

ANEXO 3



**CORPORACION NACIONAL DEL COBRE DE CHILE
DIVISION CODELCO NORTE
GERENCIA DE RECURSOS MINEROS Y DESARROLLO
SUBGERENCIA DE GEOLOGIA Y GEOTECNIA
DIRECCION DE GEOTECNIA
SUPERINTENDENCIA SERVICIOS DE GEOINGENIERÍA**

NOTA INTERNA

DGEO SSG N° 046/2008

Chuquicamata, 12 de Agosto de 2008

A : DIRECTOR DE DESARROLLO SUSTENTABLE (I) (OSVALDO CORREA B.)
DE : SUPERINTENDENTE SERVICIOS DE GEOINGENIERÍA
REF : INFORMACIÓN CAUDALES DE DRENAJE MINA RADOMIRO TOMIC

En respuesta a las consultas realizadas en la Adenda 3, que tiene relación con el drenaje en Mina Radomiro Tomic, la Superintendencia Servicios de Geoingeniería, perteneciente a la Dirección de Geotécnica, durante el año 2007, desarrollo un estudio de investigación hidrogeológica con la finalidad de determinar la capacidad drenante en el fondo del rajo, como parte de la evaluación para el Quinquenio de la mina, considerando el desarrollo de los minerales sulfurados. Este estudio determinó la existencia de caudales bajos de aporte de agua, cuyos caudales variaron entre 0.5 a 1.5 l/s durante los ensayos de Airlift, mientras que en el desarrollo de los pozos estos fluctuaron entre los 0.06 a 1.0 l/s (Anexo 1, Informe "Programa de Investigación Hidrogeológica y Plan de Drenaje Mina Radomiro Tomic, DGEO SSG N° 038/2007").

Además podemos establecer mediante un control realizado en forma periódica a partir de fines del mes de Julio 2007, un volumen acumulado drenado a la fecha de 56.903m³, con una tendencia de 225 m³/día y un caudal de 2.6 l/s (Anexo 2).

Sin otro particular,

Atentamente,


MILKO DIAZ I.


**VºBº LUIS OLIVARES A.
DIRECTOR DE GEOTÉCNIA**

MDI/eln
CC: Director de Geotécnica (L. Olivares)
Superintendente Geotécnica Línea Óxidos (G. Oyarzún)
Líder Área de Hidrogeología, Dirección de Geología (G. Lorca)




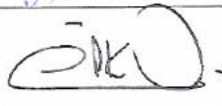


Nota SIG: Considerando la necesidad de tener una retroalimentación del cliente, para satisfacer las necesidades del mismo, la respuesta de este documento tendrá un plazo no superior a 7 días. Si no se recibe esta

**CODELCO - CHILE
DIVISION CODELCO NORTE**

**“PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN
HIDROGEOLÓGICA Y PLAN DE DRENAJE,
MINA RADOMIRO TOMIC”**

NOVIEMBRE 2007

	Nombre	Cargo	Firma
Preparado por:	Paul Mansfield	Hidrogeólogo Senior Water Management Consultants	
	Pedro González B.	Ingeniero Hidrogeología	
Revisado por:	Eric López N.	Área de Ingeniería de Drenaje Superintendencia Servicios Geoingeniería	
Aprobado por:	Milko Diaz I.	Superintendente Servicios Geoingeniería	

A continuación se presentan extractos del estudio realizado que con los resultados de las pruebas y las conclusiones que de ellas se obtuvieron.

1.2 Objetivos y alcance de trabajo

Los objetivos principales y el alcance del trabajo de investigación hidrogeológica, fueron los siguientes:

- Realizar un estudio que permita identificar las problemáticas hidrogeológicas en el sector Suroeste y Oeste del fondo mina, para prever los inconvenientes que traerá consigo la profundización del rajo.
- Construcción de pozos de prueba y de bombeo, para caracterizar hidrogeológicamente el fondo del rajo.
- De acuerdo a los resultados obtenidos, evaluar y determinar el sistema de drenaje más apropiado para apoyar la explotación de los sulfuros.

Tabla 2.1 Coordenadas de los sondajes de investigación hidrogeológica

Nombre del pozo	Norte*	Este*	Elevación (msnm)	Profundidad perforado (m)	Tipo de habilitación
PB-1	10139,48	3614,32	2690	131	Pozo de monitoreo, habilitado con PVC de 2,5"
PB-2	10387,72	3575,84	2690	220	Pozo de monitoreo, habilitado con PVC de 2,5"
PB-3	10619,65	3601,98	2690	200	Pozo de bombeo, habilitado con PVC de 6"
PB-4	10810,10	3672,46	2704	159	Pozo de monitoreo, habilitado con PVC de 2,5"
PB-5	10645,81	3606,97	2692	170	Pozo de bombeo, habilitado con PVC de 6"

Nota: *coordenadas mina.

Tabla 2.2 Detalle de habilitación, pozos de observación

Pozo de observación	Profundidad perforado (m)	Profundidad de habilitación (m)	Tramo de PVC ranurada (m)	Tramo del empaque de grava (m)
PB-01	131,1	131,1	14,7 – 26,4 / 38,1 – 61,5 / 96,3 – 107,8	0 – 131,1
PB-02	220	212,3	1,1 – 18,5 / 36,7 – 48,3 / 65,9 – 77,8 / 95,1 – 112,9 / 130,3 – 142,1 / 159,5 – 171,2 / 188,7 – 206,4	0 – 212,3
PB-04	159	157,7	42,0 – 47,8 / 82,5 – 88,2 / 105,5 – 134,4	Sin grava

Tabla 2.3 Detalles de la habilitación de los pozos de bombeo

Pozo de observación	Profundidad perforado (m)	Profundidad de habilitación (m)	Tramo de PVC ranurada (m)	Tramo del empaque de grava (m)
PB-03	200	199	4,9 – 136,0 / 141,7 – 158,8 / 164,5 – 176,0 / 181,7 – 193,1	0 – 199
PB-05	170	170	3,6 – 112,1 / 117,9 – 129,4 / 135,2 – 146,8 / 152,5 – 164,1	0 - 170

Tabla 3.1 Caudales de airlift registrados durante la perforación

Nombre del pozo	Profundidad (m)	Caudal de airlift (l/s)
PB-01	5 54	Leve aporte de agua. Se intenta hacer un airlift, pero se corta rápidamente el flujo.
PB-02		Leve aporte de agua.
PB-03	78	1,00 ¹
	84	0,94 ¹
	90	0,88 ¹
	99	0,98 ¹
	114	1,50 ¹
	128	0,52 ²
	134	0,52 ²
	146	0,92
	152	0,57
	158	0,61
169	0,68	
182	0,52	
PB-04	48-54 101	Leve aporte de agua. 0,05
PB-05	30	Leve aporte de agua.
	54-66	Leve aporte de agua.
	126	0,30

Nota: ¹Caudal corregido para incluir filtraciones de 0,3 l/s aprox. desde las barras de perforación y la pipa.

²Caudal corregido para incluir filtraciones de 70% aprox. del caudal desde las barras de perforación y la pipa

Tabla 3.2 Resultados del desarrollo

Pozo de bombeo	Duración del desarrollo (minutos)	Caudal estimado (l/s)	Comentarios
PB-03	2670	1,0	Caudal estable.
PB-05	30	0,06	

Tabla 3.3 Resultados de las pruebas de recuperación

Sondaje	Tipo de prueba (minutos)	Elevación de agua (msnm)	Prof. (m)	Tasa de infiltración estimada (l/s)	Permeabilidad (m/s)
PB-01	Recuperación final	2677,1	131	0,001	1,43E-10
PB-02	Durante la perforación (78 m)	2676,5	78	0,03	1,35E-09
	Durante la perforación (108 m)		108	0,03	3,62E-09
	Recuperación final		212	0,0005	6,90E-11
PB-03	Durante la perforación (134 m)	2678,8	134	0,1	8,79E-08
	Desarrollo final		200	0,7	4,54E-08
PB-04	Recuperación final	2659,8	159	0,003	2,97E-11
PB-05	Desarrollo final	2676,3	170	0,07	6,38E-10

3.6 Análisis de los Resultados

Los resultados del programa de perforación indican que existe presencia de agua subterránea en el fondo del rajo de mina RT, que esta relacionado fundamentalmente con estructuras permeables que sirven de canales preferenciales del flujo. Los cinco pozos de investigación tienen infiltraciones, pero en general, dado que la roca posee una muy baja permeabilidad, los caudales observados han sido bajos. El pozo PB-03 que fue perforado para interceptar una estructura relacionada con afloramientos en el piso del rajo, este pozo entregó resultados para estimar caudales de bombeo permanentes. El pozo PB-05, también indico un aporte de agua de 0,06 l/s pero su operación de bombeo puede resultar discontinua.

3.6.2 Evaluación Sistema de Drenaje

Los resultados muestran que un sistema de drenaje, mediante pozos de bombeo puede generar un drenaje efectivo, principalmente donde hay presencia de agua en zonas estructurales más permeables ($>1 \times 10^{-8}$ m/s). Sin embargo el bombeo de pozos perforados en roca de permeabilidades menores que 10^{-8} m/s, serán de baja eficiencia con periodos de bombeo muy cortos y tiempos largos de recuperación de los niveles. Por ejemplo en el caso del pozo PB-05 para mantener un bombeo continuo será necesario instalar una bomba de muy bajo rendimiento ($<0,1$ l/s).

4.1.2 Análisis de los Resultados

- Los resultados del programa de perforación indican que es posible lograr caudales de bombeo de hasta 1,5 l/s en el pozo de bombeo PB-03 y un caudal alrededor de 0,5 l/s en el pozo PB-05.
- Las permeabilidades estimadas varían en 5×10^{-9} m/s en PB-03 y 3×10^{-11} m/s en PB-04, las cuales se encuentran dentro del rango esperado en base de las características del macizo rocoso evaluado.
- Existen estructuras con presencia de humedad en el fondo del rajo, sin embargo en general son de baja permeabilidad, lo que genera un aporte de agua menor. Con la excepción de PB-03 las tasas de infiltración de agua subterránea hacia los sondajes son menores a 0,2 l/s.