

## ANEJO 6. ESTUDIO DE SOLUCIONES

### ÍNDICE

|  |    |
|--|----|
| 1. OBJETO DEL ESTUDIO DE SOLUCIONES.....   | 4  |
| 2. CONDICIONANTES FORMALES .....   | 4  |
| 2.1 REGLAMENTO GENERAL DE LA LEY 22/1988 DE COSTAS.....  | 4  |
| 2.1.1 Bienes de dominio público marítimo- terrestre .....  | 4  |
| 2.1.2 Deslindes.....   | 5  |
| 2.1.3 Limitaciones de la propiedad sobre los terrenos contiguos a la ribera del mar por razones de protección del dominio público marítimo-terrestre ..... | 5  |
| 2.1.4 Utilización del dominio público marítimo-terrestre .....   | 7  |
| 2.1.5 Proyectos y obras.....   | 7  |
| 2.1.6 Concesiones.....   | 7  |
| 2.2 FUNDAMENTOS DE DERECHO .....   | 7  |
| 2.2.1 Plazo.....   | 8  |
| 2.3 - INSTRUCCIÓN PARA EL PROYECTO DE CONDUCCIONES DE VERTIDOS DESDE TIERRA AL MAR (ORDEN DE 13 DE JULIO DE 1993) .....                                    | 8  |
| 2.4 - DECRETO 49/03, DE 9 DE MAYO, POR EL QUE SE DECLARAN LAS ZONAS SENSIBLES EN LAS ILLES BALEARS.....  | 10 |
| 2.5 - LÍMITES DE VERTIDO Y SEGUIMIENTO DEL CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS .....  | 10 |
| 2.6 - PLAN DE VIGILANCIA Y CONTROL DEL MEDIO RECEPTOR AFECTADO POR EL VERTIDO .....  | 11 |
| 2.6.1 Contenido del Programa de Vigilancia Ambiental .....   | 11 |
| 2.6.2 Emisarios submarinos .....   | 12 |
| 2.6.3 Aguas residuales urbanas: análisis simplificado .....  | 12 |
| 2.6.4 Aguas residuales urbanas: análisis completo.....   | 12 |
| 2.6.5 Control de sedimentos y organismos .....   | 12 |
| 2.7 - PLAN DE VIGILANCIA Y CONTROL ESTRUCTURAL DE LAS CONDUCCIONES DE VERTIDO.....   | 12 |



|  |    |
|--|----|
| 2.8 - AUTORIZACIONES DE USO EN ZONA DE SERVIDUMBRE DE PROTECCIÓN.....                                    | 13 |
| 2.9 - DOCUMENTOS PARA TRAMITAR LA AUTORIZACIÓN DE VERTIDO A DOMINIO PUBLICO MARÍTIMO<br>– TERRESTRE..... | 13 |
| 2.10 - DIRECTIVAS EUROPEAS.....  | 14 |
| 2.11 - PROTECCIÓN DE <i>POSIDONIA OCEANICA</i> .....   | 15 |
| 3. DATOS DE PARTIDA.....   | 16 |
| 4. ACTUACIONES.....  | 18 |
| 4.1 TRAMO TERRESTRE.....   | 18 |
| 4.2 TRAMO IMPULSIÓN.....   | 18 |
| 4.3 TRAMO MARINO .....   | 18 |
| 5. TOMA DE DATOS.....  | 19 |
| 6. FOTOGRAFÍAS DEL TRAMO TERRESTRE .....   | 20 |
| 7. CÁLCULO DE LA DILUCIÓN .....  | 22 |
| 8. ASPECTOS QUE INFLUYEN EN LAS ALTERNATIVAS DE PROYECTO.....  | 22 |
| 8.1 - MATERIALES DE LA CONDUCCIÓN.....   | 23 |
| 8.1.1 - Fundición.....   | 23 |
| 8.1.2 - Materiales plásticos.....  | 24 |
| 8.1.3 - Hormigón.....  | 25 |
| 8.2 - PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS.....  | 26 |
| 8.2.1 - Flotación y hundimiento .....  | 26 |
| 8.2.2 - Construcción tubo a tubo.....  | 28 |
| 8.2.3 - Construcción tramo a tramo .....   | 29 |
| 8.2.4 - Arrastre con flotación controlada.....   | 29 |
| 8.2.5 - Arrastre por fondo .....   | 30 |
| 8.2.6 Perforación horizontal dirigida (PHD) .....  | 30 |
| 8.3 - TRAZADO .....  | 31 |
| 9. - PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS .....   | 31 |



|  |    |
|--|----|
| 10. - ALTERNATIVA PROPUESTA.....       | 37 |
| 10.1 CUADRO RESUMEN DE VARIABLES ..... | 39 |
| APÉNDICE 1: PLANOS                     |    |

## ANEJO 6. ESTUDIO DE SOLUCIONES

### 1. OBJETO DEL ESTUDIO DE SOLUCIONES

El objeto del Estudio de soluciones del proyecto es analizar las distintas variantes posibles para la realización del proyecto y la elección de la solución óptima.

En el estudio previo se realizaron una primera recogida de datos, el análisis de los mismos y los estudios básicos necesarios que pudieran condicionar o modificar el proyecto.

En el estudio de soluciones se analizan los aspectos fundamentales de las características generales de la obra: funcionales, formales, constructivas y económicas, con el objetivo de ofrecer una imagen global de la obra y establecer un avance del presupuesto.

### 2. CONDICIONANTES FORMALES

Para la realización del Estudio de soluciones se han tenido en cuenta las distintas Leyes, Reglamentos, Instrucciones y Directivas de carácter vigente que regulan, entre otros aspectos, el proyecto de conducciones de vertidos desde tierra al mar, los límites de vertido y seguimiento de los requisitos, el Plan de Vigilancia y Control del medio receptor afectado por el vertido, el Plan de Vigilancia y Control estructural de las conducciones de vertido, los documentos para tramitar la autorización de vertido a dominio público marítimo – terrestre y la protección de praderas de *posidonia oceanica*.

#### 2.1 REGLAMENTO GENERAL DE LA LEY 22/1988 DE COSTAS

Dentro del Reglamento General de la Ley 22/1988 de 28 de julio de Costas, cabe destacar los siguientes aspectos:

##### ***2.1.1 Bienes de dominio público marítimo- terrestre***

Son bienes de Dominio Público Marítimo-Terrestre:

- La ribera del mar y de las rías, que incluye:
  - o La zona marítimo- terrestre. Se extiende por las márgenes de los ríos hasta donde se haga sensible el efecto de las mareas. Incluidas las marismas, albuferas, esteros.
  - o Las playas o zonas de depósito de materiales sueltos.
- El mar territorial y las aguas interiores.
- Los recursos naturales de la zona económica y la plataforma continental.

Pertenecen asimismo al dominio público marítimo- terrestre estatal:

- Las accesiones a la ribera del mar por depósito de materiales o por retirada del mar.
- Los terrenos ganados al mar.



- Los terrenos invadidos por el mar.
- Los terrenos acantilados sensiblemente verticales.
- Los terrenos deslindados que han perdido sus características naturales de playa, acantilado, o zona marítimo-terrestre.
- Los islotes en aguas interiores y mar territorial.
- Los terrenos incorporados por los concesionarios para completar la superficie de una concesión.
- Los terrenos colindantes que se adquieran para su incorporación al dominio público marítimo-terrestre.
- Las obras e instalaciones construidas por el Estado en dicho dominio.
- Las obras e instalaciones de iluminación de costas y señalización marítima.
- Los puertos e instalaciones portuarias de titularidad estatal.
- Las islas, salvo las que sean de propiedad privada.

### ***2.1.2 Deslindes***

Para la determinación del dominio público marítimo-terrestre se practicarán por la Administración del Estado los oportunos deslindes.

El deslinde aprobado declara la posesión y la titularidad dominial a favor del Estado, dando lugar al amojonamiento.

### ***2.1.3 Limitaciones de la propiedad sobre los terrenos contiguos a la ribera del mar por razones de protección del dominio público marítimo-terrestre***

#### Servidumbre de protección

Zona de 100 metros medida tierra adentro desde el límite interior de la ribera del mar.

Ampliable hasta otros 100 metros, cuando sea necesario para asegurar la efectividad de la servidumbre.

En zonas ya urbanizadas se mantiene la servidumbre en 20 metros.

En los terrenos comprendidos en esta zona se podrán realizar sin necesidad de autorización cultivos y plantaciones.

#### Prohibiciones:

- Las edificaciones destinadas a residencia o habitación.
- La construcción o modificación de vías de transporte interurbanas, así como de sus áreas de servicio.
- La destrucción de yacimientos de áridos.
- El tendido aéreo de líneas eléctricas de alta tensión.
- El vertido de residuos sólidos, escombros y aguas residuales sin depuración.
- La publicidad.

Con carácter ordinario, sólo se permitirán las obras, instalaciones y actividades que, por su naturaleza, no puedan tener otra ubicación o presten servicios necesarios o convenientes para el uso del dominio público marítimo-terrestre, así como las instalaciones deportivas descubiertas.

#### Servidumbre de tránsito

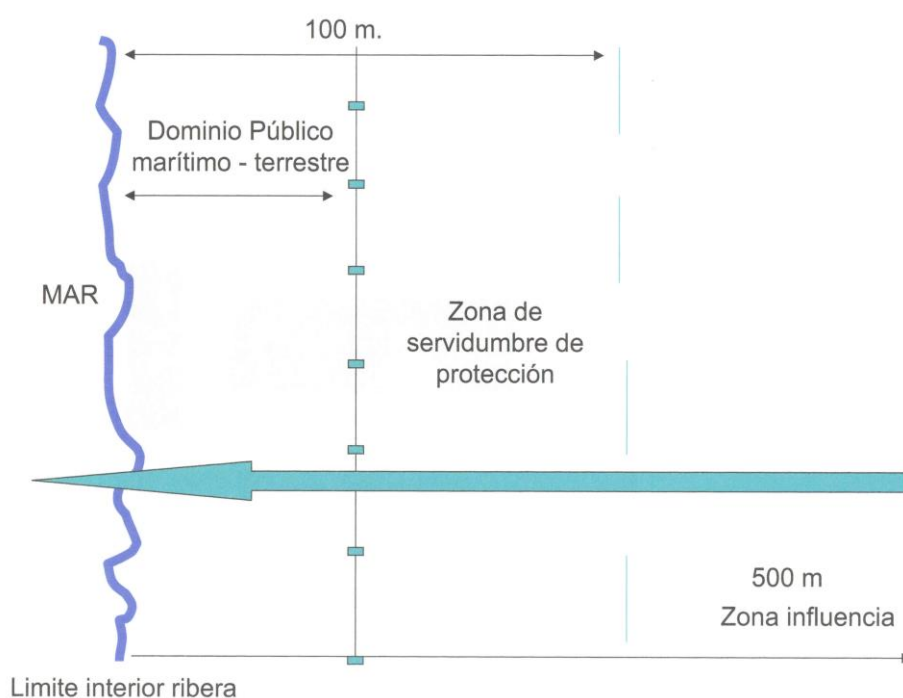
La servidumbre de tránsito recaerá sobre una franja de 6 metros, medidos tierra adentro a partir del límite interior de la ribera del mar.

En lugares de tránsito difícil o peligrosos dicha anchura podrá ampliarse en lo que resulte necesario, hasta un máximo de 20 metros.

#### Zona de influencia

Será como mínimo de 500 metros a partir del límite interior de la ribera del mar.

- Aparcamientos de vehículos
- Las construcciones habrán de adaptarse a lo establecido en la legislación urbanística.



*Imagen 1. Zona de influencia.*

### ***2.1.4 Utilización del dominio público marítimo-terrestre***

Será libre, pública y gratuita para los usos comunes y acordes con su naturaleza, tales como pasear, estar, bañarse, navegar, embarcar y desembarcar, varar, pescar, coger plantas y mariscos y otros actos semejantes que no requieran obras e instalaciones de ningún tipo y que se realicen de acuerdo con las leyes y reglamentos o normas aprobadas conforme a esta Ley.

Únicamente se podrá permitir la ocupación del dominio público marítimo-terrestre para aquellas actividades o instalaciones que, por su naturaleza, no puedan tener otra ubicación.

### ***2.1.5 Proyectos y obras***

Las instalaciones de tratamiento de aguas residuales se emplazarán fuera de la ribera del mar y de los primeros 20 metros de la zona de servidumbre de protección.

No se autorizará la instalación de colectores paralelos a la costa dentro de la ribera del mar. En los primeros 20 metros fuera de la ribera del mar se prohibirán los colectores paralelos.

### ***2.1.6 Concesiones***

Toda ocupación de los bienes de dominio público marítimo-terrestre estatal con obras o instalaciones no desmontables estará sujeta a previa concesión otorgada por la Administración del Estado.

El otorgamiento de la concesión no exime de la obtención de las concesiones y autorizaciones que sean exigibles por otras Administraciones Públicas.

El plazo en ningún caso podrá exceder de treinta años.

## **2.2 FUNDAMENTOS DE DERECHO**

**PRIMERO.-** El artículo 114 de la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas, establece que la Comunidades Autónomas ejercerán las competencias que en las materias de ordenación territorial y del litoral, puertos, urbanismo, vertidos al mar y demás relacionadas con el ámbito de dicha Ley tengan atribuidas en virtud de sus respectivos Estatutos.

**SEGUNDO.-** De conformidad con lo dispuesto en el artículo 11.7 de la Ley Orgánica 2/1983, de 25 de febrero, Estatuto de Autonomía para de les Illes Balears, corresponde a la Comunidad Autónoma de les Illes Balears el desarrollo legislativo y la ejecución en materia de medio ambiente.

**TERCERO.-** Por R.D. 356/1985, se traspasaron a la CAIB las funciones y servicios del Estado en materia de ordenación del Litoral y vertidos al mar. Así pues, los vertidos desde tierra al mar, tanto líquidos como sólidos, directos o por emisarios requieren autorización de la CAIB. La competencia que, fue atribuida a la Conselleria de

Obras Públicas y Ordenación del Territorio, hoy Conselleria de Medi Ambient, es ejercida por la Dirección General de Calidad Ambiental y Litoral.

**CUARTO.-** De acuerdo con la Sentencia del Tribunal Constitucional 149/1991, de 4 de julio de 1991, las Comunidades Autónomas que han asumido las competencias para la ejecución de las normas de protección del medio ambiente son también competentes para llevar a cabo los actos de ejecución que impliquen la aplicación de las normas sobre vertidos, sea cual fuera el género de éstos y su destino.

**QUINTO.-** La autorización para realización de obras, instalaciones y actividades en la zona de servidumbre de protección de la Ley de Costas 22/1988, en suelo rústico, requiere autorización previa de la C.A.I.B.

**SEXTO.-** La competencia para el otorgamiento de autorizaciones en Z.S.P., de conformidad con lo dispuesto en el artículo 48 del Reglamento General de la Ley de Costas; - Decreto 96/1991, de 31 de octubre, modificado por el Decreto 73/1994, de 26 de mayo, Decreto 8/2003, de 30 de junio, modificado por Decreto 10/2003, de 4 de julio de 2003 de estructura orgánica y competencial, y Decreto 78/2003, de 5 de julio de 2003, de nombramiento, corresponde al Director General de Calidad Ambiental y Litoral.

#### ***2.2.1 Plazo***

La autorización se otorgará por un plazo de TREINTA AÑOS.

El plazo de autorización será improrrogable a menos que en las mismas se admita explícitamente la posibilidad de prórroga.

El cómputo del plazo se iniciará el día siguiente de la fecha de notificación al solicitante.

### **2.3 - INSTRUCCIÓN PARA EL PROYECTO DE CONDUCCIONES DE VERTIDOS DESDE TIERRA AL MAR (ORDEN DE 13 DE JULIO DE 1993)**

**Emisario submarino:** Conducción cerrada que transporta las aguas residuales desde la estación de tratamiento hasta una zona de inyección en el mar, cumpliendo las dos condiciones siguientes:

- Que la distancia entre la línea de costa y la boquilla sea mayor de 500 m
- Que la dilución inicial calculada ausencia de estratificación, sea mayor de 100:1

**Conducción de desagüe:** Conducción abierta o cerrada que transporta las aguas residuales desde la estación de tratamiento hasta el mar, vertiendo en superficie o mediante descarga submarina, sin que se cumplan las anteriores condiciones del emisario submarino.

**Conducción de vertido:** Término que engloba tanto a las conducciones de desagüe como a los emisarios submarinos.

**Tipo de vertido autorizado.** Aguas residuales urbanas depuradas

**Vertido directo:** realizado inmediatamente sobre cualquier bien del DPMT a través de emisario, conducción, canal, acequia o cualquier otro medio.

**Vertido indirecto:** se realice en zona de servidumbre de protección o en zona de influencia y afecte a la calidad ambiental de aquél.

**Aguas residuales:** se consideran como tales las siguientes:

- Las urbanas y las de procesos industriales.
- Las de refrigeración, limpieza, mantenimiento, fallos de equipos y/o servicios.
- Las pluviales contaminadas.
- Las procedentes de almacenamiento y sus cubetos, carga y descarga de cisternas, instalaciones de envasado, lixiviados desde almacenamiento de sólidos de proceso y/o residuos finales.
- Las evacuadas a través de aliviaderos de redes unitarias.

#### Prohibiciones

De conformidad con lo dispuesto en los artículos 56 y 57 de la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas:

- El vertido de residuos sólidos y escombros al mar y su ribera, así como a la zona de servidumbre de protección excepto cuando estén debidamente autorizados.
- No podrán verterse sustancias ni introducirse formas de energía que puedan comportar un peligro o perjuicio superior al admisible para la salud pública y el medio natural, con arreglo a la normativa vigente.

#### Aliviaderos

El aliviadero debe funcionar menos de cuatrocientas cincuenta horas al año y menos de 3 por 100 de las horas de la temporada de baños.

El aliviadero sólo podrá entrar en funcionamiento con caudales superiores al caudal punta en tiempo seco.

Con el aliviadero funcionando, el vertido realizado a través del emisario debe seguir cumpliendo los criterios establecidos por la normativa vigente.

El caudal vertido por el aliviadero debe haber pasado por un sistema de rejas para su desbastado.

## 2.4 - DECRETO 49/03, DE 9 DE MAYO, POR EL QUE SE DECLARAN LAS ZONAS SENSIBLES EN LAS ILLES BALEARNS

**Zona sensible:** medios acuáticos superficiales que teniendo un intercambio de aguas escaso o que recibiendo nutrientes, sean eutróficos o puedan llegar a serlo en un futuro próximo si no se adoptan medidas para su protección, así como las aguas dulces destinadas a la obtención de agua potable.

**Zonas menos sensibles:** Un medio o zona de agua marina podrá catalogarse como zona menos sensible cuando el vertido de aguas residuales no tenga efectos negativos sobre el medio ambiente debido a la morfología, hidrología o condiciones hidráulicas específicas existentes en esa zona.

**Zonas normales:** medios acuáticos superficiales no definidos como sensibles o menos sensibles.

### Zonas sensibles

- Por eutrofización:
  - o No es el caso.
- Masas de agua que requieren un tratamiento adicional al secundario:
  - o Cala d'Or.

## 2.5 - LÍMITES DE VERTIDO Y SEGUIMIENTO DEL CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS

Se considera Cala d'Or zona sensible para aguas de baño, pero no por eutrofización, por lo que no se exige un mínimo de nitrógeno Kjeldhal ni de fósforo total, según lo indicado en el *Real Decreto 509/1996, de 15 de marzo*, de desarrollo del *Real Decreto-ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas*.

### Número máximo permitido de muestras no conformes en función de las series de muestras tomadas en un año

|         |    |         |    |
|---------|----|---------|----|
| 4-7     | 1  | 172-187 | 14 |
| 8-16    | 2  | 188-203 | 15 |
| 17-28   | 3  | 204-219 | 16 |
| 29-40   | 4  | 220-235 | 17 |
| 41-53   | 5  | 236-251 | 18 |
| 54-67   | 6  | 252-268 | 19 |
| 68-81   | 7  | 269-284 | 20 |
| 82-95   | 8  | 285-300 | 21 |
| 96-110  | 9  | 301-317 | 22 |
| 111-125 | 10 | 318-334 | 23 |
| 126-140 | 11 | 335-350 | 24 |
| 141-155 | 12 | 351-365 | 25 |
| 156-171 | 13 |         |    |

### Punto de aplicación de los límites

Los límites se aplicarán en una arqueta de salida del efluente previa al vertido, en un punto que sea representativo del mismo.

Todos los vertidos, una vez sometidos, en su caso, a tratamiento, pasarán por una arqueta, o cualquier otro dispositivo, accesible en todo tiempo, que permita tomar las muestras en condiciones de representatividad, de forma manual o automática, previo a su vertido al mar. Deberá mantenerlos en perfecto estado de conservación y servicio. Los valores límite establecidos se aplicarán en este punto.

#### Limitaciones

Queda prohibido, en todo caso, mezclar aguas limpias, de refrigeración o de cualquier otro tipo con aguas residuales al objeto de alcanzar las especificaciones de vertido por dilución.

En caso de que se detecte en los vertidos autorizados la presencia de sustancias peligrosas contenidas en las listas I y II del Real Decreto 258/1989, de 10 de marzo, por el que se establece la normativa general sobre vertidos de sustancias peligrosas desde tierra al mar, la autorización del vertido se revisará cada cuatro años.

## **2.6 - PLAN DE VIGILANCIA Y CONTROL DEL MEDIO RECEPTOR AFECTADO POR EL VERTIDO**

### ***2.6.1 Contenido del Programa de Vigilancia Ambiental***

#### Medidas a realizar:

Antes del inicio de las obras: medidas de «estado cero» de los vectores ambientales (calidad de suelos, avifauna y efecto de los contaminantes, integración paisajística, biosfera marina, aguas freáticas, etc.) y emisión de diversos documentos.

Durante las obras, con la medida continuada de la calidad de los vectores ambientales, tanto en el medio terrestre como marino.

Durante la fase de pruebas de la instalación y puesta en marcha, con la comprobación del cumplimiento de todos los requerimientos ambientales.

#### Vectores ambientales a analizar:

- Climatología.
- Dinámica marina
- Calidad del agua freática
- Calidad de los suelos
- Calidad del agua marina
- Calidad de los sedimentos
- Avifauna

- Comunidades naturales terrestres
- Comunidades bentónicas

### ***2.6.2 Emisarios submarinos***

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.

### ***2.6.3 Aguas residuales urbanas: análisis simplificado***

Coliformes fecales, Estreptococos fecales, Coliformes totales, pH, Sólidos en suspensión, Temperatura, Color, Conductividad, Transparencia, Salinidad, Oxígeno disuelto, Nitrógeno oxidado y Ortofosfatos.

Viento, oleaje y pluviometría.

### ***2.6.4 Aguas residuales urbanas: análisis completo***

Resto de los contaminantes: Demanda química de oxígeno, demanda biológica de oxígeno, mercurio, cadmio, cinc, plomo, cromo total, aceites y grasas.

Condiciones oceanográficas y meteorológicas de la zona, parámetros físico-químicos.

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 será de seis en zonas de baño y cuatro en las restantes zonas. De estos dos serán completos, y el resto, simplificados.

### ***2.6.5 Control de sedimentos y organismos***

Se deberán seleccionar puntos de muestreo en el área de influencia del emisario, donde el sedimento tienda a acumularse, y en lugares donde se encuentren poblaciones abundantes de organismos representativos de la zona.

El muestreo de sedimentos y organismos deberá realizarse con carácter anual.

## **2.7 - PLAN DE VIGILANCIA Y CONTROL ESTRUCTURAL DE LAS CONDUCCIONES DE VERTIDO**

Deberá realizar anualmente la inspección y el mantenimiento preventivo de los elementos estructurales de las conducciones de vertido, realizar una inspección de toda la longitud de las tuberías y de todos sus elementos, realizada con la carga hidráulica máxima posible.

El informe del Programa de Vigilancia de la conducción de vertido deberá incluir los resultados obtenidos, incidencias detectadas, comentario, fotografías y vídeos (si lo hubiera) y medidas realizadas para la reparación y/o prevención de averías y fugas.



## 2.8 - AUTORIZACIONES DE USO EN ZONA DE SERVIDUMBRE DE PROTECCIÓN

**Plazo:** 3 meses

**Instancia dirigida al Director General de Calidad Ambiental y Litoral**, en el que se indiquen las circunstancias personales del solicitante, lugar de ubicación de las obras, destino de las mismas, uso o aprovechamiento.

**Proyecto básico de las obras, instalaciones o actividades**, por cuatuplicado, compuesto de memoria, presupuesto y planos explicativos donde se grafíe la zona de servidumbre de protección, tránsito y de DPMT en relación a las obras a realizar.

**Certificado urbanístico municipal**, con la clasificación del suelo, fecha de la aprobación del planeamiento, estado de ejecución del mismo, usos permitidos y condiciones de edificación en su caso.

**Plano autenticado del deslinde provisional del DPMT emitido por la Demarcación de Costas de Baleares**, en el caso de que no exista deslinde aprobado conforme a lo dispuesto en la Ley de Costas 22/1988.

**Documentación acreditativa de la legalidad de la construcción existente**, en su caso.

**Estudio de detalle** de la fachada marítima del tramo de costa en que se pretende ubicar una nueva construcción o ampliación de volumen, aún con demolición previa en su caso.

## 2.9 - DOCUMENTOS PARA TRAMITAR LA AUTORIZACIÓN DE VERTIDO A DOMINIO PUBLICO MARÍTIMO – TERRESTRE

**Plazo:** 6 meses

**Instancia dirigida al Director General de Calidad Ambiental y Litoral**, en el que se indiquen las circunstancias personales del solicitante, lugar de ubicación de las obras, destino de las mismas, uso o aprovechamiento.

**Instancia dirigida al Excmo./a. Sr./a. Ministro/a de Medio Ambiente**, en el que se indiquen las circunstancias personales del solicitante, lugar de ubicación de las obras, destino de las mismas, uso o aprovechamiento.

**Proyecto básico de las obras, instalaciones o actividades**, por sextuplicado, compuesto de memoria, presupuesto y planos explicativos donde se grafíe la zona de servidumbre de protección, tránsito y de DPMT con relación a las obras a realizar, realizado por técnico competente y visado por el Colegio profesional. El proyecto deberá contar con:

- **Memoria justificativa y descriptiva con anejos**, en su caso, que deberá contener la declaración a que se refiere el artículo 96 (los proyectos contendrán la declaración expresa de que cumplen las disposiciones de la Ley de Costas y de las normas que se dicten para su desarrollo), así como las especificaciones señaladas en el artículo 85 (en el proyecto básico se fijarán las características de las instalaciones y obras, la extensión de la zona de dominio

público marítimo – terrestre a ocupar) y otros datos relevantes tales como los criterios básicos de proyecto, el programa de ejecución de las obras y, en su caso, el sistema de evacuación de aguas residuales.

Debe especificarse la superficie ocupada por las obras y coordenadas UTM.

**- Planos:**

*De situación*, a escala conveniente.

*De emplazamiento*, con representación del deslinde y de la zona a ocupar, a escala no inferior a 1/5.000, con clasificación y usos urbanísticos del entorno topográfico del estado actual.

*De planta general*, en que se representen las instalaciones y obras proyectadas, que incluirá el deslinde y la superficie a ocupar en el dominio público marítimo - terrestre, líneas de orilla, zonas de servidumbre de tránsito, protección y accesos y, cuando proceda, restablecimiento de las afectadas y terrenos a incorporar al dominio público marítimo - terrestre.

*De alzados y secciones características*, cuando resulten necesarios para su definición, con la geometría de las obras e instalaciones.

**- Información fotográfica en color de la zona afectada**, referenciada en plano de ubicación y, si se dispone, fotografía aérea.

**- Presupuesto** de valoración de las unidades de obra y partidas más significativas.

**Certificado urbanístico municipal**, con la clasificación del suelo, fecha de la aprobación del planeamiento, estado de ejecución del mismo, usos permitidos y condiciones de edificación en su caso.

**Plano autenticado del deslinde provisional del DPMT** emitido por la Demarcación de Costas de Baleares, en el caso de que no exista deslinde aprobado conforme a lo dispuesto en la Ley de Costas 22/1988.

La documentación expresada en los apartados anteriores deberá complementarse con la exigida para la redacción del correspondiente proyecto por la 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.

## **2.10 - DIRECTIVAS EUROPEAS**

Dentro de la legislación comunitaria, la directiva 91/271/CEE, sobre depuración de aguas residuales, (que se transcribe al ordenamiento jurídico español vigente a través de los Reales Decretos 11/1995, de 28 de diciembre, y 509/1996, de 15 de marzo), establece unas fechas límite en las que se deben alcanzar determinados niveles de tratamiento de los efluentes urbanos e industriales, para su posterior vertido en aguas continentales y costeras. En el caso concreto de las zonas litorales, se especifica que a finales del año 2000 todos los núcleos de población

de más de 15.000 habitantes habrán de contar con un adecuado sistema de depuración y vertido, mientras que para poblaciones comprendidas entre los 2.000 y 15.000 habitantes, el cumplimiento de este requisito se prolonga hasta el 2005.

Existen, a su vez, otras disposiciones legales que regulan desde los puntos de vista medioambiental y técnico, los vertidos residuales a los sistemas acuáticos. Entre aquéllas que inciden de manera más directa sobre el diseño de los diferentes elementos que componen un sistema de saneamiento (colectores, depuradoras, tanques de tormenta, aliviaderos, emisarios...), cabe señalar las siguientes:

- **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).

## 2.11 - PROTECCIÓN DE *POSIDONIA OCEANICA*

A nivel europeo, *Posidonia oceánica* ha sido incluida en el Anexo I de la Convención de Berna como especie de flora estrictamente protegida.

La Directiva de Hábitats de la Unión Europea (92/43 CEE del 21/05/1992) y su posterior adaptación al progreso técnico y científico a través de la Directiva 97/62/CE del 27 de octubre de 1997, incluyen a las praderas de *Posidonia oceánica* en el Anexo 1, hábitat 1120, como hábitat prioritario a conservar dentro del territorio del Unión Europea.

En España, el Real Decreto de 7 de diciembre de 1995 (BOE núm. 310, de 28 de diciembre de 1995), modificado por el Real decreto 1193/1998, de 7 de diciembre, recoge la adaptación de la Directiva de Hábitat al Estado Español. En él se considera a las praderas como sistemas a conservar para lo cual se establecen medidas para contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres.

En la **Comunidad Autónoma de las Illes Balears** es de aplicación el *Decreto 25/2018 de 27 de julio, sobre la conservación de la posidonia oceanica en las Illes Balears*.

### 3. DATOS DE PARTIDA

Para la realización del Estudio previo, se obtuvo la siguiente información suministrada por la ABAQUA con relación al estado actual del emisario submarino de Cala d'Or:

#### 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.

#### Impulsión

- Material: PEAD
- Diámetro nominal: 280 mm

#### Tramo marino

##### 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

##### 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

#### 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

Los condicionantes y datos de partida son los siguientes:

- 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 m<sup>3</sup>/h
- Caudal de diseño: atendiendo al dimensionamiento de la EDAR existente, se dimensiona el emisario para un caudal de 400 m<sup>3</sup>/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.

| PROYECTO EMISARIO          |       |
|----------------------------|-------|
| POBLACIÓN (hab)            | 3.107 |
| DOTACIÓN (l/día)           | 240   |
| CAUDAL TEMPORADA BAJA      |       |
| CAUDAL (m <sup>3</sup> /h) | 69,0  |
| CAUDAL (l/s)               | 19,19 |
| CAUDAL TEMPORADA ALTA      |       |
| CAUDAL (m <sup>3</sup> /h) | 98,3  |
| CAUDAL (l/s)               | 27,32 |

| CAUDAL DE CÁLCULO   |        |
|---|--------|
| CAUDAL (m <sup>3</sup> /h)  | 400    |
| CAUDAL (l/s)  | 111,11 |
| CAUDAL PARA COMPROBACIÓN DE LA DILUCIÓN                                 |        |
| CAUDAL CON DESALADORA PARA COMPROBACIÓN DE DILUCIÓN (m <sup>3</sup> /h) | 250    |

## 4. ACTUACIONES

### 4.1 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.

### 4.2 TRAMO IMPULSIÓN

- Sin intervención.

### 4.3 TRAMO MARINO

#### Tramo enterrado

Ateniendo 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+216 al PK 3+356 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+347 al PK 3+447 y cota -7,1 m (10 m de longitud).

#### 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+585, cota -10,0 m.
- Reparación de fuga 2 en brida de unión en el P 3+730, cota -11,1 m.

- Retirada de restos de conducción retirados entre los PK 3+981 y 4+003, 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.

En el estado futuro, la longitud total de emisario es de 4.191 metros, de los cuales 3.162 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.

## 5. TOMA DE DATOS

Para la realización del estudio de soluciones, se realizó una campaña de recogida de datos que se engloban en los siguientes grupos:

- Fotografías del tramo terrestre
- Campaña batimétrica marina y filmación georreferenciada
- Estudio de servicios existentes





## 6. FOTOGRAFÍAS DEL TRAMO TERRESTRE



*Imagen 2. Salida del effluente de la EDAR.*

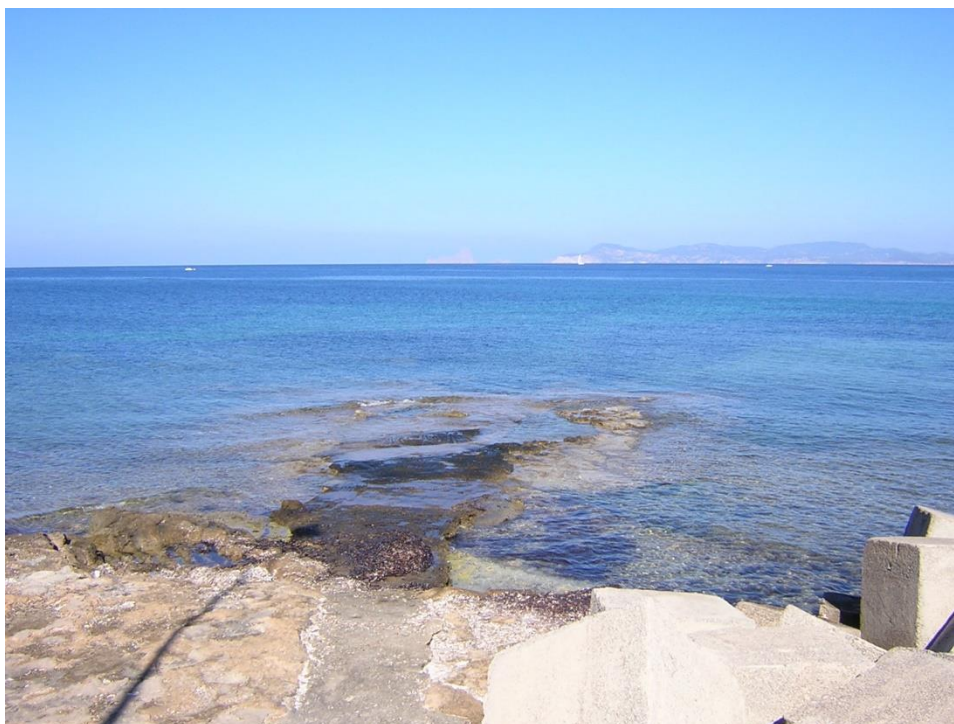


*Imagen 3. Inicio del tramo terrestre del emisario.*





*Imagen 4. Tramo terrestre del emisario en la margen occidental del Estany Pudent.*



*Imagen 5. Inicio del tramo marino enterrado.*

## 7. CÁLCULO DE LA DILUCIÓN

Dentro de la “Instrucción para el proyecto de conducciones de vertidos desde tierra al mar” de 13 de julio de 1993, el Apéndice B recoge los métodos de cálculo de las diluciones.

Considerando el medio receptor no estratificado, y teniendo en cuenta que el difusor posee las bocas de descarga muy separadas (dado que las bocas distan entre sí más de un 20% de la profundidad), la dilución inicial es:

$$S = 0,089 \cdot g'^{1/3} (H - e)^{5/3} \cdot Qb^{-2/3}$$

Donde:

S = dilución inicial en la capa de mezcla

$g'$  = aceleración reducida

$$g' = g \cdot \frac{\rho_a - \rho_0}{\rho_0} \quad (m/s^2)$$

$\rho_a$  = densidad del agua del mar (kg/m<sup>3</sup>)

$\rho_0$  = densidad del efluente (kg/m<sup>3</sup>)

g = aceleración de la gravedad (m/s<sup>2</sup>)

H = profundidad de la boca de descarga (m)

e = espesor de la capa de mezcla (m)

Qb = caudal vertido por una boca de descarga (m<sup>3</sup>/s)

De acuerdo con el Artículo 3º de la citada Instrucción, la dilución inicial calculada para la hipótesis de máximo caudal previsto y ausencia de estratificación debe ser mayor de 100:1.

El cálculo de la dilución queda detallado en el *Anejo 13. Cálculo de la dilución*.

## 8. ASPECTOS QUE INFLUYEN EN LAS ALTERNATIVAS DE PROYECTO

Las alternativas de proyecto se basan en tres aspectos fundamentales: los materiales a emplear para la conducción, el método constructivo apropiado y el trazado de la tubería.

## 8.1 - MATERIALES DE LA CONDUCCIÓN

Hay una gran variedad de materiales y tipologías de conducciones para ejecutar un emisario submarino. La selección del material a utilizar está ligada en gran medida al método constructivo propuesto y a las condiciones ambientales previsibles, que condicionan la duración de la obra.

Es importante tener en cuenta que el coste de la tubería representa generalmente un porcentaje relativamente bajo respecto al total de los costes de ejecución de la obra y que la dificultad para detectar anomalías o para realizar posteriores reparaciones durante el servicio de la obra, aconseja la adopción de importantes medidas para evitarlas. Por ello, es necesario una cuidadosa selección de los materiales empleados y un control exhaustivo durante la construcción.

### 8.1.1 - Fundición

Un primer grupo de conducciones son las compuestas por materiales metálicos, principalmente fundición y acero.

Las tuberías de fundición han sido muy utilizadas y por ello han desarrollado distintos tipos de juntas adaptables a diferentes procesos de instalación en el medio marino. Podemos encontrar diámetros tabulado de hasta 1800 mm, aunque se han construido emisarios de hasta 2400 mm de diámetro.

Los materiales metálicos tienen un claro problema de durabilidad debido a las posibilidades de corrosión interna y externa, por lo que se adoptan diferentes sistemas de protección.

Generalmente, la protección exterior debe lograr una adecuada resistencia a la corrosión provocada por agentes químicos que puedan afectar a la tubería. Los materiales utilizados pueden ser metálicos (zinc), inorgánicos (morteros de cemento, hormigones) y orgánicos (esmaltes asfálticos, de alquitrán de hulla, resinas epoxi, polietileno, polipropileno, etc.). En el interior también es necesario disponer algún tipo de protección para evitar posibles daños causados por la naturaleza del efluente vertido y, de un modo muy especial, cuando existan zonas con situaciones de aire y agua, en episodios alternativos.

Como complemento a este tipo de protecciones cuyo mecanismo es la creación de una barrera física, es habitual disponer otro tipo de defensas activas con las que se pretende tener una segunda garantía para neutralizar posibles defectos puntuales por los que se puedan iniciar procesos de corrosión. Para ello, es común el uso de la protección catódica mediante la instalación de ánodos de sacrificio o con corriente impresa.

#### Coste de adquisición de los materiales metálicos

A continuación, se aprecia un cuadro con distintos costes de adquisición de tubería por metro lineal:

| <i>Diámetro (mm)</i> | <i>SAINT GOBAIN CANALIZACION</i> | <i>TUBOSA (MAFUSA)</i> |
|----------------------|----------------------------------|------------------------|
| 350                  | 88,85 €                          | 87,68 €                |

|     |          |          |
|-----|----------|----------|
| 400 | 104,95 € | 103,28 € |
| 450 | 121,03 € | 121,23 € |
| 500 | 139,82 € | 139,14 € |
| 600 | 184,49 € | 186,64 € |

Los precios se han obtenido mediante solicitud a distribuidores de material a finales del mes de octubre del año 2004.

### 8.1.2 - Materiales plásticos

Dentro de los materiales plásticos, cabe destacar:

- Poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV) (diámetros comerciales hasta 2000 – 2400mm).
- Tuberías corrugadas de PVC (diámetro comercial hasta 1000 mm).
- Tuberías corrugadas de Polipropileno (diámetro comercial hasta 1000 mm).
- Tuberías lisas de PVC (diámetro comercial inferior al de las corrugadas).
- Tuberías de polietileno de alta densidad (PE) (diámetros comerciales hasta 1600 mm).

Los materiales plásticos, especialmente el Poliéster Reforzado con Fibra de vidrio (PRFV) y el Polietileno de Alta Densidad, han logrado incrementar sensiblemente su aplicación en este tipo de obras. Su gran resistencia a la corrosión y su poco peso los convierten en especialmente atractivos, ya que se reducen de un modo claro los riesgos sobre la durabilidad de las obras y necesitan medios constructivos de mucha menor envergadura.

#### Coste de adquisición de los materiales plásticos

##### PARA TRAMO TERRESTRE (SIN PRESIÓN)

| diámetro (mm) | Polipropileno<br>Corrugado<br>SN8 | PVC CORRUG<br>TEJA SN8 | PRFV URALITA<br>SN 5.000 | PRFV URALITA<br>SN10.000 |
|---------------|-----------------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 250           | 15.36 €                           | 16.82 €                |                          |                          |
| 315           | 22.4 €                            | 25.46 €                |                          |                          |
| 400           | 35.6 €                            | 42.04 €                | 66,05 €                  | 70,15 €                  |
| 630           | 62.78 €                           | 125.56 €               | 101,72 €                 | 112,97 €                 |
| 800           |                                   |                        | 169,36 €                 | 187,33 €                 |

Los valores se establecen en función de la oferta obtenida y el valor de PVP

##### PARA TRAMO TERRESTRE Y MARÍTIMO

| diámetro (mm) | PE 6 atm<br>(PIPELIFE) | PVC Serie Presión<br>6 atm<br>(PIPELIFE) | PRFV URALITA<br>SN5.000 | PRFV URALITA<br>SN10.000 |
|---------------|------------------------|--|-------------------------|--------------------------|
| 250           | 26.02 €                | 18.92 €                                  |                         |                          |
| 315           | 41.35 €                | 29.41 €                                  |                         |                          |
| 400           | 66.26 €                | 47.37 €                                  |                         |                          |
| 630           | 172.5 €                | 140,33 €                                 | 168.12 €                |                          |

|     |          |  |  |  |
|-----|----------|--|--|--|
| 800 | 277,69 € |  |  |  |
|-----|----------|--|--|--|

Los valores se establecen en función de la oferta obtenida y el valor de PVP

#### PARA TRAMO TERRESTRE Y MARÍTIMO

| diámetro (mm) | PE 10 atm (PIPELIFE) | PVC Serie Presión 10 atm (PIPELIFE) | PRFV URALITA SN5.000 PN10 | PRFV URALITA SN10.000 PN10 |
|---------------|----------------------|-------------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| 250           | 39.10 €              | 28.6 €                              |                           |                            |
| 315           | 62.19 €              | 45.39 €                             |                           |                            |
| 400           | 100.03 €             | 76.32 €                             |                           |                            |
| 630           | 259.24 €             | 215.85 €                            | 176.26 €                  | 194.74 €                   |
| 800           | 417.71 €             |                                     |                           |                            |

Los valores se establecen en función de la oferta obtenida y el valor de PVP

#### PARA TRAMO TERRESTRE Y MARÍTIMO

| diámetro (mm) | PE 16 atm (PIPELIFE) | PVC Serie Presión 16 atm (PIPELIFE) | PRFV URALITA SN10.000 |
|---------------|----------------------|-------------------------------------|-----------------------|
| 250           | 57.78 €              | 47.17 €                             |                       |
| 315           | 91.7 €               | 78.41 €                             |                       |
| 400           | 148.11 €             | 126.05 €                            |                       |
| 630           | 385.69 €             |                                     | 206.82 €              |
| 800           |                      |                                     |                       |

Los valores se establecen en función de la oferta obtenida y el valor de PVP

#### Para el tramo marítimo

En función del coste tanto el polietileno como el PRFV tienen un valor similar, sin embargo, la necesidad de menos horas de buzo por parte el polietileno, ya que las juntas se montan en tierra y se inspeccionan mejor y también la mayor rapidez con las que se montan las juntas hacen que el **polietileno sea mejor desde el punto de vista técnico como económico.**

#### *8.1.3 - Hormigón*

- Hormigón vibrocomprimido
- Hormigón armado o pretensado
- Hormigón con camisa de chapa

Las tuberías de hormigón armado o pretensado han sido utilizadas en la construcción de emisarios submarinos de diámetros muy importantes, ya que ofrecen soluciones técnicas y económicas muy competitivas. Su elevado peso impide colocar grandes tramos exigiendo, en cualquier caso, importantes medios para su manipulación o instalación.

### Coste de adquisición de los materiales de hormigón

| diámetro (mm) | Tubería hormigón masa | PREOC   | Tubería hormigón armado | Tubería hormigón camisa de chapa (FABREGA) |
|---------------|-----------------------|---------|-------------------------|--|
| 400           | 11,66 €               | 14,3 €  |                         |  |
| 500           | 16,83 €               |         |                         |  |
| 600           | 25,26 €               | 28,56 € |                         | 333,13 €                                   |
| 800           |                       |         | 173,45 €                |  |
| 1000          | 64,69 €               | 74,53 € | 267,66 €                |  |
| 1200          |                       | 98,64 € |                         |  |

## 8.2 - PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

En general, se puede afirmar que el método de construcción tubo a tubo es el menos restrictivo en cuanto al tipo de material a utilizar puesto que demanda relativamente poca resistencia mecánica durante la fase de construcción.

Las posibilidades de construcción de un emisario submarino están muy condicionadas por los aspectos de diversa naturaleza, por lo que es muy difícil cubrir con generalidad la totalidad de las soluciones posibles.

### 8.2.1 - Flotación y hundimiento

Consiste en la construcción de la totalidad de la conducción que posteriormente se arrastra a su posición definitiva mediante remolque en superficie. El hundimiento se realiza mediante la introducción de agua por cualquiera de sus extremos. Es un método muy utilizado con tuberías de polietileno u otros materiales plásticos, que también puede aplicarse a las tuberías de acero.



## PROYECTO REFUNDIDO DE ADECUACIÓN DEL EMISARIO SUBMARINO Y VERTIDO AL MAR DE LA EDAR DE FORMENTERA

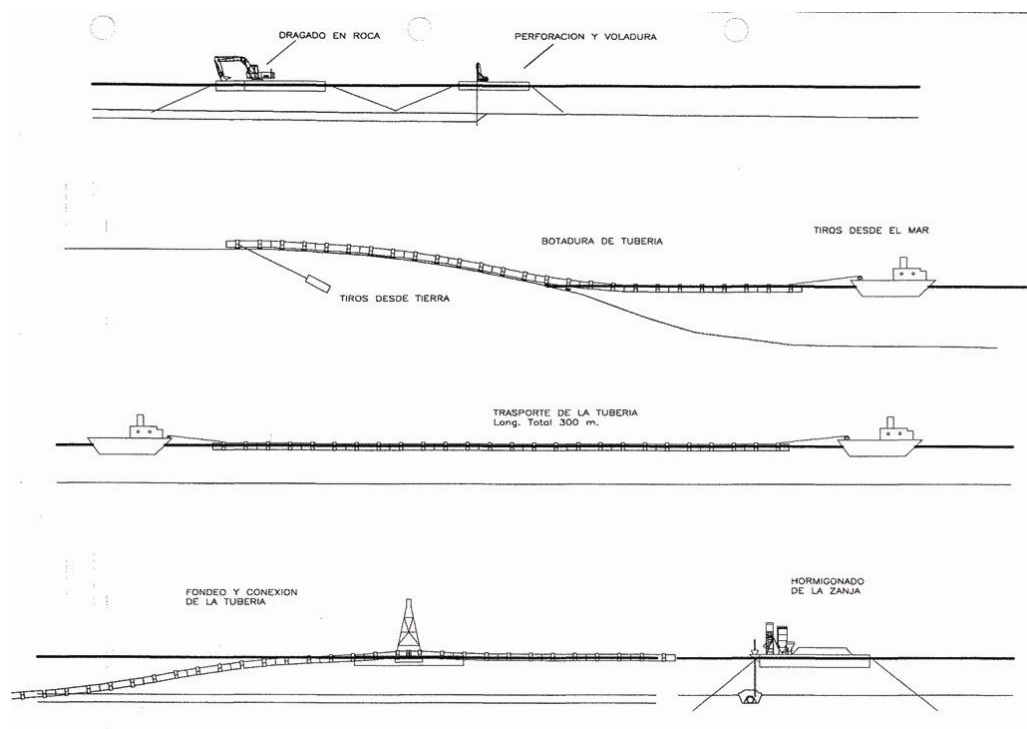
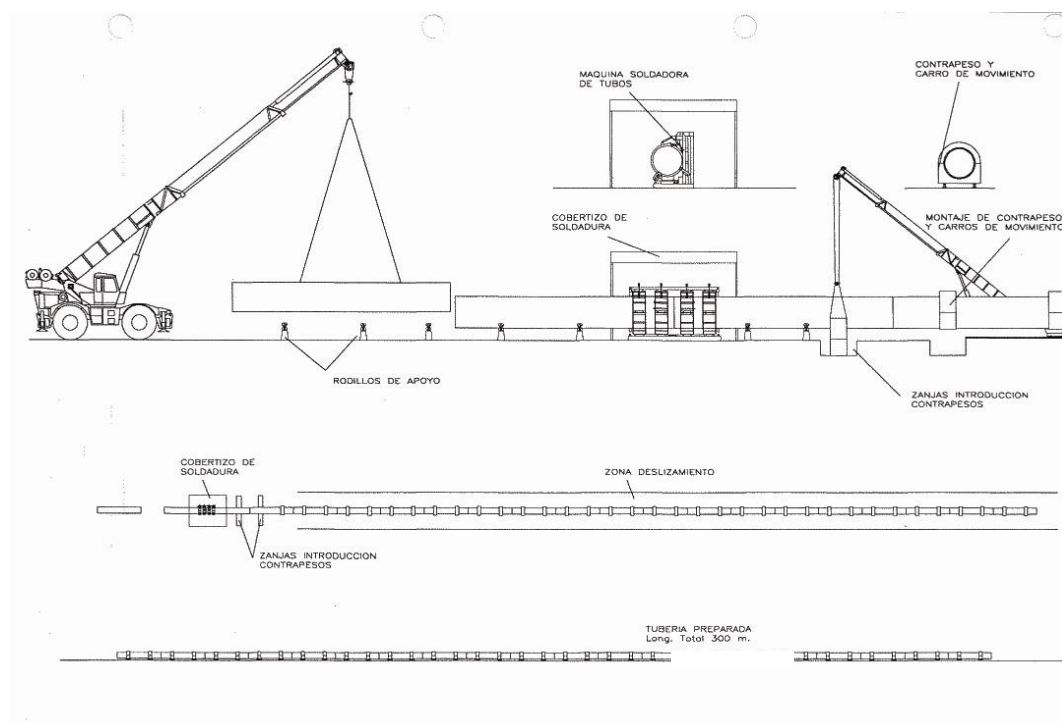


Imagen 21. Procedimiento de flotación y hundimiento.

El control de las uniones entre los diferentes tubos que forman la tubería se realiza en tierra, utilizando procedimientos de termofusión cuando se trata de materiales plásticos.

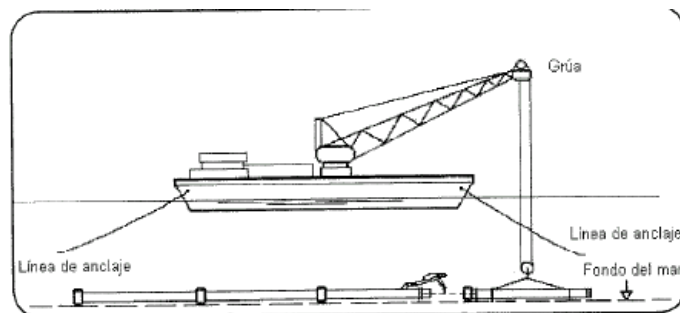
### Ventajas

- El lugar del montaje puede estar lejos de la situación definitiva.
- Mejor control de las soldaduras realizadas al ser estas hechas en tierra y ser fácilmente verificables.
- Menor necesidad de medios submarinos que en la instalación de tubo a tubo
- Mayor rapidez en la instalación puesto que el montaje se realiza en tierra independientemente del estado del mar.

### Inconvenientes

- Su transporte y posterior hundimiento exige una gran precaución ya que la tubería podría someterse a deformaciones superiores a las admisibles. Fácilmente se entiende que este método es utilizable en condiciones de poco oleaje y que es necesario adoptar precauciones a medida que las profundidades son importantes.

#### **8.2.2 - Construcción tubo a tubo**



*Imagen 22. Procedimiento de construcción tubo a tubo.*

### Ventajas

- La conducción sufre muy escasas solicitaciones durante su manejo y colocación y por ello son utilizables en gran variedad de materiales con tal que garanticen una adecuada durabilidad y una alta fiabilidad en la ejecución de las múltiples juntas que se precisan.
- La posibilidad de ejecutar la protección de la tubería a medida que se realiza la instalación.

### Inconvenientes

- El gran número de horas de los equipos de buceo y la presencia de juntas cada pocos metros provocan una gran dependencia de los estados del mar y que se reduzcan drásticamente las posibilidades de control en la ejecución de las obras.
- Menor control del estado final de las juntas realizadas con respecto a las que se hacen en tierra.



### **8.2.3 - Construcción tramo a tramo**

Es una mejora al método anterior, ya que consiste en la construcción en tierra de tramos largos a partir de tubos individuales, que posteriormente son transportados a su posición definitiva.

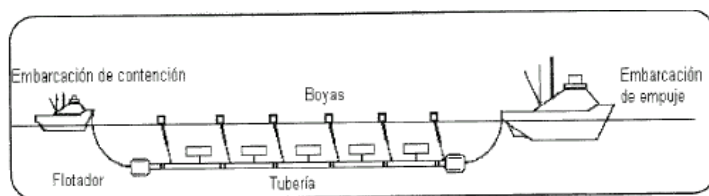
#### Ventajas

- Garantía y rapidez de ejecución son claras ya que se reduce notablemente el tiempo utilizado en los trabajos submarinos y el número de juntas a realizar en esas condiciones.

#### Inconvenientes

- Mayor exigencia en los equipos, así como el riesgo en el montaje de cada uno de los tramos.

### **8.2.4 - Arrastre con flotación controlada**



*Imagen 23. Procedimiento de arrastre con flotación controlada.*

Consiste en fabricar tramos de gran longitud que pueden alcanzar varios centenares de metros de manera que, con un adecuado control sobre las dimensiones y las características de los materiales, se logre una sección que tenga una flotación positiva, muy cerca de la neutra. Para corregir su diferencia con la necesaria para la flotación neutra, se cuelgan tramos de cadenas a lo largo de la fracción de la conducción que se arrastra, de modo que una parte de la longitud de las cadenas permanece en contacto con el fondo. Con este lastrado se consigue un doble objetivo: se corrige automáticamente las inevitables diferencias respecto a la flotabilidad requerida y se dispone de un elemento de fricción para adsorber los diferentes desplazamientos que pueda producir el oleaje durante los diferentes desplazamientos que pueda inducir el oleaje durante su transporte.

#### Ventajas

- Permite aprovechar periodos de buen estado del mar para ejecutar cada uno de los transportes necesarios mediante una operación rápida.
- Permite utilizar superficies lejanas a la situación de fondeo definitivo

#### Inconvenientes

- Se necesita buena experiencia en obras similares
- Se necesita una buena batimetría de detalle de los pasillos seleccionados para el transporte.

- Menor control del estado final de las juntas realizadas con respecto a las que se hacen en tierra.

### 8.2.5 - Arrastre por fondo



Imagen 64. Procedimiento de arrastre por fondo.

Consiste en la fabricación de tramos de tubería, lo más largos posible – generalmente entre unos 70 y 200 mts. – que se arrastran mediante una rampa de lanzamiento hasta su posición de fondeo definitiva. Estos tramos se forman en una plataforma de trabajo adyacente al arranque de la conducción; a medida que se avanza en el proceso de arrastre se aproximan a la rampa de lanzamiento en donde se unen al extremo terrestre del último tramo arrastrado.

El material más utilizado es el de hormigón con camisa de chapa, aunque son aplicables a otros materiales como el polietileno y, con ciertas medidas adicionales a los tubos de fundición.

#### Ventajas

- La totalidad de la conducción se ejecuta en tierra, lo que permite efectuar cuantas inspecciones y pruebas se consideren necesarias y adoptar las medidas correctoras oportunas, cuando sean precisas.
- El proceso de arrastre es bastante rápido por lo que es un método apto para mares con oleajes importantes, en nuestro caso el oleaje no es importante.

#### Inconvenientes

- Importante demanda de espacio en las proximidades del arranque y la envergadura y especialización de los equipos técnicos y humanos para su ejecución.

### 8.2.6 Perforación horizontal dirigida (PHD)

La técnica PHD utiliza una máquina en la que se giran y empujan varillas flexibles, propulsando a través del suelo un dispositivo de corte que generalmente está en posición oblicua. La direccionalidad se logra mediante la reacción de la cabeza inclinada contra el suelo cuando se empuja sin rotación. Con la ayuda de un dispositivo de localización, esta técnica permite que se establezca una perforación piloto con una dirección y una pendiente planificadas, tras lo cual se va ampliando el diámetro del túnel al ir retirando un escariador giratorio.

### 8.3 - TRAZADO

Se estudia si, por motivos funcionales, de afección a zonas de uso y/o económicas (mantenimiento), es recomendable la adopción de un nuevo recorrido sobre la planta actual.

Visto el trazado actual, y habiendo analizado su capacidad hidráulica, así como los parámetros básicos de funcionamiento, se establece que:

- En el tramo terrestre no se interviene. 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.
- En el tramo marino, se ejecutará un nuevo tramo difusor sobre el lecho marino de PEAD Ø500 con trazado y longitud diferente al actual.

## 9. - PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS

Se proponen y describen a continuación las diferentes alternativas de trazado que existen para solucionar la necesidad de la prolongación del emisario en base al no cumplimiento de la definición de la conducción de vertido por parte de la Instrucción para el proyecto de conducciones de vertidos desde tierra al mar. Para ver las longitudes de prolongación y las pendientes de cada alternativa de trazado, consúltense los planos correspondientes a cada alternativa.

Alternativa (0). Se mantiene el emisario existente con reparaciones puntuales.

Se mantiene el trazado actual del emisario, tanto en el tramo terrestre como en el submarino, sin acometer reposiciones o prolongaciones en ninguno de sus tramos, limitándose las intervenciones a reparaciones puntuales de roturas, fugas o cualquier otro tipo de incidencia que pudiera alterar el estado de servicio de la conducción. Alternativa inmovilista consistente en mantener el estado actual sin intervención alguna.

Esta alternativa no es viable desde el punto de vista técnico - ambiental, pese a que sí cumple la premisa respecto a la dilución inicial, ya que el vertido se produce a menos de 500 m de la línea de costa.

Alternativa A. Sustitución del tramo enterrado y parte del tramo apoyado por tramo PHD.

Se propone mantener el emisario terrestre en su estado actual. Respecto al tramo marino, se sustituye el tramo enterrado actual y parte del tramo marino apoyado por un tramo en PHD, siempre con PEAD Ø560. Se propone este trazado porque el emisario discurre en todo su recorrido por praderas de *Posidonia oceanica*.

El tramo final del emisario sería el final del tramo apoyado actual, incluyendo el tramo difusor.

La profundidad de vertido se mantiene aproximadamente a  $-19,2$  m. Con esta longitud se satisface la premisa de la Instrucción relativa a la distancia obligada de 500 m a la franja costera.

Esta alternativa tiene el inconveniente de que tendría una afectación sobre las praderas de *Posidonia oceanica* muy elevada. Por otro lado, la sustitución del tramo enterrado no es técnicamente necesaria.

#### Alternativa B. Sustitución del tramo marino apoyado y del tramo difusor

Se propone la sustitución de todo el tramo marino apoyado, manteniendo el trazado, y del tramo difusor, por otro de igual longitud, siempre con PEAD Ø560.

La profundidad de vertido se mantiene aproximadamente a  $-19,2$  m. Con esta longitud se satisface la premisa de la Instrucción relativa a la distancia obligada de 500 m a la franja costera.

Esta posibilidad, si bien reduce la afectación sobre la *Posidonia oceanica oceánica* respecto a la alternativa anterior, supone la sustitución de todo el tramo marino apoyado cuando realmente no es necesario.

#### Alternativa C (alternativa propuesta en el presente proyecto). Sustitución de tramo difusor y reparaciones puntuales.

No se interviene sobre el tramo terrestre. 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.

Se propone la sustitución del tramo difusor por otro de 100 m de longitud para mejorar el funcionamiento hidráulico del emisario, con una tubería de PEAD Ø560.

Se mantienen por tanto los tramos apoyado y enterrado del emisario con reparaciones puntuales de fugas y protección de tubería en zonas donde aflora. Se retiran 34 lastres no operativos y se incorporan 115 nuevos para garantizar la estabilidad estructural del conjunto.

Se procederá a la protección con escollera del tramo de la zona de rompientes y en afloramiento de la conducción en zona somera.

Por último, se reubican los lastres antiarrastreros que han sido arrastrados por la corriente (14) y se disponen otros nuevos (10).

El tramo terrestre continuará teniendo 3190 m, el tramo marino enterrado 377 m y el tramo marino apoyado 652 m, incluyendo el tramo difusor de 100 m. En total el emisario tendrá 4191 m.

Esta es la alternativa adoptada en el presente proyecto.

#### Alternativas D, E y F (Aplicación superficial)



Se definen como sistemas de depuración de agua residual a través del terreno, con posibilidad de aprovechamiento agrícola o forestal del mismo. Los tres procesos principales de aplicación superficial al terreno del agua residual son: el riego (filtro verde), la infiltración rápida y la escorrentía superficial.

- Riego (alternativa D):

Se trata de un vertido controlado de las aguas residuales tratadas previamente, por aspersión o extensión superficial sobre el terreno. Es el sistema de aplicación superficial, donde se obtienen mejores rendimientos.

El sistema de riego más conocido en nuestro país es el *filtro verde*. A continuación, se muestra una figura en la que se esquematiza el proceso de depuración por filtros verdes

# PROYECTO REFUNDIDO DE ADECUACIÓN DEL EMISARIO SUBMARINO Y VERTIDO AL MAR DE LA EDAR DE FORMENTERA

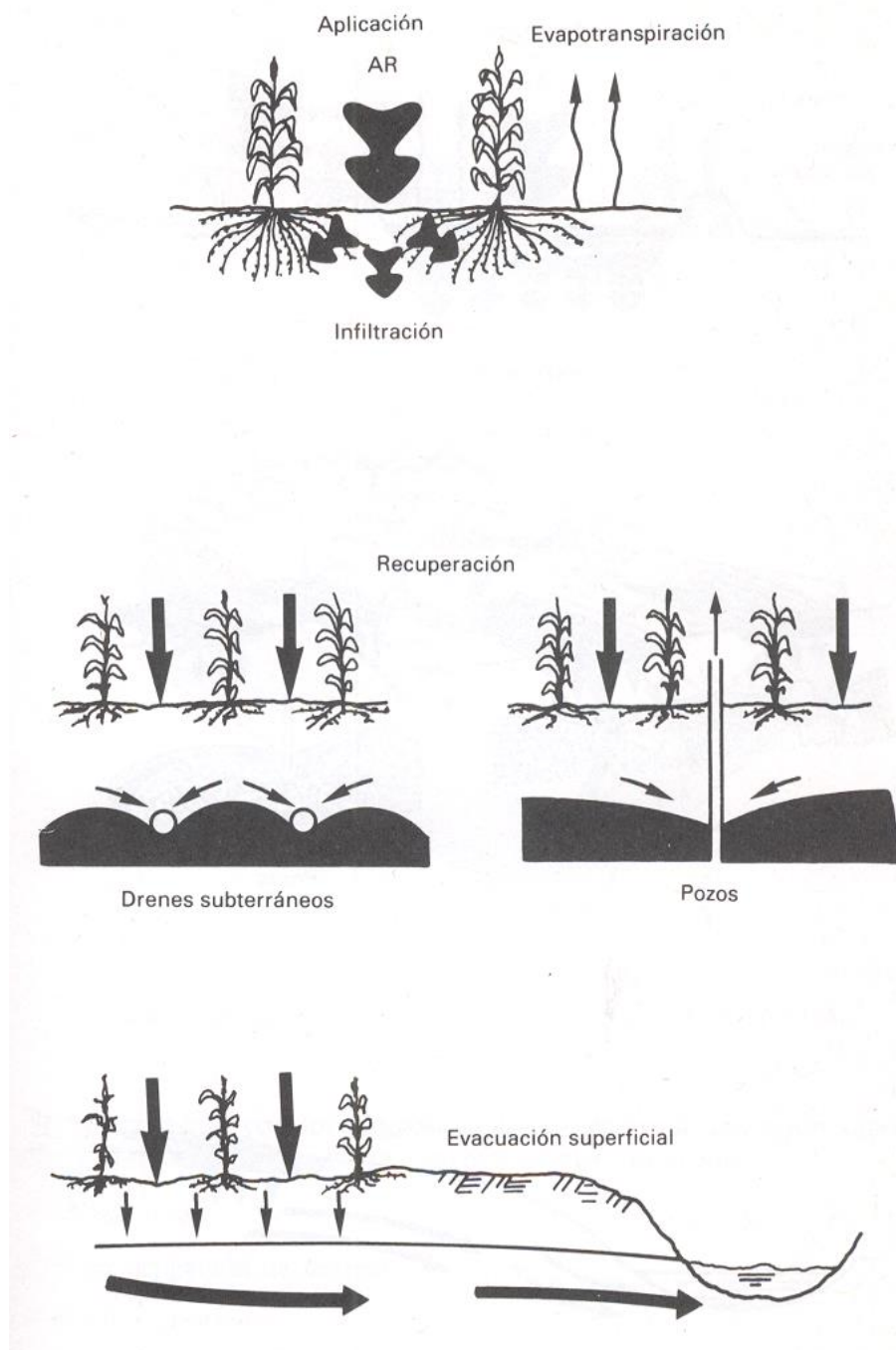


Imagen 25. Sistema de riego filtro verde.

El diseño de un proceso de riego está condicionado a la determinación de la carga hidráulica, ya que este parámetro determina las necesidades de superficie. Dicha carga, a su vez está condicionada por la permeabilidad del suelo o capacidad de infiltración del mismo, por los límites y exigencias en la concentración de nitrógeno en las aguas subterráneas.

Los tratamientos previos en un sistema de riego son necesarios y en nuestro caso está asegurado, pues se trata del efluente de una depuradora.

En épocas de bajas necesidades de agua en los cultivos será necesario hacer un almacenamiento del agua residual, que de forma ininterrumpida produce la población. En este caso deben cuidarse las condiciones de diseño de las reservas de agua, habitualmente lagunas, para evitar problemas de olores u otro tipo de molestias.

**Carga hidráulica:** es el volumen de agua aplicado sobre una superficie de terreno durante un ciclo de tiempo. Habitualmente se expresa en cm/semana o m/año y condiciona las necesidades de superficie de riego. Este parámetro se calcula con la condición más restrictiva entre la permeabilidad del suelo o la concentración de nitrógeno en el agua infiltrada.

$$L_w = ET - P_r + P_w$$

Siendo:

$L_w$  = Carga hidráulica aplicada

$ET$  = Evapotranspiración

$P_r$  = Precipitación

$P_w$  = Tasa de infiltración

Necesidades de área

$$A = Q \text{ 365} / (100 L_w) = 12.000 \times 365 / (100 \times 300) = 146,00 \text{ Ha}$$

- Infiltración rápida (alternativa E).

El agua residual previamente tratada se aplica en unas balsas, cuyo fondo tiene una gran permeabilidad, de forma intermitente. El líquido se depura por infiltración a través del terreno, siendo en las capas superficiales donde la degradación es máxima. La adsorción y precipitación química son los principales mecanismos actuales en la depuración del agua residual. La vegetación es escasa o nula, por lo que no podemos contar con ésta para la eliminación de la contaminación. Es el sistema de aplicación al terreno, donde se permiten las mayores tasas debido a la alta permeabilidad exigida en el mismo.

- Escorrentía superficial (alternativa F)

Consiste en la descarga controlada de un efluente tratado previamente, mediante aspersión u otro método, a través de un terreno de baja permeabilidad, con pendiente y extensión suficiente, que se encuentra sembrado de pastizales o masas forestales. La depuración se debe a fenómenos de asimilación de la vegetación, evaporación y en menor cuantía a la infiltración en el terreno, debido a su baja permeabilidad.

En comparación con los sistemas convencionales, la aplicación superficial al terreno presenta algunas ventajas e inconvenientes como son:

- menor costo
- gran ocupación de terreno
- riesgos sanitarios:
  - o aerosoles
  - o consumo de productos vegetales en crudo
  - o contaminación de acuíferos
  - o escorrentía superficial incontrolada
  - o usos del suelo
  - o olores, estética, moscas, mosquitos.

## MATERIALES

La tubería que se propone en todo el emisario submarino (tramo marítimo) es de polietileno de alta densidad. Esta tubería tiene máximas prestaciones en este tipo de proyectos. Está especialmente indicado en instalaciones con trazado sinuoso, por su bajo módulo de elasticidad que les permite adaptarse al terreno sin necesidad de piezas especiales. No se corroen por contacto con terrenos o aguas agresivas. No le afectan las corrientes erráticas, ni se forman las micropilas y/o macropilas que corroen los elementos metálicos. En impulsiones, y debido a su módulo de elasticidad, las depresiones y sobrepresiones por golpe de ariete son del orden de 3 a 4 veces inferiores a las que se producen si se utilizan tuberías metálicas o de hormigón cuyas celeridades son del orden de 3 a 4 veces mayores.

El diámetro de la tubería es de 560 mm de PEAD PE-100 tanto en los tramos terrestre y marino apoyado como en el tramo PHD.

## EXPROPIACIONES Y SERVICIOS AFECTADOS

Para la correcta ejecución de las obras objeto del presente estudio de alternativas y su posterior mantenimiento y explotación, se definen dos tipos de afección: expropiación o servidumbre permanente y ocupación temporal.



## EXPROPIACIÓN

Por motivos de seguridad y para el mantenimiento y explotación de las conducciones, es necesario obtener en pleno dominio los terrenos por los que discurre el trazado, así como los terrenos necesarios para la construcción de todos los elementos y obras anexas o complementarias definidas en el presente Proyecto.

## OCUPACIÓN TEMPORAL

Se definen de este modo aquellas zonas de terreno que resulta estrictamente necesario ocupar para llevar a cabo la correcta ejecución de las obras mencionadas, por un espacio de tiempo determinado, que se considera coincidente con el de ejecución de las obras.

Dichas zonas se utilizarán para instalaciones de obra, para permitir la evolución de la zanja y el trabajo de los equipos de tendido con todo su material, acopios, depósitos de tierras y en general para las instalaciones y cometidos necesarios para la realización de las obras recogidas en el proyecto.

## ESTUDIO DE DILUCIÓN

Por último, se aborda el cálculo de la dilución inicial para la alternativa propuesta, tal y como se enuncia en el apartado 6.2.1. Elementos técnicos del proyecto (de vertidos a través de conducciones de desagüe) de la "Instrucción para el proyecto de conducciones de vertidos desde tierra al mar (orden de 13 de julio de 1993)".

## 10. - ALTERNATIVA PROPUESTA

Se selecciona finalmente la alternativa C. Las actuaciones se resumen en los siguientes puntos:

### 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.

### Tramo impulsión

- Sin intervención.

### Tramo marino

## 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+216 al PK 3+356 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+347 al PK 3+447 y cota -7,1 m (10 m de longitud).

#### 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+585, cota -10,0 m.
- Reparación de fuga 2 en brida de unión en el P 3+730, cota -11,1 m.
- Retirada de restos de conducción retirados entre los PK 3+981 y 4+003, 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.

En el estado futuro, la longitud total de emisario es de 4.191 metros, de los cuales 3.162 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.



## 10.1 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)                                    | -                             | 3+162                         |
|                        | COORDENADAS ORIGEN UTM ETRS89                   | X: 363714,86<br>Y: 4286118,10 | X: 363714,86<br>Y: 4286118,10 |
|                        | COORDENADAS FINAL UTM ETRS89                    | X: 362125,90<br>Y: 4288391,81 | X: 362125,90<br>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+162                         |
|                        | PK FINAL (m)                                    | -                             | 3+540                         |
|                        | COORDENADAS ORIGEN UTM ETRS89                   | X: 362125,90<br>Y: 4288391,81 | X: 362125,90<br>Y: 4288391,81 |
|                        | COORDENADAS FINAL UTM ETRS89                    | X: 361903,96<br>Y: 4288695,52 | X: 361903,96<br>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+540                         |
|                        | PK FINAL  | -                             | 4+091                         |
|                        | COORDENADAS ORIGEN UTM ETRS89                   | X: 361903,96<br>Y: 4288695,52 | X: 361903,96<br>Y: 4288695,52 |
|                        | COORDENADAS FINAL UTM ETRS89 (INICIO DIFUSORES) | X: 361577,38<br>Y: 4289135,18 | X: 361577,38<br>Y: 4289135,18 |
|                        |   |                               |                               |
| TRAMO DIFUSOR          | MATERIAL  | FC                            | PEAD                          |
|                        | LONGITUD (m)                                    | 40                            | 100                           |
|                        | DIÁMETRO NOMINAL (mm)                           | 400                           | 500                           |
|                        | PK INICIO (m)                                   | -                             | 4+091                         |
|                        | PK FINAL (m)                                    | -                             | 4+191                         |
|                        | COORDENADAS ORIGEN UTM ETRS89                   | X: 361577,38<br>Y: 4289135,18 | X: 361577,38<br>Y: 4289135,18 |
|                        | COORDENADAS FINAL UTM ETRS89                    | X: 361562,00<br>Y: 4289171,96 | X: 361536,71<br>Y: 4289226,37 |
|                        | DISTANCIA ENTRE 1ª Y ÚLTIMA BOCAS (m)           | 40                            | 99,10                         |
|                        |   |                               |                               |

PROYECTO 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)    | 4.131  | 4.191                                  |
|                 |                                |  |  |
| 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+216 al PK 3+356 y de la cota -0,95 a -5,2 m (140 m de longitud).<br>Protección 2 de conducción aflorada con escollera y árido de machaqueo del PK 3+347 al PK 3+447 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.<br>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.<br>Reparación de fuga 1 en junta en el PK 3+585, cota -10,0 m.<br>Reparación de fuga 2 en brida de unión en el P 3+730, cota -11,1 m.<br>Retirada de restos de conducción retirados entre los PK 3+981 y 4+003, cota -13 m, consistentes en unos 20 m de fragmentos de tubería de FC DN400 mm.<br>Reubicación de 14 bloques antiarrastreros existentes<br>Disposición de 10 nuevos bloques antiarrastreros |  |
|                 | TRAMO DIFUSOR                  | Desconexión y retirada de tramo difusor existente de FC DN 400 mm de 40 m<br>Retirada de lastrado de tramo difusor consistente en 34 lastres de hormigón armado<br>Disposición de nuevo tramo difusor de PEAD DN500 mm de 100 m<br>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.<br>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) |

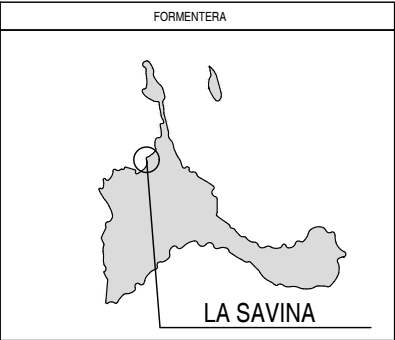
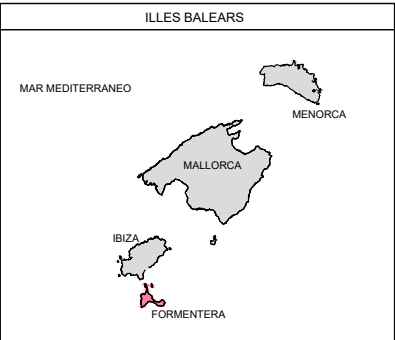


PROYECTO REFUNDIDO DE ADECUACIÓN DEL EMISARIO SUBMARINO Y  
VERTIDO AL MAR DE LA EDAR DE FORMENTERA

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  |  |  | 250 m <sup>3</sup> /h (para comprobación adicional de dilución con desaladora en funcionamiento) |
|--|--|--|--|

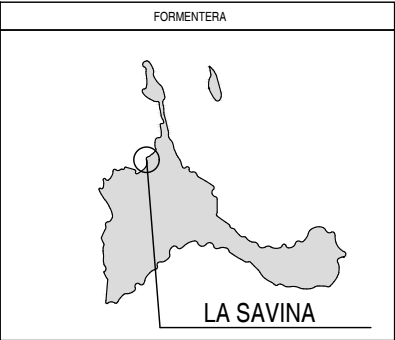
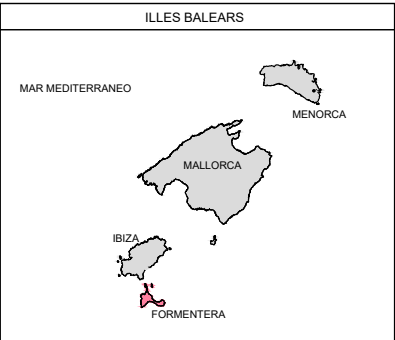
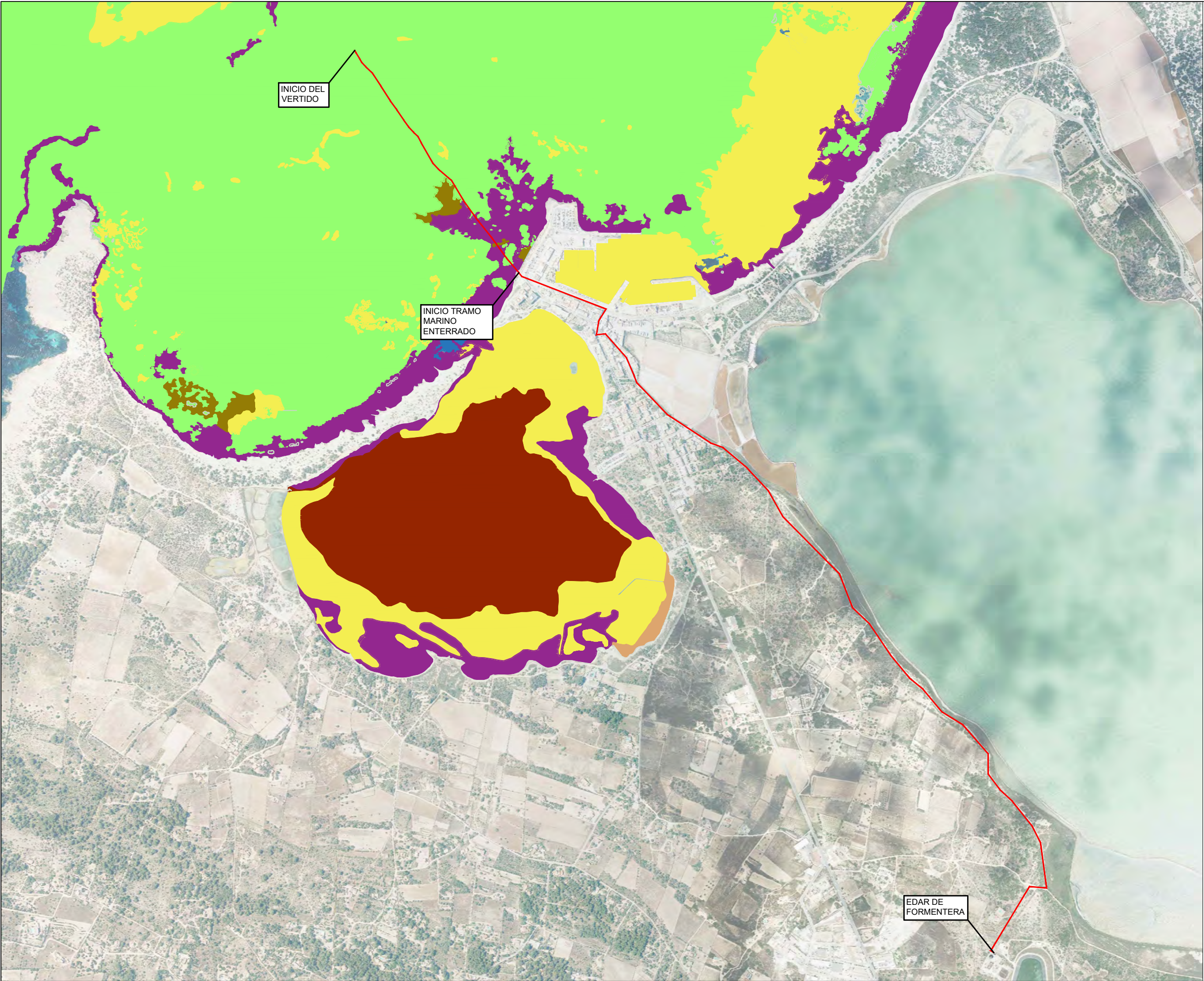
## APÉNDICE 1 – PLANOS





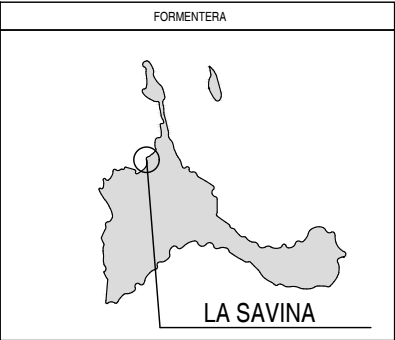
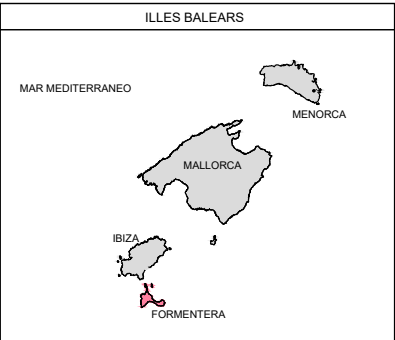
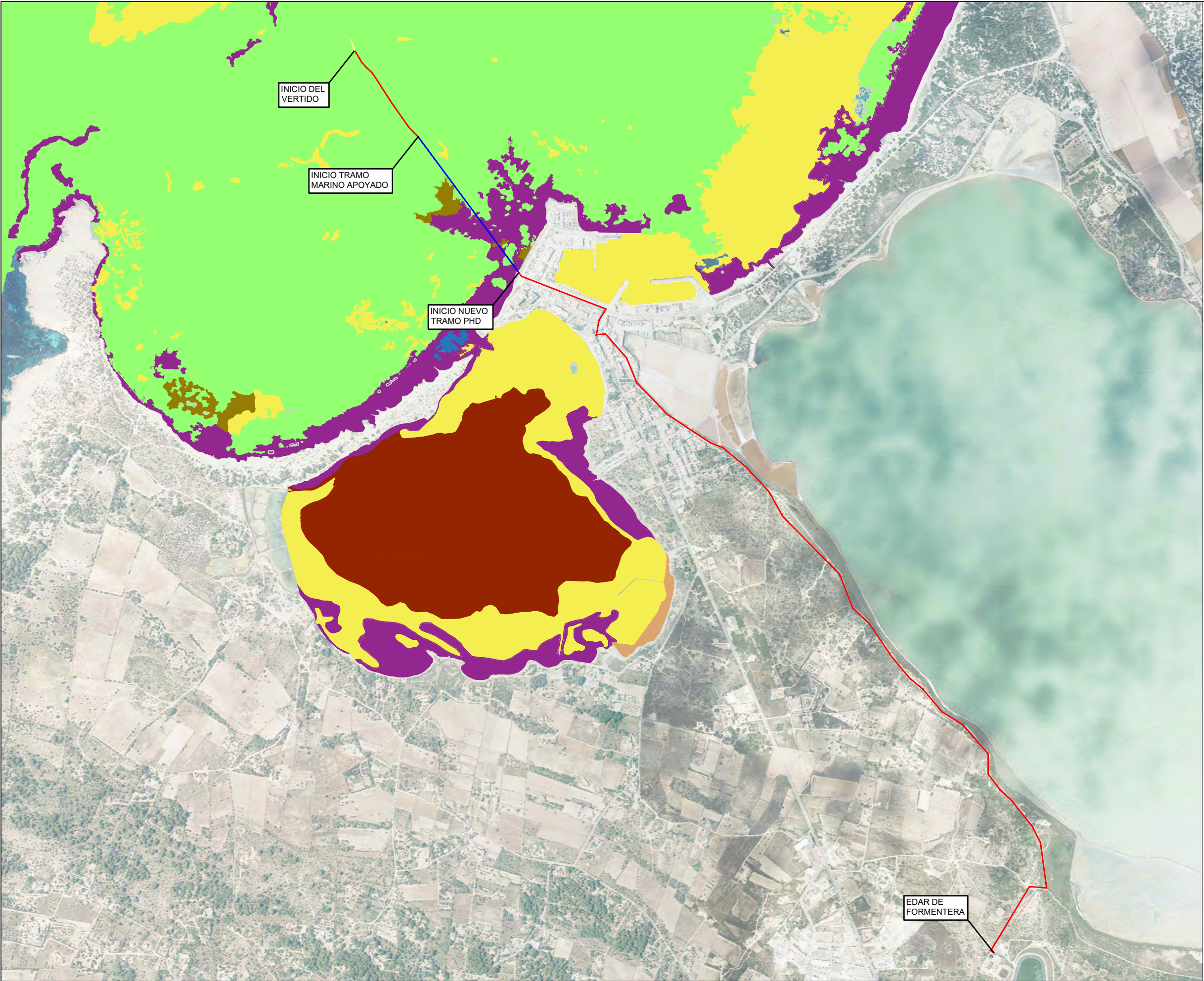
| LEYENDA |  |
|---------|--|
|         | LÍNEA LÍMITE DE VERTIDO (500 m)                            |
|         | TRAZADO ACTUAL EMISARIO                                    |
|         | TRAZADO PROYECTADO EMISARIO                                |
|         | SUSTRATO BLANDO O SEDIMENTARIO                             |
|         | <i>POSIDONIA OCEANICA</i>                                  |
|         | ALGAS FOTÓFILAS SOBRE PIEDRA CON <i>POSIDONIA OCEANICA</i> |
|         | ARRECIFE BARRERA <i>POSIDONIA OCEANICA</i>                 |
|         | FONDOS ROCOSOS CON ALGAS FOTÓFILAS Y ARENAS                |
|         | CAULERPA PROLIFERA   |
|         | CYMODOECA NODOSA   |
|         | ARRECIFE BARRERA <i>POSIDONIA OCEANICA</i>                 |





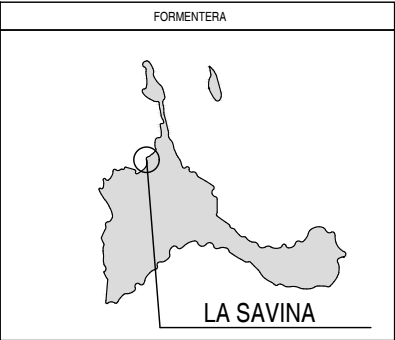
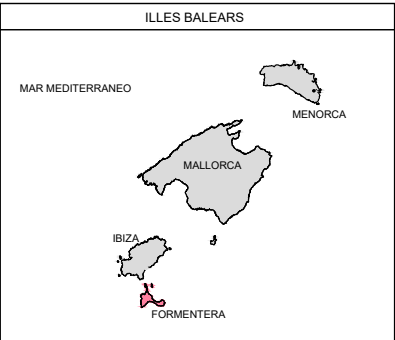
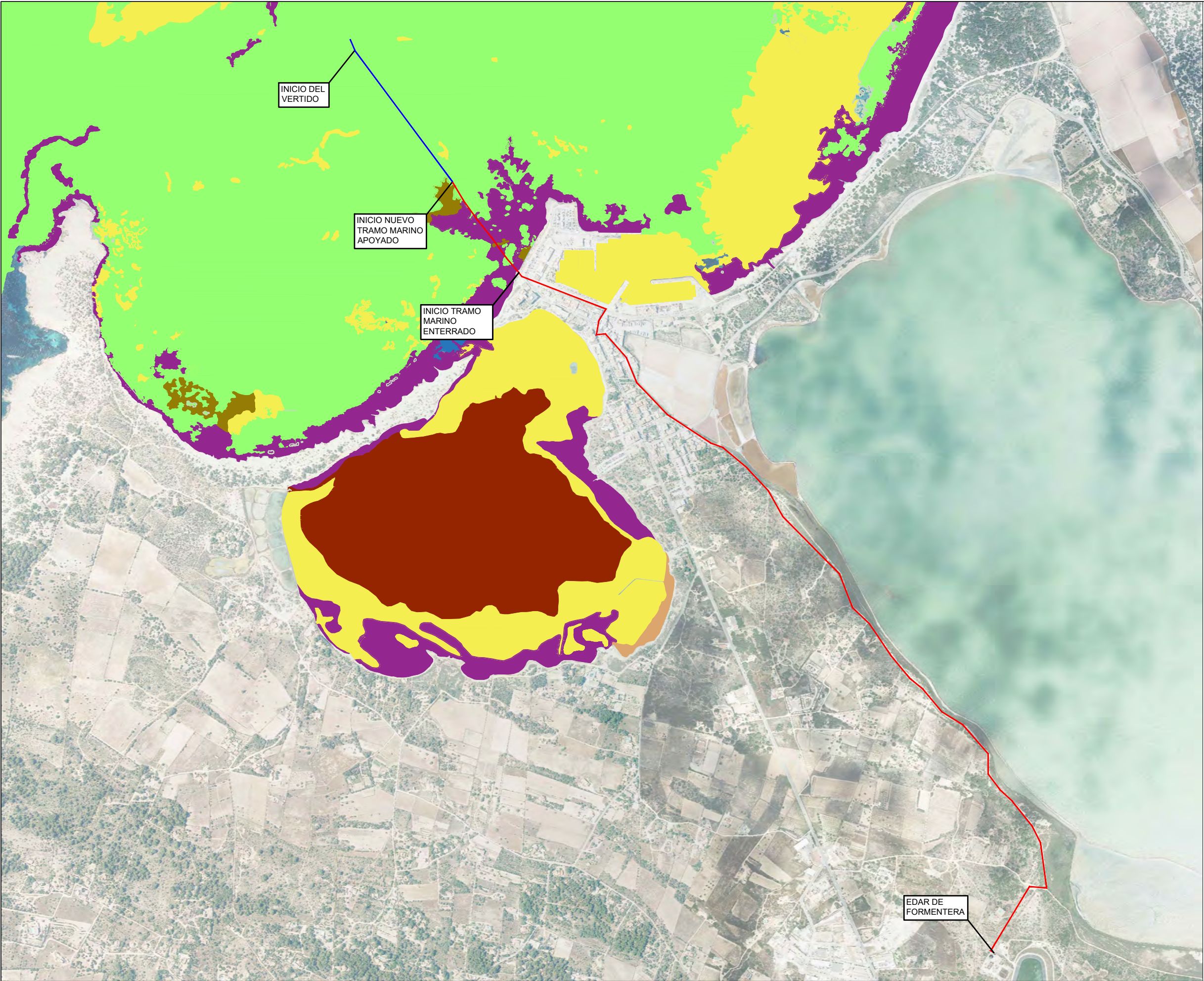
| LEYENDA |   |
|---------|---|
|         | LÍNEA LÍMITE DE VERTIDO (500 m)                     |
|         | TRAZADO ACTUAL EMISARIO                             |
|         | TRAZADO PROYECTADO EMISARIO                         |
|         | SUSTRATO BLANDO O SEDIMENTARIO                      |
|         | POSIDONIA OCEANICA                                  |
|         | ALGAS FOTÓFILAS SOBRE PIEDRA CON POSIDONIA OCEANICA |
|         | ARRECIFE BARRERA POSIDONIA OCEANICA                 |
|         | FONDOS ROCOSOS CON ALGAS FOTÓFILAS Y ARENAS         |
|         | CAULERPA PROLIFERA                                  |
|         | CYMODOCEA NODOSA                                    |
|         | ARRECIFE BARRERA POSIDONIA OCEANICA                 |





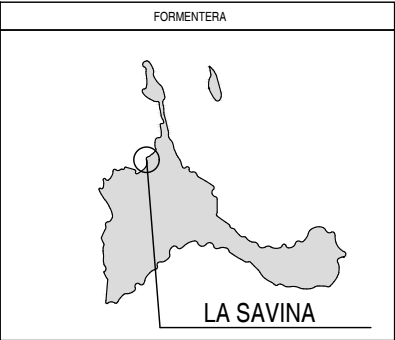
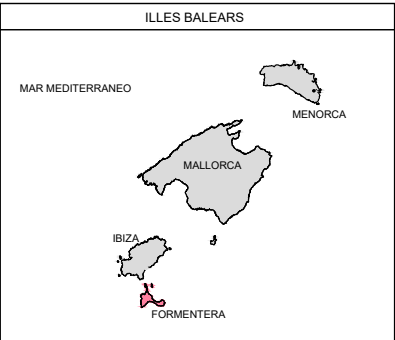
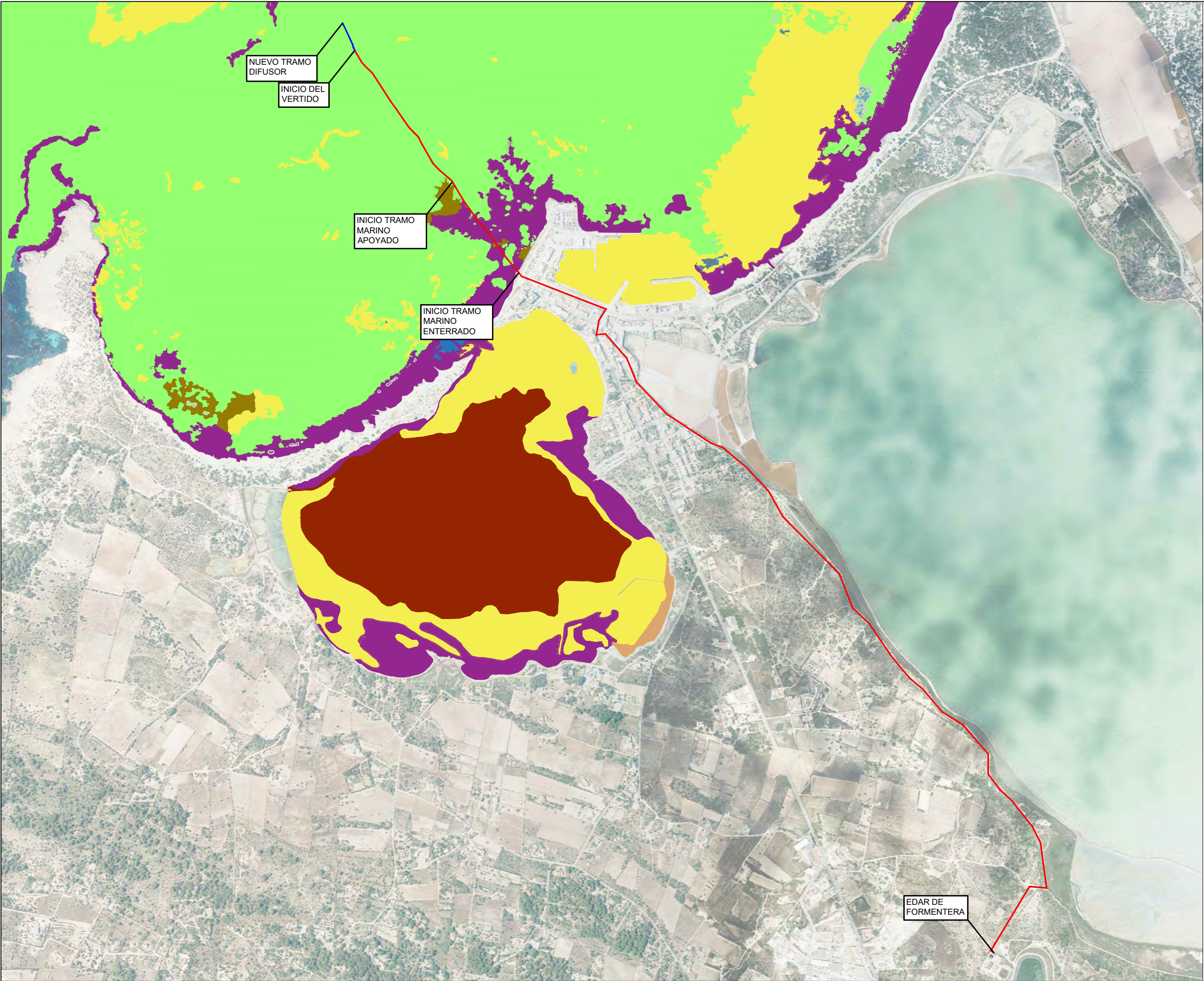
| LEYENDA |   |
|---------|---|
|         | LÍNEA LÍMITE DE VERTIDO (500 m)                     |
|         | TRAZADO ACTUAL EMISARIO                             |
|         | TRAZADO PROYECTADO EMISARIO                         |
|         | SUSTRATO BLANDO O SEDIMENTARIO                      |
|         | POSIDONIA OCEANICA                                  |
|         | ALGAS FOTÓFILAS SOBRE PIEDRA CON POSIDONIA OCEANICA |
|         | ARRECIFE BARRERA POSIDONIA OCEANICA                 |
|         | FONDOS ROCOSOS CON ALGAS FOTÓFILAS Y ARENAS         |
|         | CAULERPA PROLIFERA                                  |
|         | CYMODOCEA NODOSA                                    |
|         | ARRECIFE BARRERA POSIDONIA OCEANICA                 |





| LEYENDA |   |
|---------|---|
|         | LÍNEA LÍMITE DE VERTIDO (500 m)                     |
|         | TRAZADO ACTUAL EMISARIO                             |
|         | TRAZADO PROYECTADO EMISARIO                         |
|         | SUSTRATO BLANDO O SEDIMENTARIO                      |
|         | POSIDONIA OCEANICA                                  |
|         | ALGAS FOTÓFILAS SOBRE PIEDRA CON POSIDONIA OCEANICA |
|         | ARRECIFE BARRERA POSIDONIA OCEANICA                 |
|         | FONDOS ROCOSOS CON ALGAS FOTÓFILAS Y ARENAS         |
|         | CAULERPA PROLIFERA                                  |
|         | CYMODOCEA NODOSA                                    |
|         | ARRECIFE BARRERA POSIDONIA OCEANICA                 |





| LEYENDA |  |
|---------|--|
|         | LINEA LIMITE DE VERTIDO (500 m)                            |
|         | TRAZADO ACTUAL EMISARIO                                    |
|         | TRAZADO PROYECTADO EMISARIO                                |
|         | SUSTRATO BLANDO O SEDIMENTARIO                             |
|         | <i>POSIDONIA OCEANICA</i>                                  |
|         | ALGAS FOTÓFILAS SOBRE PIEDRA CON <i>POSIDONIA OCEANICA</i> |
|         | ARRECIFE BARRERA <i>POSIDONIA OCEANICA</i>                 |
|         | FONDOS ROCOSOS CON ALGAS FOTÓFILAS Y ARENAS                |
|         | CAULERPA PROLIFERA   |
|         | CYMODOECA NODOSA   |
|         | ARRECIFE BARRERA <i>POSIDONIA OCEANICA</i>                 |