

# ¿COMO RECONOCER, DIMENSIONAR Y EVALUAR CORRECTAMENTE EL POTENCIAL GEOLÓGICO DE UN NUEVO DISTRITO MINERO?

Miguel A. Miranda & César E. Vidal

## INTRODUCCIÓN

El Distrito Minero de Hualgayoc fue elegido como ejemplo para el presente estudio por su notable producción histórica de Ag que se remonta desde la Colonia hasta finales del Siglo XX. Aunque no se disponen datos completos de su producción, se calcula que fue del orden de los **225 MM oz Ag más 50 MM oz Ag** en recursos potenciales aún por extraer. Adicionalmente a la producción argentífera de vetas y mantos, se ha evidenciado una compleja actividad magmática calco-alcalina ocurrida entre 14.5 Ma y 8.0 Ma, además de la existencia de depósitos minerales tipo alta sulfuración (Au-Ag-Cu), polimetálicos (Ag-Pb-Zn-Cu) y pórfidos (Cu-Au ± Mo).

Para el presente estudio se consideraron las publicaciones del INGEMMET, información que se ha complementado con estudios de investigación académica de varios autores. Como resultado, se han generado planos temáticos a manera de folios a escala 1:100,000, redondeando con el plano metalogenético distrital el cual identifica cuatro centros hidrotermales y propone un límite externo.

El Distrito Minero de Hualgayoc está situado 90 Km al Noroeste de la ciudad de Cajamarca dentro de la provincia de Hualgayoc, jurisdicción de los distritos de Hualgayoc, Chugur y Bambamarca.

El relieve topográfico expone rocas sedimentarias, intruídas y cubiertas por rocas ígneas y volcánicas, las que en el tiempo han sido modificadas y disectadas por la tectónica Andina sumándose a la continua denudación por efecto glaciar y fluvial. Las elevaciones de la divisoria continental y fondos de quebrada varían entre los 3,200 y 4,300 msnm.

## GEOLOGÍA ECONÓMICA

La estratigrafía sedimentaria del Distrito Minero Hualgayoc está conformada por el apilamiento de sedimentos sílico-clásticos y calcáreos del Cretáceo inferior, los que se encuentran cortados y cubiertas por cuerpos ígneos y rocas volcánicas emplazadas durante el Paleoceno y Mioceno.

El Grupo Goyllarisquisga representa la base de la pila sedimentaria y está expuesto en el corte del Río Hualgayoc con un espesor promedio de 300 m, compuesto por estratos potentes de cuarcitas y areniscas cuarzosas intercaladas con lutitas y lutitas calcáreas. En discordancia al Grupo Goyllarisquisga reposan niveles delgados de areniscas, lutitas y limolitas con esporádicos bancos de calizas arenosas que corresponden a la Formación Inca. Seguidamente encontramos la Formación Chulec, mejor expuesta en la quebrada del Río Tingo, con un espesor promedio de 320 m; consiste de calizas nodulares y margas de color crema con intercalaciones internas de lutitas calcáreas. Sobreyaciendo aflora la Formación Pariatambo desde la Mina Mesa de Plata hasta la Mina Sinchao mostrando capas delgadas de calizas bituminosas con tonos grisáceos que se intercalan con lutitas negras. Finalmente coronando encontramos 400 m de espesor de calizas y niveles lutáceos correspondientes a la Formación Yumagual del Cretáceo superior, las que afloran desde la Mina Cerro Corona extendiéndose al Sur.

La paragénisis geocronológica del magmatismo post Cretáceo, se inicia en el Paleoceno con la intrusión de la diorita San Miguel a los 45.0 Ma. Posteriormente hacia finales del Mioceno inferior se emplaza el sill diorítico Yanacancha de 16.8 Ma seguido por el sill Coimolache de 14.3 Ma. Ambos diques tienen como caja a las calizas de la Formación Yumagual. Contemporáneamente con el sill Coimolache se emplazaron los cuerpos porfiríticos de naturaleza diorítica de Cerro Corona a los 14.4 Ma, seguido muy cerca por el pórfido Cerro Quijote y San José.

Tanto el pórfido diorítico Las Gordas como el pórfido Puente de la Hierba de 12.73 Ma se emplazaron post mineralización de Cerro Corona. Mientras que el lacolito dacítico Cerro Jesús y los sill Lolás se emplazaron entre 14.3 Ma y 10.20 Ma (Borredon, 1982; James, 1998 y Mac Farlane, 1989).

Los volcánicos Tantahuatay evidencian alternancia entre litologías piroclásticas, efusivas e intrusivos como domos y cuerpos hipabisales que gradan desde andesitas hasta dacitas y sus equivalentes porfiríticos fechados entre 13.2 Ma y 12.6 Ma. Finalmente volcánicos tardíos corresponden a

intrusiones menores con edades que oscilan entre 9.5 Ma y 8.3 Ma (Borredon, 1982; James, J. 1998 y Tosdal, 1996).

El pliegue más importante corresponde al anticlinal Molinopampa; este pliegue es asimétrico y casi monoclinal con buzamientos menores a 10° en el flanco Suroeste y de 40° a 50° en el flanco Noreste; el eje axial tiene un rumbo de N 40° a 60° W.

Dentro del dominio geotectónico recaen las fallas geológicas que se orientan entre N 30° y 60° W. De ellas las más distintivas a escala distrital son las fallas Apán Alto, Miraflores, Tantahuatay y Señoritas, El historial geológico de las fallas enunciadas dan cuenta que sus movimientos de apertura y reactivación fueron simultáneos con las diferentes paragénisis de metalización a nivel distrital, las que ocurrieron durante el Mioceno medio a superior. Este ciclo coincide con la consolidación de los cuerpos intrusivos y con el emplazamiento de las rocas volcánicas.

Dos eventos tectónicos importantes fueron del tipo compresivo con direcciones de empuje 75° y 255° de azimut.

En respuesta a los esfuerzos compresivos se generaron un grupo de fallas geológicas de rumbo andino que tuvieron inicialmente un desplazamiento de rumbo en sentido sinéstral y más tarde, influenciado por un cambio de régimen tectónico, reactivan en sentido dextral. Como resultado de éstos movimientos transcurrentes se generaron fracturas tensionales y conjugadas a las anteriores fallas andinas. Entre las fallas y fracturas emergentes están las que corren de Este a Oeste y de Norte a Sur. Siendo las de Este a Oeste las que generan zonas de trans-tensión y son éstas las que controlan la ubicación de las vetas más importantes argentíferas y polimetálicas del Distrito Minero de Hualgayoc; así como las brechas hidrotermales, los cuerpos masivos de reemplazamiento y las vetas cupro-argentíferas en los depósitos Bella Unión, Sinchao y Tantahuatay.

La compleja huella hidrotermal del Distrito Minero Hualgayoc cubre un área de 17 Km de largo por 7 Km de ancho en dirección andina. Huella que tiene asociación directa con los múltiples eventos de magmatismo que dieron lugar a varios estadios de mineralización tipo pórfido (Cerro Corona: 119 MTM @ 1.0 g/t Au y 0.47 % Cu), skarn y epitermal (Tantahuatay: 1.4 Moz Au y 24.6 Moz Ag) entre 13.5 Ma y 10.0 Ma durante el Mioceno medio a superior (Borredon, 1982; James, 1998; Mac Farlane, 1989 y Tosdal, R.M., 1996). **Lámina No.01.**

Para fines del siguiente estudio, las minas y yacimientos han sido agrupados por ubicación geográfica.

Area	Minas	Depósito	Mineral	Edad (Ma) Mineralización
<i>Titán Arabe</i>	<i>Titán Arabe</i>	<i>Skarn/pórfido</i>	<i>Cu-Au (Pb-Zn-Ag)</i>	
<b>San Agustín</b> <i>Epitermal (LS)</i>  <i>(Pórfido)</i>	<i>San Agustín</i> <i>Paccha</i> <i>Los Negros</i> <i>El Dorado</i> <i>Nueva California</i> <i>Atahualpa</i> <i>San José</i>	<i>Vetas / mantos</i> <i>Vetas</i> <i>Vetas</i> <i>Vetas</i> <i>Vetas</i> <i>Vetas</i> <i>Diseminado</i>	<i>Ag-Pb-Zn (Cu)</i>     <i>Cu-Mo (Au)</i>	      <i>13.48</i> <i>13.00</i>
<b>Cerro Jesús</b> <i>Epitermal LS</i>	<i>Cerro Jesús</i> <i>Mansita</i> <i>Loreto</i> <i>San Antonio</i>	<i>Vetas</i> <i>Vetas y Mantos</i> <i>Vetas</i> <i>Vetas</i>	<i>Ag-Pb-Zn (Cu)</i>	<i>14.30</i>
<b>Pozos Ricos</b> <i>Epitermal (LS / HS)</i>	<i>Pozos ricos</i> <i>Mesa de Plata</i> <i>Mechero(Ex Carolina)</i> <i>Arpón</i> <i>Venadas</i> <i>San Antonio</i> <i>Tajo El Zorro</i>	<i>Vetas / cuerpos</i> <i>Vetas</i> <i>Vetas / Mantos</i> <i>Vetas y cuerpos</i> <i>Vetas</i> <i>Vetas</i> <i>Vetas y cuerpos</i> <i>Vetas y cuerpos</i>	<i>Ag-Pb-Zn (Cu)</i>      <i>Cu(As)-Ag Cu-Pb-Zn</i>	
<b>Corona</b> <i>(Pórfido)</i>	<i>Corona</i> <i>Quijote</i> <i>Las Gordas</i>	<i>Diseminado</i> <i>Diseminado</i> <i>Diseminado</i>	<i>Au-Cu</i>	<i>13.35</i>
<b>Bella Unión</b> <i>Epitermal LS</i>	<i>Bella Unión</i> <i>Firenze</i>	<i>Vetas</i> <i>Vetas y cuerpos</i>	<i>Cu(As)-Ag-Cu-Pb-Zn (Sn)</i>	
<b>Sinchao</b> <i>Epitermal (HS / LS)</i>	<i>Sinchao</i> <i>Provedora</i> <i>Tres Amigos</i> <i>Tres Mosqueteros</i>	<i>Cuerpos / skarn</i> <i>Vetas</i> <i>Vetas</i> <i>Vetas</i>	<i>Cu(As)-(Ag-Cu-Pb-Zn)</i>	

	<i>Cleopatra</i>	<i>Cuerpos</i>		
<i>Tantahuatay Epitermal (HS)</i>	<i>Tantahuatay Ciénaga Mirador</i>	<i>Diseminado Diseminado Diseminado</i>	<i>Au-Ag-Cu(As)</i>	<i>13.50 – 11.0</i>

## CONCLUSIONES

La evaluación geoeconómica con **detalle cartográfico (FINO)**, nos permite reconocer un proyecto nuevo durante las fases iniciales de su exploración. El folio óptimo propuesto incluye las escalas 1/10,000, 1/25,000, 1/50,000 o 1/100,000. Comprende los planos topográfico, geológico, catastral, ocurrencias minerales, geocronológico y de interpretación metalogenética. Además permitirá:

- 1) Consolidar la propiedad minera
- 2) Adquirir terrenos superficiales para uso industrial
- 3) Estimar el tamaño del potencial minero

### Define un Distrito Minero:

- Tamaño de la huella hidrotermal superficial
- Complejidad magmática pre, intra y post mineralización
- Control geotectónico en el emplazamientos de los cuerpos ígneos, sub volcánicos, domos y diatremas asociados a metalotectos favorables que controla la ubicación de la mineralización
- Diversos estilos de mineralización
- Múltiples estadios de mineralización
- Sobreimposición hidrotermal
- Existencia de un “cluster” de depósitos y ocurrencias minerales

## BIBLIOGRAFIA

- Benavides, V. 1956; Cretaceous system in Northern Perú. Boletín del Museo de Historia Natura, New York.
- Borredon, R. y Lafitte, M. 1982; Composition des Sphalerites du District Minier de Hualgayoc (Perou) Laboratoire de geologie appliquee, Universite Pierre et Marie Curle, Paris.
- Ericksen G.E., Iberico M., Petersen B. 1956; Geología del Distrito Minero Hualgayoc, Instituto Fomento Minero del Perú.
- Gustafson L., Vidal C., Pinto R., y Noble D. 2004; Porphyry – Epirthermal Transition, Cajamarca Region, Northern Perú.
- Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET), Boletín N°38 Geología del Cuadrángulo de Chota.
- James, J. 1998; Geology, alteration and mineralization of the Cerro Corona porphyry Cu-Au deposit, Cajamarca province, Perú. University of British Columbia.
- Mac Farlane, A. W. y Petersen, U. 1989; Pb Isotopes of the Hualgayoc Area Northern Peru: Implications for Metal Provenance and Genesis of a Cordillera Polymetallic Mining District Society of Economic Geology.
- Tosdal, R.M., 1996, Geological and structural setting of the Tantahuatay volcanic field and associated high-sulfidation Cu-Au mineralization, northern Peru [unpublished report]: Lima, Compañía Minera Coimolache S.A. 25 p. plus figures, maps and photographs.

# Metalogenia del Distrito Minero Hualgayoc

## 225.0 Moz Ag y 5.0 M oz Au

