

CONSTRUCCION Y OPERACION DE LA POZA DE SULFATO DE SODIO

DE SOCIEDAD MINERA POMPEYA S.A.

Lesino, G., Saravia, L*, Mangussi, J. y Caso, R.

Instituto de Investigaciones en Energía No Convencional (INENCO)
Universidad Nacional de Salta
4400 - Salta - Argentina

Y

Galli, D. y Riera, J.L.
Sociedad Minera Pompeya S.A.
4427 - San Antonio de los Cobres - Salta - Argentina

RESUMEN

En un trabajo anterior (1) se propuso la utilización de una poza solar como parte de un proceso de producción de $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. En el presente trabajo se detalla la construcción y puesta en marcha de una poza de 400 m^2 con tal fin. Se construyó un pozo de $20 \times 20 \times 2,4\text{ m}^3$, revocado con adobe y se recubrió con dos mantas de polietileno de $250\ \mu$. El gradiente salino se construyó por el método de F. Zangrando (2) a partir de una solución de $1,1\text{ g/cm}^3$ obtenida bombeando agua sobre el mineral en el fondo de la poza. Las operaciones anteriores finalizaron en enero. A fines de febrero el fondo de la poza se hallaba a 40°C y $1,32\text{ g/cm}^3$ de densidad siendo ya posible la extracción de solución para fines industriales, la que se comenzó a fines de marzo con un rendimiento de cristalización de $0,7\text{ Tn}$ de $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ por m^3 de solución. Actualmente se ensaya el funcionamiento en producción continua.

En un trabajo anterior (1) se presentó un proyecto de incorporación de pozas solares a la producción de sulfato de sodio industrial y el proyecto de construcción de una instalación de 400 m^2 a incorporar al proceso industrial. Dicha poza se halla en este momento en funcionamiento.

El proceso convencional consiste en la solubilización del mineral, que contiene además cloruro de sodio e insolubles, a 45°C con agua y vapor proveniente de una caldera, decantación para eliminación de insolubles, filtrado y cristalización en piletas metálicas de poca profundidad, al aire libre. La solución madre, con concentración alta de cloruro de sodio se desecha o se recircula según el contenido restante de sulfato. Actualmente, la solución es producida dentro de la poza, donde decantan los insolubles la que ha eliminado la necesidad de decantadores, filtros y caldera.

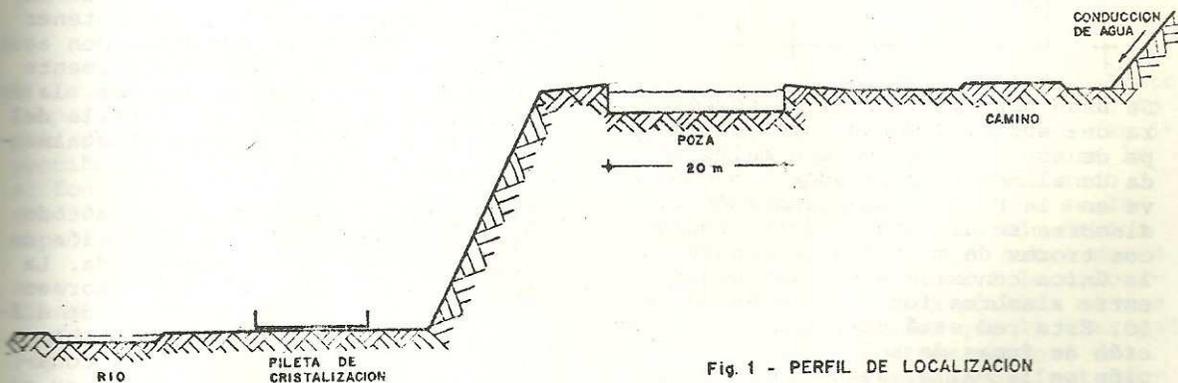


Fig. 1 - PERFIL DE LOCALIZACION

* Investigador de la CNIE

1. CONSTRUCCION

El esquema general del sistema aparece en la Fig. 1.

Para cavar el pozo, de $20 \times 10 \times 1,7$ m³, se usó dinamita. El material fue retirado manualmente con palas, etc. Se usó este método por tratarse de un suelo semiconsolidado mezcla de arcilla, arena, canto rodado y piedras grandes. Parte del material, especialmente el de mayor tamaño, se depositó en los bordes, formando un "pircado" lo que los elevó sobre el nivel general dejando una profundidad de 2,4 m. Se niveló el fondo y se cubrió con una capa de 10 cm de ripio zarandeado, fino.

Antes de echar la capa de arena, se enterraron verticalmente 3 caños de PVC con 4 termocuplas de cobre constantán cada uno. Las termocuplas están separadas 40 cm entre ellas, aisladas eléctricamente del terreno y en capsuladas en caño cobre. Se colocaron sobre una mediana, en los puntos A, B y C de la Fig. 2.

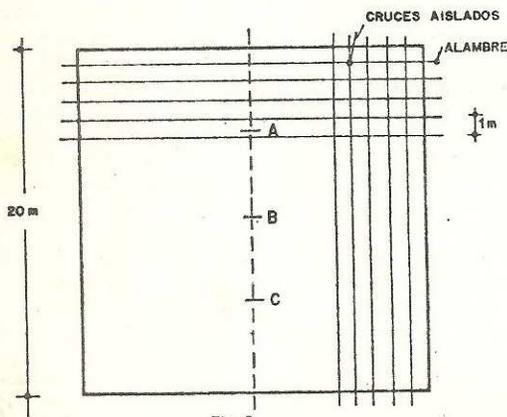


Fig. 2

Se usan para monitorear la temperatura del suelo. También antes de la capa de arena se colocó una malla cuadrada de alambres, separados 1 m como se ve en la Fig. 2. Los cruces de los alambres se aislaron eléctricamente con trozos de manguera de manera que la única conexión eléctrica posible entre alambres fuera a través del suelo. Esta red está destinada a la detección de fugas de solución y a su ubicación en la malla, según lo sugerido por C. Kool (3). Los costados del pozo se recubrieron con una capa de adobe para alisarlos ya que la superficie de la excavación mostraba filos y puntas. Se tendieron 2 mantas de po-

lietileno negro de 250μ dejándose arrugas para absorber las deformaciones producidas en el llenado. De todas maneras, en una oportunidad, al llegar se a 1,5 m de agua fue necesario aflojar el borde oeste. El color de la manta no fue especialmente elegido sino que es el único standard en 250μ . Es experiencias que en estas pozas el color del fondo es el de la suciedad etc. que se acumula, en este caso, intrínseca, ya que se usa para decantar insolubles. En cuanto al frenado de eventuales loops convectivos por calentamiento lateral sería más conveniente que el color fuese claro.

2. LLENADO Y FORMACION DEL GRADIENTE

La poza fue llenada con agua bombeada del río vecino y se palearon unas 200 Tn de mineral desde los bordes. La operación se realizó en este orden para que el agua amortiguara la caída del mineral sobre la manta de polietileno. Quedó entonces un aro de mineral, sobre el fondo, de unos 80 cm de altura, Fig. 3.

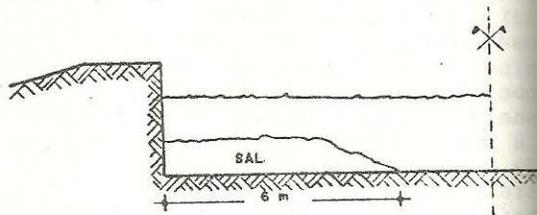


Fig. 3

La solución fue recirculada durante 4 días, 8 horas por día llegando la densidad a $1,1 \text{ g/cm}^3$. Debido a problemas técnicos la recirculación no fue muy eficiente lo que indica que obtener una solución de esa densidad con agua a 10°C bajo el sol es relativamente sencillo. Algunos días después, la solución estaba clara y la arcilla del mineral se había depositado totalmente en el fondo.

El gradiente se formó por el método de F. Zangrado (2) por inyección de agua en la solución concentrada. La inyección se hizo con un difusor en forma de medio disco de 45 cm de diámetro con una distancia entre chapas de 0,25 cm. Debido a detalles constructivos, el agua fluía sólo por el 75% del perímetro del semidisco. La velocidad estimada del agua a la salida fue de 1 m/s. Se realizaron las inyecciones de agua en capas de 2,5 cm

levantándose cada vez el difusor 5 cm. Se formó así una capa de gradiente de 40 cm de espesor. El procedimiento total tomó unas 24 horas distribuidas en 3 días (jueves, viernes y lunes)

Las interrupciones, una de las cuales se debió a un problema de la tubería de alimentación de agua, no parecieron causar problemas en la operación.

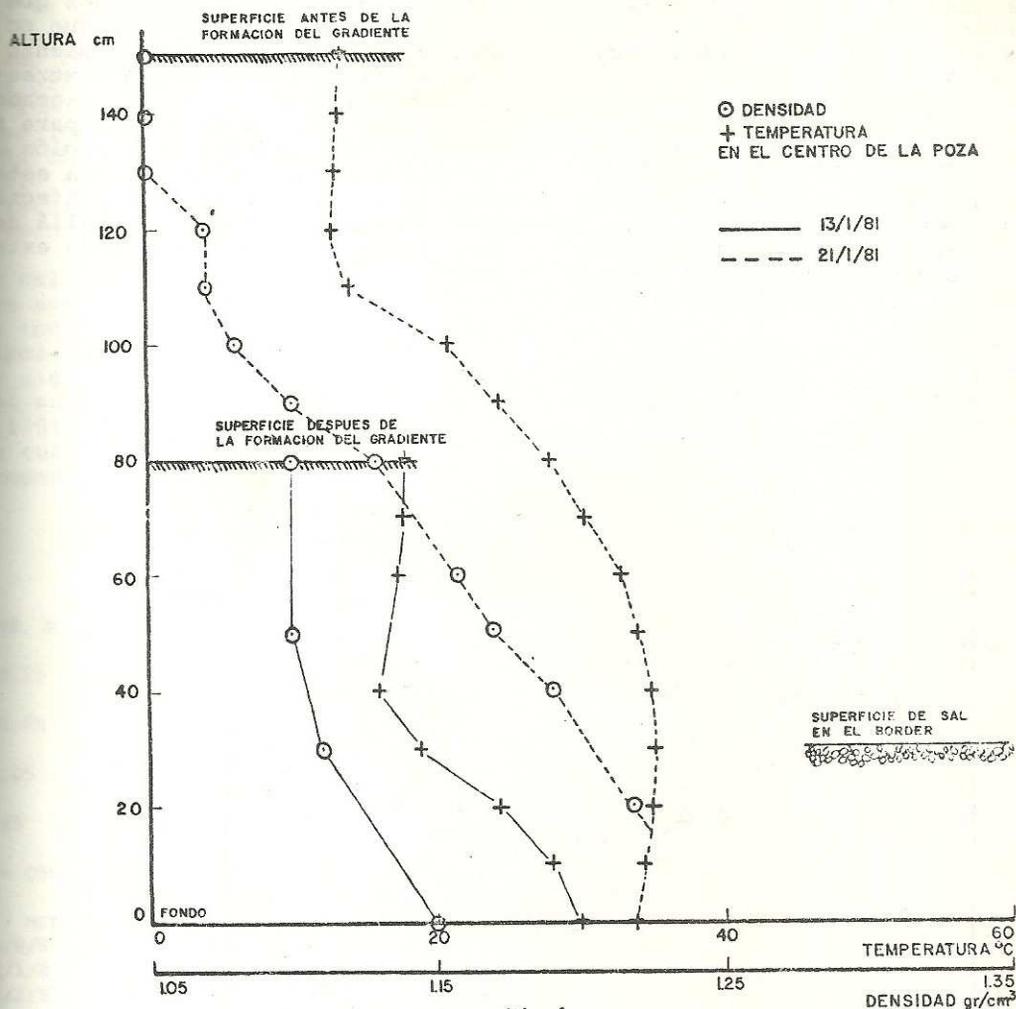


Fig. 4

En la Fig. 4 se ven los perfiles de temperatura y densidad antes y después de la inyección. Antes de la inyección, la difusión de la sal desde el fondo había producido un pequeño gradiente de $0,125 \text{ g/m}^3$ y existía una capa convectiva superficial de 40 cm.

Poco después de la formación del gradiente esta capa reapareció con una profundidad de 20 cm y creció a 30 cm. Fig. 5.

El agua del río, con que originalmente se formó la poza, contenía algas que le daban tonalidad verdosa y poca transmisividad. Para solucionar este

problema se agregaron 10 Kg de sulfato de cobre molido fino. La operación se realizó en forma extremadamente sencilla. Se esparció el sulfato sobre la superficie, al voleo, aprovechando una tarde ventosa, con lo que se logró una uniforme distribución de los cristallitos de sulfato de cobre sobre la superficie y se observó la coloración azulada producida por los mismos en toda la profundidad que la claridad del agua permitía. Tres semanas después, la solución estaba perfectamente clara y el sistema de extracción, pintado de marrón oscuro, podía verse (10 cm sobre el fondo), a 1,5 m de profundidad.

En el lugar donde está ubicada la poza, a eso de las 2 de la tarde siempre comienza a soplar brisa o viento. Se puede observar una circulación horizontal de la capa superior y la superficie adquiere un aspecto ondeado. En el futuro se probará una red flotante para cortar los efectos de mezcla del viento.

3. EVOLUCION DE LA TEMPERATURA Y DENSIDAD. EXTRACCION DE LA SOLUCION.

Cuarenta días después (24/2) la temperatura del fondo subió a 46°C y el perfil de densidad era perfectamente lineal con una densidad de 1,32 g/cm³ en el fondo y 1,05 g/cm³ en la super-

ficie. Diez días después se sifonearon 30 m³ que se vertieron en los cristalizadores. La densidad media de la solución extraída fue de 1,31 g/cm³ y llegó a los cristalizadores con 45°C de temperatura (3°C menos que en el fondo de la poza) por lo que no hubo ningún problema de taponamiento de las cañerías. El sistema de extracción fue diseñado para ser colocado a 10 cm del fondo de la poza y para producir una velocidad de extracción de aproximadamente 6 m³/hora. Con estas características no debía ser afectado el fluido estratificado más allá de los 10 cm por sobre la boca de extracción.

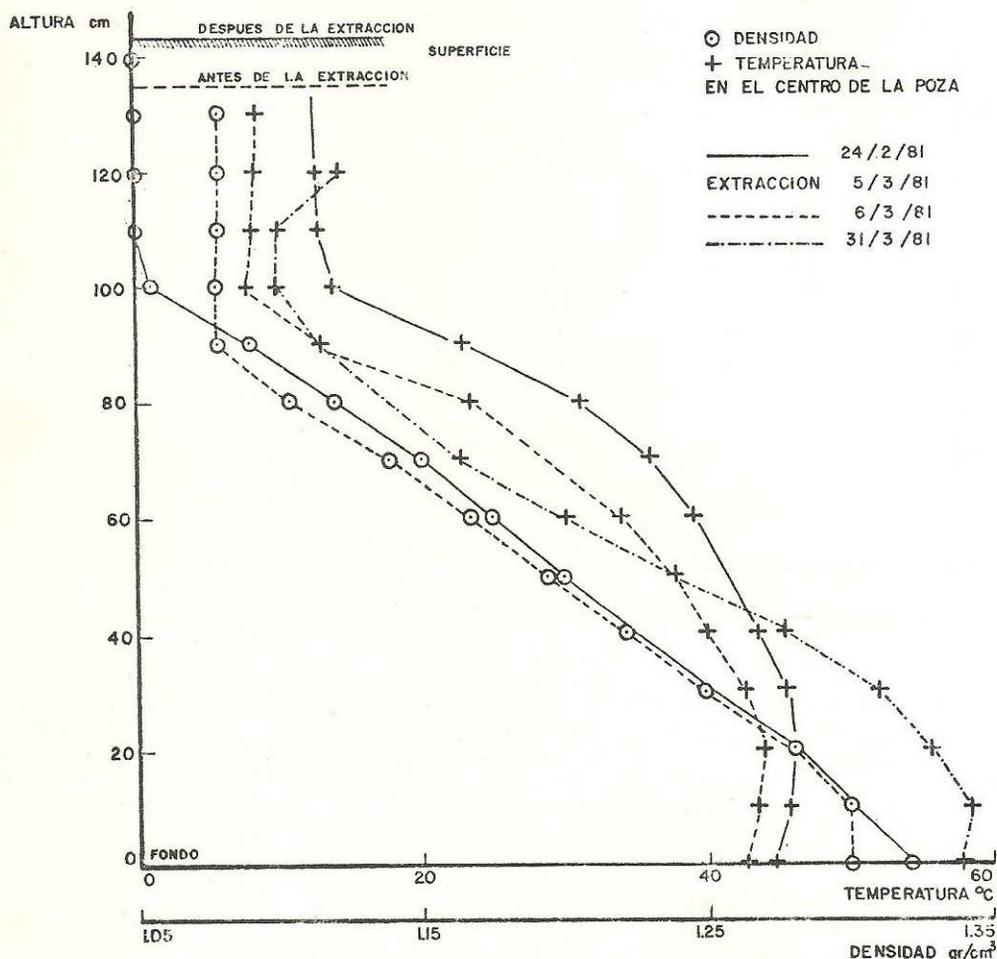


Fig. 5

En la Fig. 5 se muestran los perfiles antes y después de la extracción. El perfil de densidad ha permanecido invariable salvo en los 10 últimos centímetros.

4. CRISTALIZACION

Las dimensiones de las piletas de cristalización son 3 x 8 x 0,5 m³ (12 m³). En el verano, cuando la temperatura ambiente

media es de 14°C (y la de la noche entre 5 y 10°C) cada cristizador (con la solución de 1,2 g/cm³ de densidad producida convencionalmente) rendía 1,5 Tn de decahidrato cada 5 a 7 días. En la actualidad y debido al mayor grado de saturación, la producción de una pileta es de 8,4 Tn cada 3 días, un aumento de un factor 4 a 5 de la capacidad de cristalización. En la instalación considerada, el cuello de botella de la producción era el área de cristalizadores, por lo que este incremento es de interés.

La calidad del producto obtenido cumple ampliamente los requerimientos de la industria papelera que es el principal comprador. Esta exige contenido de cloruro menor del 1%. El análisis del sulfato decahidratado obtenido da 0,125% de cloruro (referido a anhidro) lo cual es altamente satisfactorio. La composición original del mineral (de

buen calidad) era de 68% de sulfato de sodio (decahidratado), 6% de cloruro de sodio y el resto insolubles.

Ha quedado en el fondo de la poza una capa de alrededor de 2 cm de insolubles (arcilla) que no ha creado ningún problema en la extracción (no se ha levantado ni mezclado). No ha aparecido capa convectiva en el fondo aunque debe notarse que siempre existió mineral sólido en el fondo.

5. TEMPERATURA DE SUELO

En la tabla I puede verse resumida la evolución de las temperaturas del suelo en distintas fechas, lugares y profundidades.

Las temperaturas en los puntos A y C son más bajas que en el centro porque allí hay capa de mineral sin disolver.

Tabla I - Temperaturas del suelo

Prof. m	A			B			C		
	13/8/80	22/1/81	24/2/81	13/8/80	22/1/81	24/2/81	13/8/80	22/1/81	24/2/81
- 0,25	12*	20,5	21,4	12,5*	27,1	38,7	12*	16,1*	25,0
- 0,65	12	17,6	20,2	12	22,4	33,2	14	15	22,1
- 1,05	12,5	15,6	18,1	12	19,3	28,3	12	13,9	19,2
- 1,45	11	14,2	18,3	12	16,9	13,5	13	13,2	16,8

A - cerca de la barranca

B - central

C - borde N donde continúa el terreno

* error de la medida $\pm 1^\circ\text{C}$

13/8/80 - sólo el pozo

22/1/81 - temperatura fondo poza 30,5°C

24/2/81 - temperatura fondo poza 49°C

6. OTRAS OBSERVACIONES

La temperatura de fondo llegó a subir hasta 58°C. Se han hecho luego extracciones con lo que la producción de sulfato ha llegado a las 100 Tn.

La presencia de mineral y las altas velocidades de evaporación medidas para la zona (3 a 5 mm por día) hacen imposible detectar pérdidas de solución ya sea por balance de masa de sal o por seguimiento del nivel superficial. El método de la red de alambres no ha sido eficiente pues se observa en todo el perímetro de la poza condensación bajo las mantas de polietileno lo que cortocircuita los alambres a la salida. En el futuro se de-

berá aislar las salidas de los alambres entre el fondo de la poza y la superficie.

Entre las figuras 4 y 5 se observa un aumento de la densidad de la capa convectiva superior entre 1,05 y 1,08 g/cm³.

En el mes de marzo se observaron cristales en todos los lugares de la superficie o cercanos a ella que podían servir de núcleos: hilos, bordes de la poza, lugares donde algún resto de mineral se aproximaba de la superficie. En mayo se observó una red muy tenue de cristales en la superficie. Como se previó a partir de las experiencias de laboratorio, para llegar al automante-

nimiento del gradiente se deberá tender una red que sirva para el crecimiento de los cristales y de la cual luego se puedan desprender y tirar al fondo.

(2) Zangrando, F. Thesis. 1979. University of New México.

(3) Kooi, C. Newsletter on Solar Ponds, N°2., 1980.

7. CONCLUSIONES Y FUTUROS DESARROLLOS

El prototipo ha tenido un excelente comportamiento. Se ha podido evitar el uso de la caldera, filtro y decantadores. No hay consumo de energía convencional salvo en la etapa de formación del gradiente para la recirculación de la solución ya que todos los movimientos de solución se hacen por gravedad. Se ha incrementado la capacidad de cristalización de la planta. El producto cumple los requerimientos de la industria.

Desde el punto de vista básico, debe notarse que las velocidades de los procesos son rápidas, limitadas sólo por las transferencias de calor y la llegada de radiación y no por la transferencia de masa en la producción de la solución densa porque el principal proceso es un cambio de fase, de decahidrato sólido a solución saturada más anhídrido a aproximadamente 32°C.

En el futuro se probará la red para el viento y como centro de cristalización, se reconstruirá el gradiente en invierno, momento más desfavorable con mínimo de radiación y mínimo de temperatura ambiente. Además se ensayará el funcionamiento continuo del sistema y se optimizará la producción, estimándose el rendimiento de la poza en ese régimen.

El presente trabajo ha sido financiado parcialmente por la Subsecretaría de Ciencia y Tecnología de la Nación y por Sociedad Minera Pompeya S.A.

8. AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Dra. Irene Lomniczi de Upton y sus colaboradores, los análisis químicos realizados así como a los restantes integrantes del Grupo de Energía Solar que han realizado viajes para efectuar mediciones en San Antonio de los Cobres.

9. BIBLIOGRAFIA

(1) Lesino, G., Mangussi, J., Saravia, L., Galli, D. y Riera, J. Incorporación de las pozas solares al proceso industrial de producción de sulfato de sodio. Presentado a la 6a. Reunión de Trabajo de ASADES, Catamarca, 1980.