



UNIVERSIDAD DE SONORA

División de Ciencias Exactas y Naturales

Departamento de Geología

**ENSAYO DE UN MODELO
GEOMETALURGICO PARA LA ZONA DE
SULFUROS PRIMARIOS PROFUNDOS DE LA
MINA LA HERRADURA EN SONORA,
MEXICO**

TESIS

**Que para obtener el Grado de:
Maestro en Ciencias-Geología.**



PRESENTA:

JUAN MIGUEL ROMERO VALLE

Hermosillo, Sonora, Marzo del 2017

I. RESUMEN

El distrito La Herradura se encuentra localizado en el noroeste del Estado de Sonora; México. Este depósito fue descubierto en 1991 por Minera Penmont y ha sido minado a cielo abierto desde 1998. La Herradura es un depósito de clase mundial considerado como depósito de baja ley (Au promedio 0.80 g/t) con una reserva conocida desde su descubrimiento hasta la actualidad de un poco más de 7.5 millones de onzas.

Este depósito se interpreta como un tipo de oro orogénico formado durante el período Laramide, donde la mineralización de oro ocurre como oro nativo en vetas y vetillas de cuarzo. La mineralización está controlada por estructuras de rumbo NW-SE limitada por 2 estructuras llamadas Victoria y Ocotillo. A pequeña escala la mineralización se ubica en vetas y vetillas de cuarzo que siguen diferentes familias ya descritas anteriormente. Las rocas huéspedes de la mineralización son principalmente gneises cuarzo-feldespáticos, los cuales son más favorables a generar estructuras en un ambiente dúctil-frágil.

Las dimensiones de los cuerpos minerales basado en un *cut off* de 0.30 g/t mostrando cuerpos de 10 a 100 metros de ancho y más de 1 km de largo. El tajo Mega_Centauro corresponde a la ubicación de la principal fuente de reserva del distrito, y su extensión vertical y horizontal ha sido determinada por la perforación con sistema de perforación a diamante confirmando que es superior a 1 km.

El objetivo de este trabajo de investigación fue el de elaborar un modelo geometalúrgico para la zona de sulfuros primarios profundos de la mina La Herradura, que permita predecir todos los aspectos relacionados con la recuperación de oro en la planta metalúrgica. Se definieron 3 zonas geometalúrgicas llamadas zonas A, B y C. De cada compuesto se hicieron concentrados gravimétricos, mismos que se estudiaron con el programa *Mineral Liberation Analyzer* (MLA). Los concentrados se constituyen de una ganga rica en cuarzo y pirita con oro. El oro está como *oro electrum* y *petzita*. Las principales especies de no metálicas son cuarzo, albita, muscovita y ankerita, entre otras. El

contenido de plata detectada en las partículas de oro electrum es de 20 a 30 %. Las asociaciones de oro identificadas consisten de oro libre, oro en los bordes de pirita, oro en inclusiones en pirita, así como en diversas gangas como cuarzo, albita, ortoclasa, ankerita. A partir de los datos de MLA se calcularon constantes de recuperación de oro de 92 % para la Zona A, 79 % para la Zona B y de 84 % para la Zona C. Con estos datos se elaboró el modelo geometalúrgico calculando las cantidades totales de oro recuperable en el yacimiento. El cálculo se comparó con otros a partir de pruebas experimentales de cianuración en botella, encontrándose cantidades de oro recuperado muy similares para las Zonas A y C. Se concluye también que no es necesaria una remolienda de mineral a -0.075 mm (-200 mallas), puesto que a -1 mm (-20 mallas) se pueden obtener resultados satisfactorios. Si la anterior propuesta es puesta en marcha, se traducirá en un ahorro considerable en los costos de producción de oro.

II. INTRODUCCIÓN

La Geometalurgia es una disciplina integradora emergente que tiene el propósito de incorporar los diferentes aspectos de planificación integral de la actividad minera, desde la fase de exploración mineral. Incluye los planes de minado y aspectos como dureza, facilidad del mineral a la molienda, la recuperación metalúrgica (función de la liberación, forma y textura mineral, etc.) o la calidad de los concentrados, entre otros. Metodológicamente, se deberá obtener información a nivel macro y microscópico. Las variables geometalúrgicas son elementos importantísimos en el momento de determinar costos y utilidades de una mina o de un proyecto minero.

La evaluación integral de una mina o de un proyecto minero consiste en determinar las toneladas de mineral que están por encima de la ley mínima de corte (*cut-off*), la distribución espacial de la relación toneladas/ley por encima del valor del *cut-off*, para una o más variables. La dilución, pérdidas de mineral y la recuperación metalúrgica son factores que pueden variar y que deben ser considerados en la etapa de evaluación de los recursos y reservas mineras y en la determinación de la rentabilidad del proyecto. Adicionalmente, es muy importante considerar la concentración de elementos perjudiciales,