

20141

HOJA DE PAMPLONA (25-08)

DOCUMENTACION COMPLEMENTARIA:

EL YACIMIENTO POTASICO DEL PERDON

EL YACIMIENTO POTÁSICO DEL PERDÓN

1. GENERALIDADES.

A pesar del descubrimiento y puesta en explotación de las sales potásicas de Cataluña pasó largo tiempo antes de que se encontraran las de la cuenca de Navarra. Nada más efectuarse el descubrimiento comenzaron las hipótesis sobre la unidad de ambas cuencas. Se supuso que toda la cuenca del Ebro formaba un sólo depósito de sales y buscando la unión de estos yacimientos se efectuaron varios sondeos que dieron por resultado el verificar que las sales potásicas de Navarra llegaban hasta el límite de Aragón por lo menos. Como luego veremos, las observaciones sobre la sedimentación de las sales y también de las areniscas del tramo de Galar, algo más modernas que aquellas, parecen demostrar que la cuenca de deposición de las sales potásicas no ocupaba todo el bloque del Ebro (que en aquella época permanecía aún emergido), sino una estrecha faja en su borde septentrional. Además antes de la deposición de las sales esta cuenca quedaba aislada del Cantábrico terminando por el Oeste a la altura de Bolascoain. Es decir, los dos yacimientos investigados y puestos ya en explotación ocupan los dos extremos de la cuenca de deposición, Cataluña y Navarra más próximos al mar. No podrá encontrarse ningún yacimiento potásico en España más próximo al Cantábrico que el del Perdón.

Por otro lado la cuenca navarra se diferencia de la catalana en que el recubrimiento de las sales es mucho más fuerte en ésta que en aquella de forma que en Cataluña las sales forman un manto continuo cuya explotación es posible en las zonas en que queda a profundidad económica por lo que muchas veces deben buscarse los anticlinales en los que las sales se aproximan a la superficie del terreno, mientras que en Navarra la erosión ha profundizado mucho más, formando las sales yacimientos separados entre sí porque en las zonas de unión han desaparecido. Sus anticlinales (como la Sierra de Alaiz), han perdido los niveles salinos y se deben buscar para explotar los sinclinales en los que las sales se han visto protegidas de la erosión. Esto es una ventaja en una región como Navarra en que los anticlinales suelen ser muy agudos y

complejos, mientras que los sinclinales presentan características mucho más suaves, permitiendo más fácil mecanización. En esta cuenca algo más al Sur el recubrimiento aumenta sensiblemente por lo que se podía pensar en buscar sales potásicas en los anticlinales pero como luego veremos, de acuerdo con la paleogeografía, poco probable que la deposición potásica haya llegado a efectuarse en estas zonas más meridionales.

En resumen, el yacimiento del Perdón representa el límite occidental de la cuenca potásica del valle del Ebro. Está aislado por la erosión del resto de la cuenca, formando una cubeta de suaves pendientes que permitan una intensa mecanización. Está surcado por algunas fallas pero no presenta mayor complicación. Es el yacimiento potásico más próximo a las puertas del Cantábrico y es prácticamente imposible al hallar otro más cercano.

2. HISTORIA GEOLOGICA.

2.1. DEPOSICION DE LAS SALES.

Durante el Eoceno Superior tiene lugar en esta región una fuerte regresión, al mismo tiempo que la cuenca de deposición se va desplazando hacia el Sur, debido al movimiento de basculamiento producido por el Pirineo que está emergiendo y el bloque del Ebro que se va hundiendo lentamente. Ya en el Bartoniano las margas grises de la cuenca de Pamplona-Jaca son litorales y en ellas se intercalan lenguas de areniscas que con el tiempo se van desplazando de Norte a Sur dejando huellas de su movimiento de la cuenca. El paso de las margas grises a las evaporitas que forman el yacimiento es brusco pero concordante. En el momento de empezar la deposición de las evaporitas la situación geográfica debía de ser la siguiente: Por el Norte tierras emergidas hasta la altura de Pamplona posiblemente, por el Oeste, y a partir de la "zona transversal de diapiras Estella - Oax" de Lotze, continuaban las tierras que unidas al Pirineo cortaban toda comunicación con el Cantábrico y, por último, por el Sur el bloque del Ebro formaba otro continente.

El yacimiento representa el límite de la regresión. El mar en retirada deja una amplia aureola de yesos, rodeando una faja en la que el yeso pasa a anhidrita y no tiene tanta potencia, mientras que aparecen ya las formaciones salinas

(con halita pero todavía sin elementos potásicos) y por último un núcleo con anhidrita, halita, silvinita y carnalita, es decir, un ciclo bastante completo de evaporitas.

Resulta difícil el situar con exactitud el eje de la cuenca, pues aunque por el Oeste y Sur se puede seguir bien la zona de borde con sus aureolas de yesos y anhidrita y cal, por el Norte resulta imposible la calizaría ya que todo el borde septentrional ha desaparecido por erosión. No obstante, anteriormente a la deposición de las sales, durante la formación de las margas grises, la cuenca parece centrada casi en Pamplona mientras que más tarde, mientras se formaban las areniscas de Galar, de las que luego se tratará, la cuenca tiene un eje aproximadamente en la posición actual de la cubeta, pasando por los alrededores de Beriain. Como el desplazamiento de la cuenca de Norte a Sur es continuo, es lógico que ésta estuviera centrada entre Pamplona y Beriain.

Para explicar el origen de la sal se han desarrollado varias teorías. Disolución y transporte de las sales del Trias, que queda sin fundamento en el momento en que se piensa en la falta de sales potásicas en el Trias español; repetidas invasiones marinas en un gran lago que ocupaba al bloque del Ebro, lo que hubiese producido diferentes ciclos de evaporitas y no uno solo, ni hubiese dado lugar a las aureolas de regresión, etc. Más probable parece hubiese un mar estrecho y somero, lo que parece deducirse de la paleogeografía y que estuviese unido al Tethi o Mediterráneo por un umbral en la parte Norte de Cataluña. Este mar, rodeado de tierras de clima muy árido debía de estar sometido a una fuerte evaporación y la pérdida de agua que esto le producía se veía compensada por un aporte de agua marina que por el umbral catalán le suministraba el Tethi. La cantidad de sales en disolución debió de ir aumentando hasta llegar a la saturación y comenzar la deposición de las sales. Terminado el ciclo de evaporitas, el régimen se hace definitivamente lacustre y las sales quedan protegidas por lechos de margas arcillosas, yesos o anhidritas y lechos de halita, pero ya sin traza de potasa. Es el tramo que se conoce como las sales de techo.

A partir de este momento sucede una deposición fina de arcillas y margas arcillosas en lechos muy finos, de tonos rojos pardos o verdes muy salinos, pero sin que lleguen a depositarse hiladas intercaladas de sal.

2.2. LAS ARENISCAS DE CALAR.

Más tarde la sedimentación se hace finamente detrítica al principio pero pronto empiezan a intercalarse lechos finos de arenisca margosa pasando poco a poco hacia arriba a alternancia fina. En esta alternancia suelen abundar las estructuras producidas por los deslizamientos durante la deposición (slumping), lo que nos permite estudiar de qué lado estaba el talud costero. Hacia arriba aparecen pronto bancos gruesos de arenisca con cemento margoso calizo, para tres otro tramo de alternancia pasar a margas de colores vivos, semejantes a las que hay sobre las sales de techo.

Este episodio detrítico nos permite estudiar un poco la disposición de la cuenca de deposición en aquella época. La potencia de las areniscas, de 110 m al sur de la actual cubeta, alcanzan la potencia mínima de 30 a 40 m, entre Salinas de Pamplona y Geriain, para volver a aumentar hacia el Norte. Por el Oeste la potencia se mantiene bastante fuerte. Se ha trazado un pequeño plano 322/1 de las curvas isopachas que da una idea de la cuenca. El estudio de los deslizamientos viene a confirmar la forma de la cuenca que sugerían las isopachas, ya que en todo el borde septentrional de la cuenca se comprueba que la tierra emergía quedaba al Norte mientras que en las proximidades de Subiza la deposición procede ya del SO. Por último, la presencia de pequeños Jacintos de Compostela en las areniscas nos indica que la erosión había alcanzado ya el Keuper de los diapiros de la feja Estella - Dex.

2.3. LA SERIE SUPERIOR.

Por encima la serie adquiere gran monotonía. Alternan las margas y yesos con algún nivel detrítico. Se encuentran dos niveles salinos, poco potentes y con las características del tramo de sales del techo. Ambos pasan lateralmente a niveles más potentes de yesos. Las cuencas de deposición de estos niveles salinos se encuentran algo desplazadas al Sur de la del tramo de areniscas de Calar. Es decir, el desplazamiento de la cuenca hacia el Sur continúa, aunque todavía durante largo tiempo la deposición procederá del Sur en la zona del anticlinal de Puente la Reina.

2.4. PRIMERA FASE DE PLEGAMIENTO.

El basculamiento producido por el lento y progresivo hundimiento del bloque del Obso y el levantamiento de la zona pirenaica acaba por hacer emerger al área del Cardón que se ve sometida a la erosión. Se así -

cia la formación del anticlinal de Alaiz y del -
 sinclinal de Barriain, cuyos ejes se hunden hacia
 al Oeste. La erosión arrastra la cobertura de las
 sales y las hace desaparecer en toda el área de -
 Alaiz y más al Oeste hasta una línea que pasa -
 aproximadamente por Bierrun siguiendo hacia el -
 Oeste donde llega a un kilómetro aproximadamente
 al Norte de Adias, para doblar desde allí primero
 hacia al Sur y luego hacia al Oeste para dirigir-
 se hacia el Sur de Alaiz. En esta época se forma
 un sistema principal de fallas de dirección -
 ENE-OSO que fraccionan la antigua cuenca. Estas fa-
 llas, probablemente relacionadas con la zona de -
 fractura de zócalo Estella-Dax, tienen actividad
 hidrotermal, que algunas conservan aun hoy en día.
 Es posible que a esta actividad se deba la presen-
 cia de la sal transformada. Estas fallas dividen
 el yacimiento en varios bloques, produciendo el -
 levantamiento de las sales de Subiza y Esparza, -
 mientras hunden la zona de Barriain.

2.5. LOS CONGLOMERADOS DEL PERDON.

Tras este proceso de plegamiento y de erosión to-
 da esta región vuelve a quedar anegada y comienza
 a recibir depósitos de conglomerados, cuyos ele-
 mentos detríticos proceden del NNE en toda la zo-
 na, es decir ha habido una inversión en los espor-
 tes en la Sierra del Perdón que antes los recibía
 del macizo del Ebro.

Los conglomerados poligénicos y marginales pasan
 hacia el Sur a areniscas y margas de tonos ameri-
 llentos o rosados. Hacia arriba pasan también a -
 formaciones de este mismo tipo de enorme potencia.

2.6. ULTIMOS PLEGAMIENTOS.

Más tarde toda esta zona sufre otro proceso de -
 plegamiento. El anticlinal de Alaiz vuela al Sur,
 cabalgando en conglomerados, areniscas y margas,
 mientras que la Sierra del Perdón se pliega muy -
 suavemente. El contraste entre el tipo de pliega-
 miento de una y otra zona es enorme y no es fácil
 de explicar, a menos que haya influido el Triás -
 plástico, que, debido a la erosión producida en -
 la primera fase del plegamiento, teniendo un recu-
 brimiento mucho menos potente que el del Perdón,
 haya facilitado la violencia de los pliegues de -
 Alaiz.

En esta segunda fase se forma un segundo sistema
 de fallas de dirección E-O aproximadamente, que,
 aunque en el yacimiento no tienen tanta importan-
 cia como las de la fase anterior, han dado lugar
 a una que partiendo de la sierra de Alaiz llega -
 hasta Puente la Reina con salto de más de 500 m -

en algunas zonas. Esta falla corta los conglomerados y la alternancia superior haciendo emerger los yesos y sales del flanco Sur del antiguo anticlinal que era prolongación del de Alaiz.

Un nuevo proceso de erosión alternando con épocas de colmatación de valles que luego volvían a encajarse, ha dado la fisonomía actual al yacimiento.

3. EDAD DE LAS DISTINTAS FORMACIONES.

Fuera de las margas grises del Bartoniano no se encuentra un solo fósil en toda esta zona, por eso es imposible de determinar con exactitud la edad de todas las formaciones a partir del tramo salino inferior inclusive. No obstante se hacen unas consideraciones a continuación sobre este tema.

En Cataluña se han encontrado por encima de las sales restos ludenses. Esto ha obligado a envejecer la formación salina que se consideraba hasta entonces Senbiansense. Se originó una fuerte discusión poco después sobre si datar las sales como ludenses o como bartonienses; realmente no hay argumentos decisivos en uno ni en otro sentido.

Con respecto a Navarra, la única forma de datación tendrá que ser por correlación con Cataluña. Es muy probable que las sales del Perdón sean coetáneas de las catalanas, ya que estando cerrada durante la deposición toda comunicación con el Cantábrico, las aguas cargadas de sal tenían que venir por Cataluña. Sólo cabe la posibilidad de que además del umbral del Ampurdán existiera otro intermedio y que las sales se hubieran formado en dos fases, para poder suponer que las sales fueran de distintas edades, y aun en este caso las sales navarras serían solamente ligeramente anteriores a las catalanas.

El problema es por tanto prácticamente el de Cataluña y en cuanto uno de ellos se resuelva los dos quedarán solucionados. ORIGL NIBA (1961) les asigna en el Perdón la edad Bartoniana basándose en un paso lateral de facies de las margas a las sales que creo haber visto. En realidad el cambio de facies no es tal sino la falla que separa Subiza de Berisín, por lo que el problema sigue en pie.

Realmente desde el punto de vista económico no tiene la menor importancia la edad de las sales. En los mapas y cortas, no obstante, se han supuesto las sales ludenses, para hacer destacar en ellos el muro de las

mismas. Hacia arriba ya no existe criterio alguno para poder separar el Ludense del Oligoceno. La sedimentación es monótona y la salinidad del ambiente debía de impedir la vida de forma que no se encuentra resto alguno que permita la datación. Aquí ha habido que adoptar un criterio aún más arbitrario. Otra vez se han separado los tramos que más influencia pueden tener en la explotación de las sales, poniendo los contactos en los cambios de régimen sedimentario, asignando al Oligoceno la serie monótona superior al tramo detrítico de Galar, aunque llamándola todavía Ludense-Oligoceno.

El tramo discordante de conglomerados, también azoico, parece corresponder, según ORIOL RIBA (1961), a unos niveles datados en la proximidad de Tudela como Aquitanienses. Los hemos supuesto esa edad efectivamente.

En resumen, las edades asignadas a las distintas formaciones son:

- Margas gris-azuladas del muro .. Bartoniese (N°5)
- Tramo salino Ludense ... (N°6)
- Margas y arcillas rojas y fajeadas Ludense ... (N°6)
- Tramo detrítico de Galar Ludense ... (N°6)
- Margas, yesos con intercalaciones salinas o detríticas Ludense - Oligocenos. (N6-0)
- Conglomerados del Perujón Aquitaniense (N-0)

4. COLUMNA ESTRATIGRAFICA.

El muro del depósito salino está formado por las margas Bartonieneses y el techo por un potente tramo de margas y evaporitas tipo continental, con episodios fuertemente detríticos.

Prescindiendo de niveles más antiguos o de otros ya mucho más modernos que no tienen relación con la disposición actual del yacimiento, resumiremos la estratigrafía de esta zona a partir de las margas grises bartonieneses de Pamplona.

4.1. MARGAS DE PAMPLONA.

En la base de la serie que vamos a considerar se encuentran unas margas grises, muy potentes (500 a 600 m), finamente arenosas (más detríticas hacia la base). Se conocen en la literatura geológica como las "margas de Pamplona".

Su edad, deducida de la abundante microfaua que encierran, es bartoniense según J. Ph. MANGIN y Auversienne en opinión del R.P. O. MAXIMO RUIZ.

4.2. MACIÑOS DE ARDANAZ.

Por encima hay un nivel detrítico calizo margoso que en la parte Norte y Este de Pamplona contiene una gran cantidad de briozoarios y es azoico en la Sur y Suroeste. Se le conoce como el nivel de "Maciños de Ardanaz".

Es una alternancia de arenisca de cemento calizo margoso y margas en la zona de Ardanaz y de areniscas margosas con mica abundante y ripplemarks en el resto del área que consideramos.

Debemos hacer notas que los aportes detríticos son más antiguos al NO. de la zona considerada que en el resto, es decir, que la parte alta del tramo detrítico en Ardanaz, equivale por ejemplo a la parte baja de los maciños de la Sierra de Tejonar.

4.3. MARGAS AZULAS DE ILUNDAIN.

Otro tramo de margas (con un 50% de CO_3Ca) de aspecto semejante a las de Pamplona aunque más finas, gris azuladas y sin estratificación aparente, siguen al nivel detrítico. Suelen contener algunos fósiles, sobre todo Plicátula Pamplonensis, Carex que es típica de este tramo. En la literatura geológica se conocen como las "margas azules de Ilundain". Su potencia es de unos 500 m.

En la parte alta de este tramo la estratificación es más clara y aparecen algunos horizontes más calizos. Estos dos tramos, datados por numerosos fósiles, son Bartonienses.

4.4. E V A P O R I T A S.

Hay un cambio brusco en las condiciones de sedimentación y sin discordancia alguna comienza la deposición de evaporitas que dan origen al yacimiento salino.

Este tramo está formado de abajo e arriba por los siguientes niveles:

- Anhidrita Es un banco de una potencia aproximada de un metro.

- Sal de muro . Es una capa de sal sódica sin estratificación, granuda, blanca o griscea que forma una masa cuya potencia, variable debido a la tectónica, oscila entre 4 y 60 m.
- Silvinita ... Es una capa de 1'50 a 3'50 m de potencia. A veces aparece repetida o con mayores espesores pero solamente por razones tectónicas. Su ley media es del 18 al 20% K2O.
- Carnalita ... Se encuentran encima varias capas de 1 a 4 m que alternan con arcillas y sal sódica formando un conjunto que tiene un total de 12 a 14 m de potencia. La ley media de las dos primeras capas es de 12'6% K2O.
- Sal de techo. Alternancias de capas de sal sódica, arcillas, margas y anhídrita en lóchos finos (10 a 20 centímetros). Su textura compacta, sin grano o fibrosa, la hace diferenciarse bien de la granulada de muro. La potencia varía de 15 a 120 m. Aumenta su potencia de Sur a Norte, a costa del tramo superior de margas fajaadas.

En esta alternancia van disminuyendo las sales hacia arriba hasta llegar a desaparecer totalmente comenzando el siguiente tramo.

En los afloramientos apenas quedan restos de este tramo, en su mayor parte soluble. Todas las sales han desaparecido por disolución hasta unos 100-150 m del afloramiento y las anhídritas se meteorizan pasando a yesos. Los hundimientos producidos por la disolución y desaparición de las sales han dado lugar a dolinas que jalonan el contacto de este tramo con el anterior.

En los afloramientos suelen aparecer trastornados los restos no disueltos de este tramo, cubiertos por el que describiremos a continuación. Normalmente consisten en tierras rojas y amarillas con abundancia de yesos.

Estos niveles son probablemente lundanos por correlación con las for-

aciones del mismo tipo de Cataluña da-
tados por mamíferos.

4.5. MARGAS FAJEADAS.

Por encima de los lechos más altos de sal hay un nivel de arcillas margosas en lechos finos (1 ó 2 centímetros) de tonos rojos, verdes y pardos al que llaman nivel de margas fajeadas. A éste sigue un tramo de arcillas margosas rojas tableadas pero no tan finas y que son ya ligeramente detríticas. Como hemos dicho más arriba, su potencia es variable y sumada con la de la sal de tacho del nivel anterior, puede llegar hasta 120 m.

4.6. ARENISCAS DE GALAR.

Otro nivel detrítico produce una alineación de lomas por encima del tramo anterior. Comienza por una alternancia de niveles de maciños y margas rojas y grises en lechos de 10 a 20 centímetros. Sobre ésta hay bancos más gruesos de maciños (de hasta 1 ó 2 m) con algún nivel margoso y, por encima, vuelve a encontrarse una alternancia semejante a la de la base del tramo.

En todas estas areniscas hay mica abundante y en casi todos los lechos ripplemarks. Son frecuentes los deslizamientos (slumping). Tienen un aspecto muy semejante al tramo de los maciños de Ardanaz con el que lo han confundido algunos autores.

La potencia es variable. En la zona de Subiza, al Sur y al Oeste del yacimiento, tienen unos 100 ó 120 m de potencia.

En la alineación de afloramientos de Galar, hacia el Oeste, vienen a tener unos 80 m. En la zona central y oriental entre Beriain y Salinas, suele tener unos 40 m y aún menos. Los dos últimos tramos descritos, sin datación posible de fósiles, los damos como probables ludenses.

4.7. MARGAS Y YESOS SUPERIORES.

La serie superior es bastante monótona. Margas y yesos de sedimentación tranquila dan lugar a un terreno uniforme en el que, de vez en cuando, resaltan los niveles de yesos y está recubierto por derrubios procedentes de los conglomerados del Perdón.

Este tramo, de edad incierta, lo atribuimos al oligo-

ceno inferior, aunque el límite ludense oligoceno puede estar situado en cualquier nivel por encima del tramo salino. Desde luego, la parte alta es indudablemente oligocena.

4.8. CONGLOMERADOS DEL PERDÓN.

Por último, coronando esta serie, y discordante por completo con ella, aparecen los conglomerados del Perdón. Son conglomerados marginales poligénicos, de cemento calizo arenoso. Hacia el Sur y hacia arriba pasan a areniscas y margas alternantes, con episodios margosos con yesos.

Dominan los colores amarillos y rojos pero en corte fresco suelen ser grises en general, con niveles rojos o verdes.

Este tramo se apoya al Oeste (Belascoain-Arraiza) en las margas fajeadas, más al Este se va apoyando sucesivamente en los tramos inferiores para estar sobre las margas y yesos superiores a partir de Santa Agueda. Al norte de Biurrun vuelve a cortar toda la serie en sentido inverso hasta apoyarse, cerca del kilómetro 16 de la carretera de Pamplona a Tafalla, en las calizas Auteciosas.

Este último tramo puede correlacionarse hacia el Sur con unos yesos bien datados como Mioceno Inferior (Aquitaniense).

5. ESTRUCTURA DEL YACIMIENTO.

Como se ha dicho ya al hablar de la historia geológica del yacimiento, en la primera fase de plegamiento y erosión se formó la estructura que con pequeñas variaciones es la que conocemos hoy en día. El yacimiento forma un sinclinal en forma de cubeta que por el Norte ha desaparecido por erosión y cuyo flanco Sur termina en el anticlinal de Puente la Reina. Este sinclinal queda dividido por dos sistemas de fallas, uno de dirección NNE-SSO, producido en la primera fase de plegamiento, y otro de menor importancia, de dirección E-O, debido a la segunda fase. El primer sistema divide en tres partes principales la cuenca del Perdón, formando tres bloques diferentes, difíciles de comunicar entre sí y que probablemente tendrán que explotarse por separado. Los tres bloques son:

1. BLOQUE DE SUBIZA, limitado por el Norte por la

falla de Beriain y por el Sur por la erosión pre - Aquitaniense que hace que las sales sean cortadas por el conglomerado del Perdón.

2. BLOQUE DE BERIAIN, al Norte del anterior limitado por las fallas de Beriain y Esparza, es una zona hundida situada entre los otros dos bloques más levantados. La falla de Beriain, de enorme importancia, va disminuyendo, al salir hacia el Oeste, a juzgar por los resultados de geofísica, de forma que en el límite occidental del yacimiento llega a desaparecer, es decir, que ambos bloques podían llegar a comunicarse pero a gran profundidad y en la zona donde la deposición de sales potásicas ha terminado.
3. BLOQUE DE ESPARZA - GUENDOLAIN, que está limitado por el Sur por la falla de Esparza y por el Norte por la superficie de erosión moderna.

Esta estructura en bloques se muestra esquemáticamente en el plano 35/1.

Podríamos añadir un cuarto bloque levantado al N - de Undisno pero ya no tiene importancia desde el punto de vista económico.

5.1. BLOQUE DE SURIZA.

Este bloque es el más difícil de estudiar geológicamente ya que el tramo salino y el detrítico de Galer afloran solamente entre Biurrun y la falla de Beriain. En todo el resto del bloque resulta absolutamente imposible al llevar un control geológico pues en la falda oriental del Perdón - toda la formación superior a la arenisca de Galer se halla cubierta por abundantes depósitos de piedemonte y por el Oeste y Sur los conglomerados del Perdón, discordantes con las formaciones salinas, impiden toda observación del yacimiento. Por esta razón la investigación de esta zona se ha realizado mediante estudios geofísicos y sondos.

Las investigaciones efectuadas hasta este momento indican una zona con pendiente bastante uniforme de unos 12 grados hacia el Oeste. Hasta ahora se presenta como un yacimiento regular y tranquilo, aunque por las experiencias adquiridas en las otras dos zonas se da temor que al final no resulte tan tranquilo como parece.

Por el Sur está limitado, como hemos dicho, por el tramo de conglomerados del Perdón que lo cortan discordantemente. Este límite pone en contacto -

el tramo salino con los conglomerados, lo que tiene importancia en dos sentidos. Al haber aflorado las sales durante la época de arrasamiento que precedió a la deposición de los conglomerados, las sales fueron con seguridad disueltas en una faja próxima al antiguo afloramiento, de la misma forma que se encuentran actualmente en el límite Norte del yacimiento. Por tanto el borde del yacimiento debe de aparecer festoneado por la disolución. En segundo lugar los conglomerados que aparecen actualmente cargados de agua procedente de la precipitación y de la condensación en la cuenca del Perdón, se ponen en contacto con el tramo salino y con el tramo detrítico de areniscas de Galer. El peligro de entrada directa de agua en el yacimiento por la zona festoneada se puede evitar dejando un macizo de protección. El que puede representar el agua en las areniscas se verá más tarde en un capítulo especial dedicado a este problema que es enormemente importante para la seguridad de la Mina.

Por el Norte está limitado este bloque por la falla de Beriain. Muy próximo a la carretera de Subiza o Arlegui pueden verse dos pequeñas fallas que a primera vista puede parecer afectar al yacimiento, pero que probablemente se limitan a la zona más rígida de la arenisca y hacia abajo degeneran en pequeños pliegues.

Los cortes plano 351/1 y el plano 351/2 de líneas isohipsas deducidos de las investigaciones realizadas hasta el momento dan una idea de la estructura de este bloque. Respecto a la estratigrafía debemos consignar que, con respecto a la columna estratigráfica del yacimiento, en este bloque la potencia del tramo detrítico de Galer es mayor a espensas del tramo de margas fajeadas y rojas.

5.2. BLOQUE DE BERIAIN.

Como se ha dicho, está hundido entre los de Esparza y Subiza. El límite con el de Esparza es una falla reconocida ya con labores y que se está atravesando para unir las explotaciones de ambos bloques. El límite con la de Subiza ha sido reconocido con geología y geofísica. Las investigaciones geológicas permitieron localizar una falla principal pero había la posibilidad de existencia de fallas subsidiarias paralelas. Al efectuar una prospección geofísica por el método de resistividades, la existencia de dos niveles salinos superiores impidió la investigación del nivel principal. Los resultados obtenidos parecían un poco anómalos pues no encajaban con la estructura geológica. Se hicieron dos interpretaciones distintas, pero ambas

suponiendo que las profundidades deducidas se referían siempre a un mismo nivel salino. Según la primera puramente geofísicas, parecía que las sales ascen-
dían al irse aproximando a la falla lo que era con-
trario a los buzamientos que se observaban en la su-
perficie del terreno. La segunda interpretación era
un compromiso entre los datos geofísicos y los rum-
bos y buzamientos observados. Para encajar estos da-
tos era preciso suponer la existencia de dos fallas
escalonadas, paralelas a la de Beriain y situadas al
Norte de ella. De haber sido la interpretación co-
rrecta, hubiera resultado que una zona importante
del yacimiento era casi de imposible explotación.

Más tarde al realizar los trabajos sísmicos de refle-
xión en el yacimiento se realizó un perfil el PA-IV
cortando la falla para estudiar la vecindad de la
misma. Según los resultados de este perfil parece que
la falla es única, con un salto de unos 900 metros en
la zona del perfil y que las sales tienen hasta lle-
gar a la falla una suave pendiente hacia el SO, lo
que encaja con los datos geológicos de superficie.
Probablemente los datos utilizados antes, tras las
investigaciones por el método de resistividades, no
se referían al mismo horizonte salino, sino que los
dos niveles altos, unas veces hacia uno de ellos de
pantalla y otras veces el otro. En caso de que los
perfiles sísmicos se aproximen a la realidad, desapa-
recen las complejidades y se podrán explotar las sa-
les hasta la proximidad de la falla.

La estructura que forma este bloque consiste en una
amplia plataforma más alta, en que llega a aflorar
en el borde Norte y Noroeste al tramo salino. Las sa-
les descienden suavemente (unos 5%), hacia el Sur,
hasta las proximidades del pozo de Beriain donde for-
man un fuerte escalón pasando en poco tiempo de 150
metros de profundidad a 450 m. A partir de aquí si-
guen descendiendo suavemente hacia el S y SO.

En la zona próxima al escalón, la fuerte pendiente ha
hecho que se produzcan deslizamientos sobre las sa-
les, debido a ello hay zonas en que la silvinita se
repite tectónicamente. Al no ser debida esta repati-
ción a procesos sedimentarios sino tectónicos, no se
puede considerar la duplicidad de la capa a efectos
de cubrición, pues la silvinita que se ha sumado al
considerar las dos capas debería restarse de la zona
de donde procede.

5.3. BLOQUE DE ESPARZA GUENDULAIN.

Este es el situado más al NO y el más somero de los
tres. Tiene un buzamiento constante hacia el Sur
hacia donde va profundizando en forma escalonada.

Limitado por el SE por la falla de Esparza, continúa por el Oeste hasta Urdiano donde lo corta una serie de fallas también de dirección NW-SE. Es el bloque que forma el afloramiento salino más importante y largo del yacimiento por lo que es posible perforar en él largas galerías de arrastre a poca profundidad. Es la zona que más se presta a la mecanización, por lo que se ha construido en ella el plano inclinado de Esparza con capacidad para fuertes producciones. Respecto a la estratificación de esta zona, debe de tenerse en cuenta que es donde el tramo de margas y arcillas rojas y fajeadas que se presentan entre las areniscas de Galar y las sales de techo, es menor en general.

6. EXTENSION DE LA CUENCA POTÁSICA.

Hasta ahora hemos tratado de la estructura de la cuenca salina y en el mapa general 32/4 que acompaña esta memoria los contactos dibujados se refieren a tramos coetáneos, sin considerar si contienen o no potasa.

Como hemos dicho antes, al tratar de la deposición, el proceso regresivo del mar afecta a las sales de forma alrededor del área de sales potásicas, hay dos aureolas una de sal sódica y anhidrita y otra más extensa de yesos.

En esta cuenca ha desaparecido la aureola en el bordo septentrional del yacimiento arrastrada por la erosión pero se conserva en la parte Oeste y Suroeste del mismo. Esto quiere decir que las sales potásicas no ocupan la totalidad del área representada en el mapa como Lu-dense sino que están limitadas por el Oeste por la aureola de sales sódicas.

Los sondeos realizados en la zona comprendida entre el collado del Perdón y Urdano, cortan potencia cada vez más reducida de silvinita y carnalita y más al Oeste solamente cortan sales sódicas.

Con los datos, todavía un poco incompletos, disponibles se ha dibujado en el mapa una línea de trazos que sigue el límite supuesto de las sales sódicas.

Para la investigación de los límites de la cuenca de deposición de las sales potásicas no cabe la utilización de los métodos geofísicos o de observación geológica del exterior, sino que únicamente pueden estudiarse mediante la perforación mecánica.

Este límite deberá estudiarse algo más al Oeste de Adios, donde todavía nos faltan algunos datos. El trazado de este límite interesa solamente para cálculo de reservas ya que para la explotación, durante los trabajos de preparación de la mina, los límites económicos quedarán perfectamente definidos.

7. EL PROBLEMA DEL AGUA DE LAS ARENISCAS.

Al efectuar los sondajes de investigación se vanía observando la presencia de agua a una cierta presión en las areniscas. Cuando se pensó en hacer la explotación por hundimiento se pensó en el peligro de que hubiera una invasión de aguas en la mina. Luego al pensar en explotar la carnalita y dejar huecos mayores para hundirse se temió que el peligro podría ser mayor y se decidió investigar seriamente este problema.

Como se puede ver por la columna estratigráfica hay un tramo perfectamente impermeable entre las sales de techo y las areniscas porosas. Mientras que no se produzcan fisuras en este nivel impermeable el peligro es nulo pero se temía que al hacer // hundimiento integral, si se extraía una potencia considerable de mineral los grandes huecos producidos dieran lugar a la formación de fisuras y por tanto a la posible invasión de aguas. Para poder estudiar la magnitud del peligro se necesitaba saber en primer lugar las condiciones hidrológicas del tramo detrítico de Galer y en segundo lugar el comportamiento mecánico del techo de la explotación durante el hundimiento.

Las areniscas de Galer, plano 322/1, como se ha dicho antes, no están formadas por un solo tramo detrítico compuesto exclusivamente de areniscas sino que comportan en primer lugar una alternancia fina de areniscas y arcillas o margas poco apta para suministrar grandes cantidades de agua, luego unos bancos gruesos de arenisca separadas por niveles de arcilla o margas o bien de alternancia fina como la de la base y por último al techo vuelven a presentarse las alternancias. Por encima están cubiertas por un fuerte y potente tramo impermeable.

Las areniscas son de grano fino y cemento calizo margoso, abundando en ellas la mica. Aunque son bastante porosas y su contenido en agua es importante, las pérdidas de carga al ponerse el agua en movimiento parecía que debían ser grandes y por tanto la transmisibilidad pequeña.

(*) explotación por

El aporte exterior de agua en toda la parte septentrional del yacimiento es muy pequeño ya que la extensión de sus afloramientos es también pequeña. Dada la estructura del yacimiento en forma de cubeta, la circulación de las aguas meteoritas recogidas por las areniscas debe de reducirse a las zonas marginales próximas a los afloramientos. El estudio de la zona marginal dió como resultado el comprobar la ausencia de manantiales, existiendo solamente en los afloramientos de menos cota pequeñas filtraciones.

Sin embargo, puede ser importante el aporte exterior de agua en el bloque de Subiza. Como hemos dicho antes, los conglomerados del Perdón se apoyan discordantemente sobre las areniscas de Galar. En los conglomerados el contenido de agua dulce es muy importante aunque hasta ahora no se han cortado caudales importantes de agua al atravesar el tramo de Galar en esta zona, conviene tomar precauciones pues la única área en que se pueda presentar este peligro.

Se realizaron más tarde tres sondas de investigación distribuidas por el yacimiento que atravesaron las areniscas, para estudiar las condiciones hidrológicas de las mismas. En las tres se cortó el acuífero dando solamente en uno un caudal que llegó a los dos litros por segundo al principio; al cabo de dos días de valvulas se consiguió agotar el agua del sonda que tardó doce horas en recuperarse. Agotado de nuevo necesitó tres días para volver a recuperarse pero quedando su nivel mucho más bajo. Todo esto comprueba la baja transmisibilidad de las areniscas. El análisis del agua dió un contenido de 196 gramos de sal por litro, lo que reduce enormemente el poder de disolución de las mismas.

Por otro lado en las zonas próximas a los afloramientos el agua ha disuelto la totalidad de las capas de sal, no solamente las sales potásicas sino las sódicas también. En estas zonas es como si se hubiera realizado la extracción total de las sales con hundimiento integral. Para realizar la perforación del plano inclinado de Esparza había que atravesar toda la zona de disolución y se corría el peligro de, en caso de que se hubieran producido fisuras, producidas por el hundimiento ocasionado por la disolución de la sal, encontrar bastante agua que entorpeciese la perforación. La construcción del plano se llevó a cabo casi en seco.

Por todas estas razones parece que el peligro no es grande pero no obstante se están realizando estudios sobre el comportamiento del techo de la explotación. Esto está formado por una alternancia bastante rápida de sal sódica, arcillas, margas y yesos. Los componentes son todos bastante plásticos y su separación en lomas finas debe de facilitar la plasticidad del conjunto. En las zonas de alacete el techo no parece ser tan plástico como el de este yacimiento y sin embargo, en las arcillas que llevan a cabo para evitar los

golpes de muro han comprobado que galerías que pasan por encima de los cuarteles (13), pero no se han producido grietas o fisuras. Calculan que el techo se rompe en aquel yacimiento hasta una altura de 2,5 a 5 veces la altura de la explotación y que a partir de ahí hacia arriba se deforma plásticamente.

Resumiendo, las areniscas de Galar tienen un contenido de agua bastante fuerte, la transmisibilidad es muy pequeña y los aportes exteriores de agua mínimos. En esto último puede ser una excepción la zona de Subiza en la que, por estar en contacto las areniscas con los conglomerados del Perdón que pueden dar grandes caudales de agua, es posible que el aporte exterior sea mayor.

Hay circulación de agua dulce en la parte de los márgenes del yacimiento, mientras que en el resto el agua tiene un contenido de 193 gramos de sal por litro. El techo parece lo suficientemente plástico para que no se formen fracturas más que en los 15 a 30 metros primeros al techo de la explotación.

No obstante no se va a tratar de explotar más que la silvinita en la zona de Subize, de momento, hasta poder estudiar el comportamiento del techo en la zona de Ondiano cuando se arranque también parte de la carnalita. Además se va a dejar un macizo de protección de 200 metros también en la zona de Subiza junto al contacto de la formación salina con los conglomerados por si el borde del yacimiento estuviera festoneado por la disolución, para evitar la entrada de agua.

Berain, 14 de junio de 1974

(13) han sufrido deformaciones durante la explotación de los cuarteles.

20141

EL YACIMIENTO POTÁSICO DEL PERDÓN

INDICE

1. GENERALIDADES.
2. HISTORIA GEOLOGICA.
 - 2.1. Deposición de las sales.
 - 2.2. Las areniscas de Calar.
 - 2.3. La serie superior.
 - 2.4. Primera fase del plegamiento.
 - 2.5. Los conglomerados del Perdón.
 - 2.6. Ultimos plegamientos.
3. EDAD DE LAS DISTINTAS FORMACIONES.
4. COLUMNA ESTADIOGRAFICA.
 - 4.1. Bergas de Pamplona.
 - 4.2. Berrios de Ardanaz.
 - 4.3. Bergas azules de Ilundain.
 - 4.4. Evaporitas.
 - 4.5. Bergas fajeadas.
 - 4.6. Areniscas de Calar.
 - 4.7. Bergas y yesos superiores.
 - 4.8. Conglomerados del Perdón.
5. ESTRUCTURA DEL YACIMIENTO.
 - 5.1. Bloque de Subiza.
 - 5.2. Bloque de Berioin.
 - 5.3. Bloque de Eparza - Guendulain.
6. EXTENSION DE LA CUENCA POTÁSICA.
7. EL PROBLEMA DEL AGUA EN LAS ARENISCAS.

Es copia del original hecho a mano.

JOSUIN DEL VALLE LENCORONA