

C.N.E.A. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
Nº	ARO 1964

05.64.02

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

GERENCIA DE MATERIAS PRIMAS

A. DISTRITO URANIFERO DEL TONCO

B. YACIMIENTO "DON OTTO"

(Provincia de SALTA)

Preparado por el Departamento de
Recursos Minerales

1964

A. DISTRITO URANIFERO DEL TONCO (SALTA)

I. UBICACION

El distrito uranífero del Tonco, que comprende una serie de manifestaciones y de depósitos nucleares aflorantes en los flancos de la estructura homónima, se ubica en el Departamento San Carlos, de la provincia de Salta, a unos 150 km por carretera al SW de la ciudad capital.

Dos cadenas montañosas, de rumbo meridional, enmarcan esta estructura. La del flanco oriental la componen el cordón del cerro Abra Blanca, el macizo antecámbrico del Tonco (3.450 m s.n.m.) y el cerro Pelado (2.800 m s.n.m.). El flanco occidental está formado por la sierra del Bayo, con alturas comprendidas entre 3.500 y 2.800 m s.n.m.

La cuenca hidrográfica del distrito se origina en el borde sur de la altiplanicie de Cachipampa; recibe afluentes que nacen de la sierra del Bayo o del flanco oriental de la estructura, y se continúa por la zona axial del sinclinal -como la quebrada del Tonco-, con una marcada pendiente hacia el sur, para cortar con rumbo SW y a la altura del estrecho del Tonco, el flanco occidental de la estructura, y dirigirse luego hacia el río Calchaquí, a la altura de la localidad de Santa Rosa.

II. ESTRATIGRAFIA

Los terrenos aflorantes en el Distrito se señalan en el CUADRO I. Todos ellos pertenecen a formaciones sedimentarias referidas al Antecámbrico (Infracámbrico), Cretácico medio, Terciario y Cuartario.

III. TECTONICA

El sello estructural dominante del Distrito uranífero son dos largas estructuras negativas, de rumbo meridional, conocidas como sinclinales del Tonco y de Amblayo, caracterizadas por ser muy chatas en su sector axial, pero con los flancos muy inclinados alcanzando las capas posiciones cercanas a las verticales en algunos sectores y aún rebatimientos.

Una larga fractura inversa, que en parte se presenta como un sobrecorrimento, de rumbo NS, bisela casi todo el flanco oriental del sinclinal del Tonco y separa esta estructura de la de Amblayo.

El plegamiento de estas series comenzó en el Intersenoniano, pero las estructuras actuales han sido causadas prevalentemente por los movimientos terciarios, y en especial por la fase principal del Tercer movimiento andino. Los movimientos verticales en bloque, comunes en distintas etapas del Cuartario, aprovechan las fracturas preexistentes, rejuveneciéndolas, inclinando conglomerados del Cuartario Inferior, o permitiendo la formación de niveles terrazados de distintas edades.

IV. ANTECEDENTES URANIFEROS

A principios de 1959, y luego de prestar preferente atención a las manifestaciones nucleares de carácter vetiforme del norte argentino, la CNEA orientó la prospección hacia los terrenos sedimentarios, especialmente los del Cretácico medio y Terciario del ámbito de los Valles Calchaquíes.

CUADRO ESTRATIGRÁFICO SINTÉTICO DEL DISTRITO TONCO-AMBLAYO Y POSICIÓN DE LOS DEPÓSITOS URANÍFEROS					CUADRO I	
EDADES		NOMENCLATURA REGIONAL		ESPORES m	LITOLÓGIA	NIVELES URANÍFEROS
CRETÁCICO INFERIOR	CUARTARIO	ALUVIAL		20-30	Sedimentos continentales. Niveles terrazados de pie de monte, relleno de valle, etc.	
	TERCIARIO	TERCIARIO SUBANDINO (Serie de Angastaco s/ YPF)	GRUPO GRIS	?	Sedimentos continentales. Conglomerados, areniscas y arcillas grises.	
			GRUPO ROJIZO	?	Sedimentos continentales. Areniscas entrecruzadas, friables, rojizas, bandeadas.	
	OLIGOCENO (?)	ARENISCAS SUPERIORES (Serie Rojiza s/ YPF)		130-320	Sedimentos continentales. Areniscas finas, discretamente estratificadas, castañas y rojo ladrillo, con intercalaciones arcillosas.	
	MARGAS MULTICOLORS	MARGAS COLORADAS SUPERIORES		160-410	Sedimentos de borde de cuenca. Conglomerados, areniscas y arcilla rojo-ladrillo.	"PROVIDENCIA"
		MARGAS VERDES		200-415	Sedimentos de borde de cuenca. Conglomerados, areniscas y lutitas grises, hacia el oriente verdes.	"DON OTTO"
		MARGAS COLORADAS INFERIORES		160-320	Sedimentos de borde de cuenca. Conglomerados, areniscas y lutitas rojas, con un "BANCO VERDE" basal	"EMMY"
HORIZONTE CALCÁREO DOLOMÍTICO		"CALCÁREO PROPIAMENTE DICHO"		140-290	Sedimentos transicionales. Areniscas, lutitas y calcáreos grises y amarillos con niveles con fósiles marinos.	"LOS BERTHOS" "EL LENADERO" "CACHIYAL" "CARDONAL"
		ARENISCAS CALCÁREAS		35-110	Sedimentos de borde de cuenca. Conglomerados y areniscas calcáreas grises.	"M.M. DE GÜEMES" "EL DESECHO" "PEDRO NICOLAS"
ARENISCAS INFERIORES	ARENISCAS INFERIORES	SECCIÓN SUPERIOR	440-1500	Sedimentos continentales. Areniscas y conglomerados finos, arcillosos, rojizos.	"DON BOSCO"	
		SECCIÓN MEDIA	130-1210	Sedimentos continentales. Conglomerados finos, areniscas y areniscas arcillosas, grises.	"PEPE LUIS"	
		SECCIÓN INFERIOR	50-60	Sedimentos continentales. Conglomerado basal y areniscas grises de grano grueso.		
ANTECÁMBRICO (INFRACÁMBRICO)	BASAMENTO CRISTALINO		(?)	Esquistos poco metamorfizados, grises, pardo-violáceos, verdosos.		

Fué así como en marzo de 1959, y mediante trabajos de prospección terrestre, se descubrió el yacimiento "Providencia", en la Cuesta del Obispo, a 7 km de Piedra del Molino, alojado en bancos arenosos de las Margas Verdes. Este hallazgo sirvió para concretar las posibilidades uraníferas del sistema de Salta y permitió orientar toda la prospección a sus terrenos sedimentarios. Casi de inmediato se fueron obteniendo nuevos resultados favorables, con el descubrimiento de los depósitos "La Despedida" (río Pirgua); "Don Bosco" (Cerro Tfn-Tfn); "El Pelado" (río Calchaquí) y "Martita Ines" (Pueblo Viejo).

Como todas estas manifestaciones se alojaban en niveles estratigráficos que correspondían a facies marginales del Calcáreo Dolomítico o de los grupos inferior y medio de las Margas Multicolores, se programó y realizó un plan de prospección aérea sobre dichas formaciones.

Este trabajo se inició en 1959, usando aviones tipo Piper PA 18 y Cessna 180 y 182 e instrumental de alta sensibilidad desarrollado y construido en la División Radimetría de la Gerencia de Materias Primas.

De inmediato se obtuvieron resultados altamente satisfactorios, y así, en el Valle del Tonco, se localizaron varias anomalías radimétricas, las que verificadas en superficie correspondían a cuerpos mineralizados de variada importancia: "Martín M. de Güemes", "Los Berthos", "Pedro Nicolás", "Pepe Luis", "Don Otto" y otros aún no nominados.

En igual sentido, en la cuenca del Amblayo, también se localizaron otros hallazgos: "Quebrada Seca", "El Leñadero", "El Desecho" y "Emmy" (fig. 1).

V. POSICION ESTRATIGRAFICA DE LOS CUERPOS URANIFEROS

En el CUADRO I se detalla la posición estratigráfica de los distintos cuerpos uraníferos de las estructuras del Tonco y Amblayo. Salvo el caso de "Providencia", alojada en areniscas de las "Margas Verdes", todas las demás se ubican en niveles que pertenecen a la mitad superior del Horizonte Calcáreo Dolomítico (Calcáreo propiamente dicho) y a la base de las Margas Coloradas Inferiores.

VI. MINERALOGIA

A la fecha, en todos los depósitos mencionados se reconocieron minerales "amarillos" de uranio, especialmente vanadatos y en algunos casos fosfatos.

Las labores realizadas no llegaron todavía hasta profundidades suficientes como para encontrar minerales "negros" de uranio. En la lista siguiente se enumeran los minerales reconocidos de cada depósito, indicándose con un asterisco los dominantes.

PROVIDENCIA:

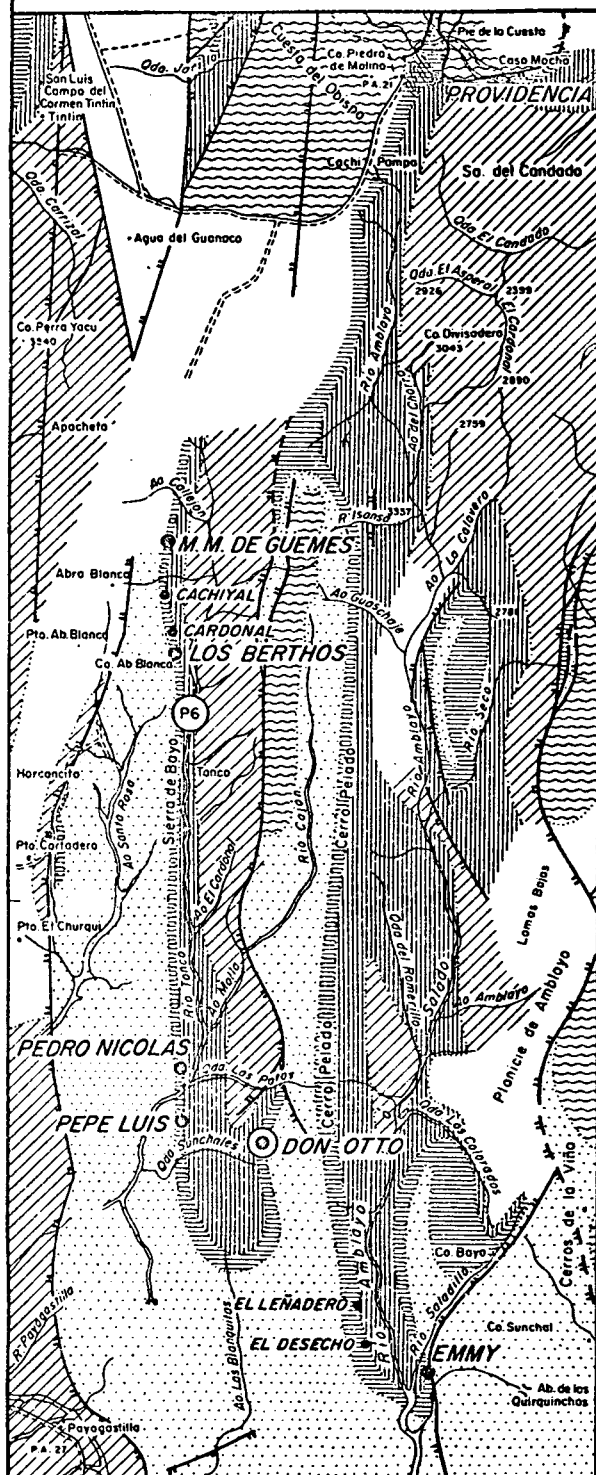
<u>Meta-autunita</u>	(*)	$Ca (UO_2)_2 (PO_4)_2 \cdot 2-6(H_2O)$
<u>Meta-torbenita</u>	(*)	$Cu (UO_2)_2 \cdot (PO_4)_2 \cdot 8H_2O$
<u>Fosfuranilita</u>	(*)	$Ca (UO_2)_4 (PO_4)_2 (HO)_4 \cdot 7H_2O$
<u>Autunita</u>		$Ca (UO_2)_2 (PO_4)_2 \cdot 10-12 (H_2O)$
<u>Soddyita</u>		$(UO_2)_5 (SiO_4)_2 (HO)_2 \cdot 5H_2O$

RELEVAMIENTO GEOLÓGICO

Fig. 1

COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA
GERENCIA DE MATERIAS PRIMAS
DEPARTAMENTO EXPLORACIÓN

PROVINCIA DE SALTA
ESTRUCTURAS TONCO-AMBLAYO



PLANO DE UBICACIÓN



REFERENCIAS

- Cuaternario
- Terciario
- Margas Multicolores
- Horizonte Calcarea Dolomítica
- Areniscas Inferiores
- Antecámbrico
- Perfil Esquemático N°6

2 1 0 2 4 6 8 10 km

Basado en trabajos anteriores de varias
Reparticiones y propios de la C.N.E.A.

El "Segundo Nivel", que es el más importante de los tres, muestra en superficie una mineralización casi constante, con 1 m de potencia, a lo largo de todo su afloramiento (2.100 m).

El "Tercer Nivel", en cambio, sólo tiene interés en el extremo norte del yacimiento.

II. LABOREOS, MAPEO, etc

A los efectos de delimitar en superficie la extensión del cuerpo, se realizaron 42 trincheras transversales, de 2 a 4 m de profundidad, separadas entre sí 50 m.

La exploración en profundidad se concentró en el sector sur del yacimiento, sobre 1000 m de extensión y se va realizando mediante galerías, estocadas, piques y chimeneas, los que totalizan a la fecha 3.200 m de labores (Fig. Nº 3).

Los trabajos principales se concentran sobre el "Segundo Nivel", explorado con una galería principal, según su rumbo, a nivel O (unos 100 m bajo afloramiento) de la cual, y mediante estocadas hacia el E y W cada 15 m, se investigan el "Primer" y "Tercer" niveles. El nivel O se conecta mediante chimeneas con los niveles más altos (32, etc).

A los efectos de dilucidar el control de la mineralización, se hicieron levantamientos litológicos y radiométricos en detalle, a escala 1/50, sobre las labores superficiales, incluyendo los tres niveles mineralizados (fig. 4), y a escala 1:10, sobre el "Segundo nivel", a lo largo de las labores subterráneas (fig. 5). En cada uno de los laboreos se procedió a tomar muestras sistemáticas de canaleta, con equidistancia de 2 m, incluyendo cada una de ellas una muestra general de todo el espesor mineralizado y tres fraccionadas, de acuerdo con los valores obtenidos con el control radiométrico previo.

Hasta el presente, y para el sector mencionado del yacimiento, se extrajeron 3.500 muestras.

III. FORMA Y DIMENSIONES DE LOS CUERPOS

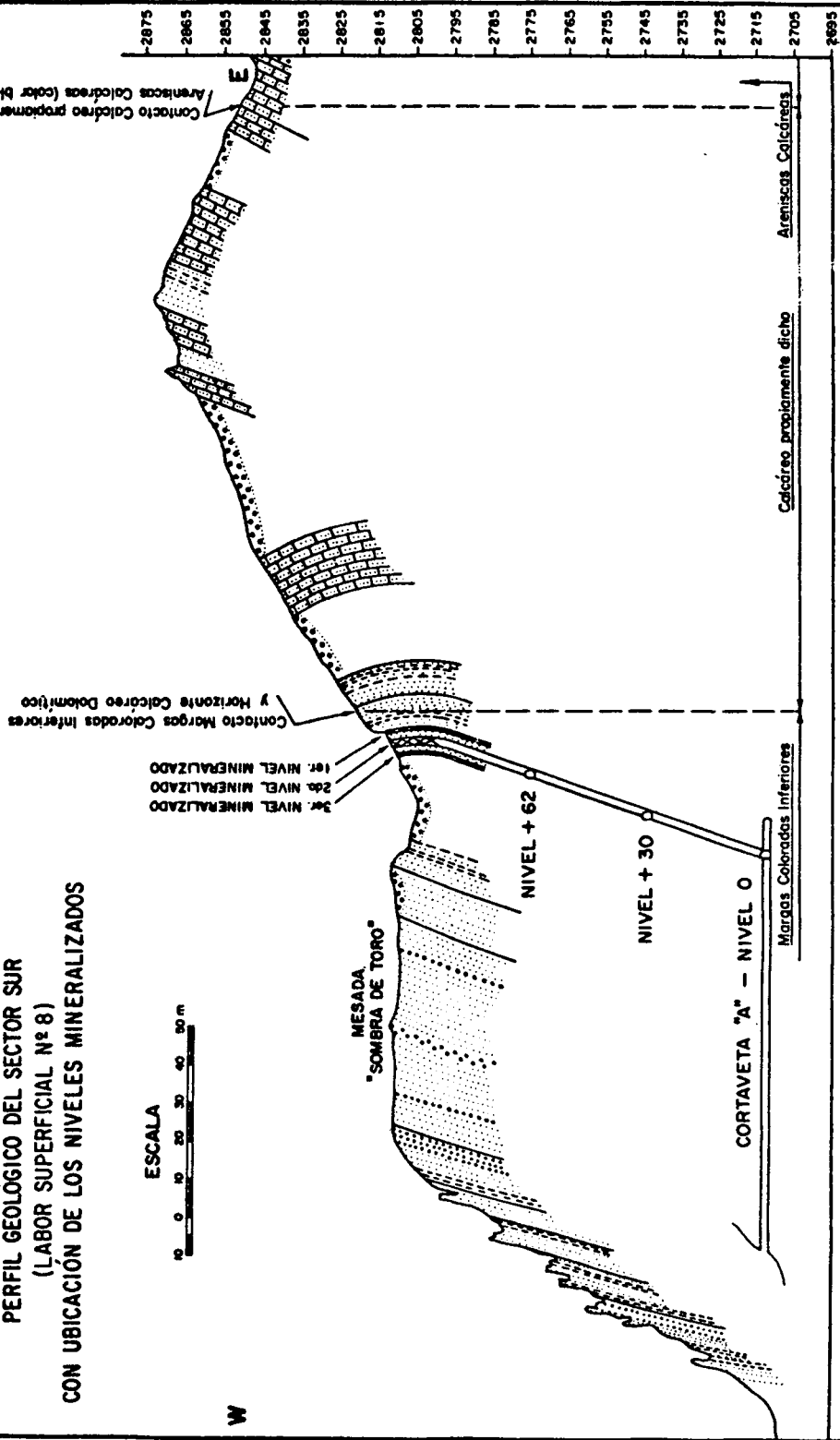
Las formas y dimensiones de los cuerpos mineralizados -según límites de mineral geológico, como del sujeto a limitaciones técnico-económicas de explotación-, se determinan sobre la base de un estudio zoneográfico detallado, con parciales progresivos de 0,025 m % U_3O_8 de la acumulación h_x (espesor-ley).

Dicha zoneografía demuestra que el cuerpo tiene continuidad en superficie, a lo largo de 2.100 m, debido a fenómenos de dispersión del mineral en la roca porosa y permeable. En profundidad en cambio, la mineralización se orienta según bandas alargadas, con sus ejes mayores paralelos a la dirección del buzamiento y coincidentes con la línea de sedimentación. El ancho de cada banda oscila entre 20 y 250 m y las potencias entre 1 y 1,70 m.

Las reservas hasta ahora determinadas para la mitad sur del yacimiento "Don Otto" y hasta el nivel O, alcanzan a 200.000 t, con una ley media de 0,15% de U_3O_8 .

YACIMIENTO "DON OTTO" **PERFIL GEOLÓGICO DEL SECTOR SUR** **(LABOR SUPERFICIAL N° 8)** **CON UBICACIÓN DE LOS NIVELES MINERALIZADOS**

FIGURA N° 2



MINA NUCLEAR "DON OTTO"

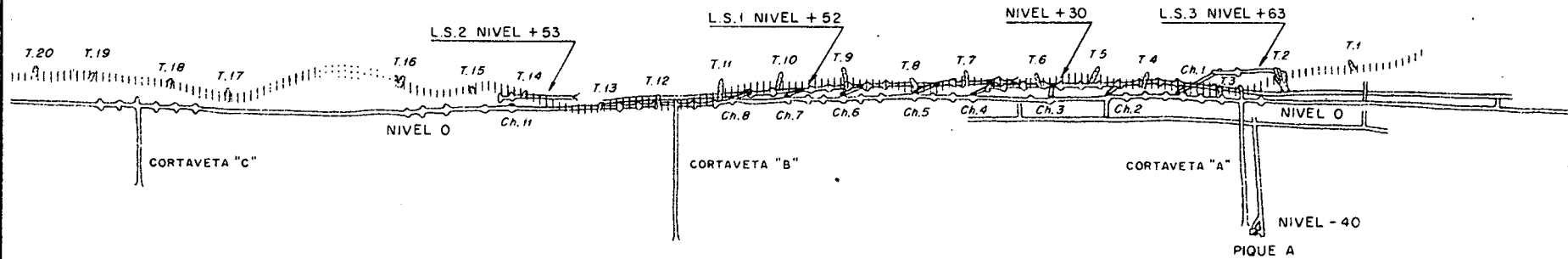
SAN CARLOS - PROVINCIA DE SALTA

ESTADO DE LOS TRABAJOS DE EXPLORACIÓN, PREPARACIÓN Y EXPLOTACIÓN

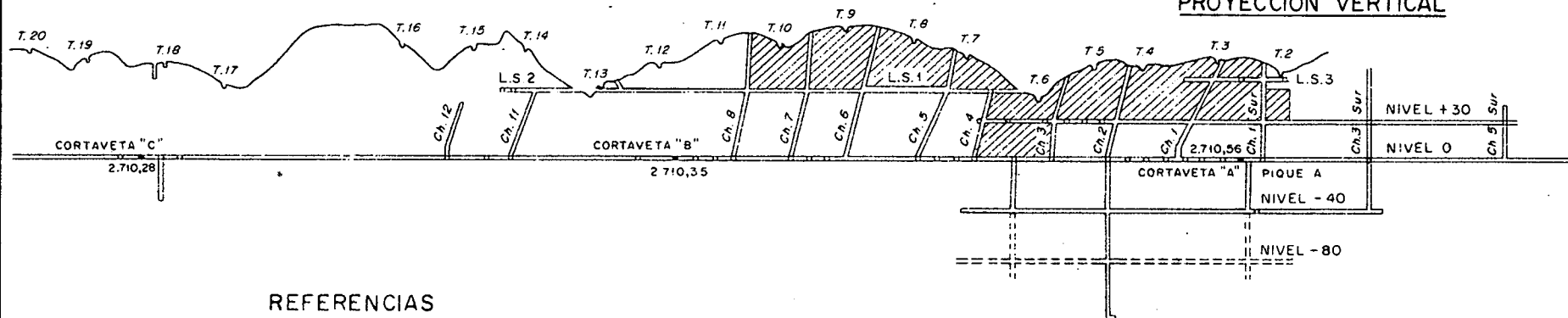
JUNIO DE 1966

Hoja 1 - Sector Sur

PLANTA



PROYECCIÓN VERTICAL



REFERENCIAS

- | | | | |
|-----|-----------|-----|---------------------------------|
| T | Trinchera | | Afloramiento banco mineralizado |
| Ch. | Chimenea | /// | Zonas explotadas |

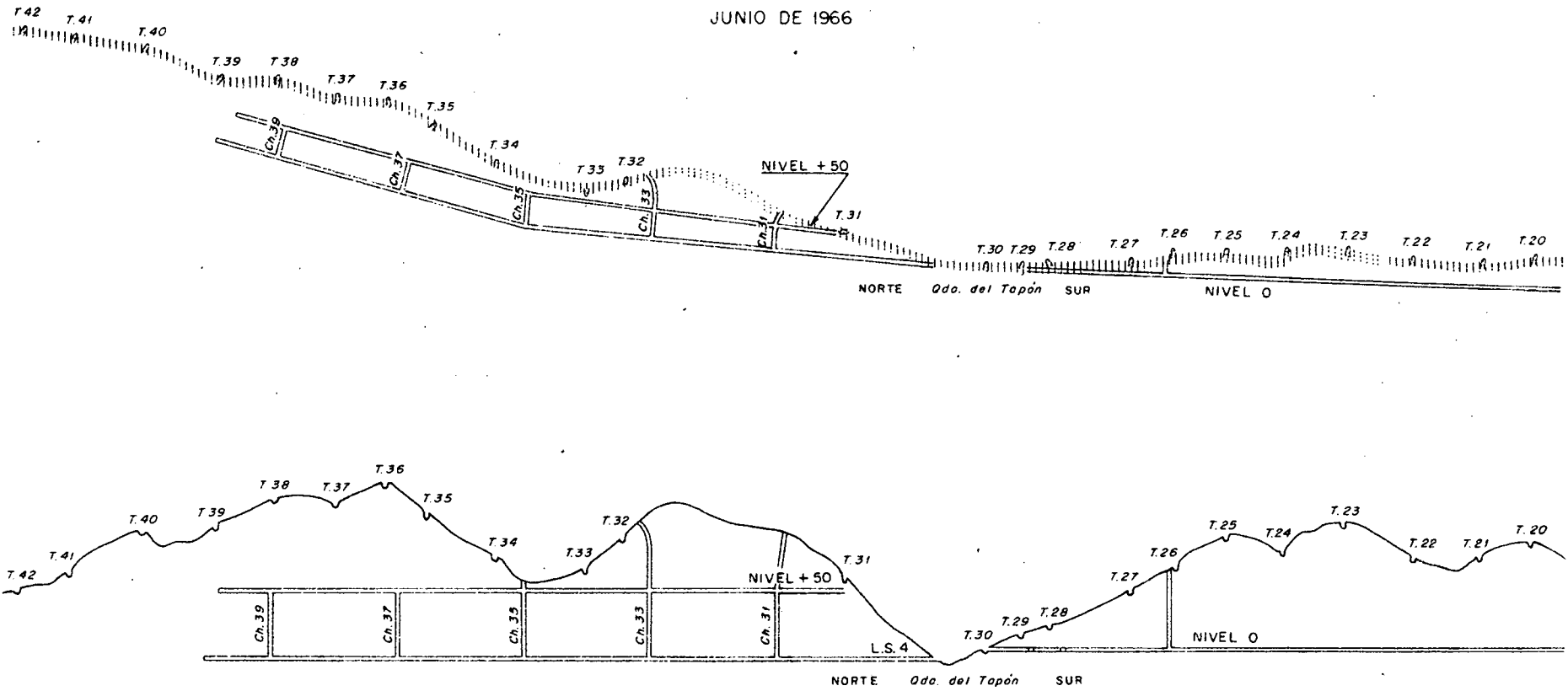
ESCALA



MINA NUCLEAR "DON OTTO"

Hoja 2 - Sector Norte

JUNIO DE 1966



DON BOSCO:

<u>Tyuyamunita</u>	(*)	$\text{Ca}(\text{UO}_2)_2 (\text{VO}_4)_2 \cdot 5-8(\text{H}_2\text{O})$
<u>Meta-tyuyamunita</u>	(*)	$\text{Ca} (\text{UO}_2)_2 (\text{VO}_2)_2 \cdot 3-5(\text{H}_2\text{O})$
<u>Carnotita</u>		$\text{K}_2 (\text{UO}_2)_2 (\text{VO}_4)_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$
<u>Schroekingerita</u>		$\text{Na} \cdot \text{Ca}_3 (\text{UO}_2) \cdot (\text{CO}_3)_3 \cdot \text{SO}_4 \cdot \text{F} \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
<u>Uranopilita</u>		$(\text{UO}_2)_6 \cdot \text{SO}_4(\text{HO})_{10} \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

M. M. DE GUEMES:

<u>Tyuyamunita</u>	(*)
<u>Fosfuranilita</u>	
<u>Meta-autunita</u>	
<u>Autunita</u>	

EMMY:

<u>Carnotita</u>	(*)
------------------	-----

EL PELADO:

<u>Meta-autunita</u>	(*)
<u>Meta-torbernita</u>	(*)

DON OTTO:

<u>Meta-tyuyamunita</u>	(*)
<u>Carnotita</u>	
<u>Fosfuranilita</u>	
<u>Meta-autunita</u>	
<u>Schroekingerita</u>	

B. YACIMIENTO "DON OTTO"**I. GENERALIDADES**

El depósito uranífero aflora 200 m al norte del río Sunchales, en el flanco suroccidental del sinclinal del Tonco, con una longitud de 2.100 m.

La mineralización se localiza en la sección basal de las Margas Coloradas Inferiores, en lo que se conoce como "Margas Verdes Basales", es decir, en un nivel estratigráfico ligeramente más alto que el resto de los cuerpos uraníferos de la estructura.

El rumbo de los estratos es prácticamente NS y su buzamiento varía entre 60° y 85° W, salvo en el sector sur del yacimiento, donde se presentan capas rebatidas al este. En profundidad, por debajo del nivel O (Cota 2.710 m s. n. m.), los sedimentos ya muestran inclinaciones normales.

Mediante trabajos de superficie, subterráneos y relevamientos radimétricos, pudo evidenciarse que la mineralización se localiza en 3 niveles (fig. 2), separados entre sí de 2 a 3 m, dentro de un intervalo que varía entre 6 y 8 m.

Acompañan a dichos niveles una faja de decoloración (bleaching) bastante notable sobre el color normal de los sedimentos.

El "Primer Nivel" mineralizado, de posición estratigráfica más baja, presenta potencias variables entre 0,20 y 0,45 m y adquiere su mayor desarrollo en el sector sur del yacimiento, donde alcanza una extensión de 400 m.

FIGURA 5

PROVINCIA DE SALTA

YACIMIENTO "DON OTTO"
NIVEL "0" - GALERÍA "A NORTE"

RELEVAMIENTO DE DETALLE
LITOLÓGICO -

REFERENCIAS

II Unidades litológicas del
2° nivel mineralizado



CANALETA DE MUESTREO N° 31			
FRAC.	B	C	
ESP.	0.63	0.30 m	
LEY	1.57	0.02 % U_3O_8	

CANALETA DE MUESTREO N° 30			
FRAC.	B	C	
ESP.	0.56	0.24 m	
LEY	1.64	0.02 % U_3O_8	

ESTOCADA AL 3° NIVEL MINERALIZADO

ESTOCADA AL 1° NIVEL MINERALIZADO

II

II

II

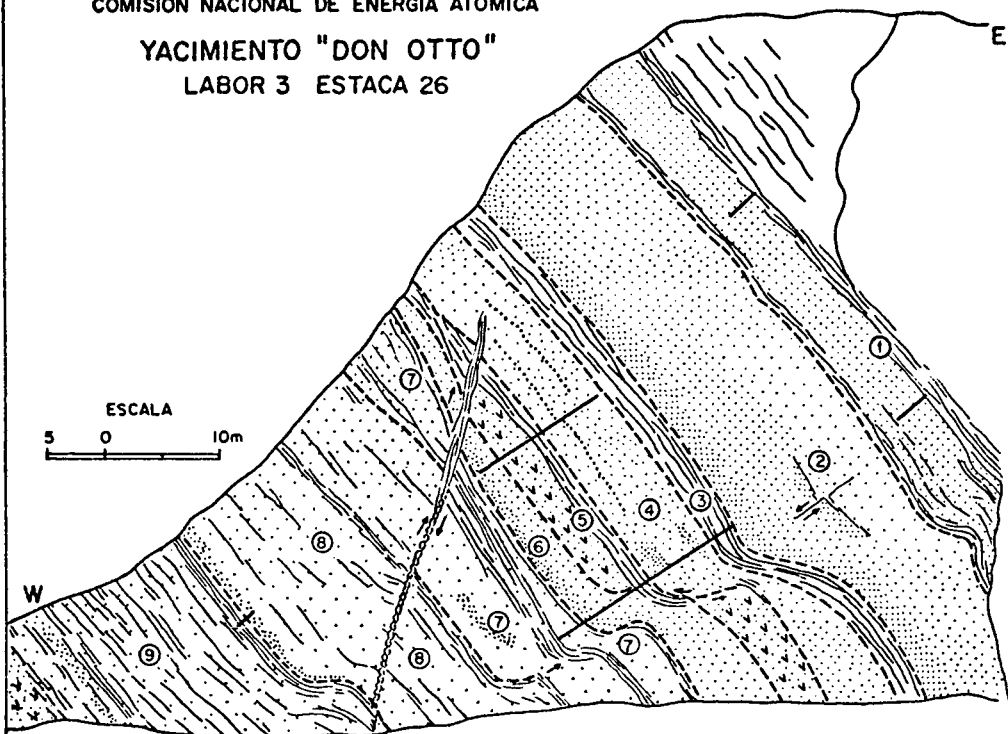
II

COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA

YACIMIENTO "DON OTTO"

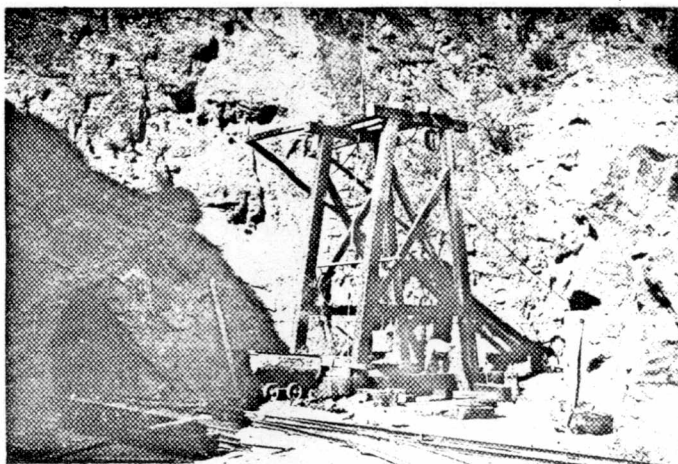
LABOR 3 ESTACA 26

Fig. 4

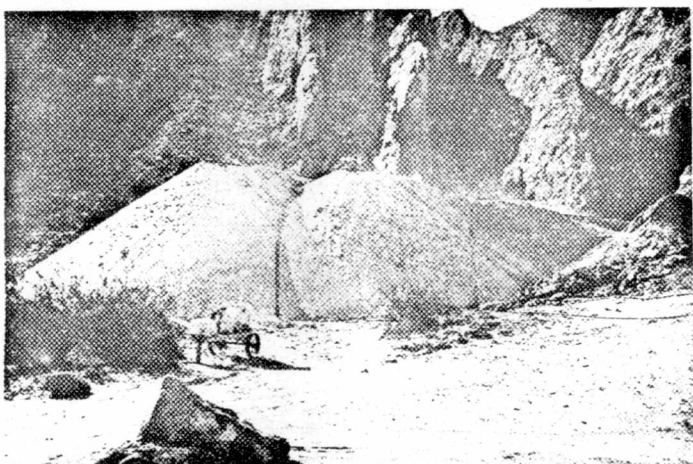


DESCRIPCION GEOLOGICA

1. Arenisca compacta de grano grueso a fino, limonítica, con un banco delgado su prayacente de arcilla. Constituye el Nivel Mineralizado N° 1.
2. Arenisca de grano fino, friable, hematítica, de coloración borravino a rojiza.
3. Alternancia de arcilitas y areniscas de grano mediano a fino, de colores claros, con nucleos hematíticos y limoníticos, a veces recubiertos con minerales amarillos de uranio.
4. Arenisca de grano mediano a fino, en parte conglomerádica, friable, de colores claros en la base y tintes limoníticos en el techo. Los planos de estratificación, especialmente en la base, están en parte enmarcados por concentraciones hematítico-limoníticas y minerales amarillos de uranio.
5. Arcilitas finamente estratificadas, con algunas intercalaciones arenosas. Hacia el techo pasa gradualmente a una arenisca micácea dura, de grano fino y exfoliación marcada, con abundantes minerales amarillos de uranio en los planos de sedimentación. Constituye el Nivel Mineralizado N° 2.
6. Areniscas de tipo sacaroide, de grano fino a mediano en la base y en parte con glomerádica en el techo, con fuerte impregnación hematítico-limonítica.
7. Arenisca similar a 6, con intercalaciones de bancos arcillosos y frecuentes nódulos hematíticos.
8. Arenisca en parte conglomerádica, bandeada, con intercalaciones de arcilitas y limolitas, con limonita y minerales amarillos de uranio. Constituye el Nivel Mineralizado N° 3.
9. Areniscas arcillosas finamente estratificadas.



Castillete. Pique A - Nivel O



Escombrera Labor "A"

IV. PRECONCENTRACION DEL MINERAL POR "HEAP LEACHING"

En el yacimiento "Don Otto" se realiza por primera vez en el país y en Sudamérica la preconcentración del mineral aplicando el sistema de lixiviación en pila ("heap leaching"), según la moderna tecnología desarrollada sobre el mismo.

Si bien este método fué usado en España en forma rudimentaria a partir del siglo XVIII para el beneficio de los minerales de cobre, y a posteriori en Portugal y otros países, puede decirse que recién desde hace cuatro años se desarrolló una depurada tecnología, que tiene en cuenta numerosos factores influyentes (granulometría óptima, geometría de las pilas, altura de las mismas, velocidad y caudal de los líquidos lixiviantes, acidez óptima, temperatura, humedad del aire, etc).

Este perfeccionamiento del método permitió que el mismo pueda reemplazar exitosamente en ciertos tipos de minerales a los clásicos procesos hidrometalúrgicos de lixiviación por percolación o por agitación ácida o alcalina.

Para cada mineral se realizan ensayos en laboratorio y planta piloto, sobre lotes que oscilan entre 200 kg y 80 toneladas, determinándose, como antes se indicó, las condiciones específicas más favorables para cada factor de incidencia.

El método presenta varias ventajas fundamentales:

- 1º. Inversión inicial muy reducida, evitándose la instalación de costosas plantas para tratamiento de minerales.
- 2º. Se evita el transporte del mineral en bruto, reduciéndose dicho rubro en decenas de veces, por fletarse productos concentrados.
- 3º. Se reduce el consumo de ácido, pues se trabaja a un pH de extracción selectiva para el uranio (casi siempre pH 2, bajando en algunos casos a pH 1,5), en oposición a los métodos convencionales, en los que se trabaja con concentraciones mayores y se disuelven distintos elementos e impurezas además del uranio.
- 4º. La operación de las instalaciones es muy sencilla y económica.

En la estación de lixiviación de "Don Otto" se procesarán en una primera etapa 36.000 t de mineral, según el esquema siguiente:

- a) Apilamiento del mineral, tal como sale de mina sin molerlo (dada su friabilidad), sobre un lecho filtrante, el que descansa sobre una superficie impermeable que posee colectores parciales para distintos sectores.
- b) Depósitos de líquidos al pie de la pila.
- c) Lixiviación del mineral con la relación sólido/líquido más baja posible (200-300 l/t), evitando el anegamiento del mismo.
- e) Sistema motobombador, para reciclar periódicamente la solución lixiviante -previo reajuste de su pH-, desde su depósito colector hasta la superficie de la pila, donde por medios adecuados se regula el caudal de percolación a los efectos de obtener un tiempo de contacto sólido/líquido prolongado.

- f) Depósitos para precipitar el uranio, por medio de cal, cuando la concentración de los líquidos alcanzan el tenor suficiente.
- g) Secado del preconcentrado cálcico de uranio, al contacto con el aire y sobre superficie permeable, obteniéndose un producto que oscila entre 5 y 10 % U_3O_8 (50 y 100 kg U_3O_8 por tonelada).

El mineral del yacimiento "Don Otto" muestra condiciones óptimas para este sistema de lixiviación, pues con el mismo se alcanzan rendimientos de extracción superiores al 90%, con solución de sulfúrico de 5 a 10 g/l y consumos reducidos en dicha droga: 19 kg/t.

La recuperación del uranio de los líquidos se hará en la primer etapa por precipitación cálcica, pero se estudia la posibilidad de hacerlo en el futuro con una planta de concentración diferencial (solventes aminados).



Pila experimental de preconcentración mediante lixiviación por capilaridad.