

DIRECCIÓN NACIONAL DE MINERÍA Y GEOLOGÍA

CENTRO DE EXPLORACIÓN CÓRDOBA

**CARACTERIZACIÓN METALOGENÉTICA Y
EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA MINA RARA
FORTUNA, DISTRITO EL GUAICO, CÓRDOBA,
REPÚBLICA ARGENTINA**

Trabajo publicado en el CONGRESO GEOLÓGICO DEL URUGUAY.

Autor: CANDIANI, J.

SEGAL, S.

AÑO 1989

**MINA RARA FORTUNA, DISTRITO EL GUAICO,
CORDOBA, REPUBLICA ARGENTINA
CARACTERIZACION METALOGENETICA Y EVALUACION ECONOMICA**

Juan C. CANDIANI* y Susana J. SEGAL**

*Dirección Nacional de Minería y Geología, Centro Exploración Córdoba. Humberto 1o.
642 - Córdoba - ARGENTINA

**Secretaría de Minería. Dirección Nacional de Minería y Geología. Av. Santa Fe 1548
Buenos Aires - ARGENTINA

RESUMEN

La mina Rara Fortuna es un yacimiento hidrotermal de moderada temperatura, emplazado discordantemente en el basamento metamórfico precámbrico de las Sierras Pampeanas del NW de la provincia de Córdoba. Las observaciones geológicas, calcográficas y geoquímicas de superficie e interior mina, revelan la presencia de vetas polimetálicas (Ag-Pb-Zn-Au-V-Cd). La evaluación económica previa a la exploración del yacimiento ha permitido delimitar zonas productivas que definen recursos por 115,622 toneladas, con leyes medias de 274 g/t de plata, 1,66% de plomo y 1,71% de Zn.

ABSTRACT

Rara Fortuna hydrothermal deposit is placed discordantly in the precambrian metamorphic basement suitable at NW of Córdoba Province. Polimetálic vein-form mineralization (Ag-Pb-Zn-Au-V-Cd), is revealed by geological, mineralogical and geochemical observations. Productives zones, defined from economic evaluation, allow to know up to 115,622 t. of geological reserves with average grade: 274 g/t Ag, 1.66% Pb, 1.71% Zn.

INTRODUCCION

La mina Rara Fortuna forma parte del distrito minero El Guaico-Dos Pozos (Ag-Pb-Zn-Au-V-Cd) ubicado en el NW de la Provincia de Córdoba (Figura 1). El distrito comprende más de 60 denuncias mineras, muchas de las cuales se han explotado con irregular intensidad. Las reservas geológicas del mismo han sido estimadas en más de 1 millón de toneladas (Miró, 1987).

La presente información forma parte de la evaluación económica previa a la prospección-exploración del distrito; los estudios fueron realizados por la D.N.M.G. (Centro de Exploración Córdoba). Como parte de estos trabajos se tomaron 260 muestras de canaleta perpendiculares a la estructura Rara Fortuna. Los análisis químicos (AAS) fueron realizados por laboratorios de la D.N.M.G., principalmente por Ag-Pb-Zn, haciéndose además controles por Au-V-Cd. Cuarenta y una muestras seleccionadas se analizaron por 22 elementos (ICP): Fe-Ba-P-Cu-Cr-Ag-B-Zn-Sb-Pb-Sn-Ni-V-Mn-Be-Mo-As-W-Co-Y-Cd-Nb, en la Dirección Nacional de Minería y Geología del Uruguay.

GEOLOGIA GENERAL DEL DISTRITO Y DEL YACIMIENTO

En la región predomina un zócalo metamórfico de edad Precámbrica Superior, intruído por varios plutones graníticos epizonales asignados al Paleozoico Inferior a Medio (Figura 1).

La zona correspondiente al distrito minero muestra dos tipos diferenciados de rocas: 1- esquistos biotíticos inyectados y migmatitas heterogéneas con intercalaciones de anfibolitas y mármoles, y 2- migmatitas heterogéneas y gneises granodioríticos y graníticos con escasas intercalaciones de esquistos inyectados.

La esquistosidad de las metamorfitas presenta un rumbo regional de 140° e inclinaciones subverticales de 70° - 80° con sentido predominante SW.

Las vetas del distrito El Guaico rellenan sistemas de fracturas tensionales subverticales con dos orientaciones: un sistema principal de rumbo NE y el sistema NW a EV (subcordante con la esquistosidad regional). Las estructuras mineralizadas alcanzan corridas de hasta 2000 m.

La estructura Rara Fortuna pertenece al sistema NE y aflora a lo largo de 500 m. Las labores antiguas alcanzaron los 70 metros de profundidad. El relleno de la estructura está formado por una cataclasita gris verdosa silicificada (microbrecha) y la veta de cuarzo hidrotermal, con anchos medios de 0.84 y 0.37 m. respectivamente. La veta se encuentra ramificada y a menudo desprende guías fuera de la estructura principal. En algunos sectores se observa el brechamiento y la microfracturación de la cataclasita.

La roca dominante en la zona de la veta Rara Fortuna es el gneis migmático tonalítico (cuarzo, plagioclasa, biotita) con enclaves de esquistos biotíticos que se orientan paralelos a la foliación.

VARIACION DE LA MINERALIZACION Y CONSIDERACIONES PARAGENETICAS

La mineralización oolimetálica de Rara Fortuna (Candiani et al, 1988) se manifiesta en forma diseminada en la zona correspondiente a la microbrecha, mientras constituye vetas de cuarzo mineralizadas, complejas y variadas en los sectores donde las mismas rellenan la estructura de la cataclasita.

Tratándose de un yacimiento de tipo mesotermal, las menas constituyen una "melange" entre las condiciones epi e hipotermas (Stafford, 1948).

Las texturas predominantes en el yacimiento son de reemplazo y relleno. La zonación en la variación de la temperatura se observa en las texturas de reemplazo de los minerales opacos, que predominan sobre las de relleno de fisuras.

En el proceso de reemplazo se presentan cambios zonales bruscos de temperatura demostrados por la depositación bandeada mutua entre blenda y galena, así como en la textura superimpuesta de calcopirita, pirita y marcasita, donde se produce simultaneidad en la superposición de los minerales. En algunas probetas se presentan "relictos" del mineral más antiguo (blenda) dentro del mineral de reemplazo.

Los minerales depositados como relleno de fisuras señalan variaciones graduales de temperatura durante mayor cantidad de tiempo y a mayores distancias. Como ejemplo, se observan los procesos de relleno de galena en las fisuras de blenda y de calcopirita en espacios abiertos. Durante la formación de estas texturas de relleno se producen repentinos cambios de temperatura que hacen a la depositación de minerales más fríos de tipo

epiternal como la plata nativa y las sulfosales de plata, antimonio y arsénico en fisuras de galena, continuando posteriormente la depositación de los de mayor temperatura originando un traslape menor en pocos metros (Park, 1955).

La abundancia de granos romboédricos diseminados de arsenopirita asociados en sectores a piritita y esparcidos entre los minerales transparentes, así como la presencia de piritita, cuarzo y calcopirita persisten a través de todo el período mineralizador y en todos los niveles investigados.

La sucesión de minerales de la zona hipogénica de la mina Rara Fortuna es cronresiva, constituida al menos por 2 pulsaciones de fluidos primarios poliascendentes interrumpida por reactivación de vetas y aporte de nuevas soluciones mineralizadoras.

GEOQUIMICA

Las correlaciones múltiples entre los 22 elementos químicos analizados, muestran una asociación estrecha entre Ag-Pb-Zn-Cu-Sb-Sn-Mo-W y en menor medida con V-Cd-As. El examen de la distribución espacial de los mismos corroborado con los estudios calcoqráficos refleja una superposición de halos de mayor concentración.

Las curvas de isotenores de Ag, Pb y Zn (valores ponderados para el ancho de la estructura (veta + microbrecha) definen "clavos mineralizados" con una elongación horizontal de 40 - 80 m., vertical comprobada hasta los - 70 metros y frecuencia de repetición de 60 m. No se observan tendencias geoquímicas a disminución de Pb y aumento de Zn en profundidad (Figura 3).

Según datos del muestreo, las asociaciones geoquímicas primarias no han sido afectadas de manera importante por procesos supergénicos, de manera que los "clavos" podrían repetirse con similares características en niveles inferiores.

EVALUACION ECONOMICA

De acuerdo con el muestreo sistemático realizado en la fase de evaluación económica ore via (Candiani, 1989), se han podido confirmar reservas según el siguiente cuadro:

Bloque	Categoría	Area (m ²)	Ancho (m)	PE (g/cc)	RM -factor	Tonelaje
RF1	Medido-Indicado	17700	0.9	2.9	0.55	25408
Bloque	Categoría	Area (m ²)	Ancho (m)	PE (g/cc)	RM factor	Tonelaje
RF2	Inferido	21850	0.8	2.9	0.55	27881
RF3	Indicado	48850	0.8	2.9	0.55	62333
Reserva total						115622

La razón de mineralización (RM) = 0.55, surge de la delimitación de los sectores de veta que pueden ser extraídos en forma económica (sectores productivos), los que están encerrados dentro de la isolínea de 140 g/t de plata equivalente (ley de corte). Estos sectores tienen una ley media de Ag= 326 g/t, Pb= 1.97% y Zn= 2.03% (Figura 2 y 3). Es evidente que estas leyes están influenciadas por el hecho de que la veta expuesta coincide con los brodes de zonas ya explotadas; por lo tanto la evaluación se plantea como una alternativa de "mínima", ya que es factible esperar un mejoramiento de leyes en zonas vírgenes..

De acuerdo al modelo geoquímico, las leyes medias de zonas productivas del bloque RFI, pueden extrapolarse a zonas más profundas. En el cálculo de reservas se ha estimado una profundidad de 150 m.

La evaluación económica se basa en el cálculo del coeficiente de rentabilidad que es la relación entre el ingreso total actualizado y las pre-inversiones e inversiones a realizarse.

La ley media de cabeza, considerando el ancho mínimo a rajar, la dilución y pérdidas por explotación (método: realce sobre saca), se reduce a $A_g = 274$ g/t, $P_b = 1.66\%$ y $Z_n = 1.7\%$. Los factores de ajuste aplicados a la ley, también modifican la reserva geológica incrementándola a 125629 tn.

El valor neto recuperable de la mena es de 84 US\$/tn. (según cotización de metales: $A_g = 283.33$, $P_b = 0.63$ y $Z_n = 1.32$ US\$/Kg).

Con los parámetros asumidos resulta un modelo de proyecto minero para 5 años, con una capacidad de planta de 80 tn/día. Los costos operativos (mina-planta) se han estimado en 40 US\$/tn y la inversión (exploración, mina, planta, servicios auxiliares-infraestructura y capital de trabajo) asciende a 1.87 millones de US\$.

Con estos valores la explotación de la mina Rara Fortuna tiene un coeficiente de rentabilidad positivo. Debe tenerse en cuenta la elevada inversión en la planta de tratamiento (43% de la inversión total) por lo que se aconseja que la explotación se realice en forma conjunta con otros yacimientos del distrito.

Del análisis de sensibilidad económica (simulación de situaciones alternativas modificando los parámetros principales en forma separada) el límite crítico está marcado por una reducción de leyes del orden del 30% y, por otro lado, una reserva mínima de 70.000 tn.

CONSIDERACIONES FINALES Y CONCLUSIONES

La mineralización primaria del yacimiento sufre una evolución progresiva a través de varias fases interrumpidas por fisuramientos o fracturas entre minerales. El yacimiento no muestra una zonación regular debido a que en un área simple existe una depositación de metalíferos ocurrida en diferentes períodos de tiempo, regidos por bruscos cambios de presión y temperatura.

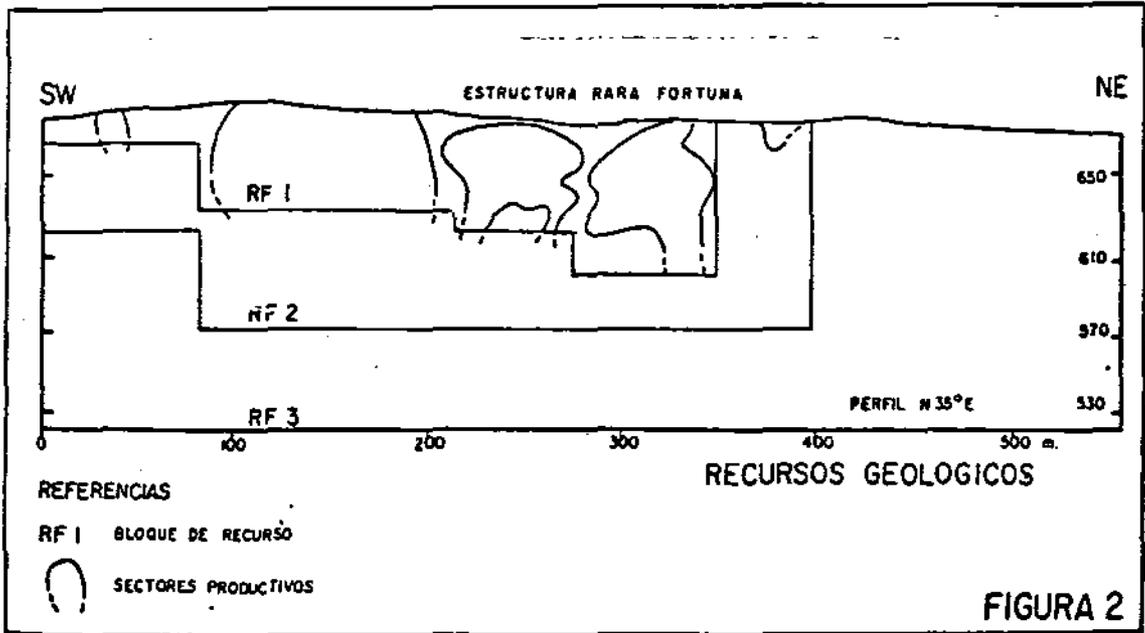
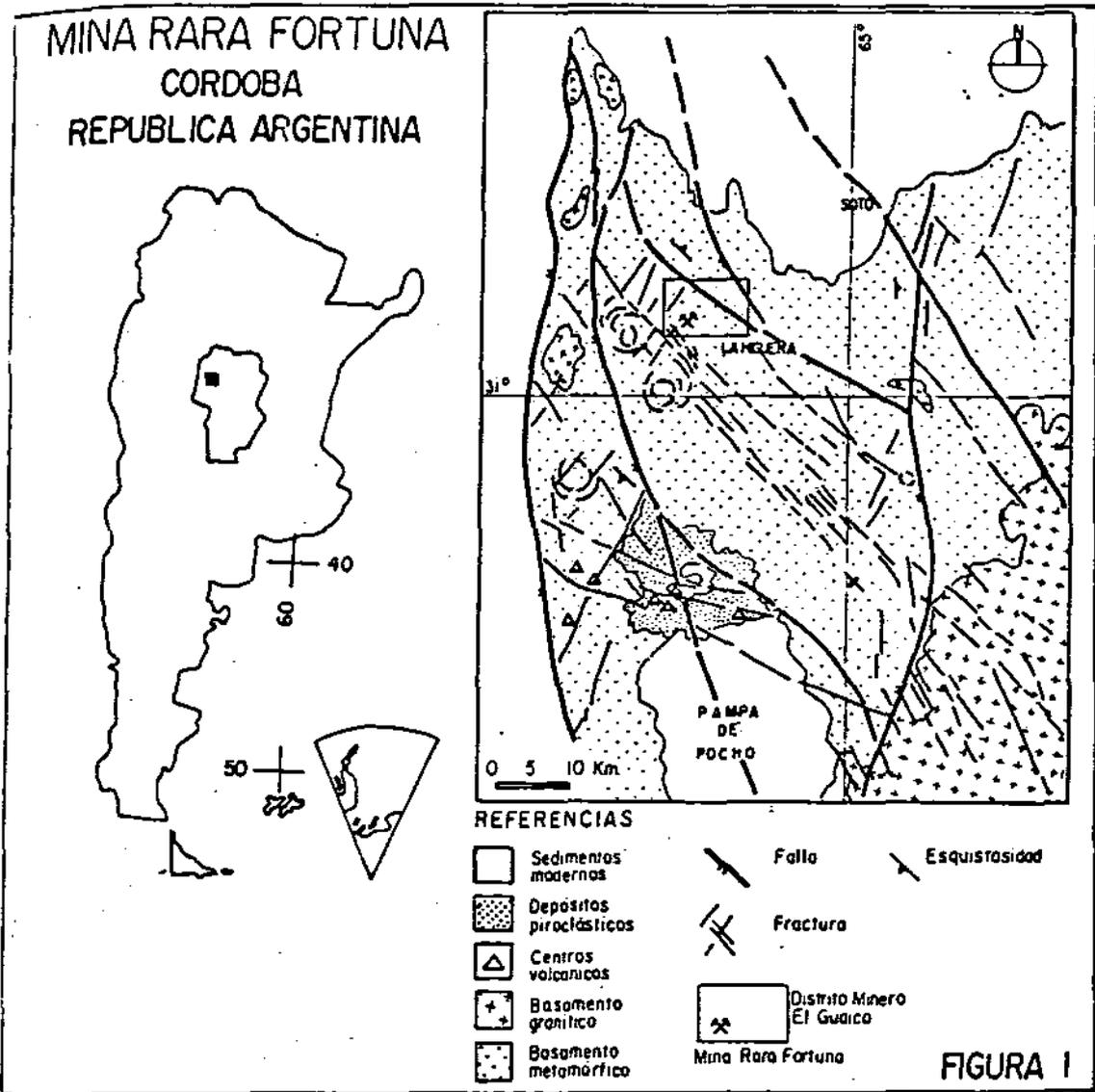
Una zonación mineralógica generalizada del yacimiento muestra:

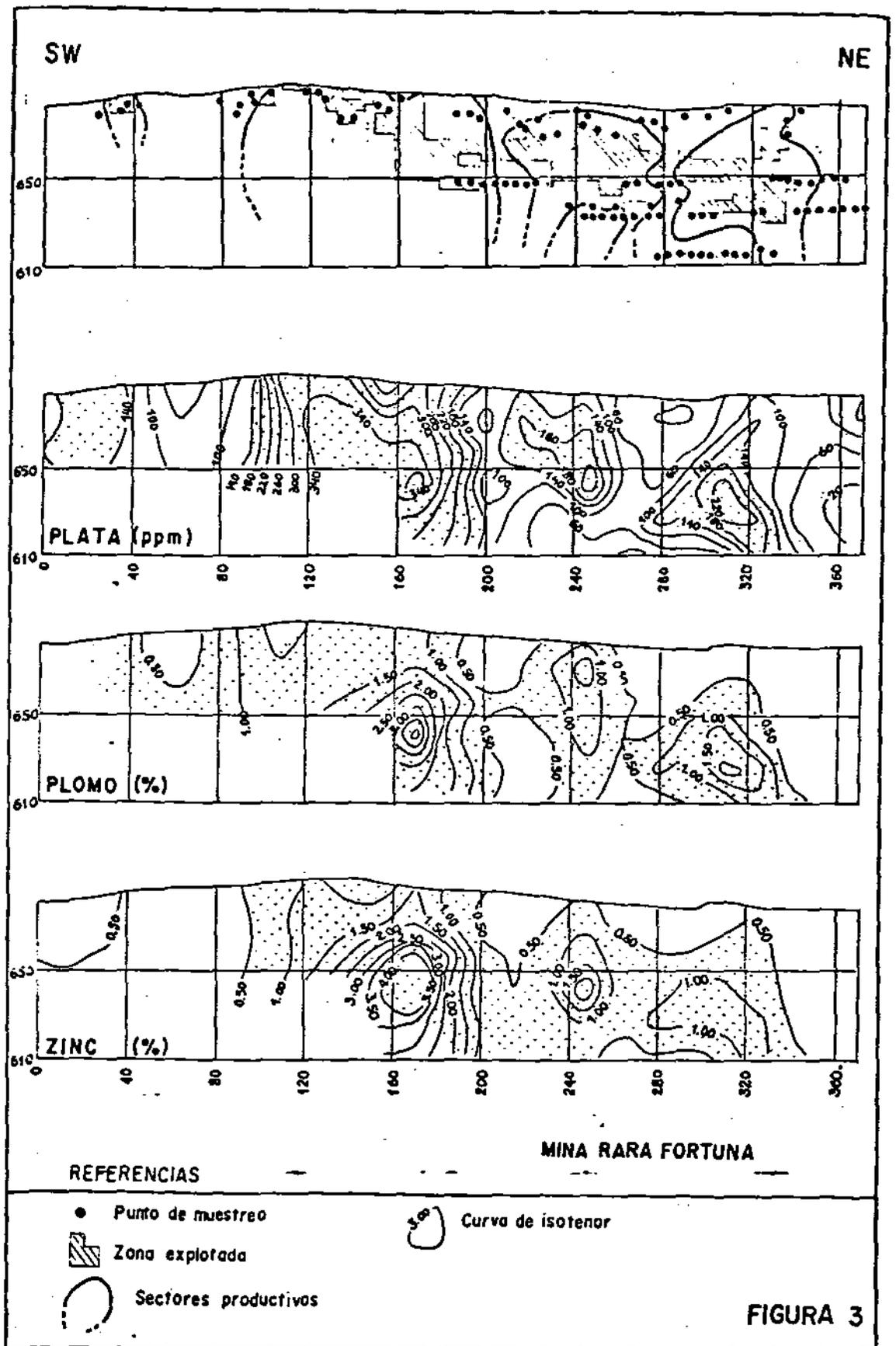
- a) Abundancia de galena (Pb) en niveles superiores.
- b) Presencia de blenda (Zn) en profundidad
- c) Abundante pirita (Fe) en todos los niveles
- d) Disminución de arsenopirita (As) cuando disminuye el plomo y el zinc
- e) Disminución de antimonio junto con los valores de plomo.

Los minerales portadores de plata nativa, Sb, As y Cd son erráticos y controlados por la localización coincidente de fracturas interminerales que permiten la concentración de soluciones mineralizantes de baja temperatura.

La mineralización constituye "clavos" con una frecuencia de repetición de 60 metros. Las asociaciones geoquímicas primarias no han sido afectadas de manera importante por procesos supergénicos, por lo que los "clavos mineralizados" comprobados hasta los -70 metros, podrían repetirse en niveles más profundos.

El cálculo económico indica que el proyecto Rara Fortuna tiene una rentabilidad satisfactoria que justifica la exploración del yacimiento y la prospección del distrito minero.





AGRADECIMIENTOS

Los autores dejan expresado su reconocimiento a las autoridades de la Dirección Nacional de Minería y Geología de la Secretaría de Minería de Buenos Aires; a la Jefatura del Centro Exploración Córdoba, así como al profesional encargado del Laboratorio del DINAMIGE, URUGUAY por la colaboración prestada en la determinación de los valores geoquímicos.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

CANDIANI, J.C., MIRO, R.C. y SEGAL, S., 1988. Exploración de la Mina Rara Fortuna. Tomo III - II Congr. Nac. Geol. Ec., Olavarría, Bs. As.

CANDIANI, J.C., 1989. Prefase de Exploración Proyecto Rara Fortuna DNMG, C.E. Cba. (inédito).

MIRO, R.C., 1987. Evaluación Económica previa Distrito El Guaico. DNMG, C.E. Cba. (inédito).

PARK, JR, CHARLES, F., 1955. The zonal theory of ore deposits. Economic Geology, Tomo I, pp. 226-248

STAFFORD, BROWN, P.H.D., 1948. Ore genesis. A metallurgical interpretation. An alternative to the hydrothermal theory. Howell Press, 204 pp.