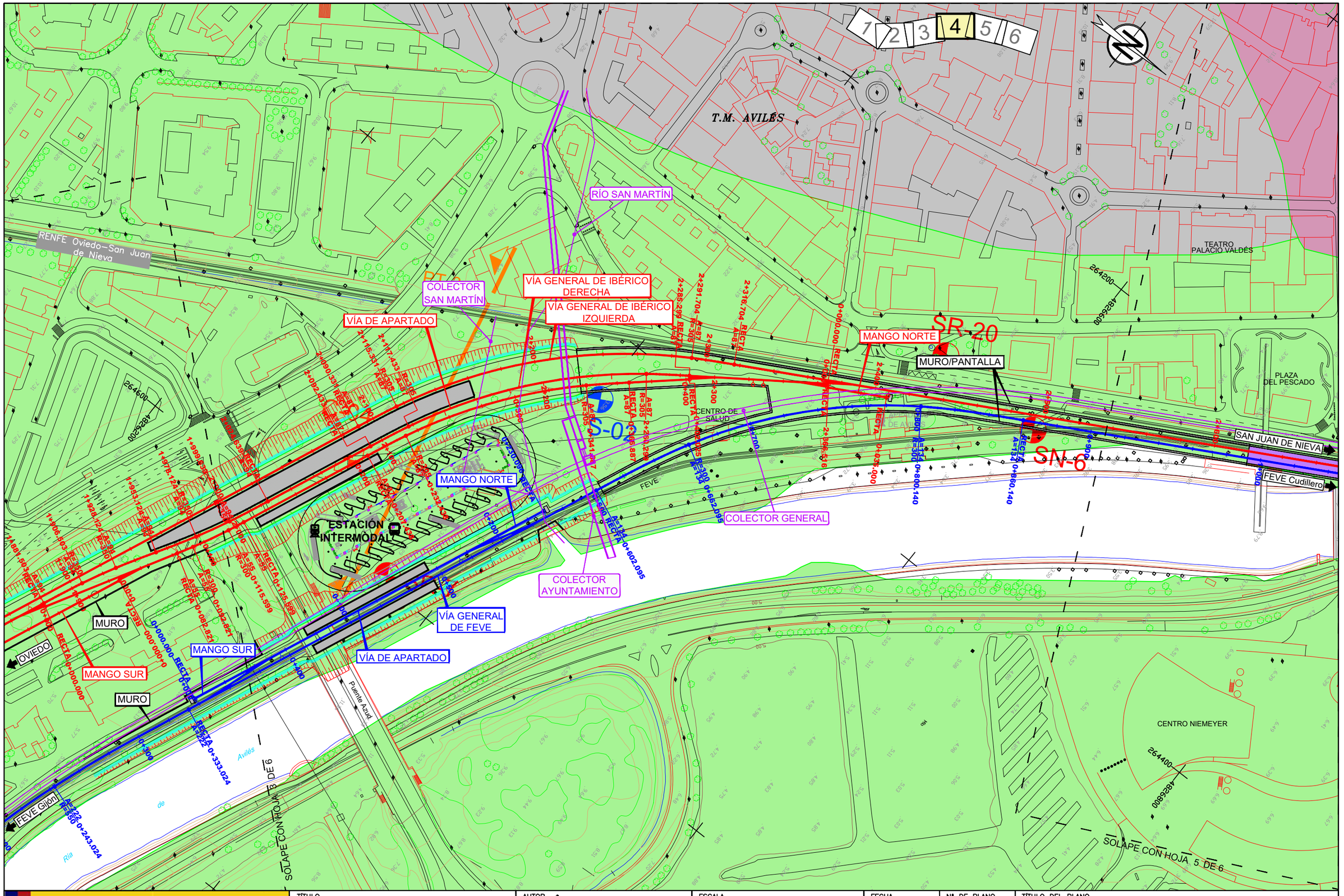
HOJA 3 DE 13

TÍTULO DEL PLANO
TRAZADO
PLANTA GENERAL
GEOLÓGICO GEOTÉCNICA



\\Planos\02.01.TRAZADO_PLANTA.dwg

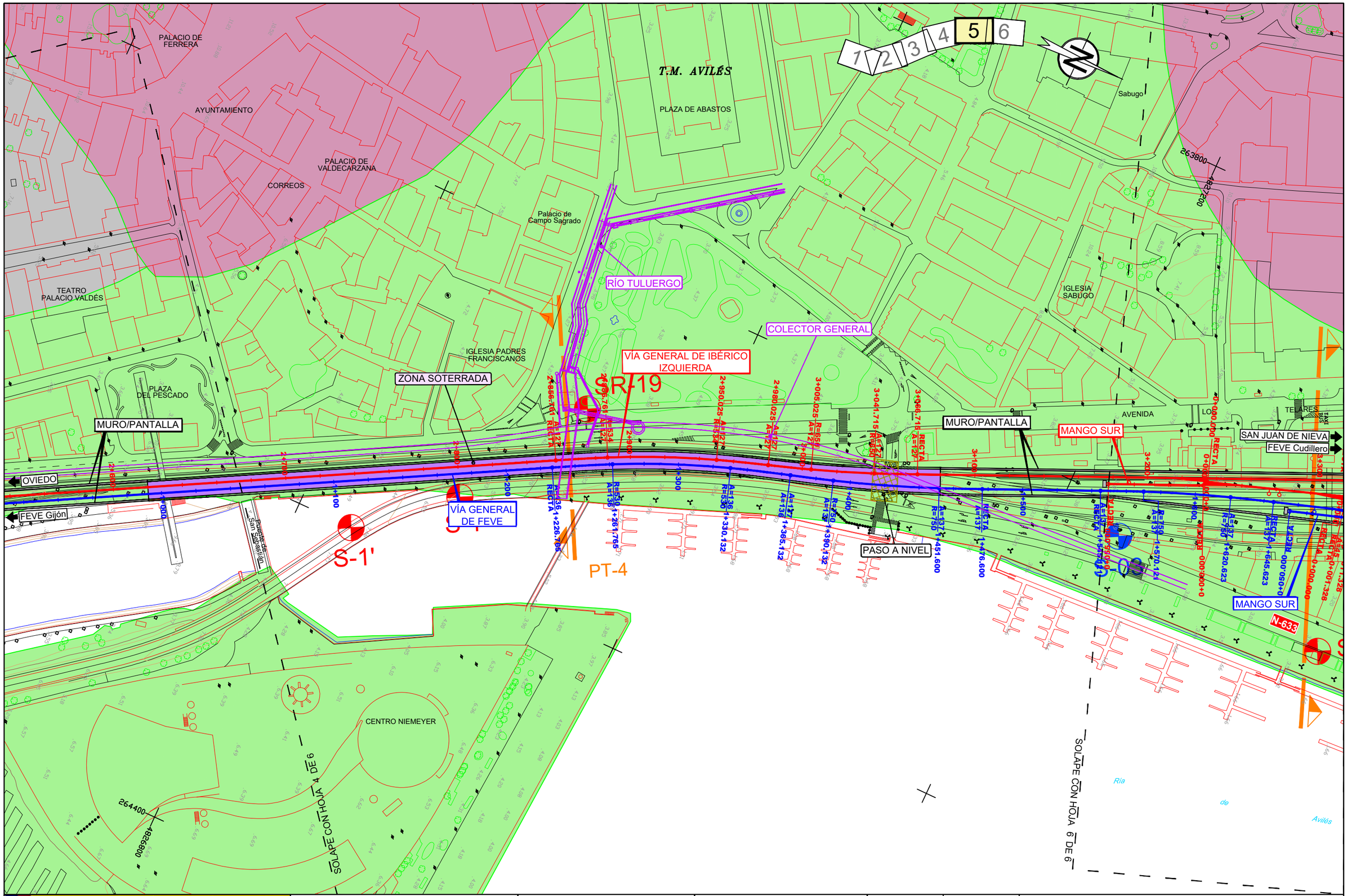
GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA	TÍTULO ESTUDIO INFORMATIVO DE INTEGRACIÓN URBANA EN AVILÉS	AUTOR ANTONIO BELTRÁN PALOMO TRN TARYET	ESCALA DIN A1: 1/1.000 DIN A3: 1/2.000 NUMÉRICA | GRÁFICA	FECHA SEPTIEMBRE 2022	Nº DE PLANO AN07 HOJA 4 DE 13	TÍTULO DEL PLANO TRAZADO PLANTA GENERAL GEOLÓGICO GEOTÉCNICA



\\Planos\02.01.TRAZADO_PLANTA.dwg

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

TÍTULO ESTUDIO INFORMATIVO DE INTEGRACIÓN URBANA EN AVILÉS	AUTOR ANTONIO BELTRÁN PALOMO TRN TARYET	ESCALA DIN A1: 1/1.000 DIN A3: 1/2.000 0 10 20 30 40m NUMÉRICA GRÁFICA	FECHA SEPTIEMBRE 2022	Nº DE PLANO AN07 HOJA 5 DE 13	TÍTULO DEL PLANO TRAZADO PLANTA GENERAL GEOLÓGICO GEOTÉCNICA



\\Planos\02.01.TRAZADO_PLANTA.dwg

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

TÍTULO
ESTUDIO INFORMATIVO DE INTEGRACIÓN URBANA EN AVILÉS

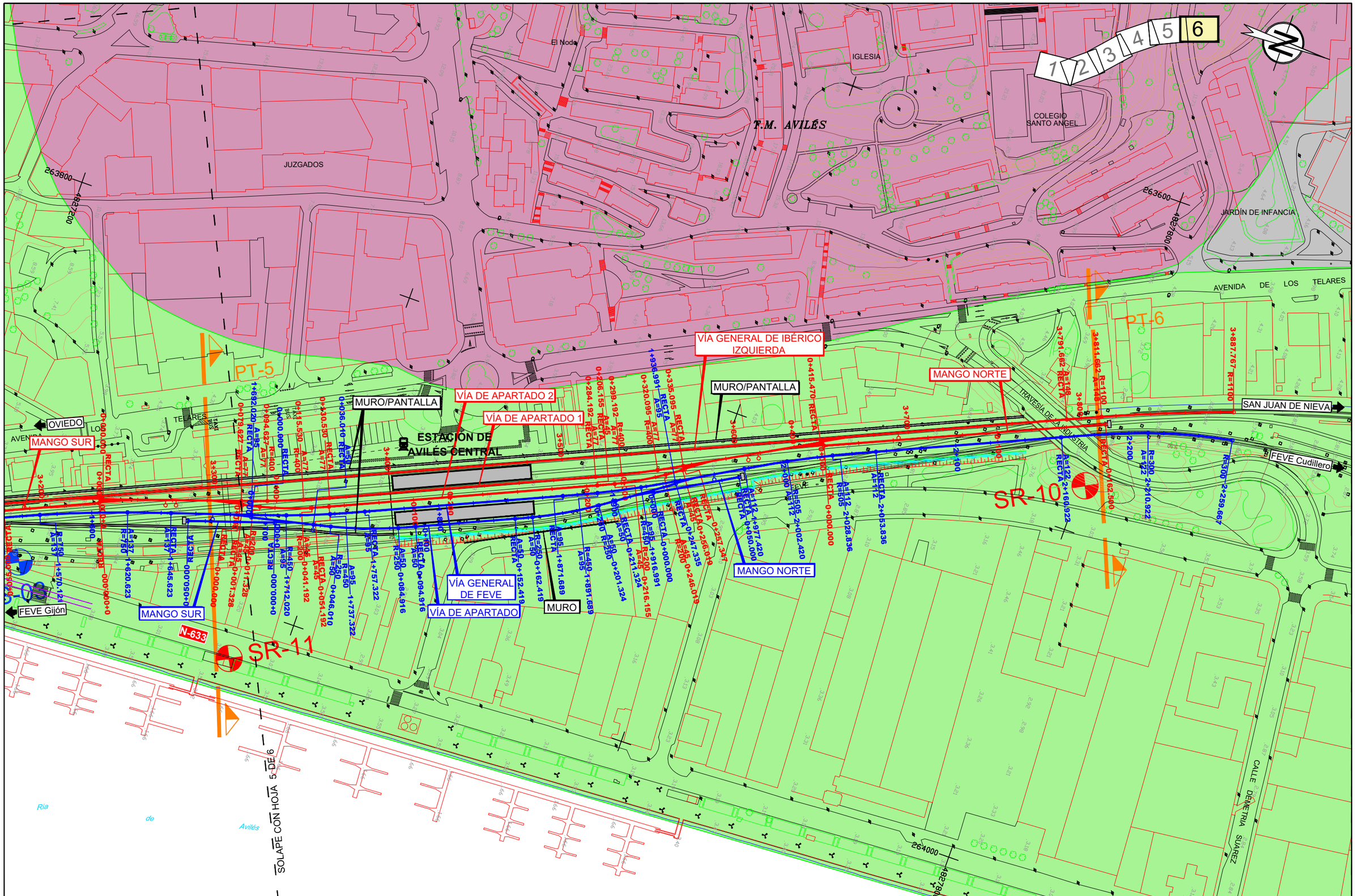
AUTOR
ANTONIO BELTRÁN PALOMO
TRN TARYET

ESCALA
DIN A1: 1/1.000
DIN A3: 1/2.000
0 10 20 30 40m
NUMÉRICA | GRÁFICA

FECHA
SEPTIEMBRE 2022

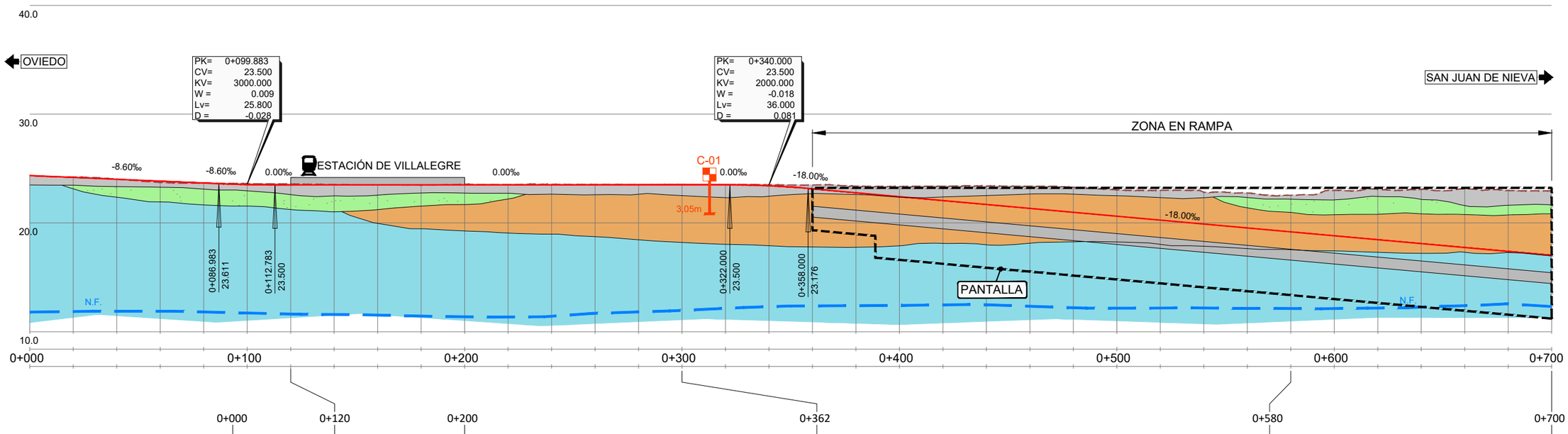
Nº DE PLANO
AN07
HOJA 6 DE 13

TÍTULO DEL PLANO
TRAZADO
PLANTA GENERAL
GEOLÓGICO GEOTÉCNICA



\Planos\02.01.TRAZADO_PLANTA.dwg

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA	TÍTULO: ESTUDIO INFORMATIVO DE INTEGRACIÓN URBANA EN AVILÉS	AUTOR: ANTONIO BELTRÁN PALOMO · TRN TARYET	ESCALA: DIN A1: 1/1.000 · DIN A3: 1/2.000 · 0 10 20 30 40m · NUMÉRICA · GRÁFICA	FECHA: SEPTIEMBRE 2022	Nº DE PLANO: AN07 · HOJA 7 DE 13 · TÍTULO DEL PLANO: TRAZADO PLANTA GENERAL GEOLÓGICO GEOTÉCNICA



P.K									
TRAMO		P.K INICIAL			0+120		0+362		
		P.K FINAL			0+200		0+580		
		LONGITUD (m)			80		218		
		COBERTERA (m)							
GEOLOGÍA Y GEOTECNIA	GEOLOGÍA	FORMACIÓN		QR			QI	QR	
		LITOLOGÍA		Arenas, limos y arcillas			Gravas, arenas y arcillas	Arenas, limos y arcillas	
		COTA NIVEL FREÁTICO							
	FRACTURACIÓN	RQD (%)							
		FAMILIAS JUNTAS (Dir. Buz. / Buz.)	S0						
			J1						
			J2						
			J3						
	DENSIDAD APARENTE (gr/cm2)								
	RESISTENCIA COMPRESIÓN SIMPLE (MPa)								
	MÓDULO DEFORMACIÓN (MPa)								
	COHESIÓN (Kg/cm2) / FRICCIÓN (º)								
	ABRASIVIDAD	CERCHAR							
		SCHIMAZEK (KN/m)							
	CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA	RMR (Máximo)							
		RMR (Mínimo)							
		GSI (Máximo - Mínimo)							
		Q (Máximo - Mínimo)							
	TIPO COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO								
	PRINCIPAL RIESGO GEOTÉCNICO								
EXCAVACIÓN	EXCABILIDAD	VOLADURA (%)		0%			0%	0%	
		MECÁNICA (%)		100%			100%	100%	
	COEFICIENTE DE PASO			1%			0.870	0.820	
	USO			Tolerable/ QS1			Tolerable / QS1	Tolerable / QS1	
	ANGULO TALUD DESMONTE (º)						1H:1V		
	TERRAPLEN					3H:2V			
	TÚNEL								
	ESTRUCTURA					PL Castañedo	Muro Entre P.K 0+362-1+160	C/Ráfaga	
	CARGA ADMISIBLE ESTRUCTURA (Kg/cm2)				6.290			6.290	
	OBSERVACIONES				Estación de Villalegre		Desmonte 1	Muro 0+580-1+160	

\\Planos\AN07 GUITARRA GEOTECNICA.dwg

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

TÍTULO
ESTUDIO INFORMATIVO DE LA INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL EN AVILÉS

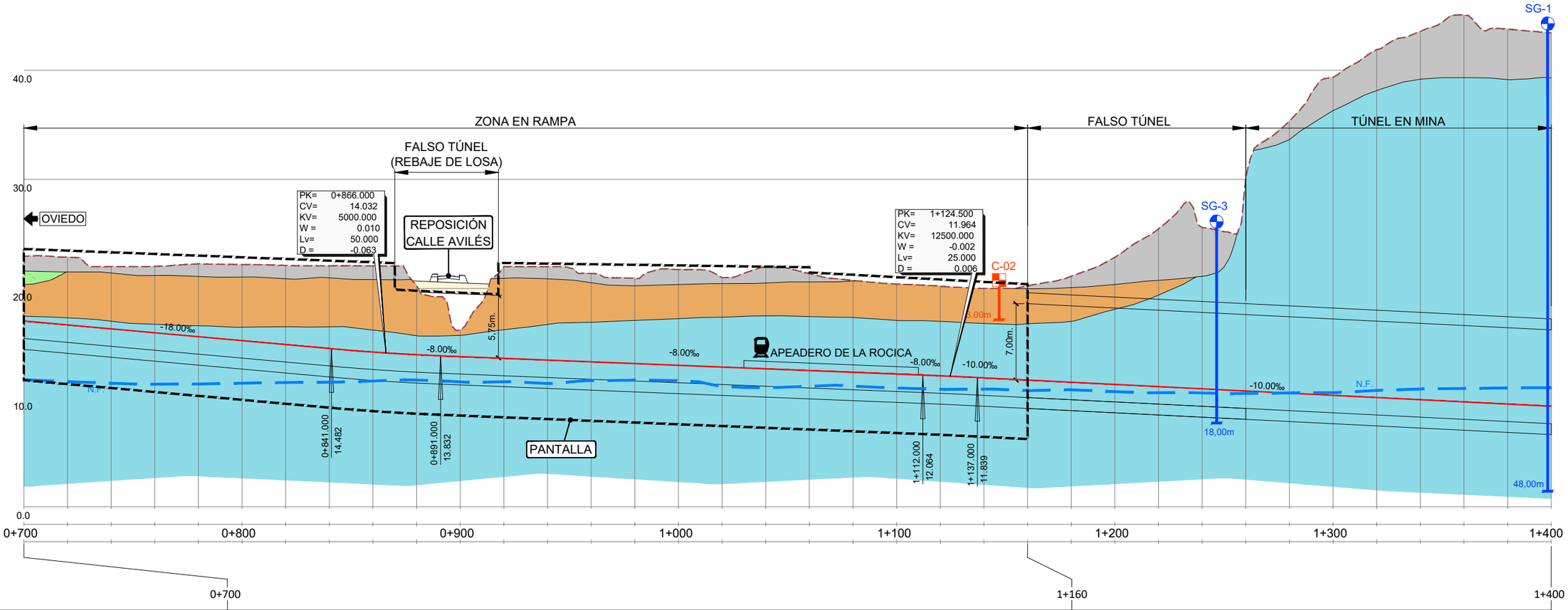
AUTOR
ANTONIO BELTRÁN PALOMO
TRN TARYET

ESCALA
E.H. DIN A1: 1/1.000
E.H. DIN A3: 1/2.000
E.V. DIN A1: 1/200
E.V. DIN A3: 1/400
0 10 20 30 40m
0 2 4 6 8m
NUMÉRICA GRÁFICA

FECHA
OCTUBRE 2022

Nº DE PLANO
AN07
HOJA 8 DE 6

TÍTULO DEL PLANO
TRAZADO
PERFILES LONGITUDINALES GEOLÓGICO GEOTÉCNICOS



P.K						
TRAMO		P.K INICIAL		0+580		1+160
		P.K FINAL		1+160		1+600
		LONGITUD (m)		580		100
		COBERTERA (m)				27 m
GEOLOGÍA Y GEOTECNIA	GEOLOGÍA	FORMACIÓN		QI		J
		LITOLOGÍA		Gravas, arenas y arcillas		Calizas, dolomías y margas
		COTA NIVEL FREÁTICO		11		10
	FRACTURACIÓN	RQD (%)				35
		FAMILIAS JUNTAS (Dir. Buz. / Buz.)	S0			40/4
			J1			320/60
			J2			2080
			J3			-
	DENSIDAD APARENTE (gr/cm2)					2.700
	RESISTENCIA COMPRESIÓN SIMPLE (MPa)					26.000
	MÓDULO DEFORMACIÓN (MPa)					2855.820
	COHESIÓN (Kg/cm2) / FRICCIÓN (º)					2,96 7 56
	ABRASIVIDAD	CERCHAR				1.000
		SCHIMAZEK (KN/m)				0.011
	CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA	RMR (Máximo)				40.000
		RMR (Mínimo)				35.000
		GSI (Máximo - Mínimo)				50-55
		Q (Máximo - Mínimo)				0,1-0,21
	TIPO COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO					Frágil
	PRINCIPAL RIESGO GEOTÉCNICO					
EXCAVACIÓN	EXCABILIDAD	VOLADURA (%)		0%		73.33%
		MECÁNICA (%)		100%		26.60%
	COEFICIENTE DE PASO			0.870		
	USO			Tolerable/ QS1		Pedraplén
	ANGULO TALUD DESMONTE (º)					
	TERRAPLEN			3H:2V (CL Avilés)		
	TÚNEL					Túnel de Bustiello
	ESTRUCTURA			CL Avilés		Apeadero La Rocica / CL Roble
	CARGA ADMISIBLE ESTRUCTURA (Kg/cm2)			5.650		11.850
	OBSERVACIONES			Muro 0+580-1+160		

\\Planos\AN07 GUITARRA GEOTECNICA.dwg

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

TÍTULO
ESTUDIO INFORMATIVO DE LA INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL EN AVILÉS

AUTOR
ANTONIO BELTRÁN PALOMO

TRN TARYET

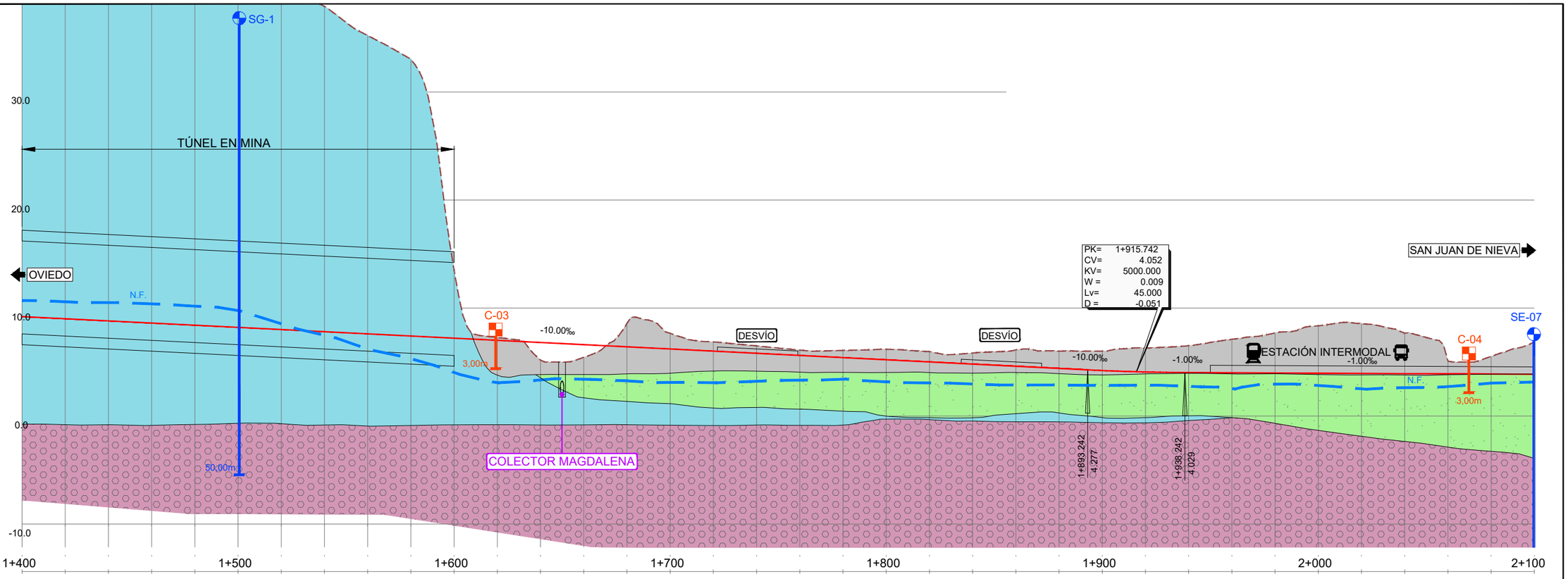
ESCALA
E.H. DIN A1: 1/1.000
E.H. DIN A3: 1/2.000
E.V. DIN A1: 1/200
E.V. DIN A3: 1/400
0 10 20 30 40m
0 2 4 6 8m
NUMÉRICA GRÁFICA

FECHA
OCTUBRE 2022

Nº DE PLANO
AN07

HOJA 9 DE 6

TÍTULO DEL PLANO
TRAZADO
PERFILES LONGITUDINALES GEOLÓGICO GEOTÉCNICOS



			1+400	1+600	1+800	1+978	2+100
P.K							
TRAMO		P.K INICIAL	1+160		1800		
		P.K FINAL	1+600		1978		
		LONGITUD (m)	100		178		
		COBERTERA (m)	27 m				
GEOLOGÍA Y GEOTECNIA	GEOLOGÍA	FORMACIÓN	J				
		LITOLOGÍA	Calizas, dolomías y margas				
		COTA NIVEL FREÁTICO	10		3.820		3.50
	FRACTURACIÓN	RQD (%)	35				
		FAMILIAS JUNTAS (Dir. Buz. / Buz.) S0	40/4				
		FAMILIAS JUNTAS (Dir. Buz. / Buz.) J1	320/60				
		FAMILIAS JUNTAS (Dir. Buz. / Buz.) J2	2080				
		FAMILIAS JUNTAS (Dir. Buz. / Buz.) J3	-				
	DENSIDAD APARENTE (gr/cm2)		2.700				
	RESISTENCIA COMPRESIÓN SIMPLE (MPa)		26.000				
	MÓDULO DEFORMACIÓN (MPa)		2855.820				
	COHESIÓN (Kg/cm2) / FRICCIÓN (º)		2,96 7 56				
	ABRASIVIDAD	CERCHAR	1.000				
		SCHIMAZEK (KN/m)	0.011				
	CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA	RMR (Máximo)	40.000				
		RMR (Mínimo)	35.000				
		GSI (Máximo - Mínimo)	50-55				
		Q (Máximo - Mínimo)	0,1-0,21				
	TIPO COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO		Frágil				
	PRINCIPAL RIESGO GEOTÉCNICO						
EXCAVACIÓN	EXCABILIDAD	VOLADURA (%)	73.33%				
		MECÁNICA (%)	26.60%				
	COEFICIENTE DE PASO						
	USO		Pedraplén		1H:1V		
	ANGULO TALUD DESMONTE (º)						
	TERRAPLEN						
	TÚNEL		Túnel de Bustiello				
	ESTRUCTURA				Muro		Estación Intermodal
	CARGA ADMISIBLE ESTRUCTURA (Kg/cm2)				Desmontes 3 y 4		
	OBSERVACIONES						

\\Planos\AN07 GUITARRA GEOTECNICA.dwg

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

TÍTULO
ESTUDIO INFORMATIVO DE LA INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL EN AVILÉS

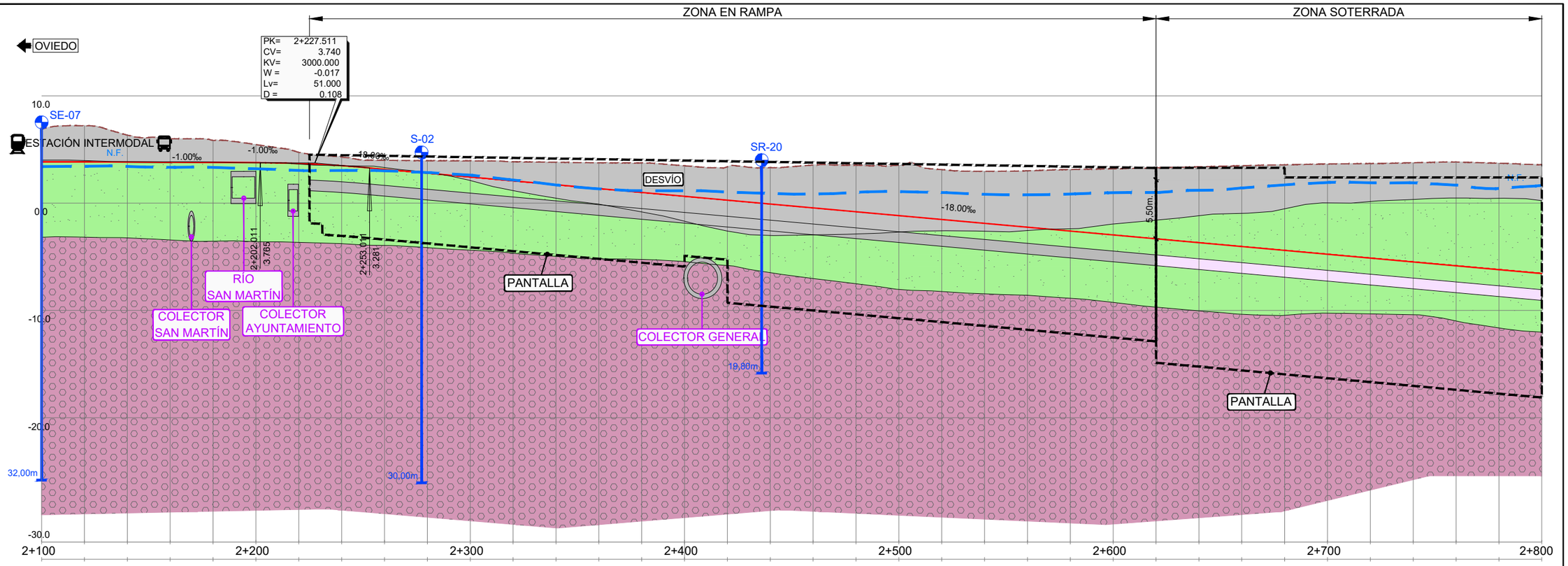
AUTOR
ANTONIO BELTRÁN PALOMO
TRN TARYET

ESCALA
E.H. DIN A1: 1/1.000
E.H. DIN A3: 1/2.000
E.V. DIN A1: 1/200
E.V. DIN A3: 1/400
0 10 20 30 40m
0 2 4 6 8m
NUMÉRICA GRÁFICA

FECHA
OCTUBRE 2022

Nº DE PLANO
AN07
HOJA 10 DE 6

TÍTULO DEL PLANO
TRAZADO
PERFILES LONGITUDINALES GEOLÓGICO GEOTÉCNICOS



				2+100	2+160 2+220	2+620	2+800
P.K							
TRAMO		P.K INICIAL					2+620
		P.K FINAL					3+080
		LONGITUD (m)					460
		COBERTERA (m)					
GEOLOGÍA Y GEOTECNIA	GEOLOGÍA	FORMACIÓN					QR
		LITOLOGÍA					Arenas, limos y arcillas.
		COTA NIVEL FREÁTICO			3.50		0.60
	FRACTURACIÓN	RQD (%)					
		FAMILIAS JUNTAS (Dir. Buz. / Buz.)	S0				
			J1				
			J2				
			J3				
	DENSIDAD APARENTE (gr/cm2)						
	RESISTENCIA COMPRESIÓN SIMPLE (MPa)						
	MÓDULO DEFORMACIÓN (MPa)						
	COHESIÓN (Kg/cm2) / FRICCIÓN (º)						
	ABRASIVIDAD	CERCHAR					
		SCHIMAZEK (KN/m)					
	CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA	RMR (Máximo)					
		RMR (Mínimo)					
		GSI (Máximo - Mínimo)					
		Q (Máximo - Mínimo)					
	TIPO COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO						
	PRINCIPAL RIESGO GEOTÉCNICO						
EXCAVACIÓN	EXCABILIDAD	VOLADURA (%)					0%
		MECÁNICA (%)					100%
	COEFICIENTE DE PASO						0.870
	USO						Suelo torelable / QS1
	ANGULO TALUD DESMONTE (º)			1H:1V			
	TERRAPLEN						
	TÚNEL						
	ESTRUCTURA			Estación Intermodal	Muro		Falso Túnel
	CARGA ADMISIBLE ESTRUCTURA (Kg/cm2)			Desmontes 3 y 4			
	OBSERVACIONES						

\\Planos\AN07 GUITARRA GEOTECNICA.dwg

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

TÍTULO
ESTUDIO INFORMATIVO DE LA INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL EN AVILÉS

AUTOR
ANTONIO BELTRÁN PALOMO

TRN TARYET

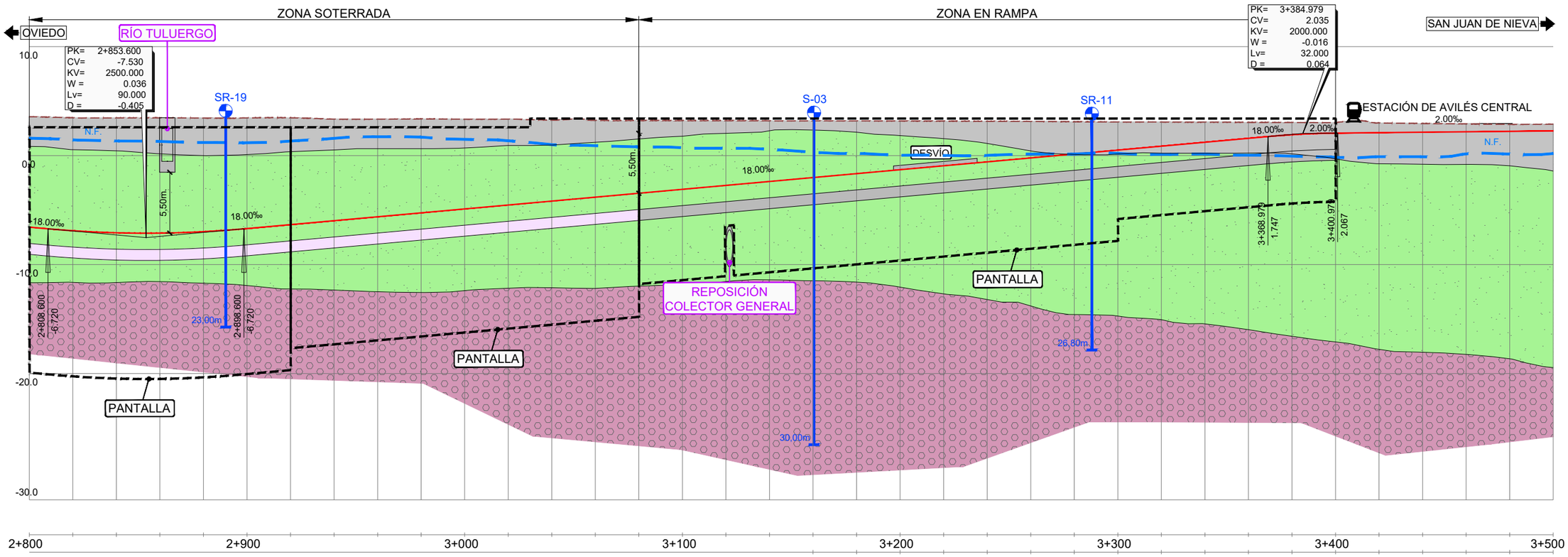
ESCALA
E.H. DIN A1: 1/1.000
E.H. DIN A3: 1/2.000
E.V. DIN A1: 1/200
E.V. DIN A3: 1/400
0 10 20 30 40m
0 2 4 6 8m
NUMÉRICA GRÁFICA

FECHA
OCTUBRE 2022

Nº DE PLANO
AN07

HOJA 11 DE 6

TÍTULO DEL PLANO
TRAZADO
PERFILES LONGITUDINALES GEOLÓGICO GEOTÉCNICOS



			2+800	2+900	3+080	3+100	3+400	3+480
P.K								
TRAMO		P.K INICIAL	2+620		3+080		3+400	
		P.K FINAL	3+080		3+400		3+480	
		LONGITUD (m)	460		320		80	
		COBERTERA (m)						
GEOLOGÍA Y GEOTECNIA	GEOLOGÍA	FORMACIÓN	QR					
		LITOLOGÍA	Arenas, limos y arcillas.					
		COTA NIVEL FREÁTICO	0.60	1.76	1			
	FRACTURACIÓN	RQD (%)						
		FAMILIAS JUNTAS (Dir. Buz. / Buz.) S0						
		FAMILIAS JUNTAS (Dir. Buz. / Buz.) J1						
		FAMILIAS JUNTAS (Dir. Buz. / Buz.) J2						
		FAMILIAS JUNTAS (Dir. Buz. / Buz.) J3						
	DENSIDAD APARENTE (gr/cm2)							
	RESISTENCIA COMPRESIÓN SIMPLE (MPa)							
	MÓDULO DEFORMACIÓN (MPa)							
	COHESIÓN (Kg/cm2) / FRICCIÓN (º)							
	ABRASIVIDAD	CERCHAR						
		SCHIMAZEK (KN/m)						
	CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA	RMR (Máximo)						
		RMR (Mínimo)						
		GSI (Máximo - Mínimo)						
		Q (Máximo - Mínimo)						
	TIPO COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO							
	PRINCIPAL RIESGO GEOTÉCNICO							
EXCAVACIÓN	EXCABILIDAD	VOLADURA (%)	0%					
		MECÁNICA (%)	100%					
	COEFICIENTE DE PASO		0.870					
	USO		Suelo torelable / QS1					
	ANGULO TALUD DESMONTE (º)							
	TERRAPLEN							
	TÚNEL							
	ESTRUCTURA		Falso Túnel		Muro		Estación central	
	CARGA ADMISIBLE ESTRUCTURA (Kg/cm2)							
	OBSERVACIONES							

\Planos\AN07 GUITARRA GEOTECNICA.dwg

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

TÍTULO
ESTUDIO INFORMATIVO DE LA INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL EN AVILÉS

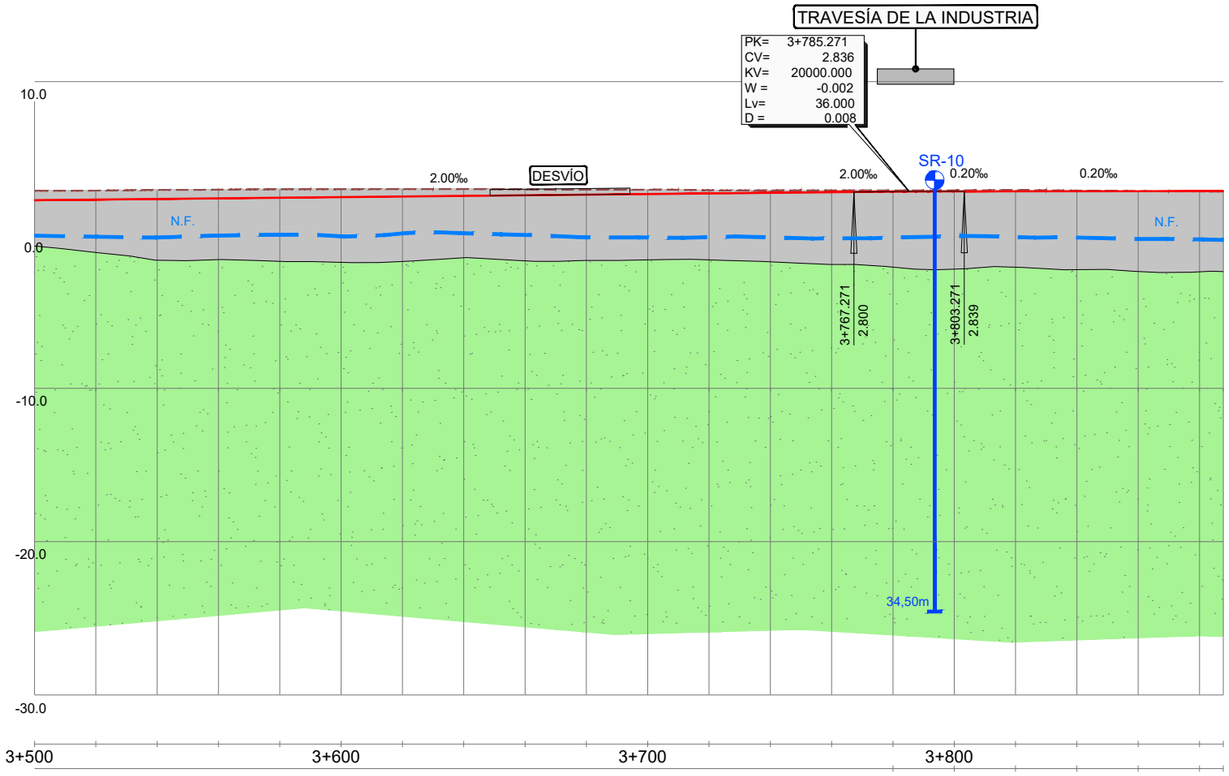
AUTOR
ANTONIO BELTRÁN PALOMO
TRN TARYET

ESCALA
E.H. DIN A1: 1/1.000
E.H. DIN A3: 1/2.000
E.V. DIN A1: 1/200
E.V. DIN A3: 1/400
0 10 20 30 40m
0 2 4 6 8m
NUMÉRICA GRÁFICA

FECHA
OCTUBRE 2022

Nº DE PLANO
AN07
HOJA 12 DE 6

TÍTULO DEL PLANO
TRAZADO
PERFILES LONGITUDINALES GEOLÓGICO GEOTÉCNICOS



			3+500	3+760
P.K				
TRAMO		P.K INICIAL	3+480	
		P.K FINAL	3+720	
		LONGITUD (m)	240	
		COBERTERA (m)		
GEOLOGÍA Y GEOTECNIA	GEOLOGÍA	FORMACIÓN	QR	
		LITOLOGÍA	Arenas, limos y arcillas.	
		COTA NIVEL FREÁTICO	1	
	FRACTURACIÓN	RQD (%)		
		FAMILIAS JUNTAS (Dir. Buz. / Buz.) S0		
		FAMILIAS JUNTAS (Dir. Buz. / Buz.) J1		
		FAMILIAS JUNTAS (Dir. Buz. / Buz.) J2		
		FAMILIAS JUNTAS (Dir. Buz. / Buz.) J3		
	DENSIDAD APARENTE (gr/cm2)			
	RESISTENCIA COMPRESIÓN SIMPLE (MPa)			
	MÓDULO DEFORMACIÓN (MPa)			
	COHESIÓN (Kg/cm2) / FRICCIÓN (º)			
	ABRASIVIDAD	CERCHAR		
		SCHIMAZEK (KN/m)		
	CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA	RMR (Máximo)		
		RMR (Mínimo)		
		GSI (Máximo - Mínimo)		
		Q (Máximo - Mínimo)		
	TIPO COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO			
	PRINCIPAL RIESGO GEOTÉCNICO			
EXCAVACIÓN	EXCABILIDAD	VOLADURA (%)		
		MECÁNICA (%)		
	COEFICIENTE DE PASO			
	USO			
	ANGULO TALUD DESMONTE (º)		1H:1V	
	TERRAPLEN			
	TÚNEL			
	ESTRUCTURA			
	CARGA ADMISIBLE ESTRUCTURA (Kg/cm2)			
	OBSERVACIONES		Desmonte 5	

\\Planos\AN07 GUITARRA GEOTECNICA.dwg

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

TÍTULO
ESTUDIO INFORMATIVO DE LA INTEGRACIÓN DEL FERROCARRIL EN AVILÉS

AUTOR
ANTONIO BELTRÁN PALOMO

TRN TARYET

ESCALA
E.H. DIN A1: 1/1.000
E.H. DIN A3: 1/2.000
E.V. DIN A1: 1/200
E.V. DIN A3: 1/400
0 10 20 30 40m
0 2 4 6 8m
NUMÉRICA GRÁFICA

FECHA
OCTUBRE 2022

Nº DE PLANO
AN07

HOJA 13 DE 6

TÍTULO DEL PLANO
TRAZADO
PERFILES LONGITUDINALES
GEOLÓGICO GEOTÉCNICOS

APÉNDICE Nº8: RECONOCIMIENTOS DE CAMPAÑAS ANTERIORES

Sondeo: SR-6

Ubicación: Taller Pegaso.

RECUBRIMIENTO SUPERFICIAL

Rellenos Artificiales.

0,00 - 0,30 m. Tierra vegetal.
0,30 - 2,50 m. Relleno heterogéneo.
2,50 - 4,90 m. Posible relleno constituido por arcillas arenosas y cantos aislados.

Depósitos Fluviales

4,90 - 11,0 m. Arenas arcillosas y horizontes de arcillas arenosas con gravilla y cantos aislados, con un considerable contenido en materia orgánica.
11,0 - 13,0 m. Gravas redondeadas de diversa naturaleza.Tramo de testigo muy lavado y de escasa recuperación de testigo.

SUBSTRATO ROCOSO

Unidad Calcárea.

13,0 - 18,3 m. Dolomías pardo-amarillentas. Grieta de 16,7 a 17,0 m.
18,3 - 20,5 m. Margas grises oscuras con estructura laminar subhorizontal.De 19,5 a 20,5 m. bandeamientos de posibles yesos, tramo de transición a la facies Keuper.

Sondeo: SR-7

Ubicación: Puente Azud.

RECUBRIMIENTO SUPERFICIAL

Rellenos Artificiales.

0,00 - 3,00 m. Depósitos antrópicos muy heterogéneos.

Depósitos de Ria

3,00 - 3,60 m. Arenas pardas oscuras, englobando cantos facetados muy heterométricos de hasta 15 cm.
3,60 - 4,75 m. Arenas muy arcillosas de tonos grises oscuros, con cantos cuarcíticos aislados.
4,75 - 5,80 m. Arenas amarillentas con abundante contenido en gravilla.
5,80 - 7,80 m. Arenas amarillentas con cantos de cuarcita.
7,80 - 8,50 m. Cantos muy facetados de hasta 9 cm., con una matriz arenosa fina de tonos amarillentos.
8,50 - 9,95 m. Arcillas pardas y grisáceas englobando cantos de cuarcita.
9,95 - 10,4 m. Arcillas rojizas e intercalaciones arenosas con gravas.

SUBSTRATO ROCOSO

Unidad arcillo-margosa rojiza (Facies Keuper).

10,4 - 12,9 m. Lutitas arenosas rojizas, con niveles de tonos verdosos. Presencia de cantos aislados cuarcíticos.
12,9 - 13,2 m. Arenisca arcillosa rojiza.
13,2 - 32,0 m. Lutitas rojas, con niveles aislados de areniscas de unos 10 cm. de espesor. Presencia de costras blanquecinas de carbonatos sobre los 20 m. rellenando planos en niveles edafizados.

15,4 - 16,6 m. Arenas amarillentas de grano medio, bien calibradas.
16,6 - 19,5 m. Arenas amarillentas con gravillas angulosas dispersas. Entre 17,6 y 17,9 m. presencia de cantos rodados.
19,5 - 22,2 m. Arenas amarillentas muy gruesas con gravillas.
22,2 - 26,9 m. Arenas finas amarillentas con bioclastos.
26,9 - 30,6 m. Arenas finas grisáceas con bioclastos.
30,6 - 32,3 m. Arenas arcillosas grises oscuras, progresivamente pasan a arcillas arenosas y a lutitas pardas.
32,3 - 33,0 m. Lutitas arenosas grisáceas.
33,0 - 33,6 m. Arenas pardo- rojizas con gravas silíceas rojizas angulosas y de areniscas cuarcíticas angulosas y subredondeadas.
*Posible material procedente de un desprendimiento en el sondeo.

SUBSTRATO ROCOSO (?)

Unidad Conglomerática (?)

33,6 - 37,0 m. Arenas gruesas amarillentas con fragmentos de gravas cuarcíticas.
*Recuperación muy reducida.
37,0 - 40,0 m. Fragmentos de cantos de cuarcita.
* Recuperación muy reducida (40 cm.)
** Existen dudas sobre si pudiera ser un depósito basal de Ría, creado a expensas del nivel conglomerático.

SUBSTRATO ROCOSO

Unidad arcillo-margosa rojiza (Facies Keuper).

40,0 - 41,1 m. Lutitas arenosas rojizas.
* Recuperación muy reducida (20 cm.).
41,1 - 44,0 m. Areniscas arcillosas micáceas rojizas, que pasan a lutitas arenosas. Localmente zonas más lutíticas de tonos verdosos.

Sondeo: SR-10

Ubicación: Puente FEVE

RECUBRIMIENTO SUPERFICIAL

Rellenos Artificiales.

0,00 - 5,00 m. Depósitos antrópicos muy heterogéneos, constituidos por materia vegetal, escorias, arcillas, cantos angulosos con matriz arcillo-arenosa.

Depósitos de Ría

5,00 - 10,0 m. Arcillas grisáceas plásticas, localmente arenosas o limosas.
10,0 - 17,4 m. Arenas arcillosas muy plásticas de tonos grises oscuros.
17,4 - 18,6 m. Arcillas limosas grisáceas. en los últimos 10 cm. gravas de hasta 6,5 cm., subredondeadas y aplanadas.

SUBSTRATO ROCOSO

Unidad arcillo-margosa rojiza (facies Keuper).

18,6 - 20,9 m. Areniscas micáceas grisáceas, de grano fino a medio. A los 20 m. empiezan a tener coloraciones rojizas, laminaciones de ripples y pasadas más arcillosas.
20,9 - 21,2 m. Areniscas grisáceas, con pasadas centimétricas de arcillas rojizas.
21,2 - 21,8 m. Areniscas micáceas grisáceas, de grano medio a grueso.
21,8 - 21,9 m. Lutita gris-azulada.
21,9 - 22,2 m. Areniscas arcillosas grisáceas.
22,2 - 26,2 m. Lutitas rojizas algo arenosas. Zonalmente, por debajo de 25,4 m. moteado verdoso y costras de carbonatos.
26,2 - 31,0 m. Areniscas grisáceas de grano medio, localmente rojizas y amarillentas; presencia de carbonatos granulares.

31,0 - 32,6 m. Areniscas grisáceas de grano grueso; más limpias que las anteriores..
32,6 - 33,0 m. Lutitas gris-azuladas.
33,0 - 34,5 m. Lutita rojiza micácea, algo arenosa hacia la base.

Sondeo: SR-11

Ubicación: Carril bicicletas.

RECUBRIMIENTO SUPERFICIAL

Rellenos Artificiales.

0,00 - 0,20 m.	Tierra vegetal.
0,20 - 3,00 m.	Rellenos antrópicos heterogéneos (hormigón, tierras,etc.). Recuperación muy reducida (60 cm.).

Depósitos de Ría

3,00 - 4,00 m.	Arenas arcillosas grises oscuras.
4,00 - 15,0 m.	Arenas finas algo arcillosas grises oscuras. Presencia de gravillas aisladas y de bioclastos.
15,0 - 16,5 m.	Arenas medias y gruesas pardo-amarillentas.
16,5 - 16,6 m.	Arenas arcillosas pardo-amarillentas.
16,6 - 17,9 m.	Arenas arcillosas grisáceas con cantos de cuarcita subredondeados. Hacia la base es prácticamente una lutita.

SUBSTRATO ROCOSO

Unidad arcillo-margosa rojiza (Facies Keuper).

17,9 - 18,4 m.	Arenisca arcillosa rojiza de grano medio.
18,4 - 21,6 m.	Lutita arenosa de tonos pardos y grisáceos, con arenas gruesas dispersas.
21,6 - 23,2 m.	Lutitas arenosas rojizas, con gravillas de cuarzo y cuarcita, subangulosos a subredondeados.
23,2 - 26,8 m.	Lutitas y limonitas rojizas muy compactas.

Sondeo: SR-12

Ubicación: Muelle Pesquero.

RECUBRIMIENTO SUPERFICIAL

Rellenos Artificiales.

0,00 - 4,40 m.	Rellenos antrópicos heterogéneos (constituidos fundamentalmente por restos de carbón).

Depósitos de Ría

4,40 - 6,50 m.	Arenas grisáceas de grano medio.
6,50 - 11,1 m.	Arenas arcillosas plásticas grisáceas.
11,1 - 11,4 m.	Arena grisácea limpia.
11,4 - 13,5 m.	Arena arcillosa grisácea.
13,5 - 17,5 m.	Arena grisácea de grano medio con algún bioclasto.
17,5 - 19,7 m.	Arenas arcillosas grisáceas.
19,7 - 21,3 m.	Conglomerado de gravas y cantos con una matriz de arenas gruesas y gravillas. Cantos poligénicos de tonos amarillentos.

SUBSTRATO ROCOSO

Unidad arcillo- margosa rojiza (Facies Keuper)

21,3 - 22,6 m.	Arcilla rojiza con abundantes cantos dispersos. * Puede ser un nivel muy alterado.
22,6 - 25,1 m.	Lutitas arenosas rojizas, con bandas grises edáficas.
25,1 - 27,8 m.	Lutitas arenosas rojizas y verdosas muy compactas. Presencia de un nivel de caliche.

Sondeo: SR-13

Ubicación:

RECUBRIMIENTO SUPERFICIAL

Rellenos Artificiales.

0,00 - 3,60 m. Rellenos antrópicos heterogéneos, constituidos por cantos, arcillas, etc. Recuperación muy reducida (0,7 m.).

Depósitos de Ría

3,60 - 5,60 m. Arena gruesa y gravilla con matriz arcillosa de tonos pardo negruzco. Recuperación reducida (1,1 m.).
5,60 - 5,80 m. Arena de grano medio gris oscura.
5,80 - 9,25 m. Arena y gravillas con matriz arcillosa de tonos grises oscuros. Presencia de cantos dispersos. Recuperación muy reducida (1,3 m.).
9,25 - 9,70 m. Arcilla algo arenosa de tonos pardos.

SUBSTRATO ROCOSO

Unidad arcillo-margosa rojiza (Facies Keuper).

9,70 - 13,5 m. Lutitas rojizas algo arenosas, con moteado verdoso. Zonalmente, más cementadas a partir de los 12 m.
13,5 - 23,6 m. Lutitas rojizas con presencia de carbonatos diseminados y zonas más arenosas en la base.
23,6 - 24,4 m. Lutita arenosa micácea de tonalidad gris-verdosa.
24,4 - 24,9 m. Arenisca micácea, compacta, de grano medio y tonalidad gris clara con laminaciones.
24,9 - 26,9 m. Arenisca compacta rojiza de grano fino.
26,9 - 28,0 m. Lutita arenosa verdosa.
28,0 - 28,3 m. Lutita gris-verdosa.

Sondeo: SR-14

Ubicación:

RECUBRIMIENTO SUPERFICIAL

Rellenos Artificiales.

0,00 - 8,00 m. Depósitos antrópicos, constituidos por fangos arenosos grises oscuros con gravillas y cantos cuarcíticos.

Depósitos de Ría

8,00 - 13,0 m. Fango gris oscuro, algo arenoso.
13,0 - 14,0 m. Arena fangosa gris oscura.
14,0 - 19,2 m. Arena fina gris clara, algo arcillosa en la base.
19,2 - 22,0 m. Arena amarillenta limpia, de grano fino a medio.
22,0 - 25,5 m. Arena amarillenta limpia con cantos subangulosos facetados y rotos y gravillas de naturaleza cuarcítica.
25,5 - 26,0 m. Cantos cuarcíticos.

SUBSTRATO ROCOSO

Unidad arcillo-margosa rojiza (Facies Keuper).

26,0 - 31,0 m. Lutitas rojizas con zonas verdosas.

Sondeo: SR-17

Ubicación:

RECUBRIMIENTO SUPERFICIAL

Rellenos Artificiales.

0,00 - 2,80 m. Rellenos antrópicos constituidos por arenas mezcladas con materia carbonosa negruzca.

Depósitos de Ría

2,80 - 4,00 m. Arena fina amarillenta, en la parte alta contaminada con materia carbonosa.
4,00 - 490 m. Arena fina amarillenta algo arcillosa.
4,90 - 6,80 m. Arena amarillenta de grano fino y medio con restos de conchas.
6,80 - 10,0 m. Arena fina muy fangosa gris oscura, con abundantes fragmentos de conchas.
10,0 - 16,9 m. Arenas grises de grano fino a medio, con fragmentos de conchas.
16,9 - 24,0 m. Arenas gris-amarillentas con gravas y cantos cuarcíticos rotos y eolizados de hasta 8 cm.
24,0 - 25,8 m. Gravas y gravillas con matriz arenosa gruesa amarillenta.

SUBSTRATO ROCOSO

Unidad arcillo-margosa rojiza (Facies Keuper).

25,8 - 31,2 m. Lutitas rojizas con moteado verdoso. Presencia de niveles centimétricos de gravillas.

Sondeo: SR-18

Ubicación: Comandancia de Marina.

RECUBRIMIENTO SUPERFICIAL

Rellenos Artificiales.

0,00 - 3,80 m. Rellenos antrópicos constituidos por arenas con cantos cuarcíticos, materia carbonosa y zonas de arenas arcillosas rojizas (Keuper).
3,80 - 4,80 m. Rellenos antrópicos constituidos por cantos rotos de cuarcita.

Depósitos de Ría

4,80 - 5,20 m. Arenas finas grisáceas.
5,20 - 10,6 m. Lutitas plásticas grises oscuras, algo arenosas, con fragmentos de bioclastos de lamelibranquios. En profundidad se hacen más arcillosas.
10,6 - 18,0 m. Arenas finas arcillosas gris oscuras.
18,0 - 20,5 m. Lutitas grisáceas muy plásticas, en el tramo basal se hacen más arenosas y presentan tonalidades pardas.
20,5 - 20,7 m. Arenas con cantos y gravillas.

SUBSTRATO ROCOSO

Unidad arcillo-margosa rojiza (Facies Keuper).

20,7 - 22,6 m. Lutitas verdes algo arenosas, con moteado blanco de carbonatos, englobando fragmentos angulosos.
22,6 - 23,2 m. Lutitas muy arcillosas rojizas, con cantos de cuarcita subangulosos y subredondeados.
23,2 - 25,0 m. Arenas rojizas medias a gruesas muy arcillosas y con gravas.
25,0 - 26,8 m. Lutitas grisáceas que pasan a tonos rojizos.

Sondeo: SR-19

Ubicación: Parque

RECUBRIMIENTO SUPERFICIAL

Rellenos Artificiales.

0,00 - 0,40 m. Rellenos antrópicos heterogéneos constituidos por materiales carbonosos y arcillosos cementados.
0,40 - 0,90 m. Arenas finas fangosas grises oscuras, con zonas arcillosas.
0,90 - 3,00 m. Arenas arcillosas pardo-amarillentas, fragmentos de ladrillos, cantos, etc.

Depósitos de Ría

3,00 - 4,10 m. Arena arcillosa pardo-amarillenta con alguna gravilla.
4,10 - 13,8 m. Arena fina a media algo arcillosa de tonos grises oscuros, con alguna gravilla aislada.
13,8 - 15,2 m. Arenas gruesas, algo arcillosas de tonos grises oscuros. Presencia de gravillas, gravas y algún canto arenizado.

SUBSTRATO ROCOSO

Unidad arcillo-margosa rojiza (Facies Keuper).

15,2 - 15,9 m. Lutita gris oscura, parcialmente edafizada.
15,9 - 23,0 m. Lutita arenosa rojiza, con tramos de tonalidades gris-verdosas. Presencia de niveles edáficos carbonatados.

Sondeo: SR-20

Ubicación:

RECUBRIMIENTO SUPERFICIAL

Rellenos Artificiales.

0,00 - 2,30 m. Relleno de gravas y arenas de tonos pardos.
2,30 - 4,30 m. Arenas arcillosas con materia carbonosa y canto heterogéneos.
4,30 - 6,90 m. Cantos cuarcíticos con matriz arenosa de tonos rojizos y amarillentos.

Depósitos arcillosos residuales.

6,90 - 9,65 m. Arcillas amarillentas con veteados verdosos y rojizos Presencia de cantos cuarcíticos aislados.

SUBSTRATO ROCOSO

Unidad arcillo-margosa rojiza (Facies Keuper).

9,65 - 12,0 m. Lutitas rojizas y grisáceas.
12,0 - 14,8 m. Lutitas grises oscuras.
14,8 - 15,5 m. Lutitas rojizas.
15,5 - 18,5 m. Lutitas grisáceas con pasada arenosa.
18,5 - 18,8 m. Zona de gravas y gravillas grisáceas con matriz fangosa.
18,8 - 19,7 m. Lutitas grisáceas.
19,7 - 19,8 m. Lutitas cementadas grisáceas.

CUADRO RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

SONDEO	TIPO	PROFUNDIDAD	Nspt	#4 %	#8 %	#10 %	#40 %	#50 %	#200 %	LL.	LP.	IP.	H %	I.C.	seca g/cm3	qu Kp/cm2	def. %	TIPO	c' t/m2	§' º	c t/m2	§ º	Cc	P'p Kp/cm2	Q Kp	I.F. Mpa	SO4 %	CO3 %	M.O. %	CASAGR.	H.R.B.	I.G	OBSERVACIONES
SR-5	SPT	3.00 - 3.60	5	95	93	93	90	90	76	42.1	19.9	22.2																1.3	CL	A-7-6	13	
	MI(A)	6.00 -		35	33	33	32	32	28	39.9	17.4	22.5														IND		1.0	GC	A-2-6	2	
	(B)	- 6.60		99	98	98	98	97	96	66.0	27.0	39.0	36.8	0.7	1.41	1.30	8.0									INAP		0.8	CH	A-7-6	20	
	SPT	6.60 - 7.20	16																													
	SPT	9.00 - 9.40	R	60	57	56	53	53	50	36.9	18.4	18.5														IND			SC	A-6	6	
	TP	18.70 -19.00		62	56	55	46	44	41	31.8	15.9	15.9	8.7	1.5												0.06	51.8		SC	A-6	3	A. MINERALOGICO
SR-6	PUNTAZA	3.00 - 3.60	6																													
	MI	4.40 - 5.00																														Destruida campo
	SPT	6.00 - 6.60	7																													
	SPT	11.00 -11.05	R																													
	TP	14.15 -14.70											7.9		2.30											INAP	99.8					
	TP	16.00 -16.38											5.7		2.45	278.0																
SR-7	SPT	3.00 - 3.60	46	79	77	76	64	58	7	NP	NP	NP														IND			SM-SP	A-2-4	0	
	SPT	5.00 - 5.60	13																													
	TP	5.80 - 6.20		99	97	97	88	84	44	23.7	11.8	11.9														INAP			SC	A-6	2	
	TP	9.95 -10.35		75	74	74	72	71	67	49.0	24.2	24.8	28.7	0.8	1.50			CU	0.0	33.1	0.0	34.6				IND	11.0	0.6	CL	A-7-6	14	
	TP	16.85 -17.35		100	100	100	97	95	89	45.7	23.9	21.8	24.3	1.0	1.61	0.67	3.0									IND			CL	A-7-6	14	
	TP	20.30 -20.80											28.5		1.57	0.46	8.0															
	SPT	22.00 -22.27	R																													
SR-8	SPT	3.00 - 3.60	36	100	100	100	90	82	5	NP	NP	NP														INAP			SM-SP	A-2-4	0	
	MI	7.00 - 7.40		100	100	100	95	89	2	NP	NP	NP	5.5		1.44			CD									0.5		SP	A-2-4	0	
	SPT	8.00 - 8.60	40																													
	PUNTAZA	11.00 -11.60	86																													
	MI	12.50 -12.85																														
	SPT	14.00 -14.10	R																													
	MI	18.00 -18.05																														
	SPT	20.00 -20.35	R																													
	SPT	25.00 -25.25	R																													
	TP	27.50 -27.90		100	100	100	99	98	84	38.9	20.4	18.5	31.4	0.4	1.42			CU	0.2	35.0	5.3	14.8				IND			CL	A-6	11	
	SPT	30.00 -30.30	R																													
	PUNTAZA	35.00 -35.16	R																													
	PUNTAZA	39.00 -39.10	R																													
	PUNTAZA	42.00 -42.05	R																													
SR-9	SPT	3.00 - 3.60	9	100	100	100	94	89	4	NP	NP	NP																	SP	A-2-4	0	
	PUNTAZA	8.60 - 8.82	R																													
	PUNTAZA	11.30 -11.55	R																													
	SPT	16.40 -16.65	R																													No sale muestra
	PUNTAZA	17.90 -18.10	R																													
	PUNTAZA	23.05 -23.47	R																													
	SPT	26.10 -26.37	R																													
	TP	31.90 -32.30		100	100	100	99	98	79	32.0	15.8	16.2	29.4	0.2	1.51	1.05	10															No sale muestra
	PUNTAZA	37.05 -37.10	R																							0.03	2.2		CL	A-6	10	

CUADRO RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

SONDEO	MUESTRA			GRANULOMETRIA						LIMITES DE ATTERBERG			d		R.C.S.		ENSAYO TRIAXIAL					EDOMETRO		CARGA PUNTUAL		A. QUIMICOS			CLASIFICACIONES			OBSERVACIONES
	TIPO	PROFUNDIDAD	Nspt	#4 %	#8 %	#10 %	#40 %	#50 %	#200 %	IL.L.	L.P.	I.P.	H %	I.C.	seca g/cm3	qu Kp/cm2	def. %	TIPO	c' t/m2	§' º	c t/m2	§ º	Cc	P'p Kp/cm2	Q Kp	I.F. Mpa	SO4 %	CO3 %	M.O. %	CASAGR.	H.R.B.	I.G	
SR-10	SPT	4.00 - 4.60	4																												No sale muestra
	MI	5.00 - 5.80		70	66	65	55	52	45	45.3	23.5	21.8	36.4	0.4												IND		1.2	SC	A-7-6	6	E. VANE-TEST:
																															Cu = 0.06 Kp/cm2
	SPT	7.00 - 7.60	11	100	99	99	95	94	90	38.5	17.7	20.8																	CL	A-6	12	
	SPT	10.00 -10.60	10	100	100	100	98	98	38	NP	NP	NP																	SM	A-4	1	
	MI	11.60 -12.40		100	100	100	94	92	73	38.3	16.0	22.3	47.4		1.20			CU	0.0	36.5	1.1	15.1						0.15	2.2	CL	A-7-6	14	
	SPT	14.00 -14.60	11																													
	MI	16.00 -16.60																														
	SPT	16.60 -17.20	31	100	100	100	99	98	98	42.4	16.4	26.0																	CL	A-7-6	15	
	TP	21.30 -21.65											8.4		2.19										366.0	0.75	INAP	21.0				
	TP	25.70 -26.10																														
	TP	29.40 -29.80											10.1		2.17	67.00											INAP					
	TP	32.00 -32.60											6.7		2.26										73.0	0.20	INAP	21.0				A. MINERALOGICO
SR-11	SPT	3.00 - 3.60	4																													
	TP	7.90 - 8.40		100	100	100	99	99	22	NP	NP	NP	17.8		1.71			CU-A	35.3	33.3	77.7	33.6								SM	A-3	0	DESVIADOR MAX.
	PUNTAZA	8.40 - 9.00	37															CU-B	0.0	40.6	3.0	57.9											DEFORMACION FIJA
	TP	11.50 -12.00		99	98	98	92	88	16	NP	NP	NP	24.5		1.54			CU-A	0.0	36.3	4.4	55.7						0.8		SM	A-3	0	DESVIADOR MAX.
	PUNTAZA	15.00 -15.60	12															CU-B	0.0	37.4	0.0	54.8											DEFORMACION FIJA
	TP	20.50 -21.00		100	99	99	92	87	77	44.8	21.3	23.5	28.7	0.7	1.53			CU	17.1	17.1	34.2	-3.0								CL	A-7-6	14	
	MA	26.00 -26.80		31	30	30	23	20	14																							
SR-12	SPT	3.50 - 4.10	5																													
	MI	4.70 - 5.10		100	98	98	91	87	1	NP	NP	NP	25.5		1.50	0.16	6.0										INAP	0.4	SP	A-2-4	0	
	SPT	6.60 - 7.20	9																													No sale muestra
	MI	8.55 - 8.95		100	100	100	99	99	97	37.9	19.5	18.4	37.6		1.29			CU	0.8	36.0	2.3	16.7	0.2024	0.58			0.32		CL	A-6	11	A. MINERALOGICO
	MI	10.50 -11.10		100	100	100	98	97	18	NP	NP	NP	26.7		1.49			CU-A	0.0	37.6	0.3	58.0					0.11		SM	A-3	0	DESVIADOR MAX.
																		CU-B	0.0	38.4	0.0	58.2											DEFORMACION FIJA
	SPT	16.00 -16.60	19	100	99	99	97	96	14	NP	NP	NP																	SM	A-3	0	
	SPT	21.75 -22.10	R																													
	SPT	24.70 -24.83	R																													
	TP	27.10 -27.40											23.6		1.59			CU	0.0	35.4	18.5	23.3				IND	3.0					
SR-13	MI	3.00 - 3.60																														
	TP	5.60 - 6.10																														
	SPT	9.70 - 9.95	R	100	100	100	100	100	96	81.0	38.6	42.4																	MH	A-7-6	20	
	TP	12.00 -12.40		100	100	100	100	100	98	57.0	26.8	30.2	24.9	1.1	1.46	3.14	6.0									INAP			CH	A-7-6	19	E. LAMBE: Crit.
	TP	18.50 -19.00																														
	SPT	24.40 -24.43	R																													
	TP	27.60 -28.00		96	88	87	70	66	48	28.8	15.1	13.7														INAP			SC	A-6	4	A. MINERALOGICO

CUADRO RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

	MUESTRA		GRANULOMETRIA						LIMITES DE ATTERBERG			d		R.C.S.		ENSAYO TRIAXIAL				EDOMETRO		CARGA PUNTUAL		A. QUIMICOS			CLASIFICACIONES			
SONDEO	TIPO	PROFUNDIDAD	Nspt	#4 %	#8 %	#10 %	#40 %	#50 %	#200 %	LL.	LP.	IP.	H %	I.C.	seca g/cm3	qu Kp/cm2	def. %	TIPO	c' t/m2	§' º	c t/m2	§ º	Cc	P'p Kp/cm2	Q Kp	I.F. Mpa	SO4 %	CO3 %	M.O. %	CASAGR.	H.R.B.	I.G	OBSERVACIONES
SR-14	SPT	3.00 - 3.60	2																												
	MI	3.00 - 3.60		75	57	54	31	29	21	25.2	18.5	6.7	12.2	1.9												IND	10.0		SM	A-2-4	0	
	SPT	6.80 - 7.40	2																												
	MI	9.00 - 9.40		100	99	98	94	93	65	26.0	17.3	8.7	32.2													10.17		2.1	CL	A-4	6	
	SPT	11.00 -11.60	4																												
	SPT	14.00 -14.60	49																												No sale muestra
	PUNTAZA	19.25 -19.35	R																												
	PUNTAZA	22.00 -22.30	R																												
	PUNTAZA	25.50 -25.55	R																												
	SPT	27.00 -27.10	R																												
SR-15	SPT	3.00 - 3.60	28																												
	PUNTAZA	6.00 - 6.60	42																												
	SPT	9.00 - 9.20	R	100	99	99	90	83	6	NP	NP	NP																	SM-SP	A-2-4	0	
	PUNTAZA	15.00 -15.10	R																												
	SPT	17.00 -17.60	40	82	75	73	52	41	3	NP	NP	NP														10.10			SP	A-2-4	0	
	PUNTAZA	22.00 -22.10	R																												
	PUNTAZA	24.00 -24.10	R																												
	PUNTAZA	27.00 -27.15	R																												
	TP	29.50 -30.00		100	99	99	95	94	83	52.0	26.9	25.1	44.3	0.3	1.25			UU		9.6	0.0	0.4786	1.85			10.42		5.1	CH	A-7-6	16	
	SPT	42.00 -42.60	58	100	100	100	99	99	97	50.8	27.5	23.3														10.08			CH	A-7-6	15	IE. LAMBE: M. Cr.
SR-16	SPT	3.00 - 3.60	27	100	100	100	90	82	12	NP	NP	NP														INAP			SM-SP	A-3	0	
	MI	6.00 - 6.60																													No sale muestra
	SPT	7.00 - 7.60	39																												No sale muestra
	SPT	10.70 -11.30	29																												No sale muestra
	SPT	13.80 -14.40	24	100	100	100	90	82	19	NP	NP	NP																	SM	A-3	0	
	SPT	18.60 -19.20	24	98	94	93	75	61	16	NP	NP	NP														INAP	INAP		SM	A-3	0	
	PUNTAZA	21.60 -21.80	R																												
	PUNTAZA	24.00 -24.20	R																												
	PUNTAZA	26.50 -26.58	R																												
	PUNTAZA	29.10 -29.15	R																												
	PUNTAZA	32.60 -32.70	R																												
SR-17	SPT	5.40 - 6.00	33	100	100	100	98	96	10	NP	NP	NP																	SM-SP	A-2-4	0	
	MI	9.30 - 9.90		100	100	99	98	97	19	NP	NP	NP	25.6		1.50			CU	7.9	26.8	59.8	-24.9				0.5		SM	A-3	0	
	SPT	14.00 -14.60	2																												
	MI	16.40 -17.00		96	90	87	68	62	10	NP	NP	NP																			No sale muestra
	PUNTAZA	18.50 -18.63	R																							21.0			SM-SP	A-2-4	0	
	PUNTAZA	23.80 -24.01	R																												
	TP	28.60 -29.00		100	99	98	95	94	89	70.0	29.5	40.5	21.7	1.2	1.65			CU	1.6	29.4	5.3	12.3				IND			CH	A-7-6	20	IE. LAMBE: Crit.

CUADRO RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

SONDEO	TIPO	PROFUNDIDAD	Nspt	GRANULOMETRIA #4 %	#8 %	#10 %	#40 %	#50 %	#200 %	LIMITES DE ATTERBERG IL.L.	L.P.	I.P.	H %	I.C.	seca g/cm3	R.C.S. qu Kp/cm2	def. %	ENSAYO TRIAXIAL TIPO	c' t/m2	§' º	c t/m2	§ º	EDOMETRO Cc	P'p Kp/cm2	CARGA PUNTUAL Q Kp	I.F. Mpa	A. QUIMICOS SO4 %	CO3 %	M.O. %	CLASIFICACIONES CASAGR.	H.R.B.	I.G	OBSERVACIONES
SR-18	PUNTAZA	3.00 - 3.60	13																													
	SPT	6.60 - 7.20	5																													No sale muestra
	SPT	9.45 -10.05	5	100	100	100	97	96	90	35.2	13.4	21.8	38.5		1.41											0.84		4.0	CL	A-6	13	
	MI	13.00 -13.60		100	99	99	96	95	15	NP	NP	NP	22.7		1.60			CU-A	0.0	37.5	26.4	47.3					0.17		0.7	SM	A-3	0	DESVIADOR MAX.
																		CU-B	0.0	37.4	25.6	47.5											DEFORMACION FIJA
	TP	14.00 -14.50		100	100	100	98	97	32	NP	NP	NP	27.5		1.53			CU	0.0	35.7	4.6	44.5								SM	A-3	0	
	TP	20.00 -20.50		100	100	100	96	95	58	24.2	12.3	11.9	18.6	0.5	1.76			UU			17.8	0.0					0.76			CL	A-6	5	
	TP	25.80 -26.30		100	100	100	97	95	82	44.5	29.6	14.9	30.1	1.0	1.51			UU			21.5	0.0					0.58	15.8		ML	A-7-6	11	
	SPT	26.50 -27.10	117																													
SR-19	SPT	3.00 - 3.60	4	87	81	80	73	71	41	34.3	18.3	16.0																		SC	A-6	3	
	SPT	6.00 - 6.60	0																													No sale muestra
	MI	10.00 -10.60		100	100	99	99	99	12	NP	NP	NP	27.0		1.50			CU	16.8	27.6	57.2	6.5					0.05		0.3	SM-SP	A-3	0	
	SPT	12.00 -12.60	8	100	100	100	97	96	83	37.4	21.9	15.5																		CL	A-6	10	
	TP	17.30 -17.80		100	99	98	95	95	90	70.1	25.1	45.0	26.9	1.0	1.63											IND			CH	A-7-6	20	
	SPT	19.85 -20.45	87																													
SR-20	SPT	3.70 - 4.30	8	100	100	100	98	97	66	26.6	19.6	7.0																		CL-ML	A-4	6	
	SPT	6.90 - 7.50	13	100	100	100	100	100	98	72.9	25.6	47.3															INAP			CH	A-7-6	20	
	TP	8.15 - 8.65		100	100	100	100	100	98	69.8	27.7	42.1	38.9	0.7	1.31			UU			5.9	0.0						2.8		CH	A-7-6	20	
	SPT	13.60 -13.85	R																													
	TP	14.10 -14.60		94	88	87	72	67	60	35.0	16.2	18.8	24.6	0.6	1.60			UU			19.7	0.0								CL	A-6	8	
	TP	22.20 -22.60		100	100	100	100	99	96	44.1	25.3	18.8	23.9	1.1	1.62	2.90	5.0										0.1344	1.40		INAP	17.1	CL	A-7-6	12	
SR-21	MI	1.00 - 1.60		100	99	98	95	94	88	52.2	24.8	27.4	26.6	0.9	1.58			CU	0.4	30.8	10.9	19.0								INAP		CH	A-7-6	17	E. LAMBE: Crit.
	SPT	1.60 - 2.20	35																													
SR-22	SPT	3.00 - 3.60	18	100	99	99	81	67	11	NP	NP	NP																		SM-SP	A-3	0	
	MI	6.00 - 6.30		100	100	100	82	84	2	NP	NP	NP	26.3		1.51			CU	0.0	33.1	23.6	34.8						0.4		SP	A-2-4	0	
	SPT	6.30 - 6.70	116																													
	SPT	9.00 - 9.10	R																													
	PUNTAZA	11.50 -11.55	R																													
	PUNTAZA	14.30 -14.40	R																													
	PUNTAZA	17.00 -17.15	R																													
	PUNTAZA	20.00 -20.12	R																													
	TP	29.00 -29.50		100	100	99	98	97	86	31.6	16.2	15.4	9.6	1.4	2.20	30.30	4.5								88.0	0.16	INAP	5.6		CL	A-6	10	
SR-23	PUNTAZA	3.00 - 3.60	6																													
	SPT	6.80 - 7.40	14	76	73	73	68	67	36	NP	NP	NP																0.6		SM	A-4	0	
	TP	8.60 - 9.10		100	100	100	99	98	93	40.5	24.3	16.2	35.2	0.3	1.39			CU	0.3	38.8	1.7	19.7					0.12	1.3		CL	A-7-6	11	
	SPT	11.00 -11.60	5																													No sale muestra
	SPT	15.50 -16.10	6	100	99	99	98	97	76	31.5	18.9	12.6																		CL	A-6	9	
	MI	20.30 -20.90		94	92	92	86	84	69	34.6	16.4	18.2	18.7	0.9	1.74			CU	0.0	33.5	7.8	20.3					0.04	0.3		CL	A-6	10	
	SPT	20.90 -21.50	14																													
	TP	33.00 -33.50		100	100	100	100	100	98	41.1	27.1	14.0	18.9	1.6	1.68	0.29	4.0										INAP	INAP		ML	A-7-6	10	

- *Registros de sondeos*

  A continuación se representan los registros de los sondeos y las fotografías de las cajas de testigos.

- *SG-1*

EMPRESA	TT&U	REGISTRO DE SONDEO EN ROCA										
		PROYECTO: Estudio informativo del proyecto de integración de las infraestructuras ferroviarias de Avilés										
SONDEO Nº: **SG-1**		SITUACIÓN: Plano CG – 2.2		COORDENADAS:		X: Y: Z:						
FECHA: 22-04-2010		PROFUNDIDAD: **48 m**		HOJA: 1								
PRODUND. (m)	TRAMO (m)	N. FREÁTICO	COLUMNA	DESCRIPCIÓN DEL TESTIGO		MUESTRA Mi	MUESTRA SPT	MUESTRA TP	Nº GOLPES	RECUPER (%)	R.Q.D. (%)	DISCONT
1	0.40			Suelo vegetal								
				Arcilla marrón con algún canto pequeño de caliza	Rellenos antrópicos	1.80 1 2.40	2.40 1 3.00		4-8-8-12 4-8-8-8	100		
2	1.80											
3	2.40			A partir de 3 m los cantos son más gruesos								
	3.00											
	3.30											
	3.70											
4	3.90						3.90 2 4.00		50R			
	4.10											
5				Calizas sanas de color beige y grisáceo.								
6				De 5 a 6,30 m se corta una fractura con muestras de disolución casi en sentido longitudinal al plano de fractura						80	70	Muestras de disolución
	6.30											
	6.85							6.85 1 7.25				
7	7.25											
	7.65											
8				Cueva						0		
9	9.00					9.00 2 9.60	9.60 3 10.20		14-15-15-19	80	0	
	9.60			Arcillas y limos de descalcificación de color ocre con								
10												

OBSERVACIONES:

MI: muestra inalterada	MNC: Muestra no conseguida
MA: Muestra Alterada	TP: Testigo parafinado
SPT: Ensayo de penetración	N.F.: Nivel freático

EMPRESA	TT&U	REGISTRO DE SONDEO EN ROCA			
		PROYECTO: Estudio informativo del proyecto de integración de las infraestructuras ferroviarias de Avilés			
SONDEO Nº: **SG-1**		SITUACIÓN: Plano CG – 2.2	COORDENADAS:	X: Y: Z:	
FECHA: 22-04-2010		PROFUNDIDAD: **48 m**	HOJA: 2		

PRODUND. (m)	TRAMO (m)	N. FREÁTICO	COLUMNA	DESCRIPCIÓN DEL TESTIGO	MUESTRA Mi	MUESTRA SPT	MUESTRA TP	Nº GOLPES	RECUPER (%)	R.Q.D. (%)	DISCONT
11	10.20			algo de arena fina							
	11.10			Caliza gris muy fracturada y con las discontinuidades con muestras de disolución						20	Rellenas de arcilla amarillenta
12	12.00										
	12.60									60	
13											
	13.70										
14	14.00						14.30 2 14.70			30	
	14.30										
	14.70			Calizas grises con abundantes discontinuidades rellenas de arcilla y algunas zonas de fracturación					80		Rellenas de arcilla amarillenta
15	15.50									50	
16											
17	17.00										
	17.70										
18	18.50			Margocaliza gris oscuro						80	A 18 m: fractura rellena de arcilla negra
	18.80										
19				Caliza gris claro y ocre			19.80 3 20.2			20	
	19.80										
20											

OBSERVACIONES:

MI: muestra inalterada	MNC: Muestra no conseguida
MA: Muestra Alterada	TP: Testigo parafinado
SPT: Ensayo de penetración	N.F.: Nivel freático

EMPRESA	TT&U	REGISTRO DE SONDEO EN ROCA			
		PROYECTO: Estudio informativo del proyecto de integración de las infraestructuras ferroviarias de Avilés			
SONDEO Nº: **SG-1**		SITUACIÓN: Plano CG – 2.2	COORDENADAS:	X: Y: Z:	
FECHA: 22-04-2010		PROFUNDIDAD: **48 m**	HOJA: 3		

PRODUND. (m)	TRAMO (m)	N. FREÁTICO	COLUMNA	DESCRIPCIÓN DEL TESTIGO	MUESTRA Mi	MUESTRA SPT	MUESTRA TP	Nº GOLPES	RECUPER (%)	R.Q.D. (%)	DISCONT
21											Rellenas de arcilla ocre y milonitas a 20.60 m
	21.50			Caliza gris claro sanas (existe una cementación carbonatada secundaria y muestras de meteorización).							
22											
23											
	23.90						23.90 4 24.30				
24	24.30										
25				Caliza de color ocre, fracturada con cementación carbonatada secundaria					80	80	
	25.80										
26											Milonita a 28.80
27											
28	28.30			Caliza de color gris oscuro, fracturada y con cementación carbonatada secundaria			28.00 5 28.30				
	28.80										
29											
30											

OBSERVACIONES:

MI: muestra inalterada	MNC: Muestra no conseguida
MA: Muestra Alterada	TP: Testigo parafinado
SPT: Ensayo de penetración	N.F.: Nivel freático

EMPRESA	TT&U	REGISTRO DE SONDEO EN ROCA		
		PROYECTO: Estudio informativo del proyecto de integración de las infraestructuras ferroviarias de Avilés		
SONDEO Nº: **SG-1**		SITUACIÓN: Plano CG – 2.2	COORDENADAS:	X: Y: Z:
FECHA: 22-04-2010		PROFUNDIDAD: **48 m**	HOJA: 4	

PRODUND. (m)	TRAMO (m)	N. FREÁTICO	COLUMNA	DESCRIPCIÓN DEL TESTIGO	MUESTRA Mi	MUESTRA SPT	MUESTRA TP	Nº GOLPES	RECUPER (%)	R.Q.D. (%)	DISCONT
31				Calizas gris claro y ocres con abundantes muestras de disolución.					80	80	
32	31.60								10	10	
	32.20	32.5									
33									20	20	
34	34.00										
35	35.00										
36				Calizas y margocalizas negras y gris oscuro muy fracturadas. No se recupera testigo de más de 20 cm de longitud.					10	10	Fracturación intensa
37											
38											
39											
40											

OBSERVACIONES:

MI: muestra inalterada	MNC: Muestra no conseguida
MA: Muestra Alterada	TP: Testigo parafinado
SPT: Ensayo de penetración	N.F.: Nivel freático

EMPRESA	TT&U	REGISTRO DE SONDEO EN ROCA		
		PROYECTO: Estudio informativo del proyecto de integración de las infraestructuras ferroviarias de Avilés		
SONDEO Nº: **SG-1**		SITUACIÓN: Plano CG – 2.2	COORDENADAS:	X: Y: Z:
FECHA: 22-04-2010		PROFUNDIDAD: **48 m**	HOJA: 5	

PRODUND. (m)	TRAMO (m)	N. FREÁTICO	COLUMNA	DESCRIPCIÓN DEL TESTIGO	MUESTRA Mi	MUESTRA SPT	MUESTRA TP	Nº GOLPES	RECUPER (%)	R.Q.D. (%)	DISCONT
	40.3						40.70		10	10	
	40.7						6				
41	41.20						41.20				
				Calizas blancuzcas con niveles centimétricos de margas negras.					80	40	
42	42.3										
43				Margas y margocalizas negras							
44											
45	45.00								20	0	
				Arcilla roja							
46											
47				Margas negras muy fracturadas							
48											

OBSERVACIONES:

MI: muestra inalterada	MNC: Muestra no conseguida
MA: Muestra Alterada	TP: Testigo parafinado
SPT: Ensayo de penetración	N.F.: Nivel freático

Sondeo Nº SG-1 Obra E. INFORMATIVO - AVILES Fecha
Profundidad de 0.00 Mts. A 1.80 Mts. Caja Nº 1
0.00
0.40
1.00
1.80

Sondeo Nº SG-1 Obra E. INFORMATIVO AVILES Fecha
Profundidad de 1.80 Mts. A 4.40 Mts. Caja Nº 2
M.I.1 (4-8-8-12)
S.P.T.1
(4-8-8-8)
S.P.T.2
(50R)

Sondeo Nº SG-1 Obra E. INFORMATIVO AVILES Fecha
Profundidad de 4.40 Mts. A 6.75 Mts. Caja Nº 3

Sondeo Nº SG-1 Obra E. INFORMATIVO AVILES Fecha
Profundidad de 6.75 Mts. A 11.10 Mts. Caja Nº 4
T.P.1
De 7.65 a 9.00
M.I.2 (6-14-14-21)
S.P.T.2
(14-15-15-19)
De 10.20 a
11.10

Sondeo Nº SG-1 Obra E. INFORMATIVO AVILES Fecha
Profundidad de 11.10 Mts. A 13.70 Mts. Caja Nº 5

Sondeo Nº SG-1 Obra E. INFORMATIVO AVILES Fecha
Profundidad de 13.70 Mts. A 15.85 Mts. Caja Nº 6
T-P-2

Sondeo Nº SG-1 Obra E-INFORMATIVO-AVILES Fecha
Profundidad de 15'85 Mts. A 18'00 Mts. Caja Nº 7
1585
1800

Sondeo Nº SG-1 Obra E-INFORMATIVO-AVILES Fecha
Profundidad de 22'45 Mts. A 24'30 Mts. Caja Nº 10
2245
2390
T-P-4
2430

Sondeo Nº SG-1 Obra E-INFORMATIVO-AVILES Fecha
Profundidad de 18'00 Mts. A 20'20 Mts. Caja Nº 8
1800
1985
T-P-3
2020

Sondeo Nº SG-1 Obra E-INFORMATIVO-AVILES Fecha
Profundidad de 24'30 Mts. A 26'35 Mts. Caja Nº 11
2580
2635

Sondeo Nº SG-1 Obra E-INFORMATIVO-AVILES Fecha
Profundidad de 20'20 Mts. A Mts. Caja Nº 9
2020
2150
2315

Sondeo Nº SG-1 Obra E-INFORMATIVO-AVILES Fecha
Profundidad de 26'35 Mts. A 28'30 Mts. Caja Nº 12
2635
2800
T-P-5
2830

Sondeo Nº SG-1 Obra E-INFORMATIVO - AVILES Fecha
Profundidad de 28'80 Mts. A 24'85 Mts. Caja Nº 13

Sondeo Nº SG-1 Obra E-INFORMATIVO - AVILES Fecha
Profundidad de 29'85 Mts. A 32'00 Mts. Caja Nº 14

Sondeo Nº SG-1 Obra E-INFORMATIVO - AVILES Fecha
Profundidad de 32'00 Mts. A 34'60 Mts. Caja Nº 15

Sondeo Nº SG-1 Obra E-INFORMATIVO - AVILES Fecha
Profundidad de 34'60 Mts. A 40'70 Mts. Caja Nº 16

Sondeo Nº SG-1 Obra E-INFORMATIVO - AVILES Fecha
Profundidad de 40'70 Mts. A 45'00 Mts. Caja Nº 17
T-P-6

Sondeo Nº SG-1 Obra E-INFORMATIVO - AVILES Fecha
Profundidad de 45'00 Mts. A 48'00 Mts. Caja Nº 18

Detalles SG-1

➢ *SG-3*

EMPRESA	TT&U	REGISTRO DE SONDEO EN ROCA			
		PROYECTO: Estudio informativo del proyecto de integración de las infraestructuras ferroviarias de Avilés			
SONDEO Nº: **SG 3**		SITUACIÓN: Plano CG-2.2	COORDENADAS:	X: Y: Z:	
FECHA: 22-04-2010		PROFUNDIDAD: **18 m**	HOJA: 1		

PRODUND. (m)	TRAMO (m)	N. FREÁTICO	COLUMNA	DESCRIPCIÓN DEL TESTIGO	MUESTRA Mi	MUESTRA SPT	MUESTRA TP	Nº GOLPES	RECUPER (%)	R.Q.D (%)	DISCONT
	0.60			Suelo vegetal							
1	1.20										
	1.50			Arcilla marrón con algún canto pequeño y anguloso de caliza	1.5 / 1 / 2.1	2.1 / 1 / 2.7		4-7-9-12 3-5-8-8	100	0	Suelo
2	2.10										
	2.70			Arcilla marrón con cantos angulosos de caliza							
3	3.70										
	4.20			Caliza marrón con muestras de disolución		4.2 / 1 / 4.55			80	70	Arcilla y milonita
4	4.55										
	5.80			Caliza ocre sana		5.80 / 2 / 6.30				90	Relleno de arcilla
5	6.30										
6	7.20										
	7.70			Caliza gris claro fracturada y con cementación secundaria		7.70 / 3 / 8.10					Ondulada lisa
7	8.10										
8	9.00										
9				Caliza gris claro sana							
10											

OBSERVACIONES:

MI: muestra inalterada	MNC: Muestra no conseguida
MA: Muestra Alterada	TP: Testigo parafinado
SPT: Ensayo de penetración	N.F.: Nivel freático

EMPRESA	TT&U	REGISTRO DE SONDEO EN ROCA			
		PROYECTO: Estudio informativo del proyecto de integración de las infraestructuras ferroviarias de Avilés			
SONDEO Nº: **SG 3**		SITUACIÓN: Plano CG-2.2	COORDENADAS:	X: Y: Z:	
FECHA: 22-04-2010		PROFUNDIDAD: **18 m**	HOJA: 2		

PRODUND. (m)	TRAMO (m)	N. FREÁTICO	COLUMNA	DESCRIPCIÓN DEL TESTIGO	MUESTRA Mi	MUESTRA SPT	MUESTRA TP	Nº GOLPES	RECUPER (%)	R.Q.D. (%)	DISCONT
11	11.15						10.30 / 4 / 10.60				
12										90	Lisa y onduladas. Relleno de arcilla
13	13.50			Calizas grises, ocres y rosadas. Sanas			13.50 / 5 / 13.85		80		
14		14.30									
15	15.20									20	Milonita
16				Margas y margocalizas negras							Lisas y onduladas con relleno de arcilla negra
17	16.80									70	
18											

OBSERVACIONES:

MI: muestra inalterada	MNC: Muestra no conseguida
MA: Muestra Alterada	TP: Testigo parafinado
SPT: Ensayo de penetración	N.F.: Nivel freático

Sondeo Nº S6-3 Obra E-INFORMATIVO-AVILES Fecha
Profundidad de 0'00 Mts. A 1'50 Mts. Caja Nº 1
1'50
0'00

Sondeo Nº S6-3 Obra E-INFORMATIVO-AVILES Fecha
Profundidad de 1'50 Mts. A 3'70 Mts. Caja Nº 2
1'50
M-I-1
4-7-9-12
2'10
2'10
SPT
3-5-8-8
2'70

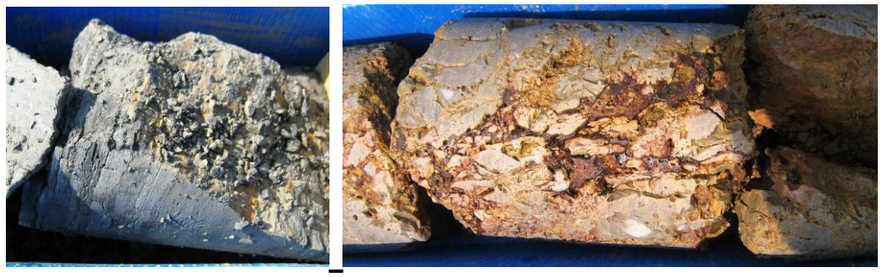
Sondeo Nº S6-3 Obra E-INFORMATIVO-AVILES Fecha
Profundidad de 3'70 Mts. A 5'80 Mts. Caja Nº 3
3'70
4'20
T-P-1
4'55
5'80

Sondeo Nº S6-3 Obra E-INFORMATIVO-AVILES Fecha
Profundidad de 5'80 Mts. A 7'20 Mts. Caja Nº 4
5'80
T-P-2
6'30
7'20

Sondeo Nº S6-3 Obra E-INFORMATIVO-AVILES Fecha
Profundidad de 7'20 Mts. A 9'00 Mts. Caja Nº 5
7'20
T-P-3
8'10
9'00

Sondeo Nº S6-3 Obra E-INFORMATIVO-AVILES Fecha
Profundidad de 9'00 Mts. A 11'45 Mts. Caja Nº 6
9'00
10'30
T-P-4
10'60
11'45

Detalles SG-3



SONDEO	PROF. MUESTRA (M)	H.N (%)	D. HUMEDAD (GR/CM^3)	D. SECA (GR/CM^3)	D. RELATIVA (GR/CM^3)	TIPO MATERIAL	LÍMITES DE ATTERBERG			PASA 0,08 UNE (%)	M.O. (%)	SULF. (%)	CARBONATOS (%)	CLASIFIC. SUELOS CASAGRANDE	RESIST. COSIMPLE		OBSERVACIONES PROBETA
							L.L.	I.P.	L.P.						MPA	KP/CM²	
SG1	1,8 – 2,4	14,6	2,08	1,82	2,665	Suelo	42,8	21,4	21,4	45,1				GC			
	6,85 – 7,25	5,1	2,6	2,5		Calizas									21,9	223,2	Discontinuidad a 12º
	9,0 – 9,6	18,9	2,14	1,8	2,703	Calizas	NO	NO PLÁSTICO	NO	47,1				SM			
	14,3 – 14,7	5,0	2,7	2,5		Calizas									15,2	154,7	Discontinuidad a 20º
	19,8 – 20,2	2,6	2,7	2,6		Calizas									27,9	284,5	Discontinuidades en distintos ángulos
	23,9 – 24,3	4,5	2,7	2,6		Calizas									21,0	213,9	Discontinuidades en distintos ángulos
	28,0 – 28,3	2,9	2,7	2,6		Calizas									21,0	213,7	
	40,7 – 41,2		2,42	2,56	2,703	Margas	NO	NO PLÁSTICO	NO	11,3				SW-SM	18,25	179,0	
SG-2	2,50 – 2,75	2,5	2,7	2,6		Calizas									23,6	240,8	Discontinuidad a 16º
	4,6 – 4,9	6,1	2,6	2,4		Calizas									18,7	190,9	Discontinuidad a 22º
	10,2 – 10,45	5,3	2,4	2,3		Calizas									10,0	101,6	Discontinuidad a 32º y coqueras
	15,1 15,35	0,8	2,7	2,7		Calizas									24,3	247,7	Varias discontinuidades a 18º
	22,0 – 22,25	1,7	2,7	2,7		Calizas									38,9	397	Varias discontinuidades a 20º
SG-3	1,5 – 2,1	47,8	1,78	1,20	2,664	Suelo	106,6	62,7	43,9	98,4				MH			
	4,2 – 4,55	3,3	2,7	2,6		Calizas									24,6	250,8	Diferentes discontinuidades
	5,8 – 6,3	4,8				Calizas									31,5	321,2	Plano inclinado 18º
	7,7 – 8,1	1,2	2,7	2,7		Calizas									31,5	321,4	Varias discontinuidades en diferentes planos
	10,3 – 10,6	1,8	2,7	2,7		Calizas									33,3	339,2	Discontinuidad a 18º
	13,5 – 13,85	2,1	2,7	2,7		Calizas									57,6	587,5	Dos planos verticales
SG-4	2,2 – 2,8	2,4	1,59	1,56	2,659	Gravas	NO	NO PLÁSTICO	NO	6,0	0,37	0	12	GP - GM			
	4,05 – 4,65	6,2	2,03	1,91	2,653	Gravas	22,9	4,9	18	10,1	0,33	0		GW - GC			
	4,80 – 5,40	14,8	2,09	1,81	2,669	Arena limosa	19,7	4,6	15,1	51,2	0,19	0		MI - CL			
	7,2 – 7,55	5,1	2,5	2,4	2,688	Arenisca						0			2	20,3	Discontinuidad a 30º
	11,6 – 12,0	3,0	2,6	2,5	2,694	Arenisca						0			23,3	237,5	
SG-5	2,3 – 2,6	7,19	2,58	2,41	2,633	Gravas con arcilla	26,9	8,1	18,8	11,0				GW - GC	22,50	22,05	
	7,3 – 7,6	6,9	2,5	2,4		Arenisca									11,8	120,6	Discontinuidad horizontal
	9,8 – 10,5	20,6	2,4	2,0		Arenisca									2,9	29,5	Discontinuidad horizontal
	17,6 – 18,0	2,1	2,6	2,6		Arenisca									78,0	794,7	Discontinuidad a 28º
SG-6	1,6 – 2,2	27,6	1,92	1,5	2,532	Arcilla	51,5	22,9	28,6	66,7	0,31	0	1,5				
	7,55 – 7,80	20,66	2,15	1,78	2,474	Lutita	45,2	15,0	30,2	54,6	0,41	0	5,1	ML	0,605	6,15	
	8,9 – 9,3	18,1	2,75	2,33	2,634	Lutita	41,8	11,7	30,1	60,1		0	8,4	ML			
	11,0 – 11,6	17,9			2,544	Arcilla	41,1	15,6	25,5	63,8		0	2,1	CL			
	18,2 – 18,4	10,21	2,36	2,14	2,599	Lutita	31,0	8,2	22,8	17,7		0	11,1	SC	0,475	4,85	
	20,25 – 20,5	10,04	2,26	2,06	2,637	Lutita	33,1	11,0	22,1	50,5		0	2,0	CL	0,285	2,90	
	23,5 – 23,8	7,1	2,4	2,3	2,675	Lutita						0	38,6		3,0	30,9	Varias discontinuidades en diferentes ángulos
SG-7	1,4 – 2,0	15,9	2,09	1,8	2,668	Arcilla	33,9	17,3	16,6	86,1	0,74	0	1,6	CL			

APÉNDICE Nº9: SITUACIÓN DE CANTERAS

Figura 2 Situación Cantera La Atalaya

Figura 3 Situacion cantera El Arrojo

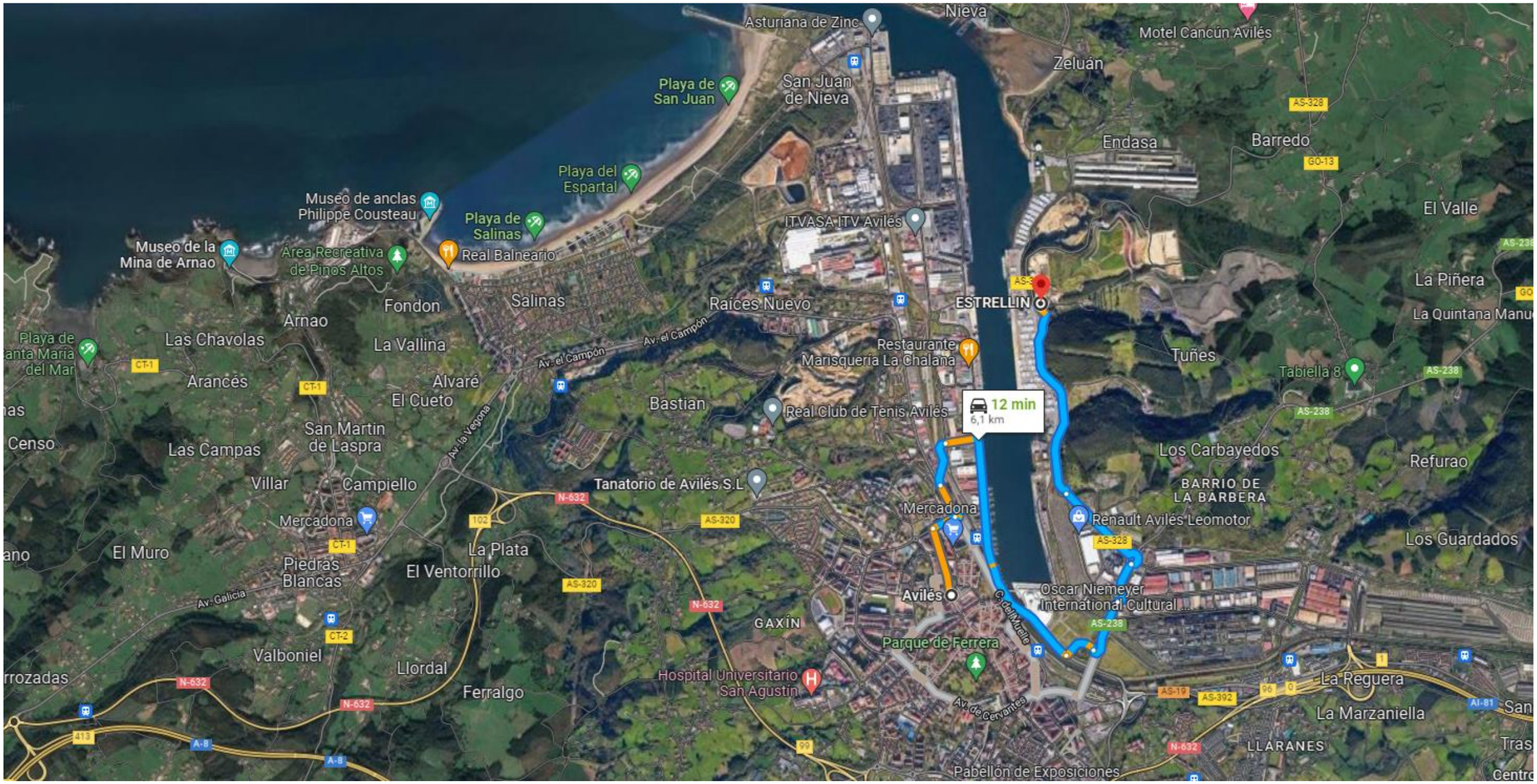


Figura 4 Situación cantera Estrellín

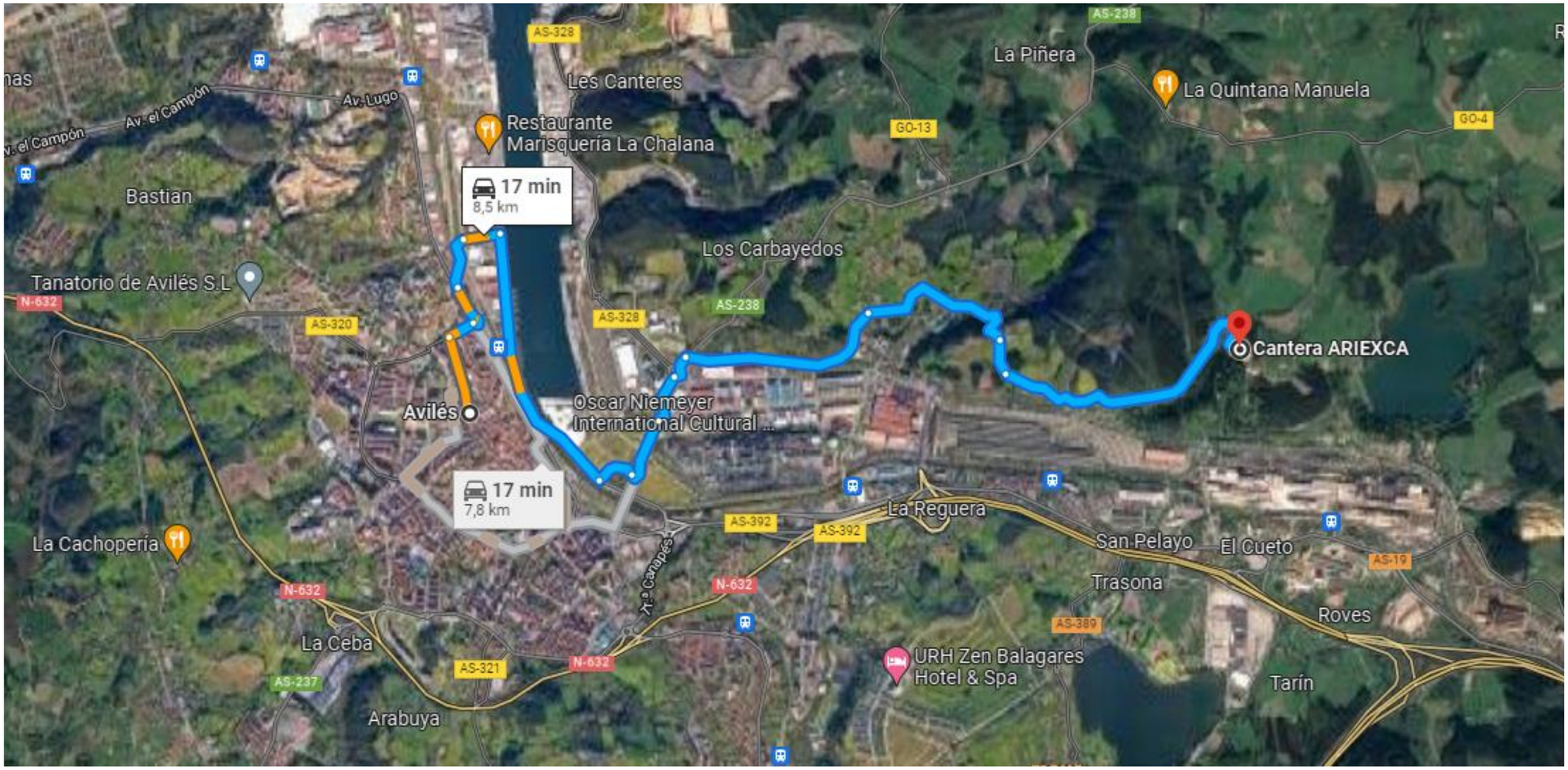


Figura 5 Situación de la Cantera ARIEXCA

Figura 6 Situación Cantera Solís

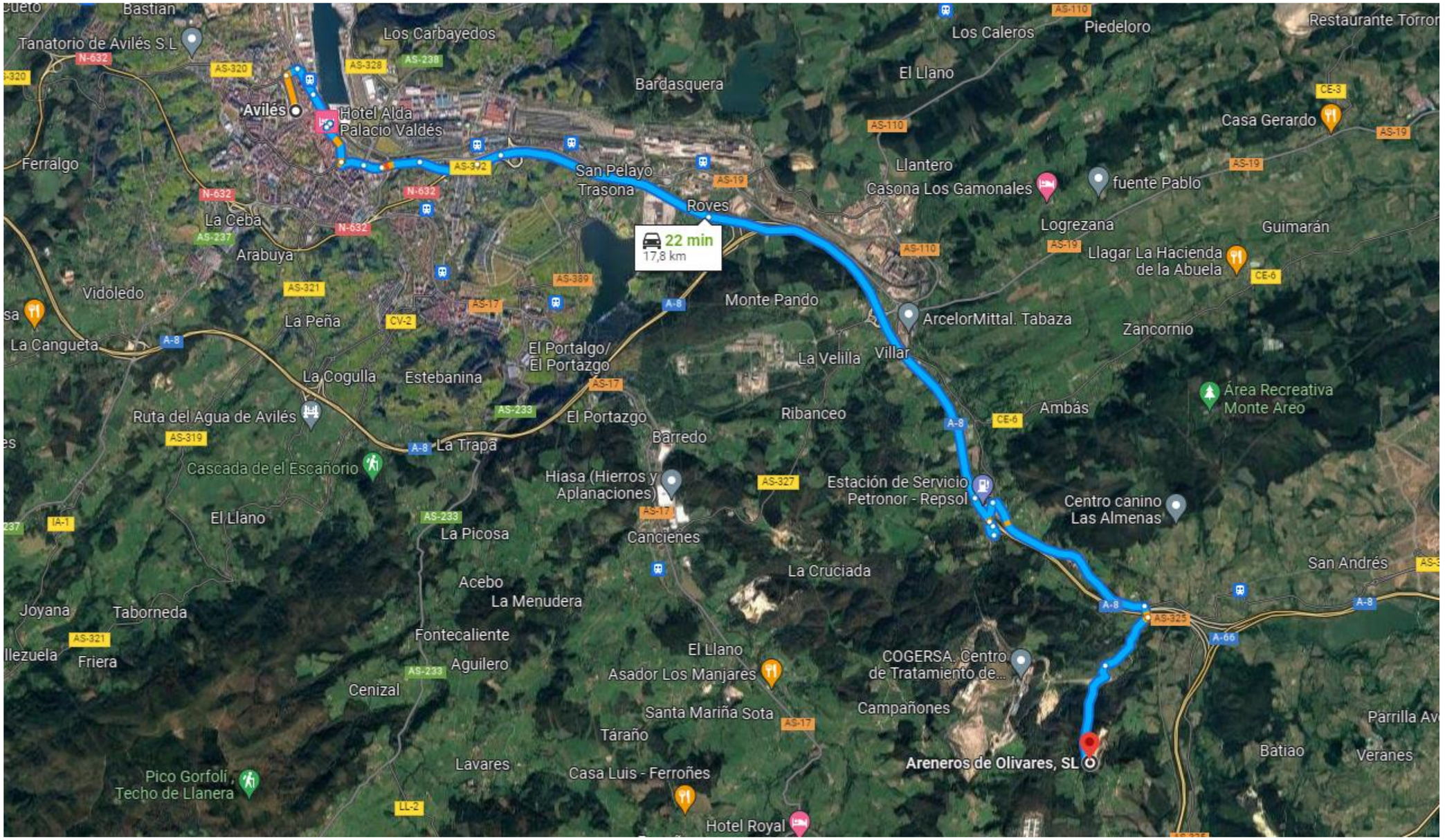


Figura 7 Situación cantera el Fontanón

APÉNDICE Nº 10: FICHAS DE CANTERAS

Denominación: Cantera Rencaños

Coordenadas UTM: 29T 689401,75 4819652,91

Altitud: 400 m.s.n.m

Ubicación: Busmargalí (Navia, Asturias)

Distancia al Proyecto: 78 km

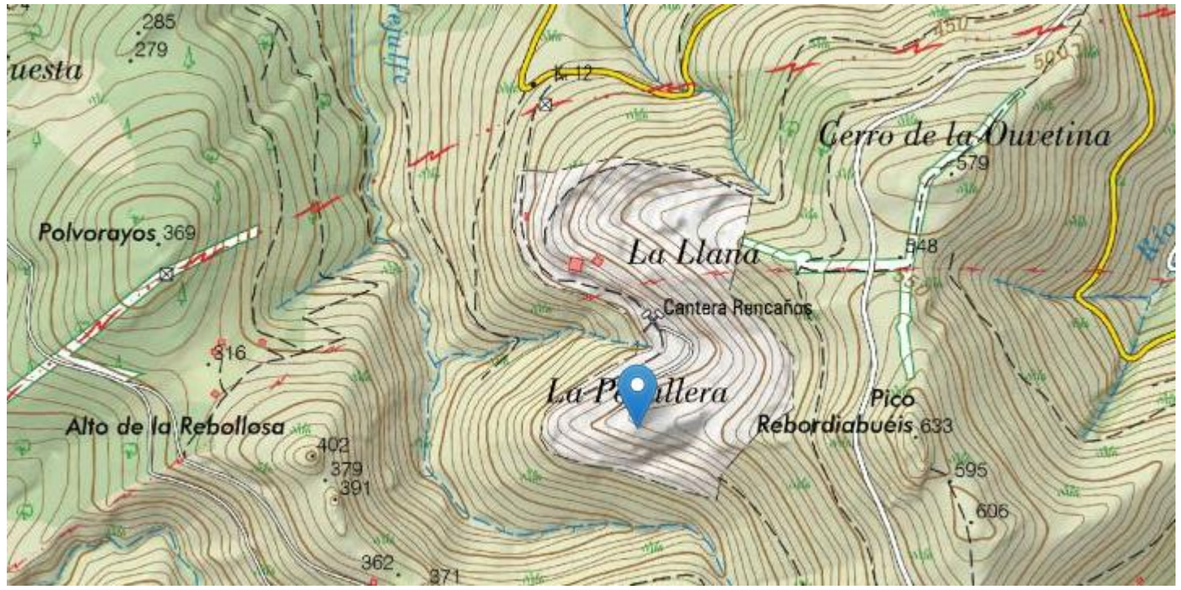
Acceso: Mediante la AS-37 y posteriormente sobre una pista asfalta, con cunetas y sin marcas viales

Cobertura vegetal y usos del suelo:

Empresa gestora: Desarrollo y Metas S.L

Vista de la cantera (Fuente: Google Earth)

Situación sobre plano 1:25:000



Situación sobre fotografía aérea

Denominación: Cantera La Atalaya

Coordenadas UTM: 30T 262925,79 4828324,41

Altitud: 58 m.s.n.m

Ubicación: Avilés

Distancia al Proyecto: 2 km

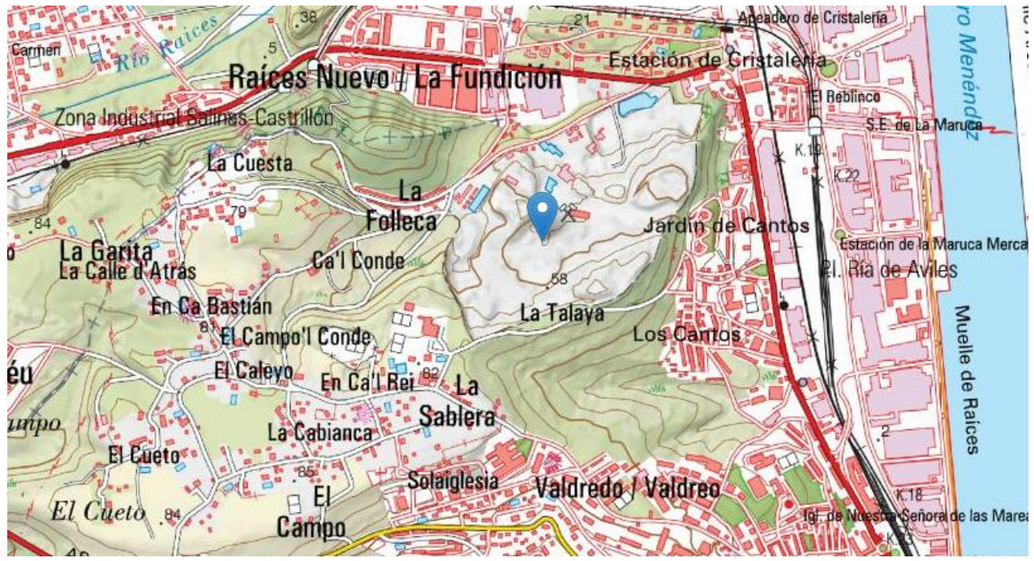
Acceso: Por Avenida de Lugo y posteriormente por Camino del Picaton. Carretera asfaltada, sin cunetas

Cobertura vegetal y usos del suelo:

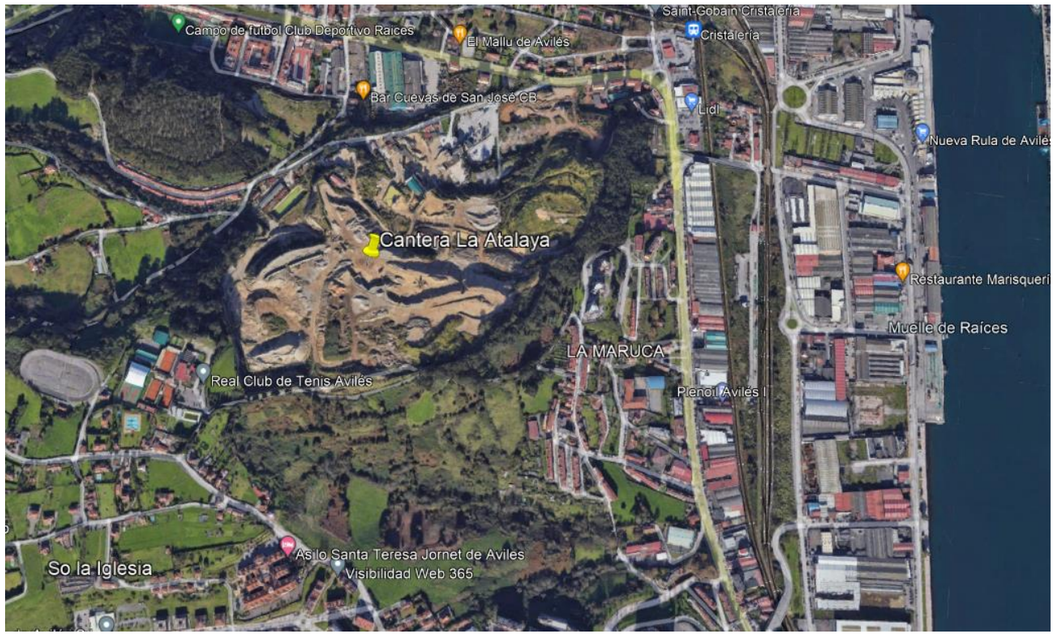
Empresa gestora: Grupo Mota

Vista de la cantera (Fuente: Google Earth)

Situación sobre plano 1:25:000



Situación sobre fotografía aérea



Denominación: Cantera Arrojo

Coordenadas: 30T 261338 4828476

Altitud: 26 m.s.n.m

Ubicación: Salinas

Distancia al Proyecto: 3 km

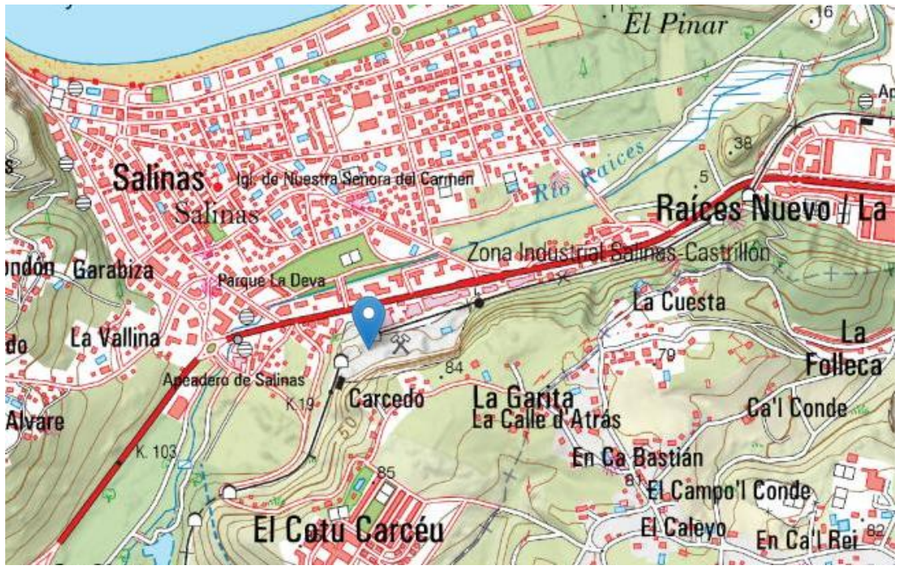
Acceso: Por Av. El Campón. Calle asfaltada, sin cunetas con semáforos y marcas viales.

Cobertura vegetal y usos del suelo:

Empresa gestora: Grupo Mota

Vista de la cantera (Fuente: grupomota.com)

Situación sobre plano 1:25:000



Situación sobre fotografía aérea

Denominación: Cantera Estrellín

Coordenadas: 30T 264465,46 4828877,13

Altitud: 10 m.s.n.m

Ubicación: Avilés

Distancia al Proyecto: 6 km

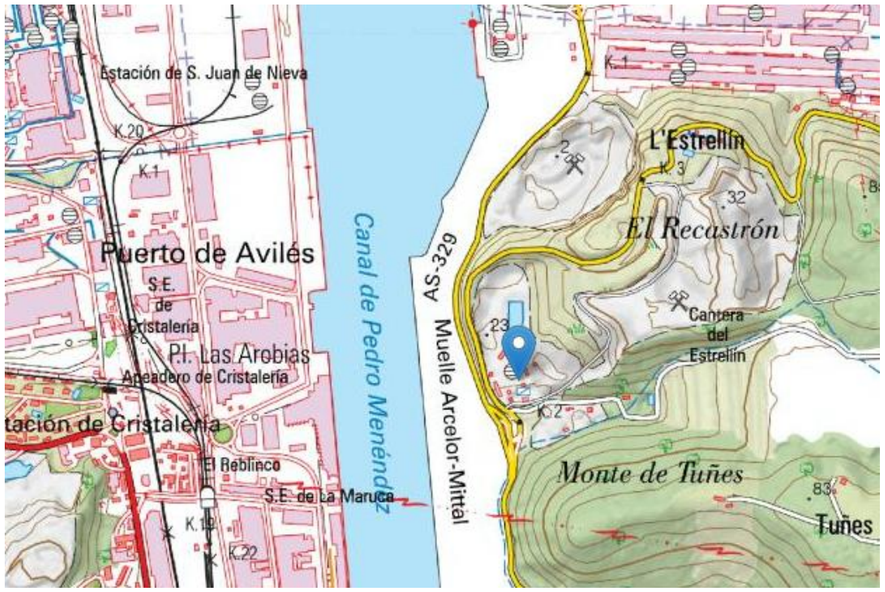
Acceso: Acceso por la AS-328. Carretera asfaltada, sin cunetas y con marcas viales.

Cobertura vegetal y usos del suelo:

Empresa gestora: Estrellin

Vista de la cantera (Fuente: Google Earth)

Situación sobre plano 1:25:000



Situación sobre fotografía aérea

Denominación: Cantera Ariexca

Coordenadas: 30N 268286,67 4827116,16

Altitud: 39 m.s.n.m

Ubicación: Bardasquera (Avilés)

Distancia al Proyecto:8 km

Acceso: Carretera asfaltada, sin cunetas ni marcas viales

Cobertura vegetal y usos del suelo:

Empresa gestora: ARIEXCA

Vista de la cantera (Fuente: nicelocal.es)

Situación sobre plano 1:25:000

Situación sobre fotografía aérea

Denominación: Cantera Solís

Coordenadas UTM :30T 269131,65 4820617,84

Altitud: 135 m.s.n.m

Ubicación: Cancienes

Distancia al Proyecto: 15,5 km

Acceso: Por carretera asfaltada, sin cunetas ni marcas viales

Cobertura vegetal y usos del suelo:

Empresa gestora: Explotaciones Mineras Solís S.L

Vista de la cantera (Fuente: canterasolis.es)

Situación sobre plano 1:25:000

Situación sobre fotografía aérea

Denominación: Cantera El Fontanón

Coordenadas:30T 273372,59 4818648,59

Altitud: 146 m.s.n.m

Ubicación: Serín

Distancia al Proyecto: 18 km

Acceso:

Cobertura vegetal y usos del suelo:

Empresa gestora: Areneros Olivares S.L

Vista de la cantera (Fuente: Google Earth)

Situación sobre plano 1:25:000

Situación sobre fotografía aérea