

INTERPRETACIÓN GEOQUÍMICA PARA DETERMINAR NUEVAS ZONAS POR EXPLORAR EN LA MINA JULCANI

Mario Calderón Salas & Julio Meza Paredes & Carlos Montes Moya

Cia. De Minas Buenaventura S.A.A; Carlos Villarán 790, Lima 13 Perú
mcalderon@buenaventura.com.pe; jmeza@buenaventura.com.pe; emontes@buenaventura.com.pe

RESUMEN

Julcani es un yacimiento filoneo, principalmente con mineralización argentífera, emplazada en el Centro Volcánico Tentadora, que consiste de piroclastos (tufos, tufo brechas y brechas), domos, lavas, autobrechas y diques, de composición dacítica-riodacítica de edad 10.13 ± 0.03 Ma (Noble y Silberman 1984). Desde inicios de la operación de Julcani en el año 1953 hasta la fecha se han realizado más de 480 Km de labores mineras, 101 Km de perforación diamantina y se han extraído 6'946,471 TCS de mineral con contenidos de 85'558,272 OzAg, y 112,783 OzAu. Debido a las escasas Reservas el año 2001, la mina estuvo a punto de cerrarse, lo que nos motivó a realizar un trabajo de revisión y reinterpretación de toda la información geológica existente que incluye numerosos trabajos de exploración realizados en todos estos años.

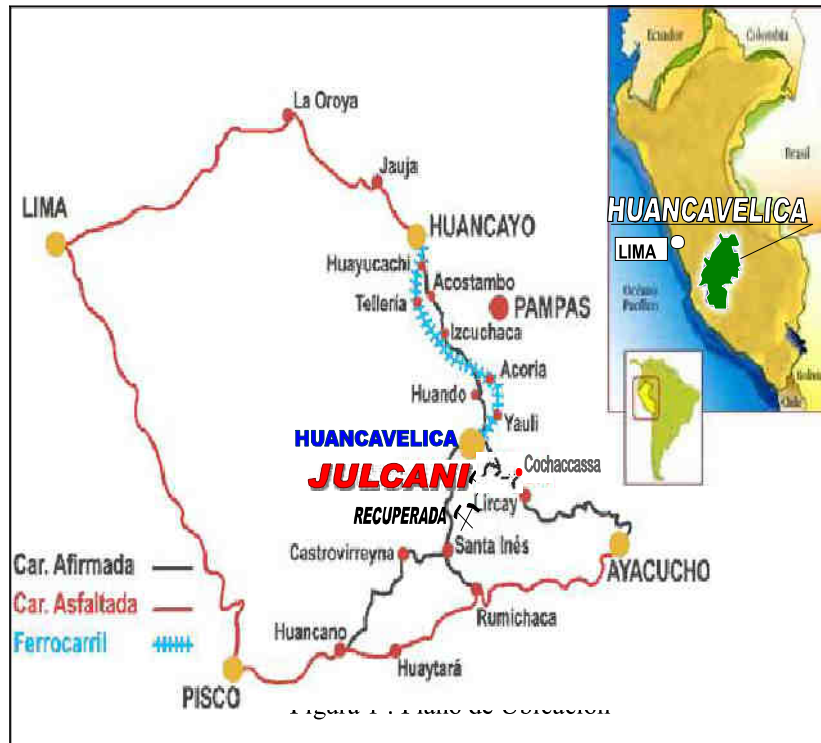
El presente trabajo se basa en el Análisis Geoquímico de superficie e interior mina del yacimiento de Julcani para las variables de Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Mo, Mn, As y Sb, así como también la aplicación del Análisis Estadístico (En Componentes Principales ACP), los cuales nos han permitido dirigir nuestra exploraciones a zonas que no habían sido exploradas a lo largo de los 55 años de vida de esta Mina. También se ha considerado el estudio de la distribución de Rb-K (Scherkenbach, Noble, 1984), en el cual se indica la coincidencia de las anomalías de estos elementos con las de Ag y Pb en superficie y las zonas explotadas en interior mina y que parecen formar un anillo de alteración a nivel distrital bordeando al cuello del Domo Tentadora.

UBICACIÓN

La Mina Julcani se encuentra ubicada en el Distrito de Cochaccasa, Provincia de Angaraes, Departamento de Huancavelica, a una altura de 4200 msnm. Lima, Perú. (Figura 1).

GEOLOGÍA

El Yacimiento consiste de vetas con mineralización argentífera e importantes concentraciones de Cu, Au, Pb, Zn y W zoneados a partir de varios focos de



mineralización a nivel local y genéticamente relacionados a las últimas etapas de la actividad magmática calco-alcalina del Mioceno Tardío (10.13 ± 0.03 Ma. Noble Silberman 1984) del Centro Volcánico, el cual dio origen a un complejo volcánico de domos, flujos de lava, autobrechas, tufos, brechas, tufobrechas y diques, mayormente de composición dacítica – riodacítica, en los cuales están emplazadas las estructuras mineralizadas. Hay diques de tufosita y domos tardíos. El cuello principal y central es el Domo Tentadora, el cual al parecer esta en la intersección de la falla Lircay con la falla Tucla (Figura 2).

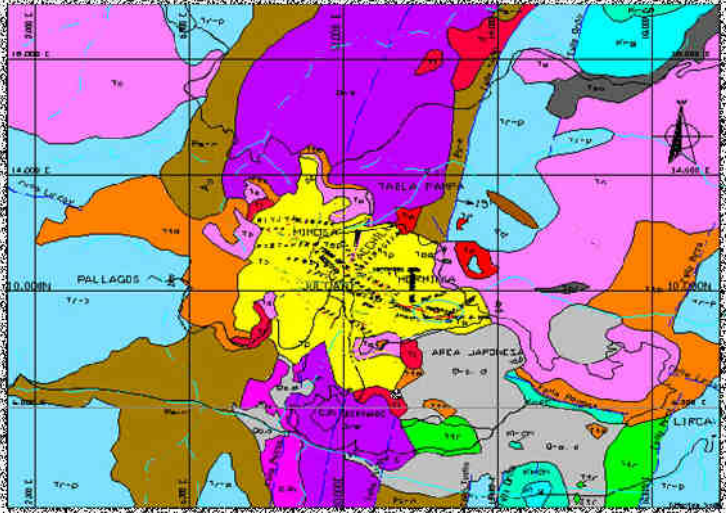


Figura 2. Plano Geológico

A lo largo de todos estos años, los trabajos mineros se han realizado en un 95% sobre Domos del Centro Volcánico y un 5% sobre filitas del Grupo Excelsior.

Los piroclásticos cubren en discordancia angular a rocas Paleozoicas (Filitas Excelsior) plegadas y falladas, así como al Volcánico Rumichaca (basaltos, tufo riolítico, etc.) de 22.0 Ma.

APLICACIÓN DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO A LA DATA GEOQUÍMICA

Con la finalidad de determinar y evaluar nuevas zonas de interés en el yacimiento de Julcani se recurre a la herramienta del análisis estadístico.

HISTOGRAMAS

Considerando una data de superficie de 3000 muestras, mediante los histogramas se logra determinar que existe una correlación lineal normal, para los elementos principales Ag, Pb, Cu y Zn. Se ilustra los 2 primeros elementos por ser de mayor abundancia en el Yacimiento. (Figura 3)

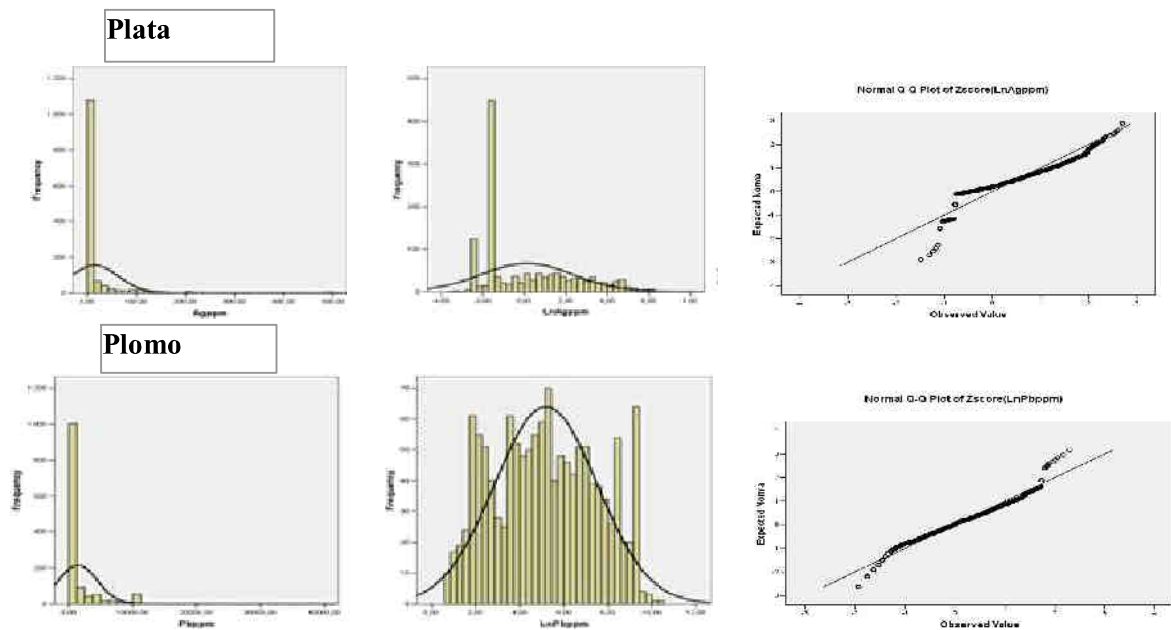


Figura 3 : Histograma Normal VS Log Normal y Gráfico de Normalidad para las variables Ag y Pb.

Mediante el gráfico de la caja y Bigotes (“Box Plot”) se puede determinar que los elementos de mayor contenido son la plata y el plomo a través de los minerales de tetraedrita (freibergita), platas rojas, galena argentífera y galena; y en menor proporción se encuentran los elementos Zn, As y Sb. Esto indica que Julcani es un yacimiento con predominancia argentífera. (Figura 4)

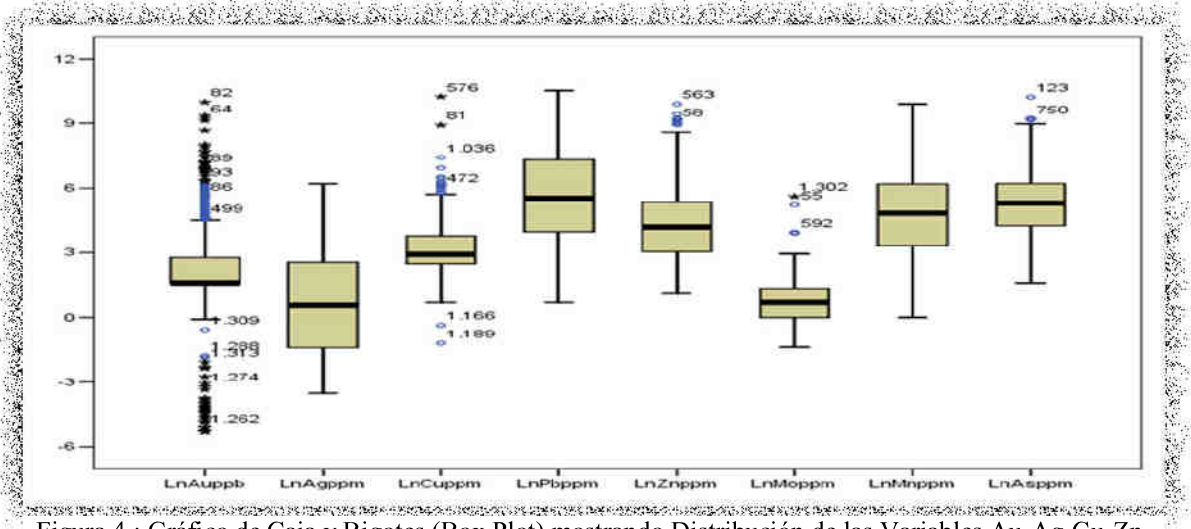


Figura 4 : Gráfico de Caja y Bigotes (Box Plot) mostrando Distribución de las Variables Au-Ag-Cu-Zn-Mo-Mn-As

CORRELACIÓN-PEARSON

Este método de correlación indica que los mayores valores en la media y la desviación estándar son los elementos de Ag - Pb, Ag - Sb, Pb - As. (Figura 5)

Correlations REGRESION LINEAL DE PEARSON								
Correlations								
	Agppm	Pbppm	Cuppm	Znppm	Auppm	Asppm	Sbppm	
Agppm	Pearson Correlation	1	0.515	0.326	0.254	0.164	0.431	0.576
	Sig. (2-tailed)		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	N	1,313	1,307	1,313	1,259	1,300	1,259	1,259
Pbppm	Pearson Correlation	0.515	1	0.113	0.368	0.017	0.592	0.367
	Sig. (2-tailed)	0.000		0.000	0.000	0.551	0.000	0.000
	N	1,307	1,307	1,307	1,253	1,294	1,253	1,253
Cuppm	Pearson Correlation	0.326	0.113	1	0.089	0.124	0.191	0.280
	Sig. (2-tailed)	0.000	0.000		0.002	0.000	0.000	0.000
	N	1,313	1,307	1,313	1,259	1,300	1,259	1,259
Znppm	Pearson Correlation	0.254	0.368	0.089	1	-0.015	0.202	0.089
	Sig. (2-tailed)	0.000	0.000	0.002		0.588	0.000	0.002
	N	1,259	1,294	1,259	1,259	1,246	1,258	1,258
Auppm	Pearson Correlation	0.164	0.017	0.124	-0.015	1	0.021	0.226
	Sig. (2-tailed)	0.000	0.551	0.000	0.588		0.468	0.000
	N	1,300	1,294	1,300	1,246	1,300	1,246	1,246
Asppm	Pearson Correlation	0.431	0.592	0.191	0.202	0.021	1	0.393
	Sig. (2-tailed)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.468		0.000
	N	1,259	1,253	1,259	1,258	1,246	1,259	1,259
Sbppm	Pearson Correlation	0.576	0.367	0.280	0.089	0.226	0.393	1
	Sig. (2-tailed)	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	
	N	1,259	1,253	1,259	1,258	1,246	1,259	1,259

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Figura 5

ANÁLISIS EN COMPONENTES PRINCIPALES (ACP)

Con el ACP (Villanueva R. 2007), se logró determinar los grupos de elementos que se correlacionan o son afines entre si (Factores o Componentes).

Según el cuadro se tiene como el componente principal (1) As-Pb-Ag-Sb; luego (2) Zn-Cd, (3) Co-Ni; (4) Au-W; (5) Sn; (6) Bi – Cu y finalmente (7) Mo. (Figura 6)

El primer factor conforman los minerales de mayor abundancia en el yacimiento de Julcani, los cuales constituyen la mena de Plata y Plomo ubicados en la periferia del Domo Principal Tentadora.

La Componente (4) donde el Au y W, asociados a la Pirita, se encuentran en el Domo Tentadora (Parte Central del yacimiento)

La presencia de los otros componentes demuestra la existencia de varios eventos de mineralización, tal como se observa en la matriz y el sólido de componentes. (Figura 7)

	Rotated Component Matrix(a)						
	Component						
	1	2	3	4	5	6	7
Asppm	0.877						
Pbppm	0.828	0.238					
Agppm	0.589					0.509	
Sbppm	0.565					0.480	
Znppm		0.929					
Cdppm		0.873					
Mnppm		0.450					0.443
Co			0.388				
Nippm			0.898				
Au300ppm			0.842				
W				0.934			
Bappm					-0.856		
Snppm		0.265			0.772		
Bi						0.779	
Cu						0.658	
Mo	0.226						0.896

Figura 5 : Tabla de Correlación de Regresión Lineal de Pearson

Extraction Method: Principal Component Analysis.
a. Rotation converged in 6 iterations.

Figura 6 : Método de Rotación de Varimax

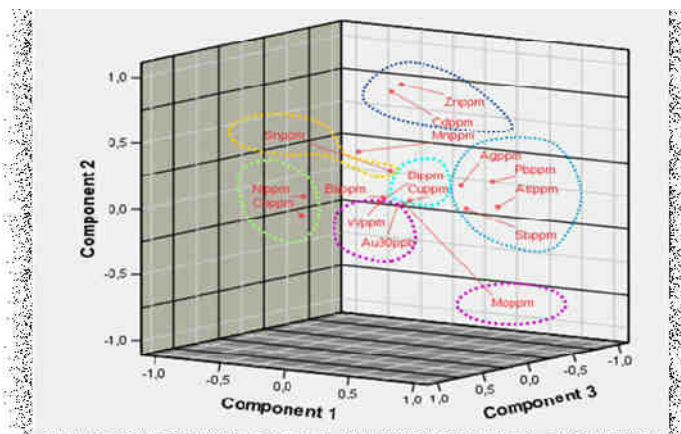


Figura 7: Rotación en el espacio de los componentes principales

DETERMINACIÓN DE RANGOS E ISOVALORES

Para realizar el ploteo de puntos y contorneo por elementos en el Yacimiento de Julcani se ha recurrido al método de la Recta de Henry. (Figura 8)

Con estos gráficos se logró determinar segmentos que indican los rangos de leyes, por ejemplo para la Plata fue de:

0 – 13 , 13 – 40 , 40 – 130 y 130 – mas

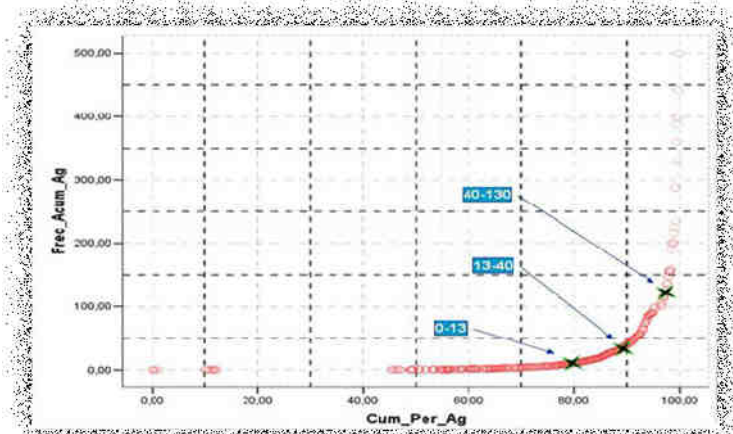


Figura 8: Prueba de la Recta de Henry (Rangos de anomalía)

CONTORNEO SUPERFICIAL DE LAS VARIABLES AG Y PB EN JULCANI

Esto nos permite realizar un contorno de la distribución de los elementos principalmente la Plata y el Plomo.

Del análisis e interpretación de las leyes, se determinó una franja que agrupa leyes de plata superiores a 40 ppm, donde están localizados los clavos de mineral de las vetas con altas leyes de plata en profundidad así como en las áreas de Manto, Nueva Herminia, Herminia, Sacramento, conectándose a Lucrecia, Condoray, Acchilla, Mimosa, Estela y Rita. (Figura 9)

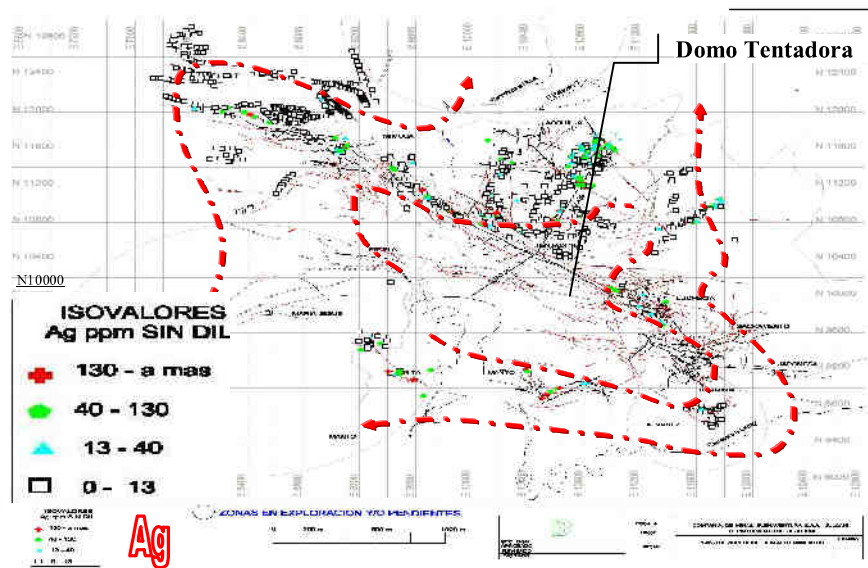


Figura 9: Contorneo de Zona de Ag > 40 ppm

La franja que agrupa leyes de cobre superiores a 125ppm, se ubica paralela a la franja de Ag, en la parte interna de ésta, más próxima al domo Tentadora y está asociada también a altas leyes de oro, que indican una zona de mayor temperatura.

La franja que agrupa leyes de plomo superiores a 2500 ppm, se localiza paralela a la franja de Ag y en la parte externa de ésta, con superposiciones parciales. (Figura 10)

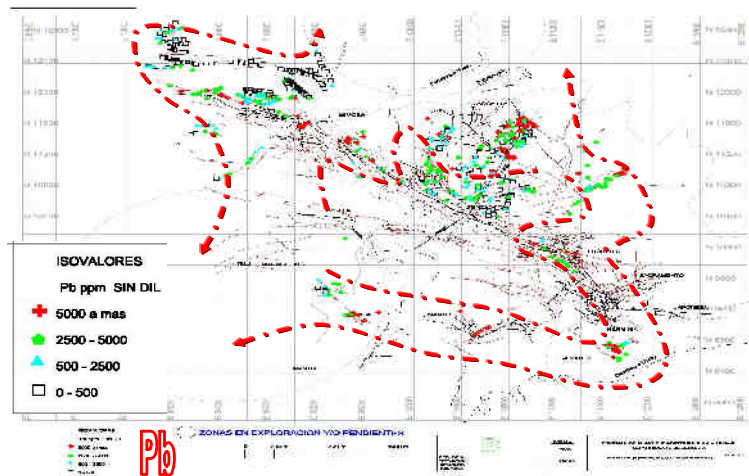


Figura 10: Contorneo de Zona de Pb > 2500 ppm

En base a la interpretación realizada de los elementos principales y del trabajo del Rb-K, se concluye que se tiene actualmente 4 nuevas áreas por explorar en Julcani, de las cuales, 2 de ellas están dando resultados positivos (Acchilla y Estela). (Figura 11)

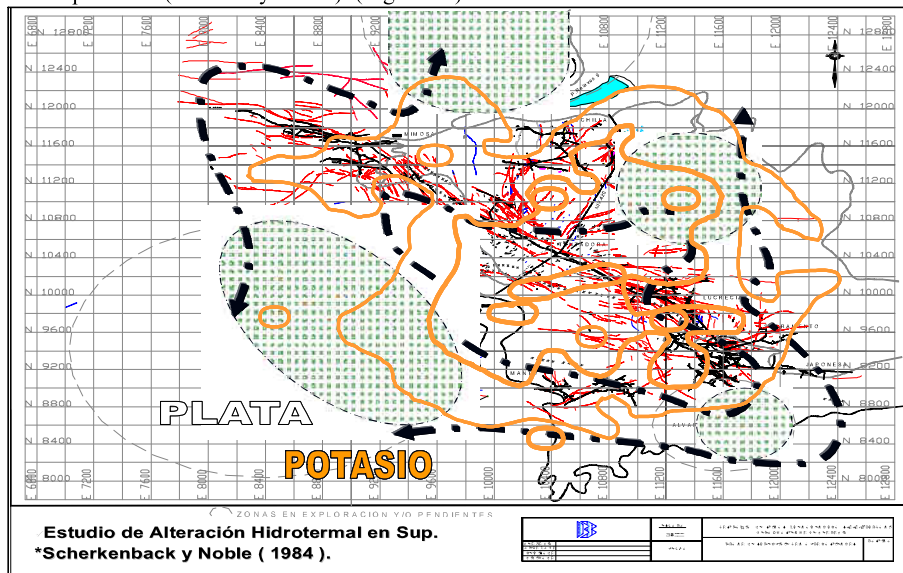


Figura 11: Nuevas áreas por explorar luego de la interpretación de la geoquímica en base al ACP

CONCLUSIONES

1. El Análisis Estadístico es importante como una herramienta de apoyo para la interpretación de Data de elementos.
2. El ACP determinó 7 Componentes de familias que indican la presencia de varios eventos de mineralización en Julcani siendo los principales : Componente 1 (Ag – Pb – As – Sb) y el Componente 4 (Au – W).
3. Las investigaciones de campo realizadas desde varias décadas atrás por L. E Launay, J. E.Spurr, W. H. Emmons y otros indican que en los yacimientos hidrotermales los sulfuros metálicos se disponen consistentemente en zonas concéntricas alrededor de un núcleo, con una gradiente de temperatura

decreciente del centro hacia afuera. En Julcani se observa claramente parte de este zoneamiento, cuyo centro sería el Domo Tentadora.

4. En base a estas interpretaciones de isovalores de Ag y Pb, el análisis estadístico y las hechas por Scherkenback y Noble (1984) para K y Rb, nos han permitido determinar 4 nuevas áreas de exploración: Estela, Acchilla,, Condoray y Álvarez, de las cuales, en las dos primeras se están explorando con buenos resultados (áreas en verde en la lámina superior).

BIBLIOGRAFIA

Benavides, J, 1983. Alteración y Mineralización en un Sector del Distrito Minero de Julcani., Boletín de la Sociedad Geológica del Perú., N° 72., p. 99-110

Mayta O., Herrera J., 1987. Otros Lineamientos Estructurales Mineralizados en Julcani-Huancavelica- Perú. VI Congreso de Geología.

Noble D., Silberman M., 1984. Evolución Volcánica e Hidrotermal y Cronología de K – Ar del Distrito Minero de Julcani, Perú., Boletín Sociedad Geológica del Perú – Volumen Jubilar LX Aniversario. Homenaje Dr. George Petersen, Fasc. 5, p. 1-35.

Petersen Ulrich, Noble D., Arenas M., Goodell P. 1977. Geology of the Julcani Mining District , Peru., Economic Geology Vol 72., p. 931-949

Scherkenbach, 1978. Potassium and Rubidium metasomatism related to mineralization at the Julcani district, Peru , Informe Privado CMBUSA.

Shelnutt Jhon , Noble D., 1985. Preminalization Radial Dikes of Tourmalinized Fluidization Breccia, Julcani District,Peru ., Economic Geology Vol 80, 1985, p. 1622-1632.