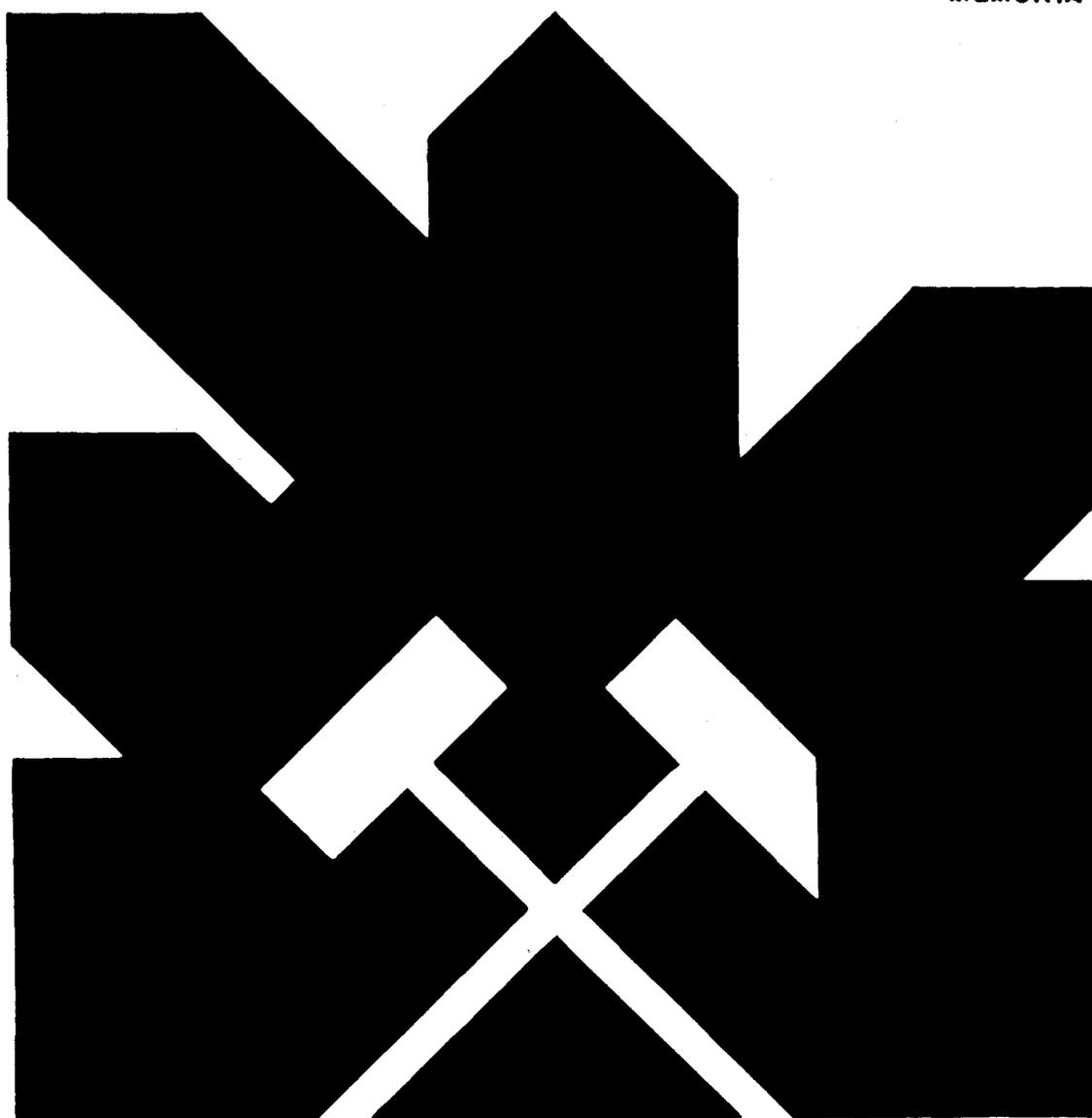


MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA
SECRETARIA DE LA ENERGIA Y RECURSOS MINERALES

ESTUDIO PARA LA ACTUALIZACION DE DATOS
DE INFRAESTRUCTURA HIDROGEOLOGICA EN
CANTABRIA

TOMO I
MEMORIA



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

36129

**ESTUDIO PARA LA ACTUALIZACION DE DATOS
DE INFRAESTRUCTURA HIDROGEOLOGICA EN
CANTABRIA**

**TOMO I
MEMORIA**

	Página
6. FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLOGICO	90
6.1. Unidad de San Román	90
6.1.1. Subunidad de Peña Castillo	90
6.1.2. Subunidad de San Román	90
6.2. Subunidad de Santillana	94
6.2.1. Acuffero Aптиense	94
6.2.2. Acuffero Albiense (Sinclinal de Cóbreces)	99
6.2.3. Acuffero Albiense (Sinclinal de Santillana)	100
6.2.4. Acuffero Cenomaniense (Sinclinal de Cóbreces)	100
6.2.5. Acuffero Cenomaniense (Sinclinal de Santillana)	100
6.3. Subunidad de Suances	102
6.4. Subunidad de San Vicente-Lamadrid	104
6.5. Subunidad la Florida-Colombres	106
6.5.1. Acuffero Bedouliense	106
6.5.2. Acuffero Aптиense superior	109
6.5.3. Acuffero Albiense	111
6.5.4. Acuffero Cenomaniense	112
6.5.5. Acuffero Cretácico terminal-Terciario	113
6.6. Subunidad de San Vicente-Pecón	114
6.7. Subunidad de Treceño	116
6.8. Subunidad de Camargo	119
6.8.1. Acuffero Bedouliense	119
6.8.2. Acuffero Gargasiense-Clansayense	122
6.8.3. Acuffero Albiense	124
6.9. Subunidad de Peña Cabarga	125
6.9.1. Acuffero Aптиense-Albiense	125
6.9.2. Acuffero Cenomaniense	128
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	129

1. INTRODUCCION

1.1. JUSTIFICACION DEL PROYECTO

El espectacular desarrollo de la sedimentología durante los años 60 y 70 se produjo fundamentalmente a causa de las investigaciones encargadas por las compañías petrolíferas sobre carbonatos actuales y fósiles. El ánimo que guiaba estas investigaciones era, y continua siendo, el conocimiento de la relación entre facies sedimentarias, procesos diagenéticos, porosidades y permeabilidades, a fin de poder predecir la distribución de zonas favorables para la explotación de gas y petróleo.

Con este motivo aumentó en esas décadas el conocimiento de las facies sedimentarias y de los procesos diagenéticos, hasta el punto de poder predecirse con un alto grado de fiabilidad la distribución espacial de cada facies así como su permeabilidad y porosidad.

En los estudios anteriores realizados en la zona, se han detectado diversos procesos de dolomitización y carstificación superpuestos, responsables de la alta permeabilidad de las calizas aptienses, el acuífero más importante. Los terciarios tienen un alto control por porosidad intergranular, (tanto directamente como favoreciendo la carstificación), dependiente directamente de la distribución de facies.

Las reconstrucciones paleogeográficas permiten definir la posición de estas facies e incluso predecir su distribución en zonas no visibles con un grado de precisión suficiente.

1.2. OBJETIVOS DEL PROYECTO

Los objetivos de este Proyecto, de acuerdo con el Pliego de Prescripciones Técnicas elaborado por el IGME, se pueden esquematizar en las siguientes:

- Recoger y analizar la información hidrogeológica, geológica general y sedimentaria existente sobre el sistema acuífero nº 4, definido por el IGME en el "Mapa de Síntesis Hidrogeológico Nacional" (1.971).
- Realización de una cartografía a escala 1:50.000, en la que se incluyen datos hidrogeológicos, y las unidades estratigráficas sean tratadas con criterios de facies.
- Levantamiento de columnas sedimentológicas de detalle, en las que se marcarán criterios hidrogeológicos de cada formación acuífera.
- Realización de una reconstrucción paleogeográfica de cada nivel acuífero, a partir de la cual se hará una evaluación global de cada sistema, incluyendo un análisis del comportamiento real de los acuíferos, en el que se revisen los datos obtenidos para el cálculo de reservas y se plantee el balance hídrico total.

1.3. ZONA DE ESTUDIO

El área de estudio se centra sobre los subsistemas A (Unidad de San Román), B (Unidad de Comillas), y C (Unidad Mesoterciaria Costera) del sistema acuífero nº 4 definido por el IGME (1.971) (Fig. 1.1.).

Se halla comprendida dentro de las siguientes hojas 1:50.000 del Mapa Topográfico Nacional.

nº 32.	Llanes
nº 33.	Comillas
nº 34.	Torrelavega
nº 35.	Santander
nº 56.	Carreña - Cabrales
nº 57.	Cabezón de la Sal
nº 58.	Los Corrales de Buelna

Ocupa total o parcialmente 27 términos municipales, con una altitud, en general, inferior a los 300 m.

E: 500.000

N - 433000

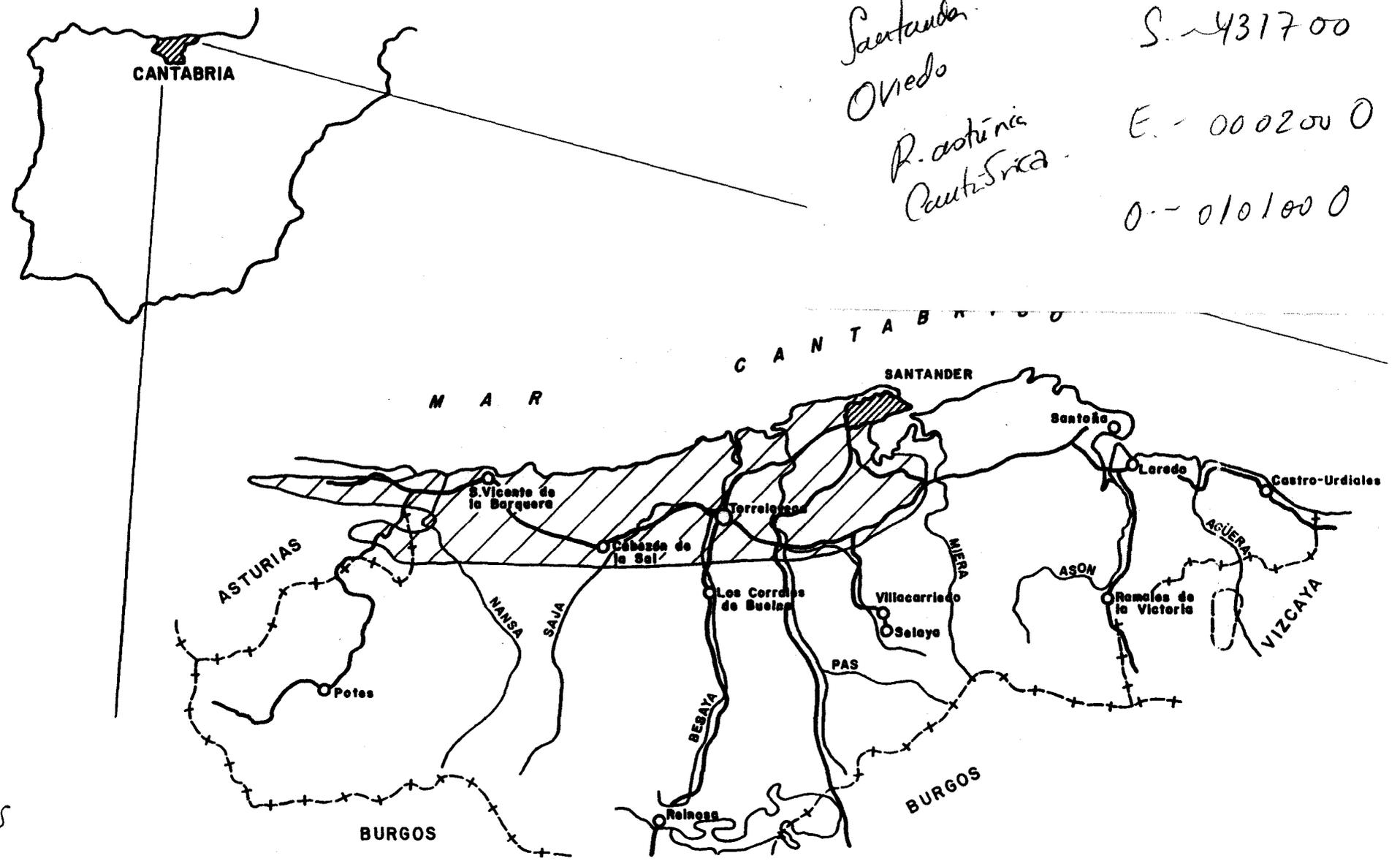
Santander
Onedo

S - 431700

R. asturica
Cantabrica

E - 0002000

O - 0101000



225

2,3

Fig.- I.1 ESQUEMA DE SITUACION DE LAS AREAS ESTUDIADAS

1.4. TRABAJOS REALIZADOS

En la realización de este informe, y atendiendo al Pliego de Condiciones Técnicas del IGME, así como a las realidades centradas en la ejecución práctica, la investigación ha consistido esencialmente en:

- Recopilación y análisis de los trabajos y documentación existente.
- Cartografía hidrogeológica de facies (E. 1:50.000), 646 Km²
- Columnas sedimentológicas-hidrogeológicas (E. 1:100 y 1:200), 1.349 m.
- Estudio de muestras, 30
- Informe sedimentológico e hidrogeológico que incluye la reconstrucción paleogeográfica, caracterización hidrogeológica de las facies y la evaluación global de los sistemas acuíferos.

1.5. ENCUADRE GEOLOGICO

Las zonas estudiadas forman parte de la gran cuenca de sedimentación cantábrica, que básicamente constituye el "Dominio Peri-Asturiano", según el esquema de división de FEUILLEE y RAT (1.971).

Esta cuenca, presumiblemente originada en las últimas etapas de la orogenia Hercílica, durante el Pérmico, controla el depósito de sus sedimentos por movimientos diferenciales de las estructuras del basamento Hercílico, originando amplios sectores muy poco deformados, solo afectados por pliegues de gran radio y fallas de pequeño salto.

Los depósitos más antiguos que afloran en esta zona, son los que constituyen el borde oriental de la Cordillera (Franja cabalgante del Escudo de Cabuérniga), formado por calizas masivas del Namuriense ("caliza de montaña").

Adosados a estos materiales se observan una serie arcillosa, con alternancias de areniscas rojas, con cemento calcítico y conglomerados, con "debris" orgánicos, localmente epigenizados en baritina y de edad Pérmico-Triásico Inferior.

El Triásico Superior, en facies Keuper, está caracterizado en esta región por arcillas plásticas y yesos depositados en un ambiente de llanura costera. Estos depósitos evaporíticos son los que han favorecido los posteriores movimientos diapíricos.

El Jurásico que normalmente aflora asociado al Keuper, en los bordes de los diapiros, está formado por dolomías brechoides y calizas arcillosas negras, ricas en materia orgánica.

En el Jurásico Superior emergieron grandes masas graníticas, localizadas al sur del área Cantábrica, dando lugar a los depósitos fluvio-deltaicos, del Jurásico Superior-Cretácico Inferior en facies Weald. Durante esta etapa ya se han observado pequeñas discordancias locales, que evidencian la existencia de movimientos tectónicos y diapíricos.

En el Aptiense-Albiense se depositó en esta zona el "Complejo urgoniano" y "Supra-Urgoniano", definido por RAT (1.959) y constituido por una alternancia de rocas detríticas y carbonatadas en las que se definen a grandes rasgos cuatro secuencias deposicionales. Las unidades calcáreas están formadas por depósitos de plataforma, fundamentalmente calizas con construcciones de rudistas y corales, en los que existen grandes variaciones de espesor y cambios de facies, incluso acompañadas de emersiones, que producen la eventual dolomitización de estos tramos carbonatados. Estas variaciones son originadas por ascensos diferenciales de las masas triásicas dando lugar a zonas elevadas y deprimidas dentro de la cuenca Urgoniana.

En el Albiense Superior se instala en esta zona un régimen litoral, que se traduce en los depósitos de areniscas (Facies Utrillas) y barras litorales con pequeñas construcciones de rudistas y corales.

Posteriormente y durante el Cretácico Superior, se instala un régimen marino de plataforma con gran desarrollo de arcillas y calizas destacando el hiato que se reconocen a techo del Cenomaniense, que probablemente se debe a una interrupción en la sedimentación.

El Paleógeno comienza con facies típicas de un medio salobre que culmina en ambientes marinos litorales.

1.6. CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS

El sistema acuífero nº 4, Sinclinal de Santander-Santillana y zona de San Vicente de la Barquera, ocupa una superficie total de 820 km² y se extiende por la zona norte de Cantabria en una franja costera entre El Astillero y San Vicente de la Barquera.

Se encuentra surcando de Sur a Norte por numerosos ríos y arroyos, entre los que destacan los ríos Deva, Nansa, Besaya, Saja y Pas, que presentan un claro carácter torrencial, con grandes avenidas en épocas lluviosas.

El clima en esta región presenta características de templado-húmedo, con una pluviometría (datos obtenidos en la década 70-80), que varía entre 1.000 mm/año, en la zona costera de San Vicente de la Barquera, 1.200-1.300 en el resto de la costa y 1.600-1.700 en el interior.

La temperatura no presenta grandes variaciones a lo largo del año, y está comprendida en toda la zona entre los 13-14º C.

La evapotranspiración real, calculada según Thornthwaite está comprendida entre 500 mm/año para el sector limitado entre Comillas y Unquera, 600-700 mm/año en el resto de la zona costera y valores superiores a 700 mm. en el interior al S y SO de Santander.

Atendiendo a estos datos, la lluvia útil (Fig. 1.2) presenta valores que oscilan entre 400 mm/año en la zona de San Vicente de la Barquera a 1.000-1.200 mm/año en las zonas de interior.

1.7. LIMITES DEL SISTEMA

El sistema comprende una franja costera situada al norte de Cantabria, ubicado entre Solares y Unquera, con una superficie total de 866 Km².

Los límites se han definido exclusivamente por criterios geológicos, es decir, por la presencia en superficie de formaciones impermeables o por accidentes tectónicos importantes.

Estos límites son:

- Al norte el mar Cantábrico
- Al este, los materiales impermeables del Trías, que forman los diapiros de Santander y Solares.
- Al sur, la unidad estructural denominada "franja cabalgante del Escudo de Cabuérniga".
- Al oeste, los materiales paleozoicos y triásicos que definen las unidades estructurales de Pendueles y Cueva.

Este sistema se ha subdividido en cuatro subsistemas o unidades hidrogeológicas, cuyos límites, atendiendo a criterios geológicos se definen en el apartado siguiente.

La extensión de estas unidades, está representada en las fig. 1.3 y se denominan:

- | | |
|---|-----------------------|
| - Subsistema 4A, Unidad de San Román con una extensión de | 69 km ² . |
| - Subsistema 4b, Unidad de Comillas, con una extensión de | 301 km ² . |
| - Subsistema 4C, Unidad Mesoterciaria Costera, con una extensión de | 226 Km ² . |
| - Subsistema 4D, Unidad Diapirizada de Santander, con | 224 km ² . |

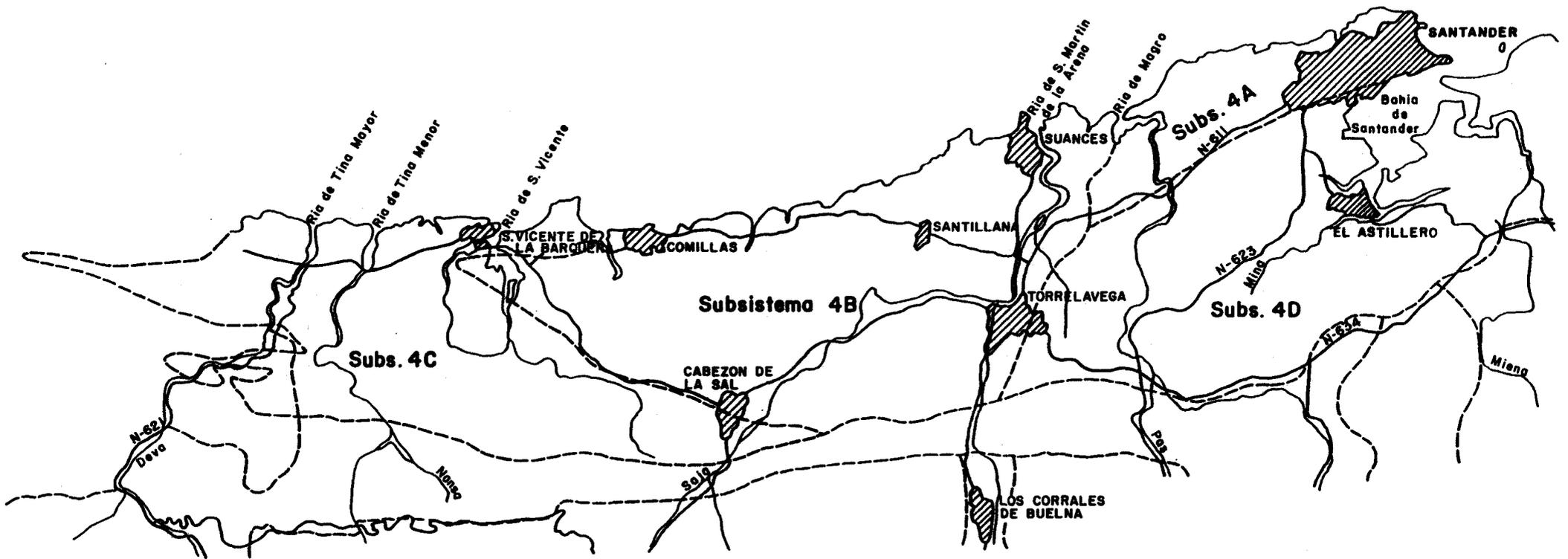


FIGURA - 1.3.

2. SUBSISTEMA 4-A. UNIDAD DE SAN ROMAN

Se trata de una unidad hidrogeológica bien definida, cuyo acuífero más importante está constituido por materiales calcáreo-détriticos del Cretácico terminal-Terciario.

Esta unidad queda limitada por el Mar Cantábrico al norte, por la Bahía de Santander al este, por la unidad diapirizada de Santander al sur y por la unidad de Comillas, al oeste. El límite sur viene definido por una fractura de dirección NE-SO (falla de Puente Arce), que enlaza el diapiro de Santander con el de Polanco, mientras que el límite oeste queda definido por una fractura de dirección N-S que une el diapiro de Polanco con el de Ria de Mogro.

Componen esta unidad materiales de edad Cretácico inferior, Cretácico superior, Paleógeno y Cuaternario, además de los triásicos que componen los límites diapíricos de Polanco y Santander.

Los materiales del Cretácico inferior afloran en el sector meridional de la unidad y están representados por una serie que comienza por unos niveles calcáreos con construcciones de pequeñas rudistas. Después de una intercalación de arenas arcillosas, continúa por un conjunto dolomítico, carstificado, que lateralmente pasan a calizas con construcciones de rudistas culminando la serie por un conjunto detrítico arcilloso que incluye alguna pequeña barra calcarenítica.

El Cretácico superior está formado por un conjunto de arenas, limos, arcillas y margas que incluyen un nivel biocalcarenítico de edad cenomaniense superior, con unos 30 m. de potencia. A techo de la serie se observa un conjunto detrítico calcáreo que constituye la base de acuífero del sinclinal de San Román.

El terciario inferior está formado por un conjunto detrítico calcáreo, carstificado en sus tramos intermedios.

Respecto a los materiales cuaternarios existen depósitos de poco espesor y gran extensión lateral representado por materiales aluviales, dunas,

rasas marinas y depósitos de alteración.

Tectónicamente, se trata de un sinclinal de dirección general NE-SO con inmersión del eje del pliege hacia el NE cuyo núcleo se desarrolla sobre materiales que oscilan entre el Maastrichtiense al Cuisiense, con una cierta movilidad del eje del sinclinal durante la sedimentación, que produce importantes cambios de espesor en los flancos, relacionados posiblemente con las acumulaciones incipientes de las mas plásticas del Keuper.

Esta estructura presenta una importante red de fracturación acompañante de direcciones fundamentales ENE-OSO, N-S y NO-SE. El accidente más importante es el denominado falla de Puente Arce, que limita esta unidad por el sur. Esta fractura, hacia Santander, unida a los efectos tectónicos del diapiro de Santander, posibilita el afloramiento de los materiales calcáreos dolomíticos del Aptiense.

La extensión total de esta unidad es de 69 Km² y se puede subdividir en dos subunidades:

- Sinclinal de San Roman
- Aptiense de Peña Castillo

2.1. SUBUNIDAD DEL SINCLINAL DE SAN ROMAN

Como ya se ha expresado anteriormente se trata de un sinclinal de dirección NE-SO, y en el que se pueden diferenciar tres acuíferos.

- Acuífero Cenomaniense.
- Acuífero Cretácico terminal-terciario inferior.
- Acuífero Cuaternario.

2.1.1. Acuífero Cenomaniense

a) Arenas y arcillas (Albiense-Cenomaniense)(5)

Constituye la base impermeable de este acuífero. Está formado con un conjunto de arenas de grano medio a fino de tonos amarillentos con matriz arcillosa y restos carbonosos. A techo es frecuente observar un nivel de arcillas grises micáceas con óxidos de hierro e intercalaciones arenosas. Intercalado en este conjunto existe un nivel de 40 m. de calizas micríticas y calizas margosas que puede llegar a constituir un acuífero local.

La potencia total del conjunto es del orden de 180 m. y aunque puede tener permeabilidad horizontal, con algún pequeño acuífero calcáreo, verticalmente se les considera impermeables.

b) Biocalcarenitas (Cenomaniense) (6)

Se trata de un pequeño acuífero de unos 45 m. de potencia y cuyos mejores afloramientos se sitúan en el flanco sur del sinclinal de San Román.

Forma un acuífero confinado o semiconfinado ya que se encuentra limitado a muro por materiales de naturaleza areno-arcillosa de edad Albiense-Cenomaniense (5) y a techo por depósitos de margas grises y niveles calcáreos del Turoniense-Ceniense (7).

Litológicamente está formado por xcalcarenitas de tonos beige en capas

de 0,5 m. La potencia varía de unos sectores a otros, debido tanto a subsidencia diferencial, como a encontrar en su techo, una superficie de erosión, que origina la total desaparición de este nivel en el sector de Parbayón-Obregón.

Este nivel presenta una permeabilidad media, producida fundamentalmente por fracturación.

2.1.2. Acuífero Cretácico terminal-terciario (tramos cartográficos del 7 al 14)

Constituye el núcleo del sinclinal de San Román y está formado por materiales permeables de edad comprendida entre el Campaniense superior y el Cuisiense, con una potencia total aproximada que oscila entre 400 y 500 m.

Se trata de un acuífero libre, cuyo nivel de base está constituido por las margas del santoniense-Campaniense.

Se describen a continuación las características litológicas, sedimentológicas e hidrogeológicas de los distintos tramos cartográficos representados en el mapa adjunto.

a) Margas y calizas (Turoniense-Campaniense medio) (7)

Constituye la base impermeable sobre el que se desarrolla el acuífero. está formado por margas, limolitas y niveles de calizas arcillosas que predominan hacia el techo de este tramo, constituyendo pequeños acuíferos colgados e incluso ser los niveles de desagüe del acuífero superior.

Es frecuente observar abundante bioturbación, con numerosos equínidos, se disponen en capas de 10 a 15 cm., con tramos nodulosos y zonas dolomíticas.

Los puntos de aguas inventariados sobre este nivel, se sitúan en fractura, relacionada con el acuífero superior y en los tramos superiores más detríticos.

Su potencia es variable oscilando entre 250 m., en el flanco norte del sinclinal de san Román y 500 m. en el sector de la Magdalena y Cabo Mayor, aumentando hacia el este.

b) Arenas calcáreas y calcarenitas (Campaniense superior-Maastrichtiense)
(8)

Está formado por un conjunto de calcarenitas y arenas calcáreas marrones, grisáceas y amarillentas, con glauconita. Contienen abundantes restos de fauna, fundamentalmente Equinodermos, prismas de Inoceramos, Briozoarios y Orbitoides.

La porosidad de este tramo es baja, ya que en general se encuentra muy cementado por carbonatos, observándose la porosidad intergranular rellena de cristales de calcita-

El espesor es variable aumentando hacia el este, oscilando entre 40 m. en el oeste del sinclinal y 150 m. al norte de Santander.

c) Calcarenitas (Campaniense superior-Maastrichtiense) (9)

Se trata de un nivel de calcarenitas de tonos amarillos y niveles de calizas arenosas con abundantes restos de lamelibranchios, de pequeño tamaño que pueden llegar a formar niveles. En estos depósitos es frecuente encontrar laminaciones cruzadas y ripple.

En general la permeabilidad del conjunto es media a baja, fundamentalmente desarrollada sobre fracturas y diaclasas de tamaño medio y baja algo recristalizadas y parcialmente rellenas de arenas y arcillas, así mismo algunas se encuentran ensanchadas por disolución y parcialmente rellenas de arenas.

En el sector de Lienres, estos tramos están kartificados y rellenos o semirellenos de arenas y arcillas.

d) Dolomias blancas (Daniense)(10)

Aflora en el sector occidental del sinclinal de San Román. Esta formado por un conjunto de dolomías blancas, muy compactas y recristalizadas, con nódulos de silix y de hierro, localmente seudooolíticas, estratificadas en bancos de 0,3 a 1 m. de espesor. Presentan frecuentemente laminación cruzada y generalmente a techo se hace más arcillosa.

Su porosidad es baja, ya que se encuentran muy recristalizadas, no obstante se observan pequeñas fracturas parcialmente rellenas de arcillas blancas, producto de alteración de las dolomias.

La potencia es variable con un espesor máximo de 40 m., llegando a desaparecer en el este del sinclinal.

e) Dolomias y calizas (Daniense-Montiense)(11)

Está formado por un conjunto de dolomias blancas muy recristalizadas y calizas arenosas grises, predominando estas últimas en el techo de la unidad.

En los niveles dolomíticos se observa frecuentemente laminación cruzada y ripples y se encuentra muy fracturada.

Las calizas contienen glauconita y son detríticas y bioclásticas con abundantes restos de Miliólidos, Algas, Corales y Orbitoididos.

La permeabilidad total del conjunto es baja y producida por la intensa fracturación, aunque es de pequeño tamaño y generalmente rellena.

La potencia aumenta hacia el este, hasta llegar a alcanzar más de 100 m.

f) Calizas y margas (Thanetiense)(12)

Se trata de un conjunto de calizas (packstone-grainstone) grises y calcarenitas, en bancos de 0,3 a 0,7 m. de espesor con glauconita y numerosos restos de Miliólidos y Orbitoides, con pasadas margo-arcillosas.

La permeabilidad del conjunto es baja y producida exclusivamente por fracturación, que se encuentra parcialmente rellena.

El espesor de este tramo es pequeño oscilando entre 10 y 20 m.

g) Calizas (Ilerdiense)(13)

Está formado por una serie de calizas marrones (grainstone) broclásticas y calcarenitas grises, en bancos de 1 m. de espesor y nódulos de silex con glauconita y gran cantidad de microfósiles, entre ellos Nummulites y Orbitoides.

Presentan una porosidad media-alta producida por carstificación y fracturación, más desarrollada sobre el eje de la estructura sinclinal.

Sobre este nivel se han inventariado varios puntos de agua, uno situado en el eje del sinclinal, con caudales apreciables de los que se abastece Santa Cruz de Bezana.

h) Calizas arenosas (Cuisiense)(14)

Constituye el núcleo del sinclinal de San Román se trata de una serie monótona de calizas (grainstone) arenosas dolomíticas blancas muy compactas, con niveles de margas dolomíticas beige intercaladas entre ellas.

En general su porosidad es baja presentando, sólo pequeñas fracturas parcialmente rellenas de materiales detríticos. En esta unidad, se han inventariado varios puntos de agua, con caudales pequeños.

2.1.3. Acuífero Cuaternario (tramo cartográfico 15)

Se han diferenciado tres tipos de depósitos de edad cuaternaria perteneciente al sistema de dunas que se entienden al oeste de Lienres, los depósitos de playas colgadas constituidas fundamentalmente por gravas, arenas y fangos con restos vegetales y los sedimentos originados por los depósitos de laderas, distribuidos posteriormente por pequeños cauces fluviales. Todos estos materiales presentan una potencia muy reducida, aunque en algunos casos, gran extensión de afloramiento. Todos ellos presentan una permeabilidad media-alta.

2.2. SUBUNIDAD APTIENSE DE PEÑA CASTILLO

Esta subunidad, situada al sur de la Unidad de San Román, está constituida por dos afloramientos de edad Aptiense, limitados por fracturas que constituyen el límite meridional de la Unidad. Está constituida por dos acuíferos.

2.2.1. Acuífero aptiense inferior de Peña Castillo (tramo cartográfico 1)

El límite meridional está constituido por la fractura de Puente Arce y por el cabalgamiento de las facies Weald y los materiales triásicos que constituyen el diapiro de Santander.

La base impermeable del acuífero está constituida por materiales areno-arcillosos, en facies Weald, del Cretácico inferior. Estos depósitos se pueden considerar impermeables en sentido vertical, aunque horizontalmente pueden constituir pequeños acuíferos no conectados hidráulicamente.

Se trata de un conjunto de calizas bioclásticas grises con construcciones de pequeños rudistas. Están formadas por capas bien estratificadas en bancos gruesos. Su potencia es muy variable oscilando entre 150 y 170 metros.

La permeabilidad del conjunto es media, producida fundamentalmente por fracturas y diaclasas y algunos tramos que se encuentran carstificados localmente.

2.2.2. Acuífero aptiense superior de Peña Castillo (tramo 2 al 5)

Constituye el mejor acuífero de esta subunidad. Se han cartografiado los siguientes tramos.

a) Arenas y arcillas (Gargasiense-Clansayense)(2)

Delimita el límite impermeable del acuífero superior. Está constituido por un conjunto de niveles de areniscas y arcillas margosas amarillentas, con una potencia que oscila entre 30 y 40 m.

Esta unidad se la puede considerar impermeable verticalmente, aunque al igual que las facies Weald, puede contener algún acuífero local, no conectado hidráulicamente con los tramos que constituyen el acuífero superior.

b) Dolomias (Gargasiense-Clansayense)(3)

Este tramo se encuentra intensamente explotado en las canteras que bordean la localidad de Peña Castillo.

Litológicamente está formado por un conjunto de dolomias de tonos amarillentos a grises, constituidos por mosaicos de cristales anhedrales y enhedrales de tamaño variable (entre 100 micras y 1 mm.) y textura preferentemente porfirotóptica. Los contactos son netos con una disposición estratiforme, siendo frecuente observar restos calcáreos, no dolomizados incluidos dentro de las dolomias. La potencia de este tramo es de unos 300 m. Este tramo pasa lateralmente a calizas con construcción de rudistas. La permeabilidad es alta, ya que normalmente se encuentra intensamente carstificado y fracturado.

c) Calizas (Gargasiense-Clansayense)(4)

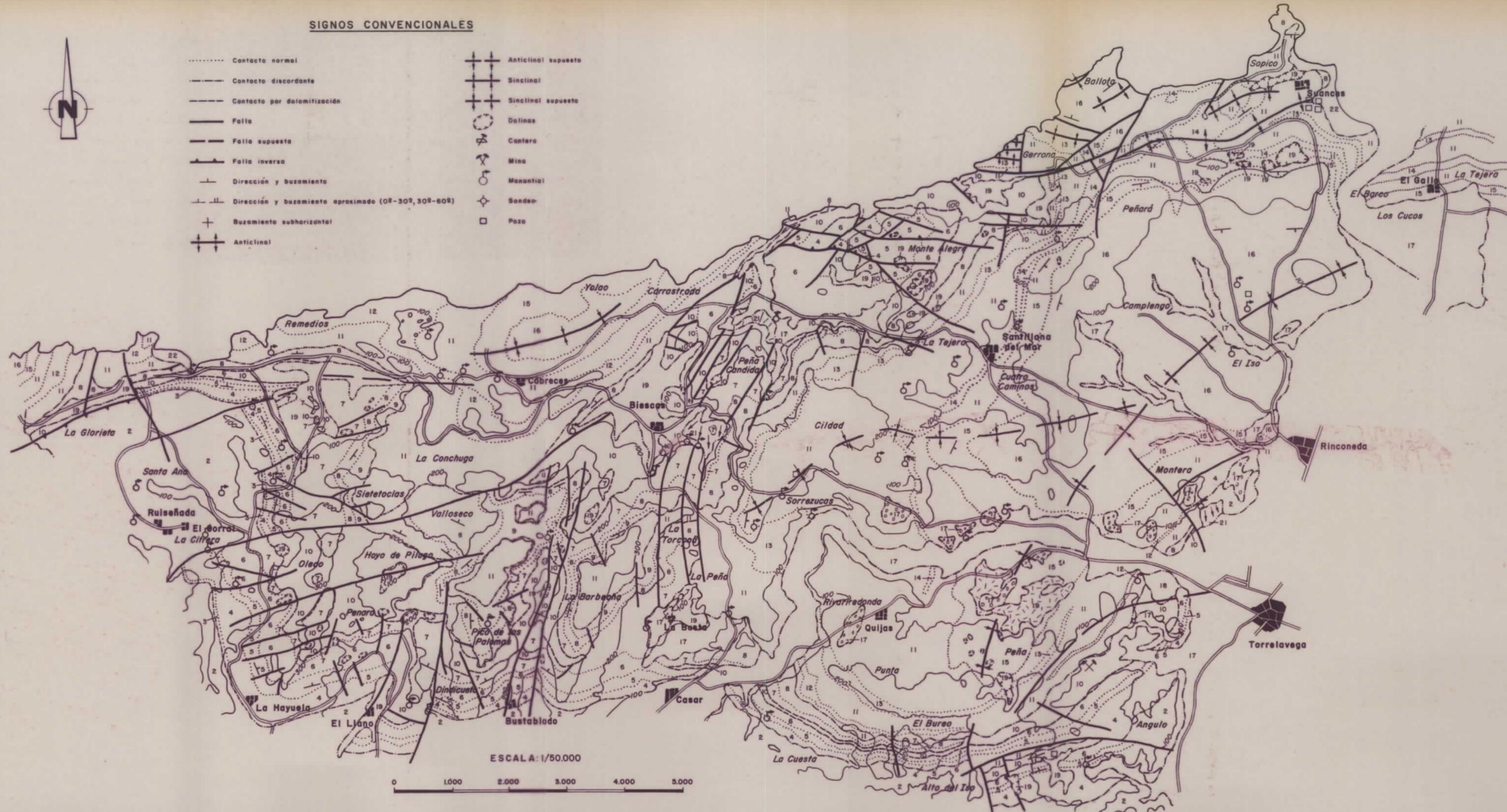
Está formada por calizas bioclásticas grises (Wackestones y packstones) en bancos de orden métrico, plano paralelos y con gran extensión lateral. Su aspecto es algo noduloso y lajoso con un alto contenido faunístico, con gran abundancia de orbitolinas y miliólidos así como pequeñas construcciones de corales, rudistas y ostreidos.

La permeabilidad total es media, producido fundamentalmente por fisuración y carstificación incipiente en algunos niveles.

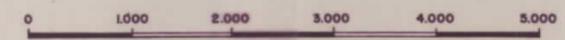
SIGNOS CONVENCIONALES



- Contacto normal
- Contacto discordante
- - - Contacto por delimitación
- Falta
- Falta supuesta
- Falta inversa
- Dirección y buzamiento
- Dirección y buzamiento aproximado (02-302, 308-608)
- + Buzamiento subhorizontal
- Anticlinal
- Anticlinal supuesto
- Sinclinal
- Sinclinal supuesto
- Dolina
- Cantero
- Mina
- Manantial
- Sondeo
- Pozo



ESCALA: 1/50.000



LEYENDA

- 22.-Playas. Permeables.
- 21.-Coluviones. Permeables.
- 20.-Depósitos de marismas. Impermeables.
- 19.-Depósitos de alteración. Impermeables.
- 18.-Depósitos antropicos. Impermeables.
- 17.-Depósitos aluviales. Permeables.
- 16.-Margas y calizas. Semipermeable.
- 15.-Calcarenitas y margas. Permeabilidad media.
- 14.-Calcarenitas. Permeabilidad media.
- 13.-Calcarenitas. Permeabilidad media.
- 12.-Calcarenitas. Permeabilidad media.
- 11.-Arenas y arcillas. Impermeable verticalmente.
- 10.-Dolomías. Permeabilidad alta por carstificación y fisuración.
- 9.-Calizas y arenas. Permeabilidad media.
- 8.-Calizas. Permeabilidad media.
- 7.-Calizas. Permeabilidad media.
- 6.-Areniscas y margas. Impermeable.
- 5.-Calizas. Permeabilidad media-alta.
- 4.-Areniscas y arcillas. Impermeable.
- 3.-Calcarenitas. Permeables.
- 2.-Areniscas y arcillas. Impermeable verticalmente.
- 1.-Arcillas, yesos. Impermeable.

CUATERNARIO		17	18	19	20	21	22		
CRETACICO	SUPERIOR	TURONIENSE	16						
		CENOMANIENSE	15						
	INFERIOR	ALBIENSE	14						
			13						
			12					11	
		APTIENSE	CLANSAYENSE	9					
			SARGASIENSE	8					10
			BEDOULIENSE	7					5
	BARREMIENSE	F. WEALD	6						
	HAUTERIVIENSE		2						
VALANGINIENSE	3								
TRIASICO	F. KEUPER	1							

DIBUJADO:
 FECHA: NOVIEMBRE - 88
 COMPROBADO:
 A. G. de Domingo
 J. G. Leatra
 AUTOR: A. G. de Domingo
 J. G. Leatra
 ESCALA: 1/50.000
 CONSULTOR

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
 PROYECTO: ESTUDIO PARA LA ACTUALIZACION
 DE DATOS DE INFRAESTRUCTURA HIDROGEOLOGICA EN CANTABRIA.
 CARTOGRAFIA HIDROGEOLOGICA
 DE FACIES DE LA SUBUNIDAD
 DE SANTILLANA.

CLAVE
 PLANO N°

3. SUBSISTEMA 4 B. UNIDAD DE COMILLAS

Esta unidad queda limitada por el Mar Cantábrico al norte, las Unidades de San Román y diapirizada de Santander al Este, cuya demarcación viene establecida por el aluvial del Río Saja, desplazándose al NE en el sector septentrional, hasta enlazar con los depósitos aluviales del Pas. Al sur por la Franja Cabalgante del Escudo de Cabuerniga y al Oeste por la línea estructural que enlaza el diapiro de Cabezón de la Sal con la Ría de San Vicente de la Barquera.

El sustrato impermeable está formado por los materiales arenos-arcillosos de las facies Weald y en algunos sectores por los depósitos arcillosos-yesíferos que componen los diapiros triásicos que afectan a esta unidad.

Los principales acuíferos están desarrollados sobre materiales calcáreos de edad Aptiense, que presentan grandes variaciones, tanto de espesor como de facies, dependiendo de su posición paleogeográfica respecto a las zonas de surcos y umbrales, estos últimos definidos por las zonas de acumulación diapírica de los materiales del triásico superior en facies Kemper.

El Albiense actúa como límite impermeable aunque a techo presenta varios acuíferos calcareníticos de distinta entidad.

El Cenomaniense presenta características similares al Albiense con un tramo inferior impermeable, culminando por un tramo calcarenítico de 100 a 150 m. de espesor, que constituye el acuífero terminal de esta unidad.

Estructuralmente presenta una compleja configuración estructural, resultado de la interacción entre las distintas fases orogénicas que han actuado a lo largo del tiempo y el movimiento de los niveles incompetentes margo-yesíferos del triásico que han ocasionado acumulaciones locales de estos materiales.

Esta disposición ha ocasionado las grandes variaciones de espesor y facies, que se observan en el Weald y Urgoniano, interviniendo así mismo en los posteriores procesos de diagenéticos.

Los principales diapiros que afectan a esta unidad son:

- Diapiro de San Vicente de la Barquera.
- Diapiro de Comillas.
- Diapiro de Cabezón de la Sal.
- Diapiro de Polanco.
- Diapiro de Miengo.

Otro rasgo estructural relevante de esta unidad, es el sistema de pliegues originados durante la fase Alpina. Se presentan generalmente con dirección ENE-OSO, con sinclinales laxos y anticlinales apretados, que favorecen los ascensos diapíricos de las masas triásicas. La red de fracturación presenta tres direcciones dominantes, ENE-OSO, N-S y NO-SE, las dos primeras con fracturas generalmente de gravedad, y la última relacionada con el emplazamiento de masas diapíricas.

Este sistema tiene una extensión de 301 km² y se ha dividido en tres subunidades:

Subunidad de Santillana

Subunidad de Suances

Subunidad de San Vicente-Lamadrid

3.1. SUBUNIDAD DE SANTILLANA

Esta subunidad está limitada al Norte por el Mar Cantábrico, al Este por los depósitos aluviales formados por los ríos Saja y Besaya, que a su vez son paralelos a la línea tectónica que define el diapiro de Cabezón de la Sal, y al Oeste por la subunidad tectonizada de San Vicente-Lamadrid, reflejo superficial de un diapiro profundo.

Estructuralmente, esta subunidad, se encuentra muy condicionada por el movimiento diapírico de las masas arcillo-yesíferas del triásico, que constituyen altos paleogeográficos, condicionantes de la sedimentación Aptiense.

- Diapiro de Polanco. Se encuentra situado al Este de esta subunidad, con orientación general ENE-OSO, perfora materiales comprendidos hasta Turoniense y numerosas inclusiones de bloques de sedimentos del Lias.
- Diapiro de Cabezón. Situado al Sur, perfora materiales de Jurásico y facies Weald encontrándose alineado según una dirección NO-SE.
- Diapiro de Comillas. Sólo aflora un pequeño asomo de materiales triásicos, está situado al Oeste de esta subunidad, perfora los sedimentos de las facies Weald y provoca el cobijamiento del Cretácico inferior por las facies de Weald y la verticalización del Complejo Urgoniano en las proximidades de Comillas.
- Diapiro de Punta Calderón. Se encuentra situado al norte de la subunidad, en contacto con el Cantábrico, perfora materiales aptiense y según VADALA (1.981), tendría continuidad, en profundidad, con otro oculto situado al norte de Novales.

Como estructuras de plegamiento hay que destacar:

- Sinclinal de Santillana. Con orientación general NE-SO, se trata de un amplio sinclinal con inmersión hacia el Norte y cuyo eje, a la altura de Queda se bifurca en dos, el principal, al que ya hemos aludido y otro con dirección E-O e inmersión hacia el Este. La estructura es asimétrica con mayor desarrollo del flanco norte.
- Anticlinal de Cabo Redondo. Con dirección ENE-OSO y ligeramente vergente hacia el NO. Su núcleo se encuentra muy fracturado, aflorando diapíricamente materiales triásicos, provocando cabalgamientos e inversiones de las facies Weald y de la serie Aptiense.
- Zona plegada de Comillas-Cobreces. Se trata de un conjunto de estructura de dirección general E-O, formadas por dos sinclinales con un anticlinal intermedio. Son estructuras relativamente apretadas que llegan a verticalizar e incluso a fracturar las series Aptienses.

Los estudios sedimentológicos en el Aptiense han determinado la existencia de cuatro grupos deposicionales.

- Grupo deposicional 1 (Bedouliense inferior). Comprende el tramo cartográfico 3, encontrándose sólo representado en el sector meridional y occidental de la subunidad. Está formado por biocalcarenitas con abundante y variada fauna de "offshore" y "shoreface", "foreshore" y "backshore" y culminando en una superficie de interrupción rubefactada y bioturbada.
- Grupo deposicional 2 (Bedouliense medio-superior). Está constituido por dos tramos cartográficos, con el rango de Formación. El inferior, detrítico, (tramo 4), formado por arenas y arcillas, de naturaleza impermeable, aflora por toda la subunidad y en los sectores donde no aflora el grupo deposicional 1, constituye el límite impermeable de los acuíferos calcáreos superiores. Presentan secuencias deltaicas con desarrollo de facies de prodelta, frente deltaico y llanura deltaica, siendo esta última la que presenta mayor concentración de sedimentos arenosos que pueden dar lugar a pequeños acuíferos colgados.

El tramo superior está formado por calizas (biomicritas) de miliólidos con construcciones, en general pequeñas, de rudistas de escaso tamaño. Este conjunto corresponde al de una plataforma interna extensa y estable, en ambientes de baja a muy baja energía.

- Grupo grado deposicional 3, que comprende los niveles cartográficos 6 y 7. El tramo basal es detrítico (tramo cartográfico 6) culminando en unos niveles de margas y calizas margosas nodulosas. En conjunto corresponden a facies de una plataforma restringida, en la que los elementos detríticos inferiores son debidos a la entrada en dicha plataforma de pequeños lóbulos deltaicos. Este nivel sufre un acuñamiento, en el sector de Comillas, llegando a desaparecer, por lo que se pone en contacto el acúffero Bedouliense superior y el Gargasiense-Clansayense.

El tramo superior calcáreo (tramo cartográfico 7) está formado por un conjunto de facies que comienzan por un sistema de barras, de tipo interno, medio y externo que en conjunto representan una secuencia negativa, con aumento de la energía hacia el techo y hacia la parte externa de la plataforma.

El techo de este tramo superior calcáreo está formado por un conjunto de facies construídas por rudistas, con varias subfacies de características energéticas y ambientales diferentes. Las subfacies dominantes están formadas por acumulación de construcciones de rudistas, fundamentalmente requiñidos, desarrolladas en la base de este tramo, mientras que a techo aparecen facies de energía ligeramente mas alta, con acumulaciones de rudistas de menor tamaño y corales, aunque en ningún caso llegan a aparecer facies de borde de plataforma.

En resumen, la sucesión de facies, comienza con un sistema practicamente impermeable a muro (areniscas y margas), un conjunto con un máximo de porosidad primaria (sistemas de barras), un número mínimo en las facies construídas por rudistas y una nueva zona relativamente porosa, representada por las construcciones de rudistas y corales.

El techo de este grupo está marcado por una interrupción en la sedimentación, cuyo caracter está determinado por la situación paleogeográfica respecto a las zonas de umbrales y surcos.

- Grupo deposicional 4 (tramo cartográfico 8) que comprende los depósitos entre la emersión intra-aptiense y los sedimentos arenosos del Albiense.

La interrupción de la sedimentación en las zonas elevadas es brusca y está marcada por niveles de paleosuelos arcillosos con abundantes fragmentos de azabache, mientras que en las zonas deprimidas, el tránsito es muy gradual con aparición de episodios de sedimentación lenta y ocasionalmente facies someras de alta energía (barras y playas).

La transgresión subsiguiente está representada por facies nodulosas condensadas en la base, colonizándose nuevamente hacia techo por construcciones de rudista, corales y ostreidos en facies someras. A techo aparecen facies de lagoon retringido con construcciones de rudistas y corales con playas asociada (tramo cartográfico 9).

Los sucesivos procesos de emersión, descritos anteriormente, producen la disolución del carbonato creando porosidad tanto móldica como carstica y "vuggy" así como procesos diagenéticos de dolomización (tramo cartográfico 10) originando dolomías con distribución estratiforme, generadas por procesos de mezcla de aguas meteóricas y marinas de salinidad normal, con un claro control paleogeográfico de la dolomización, situándose los máximos espesores de dolomías en zonas con emersiones y acuñándose hacia los sectores que no llegan a emerger.

El techo del grupo deposicional 4 está marcado por una nueva interrupción, comenzando los sedimentos albienses con facies de transición costera,, con etapas de predominio más marino y desarrollo de barras calcarenfíticas, culminando en el Cenomaniense superior por unos depósitos marinos de plataforma interna.

La extensión de esta subunidad es de 184 Km² y se han diferenciado 6 acuíferos:

- * Acuífero Bedouliense inferior.
- * Acuífero Bedouliense superior.
- * Acuífero Gargasiense-Clansayense.
- * Acuífero Albiense.
- * Acuífero Cenomaniense.
- * Acuíferos Cuaternarios.

3.1.1. Acuífero Bedouliense inferior

Se trata de un pequeño acuífero que aflora desde la localidad de La Molina hasta La Hayuela, desarrollado sobre calcarenitas bedoulienses. Su muro impermeable está formado por las facies Weald.

a) Arcillas y yesos (triásico) (1).

Constituye el límite impermeable inferior y lateral de parte de los acuíferos desarrollados sobre esta subunidad. Está formado por arcillas, yesos y ocasionalmente sales, ocasionando problemas de salinidad de acuíferos próximos a su contacto.

b) Areniscas y arcillas (Valanginiense-Barremiense. Facies Weald) (2).

Está formado por areniscas micáceas ferruginosas y arcillas limolíticas rojizas. Junto con el tramo anterior, conforma la base impermeable de esta subunidad, aunque puede contener algún pequeño acuífero colgado desarrollado a favor de los tramos areniscosos.

c) Calcarenitas (Bedouliense inferior) (3).

Está formado por una serie monótona de calcarenitas marrones con laminación cruzada plana de bajo ángulo y laminación cruzada de surco. La potencia máxima observable es de unos 25 m. llegándose a acuñar hacia el Este.

Este tramo se considera como muy permeable, fundamentalmente por fisuración y carstificación.

3.1.2. Acuífero Bedouliense superior

Se han cartografiado los siguientes tramos.

a) Arenas y arcillas (Bedouliense superior) (4).

Constituyen la base impermeable en los sectores en donde no existe el acuífero Bedouliense inferior.

Está formado por areniscas limosas amarillentas y arcillas limolíticas grises, agrupados en secuencias típicas de medios deltáicos.

Este nivel se considera impermeable verticalmente, aunque puede contener pequeños acuíferos aislados, en los niveles de areniscas.

b) Calizas (Bedouliense superior) (5).

Esta unidad se encuentra ampliamente representada en esta subunidad, está formada por calizas bioclásticas grises con construcciones de rudistas (Requena y Toucasia) de pequeño tamaño. Se encuentran estratificados en bancos gruesos, formando cuerpos planoparalelos de gran extensión lateral.

El espesor es variable, como máximo 90 m., acunándose tanto hacia Reocín como hacia Comillas.

Se considera a este tramo de permeabilidad media a alta, producida por fracturación, acompañada de una intensa carstificación.

3.1.3. Acuífero Gargasiense-Clansayense

Constituye el acuífero principal de esta subunidad. Su límite inferior impermeable, sufre grandes variaciones de potencia, llegando a desaparecer en las proximidades de Comillas, en donde se puede conectar hidráulicamente este acuífero con el desarrollado sobre el Bedouliense superior.

Se han distinguido los siguientes tramos cartográficos:

a) Areniscas y margas (Gargasiense-Clansayense) (6).

Está formado por un conjunto detrítico de areniscas y margas en la base que hacia techo pasan a margas y calizas margosas grises, de aspecto noduloso y abundante fauna de Ostreidos.

Su potencia es muy variable, alcanzando un máximo de 100 m. acunándose hacia Casar de Periedo, Ubiarco y Comillas en donde llegan desaparecer los tramos detríticos inferiores.

A este tramo se le considera impermeable verticalmente aunque puede incluir algún pequeño acuífero, en los niveles arenosos, no conectado hidráulicamente con los acuíferos superiores.

b) Calizas (Gargasiense-Clansayense) (7).

Se trata de un conjunto calcáreo formado por unos niveles bioclásticos en la base, con estratificación cruzada, que hacia techo pasan a calizas con construcciones de rudistas de distinto tamaño, y morfología lenticular que alternan con calizas bioclásticas formadas por detritus de la bioconstrucción.

La potencia total en las zonas de máximo desarrollo pueden llegar a alcanzar los 350 m. de espesor, aunque normalmente la potencia es algo menor.

Hidrogeológicamente se considera a este tramo con una permeabilidad media desarrollada a favor de la carstificación que sufren estos materiales.

c) Calizas (Gargasiense-Clansayense) (8).

El contacto con el tramo anterior es neto y está formado por calizas bioclásticas grises, en bancos de orden métrico y gran extensión lateral. En general su aspecto es noduloso, y localmente presentan laminación cruzada y ripples. En el muro es frecuente observar calizas muy nodulosas con intercalaciones de niveles de margas y abundantes restos vegetales.

La potencia es muy variable, oscilando entre 30 y 120 m., según su posición relativa respecto a las zonas de umbrales.

Este tramo se encuentra muy carstificado, resultando con una permeabilidad media.

d) Calizas y arenas (Clansayense-Albiense) (9).

Sólo aflora en las proximidades de Ruiloba y Hoyo de Pilugo con una potencia máxima de 60 m., acunándose lateralmente hacia las zonas de umbrales, en donde llega a desaparecer.

Esta formado por una alternancia de arenas amarillas con laminación cruzada de surco y calizas detríticas beige (packstones y grainstones) con estratificación nodular y laminación cruzada planar. Ocasionalmente se encuentran intercaladas construcciones de corales ramosos y rudistas.

Este nivel presenta una permeabilidad media-alta, producida por porosidad intergranular en los niveles arenosos y por carstificación y fisuración en los tramos calcáreos.

e) Dolomías (10).

Se trata de un conjunto dolomítico, petrográficamente constituido por un mosaico de cristales anhedrales a euhedrales de tamaño variable y textura preferentemente porfirotópica.

Estas dolomías presentan una disposición estratoforme, con contactos netos, con frecuentes inclusiones calcáreas de los tramos descritos anteriormente.

La potencia de esta unidad es variable, con un máximo de 235 m. de Reocin, acunándose hacia la zona de la Busta.

Este tramo se encuentra intensamente carstificado y tiene una permeabilidad alta.

3.1.4. Acuífero Albiense-Cenomaniense

Está formado por tres niveles de barras bioclásticas, incluidas en un nivel arenoso arcilloso de naturaleza impermeable.

a) Arenas y arcillas (Albiense-Cenomaniense) (11).

Constituye el tramo impermeable que delimita los acuíferos desarrollados a favor de los tramos calcareníticos. Esta compuesto por un conjunto detrítico constituido por arenas y areniscas silíceas blancas con intercalaciones de arcillas y limos grises con bioturbación.

Este tramo puede incluir algún pequeño acuífero, en los tramos más arenosos, no conectados hidráulicamente con el resto de los acuíferos.

b) Calcarenitas (Albiense-Cenomaniense) (12) (13) (14).

Estos niveles calcareníticos, se encuentran incluidos dentro de los niveles arenosos-arcillosos descriptor anteriormente y sin posible conexión hidráulica entre ellos.

Estan formados por un conjunto de calcarenitas marrones de aspecto noduloso en la base y masiva en el resto del tramo, con abundante glauconita y estratificación cruzada.

Presentan grandes variaciones en su espesor, dependiendo de su situación respecto a las zonas de umbrales, en donde llegan a desaparecer. En las zonas de máximo desarrollo alcanzan una potencia que oscila entre 50 y 70 m.

Este tramo se encuentra carstificado, asignándole una permeabilidad media-baja.

3.1.5. Acuífero Cenomaniense

El límite inferior impermeable está definido por las arenas y arcillas del Albiense-Cenomaniense, mientras que el superior, está formado por las marga y calizas del Turoniense, tratándose de un acuífero colgado sin conexión hidráulica con los anteriores.

a) Calcarenitas y marga (Cenomaniense) (15).

Está formada por una alternancia de calcarenitas bioclásticas, de tonos grises amarillentos y aspecto noduloso alternando con niveles margosos grises, observándose a techo una costra ferruginosa. Su espesor es variable oscilando entre 50 y 100 m.

Este nivel se encuentra carstificado asignándole una permeabilidad media.

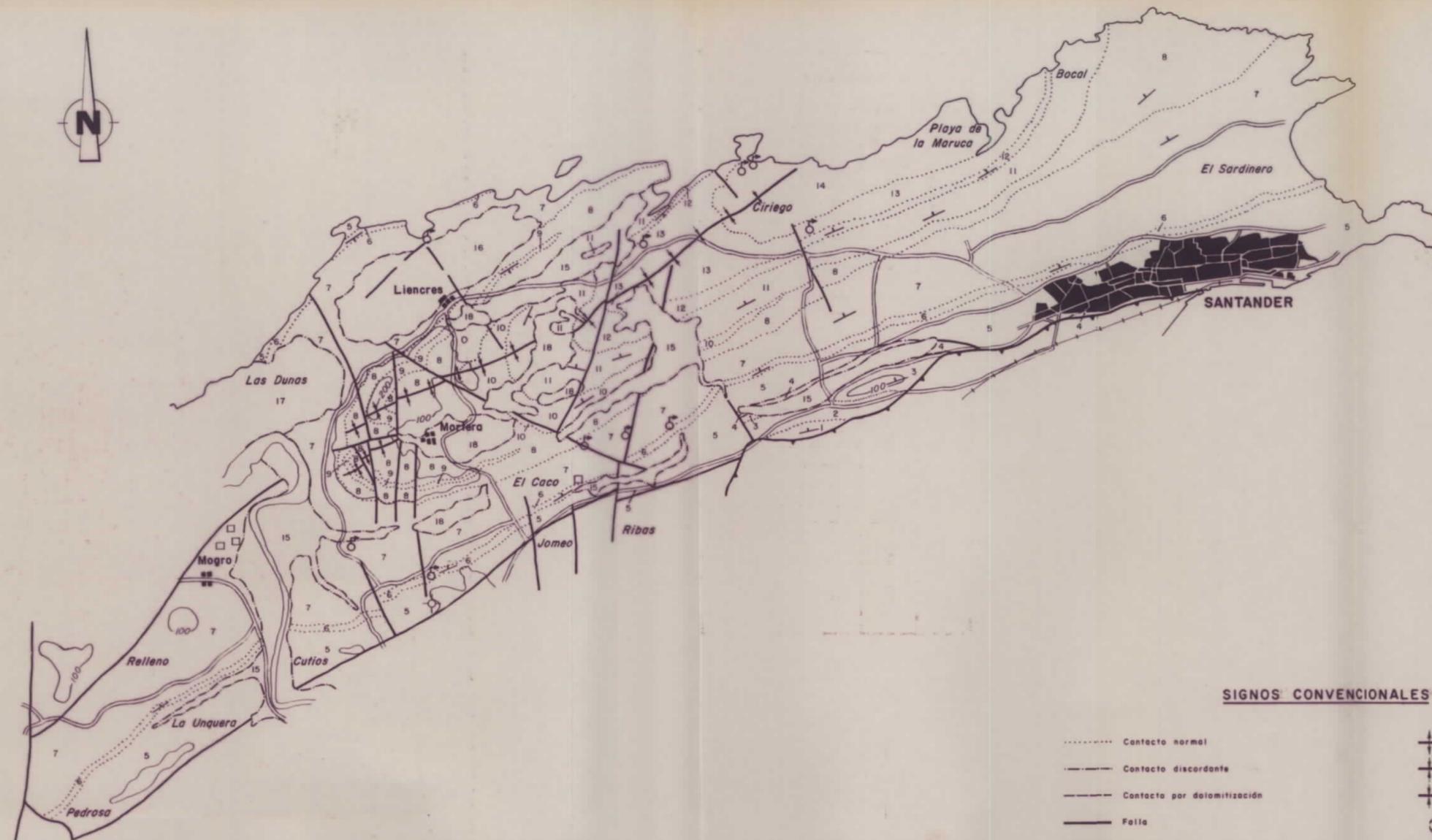
b) Margas y calizas (Turoniense) (16).

Constituye el límite impermeable superior, de este acuífero, está formado por una alternancia de margas hojosas grises y calizas arcillosas con abundante glauconita, estratificadas en bancos de 1 a 2 m. de espesor. La potencia total oscila entre 60 y 80 m.

3.1.6. Acuífero Cuaternario

Se ha cartografiado cinco tipos de depósitos cuaternarios, de los cuales se han considerado permeables los depósitos aluviales y material de laderas.

La potencia de estos sedimentos es muy variable y están contruídos or cantos, arenas y limo con una permeabilidad variable, generalmente alta.



SIGNOS CONVENCIONALES

- | | |
|--|-----------------------|
| Contacto normal | ⊕ Anticlinal supuesto |
| --- Contacto discordante | ⊖ Sinclinal |
| - - - Contacto por dolomitización | ⊕ Sinclinal supuesto |
| — Falta | ○ Dolinas |
| — Falta supuesto | ⊗ Cantero |
| — Falta inversa | ⊗ Mina |
| — Dirección y buzamiento | ⊗ Manantial |
| — Dirección y buzamiento aproximado (00-300,300-600) | ⊗ Sondeo |
| ⊕ Buzamiento subhorizontal | □ Pozo |
| ⊕ Anticlinal | |

LEYENDA

		CUATERNARIO			
		15	16	17	18
TERCIARIO	PALEOGENO	EOCENO	INFERIOR	CUISIENSE	14
				ILERDIENSE	13
	PALEOGENO		THANETIENSE	12	
			MONTIENSE	11	
			DANIENSE	10	
CRETACICO	SUPERIOR		MAASTRICHIENSE	9	
			CAMPANIENSE	8	
			SANTONIENSE		
			CONIACIENSE	7	
			TURONIENSE		
			CENOMANIENSE	6	
	INFERIOR		ALBIENSE	5	
				4	
			APTIENSE	3	
				2	

- 18.-Depósitos de alteración. Impermeable.
- 17.-Depósitos de dunas. Permeabilidad alta.
- 16.-Depósitos de rasas. Permeabilidad alta.
- 15.-Depósitos aluviales. Permeabilidad alta.
- 14.-Calizas arenosas. Permeabilidad baja por fisuración.
- 13.-Calizas. Permeabilidad media-alta por carstificación y fracturación.
- 12.-Calizas y margas. Permeabilidad media-baja por fisuración.
- 11.-Dolomías y calizas blancas. Permeabilidad baja por fisuración.
- 10.-Dolomías blancas. Permeabilidad baja por fisuración.
- 9.-Calcarenitas. Permeabilidad media por fracturación y carstificación.
- 8.-Arenas amarillas. Permeabilidad baja.
- 7.-Margas y calizas arcillosas. Impermeable.
- 6.-Biocalcarenitas. Permeabilidad media.
- 5.-Arenas y arcillas. Impermeable verticalmente.
- 4.-Calizas. Permeabilidad media.
- 3.-Dolomías. Permeabilidad alta por carstificación y fracturación.
- 2.-Arenas y arcillas. Impermeable verticalmente.
- 1.-Calizas. Permeables.

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA		
FECHA: NOVIEMBRE-88 IMPRESION: A. G. de Domingo J. G. Lastro	PROYECTO: ESTUDIO PARA LA ACTUALIZACION DE DATOS DE INFRAESTRUCTURA HIDROGEOLO- GICA EN CANTABRIA.	
AUTOR: A. G. de Domingo J. G. Lastro ESCALA: 1/50.000	CARTOGRAFIA HIDROGEOLOGICA DE FACIES DE LA UNIDAD DE SAN ROMAN.	PLANO N°

3.2. SUBUNIDAD DE SUANCES

Esta subunidad se encuentra limitada al Norte por el Mar Cantábrico, al Este por la Ria de Mogro y al Sur por la Unidad de San Román y subunidad de Santillana y al Oeste por el Río Saja, ocupando una extensión de 11 Km².

Este sector presenta un condicionante tectónico muy importante definido por los movimientos halocinéticos del diapiro de Miengo. Esta estructura, posiblemente alcance mayor extensión, desarrollándose hacia el Norte, en el área ocupada por el mar Cantábrico.

La intrusión perfora materiales del Jurásico y del Cretácico inferior estructurando este sector con fracturas radiales y cabalgamientos de dirección N-S producidas en el emplazamiento de las masas triásicas.

Estas fracturas N-S, posiblemente, no interrumpen la conexión hidráulica entre los labios de las fallas, aunque pueden actuar en algún caso como barreras semipermeables.

Sedimentológicamente, esta subunidad presenta una gran interés ya que constituye un umbral dentro de la cuanta sedimentaria en el que afloran materiales del Jurásico formados por dolomías brechoides, cuyo origen está relacionado con procesos de disolución de sales y posteriores colapsos, que hacia techo pasan de depósitos calcáreos de origen mareal.

Directamente sobre estos materiales se han depositado las facies Weald que contienen en su base niveles de calizas lacustre continuando a techo con facies detríticas típicas. El espesor de este conjunto es muy reducido no sobrepesando los 50 m.

El Aptiense presenta tres grupos deposicionales, aunque reducidos en espesor, faltando el grupo inferior, bien desarrollado en otros sectores de esta subunidad.

Comienza con el grupo 2 (Bedouliense medio-superior), con un tramo basal formado por arcillas, margas limolitas y areniscas en facies deltaicas y un tramo calcáreo superior con construcciones de pequeños rudistas depositados en una plataforma parcialmente restringida.

El grupo 3 (Gargasiense-Clansayense), comienza con un tramo detrítico-calcareo, que representa la entrada de pequeños lóbulos deltaicos en una plataforma restringida, continuando este grupo por un conjunto dolomítico producido durante la diagénesis y que originalmente deben de corresponder a calizas bioclásticas y calizas con construcciones de rudistas formadas en ambientes de plataforma. A techo de estos niveles calcáreos existe una interrupción, generada por la posible emersión de este sector, que produce durante la diagénesis, la dolomitización de estos materiales por procesos de mezcla de aguas meteóricas con aguas salinas normales.

El grupo 4 (Gargasiense-Clansayense) está formado por materiales depositados en la transgresión subsiguiente, representados por calizas nodulosas y calizas con construcciones de rudistas y corales, depositados en ambientes de plataforma.

Se han definido los siguientes acuíferos:

- Acuífero Jurásico.
- Acuífero Bedouliense.
- Acuífero Gargasiense-Clansayense.
- Acuíferos Cuaternarios.

3.2.1. Acuífero Jurásico

Se trata de un acuífero pequeño, aflorante en el borde septentrional en contacto con el Mar Cantábrico. Su límite inferior impermeable son las arcillas y yesos triásicos.

a) Arcillas y yesos (triásico) (1).

Constituye el límite inferior y lateral, tanto de este acuífero como de los superiores. Está formado por arcillas abigarradas con filoncillos de yesos versicolores, con inclusiones de bloques de material calcáreo más modernos.

b) Dolomias y calizas (Lias inferior) (2).

Está formado por dolomias masivas bechoides que hacia techo alternan con niveles de calizas bandeadas, estrafinicadas en bancos planos paralelos. La potencia total de este tramo es de unos 90 m.

Se considera con permeabilidad alta, ya que se encuentra carstificado. La explotación de este acuífero puede plantear problemas de intrusiones marinas.

3.2.2. Acuífero Bedouliense

Su límite impermeable inferior está formado por las facies Weald y por tramos detríticos del Bedouliense medio. El acuífero se desarrolla a favor de los materiales calcáreos del Bedouliense superior.

a) Areniscas, arcillas y calizas (Facies Weald) (3).

En esta subunidad, el espesor de las facies Weald se reduce considerablemente, no sobrepasando los 50 m. de potencia. Están formadas en la base por unos niveles de calizas lacustres pisolíticas con Ostrácodos y oogonios de Charofitas que alternan con arcillas abigarradas, mientras que en el techo pasan a un conjunto detrítico constituido por arcillas, limos y areniscas.

Este tramo se considera impermeable, aunque puede incluir algún pequeño acuífero desarrollado sobre las calizas y tramos arenosos, sin ninguna conexión hidráulica con el acuífero principal.

b) Areniscas y arcillas (Bedouliense) (4).

Constituye el límite impermeable inferior del acuífero Bedouliense. Está formado por arcillas y margas nodulosas grises con niveles areniscosos a techo.

Este tramo puede presentar algún pequeño acuífero, en los niveles arenosos, sin conexión vertical con el acuífero superior calcáreo.

c) Calizas (Bedouliense) (5).

Está formado por calizas bioclásticas grises con miliólidos, estratificadas en bancos planoparalelos, con gran extensión lateral. Incluidas en estas calizas existen construcciones de pequeñas rudistas y corales.

Este tramo presenta una permeabilidad media producida por carstificación y fracturación.

3.2.3. Acuífero Gargasiense-Clansayense

Constituye el acuífero más importante de esta subunidad, aunque parte de él se encuentra intensamente explotado, mediante canteras por la empresa Solvay de Torrelavega.

a) Areniscas y arcillas (Gargasiense-Clansayense) (6).

Constituye el límite impermeable inferior del acuífero. Está formado en sus niveles basales por areniscas y margas grises que pasan hacia techo a margas y calizas margosas de aspecto noduloso. La potencia es difícil de evaluar ya que se encuentra muy cubierto, no obstante oscila alrededor de 50 m.

Este tramo se considera impermeable, aunque puede incluir algún pequeño acuífero, no conectado verticalmente con el superior.

b) Dolomías (7).

Se trata de un conjunto de dolomías ferrosas de grano grueso y aspecto masivo, con contactos netos y una disposición estratiforme, con inclusiones no dolomitizadas de calizas con construcciones de rudistas. Estos tramos calcáreos son los que han sufrido posteriormente, los procesos diagenéticos de dolomitización por mezcla de aguas.

Este nivel presenta una permeabilidad alta, producida por la intensa carstificación a la que están sometidos estos materiales.

c) Calizas (Gargasiense-Clansayense) (8).

Este tramo se encuentra intensamente explotado en canteras cerca de Cuchía. Está formado por calizas nodulosas en la base que hacia techo pasan a calizas bioclásticas con laminación cruzada y abundantes costras de hierro, con una potencia del orden de 50 m.

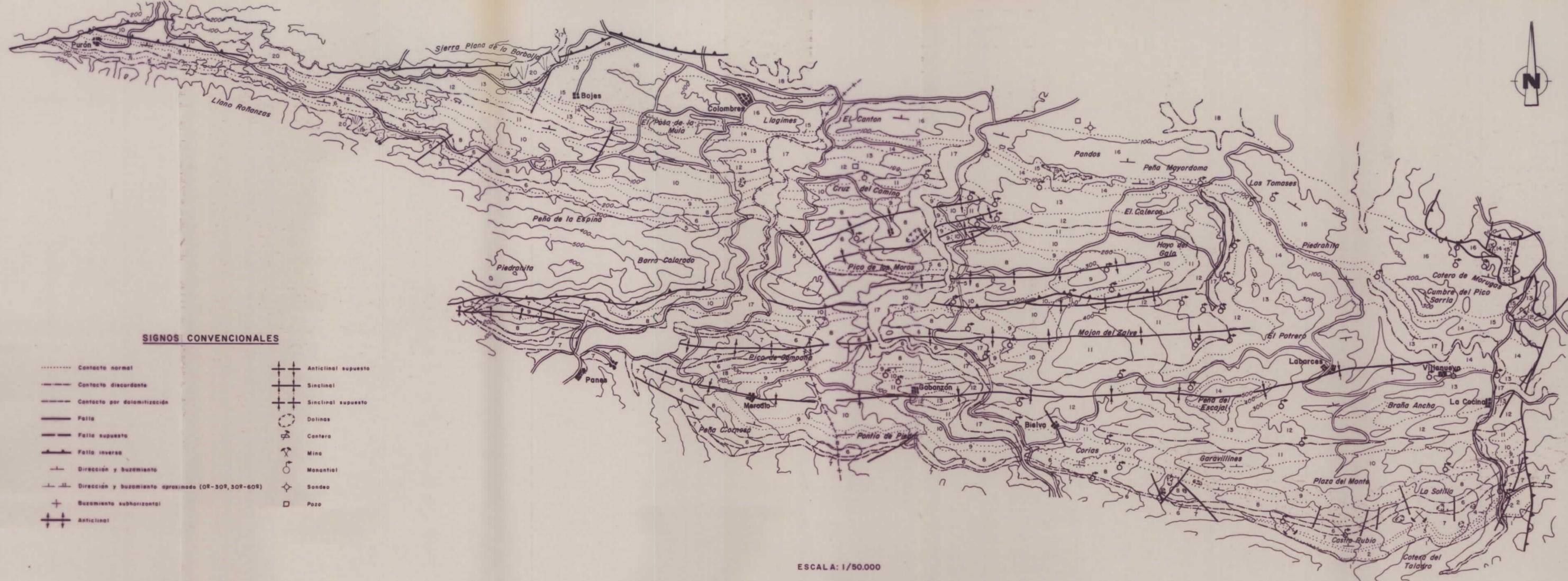
La permeabilidad de este tramo se considera media, producida por carstificación y fracturación.

d) Areniscas y arcillas (Albiense) (9).

Constituyen el límite impermeable superior del acuífero. El contacto con el tramo anterior es erosivo y está formado esencialmente, por arenas y arcillas que incluyen algunos pequeños niveles de calcarenitas que forman pequeños acuíferos colgados.

3.2.4. Acuíferos Cuaternarios

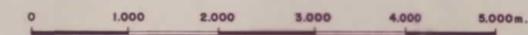
Los únicos materiales permeables que afloran en esta subunidad están formados por los materiales arenosos que constituyen el sistema de dunas desarrolladas en las proximidades de Cuchía.



SIGNOS CONVENCIONALES

- | | |
|---|---------------------|
| Contacto normal | Anticlinal supuesto |
| --- Contacto discordante | Sinclinal |
| --- Contacto por dolomitización | Sinclinal supuesto |
| — Faltia | Dolinas |
| — Faltia supuesto | Cantera |
| — Faltia inversa | Mina |
| — Dirección y buzamiento | Manantial |
| — Dirección y buzamiento aproximado (0R-30R, 30R-60R) | Sondeo |
| — Buzamiento subhorizontal | Pozo |
| — Anticlinal | |

ESCALA: 1/50.000



LEYENDA

CUATERNARIO		17	18	19	20	
TERCIARIO	PALEOGENO	LUTECIENSE	16			20.-Coluviones. Permeables.
		CUISIENSE	15			19.-Arcillas de descalcificación. Impermeables.
		ILERDIENSE	14			18.-Marismas. Impermeables.
	PALEOCENO	14			17.-Depositos aluviales. Permeables.	
CRETACICO	SUPERIOR	MAASTRICHTIENSE	14			16.-Calizas. Permeabilidad media.
		CAMPAIENSE	13			15.-Arenas. Permeabilidad alta.
		SANTONIENSE	13			14.-Calizas y dolomias. Permeabilidad media.
		CONIACIENSE	12			13.-Margas, calizas y dolomias. Semipermeable.
		TURONIENSE	12			12.-Margas. Impermeable.
		CENOMANIENSE	11			11.-Calcarenitas. Permeabilidad media.
INFERIOR	APTIENSE	ALBIENSE	10			10.-Arenas y arcillas. Impermeable-Semipermeable.
		CLANSAYENSE	9			9.-Calcarenitas. Permeabilidad media.
		GARGASIENSE	8			8.-Arenas y arcillas. Impermeable verticalmente.
		BEDOULIENSE	7			7.-Dolomias. Permeabilidad alta por carstificación y fisuración.
		6			6.-Calizas. Permeabilidad media.	
		5			5.-Calizas. Permeabilidad media.	
		4			4.-Arenas y margas. Impermeable.	
		3			3.-Calizas. Permeabilidad media.	
		2			2.-Arenas y arcillas. Impermeable.	
		1			1.-Calizas biocásticas. Permeabilidad media-baja.	

FECHA: NOVIEMBRE - 88	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA	PROYECTO: ESTUDIO PARA LA ACTUALIZACION DE DATOS DE INFRAESTRUCTURA HIDROGEOLOGICA EN CANTABRIA.	CLAVE
AUTOR: A. G. de Domingo J. G. Lastra			
ESCALA: 1/50.000	CONSULTOR 	CARTOGRAFIA HIDROGEOLOGICA DE FACIES DE LA SUBUNIDAD DE LA FLORIDA-COLOMBRES.	PLANO N°

3.3. SUBUNIDAD DE SAN VICENTE - LAMADRID

Ocupa una extensión de 27 km² y contiene varios acuíferos comprendidos entre el Aptiense inferior y el Eoceno.

Se encuentra limitada al norte por los materiales impermeables del Oligoceno de la Unidad Mesoterciaria Costera, separados por un cabalgamiento de dirección E-O. Al este limita con los depósitos de facies Weald de la subunidad de Santillana. Al sur y al oeste limitan así mismo con la Unidad Mesoterciaria Costera. Este límite está definido por un cabalgamiento relacionado con la intrusión del diapiro de San Vicente.

La característica principal de esta subunidad es que se encuentra surcada por un complejo sistema de fracturas inducidas por los movimientos halocinéticos de los materiales triásicos, compartimentando este sector en pequeños bloques, que restringen sus posibilidades acuíferas.

Estructuralmente se puede dividir en dos sectores:

- * El occidental, que comprende la sinforma de San Vicente de la Barquera. Se trata de una estructura cabalgante, cuya zona central está formada por materiales detríticos en facies Weald y al borde externo por materiales dolomíticos-calcáreos del Aptiense.
- * El oriental con cabalgamientos de bajo ángulo en relevo cuyos planos buzcan hacia el sur en el sector septentrional y hacia el este en el sector oriental y hacia el norte y este en su zona meridional.

Esta estructuración está relacionada con la tendencia radial, en el desarrollo de sucesivas escamas hacia el oeste, producidas por el emplazamiento de materiales triásicos en las proximidades de la ría de San Vicente de la Barquera.

Sedimentariamente, el Aptiense presenta características de zona de umbral, disminuido en espesor y con un Gargasiense-Clansayense dolomítico

estratiforme, formado durante la diagénesis por de mezcla de aguas meteóricas con salinas normales.

El Albiense y Cenomaniense tienen características similares a las descritas en las anteriores subunidades, destacando que sólo se han observado una barra calcarenística, en cada piso, con entidad suficiente para formar un acuífero.

Los materiales del terciario presentan facies similares a las observadas en al Unidad Mesoterciaria Costera, en donde se describen ampliamente.

Aunque muy reducidos en extensión, debido a la intensa fracturación que les afecta, se pueden diferenciar los siguientes acuíferos:

- Acuífero Bedouliense.
- Acuífero Gargasiense-Clansayense.
- Acuífero Albiense.
- Acuífero Cenomaniense.
- Acuífero Cretacio terminal-Terciario.
- Acuífero Cuaternario.

3.3.1. Acuífero Bedouliense

Sólo aflora al sur de Larteme y en general, se encuentran muy disminuídas en espesor, faltando incluso los tramos inferiores detríticos.

a) Arenas y arcillas (facies Weald) (1).

Constituyen el límite inferior impermeable de este acuífero. Está formado por arenas y areniscas fina y arcillas rojas limolíticas.

b) Calizas (Bedouliense) (2).

Está constituido por un conjunto de calizas bioclásticas y calizas con construcciones de pequeñas rudistas, estratificadas en bancos de aproximadamente 1 m. de espesor, plano paralelos y con gran extensión lateral. En esta subunidad faltan los tramos inferiores detríticos, estando este conjunto calcáreo, muy reducido de potencia, alrededor de unos 30 m.

A este tramo se asigna una permeabilidad media, ya que se encuentran algo carstificados.

3.3.2. Acuffero Gargasiense-Clansayense

Constituye el acuffero mas extenso de esta subunidad, ocupando gran parte de la sinforma de San Vicente.

a) Arena y margas (Gargasiense-Clansayense) (3).

Constituye el tramo impermeable que separa este acuffero del desarrollado sobre las calizas del Bedouliense. Está formado por arenas limosas en la base y arenas margosas hacia techo, que incluso pueden llegar a formar algunos niveles de margocalizas de aspecto noduloso.

Su espesor es pequeño, unos 10 m. acuñaándose hacia Comillas y posiblemente hacia la ria de San Vicente.

b) Dolomias (4).

Está formado por un conjunto de dolomías ferríferas, sacaroideas de grano grueso, internamente homogéneas y con disposición estratiforme.

Así mismo suelen presentar restos muy borrosos en rudistas, que indican que el material previo a la dolomitización, estaba formado por calizas con construcciones de rudistas.

Esta unidad se encuentra intensamente carstificada presentando una permeabilidad alta.

c) Calizas (Gargasiense-Clansayense) (5).

Está formada por un conjunto de calizas nodulosas, en la base y calizas bioclásticas hacia techo, con construcciones de rudistas y corales, distribuidas en bancos de orden métrico, plano paralelos con gran extensión lateral.

Su potencia es difícil de evaluar, debido a los importantes procesos tectónicos que le afectan, no obstante puede oscilar alrededor de 50 m.

La permeabilidad de estos materiales se considera como media producida por carstificación y fracturación.

3.3.3. Acuífero Albiense

Presenta características similares a los anteriores, encontrándose intensamente fracturado.

a) Arenas y arcillas (Albiense) (6).

Constituyen la base impermeable del acuífero calcáreo superior. Está formado por un conjunto terrígeno constituido por arenas y areniscas amarillas con laminación cruzada y arcillas limosas grises. Este nivel se considera como impermeable.

b) Calcarenitas (Albiense) (7).

Está formada por un conjunto de calizas detríticas y bioclásticas de aspecto noduloso en la base y bien estratificadas hacia techo de tonos marrones, con abundante glauconita y laminación cruzada de surco. Su potencia es variable oscilando alrededor de 30 m.

Se considera a este nivel con permeabilidad media, producida por carstificación y fracturación.

3.3.4. **Acuífero Cenomaniense**

Constituye un pequeño acuífero, de escasa importancia y al igual que los anteriores muy limitado tectónicamente.

a) Arenas y arcillas (Cenomaniense) (8).

Constituye un tramo impermeable que delimita el acuífero Albiense del desarrollado sobre las calizas del Cenomaniense. Está formado por arenas y areniscas limosas con estratificación cruzada con intercalaciones de arcillas grises.

Aunque se considera impermeable puede contener algún pequeño acuífero, en los niveles arenosos, sin conexión hidráulica con los acuíferos calcareníticos.

b) Calcarenitas (Cenomaniense) (9).

Esta formado por un conjunto de calcarenitas bioclásticas, de color gris amarillento, estratificadas en bancos pequeños y en algunas ocasiones de aspecto noduloso.

Este tramo se le asigna una permeabilidad media baja, producida por carstificación y fracturación.

3.3.5. **Acuífero Cretácico terminal-Terciario**

Aflora en el sector meridional de esta subunidad, afectado por una intensa fracturación, que reduce sus posibilidades acuíferas.

a) Margas y calizas arcillosas (Toarciense-Campaniense) (10).

Constituye los tramos basales impermeables o semipermeables sobre los que se desarrollan los acuíferos calcáreos. Está formado por margas grises, nodulosas con intercalaciones de calizas arenosas.

b) Calizas (Campaniense-Ilerdiense) (11).

Se trata de un conjunto de calizas bioclásticas arenosas, parcialmente dolomizadas, de tonos grises y cremas, y aspecto masivo. Su potencia, aunque difícil de medir al estar afectado por numerosas fracturas, es del orden de 70 m.

En general, este conjunto presenta una permeabilidad media producida por una incipiente carstificación y por la intensa fracturación a la que han sido sometidas estas calizas.

c) Arenas (Cuisiense) (12).

Está formado por un conjunto de arenas, areniscas calcáreas y niveles de conglomerados. Los tramos detríticos presentan estratificación cruzada y tonos blanquecinos, explotándose intensamente en canteras.

La potencia de este tramo es de unos 20 m., asignándole una permeabilidad media alta, producida por porosidad intergranular.

d) Calizas (Cuisiense-Luteciense) (13).

Está formado por un conjunto de calizas arenosas grises, con glauconita, de aspecto masivo, que hacia techo se hacen nodulosas y tableadas, estratificadas en bancos de unos 50 cm.

La potencia es del orden de 100 m., presentando una permeabilidad media, producida fundamentalmente por carstificación de los tramos basales.

e) Margas, areniscas y calizas (Biarritiense-Priabonienes) (14).

Se trata de un conjunto muy heterogéneo formado por margas arenosas en la base, de tonos grises, con restos carbonosos, que a techo pasan a areniscas y calizas con construcciones de Políperos.

Este tramo se considera impermeable o semipermeable con algún pequeño acuífero colgado, no conectado con el acuífero calcáreo principal.

3.3.6. **Acuíferos Cuaternarios**

En esta subunidad, prácticamente no existe ningún nivel cuaternario que puede formar un acuífero con alguna entidad sólo los depósitos de dunas, tienen la suficiente permeabilidad para poder formar algún acuífero pequeño.

4. SUBSISTEMA 4 C. UNIDAD MESOTERCIARIA COSTERA

Esta unidad está constituida por materiales cuya edad está comprendida entre el Jurásico y el Terciario inferior.

Sus límites están definidos al norte por el Mar Cantábrico y una falla inversa que con dirección aproximada E-O pone en contacto materiales paleozoicos de la unidad de Pendueles con materiales del Terciario inferior. Al este por la ría de San Vicente, la zona tectonizada de San Vicente-Lamadrid y el lineamiento tectónico que enlaza con el diapíro de Cabezón. Al sur por la Franja Cabalgante del Escudo de Cabuerniga y al oeste por los materiales paleozoicos que componen la unidad de Cuera.

Componen esta unidad materiales Mesozoicos, Terciarios y Cuaternarios, desarrollándose los principales acuíferos sobre el Jurásico, Cretácico inferior y superior y Terciario inferior.

El Cretácico inferior contiene el acuífero más importante de esta unidad, desarrollado sobre los materiales calcáreos al Aptiense. El límite impermeable inferior está definido por las arenas y arcillas de las facies Weald que en esta unidad presentan un reducido espesor.

El conjunto calcáreo Aptiense, presenta grandes variaciones tanto en espesor como en facies, dependiendo de su situación paleogeográfica respecto a las zonas de surcos y de umbrales. En esta unidad, las zonas elevadas y las zonas deprimidas están relacionadas con la disposición diapírica y con la tectónica preaptiense en donde el Escudo de Cabuerniga, anticlinal del Nansa y el de Puellezo eran zonas elevadas, mientras que los correspondientes a sinclinales eran zonas deprimidas y todos ellos dentro de la plataforma. El albiense se puede considerar impermeable verticalmente, e incluye un nivel calcáreo que constituye un acuífero confinado.

Los tramos basales del Cretácico superior están formados fundamentalmente por niveles impermeables con pequeños paquetes calcareníticos de edad Cenomaniense superior que dan lugar a pequeños acuíferos locales mientras que los niveles superiores, separados de los anteriores por un tramo margoso calcáreo impermeable de edad Turoniense, están representados por calizas, dolomías arcillosa, permeables, capaces de formar un acuífero.

El cretácico terminal-Paleógeno está formado por un conjunto de calizas, calizas arenosas y dolomías, con una intercalación detrítica en su parte superior. Este conjunto se encuentra carstificado en algunos niveles, constituyendo un acuífero con transmisividad y coeficiente de almacenamiento muy variables.

Esta unidad se caracteriza por el escaso espesor que presentan las facies Weald y la disminución en potencia que presentan los sedimentos mesozoicos, tanto de Este a Oeste como de Norte a Sur. Es importante destacar que en el sector occidental no existen afloramientos de Keuper.

Estructuralmente existen dos sectores, el oriental en el que la tectónica se encuentra determinada por los diapiros de Cabezón y San Vicente y el occidental, en el que no existe Kemper, y en el que se crearon durante las fases alpinas amplias estructuras de plegamiento con reactivación de antiguos accidentes de zócalo.

Este subsistema tiene una extensión de 226 Km² y se puede dividir en tres subunidades:

- La Florida - Colombres
- San Vicente-Pechon
- Treceño

4.1. SUBUNIDAD DE LA FLORIDA-COLOMBRES

En esta subunidad se encuentran varios acuíferos comprendidos entre el Aptiense inferior y el Eoceno. Al Norte se encuentra limitada por la subunidad de San Vicente y una falla inversa de dirección Este-Oeste pone en contacto materiales del Ordovícico con materiales Oligocénos, con un salto aproximado de 1.500 m.

El límite este está representado por la Ría de San Vicente, la zona tectonizada de San Vicente-Lamadrid, y una fractura inversa, de dirección NNE-SSO, con plano buzando hacia el Este. El límite Sur está condicionado por la Franja Cabalgante del Escudo de Cabuerniga y el límite Oeste por los materiales paleozóicos que configuran la Unidad de Cuera. A través de este límite puede haber contactos entre el acuífero Aptiense y el acuífero desarrollado sobre las calizas de montaña.

Estructuralmente conforma una zona plegada, que de Norte a Sur está constituida por las siguientes estructuras.

- * Sinclinal de Colombres: De dirección Este-Oeste, aflorando en el núcleo materiales del Oligoceno, se encuentra en contacto su flanco Norte por el cabalgamiento de la Unidad de Pendueles, amortiguándose hacia el Este en el flanco Sur del anticlinal de Puellezo. El desplazamiento vertical de esta fractura es superior a 1.500 m. y parece estar relacionada con adaptaciones al rejuego de accidentes hercénicos.

- * Anticlinal del Nansa-Abanillas: Es una estructura vergente hacia el sur de dirección E-O, en cuyo núcleo afloran materiales del carbonífero. Presenta una falla inversa en el flanco sur, próxima al núcleo, atenuándose hacia el este, donde se separa del eje anticlinal. Esta fractura de gran ángulo, es de edad Hercénica con rejuego durante el ciclo Alpino. El flanco norte se encuentra muy replegado en la zonas de Helgueras.

- * Sinclinal de Gandarilla. Se observa en el sector oriental de la subunidad con dirección Este-Oeste. Se trata de un pequeño sinclinal, en cuyo núcleo afloran materiales del Cretácico superior y cuyo flanco septentrional se encuentra cabalgado por la falla inversa definida en el anticlinal Nansa-Abanillas.
- * Anticlinal de Camijanes-El Mazo. Se trata de una estructura anticlinal de dirección E-O, en cuyo núcleo afloran materiales Pérmicos y Aptienses y cuyo flanco norte se encuentra cabalgado en el sector occidental por la falla inversa del anticlinal Nansa-Abanillas.
- * Sinclinal de Bielba: Su eje se dispone en dirección E-O y su núcleo está formado por materiales del Ilerdiense. Se encuentra adosado al flanco norte del anticlinal de Cabuérniga y se encuentra muy influenciado por los continuos movimientos que ha sufrido esta última estructura.

El análisis de facies ha determinado la existencia en el Aptiense de cuatro grupos deposicionales.

El grupo deposicional 1 (Bedouliense inferior) está representado por calizas bioclásticas formada por secuencias de barras submareales (tramo cartográfico 1), que puede interpretarse como una transgresión basal del Aptiense sobre el Wealdense.

El grupo deposicional 2 (Bedouliense superior), está constituido por dos formaciones, la inferior terrígena y la superior carbonatada. La formación inferior se encuentra únicamente en las zonas próximas a áreas emergidas, ya que representa la entrada de detríticos desde el continente, en general en forma de pequeños abanicos deltaicos y está formada por arcillas bioturbadas con intercalaciones de areniscas micáceas (tramo cartográfico 2), que pueden constituir pequeños acuíferos, en secuencias deltaicas de pequeño tamaño y predominio de las areniscas en las zonas proximales. Se interpreta como un lagoon parcialmente retringido con influencia detrítica, por lo que la sedimentación corresponde en general a facies de prodelta más o menos distales respecto al aparato deltaico que los condiciona.

Sobre el tramo anterior, se observa una formación carbonatada (tramo 3) formada por calizas con construcciones de pequeñas rudistas, requiénidos y monopléuridos, que representan una primera colonización de la plataforma.

El grupo 3, (Gargasiense-Clansayense), está formado por unas facies trasgresivas basales formadas por areniscas y margas (tramo 4), que se acuñan hacia los altos paleogeográficos, en esta subunidad hacia el Oeste. A techo de este tramo se observa unos niveles de margas y calizas nodulosas, con altos contenidos en materia orgánica. Se trata de un medio de baja energía pero con aportes de nutrientes suficientemente alto como para poder desarrollarse una fauna de filtradores de suspensiones y comedores de sedimento.

El ciclo culmina en calizas con construcciones de rudistas, requiénidos y corales. En general se trata más de acumulaciones que de verdaderas construcciones (tramo 5). Se encuentran estratificadas en bancos de morfología tabular y esperores de 1 a 5 m. Todo el conjunto de calizas de rudistas, corresponde a facies de energía baja, dentro de una plataforma somera, de aguas limpias y cargadas en nutrientes planctónicos.

El techo de este ciclo está representado por una regresión con actividad tectónica y diapírica, que produce emersiones en algunas zonas y en general una interrupción en la sedimentación de las zonas deprimidas. La emersión se puede observar en la zona de la Florida con formación de suelos y acumulación de azabache.

El grupo 4 que comprende los materiales depositados después de la emersión intra-aptiense, está formada por calizas (wackestone a packstone), con miliolidos y escasas construcciones de rudistas (tramo 6). Este grupo representa una nueva trasgresión con colonización de la plataforma por rudistas.

Estos niveles calcáreos se encuentran intensamente dolomizados, estado su límite superior marcado por la zona de paleosuelos con azabache.

La dolomitización puede ser parcial o total, efectuado únicamente a la matriz o de forma indiscriminada a matriz y bioclastos.

En el sector de Puente El Arrudo, se observa también dolomitizado el tramo calcáreo que constituye el nivel cartográfico 6. En general parece afectado únicamente los últimos estratos antes de la emersión albiense.

Estas dolomitizaciones son de tipo estratiforme y parece estar relacionada con procesos de mezcla de aguas meteóricas, que entran al sedimento (a partir de la emersión) con aguas salinas normales, presentando, estos procesos de dolomitización, un claro control paleogeográfico.

Superpuesta a esta dolomitización, se encuentra otra de origen hidrotermal, relacionado con fracturas de dirección E-O y conjugadas de éstas.

El Cretácico Superior comienza con depósitos detríticos, que interrumpen el desarrollo de los organismos constructores, con facies típicas de medios de transición costera, presentando asimismo grandes variaciones de espesor, dependiendo de la intensidad de los aportes de material detrítico, con desarrollo de barras bioclásticas de alta energía.

Durante el Turoniense, Coniaciense y Santoniense, la cuenca alcanza su máximo de profundidad con depósito de materiales margosos y calco-arcillosos, típicos de un ambiente plataforma externa, culminando durante el Campaniense-Maastrichtiense con depósitos de plataforma interna.

El Paleoceno se caracteriza por depósitos de dolomías blancas, con gasterópodos, depositado en un medio lacustre-salobre, que pasan a techo a un ambiente litoral, con desarrollo, durante el Eoceno de facies típicas de plataforma.

Esta subunidad que ocupa una extensión de 202 km² se han observado los siguientes acuíferos:

- Acuífero de Bedouliense inferior.
- Acuífero de Bedouliense superior.
- Acuífero Gargasiense Clansyense.
- Acuífero Albiense.
- Acuífero Cenomaniense.
- Acuífero Cretácico superior-terciario.
- Acuífero Cuaternario.

4.1.1. Acuífero Bedouliense inferior

Se trata de un pequeño acuífero, sólo aflorante en el sector oriental de la subunidad y que no sobrepasa hacia el Oeste el meridiano de la Florida.

Su límite impermeable inferior está definido por las areniscas y arcillas en facies Weald. Hay un único tramo que constituye nivel acuífero:

a) Calizas bioclásticas (Bedouliense inferior) (1)

Está formado por calizas marrones (packstone y grainstone), arenosas, con estratificación cruzada y una fauna muy variada. Se disponen en bancos de unos 2 m. de espesor, presentando una potencia muy variable, con un máximo de 20 m., en el sector de Bustriguado, acuñándose hacia el Oeste, no sobrepasando el sector de la Florida.

La permeabilidad de este tramo, se considera media-baja, producida por fracturación y carstificación.

4.1.2. Acuífero Bedouliense superior

Este acuífero sólo está representado en la mitad oriental en la subunidad, encontrándose aislado del acuífero superior Gargasiense sólo en el borde oriental, la unión con el acuífero superior está facilitada por el acuñamiento que sufre el límite impermeable superior del acuífero Bedouliense, a la altura de Cuévanos.

a) Arenas y arcillas (Bedouliense medio) (2)

Constituye el límite inferior impermeable sobre el que se asienta las calizas del Bedouliense superior. Está formado por una alternancia de arenisca micáceas de grano fino y arcillas limosas grises con abundante bioturbación.

Su potencia es muy variable observándose unos 30 m. en el sector de Bustriguado, acuniéndose hacia el Oeste, hasta llegar a desaparecer aproximadamente a la altura de la Mina de la Florida.

Este tramo se considera impermeable.

b) Calizas grises (Bedouliense superior) (3)

Está formado por un conjunto de calizas bioclásticas grises (wackestone y packstone), de aspecto noduloso en el muro con abundante bioturbación y pequeñas construcciones de rudistas. Hacia el techo aumenta el número de construcciones y los rudistas se hacen de pequeño tamaño, encontrándose estratificada en bancos planoparalelos con gran extensión lateral. La potencia máxima observada es de 30 m. acuniéndose hacia el Oeste hasta desaparecer a la altura de Celis.

Este nivel acuífero es muy complejo ya que a la altura de Cuévanos se une al acuífero calcáreo superior, al acunarse el nivel impermeable intermedio que los separa, formando un único acuífero. Así mismo sólo está representado en la mitad oriental de la subunidad.

Se considera que presenta una permeabilidad media, producida por carstificación y fracturación.

4.1.3. Acuífero Gargasiense-Clansayense

Constituye el acuífero más importante, de todos los que forman esta subunidad, estando constituido exclusivamente por calizas y dolomías.

Es importante destacar las variaciones de espesor que se observan en este acuífero, dependiendo de la posición relativa de los surcos y altos paleogeográficos, observándose un mínimo de afloramiento en las proximidades de Rábago aumentando el espesor tanto hacia el Este, como hacia el Oeste.

El límite inferior es variable, así en el borde oriental este límite está formado por arenas y margas, que separan el acuífero Gargasiense del desarrollado sobre el Bedouliense superior. A la altura de Cuévanos, este nivel se acuña, uniéndose los dos acuíferos, hasta que desaparece el formado sobre el Bedouliense superior a la altura de Celis, quedando únicamente el acuífero Gargasiense-Clansayense muy disminuido en espesor y cuyo límite inferior impermeable viene determinado por las arenas y arcillas de las facies Weald, que a su vez, disminuyen en espesor en el sector central y occidental produciendo posiblemente alguna conexión hidráulica, en el borde oeste, con los acuíferos paleozoicos desarrollados sobre las calizas de la montaña.

a) Arenas y margas (Gargasiense-Clansayense) (4)

Afloran en el borde oriental, próximo a Bustriguado. Está formado por arenas y areniscas marrones en el muro y margas y marga calizas en el techo. Su potencia máxima observada es del orden de 10 m., acuñándose hacia el Oeste, no sobrepasando el sector Cuévanos.

Constituye el límite impermeable de separación entre el acuífero Gargasiense-Clansayense y el Bedouliense.

b) Calizas (Gargasiense-Clansayense) (5)

Se trata de un conjunto de calizas micríticas, (mudstone y wackestone) con construcciones de rudistas, de distintos tamaños, Lateralmente a estas construcciones, se observan calizas bioclásticas formadas por fragmentos de la bioconstrucción.

Su potencia es variable ya que sobre estas calizas arman casi exclusivamente las dolomías diagenéticas disminuyendo el espesor de Norte a Sur de la subunidad y hacia el centro, en el sector de Rábago.

Se considera a este tramo con permeabilidad media, producida por carstificación y fracturación.

c) Calizas (Gargasiense-Clansayense) (6)

Este tramo está formado por calizas grises (wackestone-packstone) con pequeñas construcciones de rudistas y corales. Su aspecto es noduloso y lajoso, presentándose en bancos de orden métrico con gran extensión lateral. En el muro de este tramo y en sectores que paleogeográficamente se corresponden con zonas elevadas se observan algunos niveles margosos que constituyen paleosuelos. La potencia es muy variable, acunándose hacia el oeste en donde se pueden observar unos 30 m., mientras que al norte en el anticlinal del Nansa, alcanza más de 100 m. de espesor.

Este nivel presenta una permeabilidad media producida principalmente por carstificación y fracturación.

d) Dolomías (7)

Se trata de un conjunto dolomítico de tonos rojizos, con fauna muy borrosa, contactos netos y generalmente disposición estratiforme. Un alto porcentaje de estas dolomías son ferríferas, con un enriquecimiento de hierro debido a procesos epigenéticos.

Su origen está relacionado con procesos de mezcla de aguas meteóricas con salinas normales, producidos en zonas con emersiones, y por tanto condicionadas por la peleogeografía. Este tipo de dolomias son las observadas en el borde sur de la subunidad fundamentalmente en el sector de La Florida.

Existen otro tipo de dolomias, de color gris claro, de grano fino, genéticamente relacionadas con fractura de dirección NO.SE, como se observa en el anticlinal del Nansa.

Este nivel presenta una permeabilidad alta, debido fundamentalmente, a la intensa carstificación que están sometidos estos materiales.

4.1.4. Acuífero Albiense

Se trata de un pequeño acuífero calcarenítico a techo de un paquete areno arcilloso considerado como impermeable.

a) Arenas y arcillas (Albiense) (8)

Se trata de un conjunto detrítico formado por arenas y areniscas de grano medio a fino y naturaleza fundamentalmente cuarcítica con restos carbonosos. Se encuentra discordante sobre el acuífero Gargasiense-Clasayense y presenta una potencia aproximada de 100 m., acunándose hacia el oeste.

Esta unidad se considera impermeable, aunque puede contener algún pequeño nivel calcarenítico, que constituye un acuífero sin conexión en la vertical con acuíferos más importantes.

b) Calcarenitas (Albiense) (9)

Está formado por una serie calcarenitas bioclásticas y calizas arcillosas en el techo y un conjunto de arenas murgosas nodulosas en el muro. Suelen presentar gran cantidad de glauconita, observándose estratificadas en

bancos de 0,5 a 1 m. de espesor. La potencia es muy variable, dependiendo de su posición paleogeográfica, no obstante es del orden de 60 m.

Su permeabilidad es media, producida por carstificación y fracturación, en algún caso rellena de arenas arcillosas.

4.1.5. **Acuífero Cenomaniense**

Se trata de un pequeño acuífero, cuyo límite inferior viene definido por un conjunto areno-arcilloso impermeable, que le separa del acuífero Albiense. El límite superior está marcado por una superficie de erosión que produce una laguna estratigráfica faltando el Cenomaniense superior en el sector del Río Nansa.

a) Arenas y arcillas (Cenomaniense) (10)

Se trata de un conjunto arenoso de grano medio a fino, silíceo y feldespático, con estratificación cruzada y paralela, que predominan en el muro del tramo cartográfico y arcillas limolíticas con abundantes restos de fauna, con claro predominio en el techo del tramo. El espesor de este nivel es variable con una media de 200 m.

A este conjunto se le puede considerar impermeable verticalmente, aunque puede contener algún pequeño acuífero arenoso no conectado con el resto.

b) Calcarenitas (Cenomaniense) (11)

Está formado por calcarenitas bioclásticas estratificadas en capas de 0,5 m. con alguna intercalación pequeña de arcillas limosas en la base del tramo. El techo está representado por un nivel ferruginizado que contiene abundantes lamelibranquios y corales.

La potencia de esta unidad es variable oscilando en torno a 100 m., aunque puede llegar a 150 m. en Labarces.

La permeabilidad de este tramo se puede considerar como media a baja producida por carstificación y fracturación.

4.1.6. Acuífero Cretácico terminal-Terciario

El límite inferior impermeable está formado por las margas del Turonense, sobre las que se desarrolla un acuífero calcáreo con un nivel detrítico intercalado, en conjunto similar al desarrollado sobre la Unidad de San Román.

a) Margas (Turonense) (12)

Se trata de una alternancia de margas calcáreas nodulosas y margas limolíticas de aspecto hojoso, ambas de color gris verdoso presentando abundante glauconita en la base.

La potencia es muy variable oscilando entre unos 60 m. en la zona de Colombres a 140 m. en la Vega.

Este tramo se considera impermeable y constituye el nivel impermeable basal del acuífero Cretácico-Paleógeno.

b) Margas, calizas y dolomías (Coniacense-Campanense) (13)

Está constituido por un conjunto basal formado por unos 30 m. de calizas arcillosas y limolíticas con niveles de margas limolíticas nodulosas, un tramo intermedio formado por unos 100 m. de margas con delgadas intercalaciones de calizas nodulosas de tonos grises y un tramo superior formado por dolomías y calizas arcillosas con intercalaciones de margas y limolitas con un espesor de unos 50 m.

El tramo basal se acuña hacia el este, llegando a desaparecer en la Hoja de Cabezón de la Sal (17-05).

En conjunto este tramo se puede considerar con una permeabilidad baja.

c) Calizas y dolomias (Campaniense-Ilerdiense) (14)

Se trata de un conjunto de dolomias en la base, con una potencia que oscila entre 100 y 170 m., microconglomeráticas, con cantos de cuarcitas y abundante óxido de hierro, que hacia techo se hacen masivas, sacaroideas y algo arenosas, culminando al tramo dolomítico, con otro nivel de dolomias blancas arenosas, con granos y cantos de cuarzo redondeados.

Dentro de este conjunto, el nivel superior está formado por calizas de Alveolinas o de Nummulites, que hacia techo se hacen arenosas y bioclásticas, con una potencia de unos 100 m.

Este conjunto presenta una permeabilidad media, producido por fracturación, encontrándose en algún nivel una carstificación incipiente.

d) Arenas (Cuisiense) (15)

Litológicamente está formado por arenas blancas con intercalaciones lenticulares de calizas arenosas y niveles de conglomerados cuarcíticos muy redondeados de 2 a 3 cm. de tamaño medio. Las arenas están poco cementadas y presentan estratificación cruzada, explotándose actualmente como aridos, en las cercanías de Colombres.

Este tramo tiene una potencia de unos 30 m. y presenta una permeabilidad alta, producida por porosidad intergranular.

e) Calizas (Cuisiense-Luteciense) (16)

Se trata de un conjunto de calizas (packstone-grainstone) grises, en general masivas y arenosas, aumentando el porcentaje de arenas hacia el techo. En las calizas que constituyen la base de este conjunto, es frecuente observar laminaciones cruzadas y bases erosivas.

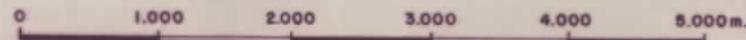
La potencia total es de unos 250 m. y presentan una permeabilidad media, observándose el nivel basal intensamente carstificado.

4.1.7. **Acuifero Cuaternario**

Está formado fundamentalmente por los depósitos aluviales y coluvionares, en general constituidos por materiales permeables, y con un desarrollo muy heterogéneo según zonas en que se encuentran representados.



ESCALA: 1/50.000



LEYENDA

		CUATERNARIO						
		10	11	12	13	14		
CRETACICO	INFERIOR	ALBIENSE					9	
		APTIENSE	CLANSAYENSE					8
			GARGASIENSE					7
			BEDOULIENSE					6
		BARRENIENSE					5	
	HAUTERIVIENSE							
	VALANGINIENSE							
	JURASICO	LIAS	SINEMURIENSE					2
			HETTANGIENSE					
	TRIASICO		F. KEUPER					1

- 14.- Arcillas de descalcificación. Impermeable.
- 13.- Antropicos. Impermeable.
- 12.- Marismas. Impermeable.
- 11.- Dunas. Permeable.
- 10.- Playas. Permeable.
- 9.- Areniscas y arcillas. Impermeable verticalmente.
- 8.- Calizas. Permeabilidad media.
- 7.- Dolomías. Permeabilidad alta.
- 6.- Areniscas y margas. Impermeable verticalmente.
- 5.- Calizas. Permeabilidad media.
- 4.- Areniscas y arcillas. Impermeable.
- 3.- Areniscas, arcillas y calizas. Impermeable verticalmente.
- 2.- Dolomías y calizas. Permeables.
- 1.- Arcillas y yesos. Impermeable.

SIGNOS CONVENCIONALES

..... Contacto normal	⊕ Anticlinal supuesto
--- Contacto discordante	⊖ Sinclinal
- - - Contacto por dolomitización	⊕ Sinclinal supuesto
— Fallo	○ Dolinas
— Fallo supuesto	⚡ Cantero
— Fallo inverso	⚡ Mina
— Dirección y buzamiento	⊕ Manantial
— Dirección y buzamiento aproximado (0R-30R, 30R-60R)	⊕ Sonda
⊕ Buzamiento subhorizontal	□ Pozo
⊕ Anticlinal	

DIB. AUT.:		MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA		
FECHA: NOVIEMBRE - 88		INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA		
COMPROBADO: A. G. de Domingo J. G. Lostra		PROYECTO: ESTUDIO PARA LA ACTUALIZACION DE DATOS DE INFRAESTRUCTURA HIDROGEOLOGICA EN CANTABRIA.		CLAVE
AUTOR: A. G. de Domingo J. G. Lostra		ESCALA: 1/50.000		PLANO N°
CONSULTOR: 		CARTOGRAFIA HIDROGEOLOGICA DE FACIES DE LA SUBUNIDAD DE SUANCES.		

4.2. SUBUNIDAD DE SAN VICENTE - PECHON

Se encuentra limitada por el mar Cantábrico al norte, por la Ría de San Vicente al este, al sur por un cabalgamiento de dirección Este-Oeste, que pone en contacto materiales Ordovícicos con Oligocenos pertenecientes a la subunidad de la Florida-Colombres y por el río Cabra y Mar Cantábrico al Oeste.

Estructuralmente forma parte de la Unidad de Pendueles, cuyo extremo oriental conforma una estructura anticlinal survegente, estando formado su núcleo por sedimentos del Ordovícico, Carbonífero y Aptiense. La orientación del eje es E-O y el flanco sur está roto por varias fallas inversas de gran ángulo que se diversifican en varios cabalgamientos en relevo, que producen verticalizaciones e incluso inversiones de la serie estratigráfica incluida entre las fracturas.

Sedimentológicamente el límite impermeable inferior, representado por el Ordovícico está formado por medios transicionales, litorales y marinos someros con gran influencia continental. A techo existe una superficie de erosión muy marcada en toda la Cantábrica.

El Devónico está formado por areniscas y conglomerado, de pequeño espesor y que conforma la base del acuífero, indicando ambientes continentales con pequeñas intercalaciones marinas.

Durante el Carbonífero existe una transgresión generalizada con el desarrollo de una gran plataforma carbonatada, con gran cantidad de ambientes, desde mareales a turbidíticos.

En esta subunidad los primeros materiales aptienses que afloran se encuentran completamente dolomitizados, faltando posiblemente los dos primeros grupos deposicionales de edad Bedouliense inferior y superior, representando el complejo dolomítico al grupo deposicional 3 desarrollado durante el Gargasiense-Clansayense, que en otros sectores está formado por calizas con construcciones de rudistas desarrolladas en una plataforma somera.

Esta dolomitización es de tipo estratiforme y parece estar relacionada con la emersión intraaptiense, desarrollada a techo del complejo dolomítico y producida por mezcla de aguas meteóricas y salinas normales.

El grupo deposicional 4 está formado por calizas (wackestone) estratificadas en bancos plano paralelos, con miliólidos y pequeñas construcciones de rudistas y corales. Estos materiales están depositados después de la emersión intra-aptiense y representan una transgresión con colonización de la plataforma por rudistas y corales.

El Albiense está representado por medios de transición, con grandes aportes de detríticos continentales y la formación de sistemas de barras calcareníticas dentro de un ambiente, ya netamente marino.

El Cenomaniense presenta similitud de facies con el Albiense comenzando por medios transicionales, implantándose hacia techo un ambiente netamente marino, consolidado durante el resto del Crétacico superior.

Incluidos entre las fracturas que limitan el borde meridional de esta subunidad afloran materiales del Eoceno, que comienzan por depósitos detríticos, en ambientes litorales, y culminan con depósitos calcáreos que desarrollan facies correspondientes a una plataforma interna.

Esta subunidad tiene una extensión de 25 km² y se han observado cinco acúfferos con distinta entidad.

- Acúffero Carbonífero-Aptiense.
- Acúffero Albiense.
- Acúffero Coniaciense.
- Acúffero Eoceno.
- Acúffero Cuaternario.

4.2.1. **Acuifero Carbonífero-Aptiense**

Es el acuifero más importante de esta subunidad, constituye el núcleo del anticlinal de Prelezo, sólo representado en el borde oriental. Este acuifero puede presentar problemas de intrusiones marinas, si llegara a explotarse inadecuadamente.

a) Cuarcitas (Ordovícico) (1)

Constituye el límite impermeable inferior de la mayor parte de la subunidad son cuarcitas blancas de grano fino con intercalaciones pizarrosas de escasa potencia y color verde.

b) Areniscas y conglomerados (Devónico) (2)

Está formado por arenas y arenisca glauconíticas, microconglomerados, conglomerados feldespáticos y conglomerados con cantos blandos, con un espesor aproximado de 80 m.

Constituye el tramo inferior del acuifero, presentando una permeabilidad alta producida por porosidad intergranular, ya que las arenas se encuentran poco cementadas generalmente.

c) Calizas (Carbonífero inferior) (3)

Se denominan "calizas griotte" y está formado por radiolaritas rojas y verdes, con niveles de liditas negras y arcillas rojas en la base y calizas nodulosas rojas en bancos de 20 a 40 cm. alternando con niveles arcillosos y una potencia total entre 20 y 30 m. Estos niveles se encuentran generalmente muy replegados, presentando una permeabilidad muy baja.

d) Calizas (Carbonífero) (4)

Se trata de un potente conjunto calcáreo denominado "Caliza de Montaña". Son calizas negras, micriticas, tableadas o masivas. Esta unidad se encuentra intensamente carstificada, presentando una permeabilidad alta.

e) Dolomías (Aptiense) (5)

Está formado por dolomías estratificadas rojas, con restos calcáreos sin dolomitizar, en los que se observan construcciones de rudistas, por lo que se supone que deben estar sustituyendo a los tramos calcáreos basales con grandes construcciones de rudistas de edad Gargasiense-Clansayense. La potencia de este tramo es de unos 50 m.

Se asigna a este nivel una permeabilidad alta, ya que generalmente se encuentra muy carstificado.

f) Calizas (Aptiense) (6)

Está formado por calizas bioclásticas grises, estratificadas en bancos planoparalelos de gran extensión lateral y orden métrico. En la base presentan un aspecto noduloso, mientras que hacia techo el aspecto es lajoso, con un alto contenido en fósiles, presentando pequeñas construcciones de corales y rudistas, así como abundantes restos de orbitolinidos y miliólidos. La potencia total de este tramo es del orden de 50 m.

Se considera a este con permeabilidad media-baja, producida fundamentalmente por carstificación y fracturación.

4.2.2. Acuífero Albiense

Se trata de un pequeño acuífero que aflora en el borde oriental de la subunidad, en las proximidades de la Ría de San Vicente. Este acuífero presenta escasa importancia ya que se encuentra muy limitado tectónicamente.

a) Arenas y arcillas (Albiense) (7)

Este nivel confirma el acuífero descrito anteriormente, constituyendo a su vez la base impermeable del acuífero calcarenítico Albiense superior. Está formado por arenas y arcillas e intercalaciones pequeñas de niveles calcareníticos. El espesor es variable aunque en esta subunidad no sobrepasa los 50m.

b) Calcarenitas (Albiense) (8)

Está representada por calcareníticas grises, estratificadas en bancos gruesos con abundante glauconita en el techo, mientras que en el muro son algo nodulosas, estratificadas en bancos más finos de 0,5 a 1 m. de espesor, con una potencia total que oscila entre 30 y 50 m.

Este acuífero presenta muy poca extensión superficial, estando muy limitado tectónicamente. Su permeabilidad es media-baja producida por fracturación y carstificación.

c) Arenas y arcillas (Cenomaniense) (9)

Constituye el límite impermeable superior del acuífero calcarenítico del Albiense. Se encuentra afectado por las fracturas Este-Oeste que limitan la subunidad, aflorando sólo en las proximidades de la Ria de San Vicente. Está constituido por arenas finas con arcilla limolíticas.

4.2.3. **Acuífero Coniaciense**

Este acuífero se encuentra limitado por fracturas de dirección Este-Oeste, constituyendo una escama, vergente al Sur.

a) Calizas, dolomías y margas (Coniaciense) (10)

Está formado por una alternancia de calizas dolomíticas arcillosas y margas, con predominio de las calizas en los tramos basales en donde están concentradas las zonas más permeables. La potencia total es del orden de 100 m., considerando a este tramo con una permeabilidad media-baja.

4.2.4. **Acuífero Eoceno**

Aflora, como el acuífero Coniaciense, limitado por fracturas de dirección Este-Oeste, formando un acuífero de poca extensión. La serie se encuentra invertida observándose los siguientes tramos cartográficos.

a) Arenas (Cusiense) (11)

Está formado por arenas poco cementadas, de color blanco y niveles intercalados de conglomerados, areniscas y calizas arenosas. Aunque en este sector, la potencia es variable, debido a causas tectónicas, en otras zonas alcanza los 30 m. de espesor. Se considera a este tramo con una permeabilidad alta intergranular.

b) Calizas (Cusiense) (12)

Está formado por calizas arenosas grises con glauconita, masivas en el muro, haciéndose tableadas hacia techo en bancos de unos 50 cm. La potencia está controlada por las fracturas que le afectan llegando a alcanzar 80 m. en otros sectores.

Este conjunto presenta una permeabilidad media, producida por fracturación y carstificación.



ESCALA: 1/50.000



LEYENDA

SIGNOS CONVENCIONALES

CUATERNARIO				13	14	15	16	17
TERCIARIO	PALEOGENO	EOCENO	CUISIENSE			12		
						11		
CRETACICO	SUPERIOR	CONIACIENSE				10		
		CENOMANIENSE				9		
	INFERIOR	ALBIENSE		8		7		
		APTIENSE				6		
CARBONIFERO	SUPERIOR				4			
	INFERIOR				3			
DEVONICO		SUPERIOR				2		
ORDOVICICO		INFERIOR				1		

- 17.-Playas. Permeables.
- 16.-Depositos aluviales. Permeables.
- 15.-Arcillas de descalcificación. Impermeables.
- 14.-Coluviones. Permeables.
- 13.-Rasas. Permeables.
- 12.-Calizas. Permeabilidad media.
- 11.-Arenas. Permeabilidad media-alta.
- 10.-Calizas, dolomías y margas. Permeabilidad baja.
- 9.-Arenas y arcillas. Impermeable - Semipermeable.
- 8.-Calcarenitas. Permeabilidad media.
- 7.-Arenas y arcillas. Impermeable verticalmente.
- 6.-Calizas. Permeabilidad media-baja.
- 5.-Dolomías. Permeabilidad alta por carstificación.
- 4.-Calizas. Permeabilidad media-alta por carstificación.
- 3.-Calizas. Permeabilidad muy baja.
- 2.-Areniscas, conglomerados. Permeable.
- 1.-Cuarzitas. Impermeable.

- Contacto normal
- Contacto discordante
- Contacto por dolomitización
- Falla
- Falla supuesta
- Falla inversa
- +--- Dirección y buzamiento
- +--- Dirección y buzamiento aproximado (OR-30R, 30R-60R)
- + Buzamiento subhorizontal
- ↑ ↓ Anticlinal
- ↑ ↓ Anticlinal supuesto
- ↑ ↓ Sinclinal
- ↑ ↓ Sinclinal supuesto
- Dolinas
- ⊕ Cantero
- ⊕ Mina
- ⊕ Manantial
- ⊕ Sondeo
- Pozo

DIBUJADO:	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA		
FECHA: NOVIEMBRE - 88	INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA		
COMPROBADO: A. G. de Domingo J. G. Lastra	PROYECTO: ESTUDIO PARA LA ACTUALIZACION DE DATOS DE INFRAESTRUCTURA HIDROGEOLOGICA EN CANTABRIA.		CLAVE
AUTOR: A. G. de Domingo J. G. Lastra	ESCALA: 1/50.000		PLANO N°
CONSULTOR: 	CARTOGRAFIA HIDROGEOLOGICA DE FACIES DE LA SUBUNIDAD DE SAN VICENTE-PECHON		

4.2.5. **Acuíferos Cuaternarios**

Están formados por los depósitos de rasas, coluviones y aluviales, en general de poca potencia y formados por materiales detríticos con permeabilidades altas.

4.3. SUBUNIDAD DE TRECEÑO

Los materiales aflorantes en esta subunidad, presentan edades comprendidas entre el Triásico y el Cretácico inferior, con una extensión de 44 Km².

Los límites están definidos al Norte y Este por la fractura de dirección NO-SE que delimita el diapiro de Cabezón de la Sal, al Sur por El Escudo de Cabuerniga y al Oeste por la fractura de dirección NNE-SSO que pasa por El Mazo.

Estructuralmente forma parte de la zona diapírica de Cabezón de la Sal y se encuentra afectado por varias fracturas normales que con dirección E-O y NO-SE surcan esta subunidad, favoreciendo el afloramiento de los materiales Jurásicos.

El acuífero principal de esta subunidad, está instalado sobre los materiales calcáreos dolomíticos del Jurásico, existiendo además un pequeño acuífero colgado formado por materiales del Cretácico inferior, en San Vicente del Monte.

Los materiales Jurásicos (Lías inferior) representan los tramos basales de una secuencia transgresiva con facies de llanura costera carbonatada-evaporítica, con episodios de tipo "sabkha", que pasa gradualmente en vertical a depósitos de plataforma continental estable, de bajo gradiente.

4.3.1. **Acuífero Jurásico**

Se encuentra muy afectado por la disposición diapírica de los materiales triásicos que constituyen el límite impermeable del acuífero. Se han distinguido los siguientes tramos.

a) Arcillas, yesos y sales (Facies Keuper) (1)

Aflora tectónicamente en los alrededores de la localidad de San Pedro y en las proximidades de Carrejó. Constituyen el límite inferior impermeable del acuífero Jurásico. Esta formado por arcillas abigarradas, muy plástica con niveles intercalados de yesos y formaciones salinas no visibles en superficie.

b) Dolomías y calizas (Lias) (2)

Está formado por una serie calcárea-dolomítica de unos 200 m. de potencia. De muro a techo se observa un tramo inferior compuesto por dolomías sacaroides, con estratificación masiva, oquerosas y recristalizadas. A continuación existe un tramo de calizas bandeadas con algunos niveles de dolomías de color negro con abundante materia orgánica y que pasan a un conjunto de brechas calcáreas-dolomíticas, culminando la serie por un tramo de calizas microcristalinas negras, fétidas, estratificadas en bancos gruesos.

Este conjunto presenta una permeabilidad alta producida por carstificación y fisuración.

4.3.2. **Acuífero Aптиense**

Se trata de un pequeño acuífero calcáreo que aflora en San Vicente del Monte, posiblemente unido hidráulicamente mediante una fractura a otro pequeño acuífero Jurásico.

a) Areniscas y arcillas (facies Weald-Aптиense inferior) (3)

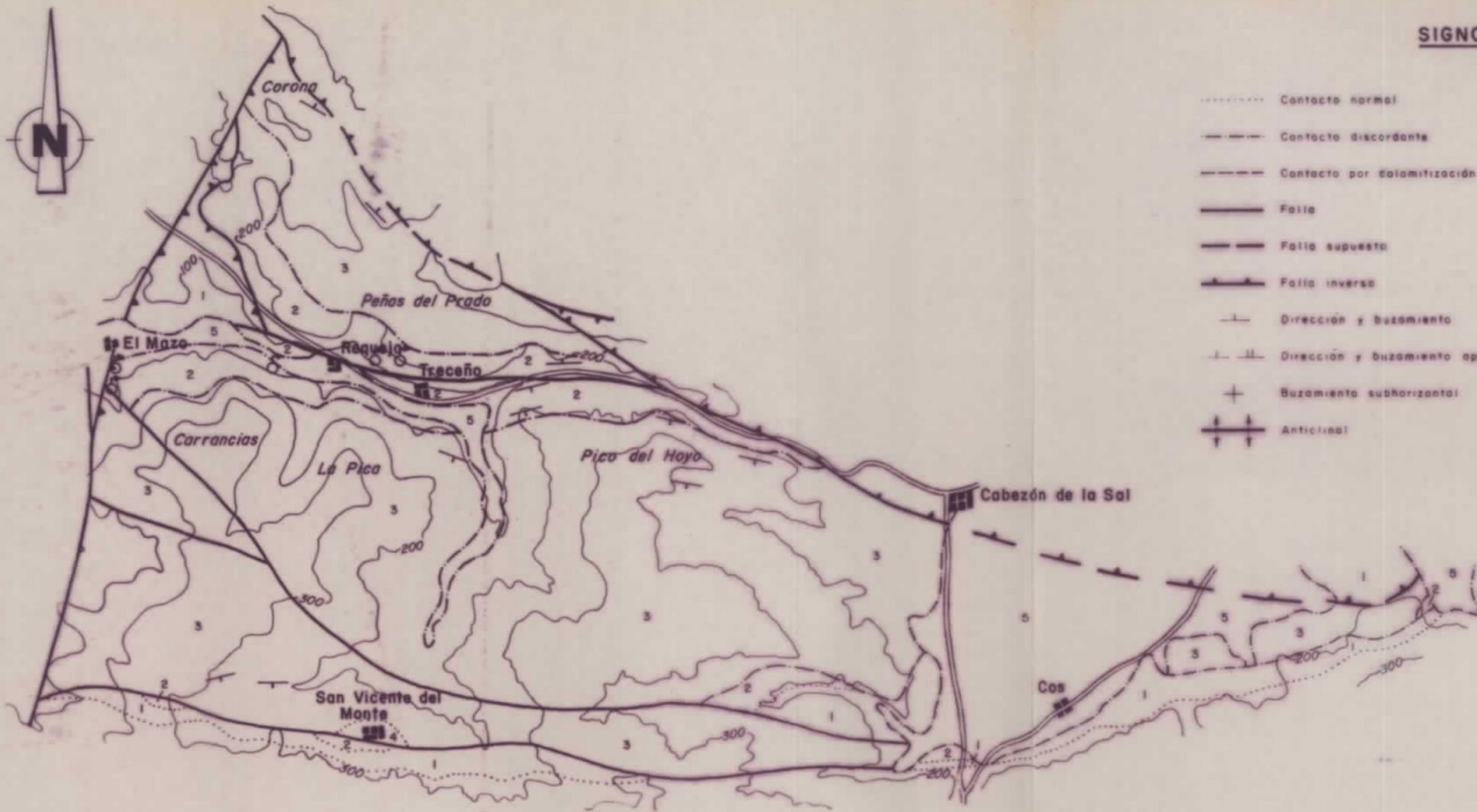
Está constituido por un conjunto detrítico formado por areniscas y arcillas, de naturaleza impermeable al menos verticalmente ya que los niveles arenosos pueden constituir pequeños acuíferos aislados.

Se ha incluido en este conjunto las facies Weald y los tramas basales del aptiense ya que aunque exista una ligera discordancia entre ellos, hidrogeológicamente presentan características comunes.

b) Calizas (Aptiense inferior) (4)

Está formado por calizas grises, estratificadas en bancos de gran extensión lateral, que presentan construcciones, en algún caso aisladas, de pequeñas rudistas.

Se considera que posee una permeabilidad media producida por carstificación y fisuración.



SIGNOS CONVENCIONALES

- Contacto normal
- Contacto discordante
- Contacto por salinización
- Falta
- Falta supuesto
- Falta inversa
- Dirección y buzamiento
- Dirección y buzamiento aproximado (0R-30R, 30R-60R)
- + Buzamiento subhorizontal
- Anticlinal
- Anticlinal supuesto
- Sinclinal
- Sinclinal supuesto
- Dolinas
- Cantero
- Mina
- Manantial
- ◇ Sondéo
- Pozo

ESCALA: 1/50.000



LEYENDA

CUATERNARIO		5
CRETACICO	INFERIOR	4
		3
		2
		1
		1

- 5.-Depositos aluviales. Permeabilidad alta.
- 4.-Calizas. Permeabilidad media.
- 3.-Areniscas y arcillas. Impermeable verticalmente.
- 2.-Dolomías y calizas. Permeabilidad media-alta.
- 1.-Arcillas, yesos y sales. Impermeable.

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA			
FECHA: NOVIEMBRE - 88 COMPROBADO: A. G. de Domingo J. G. Lostra	PROYECTO: ESTUDIO PARA LA ACTUALIZACION DE DATOS DE INFRAESTRUCTURA HIDROGEOLOGICA EN CANTABRIA.		CLAVE
AUTOR: A. G. de Domingo J. G. Lostra	ESCALA: 1/50.000	CARTOGRAFIA HIDROGEOLOGICA DE FACIES DE LA SUBUNIDAD DE TRECEÑO.	PLANO N°
CONSULTOR: 			

5. SUBSISTEMA 4 D. UNIDAD DIAPIRIZADA DE SANTANDER

Esta unidad está constituida por materiales del Cretácico inferior comprendidos entre el Neocomiense-Barremiense en facies Weald hasta el Albiense.

Los límites vienen definidos a norte por la falla de Puente Arce, que le separa de la Unidad de San Román, al este por el diapiro de Santander, Bahía de Santander y diapiro de Solares, al sur por el diapiro de Sarón y la franja cabalgante del escudo de Cabuérniga y al oeste por los diairos de Torrelavega y Polanco.

En esta unidad el sustrato impermeable está compuesto por los materiales areno-arcillosos del Neocomiense-Barremiense en facies Weald, además de los materiales arcillosos que componen los límites diapíricos de Santander, Solares, Sarón y Torrelavega.

Los principales acuíferos están desarrollados sobre materiales calcáreos del Aptiense-Albiense representados por dos series que presentan variaciones fundamentalmente en los tramos inferiores.

El Aptiense inferior comienza en el sector septentrional con unos niveles calcareníticos permeables que representan un sistema de playas y unos tramos areno-arcillosos propios de un sistema deltaico. Estos tramos se acuñan hacia el SE, no llegando a aflorar en Peña Cabarga.

A continuación, hacia techo, se observa una barra calcárea de construcciones de pequeños rudistas, con permeabilidad media que se encuentra representada en toda la unidad, culminando en este tramo el Aptiense inferior (Bedouliense).

El Aptiense superior (Garsasiense-Clansayense) debuta con unos niveles areno arcillosos impermeables que se acuñan hacia el SE, no aflorando en

Peña Cabarga. A continuación se observa unos niveles calcáreos con construcciones de rudistas, que se encuentran dolomitizados en el sector central de la unidad. Este tramos dolomítico es muy permeable ya que está carstificado.

La serie Aptiense termina en unos niveles calcáreos, con construcciones de corales, muy tableadas, con permeabilidad media.

El Albiense constituido por arenas y arcillas impermeables, intercalada un nivel calcarenítico que puede constituir un pequeño acuífero confinado.

Respecto a los materiales cuaternarios existen depósitos aluviales, de alteración y marismas que pueden constituir acuíferos, según la naturaleza de sus materiales.

Estructuralmente esta unidad se encuentra muy influida por la disposición de las masas halocinéticas triásicas cuyos movimientos han incluido tanto en la sedimentación de estos materiales como en su disposición estructural posterior.

Este subsistema tiene una extensión de 224 km² y se puede subdividir en dos subunidades en las que existen acuíferos cretácicos calcáreos independientes entre si.

Estas subunidades son:

- Subunidad de Camargo.
- Subunidad de Peña Cabarga.

5.1. SUBUNIDAD DE CAMARGO

Se trata de un área sinclinal, desarrollado sobre materiales del Cretácico inferior, en el que el eje no se encuentra bien definido aunque tiene tendencia a orientarse en dirección NO-SE.

Es una estructura abierta de francos suaves cuyo buzamiento no sobrepasa los 40°, aflorando en su núcleo materiales areno-arcillosos del Albiense.

Se encuentra limitado por los diapiros de Polanco, Santander y Parbayón, que han condicionado las características sedimentarias de los materiales que afloran en este sector.

La extensión de esta subunidad es de 44 km² y se han diferenciado cinco acuíferos:

- Acuífero Beduliense inferior.
- Acuífero Beduliense superior.
- Acuífero Gargasiense-Clansayense.
- Acuífero Albiense.
- Acuíferos Cuaternarios.

En esta subunidad se han definido 5 grupos deposicionales de facies, representadas en la cartografía adjunta.

El primer grupo deposicional comprende el nivel cartográfico 2 y está formado por calcarenitas que se interpretan como una transgresión basal sobre el Wealdense, sobre la que se desarrollan secuencias regresivas de playas, que terminan localmente en una exposición subaérea con desarrollo de dunas. En estos sistemas de playas se reconocen facies de "ofshore", "shoreface", "foreshore" y "backshore" con similares características desde el punto de vista hidrogeológico.

El segundo grupo deposicional, comprende los niveles cartográficos 3 y 4. El tramo basal (3), formado por areniscas y arcillas, se interpreta como facies relativamente profundas con entrada ocasional de pequeños sistemas deltaicos. Se han reconocido facies de prodelta, de naturaleza impermeable, constituidos fundamentalmente por arcillas, facies de talud y frente deltaico y llanura deltaica superior formadas por arcillas y arenisca que pueden constituir algún pequeño acuífero confinado. Este sistema deltaico sólo se desarrolla en el sector sur occidental de la subunidad.

El nivel superior (4), está formado por calizas con construcciones de requiénidos y monopleúridos, en general de pequeño tamaño, alternando con pequeñas construcciones de corales ramosos y masivos. Localmente aparecen acumulaciones de ostreidos. La morfología de las construcciones da formas aplanadas y cónicas invertidas. Su estructura interna es de tipo "bafflestone".

Estas formas corresponden a ambientes de baja y muy baja energía, que corresponden a un depósito en una plataforma interna extensa y estable de la que se desconocen sus límites interno y externo.

El grupo deposicional 3, comprende a los niveles cartográficos 5, 6 y 7. El tramo basal (5) constituido por areniscas y margas corresponde a pequeños lóbulos deltáicos formados fundamentalmente por arenas y restos vegetales que penetran en un sistema de lagoon, representado por las margas y margocalizas, que se observan a techo del tramo. Este nivel se considera impermeable verticalmente.

El tramo superior (6), está constituido por calizas bioclásticas en la base, que representan un sistema de barras, con facies de barras tipo interno, medio y externo. Hacia techo este tramo está formado por calizas con dos tipos de facies: la primera de ellas formada por acumulación de requiénidos en una matriz "wackestone" - "packstone" de miliólidos, dispuesta en bancos de forma tabular o lenticular que corresponden a un medio de baja energía, en una plataforma somera. El segundo tipo de facies que representa condiciones de energía ligeramente más alta, con acumulaciones de rudistas de menor tamaño.

En conjunto presenta una permeabilidad media, con un máximo de porosidad primaria en los tramos basales constituidos por el sistema de barras.

El tramo 7 está constituido por dolomías, producidos en la diagénesis y originada por dos procesos de formación. El primero, generado por mezcla de aguas meteórica y marinas de salinidad normal, produce dolomias ferrosas, de aspecto estratiforme y se encaja preferentemente en el nivel cartográfico descrito anteriormente. El segundo se encuentra ligado a fracturas de dirección ENE-OSO y produce dolomias no ferrosas de tonos grises.

El primer proceso presenta un claro control paleogeográfico aumentando la dolomitización en las zonas próximas a altos relativos, producidos por movimientos diapíricos de las arcillas triásicas, Este tramos representa el máximo de permeabilidad observado en esta subunidad ya que se encuentra intensamente carstificado.

El grupo deposicional 4 comprende el nivel cartográfico 8. Está formado por calizas nodulosas en la base que representan episodios de sedimentación lenta, con restos de azabache sobre las que se depositan calizas con construcciones de rudistas, corales y ostreidos.

Este grupo presenta una permeabilidad media producida por carstificación y fisuración.

El grupo deposicional 5, está formado por los tramos cartográficos 9 y 10, tratándose de medios de transición costera con algún sistema de barras biocalcarenticas.

En general este tramos se considera impermeable con algún acuffero confinado instalado en los sistemas de barras.

5.1.1. Acuífero Beduliense inferior

Se trata de un pequeño acuífero que alcanza su máximo espesor en la Peña del Aguila y cuyo límite superior impermeable se acuña hacia el este, uniéndose este acuífero al desarrollado sobre el Beduliense superior en el sector del Alto del Infierno. Se han diferenciado los siguientes tramos cartográficos.

a) Areniscas y arcillas (facies Weald)(tramo cartográfico nº 1)

Constituye el límite inferior impermeable de acuífero. Está formado por un conjunto de arcillas limolíticas rojas con intercalaciones de limos y areniscas micáceas ferruginosas de tonos blanquecinos que pueden constituir, en algunos sectores, pequeños acuíferos confinados.

Este tramo se considera impermeable, ya que aunque puede intercalar algún pequeño acuífero, no están conectados verticalmente con los acuíferos aptienses superiores.

b) Calcarenitas (Bedouliense inferior) (2)

Está formado por una serie monótona de calcarenitas (grainstone) marrones, con laminación cruzada y con potencia muy variable, con un máximo de 60 m. de espesor en las proximidades de la Ermita de San Martín, disminuyendo de potencia hacia el este. Este tramo, en el sector del Pozón de la Dolores, cambia a facies más calcáreas con construcciones tabulares de rudistas.

En este mismo sector, el límite impermeable superior se acuña, uniéndose este acuífero, al desarrollo sobre las calizas del Bedouliense superior.

En general se considera a este nivel como permeable, con mayor grado en el sector que ocupan las calcarenitas en las que observa un incipiente desarrollo cárstico.

5.1.2. Acuífero Bedouliense superior

Su desarrollo no es uniforme ya que a partir del Alto del Infierno, hacia el este, se une al acuífero calcarenítico del Bedouliense inferior.

a) Areniscas y arcillas (Bedouliense medio) (3)

Está formado por arcillas grises con abundante bioturbación y areniscas marrones de grano medio, micáceas, con una potencia máxima de 150 m. en las proximidades de la Ermita de San Martín.

Este tramo representa un sistema deltaico que se acuña rápidamente hacia el este, llegando a desaparecer en el sector del Alto del Infierno-Pozón de las Dolores en donde se unen los acuíferos del Bedouliense inferior y superior.

Este nivel se considera impermeable verticalmente, aunque pueda contener algún pequeño acuífero arenoso, confinado entre los niveles arcillosos.

b) Calizas (Bedouliense superior) (4)

Está formada por calizas bioclásticas grises de miliólidos, con construcciones de rudistas. Los tramos basales se encuentran estratificados en bancos gruesos plano paralelos mientras que los niveles superiores forman cuerpos lenticulares. Este tramo se encuentra dolomizado en las proximidades de la fractura de Puente Arce.

La potencia de este nivel es variable, oscilando entre 20 m. en el sector del Tojo (este del sinclinal) y 80 m. en la Ermita de Santa Ana (oeste del sinclinal).

La permeabilidad de este conjunto puede considerarse como media producida por carstificación y fracturación.

5.1.3. Acuífero Gargasiense-Clansayense

Constituye el acuífero de mayor entidad de esta subunidad. Su límite inferior impermeable está formado por las arenas y margas del Gargasiense-Clansayense, mientras que el límite superior lo forman las arenas y arcillas del Albiense.

Se han cartografiado los tramos siguientes:

a) Arenas y margas (Gargasiense-Clansayense) (5)

Está formada por un conjunto de unos 100 m. de espesor, compuesto por arcillas margosas y margas limolíticas grises en la base, y margas grises y calizas micríticas arcillosas con aspecto noduloso en el techo.

Este nivel limita el sistema acuífero superior y se considera a todo el conjunto como impermeable, aunque en sus niveles basales pueda encontrarse algún pequeño acuífero no conectado con los superiores.

b) Calizas (Gargasiense-Clansayense) (6)

Se trata de un conjunto calcáreo formado por calizas bioclásticas grises con estratificación cruzada planar en la base y calizas con construcciones de rudistas en el techo. La potencia de este conjunto, en las zonas de máximo desarrollo, llega a alcanzar los 200 m.

La permeabilidad de este conjunto se considera como media en función de la carstificación y fracturación.

c) Dolomías (Gargasiense-Clansayense) (7)

Afloran en el sector oriental del acuífero. Se trata de unas dolomías grises, de grano fino, estratificadas en bancos de 1 a 2 m. con contactos netos. Es frecuente la existencia de inclusiones calcáreas del tramo anterior.

La distribución geográfica del complejo dolomítico parece restringirse al tercio oriental del acuífero, próximo a los diapiros de Santander y Parbayón, aunque pueden existir pequeñas bandas dolomíticas distribuidas por todo el acuífero ligadas a fracturas de dirección ENE-OSO y su cortejo de fracturas conjugadas.

Este tramo es el más permeable de todos los que forman el acuífero, encontrándose muy carstificado y fracturado.

d) Calizas (Gargasiense-Clansayense) (8)

Está formado por un conjunto de calizas bioclásticas grises en bancos de orden métrico, con gran extensión lateral. Su aspecto en la base es algo noduloso mientras que en los tramos intermedios se hace más lajoso. A techo es frecuente encontrar algunos niveles de calizas micríticas grises con abundancia de domos coralinos.

La potencia total es muy variable, oscilando entre 50 y 140 m., según su posición relativa respecto a las zonas de umbrales. La permeabilidad de este conjunto se considera media, producida por carstificación y fracturación.

5.1.4. **Acuífero Albiense**

Se trata de un pequeño nivel acuífero, formado por calcarenitas incluido entre arenas y arcillas de naturaleza impermeable.

a) Arenas y arcillas (9)

Constituye el límite superior del conjunto Gargasiense-Clansayense y está formado por un conjunto detrítico compuesto por areniscas silíceas de tonos amarillos y blancos y grano medio a grueso, con estratificación cruzada y ripples e intercalación de niveles arcillosos y limos grises.

Este tramo se presenta discordante sobre el acuífero Gargasiense-Clansayense, llegando incluso a erosionar parte de él. Su potencia es muy variable oscilando entre 10 y 200 m.

Esta unidad se puede considerar impermeable verticalmente, aunque puede contener algún pequeño acuífero en los niveles arenosos.

b) Calcarenitas (10)

Se encuentra intercalada entre las arenas y arcillas descritas anteriormente. Aflora en el sector septentrional de la subunidad y está formado por calcarenitas marrones micáceas con glauconita, nódulos de hierro y laminación cruzada planar, de surco y ripples. Asimismo se observan numerosas costras ferruginosas y varios niveles con construcciones de corales y rudistas.

La potencia varía según su posición respecto a las zonas de umbrales oscilando entre 30 y 50 m. Esta unidad se considera que posee una permeabilidad media-baja.

5.1.5. **Acuíferos Cuaternarios**

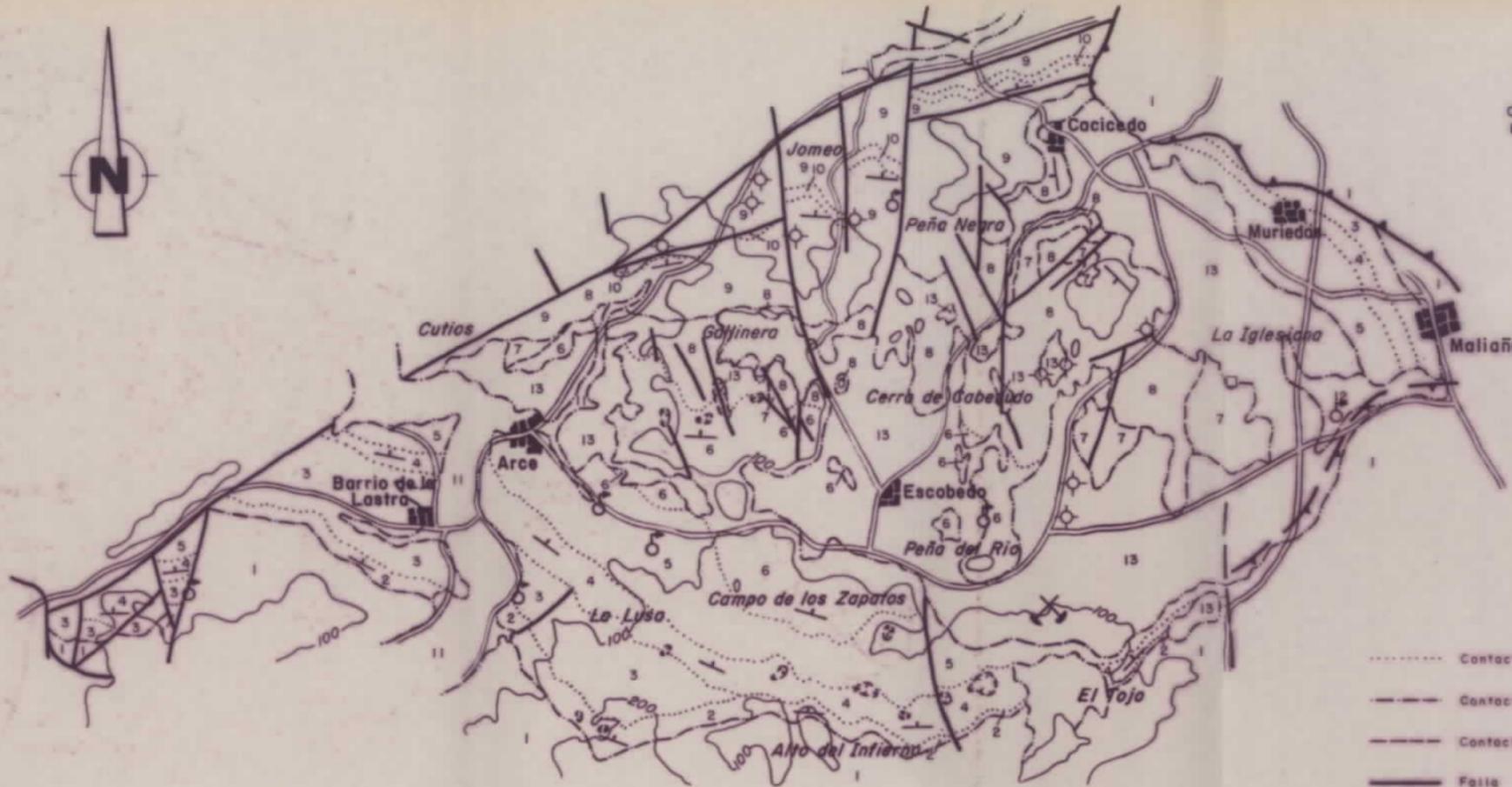
Se han cartografiado tres tipos de depósitos, siendo el único permeable el constituido por los aluviales del río Pas, de potencia variable y constituidos por conglomerados, arenas y limos, con una distribución caótica.

La permeabilidad de estos depósitos varía de unas zonas a otras, pero se considera a todo el conjunto con permeabilidad alta.

Los otros depósitos cartografiados, marismas y de alteración, se consideran semipermeables o impermeables.



ESCALA: 1/50.000



LEYENDA

- 13.-Depósitos de alteración. Impermeables.
- 12.-Marismas. Semipermeable.
- 11.-Depósitos aluviales. Permeable.
- 10.-Calcarenitas. Permeable.
- 9.-Arenas y arcillas. Impermeable verticalmente.
- 8.-Calizas. Permeabilidad media.
- 7.-Dolomías. Permeabilidad alta por carstificación y fisuración.
- 6.-Calizas. Permeabilidad media.
- 5.-Areniscas y margas. Impermeable.
- 4.-Calizas. Permeabilidad media por fisuración y carstificación.
- 3.-Areniscas y arcillas. Impermeable verticalmente.
- 2.-Calcarenitas. Permeables.
- 1.-Areniscas y arcillas. Impermeable verticalmente.

SIGNOS CONVENCIONALES

- Contacto normal
- - - - - Contacto discordante
- - - - - Contacto por eslamitización
- Falta
- Falta supuesto
- Falta inversa
- +— Dirección y buzamiento
- +— Dirección y buzamiento aproximado (09-302, 302-602)
- + Buzamiento subhorizontal
- ⊕ Anticinal
- ⊕ Anticinal supuesto
- ⊕ Sinclinal
- ⊕ Sinclinal supuesto
- Dolinas
- ⊗ Cantero
- ⊗ Mina
- ⊗ Manantial
- ⊗ Sondeo
- Pozo

		CUATERNARIO		
		11	12	13
CRETACICO	INFERIOR	APTIENSE	ALBIENSE	
			GARGASIENSE	
			CLANSAYENSE	
			BEDOULIENSE	
		BARREMIENSE		R. W.

DIBUJADO:	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA		
FECHA: NOVIEMBRE - 88	INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA		
COMPROBADO: A. G. de Domingo J. G. Lastra	PROYECTO: ESTUDIO PARA LA ACTUALIZACION DE DATOS DE INFRAESTRUCTURA HIDROGEOLOGICA EN CANTABRIA.	CLAVE	
AUTOR: A. G. de Domingo J. G. Lastra			
ESCALA: 1/50.000			
CONSULTOR: 	CARTOGRAFIA HIDROGEOLOGICA DE FACIES DE LA SUBUNIDAD DE CAMARGO.	PLANO N°	

5.2. SUBUNIDAD DE PEÑA CABARGA

Se encuentra limitada por el diapiro de Solares, río Solfa y diapiro de Parbayón al norte, diapiro de Solares al sur y por los diairos de Obregón y Parbayón al oeste, ocupando una extensión de 45 Km².

Tectónicamente se trata de una serie monoclinal, con buzamiento hacia el norte, llegando a presentar inversiones de capas en el sector septentrional, y cuya característica más importante es que se encuentra flanqueada por los diairos de Solares, Penagos, Obregón y Parbayón que llegan a perforar, en algún caso, la serie Aptiense.

Esta subunidad presenta un Aptiense muy desarrollado (más de 600 m.) que hacia el oeste (diapiro de Obregón) y noroeste (diapiro de Parbayón) disminuyen en espesor, dolomitizándose gran parte de la serie.

Se han podido diferenciar varios grupos de sedimentarios relacionados en facies con los descritos para la subunidad de Camargo.

El primer grupo sedimentario observado, se relaciona con el grupo 2 (Beduliense medio-superior) observado en la subunidad de Camargo, faltando la formación inferior terrígena que puede estar en parte sustituida lateralmente, por la formación superior carbonatada al existir en este sector menor influjo del material detrítico.

La formación carbonatada (tramo cartográfico 3) está formada por calizas con construcciones de requiénidos y monopléuridos, en general de pequeño tamaño, correspondientes a facies de baja energía dentro de la plataforma.

El segundo grupo deposicional, está formado por unas calizas bioclásticas en el muro, cuya distribución y espesor es bastante irregular y corresponden posiblemente a "tidal-bar belts". Encima de esta formación se desarrollan calizas con construcciones de rudistas requiénidos y corales que

corresponden a facies de baja energía dentro de una plataforma somera, de aguas limpias y cargadas de nutrientes planctónicos.

Hay que destacar que en esta subunidad falta la formación arenosa-margosa que en la subunidad de Camargo forma los tramos basales de este grupo. La desaparición de estas facies impermeables, han facilitado la unión del acuífero del Beduliense superior con el acuífero Gargasiense-Clansayense, formado en esta subunidad un sólo acuífero Bedouliense-Clansayense.

El techo de este ciclo está representado por una regresión con actividad tectónica y diapírica que produce emersiones en algunas zonas y en general una interrupción en la sedimentación en las zonas deprimidas.

El tercer grupo deposicional comprende los depósitos calcáreos depositados después de la emersión intra-aptiense, corresponde al tramo cartográfico 5 y forma parte del acuífero Bedouliense-Clansayense. Está constituido por calizas tableadas con construcciones de rudistas y corales y niveles de calizas nodulosas en la base. Representa un nuevo episodio transgresivo con colonización de la plataforma por rudistas.

Estos niveles calcáreos, descritos anteriormente, se encuentran intensamente dolomitizados, fundamentalmente en el borde occidental de la subunidad, encontrándose mezcladas dos tipos diferentes de dolomias.

- * Estratiformes, formadas por mezclas de aguas meteóricas con aguas salinas normales, condicionadas por las características paleogeográficas.
- * Relacionadas con fractura, de dirección NE-SO y su conjugada NO-SE.

Estos tramos dolomíticos presentan permeabilidad alta debida a que se encuentran intensamente carstificados y a la porosidad secundaria creada en los procesos diagenéticos de dolomitización.

El conjunto Albiense-Cenomaniense está formado por arenas y arcillas que representan un medio transicional marino con sistemas de barra biocalcareónicas (nivel cartográfico 8).

En esta subunidad se han distinguido tres acuíferos:

- Acuífero Bedouliense-Albiense.
- Acuífero Cenomaniense.
- Acuíferos Cuaternarios.

5.2.1. Acuífero Bedouliense-Albiense

Se trata de un acuífero calcáreo de unos 600 m. de potencia en el que han distinguido los siguientes tramos cartográficos.

a) Arcillas, yesos y ofitas (triásico) (1)

Constituye el límite impermeable de los bordes oriental y occidental del acuífero. Está formado por arcillas, yesos y ofitas que constituyen materiales de naturaleza impermeable.

Es importante destacar que estos materiales perforan la serie aptiense, por lo tanto al límite inferior del acuífero, en las proximidades donde afloran estos materiales, es muy difícil de definir.

b) Areniscas y arcillas (facies Weald) (2)

Forma el límite inferior impermeable en las zonas en donde no afloran los materiales triásicos. Se trata de un conjunto detrítico de areniscas ferruginosas con niveles de arcillas rojas.

Este tramo es impermeable verticalmente, aunque puede poseer algún pequeño acuífero arenoso intercalado entre las arcillas.

c) Calizas (Bedouliense) (3)

Está formado por un conjunto de calizas (wackestone), tableadas con construcciones de pequeños rudistas, estratificadas en bancos gruesos, con gran extensión lateral. Así mismo se observan facies de calizas bioclásticas grises con miliólidos y corales.

La potencia es variable, observándose un máximo de espesor de unos 200 m. a la altura de San Vitores, acuciándose tanto hacia el este como hacia el oeste, donde en parte se dolomitizan por la acción de varias fracturas.

Este tramo presenta una permeabilidad media producida por carstificación y fracturación y constituye el primer tramo permeable del acuífero.

d) Calizas (Gargasiense-Clansayense) (4)

Esta unidad está formada por dos tipos de facies. En el muro está formado por calizas (packstone-grainstone) con laminación cruzada y nódulos de silex mientras que hacia el techo se observan calizas grises (mudstone y wackestone) con construcciones de rudistas de diversos tamaños y geometría lenticular.

Entre la zonas construídas existen una serie de calizas bioclásticas, formadas por detritus de la construcción. Esta unidad presenta una potencia máxima de 300m. y se acuña lateralmente hacia los bordes oriental y occidental del acuífero.

Presenta una permeabilidad media producida por carstificación y fracturación.

e) Calizas (Gargasiense-Albiense) (5)

Se trata de un conjunto de calizas grises (wackestone y packstone) en bancos de orden métrico y gran extensión lateral. Frecuentemente

presentan un aspecto noduloso, sobre todo los tramos basales, con bioturbación, y construcciones de rudistas, corales y ostreidos. La potencia es muy variable observándose un máximo de 150 m. en el sector de Peña Cabarga.

La permeabilidad es media producida por carstificación y fracturación.

f) Dolomías (6)

Afloran en el sector occidental del acuífero, en donde adquieren su máximo desarrollo, acuniéndose hacia el sector oriental, llegando a desaparecer en la carretera que sube a Peña Cabarga.

En este tramo, están representadas los dos tipos de dolomías definidas anteriormente; las producidas por mezcla de agua y las originadas por hidrotermalismo a favor de fracturas. No obstante existen dos sectores claramente diferenciables: el occidental, producido por la interacción de los dos procesos de formación de dolomías y sobre el que se desarrolla un intenso aparato cárstico y el oriental en donde las dolomías se encuentran casi exclusivamente estratificadas, producidas por mezcla de agua.

La permeabilidad de este tramos es alta producida por fracturación y carstificación, cuyos conductos en parte se encuentran rellenos de arcillas con nódulos de goethita, hematites, pirita y limonita, que se explota en las minas de Orconera.

5.2.2. Acuífero Cenomaniense

Se trata de un pequeño acuífero, aflorante en el sector septentrional de la subunidad, cuyo límite inferior está constituido por las arenas y arcillas del Albiense, observándose a techo una importante superficie de erosión.

a) Arenas y arcillas (Albiense) (7)

Constituyen el límite impermeable superior del acuífero albiense. Está formado por un conjunto detrítico de arcillas pardo-amarillentas y arenas y areniscas de grano fino a medio.

Este nivel se considera impermeable verticalmente; no obstante puede desarrollar algún pequeño acuífero en los niveles arenosos no conectados verticalmente con los acuíferos importantes.

b) Calcarenitas (Cenomaniense) (8)

Está formado por un conjunto de calcarenitas de tonos marrones, con estratificación cruzada, en capas de 1 m. de espesor. La potencia total no sobrepasa los 30 metros, llegando a desaparecer hacia el oeste, en el sector de la Ría de Solfa.

La permeabilidad de este tramo se puede considerar como media a baja, producida fundamentalmente por fracturación.

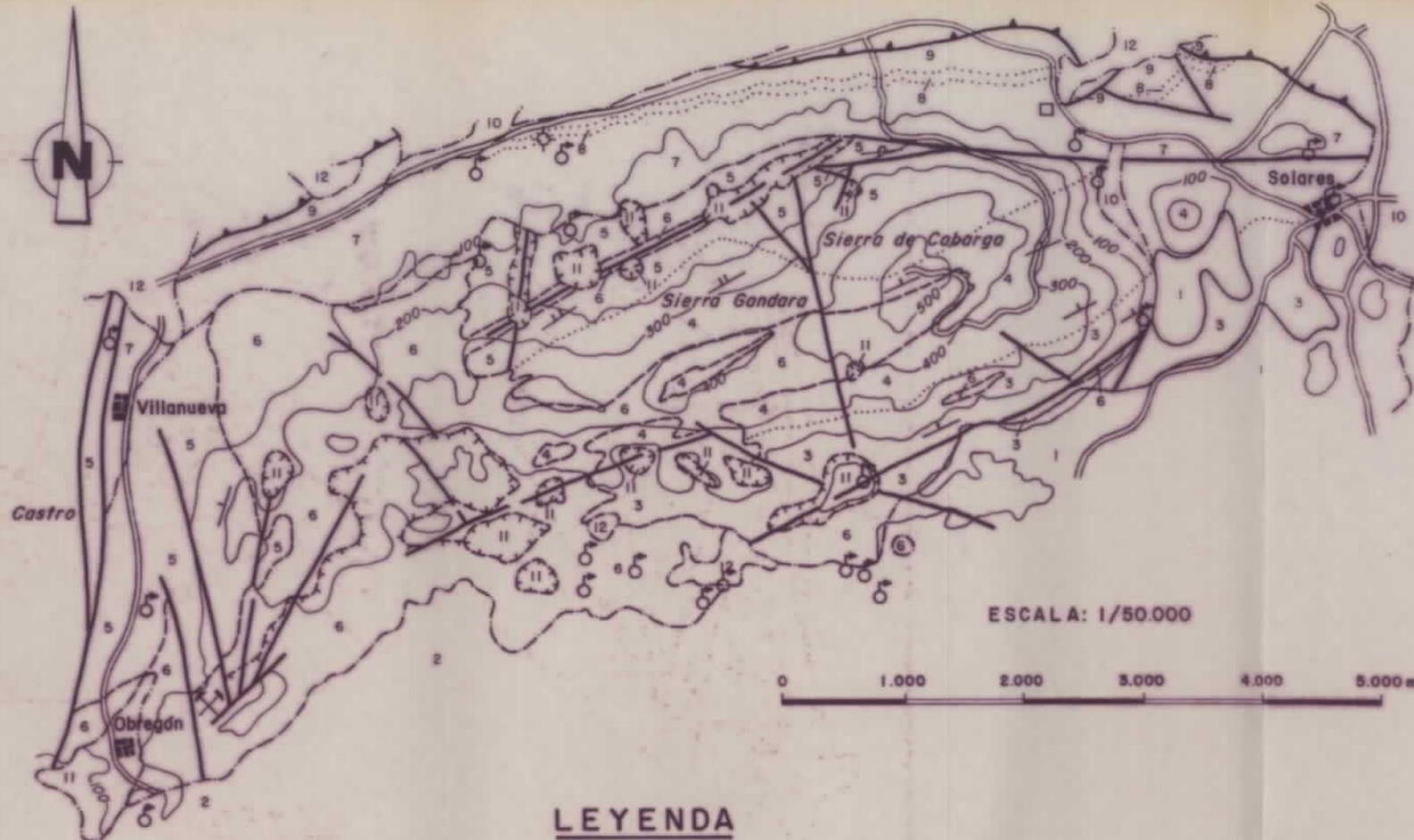
c) Margas y calizas (Santoniense-Campaniense) (9)

Aflora en el sector septentrional del acuífero, encontrándose cabalgado por los materiales triásicos que constituyen los diapiros de Parbayón y Solares. Está formado por un conjunto monótono de margas hojosas, calizas y arcillas grises que constituyen el nivel impermeable superior del acuífero Cenomaniense.

En el muro de este tramo, se observa una superficie de erosión que da lugar a que falte el parte de Cenomaniense superior e incluso llegar a erosionar el acuífero Cenomaniense, como ocurre en la Ría de Solfa, en donde desaparece totalmente, llegando a descansar las margas del Santoniense sobre las arenas y arcillas del Albiense-Cenomaniense inferior. Este nivel constituye el límite impermeable superior de este acuífero.

5.2.3. **Acuiferos Cuaternarios**

Estan formados fundamentalmente por los depósitos aluviales (10) del rio Miera que forma un acuifero conectado con el acuifero aptiense definido anteriormente. Está formado por bolos y gravas heterogéneos con matriz arenoso-arcilloso.



SIGNOS CONVENCIONALES

- Contacto normal
- Contacto discordante
- - - Contacto por dolomitización
- Fallo
- Fallo supuesto
- Fallo inverso
- Dirección y buzamiento
- Dirección y buzamiento aproximado (0R-30R, 30R-60R)
- + Buzamiento subhorizontal
- ↑ Anticlinal
- ↑ Anticlinal supuesto
- ↓ Sinclinal
- ↓ Sinclinal supuesto
- Dolinas
- Cantero
- Mina
- Manantial
- Sondeo
- Pozo

LEYENDA

CUATERNARIO		10	11	12		
CRETACICO	SUPERIOR	CAMPANIENSE	9			
		SANTONIENSE				
		CENOMANIENSE				
	INFERIOR	ALBIENSE	7			
		APTIENSE			CLANSAYENSE	
					GARGASIENSE	
					BEDOULIENSE	
		BARREMIENSE			F. WEALD	2
		HAUTERIVIENSE				
		VALANGINIENSE				
TRIASICO		1				

- 12.- Depósitos antropicos. Permeabilidad variable.
- 11.- Arcillas de descalcificación.
- 10.- Depósitos aluviales. Permeables.
- 9.- Margas y calizas. Impermeable.
- 8.- Calcarenitas. Permeabilidad media.
- 7.- Arenas y arcillas. Impermeable verticalmente.
- 6.- Dolomías. Permeabilidad alta por carstificación y fisuración.
- 5.- Calizas. Permeabilidad media.
- 4.- Calizas. Permeabilidad media.
- 3.- Calizas. Permeabilidad media por fisuración y carstificación.
- 2.- Areniscas y arcillas. Impermeable verticalmente.
- 1.- Arcillas, yesos y ofitos. Impermeable.

DIB. ADIC. FE. HAC. NOVIEMBRE - 88 COMPROBADO: A. G. de Domingo J. G. Lostra AUTOR: A. G. de Domingo J. G. Lostra ESCALA: 1/50 000 CONSULTOR 	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA	PROYECTO: ESTUDIO PARA LA ACTUALIZACION DE DATOS DE INFRAESTRUCTURA HIDROGEOLO- GICA EN CANTABRIA.	CLAVE PLANO N°
--	---	--	-----------------------

6. FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLOGICO

6.1. UNIDAD DE SAN ROMAN

La unidad de San Román, está formada por dos subunidades acuíferas de edad Aptiense y Cretácico terminal-Terciario.

Estructuralmente forman parte de un sinclinal de dirección NE-SO, con inmersión del eje del pliegue hacia el NE. Su núcleo se encuentra muy fracturado, sobre todo en el sector occidental, con direcciones fundamentales ENE-OSO, N-S y NO-SE, en general son fracturas abiertas, con gran importancia hidrogeológica.

6.1.1. Subunidad de Peña Castillo

Se trata de un pequeño retazo de Aptiense de 2 Km² limitado al norte por una importante fractura denominada falla de Puente Arce, que posibilita el afloramiento de estos materiales.

Está formado por dos acuíferos calcáreos, de pequeña entidad con posible conexión hidráulica mediante de la fractura de Puente Arce. El acuífero inferior está formado por las calizas de rudistas del Bedouliense y el superior por dolomías y calizas del Gargasiense-Clansayense.

Estos acuíferos no presentan ningún interés regional, aunque localmente, los niveles dolomíticos del Gargasiense-Clansayense pueden dar lugar a alguna explotación de pequeña magnitud.

6.1.2. Subunidad de San Román

Esta subunidad está formada por acuíferos calcáreos y detríticos de edad comprendida entre el Cenomaniense y el Eoceno, en los que fundamentalmente se reconocen dos acuíferos, aislados entre si por facies

impermeables constituidas por margas y calizas del Turoniense-Campaniense medio.

El conjunto drena hacia el mar Cantábrico, exceptuando el sector occidental que drena hacia el río Pas.

En total tiene una extensión de 66,5 Km² y una cuenca de recepción de 69 Km², 17 de los cuales corresponden a cuencas endorreicas, que drenan directamente a los acuíferos, 26,5 Km² corresponden al afloramiento de materiales permeables (calizas y calcarenitas) y 40 Km² a materiales impermeables o poco permeables, (arcillas principalmente). La lluvia útil media de la zona es de 870 mm.

Se han distinguido dos acuíferos, separados por niveles impermeables que mediante fracturas pueden conectarse hidráulicamente en algún punto.

Los puntos de agua se indican en la tabla 6.1.

6.1.2.1. Acuífero Cenomaniense

Borda al subsistema por el sur, con pequeños afloramientos, en el flanco norte del sinclinal. Se trata de un acuífero de pequeña importancia, que aporta caudales máximos de 3 l/s. No se considera de interés excepto para explotaciones de bajo rendimiento.

6.1.2.2. Acuífero Cretácico-terminal-Terciario

Constituye el núcleo del sinclinal de San Román. Se encuentra totalmente independizado del resto de los acuíferos por niveles arcillosos impermeables.

En total este acuífero recibe aportaciones de una superficie de 24,5 Km², de las cuales 10,2 corresponden a zonas endorreicas y el resto a materiales permeables. Con estos datos se obtienen las siguientes aportaciones.

TABLA 6.1.

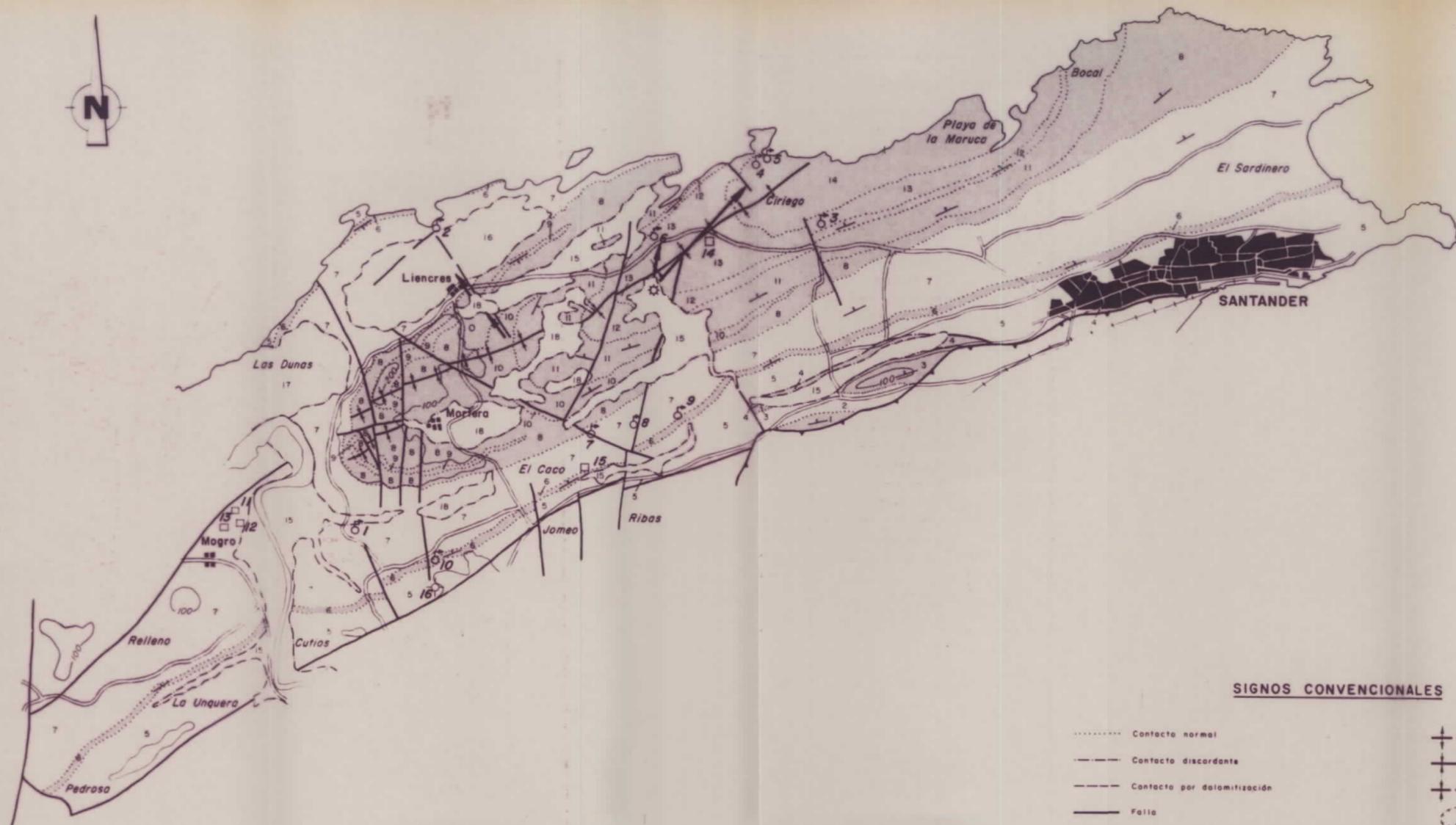
Núm.	Tipo	Nº I. R. H.	Paraje	Altura	Caudal	Acuífero
1	M	18043003	El Pozo	20	3	Cenomaniense
2	M	18044001	Yatas	5	20	Cretácico-term-Terc.
3	M	18044002	Bedia	18	0,25	Cretácico-term-Terc.
4	M	18044003	Fuente de Rostrío	10	1	Cretácico-term-Terc.
5	M	18044004	F. Canal de Job	10	4	Cretácico-term-Terc.
6	M	18044005	F. de Soto	15	60	Cretácico-term-Terc.
7	M	18044006	F. de Bezana	40	5	Cretácico-term-Terc.
8	M	18044007	Tresfuentes	43	3	Cretácico-term-Terc.
9	M	18044008	Barrio de Bezana	30	0,25	Cenomaniense
10	M	18044010	La Pedraja	70	2	Cenomaniense
11	P		El Barco	55	-	Cenomaniense
12	P		El Barco	53,3	1,5	Cenomaniense
13	P		El Barco	30	3	Cenomaniense
14	P		Murillo	46	10,3	Cretácico term-Terc.
15	P		S. Cruz de Bezana	40	-	Cenomaniense
16	S		Boo	-	-	Aptiense superior

	Superf. (Hm ³)	Coef. de infiltr.	Aportaciones (Hm ³ /año)
Endorreico	10,2	100 %	8,9
Permeable	14,3	40 %	4,8
Total	24,5		13,7

Las salidas más importantes, que se han podido cuantificar, corresponden a las fuentes de Yatas (20 l/s), Soto (60 l/s), y por el pozo situado en Murillo con 10,3 l/s de caudal, en total no subrepasan los 3 Hm³/año. Existen además salidas importantes al mar Cantábrico que no están cuantificadas.

Las entradas más importantes se producen por su sumidero situado en las proximidades de Barrio del Monte a una altura de 20 m., para descender hacia el N y NE. Las salidas se producen por la fuente de Soto a 15 m. y por la fuente de Yatas a 5 m. de cota, favorecida por una fractura de dirección NO-SE. La circulación tiene por tanto sentido N y NE, hacia el mar Cantábrico.

se pueden realizar captaciones, a lo largo de todo el acuífero, fundamentalmente en el núcleo del sinclinal, y especialmente en el tramo calcáreo del Ilardiense que se encuentra fracturado y carstificado.



SIGNOS CONVENCIONALES

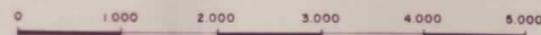
- | | | | |
|-----------|---|---|---------------------|
| | Contacto normal | ⊕ | Anticlinal supuesto |
| - - - - - | Contacto discordante | ⊖ | Sinclinal |
| - - - - - | Contacto por dolomitización | ⊕ | Sinclinal supuesto |
| — | Falla | ○ | Dolinas |
| — | Falla supuesto | ⊕ | Cantera |
| — | Falla inversa | ⊖ | Mina |
| ⊕ | Dirección y buzamiento | ○ | Manantial |
| ⊕ | Dirección y buzamiento aproximado (0°-30°, 30°-60°) | ◇ | Sondeo |
| + | Buzamiento subhorizontal | □ | Pozo |
| ⊕ | Anticlinal | ⊗ | Sumidero |

LEYENDA

		CUATERNARIO				
TERCIARIO	PALEOCENO	EOCENO INFERIOR				
			CUISIENSE	15	16	17
			14			
			13			
	PALEOCENO		12			
			11			
			10			
CRETACICO	SUPERIOR		9			
			8			
			7			
			6			
			5			
			4			
	INFERIOR			3		
				2		
				1		

- 18.-Depósitos de alteración. Impermeable.
- 17.-Depósitos de dunas. Permeabilidad alta.
- 16.-Depósitos de rasas. Permeabilidad alta.
- 15.-Depósitos aluviales. Permeabilidad alta.
- 14.-Calizas arenosas. Permeabilidad baja por fisuración.
- 13.-Calizas. Permeabilidad media-alta por carstificación y fracturación.
- 12.-Calizas y margas. Permeabilidad media-baja por fisuración.
- 11.-Dolomías y calizas blancas. Permeabilidad baja por fisuración.
- 10.-Dolomías blancas. Permeabilidad baja por fisuración.
- 9.-Calcarenitas. Permeabilidad media por fracturación y carstificación.
- 8.-Arenas amarillas. Permeabilidad baja.
- 7.-Margas y calizas arcillosas. Impermeable.
- 6.-Biocalcarenitas. Permeabilidad media.
- 5.-Arenas y arcillas. Impermeable verticalmente.
- 4.-Calizas. Permeabilidad media.
- 3.-Dolomías. Permeabilidad alta por carstificación y fracturación.
- 2.-Arenas y arcillas. Impermeable verticalmente.
- 1.-Calizas. Permeables.

ESCALA: 1/50 000



MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA		
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA		
A. 18 A. 19 A. 20 A. 21 A. 22 A. 23 A. 24 A. 25 A. 26 A. 27 A. 28 A. 29 A. 30 A. 31 A. 32 A. 33 A. 34 A. 35 A. 36 A. 37 A. 38 A. 39 A. 40 A. 41 A. 42 A. 43 A. 44 A. 45 A. 46 A. 47 A. 48 A. 49 A. 50 A. 51 A. 52 A. 53 A. 54 A. 55 A. 56 A. 57 A. 58 A. 59 A. 60 A. 61 A. 62 A. 63 A. 64 A. 65 A. 66 A. 67 A. 68 A. 69 A. 70 A. 71 A. 72 A. 73 A. 74 A. 75 A. 76 A. 77 A. 78 A. 79 A. 80 A. 81 A. 82 A. 83 A. 84 A. 85 A. 86 A. 87 A. 88 A. 89 A. 90 A. 91 A. 92 A. 93 A. 94 A. 95 A. 96 A. 97 A. 98 A. 99 A. 100	PROYECTO: ESTUDIO PARA LA ACTUALIZACION DE DATOS DE INFRAESTRUCTURA HIDROGEOLOGICA EN CANTABRIA.	CLAVE
MAPA DE SISTEMAS ACUIFEROS DE LA UNIDAD DE SAN ROMAN.		PLANO N°

6.2. SUBUNIDAD DE SANTILLANA

Esta subunidad, una de las más extensas y complejas de la zona, componen cinco niveles acuíferos en calizas del Cretácico. Las tres primeras están interconectadas frecuentemente por fracturas y cambios de facies, por lo que los niveles del Bedouliense Inferior, Bedouliense Superior y Gargasiense-Clansayense se tratan conjuntamente. Los acuíferos Albiense y Cenomaniense se encuentran aislados entre sí y del Aptiense por tramos arcillo-arenosos impermeables y subdivididos a su vez en dos zonas independizadas: sinclinal de Cobreces y sinclinal de Santillana.

La subunidad vierte en gran parte al Mar Cantábrico que la limita por su parte norte, y tiene una importante relación de entrada-salida no cuantificado con los ríos Besaya y Saja que la atraviesa por su zona central y oriental.

La extensión total es de 184 Km² y una cuenca de recepción total de 230 Km² de los cuales 52 Km² son superficies endorreicas. La lluvia útil media de la zona es de 640 mm.

En la tabla 6.2. se indican los puntos de agua más destacados.

6.2.1. Acuífero Aptiense

El acuífero aptiense es el más importante de la subunidad. Estratigráficamente se distinguen tres niveles acuíferos calcáreos: calcarenitas del Bedouliense inferior, calizas bioclásticas del Bedouliense superior y calizas y dolomías del Gargasiense-Clansayense. Los tres niveles que bordean las estructuras sinclinales y forman el núcleo del anticlinal del Caborredondo están interconectadas por numerosas fracturas, algunas de las cuales funcionan a su vez como conducto cárstico.

La carstificación, y por lo tanto la permeabilidad dependen de la intensidad de fracturación y de la dolomitización. La fracturación se desarrolla en varios sistemas: fracturas regionales NE-SW y fracturas circulares y radiales

TABLA 6.2.

Núm.	Tipo	Nº I. R. H.	Paraje	Altura	Caudal	Acuifero
1	M	17047001	La Peñuca	25	7	Bedouliense Superior
2	M	17047003	El Portillo	15	35	Aptiense Superior
3	M	17047004	Fuente del Rey	160	1	Bedouliense Superior
4	M	17048001	F. de la Presa	55	40	Aptiense Superior
5	M	17048002	F. de la Salud	45	-	Albiense Cenomaniense
6	M	17048003	F. de los Regatos	130	-	Antiense Superior
7	M	17048004	F. del Monte	140	0,5	Aptiense Superior
8	M	17048005	Royanes	85	0,5	Bedouliense Inferior
9	M	17048006	Conchuga	15	-	Albiense-Cenomaniense
10	M	17048007	F. Real	360	0,06	Aptiense Superior
11	M	17048008	F. Llamosa	280	1	Aptiense Superior
12	M	18045001	Las Fuentes	100	20	Bedouliense Superior
13	M	18045002	F. San Miguel	80	30	Aptiense Superior
14	M	18045004	Joyo Menor	60	1	Albiense-Cenomaniense
15	M	18045005	F. San Miguel	170	1	Albiense-Cenomaniense
16	M	18045006	F. de la Teja	60	2	Albiense-Cenomaniense
17	M	18045007	Arroyo	90	0,25	Aptiense Superior
18	M	18045008	Rogeria	70	-	Albiense Cenomaniense
19	M	18045009	Caborredondo	35	0,25	Aptiense Superior
20	M	18045010	Padruno	60	4	Aptiense Superior
21	M	18045011	Santillana	80	1	Albiense-Cenomaniense
22	M	18045012	El Joyo	140	1	Albiense-Cenomaniense
23	M	18045013	C. San Pedro R.	200	0,25	Albiense-Cenomaniense
24	M	18045014	El Hondal	70	0,25	Albiense-Cenomaniense
25	M	18045015	F. La Maela	244	0,25	Albiense-Cenomaniense
26	M	18045016	Lloredo	120	0,25	Aptiense Superior
27	M	18046001	Trespalacios	20	1	Cenomaniense
28	M	18046002	El Rucho	30	1	Cenomaniense
29	M	18046003	Muñios	18	1	Cenomaniense
30	M	18046010	F. del Monte	65	0,8	Albiense-Cenomaniense
31	M	18046015	La Panoja	25	-	Albiense-Cenomaniense

Núm.	Tipo	Nº I. R. H.	Paraje	Altura	Caudal	Acuifero
32	M	18046034	Rua Mayor	60	-	Albiense-Cenomaniense
33	M	18046035	F. la Lechosa	120	2	Albiense-Cenomaniense
34	M	18046059	Ubiarco	100	2	Albiense-Cenomaniense
35	M	18052018	Bedico	100	1	Bedouliense Superior
36	M		La Molina	20	20	Bedouliense Superior
37	M		El Ojo de la Presa	30	20	Bedouliense Superior
38			La Pena	50	0,01	Weald
39	M		F. Gandarias	35	0,1	Weald
40	M		Cobreces	75	0,5	Cenomaniense
41	M		Transierra	125	0,3	Albiense-Cenomaniense
42	M		Ruiloba	55	3	Bedouliense Superior
43	M		Barrio de la I.	90	1	Bedouliense Inferior
44	M		Villapresente	60	18	Cenomaniense
45	P		Rudaguera	240	-	Albiense-Cenomaniense
46	M		La Busta	100	-	Aptiense Superior
47	M		Novales	60	1,2	Aptiense Superior
48	M		Novales	60	1	Aptiense Superior
49	M		Novales	60	1	Aptiense Superior
50	P		Suances	11	0,28	Albiense-Cenomaniense
51	P		Suances	14	-	Albiense-Cenomaniense
52	P		Tagle	62	0,09	Albiense-Cenomaniense
53	P		Suances	35	-	Albiense-Cenomaniense
54	P		Suances	30	-	Albiense-Cenomaniense
55	P		Hinojedo	17	0,004	Cenomaniense
56	M		Mercadal	150	4	Aptiense Superior
57	M		F. Virgen de los R.	5	30	Aptiense Superior

en zonas diapíricas y núcleos anticlinales (Comillas, Caborredondos, etc.). Todos los sistemas están en general abiertos y ensanchados por disolución posterior.

La dolomitización está en parte condicionada por las fracturas regionales y en parte por la paleografía, ya que deriva de un proceso de mezcla de aguas realizado durante el Cretácico inferior. El proceso crea un halo de zona dolmitizada alrededor de los altos paleogeográficos con emersión (Comillas, Caborredondo, Cabezón de la Sal, etc.), mientras en las zonas deprimidas paleogeográficamente, hay mayor espesor de serie no dolmitizada. Las zonas emergidas están marcadas por la aparición de paleosuelos, y su borde por la entrada de fragmentos vegetales transformados en azabache.

En la zona central del acuífero aptiense se encuentran numerosas áreas endorreicas que tienen las siguientes características:

Area	Superf. (Km ²)	Altura	Emplazamiento
Oledo-La Citrera	8,0	125-42	Calcarenitas Bedoulienses
Hoyo del Pilugo	3,1	90	Dolomías
Valloseco	3,0	105	Fractura NE-SW
Hoyo Alto	1,8	128	Dolomías
El Llano	12,3	105	Calcarenitas Bedoulienses
Bustahlado	2,3	142	Calcarenitas Bedoulienses
La Barbecha	2,8	139	Dolomías
La Rusta	5,4	90	Fractura N-S

En general los sumideros de todas las zonas se encuentran en las facies de calcarenitas y dolomías excepto en casos que se encuentren sobre las calizas del Gargasiense-Clansayense, aunque en relación con zonas de fractura.

La zona de alimentación (78,9 Km²) es mayor que la ocupada por el acuífero, resultando en total las siguientes aportaciones:

	Superf. (Hm ³)	Coef. de infiltr.	Aportaciones (Hm ³ /año)
Endorreico	43,0	100 %	27,5
Permeable	35,9	50 %	11,5
Total	77,8		39,0

Las salidas cuantificadas corresponden a varias fuentes de caudal importante, entre las que destacan El Portillo (30-35 l/s), la Ermita de los Remedios (30 l/s), la Fuente de la Presa (40 l/s), las Fuentes (20 l/s), Fuente San Miguel (30 l/s), la Molina (20 l/s), El Ojo de la Presa (20 l/s), etc. En total se llegan a medir sobre surgencias naturales más de 6 Hm³/año.

Las relaciones entre el acuífero y los ríos que lo atraviesan (especialmente el Saja) no se han cuantificado. En las minas de Reocín se extraen anualmente 36 hm³ de los que 25-28 hm³ proceden de recarga introducida a partir del río Saja (Fernández Rubio, 1.980).

En rasgos generales, el elemento que marca el cambio en el sentido de circulación del agua subterránea es el anticlinal de Caborredondo, a partir del cual, las aguas circulan al Oeste y al Este. En el eje del anticlinal, la circulación se produce hacia el Norte.

La circulación hacia el Oeste está muy marcada en el nivel acuífero Bedouliense en el que se pasa en esa dirección desde el sumidero de El Llano (105 m.) al de La Citrera (42 m.), para tener lugar la surgencia en las fuentes de la Molina y El Ojo de la Presa (20 m.). A este mismo punto llega el agua desde el sumidero de Valloseco (105 m.) conducido por una fractura de traza ENE-WSW. Al norte de esta falla, el agua circula por las dolomías según los planos de estratificación para salir al nivel del mar en las fuentes de la Ermita de los Remedios y el Portillo.

La circulación hacia el N en el núcleo del anticlinal se produce desde los sumideros de La Barbecha (139 m.) y Hoyo Alto (125 m.) hasta las fuentes de La Presa (60 m.) y San Miguel (80 m.) en el flanco occidental y oriental respectivamente.

En el flanco Sur del Sinclinal de Santillana, la circulación es hacia Este y Oeste con el Alto del Iso como charnela. Sin embargo, las extracciones que se producen en la mina de Reocón producen una inversión de flujo y una recarga introducida a partir del río Saja como se indicó anteriormente. La circulación en este caso se produce a través de planos abiertos en las dolomías paralelos a la estratificación y según las fracturas.

Los rendimientos en las captaciones varían enormemente entre las facies favorables (zonas fracturadas y/o dolomitizadas) y las no favorables (calizas, prácticamente impermeables excepto en zonas de fractura). La selección de emplazamiento de las extracciones deberá realizarse por lo tanto conociendo el tipo de facies que se atravesarán y la intensidad de fracturación.

En las zonas costeras, con extracciones elevadas puede favorecerse la intrusión salinas, aunque en la actualidad no se conoce ningún pozo salinizado.

6.2.2. Acuffero Albiense (Sinclinal de Cóbreces)

El Albiense del sinclinal de Cóbreces forma una franja continua de espesor muy irregular desde la Ermita de la Virgen de los Remedios hasta cerca de la Punta de Calderón. Tiene un desarrollo cárstico importantes en relación con sistemas de fracturas en la terminación norte del anticlinal de Ruiloba, con algunas pequeñas fuentes en la carretera de Trasierra a Cóbreces.

A causa de su pequeña extensión y pocas posibilidades de recarga, únicamente puede tener interés local.

6.2.3. Acuífero Albiense (Sinclinal de Santillana)

Se trata de un sistema de barras en los que la parte inferior es nodulosa, con baja porosidad (facies de lagoon), mientras la superior está formada por calcarenitas porosas (porosidad intergranular y de fracturación). Rodea el sinclinal en toda su extensión de forma bastante continua, aunque sufre ensanchamientos (Sorrezucas) y estrechamientos hasta acuíferarse (W de Torrelavega).

Tiene, a pesar de su extensión importancia únicamente local, con varias fuentes de pequeño caudal en la zona de Sorrezucas.

Las captaciones deben limitarse al nivel superior que puede dar buenos rendimientos, aunque siempre con reservas bajas.

6.2.4. Acuífero Cenomaniense (Sinclinal de Cóbreces)

El Cenomaniense de Cóbreces forma el núcleo del sinclinal con una superficie total de 4 Km². En este acuífero se encuentra únicamente una fuente en Cóbreces (0,5 l/s), y el resto vierte directamente al mar, hasta completar el total de 1m³/año que se calculan de infiltración.

6.2.5. Acuífero Cenomaniense (Sinclinal de Santillana)

Es un acuífero de una cierta importancia, debido sobre todo a la presencia de un miembro calcarenítico inferior muy permeable (14 en la cartografía) sobre el que se desarrolla un sistema cástico de una cierta importancia, complementado además por facies porosas en la parte inferior de la barra calcárea más alta (15 en la cartografía).

Sobre este acuífero se encuentran zonas endorreicas de cierta extensión, especialmente en la zona de Santillana (7.5 Km² con sumidero a la cota 80) y en Cildad (1,5 Km², punto más bajo a 100 m.). En total se pueden calcular las siguientes aportaciones:

	Superficie (Km ²)	Coefficientes de infiltración	Aportaciones (Hm ³ /año)
Endorreico	9,0	100	5,8
Permeable y semi- penetrable	17,5	30	3,4
Total	26,5		9,2

La surgencia más importante se sitúa en Villapresente (18 l/s a 60 m. de altura) y el total es de 1 Hm³/año. La mayor parte sale directamente al Saja en forma no cuantificada.

En general las diversas barras calcarenitas del Albiense y Cenomaniense son buenos niveles acuíferos, en especial la barra superior, muy características por terminar en un "hard-ground" ferruginoso, pero se requieren aportaciones altas por mecanismos extraordinarios tal como ocurre en la zona de Santillana-Villapresente para poder obtener rendimientos elevados y contínuos. En general, los sondeos en estas facies proporcionan extracciones puntuales muy altas debido a su alta transmisibilidad, pero su continuidad es baja a causa del espesor reducido y de la existencia de zonas de recarga en general de muy pequeña extensión.

6.3. SUBUNIDAD DE SUANCES

La subunidad de Suances es un pequeño retazo de Aptiense (8,6 Km²) aislado en el flanco NW del sinclinal de Santillana. Está parcialmente dividido por una extrusión diapírica en su zona central, aunque se mantiene la continuidad hidrogeológica entre ambas unidades.

Los dos niveles acuíferos corresponden a las calizas de rudistas del Beoduliense y a la dolomías del Aptiense. Con un valor de lluvia útil medio de 550 mm. las aportaciones pueden calcularse como siguen:

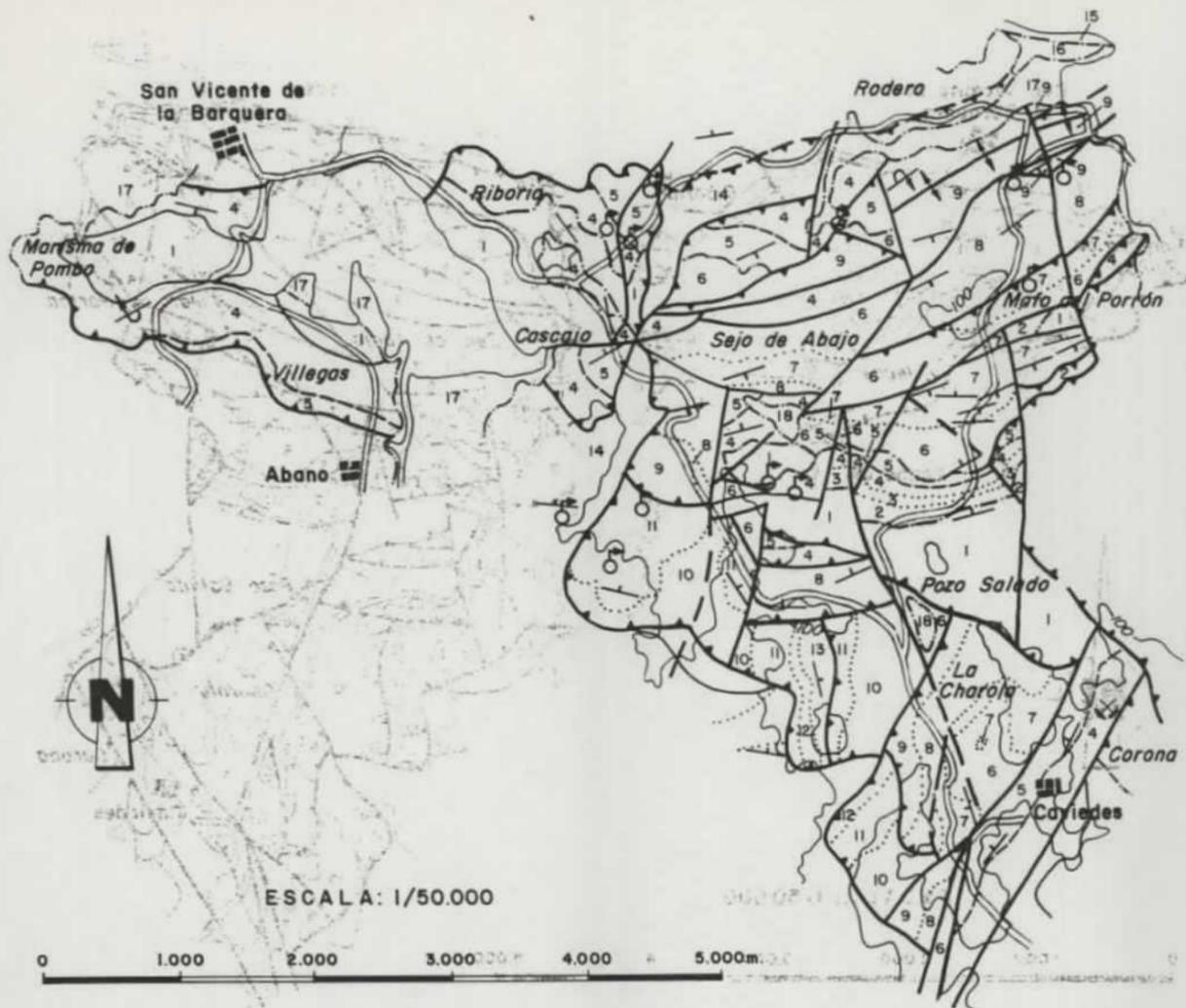
	Superficie (Km ²)	Coefficientes de infiltración	Aportaciones (Hm ³ /año)
Permeable	4,6	50 %	1,3
Impermeable	4,0	20 %	0,4
Total	8,6		1,7

Solo hay pequeñas surgencias reflejadas en la tabla 6.3. y la mayor parte de las aportaciones deben ir al mar, al río Besaya que limita el acuífero por el Oeste y el Pas que se sitúa al Este.

Los dos niveles acuíferos están muy carstificados (sobre fracturas y dolomías) y tienen una porosidad media a alta, pero la pequeña extensión de afloramiento hace que el acuífero solo pueda ser explotable para obtener caudales relativamente bajos. La sobreexplotación puede producir intrusión salina.

TABLA 6.3

Núm.	Tipo	Nº I. R. H.	Paraje	Altura	Caudal	Acuifero
1	M	18043001	La Centinela	32	-	Aptiense Superior
2	M	18043002	El Ñobre	5	-	Aptiense Superior



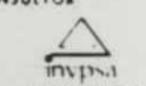
SIGNOS CONVENCIONALES

- | | |
|---|-------------------------|
| Contacto normal | ↑↑↑ Anticlinal supuesto |
| --- Contacto discordante | --- Sinclinal |
| --- Contacto por dolomitización | ↑↑↑ Sinclinal supuesto |
| — Faja | ○ Dolinas |
| — Faja supuesto | ⊗ Canteras |
| — Faja inversa | ⊗ Minas |
| — Dirección y buzamiento | ⊗ Manantial |
| — Dirección y buzamiento aproximado (08-308, 308-608) | ⊗ Sondeo |
| — Buzamiento subhorizontal | □ Pozo |
| ↑↑↑ Anticlinal | |

LEYENDA

		CUATERNARIO				
		15	16	17	18	
TERCIARIO	PELEOGENO	EOCENO	PRIABONIENSE			14
			BIARRITZIENSE			
			LUTECIENSE			
			CUISIENSE			
			ILERDIENSE			
	PALEOCENO			11		
	SUPERIOR	MAASTRICHIENSE			10	
		CAMPANIENSE				
		SANTONIENSE				
		CONIACIENSE				
CENOMANIENSE						
ALBIENSE						
INFERIOR		APTIENSE	CLANSAYENSE			9
	GARGASIENSE		8			
	BEDOULIENSE		7			
	BARREMIENSE		6	F. WEALD		
	HAUTERIVIENSE		5			
			4			
		3				
		2				
		1				

- 18.-Arcillas de descalcificación. Impermeables.
- 17.-Depositos de marismas. Impermeables.
- 16.-Depositos de dunas. Permeables
- 15.-Depositos de playas. Permeables.
- 14.-Margas, areniscas y calizas. Semipermeable.
- 13.-Calizas. Permeabilidad media.
- 12.-Arenas. Permeabilidad alta.
- 11.-Calizas. Permeabilidad media.
- 10.-Margas y calizas arcillosas. Permeable-Semi-permeable.
- 9.-Calcarenitas. Permeabilidad media.
- 8.-Areniscas y arcillas. Impermeable.
- 7.-Calcarenitas Permeabilidad media.
- 6.-Arenas y arcillas. Impermeable verticalmente.
- 5.-Calizas. Permeabilidad media.
- 4.-Dolomías. Permeabilidad alta.
- 3.-Arenas y margas. Impermeable.
- 2.-Calizas. Permeabilidad media.
- 1.-Arenas y arcillas. Impermeable vertical.

DIBUJADO:	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA		CLAVE
FECHA: NOVIEMBRE - 88			
COMPROBADO: A. G. de Domingo J. G. Lastra	PROYECTO: ESTUDIO PARA LA ACTUALIZACION DE DATOS DE INFRAESTRUCTURA HIDROGEOLO- GICA EN CANTABRIA.		PLANO N°
AUTOR: A. G. de Domingo J. G. Lastra			
ESCALA: 1/50.000	CARTOGRAFIA HIDROGEOLOGICA DE FACIES DE LA SUBUNIDAD DE SAN VICENTE-LAMADRID.		
CONSULTOR 			

6.4. SUBUNIDAD DE SAN VICENTE-LAMADRID

Se trata de una subunidad muy compleja, intensamente fracturada, tanto por compresión como por la actuación de un diapiro semiaflorante. El resultado es un mosaico de fragmentos de pequeñas dimensiones (en general menor de 1 Km²), entre los cuales se encuentran numerosos acuíferos. Entre estos destacan las dolomías del Aptiense superior (Fuentes de la Molina y la Pila al S de Sejo, 0,25 l/s), las calizas del Albiense (Fuente del Tejo, 0,1 l/s), las calcarenitas del Cenomaniense (fuente de Ceceño 0,25 l/s) y sobre todo las calizas del Cretácico terminal-Terciario (Fuente Lavandero 1 l/s y Juan Reina 1 l/s). En principio, la importancia del acuífero depende de la extensión del bloque al que pertenece, pero hay numerosas excepciones debido a las abundantes interconexiones que se encuentran.

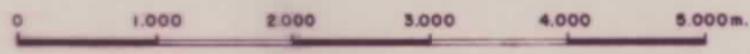
El planeamiento de las explotaciones tendrá que ser objeto de planteamientos puntuales de detalle, siempre para obtener extracciones de pequeño caudal. Los puntos de agua de la subunidad se indican en la tabla 6.4.

TABLA 6.4.

Núm.	Tipo	Nº I. R. H.	Paraje	Altura	Caudal	Acuifero
1	M	17046005	F. Cardeno	60	-	Aptiense Superior
2	M	17046006	F. Mijegos	65	-	Aptiense Superior
3	M	17046012	F. Lavandero	100	1	Cretácico terminal Terciario
4	M	17046013	Juan Reina (La Hoya)	80	1	Cretácico terminal Terciario
5	M	17046014	El Bautismo	100	0,25	Cretácico terminal Terciario
6	M	17047005	F. La Melina	60	0,25	Aptiense Superior
7	M	17047006	F. La Pila	80	0,25	Aptiense Superior
8	M	17047007	Ceceño	15	0,25	Cenomaniense
9	M		La Revilla	60	0,1	Aptiense Superior
10	M		Treceño	20		Cenomaniense
11	M		El Tejo	35	0,1	Albiense



ESCALA: 1/50.000



LEYENDA

CUATERNARIO		10	11	12	13	14	
CRETACICO	INFERIOR	ALBIENSE		9			
		APTIENSE	CLANSAYENSE		8		
			GARGASIENSE		7		
			BEDOULIENSE		6		
		BARREMIENSE		F. WEALD	3		
	HAUTERIVIENSE						
	VALANGINIENSE						
	JURASICO	LIAS	SINEMURIENSE		2		
			NETTANGIENSE				
	TRIASICO		F. KEUPER		1		

- 14.-Arcillas de descalcificación. Impermeable.
- 13.-Antrópicos. Impermeable.
- 12.-Marismas. Impermeable.
- 11.-Dunas. Permeable.
- 10.-Playas. Permeable.
- 9.-Areniscas y arcillas. Impermeable verticalmente.
- 8.-Calizas. Permeabilidad media.
- 7.-Dolomías. Permeabilidad alta.
- 6.-Areniscas y margas. Impermeable verticalmente.
- 5.-Calizas. Permeabilidad media.
- 4.-Areniscas y arcillas. Impermeable.
- 3.-Areniscas, arcillas y calizas. Impermeable verticalmente.
- 2.-Dolomías y calizas. Permeables.
- 1.-Arcillas y yesos. Impermeable.

SIGNOS CONVENCIONALES

- | | |
|---|-----------------------|
| Contacto normal | ⊕ Anticlinal supuesto |
| --- Contacto discordante | ⊕ Sinclinal |
| --- Contacto por dolomitización | ⊕ Sinclinal supuesto |
| — Falta | ○ Dolinas |
| — Falta supuesto | ⊕ Centra |
| — Falta inverso | ⊕ Mina |
| ⊕ Dirección y buzamiento | ⊕ Manantial |
| ⊕ Dirección y buzamiento aproximado (0R-30R, 30R-60R) | ⊕ Sondeo |
| ⊕ Buzamiento subhorizontal | □ Pozo |
| ⊕ Anticlinal | |

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA		
ESTUDIO PARA LA ACTUALIZACION DE DATOS DE INFRAESTRUCTURA HIDROGEOLOGICA EN CANTABRIA.		
MAPA DE SISTEMAS ACUIFEROS DE LA SUBUNIDAD DE SUANCES.		PLAN N°

6.5. SUBUNIDAD LA FLORIDA-COLOMBRES

Esta unidad se extiende desde Purón, en Asturias hasta el río Bustriguado, ya en Cantabria. Se trata de una serie de anticlinales y sinclinales de eje E-W, formado por materiales cretácicos y terciarios, entre los que se encuentran varios niveles con permeabilidad suficiente como para ser considerados acuíferos. En general, la zona está poco fracturada, lo que unido al espesor de las intercalaciones de margas y arcillas hace que, con unas pocas excepciones, cada nivel se comporte como un acuífero independiente y continuo.

La extensión total de la subunidad es de 202 Km² de los cuales 108,5 se encuentran en Cantabria. La lluvia útil media de la zona es de 740 mm. para los acuíferos del Cretácico terminal-Terciario y de 840 mm. para los acuíferos cretácicos que se encuentran hacia el interior.

El inventario de puntos de agua se expresa en la Tabla 6.5

6.5.1. **Acuífero Bedouliense**

Comprende dos niveles acuíferos del Bedouliense inferior y superior (calizas arenosas y calizas bioclásticas) que lateralmente se unen a la altura de La Florida. Únicamente aparece entre esta localidad y el río Bustriguado. Aunque la superficie que ocupa es pequeña 1,5 Km², la cuenca de recepción es bastante más amplia, y tiene algunas zonas endorreicas lo que hace que haya unas aportaciones relativamente altas.

TABLA 6.5

Núm.	Tipo	Nº I. R. H.	Paraje	Altura	Caudal	Acuifero
1	M	17045001	La Cuesta	80	0,25	Cenomaniense
2	M	17045002	Beson	100	0,25	Cenomaniense
3	M	17045003	F. Rebollar	75	0,25	Cenomaniense
4	M	17045004	Cornejo	120	0,25	Cretácico sup-Terciario
5	M	17045005	Muñorodero	20	0,25	Cretácico sup-Terciario
6	M	17045006	Jaidal	40	2	Cenomaniense
7	M	17045007	Torquemada	120	0,5	Aptiense superior
8	S	17045010	Casa del Rey	20	-	Cretácico sup-Terciario
9	M	17045011	Somonte	240	3	Albiense
10	M	17046007	El Perujo	120	1,6	Cretácico sup-Terciario
11	M	17046008	Río de la Cueva	130	3	Cenomaniense
12	M	17046009	F. el Nogal	120	1,5	Cenomaniense
13	M	17046010	F. el Toral	110	-	Cretácico sup-Terciario
14	M	17046015	Río de Arguedes	85	1	Cretácico sup-Terciario
15	M	17046016	Canal Roiz	120	0,25	Cretácico sup-Terciario
16	M	17051005	F. Las Mesas	140	0,25	Albiense
17	M	17051006	F. Valleja	155	0,50	Cenomaniense
18	M	17051007	Rabago	-	1	Aptiense superior
19	M	17051008	F. Canalona	300	2	Aptiense superior
20	M	17051009	Rabago		3	Aptiense superior
21	M	17051010	F. Praderas	300	3	Cretácico sup-Terciario
22	M	17051011	F. Gancen	180	1	Albiense
23	M	17051012	F. La Tejera	140	1	Albiense
24	M	17051013	F. La Iglesia	140	1	Aptiense superior
25	M	17051014	Bielba	210	2	Cenomaniense
26	M	17052004	F. Concha	200	2	Albiense
27	M	17052005	F. La Florida	640	1	Aptiense superior
28	M	17052006	F. La Braña	380	1	Cenomaniense
29	M	17052008	F. Fria	410	2	Cretácico sup-Terciario
30	M	17052009	Villanueva	120	1	Cretácico sup-Terciario
31	M	17052010	Arroyo de Panes	220	3	Cretácico sup-Terciario

TABLA 6.5 (Cont.)

Núm.	Tipo	Nº I. R. H.	Paraje	Altura	Caudal	Acuífero
32	M	17052011	Villanueva	100	0,25	Cretácico sup-Terciario
33	M	17053003	F. Peña	130	3	Aptiense superior
34	M		Somovillas	190	0,5	Cretácico sup-Terciario
35	M		Abanillas	240	2	Albiense
36	M		Portillo	320	1	Cenomaniense
37	M		La Espina	80	1	Cenomaniense
38	P		La Espina	4	13	Cenomaniense
39	S		La Espina	5	-	Cenomaniense
40	S		La Espina	5	-	Cenomaniense
41	S		La Espina	10	-	Cenomaniense
42	M		Sobanejo	100	0,2	Aptiense superior
43	P		Casa del Rey	19	-	Cretácico sup-Terciario
44	M		El Barcenal	50	0,7	Cretácico sup-Terciario
45	M		La Granada	150	0,4	Cenomaniense
46	M		Gandarilla	140	0,2	Cenomaniense
47	M		Hortigal	60	0,05	Cretácico sup-Terciario
48	M		Los Tomases	90	0,4	Cretácico sup-Terciario
49	M		La Peña	95	1	Cretácico sup-Terciario
50	M		Bielba	60	0,03	Cenomaniense
51	M		Bielba	110	6	Cenomaniense
52	M		Labarces	200	2,3	Cenomaniense
53	M		El Potrero	180	2,3	Cenomaniense
54	M		Castro Rubio	610	4	Aptiense superior
55	M		Bustriguado	100	35	Bedouliense
56	M		La Ganceda	40	10	Cretácico sup-Terciario

	Superficie (Km ²)	Coefficientes de infiltración	Aportaciones (Hm ³ /año)
Endorreico	0,8	100 %	0,6
Permeable	1,2	40 %	4,0
Total	2,0		1,0

Unicamente se conoce una fuente de importancia (Biustriguado, 35 l(s) que debe corresponder a la recarga del acuífero Bedouliense a través del sistema de fracturas de El Mazo.

El agua debe circular parcialmente hacia el río Bustriguado, y otra parte hacia el acuífero Aptiense superior a través de fracturas.

6.5.2. Acuífero Aptiense superior

El acuífero Aptiense superior está formado por dos niveles contiguos de espesor y continuidad variables: calizas bioclásticas y construcciones de rudistas, prácticamente impermeables excepto en casos de fracturación y dolomías muy porosas y carstificadas, que constituyen un excelente nivel acuífero. Las dolomías pueden ser estratiformes, situándose en este caso a muro de las calizas, o bien estar asociadas a fracturas.

Estos niveles se sitúan adosados al Pérmico de la Sierra del Escudo, en el núcleo de los anticlinales del Nansa-Abanillas y Comijanes-El Mazo y sobre las calizas del Carbonífero en la sierra de Cuera, ya en Asturias.

En Cantabria funciona como un acuífero continuo y aislado, mientras en Asturias se encuentra en relación con las calizas carboníferas.

Las aportaciones a este acuífero, correspondientes a una zona de recepción mayor que su extensión, se pueden resumir así:

	Superficie (Km ²)	Coefficientes de infiltración	Aportaciones (Hm ³ /año)
<u>Sierra del Escudo</u>			
Endorreico	5,1	100 %	4,3
Permeable	3,8	50 %	1,6
Impermeable	4,3	20 %	0,7
SubTotal	2,0		1,0
<u>Anticlinales</u>			
Endorreico	1,2	100 %	1,0
Permeable	4,2	50 %	1,8
Impermeable	6,3	20 %	1,0
SubTotal	11,7		3,8
Total	24,9		10,4

La zona adosada a la Sierra del Escudo está formada por una lámina única, buzando al N. con algunas fracturas oblicuas a la estratificación. En buena parte, la caliza esta dolomitizada y mineralizada (Minas de Pb-Zn en todo su recorrido). Se encuentran algunos sumideros de zonas endorreicas en sectores dolomitizados (E. de Rabago, 366 m.; Otero, 120-140 m.).

Entre las fuentes más importantes destacan la de Castro Rubio (4 l/s), Rábago (3 l/s), Fuente Canalona (2 l/s) y la Florida (1 l/s). El acuífero es drenado además por el río Bustriguado al E y el Nansa al W.

La circulación se produce paralelamente a la estratificación, hacia ambos ríos, pero las fracturas perpendiculares y las zonas no dolomitizadas crean barreras no permeables que hacen que se pueda mantener el nivel freático muy alto en algunos puntos (más de 600 m. en las fuentes de Castro Rubio y La Florida).

La zona del núcleo de los anticlinales del Nansa-Abanillas y Camijanes-El Mazo tienen también zonas de sumideros de áreas endorreicas, a la cota de 60 m. En este caso, la presencia del río Nansa que atraviesa el acuífero a la cota 20 m., la existencia de abundantes fracturas que comunican los afloramientos de caliza con el río, y el hecho de que las dolomías solo aparezcan en el núcleo de los anticlinales, hacen que el nivel freático se encuentre muy bajo y no haya fuentes de importancia. Solo la de Torquemada (0,5 l/s) la de Sobanejo (0,2 l/s) y la de La Iglesia (1 l/s) tienen cuadales apreciables.

En ambas zonas, el Aptiense superior representa un nivel con muy buenas perspectivas de explotación en las áreas dolomitizadas y fracturadas, pero deberá tenerse en cuenta su área de alimentación, y el espesor relativamente pequeño de las dolomías, lo que produce en general reservas escasas.

6.5.3. Acuífero Albiense

El nivel de calizas Albiense se encuentra en afloramiento prácticamente continuo rodeando las estructuras descritas anteriormente.

	Superficie (Km ²)	Coefficientes de infiltración	Aportaciones (Hm ³ /año)
Endorreico	1,1	100 %	4,3
Permeable	7,6	40 %	2,6
Impermeable	11,1	10 %	0,9
Total	19,8		4,4

Las salidas se producen por numerosas fuentes, en general situados en el miembro superior calcarenítico, mientras el miembro inferior, formado en general por calizas nodulosas, no suele presentar permeabilidad suficiente. Entre estas salidas están las de Somonte (3 l/s), Abanillas (2 l/s), Fuente Gancén (1 l/s), Fuente la Tejera (1 l/s) y Fuente Concha (2 l/s). En total se contabiliza menos de

0,5 Hm³/año, pero hay que tener en cuenta que tanto el río Nansa como en Bustriguado cortan el nivel en varios puntos, y deben producirse vertidos directos no cuantificados en ambos ríos.

6.5.4. Acuífero Cenomaniense

El nivel acuífero está formado por calcarenitas bioclásticas, más limosas en la base, lo que hace que la mayor parte de los procesos cársticos se desarrollen hacia el techo de la formación.

En el sector de Abanillas se encuentra la zona endorreica más importante, situándose el sumidero en estas calizas. Las aportaciones son las siguientes:

	Superficie (Km ²)	Coefficientes de infiltración	Aportaciones (Hm ³ /año)
Endorreico	2,3	80 %	1,9
Permeable	10,1	50 %	4,2
Impermeable	12,0	20 %	2,0
Total	24,4		8,1

En este nivel, muy carstificado, especialmente a partir de la fisuración en las terminaciones perianticlinales se encuentran numerosas fuentes, algunas de ellas de una cierta importancia, como la de Bielba (6 l/s), río de la Cueva (3 l/s), El Perujo (1,6 l/s), Labarces (2,3 l/s), El Potrero (2,3 l/s) y Jaidal (2 l/s). Se encuentra además en Molleda (La Espina) un pozo con un caudal de 13 l/s y caudal específico de 0,63 l/s. El total cuantificado es de 1,3 Hm³/año, no estando medidos los vertidos directos a los ríos.

Es probablemente el mejor acuífero cretácico de la zona por la uniformidad de la distribución de la permeabilidad, condicionada en gran parte por porosidad intergranular abierta por disolución. Los puntos de mayor rentabilidad supuesta son en la parte superior de la formación (hacia muro hay

intercalaciones limosas), y en las terminaciones periclinales fracturadas.

6.5.5. Acuífero Cretácico terminal-terciario

Se trata de un amplio paquete de calizas, margas y dolomías con permeabilidades en general bajas, en el que destaca por su alta permeabilidad una capa de unos 30 m. de arenas u microconglomerados silíceos en el que se encuentra el único sumidero del acuífero: Pandas, a 80 de cota.

Las aportaciones al sistema pueden desglosarse como sigue:

	Superficie (Km ²)	Coefficientes de infiltración	Aportaciones (Hm ³ /año)
Endorreico	2,2	100 %	1,6
Permeable y semipermeable	35,2	35 %	9,1
Total	37,4		10,7

Las fuentes son siempre de pequeño caudal, aunque bastante numerosas. Las más importantes del miembro inferior se sitúan en Arroyo de Panes (3 l/s), Fuente Fria (2 l/s), y La Ganceda (10 l/s). En las arenas intercaladas se encuentran numerosas surgencias pequeñas, como El Barcenal (0,7 l/s), Los Tomases (0,4 l/s), Hortigal (0,1 l/s), etc. En el miembro superior, se encuentran El Perujo (1,6 l/s), río de Arguedas (1 l/s), La Peña (1 l/s). En total, se puede medir casi 1 Hm³/año.

En general no hay buena circulación, ni se pueden esperar altos rendimientos. Únicamente en la zona más meridional, las calizas y dolomías del tramo inferior presentan mayor porosidad (zona de Villanueva y Peña del Escajal), originariamente de tipo sedimentario y después ampliada por carstificación. En el gráfico adjunto no se indica la circulación más que en algunas zonas, ya que en general se realiza hacia los ríos Nansa, Gandarilla y Escudo.

6.6. SUBUNIDAD DE SAN VICENTE-PECHON

Esta subunidad con una extensión total de 22,9 Km², de los cuales 15,8 están en Cantabria, está formada por un conjunto de acuíferos calcáreos puestos en contacto entre sí por la ausencia local de facies terrígenas (alto fondo paleogeográfico) y la actuación de cabalgamientos hacia el Sur que verticalizan los estratos y producen apilamientos de escamas rígidas.

El acuífero más importante es el carbonífero inferior (conjunto de la caliza griotte y caliza de montaña), sobre el que se superponen directamente las calizas y dolomías del Aptiense superior.

Las aportaciones de producen por la lluvia, en la siguiente forma:

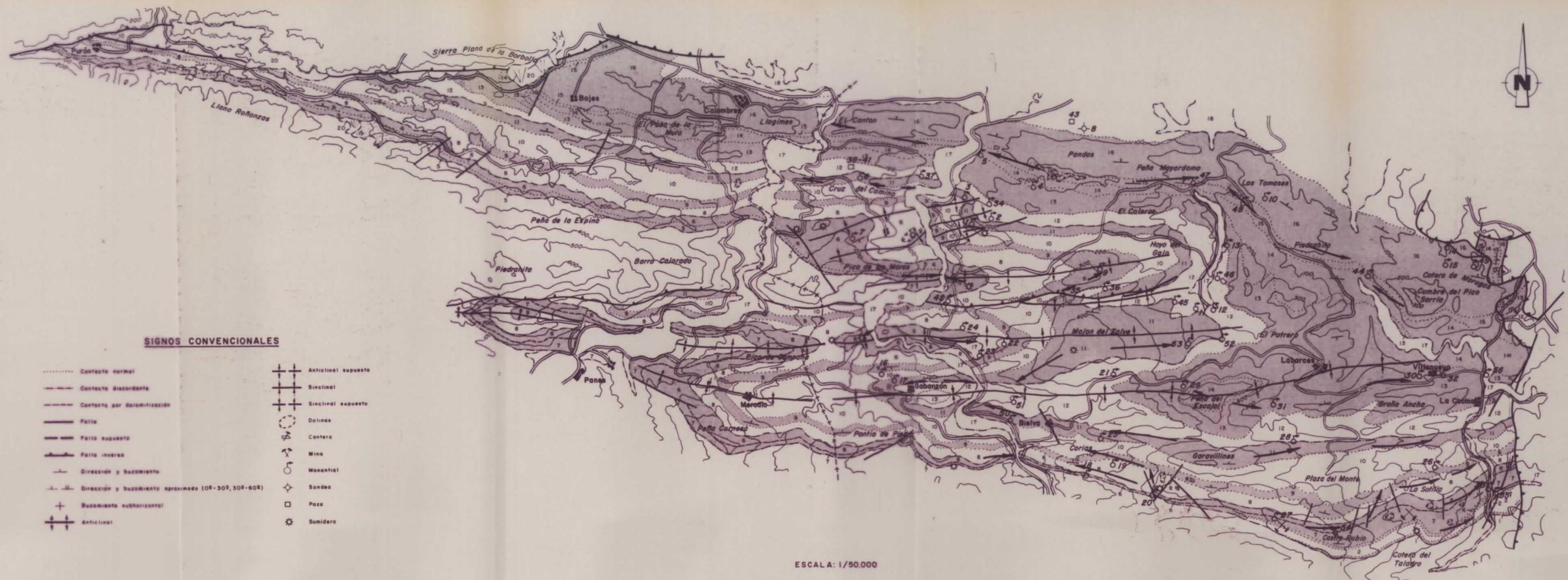
	Superficie (Km ²)	Coefficientes de infiltración	Aportaciones (Hm ³ /año)
Permeable	8,9	60 %	4,5
Permeable	6,9	20 %	1,2
Total	15,8		5,7

Las salidas por fuentes son todas de pequeña importancia, ya que el agua sale en su mayor parte directamente al mar.

Aunque tanto la caliza de montaña como la aptiense situadas en un anticlinal muy fracturado son facies favorables por su alto desarrollo cárstico. El nivel freático se encuentra muy bajo y cerca del nivel del mar, por lo que su explotación produciría probablemente la entrada de intrusiones salinas. Por esta causa, son más recomendables las calizas del Cretácico Superior-Terciario, También muy fracturadas, donde se encuentra la principal surgencia (Fuente de Naves 1,4 l/s) y que presentan una porosidad intragranular mayor que en la subunidad anterior.

TABLA 6.6

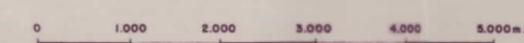
Núm.	Tipo	Nº I. R. H.	Paraje	Altura	Caudal	Acuífero
1	M	17045008	El Pechón	10	-	Carbonífero-Aptiense
2	M	17045009	Prelezo	100	-	Carbonífero Aptiense
3	M	17046001	Foncalada	60	0,25	Albiense
4	M	17046002	F. Cajigas	50	0,25	Eoceno
5	M	17046003	F. Fonfria	20	0,25	Carbonífero Aptiense
6	M	17046004	La Teja	20	0,5	Carbonífero Aptiense
7	M	17046011	F. Naves	80	1,4	Coniaciense
8	M		Bajo Socario	40	0,02	Eoceno



SIGNOS CONVENCIONALES

- | | |
|---|-----------------------|
| Contacto normal | ⊕ Anticlinal supuesto |
| --- Contacto discordante | ⊖ Sinclinal |
| --- Contacto por dolomitización | ⊕ Sinclinal supuesto |
| — Falta | ○ Dolina |
| — Falta supuesto | ○ Centro |
| — Falta inversa | ○ Mina |
| → Dirección y buzamiento | ○ Manantial |
| → Dirección y buzamiento aproximado (0°-30°, 30°-60°) | ○ Sonda |
| ⊕ Buzamiento subhorizontal | □ Pozo |
| ⊕ Anticlinal | ⊗ Sumidero |

ESCALA: 1/50.000



LEYENDA

CUATERNARIO		17	18	19	20	
TERCIARIO	PALEOGENO	EOCENO	LUTECIENSE	16		19-Arcillas de descalcificación. Impermeables.
			CUISIENSE	15		18-Marismas. Impermeables.
			ILERDIENSE	14		17-Depositos aluviales. Permeables.
		PALEOCENO	14		16-Calizas. Permeabilidad media.	
CRETACICO	SUPERIOR	MAASTRICHIENSE	13		15-Arenas. Permeabilidad alta.	
		CAMPANIENSE	12		14-Calizas y dolomías. Permeabilidad media.	
		SANTONIENSE	11		13-Margas, calizas y dolomías. Semipermeable.	
		CONIACIENSE	10		12-Margas. Impermeable.	
		TURONIENSE	9		11-Calcarenitas. Permeabilidad media.	
		CENOMANIENSE	8		10-Arenas y arcillas. Impermeable-Semipermeable.	
INFERIOR	APTIENSE	ALBIENSE	7		9-Calcarenitas. Permeabilidad media.	
			6		8-Arenas y arcillas. Impermeable verticalmente.	
		CLANSAYENSE	5		7-Dolomías. Permeabilidad alta por carstificación y fisuración.	
		GARGASIENSE	4		6-Calizas. Permeabilidad media.	
BEDOULIENSE	3		5-Calizas. Permeabilidad media.			
		2		4-Arenas y margas. Impermeable.		
		1		3-Calizas. Permeabilidad media.		
		1		2-Arenas y arcillas. Impermeable.		
		1		1-Calizas bioclasticas. Permeabilidad media-baja.		

FECHA: NOVIEMBRE-88		MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA	
COMPROBADO: A. G. de Domingo J. G. Lastro		INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA	
AUTOR: A. G. de Domingo J. G. Lastro		PROYECTO: ESTUDIO PARA LA ACTUALIZACION DE DATOS DE INFRAESTRUCTURA HIDROGEOLOGICA EN CANTABRIA.	CLAVE
ESCALA: 1/50.000		MAPA DE SISTEMAS ACUIFEROS DE LA SUBUNIDAD DE LA FLORIDA-COLOMBRES.	
CONSULTOR: INVPSI		PLANO N°	

6.7. SUBUNIDAD DE TRECEÑO

La subunidad de Treceño incluye una cuñero formado por calizas jurásicas muy fracturadas en las que es destacable como nivel acuífero su tramo inferior de dolomías oquerosas, y otro intermedio de brechas calcáreo-dolomíticas.

Estas calizas y dolomías, que recogen en un carst de fondo el agua derivada de una amplia área, sólo afloran en menos de 5 Km², pero tiene una alta capacidad de almacenamiento, y conexiones con acuíferos próximos de difícil evaluación. Considerando únicamente las aportaciones sobre las calizas y el Weald que se superpone, se obtienen los siguientes datos:

	Superficie (Km ²)	Coefficientes de infiltración	Aportaciones (Hm ³ /año)
Permeable	4,8	50 %	2,0
Impermeable	31,4	10 %	2,6
Total	36,2		4,2

Estas aportaciones deben ser ampliadas por la conexión con acuíferos topográficamente más altos.

Además de las salidas al río Escudo que no se conocen cuantitativamente, se han medido en la zona 0,6 Hm³/año en salidas por manantiales, los más importantes de los cuales son La Molina (6 l/s), Requejo (3 l/s), El Hozo (2 l/s) y Mazcuerras (2 l/s) (Tabla 6,7).

El afloramiento que aparece de Jurásico es muy pequeño como para poder identificar cambios de facias o valorar su potencial. No se dispone además de información de ningún sondeo. Sin embargo, las características de las facias que afloran y el comportamiento de otros acuíferos jurásicos hace que la valoración sea en principio muy favorable para la realización de captaciones en la zona de Treceño. Deberán hacerse estudios de detalle para calcular la

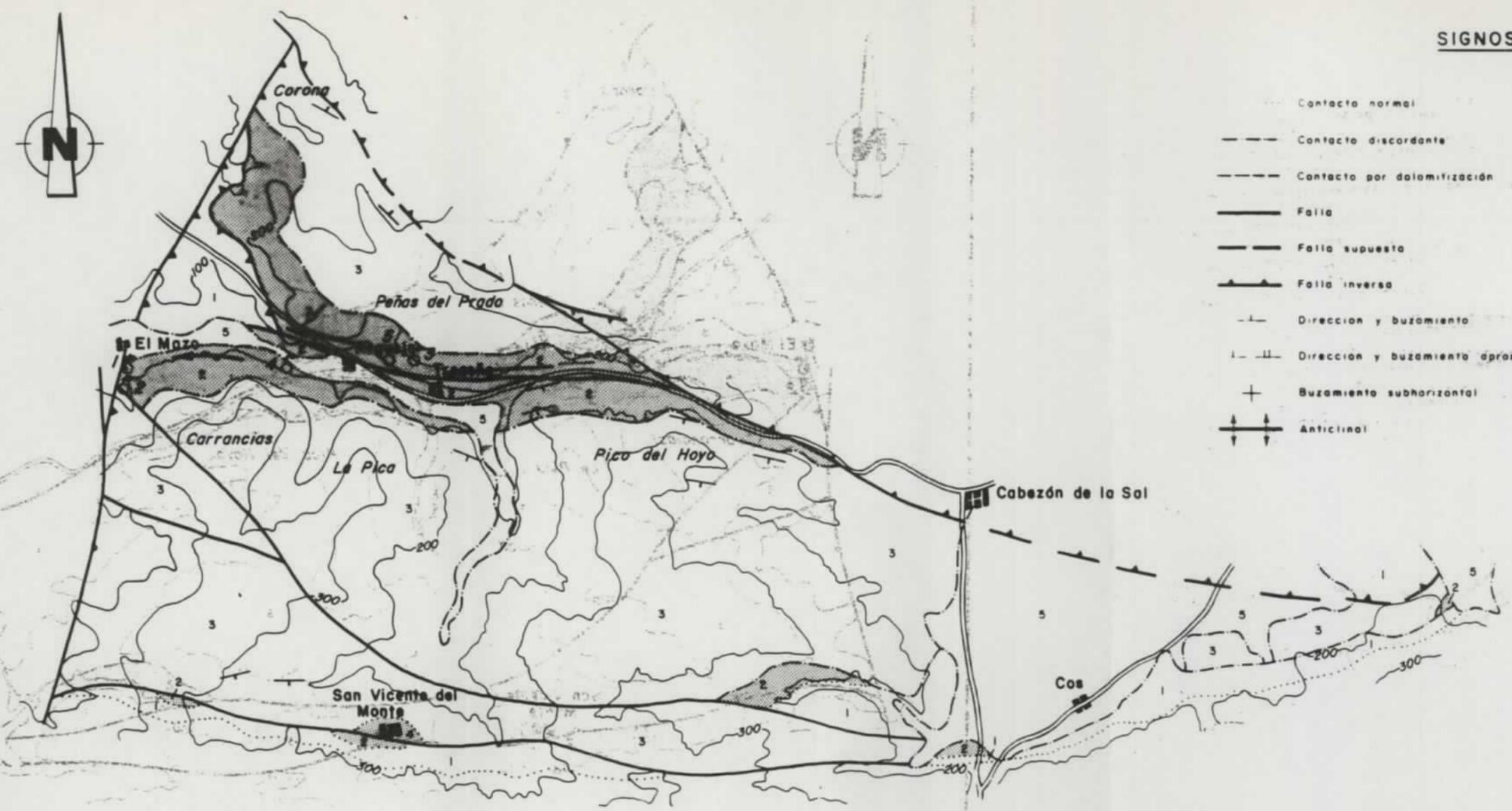
TABLA 6.7

Núm.	Tipo	Nº I. R. H.	Paraje	Altura	Caudal	Acuífero
1	M	17053004	El Mazo	80	0,25	Acuífero
2	M	17053005	El Mazo	75	2	Jurásico inferior
3	M	17053006	Requejo	220	3	Jurásico
4	M	17053007	La Molina	160	6	Jurásico
5	M		Requejo	140	0,3	Jurásico

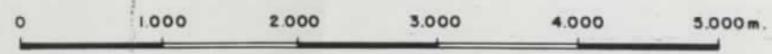
profundidad a que se encuentra el Trías.

SIGNOS CONVENCIONALES

- Contacto normal
- - - Contacto discordante
- - - Contacto por dolomitización
- Falia
- Falia supuesta
- Falia inversa
- - - Dirección y buzamiento
- - - Dirección y buzamiento aproximado (02-302, 302-602)
- + Buzamiento subhorizontal
- ↑ Anticlinal
- ↑ Anticlinal supuesto
- ↓ Sinclinal
- ↓ Sinclinal supuesto
- Dolinas
- Cantero
- Mina
- Manantial
- Sondeo
- Pozo



ESCALA: 1/50.000



LEYENDA

CUATERNARIO		5	5.-Depósitos aluviales. Permeabilidad alta.
CRETACICO	APTIENSE	3	4.-Calizas. Permeabilidad media.
	BARREMIENSE		3.-Areniscas y arcillas. Impermeable verticalmente.
	HAUTERIVIENSE		2.-Dolomías y calizas. Permeabilidad media-alta.
	VALANGINIENSE		1.-Arcillas, yesos y sales. Impermeable.
JURASICO	LIAS	2	
TRIASICO		1	

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA		
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA		
IMPRESO EN ESPAÑA NOVIEMBRE - 88	PROYECTO: ESTUDIO PARA LA ACTUALIZACION DE DATOS DE INFRAESTRUCTURA HIDROGEOLOGICA EN CANTABRIA.	
AUTORES: A. G. de Domingo, J. G. Leatra	ESCALA: 1/50.000	CLAVE
CONSULTOR		PLANO N°
MAPA DE SISTEMAS ACUIFEROS DE LA SUBUNIDAD DE TRECEÑO.		

6.8 SUBUNIDAD DE CAMARGO

La subunidad de Camargo está formada por acuíferos calcáreos del Cretácico inferior. Se encuentra aislada por las facies impermeables del Wealdiense y Trias en el Sur y Este, mientras que al NW está cortado por la falla de Arce, a través de la cual puede haber comunicación con acuíferos profundos de la unidad de San Román.

El conjunto tiene una salida importante hacia la ría de Bóo en la parte oriental, mientras que en la occidental hay una relación de entrada-salida con el río Pas. Ninguna de estas salidas está cuantificada.

En total tiene una extensión de 36 Km² y una cuenca de recepción de 40,1 Km², 13 de los cuales corresponden a superficies endorreicas que drenan directamente a los acuíferos, 12,3 Km² son de materiales permeables (calizas carstificadas) y 14,8 Km² son impermeables o poco permeables (arcillas principalmente). La lluvia útil media de la zona es de 1.100 mm.

Se han distinguido cuatro acuíferos, dos de los cuales se tratan aquí conjuntamente al estar unidos en parte a causa de un cambio lateral de facies que hace desaparecer el nivel impermeable que los separa.

Los puntos de agua se indican en la tabla 6.8.

6.8.1. **Acuífero Bedouliense**

El acuífero Bedouliense bordea el subsistema por el Sur y Este, con buzamientos hacia el centro del sinclinal. Se encuentra totalmente independizado el acuífero Gargasiense-Clansayense. En la parte más occidental se divide en dos a causa de una intercalación detrítica correspondiente a un sistema deltaico. Se trata de unas facies muy carstificadas a partir de fracturación previa, que presentan numerosas zonas endorreicas, especialmente en la zona del Alto del Infierno.

TABLA 6.8

Núm.	Tipo	Nº I. R. H.	Paraje	Altura	Caudal	Acuífero
1	M	18044009	Azoños	60	2	Albiense
2	M	18047018	Fuente del Monte	50	-	Bedouliense
3	M	18048006	Barrio de la Fuente	45	-	Bedoluliense
4	M	18048007	Fuente del Collado	40	30	Aptiense Superior
5	S	18048008	Cantera-Condesa	80	15	Aptiense Superior
6	S	18048009	Cantera-Condesa	80	-	Aptiense Superior
7	S		Las Gándaras	4	-	Aptiense Superior
8	S		Azoños	90	-	Albiense
9	S		Azoños	95	-	Albiense
10	S		Arce	100	-	Albiense
11	S		Azoños		-	Albiense
12	S		Azoños			Albiense
13	M		Bercenilla	10	-	Bedouliense
14	S		Camargo	20	-	Aptiense Superior
15	S		Camargo	26	-	Aptiense Superior
16	P		Las Gándaras	7	4	Aptiense Superior
17	M		Velo	20	25	Bedouliense
18	M		Micedo	5	40	Aptiense Superior

En total este acuífero recibe aportaciones de una superficie de 13,2 Km² de los cuales 6,8 corresponde a zonas endorreicas, 1,2 Km² a materiales permeables (calizas) y 5,2 Km² a materiales impermeables. Con estos datos, se obtienen las siguientes aportaciones:

	Superficie (Km ²)	Coefficientes de infiltración	Aportaciones (Hm ³ /año)
Endorreico	6,8	100 %	7,5
Permeable	1,2	75 %	1,0
Impermeable	5,2	50 %	2,9
Total	13,2		11,4

Las salidas que se han podido cuantificar corresponden principalmente a la fuente de Velo (25 l/s) y alcanzan un total de algo menos de 1 hm³/año. Hay además una salida importante no cuantificada directamente al río Pas que atraviesa el acuífero en una zona muy permeable.

Las entradas más importantes se producen por sumideros que en la zona del Tojo se sitúan a 140-160 m., para descender de cota hacia el Oeste: 70 a 120 m. en el Alto del Infierno, 60 a 100 m. en La Lusa. Las salidas se producen por la parte más occidental, a 20 m. la fuente de Velo y a 10 m. el río Pas. La circulación tiene por lo tanto un sentido E-W, a excepción de la margen izquierda del Pas (Barrio de La Lastra), donde se dirige de W a E.

Se pueden realizar captaciones a lo largo de todo el acuífero, especialmente en el tramo superior calcarenítico, pero pueden esperarse mejores resultados en la zona del Alto del Infierno-Campo de los Zapatos, donde es mayor la fracturación y por lo tanto la carstificación. En esta zona, sin embargo, el nivel freático debe estar a mayor distancia de la superficie, y las extracciones además podrían afectar a la fuente de Velo.

En las proximidades de Arce, una explotación por debajo del nivel del río Pas, puede facilitar una recarga inducida a partir del río.

La zona Muriedas-Maliaño, donde aparece otro fragmento de este nivel acuífero no se considera de interés a causa de la disminución de espesor y porosidad que sufre este nivel, y a su pequeña zona de alimentación. Únicamente puede tener interés para explotaciones de bajo caudal.

6.8.2. Acuífero Gargasiense-Clansayense

Forma una amplia estructura sinclinal, cortada al NW por la falla de Puente Arce. Se trata de un paquete calcáreo de espesor variable, con un máximo de 350 m. Se encuentra dolomitizado hacia la zona oriental (Cacicedo-Maliaño) y en la occidental (Arce), en áreas en las que se produce una disminución de espesor, además de en otros numerosos puntos aislados en los que la dolomitización se encuentra asociada a fracturas.

En general, el conjunto se encuentra intensamente carstificado, especialmente en las zona de fracturación y dolomitización. La carstificación representa la superposición de varios procesos de disolución que han evolucionado en el tiempo, correspondiendo los primeros momentos al Albiense. Esto hace que la porosidad, sobre todo en las zonas más deprimidas tenga un relleno muy importante de arcillas de decalcificación.

Una gran parte de la superficie es endorreica o con un drenaje superficial muy deficiente. En estas condiciones, el balance de aportaciones puede establecerse así.

	Superficie (Km ²)	Coefficientes de infiltración	Aportaciones (Hm ³ /año)
Endorreico	6,2	100 %	6,8
Permeable	11,1	50 %	6,1
Impermeable	9,6	10 %	1,1
Total	26,9		14,0

Las salidas cuantificadas corresponden a la fuente del Collado (30 l/s) y la captación de Micedo (40 l/s.), además de otras muchas fuentes de pequeña importancia, y numerosos pozos y sondeos en el triángulo Escobedo-Maliaño-Caciedo. En total pueden calcularse unas salidas de 3 Hm³/año, lo que representa nada más que el 14 % de las aportaciones. La diferencia vierte en forma no cuantificada tanto al río Pas como a la ría de Boo.

La zona de recarga más alta es la de Gallinera, donde se encuentra un sumidero a 80 m. El llano de Escobedo es una zona endorreica con su cota más baja a 40 m. A partir de estas zonas, el flujo se dirige hacia el Oeste (río Pas a 10 m.) y hacia el Este (ría de Boo a 0 m.), con una surgencia intermedia en la fuente del Collado (40 m.) desde donde el nivel freático desciende progresivamente hacia el Este, según se observa en los numerosos pozos y sondeos de la zona.

La explotabilidad del acuífero está condicionada por dos factores: fracturación y dolomitización. Las zonas más intensamente fracturadas se encuentran en Gallinera, Peña Negra y Cerro del Cabezudo. Las zonas dolomitizadas se encuentran en la franja La Iglesias-Caciedo y probablemente al N de Arce. Hay además dolomitizaciones locales debidas a fracturas en la zona de Peña Negra.

En función del modelo de circulación expuesto, prácticamente cualquier punto del triángulo Escobedo-Caciedo-Maliaño resultará factible para

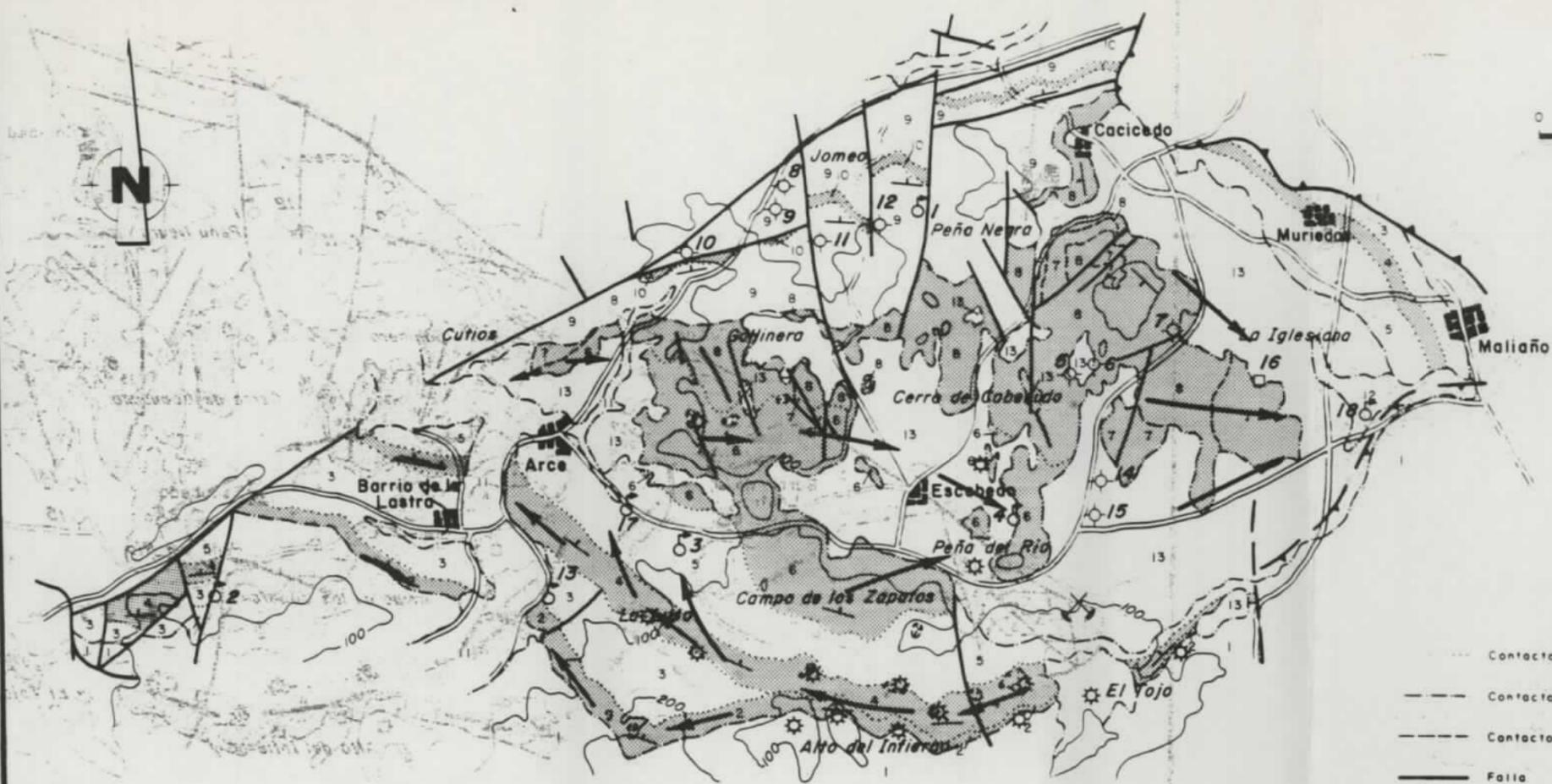
realizar una extracción, pero los rendimientos aumentarán en las zonas con dolomitización y fracturación que se marcan en el mapa.

La intensidad de la carstificación y la larga evolución del proceso, hace que una buena parte de la porosidad esté parcialmente rellena por arcillas de decalcificación, que lógicamente se concentran en las zonas más deprimidas. Esto hace que se produzcan abundantes enturbiamientos del agua. Deberá hacerse un estudio previo de los tipos de porosidad y relleno en cada nivel para definir las zonas con mayor factibilidad de explotación.

6.8.3. Acuífero Albiense

Es un acuífero de pequeña importancia, muy discontinuo por fracturación, en el que solo se encuentra una salida de caudal apreciable: la fuente de Azoños (2 l/s). No se considera de interés excepto para explotaciones de bajo caudal.

ESCALA: 1/50.000



SIGNOS CONVENCIONALES

- Contacto normal
- - - Contacto discordante
- - - Contacto por dolomitización
- Fallo
- Fallo supuesto
- Fallo inverso
- - - Dirección y buzamiento
- - - Dirección y buzamiento aproximado (01R-30R, 30R-60R)
- + Buzamiento subhorizontal
- ↑ ↓ Anticlinal
- ↑ ↓ Anticlinal supuesto
- Sinclinal
- Sinclinal supuesto
- Dolinas
- ⊗ Cantero
- ⊗ Mina
- ⊗ Manantial
- ⊗ Sondaje
- Pozo
- ⊗ Sumidero

LEYENDA

- 13.-Depósitos de alteración. Impermeables.
- 12.-Marismas. Semipermeable.
- 11.-Depósitos aluviales. Permeable.
- 10.-Calcarenitas. Permeable.
- 9.-Arenas y arcillas. Impermeable verticalmente.
- 8.-Calizas. Permeabilidad media.
- 7.-Dolomías. Permeabilidad alta por carstificación y fisuración.
- 6.-Calizas. Permeabilidad media.
- 5.-Areniscas y margas. Impermeable.
- 4.-Calizas. Permeabilidad media por fisuración y carstificación.
- 3.-Areniscas y arcillas. Impermeable verticalmente.
- 2.-Calcarenitas. Permeables.
- 1.-Areniscas y arcillas. Impermeable verticalmente.

CRETACICO		CUATERNARIO			
	INFERIOR		II	III	
		ALBIENSE			9.-Arenas y arcillas. Impermeable verticalmente.
		GARGASIENSE			8.-Calizas. Permeabilidad media.
		CLANSAYENSE			7.-Dolomías. Permeabilidad alta por carstificación y fisuración.
		BEDOULIENSE			6.-Calizas. Permeabilidad media.
		BARREMIENSE			5.-Areniscas y margas. Impermeable.
					4.-Calizas. Permeabilidad media por fisuración y carstificación.
					3.-Areniscas y arcillas. Impermeable verticalmente.
					2.-Calcarenitas. Permeables.
					1.-Areniscas y arcillas. Impermeable verticalmente.

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA	
Aprobado por el Real Decreto de 11 de Noviembre de 1966. A G de Domingo J G Lastra	
ESTUDIO PARA LA ACTUALIZACION DE DATOS DE INFRAESTRUCTURA HIDROGEOLOGICA EN CANTABRIA.	PLANO N°
MAPA DE SISTEMAS ACUIFEROS DE LA SUBUNIDAD DE CAMARGO.	

6.9. SUBUNIDAD DE PEÑA CABARGA

La subunidad de Peña Cabarga está formada por un espeso acuífero calcáreo Aptiense y otro Cenomaniense de pequeña importancia, aislados entre sí y del entorno por facies impermeables, fundamentalmente arcillosas en facies Weald y Keuper. No hay ninguna conexión aparente en superficie ni en profundidad con otras subunidades. El conjunto drena hacia el N a la ría de San Salvador y hacia el sur hacia el río Miera, que además lo atraviesa en la zona de Solares.

En total tiene una extensión de 45 Km² y la misma superficie de cuenca de recepción. De este total, 391 Km² corresponden a materiales permeables (calizas) y 5,9 Km² a impermeables o poco permeables (arenas y arcillas). La lluvia útil media para el área es de 1.000 mm.

El inventario de puntos de agua de la subunidad se indica en la Tabla 6.9.

6.9.1. **Acuífero Aptiense-Albiense**

Este acuífero está formado por una serie calcárea y dolomitizada, monoclinial, muy carstificada, especialmente en el tramo intermedio (biocalcarenitas con laminación cruzada) y en las zonas dolomitizadas (hacia el Oeste).

La superficie total es de 45 Km², sobre los que las aportaciones se reparten de la siguiente forma:

TABLA 6.9

Núm.	Tipo	Nº I. R. H.	Paraje	Altura	Caudal	Acuífero
1	M	18048001	Idillo	60	0,25	Aptiense
2	M	18048002	Lusa	60	0,25	Aptiense
3	M	18048003	Cisuras	110	-	Aptiense
4	M	19045008	F. Peces	95	6-9	Aptiense
5	M	19045010	F. Elsedo	80	2	Aptiense
6	M	19045011	Burrujanco	120	1	Aptiense
7	M	19045012	Mojaculo	130	0,5	Aptiense
8	M	19045013	Zambomba	130	0,25	Aptiense
9	M	19045014	Santa Ana	20	2	Cenomaniense
10	M	19045015	Socabarga	80	2	Aptiense
11	M	19045016	F. la Teja	20	0,25	Cenomaniense
12	M	19045017	Loño	20	-	Cenomaniense
13	M	19046005	Solares	50	34	Aptiense
14	M	19046006	Dr. Madrazo	80	1	Aptiensew
15	M	19046010	F. Pantano	40	6	Aptiense
16	M		Torriba	95	2	Aptiense
17	M		La Lastra	120	1,5	Aptiense
18	M		Somarriba	80	0,5	Aptiense
19	M		Santa Ana	150	-	Aptiense
20	M		Miera de Torriba	100	-	Aptiense
21	P		Heras	18	-	Aptiense
22	M		Heras	80	0,3	Aptiense
23	M		La Covachona	6	30-260	Aptiense
24	P		Solares	60	1,5	Aptiense

	Superficie (Km ²)	Coefficientes de infiltración	Aportaciones (Hm ³ /año)
Endorreico	8,1	100 %	8,1
Permeable	36,9	50 %	18,4
Total	45,0		26,5

Las salidas son muy irregulares, en general con grandes variaciones estacionales. La salida más continua es la de Solares (34 l/s) que aunque alimentada por el sistema tiene un ciclo más largo a través de fracturas. Hacia el Este se encuentra la surgencia de La Covachona (30-260 l/s), y la Fuente del Pantano (6 l/s). Hacia el Sur la más importante es la Fuente de los Peces (6-9 l/s), mientras que hacia el Norte está la de Socabarga (2 l/s). El total de salidas inventariadas es de 90 l/s en estiaje y de 330 l/s de máxima, lo que hace un total anual de 8 a 10 Hm³/año. No se conoce la importancia de las salidas directas al río Miera, al Solla y al río de la Mina, ni el volumen de los bombeos en la mina de Orconera.

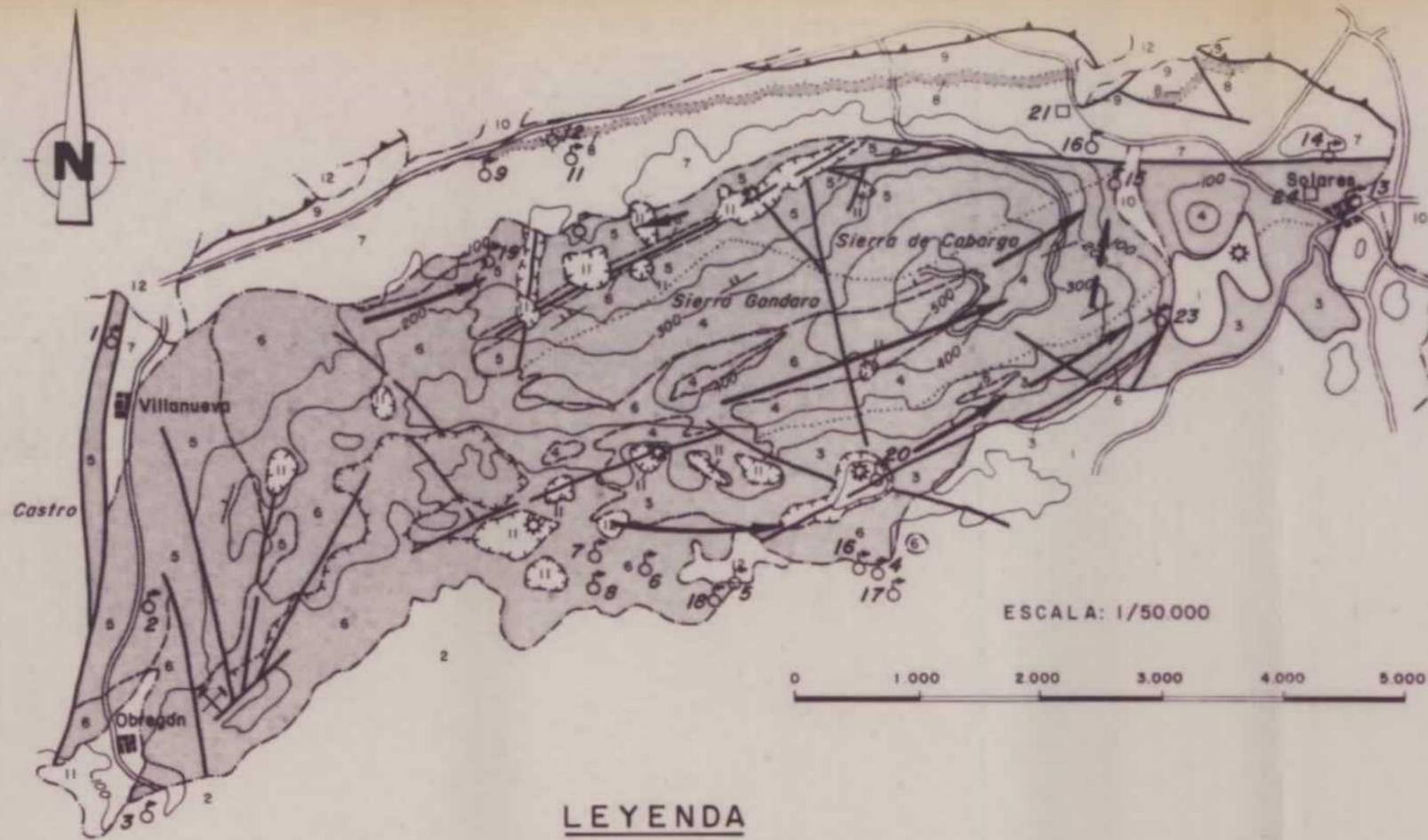
La circulación se establece fundamentalmente por los conductos cársticos abiertos según la estratificación, y con menor importancia sobre fracturas. Es decir, que la circulación más importante se produce en la dirección e los estratos, en sentido Oeste-Este en la zona central y oriental, según indica el progresivo descenso en este sentido de los niveles de surgencia. La zona acaba drenando fundamentalmente por la fuente de la Covachona. En el área de la Sierra de Villanueva no se poseen datos suficientes para establecer el modelo de circulación.

Las zonas más favorables para captaciones se sitúan en la zona dolmitizada (Sierra de Villanueva) y en el tramo medio (calcarenitas) en su parte más oriental. En cualquier caso, la diferencia de cotas entre la sierra y la posición del nivel freático (568 m. de cota máxima en Peña Cabarga frente a 40 a 90 m. del freático) hace que el carst tenga unos conductos muy localizados, más que una red densa, por lo que las posibilidades de obtener transmisibilidades

son muy bajas por encima de la cota 40 m. Al mismo tiempo, esto implica una capacidad de almacenamiento muy baja, con respuestas muy rápidas y significativas frente a los momentos de lluvias y sequía.

6.9.2. **Acuífero Cenomaniense**

Es un pequeño acuífero formado por una banda de calizas (calcarenitas) bastante continua entre San Salvador y Hevas. Su interés es únicamente puntual, a causa de su pequeña extensión.



SIGNOS CONVENCIONALES

- Contacto normal
- - - Contacto discordante
- - - Contacto por dolomitización
- Falta
- - - Falta supuesto
- Falta inversa
- - - Dirección y buzamiento
- - - Dirección y buzamiento aproximado (0°-30°, 30°-60°)
- + Buzamiento subhorizontal
- ↑ Anticlinal
- ↑ Anticlinal supuesto
- ↑ Sinclinal
- ↑ Sinclinal supuesto
- Dolinas
- Cantero
- Mina
- Manantial
- Sondeo
- Pozo
- Sumidero

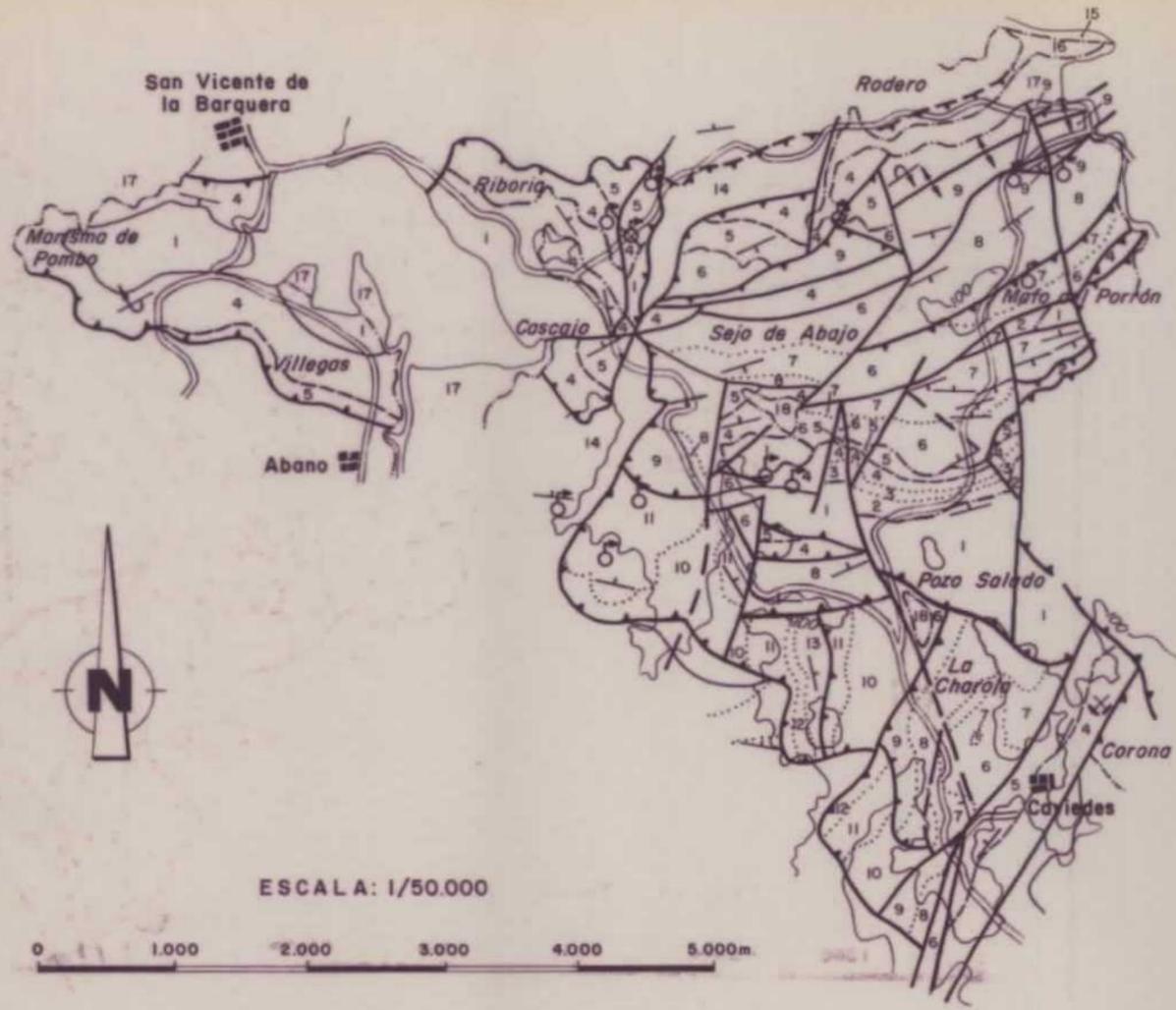
LEYENDA

		CUATERNARIO			10	11	12		
CRETACICO	SUPERIOR	CAMPAIENSE		9	7	5	4	3	
		SANTONIENSE							
		CENOMANIENSE							
	INFERIOR	ALBIENSE		2	1	F. WEALD	6	5	4
		APTIENSE	CLANSAYENSE						
			GARGASIENSE						
			BEDOULIENSE						
		BARREMIENSE							
	HAUTERIVIENSE								
	VALANGINIENSE								
		TRIASICO							

- 12.- Depósitos antropicos. Permeabilidad variable.
- 11.- Arcillas de descalcificación.
- 10.- Depósitos aluviales. Permeables.
- 9.- Margas y calizas. Impermeable.
- 8.- Calcarenitas. Permeabilidad media.
- 7.- Arenas y arcillas. Impermeable verticalmente.
- 6.- Dolomías. Permeabilidad alta por carstificación y fisuración.
- 5.- Calizas. Permeabilidad media.
- 4.- Calizas. Permeabilidad media.
- 3.- Calizas. Permeabilidad media por fisuración y carstificación.
- 2.- Areniscas y arcillas. Impermeable verticalmente.
- 1.- Arcillas, yesos y ofitas. Impermeable.

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA		
NOVIEMBRE -88 MPE SA: A. G. de Domingo J. G. Lostra		
ESTUDIO PARA LA ACTUALIZACION DE DATOS DE INFRAESTRUCTURA HIDROGEOLOGICA EN CANTABRIA.		PLANO N°
CONSULTOR: 		MAPA DE SISTEMAS ACUIFEROS DE LA SUBUNIDAD DE PEÑA CABARGA.

LEYENDA



ESCALA: 1/50.000



SIGNOS CONVENCIONALES

- Contacto normal
- - - - - Contacto discordante
- - - - - Contacto por dolomitización
- Falta
- Falta supuesto
- Falta inverso
- + Dirección y buzamiento
- + Dirección y buzamiento aproximado (0R-30R, 30R-60R)
- + Buzamiento subhorizontal
- ↑ Anticlinal
- ↑ Anticlinal supuesto
- ↑ Sinclinal
- ↑ Sinclinal supuesto
- Dolinas
- ⊗ Cantero
- ⊗ Mina
- ⊗ Manantial
- ⊗ Sondeo
- Pozo

		CUATERNARIO				
		15	16	17	18	
TERCIARIO	PELEOGENO	EOCENO	PRIABONIENSE			14
			BIARRITZIENSE			
			LUTECIENSE			
			CUISIENSE			
			ILERDIENSE			
			PALEOCENO			11
	CRETACICO	SUPERIOR	MAASTRICHIENSE			10
			CAMPAIENSE			
			SANTONIENSE			
			CONIACIENSE			
CENOMANIENSE						
INFERIOR		ALBIENSE	9			
			8			
			7			
		APTIENSE	CLANSAYENSE		5	
			GARGASIENSE		4	
BEDOULIENSE			3			
BARREMIENSE		F. WEALD	2			
HAUTERIVIENSE			1			

- 18.-Arcillas de descalcificación. Impermeables.
- 17.-Depositos de marismas. Impermeables.
- 16.-Depositos de dunas. Permeables
- 15.-Depositos de playas. Permeables.
- 14.-Margos, areniscas y calizas. Semipermeable.
- 13.-Calizas. Permeabilidad media.
- 12.-Arenas. Permeabilidad alta.
- 11.-Calizas. Permeabilidad media.
- 10.-Margos y calizas arcillosas. Permeable-Semi-permeable.
- 9.-Calcarenitas. Permeabilidad media.
- 8.-Areniscas y arcillas. Impermeable.
- 7.-Calcarenitas Permeabilidad media.
- 6.-Arenas y arcillas. Impermeable verticalmente.
- 5.-Calizas. Permeabilidad media.
- 4.-Dolomías. Permeabilidad alta.
- 3.-Arenas y margos. Impermeable.
- 2.-Calizas. Permeabilidad media.
- 1.-Arenas y arcillas. Impermeable vertical.

DIBUJADO:	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA		CLAVE
FECHA: NOVIEMBRE - 88			
COMPROBADO: A. G. de Domingo J. G. Lostra	PROYECTO: ESTUDIO PARA LA ACTUALIZACION DE DATOS DE INFRAESTRUCTURA HIDROGEOLO- GICA EN CANTABRIA.		PLANO N°
AUTOR: A. G. de Domingo J. G. Lostra			
ESCALA: 1/50.000	CARTOGRAFIA HIDROGEOLOGICA DE FACIES DE LA SUBUNIDAD DE SAN VICENTE - LAMADRID.		
CONSULTOR: 			



LEYENDA

SIGNOS CONVENCIONALES

CUATERNARIO		13	14	15	16	17	
TERCIARIO	PALEOGENO	EOCENO	CUISIENSE			12	15-Arcillas de descalcificación. Impermeables.
						11	14-Coluviones. Permeables.
CRETACICO	SUPERIOR	CONIACIENSE			10	13-Rasas. Permeables.	
		CENOMANIENSE			9	12-Calizas. Permeabilidad media.	
	INFERIOR	ALBIENSE			7	11-Arenas. Permeabilidad media-alta.	
		APTIENSE			8	10-Calizas, dolomías y margas. Permeabilidad baja.	
CARBONIFERO	SUPERIOR			4	9-Arenas y arcillas. Impermeable - Semipermeable.		
	INFERIOR			3	8-Calcarenitas. Permeabilidad media.		
DEVONICO	SUPERIOR			2	7-Arenas y arcillas. Impermeable verticalmente.		
ORDOVICICO	INFERIOR			1	6-Calizas. Permeabilidad media-baja.		
						5-Dolomías. Permeabilidad alta por carstificación.	
						4-Calizas. Permeabilidad media-alta por carstificación.	
						3-Calizas. Permeabilidad muy baja.	
						2-Areniscas, conglomerados. Permeable.	
						1-Cuarcitas. Impermeable.	

	Contacto normal		Anticlinal supuesta
	Contacto discordante		Sinclinal
	Contacto por dolomitización		Sinclinal supuesta
	Falla		Dolinas
	Falla supuesta		Cantera
	Falla inversa		Mina
	Dirección y buzamiento		Manantial
	Dirección y buzamiento aproximado (0R-30R, 30R-60R)		Sondeo
	Buzamiento subhorizontal		Pozo
	Anticlinal		

D.B.L. A.D. 11-NA NOVIEMBRE-88 MPROBADO A.G. de Domingo J.G. Lostra A.G. de Domingo J.G. Lostra E.S.A.A. 1/50 000 	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA ESTUDIO PARA LA ACTUALIZACION DE DATOS DE INFRAESTRUCTURA HIDROGEOLOGICA EN CANTABRIA.	
MAPA DE SISTEMAS ACUIFEROS DE LA SUBUNIDAD DE SAN VICENTE-PECHON.	Av1	PLANO N°

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El sistema acuífero nº 4, Sinclinal de Santander-Santillana y zona de San Vicente de la Barquera, se ha subdividido en cuatro unidades atendiendo a criterios hidrogeológicos.
- Cada unidad se ha dividido en varias subunidades independientes, acotadas por límites impermeables, permitiendo que su tratamiento hidrogeológico se realice individualmente. En general no hay conexiones entre las distintas subunidades.
- Cada subunidad se ha descompuesto en niveles acuíferos describiendo cada una de ellas independientemente, aunque en ocasiones se tratan conjuntamente desde el punto de vista hidrogeológico.
- En los cálculos hidrogeológicos de alimentación de cada acuífero se han tratado la superficie de recarga en su conjunto incluyendo en cada acuífero las zonas endorreicas con una alimentación del 100 % de la lluvia útil.
- En el tratamiento de los datos de descarga se ha actualizado el inventario de puntos de agua facilitado por el IGME, aumentándose de 120 puntos a 197.
- Existe una clara relación entre los parámetros hidrogeológicos, las facies sedimentarias y diagenéticas y la fracturación. La mayor parte de los niveles acuíferos del Mesozoico y Terciario de Cantabria se encuentran en facies carbonatadas:
 - Calizas del Lías
 - Calizas urgonianas del Bedouliense y Garsiense-Clansayense
 - Barras carbonatadas del Albiense
 - Barras del Cenomaniense
 - Calizas, calizas margosas y dolomías del Cretácico terminal-Terciario

- Las variaciones en la porosidad primaria (en general muy cerrada por cementación), los procesos diagenéticos (básicamente dolomitización) y la fracturación favorecen la apertura de cavidades cársticas que son las principales formas de acumulación y circulación de aguas subterráneas.
- Existe una relación directa entre estos parámetros y la presencia de sumideros y surgencias.
- El modelo de exploración que se propone tiene en cuenta estas variaciones, y las características de la circulación del agua subterránea en función de los tipos de porosidad existentes. Debido a la escasez de pozos y sondeos con parámetros medidos, no ha podido cuantificarse más que en unos pocos casos las propiedades hidrogeológicas de las facies.

BIBLIOGRAFIA

Se ha reunido y estudiado todo el material bibliográfico del que se ha tenido conocimiento y acceso, tanto de temas geológicos-sedimentológicos como de trabajos hidrogeológicos que tratan sobre el área propuesta por el proyecto.

- **AGUILAR, M.J. (1.971).**- Consideraciones generales sobre la sedimentación y paleogeografía del Albense de la Cuenca Cantábrica. Estudios Geológicos. vol. 27. p. 325-334.
- **AGUILAR, M.J. (1.975).**- Sedimentología y paleogeografía del Albense de la Cuenca Cantábrica. Estudios Geológicos, vol. XXXI, pp. 1-123.
- **ALDERMAN, A.R., SKINNER, H.C. (1.975).** Dolomite sedimentation in the southeast of South Australia. Am. Jour, Science, V. 225 p. 561-567.
- **BEALES, F.W., JENNA, L.M., (1.980).**- Criteria for the recognition of diverse dolomite types with an emphasis on studies on host rocks for Mississippi valley-type ore deposits. SEPM, Special Publication nº 28, pp 197-213.
- **BUSTILLO, M. (1.985).**- Procesos de dolomitización en los materiales calcáreos aflorantes en el anticlinal de Caborredondo (Cantabria). Revista de Materiales y Procesos Geológicos, 3.
- **BUSTILLO, M.; FORT R.; (1.986).**- Evolución geoquímica del estroncio en los procesos de dolomitización: Aplicación a las dolomías del Cretácico Inferior de la zona oeste de Cantabria". Bol. Geol. y Min. T. XCVII-V, pp. 122-131.
- **CARPENTER, A.B., (1.980).**- The chemistry of dolomite formation I: the stability of dolomite. SEPM, Special Publication nº 28 pp, 111-121.

- CIRY, R.; RAT, P.; MANEIN, J.; FEUILLE, Ph.; AMIOT, P.; COLCHEN, M., y DELANCE, J.H. (1.967).- Reunión Extraordinaire de la Société Géologique de France, des Pyrénées aux Asturies, C.R. Somm. Soc. Géol. France, núm. 9. pp. 389-444.

- CHOQUETTE, P.W., STEINEN, R.P. (1.980).- Mississippian non-supratidal dolomite, STE. Genevieve limestone, Illinois basin : evidence for mixed-water dolomitization. SEPM, Special Publication nº 28 163-195.

- FERNANDEZ RUBIO, R. (1.980). Estudio hidrogeológico de la mina de Reocín (Santander), (Unpublished). 156 p. Granada.

- FOLK, R. L., LAND, L. S. (1.975).- Mg/Ca ratio and salinity: Two controls over crystallization of dolomite. Am. Assoc, Petroleum Geologists Bull., V. 59, p. 60-68.

- FRIEDMAN, G.M. (1.980).- Dolomite is an evaporite mineral : evidence from the rock record an from sea marginal ponds of the red sea. SEPM special Publication nº 28 p. 69-80.

- FRIEDMAN, G.M., SANDERS, J.E, (1.967).- Origin and occurrence of dolostones; In G.V. Chilingar, H. J. Bissell, and R. W. Fairbridge (eds), carbonate rocks, Part A: Origin, occurrence, and classification: Elsevier Amsterdam, The Netherlands, p. 267-348.

- FROST, S.M., BLIEFNICK, D.M., HARRIS, P.M. (1.984).- Deposition and porosity evolution of a lower Cretaceous rudist buildup, Shuaiba of Eastern Arabian Peninsula.

- GAINES, A.M. (1.980).- Dolomitization kinetics : recent experimental studies. SEPM, Special Publication, nº 20 pp, 81-89.

- **GARCIA-MONDEJAR, J. (1.975).**- Aspectos paleogeográficos del Complejo Urgoniano de la Cuenca Cantábrica en la provincia de Santander. Primer coloquio de estratigrafía y paleogeografía del Cretácico de España, Enadimsa, Madrid, pp. 73-84.

- **GARCIA-MONDEJAR, J. (1.977).**- Sedimentos deltaicos aptienses en la zona de Castro-Valnera-Rio Miera (SE provincia de Santander). VIII Congreso Nacional de Sedimentología. Oviedo-León. 4-10 Julio 1.977.

- **GARCIA-MONDEJAR, J. (1.979 a).**- El Complejo Urgoniano del sur de Santander. Tesis doctoral, Universal de Bilbao, Ann. Arbor, Michigan, University Microfilms International, 673 pp., 203 figs.

- **GARCIA-MONDEJAR, J. (1.979 b).**- Successions paléogéographiques du Complexe Urgonien dans le SW de la Région Basco-Cantabrique (nord de l'Espagne). Géobios. Mém. sp., nº 3, pp. 71-78.

- **GARCIA-MONDEJAR, J. (1.982).**- Tectónica sinsedimentaria en el Aptiense y Albiense de la región Vasco-cantábrica occidental. Cuadernos Geología Ibérica, Vol. 8, pp. 23-26.

- **GARCIA-MONDEJAR, J. y PASCAL, A. (1.978).**- Précisions stratigraphiques et sédimentologiques sur les terminaisons calcaires sudoccidentales dy systemes urgonieu bascocantabrique (Espagne du Nord). Bull. Soc. Geol. de France, 20. 179-183.

- **GARCIA-MONDEJAR, J. y PUJALTE, V. (1.975).**- Contemporaneous tectonics in the Early Cretaceous of central Santander province, North Spain. IX Inter. Congr. on Sedimentology. Nice. Tectonic and Sedimentation, t. IV, pp. 131-137.

- **GARCIA-MONDEJAR, J. y PUJALTE, V. (1.976).**- Rasgos estratigráficos y tectónicos de la cuenca del río Besaya, entre Reinosa y Los Corrales de Buelna (prov. de Santander). Bol. Geol. y Min. Vol. 87-6 p. 571-582.

- **GARCIA-MONDEJAR, J. y PUJALTE, V. (1.977).**- Ciclos sedimentarios mayores del Jurásico superior-Cretácico inferior de Santander VIII Congreso Nacional de Sedimentología. Oviedo-León. 4-10 Julio 1.977.
- **GARCIA-MONDEJAR, J. y PUJALTE, V. (1.981).**- El Jurásico superior y Cretácico inferior de la Región Vasco.Cantábrica (parte occidental). Libro-guía de Jornadas de Campo, 9-12 septiembre 1.982. Grupo Español del Mesozoico. P.I.G.C. Mid Cretaceous Events. Dpto. Geología, Bilbao, 133 pp., 95 figs.
- **GASCUE, F. (1.877).** Nota acerca del grupo Nummulítico de San Vicente de la Barquera. Bol. de la Com. del Mapa Geol. de España, t. 4, pp. 63-68.
- **GOMEZ DE LLARENA, J. (1.927).** Las terrazas y rasas litorales de Asturias y Santander. Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat., t. 27 pp. 19-38.
- **HANSHAW, B.B., BACK, W., DEIKE, R.G. (1.971).**- A geochemical hypothesis for dolomitization by ground water. Econ. Geology, V. 66, p. 710-724.
- **HIMES, F.M. (1.985).**- Sedimentation and tectonics in north-west Santander. 6th EUROPEAN REGIONAL MEETING, Lérida pp, 371-391.
- **IGME (1.976).**- Mapa Geológico de España E-1:50.000, Hoja de Comillas (nº 33). Segunda serie.
- **IGME (1.976).**- Mapa Geológico de España, E- 1:50.000, Hoja de Torrelavega (nº 34). Segunda serie.
- **IGME (1.976).**- Mapa Geológico de España, E-1:50.000, Hoja de Santander (nº 35). Segunda serie.
- **IGME (1.976).**- Mapa Geológico de España, E-1:50.000, Hoja de Cabezón de la Sal (nº 57). Segunda serie.

- **IGME (1.976).**- Mapa Geológico de España, E-1:50.000, Hoja de Los Corrales de Buelna (nº 58). Segunda serie.
- **IGME (1.981).**- Mapa Geológico de España, Escala 1:50.000, Hoja de Llanes (nº 32). Segunda serie.
- **IGME (1.984).**- Los sistemas hidrogeológicos de Cantabria. Colección informe.
- **IGME (1.984).**- Calidad de las aguas subterráneas en la Cuenca Norte (Zona de Cantabria). Colección informe.
- **IGME (1.986).**- Estudio sedimentológico aplicado a los yacimientos minerales del Urganiano de Cantabria, en el área Torrelavega - Santander.
- **IGME (1.988).**- Estudio sedimentológico aplicado a los yacimientos minerales del Urganiano de Cantabria, en las áreas de San Vicente de la Barquera y Sector oriental.
- **LEMOINE, P., y MENGAUD, L. (1.934).**- Algues calcaires de l'Eocene de la province de Santander (Espagne). Bull Soc. Hist. nat. Toulouse, t. 66 pp. 171-180.
- **LOPEZ VERA, C.F., LLAMAS MADURGA, M. R. and PEON PELAEZ, A. (1.978).**- Estudio hidrogeológico preliminar de la mina Reocin (Santander, España). Water Mining & Underground Works Congress (SIAMOS), I. 183198. Granada.
- **MANGIN, Ph., y RAT; P. (1.962).**- L'évolution post-hercynienne entre Asturies et Aragón (Espagne). Mem. Soc. Géol. France (Livre a la mem. du prof. P. Fallot), t. 1, pp. 333-349.
- **MENGAUD, L. (1.910).**- Tertiaire de la province de Santander. Bull. Soc. Geol. France (4me. serie), t. 10, pp. 30-33.

- MENGAUD , L. (1.910).- Nota acerca del Terciario de la provincia de Santander. Bol. Soc. Esp. Hist. Nat., pp. 301-306.
- MENGAUD, L. (1.911).- Note sur le Cretace et le Tertiaire de la cote cantabrique (province de Santander). Association Française pour l'avancement des sciences (Congres de Dijon), pp. 407-412.
- MENGAUD, L. (1.913).- Contribution a l'étude du Wealdien de la province de Santander. C. R. Acad. Sc. Paris, t, 156, p. 1.279.
- MENGAUD, L. (1.913).- Sur l'Aptien Inférieur marneux de la province de Santander. C.R. Acad, Sc. Paris, t. 157, pp. 15-19.
- MENGAUD; L. (1.920).- Recherches geologiques dans la region Cantabrique. Livr. sc. J. Herman, p, 1.374.
- PASCAL, A (1.980).- Importance du facteur tectonique dans la répartition et la morphologie des dispositifs sédimentaires urgoniens basco-cantabrique (Espagne). VIIIe. Réunion. Ann. Sc. Terre.
- PASCAL, A.; RAT, P., y SALOMON, J. (1.976).- Sédimentation, stratigraphie et dynamique dans le complexe continental et marin basco-cantabrique (Jurassique terminal-Albien). 4^a. Réunion. ann. Sc. Terre, París.
- PHILIP, J. (1.972).- Paleoecologie des formations a rudistes du cretace superieur l'exemple du sud-est de la France. Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology. El servier Publishing Company Amsterdam.
- RAMIREZ DEL POZO, J. (1.971).- Bioestratigrafía y microfácies del Jurásico y Cretácico del Norte de España. (Región Cantábrica). "Mem. IGME", 78 (3 vol.). Madrid.

- RAMIREZ DEL POZO, J., y AGUILAR TOMAS, M.J. (1.969).- Ciclotemas en el Aptense superior y Albense inferior de Nograro (Alava). Acta Geológica Hispánica, vol. IV, pp. 113-118.
- RAT, P. (1.954).- Observations sur les facies saumâtres et marins de la base du Wealdien dans l'Est de la province de Santander (Espagne). C.R. Seand. Acad. Scienc., t. 239, pp. 1.820-1.821.
- RAT, P. (1.956).- Esquisse d'une histoire de la sedimentation dans les regions du litoral basco-cantabrique au Crétacé. Actes du 2éme. Congres. Internat. d'études Pyreneenes, t. 2, pp. 147-157.
- RAT, P. (1.959).- L'extension vers L'ouest du Crétace Supérieur á Faciès Basque. Colloque sur le Crétacé Sup. en France. (84 Congr. Soc. Sav. Parfs). Dijon, pp. 523-533.
- RAT, P. (1.959).- Les milieux Urgoniens Cantabriques. Bull. Soc. Géol. France (7è. serie), t. 1, pp. 378-384.
- RAT, P. (1.959).- Les pays Crétacés Basque.Cantabrique (Espagne). Publ. Univ. Dijon, núm. 18, pp. 1-525.
- RAT, P. (1.961).- La edad y naturaleza de las capas de base del Wealdense en la provincia de Santander y sus alrededores (España). Not. y Com. Inst. Geol. Min. de España, núm. 61, pp. 181-184.
- RAT, P. (1.962).- Contribution à l'étude stratigraphique du Purbeckien-Wealdien de la region de Santander (Espagne). Bull. Soc. Géol. France, t. 7, número 4, pp. 2-12.
- RAT, P. (1.963).- Problemes du Crétacé inferieur dans les Pyrenées et le nord de l'Espagne. Sonderd. Geol. Rudschau, núm. 53. pp. 205-220.

- **RAT, P. (1.969).**- Donnes nouvelles sur la Stratigraphie et les variations sedimentaires de la serie Purbeckiense-Wealdienne au Sur de Santander (Espagne). C. R. Somm. Soc. Géol. France, núm. 6, pp. 216-217.
- **RAT, P., y PASCAL, A. (1.979).**- De l'étage aux systèmes biosédimentaires urganiens. Géobios. Mém. spec., nº 3, pp. 385-399.
- **RIOS, J.M. (1.974).**- Diapirismo. Bol. Inst. Geol. Min. de España, t. 60, 155-232 pp.
- **ROUCH, R. and GOURBAULT, M. (1.980).**- Etude de la derive des animaux dans les eaux de la Mine de Reocin (Torrelavega, Santander, Espagne). (Unpublishec), 16 p. Moulins.
- **SALOMON, J. (1.970).**- Essai de division litoestratigraphique dans la formation wealdienne de la bordure nord-est du Massif Asturien (Espagne). C.R. Somm. Soc. Geol. France, núm. 6. pp. 75-77. 192-193.
- **TORRES RUIZ, J, (1.980).**- Estudio del material sólido de dos muestras de Reocín (Santander). (Unpublished). 6 p. Granada.
- **TRILLA ARRUFAT, J., LOPEZ VERA, C.F. and PEON PELAEZ, A. (1.980).**-Sobre el origen y dinámica de las aguas fluyentes a las explotaciones minerea de Reocín (Santander, España), Water Mining & Underground Works Congress (SIAMOS), I: 293-307. Granada.