

**ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO  
DE IBIZA Y FORMENTERA**

**INYPSA-ITGE**

## **1.- ENCUADRE DE LA ZONA.**

### **MARCO GEOGRAFICO.**

El archipiélago balear emerge en el mar Mediterráneo occidental, en la prolongación NE de las Cordilleras Béticas. Desde el punto de vista geográfico pueden considerarse dos grupos de islas: uno oriental formado por Mallorca y Menorca como principales y otro occidental o grupo de las pitiusas que comprende las islas de Eivissa y Formentera y los pequeños islotes intermedios. Este grupo es el más meridional.

La isla de Eivissa se encuentra situada entre las coordenadas 30º 07' - 38º 49' de latitud y 1º 10'3 - 1º 39' de longitud, en el Mar Mediterráneo, entre el Cabo de la Nao (provincia de Alicante) y Mallorca. Tiene una extensión aproximada de 572 km<sup>2</sup> de superficie, con una longitud máxima de 41 km, una anchura máxima de 21 km y con una longitud de costa de 210 km.

Presenta un relieve moderado, con una zona montañosa al Noroeste, con alturas de 200-300 m.s.n.m., una depresión central llana y un conjunto de sierras en el suroeste donde se localizan las altitudes máximas de la isla (Sa Talaissa de Sant José, 475 m.s.n.m.). En general toda la costa noroccidental está constituida por abruptos acantilados mientras que al sur éstos alternan con zonas deprimidas que terminan en extensas playas. La zona central es deprimida y llana, con una pequeña elevación a la altura de San Rafael, que separa las llanuras aluviales de Eivissa y Sant Antoni, donde se ubican las poblaciones más importantes de la isla.

La isla de Formentera, situada al sur de Eivissa, y con la que está enlazada por un rosario de islotes presenta una morfología bastante llana, con dos elevaciones situadas una en el dominio occidental, Puig de Guillem con 107 m., y otra en su dominio oriental, La Mola con 202 m. Es de forma alargada y sus dos extremos, están unidos mediante una estrecha franja de 1,5 km de anchura y 7 km de longitud, con una superficie total de 82 km<sup>2</sup> y una longitud de costa de 69 km. Las cotas del terreno están comprendidas en general entre 50 y 80 m.

## MARCO SOCIO-ECONOMICO.

Desde el punto de vista administrativo, Eivissa y Formentera se incluyen en la Comunidad Autónoma Balear. Eivissa comprende cinco términos municipales: Sant Joan de Labritja, Sant Antoni de Portmany, Eivissa, Santa Eularia del Riu y San Jose.

La población de derecho de la Comunidad Balear, a 1 de Julio de 1995, es de 787.984.

La población de Eivissa representa el 10,7% de la población total del archipiélago Balear, pasando de 34.500 habitantes en 1960 a 84.373 hab. en 1995. Este incremento es debido en gran parte al "boom" turístico de los años 60.

| EVOLUCION DE LA POBLACION DE DERECHO EN EIVISSA |        |        |        |        |        |        |
|-------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1960                                            | 1970   | 1975   | 1984   | 1986   | 1991   | 1995   |
| 34.502                                          | 42.456 | 48.315 | 61.000 | 67.109 | 76.547 | 84.373 |

El crecimiento de la población en esta isla se ha producido de manera muy dispersa produciéndose corrientes migratorias hacia los núcleos más turísticos.

La población de derecho desagregada por términos municipales es la siguiente:

| Término Municipal         | Superficie (km <sup>2</sup> ) | hab. (1995) |
|---------------------------|-------------------------------|-------------|
| 1 Sant Joan de Labritja   | 120                           | 3.735       |
| 2 Sant Antoni de Portmany | 127                           | 15.029      |
| 3 Santa Eularia del Rio   | 154                           | 18.955      |
| 4 Eivissa                 | 11                            | 36.610      |
| 5 Sant Josep de Sa Talaia | 160                           | 12.044      |
| TOTAL                     | 572                           | 84.373      |

| Término Municipal | Superficie (km <sup>2</sup> ) | hab. (1995) |
|-------------------|-------------------------------|-------------|
| Formentera        | 84                            | 5.435       |

Fuente: Instituto Nacional de Estadística

La densidad media de la población en 1995 es de 147 habitantes por km<sup>2</sup>, siendo los municipios con mayor densidad de población en la isla de Eivissa: Eivissa con 3.328 hab/km<sup>2</sup>, Sant Antoni de Portmany con 118 hab/km<sup>2</sup> y Santa Eularia con 123 hab/km<sup>2</sup>. En la isla de Formentera la población se reparte por toda la isla siendo San Francisco Javier y La Sabina (Puerto) los núcleos urbanos más importantes. Su densidad es de 64 hab/km<sup>2</sup>.

Esta población se vé incrementada en gran manera en los meses de Junio, Julio, Agosto y Septiembre debido al boom turístico como ya se ha mencionado, llegando a completar la totalidad de plazas hoteleras de la isla de Eivissa.

La principal actividad económica se centra en el sector terciario, subsector turismo que presenta un alto porcentaje en el producto interior bruto.

El sector secundario, agrícola, carece de significado económico, como consecuencia de la limitación de recursos hidráulicos. En Eivissa se encuentra en regadío alrededor de unas 2.000 ha. En la isla de Formentera la agricultura es prácticamente inexistente.



En la Isla la superficie de regadíos apenas alcanza las 2.000 ha., no tiene ninguna superficie destinada a prados y pastizales y el grado de Intensidad de secano dedicado a cultivos herbáceos es bajo, un 29% del total de la superficie agraria útil.

Respecto a la ganadería es la avícola (gallinas), ovina y porcina las más importante y la caprina y bovina en menor medida.

En cuanto a la industria, sólo cabe decir que no existe prácticamente en la isla. Unicamente se puede considerar pequeñas embotelladoras y destilerías, relacionadas con el sector agrario y alimenticio. La mayor industria corresponde a la Central Térmica que abastece de electricidad a toda la isla.



## **2.- CLIMATOLOGIA E HIDROGEOLOGIA SUPERFICIAL**

### **CLIMATOLOGIA.**

#### **\* Temperatura.**

El clima de las islas es de tipo mediterráneo, cuyas temperaturas extremas se ven modificadas y atenuadas por la brisa marina. La temperatura media de 17°C, la máxima es de 35°C y la mínimas de 0°C.

La temperatura media del mes más frío (enero) es superior a los 10°C y la del mes más cálido (agosto) alcanza los 25°C.

Los datos de temperatura, al igual que los de precipitación y evapotranspiración corresponden a dos estaciones, la estación B-954 (Eivissa-Aeropuerto), y la estación B-958 (Eivissa Central Térmica).

#### **\* Pluviometría.**

La precipitación media anual en Eivissa es del orden de los 475 mm. con variaciones interanuales muy importantes y coeficientes de irregularidad superiores a 6.

Las diferencias de precipitación entre años secos y húmedos son muy acusadas.

La media del trienio seco es del orden de 1024,4 mm, mientras que la del trienio húmedo es de 1669,9 mm. El trienio medio es del orden de 1313 mm. En general enero, mayo y julio son los meses que presentan menor volumen de lluvias, con 0 mm de precipitación mínima mientras que los valores máximos se dan en los meses de octubre y noviembre.

La evapotranspiración potencial es alta del orden de 897 mm para Eivissa según el método de Thornthwaite. Sin embargo, la de septiembre a abril supera poco la lluvia media de idéntico período y alcanza los 395 mm.

La evapotranspiración real o media para el período comprendido entre 1973 y 1985 es del orden del 80% de las precipitaciones. Estos parámetros varían desde el 60% de la pluviometría hasta el 110 %, para una capacidad de retención del suelo de 25 mm.

Dada la influencia del mar, la humedad relativa es elevada y se mantiene prácticamente constante a lo largo de todo el año, con valores en torno al 70%.

En Formentera, los valores pluviométricos varían respecto a los indicados anteriormente. Así, en esta isla, la media anual pluviométrica es de 380 mm, 20 mm menos que en la isla de Eivissa manteniéndose prácticamente similares el resto de los parámetros climáticos.

Por otro lado, tanto Formentera como Eivissa reciben la influencia de la masa de aire tropical del Sahara, lo que repercute en su menor pluviosidad.

### **HIDROLOGIA SUPERFICIAL.**

En la isla de Eivissa no se puede hablar de ningún curso permanente de agua debido al reducido tamaño de las cuencas hidrográficas, de la irregularidad de las precipitaciones y de las características hidrogeológicas del terreno.

El drenaje superficial se realiza a través de pequeños cauces, torrentes y rieras de escasa cuenca, que no permiten pensar en la realización de obras de superficie importantes para su regulación.

El régimen de los torrentes de Eivissa es irregular y aunque no hay estaciones de aforo para comprobar sus caudales, éstos permanecen secos la mayor parte del año, y sólo aportan cierto caudal, a veces de hasta varios metros cúbicos por segundo, cuando de forma intermitente se producen precipitaciones con intensidad variable o aquellos que reciben aportaciones de manantiales directamente.

En la isla de Eivissa, las cuencas fluviales más importantes son las definidas por los cursos fluviales denominados: Buscatell, San Miguel y Santa Eularia. Este último y su cuenca es el curso de agua superficial más importante de la isla.

El torrente Buscatell recibe el agua de un manantial que ha sido aforado y da caudales de 20 l/s en invierno y 5 l/s en verano. El agua de esta fuente se infiltra totalmente en invierno, al alcanzar el acuífero cuaternario de Sant Antoni.

El torrente de San Miguel recibe las aportaciones de un acuífero cuaternario colgado y, dado su corto recorrido, lleva estas aportaciones al mar aunque son utilizadas en verano para regadío.

El torrente de Santa Eularia es, con mucha diferencia, el curso de agua más importante de Eivissa. Desafortunadamente no hay ninguna estación de aforos en él.

La superficie de la cuenca del torrente Santa Eularia es de 96,8 km<sup>2</sup>. Sus características geológicas nos muestra un típico caso de interrelación aguas superficiales-aguas subterráneas.

El nacimiento se efectúa por fuentes en el cuaternario y después buena parte del cauce discurre en una vega cuaternaria con abundante regadío, observándose una clara interdependencia entre el caudal del río y los bombeos con las consiguientes variaciones del nivel piezométrico.

En Formentera no existe tampoco ningún curso fluvial permanente, sólo en las zonas occidentales en donde, intercalado entre las calizas, existe un nivel de carácter más arcilloso, donde se define algún torrente de carácter intermitente como el denominado Cala Sahona.

En consecuencia, no es de extrañar, que las aguas subterráneas constituyan entre el 95 y el 100 % de los recursos hídricos que permiten la satisfacción de la demanda de las islas.



### 3.- GEOLOGIA.

En conjunto, las Islas Baleares se sitúan sobre un umbral submarino que ha sido denominado como "Promontorio Balear", umbral que mide unos 400 km de longitud, con una anchura superior a 100 km. El promontorio está dividido en tres partes por dos depresiones transversales: al SO, la porción correspondiente a la plataforma continental de la Península, en el centro, la correspondiente a las Pitiusas y al NE, la que envuelve a Mallorca y Menorca.

Todos los autores que han trabajado en esta isla, están de acuerdo en encajar geológicamente esta región dentro de las Cordilleras Béticas, considerando a la isla como prolongación hacia el este de esta compleja cordillera.

El encuadre de la isla de Eivissa dentro de los distintos dominios paleogeográficos y tectónicos que han sido definidos en las Cordilleras Béticas es muy problemático, dependiendo su asignación a uno u otro dominio paleogeográfico según el autor que realiza esta clasificación, incluso llegando a variar los límites de estos dominios, para un mismo autor con el paso del tiempo.

Los materiales mas antiguos aflorantes en la isla de Eivissa corresponden al Triásico medio, sin registro alguno de restos paleozoicos o del Triásico inferior. La serie estratigráfica de la región se caracteriza por una práctica continuidad de la serie mesozoica, sobre la que se disponen materiales del Mioceno inferior y medio, con una importante laguna estratigráfica que abarca el Paleógeno y parte del Mioceno inferior; tanto los sedimentos mesozoicos como los miocenos albergan manifestaciones ígneas de escasa entidad. Una nueva ausencia de registro afecta al Mioceno superior-Plioceno, apreciándose, por último, una gran variedad de formas y un importante desarrollo superficial del Cuaternario.

En una primera aproximación, los materiales aflorantes pueden agruparse en tres conjuntos, cuya importancia, tanto en la historia de la región como por su representación superficial, resulta extremadamente variable.

Los sedimentos mesozoicos, constituyentes fundamentales de la cobertura de la región y condicionantes de la estructura de la misma. Han sufrido diversas etapas de deformación cuyo resultado es el desarrollo de cabalgamientos desplazados hacia el NO, acompañados de apretados pliegues tumbados, vergentes en el mismo sentido.

El Triásico comienza con una serie calcárea-dolomítica en facies "Muschelkalk", con unos 250 m. de espesor que continua con un conjunto arcillosos-yesífero en facies "Keuper".

El Jurásico se encuentra representado por un conjunto de rocas carbonatadas con intercalaciones de margas en menor proporción y cuyo espesor llega a alcanzar unos pocos centenares de metros.

Los niveles basales jurásicos, Lias, están constituidos por un conjunto de dolomías muy cristalinas generalmente gruesas que se encuentran normalmente afectadas por un intenso proceso de carstificación.

Hacia techo este conjunto pasa a una serie calcárea rítmica con un nivel de margas en el muro de escaso espesor que no llegan a aislar el acuífero inferior jurásico. Este conjunto está comprendido entre el Oxfordiense y el Tithónico y está constituido por una alternancia rítmica de calizas, margas y margocalizas.

A partir del Kimmeridgiense terminal (Portlandiense) y durante todo el Cretácico inferior comienza a esbozarse un surco en la plataforma carbonatada formada durante el Jurásico inferior, diferenciándose, un dominio interno, localizado al SE, relleno con materiales margosos y margo-



calcáreos en facies de cuenca (Serie de Ibiza); un dominio intermedio en el que el Portlandiense-Berriasiense está constituido por calizas de plataforma, mientras que el Valanginiense-Albiense continúa rellenándose con materiales margosos en facies de cuenca (Serie de San Jose) y un dominio externo en el que además de las calizas y dolomías del Portlandiense-Berriasiense presenta en el Aptiense facies calcáreas dolomitizas de plataforma (Serie de Eubarca).

Respecto al Cretácico superior, aflora en facies carbonatadas sin diferenciación aparente dentro de las distintas series sedimentarias señaladas.

Dentro del Neógeno se diferencian depósitos preorogénicos y postorogénicos. Los materiales preorogénicos, con una edad Burdigaliense-Langhiense, están implicados en las estructuras de corrimiento y plegamiento correspondientes a la última etapa de deformación alpina. Se pueden diferenciar dos grupos litoestratigráficos según el origen de los mismos.

En el sector occidental de la isla afloran materiales detríticos constituidos por conglomerados calcáreos, margas y calcarenitas, de carácter marino con pasadas salobres. En el sector oriental se puede observar una formación de carácter netamente olistrotrómico constituida litológicamente por arcillas con bloques, formada como consecuencia de la fase diastrófica paroxismal. Esta fase tectónica, provoca la dilaceración, despegue y corrimiento gravitacional de los materiales calcodolomíticos del triásico, jurásico y cretácico sobre los niveles plásticos del Keuper, que se introducen en las cuencas precedentes de los bordes tectónicos activos.

El mioceno posttectónico sólo aflora en la costa norte y en Formentera, con facies fundamentalmente arrecifales.

Los depósitos cuaternarios, de naturaleza muy variada, distribuidos de forma irregular, configuran en ocasiones afloramientos de gran extensión y potencia.

Respecto a los procesos tectónicos que afectan a estas islas, Eivissa puede considerarse constituida por el apilamiento de una serie de láminas cabalgantes de SE a NO, estructuradas en amplios pliegues volcados, con algunos de sus flancos intensamente laminados.

Se distingue tres grandes unidades cabalgantes emplazadas durante la tectogénesis alpina, que en la región tendría máxima intensidad durante el mioceno medio. Dichas unidades cabalgantes coinciden parcialmente con las definidas por Rangheard (1971). De nooreste a sureste son:

- \* Unidad de Aubarca: representada por varias subunidades. En principio, puede considerarse el autóctono relativo en la isla, estando integrada por los materiales mesozoicos, especialmente del Cretácico inferior y Miocenos, con importantes recubrimientos cuaternarios que dificultan notablemente la correlación entre las posibles subunidades diferenciables.

- \* Unidad de Llentrisca-Rey: Cabalga sobre los depósitos miocenos y cretácicos de la Unidad de Aubarca, con un trazado evidente en su sector suroccidental, pero que resulta difuso al alcanzar los depósitos cuaternarios que circundan la bahía de San Antonio. Hacia el SO está constituida por materiales mesozoicos variados y miocenos, configurando una banda estrecha, pero hacia el NE, su superficie de afloramiento se amplía de forma considerable, llegando a predominar, con mucho, los asomos triásicos y miocenos. Es la unidad más compleja.

- \* Unidad de Eivissa: es la más elevada del edificio estructural. Aflora extensamente por todo el sector meridional, estando constituida por sedimentos jurásicos y cretácicos que

cabalgan sobre los depósitos miocenos de la unidad de Llentisca-Rey. Esta unidad configura amplios sinclinatorios volcados en el que los materiales del Cretácico inferior, que constituyen su núcleo, generalmente aculto bajo un extenso recubrimiento de sedimentos cuaternarios. Estos sinclinatorios enlazan tanto hacia el norte como hacia el sur con anticlinorios complejos cuyos núcleos corresponden a materiales jurásicos.

#### ESQUEMA ESTRUCTURAL Y SEDIMENTARIO.



#### **4.- HIDROGEOLOGIA.**

##### **4.1 INTRODUCCION.**

Las islas de Eivissa y Formentera se encuentran incluidas dentro de las Unidades Hidrogeológicas 20 y 21 respectivamente definidas por el ITGE y el MOPU en el "Estudio de delimitación de las unidades hidrogeológicas del territorio peninsular e islas baleares y síntesis de sus características". La primera de ellas, Eivissa, comprende seis unidades que se las ha denominado: 20.01 San Miguel-Costa Norte, 20.02 San Antonio, 20.03 Santa Eularia, 20.04 San Carlos, 20.05 San Jose y 20.06 Eivissa; mientras que Formentera sólo comprende una la 21.01 Formentera.

Durante la realización del Mapa hidrogeológico 1:100.000 de las islas de Eivissa y Formentera, así como durante la realización de las hojas geológicas 1:25.000 de las mismas se ha podido observar una gran complejidad estructural y sedimentaria que parece indicar un comportamiento hidrogeológico distinto al considerado tradicionalmente al definir las unidades anteriormente descritas. Esto nos ha llevado a la delimitación de ocho nuevas zonas en la isla de Eivissa y Formentera definidas bajo criterios tectónicos, geológicos e hidrogeológicos, que permiten explicar de una forma más coherente el funcionamiento hidrogeológico de las islas. Dichas zonas presentan unas características hidrogeológicas concretas y sus límites han sido definidos fundamentalmente siguiendo las principales líneas tectónicas existentes en las islas. Dichas líneas tectónicas nos ponen en contacto materiales permeables calcáreos mesozoicos con materiales impermeables terciarios que constituyen a grandes rasgos los límites de los principales acuíferos existentes.

En general, por sus características litológicas, las zonas diferenciadas responden a dos tipos de acuíferos: acuíferos detríticos cuaternarios y acuíferos calizo-dolomíticos que en conjunto totalizan una superficie de afloramiento de unos 400 km<sup>2</sup> que constituye su superficie de recarga.

Las ocho nuevas zonas definidas son las siguientes:

- A. Zona de San Juan.
- B. Zona de San Miguel-Santa Ines.
- C. Zona de San Antonio.
- D. Zona de Cala Vadella.
- E. Zona de San Carlos.
- F. Zona de San Rafael.
- G. Zona de Eivissa.
- H. Zona de Formentera.

Dichas zonas serán descritas en el apartado siguiente, describiendo sus características hidrogeológica indicando a su vez a que unidades hidrogeológicas engloba según la clasificación "oficial". Toda la bibliografía consultada, así como los distintos estudios realizados hasta la actualidad hacen referencia a estas unidades por lo que es obligado hacer mención de dichas unidades durante la descripción de las zonas.

FIGURA CON U.H. Y ZONAS

##### **4.2 CARACTERISTICAS GENERALES. FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLOGICO.**

La isla de Eivissa presenta una gran heterogeneidad litológica, con materiales cuyas edades se encuentran comprendidas desde el Triásico hasta el Cuaternario. La isla de Formentera, por el contrario presenta una gran homogeneidad litológica constituida por materiales del Terciario superior y Cuaternario. (Figura)



Los materiales mesozoicos constituyen acuíferos fundamentalmente carbonatados, mientras que los formados por materiales terciarios y cuaternarios son fundamentalmente detríticos, aunque su funcionamiento hidrogeológico, en algunos sectores, es similar a los calcáreos mesozoicos debido a la naturaleza de los clastos y su posterior cementación.

En Formentera, sin embargo, existe un gran acuífero carbonatado incluido dentro del Terciario superior que condiciona las características hidrogeológicas de esta isla.

Como ya se ha indicado anteriormente, en las islas de Eivissa y Formentera se han definido ocho zonas hidrogeológicas que describiremos a continuación.

#### A. ZONA DE SAN JUAN.

Esta Zona está limitada tanto al norte como al este por el mar Mediterráneo, al oeste por un accidente poco definido marcado por un corredor de materiales margosos miocenos y hacia el sur por una Unidad Olistostrómica.

Esta Zona engloba la parte norte de la U.H. 20.04 San Carlos a la altura de la cala de Sant Viçens y la parte este de la U.H. 20.01 San Miguel-Costa Norte desde la cala de Benirras hacia el este.

En ésta se han definido tres acuíferos, uno inferior y más importante constituido por materiales mesozoicos, en concreto por calizas y dolomías jurásicas y cretácicas delimitadas por los sedimentos margosos del Cretácico inferior en la Serie de Eivissa y por los sedimentos margosos del Mioceno inferior; el acuífero intermedio, mucho más reducido tanto en extensión como en potencia, formado por materiales calcáreos miocenos y por último el acuífero superior cuaternario constituidos por depósitos de origen aluvial y depósitos de ladera fundamentalmente.

Todos estos acuíferos se encuentran relacionados hidráulicamente con excepción de los posibles acuíferos calcáreos-detríticos incluidos en el mioceno inferior medio.

Desde el punto de vista litológico, el **acuífero inferior mesozoico**, en el sector septentrional, está formado de muro a techo por materiales dolomíticos del Lías, calizas tableadas del Kimmeridgiense y calizas y dolomías del Tithónico-Valanginiense. El límite inferior impermeable está constituido por las arcillas y yesos del Triásico superior en facies Keuper y el límite superior por las margas del Mioceno inferior-medio.

Tectónicamente, éste sector septentrional, está constituido por dos escamas principales con un nivel de materiales margosos miocenos impermeables. A grandes rasgos los materiales acuíferos de estas escamas están en contacto en varios puntos formando un sólo acuífero, no obstante, es posible que existan algunos niveles colgados debido a la compartimentación tectónica existente independizados por las margas del Mioceno inferior, como puede observarse en Venda de Martar, en donde se aprecia un acuífero constituido por las dolomías del Lías aisladas por los materiales margosos impermeables del Mioceno inferior-medio.

El sector meridional de este acuífero inferior mesozoico está constituido por un gran retazo del cabalgamiento de la unidad tectónica de Eivissa sobre la unidad tectónica de Llentrisca-Rey. Entre estas dos unidades tectónicas existe un nivel impermeable formado por las margas del Mioceno inferior medio, y por las margas del Cretácico inferior de la Unidad tectónica de Eivissa. Como en el caso anterior, el acuífero jurásico incluido en la Unidad de Eivissa, está en contacto en algunas zonas con el acuífero infrayacente, constituido por la Unidad de Llentrisca-Rey, formando por tanto un acuífero único aunque puede estar compartimentado a favor de fracturas de desplazamiento vertical y por los límites impermeables antes definidos.



El espesor de este acuífero es variable, entre 300 y 500 m, según las distintas unidades tectónicas. Su extensión total es aproximadamente de 64 km<sup>2</sup>, de los que el 60 % pertenecen a este acuífero.

Se trata de un acuífero libre aunque puede presentar cierto grado de confinamiento aquellas zonas que se encuentren recubiertas por materiales margosos del Terciario y del Cretácico inferior de muy baja permeabilidad. Esta permeabilidad es secundaria por fisuración y cárstificación.

La recarga se realiza fundamentalmente por infiltración directa del agua de lluvia y la descarga se produce a través de manantiales, localizados en las zonas próximas a la costa y a favor de las líneas tectónicas más importantes, vertiendo directamente al mar, a los materiales cuaternarios que constituyen los depósitos aluviales de los torrentes de Labritja y San Viçens y a los depósitos de ladera de la Sierra Grosa y Sierra de San Viçens.

El flujo subterráneo es radial hacia los sectores de descarga. Los valores medios de transmisividad son altos oscilando entre 200 y 5.000 m<sup>2</sup>/día, su caudal específico varía entre 2-50 l/s/m y el coeficiente de almacenamiento es de un 1%.

El **acuífero intermedio mioceno** es un acuífero multicapa constituido por niveles de calcarenitas y conglomerados incluidos dentro de una gran masa margosa prácticamente impermeable que constituye el límite superior del acuífero mesozoico. Estos niveles de conglomerados y calcarenitas presentan una porosidad intergranular, que funcionan en régimen de confinamiento-semiconfinamiento según su disposición dentro de la matriz margosa. En general los niveles piezométricos corresponden a niveles colgados locales.

Los depósitos calcáreos del Mioceno superior afloran únicamente en el sector de Portinata dando lugar a un acuífero poco importante debido a su extensión y su proximidad al mar.

La recarga se produce por infiltración directa del agua de lluvia, por aportes laterales del acuífero calcáreo y por goteo vertical de los niveles superiores. La descarga se produce principalmente hacia los acuíferos cuaternarios.

Los **acuíferos cuaternarios** están constituidos por: depósitos de origen fluvial y depósitos de ladera.

Los depósitos de origen fluvial se encuentran a lo largo del torrente de Labritja, del torrente San Viçens y de Venda de Xarroca. Se trata de acuíferos libres formados por los materiales detríticos propios de los cursos fluviales, actualmente sin agua. La recarga se produce fundamentalmente por los aportes laterales de otros acuíferos en conexión hidráulica con el cuaternario, fundamentalmente del acuífero mesozoico, y por los torrentes cuando llevan agua. Sus parámetros hidráulicos son muy variables, entre 10 y 5.000 m<sup>2</sup>/día, dependiendo de la granulometría y cantidad de matriz existente.

El acuífero cuaternario constituido por los depósitos de ladera de la Sierra Grosa y Sierra de Viçens presentan una transmisividad de menor entidad debido a la mezcla de materiales que se producen en este tipo de depósito. La recarga se produce por los aportes laterales del acuífero mesozoico y del acuífero cuaternario del torrente de Labritja.

## **B. ZONA DE SAN MIGUEL-SANTA INES.**

Esta Zona limita hacia el norte y el oeste con el mar Mediterráneo, hacia el este con la Zona de San Juan, cuyo límite como se ha indicado está definido por un accidente profundo y



muy marcado que pone en contacto esta Zona de San Juan con depósitos margosos impermeables del Mioceno inferior-medio. Hacia el sur limita con la Zona de San Rafael, constituida por materiales margosos del Mioceno inferior medio que confinan éste acuífero y con la Zona de San Antonio. Tiene una extensión aproximada de unos 120 km<sup>2</sup>.

Esta nueva Zona comprende la U.H. 20.01 San Miguel-Costa Norte en su parte más occidental, la parte norte de la U.H. 20.02 San Antonio y 20.03 Santa Eularia.

Está constituida por dos unidades tectónicas separadas por depósitos conglomeráticos y margosos. Estas unidades tectónicas son la Unidad de Aubarca y la Unidad de Llentrisca-Rey constituidas por materiales calcáreos del Triásico, Jurásico, Cretácico y Mioceno que conforman los acuíferos principales de la zona.

El **acuífero mesozoico** está formado por las dolomías y calizas del Jurásico y las calizas y dolomías del Cretácico. En algunos sectores las dolomías del Muschelkalk (Triásico) puede dar lugar a pequeños acuíferos de interés local.

En general, estos acuíferos se encuentran relacionados y comunicados entre si, aunque en algunos sectores podemos encontrar niveles piezométricos locales colgados, difícilmente correlacionables con los de otras zonas. Esto es debido a las variaciones litológicas existentes así como al acuñamiento de los niveles calcáreos que se produce hacia el SE de la zona. A esto hay que añadir la intensa tectónica que se ha producido compartimentando este acuífero en otros más pequeños.

La Unidad Tectónica de Aubarca esta constituida por calizas arrecifales (calizas Urgonianas) con los tramos basales dolomitizados y constituye un acuífero homogéneo aunque existen algunas intercalaciones margosas que puede dar lugar a algún nivel piezométrico colgado. La Unidad Tectónica de Llentrisca-Rey está constituida fundamentalmente por dolomías y calizas del Jurásico. Entre estas unidades tectónicas encontramos conglomerados del Mioceno inferior-medio fundamentalmente. La base del cabalgamiento producido entre estas unidades son los materiales arcillo-yesífero del Triásico superior en facies Keuper.

Este acuífero mesozoico es el principal de los que componen la zona. Su potencia puede llegar a alcanzar los 200 m. Su permeabilidad viene dada por los procesos de carstificación y de fracturación a los que se ha visto sometida. Los valores medios de transmisividad son altos, oscilan entre 200-5.000 m<sup>2</sup>/día, los caudales específicos son del orden de 2-50 l/s/m y el coeficiente de almacenamiento de un 1%.

Como se puede apreciar la complejidad tectónica así como las variaciones litológicas existentes dificultan la definición y delimitación de los acuíferos de la zona.

La recarga del acuífero mesozoico se produce directamente por agua de lluvia, fundamentalmente a través de las dolinas que definen el sistema cárstico desarrollado en el acuífero calco-dolomítico. La descarga de estos acuíferos se produce hacia los acuíferos cuaternarios de Santa Eularia y San Miguel y por bombeos.

Los **acuíferos terciarios** están constituidos por materiales detríticos permeables incluidos en las margas del Mioceno inferior medio. En el sector occidental de la Zona estos materiales detríticos permeables son dominantes sobre los materiales margosos impermeables, los cuales prevalecen en el sector oriental.

Estos niveles detríticos están comunicados con el acuífero mesozoico de la Unidad Tectónica de Aubarca y constituyen el sustrato con los niveles mesozoicos de la Unidad Tectónica de Llentrisca-Rey que constituye la unidad cabalgante.



Estos niveles detríticos definen un acuífero multicapa con una porosidad intergranular que depende del grado de cimentación. Cuando estos materiales han sufrido una diagénesis importante confiriéndoles a los niveles detríticos una cementación calcárea también importante, estos materiales llegan a transformarse de forma que posteriormente pueden llegar a fisurarse y carstificarse comportándose como un acuífero calcáreo.

Los **acuíferos cuaternarios** están constituido por los aluviales del río Santa Eulalia y el Torrente de San Miguel.

El acuífero cuaternario de Santa Eulalia, está formado por los depósitos aluviales del río Santa Eulalia de gran permeabilidad y por los depósitos de ladera con menor permeabilidad que los depósitos anteriores debido a su mayor porcentaje de finos. Ambos depósitos están formados por materiales detríticos, gravas, cantos y limos fundamentalmente cuya potencia no supera los 15 m.

Este acuífero se encuentra interrelacionado con los descritos anteriormente, fundamentalmente los calcáreos mesozoicos, oscilando los niveles piezométricos y el caudal del río, según sean los bombeos y la recarga anual.

El acuífero del torrente de San Miguel, está constituido por materiales detríticos del aluvial y por los depósitos de ladera. Este curso fluvial es el más importante de los que desaguan en la costa norte, correspondiendo a la zona de mayor pluviometría de la isla con 500 mm.

Distribuidos por toda la zona existen numerosos torrentes de pequeño tamaño cuyos aluviales así como los aportes de ladera asociados constituyen acuíferos pequeños de interés local.

En general encontramos acuíferos libres aunque en algunas zonas pueden llegar a ser semiconfinado o confinados constituyendo el límite impermeable las margas del Cretácico inferior y del Mioceno inferior medio. La intensa fracturación tectónica a la que se ha visto sometida la zona ha dado lugar a la formación de acuíferos aislados determinando numerosos niveles piezométricos colgados.

### **C. ZONA DE SAN ANTONIO.**

Esta Zona se sitúa en la parte occidental de la isla, rodeando a la población de San Antonio. Está formada por un único acuífero constituido por los materiales cuaternarios que forman la plana de San Antonio. Su límite septentrional está definido por la aparición de los acuíferos calcáreos-dolomíticos mesozoicos de la Zona de San Miguel-Santa Inés. El límite oriental y meridional con la Zona de San Rafael está definido por los materiales margosos del Mioceno inferior medio y el límite occidental, con la Zona de Cala Vadella, es más impreciso y está definido por el menor desarrollo de los depósitos cuaternarios. Su extensión aproximada es de unos 27 km<sup>2</sup>.

Respecto a las Unidades Hidrogeológicas que comprende esta Zona vemos que está englobada dentro de la 20.02 San Antonio aunque sólo la parte sur de la misma.

Litológicamente este acuífero está formado por materiales detríticos limo-arenosos con esporádicos niveles de gravas y arenas de distinta granulometría. Así los materiales con mayor permeabilidad son los formados por granulometría mayores y los más seleccionados, entre ellos tenemos todos los de origen fluvial como los aluviales y terrazas, constituidos por gravas, arenas y arcillas. Los depósitos de calizas y conglomerados relacionados con depósitos dunares y de playas levantadas también presentan una alta permeabilidad. Los depósitos de ladera, constituidos por bloques, arenas, limos y arcillas, son menos permeables que los anteriores, dependiendo el



grado de permeabilidad de las mismas del contenido en arcillas y de la selección de los depósitos. Por último los sedimentos cuaternarios que presentan una menor permeabilidad, son los limos y arcilla de la albufera que presentan mayor extensión en San Antonio.

El espesor de éstos sedimentos cuaternarios es pequeño, entre 10-25 m. La transmisividad es muy variable en función de la cantidad de arcilla existentes, pero como valor medio se tiene unos  $100 \text{ m}^2/\text{día}$  aunque puede llegar a alcanzar los  $1.000 \text{ m}^2/\text{día}$ . Los caudales específicos varían entre 0,1 y  $10 \text{ l/s/m}$ .

Se trata de un acuífero libre cuyo límite inferior impermeable lo constituye los materiales margosos del Mioceno inferior medio de la Zona de San Rafael.

La recarga de ésta Zona se realiza por infiltración directa de agua de lluvia, unos  $2-5 \text{ hm}^3/\text{año}$ , así como por la descarga de los acuíferos mesozoicos de la Zona de San Miguel-Santa Inés que se encuentra en contacto con los depósitos cuaternarios. En menor medida también se produce una recarga lateral de los acuíferos cuaternarios de las Zonas de San Rafael y de Cala Vadella. La descarga se produce por los bombeos, unos  $8 \text{ hm}^3/\text{año}$  y hacia el mar.

Hay que destacar que esta Zona se encuentra sobreexplotada debido a los intensos bombeos que se producen en la misma produciéndose una intensa intrusión marina que afecta a toda la costa.

#### **D. ZONA DE CALA VADELLA.**

Esta Zona se encuentra situada en el extremo más occidental de la isla de Eivissa. Presenta una extensión aproximada de unos  $37 \text{ km}^2$  y está limitada hacia el norte y el oeste por el mar Mediterráneo; hacia el este limita con la Zona de San Antonio cuyo límite viene dado por la mayor profusión de los niveles cuaternarios que caracterizan la Zona de San Antonio, mientras que hacia el sur limita con la Zona de Eivissa cuyo límite viene dado por el cabalgamiento de la Unidad Tectónica de Eivissa sobre la Unidad Tectónica de Llentrisca-Rey.

Esta nueva Zona está incluida en la Unidad Hidrogeológica 20.05 San Jose aunque no coincide sus límites con los de la unidad.

Se caracteriza por presentar una gran variedad litológica y por lo tanto de acuíferos y una intensa tectonización que compartimenta los mismos, así la característica principal es la de presentar pequeños acuíferos de distintas litologías desconectados unos de otros dando lugar a una gran heterogeneidad piezométrica.

En esta Zona podemos encontrar acuíferos constituidos por dolomías del Triásico en facies Muschelkalk, por dolomías y calizas jurásicas, calizas y dolomías del Cretácico, materiales detríticos del Mioceno inferior-medio y materiales detríticos del Cuaternario. No obstante a pesar de esta gran heterogeneidad litológica, esta Zona presenta escaso interés hidrogeológico debido a la gran compartimentación que ha sufrido por la tectónica dando lugar a numerosos acuíferos con niveles colgados de interés local como ya se indicó.

Los **acuíferos jurásicos** afloran con mayor extensión en el sector septentrional de ésta Zona, estando constituido por las dolomías del Lías y las calizas del Kimmeridgiense formando pequeños acuíferos aislados.

Los **acuíferos cretácicos** los constituyen los materiales calco-dolomíticos del Aptiense en facies Urgonianas que determinan el acuífero más importante de ésta Zona. El espesor medio de este acuífero es variable aunque puede alcanzar un espesor de 250 m.



Los parámetros hidráulicos de estos acuíferos son altos, mayores en los niveles dolomíticos al encontrarse más carstificadas. Son acuíferos libres o confinados dependiendo del sector. El límite inferior impermeable está constituido por las margas del Cretácico inferior y se encuentra confinado por las margas del Mioceno inferior medio.

La recarga se realiza fundamentalmente por el agua de lluvia ( $2,5-3 \text{ hm}^3/\text{año}$ ) y por los aportes de los acuíferos colaterales y la descarga se produce por los bombeos realizados en la Zona, por las descargas directas hacia los acuíferos colaterales situados más bajos topográficamente, principalmente los depósitos cuaternarios y hacia el mar.

El **acuífero cuaternario** superficial de esta zona es de pequeña extensión y está constituido fundamentalmente por depósitos de ladera con materiales tipo limos, arenas, y gravas con una potencia de unos 15 m. Se trata de acuíferos libres cuya permeabilidad es algo menor que las de otras Zonas al incorporar más elementos arcillosos que limitan su permeabilidad.

#### **E. ZONA DE SAN CARLOS.**

Esta Zona ocupa el extremo NE de la isla de Eivissa. Está limitada al norte por la Zona de San Juan definido por el límite entre la Unidad Olistostrómica y el cabalgamiento de la Unidad de Eivissa sobre la de Llentrisca-Rey, hacia el oeste por la aparición de los materiales margosos miocenos que coincide con el arroyo de Labritja, hacia el sur por el cabalgamiento de la Unidad Tectónica de Eivissa y hacia el este por el mar Mediterráneo. Presenta una superficie aproximada de  $48 \text{ km}^2$ .

Respecto a las unidades que engloba esta nueva Zona tenemos la U.H. 20.04 San Carlos y el sector este de la U.H. 20.03 Santa Eularia.

Se trata de una Zona muy complicada a nivel estratigráfico. Litológicamente está constituida por una Unidad Olistostrómica formada por arcillas de naturaleza impermeable y por bloques de distinta entidad fundamentalmente de naturaleza calcáreo-dolomítico. En esta Zona se pueden diferenciar tres acuíferos que de techo a muro serían: un acuífero formado por materiales cuaternarios, seguido de un acuífero constituido por los bloques de la Unidad Olistostrómica y uno inferior, a muro de esta Unidad, formado por las calcarenitas del Mioceno.

El acuífero de la **Unidad Olistostrómica** está formado por bloques de distinto tamaño, llegando en ocasiones a poseer dimensiones kilométricas, de materiales dolomíticos. Esta disposición en bloques da lugar a acuíferos semiconfinados con grandes variaciones piezométricas de unos bloques a otros. Su potencia es muy difícil de calcular presentando grandes variaciones de una zona a otra.

La recarga se efectúa por infiltración directa del agua de lluvia, unos  $0,5 \text{ hm}^3/\text{año}$ , por aportes laterales de los acuíferos cuaternarios, fundamentalmente los depósitos aluviales del Torrent de Labritja que en esta zona se comporta como perdedor y por los depósitos de ladera situados al norte de la Zona. La descarga se realiza por los bombeos principalmente (unos  $5,5 \text{ hm}^3/\text{año}$ ) y por salidas directas al mar.

Por debajo de esta Unidad se localiza otro acuífero formado por los materiales del **Mioceno inferior** y por el techo del acuífero mesozoico calcáreo. Este acuífero, de carácter artesiano, no está investigado debido a su gran profundidad que dificulta su explotación. No obstante existen sondeos artesianos en El Figueral, con caudales de  $90 \text{ l/sg}$ , que parece ser que captan dicho acuífero.

La recarga de este acuífero se efectúa por goteo a través de la Unidad Olistostrómica.



Los **acuíferos cuaternarios** están constituidos por los depósitos aluviales del torrente de Labitja, del torrente de Argentera, así como por los sedimentos detríticos de los someros torrentes que labran el relieve de esta zona y por los depósitos de ladera. Su naturaleza es de tipo detrítico, limos arenosos, arenas y gravas. Son acuíferos libres cuya potencia es del orden de los 15 m.

La permeabilidad depende del grado de evolución de dichos depósitos, siendo esta mayor en aquellas zonas de gravas mas limpias de finos. En aquellos sectores donde predominen los depósitos de ladera su permeabilidad será menor al predominar los materiales finos.

La recarga se produce por infiltración del agua de lluvia, 1-2,2 hm<sup>3</sup>/año y por aportaciones laterales fundamentalmente de la Zona de San Juan. La descarga se produce por bombeos, hacia los acuíferos inferiores y directamente al mar

El caudal específico de los pozos que captan este acuífero es del orden de 0,1-1 l/sg/m.

## F. ZONA DE SAN RAFAEL.

Esta nueva Zona limita hacia el norte con la Zona de Santa Ines-San Miguel, cuyo límite está marcado por la aparición de los acuíferos mesozoicos. El límite oriental, con la Zona de San Carlos, está definido por el aluvial del torrente de Labitja. El límite sur, con la Zona de Eivissa, esta definido por el cabalgamiento de la Unidad Tectónica de Eivissa sobre la Unidad Tectónica de Llentrisca-Rey y el límite occidental viene dado por las Zonas de San Antonio y Cala Vadella. El límite con la Zona de San Antonio viene marcado por la aparición de los depósitos cuaternarios mientras que el límite con la Zona de Cala Vadella es más impreciso y está definido por la aparición de varios cabalgamientos con una gran complejidad tectónica. Esta zona abarca una extensión aproximada de unos 110 km<sup>2</sup>.

Respecto a las Unidades Hidrogeológicas esta nueva Zona abarca la U.H. 20.02 San Antonio, 20.03 Santa Eularia, 20.06 Eivissa y en menor medida la U.H. 20.05 San José.

Litológicamente esta Zona está constituida por **sedimentos margosos miocenos**, arcillas arenosas grises o amarillas, con intercalaciones lentejonares de caracter detrítico, generalmente de naturaleza calcárea y muy cementados. Estos niveles dan lugar a un acuífero multicapa de porosidad intergranular variable en función del grado de cementación. Cuando estos materiales han sufrido una diagénesis importante y se produce una cementación calcárea importante pueden llegar a transformarse pudiendo posteriormente fisurarse y carstificarse como si se tratara de un acuífero calcáreo.

Estos materiales constituyen el límite superior poco permeable que confina al acuífero calcáreo de la Zona de San Miguel-Santa Inés y hacia el sur el límite inferior poco permeable de los acuíferos calcáreos mesozoicos de la Zona de Eivissa.

El régimen de funcionamiento será libre, confinado o semiconfinado según sea su posición dentro de la masa margosa. Estos sedimentos margosos presentan un carácter semipermeable y funciona como acuitardo a través de los cuales se recargan por goteo los niveles acuíferos más profundos.

Este acuífero se recarga principalmente por infiltración de agua de lluvia, por los aportes de los acuíferos carbonatados de las zonas de San Miguel-Santa Inés y por los acuíferos cuaternarios suprayacentes, mientras que la descarga se produce principalmente a los aluviales de los cursos fluviales que surcan estos materiales y por el bombeo realizado por los sondeos de la Zona.

Este acuífero detrítico ha sido estudiado en las proximidades de Cala Llonga, por Batlle



et al (1978), definiéndose unas transmisividades para estos sedimentos miocenos conglomeráticos del orden de  $900 \text{ m}^2/\text{día}$  y un coeficiente de almacenamiento de  $3 \cdot 10^{-2}$ . Según este autor el acuífero está incomunicado con el mar por las margas cretácicas por lo que no se produce intrusión marina al bajar el nivel piezométrico. Las entradas estimadas por agua de lluvia para este acuífero es de  $0,8-1,2 \text{ hm}^3/\text{año}$ .

Incluidos en estos materiales podemos encontrar también una serie de bloques sedimentarios de **materiales mesozoicos** que funcionan en régimen confinado y semiconfinados. Sus características hidrogeológicas son similares a la de los acuíferos miocenos aunque la naturaleza calcárea-dolomítica de los lentejones les confiere una mayor transmisividad.

La recarga se produce por infiltración de agua de lluvia,  $1,5-2,5 \text{ hm}^3/\text{año}$  y la descarga es, como en otros acuíferos, por el bombeo producido y por los aportes hacia los aluviales de los cursos fluviales que la surcan.

El **acuífero superficial cuaternario** está constituido por materiales generalmente no consolidados de naturaleza detrítica, variando su permeabilidad según su contenido en finos, así los depósitos aluviales del río Santa Eularia son más permeables que los materiales coluvionares situado al pie de los relieves. No obstante todos ellos constituyen un acuífero único.

Los depósitos aluviales del río Santa Eularia, que constituye el curso fluvial más importante de Eivissa, se recarga directamente por el agua de lluvia ( $2-3,5 \text{ hm}^3/\text{año}$ ) y por aportaciones laterales del resto de los acuíferos, fundamentalmente calcáreos. La descarga se realiza al mar directamente y por los bombeos localizados principalmente en los tramos finales de éste curso fluvial.

## G. ZONA DE EIVISSA.

Esta Zona se localiza en el sector meridional y oriental de la isla de Eivissa. Su límite septentrional, con la Zona de San Rafael, viene dado por el cabalgamiento que pone en contacto la Unidad Tectónica de Eivissa sobre los sedimentos miocenos de la Unidad Tectónica de Llentrisca-Rey. El límite meridional y oriental de esta Zona está constituido por el mar Mediterráneo. Su superficie es aproximadamente de  $166 \text{ km}^2$ .

Respecto a las Unidades Hidrogeológicas que comprende esta nueva Zona tenemos la U.H. 20.06 Eivissa y 20.03 Santa Eularia y dentro de estas el sector sur.

Esta Zona está integrada por tres acuíferos: el inferior constituido por materiales acuíferos Jurásicos calcáreo-dolomítico, uno intermedio formado por calizas del Cretácico superior y el superior formado por depósitos detríticos cuaternarios.

El **acuífero inferior jurásico** está formado por materiales calcodolomíticos estructurados en pliegues con fuerte vergencia hacia el noroeste, dando lugar a sinclinales laxos y anticlinales apretados. Así la sierra de Sa Martana forma parte del anticlinal vergente cabalgando hacia el NO mientras que en los Llanos de San Jorge, bajo los depósitos cuaternarios, existe un sinclinal muy laxo, cuyo eje vergente se situaría en Peña Ratja. Los niveles del Mioceno inferior medio de la Unidad de Llentrisca-Rey que constituye el techo cabalgado por los materiales calcáreo-dolomíticos de la Unidad de Eivissa, constituye el límite superior que confina este acuífero. Estos materiales conforman un acuífero muy interesante con una carstificación y fisuración muy importante.

El sector occidental de este acuífero se encuentra afectado por varias fracturas que compartimentan el acuífero principal dando lugar a tres subacuíferos denominados de Sierra Grossa, de Cara Santa y de Polleu.



El sector oriental de la Zona se encuentra dividido en dos sectores por una fractura de dirección submeridional, el sector oriental constituido por un anticlinal volcado con vergencia hacia el oeste y el sector meridional formado por una serie monoclinas que forma el flanco normal del sinclinal volcado siguiente.

El espesor medio de estos niveles calcáreos es de unos 250 m, con una transmisividad mayor de  $1.000 \text{ m}^2/\text{día}$  y un coeficiente de almacenamiento de 0,01. Sin embargo, al estar en contacto con el mar y debido a su alta transmisividad el nivel estático está muy próximo a cero dificultando su explotación.

Se trata de acuíferos libres, en general, aunque en algunas zonas están confinadas por las margas del Cretácico inferior como ocurre en los Llanos de San Jorge.

La recarga se produce directamente por el agua de lluvia,  $1-3 \text{ hm}^3/\text{año}$  y los aportes laterales de las Zonas que la limitan y las descargas se producen por los bombeos realizados para el abastecimiento urbano,  $4-5 \text{ hm}^3/\text{año}$ , y por las descargas hacia los acuíferos superficiales cuaternarios y al mar directamente.

El Keuper constituye el zócalo impermeable del acuífero inferior jurásico. Lo forma una masa tremendamente tectónica de arcillas de color rojo, delgadas capas calcáreas o carníolas y niveles esporádicos de yesos.

El acuífero intermedio está constituido por las **calizas micríticas del Cretácico superior**. El límite impermeable inferior viene definido por la margas del Cretácico inferior. Su espesor aproximado es de unos 150 m.

En general, constituyen acuíferos libres con permeabilidad alta debido a la carstificación y fisuración que presentan.

Estos materiales afloran en el núcleo de los anticlinales fundamentalmente y su interés hidrogeológico es local ya que suelen definir acuíferos colgados de pequeño espesor.

El acuífero superior está constituido por los **materiales detríticos cuaternarios** cuya litología está constituida por arcillas, limos, arenas y gravas con un espesor medio de unos 20 m. Se trata de un acuífero libre cuyos parámetros hidráulicos, al igual que en los sedimentos cuaternarios de San Antonio, dependen de la cantidad de arcilla que incluye cada tipo de depósito cuaternario. Así los depósitos con mayores transmisividades son los relacionados con los episodios fluviales y los de menor transmisividad los constituidos por limos y arcillas de albufera.

La transmisividad media de estos materiales es del orden de los  $100 \text{ m}^2/\text{día}$  con un rendimiento específico del orden de 0,1-10 l/s/m.

La recarga de este acuífero se realiza por el agua de lluvia ( $3-6 \text{ hm}^3/\text{año}$ ) y desde los acuíferos jurásicos que están más altos topográficamente. La descarga se produce directamente al mar y por los numerosos sondeos que explotan la Zona,  $12 \text{ hm}^3/\text{año}$ , que han provocado la sobreexplotación del acuífero e intrusión marina.

## H. ZONA DE FORMENTERA.

La zona de Formentera abarca el total de la isla y sus límites hidrogeológicos con el mar son en todo su perímetro permeables. Está situada a unos 6 km al sur de la isla de Eivissa. Su superficie es de  $82 \text{ km}^2$ .

Respecto a las Unidades hidrogeológicas formalmente definidas coincide en su totalidad



con la U.H. 21.01 Formentera.

Esta Zona presenta una gran homogeneidad litológica. Los materiales que podemos encontrar corresponden con materiales incluidos entre el Mioceno superior y el Cuaternario.

Dentro de los materiales del **Mioceno superior** podemos encontrar dos litologías distintas, unos de tipo calizo con intercalaciones de arcillas, con permeabilidad media-alta, que dan lugar a acuíferos cársticos y cuyos afloramientos constituyen la casi totalidad de la isla y por otro lado arenas y arcillas, de permeabilidad menor que los anteriores y cuyos afloramientos se restringen al sector occidental de la isla, fundamentalmente en los alrededores de Cala Sahona.

Estos materiales micenos constituyen los acuíferos fundamentales de la isla de Formentera. Su potencia es variable entre 40 y 200 m.

La recarga se realiza directamente por el agua de lluvia y la descarga se realiza directamente al mar debido a la inexistencia de un nivel suficientemente impermeable que permita retener la percolación del agua. Sólo en Cala Sahona donde el nivel arenoso-arcilloso presenta una mayor extensión y espesor y una menor permeabilidad se puede producir una retención de agua aunque sin constituir acuíferos de grandes dimensiones.

Los **materiales cuaternarios** constituyen los acuíferos superiores. Este está formado por limos, calcarenitas eólicas y arenas dunares actuales que constituyen un acuífero libre. Estos materiales presentan una permeabilidad alta que favorece el tránsito de agua hacia los acuíferos miocenos calcáreos inferiores y de estos directamente al mar. Los niveles cuaternarios con un mayor porcentaje en limos y arcillas, pueden retener esporádicamente el agua que se infiltra a través de los sedimentos cuaternarios más permeables, dando lugar a pequeños aprovechamientos ocasionales y temporales, fundamentalmente mediante zanjas. Las arcillas de descalcificación también presentan poca permeabilidad dando lugar a zonas encharcadas cuando la precipitación es abundante.

#### **4.3 INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA. RED DE PIEZOMETRIA Y CALIDAD/INTRUSION.**

El inventario de puntos acuíferos representativos de las islas de Eivissa y Formentera se inició en 1972, comprobando los datos de que se disponía hasta entonces, actualizándose e incorporándose nuevos.

El número total de puntos inventariados por el ITGE en 1997 para la isla de Eivissa es de 791, esto supone una densidad media de puntos de aguas de 1,38 por km<sup>2</sup>. En Formentera el número de puntos inventariados es escaso siendo un total de 5 puntos.

La mayor parte de estos puntos corresponde a pozos con profundidades generalmente inferiores a 100 m y caudal 40 m<sup>3</sup>/h aproximadamente, que se localizan repartidos muy irregularmente por toda la superficie de la isla.

Para poder programar y gestionar una adecuada planificación de los recursos hídricos de las islas de Eivissa y Formentera es necesario un conocimiento preciso de la evolución de los niveles piezométricos y de la calidad química del agua de sus acuíferos.

Para la consecución de éstos fines se ha establecido una red de control piezométrica y de calidad distribuidos por los principales acuíferos de la isla. Estas redes se controlan en la isla de Eivissa, no existiendo en la actualidad ninguna red para la isla de Formentera.

#### **\* RED DE PIEZOMETRIA.**

El Instituto Tecnológico Geominero de España (ITGE) controla periódicamente una red de piezometría que ha llegado a alcanzar 172 puntos. En la actualidad se realizan medidas a un total de 79 puntos.

La distribución espacial es muy irregular y existen amplias zonas sin medidas.

La primera red de control se realizó en 1980, con una medida de nivel al año. En los últimos años se están realizando dos campañas de medidas de la profundidad del agua al año coincidiendo una de las campañas con la época de lluvias y otra con la época de estiaje. En la tabla nº 1 se refleja el número de puntos medidos por Unidades Hidrogeológicas oficiales para el año 1996, tal como se refleja en los Informes de Redes realizados en el ITGE.

La mayoría de estos puntos no están nivelados y no siempre se tiene la certeza de que los niveles sean estáticos, por lo que hay que considerarlos con ciertas reservas al elaborar sus datos.

#### **MAPA CON LOS PUNTOS DE LA RED DE PIEZOMETRÍA**

#### **\* RED DE CALIDAD/INTRUSION.**

La red de calidad/intrusión cuenta con un total de 73 puntos con análisis, algunos de ellos datan desde 1973, aunque en general existen análisis periódicos desde 1980 a la actualidad. Es por esto por lo que sólo se han considerado aquellos más representativos y con mayor número de análisis, quedando un total de 45.

De estos 45 puntos se dispone de análisis de dos campañas de medidas en la mayoría de los años.

La distribución de éstos puntos abarca los acuíferos más importantes a lo largo de toda la costa.

En la tabla nº 1 se refleja el número de puntos medidos por Unidades Hidrogeológicas oficiales para el año 1996.

#### **MAPA CON LOS PUNTOS DE LA RED DE CALIDAD**

**TABLA Nº 1 Distribución de los punto de control de las redes de piezometría y calidad/intrusión por unidades hidrogeológicas.**

| U.H   | Sup. acuíf. aflorante | Ptos red Piezometrica | Ptos red calidad/intrusion |
|-------|-----------------------|-----------------------|----------------------------|
| 20.01 | 35                    | 6                     | 4                          |
| 20.02 | 77                    | 20                    | 9                          |
| 20.03 | 68                    | 18                    | 12                         |
| 20.04 | 42                    | 12                    | 7                          |
| 20.05 | 20                    | 2                     | 1                          |
| 20.06 | 97                    | 21                    | 12                         |
| TOTAL |                       | 79                    | 45                         |



#### **4.4 VARIACIONES DE NIVEL. PIEZOMETRÍA.**

En base a las precipitaciones registradas en las estaciones B-954 (Eivissa Aeropuerto) y B-958 (Eivissa Central Térmica) y a que los bombeos no han disminuido, los niveles de agua en determinados acuíferos de la isla han descendido de manera ostensible desde que se controla dichos niveles.

Estadísticamente, un 68% de los puntos tienen tendencia al descenso del nivel piezométrico a medio plazo, y un 89 % tiene tendencia al descenso a largo plazo.

La evolución media de cada Unidad Hidrogeológica respecto al año 1985 es de ascenso en San Miguel, descenso en San Antonio, Santa Eularia y San Carlos, y estabilidad en Eivissa, con tendencia a un ligero incremento de nivel respecto a 1985. No obstante estos datos varía en función de la campaña de medidas se realice en verano o en invierno.

Los niveles de los piezómetros presentan grandes oscilaciones, llegando, para un mismo piezómetro, a descensos de hasta 120 m en un período de tres años. (343080018 en el acuífero de San Antonio Abad).

Las zonas más afectadas por descensos piezométricos son el sector de Eivissa, el sector de San Antonio y el sector de Santa Eularia.

#### **SECTOR DE EIVISSA.**

Comprende un amplio sector triangular que se localiza al noroeste de dicha localidad y que se extiende hacia el este y suroeste. Afecta por un lado, a la unidad de calizas y dolomías de Eivissa y por otro, se extiende hacia el noroeste llegando a afectar a la cabecera del cuaternario de San Antonio. El abombamiento hacia el este llega a afectar a gran parte del cuaternario de Eivissa.

En el acuífero calcáreo de Eivissa (Sierra Grossa), existe un empeoramiento progresivo desde 1980, época donde los descensos superaban los 3 m.

En éste acuífero, como en el Llano de Eivissa (cuaternario), existen depresiones piezométricas que sitúan el nivel por debajo de la cota 0.

La gran explotación a que están sometidos los acuíferos calizo-dolomíticos y cuaternario de Eivissa, que con San Antonio, son los dos núcleos urbanos más importantes de la isla, se ha sobrepasado el potencial de los recursos útiles subterráneos, lo que ha provocado que existan variaciones negativas del nivel del agua en dichos acuíferos. La explotación intensiva de los recursos subterráneos ha provocado un gran proceso de intrusión del agua del mar, que se confirma con la evolución de los parámetros químicos del agua subterránea.

#### **SECTOR DE SAN ANTONIO ABAD.**

Se localiza en el dominio nororiental de la localidad de San Antonio. Afecta en gran parte el cuaternario de dicha localidad y al borde suroccidental de las calizas y dolomías de San Antonio.

Al igual que en la zona de Eivissa este sector presenta una forma triangular de mucha menor extensión. Las variaciones de nivel de este acuífero se dan entre 0 y 1 m, y están provocadas principalmente por la concentración de extracciones. El borde meridional del acuífero calcáreo presenta oscilaciones de nivel entre -1 y -3 m.

La explotación intensiva de los recursos subterráneos está provocando un proceso de intrusión de agua de mar, puesto ya de manifiesto en el acuífero cuaternario y en algunas captaciones del acuífero calizo, donde puntualmente se ha producido una elevación de la interfase por excesiva profundización de la obra e inadecuada profundidad de colocación de la maquinaria de extracción.

#### SECTOR DE SANTA EULARIA.

Se sitúa al norte y se extiende hacia el noroeste de Santa Eularia. Afecta fundamentalmente a la unidad de calizas y dolomías de Santa Eularia

Este acuífero calcáreo presenta unas variaciones entre -1 y -3 m, debido a la intensidad de las extracciones para satisfacer las demandas puntas del verano.

Estas variaciones de nivel en la unidad de Santa Eularia no ha producido procesos de intrusión de agua de mar, tal como indican los análisis realizados en la zona y las elevadas cotas de nivel piezométrico medidas en las principales captaciones de la unidad distantes a tan solo 2 Km de la línea de costa. La explicación viene dada por estar la unidad de Santa Eularia desconectada del mar por materiales impermeables, margas y yesos del Keuper de base del acuífero y presenta niveles piezométricos de +25 m.

#### SECTOR SANTA GERTRUDIS-SAN MIGUEL.

En el dominio noroccidental del cuaternario de Santa Eularia y entre los pueblos de Santa Gertrudis y San Miguel, se sitúa una zona en la que las variaciones de nivel de agua son negativas.

Estas variaciones son debidas fundamentalmente a las extracciones efectuadas en la zona para satisfacer la demanda de agua de origen principalmente agrícola.

#### SECTOR CUATERNARIO DE CALA LLONGA.

Se sitúa este sector en la zona sureste de la isla y afecta a un dominio del citado cuaternario en el que existen una serie de captaciones muy concentradas que explotan dicho acuífero para satisfacer demandas tanto agrícolas como urbanas. Estas variaciones de nivel se produce principalmente en los meses de Julio a Octubre.

Sólo existen unas pequeñas franjas en las que la variación de nivel es positiva, localizándose siempre en las proximidades de la costa: cuaternario de Eivissa, San Antonio y S'Argentera. Este fenómeno de oscilación positiva puede ser debido a que en época de estiaje son prácticamente nulas las extracciones de las captaciones ubicadas en las franjas más costeras, por adquirir una calidad que restringe su utilización.

GRAFICOS DE EVOLUCION PIEZOMETRICOS CON LOS DESCENSOS DE CADA UNIDAD.



## 5.- USOS DEL AGUA.

De los 572 km<sup>2</sup> de superficie de la isla, únicamente 400 km<sup>2</sup> constituyen la superficie de recarga de las unidades hidrogeológicas de los acuíferos cuaternarios y calizo-dolomítico, con una pluviometría media de 400 mm y una infiltración eficaz del 10%. Los recursos brutos subterráneos estimados son del orden de 25 hm<sup>3</sup>/año.

### ESTADO DE LOS ABASTECIMIENTOS.

| MUNICIPIO                  | ZONAS | ORIGEN DEL AGUA | CAUDAL<br>Hm <sup>3</sup> /año | Nº INVENT.                                                                              | Nº HAB | Nº HAB.<br>ESTACIONAL |
|----------------------------|-------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------|-----------------------|
| Eivissa                    | G     | Subterránea     | 0,400                          | 343130103<br>343140003<br>343140006<br>343140007<br>343170024                           |        |                       |
|                            |       | Desaladora      | 2,750                          |                                                                                         |        |                       |
| San José                   | D,G,C | Subterránea     | 1,401                          | 343170015<br>343170016                                                                  | 11.841 |                       |
| Sant Antoni<br>de Portmany | B,C   | Subterránea     | 0,20                           | 343120041<br>343120051<br>343130002<br>343130025<br>343130031<br>343130036<br>343130047 | 14.292 |                       |
|                            |       | Desaladora      | 0,65                           |                                                                                         |        |                       |
| Sant Joan de<br>Labritja   | A     | Subterránea     | 0,193                          | 353010002<br>353010010<br>353010050<br><br>343080068                                    | 3.835  |                       |
| Santa Eularia<br>del Riu   | G,F   | Subterránea     | 0,750                          | 353110026<br>353110027<br>353110029<br>353110040<br>353110076                           | 20.222 |                       |
| Formentera                 | H     | Desaladora      | 0,156                          | -                                                                                       |        |                       |

Fuente: encuestas realizadas a los ayuntamientos y entidades suministradoras de agua

## **6.- HIDROGEOQUIMICA.**

### **6.1 CALIDAD QUIMICA.**

La calidad general de las aguas subterráneas en la isla de Eivissa se conoce a partir de una serie de análisis realizados desde 1972 a los puntos de la red de calidad como se ha comentado anteriormente. Según los resultados de la última campaña, Diciembre de 1996, con 45 análisis la calidad es la siguiente.

Las aguas de la isla de Eivissa presenta una gran variedad de facies como puede comprobarse en el mapa . . . Tipos de Aguas y en los Diagramas de Piper-Hill-Langelier y de Stiff modificado . . . Son, en general, bicarbonatadas cloruradas cálcico-sódicas, cloruradas sódicas, sulfatadas cálcica-magnésicas, sulfatadas bicarbonatadas cálcico-sódicas. Químicamente se trata de aguas duras, llegando en algunas zonas a ser muy duras como ocurre en la Zona de Eivissa, San Carlos, San Antonio, etc.

En algunas zonas, como Eivissa, Santa Eularia, San Carlos y Sant Antoni encontramos aguas con gran cantidad de sulfatos. Este tipo de facies se debe, probablemente, a la disolución de los yesos del Keuper. Por esta causa en algunas captaciones llega a sobrepasar la cantidad maxima admitible para las aguas destinadas al consumo humano.

#### **GRAFICO DE EVOLUCION DE SULFATOS.**

En las zonas proximas a la costa relacionadas con emplazamientos urbanos, Eivissa, Sant Antoni y Santa Eularia, debido principalmente a las captaciones efectuadas para abastecimiento y riegos agrícolas, se ha provocado una intrusión de aguas marinas, determinando aguas de tipo clorurada sódica.

#### **MAPA DE CLORUROS.**

En cuanto a nitratos, se observa un aumento en su contenido en todas las captaciones. En las zonas interiores esto es debido a prácticas de abonado con fertilizantes niotrogenados, mientras que en las zonas cercanas a la costa, este aumento puede ser indicio de contaminación por actividades urbanas, en donde también se observa un aumento en el contenido de potasio, como ocurre en la Zona de Eivissa

Existe un gran número de estaciones depuradoras. En la isla de Eivissa hay E.D.A.R. en Cala Llonga, Cal Sant Viçent, Ca'n Bossa, Eivissa, Sant Antoni-Sant Josep, Sant Josep y Santa Eularia. Y en la isla de Formentera en el núcleo de Sant. Francesc. Además podemos encontrar pequeñas estaciones de caracter privado y filtros verdes en los principales zonas de la isla

### **A. ZONA DE SAN JUAN.**

Las aguas de esta Zona presentan unas facies bicarbonatada-clorurada calcico-sódica, siendo puntualmente sulfatada.

Son aguas consideradas como duras, según la clasificación de Noisete, con valores de dureza de 360-520 expresado como mg/l de  $\text{CO}_3\text{Ca}$ , incluso puntualmente puede llegar a los 691 mg/l de  $\text{CO}_3\text{Ca}$  (3530-1-0010).

La mineralización es notable expresada como conductividad con valores entre 930-1.420  $\mu\text{S}/\text{cm}$  de conductividad.



En general son aguas aptas para abastecimiento humano, salvo en zonas puntuales donde existe contaminación por sulfatos, debido a la presencia de yesos, (3530-1-0010 con 432 mg/l de  $\text{SO}_4$ ) con concentraciones muy por encima de lo máximo admisible.

En cuanto al riego, son aguas de tipo  $\text{C}_3\text{S}_1$  (según la norma de Riverside) por lo que presentan un riesgo de alcalinización del suelo bajo aunque el peligro de salinización es de medio a elevado.

#### **B. ZONA DE SAN MIGUEL-SANTA INES.**

Las facies dominantes de las aguas de esta Zona son de dos tipos por un lado Bicarbonatada clorurada cálcico-sódica y por otro Clorurada sódica.

En cuanto a su dureza son aguas duras a muy duras con valores que oscilan entre 300-780 mg/l de  $\text{CO}_3\text{Ca}$ .

Son aguas con mineralización notable con una conductividad media de 1.060  $\mu\text{S}/\text{cm}$  aumentando dicha mineralización a fuerte 2.500-3.300  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en las zonas con problemas de intrusión.

En cuanto al riego, según la clasificación de Riverside, predominan las aguas de tipo  $\text{C}_3/\text{S}_1$ , con lo que el riesgo de alcalinización del agua es bajo y medio a elevado el riesgo de salinización. Al oeste de la zona, cerca de la Zona de San Antonio, las aguas son de tipo  $\text{C}_4/\text{S}_2$ , con un riesgo elevado de salinización. En cuanto a su aptitud para el abastecimiento se pueden considerar aptas. No obstante, aunque el contenido en nitratos en la Zona suele ser bajo, se han encontrado muestras donde la concentración es de 88 mg/l de  $\text{NO}_3$  (3430-8-0020), situado entre San miguel y San Mateo, debido probablemente a la contaminación difusa de la agricultura.

#### **C. ZONA DE SAN ANTONIO.**

Las aguas de esta Zona presentan facies Clorurada sódica magnésica.

La mineralización es fuerte con una conductividad que varía entre 1.380-4.500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , principalmente en zonas próximas a la costa.

Son aguas duras a muy dura, según la clasificación de Noisete, con valores que oscilan entre 400-1.050 mg/l de  $\text{CO}_3\text{Ca}$ , sobre todo en zonas proxima a la costa y al núcleo de San Antonio.

En cuanto al riego, según la norma de Riverside, son aguas de tipo  $\text{C}_3/\text{S}_1$ , cuyo peligro de alcalinización del suelo es bajo y de salinización es medio a elevado, aunque puntualmente en zonas proximas a la costa las agua pueden ser de tipo  $\text{C}_4/\text{S}_2$  y  $\text{C}_5/\text{S}_2$ , donde el riesgo de alcalinización es medio y de salinización es elevado a muy elevado, coincidiendo con las zonas de intrusión marina.

En general, se trata de aguas aptas para abastecimiento, salvo en aquellas zonas con problemas fuertes de intrusión. Esta intrusión produce contaminación por cloruros, grave en el acuífero cuaternario. Puntualmente encontramos aguas con un contenido en sulfatos superior a lo admitido por la Reglamentación Técnico Sanitaria, como podemos comprobar en el punto 343120056 con 484 mg/l de  $\text{SO}_4$ , situado cerca del núcleo de San Antonio.

#### **D. ZONA DE CALA VADELLA.**



En ésta Zona, sólo se dispone de la información de un punto de la red (343160004) con lo cual las características de la misma están referidas a dicho punto.

Se trata de un agua de tipo bicarbonatada clorurada cálcico-sódica.

Es un agua de dureza media (334 mg/l de  $\text{CO}_3\text{Ca}$ ) y mineralización notable (947  $\mu\text{S}/\text{cm}$  de conductividad).

El agua puede considerarse apta para consumo humano y para riego, siendo clasificada, según la norme de Riverside, como de tipo  $\text{C}_3/\text{S}_1$ .

#### **E. ZONA DE SAN CARLOS.**

Las aguas de esta Zona presentan facies sulfatada cálcica-magnésica, aunque localmente encontramos aguas de tipo clorurada cálcico-sódica por problemas de intrusión.

En cuanto a la dureza se trata de aguas duras a muy duras con valores que oscilan entre 600-1.500 mg/l de  $\text{Co}_3\text{Ca}$ .

Son aguas de mineralización notable con una conductividad media de 1.350  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , aumentando dicha mineralización a fuerte (3.000-4.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) en las zonas con problemas de intrusión.

En cuanto al riego, según la clasificación de Riverside, predominan las de tipo  $\text{C}_3/\text{S}_1$ , con lo que el riesgo de alcalinización del suelo es bajo y medio a elevado el riesgo de salinización. En las zonas costeras y al este de la unidad, con problemas de intrusión, las aguas son de tipo  $\text{C}_4/\text{S}_1$  y  $\text{C}_4/\text{S}_2$  respectivamente, con un riesgo elevado de salinización.

En cuanto a su aptitud para el abastecimiento se puede considerar aptas exceptuando en aquellas zonas de intrusión anteriormente mencionadas así como aquellas zonas cuya concentración de  $\text{SO}_4$  sea muy elevada. Como ya se indicó la zona presenta facies sulfatada cálcico-magnésica pero hay determinados sectores donde la concentración de  $\text{SO}_4$  son muy altas y por tanto no debe considerarse aptas para el consumo humano. Los valores de  $\text{SO}_4$  varían entre 300-760 mg/l aunque puntualmente ha llegado a medirse 1.055 mg/l de  $\text{SO}_4$ .

En una de las muestras (353050185) se ha encontrado un valor un poco alto de  $\text{NO}_3$ , lo cual indica una incipiente contaminación difusa por prácticas agrícolas.

#### **F. ZONA DE SAN RAFAEL.**

Las facies predominantes de las aguas de esta Zona es sulfatada bicarbonatada calcica-sódica, aunque localmente hacia el oeste de la Zona es Bicarbonatada cálcico-sódica.

Son aguas medias a duras, con valores que oscilan entre 260-650 mg/l de  $\text{CO}_3\text{Ca}$ .

La mineralización es notable con una conductividad media de 1.115  $\mu\text{S}/\text{cm}$  pasando a ser fuerte en la zona próxima a la Zona de San antonio debido a la intrusión.

En cuanto a su aptitud para el consumo humano en general son aptas para el abastecimiento, si bien, en algunas zonas las aguas son sulfatadas debido a la presencia de yesos del Keuper, variando sus valores entre 300-392 mg/l de  $\text{SO}_4$ . Puntualmente, en los alrededores de Santa Eularia al sur de la zona, en el punto 353110040 se ha obtenido valores por encima de lo admitido por la Reglamentación Técnico Sanitaria (52 mg/l de  $\text{NO}_3$ ). Este hecho puede ser



debido a la utilización de abonos nitrogenados.

En cuanto al riego, según la clasificación de Riverside, predominan las aguas de tipo  $C_3/S_1$ , principalmente, con lo que son aguas con un peligro de alcalinización del suelo bajo y un riesgo de salinización medio a elevado, aunque puntualmente en el sector oeste, cerca de la Zona de San Antonio, es de tipo  $C_3/S_1$ , cuyo riesgo de salinización es muy elevado debido probablemente a la intrusión.

#### **G. ZONA DE EIVISSA.**

Las aguas de esta Zona presentan dos facies muy bien diferenciadas: en el sector oeste son de tipo Clorurada sódica o sódica cálcica y en el sector este son de tipo sulfatada cálcica magnésica.

Se trata de aguas duras a muy duras, con un valor medio de 1.100 mg /l de  $CO_3Ca$  y un máximo de 2.711 mg/l de  $CO_3Ca$ .

La mineralización es de notable a fuerte con valores de conductividad altos que oscilan entre 1.050-14.900  $\mu S/cm$ . Los mayores valores se encuentran en las zona proximas a la costa de Eivissa y Santa Eularia debido a la gran intrusión existente.

Respecto a su aptitud para el riego son aguas que se consideran inadecuadas debido al riesgo muy elevado a grave de salinización y un elevado a muy elevado riesgo de alcalinización que pueden producir. Son aguas de tipo  $C_4/S_1$ ,  $C_5/S_2$ ,  $C_5/S_3$ ,  $C_6/S_3$  y  $C_6/S_4$  según la Norma de Riverside. Localmente, en la zona del interior, podemos encontrar aguas del tipo  $C_3/S_1$  y  $C_3/S_2$  más aptas para riego. Todo ello viene dado por la intrusión existente en la zona.

En cuanto a su uso para abastecimiento es inadecuado en las zonas proximas a la costa por el mismo motivo, aunque pueden ser aptan para tal fin en las zonas del interior.

Localmente, en el sector oriental, en los alrededores de Santa Eularia, se ha encontrado indicios de contaminación por  $NO_3$  que indica una contaminación difusa por agricultura con valores de 88-96 mg/l.

Es frecuente en la mayoría de las muestra la presencia elevada de potasio, entre 13 y 45 mg/l, cifras superiores al máximo indicado para consumo humano (12 mg/l). La existencia de dicho elemento se puede explicar por la excesiva utilización de abonos ricos en éste elemento.

Tambien es frecuente la presencia de sulfatos en las aguas en concentraciones superiores al máximo admitido por la Reglamentacion Técnico Sanitaria. Los valores oscilan entre 240-770 mg/l de  $SO_4$  y aparecen en los alrededores de Santa Eularia y Eivissa próximo a la costa y su presencia es debido a las facies de yesos del Keuper.

#### **H. ZONA DE FORMENTERA.**

La información referente a la calidad de las aguas en esta Zona es escasa y procede de estudios realizados por la Junta D'Aigües de Balears, donde se indica que la facie predominante es clorurada sódica.

Las aguas presentan valores de conductividad entre 3.000 y 4.000  $\mu S/cm$  y elevada concentración de cloruros debido al grave proceso de intrusión marina que presenta.

Todas estas características físico-químicas no la capacitan como aptas para consumo y



su aptitud para el riego es objetable.

## CUADRO RESUMEN ZONAS.

### 6.2 CONTAMINACION.

Como ya se ha mencionado la causa más notable de degradación de la calidad de las aguas subterráneas en Eivissa es la intrusión marina.

En un segundo plano, quedaría la contaminación producida por el uso excesivo de fertilizantes nitrogenados y la contaminación natural provocada por la circulación de las aguas subterráneas a través de las facies de yesos del Keuper. Se han elaborado algunos mapas de isocontenidos de nitratos y de sulfatos que reflejan dicha contaminación.

En el mapa de isnitratos se puede comprobar que las mayores concentraciones las encontramos en el sector de Santa Eularia donde se tiene concentraciones de hasta 96 mg/l de  $\text{NO}_3$  muy por encima de lo admitido por la RTS, puntualmente podemos encontrar contenidos elevados pero todos ellos por debajo de la reglamentación.

Respecto al mapa de isnitratos vemos que son las zonas de Eivissa, San Carlos, Santa Eularia y Sant Antoni las que mayores concentraciones presenta, pudiendo comprobar que en muchos puntos superan ampliamente los límites tolerables por la actual RTS. En general podemos observar que las mayores concentraciones de sulfatos coinciden con los años de mayor precipitación al revés de lo que ocurría con los nitratos, la concentración de sulfatos en el agua aumenta en los años más lluviosos al producirse una mayor circulación del agua con la consiguiente disolución de una mayor proporción de sales a su paso por los terrenos.

## MAPAS Y GRAFICOS DE EVOLUCION DE SULFATOS.

### \* Intrusión Marina.

En Eivissa, la causa más importante de alteración de la calidad natural de las aguas subterráneas es la intrusión marina. Este proceso de intrusión detectado en algunos acuíferos costeros de la isla es determinante en la disminución de los recursos subterráneos utilizables. Esta intrusión viene dada por las continuas e intensivas extracciones realizadas en el acuífero calizo para satisfacer la demanda urbana por lo que la calidad de sus recursos se ha visto alterada ya que la cuña de intrusión penetra hasta el acuífero. Este proceso de intrusión afecta a los acuíferos calizos y cuaternario de Eivissa, calizo y cuaternario de Sant Antoni y los acuíferos cuaternarios de Cala Llonga y S'Argentera.

La red de intrusión en la isla de Eivissa, que coincide con la red de calidad, cuenta con 73 puntos de los cuales se han considerado 45 como representativos de la isla. Los sectores que se controlan fundamentalmente son las de Sant Antoni, Eivissa y Santa Eularia. Estas zonas son las que presentan mayor tendencia debido a su situación cercana al mar así como por concentrarse en ellas un mayor porcentaje de población.

### SECTOR DE EIVISSA:

La zona de mayor explotación corresponde a las calizas de Sierra Grossa, al norte de la ciudad de Eivissa. A pesar de su relativa distancia al mar, el descenso de niveles provocados por la explotación ha dado lugar al avance progresivo de la cuña de intrusión hasta unos 5 Km tierra adentro. Los valores de cloruros obtenidos en los últimos análisis oscilan entre 1.200 y 5.000 mg/l. Parece detectarse una disminución de valores de cloruros en los últimos años producida por la instalación de la desaladora para abastecimiento y la disminución de extracciones realizadas en los últimos años.



#### SECTOR DE SANT ANTONI:

Los contenidos de cloruros son muy variables, oscilando entre un valor mínimo de 110 mg/l hasta contenidos de 1.330 mg/l de Cl. El contenido en cloruros se ha visto atenuado respecto a los últimos años debido a la utilización de la desaladora de agua de mar que implica una disminución de las extracciones de agua subterránea para abastecimiento. La intrusión se produce principalmente a consecuencia de las importantes extracciones que allí se realizan y a la excesiva profundidad e inadecuada colocación de los grupos de elevación de algunos sondeos.

Existe también intrusión marina en las zonas de S'Argentera y Cala Llonga.

En la isla de Formentera el proceso de intrusión marina puede considerarse generalizado en toda la isla.