

1298

30064

ESTUDIO INTEGRAL DE LOS SALARES DE LA PUNA
SALTENA- PLAN DE EXPLORACION-- Expte. 636 -

AREA EMPLEO DE LOS
RECURSOS NATURALES

Salta

X.12

H.2222

Autor:

Lic. Rubén Alberto GAILLARDOU

Colaboró:

Lic. Rubén Darío PATROUILLEAU

Buenos Aires, junio de 1984

INTRODUCCION

- Panorama del litio a nivel internacional

A raíz de la crisis energética, el litio ha adquirido una gran importancia estratégica. Es el metal con mayor potencial de óxido-reducción y en esta propiedad se basa su creciente aplicación en la construcción de superacumuladores livianos, utilizables en vehículos eléctricos, en la acumulación de energía de base para emplear en las horas pico y en la posibilidad de uso de generadores no convencionales de energía eléctrica (solar y eólica, etc.). Además es imprescindible para la obtención de uno de los combustibles de los reactores de fusión (el tritio), que están en fase de experimentación, previéndose su puesta en marcha efectiva para fines de siglo.

Debido a la demanda mundial creciente del metal, su producción a partir de pegmatitas, prácticamente ha sido abandonada, y hace varios años ha sido desplazada por su obtención a partir de salmueras.

La puna argentina, y en general todo el altiplano sudamericano, es una de las pocas regiones en el mundo, que reúne las condiciones necesarias para la formación de depósitos salinos con altas concentraciones en determinados cationes metálicos.

La demanda de litio va en crecimiento constante, previéndose para el año 2000, en Estados Unidos solamente (en base a datos del Servicio Geológico de los Estados Unidos) $1,2 \times 10^6$ toneladas, y las reservas mundiales identificadas hasta el presente llegan a 3×10^6 toneladas. Estos datos hablan a las claras de una creciente demanda proyectada con un marcado déficit de abastecimiento, lo que sostendría un alto precio relativo del producto.

Por lo expuesto se considera justificado un proyecto de exploración que en caso de arrojar resultados favorables en cuanto a la cuantificación del recurso, y compatibilizado con otros proyectos similares para la puna argentina, daría cabida a un proyecto de explotación de litio como material principal, magnesio y potasio como posibles secundarios.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Por último, al tratarse de una reserva provincial (la del salar del Rincón), se podría llegar a licitar la concesión para la explotación y exploración definitiva del recurso por la industria privada.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

1. Origen y objetivos del trabajo

El presente estudio se origina en un pedido de asistencia técnica formulado por la Provincia de Salta, que fue incluido en el plan de acción técnica correspondiente al año 1983.

El objetivo general del trabajo es el aprovechamiento integral de los salares de la puna salteña, en los que se han detectado interesantes valores en sales de litio, magnesio, potasio, y otras de menor importancia relativa.

El presente estudio tiene como objetivo particular la elaboración de un plan de exploración para un salar seleccionado, en función de los antecedentes existentes, y que permita una adecuada evaluación del recurso, con vistas a su aprovechamiento económico.

2. Modalidad del trabajo

Este estudio se llevó a cabo mediante equipo propio por un geólogo del Area Empleo de los Recursos Naturales, Subárea Producción Primaria, contando para las tareas de campaña con el apoyo de la Dirección de Minería de Salta, y para la elaboración del plan con la colaboración de un geólogo de la misma Area, Subárea Recursos Básicos.

3. Tareas de campaña

Se realizaron dos campañas, en la primera, se efectuó un reconocimiento geológico expeditivo de los salares del Rincón, Cauchari, Pastos Grandes, Centenario, Ratones, Hombre Muerto, Tolar Chico, Pocitos, Diablillos y Salinas Grandes, en cada uno de ellos se comprobaron los accesos al área de estudio, y al interior mismo de los salares.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

En función de lo observado y la evaluación de antecedentes, se realizó, en los salares del Rincón y de Pastos Grandes, un segundo reconocimiento, con mayor detalle, de la geología, topografía, los accesos existentes, y su grado de transitabilidad.

4. Recopilación y evaluación de antecedentes

Se ha consultado la bibliografía existente en organismos del estado, tanto provincial como nacional, universidades, y empresas privadas.

Las fuentes más consultadas fueron la Dirección de Minería de Salta, la Universidad Nacional de Salta, la Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales, y las empresas mineras Boroquímicas S.A. y Party S.A.

De la revisión de antecedentes surgió que existen numerosos trabajos sobre la geología de la Puna en general, pero casi todos dirigidos a aspectos de geología regional, como las cartas geológico-económicas del Servicio Geológico Nacional, o al estudio de los depósitos de boratos ubicados en distintos salares. Se destacan las siguientes publicaciones: Igarzábal A.P. (1978, 1979, 1981, 1982); Igarzábal A.P. y Poppi R.F. (1980); Nicoli H. (1981); Nicoli H. y M. A. Gamba (1979); Nicoli H. et. al. (1980); Moraga B. et. al. (1974) y Suriano J.M. (1973).

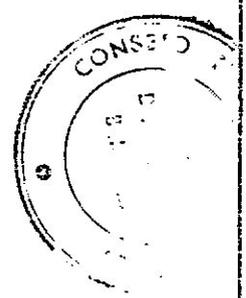
De la evaluación de antecedentes, y los reconocimientos de campo ejecutados, surge como mejor opción para la realización de un plan de exploración, El Salar del Rincón, quedando como alternativa el salar de Pastos Grandes. La elección se llevó a cabo según los siguientes elementos de juicio:

- Antecedentes de análisis químicos en relación al contenido de litio, potasio y magnesio, los tres cationes detectados de mayor importancia económica.
- Caudal potencial de salmuera extraíble.
- Calidad de los accesos.
- Estado legal de los depósitos.

Se ha elaborado un cuadro comparativo con los datos referidos, que se transcribe a continuación:

CUADRO COMPARATIVO DE DATOS OBRANTES EN ANTECEDENTES Y DE RECONOCIMIENTOS REALIZADOS

SALAR	COMPOSICION PROMEDIO (gr/1000 gr. sc.)			CAJAL POTENCIAL DE SAJMUERA EXTRAIBLE	ACCESOS		SITUACION LEGAL	CERCANIA AL FERROCARRIL (por camino o ruta en Km	SUPERFICIE DEL SALAR (km ²)	SIP. CUENCA INCLUYENDO EL SALAR (km ²)
	Li ⁺	K ⁺	Mg ⁺⁺		GRADO DE TRANSITABILIDAD Y ACCESO AL INTERIOR	POSIBILIDAD DE TRABAJO TODO EL AÑO				
Centenario	0,17	1,65	1,26	Se desconoce	Malo	No	Concesiones a Particulares	90	85	1.190
Lullaillaco	0,071	3,10	1,41	Se desconoce	Malo	No	Concesiones a Particulares	70	140	925
Pastos Grandes	0,42	8,27	3,98	Importante	Regular	No	Concesiones a Particulares	55	30	1.600
Hombre Muerto	0,62	4,44	1,80	Importante	Bueno	No	Concesiones a Particulares	120	630	3.250
Ratones	0,45	5,07	6,37	Escaso	Malo	No	Concesiones a Particulares	115	42	925
Rincón	0,21	3,85	1,78	Importante	Bueno	Si	Reserva prov. y Conces. partic.	20	260	2.190
Pocitos	0,06	1,79	0,94	Interesante	Bueno	Si	Concesiones a Particulares	0,1	435	3.275
Arizaró	0,012	0,15	0,100	Importante	Regular	No	Concesiones a Particulares	12	1.600	6.015
Pozuelos	0,029	0,079	0,072	Se desconoce	Regular	No	Concesiones a Particulares	40	80	580
Salinas Grandes	0,066	0,174	0,109	Importante	Bueno	Si	Concesiones a Particulares	60	220	4.630



CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Fuentes utilizadas para la elaboración del cuadro precedente

. Composición promedio

- "Estudio geológico de los recursos Mineros en Salares del NOA" - Igarzábal A.P. (1982), Inédito.
- "Geoquímica de aguas y salmueras de cuencas evaporíticas de la Puna". Nicoli H. (1981).
- "Anteproyecto, Caracterización de salares", programa "Beneficio de Minerales", investigación llevada a cabo por Poppi R.F. para el Consejo de Investigación de la Universidad Nacional de Salta. Inédito.

. Caudal Potencial de Salmuera extraíble y accesos

Se tomaron como fuentes las mismas que para el ítem anterior. Como elementos de juicio para determinar el caudal potencial se tomaron las condiciones geológicas y el promedio conocido de lluvias para la zona.

. Accesos

Se utilizó la información recogida en las campañas de reconocimiento ya referidas, además de la proporcionada por el personal de empresas mineras de la zona y ferrocarril.

. Situación legal

Se empleó la información sobre la situación legal de los depósitos salinos existentes en la Dirección de Minería de Salta.

. Cercanía del ferrocarril

Fue estimada en base a mapas a escalas 1:200.000 realizados para el Estudio "Evaluación de los Recursos Mineros de la Provincia de Salta" (CFI 1983) y en base a fotomosaicos del Plan NOA en escala 1:50.000

. Superficie del salar y superficie de la cuenca

Tomadas en base a Igarzábal A.P. (198); ya mencionado.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

PLAN DE EXPLORACION

1. INTRODUCCION

El presente se ha elaborado en función de los antecedentes sobre los valores de la puna salteña, explotaciones que se realizan, en salinas y salares en otros países, y la necesidad de determinar el valor económico del recurso estudiado.

La obtención de sustancias metalíferas, a partir de la explotación de salmueras, existentes en salinas y salares, cobra cada día más relevancia, en virtud de sus grandes reservas y posibilidad de explotación beneficiosa a escala industrial.

Un buen ejemplo es el Great Salt Lake (un salar de gran tamaño) en Utah Estado Unidos. En este caso, por cristalización de fase de sales menos solubles, se produce cloruro de magnesio. La solución residual de ClMg es evaporada a sal seca y esta se usa como alimentación para las celdas electrolíticas destinadas a la producción de magnesio metálico.

Este plan se desarrollará en una sola etapa, que consiste básicamente en un reconocimiento hidrogeológico preliminar a partir del cual se efectuarán sondeos de exploración, y por último ensayos de bombeo.

2. TAREAS A REALIZAR

- Reconocimiento hidrogeológico de la cuenca del salar.
- Realización de accesos a los sitios de perforación.
- Ejecución de perforaciones de exploración que incluyen análisis de cutting, extracción de muestras de salmueras y testigos litológicos.
- Análisis químicos de las muestras de salmueras.
- Estudio petrográfico y sedimentológico de testigos litológicos.
- Ensayos de bombeo.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

- Evaluación de los datos obtenidos en los puntos anteriores y estimación de leyes y reservas.

3. DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS

3.1. Reconocimiento hidrogeológico de la cuenca del salar

En la actualidad se cuenta con escasos datos climáticos y sobre las características hidrogeológicas de los sedimentos aflorantes. Para superar esta situación se prevé realizar un reconocimiento hidrogeológico, que incluye:

- Estimar el coeficiente de infiltración en base al estudio de las formaciones geológicas aflorantes.
- Estimar mediante ensayos, la evaporación en la superficie del salar (se descarta el factor transpiración por considerarlo prácticamente nulo).
- Evaluar los registros pluviométricos existentes.

Con los datos obtenidos se intentará hacer un balance hídrico de la cuenca del salar y determinar las zonas de aporte principales.

El reconocimiento hidrogeológico se limitará a las tareas enunciadas, considerándolas suficientes a los fines previstos.

3.2. Realización de accesos a los sitios de perforación en el interior del salar

Se realizarán accesos, de 25 metros de ancho, hasta los sitios de perforación, que están indicados en el esquema del salar del Rincón, que se adjunta al presente plan. Las trazas se han marcado en forma tentativa, y son susceptibles de modificación según las conclusiones del reconocimiento hidrogeológico.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Se debe destacar que los caminos resultan imprescindibles, a pesar del alto costo que conllevan, no encontrándose otro medio razonable de acceso.

La labor se hará con topadoras que derribarán las crestas salinas (eflorescencias) dominantes en la superficie del salar, que alcanzan hasta 60 cm. de altura por 20 cm. de espesor, y forman hexágonos tipo panel de abejas.

Estas crestas son sumamente duras e irregulares, una vez derribadas, la superficie salina queda muy desperejada y es casi intransitable. Para solucionar este problema, se rellenarán las oquedades con sedimento de la playa limo-arcillosa.

3.3. Ejecución de perforaciones de exploración

Se realizarán 15 perforaciones estimándose un total máximo de 1.500 metros lineales totales.

Del total 5 perforaciones serían de exploración, con un largo total estimado en 500 metros y las 10 restantes se utilizarán como piezómetros para los ensayos de bombeo.

Las perforaciones de exploración incluirá las siguientes operaciones:

- a) Análisis de cutting y confección de perfil estratigráfico.
- b) Registro de velocidades de avance.
- c) Muestreo seriado de salmuera.
- d) Extracción de testigos litológicos completos.

Las perforaciones para piezómetros serán de diámetro pequeño (2") y serán simples, el único dato a consignar es el de velocidad de avance.

La ubicación tentativa de todos los sondeos está señalada en el mapa que se adjunta al presente plan como Anexo I.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Descripción de las operaciones

a) Análisis de cutting y confección de perfil estratigráfico.

Se determinarán las características litológicas en general, particularizando sobre:

- Mineralogía.
- Petrografía.
- Fábrica.

- | | | |
|------------------------------------|---|---|
| - Grado de compactación, 4 grados | { | muy compacta
compacta
regularmente compacta
suelta |
| - Permeabilidad relativa, 4 grados | { | muy buena
buena
regular
mala |

Con los datos mencionados se elaborará un perfil estratigráfico detallado, para comparar a posteriori los distintos perfiles, y de ser posible armar un block diagrama.

b) Registro de velocidades de avance

Se anotarán las velocidades de perforación, que servirán como elemento de correlación entre perfiles estratigráficos.

c) Muestreo seriado de salmueras

Una vez efectuada, se limpiará cada perforación, bombeando hasta obtener agua límpida, luego se dejará reposar el pozo durante 72 hs. como mínimo.

De este modo se conseguirá reestablecer la estratificación química de las distintas capas salinas, aproximándose a la existente, previa a la perforación.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Una vez en reposo el agua, se tomarán muestras de salmuera metro a metro, empleando un muestreador de profundidad de 4,0 litros de capacidad. El tiempo mínimo mediante entre cada introducción del aparato será de 10', de debiendo descender y ascender muy lentamente para provocar la menor perturbación posible.

Mediciones a efectuar en el campo

Una vez extraída la muestra de salmuera se efectuarán inmediatamente las siguientes determinaciones:

Ph: Se usará instrumental cuya precisión sea de 0,1 unidades de Ph.

Conductividad específica: El instrumental deberá poseer una capacidad de medición del orden de 1 umho/cm. En el caso de la salmuera del salar, seguramente será necesario efectuar diluciones.

Temperatura de extracción: Se medirá con una termómetro capaz de expresar variaciones del orden de 0,5°C a 0,1°C.

Densidad: Se determinará por el método del densímetro sumergido en el líquido contenido en una probeta.

Estas determinaciones se efectuarán para poder interpretar las causas de las variaciones de composición que se puedan producir durante el tiempo que media entre la toma de muestras y su análisis en laboratorio.

Indicaciones a tomar en cuenta (basado en Nicoli H. y M. Gamba - 1979):

Recipientes a utilizar:

Para el envasado y remisión de muestras se emplearán botellas de polietileno de 1/2 , 1 y 2 litros de capacidad, con tapa a rosca.

Rotulado y encajonado:

Se empleará doble rotulación, o sea, etiqueta autoadhesiva sobre la botella, escrita con tinta indeleble y tarjeta sujeta con hilo o banda elástica al cuello de la botella.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Una vez preparadas las muestras, se encajonarán rápidamente, por docenas, en cajones con tapa, revestidos internamente con telgopor de 16 kg/m^3 de 30 mm de espesor, para evitar variaciones bruscas de temperatura o recalentamientos durante el transporte.

Separación de la muestra principal (de 4,0 litros) en distintas fracciones:

Se separarán 4 fracciones que se tratarán del siguiente modo:

Fracción 1: filtrada en el campo.

De la muestra principal se separará y filtrará, inmediatamente de recogida, un litro de salmuera, a través de un filtro de 0,45 μm .

Se almacenará el filtrado en una botella de polietileno, plena hasta el tope, bien tapada.

Sobre este filtrado se realizarán las determinaciones de:

- Potasio (K^+)
- Sodio (Na^+)
- Sulfatos ($\text{SO}_4^{=}$)

Fracción 2: filtrada en el campo, acidificada.

De la muestra se separarán y filtrarán inmediatamente 1,5 litros, a través de un filtro de 0,45 μm .

Se acidificará el filtrado con ácido nítrico diluido con agua bidestilada (1:1). El ph resultante deberá ser menor de 3.

Con esta acidificación se minimizará la pérdida de solutos por oxidación o precipitación, y por absorción en las superficies de los recipientes.

Se almacenará el preparado en una botella de polietileno, dejando una cámara de aire, y cerrando herméticamente.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Sobre este filtrado se realizarán las determinaciones de:

1. Boratos.
2. Magnesio.
3. Calcio.
4. Litio.

Fracción 3: No filtrada, decantada.

De la muestra se separará un litro de salmuera, se envasará en una botella de polietileno, llena hasta el tope y herméticamente cerrada.

Se almacenarán las botellas en un lugar fresco a frío, y al abrigo de la luz.

Sobre alicuotas de la solución clara sobrenadante se efectuarán las determinaciones de:

- $\text{CO}_3^{=}$
- CO_3H^-
- ph (laboratorio)

Estas deberán ser efectuadas lo antes posible.

Fracción 4: sin tratamiento (solo en una de cada quince muestras).

Se separará una fracción de 1/2 litro para determinaciones de elementos traza y radiactivos.

Se envasará en botella de polietileno, realizando las determinaciones en forma urgente.

d) Extracción de testigos litológicos completos

Se extraerán testigos litológicos, del perfil completo, en cada perforación de exploración.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

El largo de cada tramo dependerá del sacatestigo utilizado. En el campo se deberá determinar:

- Porcentaje de recuperación.
- Estudio petrográfico macroscópico.

El cuerpo del testigo será seccionado en mitades longitudinales. Una parte será remitida al laboratorio designado para su estudio petrográfico, y la otra se conservará para chequeos posteriores.

3.4. Análisis químico de muestras de salmuera

Se efectuarán análisis químicos de las muestras tomadas y fraccionadas, de acuerdo a lo indicado en el punto correspondiente.

Sobre el total de las muestras se efectuarán determinaciones de:

- Litio (Li^+)
- Potasio (K^+)
- Magnesio (Mg^+)
- Ph
- Densidad

Sobre una de cada 15 muestras se efectuarán además de las enumeradas, las siguientes:

- Sulfatos ($\text{SO}_4^=$)
- Sodio (Na^+)
- Calcio (Ca^{++})
- Boratos ($\text{B}_4\text{O}_7^=$)
- Cloruros (Cl^-)
- Carbonatos ($\text{CO}_3^=$)
- Bicarbonatos (CO_3H^-)
- Sólidos disueltos (residuo seco a 105°C)
- Elementos radioactivos, y/o tierras raras.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES**3.5. Estudio petrográfico y sedimentológico de testigos litológicos**

El estudio de los testigos deberá comprender las siguientes operaciones:

- Petrografía.
- Mineralogía.
- Determinación de textura, fábrica, porosidad y grado de compactación.

3.6. Ensayos de bombeo

Una vez ejecutadas todas las perforaciones de exploración y conocida la columna litológica del subsuelo del salar, se programarán los ensayos de bombeo.

Se prevé realizar (1) un ensayo por cada perforación, salvo que al correlacionar los perfiles obtenidos se detecten intervalos impermeables, que por su potencia y extensión areal, induzcan a considerar las capas portantes de salmuera, como aisladas hidráulicamente.

En el caso de que pueda considerarse el reservorio como una unidad hidráulica, el ensayo se ejecutará en el mismo pozo de reconocimiento, debiéndose entubar este, si las paredes de la perforación no se mantienen rígidas. En estos casos debe preverse contar con cañería de maniobra roscada para practicar el entubado.

De observarse unidades hidrogeológicas aisladas hidráulicamente, deberá practicarse una nueva perforación, cercana a la de exploración, donde se ensayarán los intervalos acuíferos de arriba hacia abajo debiendo practicarse una perfecta aislación de la/s capa/s superior/es al ensayarse la/s inferior/es.

En todo los casos deberá preverse un diámetro para las perforaciones (de exploración o bombeo) y las eventuales cañerías de maniobra del entubado, que permitan el descenso del equipo electrobomba sumergible, a su vez condicionado por el caudal de extracción previsto para cada ensayo (mínimo 150 m³/hora).

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Cada perforación de bombeo deberá contar con (2) dos pozos de observación (piezómetros), consistentes en sondeos de pequeño diámetro (3 pulgadas), ubicados a distancias similares (15-20 metros), y en distinta dirección respecto de aquel.

Antes de iniciar los ensayos de bombeo deberá verificarse la limpieza total de la perforación y un buen desarrollo por bombeo previo.

Otro aspecto a tener en cuenta es la descarga del fluido bombeado que deberá operarse a una distancia en ningún caso inferior a 400 metros del pozo de bombeo para minimizar los efectos de recarga.

Las pruebas hidráulicas a ejecutar consistirán en un ensayo de bombeo a caudales variables del tipo escalonado con una duración de (1) una hora para cada escalón. Se registrarán durante su ejecución los valores depresión-tiempo en pozo de bombeo.

Los regímenes de bombeo serán determinados después de una prueba preliminar, debiéndose trabajar en 4 o 5 escalones y alcanzarse un caudal de $150 \text{ m}^3/\text{hora}$.

También se ejecutará un ensayo a caudal constante, no inferior a $150 \text{ m}^3/\text{hora}$, de una duración mínima de 24 horas. Durante su ejecución se tomarán registros de depresión-tiempo, en pozo de bombeo y pozos de observación (con énfasis en los últimos), y una vez interrumpido el bombeo, se medirán los valores de recuperación de nivel en todos los pozos, acentuándose la atención en el registro en pozo de bombeo. Será necesario contar en la tubería, con válvula de pie para el ensayo de recuperación.

Los datos provenientes de los ensayos deberán suministrar información confiable en lo que respecta a caudal característico y coeficiente de enlace. También podrán calcularse con los datos obtenidos, parámetros útiles como transmisividad y permeabilidad.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Previo al análisis de los datos de ensayos de bombeo, deberá evaluarse toda la información obtenida, referida a litología, hidroquímica, y la de los propios ensayos, para decidir sobre la validez de aplicación de la teoría clásica sobre hidráulica de medios porosos, y en este caso tener perfectamente acotado el grado de representatividad de los parámetros calculados, o apelar a la formulación existente para medios fracturados. Es importante la resolución según ambos modelos y el cotejo posterior de los datos surgidos, para decidir sobre su representatividad.

3.7. Evaluación de los datos obtenidos y estimación de leyes y reservas

La información primaria generada por las tareas de exploración previstas en este plan permitirán estimar la geometría del reservorio, lo que sumado a los valores de almacenamiento obtenidos permitirán acotar las reservas de salmuera explotables. A su vez conocida la ley media en los cationes me tállicos de interés se podrán estimar las reservas mínimas de cada uno.

Los ensayos hidráulicos permitirán conocer los caudales críticos de extracción. Estos datos son de sumo interés, ya que a priori se considera viable un proyecto de explotación para un caudal constante mínimo de extracción de $9.200 \text{ m}^3/\text{hora}$ de salmuera (con las leyes que se conocen en la actualidad), a suministrar por una batería de pozos, para alimentar una planta industrial que produzca el equivalente a 10.000 toneladas anuales de litio metálico.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

4. Cronograma de Tareas

Tareas	Meses																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	-----																
2				-----													
3								-----									
4								-----									
5								-----					-----				
6									==	==	==	==	==	==			
7									-----								-----

----- Tiempos de campaña

1. Reconocimiento hidrogeológico
2. Realización de accesos (caminos)
3. Perforaciones y obtención de cutting, testigos y muestras
4. Análisis químicos
5. Estudios petrográficos
6. Ensayos de bombeo
7. Evaluación de datos y elaboración de conclusiones.
8. Coordinación general de los trabajos (No figura en el cronograma, abarca todo el período de ejecución).

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

5. Cuadro de afectación de personal

<u>Personal técnico</u>	<u>Meses técnico</u>		
	<u>Tarea</u>	<u>Campaña</u>	<u>Gabinete</u>
1. Geólogo	1-7-8	5,5	10,5
2. Geólogo	3-7	5,5	4
3. Hidrogeólogo	1-6-7	4	4
		14	18,5

<u>Personal auxiliar</u>	<u>Campaña</u>	<u>Gabinete</u>
	Dibujante	-
Chofer	8	-

Total meses técnico = 32,5

Total meses auxiliar = 10,5

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

6. Estimación de costos al 2/4/84

a) Personal: (incluye cargas sociales)

a1) Técnico:

32,5 meses x 40.000/mes = \$a 1.300.000.-

a2) Auxiliar:

10,5 meses x 23.000/mes = \$a 241.500.-

Sub-total g/personal = \$a 1.541.500.-

b) Gastos operativos

b1) Viáticos: 795 días x \$a 968/día = \$a 769.560.-

b2) Combustibles: 6.000 litros nafta super a \$a 20,4/litro = \$a 122.400.-

Sub-total g/operativos = \$a 891.960.-

c) Servicios a contratar

c1) Análisis químicos completos:

36 muestras x \$a 1.050 /muestra = \$a 37.800.-

c2) Análisis químicos parciales:

500 muestras x \$a 750/muestra = \$a 375.000.-

c3) Estudio petrográfico de testigos litológicos:

150 muestras x \$a 1.950 /muestra = \$a 292.000.-

FUENTE: c1, c2 y c3 = consultas en el INTI (Instituto Nacional de Tecnología Industrial).

c4) Realización de pozos de exploración a diamantina:

500 metros lineales x 180 U\$S/metro lineal x 37,5 \$a/U\$S = \$a 3.375.000.-

c5) Realización de pozos para precómetros

1.000 metros lineales x 120 U\$S/metro lineal x 37,5 \$a/U\$S = \$a 4.500.000.-

c6) Ensayos de bombeo:

5 ensayos (mínimo) x \$a 25.000/ensayo = \$a 125.000.-

FUENTE: c4, c5 y c6 = consultas con empresas perforistas privadas.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

c7) Realización de accesos

c7.1.) Alquiler de máquina topadora: (con conductor y gastos de combustible incluidos) con un rendimiento estimado de avance de 5 metros lineales/hora:

$$10.500 \text{ metros} \times \frac{1 \text{ hora}}{5 \text{ metros}} \times \$a \ 1.250/\text{hora} = \$a \ 2.625.000.-$$

c7.2.) Relleno de oquedades: (con camión, motoniveladora, choferes y gastos de combustibles incluidos) con un rendimiento estimado de 10 metros lineales cubiertos por cada camión de 6 m³ de capacidad.

$$10.500 \text{ metros} \times \frac{1 \text{ camión(carga)}}{10 \text{ metros}} \times \$a \ 1.000/\text{camión} = \$a \ 1.050.000.-$$

FUENTE c7: consultas con empresa constructora local de Salta.

c8) Montaje de cañerías de desagote para ensayos de bombeo, hechas en cañería de P.V.C. de 1,3 mm de espesor de pared y 100 mm de diámetro.

$$\$a \ 120/\text{metro} \times 400 \text{ metros} = \$a \ 48.000.-$$

FUENTE c8: Idem c7.

$$\text{Sub-total contratación de servicios} = \$a \ 12.427.800.-$$

d) Adquisición de materiales

Cañerías para desagote ensayos de bombeo.

$$400 \text{ metros de cañería de P.V.C. de } 100 \text{ mm. de diámetro de } 1,3 \text{ mm de espesor} \times \$a \ 108/\text{metro lineal (incluye pegamento)} = \$a \ 43.200.-$$

FUENTE d): consulta con empresas del ramo de Bs.As.

$$\text{Subtotales sumados (a+b+c+d)} = \$a \ 14.904.460.-$$

$$+ 15\% \text{ gastos generales e imprevistos} = \$a \ 2.235.669.-$$

$$\text{GASTOS TOTALES} = \$a \ 17.140.129.-$$

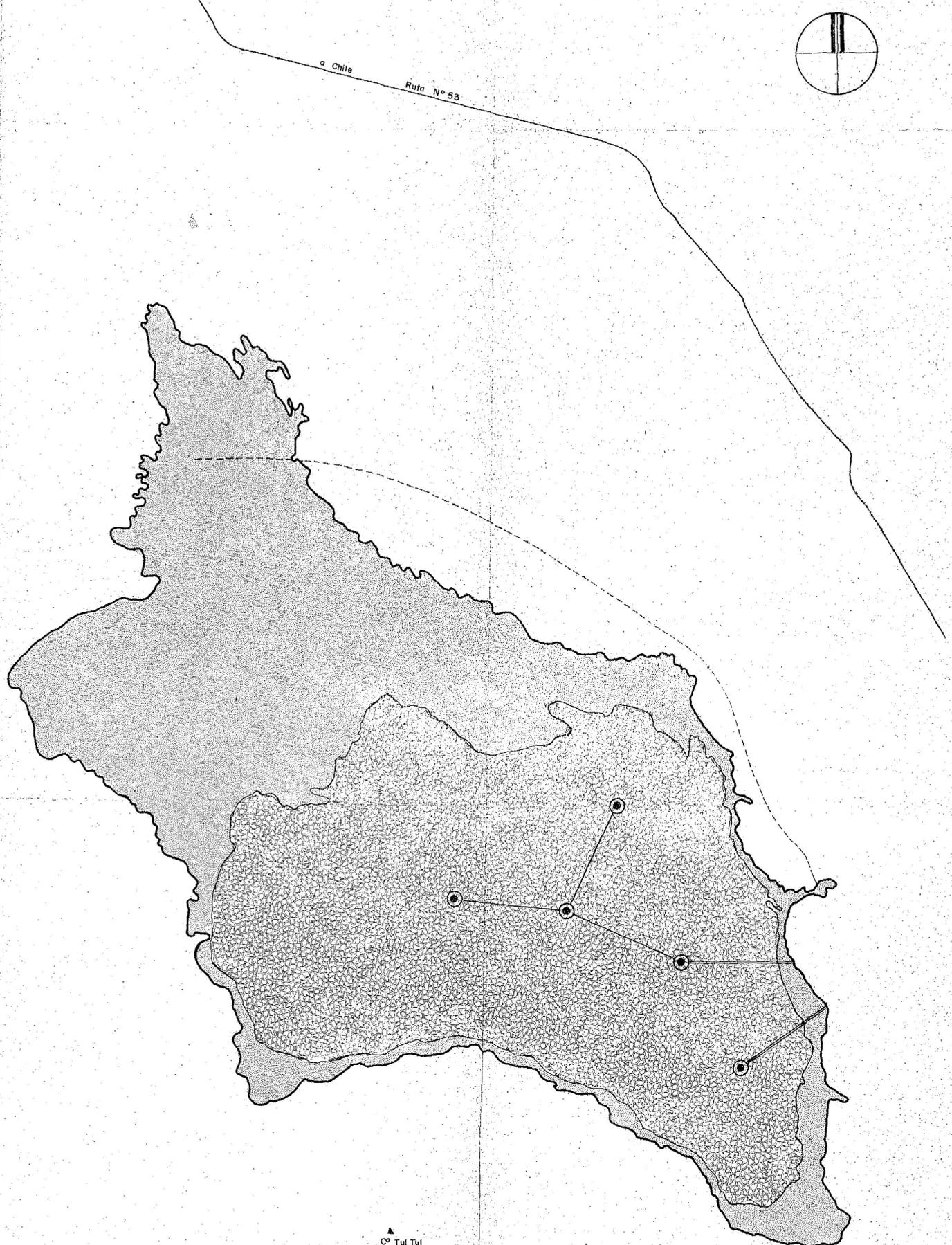
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

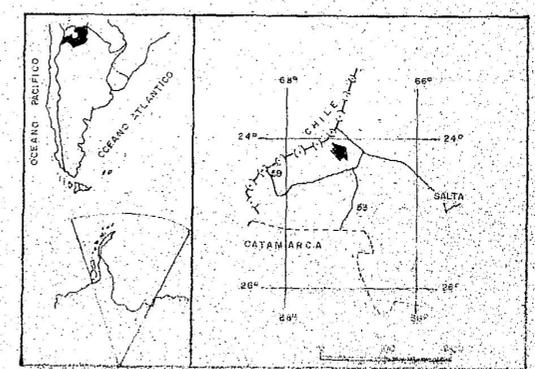
- IGARZABAL A.P., 1978. "La Laguna de Pozuelos y su ambiente salino, Dpto. Rinconada, Provincia de Jujuy", Acta Geol. Lilloana. Vol.15 (1) pag.79-103".
- IGARZABAL A.P., 1979. "Los rasgos geomorfológicos y su relación con el origen del salar de Pastos Grandes, Dpto. Los Andes, Prov. de Salta". VII° Congreso Geológico Argentino (Neuquén). Actas I: pág. 199-209.
- IGARZABAL A.P., 1981. "El sistema glaciolítico de la cuenca superior del río Juramento, Provincia de Salta". Actas VIII° Congreso Geológico Argentino. Tomo IV: pág. 167-183.
- IGARZABAL A.P., 1982. "Estudio Geológico de los recursos mineros en salares del NOA (Puna Argentina)". Proyecto de Investigación, Consejo de Investigación, Universidad Nacional de Salta (Inédito).
- IGARZABAL A.P., y R.F. Poppi, 1980. "El salar de Hombre Muerto". Acta Geológica Lilloana, Volumen 15 (2), pág. 103-107.
- MORAGA B., A.G. CHONG D., M.A. FORTT Z. y H. ENRIQUEZ A; 1974. "Estudio Geológico del salar de Atacama, provincia de Antofagasta". Inst. Inv. Geológ. Chile, Boletín N°29, pág. 56.
- NICOLI H., 1981. " Geoquímica de aguas y salmueras de cuencas evaporíticas de la Puna". Anales de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Bs.Aires, Tomo 33.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

- NICOLI H. y M. A. GAMBA, 1979. "Guía para el muestreo geoquímico de aguas y salmueras". Publicación C.N.I.E.
- NICOLI H, J.M. SURIANO, J.F. KEMSA y A. BRODTKORB, 1980. "Características geoquímicas generales de aguas y salmueras de la Puna Argentina". Miscelánea N°63 de la Academia Nacional de Ciencias, Córdoba, Argentina.
- SURIANO J.M. , 1973. "Estudio geológico-económico de la mina Monte Azul 2, Siges provincia de Salta. Inf. C.N.E.G.H., G.E.,1, inédito.

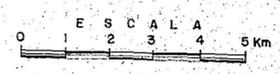


PLANO DE UBICACIÓN



REFERENCIAS

- PERFORACIÓN DE EXPLORACIÓN Y PIEZOMETROS
- SENDA EXISTENTE TRANSITABLE
- CAMINO EXISTENTE
- CAMINO A REALIZAR
- CONTORNO DEL SALAR
- COSTRA RUGOSA
- PLAYA LIMO ARCILLOSA



Nota: CONFECCIONADO EN BASE A: FOTOMAPA DEL PLAN N.O.A EN ESCALA 1:50 000 Y FOTOMAPA GEOMORFOLÓGICO DE A.P. IGARZABAL (U.N.Sa)

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

GERENCIA ESTUDIOS Y PROYECTOS
 AREA EMPLEO DE LOS RECURSOS NATURALES
 SUB AREA DE PRODUCCION PRIMARIA

ESTUDIO INTEGRAL DE LOS SALARES DE LA PUNA SALTEÑA - PLAN DE PERFORACIÓN - Expte. N° 836 -

SALAR DEL RINCÓN - ESQUEMA DE UBICACIÓN DE PERFORACIONES DE EXPLORACIÓN, Y ACCESOS A LAS MISMAS.

ESTUDIO: Lic. RUBEN GAILLARDOU
 DIBUJO: M.L.C
 FECHA: MAYO 1984

ESCALAS
 PLANO Nº