



ANEJO 16. IMPACTO AMBIENTAL

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES	2
--------------------------------------	---

APÉNDICE Nº 1: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO ORIGINAL

ANEXO Nº 1: BIBLIOGRAFÍA

ANEXO Nº 2: ESTUDIO Y MODELIZACIÓN MATEMÁTICA DEL EFECTO DEL EMISARIO Y SU VERTIDO

ANEXO Nº 3: CARTOGRAFÍA BENTÓNICA

ANEXO Nº 4: PLANOS DE LA ZONA

ANEXO Nº 5: PROCEDENCIA DE LOS MATERIALES DE LA APORTACIÓN

APÉNDICE Nº 2: INFORME FAVORABLE DE LA COMISIÓN PERMANENTE DE LA COMISIÓN BALEAR DEL MEDIO AMBIENTE

APÉNDICE Nº 3: MATRICES DE IMPACTO DE LA SOLUCIÓN PROYECTADA

APÉNDICE Nº 4: CÁLCULO DE LA DILUCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROYECTADA

APÉNDICE Nº 5: RESUMEN DE VARIABLES DE LA SOLUCIÓN PROYECTADA



ANEJO 16. IMPACTO AMBIENTAL

1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

Dado que el proyecto que se redacta es un refundido de un proyecto anterior aprobado, se mantiene invariable lo expuesto sobre el particular en el proyecto primigenio del que éste deriva.

Se recopila en este anejo la tramitación ambiental que lleva recorrido el proyecto original, y se incluye información sobre el impacto ambiental de las modificaciones introducidas en el proyecto.

Los antecedentes de la tramitación del proyecto son los siguientes:

- El 30 de abril de 2009, el Pleno de la CMAIB informó favorablemente el “Proyecto de adecuación y legalización del emisario submarino y vertido al mar de la EDAR de Formentera”, con una serie de condiciones, en lo que respecta al emisario de La Savina, y desfavorablemente respecto al emisario des Pujols.
- El 16 de septiembre de 2019 se firma el contrato de servicios en Palma para la redacción del “Refundido de los proyectos de adecuación y legalización de los emisarios submarinos y vertidos al mar de las EDAR de Cala d’Or, Sant Elm, Camp de Mar y Formentera” entre ABAQUA y Roger Torregrosa Llorens, gerente de GRADUAL INGENIEROS SL.

Se adjunta como Apéndice nº 1 el Estudio de impacto ambiental del proyecto original.

Se adjunta como Apéndice nº 2 el informe favorable de la Comisión Permanente de la Comisión Balear del Medio Ambiente.

Se adjunta como Apéndice nº 3 las nuevas matrices de impacto de la solución proyectada.

Se adjuntan como Apéndice nº 4 los cálculos de dilución de la solución proyectada.

Se adjunta como Apéndice nº 5 el resumen de variables de la solución proyectada.

APÉNDICE 1 – ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO
ORIGINAL

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN	3
1.1.- ANTECEDENTES	3
1.2.- PETICIONARIO DE LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	3
1.3.- NECESIDAD DE LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	3
1.4.- NORMATIVA DE REFERENCIA.....	6
1.5.- SITUACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO EVALUADO	7
2.- DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO	9
2.1.- SITUACIÓN ACTUAL	9
2.1.1.- Plano de localización	10
2.1.2.- Situación actual del emisario	11
2.1.3.- Anomalías detectadas.....	13
2.2.- DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS	15
2.3.- ALTERNATIVA PROPUESTA	16
3.- DESCRIPCIÓN DEL MEDIO NATURAL	20
3.1.- CONDICIONES CLIMÁTICAS	20
3.2.- CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS, DINÁMICA LITORAL Y CARTOGRAFÍA BENTÓNICA	22
3.3.- GEOLOGÍA	28
3.4.- HIDROGEOLOGÍA.....	29
3.5.- PAISAJE	31
3.6.- MEDIO TERRESTRE.....	32
3.6.1.- Flora y vegetación.....	32
3.6.2.- Fauna	32
3.7.- MEDIO MARINO	32
3.7.1.- Fauna y Flora	33
3.7.2.- Especies de especial interés, protegidas o en peligro. Especies invasoras.....	34
3.7.3.- Descripción bionómica del fondo marino	36
3.7.4.- Caracterización de sedimentos	46
3.7.5.- Calidad del agua	49
3.8.- ZONAS CON LEGISLACIÓN AMBIENTAL ESPECÍFICA.....	53

4.- DESCRIPCIÓN DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO	55
4.1.- POBLACIÓN Y DEMANDAS DE RECURSOS HÍDRICOS.	55
4.2.- SISTEMA DE SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN.....	56
4.3.- SECTOR AGRARIO.....	61
4.4.- SECTOR PESQUERO.....	62
4.5.- SECTOR SERVICIOS (TURISMO).....	64
5.- IMPACTO AMBIENTAL	65
5.1.- IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS	65
5.1.1.- Metodología	65
5.1.2.- Estudio de alternativas.....	67
5.1.3.- Matriz de impactos	69
5.2.- DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS	70
5.3.- MEDIDAS CORRECTORAS.....	82
5.3.1.- Matriz de impacto con medidas correctoras	86
6.- PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL	88
7.- CONCLUSIÓN	94
8.- DOCUMENTO DE SÍNTESIS	95

ANEXOS

Anexo 1.- Bibliografía

Anexo 2. Estudio y modelización matemática del efecto del emisario y su vertido

Anexo 3. Cartografía bentónica

Anexo 4. Planos de la zona

Anexo 5. Procedencia de los materiales de la aportación

1.- INTRODUCCIÓN

1.1.- ANTECEDENTES

Para mejorar la calidad del agua de vertido al mar, la empresa Dragados y Construcciones construyó en 1992 una estación depuradora de aguas residuales con seis estaciones de bombeo en el municipio de Formentera.

Actualmente, la planta depuradora de aguas residuales de Formentera tiene una capacidad de depuración Caudal: 391.089 m³/año y la población equivalente a la que presta servicio es de 30.260 habitantes.

El proyecto inicial de construcción de la EDAR de Formentera así como el emisario de La Savina no pasaron por el procedimiento de evaluación de impacto ambiental, por lo que se lleva a cabo en estos momentos para obtener así la adecuación y legalización del emisario submarino de la depuradora de Formentera.

1.2.- PETICIONARIO DE LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

La Evaluación de Impacto Ambiental sobre el Proyecto de adecuación y legalización del emisario submarino y vertido al mar de la depuradora de Formentera ha sido solicitada por el Institut Balear de Sanejament (IBASAN), empresa pública adscrita a la Direcció General de Recursos Hídrics, Conselleria de Medi Ambient del Govern de les Illes Balears.

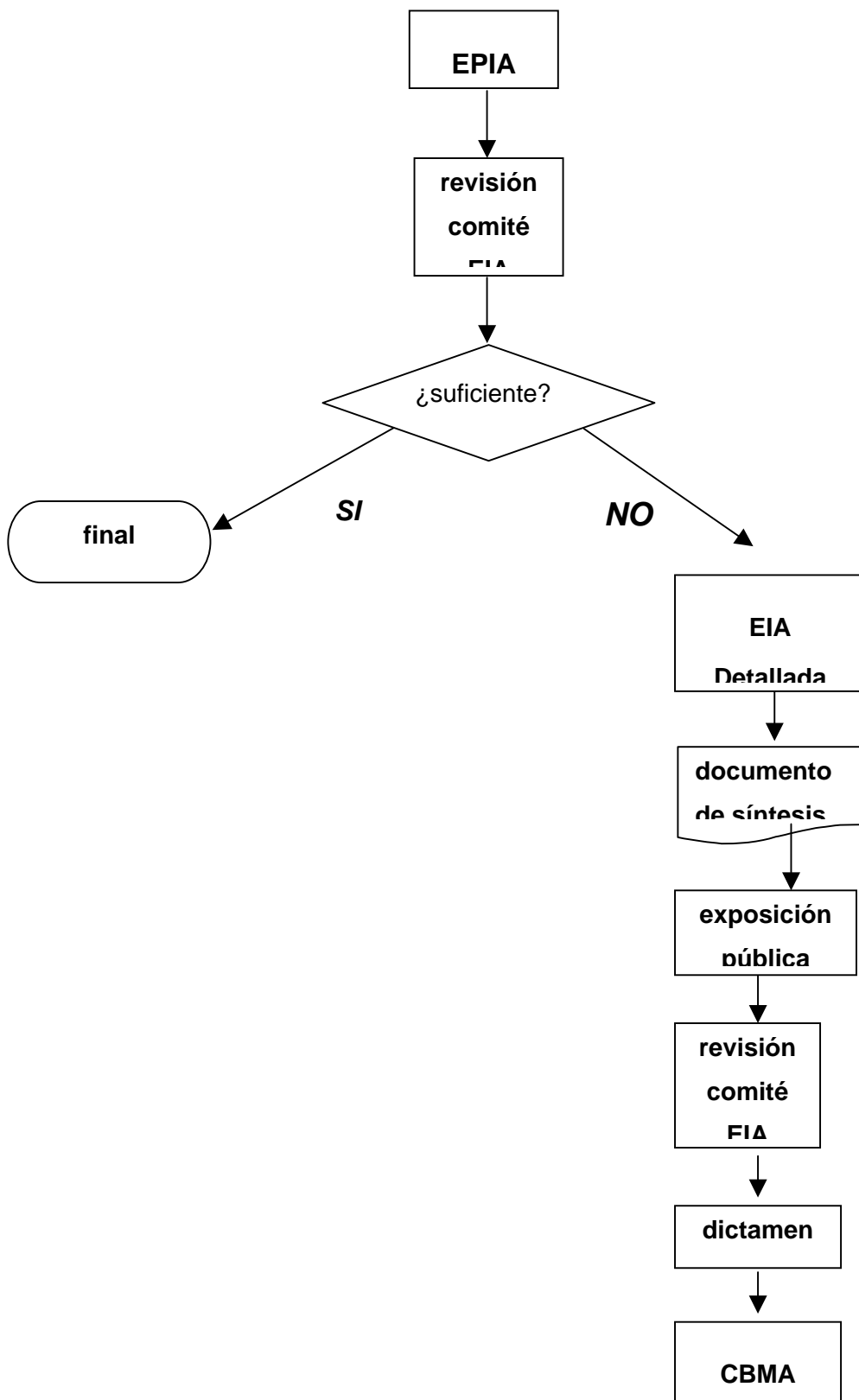
1.3.- NECESIDAD DE LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

La construcción en su día del emisario de aguas residuales de la depuradora de Formentera no pasó por el trámite de un estudio de impacto. Actualmente se hace necesario legalizar esta infraestructura, por lo que se realiza el presente estudio de impacto ambiental.

En aplicación del *Decreto 4/1986, sobre la implantación y regulación de los estudios de evaluación de impacto ambiental*, y de acuerdo con lo establecido en su *anexo III, relación de actuaciones que han de ser objeto de evaluación simplificada, punto 5.10. Instalaciones de depuración de aguas residuales con capacidad para más de 5.000 habitantes*, el proyecto objeto de esta evaluación de impacto ambiental requiere una EIA Simplificada, si bien al situarse el emisario en una zona LIC, ZEPA, Reserva Marina y Parque Natural la administración demanda una Evaluación de Impacto Ambiental Detallada.

En aplicación de la *Ley 6/2001, de evaluación de impacto ambiental*, y de acuerdo con lo establecido en su *anexo I, grupo 9, otros proyectos, apartado b. Actividades listadas en el anexo I que no alcancen los umbrales establecidos en el mismo y se desarrollen en zonas especialmente sensibles, designadas en la aplicación de la Directiva 79/409/CEE del Consejo y la Directiva 92/43/CEE del Consejo, punto 10. Plantas de tratamiento de aguas residuales*.

DIAGRAMA DE FLUJO DE LA ELABORACIÓN DE LA EIA



1.4.- NORMATIVA DE REFERENCIA

- Decreto 4/1986, de Implantación y Regulación de los Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental
- Ley 6/2001, de 8 de Mayo, de modificación del Real Decreto legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de evaluación de impacto ambiental
- Ley 22/1988, de Costas
- Real Decreto 1471/1989, por el que se aprueba el Reglamento para el desarrollo de la Ley 22/1988, de Costa.
- Real Decreto 1131/1988, en el que se aprueba el Reglamento para la ejecución del Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de Evaluación de Impacto Ambiental.
- Ley 4/1989, de 27 de marzo, sobre conservación de los espacios naturales y la flora y la fauna silvestres
- Orden de 13 de julio de 1993, por la que se aprueba la Instrucción para el proyecto de conducciones de vertido desde tierra al mar.
- Decreto 72/1994, sobre Planes de ordenación del litoral de la Comunidad Autónoma de las Islas Baleares.
- Real Decreto 1997/1995, de 7 de diciembre, por el cual se establecen medidas para garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y la flora y fauna silvestres.
- Directiva del Consejo 92/43/CEE, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la flora y fauna silvestres.

- Real Decreto 378/2001, por el que se aprueba el Plan Hidrológico de las Illes Balears
- Decreto 49/2003, de 9 de mayo, por el que se declaran las zonas sensibles en las Islas Baleares.
- Decisión 99/800/CE del Consejo, de 22 de octubre, relativa a la conclusión del Protocolo sobre zonas especialmente protegidas y la diversidad biológica del Mediterráneo, así como aceptación de los correspondientes anexos (Convenio de Barcelona).
- Directiva 76/160/CEE, relativa a la calidad de aguas de baño (R.D. 734/1988, de 1 de julio).
- Directiva 79/923/CEE, relativa a la calidad exigida a las aguas para la cría de moluscos (R.D. 345/1993, de 5 de marzo).
- Directiva 78/659/CEE, relativa a la calidad de las aguas continentales que requieren protección o mejora para ser aptas para la vida de los peces (Orden 16 de diciembre de 1988).
- Directiva 76/464/CEE, relativa a los residuos tóxicos y peligrosos (R.D. 952/1997, de 20 de junio y R.D. 833/1998, de 20 de julio).

1.5.- SITUACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO EVALUADO

El área en el que se ubica el emisario de la EDAR de Formentera está en la zona de escollera del Puerto de La Savina.

En la fotografía adjunta se puede observar con claridad la zona de estudio.



2.- DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO

2.1.- SITUACIÓN ACTUAL

El emisario submarino fue construido en el año 1992 por la empresa Dragados y Construcciones.

Características del emisario

- Material de construcción: fibrocemento con junta RKT
- Diámetro: 400 mm
- Longitud total: 944,74 m
- *Profundidad de vertido actual: 12 m
- Profundidad final del emisario: 21 m
- Balizamiento: No existe

*El emisario evacua las aguas tratadas de la depuradora de Formentera, actualmente a una profundidad de -12 m debido a una rotura producida aparentemente por el fondeo de un barco.

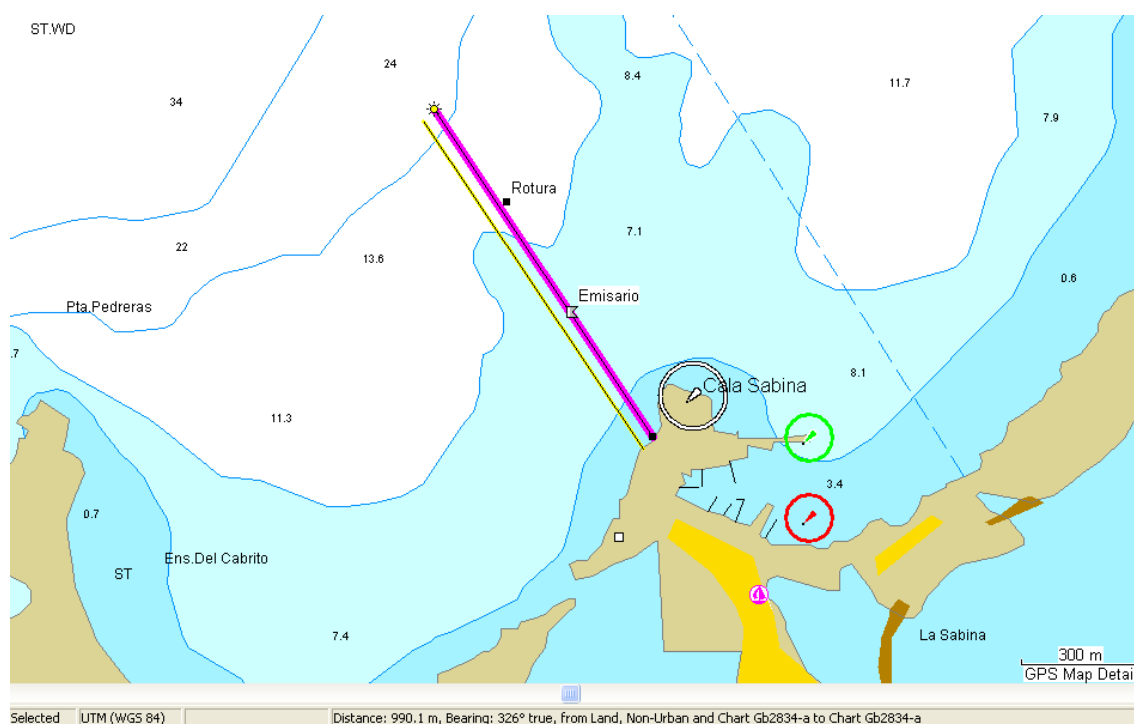
	UTM (WGS84)	CALADOS
Coordenadas inicio	362275 4288737	0m a 1m
Coordenadas final	361738 4289571	21m
Coordenadas rotura	361917 4289333	12m

2.1.1.- Plano de localización

El emisario submarino de La Savina se encuentra situado en la zona próxima al puerto del mismo nombre en el término municipal de Formentera.

El emisario submarino parte de la zona de abrigo del puerto con un Rumbo Noroeste de 327º aproximadamente y recorre una distancia de 990 m desde la rompiente hasta alcanzar una profundidad de -21 m.

La tubería está desconectada y desplazada hacia un costado a una profundidad de -12 m, donde realiza la total evacuación de las aguas residuales. Dicho punto y su situación vienen marcados en el plano siguiente:



Carta de localización del emisario de La Savina de Formentera, posicionamiento de la rotura y del final del emisario.

2.1.2.- Situación actual del emisario

El emisario submarino se inicia en una rompiente hormigonada con sacos bien protegida del oleaje. La tubería continúa en zanja excavada en roca y cubierta de hormigón durante una distancia de 440 m hasta alcanzar -9 m de profundidad, a la que sobresale del lecho marino siguiendo su recorrido sobre el terreno donde se observa la tubería anclada con bloques de hormigón de distintos tipos y tamaños.

Se diferencian tres tipos de anclajes de hormigón a lo largo del recorrido del emisario en función de su peso:

- Bloques realizados en el fondo marino con encofrados o sacos de peso y volumen variado.
- Bloques prefabricados de 500 kg de peso aproximado y colocados sobre la tubería. Existen tres formas diferentes de este tipo de bloque.
- Bloques prefabricados de 1 Tm de gran altura y poca base.

La mayoría de los 22 bloques fabricados en el fondo marino están en mal estado y algunos de ellos se encuentran casi totalmente desechos.

Los muertos o anclajes de hormigón prefabricados de 500 kg están colocados en su mayoría de forma correcta cada 6 m sobre la tubería y concentrados en la parte final del recorrido entre la cota -18 m y -20 m. Existen cerca de 110 unidades de este tipo.

Los muertos o anclajes de 1 Tm de peso aproximado se encuentran situados en varios puntos del recorrido y se han contabilizado 8 de este tipo, tres de ellos en la zona de la rotura a -12 m de profundidad.

A 680 m de recorrido del emisario y a una profundidad de -12 m se localiza una rotura posiblemente producida por el fondeo de un barco y por la existencia en este punto de una antigua reparación con juntas tipo Arpol y dos bridas de fibrocemento rotas.

La tubería en este punto se halla desplazada hacia un costado y los anclajes de hormigón sobre el lecho marino.

A continuación la tubería sigue su recorrido con anclajes de hormigón, algunos de ellos desproporcionados para el tipo de tubería siendo excesivamente altos y de poca base, no llegando a apoyar sobre el lecho marino.

A una profundidad -15 m y a 750 m del inicio del emisario se encuentra una brida de tracción rota reparada con cemento y sosa, siendo éste un posible punto de fuga una vez conectado y reparado el emisario.

El emisario continúa su recorrido sobre un fondo de pradera de Posidonia oceanica con ligera pendiente hasta la profundidad de -16 m, donde desciende bruscamente en un escalón -18,5 m. Durante este tramo la tubería va calzada con pilas de hormigón realizadas con sacos y bloques prefabricados de obra. La tubería lleva en este punto lastres de hormigón sobre ella.

Se observa una de las pilas de hormigón muy deteriorada y sobrecargada de lastre, lo que puede producir una futura rotura en la brida de tracción que ya se observa forzada por el descenso del tubo.

La tubería en su tramo final, sobre un fondo de -20 m de profundidad, va lastrada por varios tipos de lastre y protegida por 6 bloques con armadura antiarrastre, unidos entre sí con cadena de hierro, colocados 3 a cada costado del tramo final del emisario.

El emisario finaliza sobre un fondo regular de Posidonia oceanica con manchas de arena. La tubería, con salida directa, carece de difusor y de balizamiento de señalización.

A lo largo del recorrido se han contabilizado un total de 7 manguitos de reparación de acero inoxidable, dos de ellos localizados en los extremos de la actual rotura a -12 m de profundidad.

2.1.3.- Anomalías detectadas

Durante la revisión se han detectado los siguientes problemas o anomalías en las estructuras del emisario:

Rasante

La tubería sigue una pendiente uniforme en todo su recorrido a excepción de la zona de un escalón de -16 m a -18,5 m de profundidad, en el tramo de apoyo sobre pilas realizadas con sacos de hormigón.

Roturas

Como ya se ha indicado anteriormente, el emisario pierde su continuidad a una profundidad de -12 m y a una distancia de 680 m de su inicio. La tubería se halla desplazada hacia el costado izquierdo, siguiendo un recorrido de tierra a mar. El tramo desconectado consta de un tubo con una brida de reparación en uno de sus extremos, existiendo otra de las mismas características en la rotura de tierra, lugar actual de evacuación de las aguas residuales del emisario.

Los anclajes anteriores al punto de rotura se encuentran caídos o rotos y hay un total de 5 bloques de distintos tamaños desplazados de su punto de anclaje original.

Asimismo se ha detectado otra rotura, a una profundidad de -15 m que consta de una brida de unión reparada con cemento y amarrada con una serie de cabos. Se observa que los tubos que esta brida deteriorada une se encuentran formando un ángulo, provocado posiblemente por otro fondeo de un barco. Este segundo punto de rotura no parece reunir la garantía de estanqueidad una vez reparado el anterior tramo desconectado.

Hormigonado y lastres

Los bloques de hormigón realizados en el fondo del mar se encuentra muy deteriorados y algunos han perdido parte de su estructura superior, por lo que algunos tubos carecen de anclaje efectivo entre la cota -14 m y -16 m.

Se han contabilizado 6 tubos sin anclaje, incluyendo el tramo de la rotura principal. En la cota -14 m se observa un tramo de tres tubos sin anclajes y con un manguito de reparación intercalado entre dos tubos.

Existen tres tipos de anclajes nuevos instalados en los últimos años y se han contabilizado 60 bloques nuevos divididos en tres tipos o formas diferentes. Un gran número de estos bloques nuevos está colocado principalmente en los últimos 250 m del emisario, dejando desprotegidas otras zonas del emisario también expuestas a la rotura por fondeo de barcos.

Asimismo se observa que uno de los tipos de bloques colocados recientemente no es adecuado por su forma y tamaño para este tipo de emisario.

Difusor

El emisario cuenta con un pequeño difusor (surtidor) lateral de 100 mm en su tramo final, si bien es insuficiente.

Bloques de protección

El emisario dispone de una serie de bloques antiarrastré de protección colocados en los costados del emisario. En el tramo final del emisario existen 6 de ellos unidos entre sí con cadena.

Durante la inspección y visualización del fondo con sónar de barrido lateral aparecen una serie de estos bloques colocados, a mayor distancia, a los costados del emisario.

También se observan restos de tuberías sueltas en la zona final del emisario.

2.2.- DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

Durante el transcurso de los trabajos de Asistencia Técnica, y una vez extraídas las primeras conclusiones en la fase de estudio previo, fue citado el equipo consultor por el Director de proyecto asignado para el “Proyecto de adecuación y legalización del emisario submarino y vertidos al mar de la depuradora de Formentera”.

Analizados los primeros resultados, y recopilada la documentación existente en el IBASAN, el Director de proyecto estableció los criterios básicos de actuación sobre los aspectos fundamentales que caracterizan el emisario.

Las directrices establecidas por el Director de proyecto son las siguientes:

- Reparación del emisario submarino.
- Estudiar la posibilidad de hacer uso del emisario d'Es Pujols, como aliviadero de emergencia de la estación de impulsión de aguas residuales.

Tras el Estudio previo se extrajeron las siguientes conclusiones:

- **El emisario en su parte marítima cumplía con los condicionantes formales**, en cuanto a longitud mínima, requisitos del efluente, emplazamiento del difusor, dimensiones del difusor y afección a zonas de uso.
- **Cumple con los condicionantes funcionales.**
- **Existe una pradera estable de Posidonia oceanica** en equilibrio con el emisario y sus vertidos.

En cuanto al emisario de Es Pujols:

- **Antiguo emisario de emergencia, cumple los requisitos en cuanto a longitud mínima.**
- **Se podría hacer uso del emisario**, conectando con un futuro aliviadero de la estación de bombeo de aguas residuales de Es Pujols.

ALTERNATIVAS

CALA LA SAVINA

Tramo terrestre

- No se presentan alternativas al trazado actual.

Tramo marítimo

- No se presentan alternativas al trazado actual.
- Reparación del emisario para el aprovechamiento del total de la longitud

ES PUJOLS

- Las actuaciones son objeto de otro proyecto.

2.3.- ALTERNATIVA PROPUESTA

CALA LA SAVINA

Tramo terrestre

- No se presentan alternativas al trazado actual.

Tramo marítimo

- No se presentan alternativas al trazado actual.
- Reparación del emisario para el aprovechamiento del total de la longitud

Las reparaciones puntuales son las siguientes:

- Reparación de los 22 bloques fabricados en el fondo marino debido a su mal estado.
- Reparación de la rotura existente a la profundidad de –12 m y a 680 m de la costa, así como los anclajes anteriores al punto de rotura, que se encuentran caídos o rotos (en total, reparación de 9 tubos sin anclaje).
- Una vez conectada la tubería con el tramo roto, mejora del tramo del difusor para cumplir los requisitos de dilución inicial, se propone la construcción de un nuevo difusor con bocas de descarga muy separadas.
- Reparación de una brida de tracción rota a una profundidad de –15 m y a 750 m de la costa, siendo éste un posible punto de fuga una vez conectado y reparado el emisario.
- Aproximación de una serie de bloques de protección antiarrastre dado su distanciamiento en el tramo

Para la realización de estas actuaciones se proponen los siguientes procedimientos de puesta en obra del hormigón sumergido:

Hormigón ensacado

Este método se usa para construir muretes o plataformas bajo el agua o para formar la base de una cimentación (por ejemplo, muros de muelles o malecones); siempre la arista más cargada descansa sobre un murete de hormigón en sacos, que transmite los esfuerzos a un fondo de cimentación satisfactorio, descansando el resto, sobre un macizo de escollera. Similar método, se ha usado para sellar juntas, soportar o proteger del oleaje y corriente a elementos prefabricados o tuberías submarinas, en orden de prevenir movimientos dando soporte y protección.

Los sacos se sumergen en palets y envueltos en una funda (manga de polietileno, del doble de diámetro que los sacos y con sus dos extremos abiertos). Luego un buzo sostiene el saco en posición y el otro extrae la funda. Una pareja de buzos puede colocar en obra de 250 a 300 sacos en un día (con un promedio de profundidad de 10 m.).

Con este método, se puede lograr una muy buena adherencia con el fin de obtener una obra monolítica, se asegura una total hidratación y la calidad general del hormigón puede ser controlada. Cuando se trata de sellar juntas en que no se requiera adherencia,

el hormigón puede ser colocado en bolsas de polietileno de alta densidad, para prevenir cualquier lavado de éste.

Hormigón en bolsas de lona impermeabilizadas

Variante del sistema del hormigón en cubas que se emplea en obras de poco volumen de hormigón. Es especialmente apropiado para cubrimientos y protección de tuberías submarinas.

Las bolsas de lona impermeabilizadas se bajan boca abajo, amarradas por el fondo y cerradas en la boca por medio de un nudo de maniobra, que permite abrirlas manualmente. Su capacidad no sobrepasa de los 100 litros.

La labor de los buzos se limita a ubicar el capacho sobre el punto a hormigonar y abrirlo, para luego enviarlo a la superficie para repetir el ciclo.

Este método tiene las ventajas de tener una operatoria sin complicaciones y rapidez de hormigonado, se logran hormigones de buena calidad, con excelente trabazón y no exige más aparatos especiales que las bolsas para sumergir el hormigón.

Resina epóxica

Con esta resina se logra protección contra la corrosión y abrasión y puede ser aplicada en áreas secas, mojadas (ya sea bajo el agua y en la zona de amplitud de mareas) y en aguas de temperatura de 2°C.

Los cubrimientos epóxicos, tienen una adherencia extremadamente buena, y pueden ser aplicados por un buzo, en una faena simple y lograr una superficie impermeable y densa, resistente a la abrasión.

Las resinas epóxicas, fueron descubiertas en USA en 1947, son termoestables, químicamente inerte, resistentes al calor, no se encogen, presentan extraordinaria

adherencia y buenas propiedades eléctricas. Además, se puede combinar con otros plásticos para obtener compuestos con nuevas características.

Las resinas epóxicas tienen, entre otras, las siguientes aplicaciones para el caso que nos ocupa:

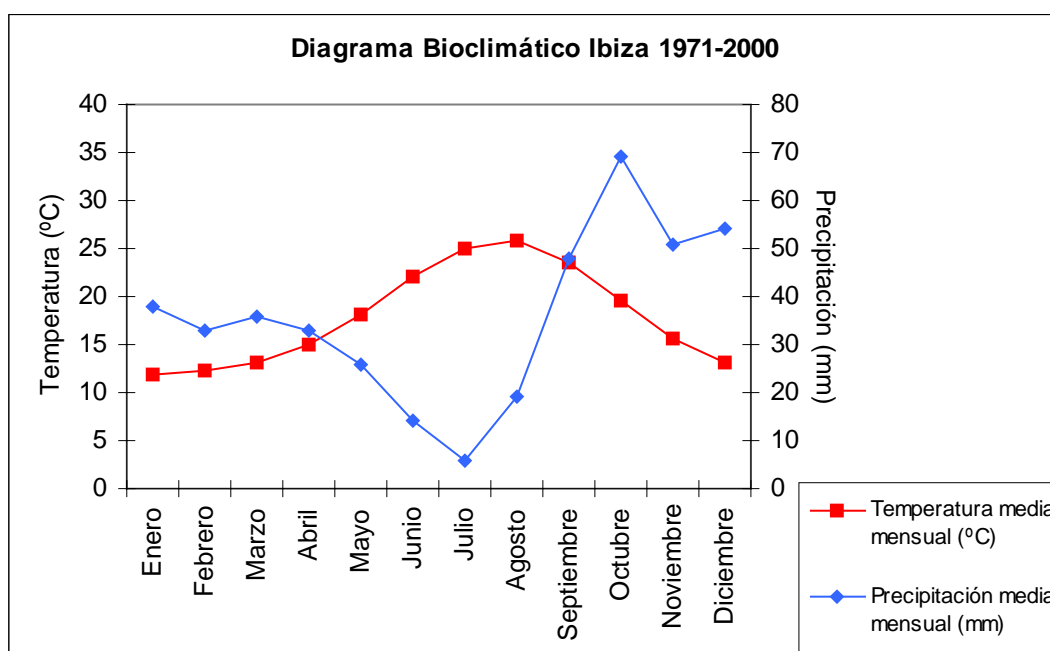
- Reparación de grietas. Se pueden hacer por simple colada, por gravedad o inyección de una formulación epóxica, con las debidas precauciones referentes a la limpieza previa.
- Mejora la resistencia a la abrasión. Se puede realizar cubriendo al hormigón con una delgada membrana de formulación epóxica, o bien, una capa de refuerzo (lona, fibra, etc.) y sobre ella, una capa de acabado.

3.- DESCRIPCIÓN DEL MEDIO NATURAL

3.1.- CONDICIONES CLIMÁTICAS

Como en el resto de las Pitiusas, el clima de Formentera es típicamente mediterráneo. Fitogeográficamente se caracteriza como piso bioclimático termomediterráneo superior con un tipo de ombroclima semiárido superior o seco inferior (según la clasificación de Rivas-Martínez).

La gráfica siguiente muestra el diagrama bioclimático correspondiente a Ibiza, con los datos obtenidos en la estación meteorológica (Instituto Nacional de Meteorología) del aeropuerto de San José.



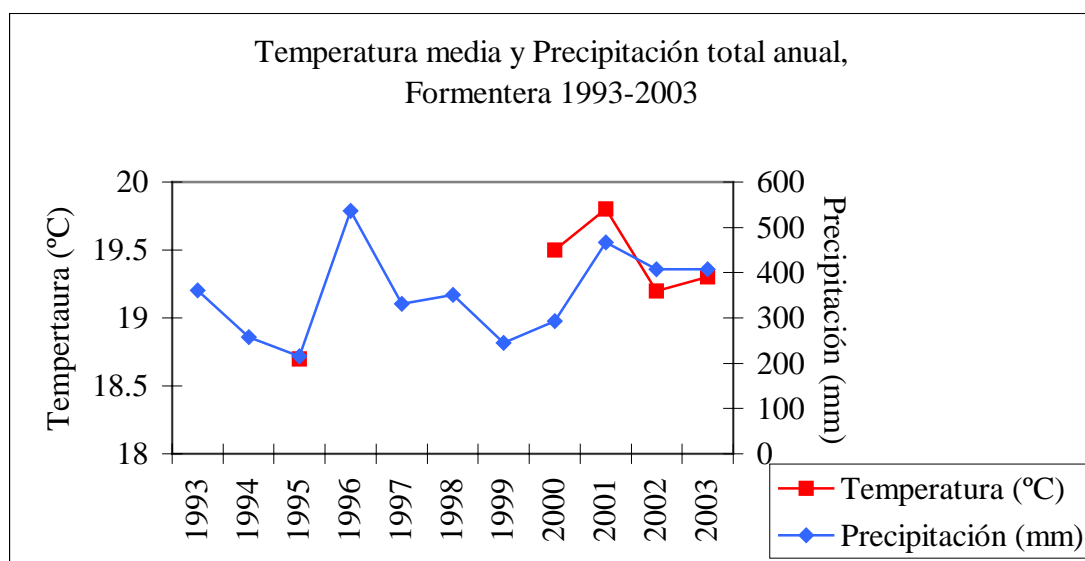
Gráfica 1. Diagrama bioclimático de Ibiza, 1971-2000. Elaborado a partir de los datos del Instituto Nacional de Meteorología

La temperatura media anual en la isla de Formentera es de 17,9°C. El mes más frío es enero y el mes más cálido es agosto. Los inviernos se caracterizan por tener

mínimas muy suaves (durante la mayor parte del invierno no se dan temperaturas inferiores a los 0°C).

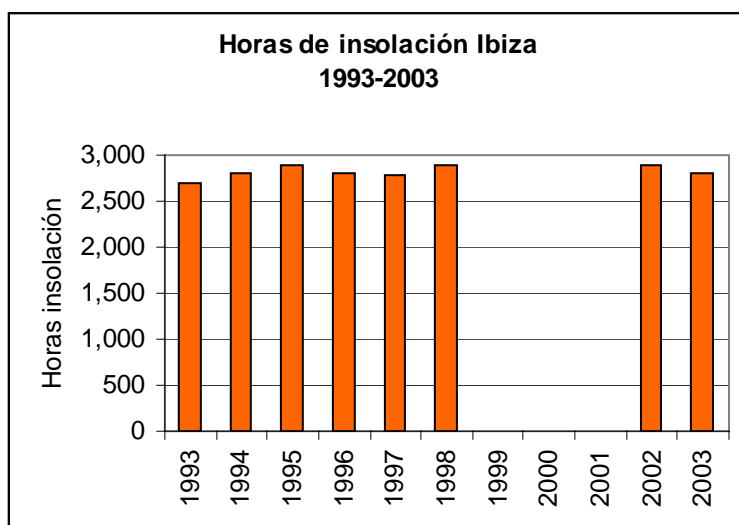
El régimen pluviométrico se caracteriza por llegar a su mínimo durante el verano, coincidiendo con el momento de temperaturas más elevadas, lo que crea un fenómeno de aridez estival. La sequía veraniega es, por tanto, muy acusada. Entre septiembre y enero se da la mayor parte de la precipitación anual, el 61%. El máximo de pluviometría se produce en el mes de octubre y el mínimo en julio.

Las precipitaciones medias anuales en la isla de Formentera se sitúan alrededor de los 437 mm, cifra ligeramente inferior a la isla de Eivissa, pero al contrario que en la otra Pitiusa, las diferencias entre zonas de la isla son mínimas. En la gráfica se observa que en el año 1996 las precipitaciones alcanzaron los 535 mm, mientras que en 1995 se registró la precipitación anual mínima en el período mostrado.



Gráfica 2. Temperaturas medias anuales y precipitación total anual de la isla de Formentera, 1993-2003. Elaborada a partir de los datos del Instituto Balear de Estadística.

La exposición al sol es elevada, con unas 2700 horas de insolación anual. La gráfica siguiente muestra que durante los años observados siempre se ha superado la cota de 2500 horas anuales de sol.



Gráfica 3. Horas de insolación anual de Ibiza, 1993-2003. Elaborada a partir de los datos del Instituto Balear de Estadística.

3.2.- CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS, DINÁMICA LITORAL Y CARTOGRAFÍA BENTÓNICA

En un mar prácticamente sin mareas, en el cual las oscilaciones de nivel son reducidas, la zona litoral superficial es la que presenta un hidrodinamismo más turbulento y, por tanto, más propicio a la mezcla. Con el aumento de la profundidad, el movimiento del agua se hace oscilante en los primeros metros, y se reduce y se vuelve unidireccional a más profundidad. Si el objeto perseguido es la mayor y más rápida dilución de un vertido de agua depurada en el mar, a priori es más adecuada la elección de la zona de hidrodinamismo turbulento frente a la zona con hidrodinamismo laminar.

El Mediterráneo se caracteriza por la formación de una termoclina estival, que de hecho es una piconclina, es decir, una discontinuidad vertical de la masa de agua debida a un fuerte gradiente de densidad. En efecto, el progresivo calentamiento del agua marina superficial durante la época cálida tiene una limitada penetración en profundidad, hecho que con el tiempo determina que la zona más superficial del mar adquiera una temperatura diferencial cada vez más superior, proceso que termina con una discontinuidad relativa debido a diferencias de densidad. Esta discontinuidad acaba por

desaparecer cuando se equilibran las temperaturas de las dos masas de agua al bajar la temperatura atmosférica, proceso que es acelerado por la entrada de vientos fuertes que activan la mezcla vertical en la columna de agua.

En el Mar Balear, la termoclina estival adquiere su mayor desarrollo a finales de julio, y se sitúa a una profundidad media de 30 m. Esta formación tiene evidentes e importantes consecuencias en la dispersión y mezcla de vertidos. En aguas de poca profundidad, pero suficiente como para que exista termoclina, un vertido en el fondo puede suponer su aislamiento y retención durante la época que dure la estratificación.

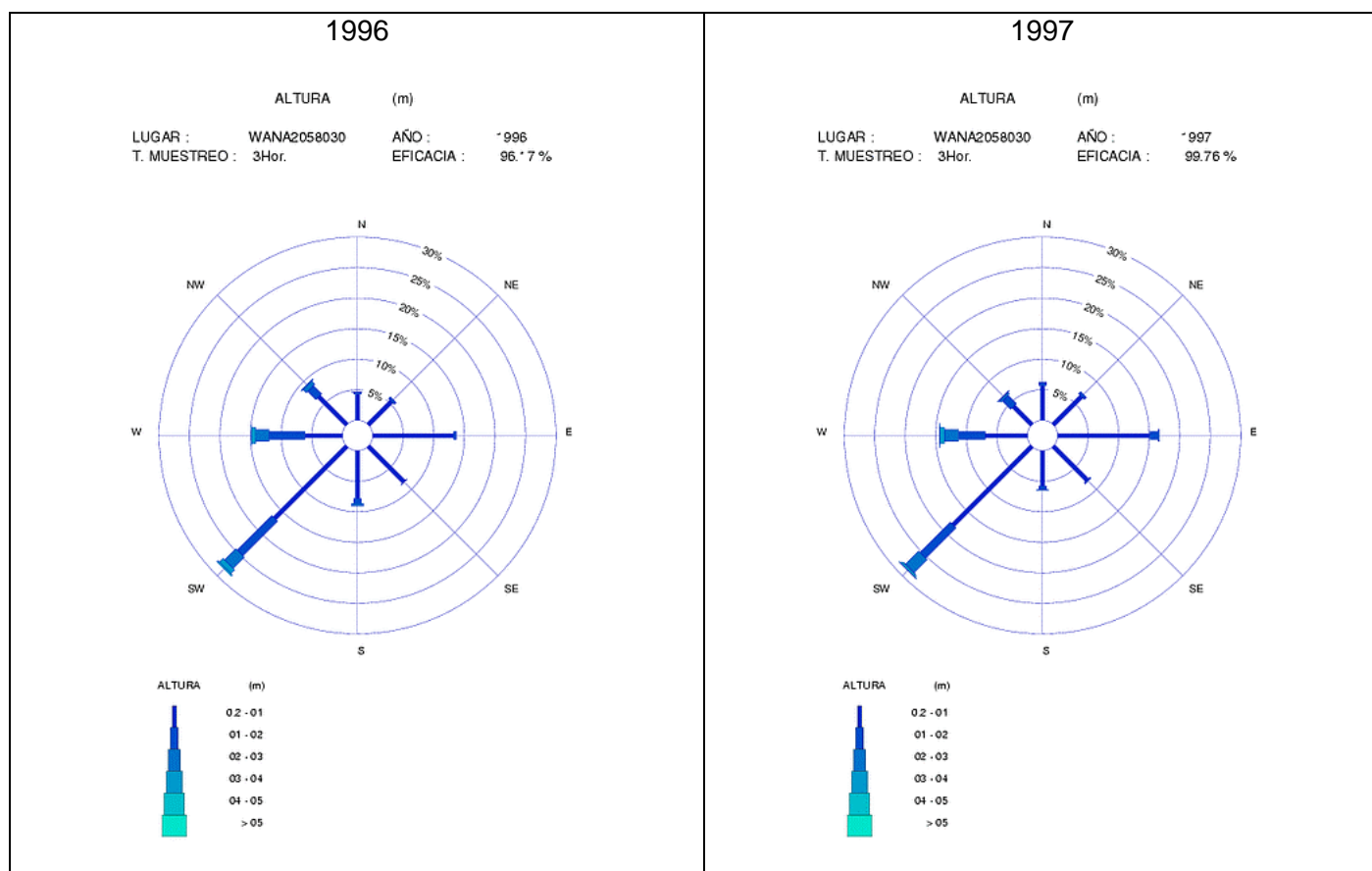
Otro de los factores capitales que determinan la rápida dilución del vertido de una EDAR es la intensidad y direccionalidad del oleaje. A continuación se muestran las rosas de oleaje obtenidas a partir de los datos de Puertos del Estado (Ministerio de Fomento). Se ha tomado como referencia el punto wana situado más cercano al emisario de La Savina.

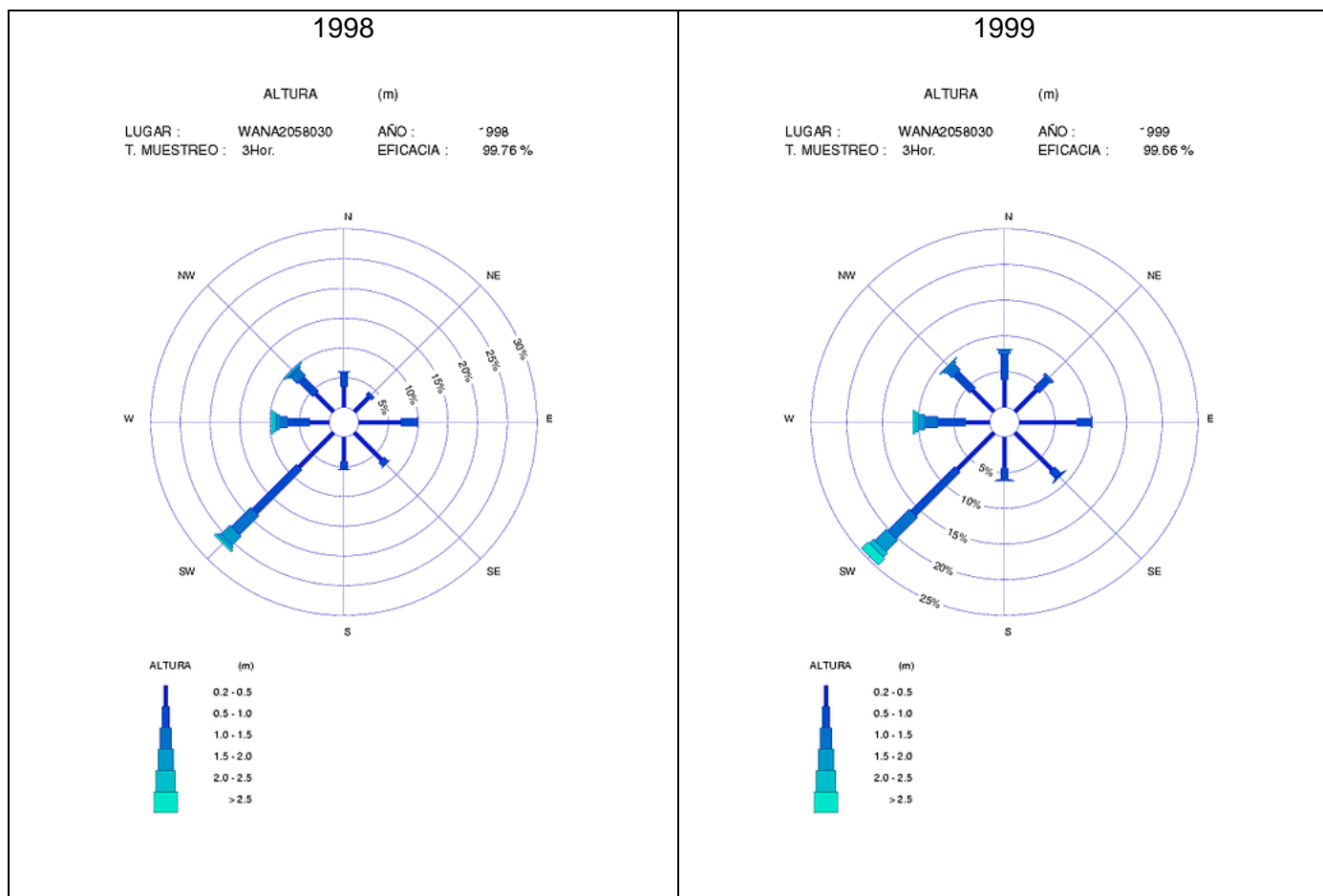
PUNTO WANA 2058030

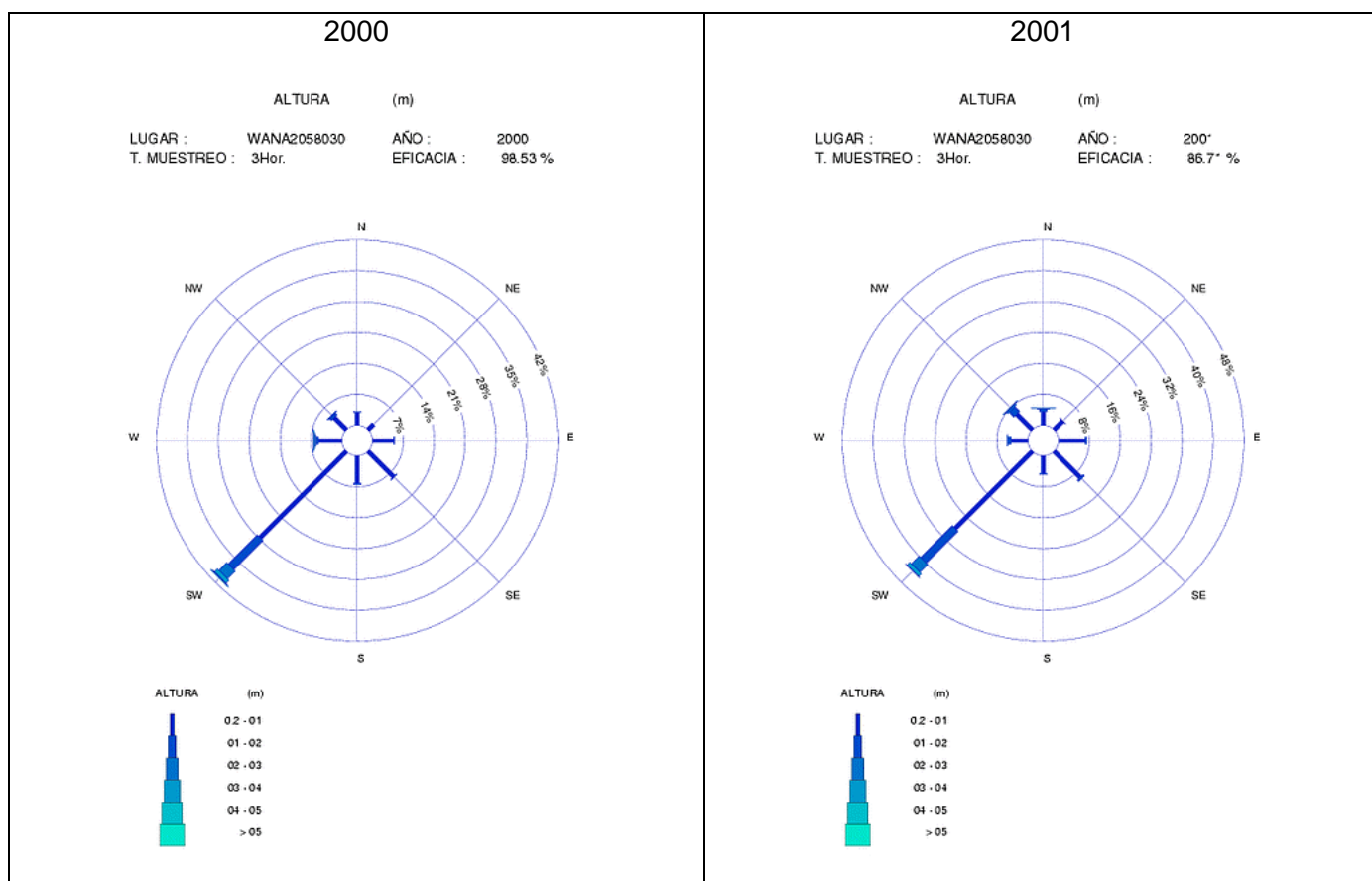
Latitud 38750

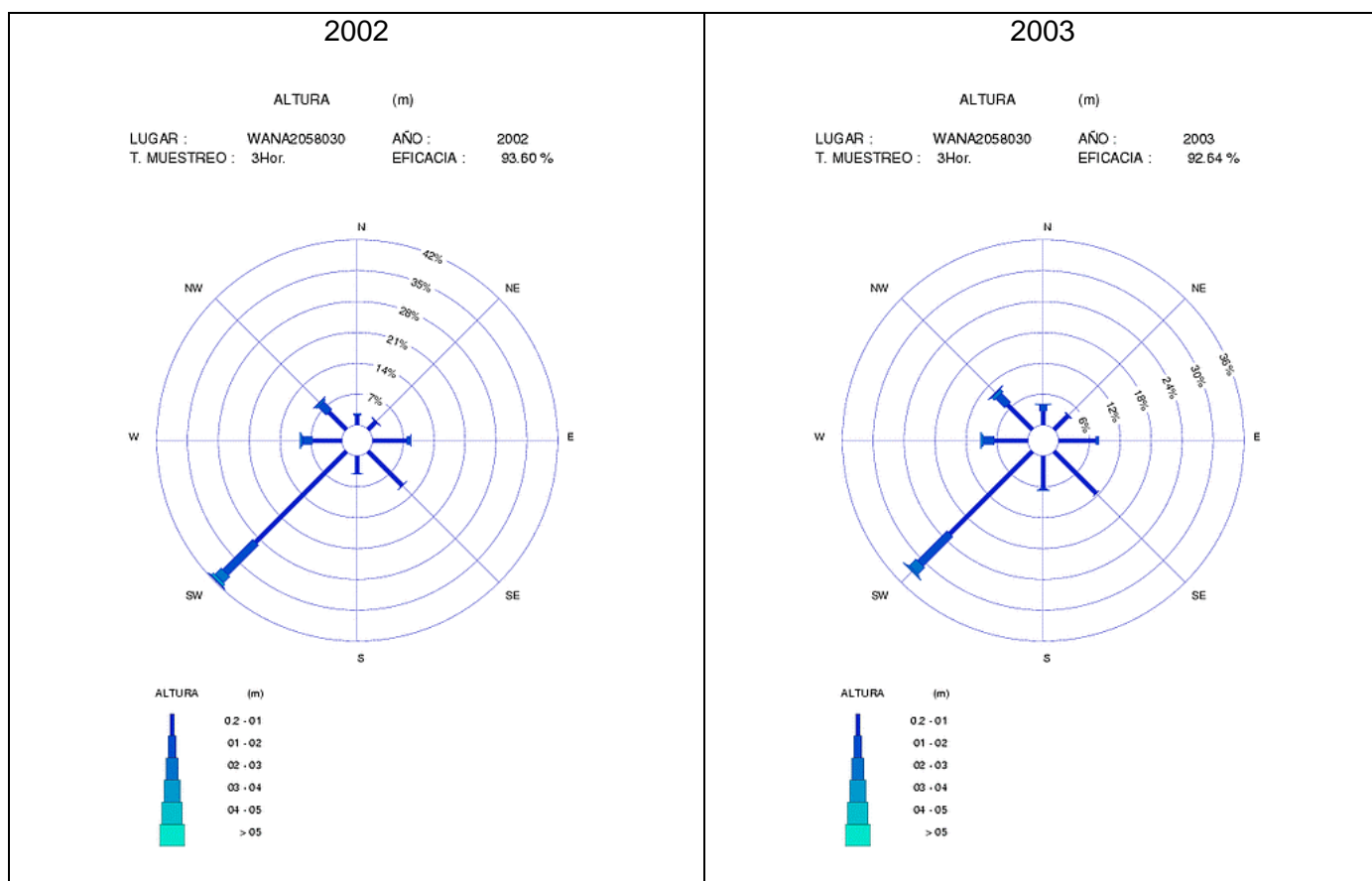
Longitud 1250

Puede apreciarse que la frecuencia mayor corresponde a oleajes desarrollados a lo largo del eje SO, seguido con una menor frecuencia del oleaje de O y NO.









Gráfica 4. Rosas de oleaje en el punto wana 2058030. Fuente: Puertos del Estado

DINÁMICA LITORAL

El estudio de dinámica litoral se adjunta en el Anexo 2 “Estudio y modelización matemática del efecto del emisario y sus vertido”.

CARTOGRAFÍA BENTÓNICA

La cartografía bentónica se adjunta en el Anexo 3 “Cartografía bentónica”.

3.3.- GEOLOGÍA

Las Illes Balears corresponden a partes emergidas de un cinturón de pliegues y superposiciones de la edad miocena (15 millones de años) que tuvo lugar como consecuencia de la colisión entre las placas europea y africana. La isla de Formentera está formada únicamente por materiales postorogénicos (mioceno superior y cuaternario) configurados en dos bloques miocenos unidos por un istmo de calcarenitas y arenas cuaternarias. El bloque situado al este tiene 192 m de altitud y está rodeado de acantilados al igual que el situado al oeste con 107 m de altura. Al norte y sur del istmo que los une se desarrolla una costa baja y arenosa. Al norte de la isla aparece un área deprimida donde se localizan las salinas.

En base al Estudio geológico y geotécnico llevado a cabo, se puede concluir que:

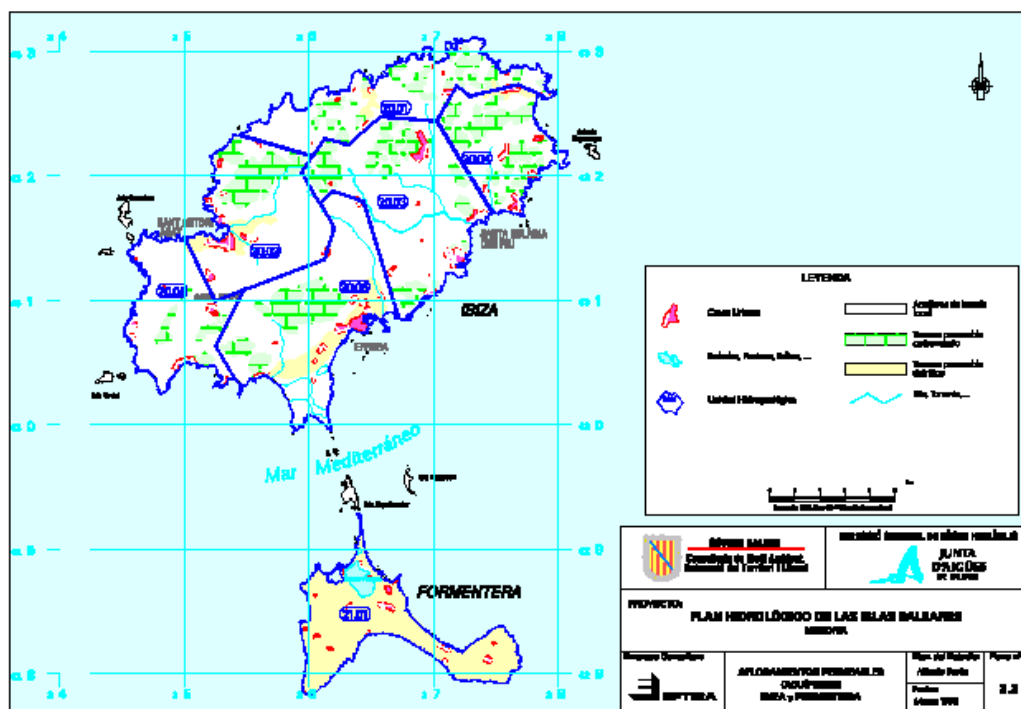
- A partir de los datos de campo obtenidos se puede afirmar que la construcción proyectada se ubica en su parte norte sobre calcarenitas, mas tarde sobre un relleno antrópico de viales y mas hacia el sur discurre sobre aluviales, lentejones de calcarenitas, bancos de calizas y retazos de fangos asociados a albuferas.
- A efectos de la aplicación de la Norma de construcción sismorresistente (NCSE-02) se puede considerar el terreno de cimentación como de tipo II.
- Se han detectado niveles freáticos colgados superficiales asociados a albuferas y el nivel del mar. La obra proyectada se verá afectada por el nivel freático de forma moderada.
- La geomorfología del terreno donde se proyecta la construcción es bastante homogénea y como los materiales que aparecen en superficie son en general medianamente permeables, no existe un desarrollo de la escorrentía superficial.
- No se han detectado zonas sujetas a procesos cársticos.

- Se ha detectado la presencia de sulfatos y agua marina, por lo que es necesario el uso de cemento sulforresistente.
- Para la correcta cimentación de las distintas estructuras se debe eliminar el suelo superficial que aparece en los primeros centímetros, ya que presenta restos de raíces y baja capacidad portante.
- Las excavaciones previstas son factibles por medios mecánicos con taludes desde 1H:3V a 3H:2V en las profundidades necesarias hasta alcanzar la cota prevista. Localmente será necesario emplear en la excavación la ayuda de martillo para facilitar el ripado.
- Se recomienda no exponer la superficie de cimentación a condiciones de alteración, por lo que es de buena práctica proceder de inmediato al hormigonado de regularización, una vez realizada la excavación y limpieza correspondiente.

3.4.- HIDROGEOLOGÍA

La zona estudiada pertenece a la unidad hidrogeológica de Formentera (21.01), de 81,34 km² de superficie y de longitud de costa. Está formada por un acuífero constituido por calcarenitas y arenas del cuaternario con un espesor máximo de 100 metros. Su nivel se mantiene muy próximo a 0 y apenas sufre oscilaciones ya que su nivel de base es el mar.

La recarga de la unidad hidrogeológica tiene lugar por infiltración en el terreno de agua de lluvia y, en número mucho menor, por pérdidas en las conducciones. El aporte de los cursos de agua superficiales es bajo debido a la estacionalidad y torrencialidad. La recarga aproximada en esta unidad hidrogeológica es de 1 hm³/año teniendo en cuenta que su superficie permeable es de 17 km², la pluviometría media de 274 mm/año y que el porcentaje de infiltración medio para la isla de Formentera es del 18 % . El agua acumulada o en circulación dentro de los sistemas acuíferos es extraída, en gran parte, por bombeos para abastecimiento y agricultura, y otra parte se pierde directamente al mar en las zonas costeras donde los acuíferos entran en contacto con el litoral marítimo

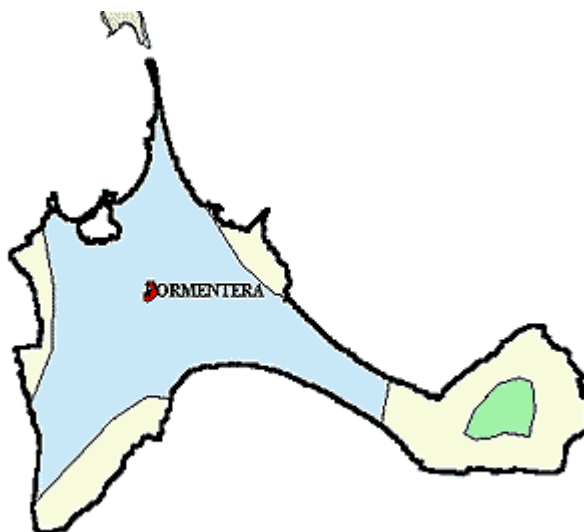


Gráfica 5: Unidades Hidrogeológicas de Ibiza y Formentera. Fuente: *Pla Hidrològic de les Illes Balears*.

Las aguas procedentes del acuífero de la unidad hidrogeológica de Formentera pertenecen a las facies bicarbonatadas cloruradas sódicas.


No hay una hidrología superficial continuada existiendo tan sólo 6 pequeños torrentes que suman un total de 13,97 km² de cuenca.

Debido a la situación de importante sobreexplotación y salinización, este acuífero presenta una patente contaminación por cloruros. El Plan Hidrológico de las Illes Balears considera el acuífero de Formentera como salinizado.



Gráfica 6: Unidad Hidrogeológica de Formentera. Fuente: Instituto Geológico y Minero de España.

FORMACIONES DETRÍTICAS PERMEABLES EN GENERAL NO CONSOLIDADAS

 Acuíferos extensos, discontinuos y locales de permeabilidad y producción moderadas. (No excluyen la existencia en profundidad de otros acuíferos cautivos y más productivos).

FORMACIONES CARBONATADAS PERMEABLES POR FISURACIÓN KARSTIFICACIÓN

 Acuíferos generalmente extensos, muy permeables y productivos.

3.5.- PAISAJE

El paisaje de la zona de estudio combina áreas rurales agrícolas con áreas húmedas y con áreas más urbanizadas, como son La Savina o Sant Francesc.. Gran parte de la zona por la que discurre el emisario terrestre forma parte de ANEI y/o ARIP. Las construcciones realizadas en esta zona suelen seguir las características tradicionales y el efecto disruptor en el paisaje es mínimo.

3.6.- MEDIO TERRESTRE

En este estudio se ha tenido en cuenta el área por la que discurre el emisario en la zona terrestre, cuya longitud es de 3.190 metros.

3.6.1.- Flora y vegetación

La flora y vegetación encontradas son típicas de zonas húmedas y se observan especies como *Phragmites australis* y *Juncus acutus* así como también *Juniperus phoenicea*, típica de esta tierra.

3.6.2.-Fauna

La fauna más destacable es la avifauna que se concentra en áreas próximas al emisario.

También destaca *Podarcis pityusensis*, que está incluida en los anexos II y IV de la Directiva Hábitats (92/43/CEE).

3.7.- MEDIO MARINO

En este estudio se ha tenido en cuenta tanto factores físico químicos como biológicos, de manera que el conjunto de resultados pueda ayudar a determinar la afección del vertido sobre las diferentes comunidades existentes en la zona de influencia del mismo. Por otra parte, al ser el emisario submarino objeto de estudio, las imágenes tomadas permiten identificar los impactos sobre el bentos de la zona y en especial sobre determinadas comunidades más sensibles o más importantes desde el punto de vista de la protección ambiental. El bentos tiene unas características de organización espacial y permanencia en el tiempo que le confieren un papel destacado como indicador de las condiciones ambientales e integrador de los cambios que estas condiciones experimentan a lo largo del tiempo. Es por ello que el bentos es el componente del medio marino más útil para valorar los efectos que el vertido puede tener, por ser el elemento más vulnerable al cambio introducido. En segundo lugar, la mayor variabilidad que experimenta el medio

pelágico y la columna de agua que lo alberga, hacen que una información obtenida puntualmente no represente de manera precisa las condiciones derivadas de ese vertido, requiriendo de un seguimiento a lo largo del tiempo más intenso.

El estudio se realizó mediante inmersiones con escafandra autónoma en las que se tomaron muestras de sedimentos y aguas, se realizaron censos de haces de *Posidonia oceanica* y se filmó en vídeo el recorrido del emisario submarino.

3.7.1.- Fauna y flora

A continuación se detalla una relación de las especies que se han encontrado durante las inmersiones. No se han realizado censos específicos, por lo que la lista es únicamente orientativa.

FANERÓGAMAS

Posidonia oceanica

ALGAS VERDES

Cladophora sp.

Dasycladaus vermicularis

Halimeda tuna

Udotea petiolata

ALGAS PARDAS

Cystoseira balearica

Dictyota dichotoma var. *intrincata*

Halopteris filicina

Padina pavonica

ALGAS ROJAS

Amphiroa rigida

Anadyomene stellata

Falkenbergia rufonala

Jania sp.

Lophocladia lallemandii

Phymatholiton calcareum

ESPONJAS

Ircinia fasciculata

Ircinia variabilis

Sarcotragus spinosula

Spirastrella cuncatrix

MOLUSCOS

Pinna nobilis

PECES

Apogon imberbis

Coris julis

Chromis chromis

Diplodus annularis

Diplodus sargus

Diplodus vulgaris

Epinephelus costae

Epinephelus marginatus

Oblada melanura

Serranus scriba

Symphodus tinca

3.7.2.- Especies de especial interés, protegidas o en peligro. Especies invasoras

Durante los transectos realizados destaca la presencia de dos especies, *Lophocladia lallemandii* y *Posidonia oceanica*, cuyas características se pasan a detallar a continuación.

Lophocladia lallemandii es un alga roja de afinidades tropicales de la familia de las rodomeleáceas, considerada un alga invasora debido a su introducción reciente en el Mediterráneo y a su notable capacidad colonizadora. Parece haber accedido al Mediterráneo a través del Canal de Suez, puesto que coloniza el mar Rojo y es actualmente común en el Mediterráneo oriental (desde Turquía hasta Túnez). En el Mediterráneo occidental es rara, habiendo sido citada de Argelia, Murcia, Cerdeña y sur de Italia. En ninguno de estos lugares ha sido descrito un desarrollo invasivo tal que haya afectado a otras algas o comunidades. Muy al contrario, desde que se descubriera en la costa norte de Eivissa en 1995 (Pantzer, 1998), en pocos años ha experimentado una espectacular expansión en la costa ibicenca, colonizando todo tipo de comunidades de sustrato duro y alcanzando recubrimientos extraordinarios. Más recientemente ha colonizado Formentera y diversos tramos de costa occidental de Mallorca y Cabrera. En la zona estudiada, la población no está tan desarrollada como en otras zonas de las Baleares si bien es un problema ambiental a tener en cuenta en este estudio.

El carácter termófilo de *Lophocladia lallemandii* condiciona su fenología en aguas de Baleares. La especie adquiere un desarrollo máximo en la estación estival, pasando a regresión con la llegada del otoño. Durante la época fría está ausente en prácticamente todos los biotopos marinos, para volver a desarrollarse con el aumento de la temperatura del agua. Las poblaciones asentadas en el Mediterráneo carecen de depredadores, probablemente porque el alga contiene metabolitos de defensa (Boudouresque & Verlaque, 2002).

No se han hallado ni referencias bibliográficas ni se conocen estudios científicos en curso que relacionen la implantación, el desarrollo masivo o el favorecimiento en la competencia con otras especies de *Lophocladia lallemandii* con el incremento de la materia orgánica en el medio en que vive. En consecuencia, tampoco se puede afirmar que la EDAR suponga un peligro conocido de aumento de la presencia de la especie invasora en las inmediaciones del punto de vertido. Esta cuestión solamente se puede abordar en la fase de funcionamiento sometiendo a las condiciones ambientales y a la población de *Lophocladia lallemandii* a un plan de seguimiento científico.

Posidonia oceanica es una fanerógama marina. Normalmente se encuentra formando praderas, que constituyen una de las formaciones más características e importantes de la costa y en general de la plataforma continental mediterránea. Esta importancia se debe a la gran extensión que ocupan y a su elevada producción primaria. También tienen un papel fundamental en otros aspectos del ecosistema litoral mediterráneo: su biocenosis contiene una gran biodiversidad, su estructura de rizomas y raíces fija los fondos de arena y también amortigua el oleaje y las corrientes, la pradera tiene, por una parte, un efecto de depuración de las aguas ya que las limpia de los sedimentos que quedan atrapados entre sus hojas y por otra parte, tiene una función de alimentación, protección y sustrato para los organismos que viven en ella.

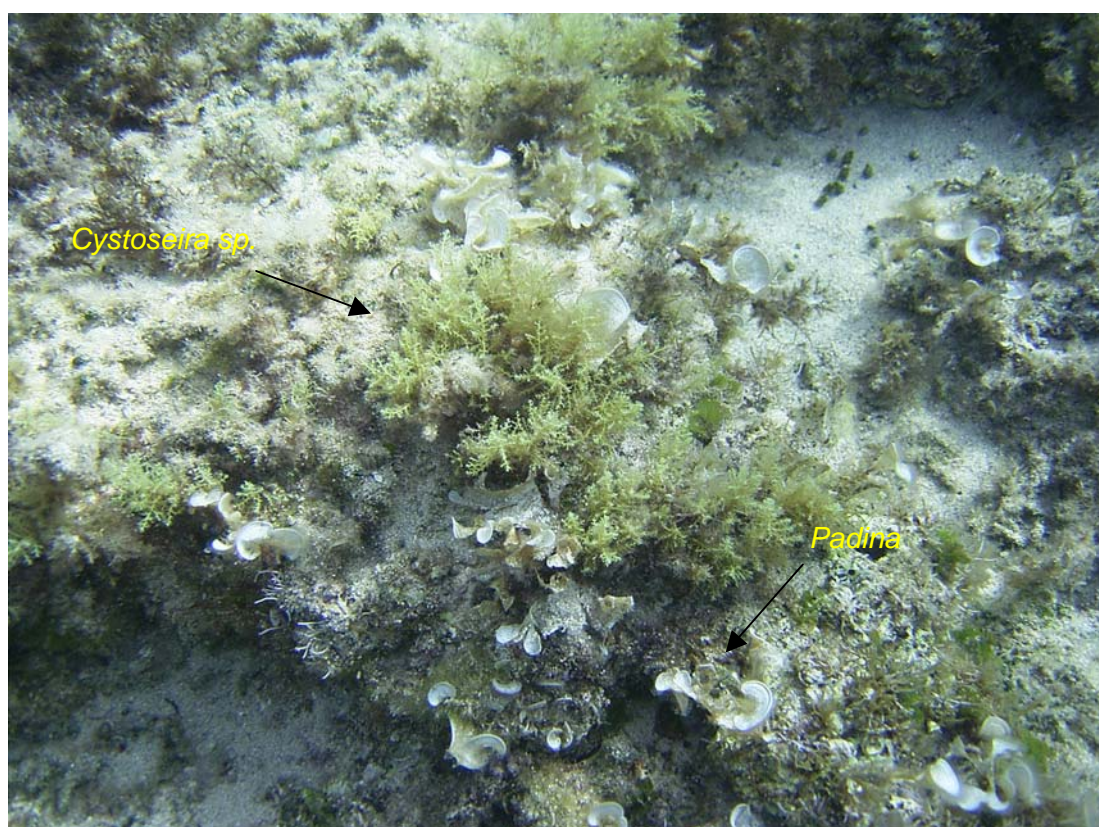
Para clasificar el estado de la pradera a lo largo del emisario, se ha empleado la clasificación de G.Giraud, tal y como aparece en Calvín, 1995. Entre 4 y 8 metros de profundidad la densidad es de 168 haces/m², lo que se corresponde con un estadio IV de pradera muy clara. A -21 metros la pradera se encuentra en un estadio V de semi pradera con 123 haces/m².

En cuanto al estado en que se encuentra la fanerógama marina *Posidonia oceanica*, cabe decir que ni las matas sueltas más próximas a la costa, ni el límite superior de la pradera, presentaban síntomas de alteración como manchas de necrosis o deterioro de las hojas, y en el caso de la pradera, alteraciones en la estructura (baja densidad de hojas o haces, calvas). El alto grado de epifitismo observado puede calificarse de normal para la época del año, momento antes del desfronde en que las hojas son viejas y los epífitos han dispuesto de mucho tiempo para colonizarlas.

3.7.3.- Descripción bionómica del fondo marino

El emisario submarino de La Savina se encuentra situado en una zona próxima a la Punta d'Ensenat, en los alrededores del puerto de La Savina. Parte de la costa con un rumbo aproximado de 327º y tras unos 990m de recorrido vierte a una profundidad de 21 metros se haya dentro de las aguas del Parque de las Salinas de Ibiza y Formentera.

En la zona más superficial de su recorrido y hasta aproximadamente los 5 metros de profundidad, el emisario atraviesa una comunidad infralitoral de algas fotófilas (Calvín Calvo 1995) con dominancia de *Cystoseira balearica*. (en la foto). En esta zona se alterna un fondo de roca plana con claros de arena y cantos rodados, mostrando un hidrodinamismo de fuerte a moderado.



Son también muy abundantes las algas *Padina pavonica*, *Halopteris filicina*, *Dasycladus vermicularis*, *Dictyota dichotoma* variedad *intricata*, *Lophocladia lallemandii*, *Halimeda tuna*, *Udotea petiolata*, *Cladophora* sp., las coralináceas *Jania* sp., *Amphiroa rigida*, *Anadyomene stellata* y *Falkenbergia rufolanosa* así como las esponjas *Ircinia variabilis*, *I. fasciculata*, *Sarcotragus spinosula* y *Spirastrella cunctatrix*. A escasa profundidad están presentes también algunas pequeñas manchas de *Posidonia oceanica*. Sobre el fondo arenoso presencia del molusco *Pinna nobilis*.



La esponja *Ircinia fasciculata* en un fondo rocoso con las algas *Halimeda tuna* (en verde), *Corallina* y *Amphiroa*.



La esponja *Sarcotragus spinosula*, presente en abundancia en estos fondos a escasa profundidad en los comienzos del emisario.



Presencia del molusco ***Pinna nobilis*** próximo a zonas con ***Posidonia***

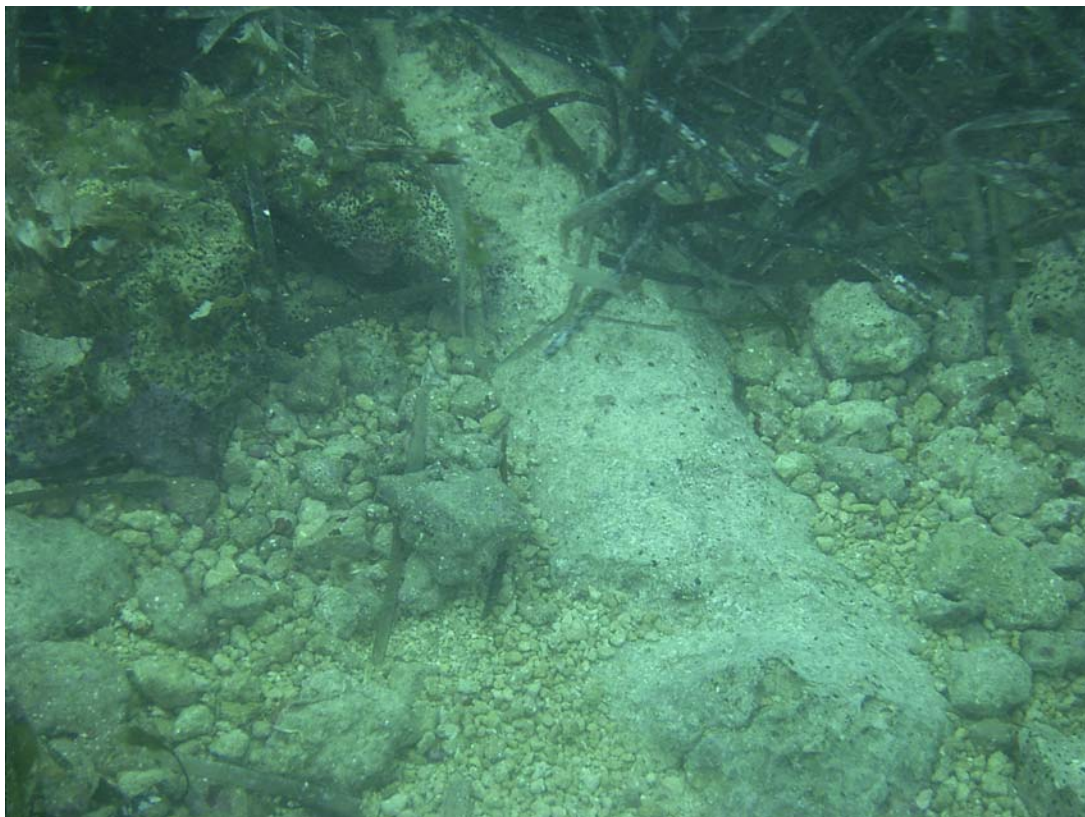


La esponja ***Spirastrella cuncatrix*** en las inmediaciones del emisario.
3m de profundidad.

El emisario continua por una zanja excavada en roca y cubierta de piedras con recubrimiento de algas fotófilas caracterizado por la dominancia de *Padina pavonica* sobre todo, así como de *Dictyota dichotoma* y *Dasycladus vermicularis* entre los 4 y los 8 metros de profundidad a aproximadamente 400 m de la costa alternándose con comunidades de *Posidonia oceanica* distribuida en manchas con densidades del orden de 168 haces por metro cuadrado.



Fondo de roca plana con *Dasycladus vermicularis*. Presencia de *Posidonia oceanica*.



Emisario semienterrado en fondo pedregoso a 6 metros de profundidad.

Entre 8 y 10m de profundidad y hasta el final del emisario la comunidad dominante es la de *Posidonia oceanica* sobre fondo rocoso encontrando densidades sobre 123 haces por metro cuadrado a 21 metros de profundidad.



Emisario sobre Comunidad de *Posidonia oceanica* a 15 m de profundidad



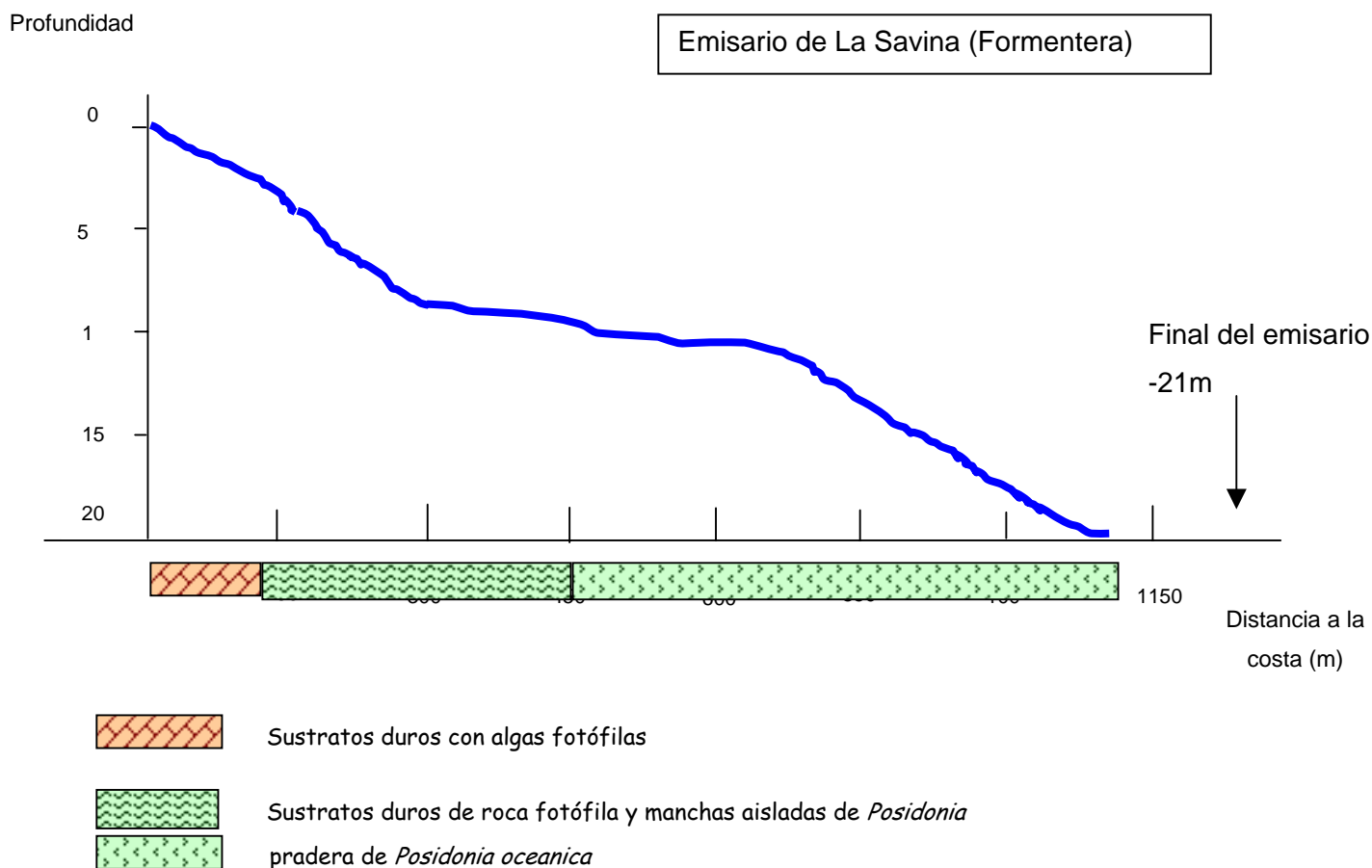
Boca del emisario situada a 21m de profundidad en pradera de *Posidonia*.



Arrecife antiarrastre unido con cadenas para proteger la boca del emisario y los fondos de *Posidonia* adyacentes.

Las Comunidades de Fanerógamas Marinas presentes en el tramo del recorrido de este emisario (*Posidonia oceanica*) figuran entre otros en las listas de “Especies marinas a proteger en el Mediterráneo” elaboradas en el Congreso del mismo nombre desarrollado en Carry-le-Rouet (Francia) en 1989, por lo que son las comunidades más importantes a tener en cuenta en cualquier tipo de actuación.

PERFIL Y TIPO DE FONDO POR EL QUE DISCURRE EL EMISARIO



3.7.4.- Caracterización de sedimentos

Para cada parámetro se han tomado 5 muestras de sedimentos. A continuación se detalla la situación de estas muestras:

80574	Boca del emisario
80575	50 m a la izquierda del emisario
80576	50 m a la derecha del emisario
80577	50 m al Norte del emisario
80578	50 m al Sur del emisario

GRANULOMETRÍA

muestra	peso h.	peso s.	peso h>2	peso h>1	peso h>0,5	peso h>0,25	peso h>0,125	peso h>0,063
80574	232,28	147,98	17,95	8,21	28,96	56,37	29,08	3,72
80575	201,66	112,47	18,35	21,53	29,48	23,84	12,23	2,59
80576	203,97	141,68	46,72	13,08	17,79	27,56	21,82	5,23
80577	247,33	152,31	7,67	30,8	61,25	35,05	12,89	2,3
80578	214,19	148,24	7,95	23,18	41,81	36,81	15,77	2,5
	%>2 mm	%>1mm	%>0.5 mm	%>0.25 mm	%>0.125 mm	%>0.063 mm	%<0.0063	
80574	12,13	5,55	19,57	38,09	19,65	2,51	2,49	
80575	16,32	19,14	26,21	21,20	10,87	2,30	3,95	
80576	32,98	9,23	12,56	19,45	15,40	3,69	6,69	
80577	5,04	20,22	40,22	23,01	8,46	1,51	1,54	
80578	5,36	15,64	28,20	24,83	10,64	1,69	13,64	

La fracción dominante es la compuesta, principalmente, por arenas medias, si bien en las tres primeras muestras (boca, 50 metros a la izquierda y 50 metros a la derecha) también son mayoritarias las gravas, mientras que en la muestra 80578 (50 metros Sur) la fracción de limos y arcillas supone un porcentaje a destacar. La predominancia de las partículas con mayor diámetro indica que existe cierto hidrodinamismo que permite la no acumulación de los materiales sobre estas zonas en concreto. La fracción, relativamente

importante, de limos y arcillas de la muestra 80578 apunta a que en este punto el hidrodinamismo existente es menor que en el resto, acumulándose materiales de diámetro muy pequeño

MATERIA ORGÁNICA

La clasificación de los sedimentos en las diferentes fracciones se ha realizado en función de los siguientes valores:

>2 mm = Gravas

1-2 mm = Arenas muy grandes

0,5-1 mm = Arenas grandes

0,25-0,5 mm = Arenas medias

0,125-0,25 mm = Arenas finas

0.063-0.125 mm = Arenas muy finas

<0,063 mm = Limos y arcillas

nº muestra	tara	peso fresco+tara	peso seco+tara	cenizas +tara	% materia seca	% materia orgánica (sph)	% materia orgánica (sps)
80574	21	130,66	88,81	87,06	61,84	2,58	39,76
80575	21,64	102	61,94	58,86	50,15	7,64	53,68
80576	20,42	118,58	88,6	82,66	69,46	8,71	36,59
80577	20,85	129,48	87,74	86,76	61,58	1,47	39,33
80578	20,38	120,5	89,67	82,38	69,21	10,52	38,07

El porcentaje medio de materia orgánica sobre peso seco es de 41,48%, variando entre 36,59% y 53,68%.

METALES PESADOS

Los sedimentos se han clasificado según el documento publicado por el Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente y el CEDEX "Recomendaciones para la gestión del material dragado en los puertos españoles". Se distinguen 3 categorías:

- Categoría I: materiales cuyos efectos químicos y/o bioquímicos sobre la flora y la fauna marinas son nulos o prácticamente insignificantes.
- Categoría II: materiales con concentraciones moderadas de contaminantes.
- Categoría III: materiales con concentraciones elevadas de contaminantes. Se subdivide en 2 subcategorías en función del grado de contaminación:
 - o Categoría IIIa: pueden utilizarse técnicas de gestión de aislamiento blando especificadas en el documento mencionado anteriormente.
 - o Categoría IIIb: deben utilizarse técnicas de gestión de aislamiento duro especificadas en el documento mencionado anteriormente.

	Hg (mg/kg s.b.s.)	Pb (mg/kg s.b.s.)	Cr (mg/kg s.b.s.)	Cd (mg/kg s.b.s.)	Cu (mg/kg s.b.s.)	Zn (mg/kg s.b.s.)	Ni (mg/kg s.b.s.)
80574	0,11	3,6	1,1	<0.5	1,5	14,7	<1
80575	0,25	4,1	4,8	<0.5	4,8	4,3	<1
80576	<0.1	3,7	1,3	<0.5	1,6	5,7	<1
80577	<0.1	4	<0.6	<0.5	1,3	6,8	<1
80578	<0.1	3,5	<0.6	<0.5	<0.8	4,7	<1
Resultados del análisis							
	Hg (mg/kg s.b.s.)	Pb (mg/kg s.b.s.)	Cr (mg/kg s.b.s.)	Cd (mg/kg s.b.s.)	Cu (mg/kg s.b.s.)	Zn (mg/kg s.b.s.)	Ni (mg/kg s.b.s.)
80574	4,31	140,98	43,077	<19.58	58,741	575,66	<39.16
80575	6,08	99,70	116,72	<12.16	116,72	104,56	<24.32
80576	<1.39	51,61	18,132	<6.97	22,316	79,502	<13.95
80577	<6.39	255,74	<38.36	<31.97	83,116	434,76	<63.94
80578	<0.63	22,16	<3.80	<3.17	<5.07	29,757	<6.33
Valores normalizados							
Categoría IIIb							
Categoría IIIa							
Categoría II							
Categoría I							

En los sedimentos recogidos en el emisario de La Savina, tan sólo el cromo y el níquel presentan categoría I para todas las muestras. En el caso del plomo, las muestras recogidas en la boca del emisario y a 50 metros al Norte de la boca (80574 y 80577 respectivamente) son de categoría II, el resto son de categoría I. Para el cobre, únicamente la muestra recogida a 50 metros a la izquierda del emisario es de categoría II y el resto de muestras son de categoría I. Para el zinc, la muestra recogida en la boca del emisario (80574) es la única de categoría II mientras que el resto son de categoría I. En el caso del mercurio, tres muestras son de categoría IIIa (boca del emisario, 50 metros Oeste y 50 metros Norte) y dos son de categoría II (50 metros Este y 50 metros Sur). Para el cadmio, todas las muestras son de categoría IIIa excepto la recogida a 50 metros al Sur de la boca que es de categoría II.

3.7.5.- Calidad del agua

En el caso de la calidad de las aguas se han tomado diversas muestras en 5 puntos diferentes y en el punto de rotura. Todos están georeferenciados en la tabla "aguas" y son los mismos para todos los parámetros muestreados. Para nitratos, fosfatos y sólidos en suspensión se han obtenido valores tanto en superficie como en fondo.

AGUAS

Muestra	Hora	Posición UTM	Z punto (m)	Secchi (m)	Z muestra (m)	Tª (°C)	pH	Salinidad (g/l)	Conduc . mS/cm	Oxígeno (mg/l)	Saturación (% O ₂)
Punto 1	15:35	361571E	20 m	18 m	Superficie	23,7	8,19	37,80	51,60	7,70	92,2
		4289155N									
Boca					5 m	23,4	8,20	38,00	51,70	7,89	96,1
					10 m	23,6	8,20	37,90	51,60	8,01	88,6
					15 m	23,3	8,20	38,00	51,70	7,04	85,8
					20 m	23,4	8,20	38,00	51,70	7,94	91,4
Punto 2	16:0	361472E	23 m	17 m	Superficie	23,7	8,08	37,90	51,60	7,05	81,0

	0	4289297 N									
					5 m	23,7	8,19	37,90	51,70	7,64	82,9
					10 m	23,6	8,18	37,90	51,60	7,35	88,9
					15 m	23,6	8,16	37,90	51,80	6,70	76,7
					23 m	23,4	8,23	37,90	51,80	7,50	83,4
Punto 3	16:30	361415E	21 m	18,5 m	Superficie	23,7	8,18	37,90	51,60	6,63	80,3
		4289192 N									
					5 m	23,6	8,19	38,10	51,80	6,89	79,3
					10 m	23,5	8,18	37,90	51,80	6,96	74,6
					15 m	23,5	8,19	38,00	51,70	6,08	70,0
					21 m	23,5	8,15	38,00	51,60	7,00	77,0
Punto 4	16:50	361706E	15 m	Fondo	Superficie	23,7	8,18	37,90	51,60	7,14	78,0
		4289181 N									
					5 m	23,6	8,18	37,90	51,70	7,14	95,6
					10 m	23,6	8,17	37,90	51,70	7,20	80,9
					15 m	23,6	8,18	37,90	51,70	6,46	80,0
Punto 5	17:10	362003E	5 m	Fondo	Superficie	23,6	8,15	37,90	51,60	8,58	91,6
		4288526 N									
Costa					5 m	23,6	8,19	37,90	51,80	6,77	78,0
Rotura	9:30	361738E	12,2 m	Fondo	Superficie	23,5	8,20	37,90	55,40	6,28	90,9
		4288904 N									
					1 m	23,5	8,19	37,90	55,40	5,78	83,0

2 m	23,5	8,19	37,90	53,40	5,76	82,7
3 m	23,5	8,19	37,90	55,40	5,35	77,3
5 m	23,5	8,18	37,90	55,40	4,29	64,8
10 m	23,5	8,18	37,90	55,40	4,90	70,1
12,2 m	23,4	8,16	37,90	51,70	5,33	73,8

Los valores observados son los habituales para agua de mar. La transparencia del agua (Secchi) no es mala, alcanzando en todos los puntos la profundidad de 17 metros como mínimo. No se observa termoclina ni disminución de la temperatura en ninguna de las zonas muestreadas. La salinidad se mantiene estable entre valores de 37,8 g/l y 38,1 g/l. Los niveles de saturación del oxígeno se mantienen entre 96,1% y 64,8%.

NITRATOS Y FOSFATOS

Muestra	N-Nitrato (mg/l)	NO3 (mg/l)	N-Nitrito	Fosfato (mg/l)	
80654	0,034	0,299	0,006	0,01	Boca S
80655	0,056	0,493	0,004	0,01	Boca F
80656	0,076	0,669	0,004	0,01	Punto 2 S
80657	0,036	0,317	0,004	0	Punto 2 F
80658	0,036	0,317	0,004	0	Punto 3 S
80659	0,056	0,493	0,004	0,01	Punto 3 F
80660	0,036	0,317	0,004	0	Punto 4 S
80661	0,036	0,317	0,004	0	Punto 4 F
80662	0,036	0,317	0,004	0	Punto 5 S

Muestra	N-Nitrato (mg/l)	NO3 (mg/l)	N-Nitrito	Fosfato (mg/l)	
80663	0,056	0,493	0,004	0	Punto 5 F
80664	0,056	0,493	0,004	0,01	Rotura S
80665	0,056	0,493	0,004	0,01	Rotura F

Los niveles de fosfatos son inapreciables, observándose valores iguales a 0,01 mg/l e incluso valores de 0 mg/l. Los niveles de nitrógeno de nitritos son iguales a 0.004 mg/l en todos los puntos excepto en el punto boca superficie en el que es un poco mayor (0,006 mg/l). El rango de este parámetro en el agua de mar oscila entre 0 y 0.015 mg/l, lo que indica que los valores observados son bajos. Los resultados de los nitratos son más elevados, situándose entre 0,669 mg/l (punto 2 superficie) y 0,299 mg/l (boca superficie). El N de los nitratos en el agua de mar oscila entre 0.001 y 0.6 mg/l . Este hecho indica que la concentración de N-Nitrato es, al igual que la concentración de N-Nitrito, baja.

SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN

muestra	peso filtro (g)	peso seco (g)	vol. Filtrado (l)	s.totale s (mg/l)	peso cenizas (g)	s.Vol. (mg/l)	C.O. (%)
Boca S	0,1082	0,1313	2	11,55	0,1266	2,35	1,18
Boca F	0,1079	0,1309	2	11,50	0,1266	2,15	1,08
Punto 2S	0,1088	0,1261	2	8,65	0,1212	2,45	1,23
Punto 2F	0,1088	0,1273	2	9,25	0,1224	2,45	1,23
Punto 3S	0,1097	0,1306	2	10,45	0,1241	3,25	1,63
Punto 3F	0,1096	0,1363	2	13,35	0,1302	3,05	1,53
Punto 4S	0,1089	0,1278	2	9,45	0,1213	3,25	1,63

muestra	peso filtro (g)	peso seco (g)	vol. Filtrado (l)	s.totale s (mg/l)	peso cenizas (g)	s.Vol. (mg/l)	C.O. (%)
Punto 4F	0,1117	0,1304	2	9,35	0,1212	4,60	2,30
Punto 5S	0,1089	0,1319	2	11,50	0,1248	3,55	1,78
Punto 5F	0,109	0,1396	2	15,30	0,1308	4,40	2,20
Rotura F	0,1087	0,1297	2	10,50	0,1232	3,25	1,63
Rotura S	0,1081	0,1299	2	10,90	0,123	3,45	1,73

El valor máximo de sólidos en suspensión se da en el punto 5 en el fondo (15,3 mg/l) y el mínimo se obtiene en el punto 2 en superficie (8,65 mg/l). En el punto 5 fondo también aparece el máximo para carbono orgánico (2,2%).

3.8.- ZONAS CON LEGISLACIÓN AMBIENTAL ESPECÍFICA

El área en la que se encuentra el emisario forma parte de la zona LIC ES0000084 de Ses Salines de Eivissa y Formentera (16.412,76 ha totales), también declarada ZEPA de acuerdo a la Directiva 79/409/CEE sobre conservación de las aves silvestres. El 28 de mayo de 1993 el Consejo de Ministros resolvió autorizar la inclusión en la lista del Convenio sobre zonas húmedas de importancia internacional (RAMSAR) como hábitat para las aves acuáticas. Asimismo, se pueden encontrar cerca de una treintena de elementos entre especies y grupos animales, especies vegetales y hábitats incluidos en las listas de la Directiva 92/43/CEE de conservación de hábitats y de la fauna y flora silvestres.

La Ley estatal 26/1995, de 31 de julio, declara Reserva Natural las salinas de Ibiza (Ses Salines), las islas des Freus y las salinas de Formentera.

El parlamento de las Illes Balears, en la sesión de 20 de Mayo de 1997 acordó que Ses Salines de Eivissa y Formentera fueran declaradas Parque Natural y la Ley 17/2001 de 19 de diciembre de protección ambiental de Ses Salines de Eivissa y Formentera así lo

confirmó. El Plan de Ordenación de Recursos Naturales (PORN) del Parque Natural de Ses Salines de Eivissa y Formentera publicado en septiembre de 2001, distingue entre Reserva Natural (áreas de protección estricta) y Parque Natural.

El Decreto 63/1999 de 28 de mayo declara la creación y zonificación de la Reserva Marina dels Freus de Ibiza y Formentera.

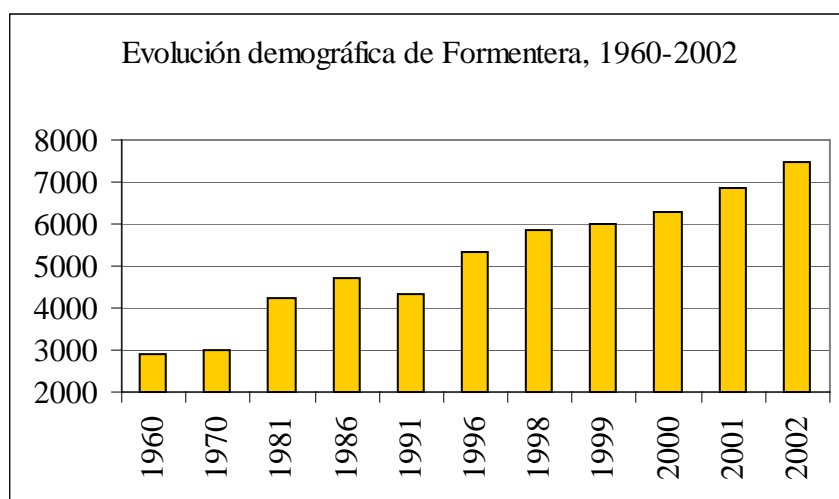
La zona de la bahía del Puerto de La Savina se considera como una masa de agua que requiere un tratamiento adicional al secundario.

4.- DESCRIPCIÓN DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO

4.1.- POBLACIÓN Y DEMANDAS DE RECURSOS HÍDRICOS

En el análisis de este compartimiento del medio socioeconómico se han utilizado, entre otras fuentes, los datos y las previsiones de evolución futura recogidos en el Plan Hidrológico de las Islas Baleares (en adelante PHIB).

El desarrollo del turismo a partir de los años 60 y 70 ha sido el motor del crecimiento económico y, por tanto, de la población. Desde 1960 a 1991 el aumento de población ha sido del 67% en Baleares, 2,5 veces más que el nacional. En el periodo 1981-1991 las tasas de crecimiento se han reducido, aunque, todavía se mantienen superiores al doble del conjunto del estado español: 7,94% frente a 3,21%. En el quinquenio 1991-1996 se ha producido una aceleración del crecimiento con un incremento intercensal que sobrepasa el 10% en la islas de Eivissa y Formentera. Este hecho supone una presión sobre el entorno en general y sobre los recursos hídricos en particular.



Gráfica 7. Evolución demográfica del municipio de Formentera, 1960-2002. Elaborada a partir de los datos del Instituto Balear de Estadística.

Esta presión sobre los aprovechamientos hídricos se acentúa con los elevados porcentajes de población estacional que constituye el 34% de la población residente y que se produce entre los meses de mayo y octubre. Con ello, la población equivalente total supera el millón de personas en el conjunto de las islas.

Las previsiones del Plan Territorial Insular de Ibiza y Formentera prevén que en el año 2006 el municipio de Formentera alcance los 6.173 habitantes y que aumenten a 6321 en el año 2011. Ambas cifras ya han sido superadas con creces y la población en el año 2002 era de 7.461 habitantes.

En la isla de Formentera, la demanda de recursos hídricos para abastecimiento humano en 1996, cifrado en 0,53 hm³/a se satisfacía a partir de 0,3 hm³/a extraídos de recursos subterráneos, más 0,23 hm³/a procedentes de desalación de agua marina.

Según datos del PHIB, el alto grado de intrusión marina detectado desde hace años hace que la isla de Formentera presente un déficit, tanto de calidad como de cantidad, en los recursos hídricos disponibles para abastecimiento humano. Para solucionarlo, deberá suministrarse este recurso a partir de la planta desaladora ya construida con una capacidad nominal prevista de 3.000 m³/día ya suficiente para la atención de la demanda prevista.

4.2.- SISTEMA DE SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN

Saneamiento: El tipo de red de saneamiento existente y el porcentaje de conexión de cada municipio pueden servir como criterios muy generales para determinar el estado de desarrollo del mismo, así se pueden clasificar las redes de saneamiento en dos tipos, aquellas con saneamiento colectivo y por lo tanto generadas en núcleos de población consolidados y aquellas con saneamiento autónomo (fosas sépticas y pozos negros) habitual en núcleos de población con viviendas diseminadas.

- a) Saneamiento colectivo: Al ser Eivissa el centro neurálgico de la isla, es lógico que presente el mayor índice de conexión a la red de saneamiento con un 94% de viviendas conectadas, seguidas de Sant Antoni (76%), Sta. Eulalia (53%), San Josep (52%) y San Joan (26%). En cambio Formentera presenta valores

muy inferiores próximos al 28% de las viviendas conectadas. Una red de saneamiento colectivo lleva asociada un sistema de depuración mediante la implantación de depuradoras que tratan las aguas residuales y permiten su reutilización. En el caso de la isla de Eivissa el Plan Hidrológico de las Islas Baleares estima una reutilización de un 0,74 hm³/año mientras que para Formentera un 0,04 hm³/año.

Como principal problemática se puede destacar la falta de derivación de aguas pluviales o redes separativas en todos los núcleos y la insuficiencia de pozos de registro sobretudo en los núcleos de Cala de Bou y la Savina.

- b) Saneamiento autónomo: El municipio de Santa Eularia presenta los mayores déficits con respecto a la longitud de la red de saneamiento que cubre su área, alcanzando un 39%, seguido del municipio de Sant Antoni con un 22% y Sant Josep y Formentera con un déficit del 18 y 13% respectivamente. Esto se explica por la distribución de las entidades o núcleos poblacionales de considerable importancia que se han desarrollado en los últimos años a distancias importantes de los núcleos de cabecera de cada término municipal. Contrariamente, Eivissa es el municipio que presenta menores déficits, sólo un 3% de déficit de longitud de la red.

A continuación se describe, por una parte el funcionamiento de la depuradora y, por otra parte, el estado de los emisarios.

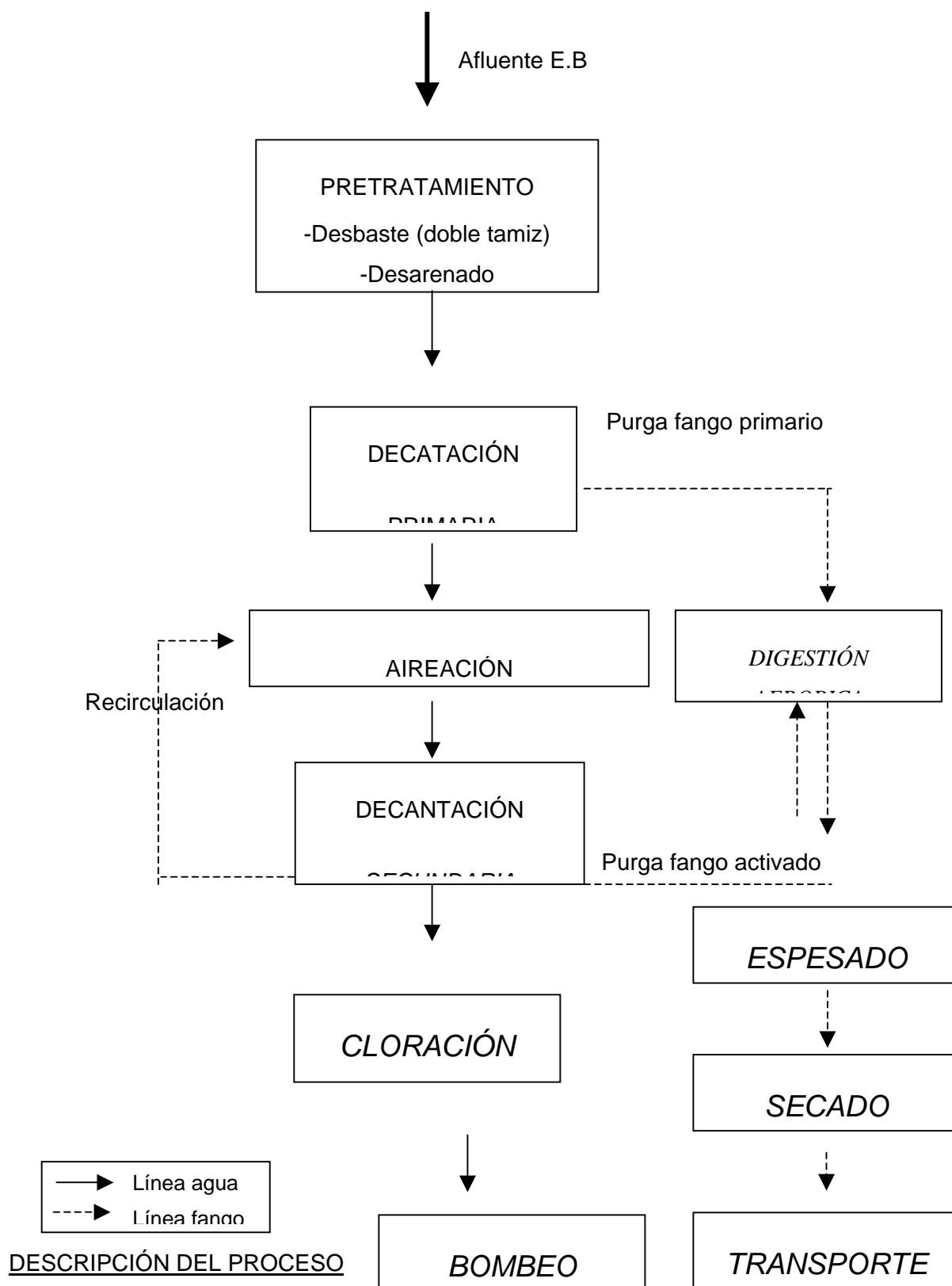
CARACTERÍSTICAS GENERALES

Caudal: 391.089 m³/año

ESTACIONES DE BOMBEO

E.B La Sabina (Emisario)
 E.B Sant Francesc
 E.B Sant Ferrán
 E.B Els Pujols (Emisario)
 E.B Sa Roqueta
 E.B Polígono Industrial

DIAGRAMA DE FLUJO



El agua residual de entrada procedente de las cinco estaciones de bombeo, se somete inicialmente a un pretratamiento. Éste engloba tres procesos; el desbaste de sólidos de gran tamaño, el desarenado y la eliminación de grasas. Estas tres operaciones físicas mejoran la tratabilidad del agua residual.

El primero de ellos, el desbaste, tiene como objetivo la eliminación de los sólidos de gran tamaño (plásticos, fibras, objetos ect.) que afectan al proceso de depuración del agua. Para ello se utilizan sistemas de retención del tipo doble tamiz por donde se filtra el afluente de entrada. Una vez separados, estos sólidos se desechan directamente a contenedores específicos.

El efluente pasa al desarenador en el cual, se procede a una eliminación de arenas, gravas, cenizas y otros materiales pesados, con el fin de proteger los elementos mecánicos móviles de la abrasión y, por otra parte, evitar la acumulación de depósitos pesados en tuberías y conducciones. El fundamento de la separación de estos elementos es que presentan una velocidad de sedimentación muy superior a los sólidos en suspensión por lo que haciendo pasar a una velocidad determinada el afluente, las partículas más pesadas van precipitando en la base del desarenador.

El tercer proceso al que se somete el afluente es la eliminación de grasas y espumas, ya que éstos son compuestos orgánicos de gran estabilidad y su descomposición por acción biológica no resulta fácil. Por otra parte, este tipo de partículas interfiere en la actividad biológica de las plantas de tratamiento de agua residual. Para la separación de estos componentes del afluente, éste es sometido a un proceso de preaireación lo que permite una distribución uniforme de los sólidos suspendidos respecto los flotantes. La película flotante es retirada y desechada.

Tras el pretratamiento, se inicia el tratamiento primario del agua residual, proceso físico por el cual se elimina una fracción de los sólidos en suspensión y materia orgánica con el fin de reducir la carga del afluente que se deriva a la unidad de tratamiento biológico. Consiste en acumular el efluente en un decantador primario donde tras un periodo de tiempo determinado se van depositando los sólidos en suspensión fácilmente

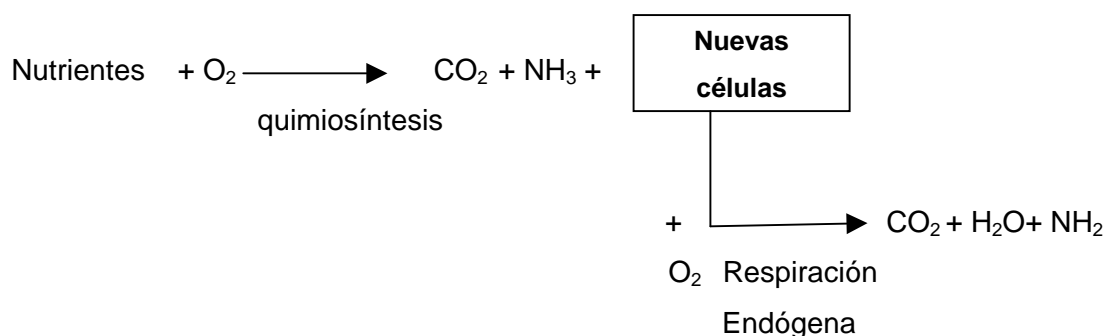
sedimentables, quedan separadas dos fases una fase acuosa y un fase fangosa. En este punto divergen dos líneas de tratamiento, la línea de agua y la línea de fango.

La fracción de fango producida en este proceso queda depositado en la base central del tanque de decantación primaria y posteriormente pasará al digestor.

La fracción soluble pasa directamente a la balsa de activación donde se da lugar el tratamiento biológico del agua residual. En el proceso consigue:

- Eliminación materia orgánica
- Nitrificación/Desnitrificación.
- Eliminación de Fósforo.
- Estabilización de los fangos.

Este proceso se consigue principalmente por acción de bacterias quimioheterótrofas presentes en la propia agua residual capaces de transformar la materia orgánica e inorgánica que en moléculas simples según la reacción:



El agua residual procedente del decantador primario se conduce hasta la balsa de aireación en el cual se mantiene un cultivo bacteriano aerobio en suspensión responsable de llevar acabo la activación del fango en base a la reacción anterior; los nutrientes (materia orgánica e inorgánica) son aportados por el agua de entrada a la balsa, el Oxígeno es aportado por el uso de un difusor que permite la oxigenación del ambiente y por otra parte, la mezcla de los componentes. La mezcla es aireada durante un largo periodo de tiempo hasta llevar a cabo las reacciones anteriores.

La mezcla anterior se conduce hasta un tanque de sedimentación secundaria donde se decanta el fango aireado. Parte de este fango se recircula hasta la balsa de aireación para renovar y aportar el cultivo bacteriano aerobio en suspensión. El resto de fango es purgado.

Seguidamente se procede a una digestión aeróbica de los fangos (tanto los primarios procedentes de la decantación primaria como los fangos activados procedentes de la decantación secundaria) que permite la estabilización de los mismos.

Tras la digestión, se procede a espesar y secar el fango estabilizado. En esta primera etapa se elimina parte de la fracción líquida del fango. Esta reducción en volumen facilita el proceso posterior de secado que en este caso se lleva a cabo mediante filtros de banda. El prensado del fango espesado permite reducir aun más el grado de humedad y por tanto el volumen del fango previo a su transporte.

Siguiendo con la línea de agua extraída del decantador secundario, pasa a un tanque de cloración que permite la desinfección de los efluentes tratados. Tras la desinfección el efluente es conducido a través del emisario hasta desembocar en la boca del emisario (Estación de bombeo de La Sabina).

4.3. SECTOR AGRARIO

Desde los últimos 40 años se ha dado un progresivo abandono de las actividades agrícolas en la isla de Formentera debido a un cambio de ocupación rural a ocupación en el sector servicios (turismo), adquiriendo así facilidades económicas y laborales eran mayores. También cabe destacar que en diciembre del año 2002, el número de afiliados a la seguridad social de este sector en este municipio era de 49 personas (4% del total de afiliados a la seguridad social en la misma fecha), en julio del mismo año aún habiendo más personas afiliadas a la seguridad social en este sector (59 personas), el porcentaje que supone sobre el total disminuye al 2% debido al incremento del número de personas que se dedican al sector servicios durante la temporada alta. Las principales razones del abandono de las actividades agrícolas son: la baja rentabilidad económica y las dificultades de conseguir mano de obra, que se vuelca hacia el sector terciario. El espacio

rural se utiliza como reserva de las actividades propiamente urbanas. Con ello se pierde paisaje, cultura y biodiversidad, y se produce una transformación del suelo rústico, por la penetración de actividades turísticas en lugares inadecuados y sus construcciones asociadas.

Durante el período 1963-1993, en las Pitiusas, la agricultura perdió un 84% de ocupación mientras que el sector servicios creció hasta un 180%. Si se refleja en la ocupación total por sectores se observa claramente que la agricultura pasa de suponer el 28,4% de ocupación a tan sólo el 2,9% y el sector servicios aumenta de 41,5% a 78%.

En Formentera, las extracciones destinadas a abastecimiento superan a las destinadas a agua de riego. En el municipio de Formentera, los recursos hídricos destinados a riego se dedican básicamente a hortalizas. Las superficies de cultivo que se estiman en la actualidad, para el conjunto de Ibiza y Formentera suponen algo menos de 14.000 hectáreas, de las que unas 1.800 son de regadío y las restantes 12.000 son de secano. En el municipio de Formentera existen, según datos de 1999, 145 explotaciones con un total de 4.755 hectáreas de superficie agraria de las que 526 hectáreas son superficie agrícola utilizada. No existen explotaciones dedicadas a la agricultura ecológica.

Para el total de la isla de Formentera, la demanda estimada de agua destinada a agricultura en el año 1996 (según el Plan Hidrológico de las Illes Balears) se situaba en los 0,13 hm³/año, frente a los 0,53 hm³/año destinados a abastecimiento humano. Si bien las cifras relativas a abastecimiento humano han incrementado ligeramente, las destinadas a regadío se han mantenido, tal como preveía el PHIB.

4.4.- SECTOR PESQUERO

La producción pesquera en Baleares es realmente pequeña en comparación con la existente en otras áreas marinas geográfica y políticamente próximas, como otras regiones mediterráneas y atlánticas. La significación económica de esta producción, ya de por sí baja en los países desarrollados donde más del 85% de la actividad económica está concentrada en los sectores secundario y terciario, tiene en Baleares una influencia muy baja en factores macroeconómicos como el producto interior, el porcentaje de población

activa, el volumen de comercialización o de transformación industrial. Sin embargo, esta baja producción no está en proporción con el interés económico y social para el conjunto de Baleares, donde se encuentra el destino del total de las capturas, las cuales se comercializan en fresco y suponen un producto de muy alta calidad y gran valoración y demanda en el mercado.

Dado que en esta evaluación de impacto ambiental se han considerado los efectos sobre la calidad del agua marina y su biota, en especial en relación al vertido de agua procedente de la depuradora, se ha creído necesario tener en cuenta también el posible efecto sobre los recursos pesqueros y sobre el sector pesquero que los explota, como uno de los factores socioeconómicos susceptibles de ser afectados. Obviamente, sólo se ha tenido en cuenta la flota artesanal, puesto que los arrastreros faenan en aguas cuya profundidad mínima (50 m) los aleja de la influencia del vertido.

El puerto de La Savina (38º 44' N, 01º 25' E) va acrecentando su importancia y en los últimos años se han llevado a cabo mejoras para poder así dar cabida a barcos de mayor calada. Alberga las instalaciones de dos clubes náuticos que suman un total de 110 amarres.

La tradicional industria pesquera existente consiste en embarcaciones profesionales, básicamente de artes menores y algún arrastrero. El puerto de La Savina ha experimentado con cierta intensidad los efectos del turismo. Buena parte de las infraestructuras se han destinado en los últimos tiempos a las embarcaciones de recreo, que han ido ocupando el espacio que la reducción de la flota pesquera iba liberando.

El puerto dispone de instalaciones operativas como secadero de redes de 3.000 m², lonja, varadero con rampa y carro, almacén y servicios de avituallamiento de agua, electricidad y combustible.

En efecto, la flota pesquera de la Cofradía de La Savina ha experimentado en los últimos tiempos una recesión manifestada en la reducción de la flota y, por tanto, de las capturas. Si en 1988 la flota constaba de 56 embarcaciones (Direcció General de Pesca, 1989), en 1994 esta cifra se había reducido a 55. Esta flota suponía empleo directo para

una población pescadora de 72 personas (Massutí, 1995). En la actualidad, el censo oficial de embarcaciones profesionales de la Cofradía de La Savina indica que quedan 34 embarcaciones de artes menores y 3 arrastreros. Como dato orientativo, la importancia relativa de las capturas efectuadas por la flota pesquera descrita, en relación al total de capturas realizadas en Baleares, suponen un 3,74% de los desembarcos y un 2,93% del valor en primera venta (Direcció General de Pesca, 1989).

Dado que en la zona donde se procede al vertido no se encuentra identificada como caladero para la flota de artes menores, no es un punto seleccionado para el calado de artes fijos, y no existen instalaciones de acuicultura, se concluye que el vertido de agua procedente de la depuradora o sus efectos derivados sobre la biota marina no afectan de manera apreciable a la actividad pesquera profesional.

4.5.- SECTOR SERVICIOS (TURISMO)

El municipio de Formentera ha pasado a estar dedicado casi por completo al sector terciario, si bien el turismo es más estacional que en el resto de municipios de las Pitiusas. Dispone de una amplia oferta de alojamientos como hoteles, hostales, casas de huéspedes y apartamentos. Por lo que respecta a la oferta complementaria, ésta es muy amplia tanto en servicios como en ocio. Este sector es el motor de la economía de toda la isla de Formentera. A fecha de junio de 2002 existían un total de 119 establecimientos turísticos con un total de, aproximadamente, 4.700 plazas. Estos datos indican que Formentera tiene el 0,89% del total de la oferta de las Illes Balears. En cuanto a restauración y bares, a fecha de 2001, existían un total de 127 licencias. Estos datos pueden traducirse en número de afiliados a la Seguridad Social, que en julio de 2002, alcanzaban un total de 2.400 personas para el sector servicios. Esta cifra, al compararla con la obtenida ese mismo año en diciembre (782 personas) refleja muy claramente la gran estacionalidad existente en este sector. El porcentaje de ocupación respecto del total, de este sector varía en un 20%, siendo el 65% en temporada baja y alcanzando el 84% en temporada alta.

5.- IMPACTO AMBIENTAL

5.1.- IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS

5.1.1.- Metodología

La identificación de los impactos se ha llevado a cabo mediante el desarrollo de una matriz causa-efecto tipo Leopold que se adjunta.

La caracterización de los impactos se ha realizado siguiendo la metodología de Gómez Orea (Gómez Orea, 1994) que utiliza una serie de atributos para establecer la importancia del impacto, cumpliendo con lo establecido en el Reglamento para la ejecución del Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de Evaluación de Impacto Ambiental, aprobado por Real Decreto 1131/1988, de 30 de septiembre.

Los atributos caracterizados son los siguientes:

Signo: Benéfico (+), perjudicial (-), difícil de calificar sin estudios (x).

Inmediatez (In): Directo, indirecto.

Acumulación (A): Simple, acumulativo.

Sinergia (S): Leve, media, fuerte.

Momento (M): Corto, medio, largo plazo.

Persistencia (P): Temporal, permanente.

Reversibilidad (R1): Corto, medio, largo plazo / no reversible.

Recuperabilidad (R2): Fácil, media, difícil.

Una vez realizada la caracterización se aplicó el índice de incidencia ponderada siguiendo la fórmula expresada a continuación:

$$\text{Índice de Incidencia Ponderada} = 3In + 3A + 3S + M + 2P + 3R1 + 3R2$$

El valor máximo posible es 54 y el valor mínimo es 18.

El valor obtenido se representa como "I", que es utilizado para calcular el índice de incidencia estandarizado mediante la aplicación de la siguiente expresión:

$$\text{Índice Estandarizado} = (I - I \text{ mínima}) / (I \text{ máxima} - I \text{ mínima})$$

De esta manera se obtienen valores comprendidos entre -1 y +1. En función del valor obtenido, los impactos se clasifican como:

Índice Incidencia Estándar	Tipología de impacto	Color impacto
0 - 0,499	Impacto Compatible	Verde
0,5 - 0,699	Impacto Moderado	Amarillo
0,7 - 0,849	Impacto Severo	Rojo
0,85 - 1	Impacto Crítico	Naranja

EN TOTAL SE IDENTIFICAN 60 IMPACTOS clasificados como sigue:

Nº Impactos compatibles	35
Nº Impactos moderados	20
Nº Impactos severos	5
Nº Impactos críticos	0

Impacto moderado: efecto cuya recuperación no precisa la incorporación de medidas correctoras intensivas y en el que el retorno al estado inicial del medio ambiente no requiere un largo espacio de tiempo.

Impacto severo: efecto en el que la recuperación de las condiciones del medio exige la adecuación de medidas correctoras y en el que, aún con esas medidas, aquella recuperación necesita de un período de tiempo dilatado.

Impacto crítico: efecto cuya magnitud es superior al umbral aceptable. Con él se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas correctoras. En el caso de que sea un

impacto positivo indica que el efecto es muy beneficioso para el factor ambiental estudiado en ese caso.

A continuación se detalla cada una de las interacciones (impactos) entre acciones generadoras de impacto y los factores ambientales considerados en este proyecto susceptibles de recibir impactos, siguiendo los criterios de:

- Intensidad (capacidad destructora o benefactora de una acción por sí misma): muy baja, baja, media, alta y muy alta.
- Extensión relativa (coeficiente entre el área de una determinada clase afectada por el impacto y el área total, de la misma clase, que existe en el entorno de referencia): impacto muy poco extenso, poco extenso, medio, extenso y muy extenso.

5.1.2.- Estudio de alternativas

Para realizar la evaluación de impacto, se han tenido en cuenta toda una serie de alternativas que se detallan a continuación:

- Alternativas de carga
 - Alternativa 0: no realizar ninguna acción.
 - Alternativa 1: cambio de sección del emisario en la zona marina.

La alternativa elegida es la primera. Con el emisario actual se cumplen la “Instrucción para el proyecto de conducciones de vertidos desde tierra al mar”, aprobada por la Orden de 13 de julio de 1993 y el “R.D. 734/1988, de 1 de julio, por el que se establecen normas de calidad de aguas de baño”, de manera que no se hace necesaria la sustitución del actual emisario por otro de mayor capacidad.

- Alternativas de trazado
 - Alternativa 0: mantener la longitud del emisario.
 - Alternativa 1: incrementar la longitud del emisario.

Para cumplir con la “Instrucción para el proyecto de conducciones de vertidos desde tierra al mar”, aprobada por la Orden de 13 de julio de 1993 y con el “R.D. 734/1988, de 1 de julio, por el que se establecen normas de calidad de aguas de baño” no es necesario alargar el emisario. De esta manera, la pradera de Posidonia oceanica, que actualmente se encuentra en buenas condiciones, no sufre los impactos derivados de un incremento de longitud. La acción que se propone es la reparación de la rotura a -12 metros y una mejora del dispositivo difusor (se trata en las alternativas de pluma).

- Alternativa 2: mantener el trazado actual.
- Alternativa 3: cambiar el trazado.

Al encontrarse sobre pradera de Posidonia oceanica, cabe plantearse un cambio de trazado en el caso de querer construir un nuevo emisario. El trazado actual se dispone en línea recta y recorre zona de pradera, si bien ésta se encuentra en buenas condiciones. Un cambio de trazado repercutiría en otras zonas de la pradera que actualmente no se encuentran influenciadas por el emisario ni su vertido. Al ser una zona con un elevado nivel de protección, las acciones que se han de realizar tienen que resultar totalmente necesarias y han de suponer un mínimo impacto, por lo que no se recomienda esta acción y se propone mantener el trazado actual.

○ Alternativas de pluma

- Alternativa 0: no realizar ninguna acción
- Alternativa 1: aumentar el dispositivo de difusión para lograr una mayor y mejor dilución del vertido.

Para que la pradera de Posidonia oceanica, así como las comunidades asociadas a ella cercanas a la boca del emisario sufran un mínimo impacto debido al vertido de aguas residuales procedentes de la depuradora de Formentera, se recomienda la sustitución de la boca única por la que actualmente vierte el emisario, por un sistema difusor adecuado. Un amplio dispositivo de difusión permite una mejor y mayor dilución con lo que la afección a la pradera será aún menor. Es una propuesta económicamente viable y necesaria desde el punto de vista medioambiental.

5.1.3.- Matriz de impactos

En función de las alternativas elegidas y los datos de campo se ha realizado la matriz de impactos que se muestra a continuación:

			ACCIONES											
			OBRAS							FUNCIONAMT		ABANDONO O REPARACIÓN		
			G1 Ocupación temporal playa / puerto	G2 Movimiento de tierras/emisión de polvo	G3 Desbroce	G4 Uso maquinaria y circulación vehículos pesados	G5 Perforación zanjas terrestres	G6 Movimientos draga / Apertura zanja submarina	G7 Vertido hormigón, lastres, sacos y Tendido del emisario	G8 Vertido agua residual	G9 Situación y longitud del emisario	G10 Rotura o posible desplazamiento del emisario	G11 Estructura permanente	G12 Mal funcionamiento / Averías
FACTORES AMBIENTALES	Medio Físico	F1 Suelo / Perfil edáfico												
		F2 Calidad atmosférica												
		F3 Nivel acústico												
		F4 Nivel olfatométrico												
		F5 Calidad agua marina y sedimentos												
	Medio Biótico	F6 Vegetación y fauna terrestres												
		F7 Comunidades bentónicas												
		F8 Comunidades nectónicas												
		F9 Especies protegidas o de interés												
	Medio Social y Económico	F10 Usos recreativos y turismo												
		F11 Zona residencial												
		F12 Paisaje emergido												
		F13 Paisaje submarino												
		F14 Aceptabilidad social del proyecto												

5.2.- DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS

ALTERACIONES SOBRE EL MEDIO FÍSICO

ACCIONES QUE PRODUCEN IMPACTOS SOBRE EL SUELO Y/O EL PERFIL EDÁFICO

El movimiento de tierras (G2), se traduce en el traslado de las mismas de un lugar a otro de la parcela o de un lugar de la parcela al camión que va a proceder a su transporte. En la matriz se considera un impacto compatible de intensidad baja y extensión relativa media.

El continuo tráfico de vehículos pesados (G4) produce otro tipo de impacto que se traduce en la compactación de los primeros centímetros de suelo. No existen viales de acceso a la zona en la que se sitúa el emisario ni éste se sitúa en la mayor parte de su tramo terrestre junto a una carretera y de esta manera se agrava el impacto, si bien el suelo no es uno de los factores que se ve más afectado, por lo que el impacto es compatible, de intensidad baja y extensión relativa media.

La perforación de zanjas terrestres (G5) produce una desaparición directa y permanente del suelo, por lo que en la matriz se considera como un impacto severo. En este caso se trata de la apertura de una zanja de aproximadamente 3.200 metros en zona protegida sin seguir la carretera en la mayor parte de su recorrido, con lo que la destrucción del suelo se agrava. Impacto de intensidad alta y extenso en cuanto a extensión relativa.



ACCIONES QUE PRODUCEN IMPACTOS SOBRE LA CALIDAD ATMOSFÉRICA

El movimiento de tierras (G2) produce la dispersión de parte de las mismas, sobretodo bajo condiciones meteorológicas desfavorables (viento). Al tratarse de una zanja de pequeñas dimensiones, la cantidad de tierras afectadas no es muy elevada, por lo que este impacto se considera compatible, de intensidad baja y medio en cuanto a extensión relativa.

La circulación de vehículos pesados (G4) produce, por una parte, la emisión de gases contaminantes a la atmósfera y, por otra parte, la posibilidad de dispersar las tierras transportadas por dichos vehículos. A priori y partiendo de estas posibilidades, se considera un impacto moderado, de intensidad y extensión relativa media.

La perforación de zanjas terrestres (G5) produce el mismo tipo de impacto sobre la calidad atmosférica que el movimiento de tierras. Al igual que el ya mencionado, se considera un impacto compatible, de intensidad baja y medio en cuanto a extensión relativa.

ACCIONES QUE PRODUCEN IMPACTOS SOBRE EL NIVEL ACÚSTICO O CONFORT SONORO

El uso de maquinaria y la circulación de vehículos pesados (G4) junto con la perforación de zanjas terrestres (G5) disminuyen de manera notable el confort sonoro de la zona. Ambas tienen lugar durante la fase de obras y pueden llegar a resultar muy molestas. Se considera como un impacto moderado, de intensidad alta y extensión relativa media.

ACCIONES QUE PRODUCEN IMPACTOS SOBRE EL NIVEL OLFATOMÉTRICO

Los emisarios son las conducciones encargadas de transportar el agua tratada previamente en las depuradoras hasta el mar. Si el emisario no sufre fugas ni roturas y el tratamiento llevado a cabo en la depuradora es el correcto, el agua de vertido tendrá la calidad suficiente para que no se generen olores. En cambio, si el funcionamiento de la

depuradora no es óptimo, esta agua residual puede emitir olores desagradables, por lo que tanto el vertido de agua residual (G8), un rotura del emisario (G10) o el mal funcionamiento (G12) mencionado anteriormente pueden disminuir el nivel olfatométrico. Se clasifica como un impacto compatible, de intensidad media y poco extenso en cuanto a intensidad relativa. Se considera que la calidad del vertido es suficientemente elevada para que estos impactos no sucedan de manera frecuente.



ALTERACIONES QUE PRODUCEN IMPACTOS SOBRE LA CALIDAD DE AGUA MARINA Y LOS SEDIMENTOS

La apertura de la zanja submarina (G6) produce una disminución de la calidad del agua debido a la resuspensión de los sedimentos que causa. El emisario de La Savina permanece enterrado desde la cota 0 hasta la cota -10 metros, con lo que la zanja tiene una longitud aproximada de 450 metros. Considerando estos factores, se ha clasificado este impacto como moderado, de intensidad media y extenso en cuanto a extensión relativa.



El tendido del emisario junto con la colocación de lastres (G7) produce el mismo efecto que el comentado previamente. Este impacto también es moderado, pero al contrario que el anterior, su intensidad es baja y poco extenso en cuanto a intensidad relativa.

El vertido de agua residual (G8) de por sí modifica las condiciones originales en las que se encuentra el agua marina.. Si se considera que la calidad del vertido es suficientemente elevada la calidad del agua apenas se ve modificada. Los resultados del trabajo de campo así lo corroboran. Se clasifica como un impacto compatible, de intensidad baja y poco extenso en cuanto a extensión relativa.



La rotura del emisario (G10), siempre y cuando las condiciones del vertido sean las esperadas, tampoco tiene por qué modificar la calidad del agua marina de manera notable. La afección también está en función del tipo de rotura que sufra el emisario, una pequeña fuga, una fisura o una rotura total de la tubería. En general, se considera como un impacto compatible, de intensidad baja y poco extenso en cuanto a extensión relativa.

Un mal funcionamiento o una avería (G12) en la depuradora sí puede provocar un cambio brusco en la calidad de las aguas marinas afectadas por el vertido de agua residual. En este caso, el impacto es moderado, de intensidad media y poco extenso en cuanto a extensión relativa .

ACCIONES QUE PRODUCEN IMPACTOS SOBRE LAS COMUNIDADES BENTÓNICAS / INFAUNA

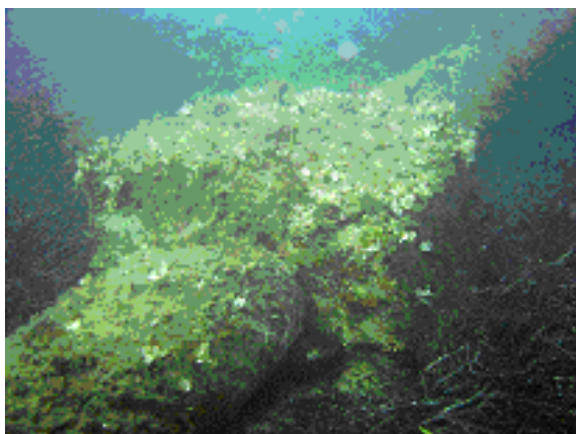
Los movimientos de la draga y la apertura de la zanja submarina (G6) causan uno de los impactos más importantes de este estudio. El emisario submarino transcurre enterrado durante 450 metros hasta la cota -10 metros. Durante los primeros 140 metros el fondo se compone únicamente por sustrato duro y algas fotófilas pero después y hasta alcanzar los 450 metros se encuentran también manchas aisladas de *Posidonia oceanica*. Todo el recorrido del emisario transcurre por un área calificada como parque natural, reserva marina, LIC y ZEPA, por lo que la afección es mayor debido al grado de conservación de la zona. Impacto severo, de intensidad y extensión relativa medias.

La colocación de los lastres y el tendido del emisario (G7) producen otro impacto. Los lastres así como el emisario, una vez que ha transcurrido el tiempo suficiente, son colonizados por organismos bentónicos. A la hora de alojar el emisario en el fondo submarino se debe evitar la afección a otras zonas que no sean por las que acabará pasando para así minimizar el impacto. Todo el conjunto se ha considerado un impacto moderado, de intensidad y extensión relativa medias.

El vertido agua residual (G8), siempre y cuando la calidad de ésta sea la esperada, no tendría por qué afectar a las comunidades bentónicas. En este caso, la boca del emisario está situada en un fondo de arena sobre el que se sitúa una pradera de

Posidonia oceanica y además se ha de considerar la infauna. Según los datos de campo parece que la afección es mínima por lo que el impacto es compatible, de intensidad baja y extensión relativa media.

Tanto la situación y longitud del emisario (G9) como el hecho de tener esta estructura de manera permanente (G11) favorecen la colonización por parte de organismos bentónicos de manera que, en este caso, el impacto es positivo. En el primer caso es un impacto positivo compatible, de intensidad y extensión relativa medias. En el segundo caso es un impacto positivo moderado, de intensidad alta y medio en cuanto a extensión relativa.



Una rotura o un desplazamiento del emisario (G10) significa la incorporación de una zona de vertido no destinada a tal efecto y si la calidad del vertido no es la esperada el impacto se ve agravado. En el caso de La Savina hay que considerar la presencia de *Posidonia oceanica* a partir de -4 metros y un desplazamiento afectaría directamente a los individuos de esta comunidad. Debido al nivel de protección de esta zona se considera que es un impacto moderado, de intensidad media y poco extenso en cuanto a extensión relativa.

ACCIONES QUE PRODUCEN IMPACTOS SOBRE LAS COMUNIDADES NECTÓNICAS

El vertido de agua residual, al tener materia orgánica, favorece a las comunidades nectónicas tal y como se aprecia en el video. Los peces se acercan a la boca del emisario para alimentarse. Impacto positivo moderado, de intensidad alta y medio en cuanto a extensión relativa.

ACCIONES QUE PRODUCEN IMPACTOS SOBRE ESPECIES PROTEGIDAS O DE INTERÉS

En este caso se tienen en cuenta tanto las especies terrestres como las especies marinas.

El desbroce (G3) produce una eliminación directa de la vegetación de la zona afectada y con ello también se afecta a la fauna que tiene relación con esta vegetación. La vegetación existente previa a la instalación del emisario es desconocida, puesto que no existe documentación previa a las obras del emisario. Parte de la zona por la que transcurre el emisario terrestre se compone por sabinas, salicornias, tamarindos, juncos, y especies típicas de comunidades salobres. El emisario no aprovecha la carretera sino un camino de tierra junto al Estany Pudent, por lo que se deduce que alguna especie protegida / endémica se vio afectada por esta acción. Impacto moderado, de intensidad media y poco extenso.

El uso de maquinaria y la circulación de vehículos pesados (G4) producen los mismos efectos que los comentados en el caso de vegetación y fauna terrestres, en este caso agravados por la importancia de las especies y de la avifauna. Impacto severo, de intensidad alta y extenso.

Para la apertura de la zanja (G5) que aloja al emisario se realiza el mismo planteamiento que el mostrado en el apartado de vegetación y fauna terrestres, esta vez agravado por la importancia de las especies, de manera que se califica como un impacto severo, de intensidad alta y medio en cuanto a extensión relativa.

La apertura de la zanja submarina (G6) no afecta de una manera directa a la *Posidonia oceanica*, si bien toda la probable resuspensión de sedimentos provocada durante esta acción sí afectó indirectamente a esta especie al disminuir la transparencia del agua. Impacto moderado, de intensidad y extensión relativa medias.

El tendido del emisario así como la colocación de los lastres (G7) son las acciones que más afectan a la *Posidonia oceanica* ya que a partir de –10 metros y hasta alcanzar la boca del emisario esta comunidad domina el fondo marino. El emisario se sitúa directamente sobre el fondo y de esta manera ocupa el lugar que previamente ocupaba esta fanerógama marina. Durante el tendido del emisario así como durante la colocación de los lastres se ha de procurar no destruir de manera involuntaria la pradera de *Posidonia* mediante la colocación temporal e incorrecta de dichas estructuras en el fondo marino. Por todas estas razones descritas este impacto se considera como severo, de intensidad alta y extensión relativa media.

El vertido agua residual (G8), siempre y cuando la calidad de ésta sea la esperada, no tendría por qué afectar a la comunidad de *Posidonia oceanica*. Según los datos de campo y la grabación de video parece que la afección es mínima por lo que el impacto es compatible, de intensidad baja y extensión relativa media.

Una rotura o un desplazamiento del emisario (G10) significa la incorporación de una zona de vertido no destinada a tal efecto y si la calidad del vertido no es la esperada el impacto se ve agravado. En el caso de La Savina hay que considerar la presencia de pradera de *Posidonia oceanica* a partir de –4 metros y un desplazamiento afectaría directamente a esta especie. Debido al nivel de protección de esta zona se considera que es un impacto moderado, de intensidad media y poco extenso en cuanto a extensión relativa.

Un mal funcionamiento o una avería surgida en la depuradora provocaría una disminución en la calidad del vertido, por lo que sería probable que *Posidonia oceanica* se viera afectada de manera negativa. Impacto moderado, de intensidad y extensión relativa medias.

ALTERACIONES SOBRE EL MEDIO SOCIOECONÓMICO

ACCIONES QUE PRODUCEN IMPACTOS SOBRE LOS USOS RECREATIVOS Y EL TURISMO

En este apartado, al evaluar los impactos producidos durante la fase de obras se ha considerado que las mismas se llevan a cabo cuando la afluencia de turistas es menor, durante la temporada baja, para así minimizar dichos impactos.

La ocupación temporal del puerto (G1) por parte de toda la maquinaria y material a utilizar se minimiza si se produce durante la temporada baja. Las obras de adecuación previstas se deben realizar cuando la afluencia de turistas es menor y de esta manera el impacto es totalmente compatible, de intensidad baja y poco extenso en cuanto a extensión relativa.

El movimiento de tierras (G2) produce un impacto compatible, de intensidad baja y poco extenso en cuanto a extensión relativa siempre y cuando se respeten las condiciones indicadas.

El resto de impactos señalados se consideran, siempre y cuando se respeten las condiciones indicadas, de la misma manera que el anterior, impactos compatibles, de intensidad baja y poco extensos en cuanto a extensión relativa.

ACCIONES QUE PRODUCEN IMPACTOS SOBRE LA ZONA RESIDENCIAL

Los impactos sobre este factor se consideran de la misma manera que los producidos sobre los usos recreativos y el turismo, si bien en este apartado no se produce impacto por los movimientos de draga y la apertura de la zanja submarina.

- Reparación de las fugas y roturas.

En el tramo final del emisario se observan unos puntos de posible localización de fugas que hay que sellar para así evitar los vertidos en zonas no destinadas a tal efecto y afectar de manera mínima a la pradera de Posidonia oceanica presente.

Es fundamental la reparación de la rotura y el desplazamiento de la tubería existente a -12 metros debida, probablemente, al fondeo de una embarcación de grandes dimensiones.

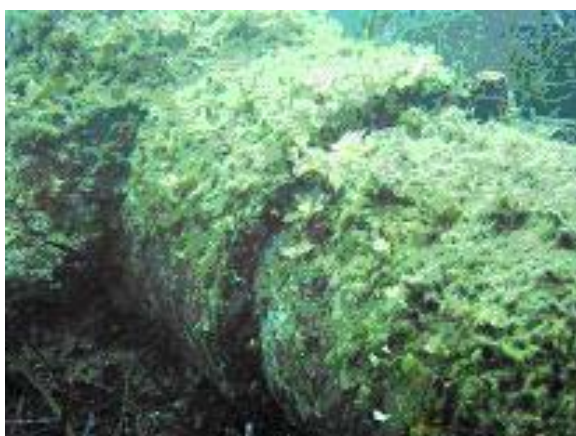


- Reparación de los bloques fabricados en el fondo marino

Los bloques de hormigón que se fabricaron en el fondo marino se encuentran en muy mal estado y deben ser reparados o sustituidos por otros que estén en perfectas condiciones.

- Retirada de los tubos sueltos y lastres que están actualmente en el fondo.

Bien por roturas, bien por abandono de tramos, junto al recorrido descubierto del emisario existen tuberías sueltas en el fondo así como lastres rotos que deben ser retirados ya que el movimiento incontrolado de los mismos afecta de manera directa a la pradera de Posidonia oceanica presente en la zona.



- Calzado de la tubería en las zonas necesarias.

En diversas zonas del recorrido del emisario, éste se encuentra sin apoyo en el fondo por lo que, para evitar roturas, se hace necesario calzarlo correctamente.

- Recolocación de los bloques antiarrastre para acercarlos a la boca del emisario.

Los bloques antiarrastre situados en la parte final del recorrido del emisario están alejados del mismo, así que se deben acercar a la zona de tendido.

- Incorporación de tratamiento terciario en la depuradora.

Es muy importante que la calidad del vertido sea la más elevada posible para así minimizar el impacto sobre el medio, sobretodo tratándose de una zona de elevado nivel de protección, por lo que es recomendable que la depuradora de Formentera tenga como objetivo alcanzar los máximos niveles de depuración con un tratamiento terciario. En el Decreto 49/2003 de 9 de mayo por el que se declaran las zonas sensibles en las Illes Balears, la bahía del Puerto de La Savina se encuentra dentro de las masas de agua que necesitan un tratamiento adicional al secundario.

- Reutilización de las aguas depuradas para la agricultura.

Una medida correctora alternativa es la de aprovechar el efluente de la depuradora para el riego de las zonas de cultivo.

- Seguimiento del estado del emisario.

Con el fin de subsanar con prontitud posibles fugas o algún malfuncionamiento en el emisario se recomienda la realización de revisiones periódicas y así confirmar su, a priori, buen funcionamiento.

- Seguimiento del estado del área de vertido

Con el fin de comprobar el buen funcionamiento de la depuradora y su respectivo emisario y también con el fin de incorporar, en el caso que fuera necesario, medidas correctoras adicionales, se recomienda la realización de análisis periódicos (descritos en el plan de vigilancia ambiental).

- Formación del personal en medio ambiente.

Para prevenir un mal funcionamiento o subsanar algún problema con prontitud se recomienda que el personal de la depuradora reciba una formación básica de la que pueda hacer uso durante su trabajo.

- Libro de registro de funcionamiento de la depuradora.

Actualmente no existe un control sobre las incidencias que se han dado a lo largo de los años de funcionamiento de la depuradora, por lo que se hace necesaria su anotación en un registro para así tener constancia de las mismas.

5.3.- MEDIDAS CORRECTORAS

A continuación se describen una serie de medidas correctoras destinadas a reducir los impactos severos y moderados, aunque también se mencionan acciones que palian el efecto negativo de algunos impactos compatibles.

MODIFICACIONES DURANTE LA FASE DE OBRAS

Sobre los movimientos de tierras

El movimiento de tierras causa una suspensión de partículas que puede ser minimizada si la tierra permanece húmeda, con lo que hay que proceder al regado de la misma, aumentando la frecuencia los días en los que las condiciones meteorológicas sean más desfavorables (viento) y ayuden a su dispersión.

La vegetación y la fauna también son sensibles a esta acción. Con el objeto de reducir el impacto se han de situar los cúmulos de tierra sobre zonas que ya estén asfaltadas.

Para reducir el impacto visual y paisajístico producido por los movimientos de tierras, se recomienda la incorporación de una pantalla visual que impida una visualización directa de la obra. Repartir las tierras en cúmulos de baja altura y retirar los mismos lo más rápidamente posible, es decir, que su permanencia en la parcela sea la mínima posible, también ayuda a paliar este impacto negativo.

Sobre el desbroce

La retirada de vegetación se debe realizar de manera que ésta pueda ser trasplantada a otra parcela o, en el caso que esta posibilidad no sea posible, sea transportada a una planta de compostaje.

Sobre el uso de maquinaria y vehículos pesados

La calidad atmosférica se ve afectada, no tan sólo por las emisiones de los camiones, que deberán cumplir la normativa vigente en cuanto a este punto y permanecer con el motor apagado siempre que sea posible, sino también por la dispersión de la carga que llevan durante el transporte. Para evitar este impacto los camiones deben circular cubiertos por una lona y de esta manera las molestias ocasionadas a los vecinos de la zona colindante al emisario también se ven minimizadas.

Para minimizar el impacto sonoro toda la maquinaria utilizada debe cumplir la normativa en cuanto a este punto, así como permanecer desconectada o apagada si no se está utilizando.

Para disminuir el impacto sobre la vegetación y la fauna se ha de circular por los viales destinados a tal efecto, realizando el grueso de la obra en épocas que no sean críticas para la nidificación o reproducción de las aves.

Sobre la perforación de zanjas terrestres

El mayor impacto de esta acción se produce sobre los suelos ya que éstos son totalmente destruidos al excavar la zanja. Para mitigarlo, a la hora de excavar hay que ceñirse al área determinada.

Para minimizar el impacto sonoro toda la maquinaria utilizada para excavar la zanja debe cumplir la normativa en cuanto a este punto, así como permanecer desconectada o apagada si no se está utilizando.

Para disminuir el impacto sobre las especies protegidas o de interés se ha de realizar el grueso de la obra en épocas que no sean críticas para la nidificación o reproducción de las aves, así como controlar las emisiones de ruidos.

Con el fin de mitigar las molestias que toda obra ocasiona, tanto a la población cercana, como al turismo y usos recreativos, es recomendable que las obras se realicen durante los meses de menor afluencia turística y, siempre que sea posible, la obra debe llevarse a cabo en parcelas de dominio público.

Sobre los movimientos de draga y la apertura de la zanja submarina

Esta acción produce un impacto sobre la calidad del agua debido al incremento de materia en suspensión. Para minimizarlo se ha de utilizar una cortina antiturbidez.

Las comunidades bentónicas / de sedimento también se ven afectadas de manera notable por esta acción por lo que para disminuir el impacto se ha de excavar únicamente en el trazado previsto y la cantidad justa.

Sobre el tendido del emisario y lastres

El impacto producido sobre la calidad del agua es similar al descrito en el caso anterior si bien es de intensidad menor. Para minimizarlo se ha de limitar la zona de acción y no afectar a áreas colindantes.

En este caso el impacto más importante se produce sobre las comunidades bentónicas / de sedimento y se debe proceder de la misma manera que sobre la calidad del agua, delimitando la zona de acción.

MODIFICACIONES DURANTE LAS FASES DE FUNCIONAMIENTO, ABANDONO Y REPARACIÓN

Sobre el vertido de agua residual

La disminución de los impactos negativos de esta acción se fundamenta básicamente en el correcto funcionamiento de la depuradora, por lo que se ha de garantizar, mediante análisis periódicos, que el agua vertida tenga la calidad óptima para el tratamiento llevado a cabo en la depuradora.

Sobre la rotura o desplazamiento del emisario

Para evitar que se den estas posibilidades el emisario ha de estar señalizado así como debidamente lastrado.

Sobre las averías o mal funcionamiento

Los impactos aquí descritos provienen de un mal funcionamiento de la depuradora por lo que se ha de controlar el correcto funcionamiento de la misma.

A continuación se muestra una tabla en la que se pone de manifiesto la disminución de los impactos más importantes después de la aplicación de medidas correctoras.

IMPACTO	CARACTERIZACIÓN INICIAL	CARACTERIZACIÓN CON MEDIDAS CORRECTORAS
G2XF2		
G2XF6		
G2XF12		
G3XF6		
G3XF9		
G4XF2		
G4XF3		
G4XF6		

IMPACTO	CARACTERIZACIÓN INICIAL	CARACTERIZACIÓN CON MEDIDAS CORRECTORAS
G4XF9		
G5XF1		
G5XF3		
G5XF6		
G5XF9		
G5XF10		
G5XF11		
G6XF5		
G6XF7		
G6XF9		
G7XF5		
G7XF7		
G7XF9		
G8XFX		
G10XF7		
G10XF9		
G12XFX		

De esta manera, se reducen de manera significativa el número de impactos severos y moderados tal y como se indica en la tabla siguiente:

	Situación inicial	Situación después de aplicar medidas correctoras
Nº Impactos compatibles	35	50
Nº Impactos moderados	20	10
Nº Impactos severos	5	0
Nº Impactos críticos	0	0

5.3.1.- Matriz de impactos con medidas correctoras

A continuación se muestra la matriz de impactos tras aplicar las medidas correctoras.

MATRIZ DE IMPACTOS CON MEDIDAS CORRECTORAS

			ACCIONES											
			OBRAS							FUNCIONAMT		ABANDONO O REPARACIÓN		
			G1 Ocupación temporal playa / puerto	G2 Movimiento de tierras/emisión de polvo	G3 Desbroce	G4 Uso maquinaria y circulación vehículos pesados	G5 Perforación zanjas terrestres	G6 Movimientos draga / Apertura zanja submarina	G7 Vertido hormigón, lastres, sacos y Tendido del emisario	G8 Vertido agua residual	G9 Situación y longitud del emisario	G10 Rotura o posible desplazamiento del emisario	G11 Estructura permanente	G12 Mal funcionamiento / Averías
FACTORES AMBIENTALES	Medio Físico	F1 Suelo / Perfil edáfico												
		F2 Calidad atmosférica												
		F3 Nivel acústico												
		F4 Nivel olfatométrico												
		F5 Calidad agua marina y sedimentos												
	Medio Biótico	F6 Vegetación y fauna terrestres												
		F7 Comunidades bentónicas												
		F8 Comunidades nectónicas												
		F9 Especies protegidas o de interés												
	Medio Social y Económico	F10 Usos recreativos y turismo												
		F11 Zona residencial												
		F12 Paisaje emergido												
		F13 Paisaje submarino												
		F14 Aceptabilidad social del proyecto												

6.- PLAN DE VIGILANCIA Y CONTROL

La finalidad del plan de vigilancia ambiental es “establecer un sistema que garantice el cumplimiento de las indicaciones y medidas, protectoras y correctoras, contenidas en el estudio de impacto ambiental” (Artículo 11, Real Decreto 1131/88).

Además de garantizar la aplicación de las medidas correctoras, el plan de vigilancia ambiental tiene como objetivos:

- Medir el grado de ajuste entre los impactos previstos y los reales.
- Definir, en su caso, medidas adicionales.
- Seguir el grado de comportamiento de las variables ambientales (a corto, medio y largo plazo).
- Reaccionar oportunamente frente a impactos inesperados

La legislación vigente en materia de vertidos, Orden de 13 de julio de 1993 por la que se aprueba la instrucción para el proyecto de conducciones de vertidos desde tierra al mar, establece en su Artículo 7 la obligatoriedad de implementar un Programa de vigilancia y Control sobre este tipo de instalaciones. Los objetivos de este programa son proporcionar la información necesaria para gestionar eficazmente el sistema de vertido, evaluar el cumplimiento de los requisitos los objetivos de calidad del efluente según la normativa y las condiciones de la autorización. y por el condicionado de la autorización del vertido. La información obtenida en el programa de vigilancia ha de permitir realizar las modificaciones o expansiones convenientes en el sistema de vertido, y orientar a la Administración en la gestión de los usos desarrollados en el área de influencia de descarga (pesca comercial o recreativa, usos de interés turístico).

Todo Programa de Vigilancia y Control deberá contemplar dos aspectos complementarios: La calidad estructural de la conducción (roturas, corrimientos, fisuras, estado de difusores o descalces de la tubería) y la vigilancia ambiental, tanto de la calidad del efluente vertido como de la calidad del medio receptor.

Por lo que respecta a la Vigilancia Ambiental, debe acometerse mediante controles del efluente y del medio receptor, efectuados conjuntamente. Los muestreos se realizarán de una manera sistemática, de acuerdo con la periodicidad y períodos de muestreo establecidos en esta propuesta. Los puntos de muestreo se fijarán y mantendrán en los muestreos sucesivos.

Control del efluente. Para el control analítico del efluente se procederá al muestreo en el punto de arranque de la conducción.. Simultáneamente al muestreo se realizará una medición del caudal vertido.

La frecuencia del muestreo y el tipo y número de parámetros a analizar se recogen en la siguiente tabla, de acuerdo con la categoría asignada al emisario en función de la población equivalente servida.

categoría emisario	nº analisis simplificados	nº analisis completos	nº analisis totales
I (< 10.000 h-e)	11 (1)	1	12
II (10.000 a 50.000 h-e)	9	3	12
III (> 50.000 h-e)	18	6	24

Los dos tipos de análisis serán el simplificado y el completo. El análisis simplificado consistirá en la determinación de los siguientes parámetros:

DBO

DQO

Sólidos sedimentables.

pH.

Caudal.

Nitrógeno Kjeldahl

Nitrógeno oxidado (Nitrato y Nitrito)

Fósforo total

El análisis completo incluirá, además de los anteriores, el resto de los contaminantes cuya concentración debe ser controlada de acuerdo con la normativa vigente, es decir:

DBO
DQO
Sólidos sedimentables.
pH.
Caudal.
Nitrógeno Kjeldahl
Nitrógeno oxidado (Nitrato y Nitrito)
Fósforo total
Sólidos en suspensión
Coliformes totales.
Coliformes fecales.
Estreptococos fecales.
Salmonella sp.
Enterovirus
Color
Aceites minerales
Substancias tensoactivas reaccionantes con el azul de metileno
Fenoles
Transparencia
Oxígeno disuelto
Residuos alquitranados y materiales flotantes. Restos y deshechos.
Amoníaco
Plaguicidas
Arsénico
Cadmio
Cromo
Mercurio
Plomo

Control de las aguas receptoras. Para el muestreo de las aguas receptoras, se seleccionarán, al menos, cinco puntos: Tres situados sobre la línea de costa (dos a ambos lados del emisario y uno en el arranque de éste) y dos entre la salida del efluente y la costa. Se establecen dos tipos de análisis para las aguas receptoras: El simplificado y el completo.

Análisis simplificado para las aguas receptoras: Los parámetros a determinar serán los siguientes:

Coliformes totales.
Coliformes fecales.
Estreptococos fecales.
pH.
Sólidos en suspensión.
Temperatura.
Color.
Transparencia.
Salinidad.
Oxígeno disuelto.
Nitrógeno oxidado (nitrato y nitrito).
Ortofosfato.

Asimismo, se indicarán observaciones visuales referentes al viento, oleaje y pluviometría.

El análisis completo incluirá, además de los anteriores, el resto de los contaminantes cuya concentración debe ser controlada, de acuerdo con la normativa vigente, es decir,

Coliformes totales.
Coliformes fecales.
Estreptococos fecales.
pH.
Sólidos en suspensión.

Temperatura.
Color.
Transparencia.
Salinidad.
Oxígeno disuelto.
Nitrógeno oxidado (nitrato y nitrito).
Ortofosfato.
DBO
DQO
Nitrógeno Kjeldahl
Fósforo total
Salmonella sp.
Enterovirus
Aceites minerales
Substancias tensoactivas reaccionantes con el azul de metileno
Fenoles
Residuos alquitranados y materiales flotantes. Restos y deshechos.
Amoníaco
Plaguicidas
Arsénico
Cadmio
Cromo
Mercurio
Plomo

Asimismo, se determinarán parámetros representativos de las condiciones oceanográficas y meteorológicas de la zona en el momento del muestreo, junto con parámetros físico-químicos indicadores de las condiciones de las masas de agua. Entre los parámetros a medir en este tipo de controles están: El viento, las corrientes, el oleaje, el perfil de salinidad, la temperatura y el oxígeno disuelto en el agua en un punto cercano a la salida del efluente, pero no afectado por éste.

El número mínimo anual de análisis que deberán realizarse será de seis, de los cuales dos serán completos y cuatro simplificados.

Control de sedimentos y organismos. Para el control de sedimentos y de organismos se deberán seleccionar puntos de muestreo en el área de influencia del emisario y en lugares donde se encuentren poblaciones abundantes de organismos representativos de la zona. El muestreo de sedimentos y organismos se realizará con carácter anual.

Las muestras de sedimento, en número de tres, se distribuirán de manera que una coincida con la zona de máxima influencia del vertido actual, otra a la zona menos afectada y la tercera en una posición intermedia. Sobre cada muestra se practicará un análisis granulométrico, una determinación del contenido en materia orgánica y en metales pesados (Cromo, Cobre, Níquel, Plomo, Cadmio, Zinc, Mercurio). Los muestreos de sedimento en los sucesivos años deberán efectuarse exactamente en los mismos puntos.

Para el control de las poblaciones de organismos representativos de la zona se ha decidido estudiar la microestructura de la pradera de Posidonia oceanica existente en la zona de vertido, o bien la más próxima en el caso de que en el punto de descarga no exista esta comunidad. Con el objeto de estimar la microestructura se medirá la densidad que presenta la pradera de Posidonia oceanica realizando recuentos del número de pies de planta existentes en el interior de cuadrados de 40 cm x 40 cm establecidos de manera aleatoria. Para definir los cuadrados se utilizará un marco metálico, que será lanzado al azar en la zona a estudiar. Los trabajos se realizarán en inmersión con escafandra autónoma. Las medidas de la densidad de la pradera de Posidonia oceanica deberán realizarse anualmente en los mismos puntos.

7.- CONCLUSIÓN

Este Estudio de Impacto Ambiental recoge las obras y actuaciones propuestas en el “Proyecto de adecuación y legalización de emisarios submarinos y vertidos al mar. Emisario submarino de Formentera”. También recoge el medio en el cual transcurren y valora y cualifica las interacciones entre las actuaciones de las obras y las distintas unidades del medio.

Los resultados obtenidos indican la presencia de cinco impactos severos, especialmente en el medio biótico. La implantación de las medidas correctoras propuestas reduce los impactos severos a, en la mayoría de los casos, a impactos moderados y el resto a impactos compatibles.

Parece evidente que la ejecución de las obras deberá llevarse a cabo en épocas que reduzcan los impactos sobre el turismo y sobre la fauna terrestre presente (sobre todo la época de cría de las aves presentes). El funcionamiento del emisario renovado crea impactos compatibles sobre el conjunto del medio ya que se supone que este se encontraba ya en equilibrio (el tiempo pasado desde su entrada en funcionamiento ha sido el suficiente).

El impacto global, después de la aplicación de las medidas correctoras y del Programa de vigilancia y Control Ambiental, se considera que es COMPATIBLE con el entorno en donde transcurren. La presencia de impactos moderados, sobre todo durante la realización de las obras, se considera que no impiden la calificación de moderada del impacto del proyecto propuesto sobre su entorno.

8.- DOCUMENTO DE SINTESIS

El documento de síntesis tiene por objeto exponer de forma sucinta los siguientes conceptos recogidos en este documento:

- a) Resumen de objetivos a conseguir con el estudio
- b) Resumen de estudios realizados del medio y unidades consideradas
- c) Resumen del estudio de alternativas y características actuales.
- d) Metodología de la evaluación de impacto ambiental realizado
- e) Enumeración de las medidas preventivas y correctoras.
- f) Programa de Vigilancia Ambiental

1.- Resumen de objetivos a conseguir con el estudio

El proyecto inicial de construcción de la EDAR de Formentera así como el emisario de La Savina no pasaron por el procedimiento de evaluación de impacto ambiental, por lo que se lleva a cabo en estos momentos para obtener así la adecuación y legalización del emisario submarino de la depuradora de Formentera.

Para mejorar la calidad del agua de vertido al mar, la empresa Dragados y Construcciones construyó en 1992 una estación depuradora de aguas residuales con seis estaciones de bombeo en el municipio de Formentera

Los objetivos que se pretenden conseguir con el Estudio de Impacto Ambiental de este proyecto son:

- Definir, conocer y valorar desde un punto de vista medioambiental los aspectos del entorno en el que se encuentra el emisor.
- Conocer en profundidad las características del emisor, así como las actuaciones que en él se tienen previstas.

- Estudiar la potencialidad del medio, así como la capacidad de acogida que presenta frente a los usos previstos en el emisor.
- Prever, calificar, cualificar y cuantificar las afecciones (así como la magnitud de las mismas) que se derivarían de la ejecución, puesta en marcha y mantenimiento del emisor.
- Establecer las medidas preventivas, correctoras y compensatorias necesarias para la restauración del medio afectado por la obra y su funcionamiento.
- Elaborar de un Plan de Vigilancia Ambiental que contemple todas las actuaciones de control y seguimiento, para asegurar la funcionalidad del emisor.

2.- Resumen de estudios realizados del medio y unidades consideradas

Para el conocimiento necesario del medio se ha recogido toda la información disponible del medio que se supone necesaria para la comprensión de su estado actual y su posible evolución futura. Se ha dividido en unidades homogéneas que a su vez, según su complejidad, se han subdividido en diferentes aspectos.

1. Condiciones climáticas: el clima de Formentera es típicamente mediterráneo. Fitogeográficamente se caracteriza como piso bioclimático termomediterráneo superior con un tipo de ombroclima semiárido superior o seco inferior (según la clasificación de Rivas-Martínez).
2. Condiciones oceanográficas, dinámica litoral y cartografía: se ha realizado un estudio en profundidad, recogido en los anexos de este documento. La información que se incluye es la siguiente:

Estudio de dinámica litoral: alcance del estudio, motivación del presente estudio, fuente de datos, estudio del clima marítimo: oleaje, datos para calcular los esfuerzos en los emisarios, profundidad de cierre y transporte potencial en la zona de estudio.

Estudio de corrientes: introducción, simulaciones realizadas, resultados obtenidos y planos

Estudio de dispersión del vertido del emisario: objeto de los cálculos de dilución, análisis de la dilución, análisis de la dispersión y planos.

En un mar prácticamente sin mareas, en el cual las oscilaciones de nivel son reducidas, la zona litoral superficial es la que presenta un hidrodinamismo más turbulento y, por tanto, más propicio a la mezcla. Con el aumento de la profundidad, el movimiento del agua se hace oscilante en los primeros metros, y se reduce y se vuelve unidireccional a más profundidad. Si el objeto perseguido es la mayor y más rápida dilución de un vertido de agua depurada en el mar, a priori es más adecuada la elección de la zona de hidrodinamismo turbulento frente a la zona con hidrodinamismo laminar.

En el Mar Balear, la termoclina estival adquiere su mayor desarrollo a finales de julio, y se sitúa a una profundidad media de 30 m. Esta formación tiene evidentes e importantes consecuencias en la dispersión y mezcla de vertidos. En aguas de poca profundidad, pero suficiente como para que exista termoclina, un vertido en el fondo puede suponer su aislamiento y retención durante la época que dure la estratificación.

3. Geología
4. Hidrología
5. Paisaje
6. Medio terrestre
7. Medio marino:

Fauna y flora.

Especies de especial interés, protegidas o en peligro. Especies invasoras

Descripción bionómica del fondo marino.

Caracterización de sedimentos.

Calidad de agua

8. Zonas con legislación ambiental específica

9. Medio socioeconómico

Población y demanda de recursos hídricos

Sistema de saneamiento y depuración

Sector agrario

Sector pesquero

Sector servicios (turismo)

Los estudios específicos realizados y que se encuentran recogidos en el texto y en distintos anejos han sido los siguientes:

Estudio y modelización matemática del efecto del emisario y su vertido.

Caracterización de sedimentos y calidad de agua.

Condiciones oceanográficas y dinámica litoral

Cartografía bentónica

3.- Resumen del estudio de alternativas

Para realizar la evaluación de impacto, se han tenido en cuenta las siguientes alternativas que se nombran a continuación:

○ Alternativas de carga

- Alternativa 0: no realizar ninguna acción.
- Alternativa 1: cambio de sección del emisario en la zona marina.

○ Alternativas de trazado

- Alternativa 0: mantener la longitud del emisario.
- Alternativa 1: incrementar la longitud del emisario.
- Alternativa 2: mantener el trazado actual.
- Alternativa 3: cambiar el trazado.

El trazado actual se dispone en línea recta y recorre zona de pradera, si bien ésta se encuentra en buenas condiciones. Un cambio de trazado repercutiría en otras zonas de la pradera que actualmente no se encuentran influenciadas por el emisario ni su vertido. Al ser una zona con un elevado nivel de protección, las acciones que se han de realizar tienen que resultar totalmente necesarias y han de suponer un mínimo impacto, por lo que no se recomienda esta acción y se propone mantener el trazado actual.

○ Alternativas de pluma

- Alternativa 0: no realizar ninguna acción
- Alternativa 1: aumentar el dispositivo de difusión para lograr una mayor y mejor dilución del vertido.

4.- Resumen de la alternativa elegida y de la metodología de la evaluación de impacto ambiental realizado.

La alternativa elegida ha sido la siguiente:

- Alternativas de carga: no realizar ninguna acción
- Alternativas de trazado: mantener la longitud del emisario y mantener el trazado actual
- Alternativas de pluma: aumentar el dispositivo de difusión para lograr una mayor y mejor dilución del vertido

La metodología seguida ha sido la siguiente:

La identificación de los impactos se ha llevado a cabo mediante el desarrollo de una matriz causa-efecto tipo Leopold.

La caracterización de los impactos se ha realizado siguiendo la metodología de Gómez Orea (Gómez Orea, 1994) que utiliza una serie de atributos para establecer la importancia del impacto, cumpliendo con lo establecido en el Reglamento para la ejecución del Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de Evaluación de Impacto Ambiental, aprobado por Real Decreto 1131/1988, de 30 de septiembre.

Los atributos caracterizados son los siguientes:

Signo: Benéfico (+), perjudicial (-), difícil de calificar sin estudios (x). Inmediatez (In): Directo, indirecto. Acumulación (A): Simple, acumulativo. Sinergia (S): Leve, media, fuerte. Momento (M): Corto, medio, largo plazo. Persistencia (P): Temporal, permanente. Reversibilidad (R1): Corto, medio, largo plazo / no reversible. Recuperabilidad (R2): Fácil, media, difícil.

Una vez realizada la caracterización se aplicó el índice de incidencia ponderada siguiendo la fórmula expresada a continuación:





$$\text{Índice de Incidencia Ponderada} = 3In + 3A + 3S + M + 2P + 3R1 + 3R2$$

El valor máximo posible es 54 y el valor mínimo es 18.

El valor obtenido se representa como "I", que es utilizado para calcular el índice de incidencia estandarizado mediante la aplicación de la siguiente expresión:

$$\text{Índice Estandarizado} = (I - I_{\text{mínima}}) / (I_{\text{máxima}} - I_{\text{mínima}})$$

De esta manera se obtienen valores comprendidos entre -1 y +1. En función del valor obtenido, los impactos se clasifican como:

Índice Incidencia Estándar	Tipología de impacto	Color impacto
0 - 0,499	Impacto Compatible	
0,5 - 0,699	Impacto Moderado	
0,7 - 0,849	Impacto Severo	
0,85 - 1	Impacto Crítico	

Se han identificado, antes del diseño de las medidas correctoras, 35 impactos compatibles, 20 impactos moderados, y 5 impactos severos. La definición de cada una de ellos es la siguiente:

Impacto moderado: efecto cuya recuperación no precisa la incorporación de medidas correctoras intensivas y en el que el retorno al estado inicial del medio ambiente no requiere un largo espacio de tiempo.

Impacto severo: efecto en el que la recuperación de las condiciones del medio exige la adecuación de medidas correctoras y en el que, aún con esas medidas, aquella recuperación necesita de un período de tiempo dilatado.

Impacto crítico: efecto cuya magnitud es superior al umbral aceptable. Con él se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas correctoras. En el caso de que sea un impacto positivo indica que el efecto es muy beneficioso para el factor ambiental estudiado en ese caso.

Los resultados se recogen mediante matrices y explican una a una

5.- Enumeración de las medidas correctoras.

Durante la fase de obras:

Regado de los materiales procedentes del movimiento de tierras, aumentando la frecuencia los días en los que las condiciones meteorológicas sean más desfavorables (viento) y ayuden a su dispersión

Distribución de los acopios de tierra procedentes de la excavación terrestre de tal forma que visualmente no sean muy notables.

Reutilización de los restos de desbroce para compostaje y salvamento de aquella vegetación que sea posible.

La maquinaria de obra incluido los camiones destinados al movimiento de tierras, deberá de cumplir la normativa existente en cuanto a emisiones a la atmósfera y de niveles de ruido. Los camiones deberán transportar la carga según las disposiciones vigentes (cubierta y ligeramente humedecida).

Las obras se realizarán en épocas previstas donde no ocurra la nidificación y cría de las aves y la maquinaria e moverá siempre que sea posible, por los caminos existentes.

Las obras se realizarán en épocas donde la afluencia de turistas sea menor.

Con el fin de reducir las modificaciones en el entorno se jalonará la superficie imprescindible para las obras.

Se usará una cortina antiturbidez para proteger la calidad de las aguas y se dragará la extensión y profundidad necesaria.

En las fases de funcionamiento, abandono y reparación:

Control del adecuado funcionamiento de la depuradora mediante análisis periódicos de las características del vertido.

El emisario deberá encontrarse debidamente lastrado y señalizado.

6.- Plan de vigilancia y control

La finalidad del plan de vigilancia ambiental es “establecer un sistema que garantice el cumplimiento de las indicaciones y medidas, protectoras y correctoras, contenidas en el estudio de impacto ambiental” (Artículo 11, Real Decreto 1131/88).

Además de garantizar la aplicación de las medidas correctoras, el plan de vigilancia ambiental tiene como objetivos:

- Medir el grado de ajuste entre los impactos previstos y los reales.
- Definir, en su caso, medidas adicionales.
- Seguir el grado de comportamiento de las variables ambientales (a corto, medio y largo plazo).
- Reaccionar oportunamente frente a impactos inesperados

El Plan de vigilancia Ambiental propone un control sobre la calidad de las aguas exhaustivo con el fin de asegurar su mantenimiento. También propone un control sobre las condiciones oceanográficas y meteorológicas y de los sedimentos para observar su evolución

7.- Conclusión

La conclusión que se obtiene del Estudio es que, con la adopción de las medidas correctoras descritas, el impacto de la construcción y funcionamiento del emisario submarino es compatible con el entorno donde se sitúa.

ANEXOS

ANEXO 1.- BIBLIOGRAFÍA

- * Alarcón Urbistondo, J.A. *Inventario de la pesca artesanal en España Mediterránea (2000-2001)*. FAO - COPEMED - IEO.
- * Archiduque Luis Salvador de Austria. *Las Baleares por la palabra y el grabado*. Ed. Caja de baleares, Sa Nostra. Palma de Mallorca, 1982.
- * Ballesteros, E.; Garcia, A.; Cebrian, E. & Coll, P. *Estudi sobre la cartografia, biodiversitat i efecte reserva en tres reserves de les Illes Balears*. Centre d'Estudis Avançats de Blanes - CSIC. Document Tècnic. 2000.
- * Boudouresque, C.F. & Verlaque, M. 2002. *Biological pollution in the Mediterranean Sea: invasive versus introduced macrophytes*. Marine Pollution Bulletin 44 (2002) 32–38.
- * Calvín Calvo, J.C. *El ecosistema marino mediterráneo. Guía de su flora y fauna*. Murcia, 1995.
- * Conesa, V. *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. Editorial Mundi-Prensa libros, tercera edición, 1997.
- * Conselleria d'Agricultura i Pesca (editor). *II Document Tècnic de pesca: Seguint de la Pesca Recreativa a les Illes Balears. Determinació de l'esforç i de les captures*. Projecte IFOP ES/R/BAL 5.1.3. 2004
- * Conselleria d'Agricultura i Pesca, Direcció General de Pesca i Cultius Marins (editor). *El libro azul de la pesca balear*. 1989.
- * Conselleria d'Agricultura i Pesca. *Pesca Recreativa a les Illes Balears, 2004*.
- * Conselleria d'Economia, Comerç i Indústria & Conselleria d'Agricultura i Pesca (editores). *Cens agrari 1999. Illes Balears*. Setembre 2002.
- * De Bolós i Capdevila, O. *La vegetació de les Illes Balears. Comunitats de plantes*. Ed. Institut d'Estudis Catalans. 1997.
- * Direcció General de Medi Ambient, Conselleria d'Obres Públiques i Ordenació del Territori (editor). *Guia pràctica per a la realització d'avaluacions d'impacte ambiental*. 1988.
- * Ferrá Marimón, J.L.; Picornell Yanes, M.R. & Ramis Pujadas, M.M. *Investigación de los factores determinantes de la turbidez en las aguas del puerto de Pollença: dinámica de las características físico-químicas, biológicas y sedimentológicas*. Conselleria de Sanitat i Seguretat Social. Govern Balear. 1989.
- * Gómez Orea, D. *Evaluación del impacto ambiental*. Editorial Agrícola Española, segunda edición, 1994.
- * Govern Balear. *Atles de les Illes Balears*. Edicions Cort, 1995.
- * H. Kuhbier, J.A. Alcover & C. Guerau d'Arellano Tur (editores). *Biogeography and Ecology of the Pityusic Islands*. Edita: Dr. W. Junk Publishers, The Hague. 1984.
- * <http://mediambient.caib.es> Conselleria de Medi Ambient de les Illes Balears.
- * <http://www.caib.es> Institut Balear d'Estadística
- * <http://www.igme.es> Instituto Geológico y Minero de España.
- * <http://www.inm.es> Instituto Nacional de Meteorología
- * <http://www.mma.es> Ministerio de Medio Ambiente



- * <http://www.puertos.es> Puertos del Estado. Ministerio de Fomento.
- * Jansá, J; Fernández de Puellas, M.L.; López-Jurado, J.L.; Amengual, B.; Reñones, O. & Morillas, A. *Variación anual e interanual de los factores físico-químico-biológicos generales del medio pelágico de la bahía de Palma (Islas Baleares, España) desde Mayo 1988 hasta Mayo 1992*. Informes Técnicos, IEO. nº 152. Edita: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 1994.
- * López Ruíz, J. (coordinador). *Temas de química oceanográfica*. Servicio de publicaciones de la universidad de Cádiz. Uned-Centro asociado de Cádiz. 2000.
- * Margalef, R. (director). *El Mediterráneo Occidental*. Ed. Omega. 1989.
- * Massutí Oliver, M. *La pesca en el Mar Balear*. Ediciones Cort. 1995.
- * Pantzner, R.A. *The invasion of Lophocladia (Rhodomelaceae, Lophotaleieae) at the northern coast of Ibiza (Baleares, western Mediterranean Sea)*. Boll. Soc. Hist Nat. Balears, 41: 7586. 1998.
- * *Pla Hidrològic de les Illes Balears*. Aprobado por R.D. 378/2001.
- * *Pla Territorial Insular d'Eivissa i Formentera*. Aprobación inicial por el pleno del Consell Insular el 30/07/2004. Publicado en el BOIB el 12 de agosto de 2004.
- * Riedl, R. *Fauna y flora del mar Mediterráneo*. Ed. Omega. 1986.
- * Tait, R.V. *Elementos de Ecología Marina*. Ed. Acribia, S.A.. 1986.

ANEXO 2.- ESTUDIO Y MODELIZACIÓN MATEMÁTICA DEL EFECTO DEL EMISARIO Y SU VERTIDO

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL



ÍNDICE

- I. ESTUDIO DE DINÁMICA LITORAL**
- II. ESTUDIO DE CORRIENTES**
- III. ESTUDIO DE DISPERSIÓN DEL VERTIDO DEL EMISARIO**

I. ESTUDIO BÁSICO DE DINÁMICA LITORAL

ÍNDICE

- 1.- ALCANCE DEL ESTUDIO
- 2.- MOTIVACIÓN DEL PRESENTE ESTUDIO
- 3.- FUENTE DE DATOS
- 4.- ESTUDIO DEL CLIMA MARÍTIMO: OLEAJE
 - 4.1.- INTRODUCCIÓN
 - 4.2.- DISTRIBUCIÓN SECTORIAL DEL OLEAJE – AGUAS PROFUNDAS
 - 4.3.- DISTRIBUCIÓN SECTORIAL DEL OLEAJE EN LAS ZONAS DE ESTUDIO
 - 4.3.1.- INTRODUCCIÓN
 - 4.3.2.- EMISARIO SUBMARINO EN CALA SAVINA
 - 4.4.- RÉGIMEN MEDIO DEL CLIMA DE OLEAJE – AGUAS PROFUNDAS
 - 4.4.1.- ALTURA DE OLA SIGNIFICANTE
 - 4.4.2.- PERÍODO DE OLEAJE
 - 4.5.- RÉGIMEN MEDIO DEL CLIMA DE OLEAJE – ZONAS DE ESTUDIO
 - 4.5.1.- INTRODUCCIÓN
 - 4.5.2.- ALTURA DE OLA SIGNIFICANTE – CALA SAVINA
- 5.- DATOS PARA CALCULAR LOS ESFUERZOS EN LOS EMISARIOS
 - 5.1.- INTRODUCCIÓN
 - 5.2.- EMISARIO SUBMARINO EN CALA SAVINA
- 6.- PROFUNDIDAD DE CIERRE
 - 6.1.- INTRODUCCIÓN
 - 6.2.- CÁLCULO DE LA PROFUNDIDAD DE CIERRE
- 7.- TRANSPORTE POTENCIAL EN LA ZONA DE ESTUDIO
 - 7.1.- METODOLOGÍA
 - 7.2.- CALA SAVINA

1.- ALCANCE DEL ESTUDIO

En este estudio básico de dinámica litoral para los proyectos constructivos para la adecuación y legalización de emisarios submarinos se han planteado los siguientes apartados.

- Definición del clima marítimo del oleaje en la zona, a través de las correspondientes frecuencias de presentación sectorial y regímenes medios direccionales, de los datos en aguas profundas y en las zonas cercanas de estudio.
- Estudio de la capacidad de transporte litoral del tramo de costa en estudio.
- Definición de la profundidad de corte del tramo de costa.

2.- MOTIVACIÓN DEL PRESENTE ESTUDIO

Este anexo se ha elaborado en cumplimiento de la Ley 22/88, de 28 de Julio, de Costas y de los artículos 91 y 92 del Reglamento General Desarrollo y Ejecución de la Ley de Costas (en adelante RGDELC), aprobado por Real Decreto 1471/89, se presenta el siguiente estudio.

Según el artículo 91 del RGDELC se indica que todo proyecto que “contenga la previsión de actuaciones en el mar o en la zona marítimo-terrestre, deberá comprender un estudio básico de la dinámica litoral referido a la unidad fisiográfica costera correspondiente y de los efectos de las actuaciones previstas.”. En el artículo 92 del RGDELC se especifican los siguientes puntos a contemplar en dicho estudio básico de dinámica litoral:

- ❖ Estudio de la capacidad de transporte litoral.
- ❖ Balance sedimentario y evolución de la línea de costa, tanto anterior como previsible.
- ❖ Clima marítimo, incluyendo estadísticas de oleaje y temporales direccionales y escalares.
- ❖ Batimetría hasta zonas del fondo que no resulten modificadas, y forma de equilibrio, en planta y perfil, del tramo de costas afectado.

- ❖ Naturaleza geológica de los fondos.
- ❖ Condiciones de la biosfera submarina.
- ❖ Recursos disponibles de áridos y canteras y su idoneidad, previsión de dragados o trasvases de arenas.
- ❖ Plan de seguimiento de las actuaciones previstas.
- ❖ Propuesta para la minimización, en su caso, de la incidencia de las obras y posibles medidas correctoras y compensatorias.

Dentro del marco de actuaciones que implica el tipo de obra a ejecutar en el presente proyecto, este anejo cumple con los requerimientos de la Ley de Costas en los apartados a) y c) del artículo 92 del RGDELC.

Respecto al apartado b), se debe entender que realizar un estudio del balance sedimentario y la evolución de la línea de costa, tanto anterior como previsible, sólo sería de aplicación en tanto que la obra a proyectar incluyera actuaciones y/o estructuras que pudieran modificar el actual balance sedimentario y la evolución natural de la línea de costa. Dado que la construcción de un emisario submarino no comporta tales variaciones en términos de dinámica litoral, no se considera necesario dicho estudio.

El apartado g) se cumpliría en la metodología constructiva planteada para el emisario submarino. La excavación de una zanja para la colocación de la tubería supondrá un dragado limitado a la anchura de la misma, y en los puntos donde se requiera alzar el perfil del terreno, se usará la arena disponible en fondos cercanos, siempre fuera y suficientemente alejados de las praderas de *Posidonia Oceanica* existentes en el trazado del emisario submarino. Las cantidades a aportar son pequeñas, y no requieren de un estudio en profundidad de los posibles yacimientos de arena de fondos marinos comparado como lo sería en el caso de una alimentación de una playa

3.- FUENTE DE DATOS

El conjunto de datos considerado para este estudio, corresponde a datos WANA (obtenidos por el Departamento de Clima Marítimo de Puertos del Estado mediante retroanálisis con un modelo de predicción de oleaje a partir de datos de viento) y a los datos registrados por la boya escalar de Cap de Pera (red REMRO de Puertos del Estado).

Los datos WANA proporcionan un registro continuo de valores, si bien la fiabilidad de los valores obtenidos depende de la bondad del modelo predictivo, y a su vez, de la fiabilidad de los datos de viento disponibles.

Para cada una de las zonas de los emisarios submarinos se ha empleado un nodo de la red WANA (que se extiende por toda la costa española). Dicho nodo ha de ser el más cercano para que los datos sean de la máxima fiabilidad.

EMISARIO SUBMARINO	NODO WANA	LATITUD	LONGITUD
Cala Savina (Formentera)	2058030	38°45'00"	1°15'00"

Tabla 1: Relación de nodos WANA empleados en el emisario a estudiar, con sus coordenadas geográficas.

Estos nodos se han considerado que estaban situados en aguas profundas. En la Figura 1 se muestra el emplazamiento de los nodos WANA en las Islas Baleares, señalándose los correspondientes al presente proyecto. El período de registro que se ha empleado abarca desde el 14 de enero de 1996 hasta el 25 de octubre del 2004, es decir, un total de 8. La información recogida se limita únicamente a la variable altura de ola significativa H_s , definida a partir de una caracterización estadística del oleaje irregular como el valor medio del tercio de olas más altas del registro, el período de pico del oleaje T_p y la dirección media del oleaje α_m . Estos datos WANA también incluyen el valor de la velocidad del viento media V_m y su dirección media del viento en el nodo especificado.

Los datos de la boya de Cap de Pera presentan dos importantes limitaciones: en primer lugar, no dan información direccional del oleaje; y en segundo lugar, el registro no es continuo, existiendo huecos (o periodos sin registro) superiores a un mes. La boya de Cap de Pera es una boya de tipo escalar de la marca Datawell (modelo Waverider). Su emplazamiento corresponde a las coordenadas 39°39'6" – 3°29'6" E, y está fondeada a una profundidad media de 48 metros.

El período de registro de la boya considerado en este estudio abarca desde el 23 de Mayo de 1989 hasta 12 de Mayo de 2004, es decir, un total de 15 años. La información recogida se limita únicamente a la variable altura de ola significativa espectral H_{m0} , definida como cuatro veces la raíz cuadrada del momento de orden cero del espectro o área encerrada por la función de densidad espectral, la cual puede considerarse coincidente con el valor de altura de ola significativa, H_s , y el período de pico del oleaje T_p .

Dado que los datos instrumentales de una boya son mucho más fiables que los datos WANA obtenidos mediante retroanálisis, especialmente en los valores de altura de ola significativa y periodo pico, y puesto que el conjunto de datos WANA proporciona la información direccional del oleaje, sería interesante y/o necesario corregir los valores de la altura de ola, mediante el contraste de registros entre datos WANA y de boya, siempre y cuando los datos de las boyas sea de suficiente calidad como para poder ser útiles en dicha corrección.

De anteriores estudios comparativos y estudiando los datos de la boya de Cap de Pera, se ha observado que los registros son muy discontinuos y el número de datos útiles son pocos comparados con los que se obtienen de los datos WANA.

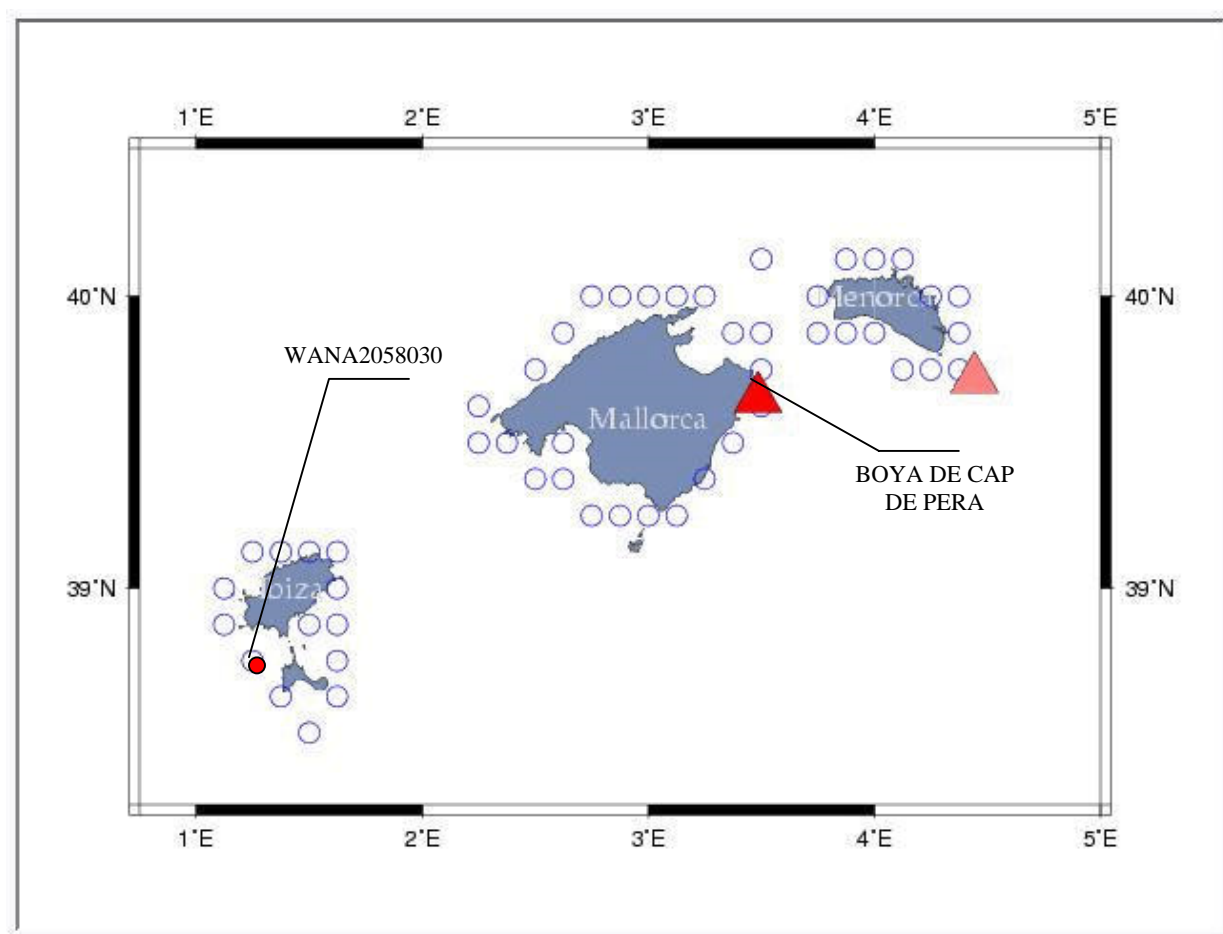


Figura 1: Emplazamiento de los nodos WANA empleados y de la boya de Cap de Pera.

4.- ESTUDIO DEL CLIMA MARÍTIMO: OLEAJE

4.1.- INTRODUCCIÓN

Dado que la proximidad de los dos emisarios submarinos es suficiente como para que sea útil el mismo nodo WANA, se ha estudiado el clima marítimo para esa única fuente de datos.

4.2.- DISTRIBUCIÓN SECTORIAL DEL OLEAJE – AGUAS PROFUNDAS

La distribución sectorial del oleaje (en sectores de 22,5°) puede apreciarse en las tablas de encuentros de altura de ola significativa y direcciones de oleaje y su frecuencia de presentación (Tablas 2 y 3, nodo WANA2058030). En la figura 2a se muestran dichos resultados ilustrados en una rosa de oleaje.

Dichas tablas y figuras muestran una clara predominancia de los oleajes procedentes de sudoeste (sector SW), frente al resto de oleajes, debido a que la mayor parte de las direcciones de incidencia están bajo el efecto sombra de la propia isla de Formentera y de la isla de Ibiza.

Hs (m) \ Dir	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Escalar
0 - 0.5	445	358	451	574	975	1569	1776	832	656	1062	1652	690	407	368	639	672	13126
0.5 - 1	204	144	115	191	406	373	183	98	128	683	2086	751	415	255	302	322	6656
1 - 1.5	32	23	20	33	49	43	10	7	20	156	966	373	193	150	154	124	2353
1.5 - 2	2	6	4	6	2	12	6	1	5	74	497	183	126	72	75	45	1116
2 - 2.5	4	2	1	4	2	6	0	0	8	54	201	105	61	34	26	15	523
2.5 - 3	1	0	0	1	0	0	0	0	0	26	116	84	54	18	17	4	321
3 - 3.5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	8	70	23	28	10	7	6	153
3.5 - 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	29	21	10	5	2	2	72
4 - 4.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	14	5	6	0	1	2	30
4.5 - 5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	4	0	0	2	0	11
5 - 5.5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5	3	1	0	0	0	12
5.5 - 6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
6 - 6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
6.5 - 7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Subtotal	690	533	591	809	1434	2003	1975	938	817	2071	5643	2242	1301	912	1225	1193	24377

Tabla 2: Tabla de encuentros de altura de ola significativa – dirección para el oleaje (Nodo WANA2058030)

Hs (m) \ Dir	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Escalar
0 - 0.5	0.01825	0.01469	0.01850	0.02355	0.04000	0.06436	0.07286	0.03413	0.02691	0.04357	0.06777	0.02831	0.01670	0.01510	0.02621	0.02757	0.53846
0.5 - 1	0.00837	0.00591	0.00472	0.00784	0.01666	0.01530	0.00751	0.00402	0.00525	0.02802	0.08557	0.03081	0.01702	0.01046	0.01239	0.01321	0.27304
1 - 1.5	0.00131	0.00094	0.00082	0.00135	0.00201	0.00176	0.00041	0.00029	0.00082	0.00640	0.03963	0.01530	0.00792	0.00615	0.00632	0.00509	0.09653
1.5 - 2	0.00008	0.00025	0.00016	0.00025	0.00008	0.00049	0.00025	0.00004	0.00021	0.00304	0.02039	0.00751	0.00517	0.00295	0.00308	0.00185	0.04578
2 - 2.5	0.00016	0.00008	0.00004	0.00016	0.00008	0.00025	0.00000	0.00000	0.00033	0.00222	0.00825	0.00431	0.00250	0.00139	0.00107	0.00062	0.02145
2.5 - 3	0.00004	0.00000	0.00000	0.00004	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00107	0.00476	0.00345	0.00222	0.00074	0.00070	0.00016	0.01317
3 - 3.5	0.00004	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00033	0.00287	0.00094	0.00115	0.00041	0.00029	0.00025	0.00628
3.5 - 4	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00012	0.00119	0.00086	0.00041	0.00021	0.00008	0.00008	0.00295
4 - 4.5	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00008	0.00057	0.00021	0.00025	0.00000	0.00004	0.00008	0.00123
4.5 - 5	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00021	0.00016	0.00000	0.00000	0.00008	0.00000	0.00045
5 - 5.5	0.00004	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00008	0.00021	0.00012	0.00004	0.00000	0.00000	0.00000	0.00049
5.5 - 6	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00004	0.00004
6 - 6.5	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00008	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00008
6.5 - 7	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00004	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00004
Subtotal	0.02831	0.02186	0.02424	0.03319	0.05883	0.08217	0.08102	0.03848	0.03352	0.08496	0.23149	0.09197	0.05337	0.03741	0.05025	0.04894	1.00000

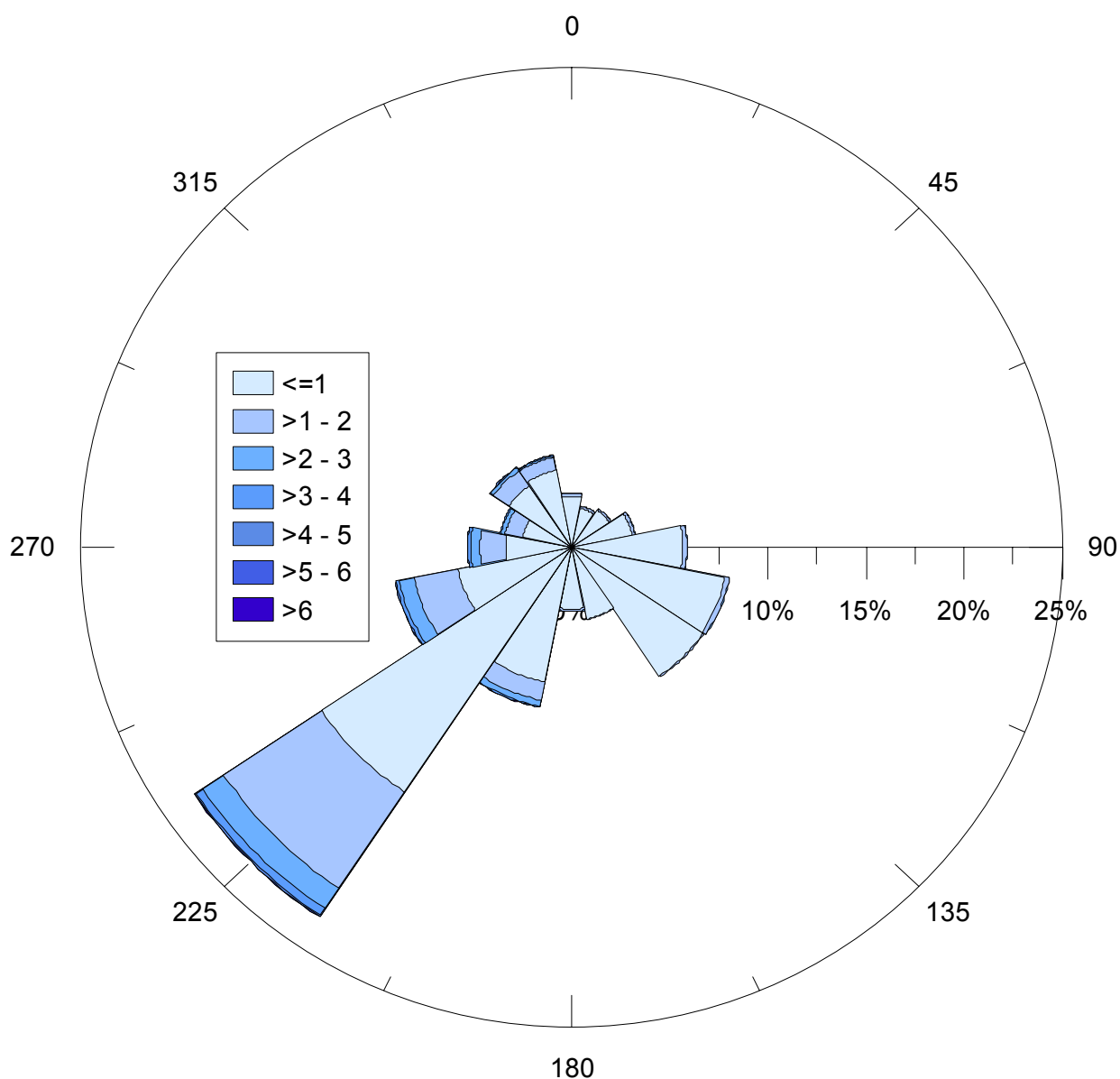


Figura 2a: Rosa de oleaje de la altura de ola significativa, H_s (Nodo WANA2058030, en m)

4.3.- DISTRIBUCIÓN SECTORIAL DEL OLEAJE EN LAS ZONAS DE ESTUDIO

4.3.1.- Introducción

Para determinar el oleaje en las distintas zonas de estudio, particularizando así la información procedente de los puntos WANA en aguas profundas, se debe propagar la base de datos de oleaje (la serie completa) a pié de los emisarios.

La propagación de esta base de datos hasta una profundidad objetivo supone la propagación de todos y cada uno de los oleajes que la conforman hasta esa profundidad.

Para propagar toda la serie de datos se admite un modelo de propagación aproximado (asomeramiento + refracción), basado en la Ley de Snell sobre una batimetría recta y paralela. Esta batimetría queda definida por la alineación de la costa y la pendiente media de la misma.

Así, cada dato de la serie de datos es propagado hasta la profundidad objetivo por componentes con sus correspondientes periodos y direcciones. Una vez alcanzada la profundidad objetivo se reconstruye la altura de ola, seleccionando el periodo y la dirección de ésta.

Una vez determinada la dirección de la ola propagada hasta la profundidad objetivo, se descartan aquellas direcciones que quedan fuera del ángulo de afección de un tramo de costa. Este ángulo se ha tomado a partir del punto de máxima profundidad de un emisario (sobre los 30-35 metros) y trazando dos visuales de lado a lado, siendo tangentes a los salientes o elementos que interrumpan el paso del oleaje.

Finalmente se verifica si la altura de ola compuesta es mayor que la altura de ola de rotura, estimada como $0.8h$, donde h es la profundidad objetivo. De superarse esta altura, se modifica la altura compuesta haciéndola coincidir con $0.8h$.

4.3.2.- Emisario submarino en Cala Savina

Para la propagación de la serie de datos WANA se ha partido de los siguientes elementos de partida:

- Nodo WANA: 2058030
- Número de datos iniciales: 24377
- Profundidad objetivo: 30 m
- Ángulo de la normal a la costa respecto al norte: 300°
- Angulo menor de afección de oleaje, respecto al norte: 22.5°
- Angulo mayor de afección de oleaje, respecto al norte: 270°

Los resultados se muestran a continuación en la siguiente rosa de oleaje, propagada a la profundidad objetivo (figura 2b)

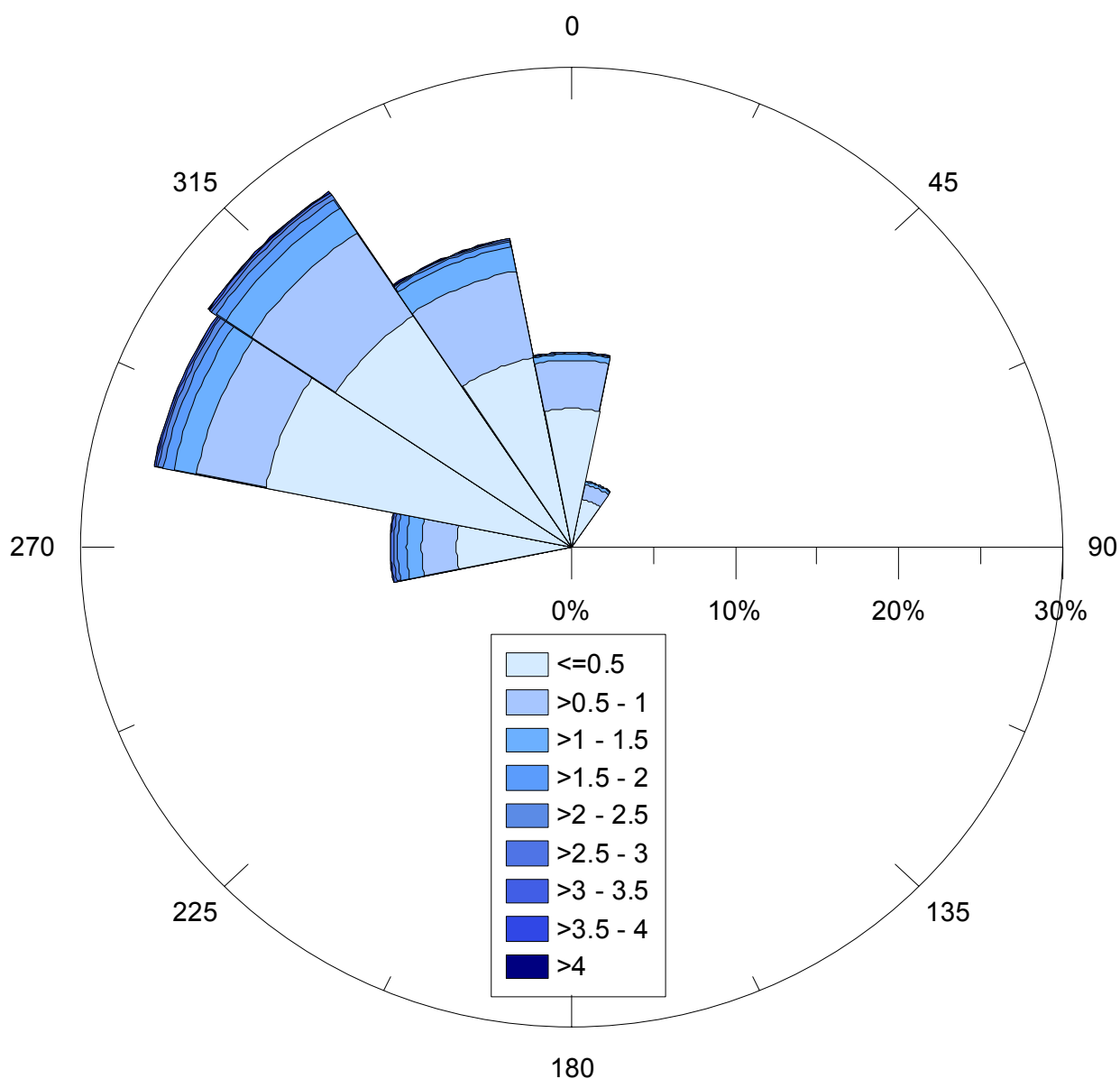


Figura 2b: Rosa de oleaje de la altura de ola significativa, H_s ,
propagada a aguas someras en Cala Savina (en m)

4.4.- RÉGIMEN MEDIO DEL CLIMA DE OLEAJE – AGUAS PROFUNDAS

4.4.1.- Altura de ola significativa

El régimen medio de cualquier variable ambiental relaciona los diversos niveles de la misma con la probabilidad de que dichos niveles no sean superados en un periodo de tiempo igual a un año medio.

Se han representado las funciones de distribución de altura de ola significativa H_s asociadas a las tablas de encuentros (Tablas 4 y 5). Se analizan las funciones correspondientes a la altura de ola escalar y a las direcciones de mayor contenido energético y frecuencia, es decir el oleaje procedente de los sectores SW y WSW.

La probabilidad de no-excedencia de una determinada altura de ola se obtiene como el cociente entre el número de observaciones que hay por debajo de ella y el total de observaciones de la dirección considerada. Por ello debe tenerse presente que las probabilidades deducidas directamente de un régimen direccional así elaborado son probabilidades condicionadas, que indican la probabilidad de no-excedencia para cada nivel de la variable, condicionada a que el oleaje tenga la dirección considerada. Por este motivo las probabilidades de excedencia obtenidas de cualquiera de dichas funciones de distribución direccionales condicionadas deben ser multiplicadas por la probabilidad de que el oleaje se presente en dicha dirección.

Las funciones de distribución así obtenidas se han ajustado por mínimos cuadrados a funciones de distribución tipo Asuntota III o Weibull biparamétricas ($A=0$) y posteriormente representadas en papel probabilística Weibull. En la Figura 3 se muestran las gráficas correspondientes al oleaje compuesto escalar, y en la Figura 4, las funciones correspondientes a las direcciones SW y WSW.

Hs (m) \ Dir	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Escalar
0.5	0.01825	0.01469	0.01850	0.02355	0.04000	0.06436	0.07286	0.03413	0.02691	0.04357	0.06777	0.02831	0.01670	0.01510	0.02621	0.02757	0.53846
1.0	0.02662	0.02059	0.02322	0.03138	0.05665	0.07967	0.08036	0.03815	0.03216	0.07158	0.15334	0.05911	0.03372	0.02556	0.03860	0.04078	0.81150
1.5	0.02794	0.02154	0.02404	0.03274	0.05866	0.08143	0.08077	0.03844	0.03298	0.07798	0.19297	0.07441	0.04164	0.03171	0.04492	0.04586	0.90803
2.0	0.02802	0.02178	0.02420	0.03298	0.05874	0.08192	0.08102	0.03848	0.03319	0.08102	0.21336	0.08192	0.04681	0.03466	0.04800	0.04771	0.95381
2.5	0.02818	0.02186	0.02424	0.03315	0.05883	0.08217	0.08102	0.03848	0.03352	0.08323	0.22160	0.08623	0.04931	0.03606	0.04906	0.04832	0.97526
3.0	0.02822	0.02186	0.02424	0.03319	0.05883	0.08217	0.08102	0.03848	0.03352	0.08430	0.22636	0.08967	0.05152	0.03680	0.04976	0.04849	0.98843
3.5	0.02826	0.02186	0.02424	0.03319	0.05883	0.08217	0.08102	0.03848	0.03352	0.08463	0.22923	0.09062	0.05267	0.03721	0.05005	0.04873	0.99471
4.0	0.02826	0.02186	0.02424	0.03319	0.05883	0.08217	0.08102	0.03848	0.03352	0.08475	0.23042	0.09148	0.05308	0.03741	0.05013	0.04882	0.99766
4.5	0.02826	0.02186	0.02424	0.03319	0.05883	0.08217	0.08102	0.03848	0.03352	0.08483	0.23100	0.09168	0.05333	0.03741	0.05017	0.04890	0.99889
5.0	0.02826	0.02186	0.02424	0.03319	0.05883	0.08217	0.08102	0.03848	0.03352	0.08483	0.23120	0.09185	0.05333	0.03741	0.05025	0.04890	0.99934
5.5	0.02831	0.02186	0.02424	0.03319	0.05883	0.08217	0.08102	0.03848	0.03352	0.08492	0.23141	0.09197	0.05337	0.03741	0.05025	0.04890	0.99984
6.0	0.02831	0.02186	0.02424	0.03319	0.05883	0.08217	0.08102	0.03848	0.03352	0.08492	0.23141	0.09197	0.05337	0.03741	0.05025	0.04894	0.99988
6.5	0.02831	0.02186	0.02424	0.03319	0.05883	0.08217	0.08102	0.03848	0.03352	0.08492	0.23149	0.09197	0.05337	0.03741	0.05025	0.04894	0.99996
7.0	0.02831	0.02186	0.02424	0.03319	0.05883	0.08217	0.08102	0.03848	0.03352	0.08496	0.23149	0.09197	0.05337	0.03741	0.05025	0.04894	1.00000

Tabla 4 Frecuencia acumulada de presentación de oleaje (Nodo WANA2058030)

Hs (m) \ Dir	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Escalar
0.5	0.64493	0.67167	0.76311	0.70952	0.67992	0.78333	0.89924	0.88699	0.80294	0.51280	0.29275	0.30776	0.31284	0.40351	0.52163	0.56329	0.53846
1.0	0.94058	0.94184	0.95770	0.94561	0.96304	0.96955	0.99190	0.99147	0.95961	0.84259	0.66241	0.64273	0.63182	0.68311	0.76816	0.83319	0.81150
1.5	0.98696	0.98499	0.99154	0.98640	0.99721	0.99101	0.99696	0.99893	0.98409	0.91791	0.83360	0.80910	0.78017	0.84759	0.89388	0.93713	0.90803
2.0	0.98986	0.99625	0.99831	0.99382	0.99861	0.99700	1.00000	1.00000	0.99021	0.95365	0.92167	0.89072	0.87702	0.92654	0.95510	0.97485	0.95381
2.5	0.99565	1.00000	1.00000	0.99876	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	0.97972	0.95729	0.93756	0.92390	0.96382	0.97633	0.98743	0.97526
3.0	0.99710	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	0.99227	0.97785	0.97502	0.96541	0.98355	0.99020	0.99078	0.98843
3.5	0.99855	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	0.99614	0.99025	0.98528	0.98693	0.99452	0.99592	0.99581	0.99471
4.0	0.99855	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	0.99759	0.99539	0.99465	0.99462	1.00000	0.99755	0.99749	0.99766
4.5	0.99855	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	0.99855	0.99787	0.99688	0.99923	1.00000	0.99837	0.99916	0.99889
5.0	0.99855	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	0.99855	0.99876	0.99866	0.99923	1.00000	1.00000	0.99916	0.99934
5.5	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	0.99952	0.99965	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	0.99916	0.99984
6.0	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	0.99952	0.99965	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	0.99988
6.5	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	0.99952	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	0.99996
7.0	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000

Tabla 5: Función de distribución del oleaje (Nodo WANA2058030)

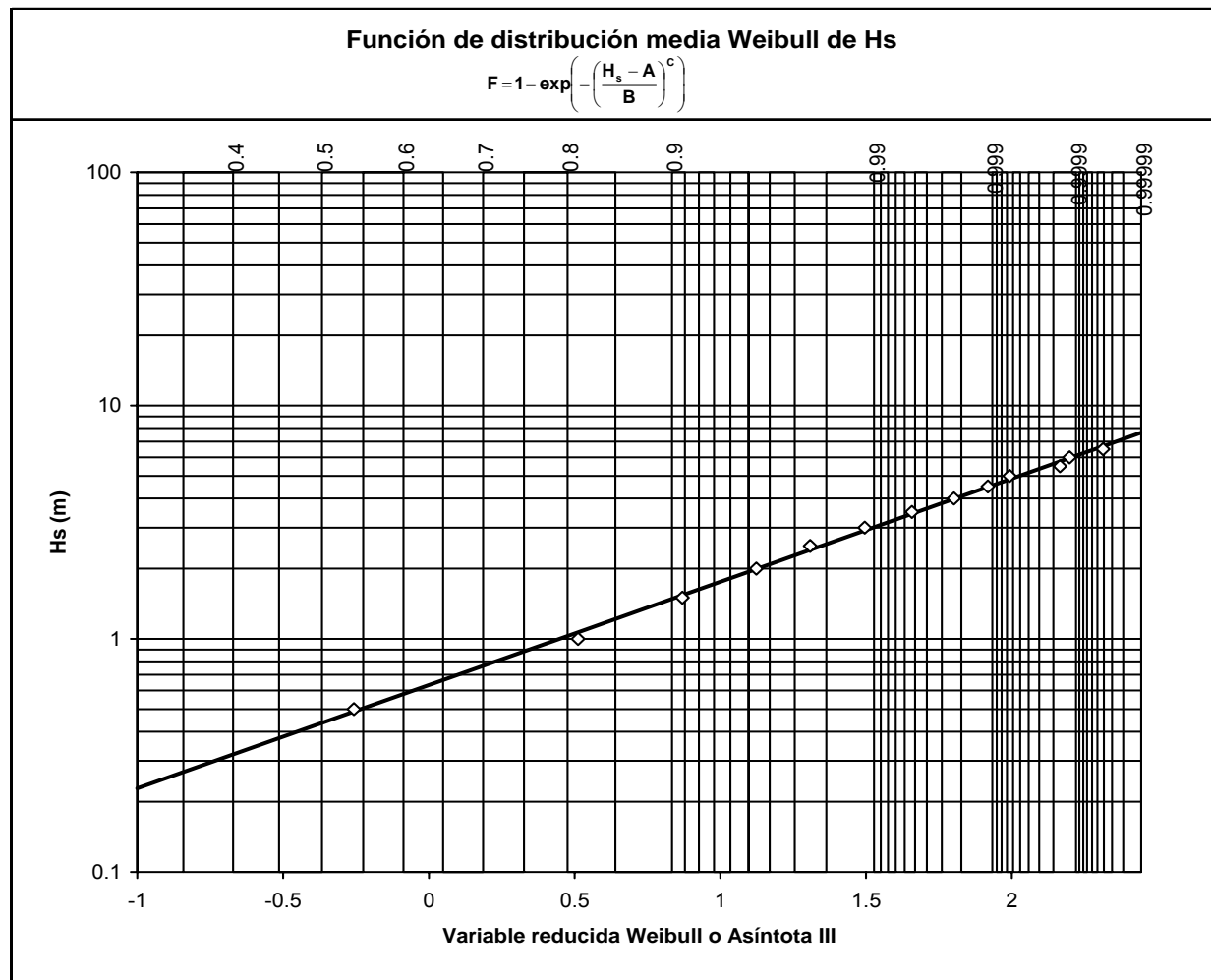


Figura 3: Función de distribución media Weibull de la altura significativa escalar, Hs (Nodo WANA2058030)

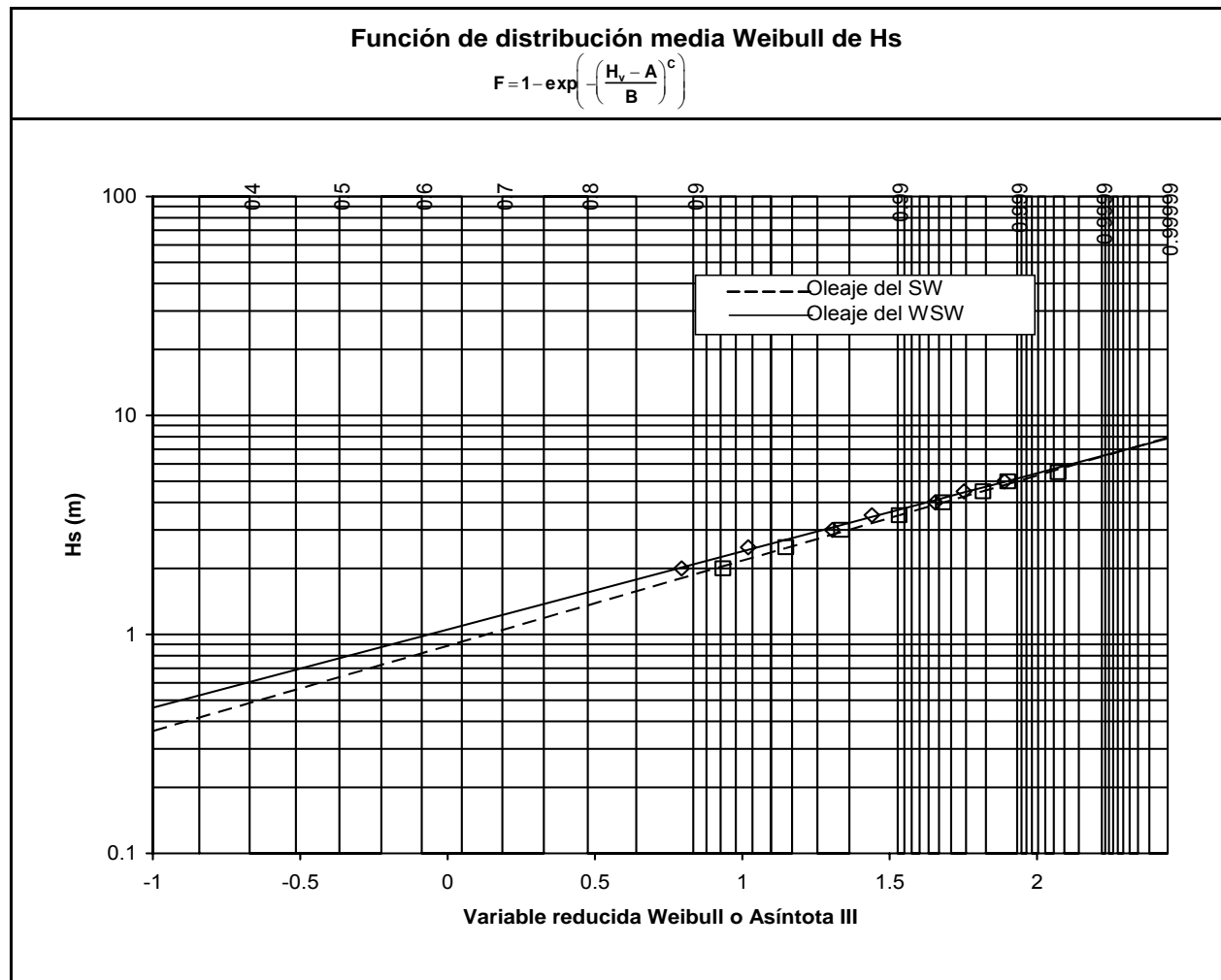


Figura 4: Función de distribución media Weibull de la altura significativa direccionales, Hs (Nodo WANA2058030)

Los coeficientes de correlación r , así como los parámetros B y C obtenidos en los ajustes se detallan a continuación:

Oleaje total escalar	$r = 0.99909$	$B = 0.63370$	$C = 0.98060$
Oleaje total, dirección SW	$r = 0.99991$	$B = 0.88719$	$C = 1.11722$
Oleaje total, dirección WSW	$r = 0.99991$	$B = 1.05197$	$C = 1.21595$

4.4.2.- Período de oleaje

Las tablas de encuentros altura de ola-período de oleaje se establecen a partir del número de casos en los que, para un período o rango de períodos dado, la altura de ola significativa se mantiene dentro de un intervalo de valores establecido. Con este objeto se dispone en el eje de ordenadas la variable período con un incremento de 0,5 segundos y en el de abscisas las alturas de ola con incremento de medio metro. Así sumando los valores de la tabla por columnas se obtiene el número total de casos en el que el oleaje registrado tiene una altura dada y sumando por filas se tiene el número total de casos en el que el oleaje tiene un cierto período.

En la Tabla 6 se presenta la tabla de encuentros H_s - T_p que presenta un total de 24377 valores registrados entre los años 1996 y 2004. La frecuencia de presentación del período de pico se puede observar en la Tabla 7. La función de distribución obtenida se ha ajustado a una función de distribución media Weibull (Figura 5), obteniéndose los siguientes parámetros:

Período pico escalar	$r = 0.99664$	$B = 5.42667$	$C = 2.65625$
----------------------	---------------	---------------	---------------

	Hs (m)														
Tp (s)	0-0.5	0.5-1	1-1.5	1.5-2	2-2.5	2.5-3	3-3.5	3.5-4	4-4.5	4.5-5	5-5.5	5.5-6	6-6.5	6.5-7	Total
1-1.5	45														45
1.5-2	284														284
2-2.5	1503	4													1507
2.5-3	2946	161													3107
3-3.5	1329	573													1902
3.5-4	2565	1537	103	2											4207
4-4.5	1055	802	157	4											2018
4.5-5	989	713	237	23	2										1964
5-5.5	878	659	369	74	10	1									1991
5.5-6	744	713	340	199	27	1									2024
6-6.5	405	620	316	237	107	18	4								1707
6.5-7	221	437	318	191	140	91	25	2							1425
7-7.5	11	5	6	2											24
7.5-8	117	274	224	156	87	79	49	24	6	1	1				1018
8-8.5	26	122	173	121	65	49	21	23	10	4	1	1			616
8.5-9		1	1	3	2										7
9-9.5	6	29	77	61	44	45	27	14	5	3	8				319
9.5-10					1										1
10-10.5	2	5	29	33	29	21	18	5	7	2			1	1	153
10.5-11				2		1	1								4
11-11.5		1	3	8	9	13	5	4	2	1	2		1		49
11.5-12															0
12-12.5						2	3								5
Total	13126	6656	2353	1116	523	321	153	72	30	11	12	1	2	1	24377

Tabla 6: Tabla de encuentros de período de pico – altura de ola significativa (Nodo WANA2058030)

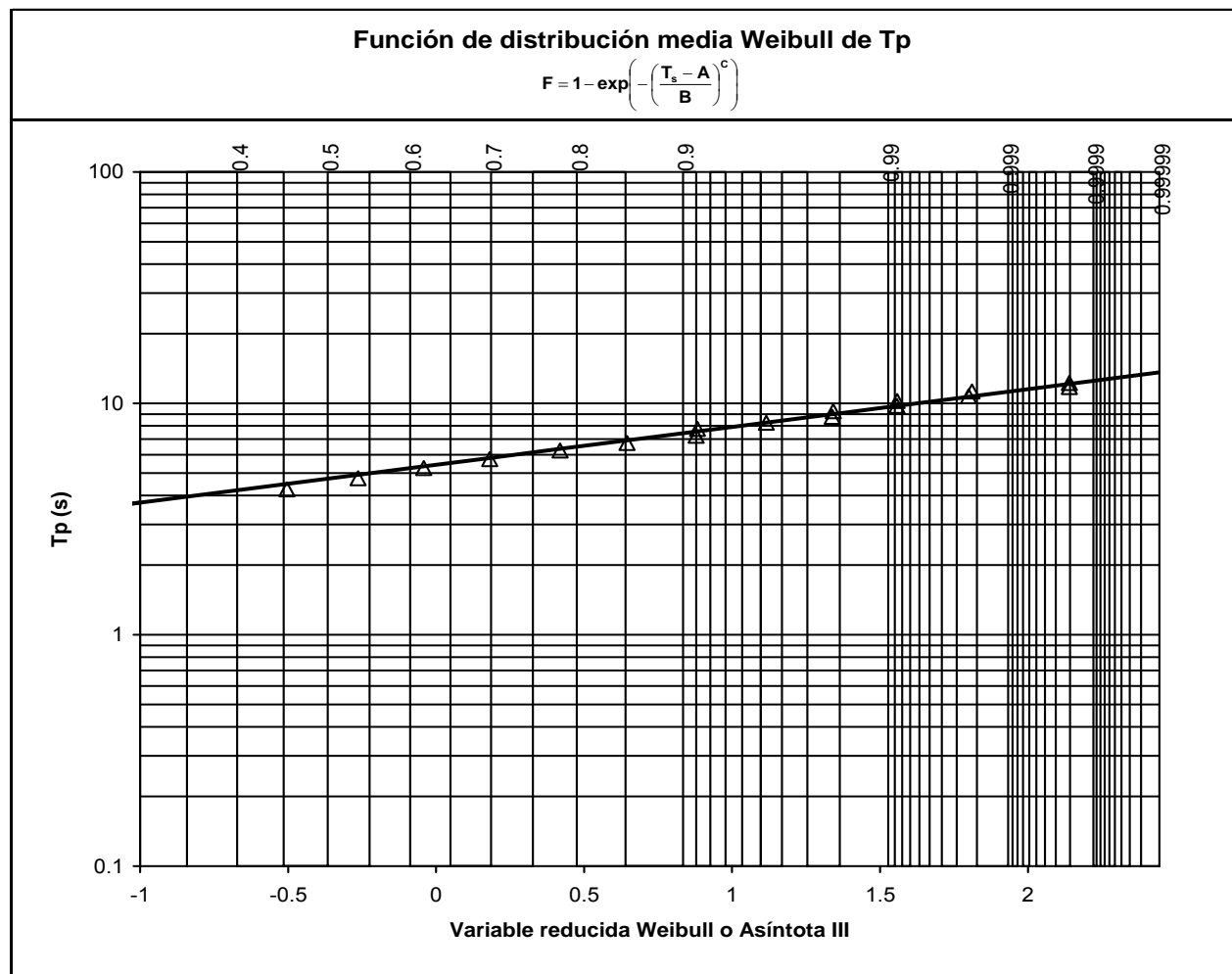


Figura 5: Función de distribución media Weibull del período pico escalar, Tp (Nodo WANA2058030)

Tp(s)	F(Tp)
1.75	0.00185
2.25	0.01350
2.75	0.07532
3.25	0.20277
3.75	0.28080
4.25	0.45338
4.75	0.53616
5.25	0.61673
5.75	0.69840
6.25	0.78143
6.75	0.85146
7.25	0.90992
7.75	0.91090
8.25	0.95266
8.75	0.97793
9.25	0.97822
9.75	0.99130
10.25	0.99134
10.75	0.99762
11.25	0.99778
11.75	0.99979
12.25	0.99979
12.75	1.00000
1.75	0.00185

Tabla 7: Función de distribución del período pico (Nodo WANA2058030)

Para calcular la correlación entre la altura de ola visual H_s y el período T_p se ha calculado para cada intervalo de H_s el valor promedio de los diferentes T_p registrados. La función de correlación se obtiene interpolando por mínimos cuadrados a una función analítica tomando como pares de valores de interpolación el valor medio de un intervalo de alturas de ola y período asociado calculado como el promedio de todos los periodos registrados en dicho intervalo de alturas de ola.

En particular se estudian dos tipos de curvas:

- Lineal $T_p = a H_s + b$

- Potencial $T_p = a H_s^c + b$
- Exponencial $T_p = a e^{c H_s} + b$

El ajuste lineal ofrece un coeficiente de correlación de $r = 0,92454$ y unos parámetros:

$$a = 0.86330$$

$$b = 4.39202$$

Para el ajuste exponencial se ha variado el valor de “c” hasta conseguir un coeficiente de correlación máximo de valor $r = 0,99808$ y como parámetros

$$a = -7.18002$$

$$b = 9.86819$$

$$c = -0.39$$

Para el ajuste potencial también se ha variado el valor de “c” hasta conseguir un máximo coeficiente de correlación $r = 0,99819$ para los parámetros:

$$a = 7.12499$$

$$b = -1.87912$$

$$c = 0,25$$

Las gráficas de las funciones de correlación anteriores se muestran en las Figuras 6, 7 y 8.

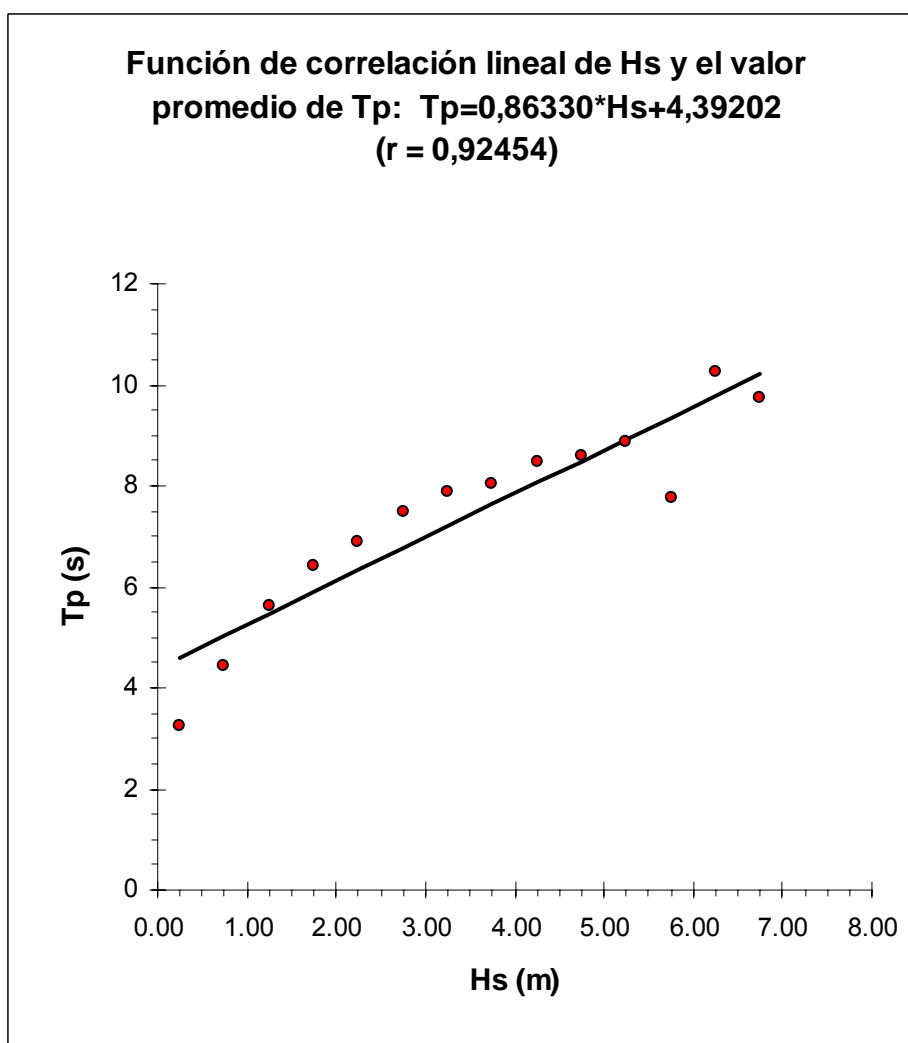


Figura 6: Gráfica de la función de correlación lineal de Hs yTp medio (Nodo WANA2058030)

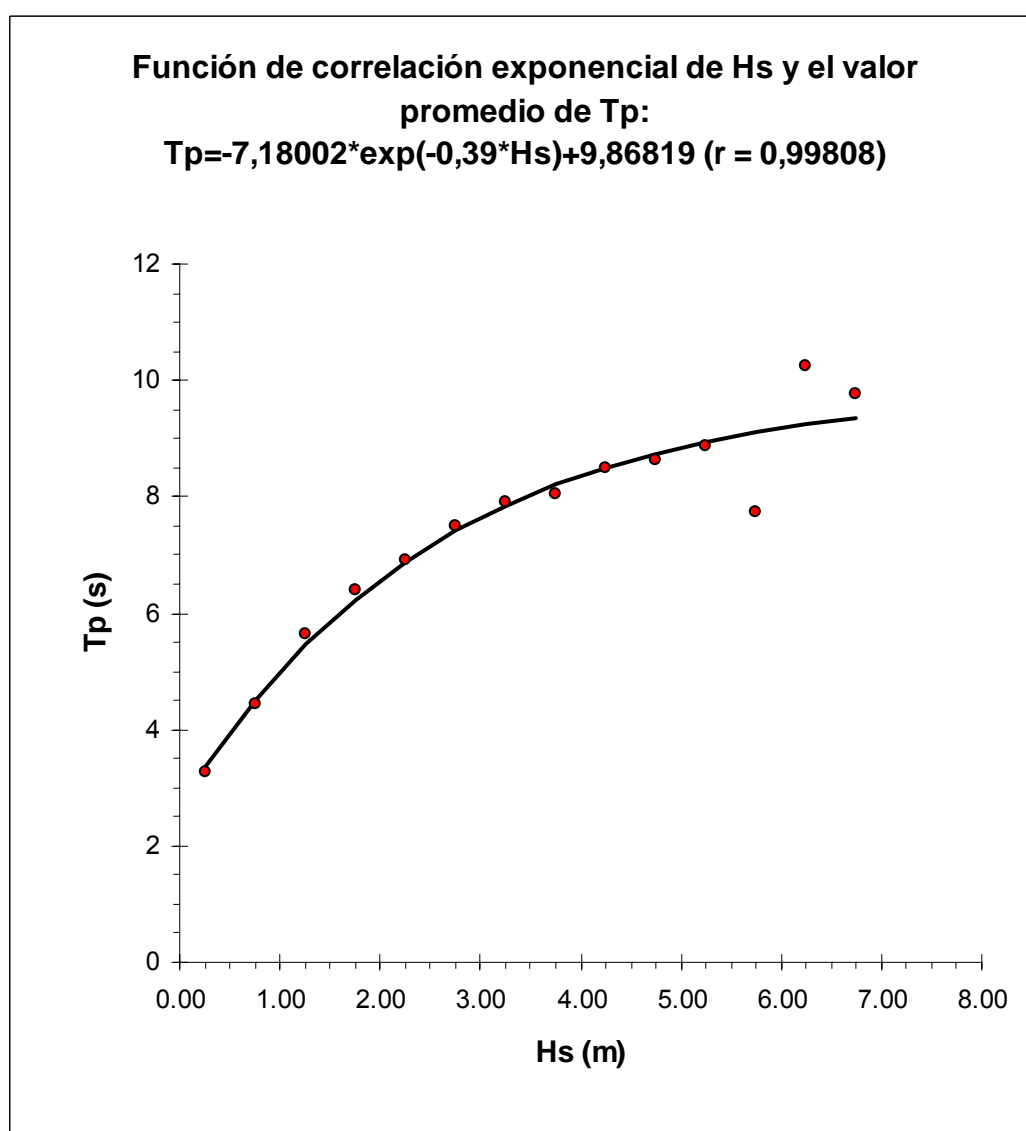


Figura 7: Gráfica de la función de correlación exponencial de Hs y Tp medio (Nodo WANA2058030)

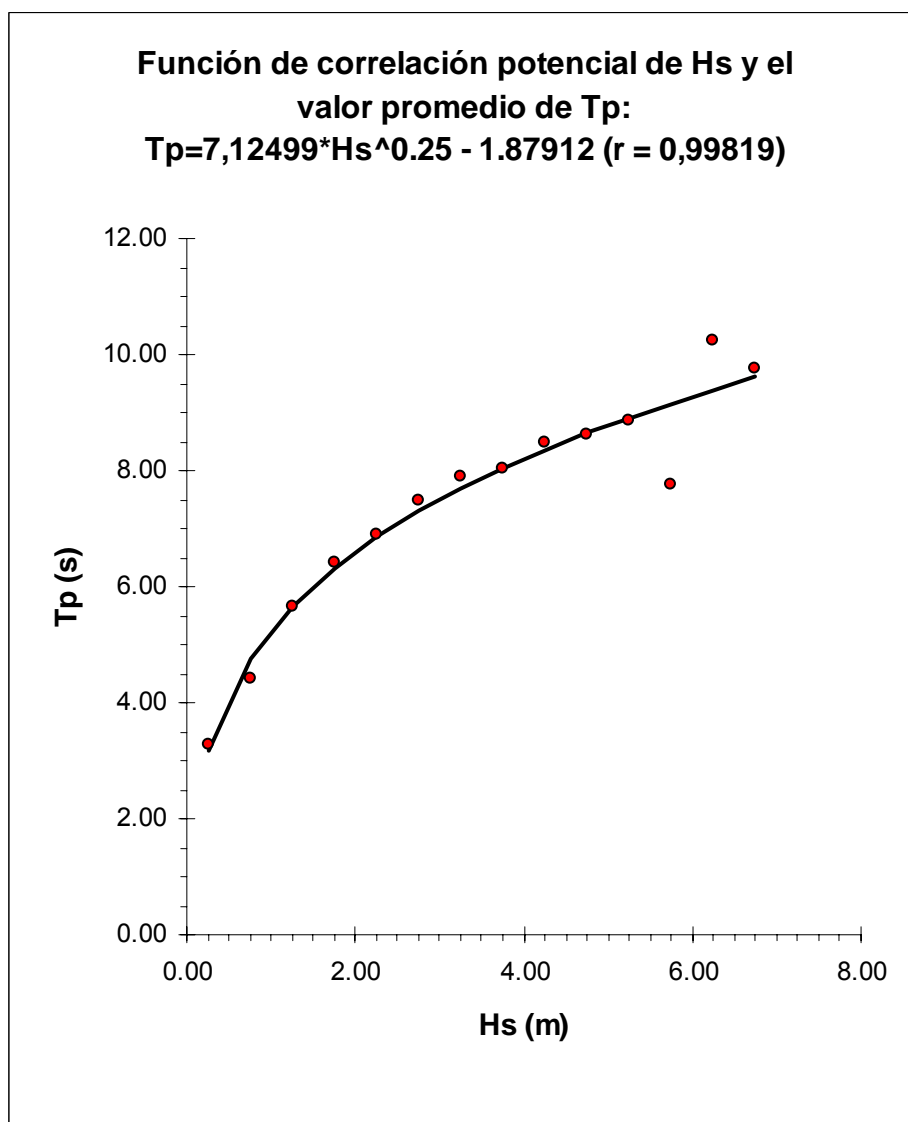


Figura 8: Gráfica de la función de correlación potencial de Hs y Tp medio (Nodo WANA2058030)

4.5.- RÉGIMEN MEDIO DEL CLIMA DE OLAJE – ZONAS DE ESTUDIO

4.5.1.- Introducción

Siguiendo los pasos del apartado 4.4.1 de este estudio, se plantea el estudio del régimen medio del clima de oleaje en función de las distintas zonas de estudio de este proyecto.

Se debe indicar que dicho estudio se limita a la altura de ola significativa, dado que el período se mantiene constante a lo largo de la propagación del oleaje hasta las aguas de las zonas de estudio.

4.5.2.- Altura de ola significativa – Cala Savina

Se han representado las funciones de distribución de altura de ola significativa H_s asociadas a las tablas de encuentros de oleaje ya propagado. Se analizan las funciones correspondientes a la altura de ola escalar y a las direcciones de mayor contenido energético y frecuencia, es decir el oleaje procedente de los sectores WNW y NW.

Las funciones de distribución así obtenidas se han ajustado por mínimos cuadrados a funciones de distribución tipo Asuntota III o Weibull biparamétricas ($A=0$) y posteriormente representadas en papel probabilística Weibull. En la Figura 9 se muestran las gráficas correspondientes al oleaje compuesto escalar, y en la Figura 10 se muestran las funciones correspondientes a las direcciones WNW y NW.

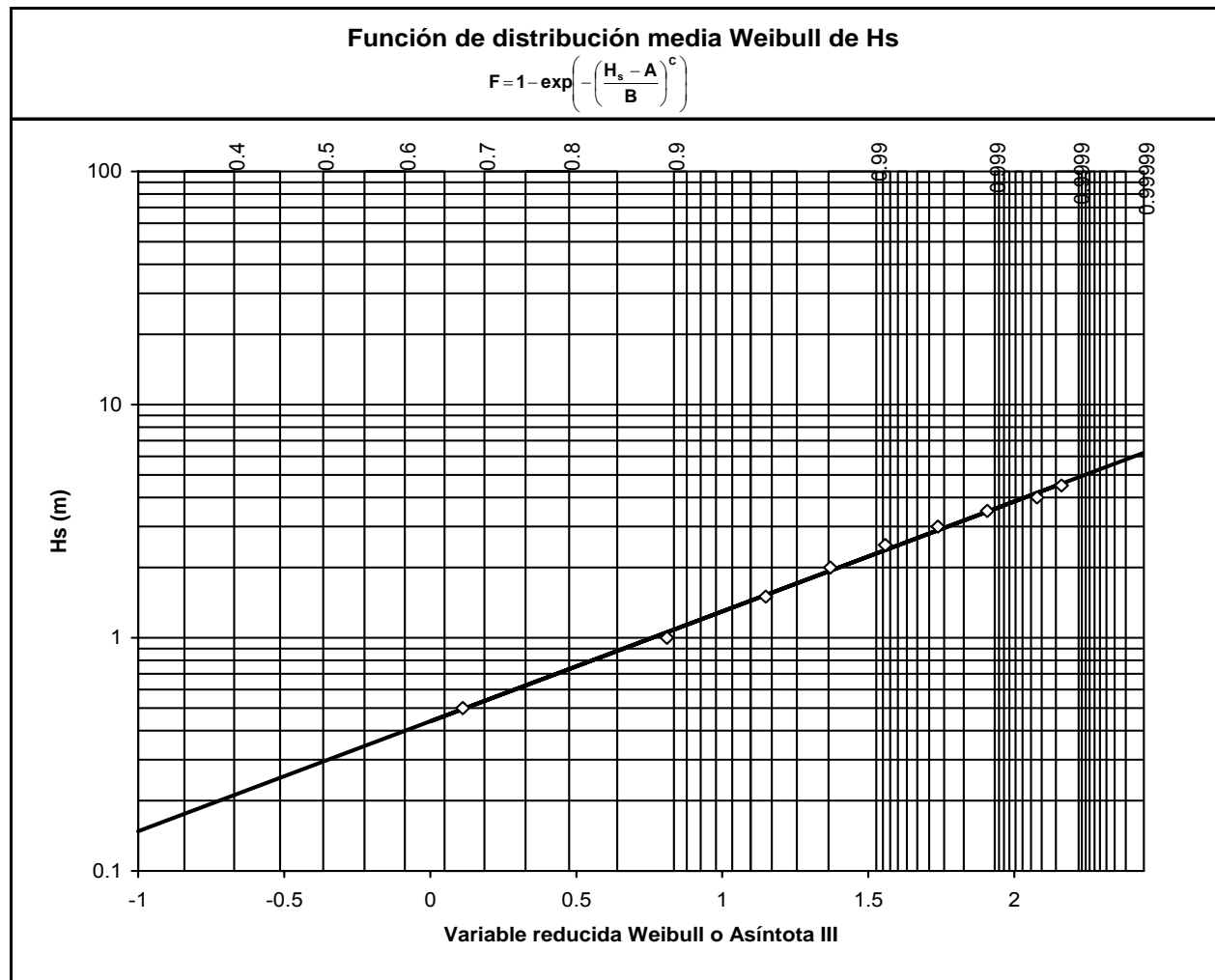


Figura 9: Función de distribución media Weibull de la altura significativa escalar, Hs (Emisario en Cala Savina)

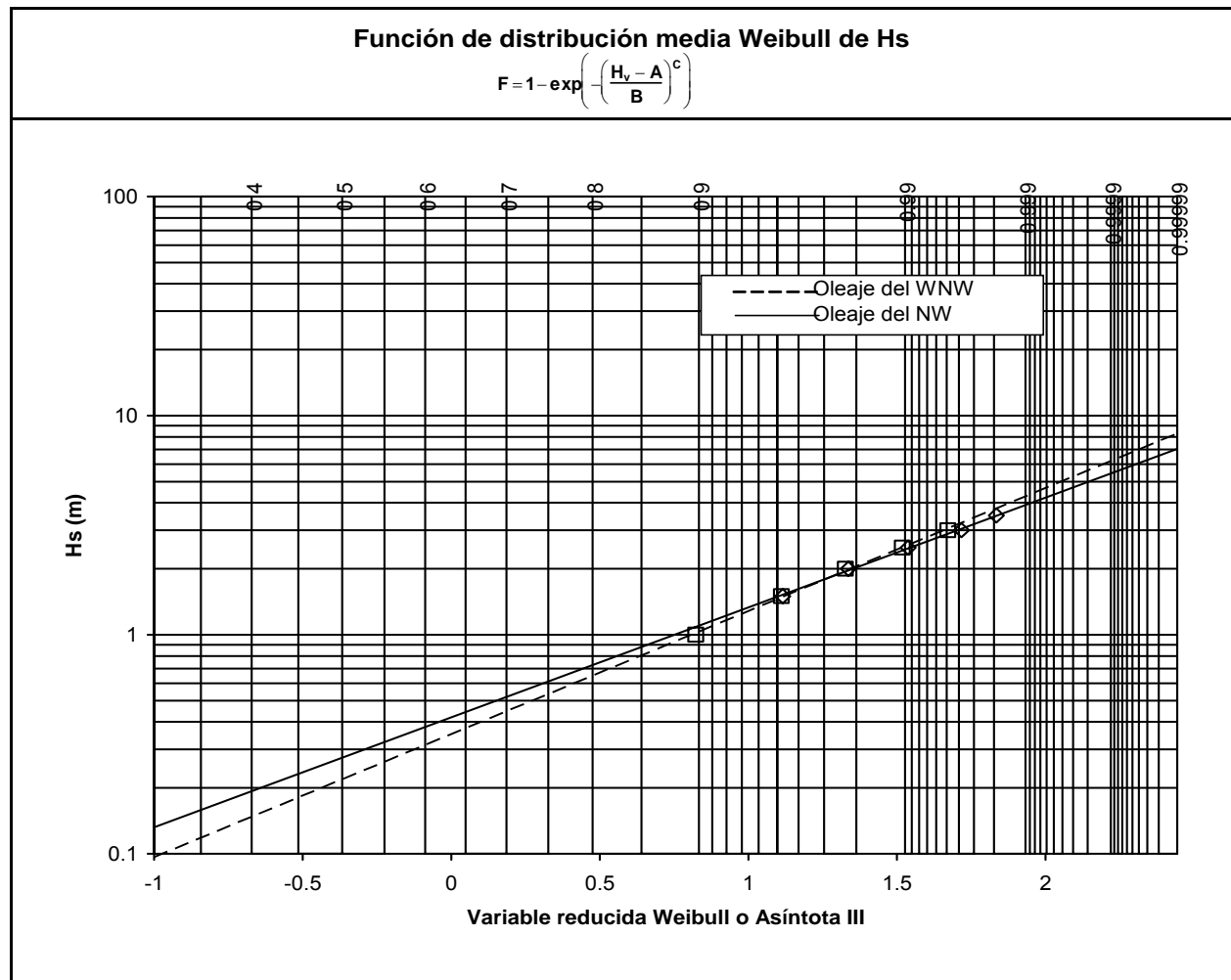


Figura 10: Función de distribución media Weibull de la altura significativa direccionales, Hs (Emisario en Cala Savina)

Los coeficientes de correlación r , así como los parámetros B y C obtenidos en los ajustes se detallan a continuación:

Oleaje propagado escalar	$r = 0.99875$	$B = 0.43803$	$C = 0.92070$
Oleaje propagado , dirección WNW	$r = 0.99987$	$B = 0.35119$	$C = 0.77308$
Oleaje propagado , dirección NW	$r = 0.99995$	$B = 0.4917$	$C = 0.86552$

De estos datos se obtienen las tablas de altura de ola que no son excedidas cierto tanto por ciento durante un año medio (tablas 8, 9 y 10). En dichas tablas se ha marcado la altura de ola en la profundidad de propagación del caso estudiado en este apartado, correspondiente a un % de excedencia de 99.80, lo que indica que esa altura de ola solo se verá superada en un 0.2% de los casos en un año medio, dato más que suficiente para dimensionar los muertos de los emisarios.

Hs (m)	% de excedencia	Tp (s)
0.5	84.38%	4.0
1	94.30%	5.0
1.5	97.84%	5.9
2	99.16%	6.6
2.5	99.66%	7.2
2.8	99.81%	7.5

Tabla 8: Alturas significantes (Hs) de ola según un % de no excedencia en Cala Savina, con su período pico asociado (Tp) según el régimen de clima medio.

Hs (m)	% de excedencia	Tp (s)
0.5	96.61%	4.0
1	98.67%	5.0
1.5	99.42%	5.9
2	99.73%	6.6
2.2	99.80%	6.8

Tabla 9: Alturas significantes (Hs) de ola según un % de no excedencia en Cala Savina, con su período pico asociado (Tp) según el régimen de clima medio, para el oleaje procedente del sector WNW.

Hs (m)	% de excedencia	Tp (s)
0.5	95.97%	4.0
1	98.45%	5.0
1.5	99.37%	5.9
2	99.73%	6.6
2.2	99.81%	6.8

Tabla 10: Alturas significantes (Hs) de ola según un % de no excedencia en Cala Savina, con su período pico asociado (Tp) según el régimen de clima medio, para el oleaje procedente del sector NW.

Estos datos permitirá que se puedan obtener las velocidades y aceleraciones en los distintos puntos de estudio del emisario de Cala Savina.

5.- DATOS PARA CALCULAR LOS ESFUERZOS EN LOS EMISARIOS

5.1.- INTRODUCCIÓN

El cálculo de los esfuerzos sobre los emisarios submarinos que están colocados sobre el lecho marino que permitan dimensionar los muertos o anclajes pertinentes requieren evaluar las velocidades y aceleraciones en las profundidades donde se van a ubicar los emisarios submarinos o los tramos reparados de estos.

A continuación de muestra la metodología empleada para obtener dichas velocidades y aceleraciones, partiendo de la teoría lineal de ondas de Airy. La formulación empleada para la velocidad horizontal es la siguiente:

$$U_x = \frac{H}{2} \frac{gT}{L} \frac{\cosh\left(\frac{2\pi(z+d)}{L}\right)}{\cosh\left(\frac{2\pi d}{L}\right)} \cdot \cos \theta \text{ en m/s}$$

donde:

H: Altura de ola (m)

g = 9.81 m/s² (aceleración de la gravedad)

T: Periodo pico asociado a la ola (s)

L: Longitud de onda asociado a la ola (m)

d: Calado (m)

z: Profundidad desde el nivel medio (m)

θ: Fase de la onda

Como se puede observar, la velocidad máxima es obtendrá para $\theta=2\pi$.

La aceleración horizontal se define como:

$$A_x = \frac{g\pi H}{L} \frac{\cosh\left(\frac{2\pi(z+d)}{L}\right)}{\cosh\left(\frac{2\pi d}{L}\right)} \cdot \sin \theta \text{ en m/s}^2$$

En este caso, la aceleración es máxima para $\theta=\pi/2$. Como se puede observar, ambas variables se hallan desfasadas en $\pi/2$.

Estas formulaciones solo son válidas en lo que se denominan aguas intermedias, que vienen definidas como aquellas que son de transición entre aguas profundas y aguas someras. Se evalúa que estamos en aguas intermedias si se cumple que:

$$\frac{1}{25} < \frac{d}{L} < \frac{1}{2}$$

5.2.- EMISARIO SUBMARINO EN CALA SAVINA

Para el caso de este emisario submarino, se ha propagado la ola que solo es superada un 0.2% de las veces según el régimen medio del oleaje a distintas profundidades (cada 5 metros) aplicando la misma metodología que se ha empleado en el apartado 4.5.

A continuación se muestra la tabla de propagación de dos temporales (Tabla 11), procedentes de las direcciones más energéticas y de mayor frecuencia de todo el oleaje que afecta en un año medio la costa en estudio. Se dan los datos cada 5 metros de profundidad desde la inicial (obtenida en el apartado 4.5) hasta los 5 metros de profundidad.

Con estos datos se procede a evaluar las velocidades y aceleraciones máximas que existirán aproximadamente en el fondo marino (0.5 metros por encima de este), donde quedarán ubicados los emisarios submarinos (Tabla 12).

	Inicial	PROPAGACIÓN				
Rango profundidades (m)	30	25	20	15	10	5
Hs (m)	2.80	2.75	2.69	2.66	2.68	2.91
L (m)	85.69	83.79	80.43	74.76	65.40	49.38
Tp (s)	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50
Sector	WNW					
Angulo (°)	292.50	292.67	292.96	293.46	294.28	295.69

	Inicial	PROPAGACIÓN				
Rango profundidades (m)	30	25	20	15	10	5
Hs (m)	2.80	2.75	2.69	2.65	2.67	2.88
L (m)	85.69	83.79	80.43	74.76	65.40	49.38
Tp (s)	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50
Sector	NW					
Angulo (°)	315.00	314.66	314.06	313.05	311.39	308.58

Tabla 11: Propagación de dos temporales en dos direcciones distintas hasta la profundidad de 5 metros.

Sector	d (m)	Hs (m)	Tp (s)	L (m)	z (m)	d/L	0.04<d/L<0.5	Ux max(m/s)	Ax max (m/s ²)
WNW	30	2.80	7.50	85.69	-29.5	0.3501	AGUAS INTERMEDIAS	0.2634	2.5562
WNW	25	2.75	7.50	83.79	-24.5	0.2984	AGUAS INTERMEDIAS	0.3622	3.5146
WNW	20	2.69	7.50	80.43	-19.5	0.2487	AGUAS INTERMEDIAS	0.4945	4.7987
WNW	15	2.66	7.50	74.76	-14.5	0.2006	AGUAS INTERMEDIAS	0.6875	6.6704
WNW	10	2.68	7.50	65.40	-9.5	0.1529	AGUAS INTERMEDIAS	1.0074	9.7721
WNW	5	2.91	7.50	49.38	-4.5	0.1013	AGUAS INTERMEDIAS	1.7963	17.4094
NW	30	2.80	7.50	85.69	-29.5	0.3501	AGUAS INTERMEDIAS	0.2634	2.5562
NW	25	2.75	7.50	83.79	-24.5	0.2984	AGUAS INTERMEDIAS	0.3622	3.5146
NW	20	2.69	7.50	80.43	-19.5	0.2487	AGUAS INTERMEDIAS	0.4945	4.7987
NW	15	2.65	7.50	74.76	-14.5	0.2006	AGUAS INTERMEDIAS	0.6849	6.6453
NW	10	2.67	7.50	65.40	-9.5	0.1529	AGUAS INTERMEDIAS	1.0037	9.7357
NW	5	2.88	7.50	49.38	-4.5	0.1013	AGUAS INTERMEDIAS	1.7778	17.2299

Tabla 12: Velocidades y aceleraciones máximas en cada profundidad de propagación, medio metro por encima del lecho marino.

6.- PROFUNDIDAD DE CIERRE

6.1.- INTRODUCCIÓN

Para la evaluación de a qué profundidad nos interesa tener enterrado el emisario, para que no se vea afectado por lo que sería las variaciones de sedimentos en las zonas con playas, debemos primero determinar cual es la profundidad de cierre en el ámbito de estudio. Se define esta última como aquella profundidad en la cual los movimientos transversales del sedimento debidos al oleaje son prácticamente nulos. Hallermeier (1978) propone la siguiente expresión:

$$h^* = 1.75H_{s12} - 57.9 \left(\frac{H_{s12}^2}{gT_{2s}} \right)$$

donde:

h^* = profundidad de cierre (m)

H_{s12} = altura de ola significativa superada en 12 horas al año (m)

T_s = periodo significativo asociado (s)

Esta profundidad nos permite determinar a partir de qué profundidad podemos asegurar que el lecho marino es estable y no va a sufrir variaciones por culpa del clima marítimo de la zona.

6.2.- CÁLCULO DE LA PROFUNDIDAD DE CIERRE

Se ha partido de la serie completa de datos WANA del punto WANA2058030. Un total de 24377 datos forman el archivo que contiene además de la fecha y hora de predicción, la altura de ola significativa espectral, el periodo de pico espectral, la dirección media de procedencia del oleaje, la velocidad media del viento y la dirección media del viento.

De la serie de datos WANA proporcionados por Puertos del Estado, se han tomado dichos datos anualmente. También se han determinado el número de datos de salida del modelo WAM anualmente, porque existen series anuales con vacíos temporales. Una vez limpiadas dichas series, se han ordenado por altura de ola decreciente. Determinando la cantidad de datos tomados cada año respecto al total de horas anuales reales, se obtiene qué tanto por ciento de datos corresponden a la altura de ola superada en 12 horas al año. En resumen se muestran las siguientes tablas de resultados (tablas 13 y 14).

Con la serie ordenada por altura de ola decreciente por años, se toma el tanto por ciento de representación de 12 horas anuales respecto al total anual. De este modo, si se multiplica dicho tanto por ciento por el número de datos, podemos determinar en qué posición de la serie ordenada por altura de ola decreciente se halla Hs12. Con ese dato, nos remitimos a las series anuales y determinamos que Hs aparece en la serie en dicha posición. En casi todos los años, se ha de tomar la posición 4, excepto en el 2001 y el 2004 (la 3). En la serie completa se toma la posición 38 de la serie ordenada por altura decrecientes. El periodo pico asociado a Hs12, es decir, Tp12, se determina mediante la correlación con una ecuación potencial de la altura de ola Hs y el Tp (capítulo anterior de este documento). Con estos datos ya se puede aplicar la formulación de Hallermeier (1978).

Con las h^* calculadas para cada año, podemos realizar una media anual, cuyo valor es de 6.10 metros. El valor de h^* de la playa a estudiar lo tomaremos del estudio de las serie completa de datos, obteniéndose una profundidad de corte de **5.97 m**.

	SERIES ANUALES									SERIE COMPLETA DE DATOS
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	
MESES DE DATOS/ TOTALES	2823	2920	2920	2917	2821	2539	2740	2712	1985	24377
ENERO	143	248	248	248	248	219	248	244	113	1959
FEBRERO	232	224	224	224	232	220	216	216	167	1955
MARZO	248	248	248	248	248	248	240	232	244	2204
ABRIL	240	240	240	240	240	212	236	240	204	2092
MAYO	248	248	248	248	248	244	245	216	240	2185
JUNIO	240	240	240	240	240	184	191	184	220	1979
JULIO	248	248	248	248	232	61	240	244	236	2005
AGOSTO	248	248	248	248	232	203	240	228	197	2092
SEPTIEMBRE	240	240	240	240	240	228	220	184	187	2019
OCTUBRE	248	248	248	248	208	248	200	248	177	2073
NOVIEMBRE	240	240	240	240	220	228	220	236	0	1864
DICIEMBRE	248	248	248	245	233	244	244	240	0	1950

Tabla 13: Estudio de la serie de datos del nodo WANA año por año y la serie completa, determinando número de datos registrados y las zonas sin datos.

Años de datos:	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	S.COMPLETA
Días totales anuales:	366	365	365	365	366	365	365	365	366	2557
Horas totales anuales:	8784	8760	8760	8760	8784	8760	8760	8760	8784	61368
% representación 12 h	0.14%	0.14%	0.14%	0.14%	0.14%	0.14%	0.14%	0.14%	0.14%	0.16%
Posición H_{s12} en serie:	3.86	4.00	4.00	4.00	3.85	3.48	3.75	3.72	2.71	38.13
H_{s12} correspondiente (m):	4.5	4.9	3.3	3.7	5.1	4.6	4.4	5.2	4	4.3
Tp_{12} asociado a H_{s12} (s):	8.5	8.7	7.7	8.0	8.8	8.6	8.4	8.9	8.2	8.4
h^* calculada (m):	6.22	6.71	4.70	5.21	6.96	6.34	6.10	7.08	5.59	5.97

Tabla 14: Estudio de la serie de datos año por año, determinando número de datos registrados.

7.- TRANSPORTE POTENCIAL EN LA ZONA DE ESTUDIO

7.1.- METODOLOGÍA

Con la serie de datos WANA propagada hasta el punto de rotura es posible obtener una estimación del transporte potencial de sedimentos. Para ello se hace uso de dos de las formulaciones más empleadas en la literatura, la del CERC y la de Kamphuis:

CERC

$$\text{Transporte} = K1 * (1./8. * 1025 * 9.81 * H_s^2) * c_g * \sin(\theta) * \cos(\theta)$$

con

$$c_g = 0.5 * (1 + 2. * w_n * h_b / \sinh(2. * w_n * h_b)) * 2. * \pi / w_n / T_p$$

donde:

θ : ángulo formado por la onda con la normal a la línea de costa

w_n : número de onda

h_b : profundidad de rotura

Kamphuis

$$\text{Transporte} = K2 H_s^2 * T_p^{1.5} * \text{slope}^{0.75} * D50^{-.25} * (\sin(\text{abs}(2. * \theta)))^{0.6}$$

donde:

slope = pendiente media del perfil de playa.

Los valores K1 y K2 son factores de calibrado. En este caso se han empleado los valores propuestos por Schoones and Theron (1994,1996):

$$K1=1355$$

K2=71293

Las formulaciones anteriores se aplican a cada estado de mar definido en los datos propagados hasta el punto de rotura, pudiéndose calcular el transporte bruto (sin atender a su sentido) y el neto (integrándolo por sentidos).

A continuación se muestran los datos obtenidos de dichos cálculos, realizados mediante el modulo ODIN, del Sistema de Modela Costero (SMC) desarrollado por la Universidad de Cantabria para el Ministerio de Medio Ambiente.

7.2.- CALA SAVINA

La figura 9 muestra el cálculo del transporte medio mensual bruto de la zona de estudio en Cala Savina y en la figura 10 se muestra el transporte medio mensual neto. En ambos casos el transporte se considera positivo de derecha a izquierda, según la orientación de la costa tomada.

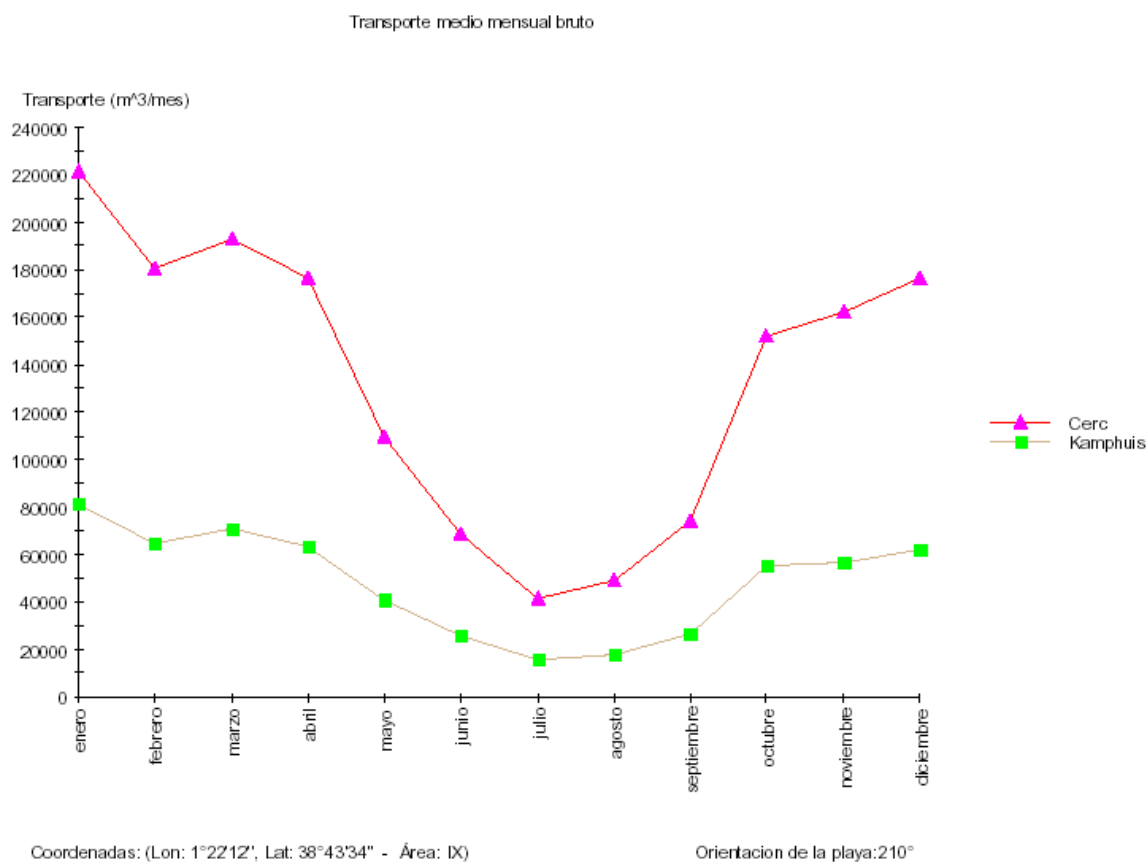


Figura 9: Transporte potencial medio mensual bruto del tramo de costa de estudio de Cala Savina.

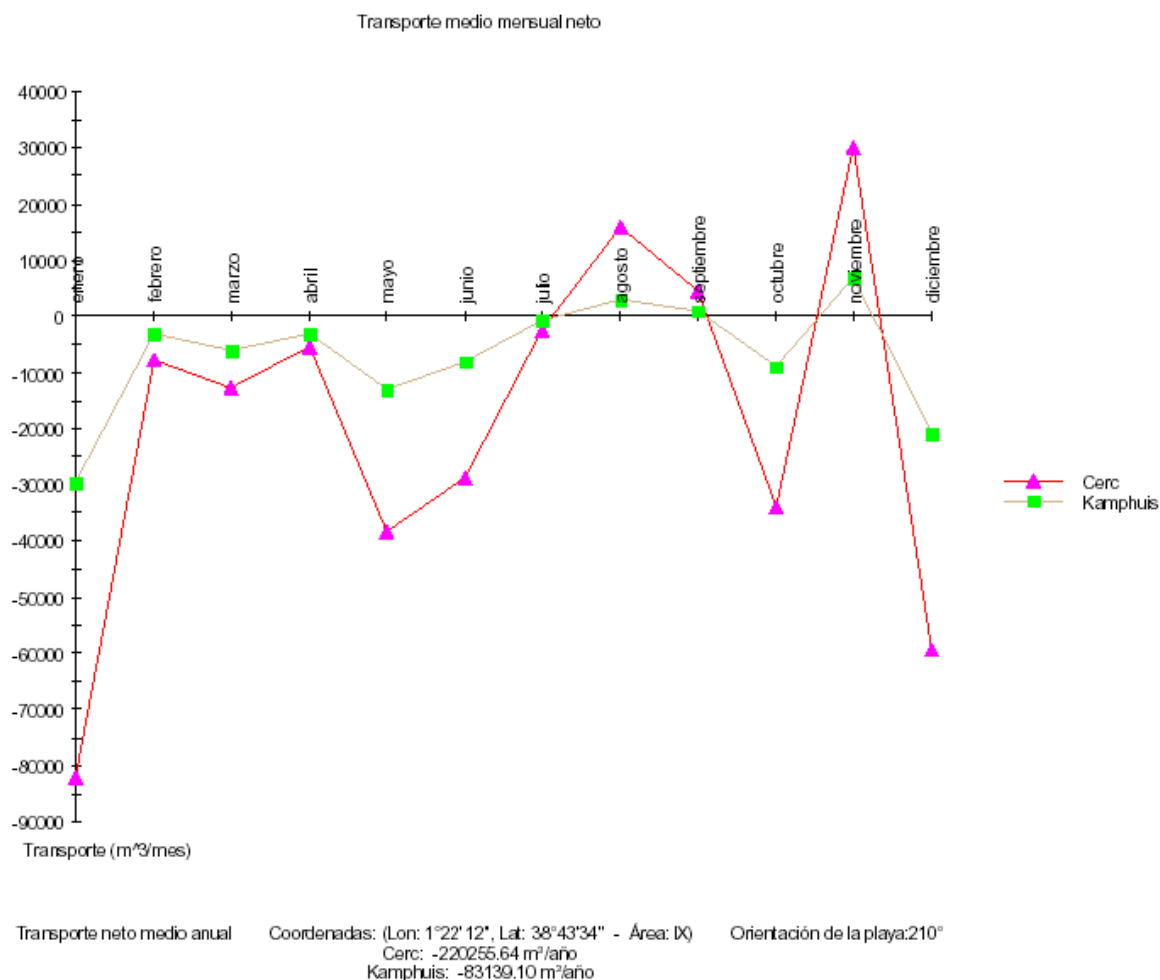


Figura 10: Transporte potencial medio mensual neto del tramo de costa de estudio de Cala Savina.

II.- ESTUDIO DE CORRIENTES

ÍNDICE

- 1.- INTRODUCCIÓN
- 2.- SIMULACIONES REALIZADAS
- 3.- RESULTADOS OBTENIDOS
 - 3.1.- ESTADO DE LAS CORRIENTES
 - 3.2.- SERIES TEMPORALES DE CORRIENTES

PLANOS

- Plano 1. Diagrama de corrientes. Emisario de Formentera. Situación 1. Sin viento.**
- Plano 2. Diagrama de corrientes. Emisario de Formentera. Situación 2. Sin viento.**
- Plano 3. Diagrama de corrientes. Emisario de Formentera. Situación 1. Viento E.**
- Plano 4. Diagrama de corrientes. Emisario de Formentera. Situación 2. Viento E.**
- Plano 5. Diagrama de corrientes. Emisario de Formentera. Situación 1. Viento NE.**
- Plano 6. Diagrama de corrientes. Emisario de Formentera. Situación 2. Viento NE.**

ANEXOS

- Anexo 1. Datos de campo**

1.- INTRODUCCIÓN

A efectos de analizar las corrientes existentes en la actualidad en la zona de interés para el estudio del efecto del emisario submarino en Formentera (Isla de Formentera), se ha realizado su simulación mediante el contrastado modelo matemático MIKE 21, desarrollado por el Danish Hydraulic Institute de Dinamarca.

Las simulaciones realizadas han utilizado los datos de batimetrías de cartas náuticas a la escala adecuada y datos de campo para la calibración de las corrientes mediante correntímetro portátil y experiencias con biplanos. (Ver Anexo I. Datos de campo).

En el área del mar Balear rige la corriente general del Mediterráneo en dirección suroeste, que se encuentra con la procedente del estrecho al sur del cabo de la Nao, tomando conjuntamente la dirección este al sur de las Baleares.

Pero la influencia de todas estas corrientes se puede considerar nula, dado que su velocidad en superficie no supera normalmente un nudo, y que, además, su dirección y velocidad superficiales cambian de acuerdo con el viento que rige en cada momento.

Por tanto, las corrientes en Baleares no tienen una predominancia definida, tal como puede ocurrir en el levante español, sino que dependiendo de la isla y de la fachada de dicha isla las corrientes predominan en un sentido o en otro. En el caso concreto de la zona de Mallorca, existe, por una parte una corriente en sentido noroeste – sureste entre las islas de Ibiza y Mallorca, al tiempo que también se detectan corrientes con trayectorias en forma de remolino, es decir, pueden darse en cualquier dirección.

Dado que no existe una clara predominancia se ha simulado en modelo numérico en condiciones normales de flujo.

Por otra parte, para las simulaciones numéricas es de gran importancia que las corrientes del modelo tengan características semejantes a la realidad, por lo cual el modelo

debe ser calibrado de forma que las velocidades que en este se obtengan tengan magnitudes semejantes a las que en la naturaleza se hayan medido.

En nuestro caso, con motivo del “Estudio de regularización de los emisarios de Ibiza”, en Noviembre de 2004, se ha realizado una campaña de campo de medida de corrientes con biplanos en la que se registraron corrientes en dirección NE-SO, con valores de velocidad medios comprendidos entre 5 y 12 cm/sgs.

Las características de las simulaciones han sido:

- Número de nodos: 190 x 140
- Tamaño de malla: 35 x 35 m
- Time step: 15 sgs.
- Duración de la simulación 72 horas

El modelo calcula elevaciones y flujos en dos direcciones en cada paso de tiempo y en cada punto del modelo.

La batimetría empleada en el modelo se representa en la fig. 1.1.

En los Planos 1 a 6, se representa, en dos momentos de la simulación, el estado de las corrientes.

2.- SIMULACIONES REALIZADAS

Las simulaciones hidrodinámicas planteadas, corresponden a la selección de tres situaciones meteorológicas distintas, con vientos en calma y dos situaciones de los vientos predominantes y representativos en cada zona de estudio de acuerdo con las rosas de vientos del Instituto Nacional de Meteorología. Sólo se han simulado vientos que fuercen a las corrientes a dirigirse a costa, es decir, no se han considerado vientos que soplen desde tierra.

Con respecto a la marea, su efecto en la zona de estudio se considera muy pequeño, con lo que se ha incorporado como *input* al modelo una marea de tipo sinusoidal de periodo 45000 segundos, con un rango máximo de marea de unos 0.3 m.

Descripción	Viento	Simulación
Formentera (Formentera)	Calma	A
Formentera (Formentera)	O 6 m/s	B
Formentera (Formentera)	SO 6 m/s	C

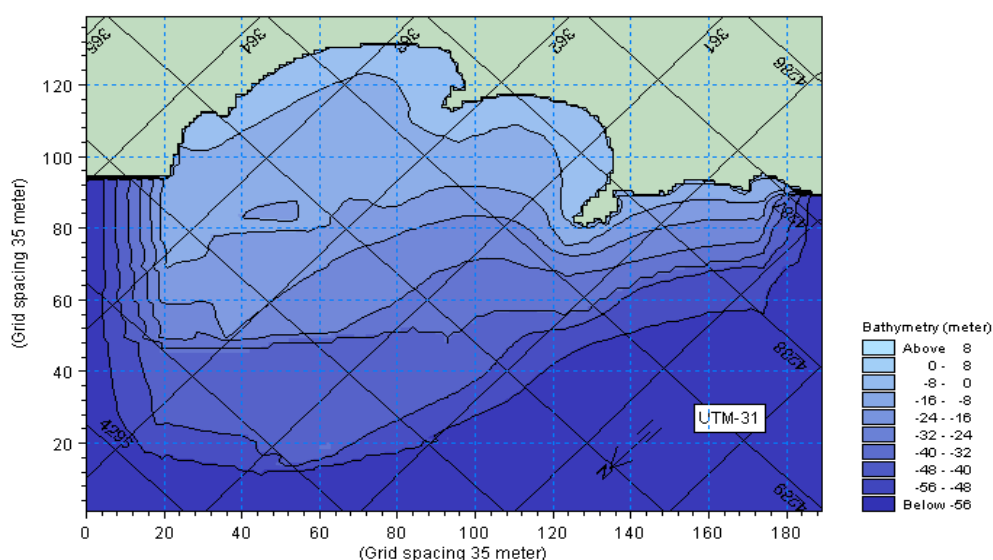


Figura 2.1. Batimetría utilizada en el modelo. Entorno emisario de Formentera

3.- RESULTADOS OBTENIDOS

3.1.- ESTADO DE LAS CORRIENTES

Para cada una de las simulaciones se han obtenido los correspondientes gráficos de representación vectorial de las corrientes para dos situaciones (relacionadas con períodos de mareas; llenante y vaciante). En estos gráficos las isolíneas representan la velocidad de la corriente, mientras que los vectores representan la dirección e intensidad del flujo en cada nodo de la malla.

Los gráficos presentados se detallan a continuación:

Situación A	Sin viento	Planos 1 y 2
Situación B	Viento Oeste	Planos 3 y 4
Situación C	Viento SO	Planos 5 y 6

En la digitalización de la batimetría, no se ha considerado la presencia del Estany Pudent ni el Estany del Peix, por entender que no se verán afectados y facilitar los cálculos en el modelo.

Como se observa en la batimetría utilizado se ha simulado la entrada de un flujo ENE-OSO.

Es una zona con corrientes, de dirección e intensidad irregular, además de estar abierta a los vientos predominantes del lugar, es decir, del primer, tercer y cuarto cuadrante.

La zona de interés para el estudio de dilución de las aguas del emisario de Formentera, se caracteriza por la formación de dos pequeñas bahías abiertas expuestas a las corrientes y oleajes procedentes del ONO.

Al acercarse a costa, la disminución de la altura de la columna de agua y el efecto de rozamiento con el fondo provocan un freno en la velocidad de las corrientes. Los valores de las corrientes más cerca de costa, se sitúan entorno a 0,01-0,05 m/s.

El factor dominante en la generación del campo de corrientes en esta zona de costas son los vientos, según se puede ver en los planos las diferencias de corrientes pueden ser del orden de 0,025-0,2 m/s, según los vientos.

El pequeño efecto que pueda tener la marea se contrarresta con la dirección general de las corrientes en esta zona, provocando una atenuación o aceleración de este flujo.

3.2.- SERIES TEMPORALES DE CORRIENTES

Para cada una de las simulaciones se han obtenido los correspondientes gráficos de representación vectorial de las corrientes para dos situaciones (relacionadas con períodos de mareas; llenante y vaciante). En estos gráficos las isolíneas representan la velocidad de la corriente, mientras que los vectores representan la dirección e intensidad del flujo en cada nodo de la malla.

Los gráficos presentados se detallan a continuación:

Situación A	Sin viento	Planos 1 y 2
Situación B	Viento Oeste	Planos 3 y 4
Situación C	Viento SO	Planos 5 y 6

En la digitalización de la batimetría, no se ha considerado la presencia del Estany Pudent ni el Estany del Peix, por entender que no se verán afectados y facilitar los cálculos en el modelo.

Como se observa en la batimetría utilizado se ha simulado la entrada de un flujo ENE-OSO.

Es una zona con corrientes, de dirección e intensidad irregular, además de estar abierta a los vientos predominantes del lugar, es decir, del primer, tercer y cuarto cuadrante.

La zona de interés para el estudio de dilución de las aguas del emisario de Formentera, se caracteriza por la formación de dos pequeñas bahías abiertas expuestas a las corrientes y oleajes procedentes del ONO.

Al acercarse a costa, la disminución de la altura de la columna de agua y el efecto de rozamiento con el fondo provocan un freno en la velocidad de las corrientes. Los valores de las corrientes más cerca de costa, se sitúan entorno a 0,01-0,05 m/s.

El factor dominante en la generación del campo de corrientes en esta zona de costas son los vientos, según se puede ver en los planos las diferencias de corrientes pueden ser del orden de 0,025-0,2 m/s, según los vientos.

El pequeño efecto que pueda tener la marea se contrarresta con la dirección general de las corrientes en esta zona, provocando una atenuación o aceleración de este flujo.

III.- ESTUDIO DE DILUCIÓN Y DISPERSIÓN DEL VERTIDO DEL EMISARIO

ÍNDICE

- 1.- OBJETO DE LOS CÁLCULOS DE DILUCIÓN
- 2.- ANÁLISIS DE LA DILUCIÓN
 - 2.1.- MODELO VISUAL PLUME
 - 2.2.- DATOS DE PARTIDA
 - 2.3.- RESULTADOS DE LAS SIMULACIONES
 - 2.4.- CONCLUSIONES
- 3.- ANÁLISIS DE LA DISPERSIÓN
 - 3.1.- PREPARACIÓN DEL MODELO
 - 3.2.- RESULTADOS Y CONCLUSIONES

PLANOS

Plano 1. Posición final del emisario.

Plano 2. Concentración de sólidos en suspensión (ppm). Sin Viento (1)

Plano 3. Concentración de sólidos en suspensión (ppm). Sin Viento (2)

Plano 4. Concentración de sólidos en suspensión (ppm). Sin Viento (3)

Plano 5. Concentración de sólidos en suspensión (ppm). Sin Viento (4)

Plano 6. Concentración de sólidos en suspensión (ppm). Sin Viento (5)

Plano 7. Concentración de sólidos en suspensión (ppm). Viento Este, 6 m/s (1)

Plano 8. Concentración de sólidos en suspensión (ppm). Viento Este, 6 m/s (2)

Plano 9. Concentración de sólidos en suspensión (ppm). Viento Este, 6 m/s (3)

Plano 10. Concentración de sólidos en suspensión (ppm). Viento Este, 6 m/s (4)

Plano 11. Concentración de sólidos en suspensión (ppm). Viento Este, 6 m/s (5)

Plano 12. Concentración de sólidos en suspensión (ppm). Viento Noreste, 6 m/s (1)

Plano 13. Concentración de sólidos en suspensión (ppm). Viento Noreste, 6 m/s (2)

Plano 14. Concentración de sólidos en suspensión (ppm). Viento Noreste, 6 m/s (3)

Plano 15. Concentración de sólidos en suspensión (ppm). Viento Noreste, 6 m/s (4)

Plano 16. Concentración de sólidos en suspensión (ppm). Viento Noreste, 6 m/s (5)

Plano 17. Concentración de coliformes (col/dl). Sin Viento (1)

- Plano 18.** Concentración de coliformes (col/dl). Sin Viento (2)
- Plano 19.** Concentración de coliformes (col/dl). Sin Viento (3)
- Plano 20.** Concentración de coliformes (col/dl). Sin Viento (4)
- Plano 21.** Concentración de coliformes (col/dl). Sin Viento (5)
- Plano 22.** Concentración de coliformes (col/dl). Viento Este, 6 m/s (1)
- Plano 23.** Concentración de coliformes (col/dl). Viento Este, 6 m/s (2)
- Plano 24.** Concentración de coliformes (col/dl). Viento Este, 6 m/s (3)
- Plano 25.** Concentración de coliformes (col/dl). Viento Este, 6 m/s (4)
- Plano 26.** Concentración de coliformes (col/dl). Viento Este, 6 m/s (5)
- Plano 27.** Concentración de coliformes (col/dl). Viento Noreste, 6 m/s (1)
- Plano 28.** Concentración de coliformes (col/dl). Viento Noreste, 6 m/s (2)
- Plano 29.** Concentración de coliformes (col/dl). Viento Noreste, 6 m/s (3)
- Plano 30.** Concentración de coliformes (col/dl). Viento Noreste, 6 m/s (4)
- Plano 31.** Concentración de coliformes (col/dl). Viento Noreste, 6 m/s (5)

ANEXOS

Anexo 1. Descripción de los modelos utilizados. Mike 21 y VPLUME.

Anexo 2. Datos de campo de calidad de las aguas.

1.- OBJETO DE LOS CÁLCULOS DE DILUCIÓN

Con el objeto de estudiar la capacidad de dilución del medio marino en la zona de salida del emisario de Cala Sabina en la isla de Formentera, se han realizado diferentes simulaciones, teniendo en cuenta los condicionantes de los estudios en las simulaciones hidrodinámicas.

Se han analizado en primer lugar las condiciones oceanográficas y meteorológicas de la zona. El estudio se ha realizado mediante la utilización de los modelos **Vplume (VP-UM3)** de la **EPA** y el modelo **Mike 21** del **DHI** que calcula los fenómenos de dispersión y dilución de un contaminante en el medio receptor a lo largo de la costa.

Mediante el modelo **VP-UM3**, se ha estudiado la capacidad de dilución del medio en la vertical y una primera aproximación de la capacidad de dilución y dispersión en la horizontal. Una vez calculadas las concentraciones que se pueden encontrar en la superficie conforme la pluma contaminante asciende gracias a su menor densidad, se utiliza el modelo **Mike 21** calibrado mediante datos de campo que tiene en consideración diferentes situaciones de viento, mareas, corrientes, oleaje, etc.

De esta manera se puede obtener una visión más clara del efecto que las aguas vertidas pueden tener sobre las aguas costeras.

El modelo representa curvas de isoconcentración de contaminantes que permiten comparar los datos con la legislación vigente en cuanto a la calidad de las aguas.

2.- ANÁLISIS DE LA DILUCIÓN

2.1.- MODELO VISUAL PLUME

Tal como se ha comentado, el estudio de dilución de las aguas del emisario, se ha llevado a cabo mediante la simulación con el modelo de la Environmental Protection Agency (EPA) llamado Visual Plumes (VP).

El modelo Visual Plumes (VP), es una aplicación en entorno Windows que sucede al modelo DOS PLUMES (Baumgartner, Frick, and Roberts, 1994. Modelos de difusión para descargas de efluentes, 3ª Edición. EPA/600/R-94/086) para sistemas de modelización de zonas de mezcla ("*mixing zone*").

Estos modelos han sido aprobados por la EPA para su uso en este tipo de Estudios.

VP simula plumas acuáticas tanto individuales como múltiples sumergidas en ambientes con flujos arbitrariamente estratificados y descargas flotantes en superficie.

Este modelo permite obtener toda una gran variedad de gráficos, incluir series temporales al modelo, unidades especificadas por el usuarios, concentración de contaminantes de fondo y todo dentro de una sensible capacidad de análisis y un modelo para el estudio del "decay" de patógenos que predice la mortalidad de bacterias coniformes basado en la temperatura, salinidad y la insolación, así como la absorción de la luz en la columna de agua.

VP dirige el problema de la consistencia del modelo en una única dirección, incluyendo otros modelos dentro del grupo de modelos que posee. De esta manera promueve la idea de que en el futuro, la consistencia de la modelización se podrá alcanzar mediante la recomendación de ciertos modelos según diferentes categorías de flujo.

Esta aproximación trata de reforzar la continua mejora de los modelos de pluma. De acuerdo con este punto, VP incluye el modelo DKHW basado en UDKHDEN (Muellenhoff et al., 1985. Características iniciales de la mezcla de descargas municipales en el océano EPA/600/3-85/073a and b), el modelo de descarga superficial PDS (Davis, 1999. Fundamentos de la modelización de descargas ambientales. CRC Press), el modelo tridimensional UM3 basado en el modelo UM, y el modelo NRFIELD basado en el RSB.

Estos modelos pueden funcionar de forma consecutiva y comparar gráficamente para ayudar a verificar sus salidas. Las ecuaciones de Brooks se mantienen para simular el comportamiento del campo lejano. Finalmente, DOS PLUMES también puede seleccionarse como uno de los modelos teniendo opción a todas sus capacidades.

El modelo Vplumes puede interpretar diferentes puntos de vertido, pero sólo a lo largo de una misma línea, es decir, se asume que todos las salidas están en una única cara o plano.

Para difusores en forma de T o de cruz, una aproximación conservadora es asumir que todos los puertos están sobre la misma cara del difusor con un espaciado igual a la mitad de la distancia entre ellos.

El modelo trata la predicción de la pluma de emisarios con varios puertos o difusores del mismo modo que para uno sólo por encima del punto de mezcla. La principal asunción es que todas las plumas en un difusor lineal dado, con excepción de su orientación, son idénticas.

El efecto de los mismos supone una mejora de la dilución del vertido, pero, no obstante, la no inclusión de estos en los cálculos representa un análisis más conservador que si se hubieran considerado.

El medio receptor en el que se han realizado las simulaciones se caracteriza por presentar dos comportamientos claramente diferenciados: Tipo 1, donde la salinidad

apenas varia con la profundidad en épocas de mezcla y Tipo 2, donde se da una estratificación por densidad.

Para el estudio de la dilución se ha considerado la dilución tipo 1, ya que los datos que se han obtenido de la campaña de campo son de este tipo. Ver Anexo 2.

2.2.- DATOS DE PARTIDA

- Localización: **Cala Savina (Formentera)**
- Caudal estimado año horizonte: **400 m³/h**
- Longitud aproximada (tramo submarino): **940 m**
- Diámetro y material (tramo submarino): **400 mm/FC**
- Profundidad de vertido aproximada: **-20.3 m**
- Coliformes totales: **3.900.000 col/dl (T90= 1,5 h)**
- Sólidos en suspensión: **167 ppm** (media de los datos obtenidos del IBASAN de los dos últimos años)
- Dirección e intensidad de la corriente: hacia costa, **0.09 m/s**
- Parámetros físicoquímicos del medio receptor: **muestras de agua** procedentes de la Campaña realizada por la UTE para este Estudio (Ver Anexo de Datos de Campo). Para ello se ha evaluado los resultados de los análisis de aguas y de los datos obtenidos mediante CTS.
- Boca única con un **diámetro de salida de 400 mm de diámetro**.

2.3.- RESULTADOS DE LAS SIMULACIONES

La elevación de la pluma para un medio **Tipo 1** que se obtiene para el emisario de Cala Sabina (Formentera), es la que se obtiene a continuación:

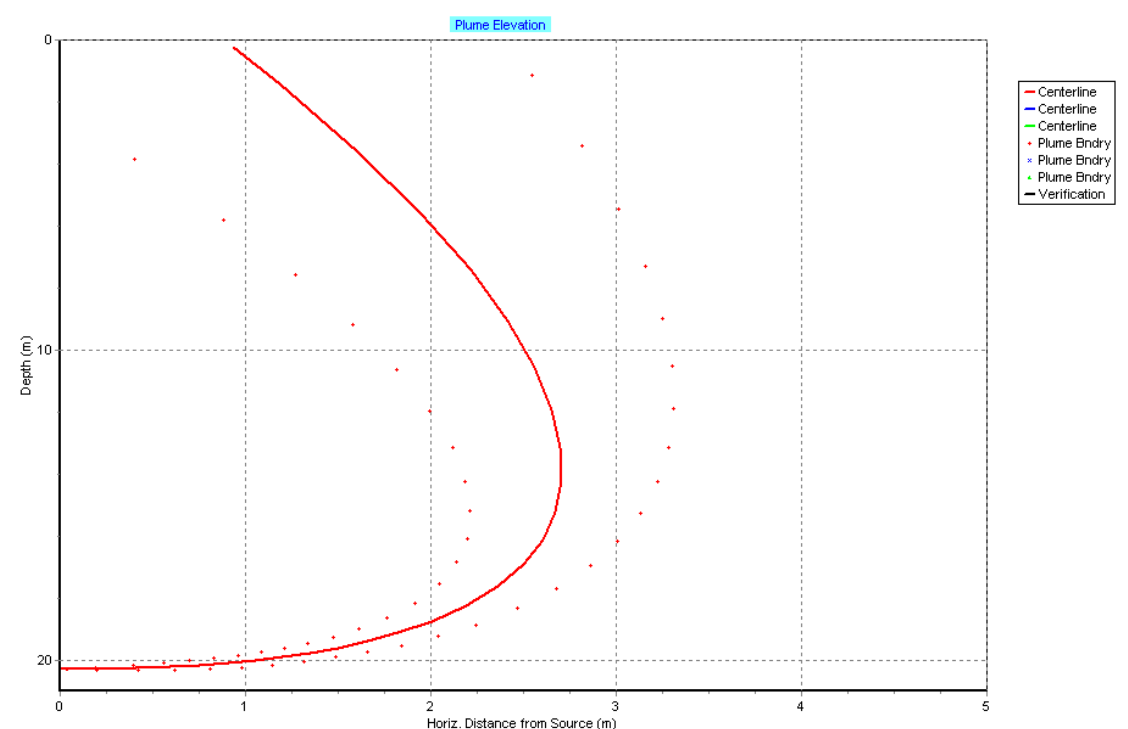


Figura 1. Trayectoria de Elevación de la pluma para Tipo 1.

Dilución de la pluma

En la figura siguiente se puede observar la dilución que se obtendrá para este tipo de medios:

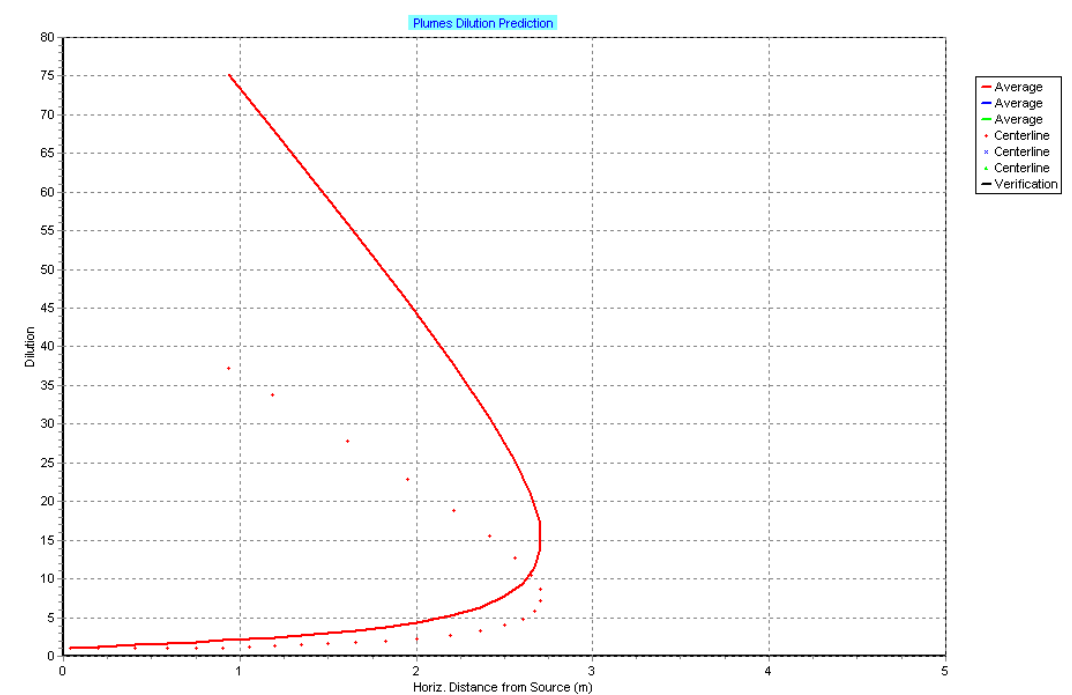


Figura 2. Dilución con respecto a la distancia desde la fuente.

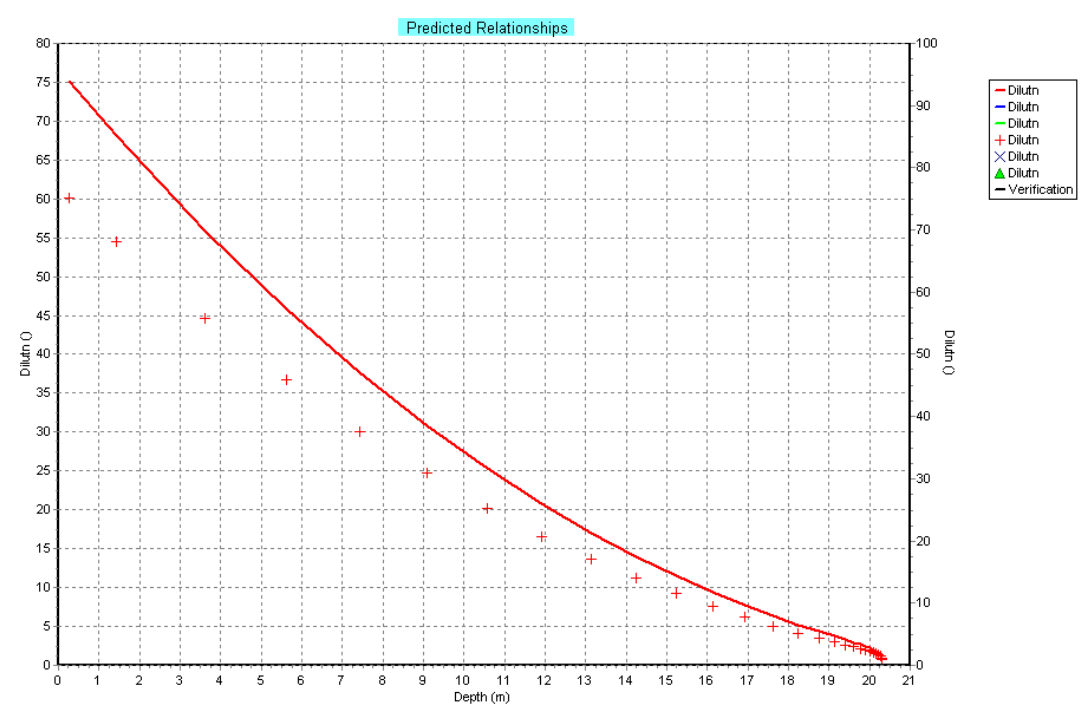


Figura 3. Dilución con respecto a la profundidad

Tal como se observa, para un medio como el que se ha representado presentará una dilución de la pluma al llegar a la superficie del orden de 1/75 y prácticamente sobre la vertical de la salida del efluente, debido a la velocidad de la corriente, contraria a la salida de agua del flujo.

Una vez analizada la dilución se han calculado las concentraciones de sólidos en suspensión y de coliformes fecales que se darán en la superficie del mar una vez que la pluma alcance la misma.

Para el caso de los sólidos en suspensión, las concentraciones esperables se pueden observar a continuación. Se han creado gráficas tanto en la dirección del flujo como en la vertical:

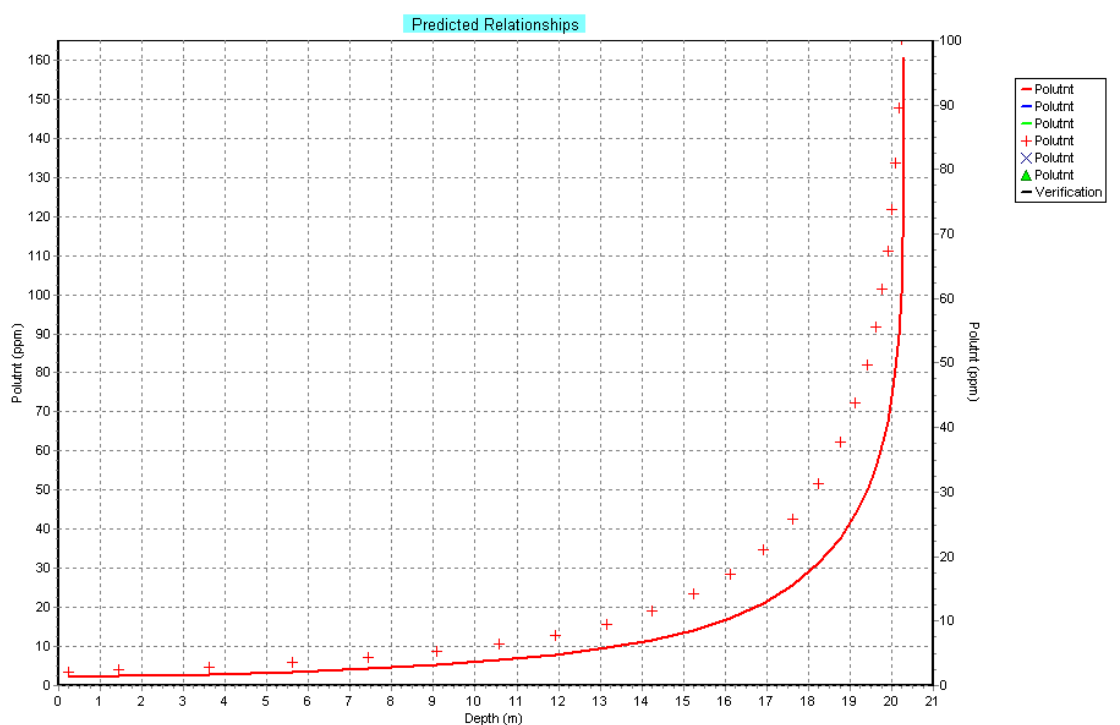


Figura 4. Concentraciones de sólidos en suspensión en la vertical

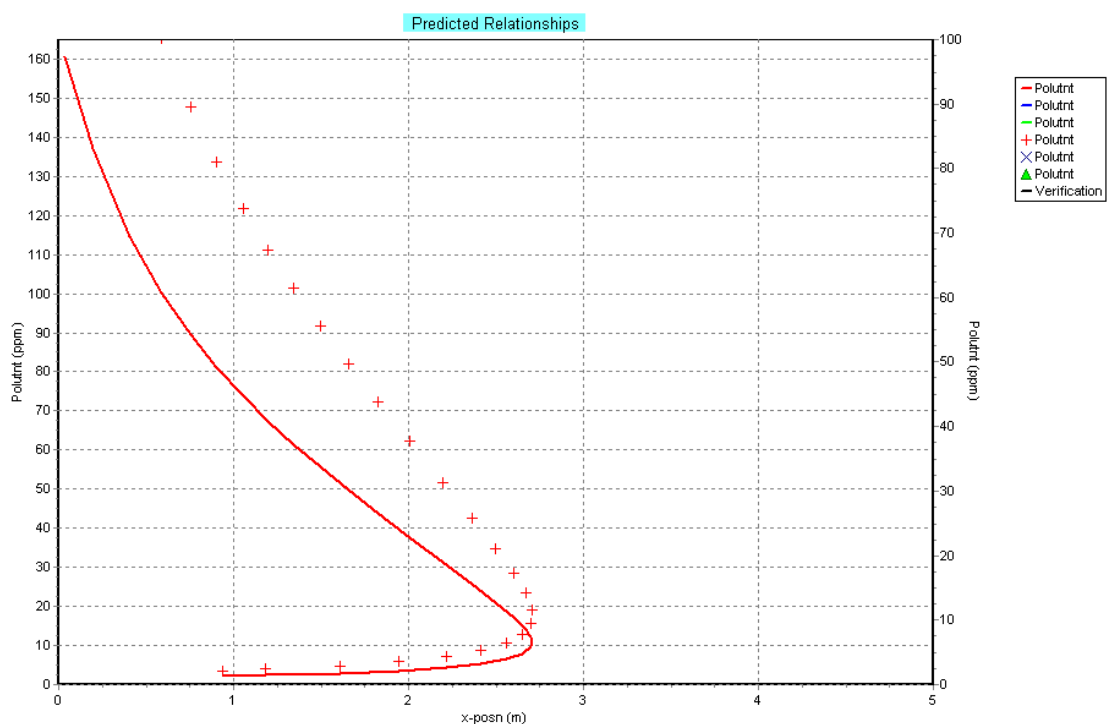


Figura 5. Concentraciones de sólidos en suspensión en la horizontal

La diferencia entre los contaminantes patógenos y los conservativos está en el tiempo de *decay*, representado en VP mediante la columna *Pollutant decay rate column* en la tabla del medio receptor (*ambient table*)

Los contaminantes conservativos no decaen con el tiempo como si lo hacen los no conservativos. Los *E. Colli* son un ejemplo de no conservativos que pueden reducir o ocasionalmente incrementar su concentración con el tiempo.

Por tanto, las concentraciones de coliformes esperables se pueden observar a continuación, en la dirección x y en la vertical:

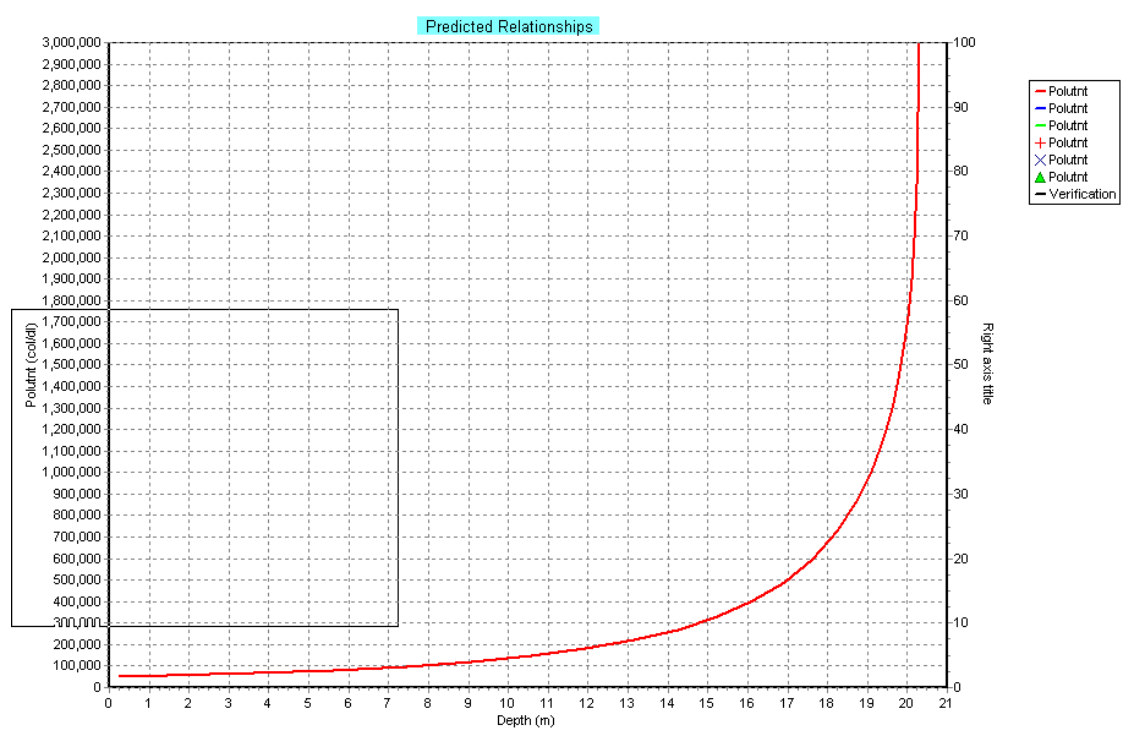


Figura 6. Concentraciones de coliformes en la vertical

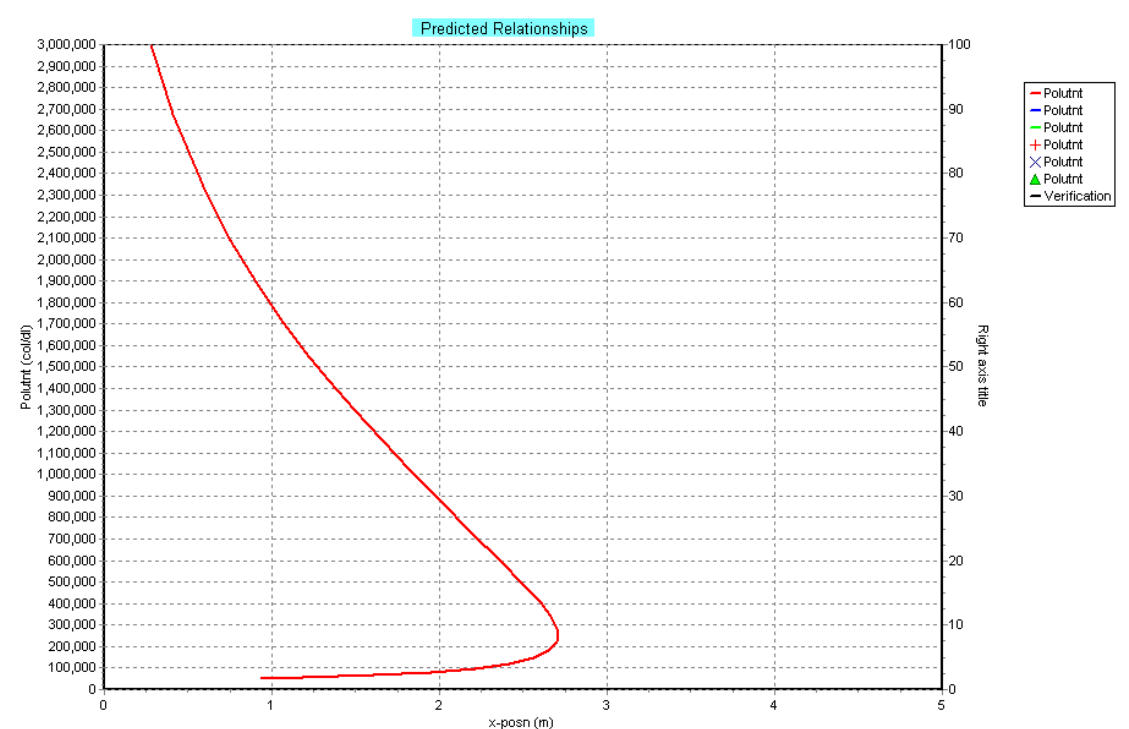


Figura 7. Concentraciones de coliformes en la horizontal

2.4.- CONCLUSIONES

Tal como se ha comentado en este tipo de medios se dan principalmente dos tipos de configuraciones del flujo. Tipo 1 Flujo independiente de la estratificación por densidad y Tipo 2.: flujo estratificado.

Para el estudio de dilución y la posterior dispersión, se analizado la situación que se producirá para el caso de flujo no estratificado.

Tipo 1. La configuración del flujo será independiente de la estratificación lineal de la densidad del medio. Esta es la que se ha estudiado según los resultados de los muestreos realizados.

El flujo predominante subirá con rapidez hacia la superficie dada las diferencias de densidad entre el efluente y el medio.

El flujo transversal es moderado.

Una vez en superficie se producirá el efecto de la dispersión sumado a la dilución que se contempla más adelante en el estudio de dispersión en superficie.

Tal como se observa, para un medio como el que se ha representado presentará una dilución de la pluma al llegar a la superficie del orden de 1/75 y prácticamente sobre la vertical de la salida del efluente, debido a la velocidad de la corriente, contraria a la salida de agua del flujo.

El hecho de que la dirección de la corriente sea contraria a la de salida del efluente en primera instancia supone una menor dilución, ya que se equilibra la salida del agua de la tubería con dicha corriente contraria. No obstante, la velocidad (moderada) posteriormente ayudará a mejorar la dilución.

Una vez analizada la dilución, se han calculado las concentraciones de sólidos en suspensión y de coliformes fecales que se darán en la superficie del mar una vez que la pluma alcance la misma.

Los resultados obtenidos demuestran que las concentraciones disminuyen rápidamente debido a la gran diferencia de densidad entre ambos medios, efluente y receptor que ayuda al fenómeno de dilución, junto con la velocidad de salida del efluente, en la fase de *jet* y la de la corriente en la fase de pluma.

La anchura de la pluma es de tipo media-elevada, es decir, alcanza un desarrollo en la horizontal considerable, debido a la escasa velocidad de la corriente.

Las concentraciones de sólidos en suspensión en superficie esperables serán del orden de **2.2 ppm**.

Para el caso de coliformes fecales, las concentraciones esperables en superficie serán del orden de **50.000 col/dl**.

Tipo 2. La configuración del flujo está claramente influenciada por la estratificación lineal de la densidad del medio receptor. El flujo predominante tipo pluma sube verticalmente hacia la superficie y se queda atrapado a un cierto nivel de equilibrio.

Aunque no se haya simulado esta configuración, a continuación se describe el comportamiento que tendría la pluma en caso de estratificación.

Siguiendo en la zona de atrape, el flujo de descarga forma una capa interna que está muy influenciada por la dispersión por flotabilidad y la difusión pasiva.

Existen:

1. Jet débilmente reflectado en la estratificación lineal. El flujo está inicialmente dominado por el momento del efluente y débilmente reflejado por la corriente marina y la estratificación por densidad.
2. Pluma débilmente reflejada en la estratificación lineal Después de cierta distancia, el flujo va siendo dominado por la flotabilidad del efluente (tipo pluma) y está débilmente afectado por la corriente marina y la estratificación por densidad.
3. Capa de liberación terminal / dispersión corriente arriba. La forma débilmente invertida de la pluma o jet inclina la capa a un ángulo próximo a la vertical y puede sobrepasar ese nivel hacia el exterior. Después de la liberación del flujo la dispersión se realiza de forma más o menos radial en el nivel Terminal formando una capa interna. En particular, el efluente se dispersa a través del flujo del medio receptor. Esta dispersión es dominada por el colapso de la flotabilidad de la capa interna dentro de la estratificación ambiental lineal.
4. Dispersión flotante en la capa interna. El flujo de descarga entre la capa interna se dispersa lateralmente mientras que se ve afectada por la corriente marina.
El grosor de la pluma puede disminuir. La pluma puede interactuar con un banco cercano o la línea de costa.

5. Mezcla en ambientes pasivos. Después de alguna distancia la turbulencia de fondo en el flujo ambiente constante se produce el mecanismo de mezcla dominante. La pluma pasiva crece en profundidad y en anchura. La pluma puede interactuar con la capa superficial, con un canal del fondo o bancos de arena.
- Si el medio está estancado, la advección y difusión con el ambiente no se llega a producir.
- La mezcla está limitada al campo cercano y las predicciones finalizan en esta etapa. Estas predicciones pueden ser útiles como indicadoras de la mezcla inicial para un determinado lugar y descarga.
- Para las predicciones finales prácticas, sin embargo, la advección y difusión del flujo ambiente (no importa que sea de poca magnitud) debería considerarse.

3.- ANÁLISIS DE LA DISPERSIÓN

3.1.- PREPARACIÓN DEL MODELO

Con el Módulo AD de Mike 21, se calculan las concentraciones de contaminantes vertidos al área de estudio. Los cálculos están basados en las condiciones hidrodinámicas del sistema, que son obtenidas previamente con el Módulo HD, como paso previo a la aplicación del Módulo AD.

Se determina la concentración de la sustancia en cada punto de la zona, correspondiente a los centros de las celdas de cálculo de la malla empleada. La información de entrada es la suministrada por el módulo hidrodinámico HD, corriente y profundidad instantánea (calado y onda de marea). Los demás datos son las concentraciones de sustancia contaminante, volumen y flujo de descarga, así como la concentración en el borde de abierto.

Los resultados del Módulo AD son las concentraciones en todo el área modelizada, y sus variaciones en todo el período considerado.

La malla de la batimetría utilizada para las simulaciones ha sido la misma que para el modelo hidrodinámico.

Es importante destacar la influencia del viento en la concentración de la carga contaminante en las aguas costeras cercanas al punto de vertido.

Para un mismo tipo de contaminante, la evolución de la concentración a lo largo de la costa se produce de una forma mucho más notoria para el caso de vientos fuertes.

De este modo, las situaciones de vientos que se han simulado son las mismas que para el estudio hidrodinámico:

La malla de la batimetría utilizada para las simulaciones ha sido la misma que para el modelo hidrodinámico.

Es importante destacar también la influencia del viento en la concentración de la carga contaminante en las aguas costeras cercanas al punto de vertido. Para un mismo tipo de contaminante, la evolución de la concentración a lo largo de la costa se produce de una forma mucho más notoria para el caso de vientos fuertes.

De este modo, las situaciones de vientos que se han simulado son las mismas que para el estudio hidrodinámico:

Situación A	Sin viento
Situación B	Viento Oeste
Situación C	Viento Suroeste

Con el objeto de estudiar la dispersión del vertido por parte de las corrientes en la costa, se ha partido del dato obtenido de la simulación con el modelo **VPLUME**, en cuanto a las concentraciones iniciales en la superficie, este dato es .

a) Las concentraciones de sólidos en suspensión en superficie esperables serán del orden de **2,2 ppm**

b) Para el caso de coliformes fecales, las concentraciones esperables en superficie serán del orden de **50.000 col/dl**.

De acuerdo con los datos proporcionados por el IBASAN, las coordenadas del punto final del efluente y por tanto del punto donde se ha simulado, son las siguientes:

Coordenada X: 31 361652 E

Coordenada Y: 4289353 N

En la **figura 1**, se puede observar el punto de vertido en superficie para las simulaciones del modelo AD.

3.2.- RESULTADOS Y CONCLUSIONES

En el apartado de planos se pueden observar todas las figuras que se han extraído, tanto para los sólidos en suspensión (ppm) como para los coliformes (col/dl).

En los **Planos 2, 3, 4, 5 y 6** se muestra la evolución de la mancha de coliformes para la situación sin vientos.

En los **Planos 7, 8, 9, 10 y 11** se muestra la evolución de la mancha de coliformes para la situación con vientos del Oeste.

En los **Planos 12, 13, 14, 15 y 16** se muestra la evolución de la mancha de coliformes para la situación con vientos del Suroeste.

En los **Planos 17, 18, 19, 20 y 21** se muestra la evolución de la mancha de sólidos en suspensión para la situación sin vientos

En los **Planos 22, 23, 24, 25 y 26** se muestra la evolución de la mancha de sólidos en suspensión para la situación con vientos del Oeste.

En los **Planos 27, 28, 29, 30 y 31** se muestra la evolución de la mancha de sólidos en suspensión para la situación con vientos del Suroeste.

En las figuras puede observarse claramente la diferencia existente entre un contaminante de tipo conservativo y uno que no lo es; los contaminantes conservativos, se dispersan gracias a las corrientes y turbulencias existentes en la costa, haciéndolo más rápido a mayor intensidad del viento y por tanto, mayor intensidad de las corrientes.

La concentración de los contaminantes no conservativos, apenas tiene incidencia en las aguas costeras, ya que se dispersan rápidamente debido al decaimiento, incluso en situación de viento en calma.

No obstante, las corrientes en la zona del emisario producen una gran dispersión horizontal, tanto para patógenos como para sólidos en suspensión.

Es importante destacar también la influencia del viento en la concentración de la carga contaminante en las aguas costeras cercanas al punto de vertido.

Para un mismo tipo de contaminante, la evolución de la concentración a lo largo de la costa se produce de una forma mucho más notoria para el caso de vientos fuertes.

Es de constatar como los vertidos con materia conservativa se dispersan en un área de influencia de 1 km a un lado y a otro del punto de vertido, en función de la dirección de las corrientes, en condiciones de calma, con concentraciones por debajo de 0.001-0.005 ppm.

Estas concentraciones son bajas. El efecto de la dilución por el emisario más las corrientes hacen que se den estas concentraciones que no llegan a ser de especial consideración.

Para vientos en calma, la mancha puede acercarse a costa, pero no se esperan concentraciones significativas.

Para vientos del Oeste, la mancha se extenderá hacia el este siguiendo una línea paralela a costa y bastante alejada de la misma.

Con vientos del Suroeste, la mancha tenderá a acercarse más hacia la costa, pero las corrientes en esta zona de la isla tienden a curvarse, haciendo salir la mancha, al ganar en intensidad con respecto a la situación sin viento.

En el caso de la existencia de vientos hacia costa la pluma de contaminantes se extiende a lo largo de la costa pero con valores muy diluidos, quedando afectada de forma poco significativa la zona costera próxima al vertido.

Por tanto, se puede decir que salvo para vientos muy fuertes que soplen hacia costa, por la distancia del emisario a la misma los vertidos no llegarán a costa o al menos llegarán muy diluidos.

Para los vertidos simulados con carga contaminante bacteriológica, coliformes fecales, la pluma que se obtiene es más reducida en el espacio al considerar el proceso simulado el decaimiento bacteriológico. Los valores de 1.000 C.F./dl, considerada contaminación bacteriológica significativa, no se obtienen más que en la zona justo encima del vertido.

Es, por tanto, esta zona del entorno del vertido la que tiene una contaminación bacteriológica importante. Sin embargo, a la costa no llegará la mancha, salvo para condiciones de vientos muy fuertes hacia costa. De cualquier modo, la mancha no llegaría con valores significativos de contaminación, pues los valores máximos que se dan a unos **200 - 400 m** del punto de vertido son del orden **de 10 - 100 coliformes fecales/dl**, lejos de los valores peligrosos para las playas.

Madrid a 16 de marzo de 2005.

PLANOS

Plano 1. Posición final del emisario.

Plano 2. Concentración de sólidos en suspensión (ppm). Sin Viento (1)

Plano 3. Concentración de sólidos en suspensión (ppm). Sin Viento (2)

Plano 4. Concentración de sólidos en suspensión (ppm). Sin Viento (3)

Plano 5. Concentración de sólidos en suspensión (ppm). Sin Viento (4)

Plano 6. Concentración de sólidos en suspensión (ppm). Sin Viento (5)

Plano 7. Concentración de sólidos en suspensión (ppm). Viento Oeste, 6 m/s (1)

Plano 8. Concentración de sólidos en suspensión (ppm). Viento Oeste, 6 m/s (2)

Plano 9. Concentración de sólidos en suspensión (ppm). Viento Oeste, 6 m/s (3)

Plano 10. Concentración de sólidos en suspensión (ppm). Viento Oeste, 6 m/s (4)

Plano 11. Concentración de sólidos en suspensión (ppm). Viento Oeste, 6 m/s (5)

Plano 12. Concentración de sólidos en suspensión (ppm). Viento Suroeste, 6 m/s (1)

Plano 13. Concentración de sólidos en suspensión (ppm). Viento Sureste, 6 m/s (2)

Plano 14. Concentración de sólidos en suspensión (ppm). Viento Sureste, 6 m/s (3)

Plano 15. Concentración de sólidos en suspensión (ppm). Viento Sureste, 6 m/s (4)

Plano 16. Concentración de sólidos en suspensión (ppm). Viento Sureste, 6 m/s (5)

Plano 17. Concentración de coliformes (col/dl). Sin Viento (1)

Plano 18. Concentración de coliformes (col/dl). Sin Viento (2)

Plano 19. Concentración de coliformes (col/dl). Sin Viento (3)

Plano 20. Concentración de coliformes (col/dl). Sin Viento (4)

Plano 21. Concentración de coliformes (col/dl). Sin Viento (5)

Plano 22. Concentración de coliformes (col/dl). Viento ENE, 6 m/s (1)

Plano 23. Concentración de coliformes (col/dl). Viento ENE, 6 m/s (2)

Plano 24. Concentración de coliformes (col/dl). Viento ENE, 6 m/s (3)

Plano 25. Concentración de coliformes (col/dl). Viento ENE, 6 m/s (4)

Plano 26. Concentración de coliformes (col/dl). Viento ENE, 6 m/s (5)

Plano 27. Concentración de coliformes (col/dl). Viento Sureste, 6 m/s (1)

Plano 28. Concentración de coliformes (col/dl). Viento Sureste, 6 m/s (2)

Plano 29. Concentración de coliformes (col/dl). Viento Sureste, 6 m/s (3)

Plano 30. Concentración de coliformes (col/dl). Viento Sureste, 6 m/s (4)

Plano 31. Concentración de coliformes (col/dl). Viento Sureste, 6 m/s (5)

ANEXOS

Anexo 1. Descripción de los modelos utilizados. Mike 21 y VPLUME.

Anexo 2. Datos de campo de calidad de las aguas.

ANEXO 3.- CARTOGRAFÍA BENTÓNICA



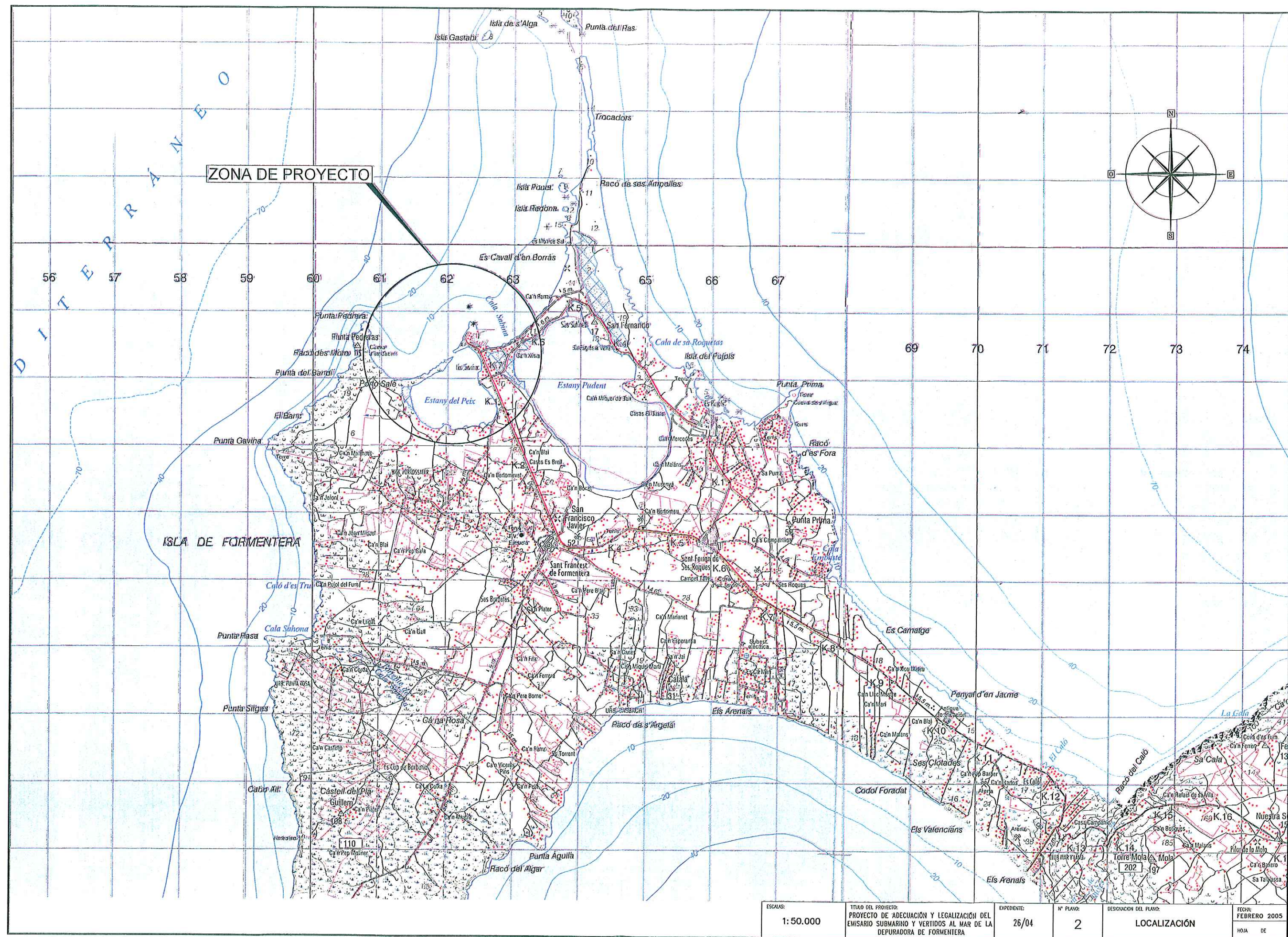
SITUACIÓN
ESCALA 1:2.000.000

ÍNDICE

- 1.- SITUACIÓN E ÍNDICE
- 2.- LOCALIZACIÓN
- 3.- PLANTA ORTOFOTOGRAFICA



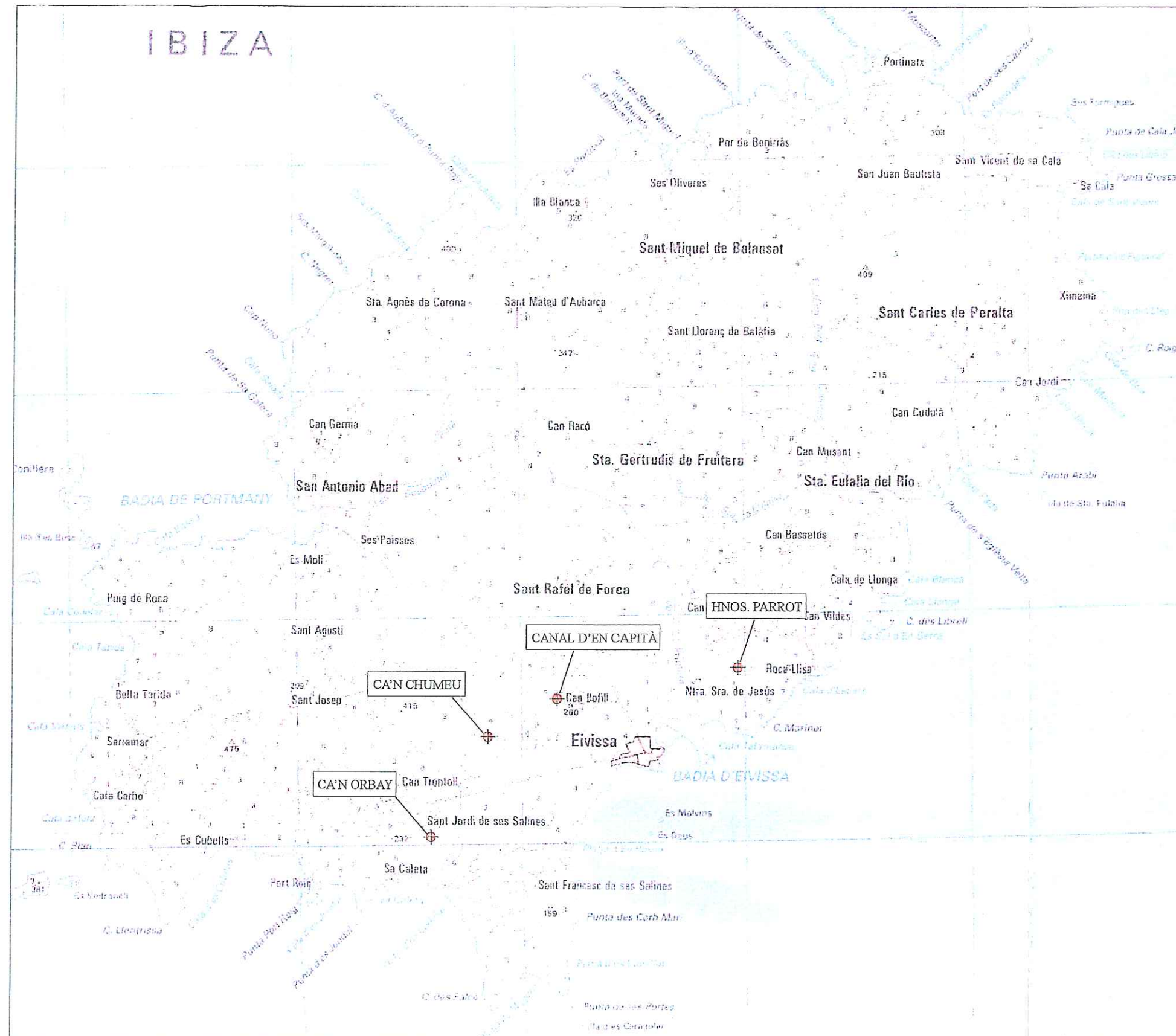
ESCALAS: INDICADAS	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO DE ADECUACIÓN Y LEGALIZACIÓN DEL EMISARIO SUBMARINO Y VERTIDOS AL MAR DE LA DEPURADORA DE FORMENTERA	EXPEDIENTE: 26/04	Nº PLANO: 1	DESIGNACIÓN DEL PLANO: SITUACION E ÍNDICE	FECHA: FEBRERO 2005 HÓJA DE
-----------------------	---	----------------------	----------------	--	-----------------------------------



DEPURADORA EXISTENTE
COLECTOR AGUAS DEPURADAS EXISTENTE



ANEXO 4.- PLANOS DE LA ZONA



FICHA DE CANTERAS Nº: 1

DATOS BÁSICOS

DENOMINACIÓN DE LA CANTERA: TÉRMINO MUNICIPAL:

UBICACIÓN DE LA CANTERA:

COORDENADAS GEOGRÁFICAS: X: Y:

DATOS PROPIEDAD

NOMBRE PROPIETARIO: TELÉFONO:

EMPRESA EXPLOTADORA: TELÉFONO:

INSTALACIONES CON QUE CUENTA:

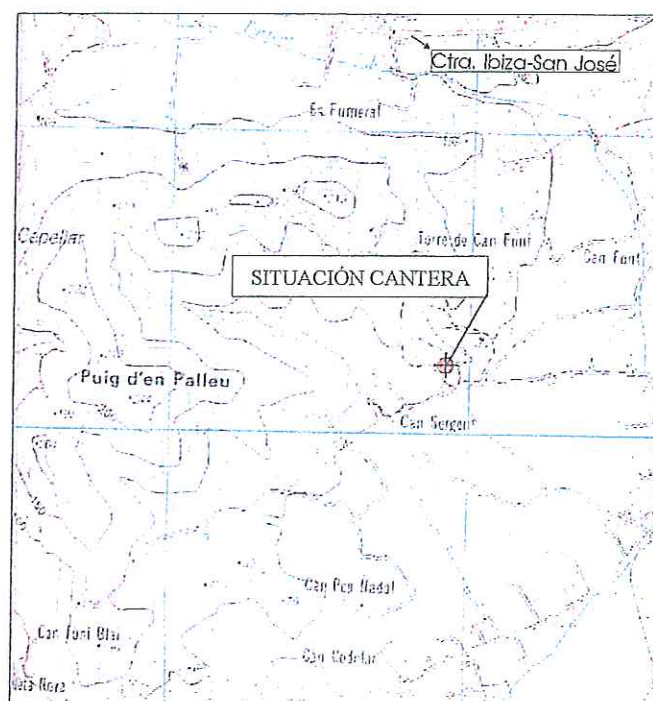
MATERIAL EXPLOTADO

LITOLOGIA:

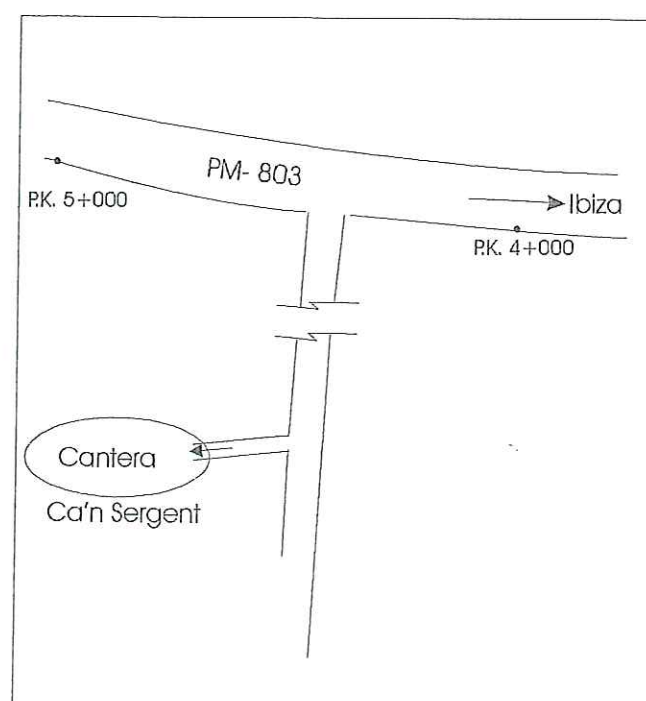
USO AL QUE SE DESTINA:

VOLUMEN ÚTIL DE EXPLOTACIÓN: CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN:

MAPA DE SITUACIÓN 1:25.000:



CROQUIS DE ACCESO:



ENSAYOS DE LABORATORIO

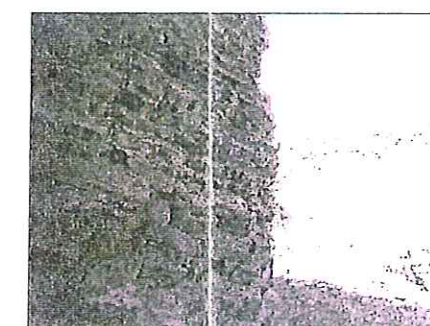
MUESTRAS

	M1	M2	M3
Peso específico aparente(g/cm³):			
Peso específico real (g/cm³):			
Absorción del agua (%):			
Estabilidad al MgSO₄ (%):			
Contenido en CaCO₃ (%):			
Contenido en S²(%):			
Contenido en HS(%):			
Contenido en H₂SO₄(%):			
Adhesividad al betún (% superficie de árido cubierto):			
Coefficiente de Pulimento Acelerado (C.P.A.):			
Coefficiente de desgaste de Los Ángeles:			
Friabilidad:			
Índice de lajas:			
Equivalente de arena (%):			

OBSERVACIONES:

No poseían ensayos de laboratorio.

FOTOGRAFÍAS:



FICHA DE CANTERAS Nº: 2

DATOS BÁSICOS

DENOMINACIÓN DE LA CANTERA: TÉRMINO MUNICIPAL:

UBICACIÓN DE LA CANTERA:

COORDENADAS GEOGRÁFICAS: X: Y:

DATOS PROPIEDAD

NOMBRE PROPIETARIO: TELÉFONO:

EMPRESA EXPLOTADORA: TELÉFONO:

INSTALACIONES CON QUE CUENTA:

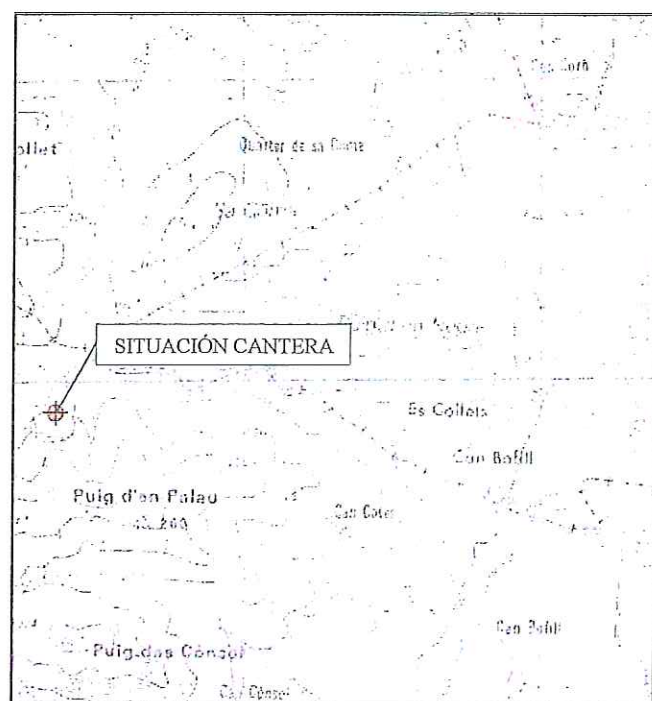
MATERIAL EXPLOTADO

LITOLOGIA:

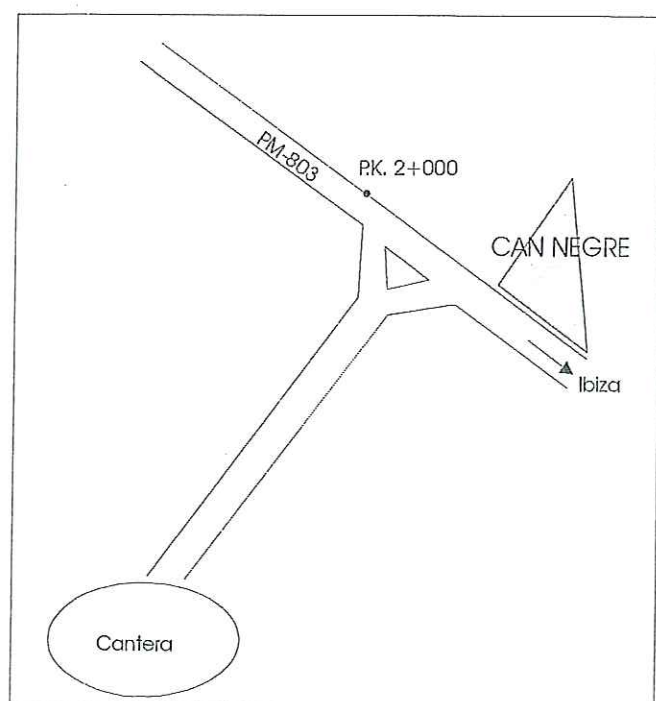
USO AL QUE SE DESTINA:

VOLUMEN ÚTIL DE EXPLOTACIÓN: CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN:

MAPA DE SITUACIÓN 1:25.000:



CROQUIS DE ACCESO:



ENSAYOS DE LABORATORIO

MUESTRAS

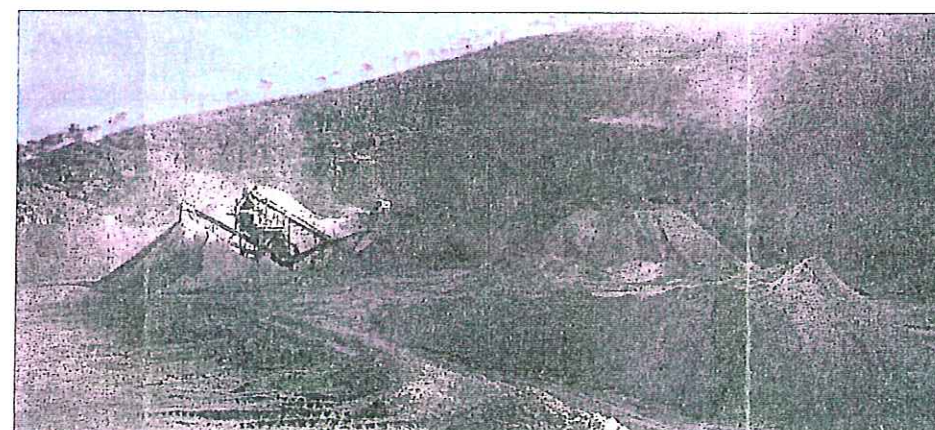
	M1(Arenas)	M2(Gravas)	M3
Peso específico aparente(g/cm³):			
Peso específico real (g/cm³):			
Absorción del agua (%):			
Estabilidad al MgSO ₄ (%):			
Contenido en CaCO ₃ (%):			
Contenido en S ²⁻ (%):			
Contenido en HS(%):			
Contenido en H ₂ SO ₄ (%):			
Adhesividad al betún (% superficie de árido cubierto):			
Coefficiente de Pulimento Acelerado (C.P.A.):			
Coefficiente de desgaste de Los Ángeles:	7,52 %		
Friabilidad:			
Índice de lajas:			
Equivalente de arena (%):		72	

OBSERVACIONES:

M1: Módulo granulométrico: 5,26 Tamaño máximo: 10
 Contenido en finos: 1,17 %
 Coeficiente de forma: 0,26
 Contenido en cloruros (Cl): 0,01 %
 Compuestos de azufre (SO₄²⁻):
 Sulfatos solubles en agua: inapreciable
 Sulfatos solubles en HCl: 0,02 %
 Sulfatos como oxidación de sulfuros: no contiene

M2: Módulo granulométrico: 2,95 Tamaño máximo: 5
 Contenido en finos: 8,4 %
 Contenido en cloruros (Cl): 0,01 %
 Azul de Metileno: 0,73 g/gr. de finos
 Compuestos de azufre (SO₄²⁻):
 Sulfatos solubles en agua: inapreciable
 Sulfatos solubles en HCl: 0,02 %
 Sulfatos como oxidación de sulfuros: no contiene

FOTOGRAFÍAS:



FICHA DE CANTERAS Nº: 3

DATOS BÁSICOS

DENOMINACIÓN DE LA CANTERA: TÉRMINO MUNICIPAL:

UBICACIÓN DE LA CANTERA:

COORDENADAS GEOGRÁFICAS: X: Y:

DATOS PROPIEDAD

NOMBRE PROPIETARIO: TELÉFONO:

EMPRESA EXPLOTADORA: TELÉFONO:

INSTALACIONES CON QUE CUENTA:

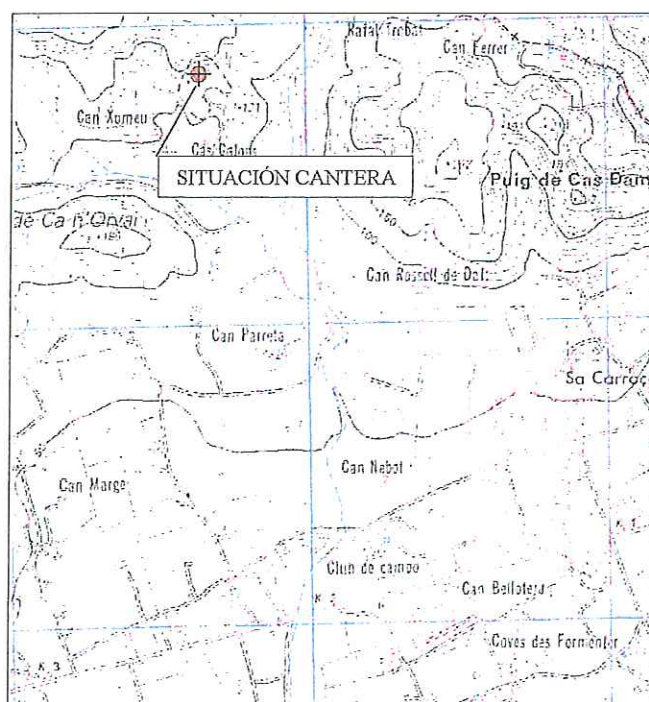
MATERIAL EXPLOTADO

LITOLOGÍA:

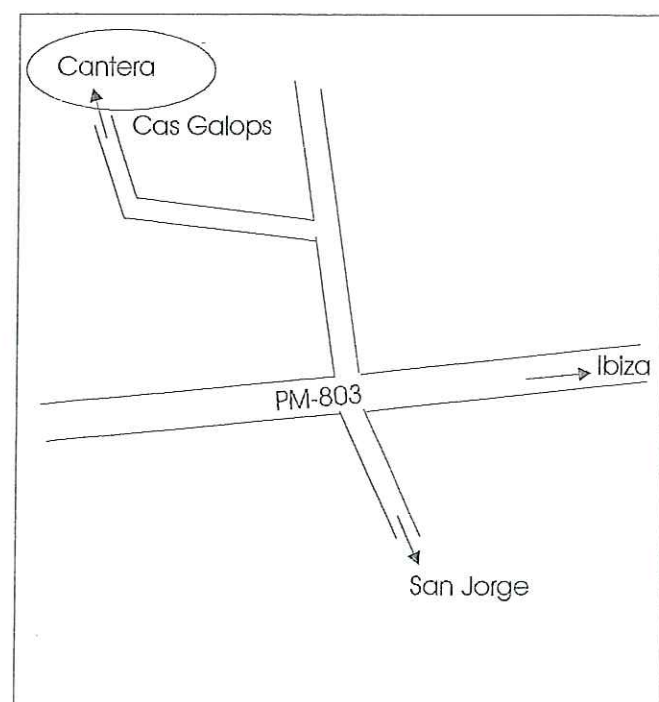
USO AL QUE SE DESTINA:

VOLUMEN ÚTIL DE EXPLOTACIÓN: CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN:

MAPA DE SITUACIÓN 1:25.000:



CROQUIS DE ACCESO:



ENSAYOS DE LABORATORIO

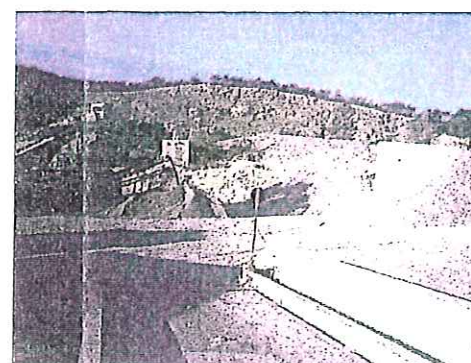
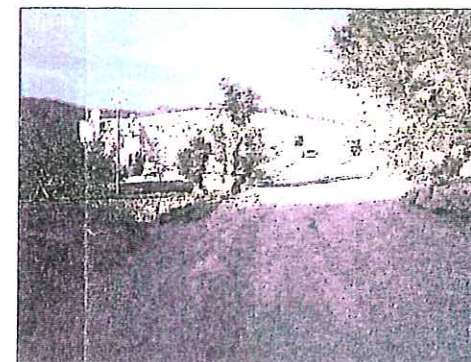
MUESTRAS

	M1	M2	M3
Peso específico aparente(g/cm³):			
Peso específico real (g/cm³):			
Absorción del agua (%):			
Estabilidad al MgSO ₄ (%):			
Contenido en CaCO ₃ (%):			
Contenido en S ²⁻ (%):			
Contenido en HS(%):			
Contenido en H ₂ SO ₄ (%):			
Adhesividad al betún (% superficie de árido cubierto):			
Coefficiente de Pulimento Acelerado (C.P.A.):			
Coefficiente de desgaste de Los Ángeles:			
Friabilidad:			
Índice de lajas:			
Equivalente de arena (%):			

OBSERVACIONES:

No poseían ensayos de laboratorio.

FOTOGRAFÍAS:



FICHA DE CANTERAS Nº: 4

DATOS BÁSICOS

DENOMINACIÓN DE LA CANTERA: TÉRMINO MUNICIPAL:

UBICACIÓN DE LA CANTERA:

COORDENADAS GEOGRÁFICAS: X: Y:

DATOS PROPIEDAD

NOMBRE PROPIETARIO: TELÉFONO:

EMPRESA EXPLOTADORA: TELÉFONO:

INSTALACIONES CON QUE CUENTA:

MATERIAL EXPLOTADO

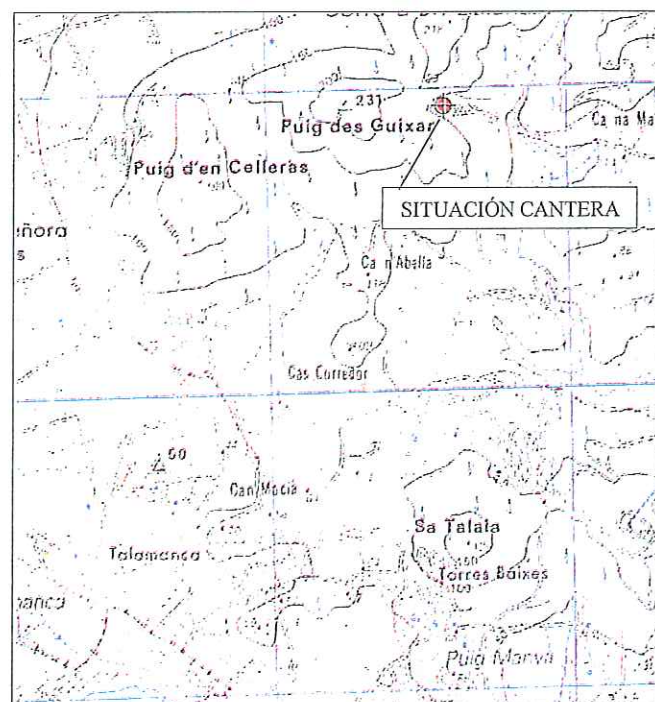
LITOLOGIA:

USO AL QUE SE DESTINA:

VOLUMEN ÚTIL DE EXPLOTACIÓN:

CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN:

MAPA DE SITUACIÓN 1:25.000:



CROQUIS DE ACCESO:

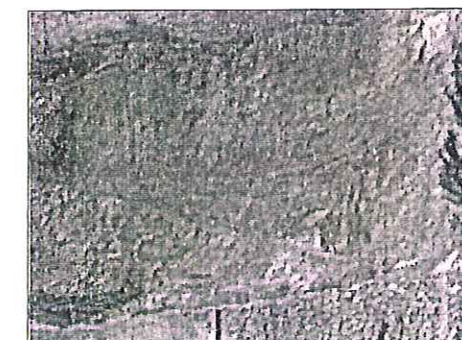


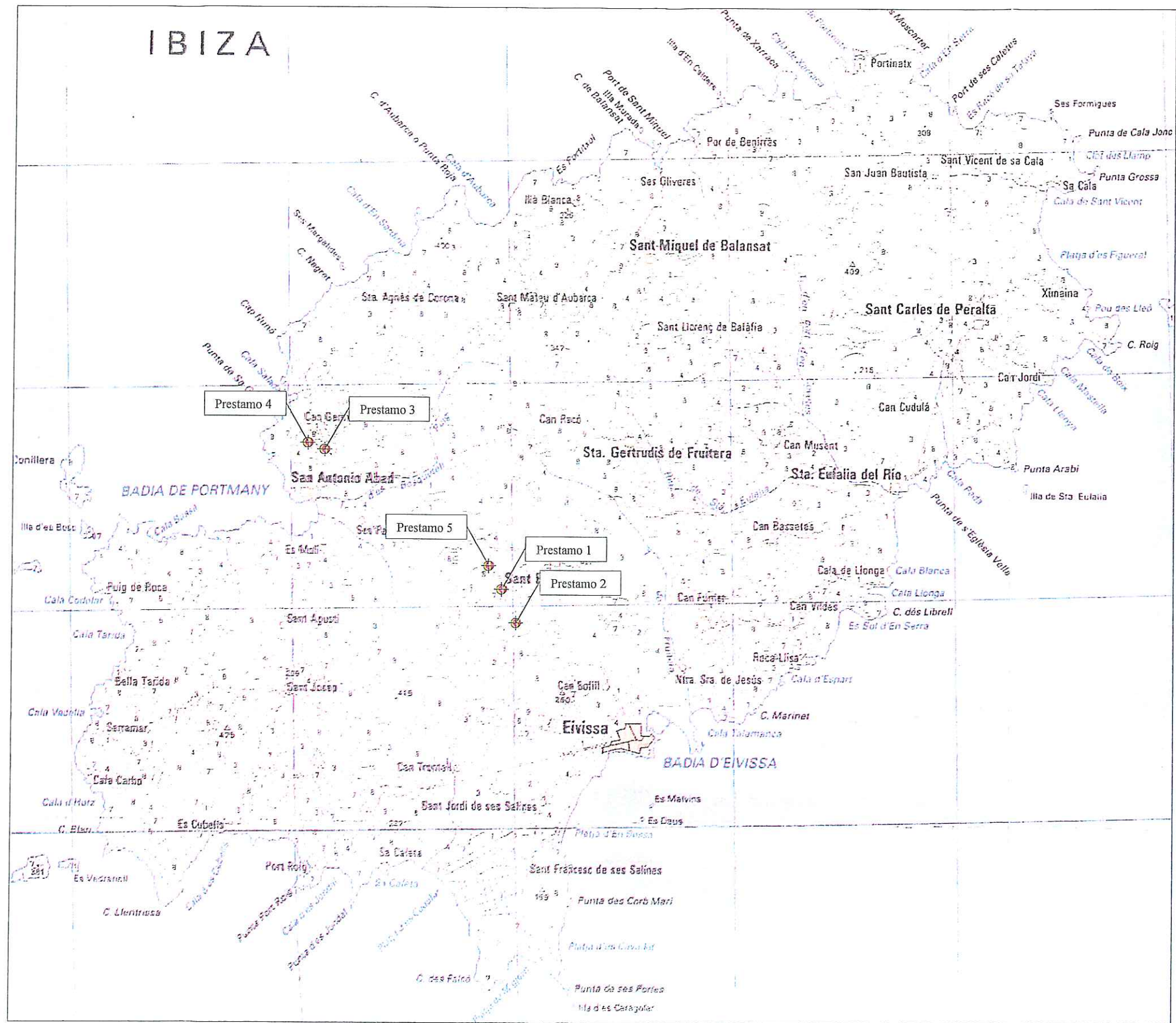
ENSAYOS DE LABORATORIO	MUESTRAS		
	M1	M2	M3
Peso específico aparente(g/cm³):			
Peso específico real (g/cm³):			
Absorción del agua (%):			
Estabilidad al MgSO ₄ (%):			
Contenido en CaCO ₃ (%):			
Contenido en S ²⁻ (%):			
Contenido en HS(%):			
Contenido en H ₂ SO ₄ (%):			
Adhesividad al betún (% superficie de árido cubierto):			
Coefficiente de Pulimento Acelerado (C.P.A.):			
Coefficiente de desgaste de Los Ángeles:			
Friabilidad:			
Índice de lajas:			
Equivalente de arena (%):			

OBSERVACIONES:

Ver partes de ensayos correspondientes

FOTOGRAFÍAS:





PRESTAMO O YACIMIENTO GRANULAR Nº: 1

DATOS BÁSICOS

DENOMINACIÓN: TÉRMINO MUNICIPAL:

UBICACIÓN:

COORDENADAS GEOGRÁFICAS: X: Y:

DATOS PROPIEDAD

NOMBRE PROPIETARIO: TELÉFONO:

EMPRESA EXPLOTADORA: TELÉFONO:

MATERIAL EXPLOTADO

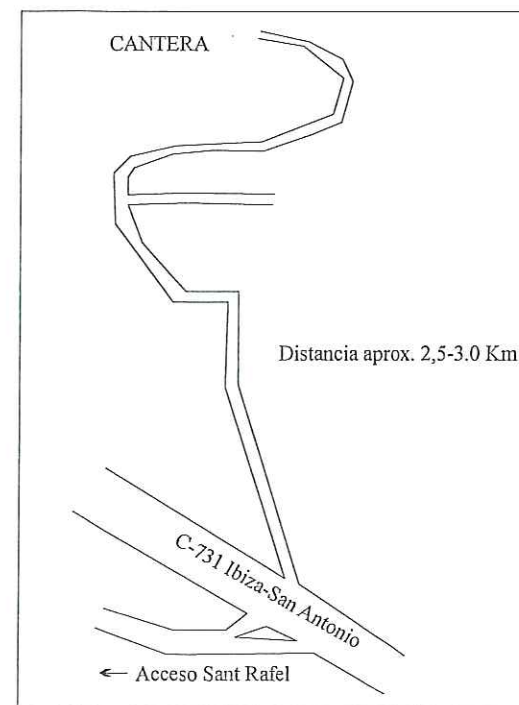
LITOLOGIA:

VOLUMEN ÚTIL DE EXPLOTACIÓN: CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN:

MAPA DE SITUACIÓN 1:25.000:



CROQUIS DE ACCESO:



ENSAYOS DE LABORATORIO	MUESTRAS		
	M1	M2	M3
Clasificación granulométrica (I.U.C.S.):			
Límite líquido:			
Límite plástico:			
Peso específico aparente(g/cm³):			
Peso específico real (g/cm³):			
Humedad natural:			
Contenido en CaCO ₃ (%):			
Contenido en H ₂ SO ₄ (%):			
Absorción del agua (%):			
Estabilidad al MgSO ₄ (%):			
Contenido en S ²⁺ (%):			
Contenido en HS(%):			
Adhesividad al betún (% superficie de árido cubierto):			
Coefficiente de Pulimento Acelerado (C.P.A.):			
Coefficiente de desgaste de Los Ángeles:			
Friabilidad:			
Índice de lajas:			
Equivalente de arena (%):			

OBSERVACIONES:

Se accede frente al desvío de Sant Rafael, en el P.K. 7+600.
A la entrada de la cantera existen algunos montones de material ya preparado (grava).
El interior de la cantera está parcialmente relleno con bloques y trozos de caliza de grandes dimensiones.

FOTOGRAFÍAS:



PRESTAMO O YACIMIENTO GRANULAR N°:2

DATOS BÁSICOS

DENOMINACIÓN: TÉRMINO MUNICIPAL:

UBICACIÓN:

COORDENADAS GEOGRÁFICAS: X: Y:

DATOS PROPIEDAD

NOMBRE PROPIETARIO: TELÉFONO:

EMPRESA EXPLOTADORA: TELÉFONO:

MATERIAL EXPLOTADO

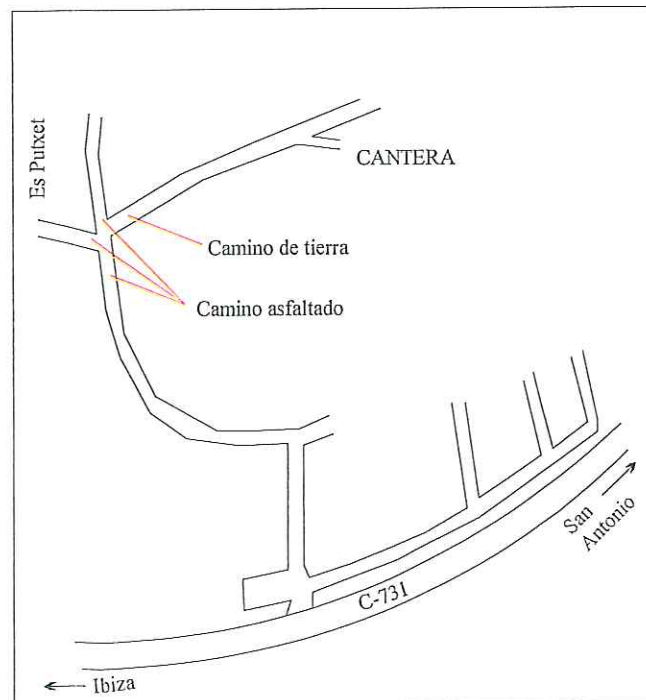
LITOLOGIA:

VOLUMEN ÚTIL DE EXPLOTACIÓN: CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN:

MAPA DE SITUACIÓN 1:25.000:



CROQUIS DE ACCESO:



ENSAYOS DE LABORATORIO

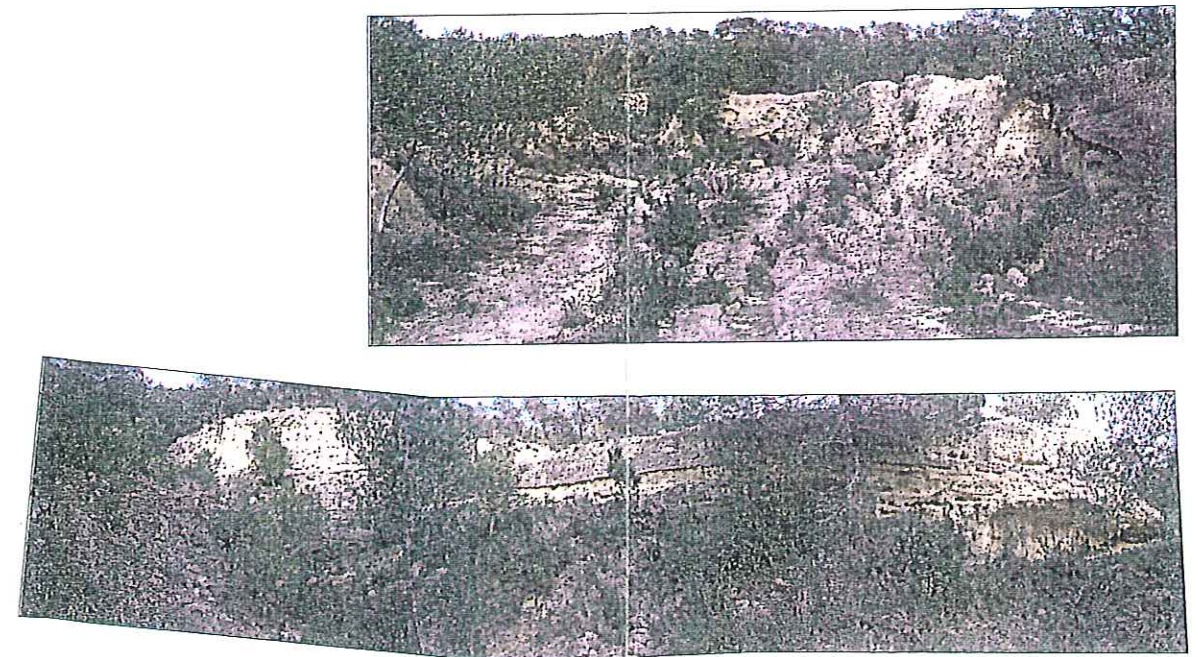
MUESTRAS

	M1	M2	M3
Clasificación granulométrica (I.U.C.S.):			
Límite líquido:			
Límite plástico:			
Peso específico aparente(g/cm³):			
Peso específico real (g/cm³):			
Humedad natural:			
Contenido en CaCO ₃ (%):			
Contenido en H ₂ SO ₄ (%):			
Absorción del agua (%):			
Estabilidad al MgSO ₄ (%):			
Contenido en S ²⁻ (%):			
Contenido en HS (%):			
Adhesividad al betún (% superficie de árido cubierto):			
Coefficiente de Pulimento Acelerado (C.P.A.):			
Coefficiente de desgaste de Los Ángeles:			
Friabilidad:			
Índice de lajas:			
Equivalente de arena (%):			

OBSERVACIONES:

Se accede aproximadamente por el desvío del P.K. 5+800. Después de ir todo el rato por camino asfaltado, hay que girar a mano derecha frente al Puig Es Putxe por un camino de tierra. El camino de acceso a la cantera aparece a mano derecha antes de llegar a un conjunto de casas. Se trata de una cantera muy antigua por lo que ya ha sido integrada en el paisaje.

FOTOGRAFÍAS:



PRESTAMO O YACIMIENTO GRANULAR Nº: 5

DATOS BÁSICOS

DENOMINACIÓN: Yacimiento de arenas cuaternarias TÉRMINO MUNICIPAL: San Antonio de Portmany

UBICACIÓN: Cercanías de Es Puig (desvío aproximado en el P.K. 9+050)

COORDENADAS GEOGRÁFICAS: X: 3.59.12 Y: 43.14.25

DATOS PROPIEDAD

NOMBRE PROPIETARIO: TELÉFONO:

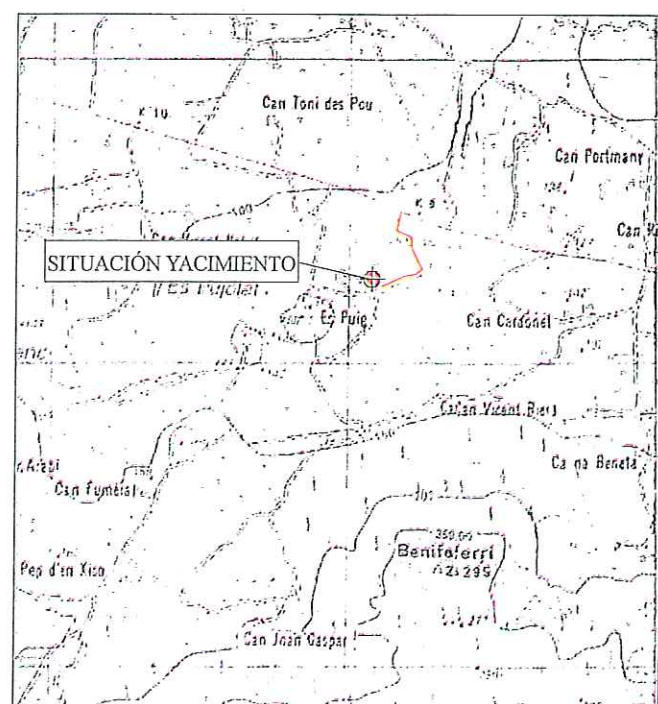
EMPRESA EXPLOTADORA: Excavaciones Garcia S.L. TELÉFONO: 609 66 45 78

MATERIAL EXPLOTADO

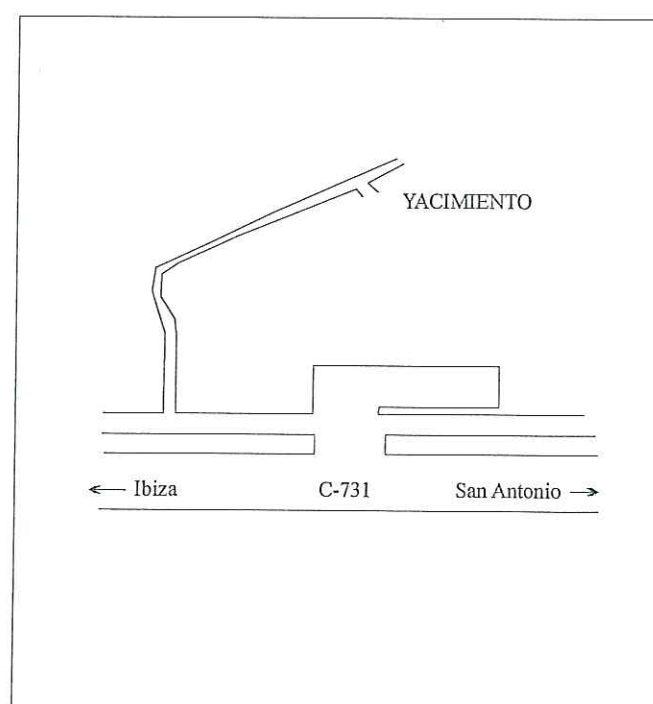
LITOLOGIA: Arenas cuaternarias

VOLUMEN ÚTIL DE EXPLOTACIÓN: CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN:

MAPA DE SITUACIÓN 1:25.000:



CROQUIS DE ACCESO:

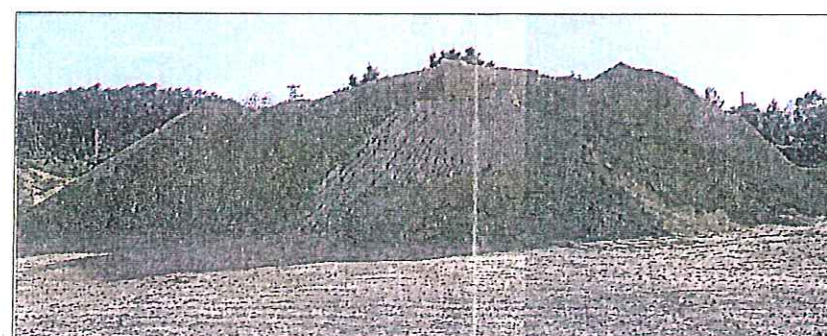


ENSAYOS DE LABORATORIO	MUESTRAS		
	M1	M2	M3
Clasificación granulométrica (I.U.C.S):			
Límite líquido:			
Límite plástico:			
Peso específico aparente (g/cm³):			
Peso específico real (g/cm³):			
Humedad natural:			
Contenido en CaCO ₃ (%):			
Contenido en H ₂ SO ₄ (%):			
Absorción del agua (%):			
Estabilidad al MgSO ₄ (%):			
Contenido en S ²⁻ (%):			
Contenido en HS (%):			
Adhesividad al betún (% superficie de árido cubierto):			
Coefficiente de Pulimento Acelerado (C.P.A.):			
Coefficiente de desgaste de Los Ángeles:			
Friabilidad:			
Índice de lascas:			
Equivalente de arena (%):			

OBSERVACIONES:

Se trata de un solar donde se han realizado numerosas excavaciones para extraer arena.
Cuenta con instalaciones propias.

FOTOGRAFÍAS:



PRESTAMO O YACIMIENTO GRANULAR Nº: 3

DATOS BÁSICOS

DENOMINACIÓN: TÉRMINO MUNICIPAL:

UBICACIÓN:

COORDENADAS GEOGRÁFICAS: X: Y:

DATOS PROPIEDAD

NOMBRE PROPIETARIO: TELÉFONO:

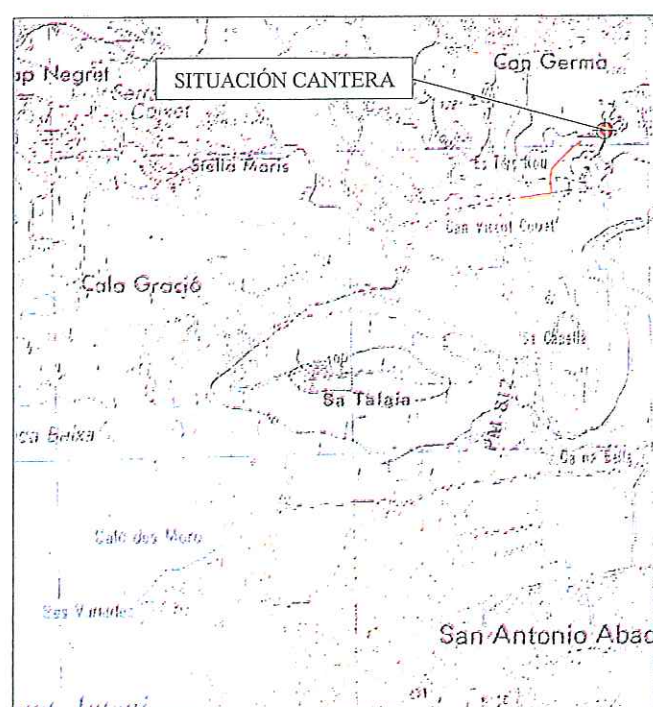
EMPRESA EXPLOTADORA: TELÉFONO:

MATERIAL EXPLOTADO

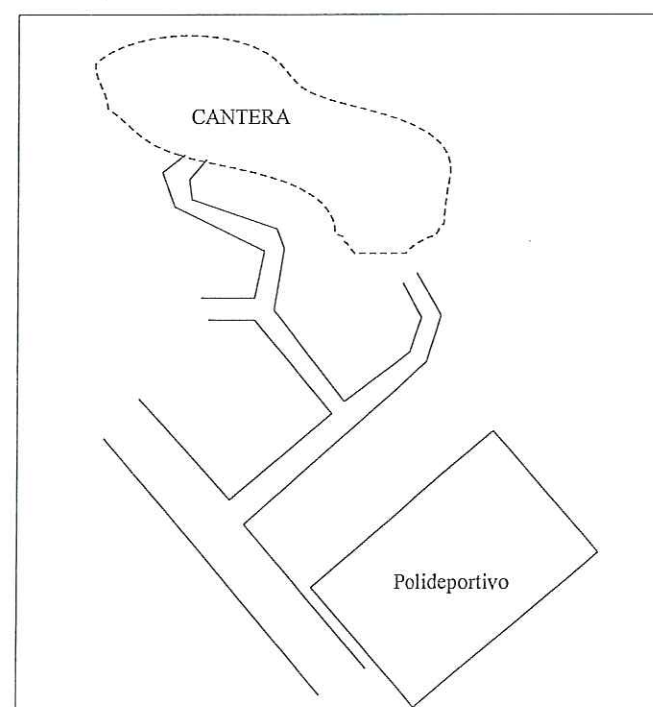
LITOLOGIA:

VOLUMEN ÚTIL DE EXPLOTACIÓN: CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN:

MAPA DE SITUACIÓN 1:25.000:



CROQUIS DE ACCESO:



ENSAYOS DE LABORATORIO

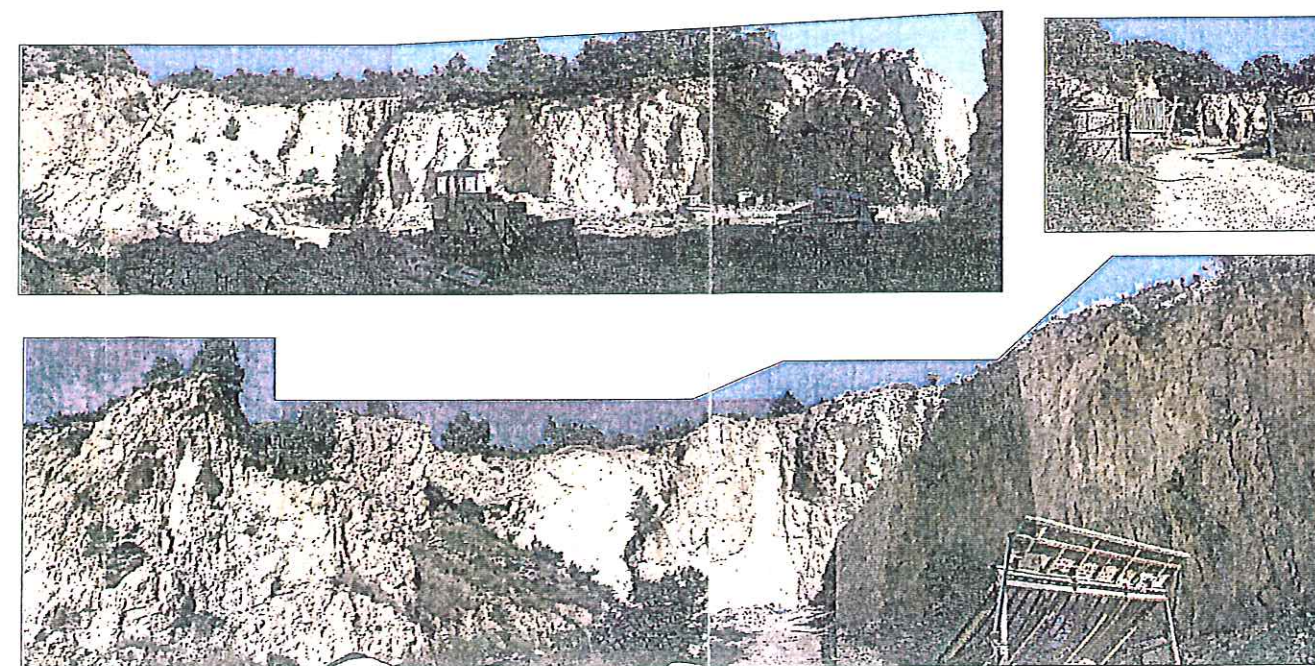
MUESTRAS

	M1	M2	M3
Clasificación granulométrica (I.U.C.S):			
Límite líquido:			
Límite plástico:			
Peso específico aparente (g/cm³):			
Peso específico real (g/cm³):			
Humedad natural:			
Contenido en CaCO ₃ (%):			
Contenido en H ₂ SO ₄ (%):			
Absorción del agua (%):			
Estabilidad al MgSO ₄ (%):			
Contenido en S ²⁻ (%):			
Contenido en HS (%):			
Adhesividad al betún (% superficie de árido cubierto):			
Coefficiente de Pulimento Acelerado (C.P.A.):			
Coefficiente de desgaste de Los Ángeles:			
Friabilidad:			
Índice de lajas:			
Equivalente de arena (%):			

OBSERVACIONES:

Es de fácil acceso.
La cantera se encuentra parcialmente rellena con restos de construcciones y residuos sólidos urbanos.
Existen dos cribas pero ambas están muy dañadas.

FOTOGRAFÍAS:



PRESTAMO O YACIMIENTO GRANULAR N°: 4

DATOS BÁSICOS

DENOMINACIÓN: TÉRMINO MUNICIPAL:

UBICACIÓN:

COORDENADAS GEOGRÁFICAS: X: Y:

DATOS PROPIEDAD

NOMBRE PROPIETARIO: TELÉFONO:

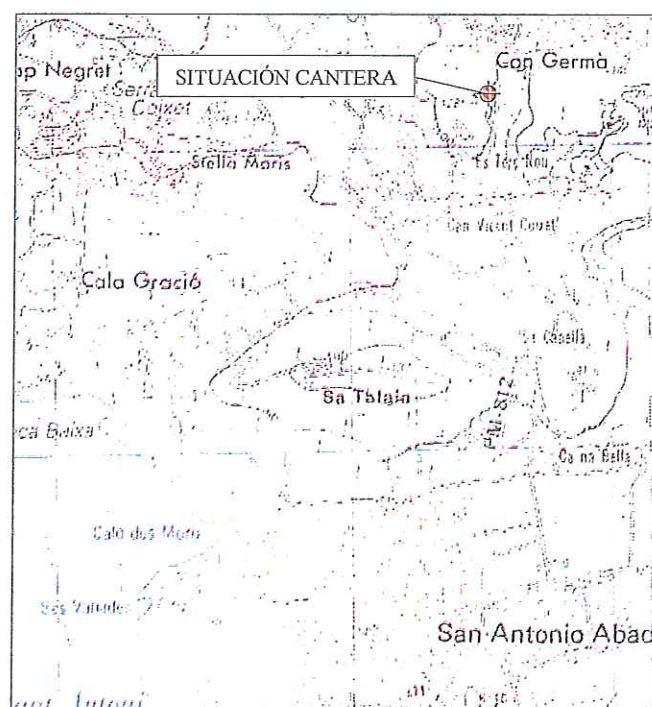
EMPRESA EXPLOTADORA: TELÉFONO:

MATERIAL EXPLOTADO

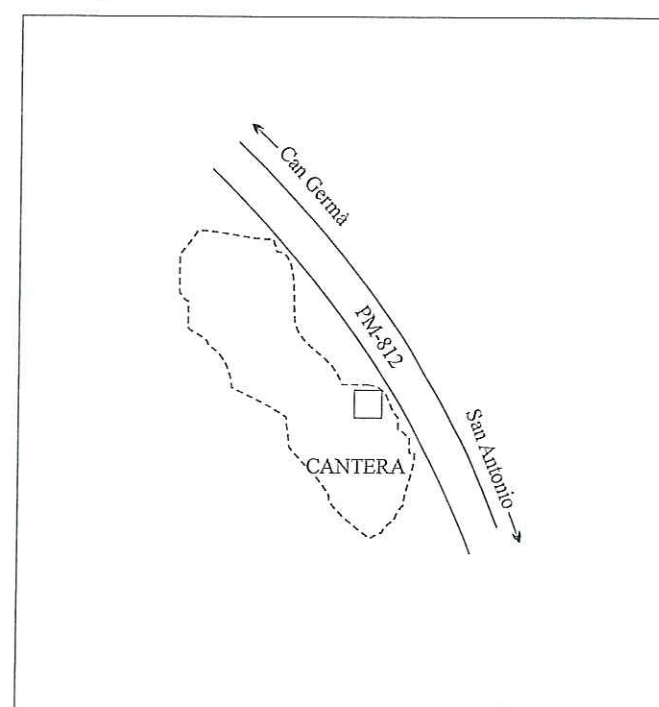
LITOLOGIA:

VOLUMEN ÚTIL DE EXPLOTACIÓN: CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN:

MAPA DE SITUACIÓN 1:25.000:



CROQUIS DE ACCESO:

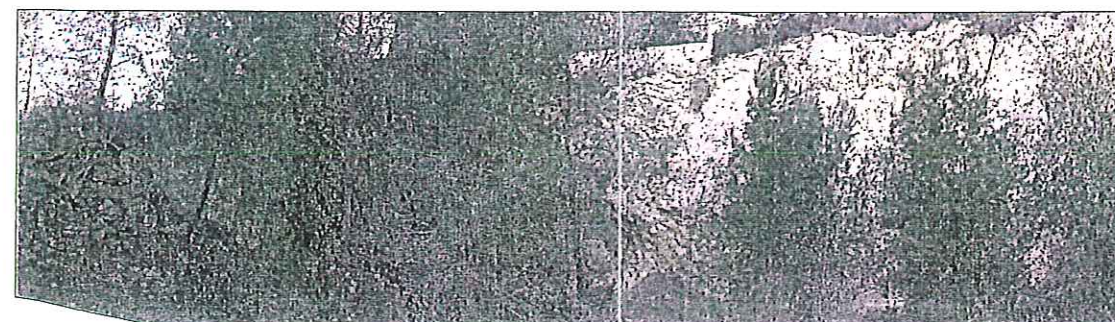
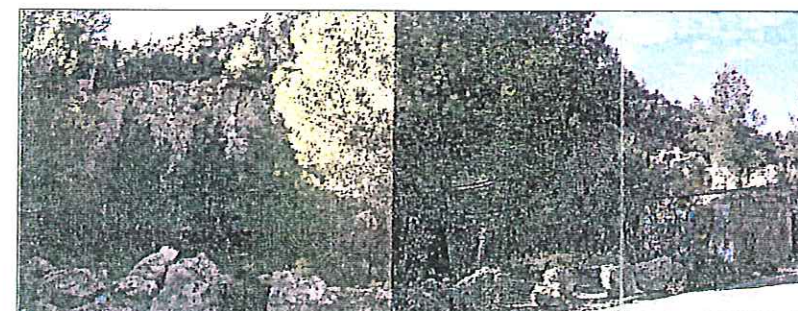


ENSAYOS DE LABORATORIO	MUESTRAS		
	M1	M2	M3
Clasificación granulométrica (I.U.C.S.):			
Límite líquido:			
Límite plástico:			
Peso específico aparente (g/cm³):			
Peso específico real (g/cm³):			
Humedad natural:			
Contenido en CaCO ₃ (%):			
Contenido en H ₂ SO ₄ (%):			
Absorción del agua (%):			
Estabilidad al MgSO ₄ (%):			
Contenido en S ²⁺ (%):			
Contenido en HS (%):			
Adhesividad al betún (% superficie de árido cubierto):			
Coefficiente de Pulimento Acelerado (C.P.A.):			
Coefficiente de desgaste de Los Ángeles:			
Friabilidad:			
Índice de lascas:			
Equivalente de arena (%):			

OBSERVACIONES:

Es de fácil acceso.
Su reexplotación es muy problemática ya que limita con viviendas, el impacto visual es muy grande y se encuentra ya integrada en el entorno

FOTOGRAFÍAS:



**APÉNDICE 2 – INFORME FAVORABLE DE LA COMISIÓN
PERMANENTE DE LA COMISIÓN BALEAR DEL MEDIO AMBIENTE**



4. Es compliran les prescripcions incloses dins l'informe de la DG de Recursos Hídrics de data 3 de febrer de 2009.
5. Serà necessària l'autorització de la Demarcació de Costes per a l'ocupació del Domini Públic Marítim Terrestre.
6. S'aplicaran totes les mesures correctores i protectores incloses dins l'AIA.
7. S'aplicarà el PVA durant els primers 4 anys de funcionament de l'emissari."

A continuació, el President dóna la paraula a la Sra. Magdalena Carbonell, que exposa la proposta del Comitè de Xarxa Natura 2000, de dia 28 de novembre de 2008.

"...el Comitè de XN 2000

ACORDA,

1. Informar FAVORABLEMENT les actuacions sobre l'emissari de la Savina si es segueixen les mesures protectores i correctores proposades a l'Estudi de repercussions ambientals i a aquest informe, a més, de la depuració necessària de l'aigua residual per complir amb els paràmetres del Decret 49/2003, de 9 de maig, pel qual es declaren les zones sensibles de les Illes Balears.
2. Informar DESFAVORABLEMENT les actuacions sobre l'emissari des Pujols perquè no es pot assegurar que no causaran perjudici a la integritat del lloc de la Xarxa Natura 2000 ES0000084 - Ses Salines d'Eivissa i Formentera".

Aleshores, el President sotmet a votació la següent proposta:

ATÈS

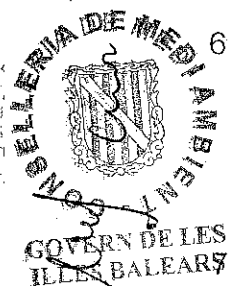
1. Que les actuacions que descriu el projecte presentat estan incloses dins l'espai protegit Xarxa Natura 2000 ES0000084 - Ses Salines d'Eivissa i Formentera.

2. Que en relació a l'emissari de la Savina, no es modifica el traçat ni es substitueix la canonada només es fan reparacions puntuals i es substitueix el difusor 100 m, per tant, si es prenen les mesures correctores i protectores proposades a l'Estudi de repercussions i a aquest informe no es preveu que afecti de forma apreciable els hàbitats i espècies d'interès comunitari.
3. Que el projecte presentat descriu les actuacions sobre els emissaris de la Savina i des Pujols de Formentera. En canvi, l'estudi d'avaluació les repercussions ambientals sobre els espais protegits Xarxa Natura 2000 presentat només fa referència a l'emissari de la Savina, no té en compte l'emissari des Pujols.
4. Que les actuacions sobre l'emissari des Pujols poden afectar de forma apreciable l'hàbitat 1120 - Praderia de Posidonia i l'espècie d'interès comunitari *Pinna nobilis* per les següents consideracions:

- Una tercera part de la longitud de l'emissari passa per Praderia de Posidonia amb una cobertura major del 70%,
- Es canvia tota la canonada submergida, 760 metres
- Les aigües que hi abocaran seran sense tractar perquè l'emissari s'utilitzarà com alleugeridor, encara que s'utilitzarà de forma puntual.
- La zona està declarada sensible, segons el Decret 49/2003, per tant les masses d'aigua necessiten un tractament addicional al secundari.

Tot això, fa necessari que s'avaluïn les repercussions de les obres de l'emissari des Pujols sobre l'espai protegit Xarxa Natura 2000.

5. Que, a més, l'article 39 de la Llei 5/2005 LECO fa referència que l'informe preceptiu que ha de realitzar la Conselleria de Medi Ambient és sobre els plans o projectes i l'estudi d'avaluació de les repercussions ambientals ha d'acompanyar el pla o projecte. També, l'article 12.1 de la Llei 11/2006, de 14 de setembre, d'avaluacions d'impacte ambientals i avaluacions estratègiques a les Illes Balears esmenta que l'avaluació d'impacte ambiental ha de fer referència a la totalitat del projecte.



6. Que, per tant, o es modifica la part del projecte que no s'ha d'executar i es deixa l'estudi de repercussions així com s'ha presentat, o es modifica l'estudi d'avaluació les repercussions en el sentit d'avaluar les repercussions de l'emissari de la zona des Pujols sobre el LIC ES0000084 - Ses Salines d'Eivissa i Formentera.

7. Que, s'ha de tenir en compte que, tal com estableix el projecte, s'ha de modificar la depuració de l'aigua residual a l'EDAR per aconseguir que l'aigua de l'abocament compleixi amb els paràmetres que estableix el Decret de zones sensibles i no afecti de forma apreciable els hàbitats i espècies d'interès comunitari de la zona.

8. Que l'informe de la DG de Medi Forestal i Protecció d'Espècies sobre l'APR d'incendis es favorable.

9. Que l'AIA inclou mesures correctores i protectores per tal de minimitzar els impactes produïts durant la construcció i el funcionament.

10. Que l'òrgan substantiu aclareix que la data d'entrada del projecte i l'AIA va ser el dia 21 de setembre de 2006, un dia abans de l'entrada en vigor de la Llei 11/2006, i que, per tant li és d'aplicació la disposició transitòria segona de la Llei 11/2006, que estableix una tramitació pel Decret 4/1986.



La Comissió Permanent

ACORDA

1. Informar desfavorablement les actuacions sobre l'emissari des Pujols perquè no es pot assegurar que no causaran perjudici a la integritat del lloc de la Xarxa Natura 2000 ES0000084 - Ses Salines d'Eivissa i Formentera.
2. Informar favorablement l'autorització d'abocament al mar de l'emissari de la Savina, sempre i quan es compleixin les següents condicions:
 - S'aplicaran les mesures protectores i correctores proposades a l'Estudi de repercussions ambientals i a l'AIA.
 - S'ha de modificar la depuració de l'aigua residual a l'EDAR per tal de complir amb els paràmetres del Decret 49/2003, de 9 de maig, pel qual es declaren les zones sensibles de les Illes Balears.



En matèria de residus, es complirà amb el què disposa l'Ordre de la Consellera de Medi Ambient de mesures transitòries per l'autorització d'instal·lacions de valorització i eliminació de residus de construcció i demolició.

Durant l'execució de les obres es complirà amb la Llei 1/2007, de 16 de març, contra la contaminació acústica a les Balears.

- Es compliran les prescripcions incloses dins l'informe de la DG de Recursos Hídrics de data 3 de febrer de 2009.
- Serà necessària l'autorització de la Demarcació de Costes per a l'ocupació del Domini Públic Marítim Terrestre.
- S'aplicarà el PVA durant els primers 4 anys de funcionament de l'emissari.

La proposta és acceptada per **unanimitat**, amb els vots favorables dels Srs. Giménez, Capó, Aguiló, Morell, Gracia, Fullana, Pol, Vadell, Marquès, Alemany i Escandell, i de les Sres. de la Campa, Tugores i Arbona (14 vots).

Abandonen la reunió es Sres. Arbona i Tugores.



APÉNDICE 3 – MATRICES DE IMPACTO DE LA SOLUCIÓN PROYECTADA



APÉNDICE 3. MATRICES DE IMPACTO DE LA SOLUCIÓN PROYECTADA

ÍNDICE

1. EVALUACIÓN DE IMPACTOS.....	2
--------------------------------	---



APÉNDICE 3. MATRICES DE IMPACTO DE LA SOLUCIÓN PROYECTADA

1.EVALUACIÓN DE IMPACTOS

El presente proyecto no introduce ninguna modificación importante respecto al proyecto original en el sistema constructivo, ya que se limita, como se ha dicho a reparaciones y sustituciones puntuales.

No obstante, se actualizan las matrices de impacto del proyecto original, como puede verse a continuación:

FASE DE ADECUACIÓN

Simbología				A.1	A.2	A.3	A.4	A.5	A.6	A.7	
No Significativo	Compatible	Moderado	Severo	Crítico	Ocupación temporal de suelos	Instalación de tuberías	Colocación de lastres	Producción de residuos de obra	Derrames de vertidos líquidos	Tráfico de vehículos, embarcaciones y maquin. de obra	Instalaciones temporales de obra
Alternativas											
MEDIO ABIÓTICO	Aire o atmosfera	V ₁	Emisión de polvo								
		V ₂	Emisión de gases								
		V ₃	Emisión de ruidos								
	Geomorfología	V ₄	Config. playas								
		V ₅	Config.costa rocosa								
	Edafología	V ₆	Contaminación suelos								
		V ₇	Capacidad Agronómica								
	Hidrogeología	V ₈	Contaminación acuíferos								
		V ₉	Cambios calidad agua								
	Hidrología superficial	V ₁₀	Cambios red drenaje								
		V ₁₁	Calidad del agua costera								
	Aguas costeras	V ₁₂	Cambios dinámica del litoral								
MEDIO BIÓTICO	Vegetación terrestre	V ₁₃	Alter. Comunidad. vegetales								
		V ₁₄	Riesgo de incendios								
	Fauna terrestre	V ₁₅	Alteración del hábitat								
		V ₁₆	Especies amenazadas								
MEDIO MARINO				V ₁₇	Comunidades bentónicas						
				V ₁₈	Fauna marina						
MEDIO PERCEPTUAL				V ₁₉	Alteración calidad visual.						
MEDIO SOCIO ECONÓMICO	Población	V ₂₀	Calidad de vida								
		V ₂₁	Calidad aguas de baño								
	Sectores económicos	V ₂₂	Usos del suelo								
		V ₂₃	Sector pesquero								
		V ₂₄	Sector gestión residuos								
		V ₂₅	Sector turístico								
		V ₂₆	Consumo energético								
	Infraestructuras	V ₂₇	Alteración de la red viaria								
MEDIO CULTURAL Y PATRIMONIO	Espacios naturales	V ₂₈	Red Natura 2000								
		V ₂₉	Hábitats de Interés Comunit.								
	Bienes del patr.	V ₃₀	Recursos del Patrimonio								

FASE DE SERVICIO

MATRIZ DE IMPACTOS DURANTE LA (FSE).									
Simbología				A.8	A.9	A.10	A.11	A.12	
No significativo	Compatible	Moderado	Severo	Crítico	Ocupación del medio marino	Vertido de aguas depuradas	Vertido de aguas residuales	Rotura tramo marino. Vertido accidental	Labores de reparación y mantenimiento
Alternativas									
MEDIO ABIÓTICO	Aire o atmosfera	V ₁	Emisión de polvo						
		V ₂	Emisión de gases efect. Inver						
		V ₃	Emisión de ruidos						
	Geomorfología	V ₄	Config. playas						
		V ₅	Config. costa rocosa						
	Edafología	V ₆	Contaminación suelos						
		V ₇	Capacidad Agronómica						
	Hidrogeología	V ₈	Contaminación acuíferos						
	Hidrología superficial	V ₉	Cambios calidad agua						
		V ₁₀	Cambios red drenaje						
	Aguas costeras	V ₁₁	Calidad del agua costera						
		V ₁₂	Cambios dinámica del litoral						
MEDIO BIÓTICO	Vegetación terrestre	V ₁₃	Alter. Comunidad. vegetales						
		V ₁₄	Riesgo de incendios						
	Fauna terrestre	V ₁₅	Alteración del hábitat						
		V ₁₆	Especies amenazadas						
MEDIO MARINO	V ₁₇	Comunidades bentónicas							
	V ₁₈	Fauna marina							
MEDIO PERCEPTUAL	V ₁₉	Alteración calidad visual.							
MEDIO SOCIO ECONÓMICO	Población	V ₂₀	Calidad de vida						
		V ₂₁	Calidad aguas de baño						
	Sectores económicos	V ₂₂	Usos del suelo						
		V ₂₃	Sector pesquero						
		V ₂₄	Sector gestión residuos						
		V ₂₅	Sector turístico						
		V ₂₆	Consumo energético						
		V ₂₇	Alteración de la red viaria						
MEDIO CULTURAL Y PATRIMONIO	Espacios naturales	V ₂₈	Red Natura 2000						
		V ₂₉	Hábitats de Interés Comunit.						
	Bienes del patr.	V ₃₀	Recursos del Patrimonio						

APÉNDICE 4 – CÁLCULO DE LA DILUCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROYECTADA



APÉNDICE 4. CÁLCULO DE LA DILUCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROYECTADA

ÍNDICE

1. CÁLCULO DE LA DILUCIÓN INICIAL.....	2
1.1 CÁLCULO EN EL CASO DE COLUMNA HOMOGÉNEA (NO ESTRATIFICADA).....	2
1.1.1 Caudal de 400 m ³ /h	2
1.1.2 Caudal de 250 m ³ /h	4
1.2 Cálculo en el caso de columna estratificada	5
1.2.1 Caudal de 400 m ³ /h	5
1.2.2 Caudal de 250 m ³ /h	6

APÉNDICE 4. CÁLCULO DE LA DILUCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROYECTADA

1. CÁLCULO DE LA DILUCIÓN INICIAL

La «Instrucción para el proyecto de conducciones de vertido desde tierra al mar» (aprobada por Orden del Ministerio de Obras Públicas y Transportes de 13 de julio de 1993) exige que la dilución inicial sea superior a 80, durante más del 95 % del tiempo, en el caso de columna de agua estratificada, y a 100, en el caso de columna no estratificada.

En el *Anejo 13. Cálculo de la dilución* del presente proyecto se elabora el cálculo de la misma, que se resume a continuación:

1.1 CÁLCULO EN EL CASO DE COLUMNA HOMOGÉNEA (NO ESTRATIFICADA)

1.1.1 Caudal de 400 m³/h

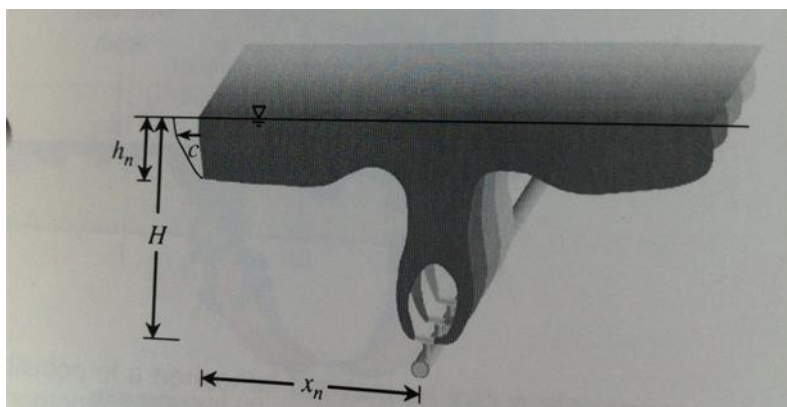


Imagen 1. Penacho en condiciones estacionarias sin estratificación

DATOS			
Variable	Símbolo	Unidad	Valor
Caudal	Q	m ³ /s	0,1111
Longitud difusor	L	m	100
Número bocas	n	-	8
Profundidad bocas	H	m	19,20
Gravedad	g	m/s ²	9,8
Densidad efluente	ρ_0	kg/m ³	1001,6
Densidad mar	ρ_a	kg/m ³	1026

RESULTADOS INTERMEDIOS			
Variable	Símbolo	Unidad	Valor
Caudal lineal	q	m ² /s	0,001111
Caudal por boca	Q _b	m ³ /s	0,013889
Separación bocas	s	m	14,29
Gravedad reducida	g'	m/s ²	0,233
Flotabilidad de descarga puntual	B	m ⁴ /s ³	0,003237
Flotabilidad de descarga lineal	b	m ³ /s ³	0,000259
Grado de linealidad de la descarga			0,366
Tipo de descarga			Intermedia

CARACTERÍSTICAS PENACHO (DESCARGA INTERMEDIA)			
Variable	Símbolo	Unidad	Valor
Dilución en el borde del campo cercano	S	-	439,2
Semiancho del campo cercano	x _n	m	41,64
Altura máxima penacho sobre bocas	y _{máx}	m	19,20
Espesor de la capa de mezcla	e	m	3,87

La dilución en el borde del campo cercano es $439,2 > 100$.

Obsérvese que la zona inicial de mezcla se extiende a unos 41,64 m a cada lado de la tubería difusora. El espesor de esta capa es de 3,87 m. Todo esto en condiciones de máximo caudal de efluente y ausencia de corriente.

Cuando hay corriente, el penacho se deforma en la dirección de la corriente, obteniéndose valores superiores de dilución inicial.

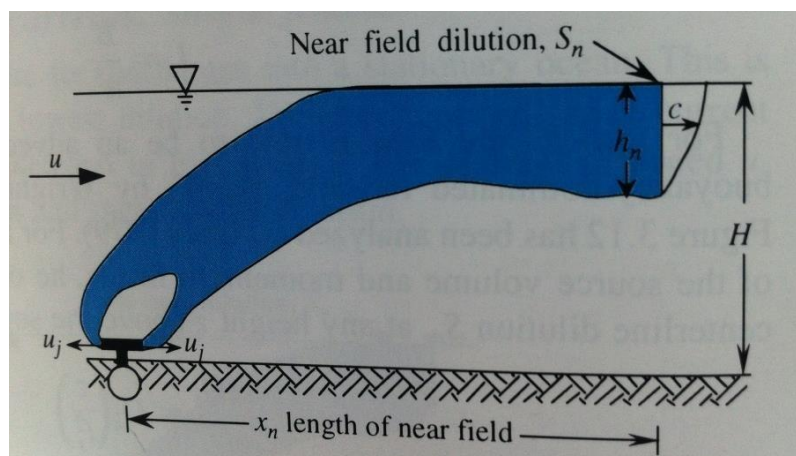


Imagen 2. Penacho en el campo cercano con corriente, sin estratificación

1.1.2 Caudal de 250 m³/h

DATOS			
Variable	Símbolo	Unidad	Valor
Caudal	Q	m ³ /s	0,0694
Longitud difusor	L	m	100
Número bocas	n	-	8
Profundidad bocas	H	m	19,20
Gravedad	g	m/s ²	9,8
Densidad efluente	ρ_0	kg/m ³	1002,3
Densidad mar	ρ_a	kg/m ³	1026

RESULTADOS INTERMEDIOS			
Variable	Símbolo	Unidad	Valor
Caudal lineal	q	m ² /s	0,000694
Caudal por boca	Q _b	m ³ /s	0,008681
Separación bocas	s	m	14,29
Gravedad reducida	g'	m/s ²	0,226
Flotabilidad de descarga puntual	B	m ⁴ /s ³	0,001965
Flotabilidad de descarga lineal	b	m ³ /s ³	0,000157
Grado de linealidad de la descarga			0,366
Tipo de descarga			Intermedia

CARACTERÍSTICAS PENACHO (DESCARGA INTERMEDIA)			
Variable	Símbolo	Unidad	Valor
Dilución en el borde del campo cercano	S	-	595,0
Semiancho del campo cercano	x _n	m	41,64
Altura máxima penacho sobre bocas	y _{máx}	m	19,20
Espesor de la capa de mezcla	e	m	3,87

La dilución en el borde del campo cercano es 595,0 > 100.

Obsérvese que la zona inicial de mezcla se extiende igualmente a unos 41,64 m a cada lado de la tubería difusora. El espesor de esta capa sigue siendo de 3,87 m. Todo esto en condiciones de máximo caudal de efluente y ausencia de corriente.

1.2 CÁLCULO EN EL CASO DE COLUMNA ESTRATIFICADA

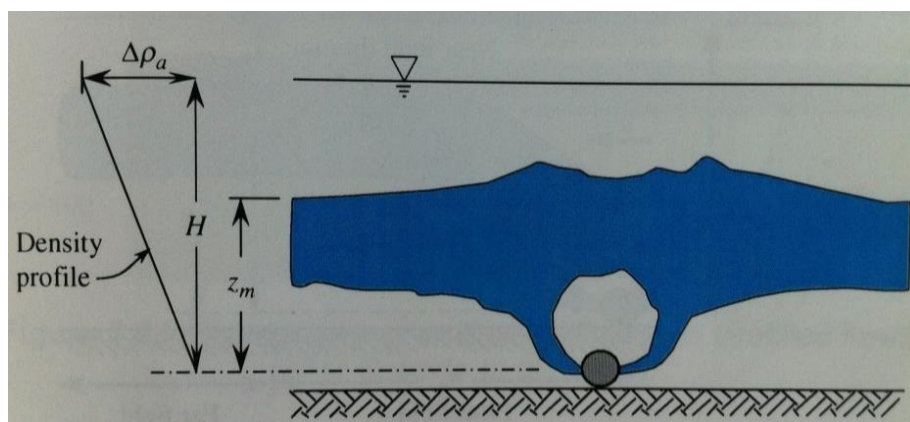


Imagen 3. Penacho inicial en condiciones estacionarias con estratificación

En el apartado 3.3 se mostró el perfil de densidades adoptado para el cálculo, que supone un gradiente de 0,032 kg/m³/m entre 1,10 y 19,2 m de profundidad.

1.2.1 Caudal de 400 m³/h

DATOS			
Variable	Símbolo	Unidad	Valor
Caudal	Q	m ³ /s	0,1111
Longitud difusor	L	m	100
Número bocas	n	-	8
Profundidad bocas (relativa)	H	8	18,1
Gravedad	g	m/s ²	9,8
Densidad efluente	ρ ₀	kg/m ³	1001,6
Densidad mar	ρ _a	kg/m ³	1026
Gradiente medio densidad mar	dρ/dy	kg/m ⁴	0,032318232

RESULTADOS INTERMEDIOS			
Variable	Símbolo	Unidad	Valor
Caudal lineal	q	m ² /s	0,001111
Caudal por boca	Q _b	m ³ /s	0,013889
Separación bocas	s	m	14,29
Gravedad reducida	g'	m/s ²	0,233
Flotabilidad de descarga puntual	B	m ⁴ /s ³	0,003237
Flotabilidad de descarga lineal	b	m ³ /s ³	0,000259
Frecuencia de flotabilidad	N	s ⁻¹	0,017570
Prof. reducida (descarga puntual)	l _B	m	4,94
Prof. reducida (descarga lineal)	l _b	m	3,63
Grado de linealidad de la descarga			0,044
Tipo de descarga			Intermedia

CARACTERÍSTICAS PENACHO (DESCARGA INTERMEDIA)			
Variable	Símbolo	Unidad	Valor
Dilución en el borde del campo cercano	S	-	139,3
Semiancho del campo cercano	x_n	m	19,74
Altura máxima penacho sobre bocas	$y_{\text{máx}}$	m	16,94
Espesor de la capa de mezcla	e	m	7,80

La dilución en el borde del campo cercano es $139,3 > 80$.

Obsérvese que la zona inicial de mezcla se extiende a unos 19,74 m a cada lado de la tubería difusora. El espesor de esta capa es de unos 7,80 m. Todo esto en condiciones de máximo caudal de efluente y ausencia de corriente.

Cuando hay corriente, el penacho se deforma en la dirección de la corriente, obteniéndose valores superiores de dilución inicial.

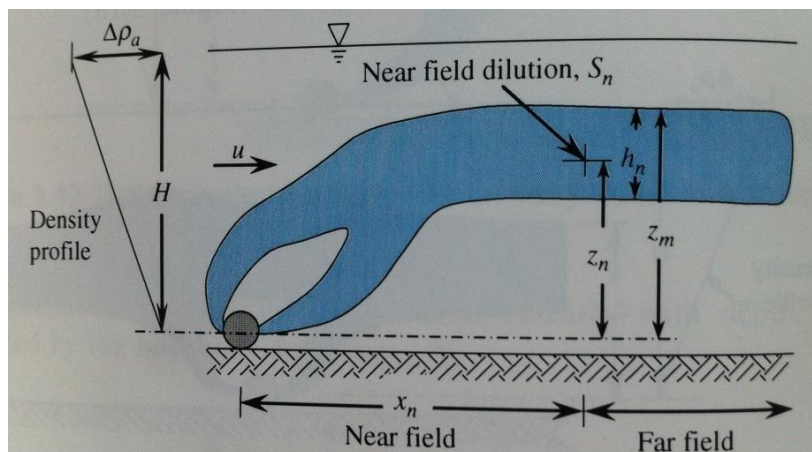


Imagen 4. Penacho en el campo cercano con corriente, con estratificación

1.2.2 Caudal de 250 m³/h

DATOS			
Variable	Símbolo	Unidad	Valor
Caudal	Q	m ³ /s	0,0694
Longitud difusor	L	m	100
Número bocas	n	-	8
Profundidad bocas (relativa)	H	8	18,1
Gravedad	g	m/s ²	9,8
Densidad efluente	ρ_0	kg/m ³	1002,3
Densidad mar	ρ_a	kg/m ³	1026
Gradiente medio densidad mar	$d\rho/dy$	kg/m ⁴	0,032318232

RESULTADOS INTERMEDIOS			
Variable	Símbolo	Unidad	Valor
Caudal lineal	q	m ² /s	0,000694
Caudal por boca	Q _b	m ³ /s	0,008681
Separación bocas	s	m	14,29
Gravedad reducida	g'	m/s ²	0,226
Flotabilidad de descarga puntual	B	m ⁴ /s ³	0,001965
Flotabilidad de descarga lineal	b	m ³ /s ³	0,000157
Frecuencia de flotabilidad	N	s ⁻¹	0,017570
Prof. reducida (descarga puntual)	l _B	m	4,36
Prof. reducida (descarga lineal)	l _b	m	3,07
Grado de linealidad de la descarga			0,000
Tipo de descarga			Puntual

CARACTERÍSTICAS PENACHO (DESCARGA INTERMEDIA)			
Variable	Símbolo	Unidad	Valor
Dilución en el borde del campo cercano	S	-	151,3
Semiancho del campo cercano	x _n	m	17,89
Altura máxima penacho sobre bocas	y _{máx}	m	15,27
Espesor de la capa de mezcla	e	m	6,98

La dilución en el borde del campo cercano es 151,3 > 80.

Obsérvese que la zona inicial de mezcla se extiende a unos 17,89 m a cada lado de la tubería difusora. El espesor de esta capa es de unos 6,98 m. Todo esto en condiciones de máximo caudal de efluente y ausencia de corriente.

**APÉNDICE 5 – RESUMEN DE VARIABLES DE LA SOLUCIÓN
PROYECTADA**

APÉNDICE 5. RESUMEN DE VARIABLES DE LA SOLUCIÓN PROYECTADA

ÍNDICE

1. DATOS GENERALES	2
2. JUSTIFICACIÓN DEL CAUDAL DE DISEÑO	2
3. CARACTERIZACIÓN DEL EFLUENTE	4
4. ESTADO ACTUAL DEL EMISARIO	5
4.1 TRAMO TERRESTRE	5
4.2 IMPULSIÓN	5
4.3 TRAMO MARINO	5
4.3.1 Tramo enterrado	5
4.3.2 Tramo apoyado	5
4.3.3 Tramo difusor	6
5. ACTUACIONES	6
5.1 TRAMO TERRESTRE	6
5.2 IMPULSIÓN	6
5.3 TRAMO MARINO	6
5.3.1 Tramo enterrado	6
5.3.2 Tramo apoyado	6
5.3.3 Tramo difusor	7
6. PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	7
7. CUADRO RESUMEN DE VARIABLES	8

APÉNDICE 5. RESUMEN DE VARIABLES DE LA SOLUCIÓN PROYECTADA

1. DATOS GENERALES

- Núcleo urbano o población próxima de servicio: La Savina
- Término municipal: Formentera
- Población actual servida: 937 habitantes
- Población dotacional futura (25 años): 3.107 habitantes
- Caudal estimado año horizonte: 98,35 m³/h
- Caudal de diseño: atendiendo al dimensionamiento de la EDAR existente, se dimensiona el emisario para un caudal de 400 m³/h. Además, se realizará la comprobación de dilución con el caudal de 250 m/h, correspondiente al caudal vertido a través del emisario en el caso de la desaladora funcionando a pleno rendimiento utilizando agua proveniente de la EDAR para riego.

2. JUSTIFICACIÓN DEL CAUDAL DE DISEÑO

El caudal de diseño se calcula, según lo expuesto en el *Anejo 5. Estudio de población*, para una población futura de 3.107 habitantes y teniendo en cuenta las puntas de consumo y el factor de pérdidas.

Atendiendo al dimensionamiento de la EDAR existente, se dimensiona el emisario para un caudal de 400 m³/h, según se muestra a continuación.

PROYECTO EMISARIO	
POBLACIÓN (hab)	3.107
DOTACIÓN (l/día)	240
CAUDAL TEMPORADA BAJA	
CAUDAL (m ³ /h)	69,0
CAUDAL (l/s)	19,19
CAUDAL TEMPORADA ALTA	
CAUDAL (m ³ /h)	98,3
CAUDAL (l/s)	27,32
CAUDAL DE CÁLCULO	
CAUDAL (m ³ /h)	400
CAUDAL (l/s)	111,11
CAUDAL PARA COMPROBACIÓN DE LA DILUCIÓN	
CAUDAL CON DESALADORA PARA COMPROBACIÓN DE DILUCIÓN (m ³ /h)	250



Como se observa en la tabla, en los cálculos de dilución se hará la comprobación con el caudal de cálculo de 400 m³/h y, además, con el caudal de 250 m³/h, correspondiente al caudal vertido a través del emisario en el caso de la desaladora funcionando a pleno rendimiento utilizando agua proveniente de la EDAR para riego.

3. CARACTERIZACIÓN DEL EFLUENTE

Fuente	Año	DBO E(mg/l)	DBO S(mg/l)	DQO E(mg/l)	DQO S(mg/l)	SST E(mg/l)	SST S(mg/l)	NT E(mgN/l)	NT S(mgN/l)	PT E(mgP/l)	PT S(mgP/l)
ANALÍTICAS EDAR	2013	329,41	11,25	1088,41	46	597,75	15,08	-	-	15,75	6,83
	2014	356,00	10,83	1122,17	45,75	706,58	10,42	-	-	25,50	6,42
	2015	303,92	13,67	1121,50	73,92	817,00	29,33	-	-	21,42	7,25
	2016	329,17	6,75	1288,00	37,33	653,21	12,75	98,10	28,00	24,23	6,05
	2017	447,08	10,67	1137,17	53,25	531,67	11,67	68,00	25,50	63,20	8,27
	2018	344,91	12,41	1081,91	47,23	799,64	12,05	90,32	8,55	21,91	3,23
	2019	273,17	12,08	1049,75	81,71	464,79	20,83	73,37	9,91	16,73	7,24
	2020	202,88	8,04	748,46	35,25	324,88	21,75	61,41	9,36	26,97	6,09
Fuente	Año	DBO Rend. (%)	DQO Rend. (%)	SS Rend. (%)	N Rend. (%)	P Rend. (%)					
ANALÍTICAS EDAR	2013	96,58	95,58	96,58	-	55,08	Nota: Los valores indicados corresponden a la media anual DBO: Demanda biológica de oxígeno DQO: Demanda química de oxígeno SST: Sólidos en suspensión totales E: Entrada S: Salida				
	2014	94,42	92,83	97,08	-	57,33					
	2015	95,42	92,08	92,00	-	47,33					
	2016	97,75	96,08	96,00	71,67	65,50					
	2017	97,42	94,70	94,75	66,41	73,57					
	2018	94,00	90,89	95,65	77,45	82,92					
	2019	94,53	93,54	93,36	85,65	63,77					
	2020	95,42	92,31	88,23	81,79	65,09					

4. ESTADO ACTUAL DEL EMISARIO

4.1 TRAMO TERRESTRE

- Material: FC (Ver nota)
- Longitud: 3.190 m
- Diámetro nominal: 400 mm
- Coordenadas UTM ETRS89 inicio: X: 363714,86 Y: 4286118,10
- Coordenadas UTM ETRS89 final: X: 362125,90 Y: 4288391,81

NOTA: La sustitución del tramo terrestre del emisario es objeto del "Proyecto de sustitución y mejora de la red de saneamiento general de Formentera" redactado por GRADUAL INGENIEROS en 2018 y todavía sin ejecutar en la fecha de redacción de este proyecto, que prevé la instalación de una conducción de PEAD DN500 mm. En los cálculos hidráulicos y de dilución del presente proyecto se tendrá en cuenta este diámetro proyectado de 500 mm.

4.2 IMPULSIÓN

- Material: PEAD
- Diámetro nominal: 280 mm

4.3 TRAMO MARINO

4.3.1 Tramo enterrado

- Longitud: 377 m
- Material: FC
- Diámetro nominal: 400 mm
- Cota inicio: -1 m
- Cota final: -9 m
- Coordenadas UTM ETRS89 inicio: X: 362125,90 Y: 4288391,81
- Coordenadas UTM ETRS89 final: X: 361903,96 Y: 4288695,52

4.3.2 Tramo apoyado

- Longitud: 592 m (difusor incluido)
- Material: FC
- Diámetro nominal: 400 mm
- Cota inicio: -9 m
- Cota final: -19,2 m
- Coordenadas UTM ETRS89 inicio: X: 361903,96 Y: 4288695,52

- Coordenadas UTM ETRS89 final: X: 361577,38 Y: 4289135,18

4.3.3 Tramo difusor

- Longitud: 40 m
- Material: FC
- Diámetro nominal: 400 mm
- Cota inicio: -19,2 m
- Cota final: -20,3 m
- Coordenadas UTM ETRS89 inicio: X: 361577,38 Y: 4289135,18
- Coordenadas UTM ETRS89 final: X: 361562,00 Y: 4289171,96
- Difusión: 11 bocas con una separación de 4 m entre ellas
- Balizamiento: no

5. ACTUACIONES

5.1 TRAMO TERRESTRE

- Sin intervención. La sustitución del tramo terrestre del emisario es objeto del "Proyecto de sustitución y mejora de la red de saneamiento general de Formentera" redactado por GRADUAL INGENIEROS en 2018 y todavía sin ejecutar en la fecha de redacción de este proyecto.

5.2 IMPULSIÓN

- Sin intervención.

5.3 TRAMO MARINO

5.3.1 Tramo enterrado

Atendiendo a lo explicado en el apartado 6. Profundidad de cierre del Anejo 12. Estudio de dinámica litoral del presente proyecto, se llevarán a cabo las siguientes actuaciones:

- Protección 1 de conducción enterrada con escollera y árido de machaqueo en zona teórica de rompientes, del PK 3+245 al PK 3+385 y de la cota -0,95 a -5,2 m (140 m de longitud).
- Protección 2 de conducción aflorada con escollera y árido de machaqueo del PK 3+466 al PK 3+476 y cota -7,1 m (10 m de longitud).

5.3.2 Tramo apoyado

- Retirada de lastrado no operativo de tramo apoyado difusor consistente en 65 lastres de hormigón armado.

- Disposición de lastres de hormigón armado con acero B-500 S de 369,60 kg cada uno, separados entre ellos 5 m, con un total de 115 unidades.
- Reparación de fuga 1 en junta en el PK 3+614, cota -10,0 m.
- Reparación de fuga 2 en brida de unión en el P 3+760, cota -11,1 m.
- Retirada de restos de conducción retirados entre los PK 4+011 y 4+033, cota -13 m, consistentes en unos 20 m de fragmentos de tubería de FC DN400 mm.
- Reubicación de 14 bloques antiarrastreros existentes
- Disposición de 10 nuevos bloques antiarrastreros

5.3.3 Tramo difusor

- Desconexión y retirada de tramo difusor existente de FC DN 400 mm de 40 m
- Retirada de lastrado de tramo difusor consistente en 34 lastres de hormigón armado
- Disposición de nuevo tramo difusor de PEAD DN500 mm de 100 m
- Disposición de lastres de hormigón armado con acero B-500 S de 452,88 kg cada uno, separados entre ellos 3 m, con un total de 35 unidades.
- Método constructivo: flotación y hundimiento.

En el estado futuro, la longitud total de emisario es de 4.219 metros, de los cuales 3.190 m se corresponden con el tramo terrestre, 377 con el tramo marino enterrado y 652 m con el tramo marino apoyado, que incluye el tramo difusor de 100 m.

El proyecto se completa con las medidas de corrección ambiental.

6. PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

7 meses



7. CUADRO RESUMEN DE VARIABLES

		ESTADO ACTUAL	ESTADO FUTURO
TRAMO TERRESTRE	MATERIAL	FC	FC
	LONG. TRAMO TERRESTRE	3.190	3.190
	DIÁMETRO NOMINAL (mm)	400	400
	PK INICIO (m)	-	0+000
	PK FINAL (m)	-	33+191
	COORDENADAS ORIGEN UTM ETRS89	X: 363714,86 Y: 4286118,10	X: 363714,86 Y: 4286118,10
	COORDENADAS FINAL UTM ETRS89	X: 362125,90 Y: 4288391,81	X: 362125,90 Y: 4288391,81
IMPULSIÓN	MATERIAL	PEAD	PEAD
	DIÁMETRO NOMINAL (mm)	280	280
TRAMO MARINO ENTERRADO	MATERIAL	FC	FC
	LONGITUD (m)	377	377
	DIÁMETRO NOMINAL (mm)	400	400
	COTA INICIO (m)	-1	-1
	COTA FINAL (m)	-9	-9
	PK INICIO (m)	-	3+191
	PK FINAL (m)	-	3+568
	COORDENADAS ORIGEN UTM ETRS89	X: 362125,90 Y: 4288391,81	X: 362125,90 Y: 4288391,81
	COORDENADAS FINAL UTM ETRS89	X: 361903,96 Y: 4288695,52	X: 361903,96 Y: 4288695,52
TRAMO MARINO APOYADO	MATERIAL	FC	FC
	LONGITUD (m)	592 (incluyendo difusor)	652 (incluyendo difusor)
	DIÁMETRO NOMINAL (mm)	400	400
	COTA INICIO (m)	-9	-9
	COTA FINAL (m)	-19,2	-19,2
	PK INICIO	-	3+568
	PK FINAL	-	4+120
	COORDENADAS ORIGEN UTM ETRS89	X: 361903,96 Y: 4288695,52	X: 361903,96 Y: 4288695,52
	COORDENADAS FINAL UTM ETRS89 (INICIO DIFUSORES)	X: 361577,38 Y: 4289135,18	X: 361577,38 Y: 4289135,18
TRAMO DIFUSOR	MATERIAL	FC	PEAD
	LONGITUD (m)	40	100
	DIÁMETRO NOMINAL (mm)	400	500
	PK INICIO (m)	-	4+120
	PK FINAL (m)	-	4+220
	COORDENADAS ORIGEN UTM ETRS89	X: 361577,38 Y: 4289135,18	X: 361577,38 Y: 4289135,18
	COORDENADAS FINAL UTM ETRS89	X: 361562,00 Y: 4289171,96	X: 361536,71 Y: 4289226,37
	DISTANCIA ENTRE 1ª Y ÚLTIMA BOCAS (m)	40	99,10

REFUNDIDO DE ADECUACIÓN DEL EMISARIO SUBMARINO Y
VERTIDO AL MAR DE LA EDAR DE FORMENTERA

	NÚMERO DE BOCAS DIFUSORAS (Ud)	11	8
	DISPOSICIÓN	Parte superior	Tresbolillo
	DIÁMETRO BOCAS (mm)	-	70
	SEPARACIÓN ENTRE BOCAS (m)	4,00	14,15
	COTA PRIMERA BOCA (m)	-19,2	-19,2
	COTA ÚLTIMA BOCA (m)	-20,3	-21,4
TOTAL	LONGITUD TOTAL EMISARIO (m)	3.190	4.219
ACTUACIONES	TRAMO TERRESTRE	Sin intervención. La sustitución del tramo terrestre del emisario es objeto del "Proyecto de sustitución y mejora de la red de saneamiento general de Formentera" redactado por GRADUAL INGENIEROS en 2018 y todavía sin ejecutar en la fecha de redacción de este proyecto.	
	IMPULSIÓN	Sin intervención	
	TRAMO MARINO ENTERRADO	Protección 1 de conducción enterrada con escollera y árido de machaqueo en zona teórica de rompientes, del PK 3+245 al PK 3+385 y de la cota -0,95 a -5,2 m (140 m de longitud). Protección 2 de conducción aflorada con escollera y árido de machaqueo del PK 3+466 al PK 3+476 y cota -7,1 m (10 m de longitud).	
	TRAMO MARINO APOYADO	Retirada de lastrado no operativo de tramo apoyado difusor consistente en 65 lastres de hormigón armado. Disposición de lastres de hormigón armado con acero B-500 S de 369,60 kg cada uno, separados entre ellos 5 m, con un total de 115 unidades. Reparación de fuga 1 en junta en el PK 3+614, cota -10,0 m. Reparación de fuga 2 en brida de unión en el P 3+760, cota -11,1 m. Retirada de restos de conducción retirados entre los PK 4+011 y 4+033, cota -13 m, consistentes en unos 20 m de fragmentos de tubería de FC DN400 mm. Reubicación de 14 bloques antiarrastreros existentes Disposición de 10 nuevos bloques antiarrastreros	
	TRAMO DIFUSOR	Desconexión y retirada de tramo difusor existente de FC DN 400 mm de 40 m Retirada de lastrado de tramo difusor consistente en 34 lastres de hormigón armado Disposición de nuevo tramo difusor de PEAD DN500 mm de 100 m Disposición de lastres de hormigón armado con acero B-500 S de 452,88 kg cada uno, separados entre ellos 3 m, con un total de 35 unidades. Método constructivo: flotación y hundimiento.	
DATOS GENERALES	NÚCLEO URBANO	La Savina	
	TÉRMINO MUNICIPAL	Formentera	
	POBLACIÓN SERVIDA (2045)	-	3.107 hab
	Q DE CÁLCULO (25 AÑOS)	-	400 m³/h (según dimensionamiento EDAR)



REFUNDIDO DE ADECUACIÓN DEL EMISARIO SUBMARINO Y
VERTIDO AL MAR DE LA EDAR DE FORMENTERA

			250 m ³ /h (para comprobación adicional de dilución con desaladora en funcionamiento)
--	--	--	--