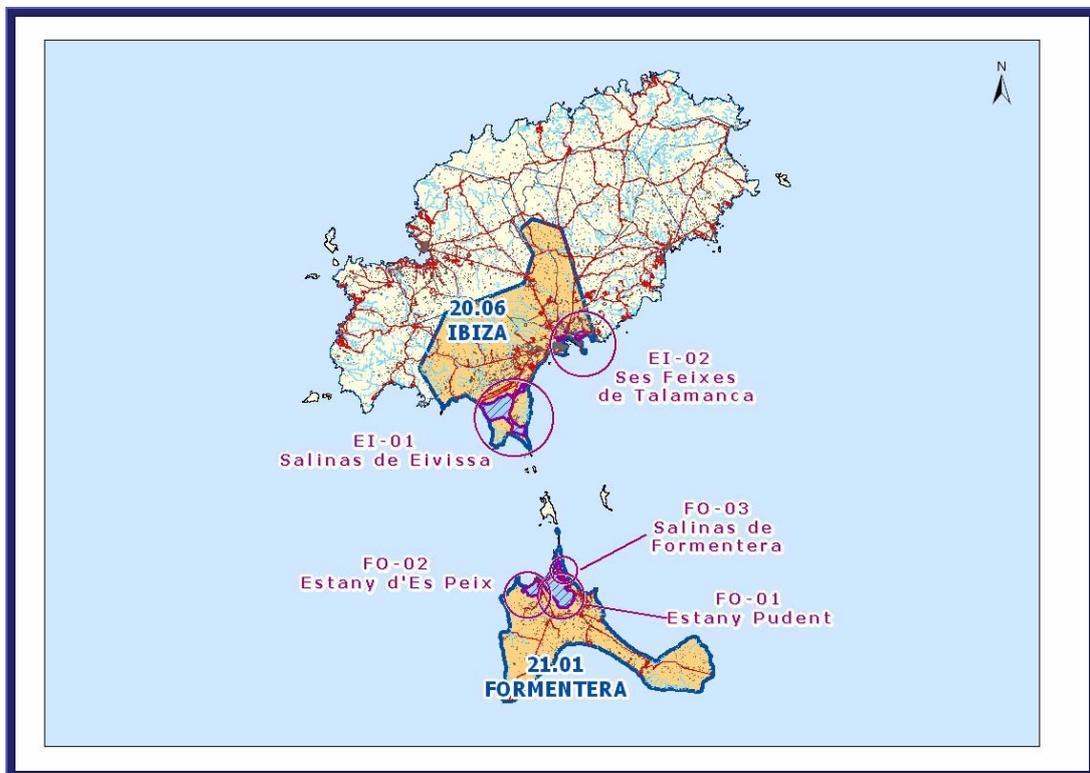


ZONAS HÚMEDAS DE FORMENTERA



CONTENIDO

ZONAS HÚMEDAS DE FORMENTERA	I
FO.01 ESTANY PUDENT	1-I
FO-01 - 1. INTRODUCCIÓN AL HUMEDAL DE ESTANY PUDENT	1-1
FO-01 - 2. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS GENERALES DEL HUMEDAL DE ESTANY PUDENT	1-1
FO-01 - 3. ACUÍFEROS Y PARÁMETROS HIDRÁULICOS DEL HUMEDAL DE ESTANY PUDENT	1-3
FO-01 - 4. INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA Y PIEZOMETRÍA DEL HUMEDAL DE ESTANY PUDENT	1-3
FO-01 - 5. HIDROQUÍMICA DEL HUMEDAL DE ESTANY PUDENT	1-6
FO-01 - 6. FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO DEL HUMEDAL DE ESTANY PUDENT	1-7
FO-01 - 7. IDENTIFICACIÓN DE LAS PRESIONES SOBRE EL HUMEDAL DE ESTANY PUDENT	1-9
FO.02 HUMEDAL DE ESTANY DES PEIX.....	2-I
FO-02 - 1. INTRODUCCIÓN AL HUMEDAL DE ESTANY DES PEIX	2-1
FO-02 - 2. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS GENERALES DEL HUMEDAL DE ESTANY DES PEIX.....	2-1
FO-02 - 3. ACUÍFEROS Y PARÁMETROS HIDRÁULICOS DEL HUMEDAL DE ESTANY DES PEIX.....	2-3
FO-02 - 4. INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA Y PIEZOMETRÍA DEL HUMEDAL DE ESTANY DES PEIX.....	2-3
FO-02 - 5. HIDROQUÍMICA DEL HUMEDAL DE ESTANY DES PEIX.....	2-6
FO-02 - 6. FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO DEL HUMEDAL DE ESTANY DES PEIX.....	2-7
FO-02 - 7. IDENTIFICACIÓN DE LAS PRESIONES SOBRE EL HUMEDAL DE ESTANY DES PEIX.....	2-9
FO.03 SALINAS DE FORMENTERA	3-I
FO-03 - 1. INTRODUCCIÓN A LAS SALINAS DE FORMENTERA	3-1
FO-03 - 2. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS GENERALES DE LAS SALINAS DE FORMENTERA	3-1
FO-03 - 3. ACUÍFEROS Y PARÁMETROS HIDRÁULICOS DEL HUMEDAL DE LAS SALINAS DE FORMENTERA.....	3-2
FO-03 - 4. FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO DE LAS SALINAS DE FORMENTERA	3-2
FO-03 - 5. IDENTIFICACIÓN DE LAS PRESIONES SOBRE LAS SALINAS DE FORMENTERA	3-4

TABLAS

Tabla FO.0 1-1. Inventario de puntos de agua de Estany Pudent	1-4
Tabla FO.0 2-1. Inventario de puntos de agua de Estany des Peix	2-4

FIGURAS

Figura FO.0 1-1. Mapa hidrogeológico de la zona húmeda de Estany Pudent.....	1-2
Figura FO.0 1-2. Mapa piezométrico de la zona húmeda de Estany Pudent	1-5
Figura FO.0 1-3. Caracterización hidroquímica del humedal de Estany Pudent	1-8
Figura FO.0 1-4. Perfil hidrogeológico conceptual del humedal de Estany Pudent	1-9
Figura FO.0 2-1. Mapa hidrogeológico de la zona húmeda de Estany des Peix	2-2
Figura FO.0 2-2. Mapa piezométrico de la zona húmeda de Estany des Peix.....	2-5
Figura FO.0 2-3. Caracterización hidroquímica del humedal de Estany des Peix	2-8
Figura FO.0 3-1. Mapa hidrogeológico de las salinas de Formentera	3-3

ANEXOS

Anexo FO.01-1. Análisis hidroquímicos del humedal de Estany Pudent

Anexo FO.02-1. Análisis hidroquímicos del humedal de Estany des Peix



FO.01 HUMEDAL DE ESTANY PUDENT

FO-01 - 1. INTRODUCCIÓN AL HUMEDAL DE ESTANY PUDENT

El humedal de Estany Pudent (código FO01), situado en el municipio de Sant Francesc Xavier, presenta una extensión total de 425 ha según el último "Inventari revisat de les zones humides de la CAIB" (1997, revisado en 2002). Se describe como una llanura litoral salobre, situada en una depresión kárstica, que alcanza una profundidad máxima de 2 m en su parte central, y que está conectada con el mar por un canal artificial. La entrada de agua dulce al humedal es muy variable de unos años a otros y también a lo largo de un mismo año, de manera que la salinidad de la laguna sufre numerosas variaciones. En este humedal se incluyen las salinas de Ferrer, ubicadas en el borde del puerto de la Savina.

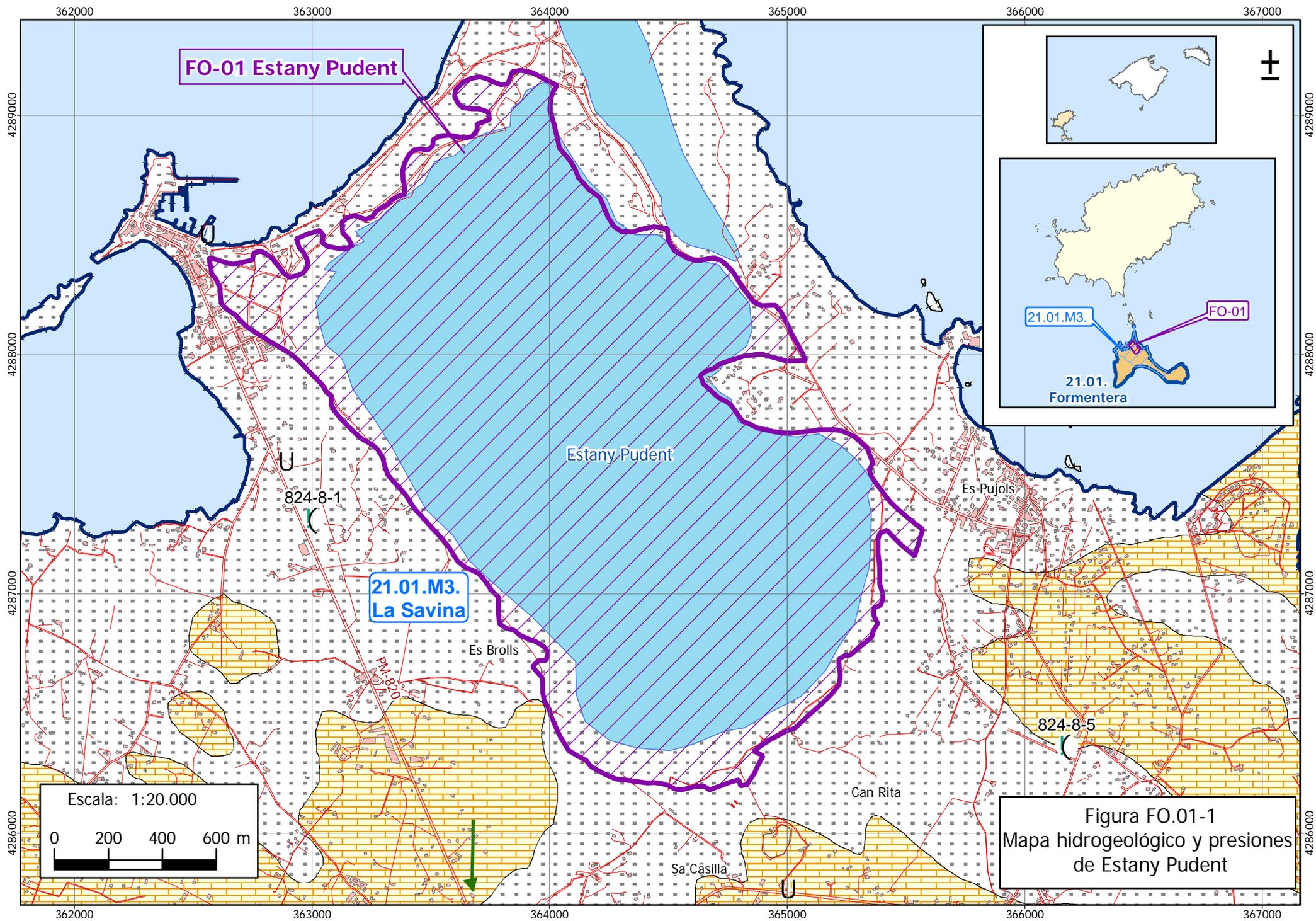
El humedal de Estany Pudent tiene alteraciones de poca importancia y se encuentra en buen estado de conservación. Presenta las siguientes figuras de protección: Parque Natural junto con las salinas de Eivissa y Formentera, Zona Ramsar, ANEI Fo1, y ZEPA y LIC (código ES0000084) de la Red Natura 2000.

FO-01 - 2. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS GENERALES DEL HUMEDAL DE ESTANY PUDENT

El humedal de Estany Pudent se encuentra al norte de la isla de Formentera. Hidrogeológicamente está comprendida en la Unidad Hidrogeológica 21.01 - Formentera (Plan Hidrológico de las Islas Baleares. 1999), y a la masa de agua 21.01-M3 La Savina (Figura FO.01-1).

Los materiales que se localizan en la zona de estudio (adaptado del Plan Hidrológico de las Islas Baleares y de la cartografía del IGME) son los siguientes:

- Cuaternario: Está constituido por limos, arcillas, margas, arenas y gravas de playa, así como calcarenitas eólicas en la costa. Su espesor no sobrepasa en este sector los 10 m, aflorando fundamentalmente en forma de relleno en las zonas más deprimidas.
- Mioceno superior (Messiniense): Se trata de materiales postorogénicos no afectados por la deformación del Mioceno inferior, formados por calizas y calcarenitas subhorizontales, que afloran básicamente en las zonas más elevadas y forman el sustrato rocoso de la isla.



FO-01 Estany Pudent

824-8-1

21.01.M3.
La Savina

Es Brols

Es Pujols

824-8-5

Can Rita

Sa Casilla

Escala: 1:20.000

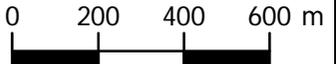


Figura FO.01-1
Mapa hidrogeológico y presiones
de Estany Pudent

FO-01 - 3. ACUÍFEROS Y PARÁMETROS HIDRÁULICOS DEL HUMEDAL DE ESTANY PUDENT

En la zona estudiada se han localizado dos acuíferos conectados hidráulicamente entre sí: uno cuaternario, constituido por arenas más o menos consolidadas y otro formado por las calcarenitas miocenas.

- Acuífero cuaternario: Este acuífero está formado por los sedimentos cuaternarios, limos, margas y arenas. Se trata de un acuífero régimen libre, cuyo espesor no supera los 20 m. Estos materiales tienen un coeficiente de almacenamiento de 0.1.
- Acuífero mioceno: Es un acuífero formado básicamente por calizas y calcarenitas más o menos recristalizadas, con un coeficiente de almacenamiento de entre 0.02 y 0.05.

El conjunto de los dos acuíferos (cuaternario más mioceno) puede llegar a tener más de 100 metros y una transmisividad del orden de 1000 m²/día.

En la figura FO.01-1 se presenta el mapa hidrogeológico para la zona del humedal de Estany Pudent y alrededores.

FO-01 - 4. INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA Y PIEZOMETRÍA DEL HUMEDAL DE ESTANY PUDENT

Se han inventariado una serie de captaciones en las zonas que circundan las lagunas de Estany Pudent y Estany des Peix, en el alto en donde se ubican las poblaciones de St Francesc Xavier y St. Ferran. El total de pozos inventariados ha sido de 17, cuya situación se puede ver en la figura FO.01-2. Sus características se resumen en la tabla FO.01-1.

Nº	Tipo	Profundidad (m)	Cota (m)	Nivel del agua (m)	Cota del nivel (m)	Acuífero
1	Excavado	3'5	3	2'93	0'07	Cuaternario
2	Excavado	22	20	-	-	Mioceno
3	Excavado	12	11	-	-	Mioceno
4	Excavado	8'5	7	-	-	Mioceno
5	Excavado	7	6'6	6'22	0'38	Mioceno

Nº	Tipo	Profundidad (m)	Cota (m)	Nivel del agua (m)	Cota del nivel (m)	Acuífero
6	Excavado	-	25'38	25'15	0'23	Mioceno
7	Excavado	33	31'24	29'51	1'73	Mioceno
8	Excavado	-	51'74	51'40	0'34	Mioceno
9	Excavado	-	45'48	-	-	Mioceno
10	Excavado	46		44.20	-	Mioceno
11	Excavado	-	25'38	25'15	0'23	Mioceno
12	Excavado	29	27'59	27'30	0'29	Mioceno
13	Excavado	31'30	30'48	30'24	0'24	Mioceno
14	Excavado	20	18'68	18'49	0'19	Mioceno
15	Excavado	-	31'80	30'5	-1'30?	Mioceno
16	Excavado	-	31'84	31'60	0'24	Mioceno
17	Excavado	22	20'93	20'66	0'27	Mioceno

Tabla FO.0 1-1. Inventario de puntos de agua de Estany Pudent

En general se trata de pozos de no mucha profundidad y de un diámetro aproximado de 1 m, excavados justo hasta encontrar el nivel freático, y que se ubican en los materiales miocenos (calcarenitas y calizas), en la zona elevada de St Francesc. En cambio, en la zona cercana a las lagunas, los pozos están excavados en los depósitos cuaternarios.

El uso que se hace de las captaciones es para el regadío de pequeños huertos y para uso doméstico en general, pero no para el consumo humano. Algunos de los pozos están abandonados sin uso alguno.

En la figura FO.01-2 se representan los puntos inventariados, y el trazado de las isopiezas correspondiente a la campaña de marzo de 2005. La dirección de flujo es hacia el norte, convergiendo hacia la laguna del Estany Pudent.

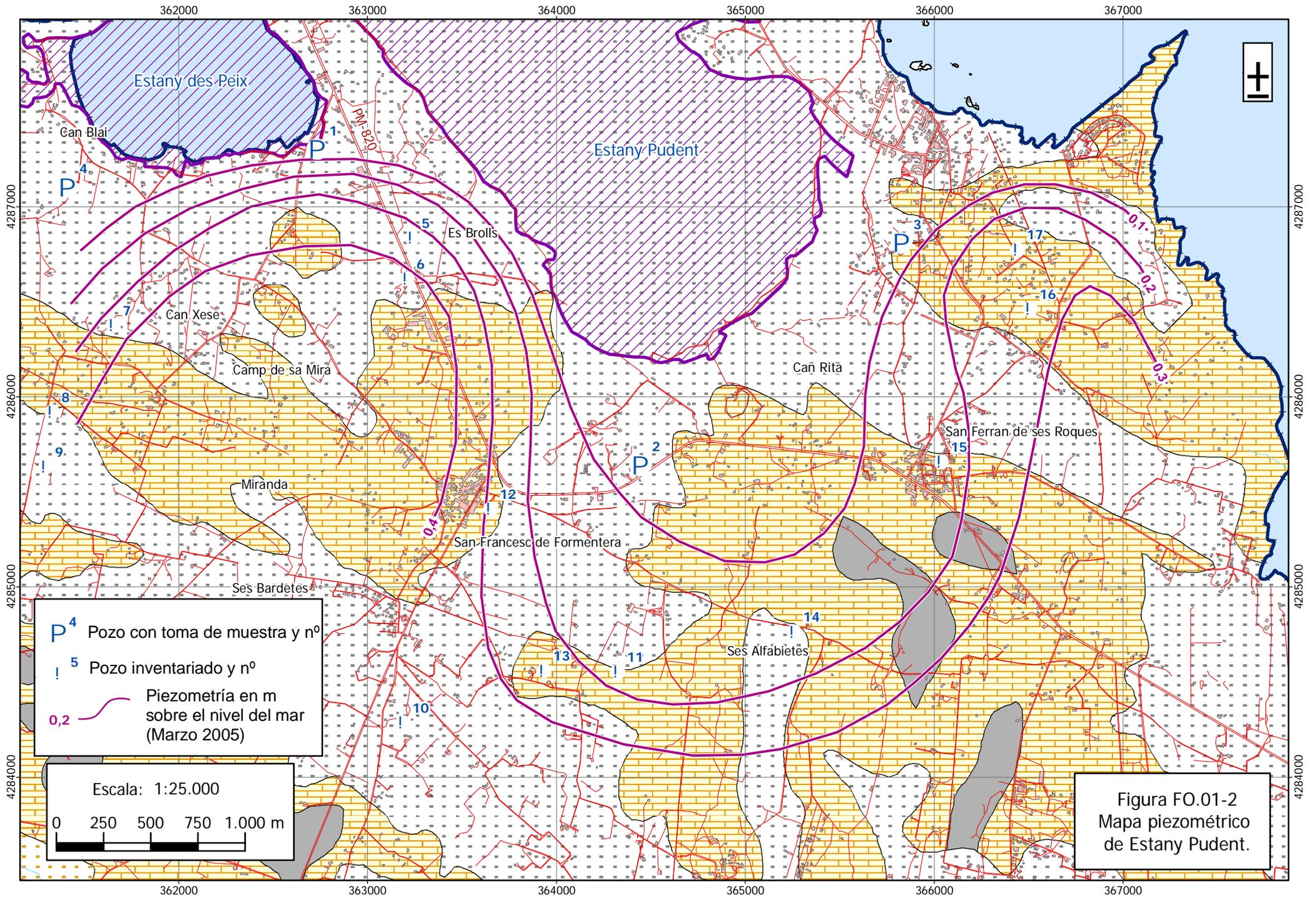


Figura FO.01-2
Mapa piezométrico
de Estany Pudent.

FO-01 - 5. HIDROQUÍMICA DEL HUMEDAL DE ESTANY PUDENT

Para ayudar a determinar el funcionamiento hidráulico de la zona húmeda, es importante conocer tanto la calidad del agua de la charca, como la caracterización de la calidad química del agua del acuífero. Para ello, se han recogido 2 muestras de agua subterránea de pozos circundantes (ver figura FO.01-3). En todos ellos se han analizado parámetros físico-químicos (conductividad, pH) y constituyentes mayoritarios (HCO_3^- , $\text{CO}_3^{=}$, $\text{SO}_4^{=}$, Cl^- , NO_3^- , Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ y K^+).

De los análisis se desprenden las siguientes observaciones:

- El agua del acuífero es de calidad deficiente, con concentraciones de ión cloruro de entre 2000 mg/l y 3500 mg/l. Esto nos señala la influencia de la intrusión marina debido probablemente al descenso del nivel freático, que se sitúa muy próximo a cota cero.
- La muestra nº 3 presenta una alta concentración de nitratos. Esta contaminación podría ser debida a la presencia de fosas sépticas.
- Cabe destacar el bajo pH (4.64) registrado en la muestra nº 2.

Para la caracterización hidroquímica general de la zona húmeda FO-01 Estany Pudent se han realizado una serie de diagramas (Piper, Schöeller-Berkaloff y Stiff) que permiten visualizar las características que presentan las aguas superficiales y subterráneas analizadas.

En la figura FO.01-3 se incluyen los gráficos realizados. En dicha figura se puede observar de forma integrada la información que aporta cada tipo de diagrama, así como la distribución espacial de las muestras analizadas en relación con las facies hidroquímicas existentes y con la salinidad del agua, puesto que el tamaño del diagrama de Stiff permite apreciar con rapidez la mineralización del agua analizada.

- Atendiendo al anión predominante, en el diagrama de Piper se observa que la composición de las aguas analizadas es de carácter clorurado. En cuanto a los cationes, todas las muestras presentan una composición sódica.
- En el diagrama de Schöeller-Berkaloff se observa que las muestras analizadas tienen un comportamiento hidroquímico similar, con salinidades elevadas y relaciones $r\text{Na}/r\text{Cl}$ próximas a 1, reflejando en mayor o menor medida la influencia de los procesos de intrusión marina.
- Por último, para estudiar la distribución espacial que presentan las aguas analizadas, se ha elaborado un mapa hidroquímico de la zona de estudio. En el mapa se representa como información de base las distintas formaciones cartografiadas. Además, se han situado los

puntos de aguas superficiales y subterráneas muestreados, y los resultados analíticos obtenidos en cada una de las muestras de agua, asociando a cada punto de agua el diagrama de Stiff correspondiente.

La forma del diagrama de Stiff resultante da idea del tipo de agua y su tamaño permite apreciar con rapidez el grado de salinidad que presenta la muestra analizada. Se ha utilizado la misma escala para todos los puntos (máximo 125 meq/l).

En el mapa hidroquímico se observan la similitud composicional de las aguas analizadas, tanto en lo que se refiere a la salinidad, como a las facies hidroquímicas reflejadas. Este hecho responde, por un lado, a la procedencia de las aguas muestreadas, y por otra, a los efectos modificadores que afectan a la composición del agua (procesos de intrusión marina).

FO-01 - 6. FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO DEL HUMEDAL DE ESTANY PUDENT

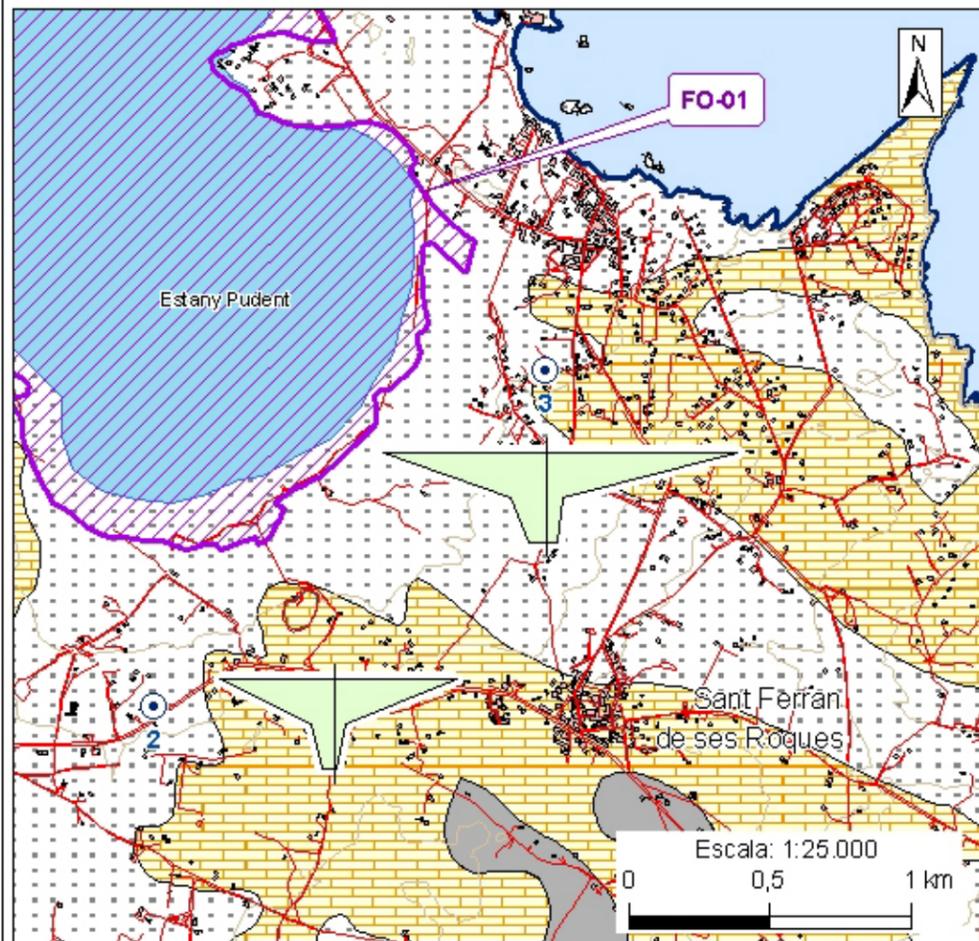
El acuífero en el que se encuentra el humedal se recarga por infiltración del agua de lluvia caída sobre los afloramientos. La descarga se produce de forma natural hacia el mar en forma de flujo subterráneo a través de los materiales miocenos y/o cuaternarios. También se descarga de forma artificial por los bombeos de los pozos que lo explotan.

El funcionamiento hidráulico de este acuífero está directamente relacionado con las épocas húmedas o más lluviosas, aunque el nivel freático sufre pocas oscilaciones debido a la alta transmisividad del acuífero. Es también por este motivo que el gradiente del flujo es muy bajo (0,5 %).

La dirección general del flujo subterráneo varía según en la zona de la isla en donde nos encontremos, pero siempre será desde el centro de la isla, en las zonas de recarga, de forma radial hacia el mar, aunque pueden haber distorsiones locales dependiendo de los bombeos.

La zona húmeda de Estany Pudent no tiene el comportamiento típico de otras zonas húmedas de las islas Baleares. No se trata de lagunas de agua salobre que se forman cerca del mar cuando el nivel freático corta el nivel topográfico, sino que se trata de una porción de mar que ha quedado aislada del mar abierto por un cordón de dunas, formándose una laguna que, además, también recibe aportes de agua continental provenientes del drenaje del acuífero.

En la figura FO.03-4 se muestra un perfil hidrogeológico conceptual, en el que se presenta la relación del agua del humedal con el mar y el acuífero.



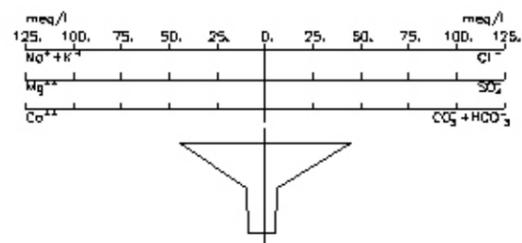
● Muestra de agua subterránea

Facies hidroquímicas

Cloruradas sódicas

Humedal

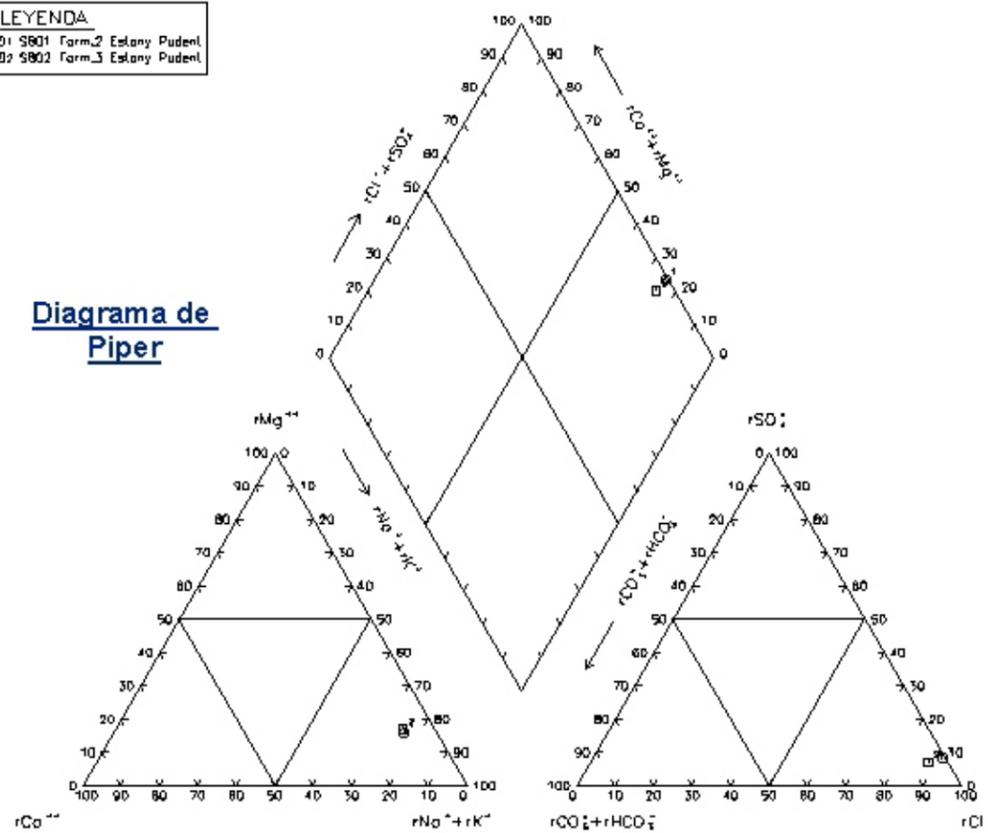
Diagrama de Stiff modificado



Estany Pudent FO-01

LEYENDA
 O1 S801 Form.2 Estany Pudent
 B2 S802 Form.3 Estany Pudent

Diagrama de Piper



Estany Pudent FO-01

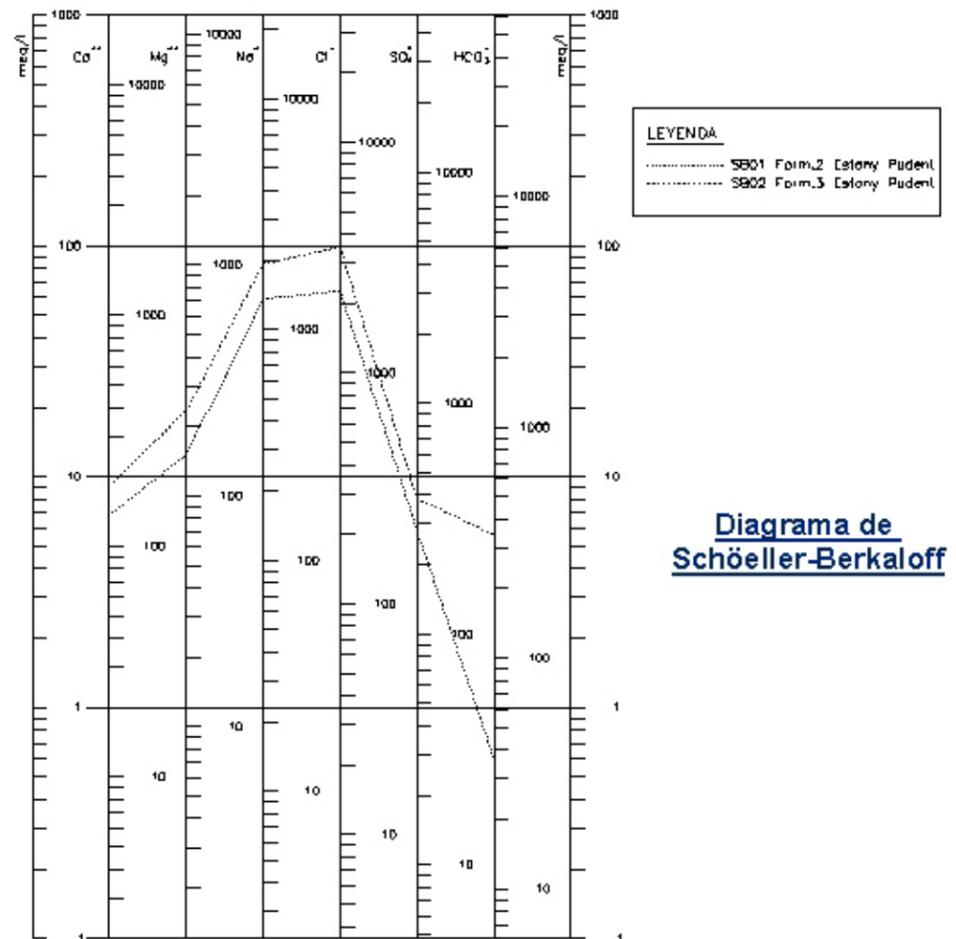
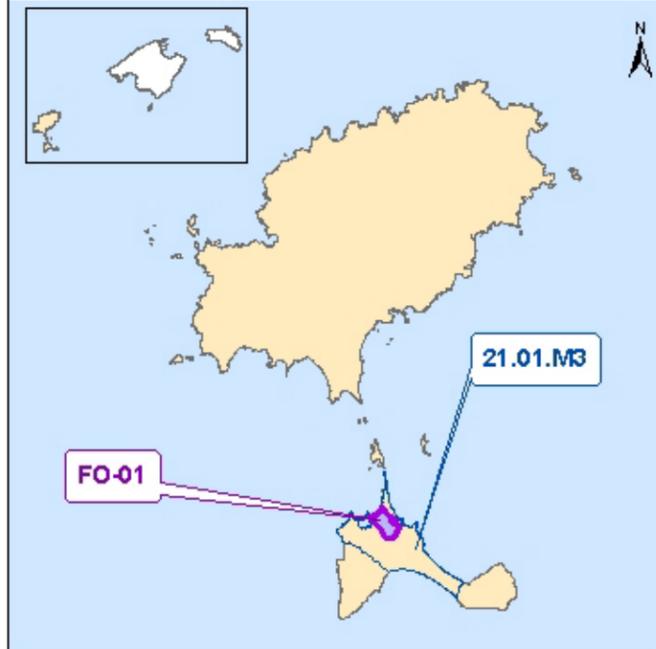


Diagrama de Schöeller-Berkaloff



FORMENTERA

U.H. 21.01. Formentera

MAS: 21.01.M3. La Savina

Figura FO.01-3
 Caracterización hidroquímica
 del humedal FO-01

Estany Pudent

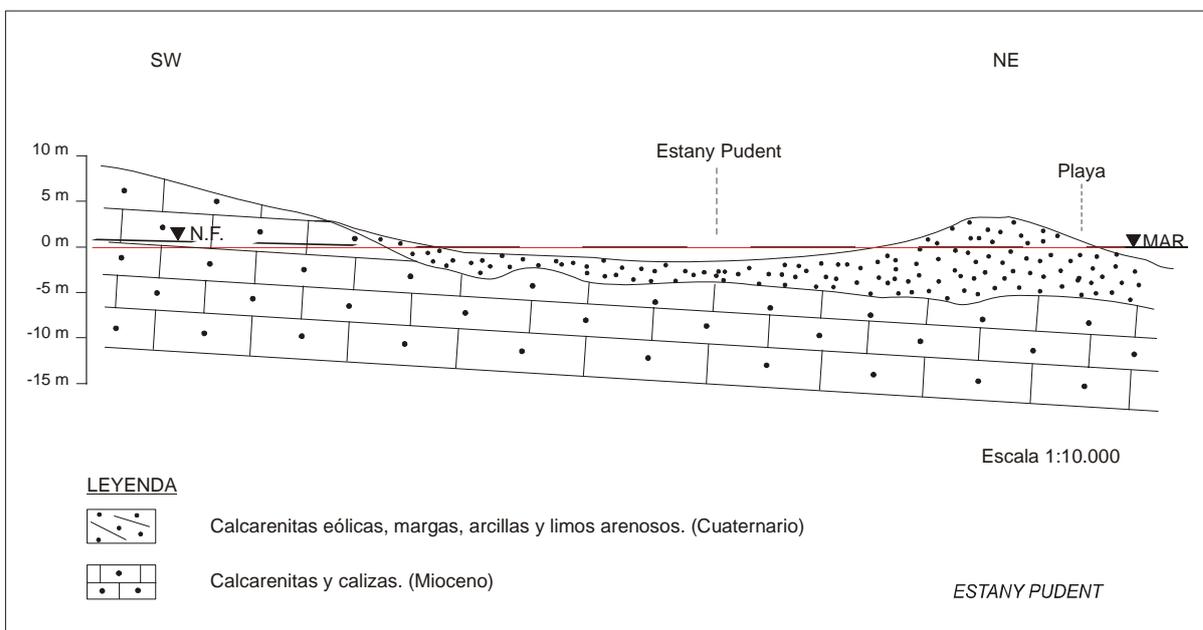


Figura FO.0 1-4. Perfil hidrogeológico conceptual del humedal de Estany Pudent

FO-01 - 7. IDENTIFICACIÓN DE LAS PRESIONES SOBRE EL HUMEDAL DE ESTANY PUDENT

De acuerdo a la Directiva Marco del Agua (DMA), y teniendo en cuenta que el humedal de Estany Pudent está considerado Zona Protegida por su designación como humedal Ramsar y Lugar de Interés Comunitario (LIC), han de identificarse las presiones que pueden afectarle. Dentro de los tipos de presiones definidas en el Anexo II de la DMA, el humedal de Estany Pudent pueden verse afectadas por las siguientes:

- Fuentes de contaminación puntual: gasolineras, vertidos urbanos, vertedero, depuradora y actividades turísticas en general.
- Fuentes de contaminación difusa: agricultura
- Pozos para abastecimiento.

En la figura FO.01-1 están representadas estas presiones (ver leyenda del mapa en el Anexo 2 de la Memoria General).



ANEXO FO.01-1.

ANÁLISIS HIDROQUÍMICOS DEL HUMEDAL DE ESTANY PUDENT

INFORME DE ANALISIS

Página Nº: 1

NUMERO DE ANALISIS: 068288
 NOMBRE DEL CLIENTE: EPTISA SERV. DE INGENIERIA S.A
 DOMICILIO: C/ARAPILES,14
 LOCALIDAD: MADRID
 TELEFONO: 91 7581160

DATOS DE LA MUESTRA

LUGAR DE TOMA DE MUESTRA: EN EL LABORATORIO
 TIPO DE MUESTRA: FORMENTERA 2 ESTANY PUDENT F.22/03705
 FECHA DE RECOGIDA: 23/03/05 FECHA DE RECEPCION: 23/03/05
 FECHA INICIAL DE ANALISIS: 23/03/05 FECHA FINAL DE ANALISIS: 04/04/05

RESULTADO DEL ANALISIS

PARAMETROS ANALIZADOS	VALOR ANALISIS	MARGEN TOLERADO
PH	4.64 (*)	6.5-9.5 (*)
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	6860 µS/cm (*)	2500 µS/cm (*)
AMONIO	1.71 mg/l (*)	0.5 mg/l (*)
NITRITOS	0.44 mg/l	0.1/0.5RED mg/l
NITRATOS	207.9 mg/l	50 mg/l
CLORUROS	2268.8 mg/l (*)	250 mg/l (*)
SULFATOS	280.5 mg/l (*)	250 mg/l (*)
BICARBONATOS	36.6 mg/l (*)	-- mg/l (*)
DUREZA TOTAL	960mg/l CO3Ca (*)	- mg/l CO3Ca (*)
CALCIO	136.3 mg/l Ca(*)	-- mg/l Ca(*)
MAGNESIO	151.1 mg/l Mg(*)	-- mg/l Mg(*)
SODIO	1356.1 mg/l Na (*)	200 mg/l Na (*)
POTASIO	41.0 mg/l K(*)	-- mg/l K(*)
(*) PARAMETROS INDICADORES	--	--



INFORME DE ANALISIS

Página N°: 2

NUMERO DE ANALISIS: 068288
NOMBRE DEL CLIENTE: EPTISA SERV. DE INGENIERIA S.A
DOMICILIO: C/ARAPILES,14
LOCALIDAD: MADRID
TELEFONO: 91 7581160

DATOS DE LA MUESTRA

LUGAR DE TOMA DE MUESTRA: EN EL LABORATORIO
TIPO DE MUESTRA: FORMENTERA 2 ESTANY PUDENT F.22/03705
FECHA DE RECOGIDA: 23/03/05 FECHA DE RECEPCION: 23/03/05
FECHA INICIAL DE ANALISIS: 23/03/05 FECHA FINAL DE ANALISIS: 04/04/05

BASE DE LA CATALOGACION:

R.D. 140/2003

NOTA:

NTK:0.7 ppm

FIRMA DEL DIRECTOR TECNICO

FIRMA DEL TECNICO DE LABORATORIO

Palma a 04/04/05

NOTA: El anterior dictamen solo da fé de la muestra recogida y analizada.
Prohibida la reproducción parcial de este informe sin el consentimiento por escrito del laboratorio



INFORME DE ANALISIS

Página Nº: 1

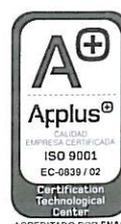
NUMERO DE ANALISIS: 068289
 NOMBRE DEL CLIENTE: EPTISA SERV. DE INGENIERIA S.A
 DOMICILIO: C/ARAPILES,14
 LOCALIDAD: MADRID
 TELEFONO: 91 7581160

DATOS DE LA MUESTRA

LUGAR DE TOMA DE MUESTRA: EN EL LABORATORIO
 TIPO DE MUESTRA: FORMENTERA 3 ESTANY PUDENT F.22/03/05
 FECHA DE RECOGIDA: 23/03/05 FECHA DE RECEPCION: 23/03/05
 FECHA INICIAL DE ANALISIS: 23/03/05 FECHA FINAL DE ANALISIS: 04/04/05

RESULTADO DEL ANALISIS

PARAMETROS ANALIZADOS	VALOR ANALISIS	MARGEN TOLERADO
PH	7.42 (*)	6.5-9.5 (*)
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	10240 µS/cm (*)	2500 µS/cm (*)
AMONIO	<0.05 mg/l (*)	0.5 mg/l (*)
NITRITOS	<0.05 mg/l	0.1/0.5RED mg/l
NITRATOS	121.7 mg/l	50 mg/l
CLORUROS	3509.5 mg/l (*)	250 mg/l (*)
SULFATOS	386.0 mg/l (*)	250 mg/l (*)
BICARBONATOS	341.6 mg/l (*)	-- mg/l (*)
DUREZA TOTAL	1420mg/l CO3Ca (*)	- mg/l CO3Ca (*)
CALCIO	184.4 mg/l Ca(*)	-- mg/l Ca(*)
MAGNESIO	234.0 mg/l Mg(*)	-- mg/l Mg(*)
SODIO	1922.3 mg/l Na (*)	200 mg/l Na (*)
POTASIO	60.4 mg/l K(*)	-- mg/l K(*)
(*) PARAMETROS INDICADORES	--	--



INFORME DE ANALISIS

Página Nº: 2

NUMERO DE ANALISIS: 068289
NOMBRE DEL CLIENTE: EPTISA SERV. DE INGENIERIA S.A
DOMICILIO: C/ARAPILES,14
LOCALIDAD: MADRID
TELEFONO: 91 7581160

DATOS DE LA MUESTRA

LUGAR DE TOMA DE MUESTRA: EN EL LABORATORIO
TIPO DE MUESTRA: FORMENTERA 3 ESTANY PUDENT F.22/03/05
FECHA DE RECOGIDA: 23/03/05 FECHA DE RECEPCION: 23/03/05
FECHA INICIAL DE ANALISIS: 23/03/05 FECHA FINAL DE ANALISIS: 04/04/05

BASE DE LA CATALOGACION:

R.D. 140/2003

NOTA:

NTK:0.7 ppm

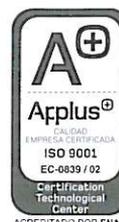

FIRMA DEL DIRECTOR TECNICO



FIRMA DEL TECNICO DE LABORATORIO

Palma a 04/04/05

NOTA: El anterior dictamen solo da fe de la muestra recogida y analizada.
Prohibida la reproducción parcial de este informe sin el consentimiento por escrito del laboratorio





FO.02 HUMEDAL DE ESTANY DES PEIX

FO-02 - 1. INTRODUCCIÓN AL HUMEDAL DE ESTANY DES PEIX

El humedal de Estany des Peix (código FO02), situado en los municipios de Sant Francesc Xavier, presenta una extensión total de 117 ha según el último "Inventari revisat de les zones humides de la CAIB" (1997, revisado en 2002). Se describe como una llanura litoral salada, ubicada en una depresión kárstica circular. La laguna está en comunicación directa y natural con el mar a través de una abertura de unos 20 m de ancho. El agua es marina, cálida y la laguna incluye els Estanyets, que son restos de antiguas salinas.

El humedal de Estany des Peix se encuentra moderadamente alterado por actividades urbanísticas. Presenta las siguientes figuras de protección: Parque Natural junto con las salinas de Eivissa y Formentera, Zona Ramsar, ANEI Fo2, y ZEPA y LIC (código ES0000084) de la Red Natura 2000.

FO-02 - 2. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS GENERALES DEL HUMEDAL DE ESTANY DES PEIX

El humedal de Estany des Peix se encuentra al norte de la isla de Formentera. Hidrogeológicamente está comprendida en la Unidad Hidrogeológica 21.01 - Formentera (Plan Hidrológico de las Islas Baleares. 1999), y a la masa de agua 21.01-M3 La Savina (Figura FO.02-1).

Los materiales que se localizan en la zona de estudio (adaptado del Plan Hidrológico de las Islas Baleares y de la cartografía del IGME) son los siguientes:

- Cuaternario: Está constituido por limos, arcillas, margas, arenas y gravas de playa, así como calcarenitas eólicas en la costa. Su espesor no sobrepasa en este sector los 10 m, aflorando fundamentalmente en forma de relleno en las zonas más deprimidas.
- Mioceno superior (Messiniense): Se trata de materiales postorogénicos no afectados por la deformación del Mioceno inferior, formados por calizas y calcarenitas subhorizontales, que afloran básicamente en las zonas más elevadas y forman el sustrato rocoso de la isla.

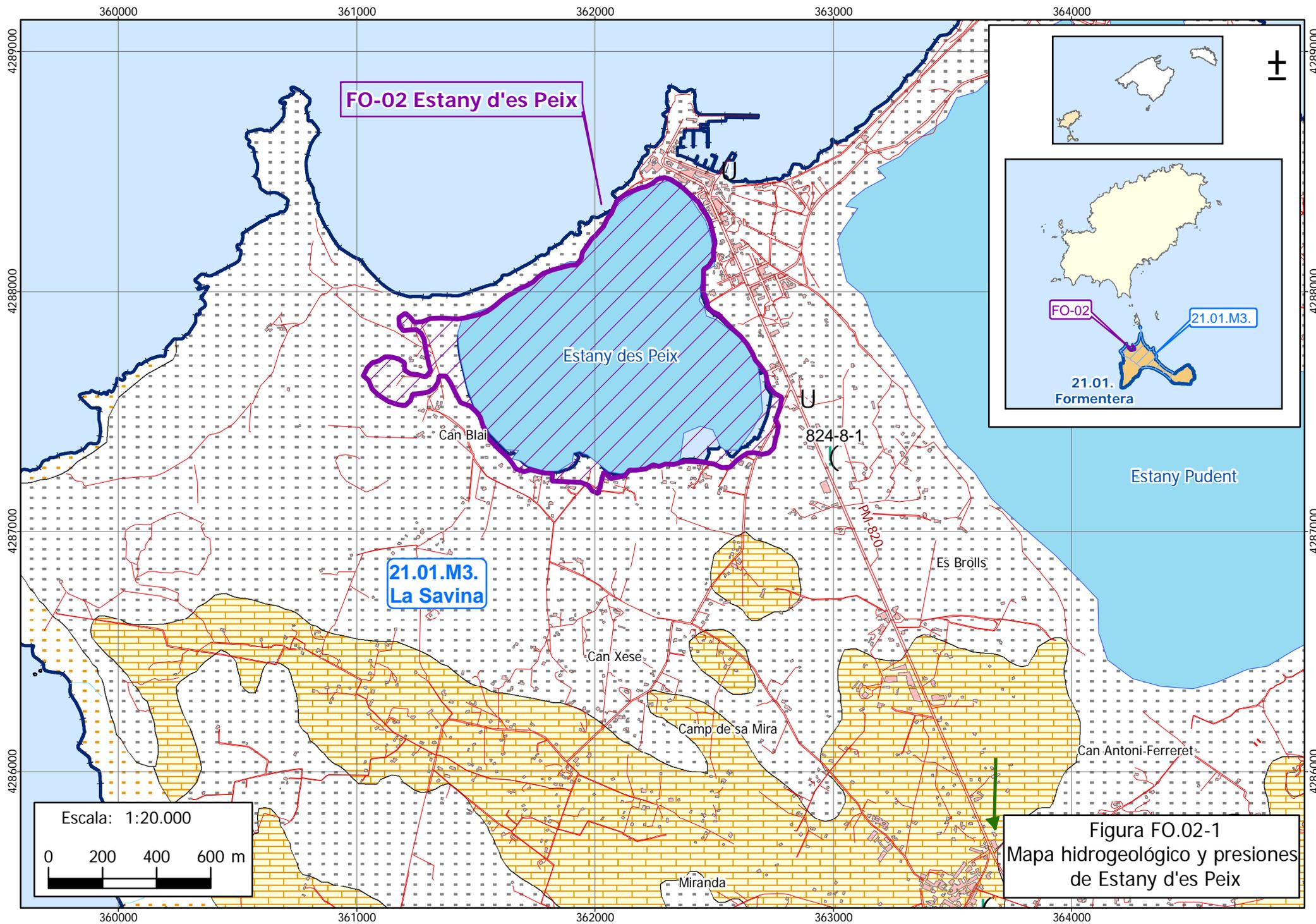


Figura FO.02-1
 Mapa hidrogeològic i pressions
 de Estany d'es Peix

FO-02 - 3. ACUÍFEROS Y PARÁMETROS HIDRÁULICOS DEL HUMEDAL DE ESTANY DES PEIX

En la zona estudiada se han localizado dos acuíferos conectados hidráulicamente entre sí: uno cuaternario, constituido por arenas más o menos consolidadas, y otro formado por las calcarenitas miocenas.

- Acuífero cuaternario: Este acuífero está formado por los sedimentos cuaternarios, limos, margas y arenas. Se trata de un acuífero régimen libre, cuyo espesor no supera los 20 m. Estos materiales tienen un coeficiente de almacenamiento de 0.1.
- Acuífero mioceno: Es un acuífero formado básicamente por calizas y calcarenitas más o menos recristalizadas, con un coeficiente de almacenamiento de entre 0.02 y 0.05.

El conjunto de los dos acuíferos (cuaternario más mioceno) puede llegar a tener más de 100 metros y una transmisividad del orden de 1000 m²/día.

En la figura FO.02-1 se presenta el mapa hidrogeológico para la zona del humedal de Estany des Peix y alrededores.

FO-02 - 4. INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA Y PIEZOMETRÍA DEL HUMEDAL DE ESTANY DES PEIX

Se han inventariado una serie de captaciones en las zonas que circundan las lagunas de Estany Pudent y Estany des Peix, en el alto en donde se ubican las poblaciones de St Francesc Xavier y St. Ferran. El total de pozos inventariados ha sido de 17, cuya situación se puede ver en la figura FO.02-2. Sus características se resumen en la tabla FO.02-1.

Nº	Tipo	Profundidad (m)	Cota (m)	Nivel del agua (m)	Cota del nivel (m)	Acuífero
1	Excavado	3'5	3	2'93	0'07	Cuaternario
2	Excavado	22	20	-	-	Mioceno
3	Excavado	12	11	-	-	Mioceno
4	Excavado	8'5	7	-	-	Mioceno
5	Excavado	7	6'6	6'22	0'38	Mioceno

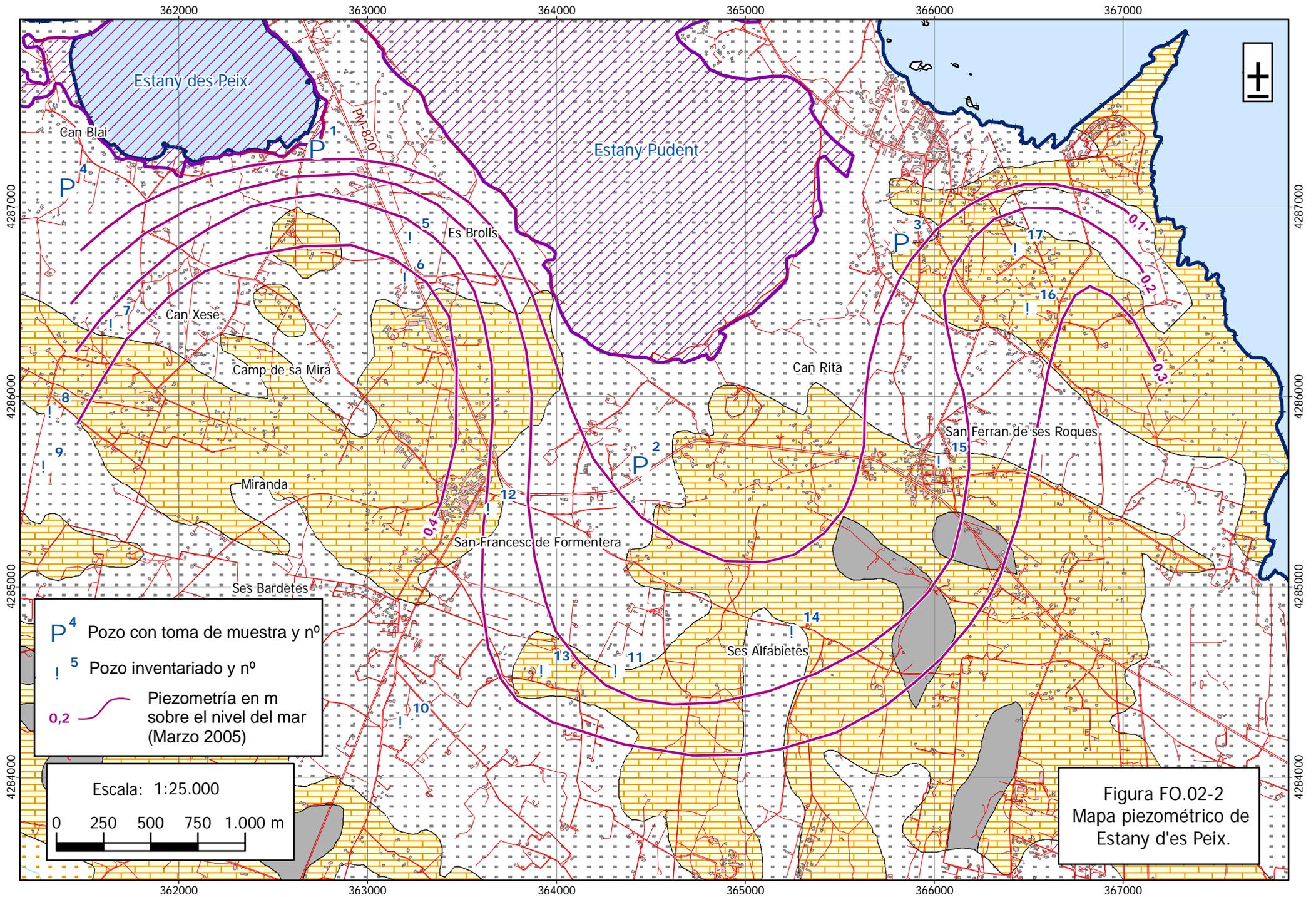
Nº	Tipo	Profundidad (m)	Cota (m)	Nivel del agua (m)	Cota del nivel (m)	Acuífero
6	Excavado	-	25'38	25'15	0'23	Mioceno
7	Excavado	33	31'24	29'51	1'73	Mioceno
8	Excavado	-	51'74	51'40	0'34	Mioceno
9	Excavado	-	45'48	-	-	Mioceno
10	Excavado	46		44.20	-	Mioceno
11	Excavado	-	25'38	25'15	0'23	Mioceno
12	Excavado	29	27'59	27'30	0'29	Mioceno
13	Excavado	31'30	30'48	30'24	0'24	Mioceno
14	Excavado	20	18'68	18'49	0'19	Mioceno
15	Excavado	-	31'80	30'5	-1'30?	Mioceno
16	Excavado	-	31'84	31'60	0'24	Mioceno
17	Excavado	22	20'93	20'66	0'27	Mioceno

Tabla FO.0 2-1. Inventario de puntos de agua de Estany des Peix

En general se trata de pozos de no mucha profundidad y de un diámetro aproximado de 1 m, excavados justo hasta encontrar el nivel freático, y que se ubican en los materiales miocenos (calcarenitas y calizas), en la zona elevada de St Francesc. En cambio, en la zona cercana a las lagunas, los pozos están excavados en los depósitos cuaternarios.

El uso que se hace de las captaciones es para el regadío de pequeños huertos y para uso doméstico en general, pero no para el consumo humano. Algunos de los pozos están abandonados sin uso alguno.

En la figura FO.02-2 se representan los puntos inventariados, y el trazado de las isopiezas correspondiente a la campaña de marzo de 2005. La dirección de flujo en esta zona es hacia el norte y hacia la costa.



P⁴ Pozo con toma de muestra y nº
P⁵ Pozo inventariado y nº
 Piezometría en m sobre el nivel del mar (Marzo 2005)

Escala: 1:25.000
 0 250 500 750 1.000 m

Figura FO.02-2
 Mapa piezométrico de Estany d'es Peix.

FO-02 - 5. HIDROQUÍMICA DEL HUMEDAL DE ESTANY DES PEIX

Para ayudar a determinar el funcionamiento hidráulico de la zona húmeda, es importante conocer tanto la calidad del agua de la charca, como la caracterización de la calidad química del agua del acuífero. Para ello, se han recogido 2 muestras de agua subterránea de pozos circundantes. En todos ellos se han analizado parámetros físico-químicos (conductividad, pH) y constituyentes mayoritarios (HCO_3^- , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- , Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ y K^+). En el Anexo FO.02-1 se adjuntan los resultados de los análisis, de los que se desprenden las siguientes observaciones:

- El agua del acuífero es de calidad deficiente, con concentraciones de ión cloruro de entre 2000 mg/l y 3500 mg/l. Esto nos señala la influencia de la intrusión marina debido probablemente al descenso del nivel freático que se sitúa muy próximo a cota cero.
- La muestras nº 1 presenta una alta concentración de nitratos. Esta contaminación podría ser debida a la presencia de fosas sépticas.

Para la caracterización hidroquímica general de la zona húmeda FO-02 Estany des Peix se han realizado una serie de diagramas (Piper, Schöeller-Berkaloff y Stiff) que permiten visualizar las características que presentan las aguas superficiales y subterráneas analizadas.

En la figura FO.02-3 se incluyen los gráficos realizados. En dicha figura se puede observar de forma integrada la información que aporta cada tipo de diagrama, así como la distribución espacial de las muestras analizadas en relación con las facies hidroquímicas existentes y con la salinidad del agua, puesto que el tamaño del diagrama de Stiff permite apreciar con rapidez la mineralización del agua analizada.

- Atendiendo al anión predominante, en el diagrama de Piper se observa que la composición de las aguas analizadas es de carácter clorurado. En cuanto a los cationes, todas las muestras presentan una composición sódica.
- En el diagrama de Schöeller-Berkaloff se observa que las muestras analizadas tienen un comportamiento hidroquímico similar, con salinidades elevadas y relaciones $r\text{Na}/r\text{Cl}$ próximas a 1, reflejando en mayor o menor medida la influencia de los procesos de intrusión marina.
- Por último, para estudiar la distribución espacial que presentan las aguas analizadas, se ha elaborado un mapa hidroquímico de la zona de estudio. En el mapa se representa como información de base las distintas formaciones cartografiadas. Además, se han situado los puntos de aguas superficiales y subterráneas muestreados y los resultados analíticos

obtenidos en cada una de las muestras de agua, asociando a cada punto de agua el diagrama de Stiff correspondiente.

La forma del diagrama de Stiff resultante da idea del tipo de agua y su tamaño permite apreciar con rapidez el grado de salinidad que presenta la muestra analizada. Se ha utilizado la misma escala para todos los puntos (máximo 125 meq/l).

En el mapa hidroquímico se observan la similitud composicional de las aguas analizadas, tanto en lo que se refiere a la salinidad, como a las facies hidroquímicas reflejadas. Este hecho responde, por un lado, a la procedencia de las aguas muestreadas, y por otra, a los efectos modificadores que afectan a la composición del agua (procesos de intrusión marina).

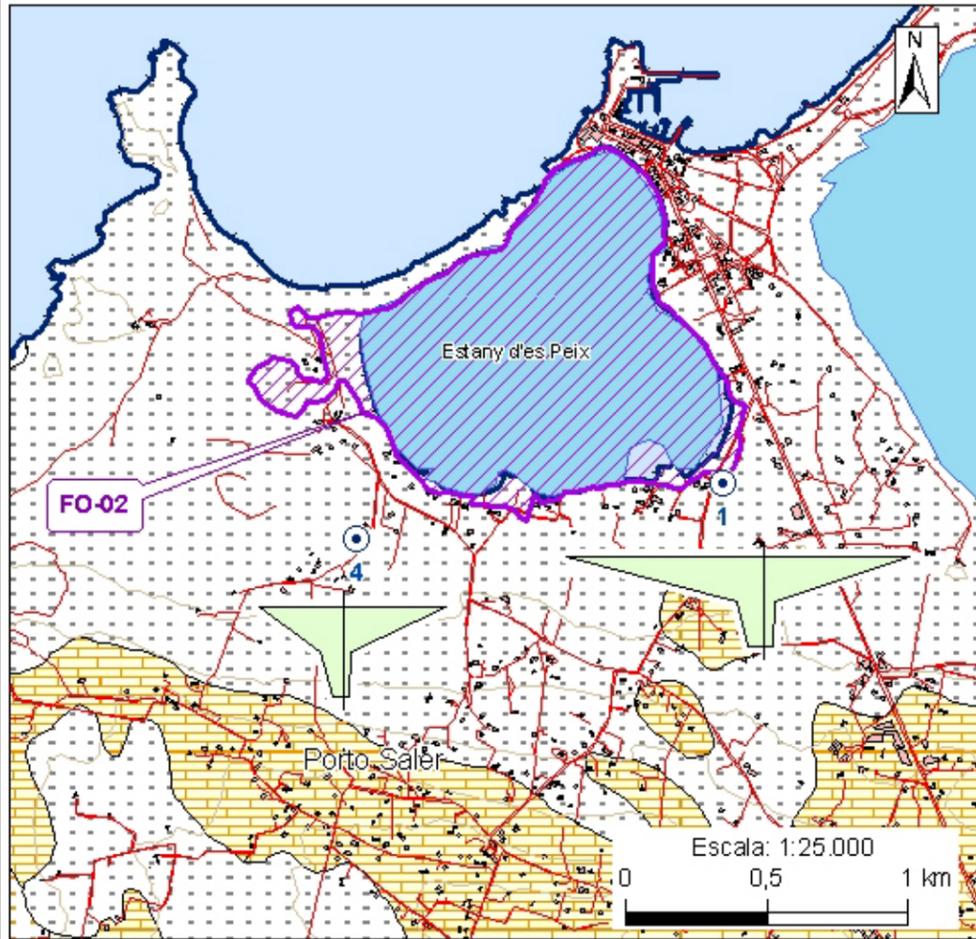
FO-02 - 6. FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO DEL HUMEDAL DE ESTANY DES PEIX

El acuífero en el que se encuentra el humedal se recarga por infiltración del agua de lluvia caída sobre los afloramientos. La descarga se produce de forma natural hacia el mar en forma de flujo subterráneo a través de los materiales miocenos y/o cuaternarios. También se descarga de forma artificial por los bombeos de los pozos que lo explotan.

El funcionamiento hidráulico de este acuífero está directamente relacionado con las épocas húmedas o más lluviosas, aunque el nivel freático sufre pocas oscilaciones debido a la alta transmisividad del acuífero. Es también por este motivo que el gradiente del flujo es muy bajo (0,5 %).

La dirección general del flujo subterráneo varía según en la zona de la isla en donde nos encontremos, pero siempre será desde el centro de la isla, en las zonas de recarga, de forma radial hacia el mar, aunque pueden haber distorsiones locales dependiendo de los bombeos.

La zona húmeda de Estany des Peix no tiene el comportamiento típico de otras zonas húmedas de las Islas Baleares. No se trata de lagunas de agua salobre que se forman cerca del mar cuando el nivel freático corta el nivel topográfico, sino que se trata directamente de agua de mar, con un cordón de dunas que no cierra totalmente la laguna.



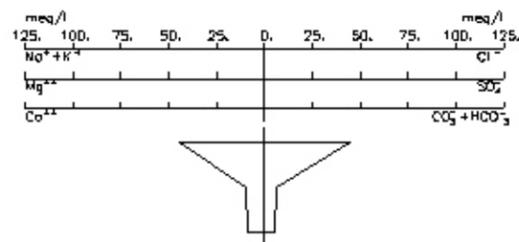
● Muestra de agua subterránea

▨ Humedal

Facies hidroquímicas

■ Cloruradas sódicas

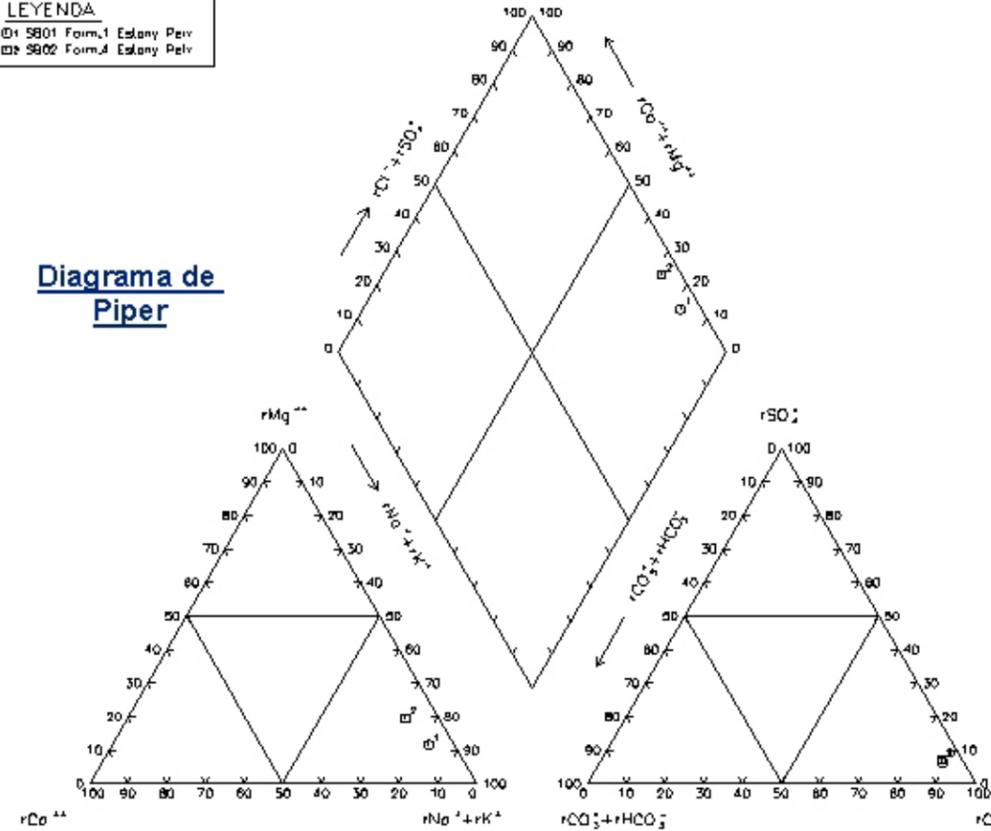
Diagrama de Stiff modificado



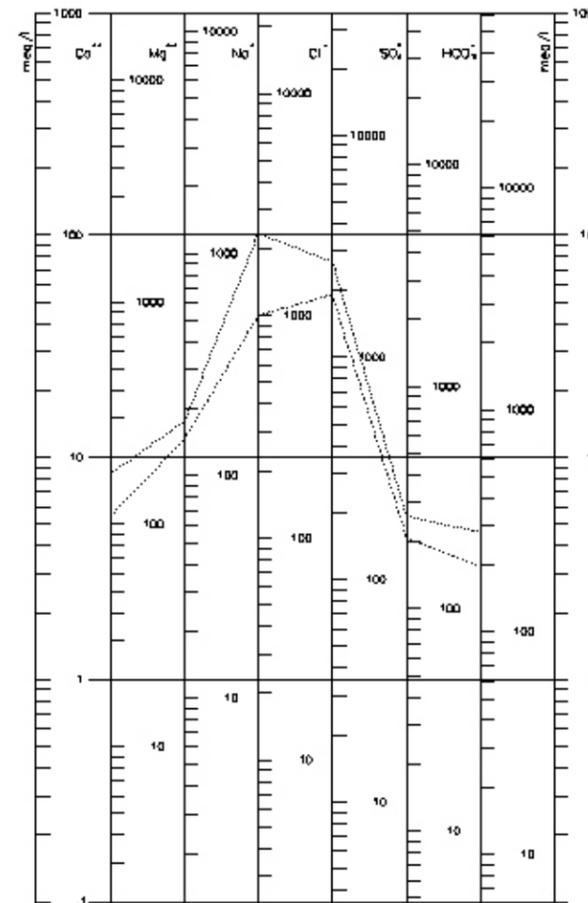
Estany des Peix FO-02

LEYENDA
 ○ S801 Form.1 Estany Peix
 □ S802 Form.4 Estany Peix

Diagrama de Piper

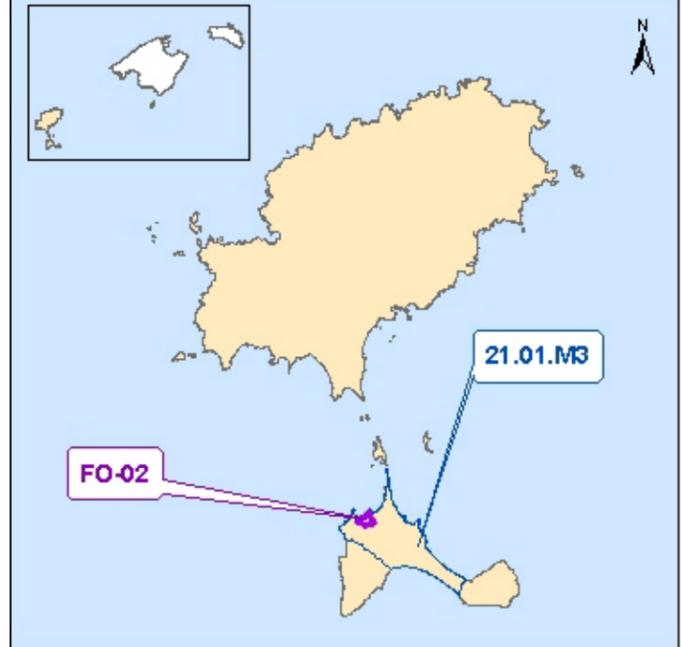


Estany des Peix FO-02



LEYENDA
 S801 Form.1 Estany Peix
 S802 Form.4 Estany Peix

Diagrama de Schöeller-Berkaloff



FORMENTERA

U.H. 21.01. Formentera

MAS: 21.01.M3. La Savina

Figura FO.02-3
 Caracterización hidroquímica
 del humedal FO-02

Estany d'es Peix

FO-02 - 7. IDENTIFICACIÓN DE LAS PRESIONES SOBRE EL HUMEDAL DE ESTANY DES PEIX

De acuerdo a la Directiva Marco del Agua (DMA), y teniendo en cuenta que el humedal de Estany des Peix está considerado Zona Protegida por su designación como humedal Ramsar y Lugar de Interés Comunitario (LIC), han de identificarse las presiones que pueden afectarle. Dentro de los tipos de presiones definidas en el Anexo II de la DMA, el humedal de Estany des Peix pueden verse afectadas por las siguientes:

- Fuentes de contaminación puntual: gasolineras, vertidos urbanos y actividades turísticas en general.
- Fuentes de contaminación difusa: agricultura
- Pozos para abastecimiento.

En la figura FO.02-1 están representadas estas presiones (ver leyenda del mapa en el Anexo 2 de la Memoria General).



ANEXO FO.02-1.

ANÁLISIS HIDROQUÍMICOS DEL HUMEDAL DE ESTANY DES PEIX

INFORME DE ANALISIS

Página Nº: 1

NUMERO DE ANALISIS: 068290
 NOMBRE DEL CLIENTE: EPTISA SERV. DE INGENIERIA S.A
 DOMICILIO: C/ARAPILES,14
 LOCALIDAD: MADRID
 TELEFONO: 91 7581160

DATOS DE LA MUESTRA

LUGAR DE TOMA DE MUESTRA: EN EL LABORATORIO
 TIPO DE MUESTRA: FORMENTERA 4 ESTANY PEIX F.22/03/05
 FECHA DE RECOGIDA: 23/03/05 FECHA DE RECEPCION: 23/03/05
 FECHA INICIAL DE ANALISIS: 23/03/05 FECHA FINAL DE ANALISIS: 04/04/05

RESULTADO DEL ANALISIS

PARAMETROS ANALIZADOS	VALOR ANALISIS	MARGEN TOLERADO
PH	8.03 (*)	6.5-9.5 (*)
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	5760 µS/cm (*)	2500 µS/cm (*)
AMONIO	<0.05 mg/l (*)	0.5 mg/l (*)
NITRITOS	<0.05 mg/l	0.1/0.5RED mg/l
NITRATOS	40.6 mg/l	50 mg/l
CLORUROS	1914.3 mg/l (*)	250 mg/l (*)
SULFATOS	209.4 mg/l (*)	250 mg/l (*)
BICARBONATOS	195.2 mg/l (*)	-- mg/l (*)
DUREZA TOTAL	870mg/l CO3Ca (*)	- mg/l CO3Ca (*)
CALCIO	108.2 mg/l Ca(*)	-- mg/l Ca(*)
MAGNESIO	146.3 mg/l Mg(*)	-- mg/l Mg(*)
SODIO	1000.4 mg/l Na (*)	200 mg/l Na (*)
POTASIO	29.4 mg/l K(*)	-- mg/l K(*)
(*) PARAMETROS INDICADORES	--	--



INFORME DE ANALISIS

Página N°: 2

NUMERO DE ANALISIS: 068290
NOMBRE DEL CLIENTE: EPTISA SERV. DE INGENIERIA S.A
DOMICILIO: C/ARAPILES,14
LOCALIDAD: MADRID
TELEFONO: 91 7581160

DATOS DE LA MUESTRA

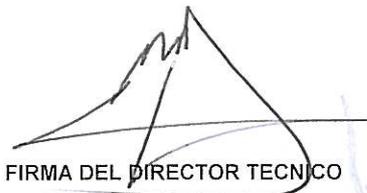
LUGAR DE TOMA DE MUESTRA: EN EL LABORATORIO
TIPO DE MUESTRA: FORMENTERA 4 ESTANY PEIX F.22/03/05
FECHA DE RECOGIDA: 23/03/05 FECHA DE RECEPCION: 23/03/05
FECHA INICIAL DE ANALISIS: 23/03/05 FECHA FINAL DE ANALISIS: 04/04/05

BASE DE LA CATALOGACION:

R.D. 140/2003

NOTA:

NTK:0.7 ppm



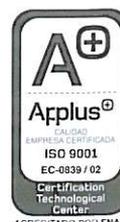
FIRMA DEL DIRECTOR TECNICO



FIRMA DEL TECNICO DE LABORATORIO

Palma a 04/04/05

NOTA: El anterior dictamen solo da fe de la muestra recogida y analizada.
Prohibida la reproducción parcial de este informe sin el consentimiento por escrito del laboratorio



INFORME DE ANALISIS

Página Nº: 1

NUMERO DE ANALISIS: 068287
 NOMBRE DEL CLIENTE: EPTISA SERV. DE INGENIERIA S.A
 DOMICILIO: C/ARAPILES,14
 LOCALIDAD: MADRID
 TELEFONO: 91 7581160

DATOS DE LA MUESTRA

LUGAR DE TOMA DE MUESTRA: EN EL LABORATORIO
 TIPO DE MUESTRA: FORMENTERA 1 ESTANY PEIX F.22/03/05
 FECHA DE RECOGIDA: 23/03/05 FECHA DE RECEPCION: 23/03/05
 FECHA INICIAL DE ANALISIS: 23/03/05 FECHA FINAL DE ANALISIS: 04/04/05

RESULTADO DEL ANALISIS

PARAMETROS ANALIZADOS	VALOR ANALISIS	MARGEN TOLERADO
PH	8.02 (*)	6.5-9.5 (*)
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	8030 µS/cm (*)	2500 µS/cm (*)
AMONIO	<0.05 mg/l (*)	0.5 mg/l (*)
NITRITOS	<0.05 mg/l	0.1/0.5RED mg/l
NITRATOS	28.3 mg/l	50 mg/l
CLORUROS	2694.2 mg/l (*)	250 mg/l (*)
SULFATOS	261.0 mg/l (*)	250 mg/l (*)
BICARBONATOS	280.6 mg/l (*)	-- mg/l (*)
DUREZA TOTAL	1140mg/l CO3Ca (*)	- mg/l CO3Ca (*)
CALCIO	168.3 mg/l Ca(*)	-- mg/l Ca(*)
MAGNESIO	175.5 mg/l Mg(*)	-- mg/l Mg(*)
SODIO	2344.5 mg/l Na (*)	200 mg/l Na (*)
POTASIO	47.7 mg/l K(*)	-- mg/l K(*)
(*) PARAMETROS INDICADORES	--	--



INFORME DE ANALISIS

Página N°: 2

NUMERO DE ANALISIS: 068287
NOMBRE DEL CLIENTE: EPTISA SERV. DE INGENIERIA S.A
DOMICILIO: C/ARAPILES,14
LOCALIDAD: MADRID
TELEFONO: 91 7581160

DATOS DE LA MUESTRA

LUGAR DE TOMA DE MUESTRA: EN EL LABORATORIO
TIPO DE MUESTRA: FORMENTERA 1 ESTANY PEIX F.22/03/05
FECHA DE RECOGIDA: 23/03/05 FECHA DE RECEPCION: 23/03/05
FECHA INICIAL DE ANALISIS: 23/03/05 FECHA FINAL DE ANALISIS: 04/04/05

BASE DE LA CATALOGACION:

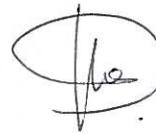
R.D. 140/2003

NOTA:

NTK:0.7 ppm



FIRMA DEL DIRECTOR TÉCNICO
Palma a 04/04/05



FIRMA DEL TECNICO DE LABORATORIO

NOTA: El anterior dictamen solo da fe de la muestra recogida y analizada.
Prohibida la reproducción parcial de este informe sin el consentimiento por escrito del laboratorio





FO.03 SALINAS DE FORMENTERA

FO-03 - 1. INTRODUCCIÓN A LAS SALINAS DE FORMENTERA

Las Salinas de Formentera (código FO03) están situadas en el municipio de Sant Francesc Xavier, al norte de la isla de Formentera, y presentan una extensión de 48.7 ha según el último “Inventari revisat de les zones humides de la CAIB” (1997, revisado en 2002). Es una antigua llanura litoral salobre, separada del mar por diversos cordones dunares y transformada en salinas desde, como mínimo, la época árabe. La explotación de las salinas acabó en 1983, y se bombea agua de Estany Pudent a las salinas para el mantenimiento de las zonas inundadas.

Las salinas de Formentera se encuentran moderadamente alteradas. Presenta las siguientes figuras de protección: Parque Natural junto con las salinas de Eivissa, Zona Ramsar, ANEI Fo1, y ZEPA y LIC (código ES0000084) de la Red Natura 2000.

FO-03 - 2. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS GENERALES DE LAS SALINAS DE FORMENTERA

Las salinas de Formentera se encuentran en la punta mas septentrional de la isla de Formentera. Hidrogeológicamente está comprendida en la Unidad Hidrogeológica 21.01 - Formentera (Plan Hidrológico de las Islas Baleares. 1999), y a la masa de agua 21.01-M3 La Savina (Figura FO.03-1).

Los materiales que se localizan en la zona de estudio (adaptado del Plan Hidrológico de las Islas Baleares y de la cartografía del IGME) son los siguientes:

- Cuaternario: Está constituido por limos, arcillas, margas, arenas y gravas de playa, así como calcarenitas eólicas en la costa. Su espesor no sobrepasa en este sector los 10 m, aflorando fundamentalmente en forma de relleno en las zonas más deprimidas.
- Mioceno superior (Messiniense): Se trata de materiales postorogénicos no afectados por la deformación del Mioceno inferior, formados por calizas y calcarenitas subhorizontales, que afloran básicamente en las zonas más elevadas y forman el sustrato rocoso de la isla.

FO-03 - 3. ACUÍFEROS Y PARÁMETROS HIDRÁULICOS DEL HUMEDAL DE LAS SALINAS DE FORMENTERA

En la zona estudiada se han localizado dos acuíferos conectados hidráulicamente entre sí; uno cuaternario, conformado por arenas más o menos consolidadas y uno formado por las calcarenitas miocenas.

- Acuífero cuaternario: Este acuífero está formado por los sedimentos cuaternarios, limos, margas y arenas. Se trata de un acuífero régimen libre, cuyo espesor no supera los 20 m. Estos materiales tienen un coeficiente de almacenamiento de 0.1.
- Acuífero mioceno: Es un acuífero formado básicamente por calizas y calcarenitas más o menos recristalizadas, con un coeficiente de almacenamiento de entre 0.02 y 0.05.

El conjunto de los dos acuíferos (cuaternario más mioceno) puede llegar a tener más de 100 metros y una transmisividad del orden de 1000 m²/día.

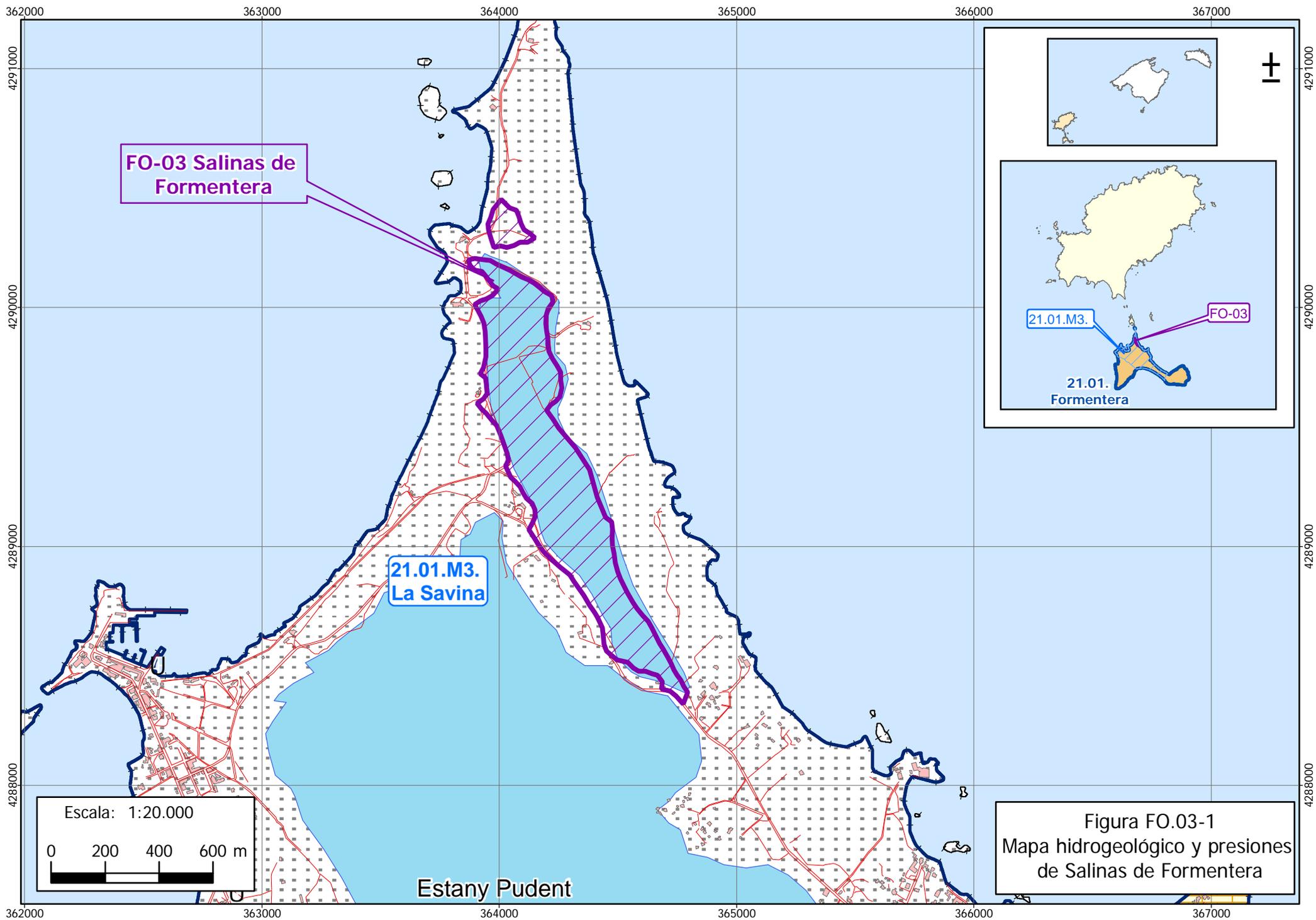
En la figura FO.03-1 se presenta el mapa hidrogeológico para la zona de las salinas de Formentera y alrededores.

FO-03 - 4. FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO DE LAS SALINAS DE FORMENTERA

El acuífero se recarga por infiltración del agua de lluvia caída sobre los afloramientos. La descarga se produce de forma natural hacia el mar en forma de flujo subterráneo a través de los materiales miocenos y/o cuaternarios. También se descarga de forma artificial por los bombeos de los pozos que lo explotan.

El funcionamiento hidráulico de este acuífero está directamente relacionado con las épocas húmedas o más lluviosas, aunque el nivel freático sufre pocas oscilaciones debido a la alta transmisividad del acuífero. Es también por este motivo que el gradiente del flujo es muy bajo (0,5 %)

La dirección general del flujo subterráneo varía según en la zona de la isla en donde nos encontremos, pero siempre será desde el centro de la isla, en las zonas de recarga, de forma radial hacia el mar, aunque pueden haber distorsiones locales dependiendo de los bombeos



FO-03 Salinas de Formentera

21.01.M3. La Savina

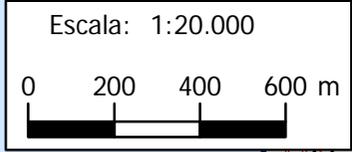
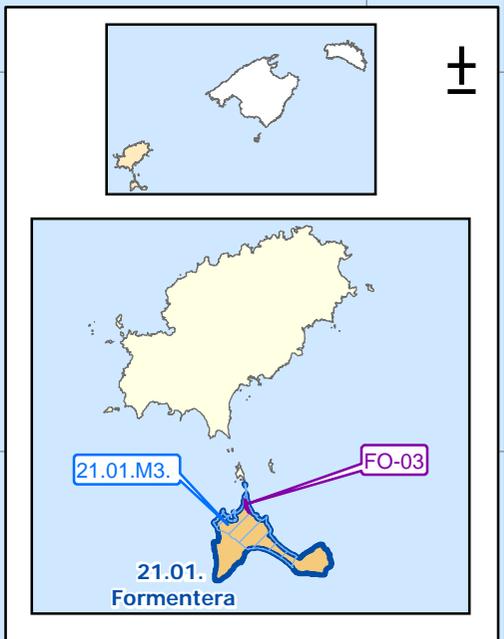


Figura FO.03-1
Mapa hidrogeológico y presiones de Salinas de Formentera

Estany Pudent

FO-03 - 5. IDENTIFICACIÓN DE LAS PRESIONES SOBRE LAS SALINAS DE FORMENTERA

De acuerdo a la Directiva Marco del Agua (DMA), y teniendo en cuenta que las salinas de Formentera están consideradas Zona Protegida por su designación como humedal Ramsar y Lugar de Interés Comunitario (LIC), han de identificarse las presiones que pueden afectarles. Dentro de los tipos de presiones definidas en el Anexo II de la DMA, las salinas de Formentera pueden verse afectadas por las siguientes:

- Fuentes de contaminación puntual: actividades turísticas.