

05.70.32

PANEL PROCEEDINGS SERIES

| | |
|-----------------------|-------------|
| C.N.E.A. Biblioteca | |
| ARCHIVO PUBLICACIONES | |
| NO 1 | AÑO 1970 |

URANIUM EXPLORATION GEOLOGY

PROCEEDINGS OF A PANEL ON
URANIUM EXPLORATION GEOLOGY
HELD IN VIENNA
13 - 17 APRIL 1970

Comisión Nacional de Energía Atómica
BIBLIOTECA

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY
VIENNA, 1970

CONCEPTOS GEOESTRUCTURALES GENERALES SOBRE LA DISTRIBUCION DE LOS YACIMIENTOS URANIFEROS CON CONTROL SEDIMENTARIO EN LA ARGENTINA Y POSIBLE APLICACION DE LOS MISMOS EN EL RESTO DE SUDAMERICA

P. N. STIPANIC
Comisión Nacional de Energía Atómica,
Buenos Aires, Argentina

Abstract — Resumen

GENERAL GEOSTRUCTURAL CONSIDERATIONS CONCERNING THE DISTRIBUTION OF URANIUM DEPOSITS WITH SEDIMENTARY CONTROL IN ARGENTINA AND THEIR APPLICATION IN THE REST OF SOUTH AMERICA

From the experience gained within Argentine territory, it would seem that many of the principal uranium deposits of the stratiform type contained in sedimentary rocks are very closely linked with the presence, in their vicinity, of large peneplained areas in which fertile rocks outcrop.

The genesis of these deposits must in principle have entailed (apart from fulfilment of the conditions necessary for the host rock to permit uranium concentration, precipitation, and so on) leaching of the uranium, starting in the source areas; these areas are in fact the peneplains referred to above, after exposure to degradation, weathering, and so on, for lengthy periods.

Since some of the geological events playing a part in the above-mentioned geomorphological configurations are common to the whole of South America — which is also true in certain instances of the composition of the terrain — it is felt that the Argentine experience could be extrapolated beyond the geographical bounds of the country and be applied in prospecting for uranium-bearing deposits in other parts of the continent.

In this connection, and after selection of sedimentary formations with characteristics such as to make them favourable hosts, it is suggested that a regional analysis be made to ascertain the presence of neighbouring peneplains that have been clearly defined at any particular stage of their geological history.

On the basis of the existing data on uranium deposits in Argentine territory, the most important formations could be those arising late in the Pre-Cambrian, Middle Devonian, Middle Permian, end of the Triassic and beginning of the Tertiary periods. However, one should not disregard other diastrophic stages, such as those which either locally or regionally may have been highly active, thereby permitting development of extensive peneplain areas.

CONCEPTOS GEOESTRUCTURALES GENERALES SOBRE LA DISTRIBUCION DE LOS YACIMIENTOS URANIFEROS CON CONTROL SEDIMENTARIO EN LA ARGENTINA Y POSIBLE APLICACION DE LOS MISMOS EN EL RESTO DE SUDAMERICA.

De acuerdo con la experiencia recogida en el territorio argentino, muchos de sus principales depósitos uraníferos del tipo estratiforme y contenidos en rocas sedimentarias, parecen mostrar muy estrechas vinculaciones con la presencia en las cercanías de los mismos de grandes superficies peneplanizadas, en las cuales afloran rocas fértiles.

En la génesis de estos yacimientos, además de cumplirse las condiciones necesarias de la roca huésped para permitir la concentración, precipitación, etc. del uranio, debe haber intervenido en principio la lixiviación del mismo, a partir de las áreas de aporte, que son justamente las extensas peneplanicies antes citadas, expuestas a la degradación, meteorización, etc., durante largos periodos.

Como varios de los eventos geológicos que participaron en dichas configuraciones geomorfológicas son comunes para toda Sudamérica, como así también resulta en algunos casos la propia composición de los terrenos, se estima que la experiencia argentina podría extrapolarse fuera de sus límites geográficos y resultar útil en la búsqueda de yacimientos uraníferos en otros países de ese continente.

En tal sentido, y previa la selección de aquellas formaciones sedimentarias que por sus características podrían resultar rocas huéspedes favorables, se sugiere el análisis regional sobre la presencia de peneplanicies vecinas bien definidas en cualquier etapa de la historia geológica.

A estar con los datos del territorio argentino, y en relación con los yacimientos uraníferos, las más importantes podrían resultar las entalladas a fines del Precámbrico, en el Devónico medio, en el Pérmico medio, al término del Triásico y a principios del Terciario. No deben descartarse, sin embargo, otras etapas diastóricas, las que local o regionalmente pudieron actuar con intensidad, permitiendo el labrado de extensas superficies peneplanizadas.

I. INTRODUCCION

Desde el momento en que el uranio comenzó a adquirir importancia económica en el campo de la minería mundial, se encararon numerosas investigaciones de carácter mineralógico y geológico tendientes a explicar la génesis de sus yacimientos y a tratar de poner en evidencia aquellos factores que concurren al control de su mineralización.

Gran parte de los depósitos uraníferos del tipo "vetiforme" encontraron fácil encuadre en los conceptos vigentes desde hace tiempo sobre los yacimientos de carácter endógeno y lo mismo puede decirse con respecto a las acumulaciones pegmatíticas. En cambio, el problema resultó más complejo para el caso de aquellas acumulaciones que no sólo estaban contenidas en rocas sedimentarias sino que a la vez mostraban evidentes relaciones con la estratificación, con coexistencia en ciertos casos de factores llamados "estructurales", aunque muchas veces estos últimos pertenecían en esencia a los anteriores.

El hecho de que las mayores reservas mundiales de uranio (actualmente aprovechables desde el punto de vista económico) pertenezcan al tipo de depósitos recién citados, hizo que numerosos mineralogistas y geólogos prestaran especial atención a los aspectos genéticos de los mismos.

Es bien conocido al respecto la evolución conceptual que en el transcurso de las tres décadas anteriores se registró sobre el tema, pasándose de una tendencia en principio endógena hidrotermalista, a las posturas que hoy tienen vigencia y que sostienen un origen exógeno para estas concentraciones uraníferas, con intervención de fenómenos de lixiviación inicial, con posterior concentración, precipitación o fijación.

Gran parte de las investigaciones que se cumplieron sobre el tema fueron dadas a conocer en distintas publicaciones de gran divulgación y en particular en las Actas de las Conferencias Internacionales sobre la Utilización de la Energía Atómica con Fines Pacíficos (1955, 1958), en el XXI Congreso Geológico Internacional (1960), en trabajos del U.S. Geological Survey, en el Simposio de 1963, editado por el State Bureau of Mines and Mineral Resources de Nueva Mexico

(Mem. 15), etc. Por ello, no se estima necesario ocuparse de estos aspectos, los que ya fueron tratados in extenso en dichas contribuciones.

En la Argentina, la evolución de los conceptos genéticos sobre los yacimientos uraníferos contenidos en rocas sedimentarias siguió el mismo proceso que antes se señalara, como se desprende de los trabajos de Angelelli (1956, 1958), Linares (1956, 1968), Stipanovic et al. (1962 a, 1962 b, 1968 a), Yrigoyen (1958), etc.

La experiencia en ese país, como es obvio, no puede apartarse en mucho de la mundial y la presente contribución sólo tiene como objetivo fundamental el hacer conocer la misma, adquirida en quince años de trabajos exploratorios, cumplidos sobre centenares de manifestaciones de muy disímil tipo, y en un territorio de casi 3 000 000 km², de los cuales 1 400 000 ofrecen condiciones geológicas favorables como para albergar yacimientos uraníferos.

El hecho de que varios de los ambientes geoestructurales de la Argentina en los cuales se localizan las acumulaciones de uranio sean comunes con otros países vecinos, a la vez que una serie de eventos geológicos que con los que aquellas se relacionan tengan vigencia continental, abren la posibilidad de que la experiencia adquirida en la nación citada pueda resultar útil o extensible al resto de Sudamérica, siendo éste el objetivo principal del presente artículo.

A la fecha y podría decirse que casi sin ninguna excepción, los geólogos locales que se ocupan del problema admiten que todos los depósitos uraníferos estratiformes tienen un origen exógeno, el que puede responder en líneas generales a los principios bien conocidos y enunciados por varios autores (Katayama, 1960; Nininger et al. 1960, 1965; Noble, 1960; Page, 1960; etc.), los que resumió Stipanovic et al. (1962 b).

Dejando de lado algunos depósitos uraníferos de baja ley contenidos en lutitas o esquistos y de posible origen singénico, los antecedentes recogidos en la República Argentina sobre las acumulaciones epigenéticas con interés económico permiten destacar ciertos aspectos fundamentales, los que en parte ya se enunciaron en otros trabajos (Stipanovic et al., 1962 b, 1968 a):

1° Ninguna de las numerosas acumulaciones uraníferas estratiformes presentan vinculaciones con procesos hidrotermales. Aun en aquellas en las que se registraba una aparente vin

culación genética con otras mineralizaciones del tipo endógeno (sulfuros de cobre y de hierro), pudo evidenciarse, por investigaciones mineralógicas y de geología isotópica, que el origen del uranio era independiente y de carácter exógeno (Brodtkorb, 1966; Linares, 1966, 1968).

- 2° Las acumulaciones de mayor volumen e interés se localizan en sedimentos continentales, transicionales o a lo sumo, costaneros (Stipanivic et al., 1962 a, 1962 b, 1968 a).
- 3° Los distritos uraníferos mayores se ubican dentro ó en los bordes de áreas en las cuales en algún momento de su pasado geológico se registraron extensas superficies de peneplanización.
- 4° La composición de los terrenos en que fueron entalladas estas peneplanicies es variable, lo mismo que la edad de las rocas constitutivas.

Las principales acumulaciones de uranio se vinculan, sin embargo, con la presencia más o menos próxima de peneplanicies en las que participan magmatitas de tipo ácido o mesosilícico, predominando los granitos, tonalitas, granodioritas, pórfiros cuarcíferos y porfiritas, estos dos últimos acompañados frecuentemente por sus tobas cosanguíneas.

- 5° De acuerdo con la historia geológica del territorio argentino, se registran varias etapas diastróficas muy importantes, capaces de haber producido fuertes discordancias y extensas superficies de peneplanización sobre los terrenos afectados.
- 6° Se interpreta que estas amplias superficies constituyen el área de aporte principal del uranio, el que fué lixiviado de las rocas magmáticas aflorantes por las aguas superficiales (cargadas de gases o iones extractantes), las que aprovecharon el estado de alteración de la peneplanicie, expuesta durante largos períodos a la acción de los agentes meteorizantes o degradantes, los que inclusive favorecieron la solubilización del uranio primario, tetravalente, al pasarlo por oxidación a la forma exavalente (uranilo).
- 7° Como es obvio, las acumulaciones uraníferas estratiformes que se vinculan con las zonas de aporte peneplanizadas, tienen lugar cuando en el sedimento huésped se cumplen ciertas condiciones de acuerdo con lo expresado por varios autores (porosidad y permeabilidad adecuadas; pre-

sencia de materia orgánica o de arcillas adsorbentes; cambios de gradiente de presión en los fluidos circulantes, precipitación por interferencia iónica, etc.).

II. EJEMPLOS PRINCIPALES

A los efectos ilustrativos, se citarán algunos de los e
jemplos más importantes, correspondientes a los distritos u-
raníferos principales de la Argentina. Parcialmente, varios
de los conceptos que ahora se destacan ya habían sido señala-
dos en un trabajo anterior (Stipanovic et al. 1968 a).

II.1. DISTRITO TONCO-AMBLAYO (Provincia de Salta)

Numerosos cuerpos uraníferos de variado volumen (entre
centenares y miles de toneladas de U_3O_8 contenido, con leyes
comprendidas entre 0,05 y 0,2% U_3O_8), se alojan en niveles ar-
cillosos, limosos, arenosos o calcáreos arenosos del "Sistema
de Salta", neocretácico, repartiéndose en una superficie de
100 km de largo por 50 km de ancho (Stipanovic et al. 1962 a,
1962 b, 1968 a).

En el distrito uranífero, el "Sistema de Salta" se inte-
gra con una secuencia de areniscas, conglomerados, margas, lu-
titas y calcáreos, de más de 1000 metros de espesor, deposita-
da en los bordes de una gran cuenca, la que se extiende hacia
Bolivia y Perú, donde hay participación de régimen marino. En
Tonco-Amblayo, en cambio, predominan los términos continentales
y transicionales (Op.cit.).

El piso de esta cuenca, en su borde occidental, está
constituido en esencia por potentes esquistos muy poco meta-
mórficos, los que son intruidos por cuerpos graníticos, que
acusan un alto contenido de uranio y son portadores de peg-
matitas uraníferas (Op.cit.).

Los esquistos y las plutonitas, de edad precámbrica,
constituyen el basamento del ambiente geológico del distri-
to uranífero ("Andes orientales" o "Cordillera oriental") y
luego se extienden con mucha amplitud, por más de 150 km ha-
cia el oeste (ambiente de La Puna).

Todas estas rocas antecámbricas sufrieron fuerte ero-
sión y en distintas etapas de la historia geológica presenta-
ron amplísimas superficies peneplanizadas. La actual ausen-
cia o escasez de cobertura por otras formaciones bien data-
das hace difícil precisar los momentos en que tuvieron lugar
las fases principales de arrasamiento, pero de cualquier ma-

nera, se sabe que una de ellas, muy conspicua, tuvo lugar entre el Precámbrico y el Cámbrico. Otras se registran en el Devónico medio, Pérmico medio, Triásico más alto y Terciario inferior.

Para el caso particular del distrito Tonco-Amblayo, hay una serie de evidencias que hablan en favor de que la mineralización uranífera es epigenética con respecto a los sedimentos portantes, por lo que la misma resultaría muy posiblemente terciaria, dada la edad de estos últimos, neocretácicos.

De esta manera, la superficie peneplanizada que más debe haber contribuido al aporte del uranio es aquella que se entalló a partir de la actuación del primer movimiento del Ciclo Diastrófico Andino de Groeber (1929, etc.), la que tuvo lugar en el Terciario inferior. No debe descartarse tampoco la intervención de superficies más recientes, producidas por fases posteriores, las que en conjunto dejaron al descubierto las amplias áreas precámbricas con esquistos y granitos con alto contenido en uranio y pegmatitas uraníferas.

Recientemente, algunos geólogos han pensado en la posibilidad del origen singenético de estos depósitos (vide Stipanovic et al., 1968 a), estimando que el uranio estaba confinado en principio a los delgados bancos arcillosos de la secuencia neocretácica, y que luego el mismo se redistribuyó hacia los niveles arenosos, oxidándose. En caso de que esta hipótesis se confirmara, la mineralización del Tonco-Amblayo tendría una edad neocretácica y el uranio debió ser extraído de una peneplanicie entallada en tiempos anteriores, tal vez en el Intersenoniano, ya que esta fase diastrófica tuvo gran repercusión en casi toda Sudamérica.

II.2. DISTRITO PUNILLA (Provincia de Córdoba)

Un complejo sedimentario, de edad eocénica inferior, de carácter continental y compuesto por areniscas limosas, limos arcillosos y arenosos, con alto contenido en carbonato de calcio, se apoya en discordancia sobre un basamento cristalino, en el que predominan los granitos y granodioritas, las que intruyen a las rocas metamórficas de caja. Los granitos presentan un contenido anómalo en uranio (6 a 9 p.p.m.) y son portadores de numerosas pegmatitas uraníferas (Linares y Timonieri, 1960; Stipanovic et al., 1962 a, 1962 b, 1968 a).

Los sedimentos eocénicos, de 150 m de potencia, encierran niveles con mineralización uranífera, de 1 a 5 m de es-

pesor, la que fué certificada a lo largo de más de 20 km (Op. cit.)

El basamento cristalino, que integra el ambiente geoes tructural de las Sierras Pampeanas, donde se enclava el distrito uranífero, fué considerado como precámbrico, pero en realidad está constituido por magmatitas y metamorfitas de distintas edades, en general paleozoicas (Stipanovic y Linares, 1969). El mismo sufrió una fortísima peneplanización en el Terciario inferior (Lencinas y Timonieri, 1968), la que aún perdura hasta la fecha, inclusive en los bloques elevados de la sierra.

Varios elementos de juicio hablan actualmente en favor del origen epigenético de los depósitos uraníferos del valle de Punilla, los que por otra parte tuvieron su origen en tiempos anteriores a la etapa de gran factuación en bloques de la montaña, ocurrida al término del Terciario.

La mineralización, por ende, debió ocurrir entre el Terciario medio y parte del superior, interpretándose que el uranio provino de la lixiviación de las extensas peneplanicies labradas en el Terciario inferior, y que se desarrollan hacia el oeste del valle de Punilla, cubriendo superficies de miles de kilómetros cuadrados.

De admitirse el singenetismo de los yacimientos, la mecánica del proceso no cambia y respondería a las mismas normas.

II.3. DISTRITO SIERRA PINTADA (Provincia de Mendoza)

Dentro de una secuencia de areniscas gruesas, en parte conglomerádicas, muy entrecruzadas, de edad pérmica, se localizan numerosos cuerpos uraníferos de reciente descubrimiento y de gran potencial.

Los sedimentos pérmicos pueden apoyarse sobre areniscas eocarbónicas o sobre porfiritas y pórfiros de variada edad, por lo general también carbónicos, los que en muchos casos acusan una elevada radiactividad.

Todas estas magmatitas sufrieron los efectos de peneplanización en varias etapas, de las cuales se destacan la ocurrida en el Pérmico medio, al final del Triásico y las del Terciario. Justamente estas últimas perduran en la actualidad y rodean extensamente a las rocas portantes de la mineralización, la cual, por su parte, es anterior a la fracturación en bloques de la sierra, producida a fines del Terciario (Groeber, 1929, etc.).

Existe alguna posibilidad de que el uranio del distrito provenga en parte de las peneplanicies del Triásico superior, pero resulta mucho mas verosímil el admitir su origen desde aquellas amplias superficies labradas en el Terciario, de miles de km².

II.4. DISTRITO MALARGÜE (Provincia de Mendoza)

Los yacimientos uraníferos de este distrito están contenidos en areniscas y conglomerados de edad neocretácica, los que corresponden a la etapa final de un ciclo de depositación cumplido en el geosinclinal mesozoico. Los sedimentos que albergan los depósitos mineralizados ya son de carácter continental (Groeber, 1929, 1953; Linares, 1956; Stipanagic et al., 1962 a, 1962 b, 1968 a; Yrigoyen, 1958).

Manifestaciones uraníferas similares, alojadas en la misma formación portante, se extienden hacia el sur, a lo largo de más de 200 km, dando lugar al distrito Chihuido del Medio, en Neuquén (Del Vo y Davids, 1962; Stipanagic et al., 1962 a, 1962 b).

El paquete de clásticos que incluye la mineralización integra un gran ciclo sedimentario, el Andino (Jurásico - Eo-Mesocretácico), de varios miles de metros de potencia, el que se apoya en discordancia sobre rocas de variado carácter, dominando hacia el oeste las porfiritas y pórfiros (con sus tobas cosanguíneas), en esencia de edad triásica, y al este magmatitas de la misma composición, pero más antiguas (las mismas que las del distrito Sierra Pintada).

Estas rocas cristalinas, que sirvieron de basamento a la cuenca jurásica-cretácica, volvieron a ser expuestas nuevamente en superficie, siendo además peneplanizadas en algunas ocasiones y en especial en el Terciario inferior (Groeber, 1929).

La uraninita del distrito (de Mina Huemul), acusó una antigüedad de 29 m.a., la que la coloca en tiempos oligocénicos, a la vez que los cuerpos uraníferos aparecen afectados por intrusiones de andesitas del Oligoceno alto. La mineralización resulta entonces no sólo oligocénica en líneas generales, sino también vinculada con la lixiviación de la peneplanicie eoterciaria.

En los depósitos del distrito Malargüe - Chihuido del Medio, es frecuente la asociación uranio-sulfuros de cobre, por lo que en principio se pensó en un origen común hidrotermal para ambas acumulaciones (Linares, 1956; Yrigoyen, 1958).

Sin embargo estudios mineralógicos practicados sobre más de 500 muestras evidencian que no existe relación entre la mineralización del uranio y la del cobre (Brodtkorb, 1968), hecho que además se vió confirmado por trabajos de geología isotópica, los que demuestran que la primera es de carácter exógeno (Linares, 1966, 1968) y que la segunda en cambio, parece vincularse con procesos magmáticos (Op.cit.).

II.5. CHUBUT

Se conocen numerosas manifestaciones uraníferas que se alojan en sedimentos continentales meso-neo-cretácicos y otras que lo hacen en tobas jurásicas. Todas ellas aparecen bordeando por el sur y suroeste al gran "Macizo" Norpatagónico, cuyo basamento se integra con extensos cuerpos graníticos, tonalíticos y granodioríticos y por pórfiros y porfiritas (Stipanovic et al., 1962 a, 1962 b, 1968 a, 1968 b).

Las plutonitas citadas son en esencia de edad neopérmica y las intrusivas y efusivas dominan en el Triásico medio-inferior (Stipanovic, 1967; Stipanovic et al., 1968 b).

Todas estas rocas sufrieron una peneplanización al término del Triásico y sobre esta superficie se apoyaron las formaciones jurásicas y cretácicas.

El área completa del "Macizo" constituye a la fecha una extensa región de escaso relieve, el que fué entallado a partir de una peneplanicie labrada en tiempos eocenarios (Groeber, 1929).

También en este caso, las manifestaciones uraníferas se alojan en las proximidades de estas amplias áreas de aporte, sometidas desde hace tiempo a la meteorización. El proceso mineralizante resulta entonces de muy verosímil edad mesoterciaria-neoterciaria, pues es anterior a la elevación en bloques de la zona, producida al final del Plioceno (Groeber, 1929).

II.6. PRECORDILLERA DE MENDOZA, SAN JUAN Y LA RIOJA.

Constituye un ambiente geoestructural muy complejo, tanto por su composición geológica como por su afectación tectónica (Braccioni, 1946). En el mismo se localizan varios depósitos uraníferos epigenéticos de distinto carácter y dimensiones por lo general reducidas, los que se reparten a lo largo de más de 300 km, en sentido norte-sur. Estas manifestaciones se alojan en sedimentos de variada edad y así, en Guandacol. (sur de La Rioja) y norte de San Juan, lo hacen en areniscas

permo-carbónicas, mostrando estrecha vinculación con la presencia de troncos y restos carbonizados; en otro sector de Guandacol, se relacionan con fracturas y cambios físicos de calizas ordovícicas; en Patquía (La Rioja), aparecen en sedimentos continentales triásicos, etc. (Stipanícic et al., 1962 a, 1962 b, 1968 a).

La complejidad de este ambiente geoestructural hace difícil establecer las posibles vinculaciones entre las manifestaciones uraníferas contenidas en rocas sedimentarias y del tipo estratiforme con la presencia o actuación de ciertos eventos geológicos mayores.

Al respecto, y de acuerdo a los conocimientos del área en cuestión, se sabe que las principales fases diastróficas que produjeron fuertes discordancias y marcadas etapas de peneplanización, actuaron en el Devónico medio, Pérmico medio, Triásico más alto y Terciario inferior (Braccacini, 1946; etc.).

Las uraninitas del distrito Guandacol, que no muestran ninguna vinculación hidrotermal (minas Sonia, La Marthita, etc.) ofrecen edades absolutas que oscilan entre 225 ± 5 y 270 ± 5 m.a., obtenidas por métodos radimétricos (Stipanícic y Linares, 1969), por lo que el proceso mineralizante parece ubicarse alrededor de los 250 m.a., es decir en tiempos del Pérmico superior.

Al respecto, se destaca que en el ambiente de la Pre-cordillera argentina, la fase Appalachian, actuante en el Pérmico medio, lo hizo con mucha intensidad, provocando fuertes plegamientos con una etapa posterior de peneplanización.

Se abre así una posibilidad que el uranio de Guandacol provenga de la lixiviación de esta área de aporte fértil.

Para el caso de Patquía, la mineralización es pos-neotriásica, por lo que no sería extraño que la misma se relacione con la peneplanicie entallada en tiempos del Terciario inferior.

III. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo con la experiencia recogida en el territorio argentino, muchos de sus principales depósitos uraníferos del tipo estratiforme y contenidos en rocas sedimentarias, parecen mostrar muy estrechas vinculaciones con la presencia en las cercanías de los mismos de grandes superficies peneplanizadas, en las cuales afloran rocas fértiles.

En la génesis de estos yacimientos, además de cumplirse las condiciones necesarias de la roca huésped como para permitir la concentración, precipitación, etc. del uranio, debe haber intervenido en principio la lixiviación del mismo, a partir de las áreas de aporte, que son justamente las extensas peneplanicies antes citadas, expuestas a la degradación, me-

BIBLIOGRAFIA

- ANGELELLI, V., Distribución y características de los yacimientos y manifestaciones uraníferas de la República Argentina, Conf. int. util. energ. atóm. fin. pacíf. (Actas Conf. Ginebra, 1955) VI NU, Nueva York (1956) 75.
- ANGELELLI, V., Los minerales de uranio; Sus yacimientos y prospección, CNEA, Buenos Aires (1958).
- BRACACCINI, O., Contribución al conocimiento geológico de la Precordillera Sanjuanino-mendocina, Bol. Inform. Petrol. Nos. 258, 260, 261, 262, 263, 264 y 265, Buenos Aires (1946).
- BRODTKORB, M. A. S. K. de, Mineralogía y consideraciones genéticas del yacimiento Huemul, Provincia de Mendoza, Rev. Asoc. Geol. Arg., Buenos Aires XXI 3 (1966).
- DEL VO, A. J. C., DAVIDS, N. C., Aspectos salientes de las concentraciones uraníferas de Chihuido del Medio, departamento Afelo (prov. de Neuquén), Anal. Prim. Jorn. Geol. Arg. (San Juan 1960), Buenos Aires (1962).
- GROEBER, P., Líneas fundamentales de la geología del Neuquén, sur de Mendoza y regiones adyacentes, Dir. Gral. Min., Geol. e Hidrol., Publ. 58, Buenos Aires (1929).
- GROEBER, P. F. C. et al., Mesozoico, Geografía de la República Argentina II, GAEA, Buenos Aires (1953).
- KATAYAMA, N., Genesis of uranium deposits in sedimentary rocks, XXI Intern. Geol. Congress, Copenhagen (1960).
- LENCINAS, A., TIMONIERI, A., Algunas características estructurales del valle de Punilla, Córdoba, Act. Terc. Jorn. Geol. Arg. (Comodoro Rivadavia (Chubut) 1966) Buenos Aires (1968).
- LINARES, E., El yacimiento «Eva Perón»*, Malargüe (prov. de Mendoza), Conf. int. util. energ. atóm. fin. pacíf. (Actas Conf. Ginebra, 1955) VI NU, Nueva York (1956) 88.
- LINARES, E., Geología isotópica del yacimiento Huemul, (prov. de Mendoza), Rev. Asoc. Geol. Arg., Buenos Aires XXI 3 (1966).
- LINARES, E., Isótopos del azufre y su utilización en la génesis de algunos yacimientos metalíferos argentinos, Act. Terc. Jorn. Geol. Arg. (Comodoro Rivadavia (Chubut) 1966) Buenos Aires (1968).
- LINARES, E., TIMONIERI, A., Informe preliminar geológico-minero del yacimiento Rodolfo, Cosquín, Córdoba, Inf. inéd. CNEA, Gerencia Materias Primas (1960).
- NININGER, R. D., EVERHARDT, D. L., ADLER, H. H., KRATCHMAN, J., The genesis of uranium deposits, XXI Intern. Geol. Congress, Copenhagen (1960).
- NININGER, R. D., GABELMAN, J. W., ADLER, H. H., Application of geologic concepts to future uranium exploration, Third Int. Conf. peaceful Uses atom. energy (Proc. Conf. Geneva, 1964) 12, UN, New York (1956) 233.
- NOBLE, E. A., Genesis of uranium belts of the Colorado Plateau, XXI Intern. Geol. Congress, Copenhagen (1966).
- PAGE, L. R., The source of uranium in ore deposits, XXI Intern. Geol. Congress, Copenhagen (1960).
- STIPANICIC, P. N., Consideraciones sobre las edades de algunas fases magmáticas del Neopaleozoico y Mesozoico, Rev. Asoc. Geol. Arg., Buenos Aires XXII 2 (1967).

* Actualmente Yacimiento Huemul.

STIPANICIC, P. N., BAULIES, O. L., RODRIGO, F., MARTINEZ, C. G., Los depósitos uraníferos en rocas sedimentarias de la República Argentina, Anal. Prim. Jorn. Geol. Arg. (San Juan 1960), Buenos Aires (1962a).

STIPANICIC, P. N., BAULIES, O. L., RODRIGO, F., MARTINEZ, C. G., Depósitos uraníferos con control sedimentario, 4° Simp. Interamer. aplic. energ. nucl. fin. pacíf. (México 1962) (1962b).

STIPANICIC, P. N., LINARES, E., Edades radiométricas determinadas para la República Argentina y su geológico, Bol. Acad. Nac. Cienc., Córdoba (Argentina) XLVII 1 (1969).

P. N., RODRIGO, F., FRIZ, C. T., LINARES, E., Provincias uraníferas argentinas, Geol. Intern., Praga 7 (1968a).

P. N., RODRIGO, F., BAULIES, O. L., MARTINEZ, C. G., Las formaciones presenonianas del Macizo Nordpatagónico y regiones adyacentes, Rev. Asoc. Geol. Arg., Buenos Aires 2).

I. R., The Malargüe uranium-bearing district, in the south of the Province of Mendoza, peaceful Uses atom. Energy (Proc. Conf. Geneva, 1958) 2, UN, New York (1958) 539.