

C.N.E.A. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
Nº 1	AÑO 1962

05.62.10

Anales de las Primeras Jornadas Geológicas Argentinas

(Tomo III, 1962, Buenos Aires)

ASPECTOS SALIENTES

DE

LAS CONCENTRACIONES URANIFERAS DE CHIHUIDO DEL MEDIO

DEPARTAMENTO AÑELO (PROVINCIA DE NEUQUEN)

✓ Por ANGEL J. C. DEL VO y NESTOR C. DAVIDS¹

GENERALIDADES

La zona objeto de estudio se encuentra ubicada en el sector central N de la provincia de Neuquén, dentro del departamento Añelo. Su situación precisa la determinan las coordenadas siguientes: Longitud 69°43' (W de Greenwich), latitud 38° S, a una altura media de 1.000 m s. n. m.

Dista en línea recta unos 170 km de la capital de la provincia, 105 km de la ciudad de Zapala y 95 km de la población de Chos Malal. El acceso se efectúa desde Neuquén por la ruta nacional nº 234 a lo largo de 237 km en general en malas condiciones, o bien por las rutas nacionales nºs. 40 y 234, con un trayecto, en este caso, de alrededor de 480 km.

La región puede considerarse como semi-desértica, de clima continental riguroso, desprovista de aguadas de buena calidad a excepción del río Neuquén, ubicado unos 10 km hacia el W del sector.

MORFOLOGÍA

Los rasgos fisiográficos presentes han sido elaborados por la acción del agua y del viento. Sus efectos se manifiestan en la diferente intensidad de la erosión al actuar sobre capas de distinta dureza, originando "cuestas" (hogback) cuyas barrancas se orientan en general hacia el NNW. La pendiente de las cuestas es muy suave y coincide con el valor del buzamiento regional, que es de 4° a 8°, ESE.

¹ De la Comisión Nacional de Energía Atómica.

Jornadas geológicas argentinas. 1., San Juan, 1960.

Anales. Buenos Aires, Impr. Coni, 1962, v. 3, p. 91-102.

La acción regresiva de esta erosión se ha intensificado en las áreas central y S de la región, donde los cerros Mesa y Candelero constituyen ejemplos de cerros testigos.

Como principales elementos morfológicos se señalan, además, dos amplios valles. Uno de ellos enclavado en el núcleo del anticlinal de Chihuido del Medio y el otro en el Anticlinal W del cerro Mesa, separados por el sinclinal del cerro Mesa sobreelevado. Tenemos entonces una inversión del relieve, esto es, valles anticlinales y sectores sinclinales, topográficamente positivos.

GEOLOGIA

En la extensa área que regionalmente se conoce como Región de los Chihuidos, las rocas aflorantes son de origen sedimentario en su casi totalidad, de ambiente continental y referidas las más antiguas al Cretácico Medio (Diamantino), al que se lo divide en tres secciones: Inferior, Medio y Superior.

El Diamantino Inferior, de alrededor de 20 m de espesor, se integra preferentemente por sedimentos finos —limolitas y areniscas arcillosas— de coloración de conjunto pardo marrón a verde azulado, que intercalan capas de yeso cuya potencia oscila entre los pocos centímetros y algo más de 1 m.

El Diamantino Medio está representado por alrededor de 60-80 m de grauvacas de mátrix clorítica, estratificadas en bancos gruesos, de textura entrecruzada y de color predominantemente pardo a pardo rojizo, aunque se observan algunos bancos de tonalidades menos intensas, hasta grisáceos y blanquecinos, intercalando algunos niveles arcillosos de poca potencia.

El Diamantino Superior, de mayor potencia que el conjunto de los dos anteriores en otros lugares, y la parte alta del Diamantino Medio han sido eliminados por erosión en esta región, depositándose discordantemente sobre la sección media, en la zona, las características areniscas del Grupo de Candeleros.

Con los movimientos intersenonianos culmina la sedimentación del Cretácico Medio. Han sido de características muy suaves en esta región como lo demuestra el reducido valor del ángulo de la discordancia con que se inicia la deposición del Grupo de Candeleros, localmente base de los Estratos con Dinosaurios o Neuqueniano (Senoniano) con sus características areniscas, areniscas arcillosas y niveles conglomerádicos, muy compactos y tenaces y de típica coloración rojo violácea.

Por encima, la columna estratigráfica es completa con efusiones volcánicas basálticas y depósitos recientes; derrumbes de faldeo, médanos y aluviones, que rellenan y nivelan grandes áreas.

LAS MANIFESTACIONES

Las numerosas manifestaciones uraníferas dispersas en el sector de Chihuido del Medio se han agrupado en cinco descubrimientos, que de W a E son: “Mariquena”, “María Teresa”, “Palo Quemado”, “Ramblón de la Vidriera” y “Cerro de la Arena” (fig. 1). Las más impor-

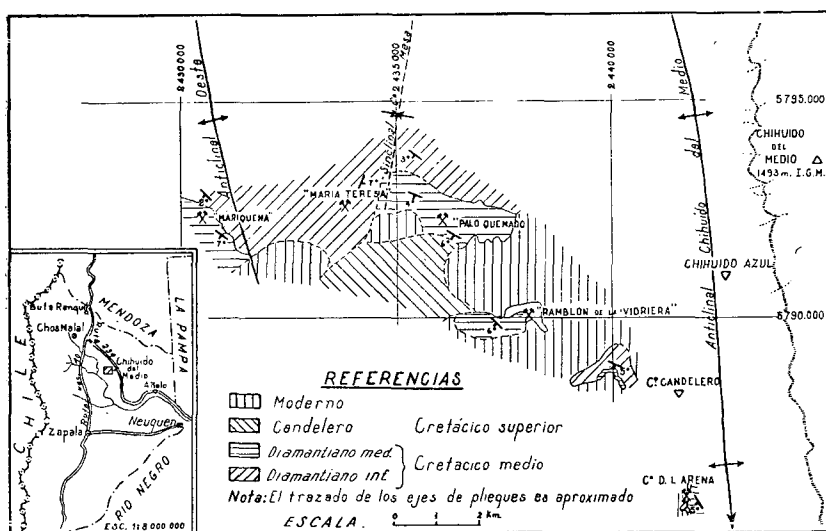


Fig. 1.-Afloramientos radiactivos de Chihuido del Medio-

tantes son las de “María Teresa” y “Palo Quemado” y sobre ellas, por lo tanto, nos hemos de referir en especial. Dado el carácter de simple información del presente trabajo, se destacarán sólo los aspectos más interesantes de la estructura y mineralización de los criaderos. La marcada similitud que se observa en sus características, hace posible una generalización que se extiende no sólo a los nombrados, sino a los distintos afloramientos esparcidos desde Chihuido del N hasta Paso de los Indios.

La mineralización está alojada en grauvacas de cemento calcáreo del Diamantino Inferior y Medio, generalmente en el pasaje entre ambos. Se encuentran presentes exclusivamente minerales amarillos de uranio (carnotita y tyuyamunita), de vanadio (volborthita), de cobre (ma-

laquita, azurita y crisocola), de hierro (hematita, magnetita y limonita) y de manganeso, relacionados con materia carbonosa en forma de pequeños troncos y ramas, o bien como restos carbonosos difundidos sobre planos de estratificación donde ésta es laminar.

En unos casos, el mineral de uranio impregna justamente con el cobre el sedimento continente formando cuerpos aproximadamente lenticulares en aquellos lugares con entrecruzamiento. En otros, se ha depositado sobre planos de diaclasa o de estratificación. También se lo ha encontrado depositado sobre delgadas capas de limolita rojiza o verdosa. Asimismo es común encontrar que, dentro de la roca huésped o en su base, se disponen sin orden aparente pequeños rodados de material arcilloso ("clay galls") con o sin radiactividad. En todos los casos las dimensiones son reducidas y la impregnación o difusión lateral suele no sobrepasar los 4 m, con espesores que oscilan entre 0,01 y 0,30 m para cada lente.

Los lugares mineralizados están señalados generalmente por la decoloración del sedimento, que sin embargo no es siempre índice de la existencia de mineral.

"Mariquena".— Es la más occidental de las manifestaciones, encontrándose en el flanco W del anticlinal W. La zona no está fracturada y las capas buzan entre 10° y 12° al SSW (fig. 1).

En el área prospectada afloran el Diamantino Inferior y el Diamantino Medio. El primero está representado por sedimentos arcillosos abigarrados con intercalaciones de grauvacas grises y rojizas, de grano fino y estratificación regular. El Diamantino Medio presenta estratificación entrecruzada, alternando las grauvacas claras con delgadas capas de limolita rojiza.

La mineralización está alojada en los sedimentos del techo del Diamantino Inferior y piso del Diamantino Medio. Dentro de capas entrecruzadas se formaron pequeños cuerpos, aproximadamente lenticulares, de los que da una idea precisa la figura 2.

En el sector reconocido con detalle, de 2.000 m de largo por 400 m de ancho, se localizaron cuatro "niveles" con mineral, dentro de un intervalo de sólo 25 m. No se debe entender en este caso en sentido literal el término "nivel", puesto que no existe continuidad en la mineralización. Se trata entonces de reducidas áreas con radiactividad, aisladas unas de otras, ubicadas a distintas alturas dentro del intervalo señalado. La mayor de ellas en el extremo SW de la franja reconocida mide 1,5 hectárea, con un espesor medio del banco estimado en 0,50 m

en el techo del Diamantino Inferior. Los otros tres niveles están constituidos por pequeños sectores dentro del Diamantino Medio.

No se pudieron reconocer los minerales de uranio presentes. Las características especiales de este depósito radican en la ausencia de vanadio, escasez de cobre y abundancia de hierro en los dos niveles inferiores. En los superiores en cambio, la relación cobre-hierro se invierte, pues los carbonatos de cobre predominan visiblemente sobre los óxidos de hierro. La materia carbonosa es reducida en general.

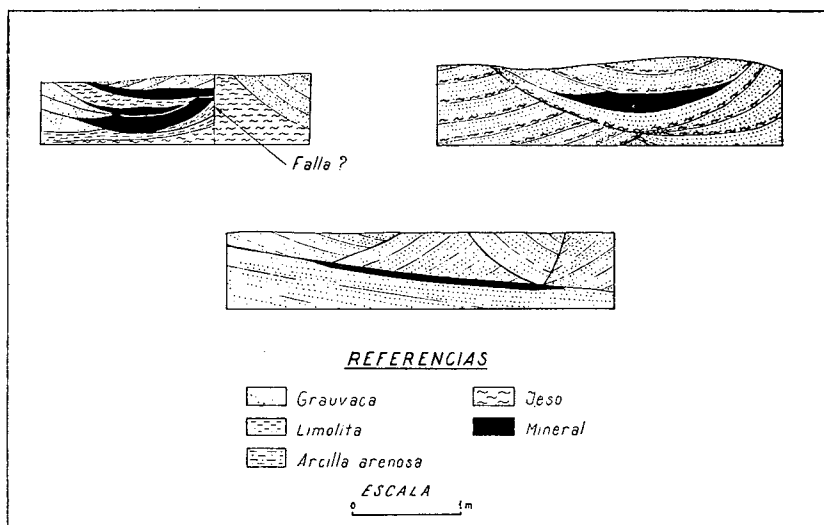


Fig. 2. — Esquemas de la mineralización en «María Teresa»

“María Teresa” - “Palo Quemado”. — Estos dos depósitos forman en realidad una unidad por sus características estructurales y mineralógicas, de manera que serán descriptos en forma conjunta.

La mina “María Teresa” está situada 3,5 km al E de “Mariquena”, sobre el cierre austral del sinclinal del cerro Mesa. “Palo Quemado”, en cambio, se encuentra ya sobre el ala occidental del anticlinal de Chihuido del Medio, a unos 2 km al ESE de la anterior (fig. 1).

Afloran aquí los sedimentos correspondientes al Diamantino Inferior y Diamantino Medio y al Grupo de Candeleros de los Estratos con Dinosaurios. Los buzamientos son suaves, no sobrepasando los 8°, salvo en los lugares donde existen fuertes entrecruzamientos. Se definieron cuatro horizontes mineralizados denominados I, II, III y IV,

para los cuales son válidas las consideraciones efectuadas sobre los niveles de “Mariquena”.

El Horizonte I está desarrollado en “María Teresa” solamente, dentro del Diamantino Inferior, cubriendo una superficie aproximada de 2 km². Los otros horizontes han sido aquí suprimidos por la erosión, que también ha eliminado buena parte de las lentes dispersas en esta área.

El sector mineralizado en “María Teresa” ocupa una faja orientada de NNW a SSE, de unos 2.500 m, que termina a la altura del cierre del sinclinal del cerro Mesa. Dentro del mismo los sedimentos ofrecen fuerte entrecruzamiento en algunos lugares. En las 328 lentes relevadas se registraron diámetros de hasta 4 m con potencias máximas —al centro del cuerpo— de 0,30 m.

Sobre este sector se han efectuado numerosas labores de destape con el objeto de conocer sus características esenciales, como así también el rendimiento promedio de las lentes, ya que la estimación de reservas es muy difícil por el carácter esporádico de la mineralización.

El uranio, identificado como carnotita ($K_2O \cdot 2UO_3 \cdot V_2O_5 \cdot 3H_2O$), se encuentra asociado con limonita, hematita y materia carbonosa en especial. Los lugares con abundancia de estas sustancias han acusado invariablemente los más altos índices de radiactividad. Cuando la proporción de limonita pardo-rojiza es elevada, aumenta notablemente la asociación con minerales amarillos de vanadio y cobre.

Los Horizontes II, III y IV están desarrollados dentro del yacimiento “Palo Quemado”, en sedimentos fluviales del Diamantino Medio.

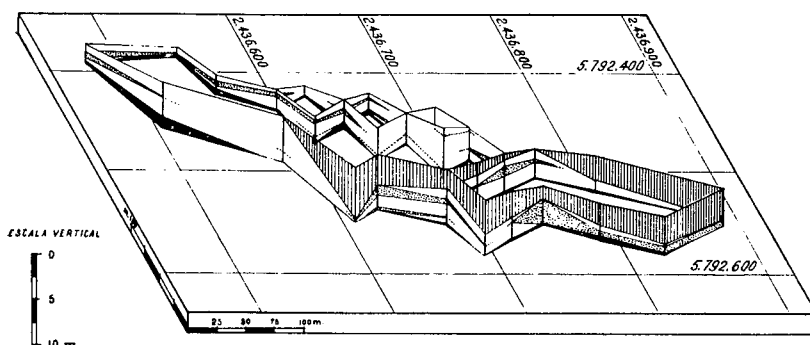
El Horizonte II se encuentra en el extremo NE del yacimiento, aflorando el mineral en una angosta faja de unos 400 m de longitud. Es menos productivo que el Horizonte I y las características son las mismas que en éste. Los sedimentos portadores presentan entrecruzamiento y la asociación mineralógica está constituida por hierro, cobre, vanadio, uranio y materia carbonosa. Se estima que está separado del Horizonte I por 26 m de roca estéril.

El Horizonte III carece de importancia y se reduce prácticamente a un punto mineralizado, ubicado a 350 m al O del anterior.

El más rico de los sectores mineralizados de “Palo Quemado” está constituido por el Horizonte IV. Sobre una franja de 2.000 m de longitud y 10 a 60 m de ancho, orientada de WNW a ESE, afloran numerosas lentes que dieron lugar al descubrimiento del criadero. Dentro de esta faja, el sector de mayor interés —denominado Sector

3— cubre un área de 4,5 hectáreas que fue objeto de exploración. El banco mineralizado ha sido aquí también intensamente erosionado teniendo un espesor variable. En la asociación mineralógica se destaca el incremento del cobre y vanadio y la disminución del hierro, fenómeno observable a simple vista por la coloración verdosa de los afloramientos en contraste con la pardo-rojiza que prevalece en los otros horizontes, especialmente en el Horizonte I (“María Teresa”).

La mayor riqueza del Horizonte IV ha despertado desde el primer momento un interés especial, realizándose sobre él trabajos de detalle. Previo a la apertura de labores se ejecutó un relevamiento radimé-



REFERENCIAS

 Gravaca hematítica	 Complejo arenoso-arcilloso
 " calcárea	 Limolita parda

Fig. 3—Perspectiva isométrica. Mina Palo Quemado —

trico con medición de valores cada 20 m —sobre una red octogonal— con el objeto de obtener las curvas isoradio que orientaran sobre los sectores más mineralizados. Se tomaron así 835 valores radimétricos en base a los cuales se dividió el área en seis sectores, de los cuales resultó el más importante el Sector 3 ya mencionado. A fin de investigar el comportamiento hacia profundidad se cumplió un plan de exploración en dicho sector, consistente en la apertura de 30 piques con un desarrollo máximo de 6 m cada uno. Se totalizaron así 118,25 m de avance, sobre los cuales se efectuaron perfiles detallados y se extrajeron muestras para investigaciones petrográficas, mineralógicas y analíticas.

Estas labores permitieron en primer lugar corroborar la discontinuidad de la mineralización en el sentido vertical y su poca difusión

horizontal. También, la falta de niveles definidos como consecuencia de la extrema irregularidad de la estratificación, y por último la reducida importancia de los cuerpos descubiertos.

En base a los perfiles detallados de los piques se efectuó la correlación estratigráfica representada en la figura 3, en la que, por exigencias de la escala, hubo que eliminar ciertos detalles.

El techo del banco explorado está constituido por la grauvaca hematítica rojiza, de grano fino a mediano y con cemento bastante calcáreo. La estructura es siempre entrecruzada y la roca es estéril. Por debajo de ella se encuentra la grauvaca de cemento calcáreo, gris clara (rosada en superficie), con las mismas características de la anterior, que presenta los mayores espesores y una estratificación más regular.

Dentro de la grauvaca gris clara está incluido un complejo arenarilloso, en cuerpos claramente lenticulares, de dimensiones muy variables y dispuestos en diversos niveles muy difíciles de correlacionar. Su característica fundamental está dada por la fuerte impregnación con óxido de hierro de la fracción arenosa, en forma de numerosas manchas de 1 a 2 mm de diámetro. Es ésta, sin duda, la misma grauvaca gris mencionada, algo menos consolidada, que sirve de cemento a los clastos de limolita generalmente verdosa. Estos clastos son de forma muy irregular y de tamaño variable que llega a sobrepasar el centímetro.

La base del banco está dada por limolita pardo-rojiza. La limolita ofrece sólo diferencias en su coloración. En los perfiles originales se marcaron delgadas capas de limolita verdosa, que se presenta también casi sin excepción en las grauvacas y el complejo en forma de "clay galls", de dimensiones variables y distribución irregular. La diferencia de coloración podría deberse simplemente a un proceso de reducción, pues cuando está incluida dentro de la grauvaca hematítica adquiere la coloración de ésta.

La escala usada no ha permitido representar las concreciones calcáreas, ni las intercalaciones yesíferas, ni la grauvaca con impregnaciones de óxido de hierro. Esta última forma, dentro de la gris clara, cuerpos lenticulares que están siempre incluyendo al complejo o en contacto con él. La impregnación se debe, posiblemente, a la transformación en óxidos e hidróxidos del sulfato ferroso transportado, que al ser oxidado pasa a hematita o magnetita, según la intensidad del fenó-

meno. También es aceptable que tales óxidos se hayan formado a partir del bicarbonato por la acción de bacterias.

La intensidad del entrecruzamiento es variable dentro del sector. En general es mayor en la grauvaca hematítica, disminuyendo hacia abajo hasta constituir capas con estratificación regular y maciza.

La mineralización está relacionada directamente con el complejo, dentro de cuyo espesor se presenta con potencias reducidas, en forma de impregnación de la fracción arenosa o recubriendo los clastos de limolita. Los cuerpos son aproximadamente lenticulares y no se observa en su distribución una secuencia determinada. La potencia —al centro de la lente— fluctúa entre 0,02 y 0,20 m, llegando en un solo caso a 0,40 m (Pique 14). El diámetro máximo se estima en 5 m, con excepción de la labor citada donde la difusión lateral de la impregnación llegaría a 65 m.

El único mineral radiactivo identificado es la carnotita, acompañada frecuentemente por abundante volborthita ($\text{VO}_4 \cdot \text{OH} \cdot \text{Ca} \cdot \text{Cu}$), minerales secundarios de cobre y óxidos de hierro y manganeso. En todos los casos la carnotita está relacionada con materia carbonosa.

Del análisis de la figura 3 surge que el espesor de la grauvaca hematítica aumenta gradualmente hacia el S y el E, lo que trae aparejado el acuñamiento de la roca portadora contra la limolita pardo-rojiza. Hacia el N y el W la erosión ha eliminado los sedimentos, y se tiene en cuenta que hacia el SW los piques no llegaron a la base del banco, solamente en esta dirección existe la posibilidad de que se localicen otros cuerpos antes de su estrangulamiento total.

Las leyes surgidas del análisis químico indican una disminución del porcentaje de uranio hacia el NW, con un incremento paralelo de los tenores de cobre. En las labores extremas sobre tal dirección se registra ya la presencia de cobre sin radiactividad. Sobre el rumbo opuesto, en cambio —pero ya en los sectores 1 y 2— ocurre el fenómeno inverso, pero con una apreciable disminución de lentes.

La relación uranio-vanadio y uranio-cobre es aproximadamente de 1:10 y las leyes y reservas calculadas para el sector son las siguientes:

	Ley media	Fino contenido
U_3O_8	2,6 ‰	1,5 t.
V_2O_5	19,7 ‰	11,6 t.
Cu.....	18,7 ‰	11,05 t.

“*Ramblón de la Vidriera*”. — Se encuentra esta manifestación 3.000 m al SE de “Palo Quemado”, en sedimentos del Diamantino que buzan

levemente al SW. La zona revisada cubre una superficie de 30 hectáreas y dentro de ella se localizaron dos sectores mineralizados, correspondientes a sendas cuevas donde aún no se ha erosionado completamente el Diamantino Medio.

El llamado Cuerpo I, al W, presenta las mejores perspectivas por encontrarse allí el mayor espesor de sedimentos. Aflora en el lugar un banco de grauvaca gris clara de unos 3 m de espesor —término de transición entre el Diamantino Inferior y el Diamantino Medio— en cuya base existen frecuentes lentes mineralizadas. De éstas se reconocen dos tipos. En el primero la grauvaca está impregnada con minerales secundarios de cobre, vanadio y uranio, acompañados por materia carbonosa. La máxima potencia medida fue de 0,85 m, pero es normal que no sobrepase los 0,20 m. En el segundo tipo la mineralización está relacionada con intercalaciones limo arcillosas, donde las lentes miden hasta 1,50 de diámetro y 0,23 m de potencia.

Separado por una hondonada y a 450 m al SW se encuentra el Cuerpo 2. La mineralización está prácticamente reducida a un sector de 160 m de largo por 80 m de ancho, en el cual la carnotita se reconoce como finas películas terrosas revistiendo grietas y también dentro de nódulos de material arcilloso. Está asociada principalmente con vanadio.

Además de las áreas mineralizadas se han delimitado en ambos cuerpos fajas de débil radiactividad, en las cuales se registra un leve, pero constante aumento en el valor del fondo cósmico.

“*Cerro de la Arena*”. — Es la más austral de las manifestaciones que aquí se describen y la de menor importancia económica.

Se encuentra en línea recta a 2,5 km al S del cerro Candelero.

Afloran los mismos elementos litológicos que en “Ramblón de la Vidriera” alojándose estratigráficamente la mineralización en el mismo nivel. La estratificación es fina, con leve entrecruzamiento en algunos sectores. En la grauvaca gris clara que asoma a lo largo de 350 m, se descubren pequeñas impregnaciones de carbonato de cobre acompañadas por mineral radiactivo, en algunos casos. Las labores de reconocimiento abiertas, demostraron la existencia de pequeños cuerpos lenticulares sin importancia económica, el mayor de los cuales tiene 8 m de diámetro y 0,15 m de potencia.

La grauvaca gris clara y el complejo —que alojan la mineralización— presentan las ya mencionadas impregnaciones de óxido de hierro y también de óxido de manganeso. Macroscópicamente se pueden dis-

tinguir: carnotita, tyuyamunita, volborthita y los secundarios de cobre, todos ellos diseminados en los planos de estratificación y de diaclasas, predominando los minerales de cobre y de vanadio sobre los de uranio.

Sólo en una labor del sector S se encontró calcosina, en pequeños nódulos que presentan el característico halo de alteración. La materia carbonosa está generalmente en cantidad muy reducida.

Consideraciones sobre génesis. — Si bien no se cuenta hasta la fecha con datos precisos sobre la génesis de los depósitos descriptos, la simplicidad de su estructura y de la asociación mineralógica, unidas a las relaciones con los sedimentos fluviales y con la materia carbonosa, autorizan a pensar que se trata de concentraciones secundarias que han tenido origen en una fuente de aporte todavía no determinada. El uranio, depositado en forma de óxido, habría sido alterado en compuestos de uranilo solubles en las aguas frías circulantes, las que, cumpliendo su función de transporte, en su última etapa fueron canalizadas por los sedimentos fluviales a zonas restringidas. Allí, la materia carbonosa presente habría producido la reducción y precipitación al estado de ion uranoso.

BIBLIOGRAFIA

1. DAVIDS, N. C. (1958). *Manifestación nuclear « Ramblón de la Vidriera », Depto. Añelo, Provincia de Neuquén*, Com. Nac. de Energía Atómica (Secc. Centro Sur), Neuquén, Inédito.
2. — (1959). *Manifestación nuclear « Cerro de la Arena », Depto. Añelo, Provincia de Neuquén*, Com. Nac. de Energía Atómica (Secc. Centro Sur), Neuquén, Inédito.
3. — (1959). *La Exploración del Sector 3 del Yacimiento « Palo Quemado », Depto. Añelo, Provincia de Neuquén. Consideraciones preliminares*, Com. Nac. de Energía Atómica (Secc. Centro Sur), Neuquén, Inédito.
4. — (1959). *Conclusiones sobre la Exploración del Sector 3, Yacimiento « Palo Quemado », Depto. Añelo, Provincia de Neuquén. Informe final*, Com. Nac. de Energía Atómica (Secc. Centro Sur), Neuquén, Inédito.
5. MORENO, E. G. (1958). *Informe sobre las manifestaciones radiactivas de « María Teresa », Depto. Añelo, Provincia de Neuquén*, Com. Nac. de Energía Atómica (Secc. Centro Sur), Neuquén, Inédito.
6. POZZO, A. (1957). *Manifestaciones nucleares de Aguada de « Palo Quemado »*. *Informe preliminar*, Com. Nac. de Energía Atómica (Secc. Centro Sur), Neuquén, Inédito.
7. REGAIRAZ, A. C. y POZZO, A. (1958). *Manifestaciones uraníferas en la zona de Chihuido del Medio, Provincia de Neuquén*, Com. Nac. de Energía Atómica (Secc. Centro Sur), Neuquén, Inédito.

8. — (1958). *Contribución al conocimiento de las manifestaciones uraníferas de « María Teresa » y del Yacimiento de « Palo Quemado », Chihuido del Medio, Provincia de Neuquén. Plan de Exploración. Sugerencias para su explotación*, Com. Nac. de Energía Atómica (Secc. Centro Sur), Neuquén, Inédito.
9. REYBET, H. R. (1958). *Manifestación nuclear « Mariquena », Depto. Añelo, Provincia de Neuquén*, Com. Nac. de Energía Atómica (Secc. Centro Sur), Neuquén, Inédito.