

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

- 1.1. Antecedentes
- 1.2. Objetivos
- 1.3. Metodología de trabajo
 - 1.3.1. Análisis de la información previa
 - 1.3.2. Reconocimiento de campo
 - 1.3.3. Campaña geotécnica
 - 1.3.4. Trabajo de procesamiento de datos y cálculos realizados
- 1.4. Ordenación del anejo

2. CONTEXTO GEOLÓGICO

- 2.1. Estratigrafía
- 2.2. Tectónica
- 2.3. Hidrología
 - 2.3.1. Hidrología superficial
 - 2.3.2. Hidrología subterránea

3. RECORRIDO GEOLÓGICO

- 3.1. Recorrido del tramo terrestre y la parte marina del emisario de aguas residuales de Son Servera

4. UNIDADES GEOLÓGICO-GEOTÉNICAS

- 4.1. Unidades terrestres
- 4.2. Unidades litorales-marinas

5. CIMENTACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS

- 5.1. Descripción de las estructuras proyectadas
- 5.2. Estudio de las cimentaciones
 - 5.2.1. Tubería PVC terrestre entre P.K. 0+425 a 0+485
 - 5.2.2. Tramo marino (Tubería Fundición y difusor)

6. DESMONTES

- 6.1. Zanjas de excavación

7. EXCAVABILIDAD

8. OBSERVACIONES

APÉNDICES

Apéndice I: Mapa geológico general y situación zona de estudio

Apéndice II: Plano de síntesis a escala 1:10.000

Apéndice III: Ensayos laboratorio

Apéndice IV: Metodología y cálculo resistencia matriz rocosa

Apéndice V: Reportaje fotográfico.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

Con motivo de la redacción del **PROYECTO DE ADECUACIÓN Y LEGALIZACIÓN DE LOS EMISARIOS SUBMARINOS Y VERTIDOS AL MAR DE LAS DEPURADORAS DE SON SERVERA (CALA BONA). MALLORCA**, se realiza el presente anejo geológico-geotécnico.

Se proyecta reemplazar el tramo terrestre entre el P.K. 0+425 y el P.K. 0+485 y, en el tramo marino, reemplazar el emisario desde el P.K. 1+714,8 hasta el P.K. 1+2+314,83 por uno nuevo de fundición dúctil. También se cambiará el tramo de difusor, el cual estará constituido por una parte inicial de PEAD DN-500 con 53 salidas de 0,06 m de diámetro (P.K. 2+314,83 a 2+574,83), y una segunda parte también de PEAD DN-355 con 27 salidas de 0,08 m de diámetro (P.K. 2+574,83 a 2+714,83). En total, todo el tramo marino cambiado se dispondrá sobre el fondo marino, sujetado por 200 lastres.

1.2. Objetivos

Determinar las características geológicas y geotécnicas del subsuelo de la traza proyectada para la parte terrestre del emisario, y las características geológicas y geotécnicas del fondo y subsuelo marino de la traza proyectada para el emisario marino.

A partir de estas características se determina:

- La capacidad portante (q_{ad}) de los diferentes materiales que suportaran todas las estructuras proyectadas.
- Condiciones de excavabilidad de las zanjas
- Estabilidad de las excavaciones.

1.3. Metodología de trabajo

La metodología seguida contempla las siguientes fases:

- Análisis de toda la información previa disponible
- Reconocimiento de campo
- Campaña geotécnica
- Trabajo de procesamiento de datos, cálculos y redacción del presente informe

1.3.1. Análisis de la información previa

Se ha planteado con la finalidad de conseguir el máximo aprovechamiento posible de los datos recopilados previamente. Todos estos sólo hacen referencia a aspectos geológicos, meteorológicos y de geodinámica costera. No se ha recopilado documentación referente a aspectos geotécnicos tanto de la zona terrestre como marina del emisario.

En base a la información recopilada y revisada se ha situado sobre el plano geológico a escala 1:50.000¹, la parte marina del emisario de aguas con la finalidad de indicar la topología de substrato.

Este plano se recoge en el apéndice I del presente anejo. En el también se sitúa la zona d'estudio geográficamente.

¹ Mapa geológico de España, hoja 700 "Manacor". ITGE.

1.3.2. Reconocimiento de campo

El reconocimiento de campo se reduce a las observaciones directas realizadas en el sector de reemplazamiento del tramo terrestre, y de todo el tramo marino del emisario submarino actual y zonas adyacentes.

La finalidad ha sido describir y caracterizar tanto la geología terrestre como la naturaleza del fondo marino litoral, y elaborar un plano de síntesis de detalle.

El reconocimiento terrestre se realizó el 29 de septiembre del 2004, mediante un estudio de la geología presente en el sector entre el P.K. 0+425 y el P.K. 0+485 (cruce del torrente). Este ha consistido en la descripción y caracterización de las litologías presentes, características estructurales y presencia de agua.

Por lo que se refiere al tramo marino, se realizó a principios de noviembre del 2004, mediante (2) dos transectos longitudinales, desde el arranque hasta el final de la traza a ambos lados del emisario, en los cuales se ha filmado el fondo marino con una cámara acoplada a un trineo.

El reconocimiento fue llevado a cabo por la empresa LITORAL CONSULT, S.L y los resultados se han obtenido del documento "Caracterización ambiental de los emisarios submarinos y vertidos al mar de las depuradoras de Maó -Es Castell, cala En Porter y Ciutadella Sur, en la isla de Menorca, y de las depuradoras de Capdepera, Font de sa Cala, Canyamel y Son Servera, en la isla de Mallorca"

1.3.3. Campaña geotécnica

Considerando las obras que se proyectan realizar, la campaña de prospección geotécnica se ha reducido a la caracterización "in situ" de las litologías presentes en el tramo terrestre y la caracterización de los substratos superficiales del fondo marino.

La caracterización del tramo terrestre se realizó el 29 de septiembre mediante una estación geomecánica y la del marino, el mes de noviembre del 2004 juntamente con los trabajos de reconocimiento del fondo marino.

Los trabajos realizados en el tramo terrestre han sido:

Estación geomecánica:

La descripción y caracterización geológica "sensu strictu" se ha hecho mediante una (1) estación geomecánica identificada, en el presente anejo, como: EG-1.

En ella se ha descrito el macizo rocoso y las formaciones superficiales, allá donde son presentes, a partir del estudio y recogida de datos sobre:

- Litología: naturaleza, potencia, edad.
- Formaciones superficiales: naturaleza y textura, morfología y potencia.
- Fisuración: discontinuidades por metro cúbico.
- Tipo de discontinuidades y características.
- Grado de meteorización del conjunto.
- Resistencia de la matriz rocosa mediante el esclerómetro.
- Hidrogeología.

Las coordenadas quedan recogidas en la tabla 1 adjunta:

Estación	x	y	z
EG-1	532.930	4.621.358	14,8

Tabla 1: Coordenadas tomadas con GPS, marca GARMIN. Precisión +/- 6 m.

Se ha situado la ubicación en el plano del apéndice II.

La descripción de la metodología de trabajo seguida para el cálculo de la resistencia de la matriz rocosa se describe en el apéndice IV.

Los trabajos realizados en el tramo marino han sido:

Muestreo superficial

En la zona de estudio del emisario de Son Servera se han recogido dos muestras de sedimento superficial para el análisis granulométrico: una en playa seca en el punto de arranque del emisario (CAN -S1) y otra situada a lo largo del recorrido del mismo (CAN -S2, a -5 m).

Las muestras de sedimento superficial se han tomado desde una embarcación neumática semirrígida (AVON 490 DL) con un motor SUZUKI de 90 CV, equipada con una ecosonda, compás de navegación y emisora portátil de VHF en banda marítima, que permite un fácil y rápido acceso a todos los puntos de la zona mediante una draga de acero inoxidable tipo Van Veen de 0,04 m² de superficie abierta.

Sobre estas muestras, debidamente identificadas y convenientemente conservadas hasta su analítica, se ha determinado: la granulometría

La nomenclatura de las estaciones de muestreo se ha establecido en función de la zona de vertido del emisario y no del nombre de la depuradora. En el cuadro siguiente se presenta la correspondencia entre el nombre del emisario/depuradora y las estaciones de muestreo:

Depuradora	Zona de vertido	Nomenclatura estaciones de muestreo
Son Servera	Cala Bona	CAL

Tabla 2: Nomenclatura estaciones de muestreo.

El equipo de posicionamiento planimétrico dinámico utilizado consta de un receptor GPS (Sistema Global de Posicionamiento Diferencial). El error cometido en el momento de la determinación de la posición está en función de la geometría de los satélites respecto al punto de situación y también del filtrado de la señal emitido por

éstos. El error de posicionamiento es siempre inferior a 1 m. La toma de datos se ha efectuado sólo en las condiciones de máxima precisión, rechazándose lecturas con baja calidad de recepción, asegurando así suficiente bondad de posicionamiento.

Antes del inicio de la toma de datos se han calibrado y revisado tanto la sonda como el GPS, así como los medios de tratamiento y de almacenamiento de datos.

El sistema de coordenadas utilizado en la toma de las posiciones referidas en el presente informe es UTM (huso 31 S) con datum ED -50, proyección de Hyford.

Las coordenadas de las estaciones de muestreo del substrato se incluyen en la tabla 3 y se representa su situación en el plano del apéndice II.

ESTACIONES	COORDENADAS (UTM-31T,ED-50)		PROFUNDIDAD (m)
	X	Y	
SON SERVERA			
CAL -S1	533608	4384747	0
CAL -S2	533917	4384751	-5

Tabla 3.-Posición de las estaciones de muestreo de substrato.

Los ensayos granulométricos de las muestras se recogen en el apéndice III.

1.3.4.Trabajo de procesamiento de datos y cálculos realizados

Toda la información recogida durante las fases de reconocimiento de campo y campaña geotécnica y de muestreo, descritas anteriormente, se ha procesado para deducir los parámetros geotécnicos necesarios para realizar los cálculos de capacidad portante del terreno, estabilidad de taludes y excavabilidad.

Uno de los aspectos resultantes de este procesamiento de datos es la elaboración del plano de síntesis a escala 1:10.000, que queda recogido en el apéndice II.

1.4. Ordenación del anejo

Para una mejor comprensión de este anejo, se ha ordenado en 8 apartados y 5 apéndices.

En el apartado 2 se presentan las características geológicas de la zona de estudio. En el apartado 3 se describe el recorrido geológico de la traza marina del emisario. La definición de las diferentes unidades geológico-geotécnicas en base a los terrenos identificados se desarrolla en el apartado 4. El nº 5 hace referencia a capacidad portante del terreno. El apartado nº 6 trata de la estabilidad de la zanja de excavación del tramo terrestre y el nº 7 de la excavabilidad propia del terreno. Para finalizar, se ha incluido un apartado que hace referencia a observaciones, las cuales se consideran importantes a tener en cuenta.

Por lo que se refiere a los apéndices, en el primero se presenta el mapa geológico a escala 1:50.000 y la situación de la zona de estudio. El apéndice II, muestra el plano de síntesis a escala 1:10.000, en el cual se ha situado el trazado del emisario y campaña de prospecciones marinas. En el apéndice III hay los resultados de los ensayos de laboratorio. En el IV se indica la metodología seguida para el cálculo de la resistencia de la matriz rocosa. El apéndice V muestra el reportaje fotográfico.

2. CONTEXTO GEOLÓGICO

La zona de estudio se sitúa en la Marina de Llevant (Marina de Levante), franja costera oriental en la que el relieve de la Serra de Llevant (Sierra de Levante) desciende suavemente desde la Sierra hasta el Mar Mediterráneo.

La Serra de Llevant es la divisoria de aguas que separa la cuenca del litoral, caracterizada por numerosos torrentes que nacen en la sierra y descienden directamente al mar, como es el caso de las torrenteras de la zona de Son Servera.

Desde la Punta de Amer hasta la Costa de Conyamel el litoral se caracteriza por una costa baja, en la que alternan los tramos de playa rocosa con playas arenosas; Cala Bona (Son Servera) se localiza en este sector de costa.

2.1. Estratigrafía

En la zona de estudio los terrenos pertenecen al Mesozoico y Cenozoico.

Las unidades litoestratigráficas de más antiguas a más modernas son:

Mesozoico

Triásico superior-Jurásico medio. Rethiense-Hetangiense: Esta unidad constituye la mayor parte del relieve montañoso que envuelve la zona de Son Servera. Las litofacies más frecuentes son carníolas, brechas calcodolomíticas, y fundamentalmente dolomías cristalinas, con un grado variable de trituración.

Jurásico. Dogger-Malm: Esta unidad incluye desde el Jurásico margoso del tránsito Lías-Dogger a las calizas micríticas y bioclásticas del techo del Jurásico. Los afloramientos son reducidos. Esta constituida por calizas oolíticas y calizas tableadas con sílex.

Cretácico inferior. Barriasiense-Neocamiense: Esta unidad consiste en un conjunto de materiales calcomargosos que dan lugar a laderas suaves y amplias zonas deprimidas con relieves de colinas de poca altura. Localmente originan un paisaje de barrancos encajados y cárcavas.

Cenozoico (Terciario-Cuaternario)

Neogeno. Mioceno inferior. Aquitaniense-Burdigaliense: Estos materiales se apoyan discordantemente sobre las dolomías del Lías y las margocalizas del Cretácico inferior, y están recubiertos por las margas de la unidad siguiente. Las litofacies principales son:

Conglomerados de color gris con cantos de calizas y dolomías, de angulosos a redondeados y empastados por una matriz de microbrechas y calcarenitas gris claro y amarillento.

Areniscas calcáreas bioclásticas de grano medio a grueso, de tonos amarillentos, con cantos angulosos de calizas jurásicas y sílex aislados.

Neogeno. Mioceno inferior-medio. Aquitaniense-Langhiense: Es una unidad que representa esencialmente a las margas que se disponen encima de la unidad anterior. Está constituida por margas de color verde o gris cuando están frescas y amarillentas cuando están alteradas, con intercalaciones de niveles de areniscas y silexitas de orden centimétrico y decimétrico.

Neogeno-Quaternario. Plioceno-Pleistoceno: Afloran en el valle fluvial del torrente de Canyamel. Los materiales aparecen adosados a los paleorelieves mesozoicos de la Sierra, estando frecuentemente recubiertos por depósitos de ladera (cuaternarios). Suelen desarrollar depósitos de “tierra rossa”. El espesor, en la zona de estudio, es de orden métrico.

Son calcarenitas bioclásticas de grano medio de tonos ocre y rojizos, con abundante bioturbación por raíces y niveles ocasionales de gravas y arcillas rojas (niveles edáficos).

El núcleo de Cala Bona (Son Servera) se asienta encima de estos materiales.

Cenozoico (Cuaternario)

Cada unidad cartografiada se ha diferenciado atendiendo a la génesis, litología y disposición de los depósitos, obteniéndose una cronología relativa.

Se han diferenciado los siguientes tipos de depósitos cuaternarios:

➤ Unidades aluviales

Holoceno: Son depósitos relacionados con la red fluvial, cuya composición y espesor es variable y controlados por el relieve y litología de la cuenca de drenaje. En el área de estudio se trata de gravas, gravillas, arenas y fracciones finas de naturaleza predominantemente caliza.

➤ Unidades aluviales-coluviales

Holoceno: Corresponden a depósitos coluviales, conos de deyección de torrentes y derrubios de ladera en relación con las zonas de relieve.

Están constituidos por gravas, y a veces bloques, de elementos calizos y dolomíticos, con proporción variable de matriz limo-arcillosa y ocasionalmente niveles cementados. En la zona de estudio, la granulometría y naturaleza de los depósitos está muy controlada por los factores locales de pendiente y litología del substrato.

➤ Unidades eluviales

“Terra-rossa”. Holoceno: Son depósitos residuales procedentes de la alteración de rocas calizas. Alcanzan importancia sobre los afloramientos de calcarenitas terciarias, dado que su porosidad facilita la disolución. Se trata de un suelo fundamentalmente arcilloso, de color rojizo, con un contenido en limo del 30%, y un 10%, de arena, y frecuentes costras calcáreas. Su potencia varía desde algunos centímetros hasta los cinco metros.

➤ Unidades litorales

Arenas de playa. Holoceno: Corresponden a los depósitos actuales de las playas. La playa de la “Cala” de Canyamel está constituida por arenas calcáreas, de grano grueso a medio, con niveles de arenas gruesas y lumaquelas de moluscos actuales.

➤ Unidades marinas

Arenas de fondo marino. Holoceno: Corresponden a los depósitos actuales de fondo marino próximo a la costa. Está constituido por arenas medio-gruesas con predominio de bioclastos y contenido muy bajo-bajo en finos (arcillas y limos).

No obstante, desde la línea de costa hacia mar adentro (sector del difusor) hay un aumento ligero en el porcentaje de finos.

2.2. Tectónica

Desde el punto de vista estructural, las dos zonas de estudio, están situadas dentro de los dos dominios estructurales característicos del sector oriental de la isla de Mallorca: el dominio central de la Sierra de Levante y los depósitos postectónicos poco o nada deformados de la orla litoral de la Marina de Levante.

El dominio central de la Sierra de Levante, en el área de estudio, está constituida por materiales mesozoicos y, en menor proporción, cenozoicos fuertemente estructurados con una tectónica de cobertera. El estilo estructural dominante está caracterizado por superficies mecánicas de bajo ángulo (cabalgamientos, fallas inversas y planos de corrimiento) y fallas verticales de componente lateral y vertical. El desarrollo cinemático y la geometría final de las estructuras han estado condicionados asimismo por la naturaleza y comportamiento mecánico de los diferentes tramos de la serie estratigráfica.

Los depósitos postectónicos del Plioceno y Cuaternario de la zona de la Marina de Levante se disponen, en líneas generales, sobre bloques hundidos limitados por accidentes del zócalo pretectónico de rumbo NE-SO, NO-SE, y N-S, que actuaron condicionando la distribución y facies de los depósitos postorogénicos. Los depósitos del Plioceno-Pleistoceno postectónicos presentan disposición subhorizontal. Las únicas estructuras existentes en estos materiales son fallas normales de pequeño salto y recorrido.

2.3. Hidrología

2.3.1. Hidrología superficial

La Sierra de Levante constituye la divisoria de aguas de los cursos fluviales existentes en la zona. El drenaje se efectúa, mediante torrenteras y barrancos de

carácter estacional, hacia la orla costera de la Marina de Levante, como es el caso de las torrenteras del sector de Son Servera.

En zonas de poca pendiente y terrenos relativamente blandos, como ocurre en nuestro sector, se desarrollan valles de fondo plano.

2.3.2. Hidrología subterránea

Los principales acuíferos se localizan en las formaciones calcáreas y dolomíticas del Jurásico (Unidad hidrogeológica de España "Artà"). El Keuper, el Jurásico medio y superior son los niveles impermeables que los individualizan. En la zona de Marina de Llevant, el acuífero principal son las calcarenitas miocenas. Ambos acuíferos son libres.

3. RECORRIDO GEOLÓGICO

3.1. Recorrido del tramo terrestre y la parte marina del emisario de aguas residuales de Son Servera

En este apartado se describe la geológica presente en el tramo terrestre donde se ha proyectado el reemplazamiento de la tubería actual, y desde la playa de la Cala Bona hasta la boca de salida del difusor del emisario submarino.

En el tramo terrestre, la geología se caracteriza por la presencia de un substrato rocoso de naturaleza triásico-jurásico y/o neógeno (plioceno), sobre el cual se disponen los depósitos coluviales y de "terra-rossa". En cambio, la parte marina se caracteriza por un substrato rocoso de naturaleza triásico-jurásico y neógena (plioceno), sobre el cual se disponen los sedimentos de playa y fondo marino, presentes a lo largo del trazado del emisario. La superficie de dicho substrato desciende rápidamente mar adentro, aumentando la potencia de los depósitos litorales y marinos.

Tramo terrestre: P.K. 0+425 a 0+485

La sección litológica tipo es:

- Un horizonte de 30 cm de tierras vegetales, allá donde es presente.
- Un nivel de orden métrico de bloques, bolos, gravas, arenas predominantemente de naturaleza calcárea y dolomítica, con matriz limo-arcillosa roja. Aunque no ha sido posible realizar ninguna prospección geotécnica, se estima por el contexto geológico que la potencia es inferior a los 2-3 metros.
- Substrato rocoso de naturaleza calcárea

Desde el P.K.0+425 hasta el P.K.0+485, se estima que la rasante de la tubería se asentará encima el substrato rocoso o depósitos coluviales.

Tramo marino emisario : Playa “Cala Bona”– Boca salida difusor (P.K. 1+120 a P.K. 2+714,8)

Desde el P.K.1+120 hasta el P.K.1+140, se estima que la rasante del emisario discurre entre los depósitos de playa constituidos por arenas medias de naturaleza calcárea y bioclástica (muestra CAL-S1), sin apenas fracción fina. La profundidad de la rasante oscila entre los 2 m y poco más de uno (1).

Del P.K.1+140 al P.K.1+520, el emisario discurre enterrado entre los sedimentos arenosos del fondo marino (MUESTRA CAL-S2). La profundidad de la rasante no sobrepasa los dos metros, siendo la media de 1,5 m. Desde el P.K. 1+480 hacia delante el fondo marino se encuentra cubierto por una pradería de posidonias.

Desde el P.K.1+520 hasta el P.K. 2+714,8, el emisario submarino emerge y discurre asentado en el lecho marino hasta su fin. El sedimento marino está constituido por arenas finas bioclásticas con un porcentaje bajo en finos.

4. UNIDADES GEOLÓGICO-GEOTÉCNICAS

Como ya se ha comentado en anterioridad, las únicas obras proyectadas son:

- Substitución del tramo terrestre del emisario entre los P.K. 0+425 a 0+485.
- Substitución parcial del tramo marino (tubería más difusor), el cual se asentará sobre el fondo arenoso sujetado por 200 lastres.

Considerando lo comentado, sólo se ha caracterizado geotécnicamente los materiales presentes en los sectores donde se proyectan las obras.

4.1. Unidades terrestres:**Unitat TR-0: Suelo vegetal**

Constitución: Bajo el nombre de esta unidad se identifica el nivel superficial de suelo constituido por tierras vegetales. Esta constituido por limos arcillosos de tonalidad rojiza, con gravas dispersas y/o fragmentos heterométricos de naturaleza predominantemente calcárea y dolomítica.

Presenta un elevado contenido en materia orgánica.

Potencia, geometría y distribución: Dada su naturaleza la potencia es variable, entre 10 cm y 40 cm; unos 25 cm de media. Constituye un nivel tabular más o menos irregular el cual se dispone sobre la unidad TRI, que se describirá a continuación. Se distribuye por todo el sector.

Resistencia y deformabilidad: Nivel constituido por material cohesivo de consistencia blanda. Tanto por potencia como naturaleza no es recomendable asentar ninguna estructura ni conducción, motivo por el cual no es relevante su caracterización geotécnica.

Otras consideraciones: Puntualmente puede presentar materiales de origen antrópico (tierras y runas).

Unidad TR-I: Bloques y gravas con arcillas rojas

Unidad caracterizada a partir del estudio de campo de los depósitos coluviales y bibliografía geotécnica del Departamento de Ingeniería Civil del Taller de Ingeniería Ambiental.

Constitución: Bloques y gravas subredondeadas y angulosas mezcladas con arcillas rojas.

Potencia, geometría y distribución: Potencia de orden métrico; de entre 1,5 y 3 metros. En algunos afloramientos observados se dispone discordantemente sobre el substrato rocoso. La geometría es tabular irregular y su distribución, a nivel de afloramiento, es regular.

Resistencia y Deformabilidad⁽²⁾: En base a nuestra base de datos geotécnicos, y las características litológicas descritas in situ, se atorgan los parámetros geotécnicos que caracterizan el comportamiento del material, los cuales se recogen en la siguiente tabla 4:

ϕ	C	Densitat relativa	E
38°	0'1	80%	375

Tabla 4: Valores paramétricos de la unidad TR-I.

ϕ , ángulo de rozamiento interno aparente. Tablas Terzaghi y Peck. .
C, cohesión. Asumido por presencia de finos.
Densidad relativa: tablas, según Terzaghi y Peck.
E, Módulo deformación elástica (Kg/cm²).

Constituye un suelo granular de compacidad densa.

Otras consideraciones: No se describen.

Unidad TR-II: Substrato Plioceno (calcarenitas)

Esta unidad no ha sido identificada en la estación geomecánica aunque se estima que constituye el substrato rocoso, razón por la cual se ha descrito y caracterizado "in situ", en los afloramientos de Cala Bona (Son Servera).

Constitución: Unidad rocosa constituida por calcarenitas bioclásticas de grano medio de tonos ocres y rojizos, con abundante bioturbación por raíces y niveles ocasionales de gravas y arcillas rojas (niveles edáficos).

Potencia, Geometría y Distribución: La potencia es de orden métrico, pero en general de pocos metros. Se presentan formando capas tabulares a nivel de afloramiento, con estratificación cruzada de gran escala y gran ángulo.

Resistencia y Deformabilidad⁽²⁾: En el apéndice IV se recoge la estimación a la resistencia a la compresión simple a partir de la plantilla de Miller, en base a la media de los golpes obtenidos con el martillo de Schmidt y la resistencia de la roca.

⁽²⁾ Ingeniería Geológica. Luis I. González de Vallejo

En la siguiente tabla, se indican los valores:

Litología	Compresión simple (q _u) en kg/cm ²	Compresión simple (q _u) en MPa	ISRM (1981)
Calcarenita	540 Kg/cm ²	54 MPa	dura

Tabla 5: Valores de compresión simple estimada con martillo de Schmidt y clasificación ISRM (1981).

La tabla nº 6 ⁽²⁾, recoge los valores bibliográficos medios de la deformación elástica y los coeficientes de Poisson:

Litología	Módulo de Young (E) Kg/cm ² x10 ⁵	Coefficiente de Poisson (ν)
Calcarenita	1,5-9.0	0,12-0,33

Tabla 6: Valores módulo de Young y coeficiente de Poisson.

Otras consideraciones: Los valores de compresión simple obtenidos mediante el ensayo con el martillo de Schmidt son más bajos que los obtenidos de un ensayo de compresión simple de una muestra procedente de un sondeo.

4.2. Unidades litorales-marinas

Unitat LM-I: Arenas medias poco bioclásticas (Muestra CAL-S1)

Constitución: Bajo este nombre se identifica las arenas de la playa de la Cala Bona. Están formadas por arenas medias de naturaleza predominantemente calcárea y una proporción de finos muy baja. Mucha materia orgánica.

Potencia, Geometría y Distribución: Al no realizarse ninguna prospección en la playa se desconoce la potencia, aunque se estima que es de orden métrico. Presenta una geometría irregular de tascón hacia mar y se distribuye a lo largo y ancho de toda la playa.

Resistencia y Deformabilidad⁽²⁾: Nivel constituido por material granular de compacidad muy floja-floja.

Se atorgan los siguientes parámetros geotécnicos que caracterizan el comportamiento del material, en la siguiente tabla:

φ	C	Módulo de Poisson	E
35°	0	0,40	10

Tabla 7: Valores paramétricos de la unidad I

Φ, Angulo de rozamiento interno. Valor bibliográfico.
C, Cohesión (Kg/cm²). Asumido.
E, Módulo elasticidad (MN/m²). Valor bibliográfico.

Ensayos de identificación:

- Análisis granulométrico: (1 dato)

Contenido en gravas (retiene el tamiz 2 UNE)	0,19 %
Contenido en arenas (pasa por 2 UNE y retiene 0,063 UNE)	99,17 %
Contenido en finos (pasa por el tamiz 0,063 UNE)	0,64 %

Tabla 8: Granulometría

- Porosidad ⁽²⁾: 0,60
- Densidad aparente ⁽²⁾:

Seca: 1,60 g/cm³

- Densidad sumergida ⁽²⁾: 1,2 g/cm³

Otras consideraciones: No se describen.

Unidad LM-II: Arenas finas bioclásticas con muy pocos finos

Constitución: Bajo este nombre se identifica las arenas del fondo marino de la Cala de Canyamel, entre la cota 0 y – 5 m. Están formadas por arenas finas con una proporción de finos baja y bioclásticas.

Potencia, Geometría y Distribución: Al no realizarse ninguna prospección se desconoce la potencia, aunque se estima que es de orden métrico. Se distribuye formando una franja amplia desde la cota 0 hasta la – 5 metros.

Resistencia y Deformabilidad⁽²⁾: Nivel constituido por material granular de compacidad muy floja-floja.

Se atorgan los siguientes parámetros geotécnicos que caracterizan el comportamiento del material, en la siguiente tabla:

ϕ	C	Módulo de Poisson	E
35°	0	0,4	10

Tabla 9: Valores paramétricos de la unidad I

Φ , Angulo de rozamiento interno. Valor bibliográfico.
C, Cohesión (Kg/cm²). Asumido.
E, Módulo elasticidad (MN/m²). Valor bibliográfico.

Ensayos de identificación:

- Análisis granulométrico: (1 datos)

Contenido en gravas (retiene el tamiz 2 UNE)	0,10 %
Contenido en arenas (pasa por 2 UNE y retiene 0,063 UNE)	98,10 %
Contenido en finos (pasa por el tamiz 0,063 UNE)	1,79 %

Tabla 10: Granulometría

- Porosidad ⁽²⁾: 0,60
- Densidad aparente ⁽²⁾:

Seca: 1,60 g/cm³

- Densidad sumergida ⁽²⁾: 1,2 g/cm³

Otras consideraciones: Se estima que el resto de fondo marino donde se asentará el emisario submarino es de la misma naturaleza, con una proporción de finos sensiblemente mayor, pero inferior al 5 % (por analogía en otras zonas y características de la biocenosis)

5. CIMENTACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS

5.1. Descripción de las estructuras proyectadas

Como se ha mencionado, el proyecto contempla la sustitución de:

- Parte terrestre del emisario entre los P.K. 0+425 a 0+485. La conducción (PVC) en este nuevo tramo ira enterrada con la rasante entre 2 m y 3,5 m de profundidad. Se proyecta para salvar el torrente existente.
- Parte marina del actual emisario por uno nuevo. Se dispondrá sobre el fondo marino de naturaleza arenosa, sujetado por 200 muertos o lastres.

En la tabla nº 11 se recogen las características, dimensiones y emplazamientos de los muertos inicialmente propuestos en el proyecto.

Nombre Estructura	Material/sección	Espaciado (m)	Tipo colector	P.K.	Peso sumergido (tn)	Número
Lastre	Hormigón armado / Rectangular	6	Fundición. ϕ 500 mm	1+588,92-1+809,34	1.605	36
Lastre	Hormigón armado / Rectangular	6	Fundición. ϕ 500 mm	1+809,34-2+314,83	0.803	84
Lastre	Hormigón armado / Cilíndrica	5	PEAD. ϕ 500mm	2+314,83-2+574,83	0.528	52
Lastre	Hormigón armado / Cilíndrica	5	PEAD. ϕ 355mm	2+574,83-2+714,83	0.392	28

Tabla 11: Características de los lastres.

5.2. Estudio de las cimentaciones

5.2.1. Tubería PVC terrestre entre P.K. 0+425 a 0+485.

Inicialmente no se ha contemplado ningún tipo de cimentación superficial especial para la tubería. Se asentará siempre sobre un lecho de arena 0.02/8 mm.

5.2.2. Tramo marino (Tubería Fundición y difusor)

En términos generales, el fondo marino (substrato de asiento del tramo marino con el conjunto de lastres) esta constituido por arenas finas bioclásticas.

La aptitud de estas para soportar las cargas estimadas es buena.

6. DESMONTES

6.1. Zanjas de excavaciones

Considerando las características litológicas presentes (materiales coluviales y substrato rocoso), los ángulos de los taludes naturales del torrente y zonas adyacentes, y la profundidad de excavación de la zanja del colector, se estima que el talud de excavación, a corto término, será estable y no necesitará sostenimiento. No obstante, si se detectan zonas potencialmente inestables, la Dirección Técnica de la Obra habrá de decidir sobre su utilización, o una disminución del ángulo del talud.

Teniendo presente que la zanja del emisario será estrecha (con taludes en ambos lados), es de esperar que no se producirán deslizamientos profundos. En todo caso, si se produjeran serian superficiales, y por esta razón se aconseja un diseño de taludes de excavación, a corto plazo, con ángulos iguales o inferiores a 60°; aprox. (1H:2V). De esta manera se esta a favor de la estabilidad del conjunto, en el caso que se den condiciones de presencia de agua (lluvias), y de la seguridad de la obra durante el período de ejecución.

7. ESCAVABILITAT

La excavación de los suelos (dipósitos coluviales) podrá realizarse con maquinaria convencional tipo retroexcavadora.

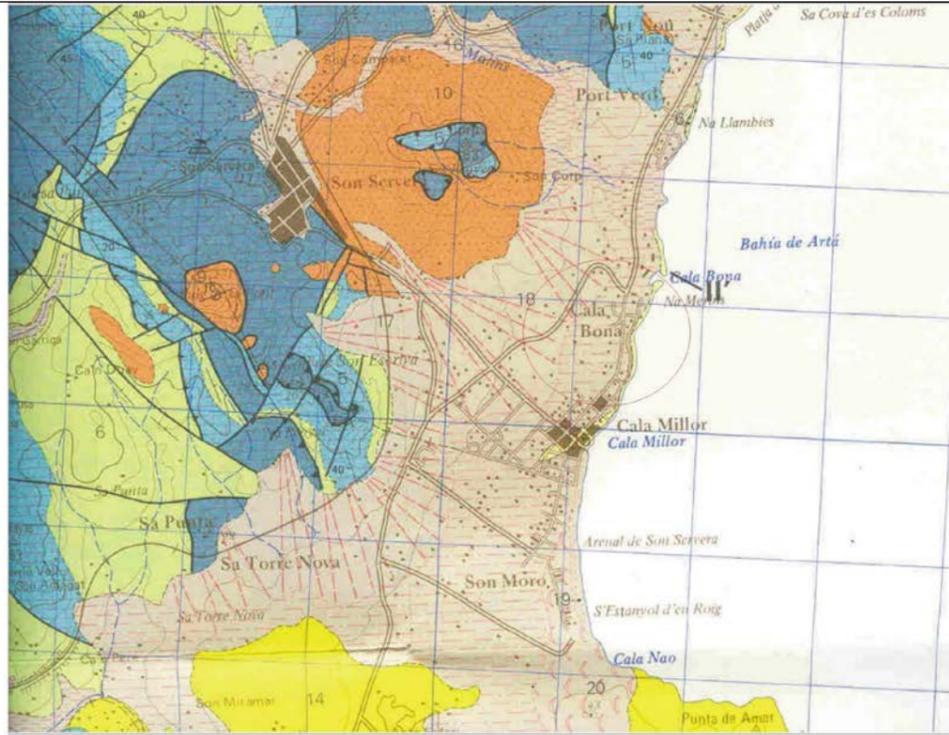
Para la excavación del conjunto rocoso, será necesario la utilización de medio más potentes, como el martillo neumático.

8. OBSERVACIONES

Hay que comentar que el estudio geológico-geotécnico del tramo marino se ha realizado en base a un muestreo superficial distribuido a lo largo del trazado actual. Si bien, se ha extrapolado la información obtenida (y así se ha hecho) tanto lateral como verticalmente, suponiendo que las características granulométricas se mantienen con pocas variaciones, no se puede descartar completamente la posibilidad de zonas con cambios importantes.

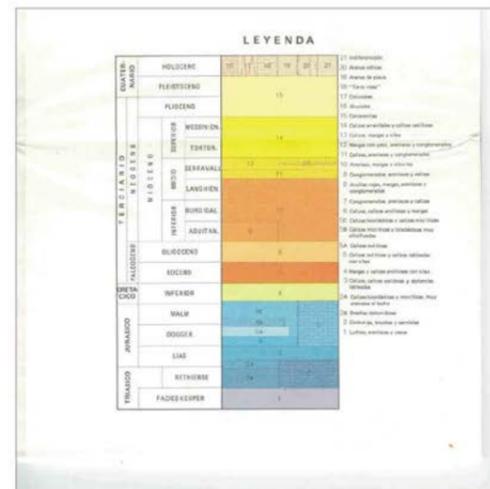
APÉNDICES

APÉNDICE I: MAPA GEOLÓGICO GENERAL Y SITUACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO



MAPA GEOLÓGICO Y SITUACIÓN ZONA DE ESTUDIO

Hoja 700. Manacor. MAGNA



APÉNDICE II: PLANO DE SÍNTESIS A ESCALA 1:10000

APÉNDICE III: ENSAYOS DE LABORATORIO

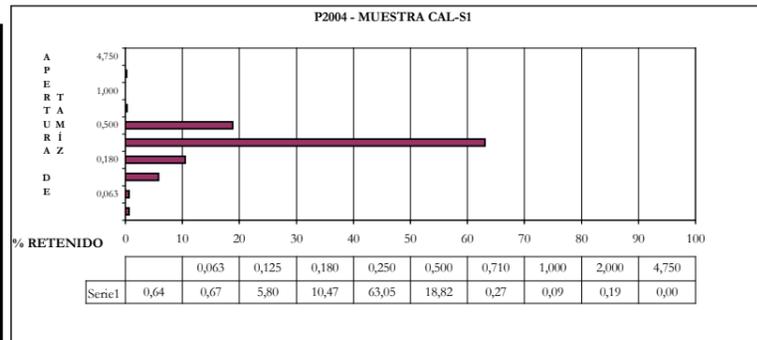
EMISARIO DE SON SERVERA

ANALÍTICA GRANULOMÉTRICA

X: 532513 Y: 4384959 (UTM-ED'50) Z: 0 M
 PESO MUESTRA: 100,9 gramos MUESTRA: CAL-S1

Nº TAMIZ	MALLA (mm)	RETENCIÓN (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4	4,750	0,00	0,00	0,00	100,00
10	2,000	0,19	0,19	0,19	99,81
18	1,000	0,09	0,09	0,28	99,72
25	0,710	0,27	0,27	0,55	99,45
35	0,500	18,99	18,82	19,37	80,63
60	0,250	63,62	63,05	82,42	17,58
80	0,180	10,56	10,47	92,88	7,12
120	0,125	5,85	5,80	98,68	1,32
230	0,063	0,68	0,67	99,36	0,64

Φ84:	2,07
Φ16:	0,90
Φ50:	1,40
D84 (mm)	0,24
D16 (mm)	0,54
D50 (mm)	0,38
MΦ	1,48
σΦ	0,58
SESGO	0,13
MODA	AM
% > 2 mm	0,19
0,063 < % > 2 mm	99,17
% FINOS (<0,063 mm)	0,64

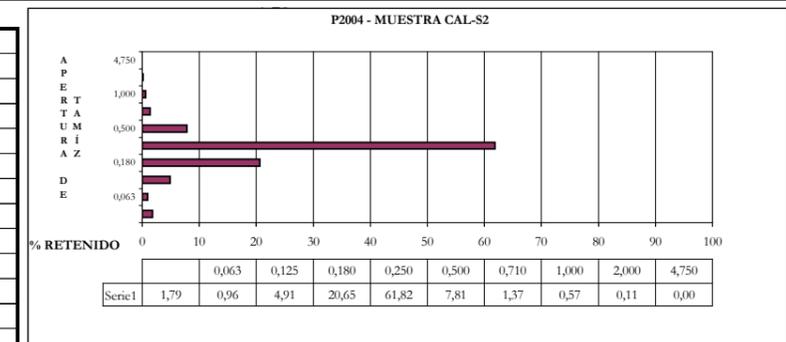


ANALÍTICA GRANULOMÉTRICA

X: 534766 Y: 4384592 (UTM-ED'50) Z: 5 M
 PESO MUESTRA: 101,4 gramos MUESTRA: CAL-S2

Nº TAMIZ	MALLA (mm)	RETENCIÓN (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4	4,750	0,00	0,00	0,00	100,00
10	2,000	0,11	0,11	0,11	99,89
18	1,000	0,58	0,57	0,68	99,32
25	0,710	1,39	1,37	2,05	97,95
35	0,500	7,92	7,81	9,86	90,14
60	0,250	62,69	61,82	71,69	28,31
80	0,180	20,94	20,65	92,34	7,66
120	0,125	4,98	4,91	97,25	2,75
230	0,063	0,97	0,96	98,21	1,79

Φ84:	2,28
Φ16:	1,07
Φ50:	1,57
D84 (mm)	0,21
D16 (mm)	0,48
D50 (mm)	0,34
MΦ	1,67
σΦ	0,60
SESGO	0,18
MODA	AM
% > 2 mm	0,11
0,063 < % > 2 mm	98,10
% FINOS (<0,063 mm)	1,79



APÉNDICE IV: METODOLOGÍA Y CÁLCULO RESISTENCIA MATRIZA ROCOSA

RESISTENCIA COMPRESIÓN SIMPLE MEDIANTE MARTILLO DE SCHMIDT

Se utiliza el martillo de schmidt o esclerómetro (marca Eurosit), el cual esta considerado adecuado para estimar la resistencia a la compresión simple de la roca. "in situ". Para hallar la resistencia es necesario realizar un número considerable de medidas (rebotes) para analizar estadísticamente los resultados.

Con el esclerómetro se mide la resistencia al rebote de la superficie ensayada. El valor final obtenido del análisis estadístico se correlaciona con la resistencia a la compresión simple mediante el gráfico de Miller (1965), a partir de la densidad de la roca y el ángulo de inclinación del martillo respecto la superficie ensayada.

ESTACIÓN GEOMECÁNICA I, (EG-1)

Roca: Calcarenitas

Valor mig martell Schmidt : 34

Densitat : 2,2 gr/cm³

Resistència a compressió simple estimada en gràfic de Miller: 540 kg/cm²

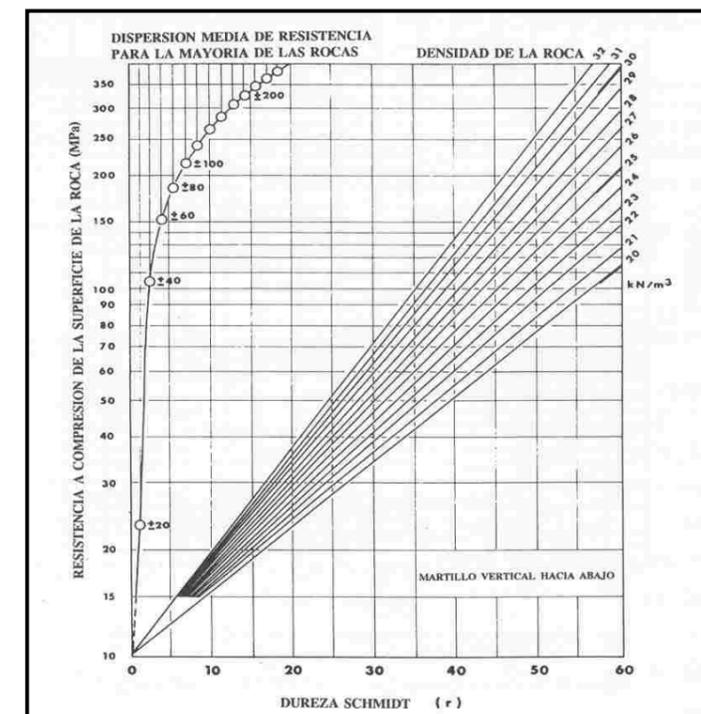


Gráfico de correlación para el martillo Schmidt entre resistencia a compresión, densidad de la roca y rebote (Miller, 1965).

APÉNDICE V: REPORTAGE FOTOGRÁFICO



Foto 1: Cala Bona (Son Servera). Transición tramo terrestre-tramo marino.



Foto 3: Detalle muerto



Foto 2: Detalle emisario.



Foto 4: Emisario acostado sobre posidonias



Foto 5: Detalle emisario



Foto 6: Final emisario