

CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS DE LOS MANANTIALES CARBÓNICOS DE GERONA LLAMADOS "FONTS PICANTS"

POR

LUIS SOLÉ SABARÍS

Existen en las inmediaciones de Gerona numerosos manantiales carbónicos, tipo muy frecuente en todas las zonas volcánicas, con cuyas manifestaciones están en íntima relación. En la región volcánica del Campo de Calatrava (Ciudad Real) son muy abundantes y se las conoce con el sugestivo nombre de «Hervideros» por los borbotones que producen las burbujas de anhídrido carbónico al desprenderse del agua, y también con el de «agrias» y «acedas» por su sabor ácido. En Gerona, análogamente, se las suele designar por el de *Bullidors* (Hervideros) y más comunmente por *FonTS Picants*, a causa de su sabor.

Las fuentes carbónicas de Gerona son sin duda conocidas de antiguo, pero los primeros datos bibliográficos aparecen a mediados del siglo pasado, en las recopilaciones de aquella época sobre aguas minerales españolas. Las primeras citas que hemos encontrado se deben al médico de Gerona, Cristóbal Tomás, autor de una monografía inédita sobre las aguas minerales de España, recogida por Rubio (*)⁽²⁴⁾. Aproximadamente en la misma época (1852), Pablo de Cortada publicó algunos artículos sobre este tema en el «Postillón», de Gerona, contestados por José Brun desde el «Sol», de Barcelona (1). Madoz (1847) cita únicamente las de Pedret, Sant Gregori y Campdurà. Posteriormente, en las descripciones generales de la provincia: Martínez Quintanilla (19), Pujol y Alsius (22) y especialmente en la de Carreras Candi (7) se aumenta el registro de las fuentes carbónicas, aun cuando hay algunas no citadas todavía en la bibliografía existente.

(*) Los números entre paréntesis hacen referencia a las notas bibliográficas que figuran al final.

Las fuentes carbónicas de Gerona gozaron de particular predicamento en toda la región, aprovechándose con cierta regularidad como agua de bebida, para usos medicinales y modernamente, con fines industriales, para la extracción del anhídrido carbónico.

Hasta hace pocos años, las aguas de algunos de estos manantiales, (Pedret, Madremanya) se embotellaban y se expedían como agua de mesa y para refrescos en las comarcas gerundenses. Hoy únicamente se utilizan para este fin las de Amer, conocidas con el nombre comercial de «Amer Palatin» y las de Salenys (Bell-lloc). En el siglo pasado, en la época de apogeo de las aguas medicinales, tuvieron importancia para fines terapéuticos, como lo recuerda la correspondencia cruzada entre Milá y Fontanals y su amigo Rubió y Ors, el primero de los cuales proyectaba un viaje a Gerona para hacer practicar a su hermano la cura de aguas en Pedret⁽²³⁾. Sin embargo, no sabemos que dieran lugar a ninguna explotación balnearia, tan numerosas como fueron en la región de Ciudad Real y de las cuales aún hoy perduran algunas como la del Balneario de Fuensanta.

Desde principio de siglo, las aguas carbónicas gerundenses se explotan con regularidad para recoger el anhídrido carbónico. Hubo un intento para explotar las emanaciones carbónicas del cauce del Ter, frente al barrio de Pedret, pero actualmente se explotan para este fin únicamente las de Campdurá, Càn Miralles y de La Pólvora. El Notario Sr. Saguer organizó la explotación transformando las charcas de la Font de la Pólvora en pozos artesianos, cuyo sondeo dirigió el geólogo Font y Sagué. El gas carbónico se recoge en gasógenos adecuados y se expide convenientemente envasado en botellas de hierro. Al industrializarse estas fuentes perdieron el carácter popular de que disfrutaron el siglo pasado como lugar de esparcimiento dominguero para los vecinos de la capital.

Las emanaciones carbónicas son muy frecuentes en todas las regiones volcánicas. Después de los paroxismos y a medida que se va amortiguando la actividad volcánica, disminuye progresivamente la temperatura de los gases que se exhalan por las hendiduras, hasta que alcanzan temperaturas inferiores a los 100 grados. Estas emanaciones gaseosas a bajas temperaturas son las llamadas *mofetas*, de las cuales son bien conocidas las de la «Gruta del Perro», cerca de Nápoles, en donde el gas carbónico forma una densa capa a ras del suelo; del mismo tipo hay más de un millar en la región volcánica del Eifel (Alemania), especialmente en los

alrededores del lago Laach, y son también muy características en el Valle de la Muerte, en la isla de Java, en donde existe una capa irrespirable de anhídrido carbónico de 0'75 m. de altura, que evita la descomposición de los numerosos animales que allí mueren asfixiados.

Según Bischof, la fase de mofeta representa el «último acto de las manifestaciones volcánicas».

Cuando estas emanaciones tienen lugar en el agua que circula por las hendiduras terrestres, se originan las fuentes carbónicas, generalmente ascendentes por la fuerza del gas y ricas en bicarbonatos a causa del poder disolvente del anhídrido carbónico en disolución acuosa. Este tipo de fuentes carbónicas son también muy numerosas en todas las regiones volcánicas recién extinguidas como en la ya citada de Ciudad Real. En la Auvernia, los manantiales carbónicos fríos, lo mismo que los termales se sitúan a lo largo de dislocaciones importantes que ponen en contacto los terrenos terciarios de la fosa de Limagne con el Paleozoico del Macizo Central, dando lugar a la serie de manantiales de Vichy y Châtelguyon.

También son indudables las relaciones de los «Sprudels» de Nauheim y de Carlsbad con importantes líneas de fractura a lo largo de las cuales tiene lugar la ascensión de las aguas mineralizadas; en Nauheim, la fuerza ascendente de los gases hace saltar el agua a 12-15 metros de altura. En California, en las fallas que ponen en contacto el granito con el mesozoico y el neozoico, hay también importantes afloramientos termales y de aguas frías mineralizadas, no lejos de las primeras ⁽¹⁵⁾.

Las mismas correlaciones existen en la región de Gerona, pero han sido estudiadas tan sólo esporádicamente, de forma que de la mayoría de los manantiales apenas se conoce ningún dato, especialmente en lo que se refiere a las características geológicas de emergencia, cuyo conocimiento es fundamental para explicar el origen de esta clase de aguas.

Respecto a la composición química, únicamente se conocen seis análisis, realizados por los Sres. Casares Gil ^(8, 9) para las aguas de la Font Picant de la Pólvara; Subirá Marquet, para las de Pedret ⁽⁷⁾; Estalella y Pericot para las de Càn Miralles ⁽²⁰⁾; Sintés Orfila para las de Bell-lloc ⁽²⁾; Codina Länglin ⁽¹⁰⁾ para las de Madremanya; y Calvet, Moragues y Simó, para las de Amer.

En cuanto a las condiciones geológicas del terreno en donde emergen las *Fonts Picants*, son todavía mucho menos numerosos y exactos los

datos conocidos. Faura y Sans publicó un pequeño estudio sobre la Font Picant de la Pólvora (¹²) en el que reconoce, lo mismo que los Sres. Calderón, Cazorro y Fernández Navarro (⁶) para el resto de los manantiales carbónicos, las relaciones con los fenómenos volcánicos. Pero ni en estos trabajos, ni en los estudios hidrológicos de la región realizados por San Miguel de la Cámara (²⁵) y Darder Pericás (¹¹) se enfoca el problema del origen de los manantiales carbónicos gerundenses en relación con la tectónica general y con los fenómenos volcánicos que tanta importancia alcanzaron en la provincia.

En las síntesis del Dr. J. R. Bataller (², ³, ⁴) sobre las aguas minerales de Cataluña no se aportan nuevos datos sobre las fuentes carbónicas de Gerona, reduciéndose a la transcripción de las observaciones anteriores y a la reproducción de los análisis de los Sres. Casares Gil, Codina Länglin, Sintes y Orfila.

En 1939, en colaboración con el profesor Llopis Lladó, expusimos, en un trabajo de conjunto sobre la terminación de la Cordillera Costera Catalana (²⁶), las relaciones entre los principales manantiales carbónicos de la región de Gerona y las grandes dislocaciones que han fragmentado y hundido las sierras que bordean el litoral catalán y fraguaron la región volcánica olotino-ampurdanesa.

Ahora, con ocasión del levantamiento de la parte del mapa geológico de la provincia de Gerona correspondiente a la Hoja n.º 334 del Mapa Geológico Nacional (¹⁸), patrocinado por la Diputación gerundense en colaboración con el Instituto Geológico y Minero de España, hemos tenido la oportunidad de estudiar más detalladamente la geología de la región y completar los datos recogidos en aquella ocasión con finalidad muy diferente. En particular, en lo que hace referencia a las características hidrogeológicas de la comarca, se han precisado las condiciones de emergencia de las fuentes carbónicas comprendidas en dicha Hoja del Mapa Geológico Nacional y se han recogido numerosas muestras de agua que han sido analizadas en los laboratorios del Instituto Geológico por el químico Sr. Menéndez Puget y en los del Instituto de Investigaciones Geológicas «Lucas Mallada», del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, por el profesor D. Román Casares, a los que nos complacemos en reconocer nuestro agradecimiento, lo mismo que a D. Martín Salvador, de Caçà de la Selva, por la ayuda prestada en la recolección de muestras de agua.

Creemos de interés dar a conocer los datos referidos por tratarse de un tema geológico tan popular en Gerona como poco investigado científicamente.

CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DE LA REGIÓN GERUNDENSE

Las líneas geológicas esenciales de la región próxima a Gerona son de una sencillez de líneas que salta a primera vista, a causa de la influencia que las grandes unidades geológicas ejercen sobre el paisaje. Diversas entidades comarcales bien definidas se apoyan en otras tantas unidades determinadas por la estructura geológica: Gabarras, Guillerías, Selva y Ampurdán no son más que las denominaciones populares aplicadas a cada uno de estos elementos estructurales que distingue el geólogo.

Las Gabarras y las Guillerías forman dos alineaciones montañosas paralelas, dirigidas de NE. a SW., que constituyen los bastiones más septentrionales de las Cordilleras Litoral y Prelitoral catalanas, respectivamente. Son los restos del antiguo Macizo Paleozoico Catalán formado al final de la Era Primaria, coetáneamente a las restantes cordilleras hercianas centroeuropeas. Sus materiales son los propios de estas tierras: pizarra (llamada *llècol*, en el país) y granito (*gresa*) principalmente.

En el transcurso de la Era Terciaria, cuando ocurrieron los plegamientos alpinos y pirenaicos, este antiguo macizo se resquebrajó y fragmentó en bloques que han quedado emergidos y separados por dovelas hundidas. Las fracturas importantes y numerosas que se produjeron entonces, se orientaron según dos sistemas principales dominantes: uno dirigido de NE. a SW., paralelo a la costa, y otro normal a él. La más importante de estas fracturas hundió toda la parte septentrional del macizo, dando lugar a la formación de la depresión del Ampurdán, otra de las entidades comarcales perfectamente diferenciadas. El sistema de fracturas dirigido de NE. a SW., normal a la falla del Ampurdán, hundió otra gran dovela de este macizo, dando lugar a la depresión de la Selva, encuadrada entre los bloques resistentes de las Guillerías y las Gabarras; en realidad, esta dovela hundida forma la terminación septentrional de la gran fosa llamada Depresión Prelitoral catalana, alargada desde Tarragona a Gerona entre aquellas dos cordilleras.

En resumen, después de los paroxismos alpinos que resquebrajaron el antiguo Macizo Catalán, la región gerundense quedó constituida por

varios bloques desnivelados; emergidos los unos, como los de las Guillerías y las Gabarras, y hundidos los otros, como los de la Selva y el Ampurdán.

Sobre las dovelas hundidas se depositaron abundantes espesores de sedimentos marinos, lacustres o continentales, según las circunstancias. La depresión del Ampurdán fué la primera en esbozarse, pues estaba ya iniciada a fines de la Era Secundaria. Pero el carácter de depresión se acentúa al comenzar el Terciario, durante el cual los sedimentos eocénicos se depositaron en todo el Ampurdán y aún en los bordes del macizo paleozoico que constituían por este lado las costas del mar eocénico. Pero el gran paroxismo orogénico determinante de la fragmentación del macizo antiguo y de la formación de la fosa ampurdanesa no ocurre hasta más tarde, a mediados del Terciario, a consecuencia de los plegamientos pirenaicos. Con ellos se hunde definitivamente el Ampurdán y se forma la gran falla dirigida de Este a Oeste que delimita su brusco contacto con las Gabarras y las Guillerías, con un desnivel de más de 400 m. de altura.

Algo más tarde ocurren nuevos hundimientos en el interior del macizo y en particular la rotura de la clave de la bóveda que enlazaba las Guillerías con las Gabarras, originándose la depresión de la Selva. A consecuencia de este hundimiento se localiza en este sector, durante el Plioceno, un lago de aguas tranquilas, cuyos depósitos arcillosos se reconocen todavía en Palau Sacosta, Quart, etc.

Como resultado de esta evolución geológica, el suelo gerundense queda formado por los macizos de las Guillerías y las Gabarras, constituidos esencialmente por terrenos paleozoicos, y las depresiones del Ampurdán y la Selva, en las que una espesa cobertura sedimentaria recubre el zócalo antiguo.

Las grandes líneas de fractura citadas son las más importantes, pero no las únicas. Otras fallas de menor importancia se originaron en cada una de las dovelas en que quedó dividido el antiguo macizo. Una de ellas dirigida de Este a Oeste, como la que engendró el borde meridional del Ampurdán, escindió por la mitad el macizo de las Gabarras, delineando el Valle de Aro, transversal a la dirección de las Gabarras, que pone en comunicación fácil el interior de la Selva con la Costa Brava. Otras fracturas de menor importancia, dirigidas longitudinalmente, daban lugar a la llamada Fosa de Palafrugell que separa las Gabarras propiamente dichas

del Macizo de Begur. Y además de estas fracturas claramente perceptibles en el relieve, existen otras muchas cuyas huellas son más difíciles de descubrir.

Como en la región de Olot, a lo largo de las fracturas que fragmentaron el antiguo Macizo Catalán fluyeron los materiales eruptivos, cuyos vestigios se hallan en Caldes de Malavella, Sarriá de Ter, Sant Gregori, Sant Martí Vell, Rupiá y otras muchas localidades del Ampurdán. Por las mismas fisuras, y como manifestación póstuma de este vulcanismo terciario, surgieron las aguas termales de Caldes de Malavella y las carbónicas de Gerona. Las primeras, recalentadas a lo largo de las profundas fisuras abiertas en el contacto entre los basaltos y la roca encajante. Las segundas, enriquecidas con los gases y las substancias emanadas de dichos focos volcánicos.

Para comprender mejor las íntimas relaciones existentes entre las fuentes carbónicas gerundenses y la tectónica será conveniente examinar con cierto detalle las características geológicas de las unidades estructurales referidas y en particular los bordes del macizo de las Gabarras, en donde aquellas se localizan de preferencia.

MACIZO PALEOZOICO DE LAS GABARRAS

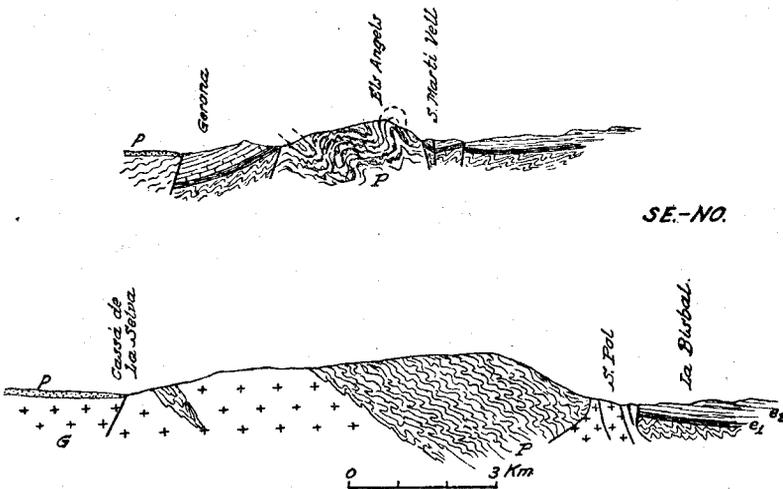
Todo el macizo de las Gabarras, interpuesto entre la costa mediterránea y la depresión de la Selva, está formado por materiales paleozoicos, pizarras y granito principalmente.

Los sedimentos más antiguos están representados por una potente masa de esquistos que ha sido atribuida al período Silúrico, por analogía con otras regiones próximas, pues en la zona gerundense no se ha hallado ni un solo fósil que permita precisar su edad geológica. Dichas analogías de facies y la sucesión estratigráfica observada permiten dividir la masa esquistosa de las Gabarras en los dos pisos propios del Silúrico. Una parte basal, perteneciente al Ordoviciense y constituida por una masa de 600 a 800 metros de potencia, en la que se suceden, de abajo a arriba, cuarcitas duras y compactas (Els Angels, Congost del Ter, etc.), pizarras silíceas menos duras y finalmente pizarras grises satinadas. Y una parte superior, el Gotlandiense, muchísimo menos potente, formada por pizarras ampelíticas, negruzcas, y algunos bancos de cuarcitas. A causa de lo reducido de los isleos, es imposible precisar el espesor del Gotlandiense, aun cuando hoy que reducirlo verosimilmente a unos pocos metros.

Sigue a las cuarcitas y pizarras gotlandienses un pequeño espesor de calcoesquistos alternantes con pizarras, en los que son frecuentes los tallos de crinoides. Finalmente, termina la serie paleozoica con unos bancos de calizas y dolomías compactas, de 8 a 10 metros de potencia.

Estos asomos, atribuidos al Devónico, están reducidos, como los del Gotlandiense, tan sólo a pequeños afloramientos en Montnegre, Palamós y Begur, pues el resto que cubría la serie esquistosa ha desaparecido por erosión.

En resumen, los sedimentos paleozoicos de las Gabarras, a excepción de los limitados asomos de Gotlandiense y Devónico, anteriormente referidos, se reducen a una potente masa de pizarras ordovicienses intensamente replegadas.



Estructura de la sierra de las Gabarras

G = Granito. P. = Paleozoico. e₁ = Eoceno inferior

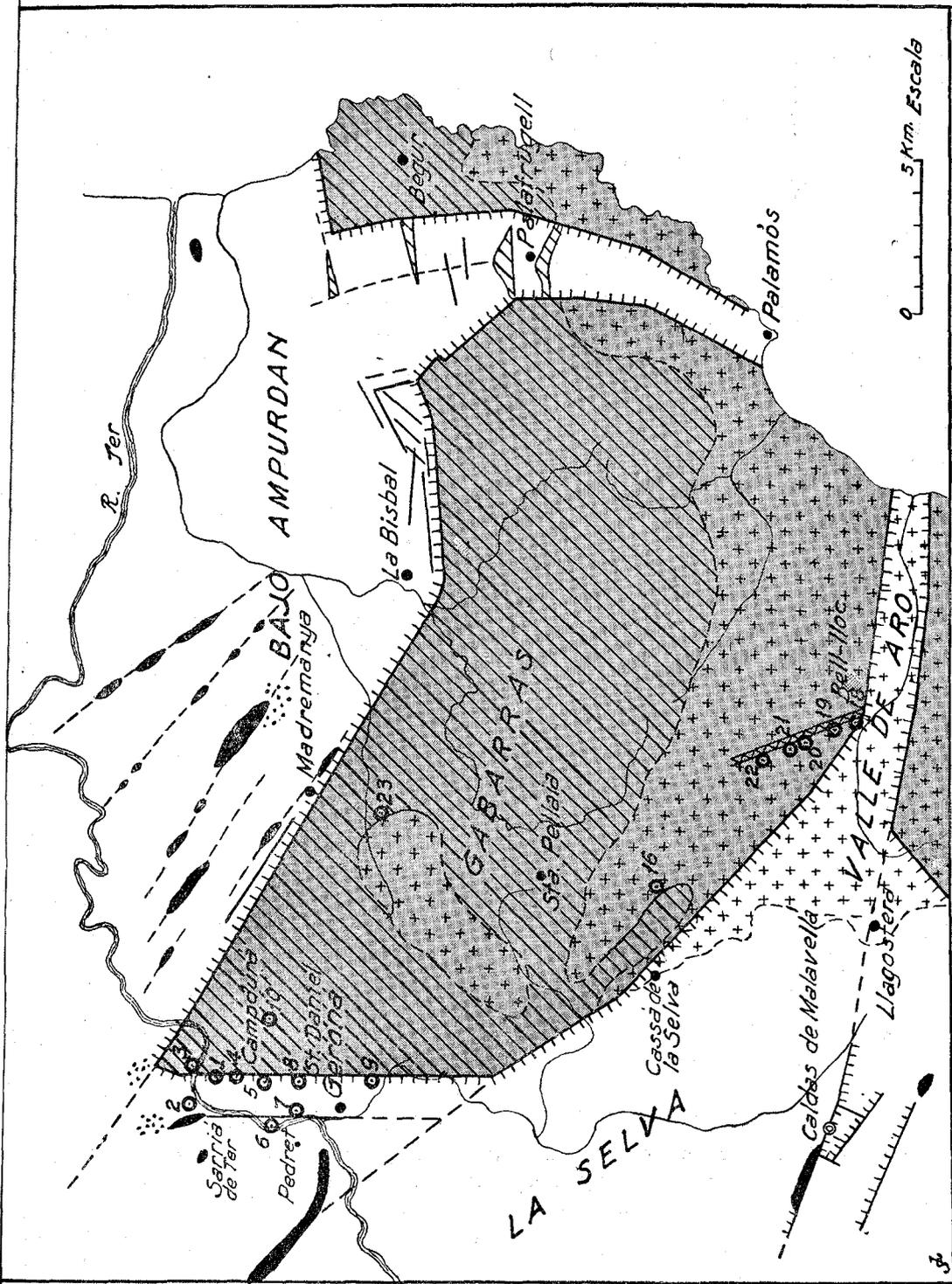
e₂ = Calizas y flysch eocénicos p = arcillas pliocenas.

Todos estos terrenos paleozoicos descansan sobre un potente batolito granítico que se extiende por la región meridional de las Gabarras, desde Palamós a Cassá de la Selva, el cual, en realidad, no es más que una apófisis del gran batolito granítico que forma buena parte de la Cadena Costera catalana, desde las Gabarras hasta las inmediaciones de Barcelona. Este batolito granítico hizo erupción al final de la Era Primaria, a conse-

cuencia del paroxismo herciniano que determinó la formación del Macizo Catalán. A consecuencia de la inyección magmática, todo el complejo paleozoico, esquistos y calizas, ha sido intensamente metamorfoseado dando lugar a una aureola de cornubianitas y pizarras mosqueadas, micáceas y sericíticas, etc., cuando la metamórfosis ha afectado a las pizarras silúricas, y a mármoles cuando los materiales metamorfoseados han sido las calizas. Algunos diques de rocas eruptivas ácidas y básicas (pórfidos, porfiritas, aplitas, pegmatitas, etc.), introducidos durante los paroxismos orogénicos contribuyen a aumentar la riqueza petrográfica de las Gabarras.

La historia geológica del Macizo Catalán no termina con el paroxismo herciniano. A consecuencia de los plegamientos alpino-pirenaicos, el macizo se resquebraja y fragmenta en bloques que forman las depresiones que rodean a las Gabarras: la Selva, el Ampurdán, la Fosa de Palafrugell y el Valle de Aro. Además, se producen numerosas fracturas menos importantes en el interior del bloque, en virtud de las cuales se remueven los contactos entre terrenos de distinta consistencia o vuelven a jugar las fracturas engendradas durante el paroxismo anterior. Especialmente los diques eruptivos hercinianos son zonas de débil resistencia que juegan de nuevo y a través de estas heridas se reavivan las manifestaciones endógenas. Los fenómenos volcánicos y las emanaciones termales y carbónicas están íntimamente relacionados con esta fracturación del macizo en la época alpina, y por eso conviene estudiar detenidamente los bordes de las Gabarras en donde se localiza, con las grandes fracturas, este dinamismo terrestre.

El borde septentrional del macizo de las Gabarras.— Un brusco talud de más de 400 metros de desnivel separa las cumbres del macizo de las Gabarras de la llanura del Ampurdán que se extiende a sus pies. Este desnivel corresponde a una fractura maestra que ha hundido el paleozoico del Macizo Catalán bajo el suelo ampurdanés. En realidad, más que de una sola línea de falla se trata de una serie de fracturas escalonadas que cortan el macizo antiguo. Estas fracturas afectan no sólo al material paleozoico, sino también al terreno eocénico que forma todo el Bajo Ampurdán. Tanto es así que esta planicie está formada geológicamente por una serie de bloques eocénicos desnivelados, fuertemente hundidos, los unos y levantados los otros, hasta el punto de entrar repetidas veces en contacto,



- ⊙ Fuentes termales
- ⊙ Fuentes carbonicas
- TTTTT Fallas principales
- XXXXX Diques

⊙ Fuentes termales

⊙ Fuentes carbonicas

TTTTT Fallas principales

XXXXX Diques

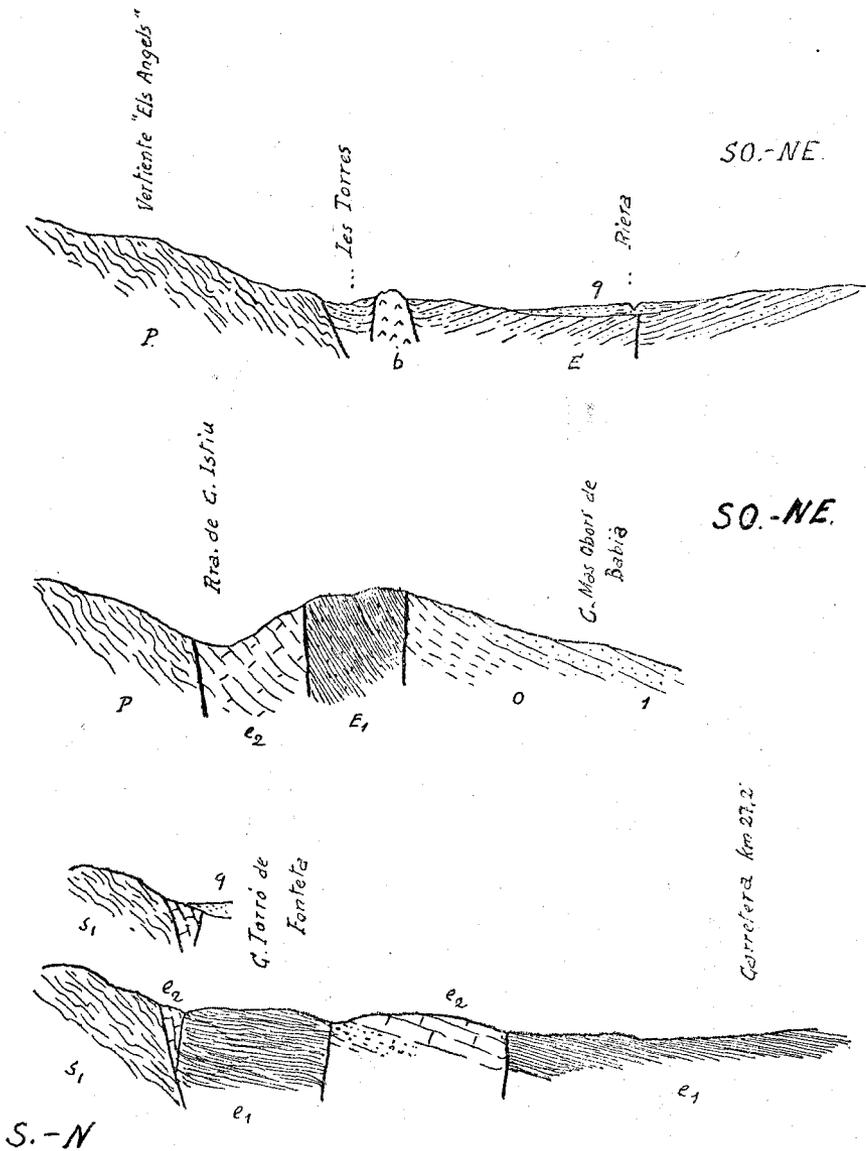
⊘ Macizos hercynianos
y granito.

⊘ Doveta hundida
exhumada.

⊘ Doveta hundida con
cobertura terciaria y
cuaternaria

⊘ Basalto y depósitos
volcanicos

0 5 Km. Escala



Estructura del borde Norte del macizo de las Gabarras

P: Paleozoico. — S₁: Silúrico inferior. — e₁: Eoceno inferior. — e₂: Eoceno medio calizo. — O: Eoceno superior. — E: Eoceno sin diferencias. — q: Cuaternario. — b: basalto.

a un mismo nivel, la parte superior y la inferior de la serie sedimentaria eocénica. Girones de esta cubierta eocénica se hallan involucrados en las fracturas escalonadas que forman el borde meridional del Bajo Ampurdán, dando lugar a una caótica estructura de pequeñas dovelas paleozoicas y eocénicas empotradas entre fallas. La edad exacta de esta línea de fractura es algo incierta, pero evidentemente es debida a los paroxismos alpinos ocurridos a mediados de la Era Terciaria.

Por esas líneas de fractura del borde septentrional de las Gabarras, lo mismo que en las que cruzan el suelo del Bajo Ampurdán, han tenido lugar importantes erupciones volcánicas, dignas de competir con las de Olot, si no fuese que por su mayor antigüedad han sido en buena parte barridas por la erosión. No obstante, se encuentran importantes vestigios en Rupiá, La Pera y otros afloramientos de menor importancia en Sant Martí Vell, Torroella de Montgri, etc.

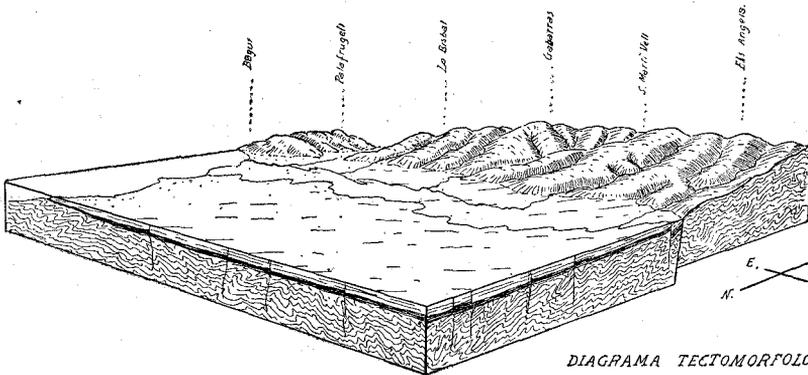


DIAGRAMA TECTOMORFOLOGICO
DEL BAJO AMPURDÁN Y MONTAÑAS GABARRAS

Escala horiz = 1: 200000 ; vertical = 1: 100000

El carácter de planicie, propio del Bajo Ampurdán, no se debe, pues, a la estructura geológica, sino a una intensa fase erosiva que ha enrasado sobre un mismo plano los bloques desnivelados y los pitones y corrientes volcánicas. Sobre esta superficie de arrasamiento, se ha extendido un manto detrítico potente, formado por los derrubios arrastrados desde las cimas de las Gabarras, y en el cual, posteriormente, se han encajado los cursos fluviales modernos. Por analogía con la Selva, atribuimos este manto de detritos continentales al Plioceno superior (Villafranchiense).

Así, pues, a grandes rasgos, la historia geológica reciente del Bajo Ampurdán se resume en las siguientes fases:

- 1) Sedimentación del Eoceno, continental en la base, y marino después, en la depresión del Ampurdán y bordes del Macizo Catalán.
- 2) Hundimiento de la depresión del Ampurdán, con fractura del zócalo paleozoico y formación del sistema de fallas. (Oligoceno?).
- 3) Emisiones volcánicas de La Pera, Rupiá, Sant Martí Vell, etc.
- 4) Arrasamiento de los bloques desnivelados.
- 5) Sedimentación del manto de derrubios villafranquiense.
- 6) Reavivación de la erosión en el Cuaternario y encajamiento de los valles actuales en la plataforma de derrubios villafranquienses.

La gran zona de dislocación que separa las Gabarras del Bajo Ampurdán, aun cuando, según acaba de verse, es bastante antigua, vuelve a jugar, sin duda, suavemente, después de la Era Terciaria, ya que los depósitos villafranquienses se hallan a veces ligeramente plegados y rotos en los bordes de las Gabarras.

Los bordes occidental y meridional del macizo de las Gabarras.—El contacto entre el macizo paleozoico de las Gabarras y la depresión de la Selva es mucho más sencillo que el del Bajo Ampurdán. En lugar de la estructura caótica en pequeños bloques que caracteriza a éste, aquí no hay más que una o dos grandes fracturas maestras que han hundido la dovela paleozoica que servía de puente entre las Gabarras y las Guillerías, y han originado la depresión de la Selva.

En la mitad septentrional de este contacto, entre la dovela hundida de la Selva y el bloque de las Gabarras, se intercala un bloque eocénico de regulares proporciones, formado en la base por las areniscas y arcillas rojas, continentales, del Eoceno inferior, caracterizado por el molusco *Bulimus gerundensis* VID., que aflora en Costa Roja, Vilarroja, San Daniel, etc., y las calizas numulíticas de las canteras de Gerona y Montjuïc, utilizadas en la mayor parte de los monumentos históricos de Cataluña. Esta dovela representa un fragmento de la cobertera eocénica depositada en el borde septentrional del Macizo Catalán, la cual, como en el Ampurdán, ha sido afectada por las fallas que bordean el macizo antiguo.

Al Sur de Quart, el contacto entre las Gabarras y la Selva es todavía más sencillo, pues desaparece el bloque eocénico de Gerona y encima de

la dovela hundida de la Selva ya no hay más que una serie de sedimentos finos del Plioceno, formados en el lago que se originó a consecuencia del hundimiento de dicha dovela. Estos sedimentos lacustres se reconocen muy bien en Quart y en Palau Sacosta, en donde son activamente aprovechados en las tejerías y cacharrerías. Su potencia mínima puede calcularse en unos 60 metros. Se trata de arcillas finas lacustres, que en Càn Quintana de Palau Sacosta contienen una interesante fauna del Plioceno medio, de arcosas resultantes de la desintegración del granito de los macizos circundantes y de conglomerados groseros que coronan la formación terciaria, atribuidos, lo mismo que en el Ampurdán, al Villafranchense.

Estos sedimentos no han sido afectados, por lo general, por las fallas que bordean la depresión, siendo, pues, posteriores a ellas.

Sin embargo, en Caldes de Malavella, el zócalo paleozoico, lo mismo que su cobertera pliocénica, ha sido fracturado, afectando las fallas incluso a los depósitos del Cuaternario, sin duda por haberse renovado el juego de las fallas anteriores que cruzan allí la depresión. Prueba la continuidad del fenómeno, desde el Plioceno al Cuaternario, el hecho de que las erupciones basálticas de Caldes de Malavella que fluyeron a lo largo de las mencionadas fallas, son antepliocénicas, pues los sedimentos arcósicos de esta época descansan sobre el material eruptivo, y sus depósitos, los mismos que los conglomerados villafranchenses, contienen abundantes cantos de basalto. La renovación del juego de dichas fallas, explica precisamente la termalidad de las aguas y el empastamiento silíceo de los depósitos pliocénicos, transformados a lo largo de las fisuras de emanación geiseriana en las duras arcosas del Puig de les Moleres, que fueron tomadas antiguamente por granito.

Desde Quart a Llagostera, la fractura que ha hundido la dovela de la Selva cambia de rumbo y toma la dirección NW.-SE., pero los hechos continúan siendo fundamentalmente los mismos y ninguna variación de importancia se introduce en el contacto entre la dovela de la Selva y el bloque de las Gabarras; los sedimentos pliocénicos se siguen hasta cerca de Llagostera, en donde fosilizan una importante superficie de erosión prepliocénica que forma el zócalo arrasado de la dovela paleozoica de la Selva.

A partir de Llagostera vuelve a cambiar la orientación de las alineaciones tectónicas alpinas, y una importante fractura, o mejor un estrecho

compartimento, corta transversalmente a las Gabarras en dirección Este-Oeste, formándose a sus expensas el Valle de Aro, a lo largo del cual, siguiendo la fractura, ha penetrado rápidamente la erosión mediterránea, proporcionando una comunicación fácil entre la Costa Brava y el interior de la Selva.

Todas estas alineaciones tectónicas, preliocénicas, son sin duda mucho más recientes que las del Ampurdán, y por eso, al continuar jugando, como lo demuestran las de Caldes de Malavella, han favorecido en alto grado el desarrollo de fuentes termales y carbónicas. De aquí la diferencia, en este aspecto, entre las fracturas algo más antiguas del Ampurdán y las más recientes de la Selva.

FUENTES CARBÓNICAS

En íntima relación con las líneas de fractura del macizo paleozoico, que acaban de ser expuestas, se distribuyen los manantiales carbónicos de la región gerundense.

Estas fuentes son muy numerosas y pueden distribuirse en los siguientes grupos:

I. GRUPO DE GERONA:

- 1 Font Picant de La Ginesta (Campdurá)
- 2 Font Picant de Costa Roja (Sarriá)
- 3 Font Picant del Congost (Celrá)
- 4 Font Picant de Campdurá
- 5 Font Picant de Càn Miralles
- 6 Aguas carbónicas del Ter, frente a Pedret
- 7 Pozos de Pedret
- 8 Font Picant d'en Fita
- 9 Font Picant de La Pólvara
- 10 Font Picant d'en Lliure.

II. GRUPO DE LAS GUILLERÍAS:

- 11 Font Grogá (Sant Gregori)
- 12 Font d'en Coromines (Sant Gregori)
- 13 Font Picant de La Riera (Amer)
- 14 Font Picant de Lloret-Selvatge (Amer)
- 15 Font Picant del Pasteral.

III. GRUPO DE CASSÀ DE LA SELVA:

- 16 Font Picant de Càn Basil
- 17 Font Picant del Ganso.

IV. GRUPO DE LLAGOSTERA:

- 18 Pozos de la Estación de La Font Picant
- 19 Font Picant de Bell-lloc
- 20 Font Picant de Salenys
- 21 Font Picant del Plat
- 22 Font Picant de Penedes.

V. FRENTE NORTE DE LAS GABARRAS:

- 23 Font Picant de Madremanya.

En total, veintitrés fuentes carbónicas, cuyo número revela la importancia que alcanzan en esta región las manifestaciones póstumas del vulcanismo atenuado.

Todas estas fuentes, por lo menos las que han sido estudiadas con detalle, que son la mayoría, están en estrecha relación con dislocaciones importantes o con diques eruptivos del macizo paleozoico. El mayor número se sitúa en las fracturas que jalonan el contacto entre el macizo antiguo de las Gabarras y las depresiones que le enmarcan.

Como demostración, se exponen seguidamente las condiciones geológicas de emergencia de las más importantes y características, a la par que se señala la composición química de algunas de ellas. En particular, han sido estudiadas las incluidas en la referida hoja n.º 334 del Mapa Geológico Nacional, acerca de las cuales se aportan numerosos datos, haciendo a la vez algunas referencias sobre las restantes.

Fuentes carbónicas de los alrededores de Gerona. — La más importante alineación de manantiales carbónicos es la que jalonea la gran fractura de rumbo Norte-Sur que limita la parte oriental de la dovela de la Selva y la pone en contacto con el macizo de las Gabarras. En esta línea se sitúan los manantiales de Campdurá, Font de la Pólvora, Font d'en Fita, Font de Càn Miralles y La Ginesta. En otras líneas tectónicas paralelas y muy próximas a la principal manan los manantiales de Pedret, Costa Roja, Lliure, río Ter y Congost. Por consiguiente, en esta importante línea de fractura se sitúan casi la mitad de los manantiales carbónicos registrados.

Si no fuese suficiente la geología, bastaría tan sólo la alineación rectilínea de esos manantiales para sospechar que su emergencia está ligada a una falla importante, la cual, sin embargo, pasó desapercibida a los investigadores que anteriormente se ocuparon de la región.

Las condiciones geológicas de tales manaderos son las siguientes: la gran línea de fractura que ha hundido la dovola de la Selva corre desde Campdurá a Quart en dirección Norte Sur y pone en contacto el Paleozoico del Macizo de las Gabarras con el Eoceno inferior del fondo de la depresión.

Debido a esta línea de fractura, se ha formado el valle tectónico que recorre la Riera de Sant Miquel, llamado antiguamente *Vall Profonda*, bien encajado entre los cantiles de las calizas eocénicas de Montjuïc y las fuertes pendientes del macizo paleozoico. La vaguada transcurre precisamente por el contacto entre ambas formaciones, siguiendo por los blandos materiales del Eoceno inferior, areniscas y arcillas rojas a las que deben su nombre algunos parajes próximos: Vila Roja, Costa Roja, etc.

Las emanaciones carbónicas son numerosas e importantes a lo largo de esta dislocación, manifestándose en numerosas fuentes y pozos y aún en las charcas que se forman en los días de lluvia.

Siguiendo de Norte a Sur hemos localizado en esta línea de fractura los siguientes manantiales. A cosa de un kilómetro al N. de Campdurá, muy cerca del camino que enlaza con la carretera de La Bisbal a Gerona, se halla la fuente más septentrional de esta alineación. Descendiendo por este camino se observa como el Paleozoico está dislocado y se empotra en él, por falla, el Eoceno inferior que aflora encima de la carretera. Muy cerca de este manantial se halla la Font Picant de la Ginesta, situada a un kilómetro al Sur de Campdurá, también en el contacto entre el Eoceno inferior y el Paleozoico. La Font Picant de Can Miralles brota a unos 400 metros al NE. del cementerio de San Daniel, en la confluencia del torrente de Sant Miquel con el de la Estela, justamente en el contacto entre las pizarras ordovicenses, muy replegadas y fracturadas, según demuestran algunas venillas espáticas, brechoides y las arcillas y areniscas rojas del Eoceno inferior; contacto visible, pero algo enmascarado por una placa de depósitos cuaternarios del fondo del barranco. El médico gerundense Pascual Prats describe las características antiguas del manantial: «En el sitio donde hoy se capta el agua, existía una rocosa margen de un metro

de altura, en cuya superficie rezumaba el agua y los sedimentos de ésta, concrecionados por el transcurso de los años, daban variados reflejos al terreno que habían humedecido.»

«Escaso era el manantial y sólo practicando regatas en el suelo, haciéndolas converger en la parte perpendicular del margen, se obtenía un chorro del calibre de una pluma de ganso.»

Con objeto de aprovechar industrialmente el anhídrido carbónico, se acondicionaron tres pozos, situados en un foso murado que los aísla del torrente. Estos pozos tienen un metro de diámetro y están revestidos de paredes de ladrillo cocido, alcanzando 10, 15 y 30 metros de profundidad. La cara del agua se halla a uno o dos metros del suelo y las bocas están cerradas por cúpulas metálicas con objeto de evitar la pérdida de anhídrido carbónico. El pozo meridional es intermitente, aunque no deja de manar nunca, vertiendo durante unos dos o tres minutos un caudal diez veces superior al ordinario; el período de esta intermitencia es de unos pocos minutos. El caudal es de unos dos litros por segundo.

Estos datos los refiere el mencionado médico gerundense, en el estudio que hace de esta fuente (²⁰), al que acompaña el análisis de las aguas realizado por los Sres. D. José Estalella, Catedrático que fué del Instituto de Gerona, y D. Juan Pericot. Los datos del análisis son los siguientes:

Temperatura	15,8°
Densidad a 19°	1,00242
Residuo fijo a 160°.	1,6364

Gases que se desprenden espontáneamente: ácido carbónico, con indicios de sulfhídrico, oxígeno y nitrógeno.

CATIONES		ANIONES	
Hidrógeno.	0,0968 gr./l.	Carbónico.	3,7419 gr./l.
Potasio	0,0164 »	Sulfúrico	0,0187 »
Sodio	0,0366 »	Clorhídrico	0,0331 »
Litio	0,0001 »	Silícico	0,0453 »
Calcio	0,4390 »		
Magnesio	0,0488 »		
Hierro	0,0287 »		
Manganeso	0,0027 »		

Más pequeñas cantidades de aluminio, bario, estroncio, bromo, azufre, fósforo y arsénico.

De acuerdo con los resultados del análisis, la composición hipotética de las sales disueltas en el agua es la siguiente:

Ácido carbónico libre	1,5194 gr./l.
Bicarbonato sódico	0,1337 »
» potásico	0,0420 »
» lítico	0,0010 »
» cálcico	1,7463 »
» magnésico	0,2281 »
» ferroso	0,0912 »
» manganeso	0,0087 »
Cloruro magnésico	0,0444 »
Sulfato cálcico.	0,0265 »
Silice	0,0358 »

De acuerdo con estos datos, el manantial está clasificado como bicarbonatado cálcico-sódico-manganeso, variedad litínico-arsenical.

Acompaña también a dicho estudio el análisis bacteriológico practicado por el Instituto Nacional de Higiene, el cual demuestra las condiciones sanitarias del manantial.

En idénticas condiciones geológicas emerge un poco más al Sur, a unos doscientos metros al SE. del convento de San Daniel, la llamada Font Picant d'en Fita, también en el inmediato contacto del Paleozoico con el Eoceno inferior fallado.

Asimismo, un kilómetro al Sur de ésta se halla la llamada Font de la Pólvora, al SE. de la capital y a 500 metros escasos al Norte del cementerio, en el fondo de un pequeño barranco que vierte al Onyar. Recibe este nombre por estar situada al pié del polvorín, antaño lugar muy concurrido por su proximidad a la capital. Esta fuente ha sido estudiada por D. Luis Mariano Vidal (²⁸), D. Mariano Faura y Sans (¹³) y los Sres. Casares Gil y Pascual Prats (¹, ⁸).

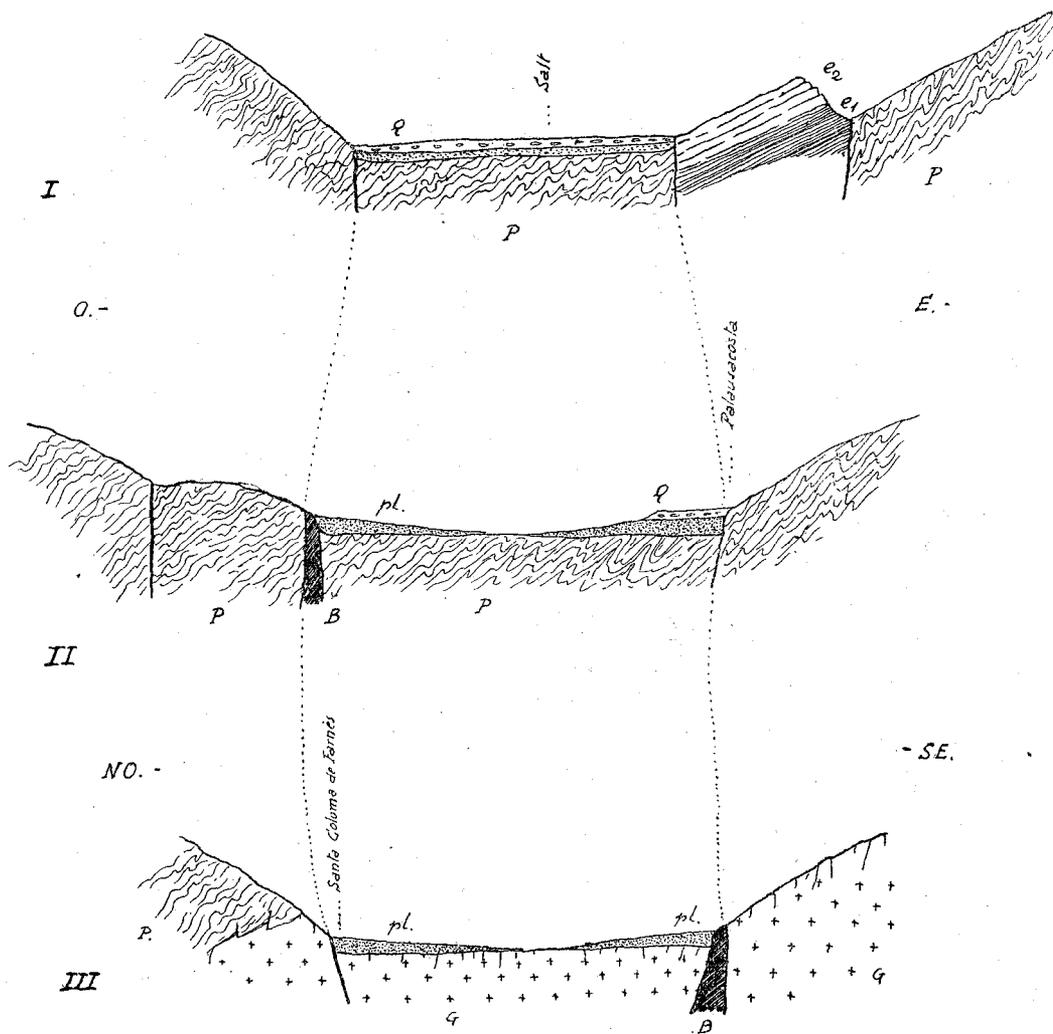
Hasta principios de siglo este manantial consistía en tres charcas de las que salía un pequeño arroyo. En esta época se acondicionaron para la explotación del anhídrido carbónico, transformando las tres charcas en tres pozos de 1'20 metros de diámetro y 4 metros de profundidad, recubiertos de ladrillo y con cúpula de zinc. La cara del agua se encontraba a medio metro de la superficie. Posteriormente, en 1903, Font y Sagué dirigió un sondeo que llevó el pozo central a 38 metros de profundidad. El gas

Guillerias.

Gabarras

NO. -

- SE

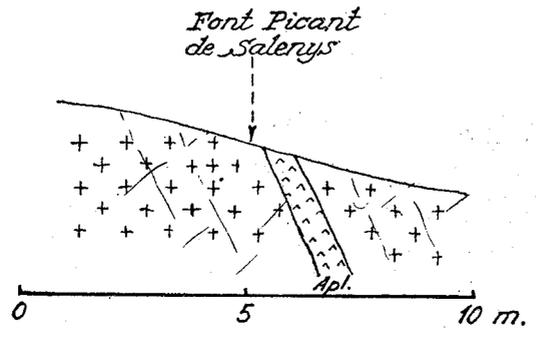
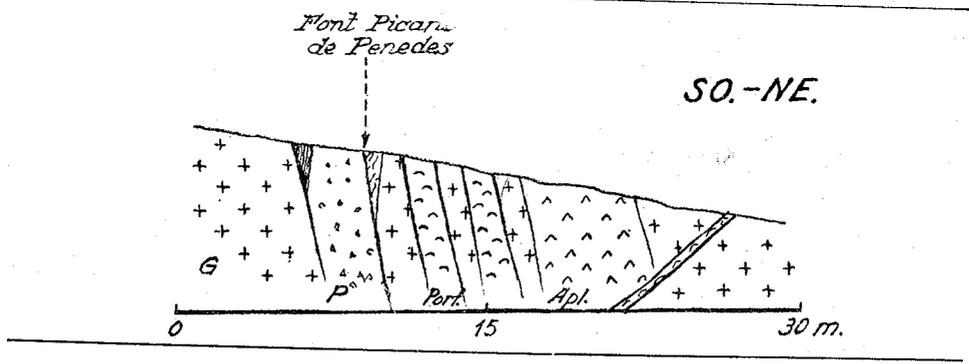
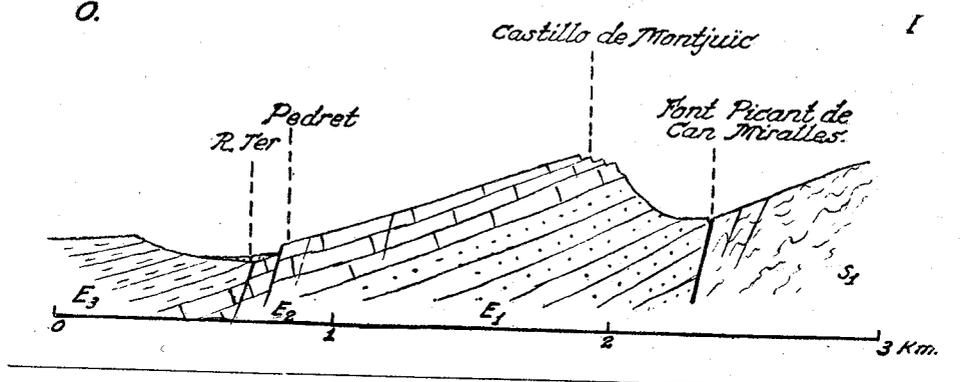
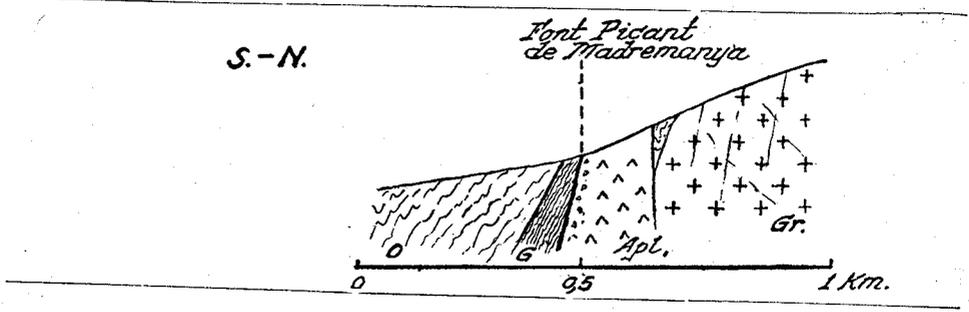


Estructura de la depresión de la Selva de N. a S.

Escala horizontal = 1 : 400.000

G: Granito. - P: Pizarras paleozoicas. - e₁: Eoceno inferior. - e₂: Eoceno medio. - pl: plioceno lacustre. - Q: Cuaternario. - B: Basalto.

*Condiciones geológicas de emergencia
de las fuentes carbónicas de Gerona*



carbónico se recoge en un gasómetro a propósito y se expide convenientemente envasado.

Según el estudio realizado por el Sr. Pascual, se desprenden del pozo central, que es el más rico, 2670 litros de anhídrido carbónico por hora, oyéndose el borboteo a tres o cuatro metros de distancia.

El análisis del agua de este pozo, realizado por el Sr. Casares Gil, dió el siguiente resultado, que permite clasificarla como bicarbonatada cálcico-magnésica:

Temperatura	13°
Densidad a 13°	1,00165
Resíduo fijo a 160°	1,1461
Ácido carbónico libre.	1,1965 gr./l.
Bicarbonato sódico	0,2052 »
» potásico	0,0232 »
» cálcico	1,1257 »
» magnésico	0,2941 »
» ferroso	0,0049 »
» manganoso	0,0114 »
Cloruro magnésico	0,0343 »
Sulfato cálcico	0,0053 »
Silice	0,0292 »

y pequeñas cantidades de litio, bario, estroncio, ácido fosfórico, bromo y yodo.

Del análisis anterior se desprende la importancia de las sales de manganeso, en proporción muy superior al de las sales ferrosas, carácter que se reconoce por la falta de sabor estíptico, tan acusado en las demás fuentes carbónicas de la región.

En las dislocaciones satélites que acompañan a la gran fractura Quart-Campdurá se sitúan las fuentes carbónicas del Congost, Costa Roja, Lliure, Pedret y emanaciones del cauce del Ter.

La llamada fuente del Congost se halla en el término de Celrá, a la orilla derecha del Ter, entre este río y la carretera de La Bisbal, cerca del Km. 3. Emerge dentro del Paleozoico, seguramente a favor de alguna pequeña dislocación paralela a la principal.

La fuente carbónica de la Costa Roja se encuentra junto a las fábricas de cemento, a un kilómetro de Sarriá, cerca del Ter, también en alguna dislocación secundaria.

Las aguas de la Font d'en Lliure afloran cerca de la casa del mismo nombre, a unos tres kilómetros al NE. de la capital, en el camino a la ermita de Ntra. Sra. de Els Angels. Se trata de una zona dislocada en la que se repiten, más o menos en disposición sinclinal, las pizarras ordovicienses y los calcoesquistos devónicos, todo francamente fallado repetidas veces, especialmente entre Càn Lliure y Càn Figueres. Estas aguas han sido analizadas en los laboratorios del Instituto Geológico dando el siguiente resultado:

Anhidrido sulfúrico	0,02403 gr./l.
Cal	0,25113 »
Magnesia	0,05260 »
Cloro	0,03195 »
Cloruro sódico	0,05265 »
Grado hidrométrico	55°

Los manantiales de Pedret se encuentran en el barrio de este nombre, en las afueras de la capital, en la carretera de Francia. Los diversos pozos abiertos en esta zona dan aguas fuertemente acidulas que se expenden en los merenderos del barrio. Al parecer brotan en las fisuras de las calizas numulíticas, posiblemente algo falladas en su contacto con las margas lutecienses, aún cuando la sucesión parece normal en casi todas partes. El mismo origen puede atribuirse a las intensas emanaciones carbónicas del cauce del Ter, frente al barrio de Pedret. El análisis de las aguas de esta zona realizado en 1888 por D. Antonio Subirá Marquet dió el siguiente resultado (?):

Temperatura 14° a 15°

Gases en disolución:

Ácido carbónico libre	0,54250 gr./l.
Nitrógeno	0,01340 »
Oxígeno	0,00220 »

Substancias fijas:

Carbonato potásico (Bicarbonato . 0,00264)	0,00228 gr./l.
» sódico » . 0,00145)	0,00120 »
» lítico » . 0,00066)	0,00054 »
» cálcico » . 1,08465)	0,69528 »
» magnésico » . 0,45280)	0,36068 »
» ferroso » . 0,00147) óxido férrico	0,00072 »
Cloruro sódico	0,01918 »

Cloruro cálcico	0,04872 gr./l.
» magnésico	0,02186 »
Sulfato sódico.	0,01084 »
» cálcico	0,02454 »
» magnésico	0,02685 »
Ácido silico	0,03650 »
Oxido aluminico	indicios
Materia orgánica	0,01293 »

Fuentes carbónicas de Cassá de la Selva.—Al NW. de Cassá de la Selva existe un par de manantiales carbónicos poco importantes, situados dentro del macizo paleozoico, y cuyo único interés radica en su posición geológica, diferente hasta las ahora estudiadas. Estos manantiales se hallan en el contacto del granito con la cobertera paleozoica metamorfoseada, en sitio donde al parecer no se descubre ningún vestigio de dislocación reciente, ya que la roca eruptiva aparece en contacto normal con su aureola metamórfica. Sin embargo la presencia de tales afloramientos hace pensar que este contacto puede haber jugado recientemente y por esto ascienden por él los gases carbónicos que borbotean en los manantiales referidos, de una manera análoga a lo que ocurre en las fuentes anteriormente descritas. Esta sospecha se acentua al observar lo que ocurre en Madremanya y Bell-lloc con otras fuentes carbónicas que se alumbran también en el interior del macizo paleozoico y en las cuales son perfectamente reconocibles las líneas de fractura recientes.

Los manantiales aludidos en esta zona son dos: la llamada Font del Ganso, cerca de Santa Pellaia, y la de Càn Basil, a poca distancia al Este del Km. 9 de la carretera de Cassá de la Selva a La Bisbal.

El análisis de las aguas del primero de estos manantiales, realizado en julio de 1946 por el profesor D. Román Casares, es el siguiente:

Reacción al tornasol	neutra
pH.	7,2
Cloruros (Cl')	126 mg./l.
Sulfatos (SO ₄ '')	10 »
Hierro (Fe).	2 »
Materia orgánica en O.	3 »
Calcio (Ca'')	94 »
Magnesio (Mg'')	25 »

Anhidrido carbónico libre	490 mg./l.
Anhidrido carbónico combinado (CO ₂)	360 »
Bicarbonatos (CO ₃ H')	510 »
Anhidrido carbónico total (CO ₂)	850 »
Resíduo fijo a 180°	530 »

Dureza:

Total	34°
Temporal	31°
Permanente	3°

Fuentes carbónicas de Llagostera.—Muy importante es también el grupo de fuentes carbónicas del Bell-lloc, en término de Llagostera, en el Valle de Aro. En la estación del ferrocarril de Sant Feliu de Guixols, llamada Font Picant, existen cuatro pozos, uno en la propia estación y otros tres cercanos a la vía férrea; todos con aguas carbónicas. En uno de estos pozos la cara del agua se halla tan sólo a dos metros de profundidad, y todos están abiertos en el Cuaternario del torrente de Penedes, que a su vez descansa sobre el granito.

El análisis de las aguas del pozo de la estación, realizado por el profesor Román Casares, en julio de 1946, ha dado el siguiente resultado:

Reacción al tornasol	neutra
pH.	7,1
Nitratos (NO ₃ ')	28 mg./l.
Nitritos (NO ₂ ')	4 »
Amoniaco (NH ₄ ')	6 »
Cloruros (Cl')	787 »
Sulfatos (SO ₄ '')	87 »
Hierro (Fe)	2 »
Materia orgánica en O	10 »
Calcio (Ca'')	100 »
Magnesio (Mg'')	35 »
Anhidrido carbónico libre	40 »
» » combinado (CO ₂)	820 »
Bicarbonatos (CO ₃ H')	1130 »
Anhidrido carbónico total (CO ₂)	1360 »
Resíduo fijo a 180°	1682 »

Dureza:

Total	39°
Temporal	37°
Permanente	2°

Unos 300 metros al NW. de la estación, en pintoresco soto, se halla la propiamente llamada Font Picant de Bell-lloc, en donde hay dos emergencias, las dos de agua carbónica, pero mucho más acidula la una que la otra. Estas fuentes manan en el granito, y sus condiciones de afloramiento son similares a las del resto del valle que se describirán a continuación.

Según el análisis realizado años atrás por los Sres. Sintés y Orfila la composición química del agua es la siguiente ⁽²⁾:

Acido carbónico libre	1,212 gr./l.
Carbonato sódico	1,273 »
» cálcico	1,128 »
» potásico	0,176 »
» magnésico	0,253 »
» ferroso	0,020 »
Cloruro sódico	0,198 »
» magnésico	0,087 »
Sulfato cálcico	indicios
Silicato aluminico	0,038 »

El análisis realizado en julio de 1946 por D. Román Casares ha arrojado los siguientes datos:

Reacción al tornasol	neutra
pH.	7,1
Cloruros (Cl')	218 mgr./l.
Sulfatos (SO ₄ '')	12 »
Hierro (Fe)	4 »
Materia orgánica en O	3 »
Calcio (Ca'')	310 »
Magnesio (Mg'')	150 »
Anhídrido carbónico libre.	870 »
» » combinado (CO ₂)	2300 »
Bicarbonatos (CO ₃ H')	3180 »
Anhídrido carbónico total (CO ₂)	3170 »
Resíduo fijo a 180°	3580 »
Dureza:	
Total	115°
Temporal	110°
Permanente	5°

Siguiendo el valle del torrente de Penedes, encajado profundamente en el granito, se encuentran, al nivel del cauce, otras dos fuentes carbónicas, la de Salenys, explotada para bebida y reservada dentro de una casilla, y la del Plat, recién acondicionada; esta última unos pasos antes de la confluencia de los dos torrentes que hay al Sur de la cota 150 m. Por último, en el torrente occidental, se encuentra la conocida fuente de Penedes, señalada en el mapa, al lado de una casa y merenderos arruinados. Todas estas fuentes afloran también en el granito, pero las circunstancias que han determinado su emergencia son algo diferentes localmente, aunque se deben al mismo hecho general: la existencia de un dique eruptivo herciniano que ha jugado como línea de fractura durante los paroxismos alpinos. Este dique lleva dirección N. 20° E., y su influencia respecto a las fuentes carbónicas se reconoce particularmente bien en la citada de Penedes, que es la más importante. Al NE. de la fuente, cerca de Càn Cateura, comienza el citado dique de pórfido, muy alterado, porfirítico o diorítico, el cual engloba fragmentos de otra roca eruptiva más básica. En la misma fuente hay otro dique de pegmatita de dirección NE.-SW. que atraviesa al dique anterior; siguiendo el camino que sale de la fuente, hay un corte muy interesante a lo largo de su desmonte, en el que se observa una zona de trituración intensa, sin duda favorecida por la presencia del mencionado dique, en el cual se observan girones de pizarras ordovicienses, varios diques más pequeños o ramas de porfirita, pizarras ampelíticas del Gotlandiense y otros diques pequeños de pegmatita; el conjunto, completamente caótico y caquirizado, y el granito de la salbanda convertido en protogina. No hay duda, pues, de que este dique ha jugado con posterioridad a su formación de una manera muy intensa, englobando fragmentos de otras rocas eruptivas e incluso de la cobertera sedimentaria; sin duda representa una línea de fractura importante, no completamente extraña a la gran dislocación que ha hundido la depresión de la Selva, la cual a partir de Cassá abandona su dirección Norte-Sur para tomar la misma que se observa en el mencionado dique. Este dique sigue constantemente el rumbo mencionado, hasta la confluencia con el barranco principal, continuando seguramente la alineación de falla que ha orientado el barranco de Penedes. En su trayectoria se encuentran las demás fuentes anteriormente mencionadas. La del Plat brota a favor de diaclasas del granito, siendo imposible reconocer, a causa de la vegetación, si exis-

ten diques próximos que favorezcan su alumbramiento. La de Salenys mana cerca de un dique de aplita que atraviesa el torrente y por consiguiente al dique anteriormente descrito. Finalmente, las de la estación brotan, según se ha indicado, en el Cuaternario, pero siguiendo la misma alineación tectónica iniciada en Penedes; la difusión de ellas en el manto detrítico indica que seguramente se trata de una emergencia oculta por dichos depósitos. Su pobreza en anhídrido carbónico, según indica el análisis químico, es otro indicio en favor de esta hipótesis.

El análisis de las aguas de la fuente de Penedes, realizado en julio de 1946 por el profesor D. Román Casares, ha dado el siguiente resultado:

Reacción al tornasol	neutra
pH.	7,1
Cloruros (Cl')	120 mg./l.
Sulfatos (SO ₄ '')	10 »
Hierro (Fe).	4 »
Materia orgánica en O.	3 »
Calcio (Ca'')	370 »
Magnesio (Mg'')	82 »
Anhídrido carbónico libre	780 »
» » combinado (CO ₂)	1260 »
Bicarbonatos (CO ₃ H')	1740 »
Anhídrido carbónico total (CO ₂)	2040 »
Residuo fijo a 180°.	1452 »
Dureza:	
Total	126°
Temporal	124°
Permanente	2°

El análisis del agua de la Font del Plat, según el propio químico últimamente citado, ha dado en la misma fecha el siguiente resultado:

Reacción al tornasol	neutra
pH.	7,1
Cloruros (Cl')	993 mg./l.
Sulfatos (SO ₄ '')	8 »
Hierro (Fe).	2 »
Materia orgánica en O.	4 »
Calcio (Ca'')	554 »

Magnesio (Mg ⁺⁺)	67 mg./l.
Anhidrido carbónico libre	950 »
» » combinado (CO ₂)	560 »
Bicarbonatos (CO ₂ H ['])	310 »
Anhidrido carbónico total (CO ₂)	1310 »
Resíduo fijo a 180°.	2006 »
Dureza:	
Total	166°
Temporal	41°
Permanente	125°

Fuentes carbónicas del frente Norte de las Gabarras.—La gran dislocación tectónica que ha hundido el frente Norte de las Gabarras y ha engendrado la fosa del Ampurdán pone en contacto anormal, según se ha indicado, el Paleozoico del macizo antiguo con el Eoceno de la depresión ampurdanesa, resolviéndose en una serie de fallas escalonadas a través de las cuales han tenido lugar importantes emisiones volcánicas, en su mayor parte pre-villafranquienses. Como manifestación póstuma de esta actividad volcánica puede situarse la fuente carbónica de Madremanya, situada dentro del macizo paleozoico, particularmente instructiva por representar un tipo de fuente carbónica en condiciones de emergencia diferente a las anteriormente descritas y por ello será estudiada con mayor detalle.

La fuente carbónica de Madremanya es una de las más renombradas de la región y fué explotada para agua de bebida años atrás; figura, en el mapa del Instituto Geográfico, a tres kilómetros al SW. de Madremanya, en el interior del edificio, hoy derruido, que servía de merendero. Geológicamente se emplaza, como la de Càn Basil, en el contacto del granito con el Paleozoico. Este contacto no es normal, pues falta la aureola metamórfica y además las capas, de dirección Norte-Sur o Nordeste-Suroeste, quedan cortadas por el granito y en el contacto entre ambos terrenos se intercala una importante zona de fricción que se corta muy bien siguiendo el camino que por el fondo del barranco conduce a la fuente y desde aquí a Montnegre. En este trayecto, se observan primero los esquistos ordovicienses, gris oscuros, silíceos, astillosos, que buzan 55° al Este en el puente situado 500 metros al NE. de la fuente; sigue en la misma fuente,

un retazo de enquistos carburados del Gotlandiense, y encima de la casa una importante brecha cuarcífera, originada, sin duda, a expensas de un dique de pegmatita; todavía antes de alcanzar el granito se intercala una cuña de pizarras ordovicienses normales que buzán 40° NE. A través de esta zona de dislocación interna del macizo paleozoico y siguiendo la brecha cuarcífera deben ascender los gases carbónicos.

El agua es incolora, diáfana, inodora, de fuerte sabor acidulo y estípico, con desprendimiento de burbujas y tórñase opalina al cabo de algún tiempo. El análisis realizado por Codina y Långlin ⁽¹⁰⁾ dió el siguiente resultado:

Temperatura	16°
Gases por litro de agua:	
Ácido carbónico	1,038 cc.
Nitrógeno	10 »
Oxígeno	3 »
Materias sólidas:	
Bicarbonato potásico	0,002 gr./l.
» sódico	0,470 »
» cálcico	0,605 »
» magnésico	0,086 »
» ferroso	0,088 »
Sulfato cálcico	0,139 »
» magnésico	0,001 »
Cloruro sódico	0,008 »
» cálcico	0,016 »
Silicato magnésico	0,127 »
Fosfato aluminico	0,002 »

Y en el último realizado por el Sr. Menéndez Puget, del Instituto Geológico y Minero de España:

Anhídrico sulfúrico	0,05836 gr./l.
Cal	0,46522 »
Magnesia	0,11241 »
Cloro	0,03905 »
Cloruro sódico	0,06435 »
Grado hidrotimétrico	86°

Fuentes carbónicas de las Guillerías.— En la zona de contacto del macizo paleozoico de las Guillerías con la dovela hundida de la Selva, el sistema de fallas adquiere gran desarrollo a causa de su proximidad a la zona profundamente dislocada de Olot. Algunas de estas fracturas siguen la dirección más o menos Norte-Sur a Nordeste-Suroeste, como las reconocidas en la zona de Gerona, pero otras, muy importantes también, son normales a las primeras. Por los planos de estos sistemas de falla han emergido importantes corrientes volcánicas como las de Sant Gregori y Riera de Amer, la primera de las cuales llega casi hasta las puertas de la capital. En este campo de fracturas se sitúa un pequeño grupo de fuentes carbónicas, la mayoría de las cuales no hemos investigado expresamente por caer fuera de los límites asignados a nuestro estudio geológico. Sin embargo, la relación de casi todas ellas con las líneas de fractura que cruzan la región parece indudable. La Font Groga de Sant Gregori y la de Corominas, situadas al pié de la ermita de Sant Grau (Sant Gregori) están indudablemente en relación con la gran falla de dirección NNE.-SSW. que pone en contacto el macizo de las Guillerías con la dovela hundida de la Selva, la cual viene jalonada por el cráter llamado Closa de Sant Dalmai y por las termas de Santa Coloma de Farnés.

El otro grupo de «Fonts Picants» sigue una alineación normal a la anterior, a lo largo de la importante fractura que sigue el Valle de Hostoles (río Brugent) y hunde el bloque entero de las Guillerías hasta ponerlo en contacto con el Eoceno medio y superior de la región del Rocacorba; salto de fallo que hemos evaluado en otra ocasión como próximo al millar de metros de altura. En esta línea de falla se escalonan los volcanes de Sant Feliu de Pallarols que han dado la importante corriente basáltica de la Riera de Amer y las fuentes carbónicas aludidas. De ellas, la más característica es la de Amer, explotada actualmente como agua de mesa. Este manantial brota de una pequeña falla transversal a la del río Brugent, la cual pone en contacto el Paleozoico con un retazo hundido del Eoceno inferior representado por areniscas y arcillas rojo vinosas.

El análisis y las observaciones practicadas por los Sres. Calvet, del Laboratorio Químico Municipal de Barcelona, Moragas, de la Facultad de Medicina de la misma población, y Simó de los Laboratorios Berzelius, dieron los siguientes resultados:

Bicarbonato cálcico	0,163988 gr./l.
» magnésico	0,011520 »
» sódico.	0,012690 »
Sulfato cálcico	0,015000 »
» magnésico	0,031000 »
Cloruro sódico	0,041000 »
Sílice	0,010000 »
Alumina	0,098000 »
Hierro	indicios
Materia orgánica	indicios
Residuo insoluble y pérdidas	0,00600 »
Gases disueltos:	
Anhidrido carbónico	300 c. c.
Oxígeno	4 »
Nitrógeno	10 »
Residuo en seco por litro: 0,299 cgr.	
Caudal: 5,45 litros por minuto.	

RESUMEN Y CONCLUSIONES

Las fuentes termales y los manantiales carbónicos de las comarcas próximas a Gerona, tal como había supuesto la mayoría de los autores que incidentalmente se han ocupado del problema, están en íntima relación de dependencia, lo mismo que ocurre en otras regiones bien estudiadas, con manifestaciones volcánicas activas o recién extinguidas, y, en particular, con importantes líneas de fractura por donde han fluído los materiales del interior de la Tierra.

La importante región volcánica de Olot encuentra su natural prolongación en los numerosos apuntamientos basálticos que han perforado el suelo del Bajo Ampurdán (Rupiá, La Pera, Torroella de Montgrí, Madremanya, Sant Martí Vell, Bordils, etc., etc.) y se continúa por otro lado hacia la comarca de la Selva (Sant Gregori, Sarriá de Ter, Caldes de Malavella, Massanet, etc.) Valle de Hostoles (Amer) y termina en el valle del Tordera (Hostalric, Palafoles, Blanes, etc.). Los volcanes y afloramientos basálticos de esta región se emplazan en una red de fracturas bien conocida y estudiada en la región de Olot, pero bastante menos investigada en el resto de la zona afectada por las manifestaciones volcánicas. La red de fractu-

ras de la comarca de Olot está constituida por dislocaciones perpendiculares, dirigidas a *grosso modo* de Norte a Sur y de Este a Oeste, las cuales delimitan un sinnúmero de horsts y fosas tectónicas que dan lugar a una estructura en bloques de regulares dimensiones, escalonados entre la arista de Puigsacalm-Serra de Santa Magdalena-Collsabra y el mar.

En la zona gerundense, en lugar de la densa red de fracturas olotinas, existen tan sólo unas pocas dislocaciones de importancia, dirigidas las unas de Norte a Sur o de Nordeste a Suroeste y las otras normales a las anteriores. La reducción del sistema de fracturas no es más que una consecuencia del mayor alejamiento a la zona de plegamiento pirenaica. Estas fallas han fragmentado el antiguo Macizo Catalán, de edad hercyniana, en unos pocos bloques separados por las dovelas hundidas que forman el Ampurdán y la Selva. Las fallas de dirección meridiana han originado la depresión de la Selva, extremo septentrional de la gran fosa de la Depresión Prelitoral catalana, que separa la Cordillera Costera de la Cordillera Prelitoral. Las fallas de dirección Este-Oeste han dado origen al gran escarpe de 400 metros de altura que forma el límite meridional del Ampurdán. Así, gracias a este juego de grandes fracturas, la región de Gerona se resuelve en dos dovelas hundidas: Ampurdán y Selva, y dos horsts resistentes: Guillerías y Gabarras, extremo septentrional de las cordilleras Prelitoral y Litoral, respectivamente.

Estas fracturas maestras tienen sus réplicas más modestas en el interior de cada dovela, dando lugar a pequeñas fosas y horsts (Valle de Aro, bloques de Caldes, Fosa de Palafrugell, Macizo de Begur), valles tectónicos (Valle de Hostoles) o a simples fracturas de menor importancia, no perceptibles en el relieve aún cuando pueden haber jugado recientemente.

El sistema de fracturas que ha dado lugar a las manifestaciones volcánicas gerundenses, en líneas generales de edad alpina, sin duda se ha desarrollado en diversas fases bastante separadas.

El volcanismo de la región de Olot, a juzgar tanto por las pruebas paleontológicas como por la perfecta conservación de las formas volcánicas y la frescura de los cantiles de falla, es muy reciente, de fines del Plioceno y principios del Cuaternario. Aun cuando las fallas de esta zona se iniciaron en gran parte como consecuencia de los paroxismos alpino-pirenaicos, acaecidos entre finales del Eoceno y principios del Oligoceno, su

juego ha continuado con intensidad máxima hasta fines del Terciario y principios del Cuaternario, dando origen a las manifestaciones volcánicas que señalan la fase final del paroxismo orogénico pirenaico. En cambio, las erupciones volcánicas de la región gerundense y ampurdanesa son seguramente más antiguas. Sus formas están mal conservadas y los aparatos volcánicos han sido barridos por la erosión. En la gran mayoría de los casos no se conservan más que las chimeneas basálticas, cuyos restos aparecen ocultos en parte por sedimentos terciarios marinos o continentales. Así, el Mioceno marino o continental recubre en el Ampurdán a los asomos de rocas volcánicas ácidas (Arenys d'Empordà, Vilamacolum) que señalan la primera fase, antemiocénica, del ciclo volcánico alpino. En la Selva y en el Bajo Ampurdán, el Plioceno medio, lacustre, y el superior, continental, recubren a los asomos basálticos (Madremanya, La Pera, Caldes de Malavella) que señalan el inicio de la fase básica y más importante del ciclo volcánico alpino, la cual prosigue durante el resto del Plioceno y principios del Cuaternario, alcanzando su plenitud en la región de Olot.

Como manifestación póstuma de este volcanismo Plio-Cuaternario quedan hoy las fuentes termales de Santa Coloma de Farnés y Caldes de Malavella y las fuentes carbónicas de Gerona. De los datos expuestos respecto a las condiciones de emergencia de las fuentes carbónicas gerundenses se deduce que en la gran mayoría de los casos ha sido posible establecer sin lugar a duda su relación de dependencia con líneas de fractura que han dado lugar a manifestaciones volcánicas bastante importantes. Es de suponer que otras dislocaciones de menor importancia y más difícilmente cognoscibles han dado lugar a los otros manantiales, en número muy escaso, en los que aquellas relaciones aparecen menos evidentes.

La mayor concentración de aguas carbónicas y termales se asienta sobre las fallas principales satélites que limitan los bordes oriental y meridional del macizo paleozoico de las Gabarras. Un número mucho más pequeño, en las dislocaciones interiores del macizo paleozoico, y otro número, todavía menor, en el contacto con el granito o los diques que atraviesan los materiales paleozoicos. Así, atendiendo a las condiciones geológicas, los manantiales gerundenses se pueden distribuir en las tres categorías mencionadas, de la siguiente forma:

1. En las fallas principales que limitan los bordes de los macizos hercinianos:

a) En el contacto del Paleozoico con el Eoceno:

Font Picant de la Ginesta

- » » de Campdurá
- » » de Càn Miralles
- » » d'en Fita
- » » de la Pólvara
- » » de Amer
- » » del Pasteral
- » » de Lloret-Selvatge.

b) En dislocaciones satélites paralelas y próximas a las anteriores:

Font Picant de la Costa Roja (Eoceno)

- » » del Congost (Silúrico)
- » » de Pedret (Eoceno)
- » » d'en Lliure (Paleozoico).

c) Contacto de dos dovelas paleozoicas:

Fuente termal de Santa Coloma de Farnés.

2. Dentro del macizo paleozoico o en el interior de las dovelas hundidas, en fallas secundarias, por consiguiente:

Font Picant de Càn Basil (Paleozoico)

Fonts de Sant Gregori (Eoceno)

Fuentes termales de Caldes de Malavella (basalto).

3. En el contacto con el granito o con diques hercinianos que han jugado en la época alpina:

Font Picant del Ganso (granito)

- » » de Madremanya (granito)

Fonts Picants de Bell-lloc (dique)

Font Picant de Salenys (dique)

- » » del Plat (dique)
- » » de Penedes (dique).

BIBLIOGRAFIA

(¹) *Agua de Vila-Roja, Font de la Pólwora. Análisis cualitativo y cuantitativo por el Dr. D. José Casares Gil y Notas para su estudio médico por D. José Pascual y Prats*, 16 p. Imp. y Lib. P. Torres, Gerona, 1902.

(²) BATALLER, J. R.: *Condiciones geológicas de las aguas minerales de Cataluña*, Lab. de Geología del Seminario de Barcelona. Pub. n.º 8, 90 páginas, 11 figs., 4 mapas, 6 fotos, Barcelona, 1933.

(³) BATALLER, J. R.: *Les eaux thermo-minérales de la Catalogne*. Comptes rendues du XIV^e Congrès International d'Hidrologie, de Climatologie et de Géologie Médicales de Toulouse (4-8 octbr. 1933), 19 p. Saint-Amand (Cher), 1933.

(⁴) BATALLER, J. R.: *Estudio geológico sobre las aguas minerales de Cataluña*. Ibérica n.º 1006, p. 8; n.º 1008, p. 40; n.º 1009, p. 56; n.º 1015, p. 152; Barcelona, 1934.

(⁵) BAUZÁ, F.: *Breve reseña geológica de la provincia de Gerona*. Bol. Com. Mapa Geol. España, t. I, pp. 169-175, Madrid, 1874.

(⁶) CALDERÓN, S., CAZURRO, M. y FERNÁNDEZ NAVARRO, L.: *Memoria sobre las formaciones volcánicas de la provincia de Gerona*. Mem. R. Soc. Esp. de Historia Natural, t. IV, n.º 5, pp. 159-491, 10 láms, 13 mapas, 73 figs., Madrid, 1906.

(⁷) CARRERAS CANDI, F.: *Geografía General de Catalunya. Provincia de Girona* per J. BOTET I SISÓ. 1075 p., Edit. Martín, Barcelona.

(⁸) CASARES GIL, JOSÉ: *Sobre la presencia del manganeso en proporción notable en una agua mineral de la provincia de Gerona*. Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural, t. II, páginas 214-217, Madrid, 1902.

(⁹) CASARES J. y BUSQUETS, J.: *Investigación de la litina en varias aguas minerales*. Bol. de la R. Sociedad Española de Historia Natural, t. XI, p. 119; Madrid, 1911.

(¹⁰) CODINA LÄNGLIN, R.: *Análisis cualitativo y cuantitativo de las aguas ferruginosas bicarbonatadas, variedad acidulas, bicarbonatadas mixtas, silicatadas y litínicas de Nuestra Sra. de los Angeles del distrito de Madremaña*. Gerona, 1895.

(¹¹) DARDER PERICÁS, B.: *Informe sobre investigaciones de aguas subterráneas de la inmortal ciudad de Gerona*. 36 p., un mapa a escala 1:10.000 y 3 láms. de cortes y perfiles, 15 agosto 1941 (in litt.)

(¹²) FAURA Y SANS, M.: *Origen geológico de los manantiales de la Font de la Pólvara (Gerona)*. Bol. R. Soc. Esp. de Hist. Nat., t. IX, pp. 376-491, lám. 11-13, Madrid, 1909.

(¹³) FAURA Y SANS, M.; *Hidrología fluvial i subterrània del Baix Empordà*. Agricultura, IV, n.º 5. Barcelona, 1920.

(¹⁴) FAURA Y SANS, M.: *Estudio geológico de las aguas minerales de Cataluña y la dispersión de los manantiales de mayor importancia en relación con los accidentes tectónicos*. Inédito. Barcelona, 1913.

(¹⁵) IMBEAUX: *Essai d'Hydrogéologie*. 704 p., 345 figs. París, 1930.

(¹⁶) MADDOZ, PASCUAL: *Diccionario geográfico, estadístico e histórico de España*. Madrid, 1846-1850.

(¹⁷) MANZANEQUE, M.: *Balnearios y Manantiales de aguas minerales de España*. Madrid, 1925.

(¹⁸) MARCET RIBA, J. y SOLÉ SABARÍS, L.: *Mapa geológico de España a escala 1:50.000. Explicación de la Hoja n.º 334 Gerona*. Instituto Geológico y Minero de España con la colaboración de la Excma. Diputación Provincial de Gerona. 1947. (En curso de publicación).

(¹⁹) MARTÍNEZ QUINTANILLA, P.: *La Provincia de Gerona*. 1866.

(²⁰) PASCUAL PRATS, J.: *Apunte médico histórico del manantial Font d'en Miralles, San Daniel (Gerona)*. 15 p., Imp. y Lib. P. Torres. Gerona, 1914.

(²¹) PLA CARGOL, J.: *La Provincia de Gerona*. Segunda edición ampliada, 497 p. Gerona, 1946.

(²²) PUJOL CAMPS, C. y ALSIUS, P.: *Nomenclator geográfico histórico de la provincia de Gerona*. Trabajo premiado por la Asociación literaria de Gerona en 1882. Imp. y Lib. de P. Torres. Gerona, 1883.

(²³) RAHOLA, CARLES: *La Ciutat de Girona*. Enciclop. Catalunya, vol. XII, dos tomos de 202 - 158 p. Edit. Barcino. Barcelona, 1929.

(²⁴) RUBIO, PEDRO MARÍA: *Tratado completo de las fuentes minerales de España*. 740 p. Madrid, 1853.

(²⁵) SAN MIGUEL DE LA CÁMARA, M.: *Informe sobre las condiciones hidrológicas del llano de Gerona y cuenca del Oñar y sobre los sitios en que deberían hacerse pozos de investigación para fijar el lugar de emplazamiento y la clase de alumbramiento necesarios para asegurar el normal alumbramiento de agua subterránea para el abastecimiento de la ciudad de Gerona*. L'Abastiment d'Aigües Potables a Girona. pp. 3-25, 18 fot. Gerona, 1934.

(²⁶) SOLÉ SABARÍS, L. y LLOPIS LLADÓ, E.: *Terminación septentrional de*

la Cordillera Costera catalana. Asoc. para el Estud. Geol. del Medit. Occid., t. VI, Estudios Geomorfológicos de la Península Hispánica, n.º 1, 87 p., 22 figs., un mapa a escala 1:100.000. Barcelona, 1939.

(²⁷) TOMÁS, CRISTÓBAL: *Historia, clasificación y virtudes de las aguas minerales en general y de las más célebres de España en particular, con el mejor modo de analizarlas y de hacerlas artificiales*. Manuscrito de 386 páginas en 4.º, en la Biblioteca de la Sociedad Española de Hidrología Médica. Madrid.

(²⁸) VIDAL, LUIS MARIANO: *Reseña geológica y minera de la provincia de Gerona*. Bol. Com. Mapa Geol. España, t. XIII, pp. 209-380, un mapa a escala 1:400.000. Madrid, 1886.