




Comisión Calificadora de
Competencias en Recursos
y Reservas Mineras

ALXAR
MINERÍA



Evaluación de Recursos Potenciales Metodología de Análisis de Rango de Recursos

Imagen Aster

Luis Moreno Ibarra
Noviembre 2017

Para los Recursos Minerales...

- La evaluación de los recursos minerales de un área requiere de una metodología y técnica consistente y sólida, de manera que no exista una eventual pérdida de la potencialidad de los mismos debido a un proceso inadecuado, y siempre en acuerdo con los códigos de reporte.
- Los códigos de reporte establecen un método determinístico único para la definición de recurso mineral; de acuerdo al código JORC, Recurso Mineral se define como una concentración u ocurrencia de material de interés intrínseco en o sobre la corteza terrestre en forma y cantidad que haya **probabilidades razonables** de una eventual extracción económica. La ubicación, cantidad, ley, características geológicas y continuidad de un Recurso Mineral son **conocidas, estimadas o interpretadas a través de evidencia y conocimientos específicos geológicos**. Distinto al concepto de Reservas Mineras, que es la parte económicamente explotable de un recurso mineral.
- Así, el concepto “probabilidades razonables” implica un criterio (a veces preliminar) dado por la persona competente con respecto a los factores técnicos y económicos que podrían influir en la perspectiva de extracción económica, incluyendo los parámetros aproximados de explotación.

... y en el caso de Recursos Potenciales?

- **Cómo podemos determinar el tamaño de un potencial recurso, el “premio” de un blanco de exploración? Cómo asignar un valor económico?**

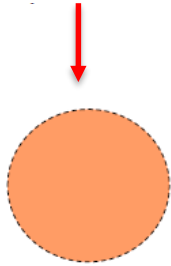
Para esto la propuesta es un Análisis de Rango de Recursos

- La metodología de análisis de rango permite evaluar y/o manejar las incertidumbres, los riesgos y las oportunidades en forma sistemática.
- Corresponde a un análisis estructurado de los recursos potenciales (blancos de exploración o “targets”), en el cual se hacen **estimaciones deterministas de los volúmenes potenciales y leyes sobre una serie de supuestos de continuidad y extensión que sean consistentes con los datos disponibles y los modelos genéticos de estilo de mineralización que corresponda** (pórfido cuprífero, epitermal, etc), entregando un escenario probabilístico en la estimación de los recursos potenciales.
- Es aplicable en todas las etapas de un proyecto, desde la exploración hasta la etapa de traspaso del proyecto, permitiendo a la compañía establecer y/o simular varias estrategias y escenarios con confianza.

Corresponde a un Análisis Estructurado del Potencial

Resumen del Proceso

Definición del objetivo



Estado del conocimiento

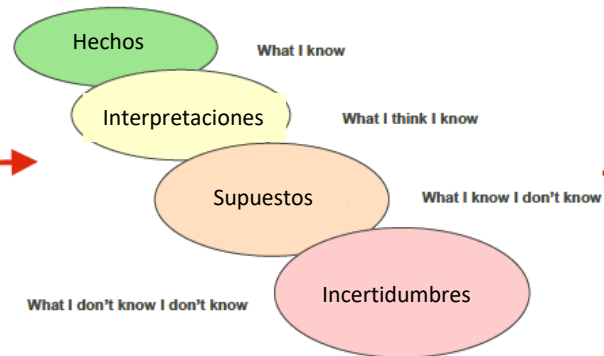
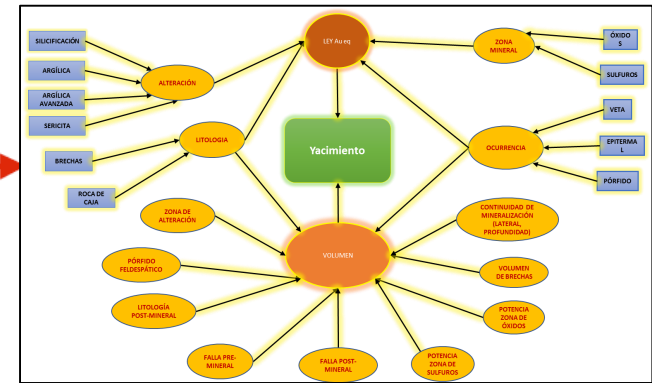
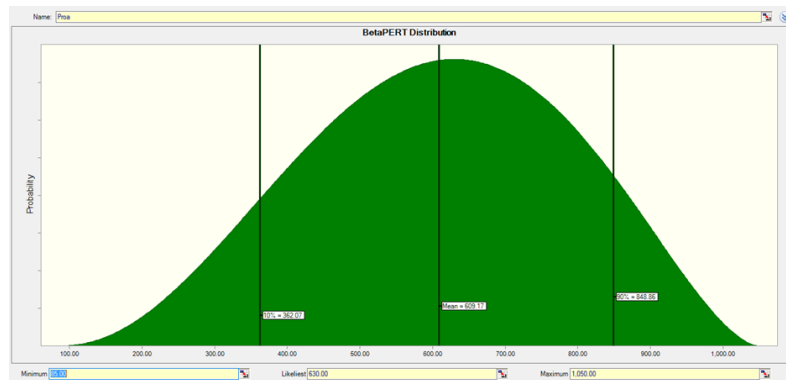


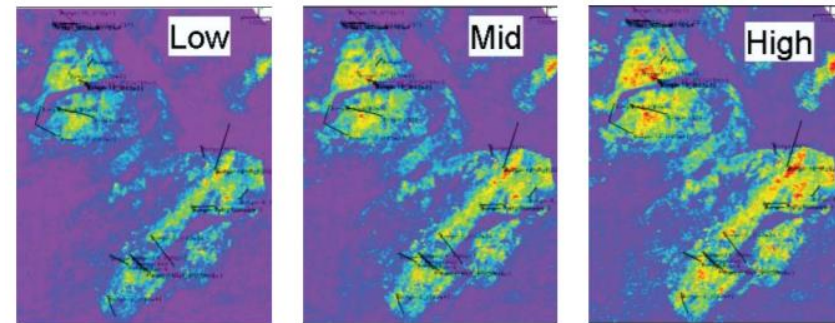
Diagrama de influencia



Distribución Probabilística de Recursos



Tres casos deterministas



- El hecho de partir de los extremos (casos max y min) permite ampliar la zona de confort a límites no explorados, para no sesgarse con el mejor caso estimado actual.

Taller Análisis de Rango de Recursos Participantes – **deben participar geólogos de variada experiencia**

Independientes o externos
Indirectamente relacionados al proyecto
Directamente relacionados al proyecto

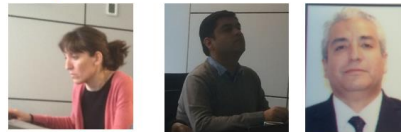
Independientes:

Sergio Vicencio: Consultor Senior EGM
Guillermo Rochefort: Consultor Senior EGM
Cristian Quiñones: Consultor Senior AmecFW



Equipo – Directamente relacionado al Proyecto:

Magdalena Weldt: Geóloga Proyecto Alxar Minería
Ariel Gatica: Geólogo Proyecto Alxar Minería
Luis Moreno: Gerente Geología Alxar Minería (Facilitador)



Equipo– Indirectamente relacionado al Proyecto:

Efraín Núñez: Geólogo El Bronce de Petorca, Alxar Minería
Julio Carrasco: Geólogo El Bronce de Petorca, Alxar Minería



Independent

- Jean des Rivieres – Resource Development Manager Base Metals
- Juan Pablo Castillo – Senior Exploration MINEX Team



Exploration Team – Direct Link to Project

- Luis Moreno – Exploration Manager
- Cristian Burgoa – Mine & Geometallurgy Superintendent
- Freddy Escobar – Project Geologist
- Christian Estauo - Project Geologist



• Exploration Team – Indirect Link to Project

- Jose Serrano - Exploration Superintendent
- Thiago Oliveira – Brownfields Geologist
- Gianpiero Merello – Senior Resources Geologist

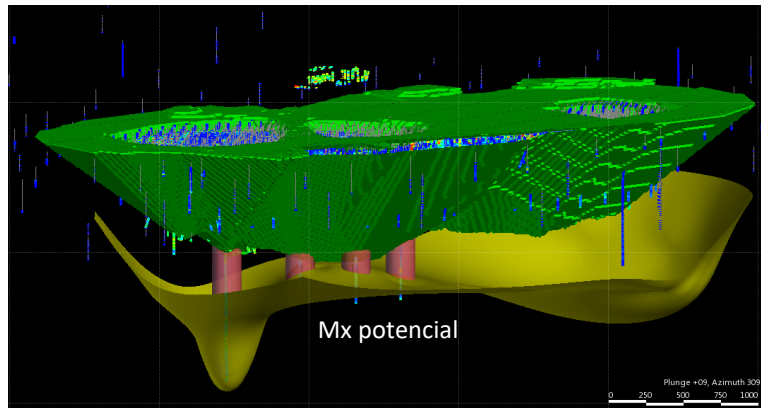
Plantear el Objetivo



Objetivo

Ejemplo: Conocer el tamaño de un target determinado; el rango de recursos potenciales del target A.

Ejemplo: Determinar mineralización potencial bajo un pit de recursos.

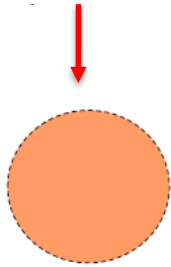


El tamaño de los blancos de exploración (Targets), recursos potenciales, es de naturaleza conceptual, ha habido una exploración insuficiente para definir un Recurso Mineral y es incierto si una exploración adicional resultará en la determinación de un Recurso Mineral. **No debe esperarse que la calidad de los targets de exploración sea equivalente a la del Recurso Mineral.**

Estado del conocimiento

Resumen del Proceso

Definición del objetivo



Estado del conocimiento

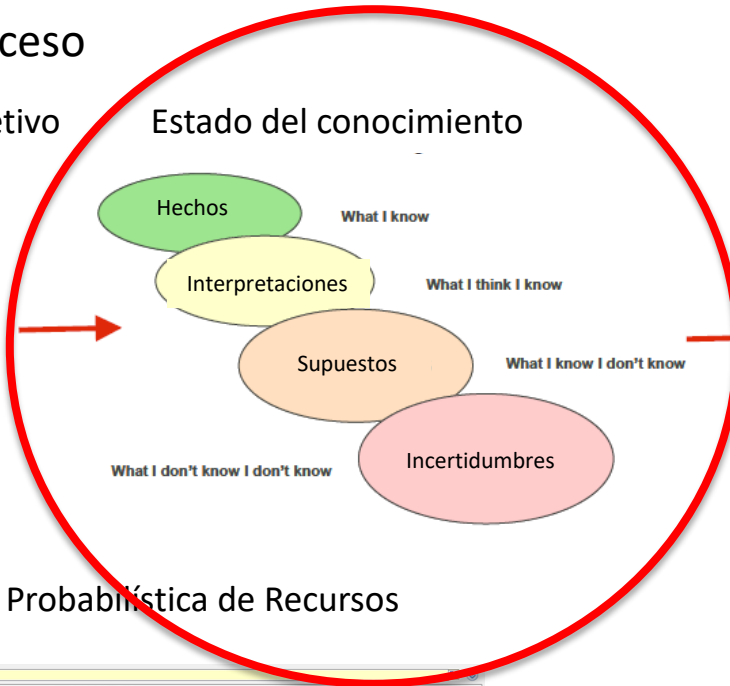
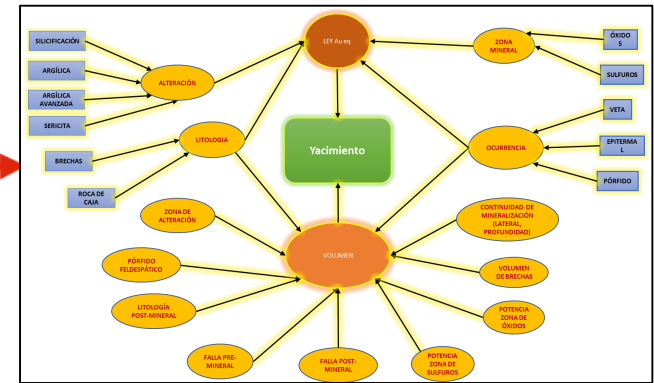
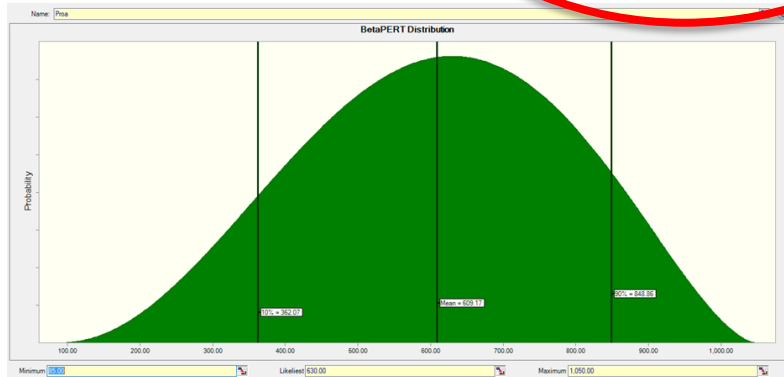


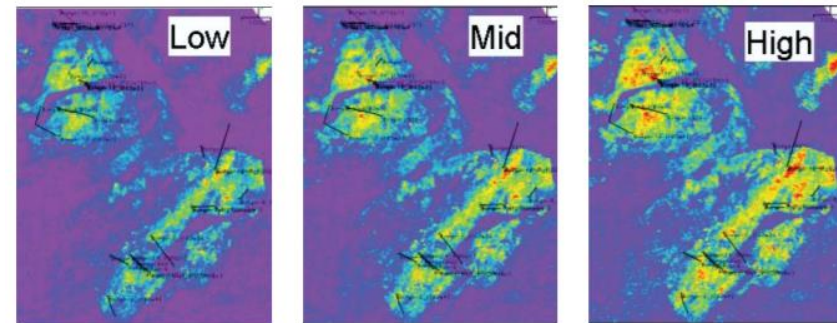
Diagrama de influencia



Distribución Probabilística de Recursos



Tres casos deterministas



- El hecho de partir de los extremos (casos max y min), permite ampliar la zona de confort a límites no explorados, para no sesgarse con el mejor caso estimado actual.

Estado del conocimiento; registro de certezas e incertidumbres.

Definición del alcance del análisis: qué está incluido y qué está excluido

Ejemplo: tipo de mineralización, tipos de depósitos, restricciones de área (nivel local, distrital), propiedad minera, alcance en profundidad, etc.

Qué conocemos:

Aquí se explicita toda aquella información disponible que corresponde a datos “duros”, los hechos concretos de los cuales no hay dudas y existe consenso de su robustez.

Ejemplo: Muestreos geoquímicos, data análisis químicos, número de sondajes, metros perforados, mediciones de trayectorias, dataciones, petrografías, QA_QC, Propiedad minera, espectroscopía, etc.

Qué pensamos que conocemos:

Se despliega toda la información de la cual tenemos cierto grado de certidumbre o interpretamos que conocemos; interpretaciones estructurales, continuidad de la mineralización, correlaciones entre elementos metálicos, cobertura post mineral, controles litológicos, controles de alteración, interpretaciones de geofísica, pulsos intrusivos, franjas metalogénicas, etc.

Qué sabemos que desconocemos:

Reflejar en qué temas o tópicos existe certeza de la falta de información o qué incógnitas sabemos que debemos buscar o resolver.

Ejemplo: datos geocronológicos, respuesta de los modelos geológicos, controles estructurales, geofísica de detalle.

Qué no sabemos que desconocemos:

Incógnitas que pueden aparecer en el taller, no visualizadas en un principio.

Análisis de Rango de Recursos Ejemplo

Qué conocemos:

- 143.046,75 metros de sondajes en el Distrito.
- 2.401,2 metros de sondajes dentro de las áreas target (A, B, C).
- Datos de Análisis poseen soporte de 2 y 1 metro, mayoritariamente.
- En el Distrito el 90% de los sondajes son AR (Aire reverso) y el 10% Diamantinos (DH).
- En los target existen 2 sondajes DH y 30 AR
- Densamente perforado (1.910 sondajes) a malla semi-regular, con zonas hasta de 20m x 20m
 - 78.908 Leyes de Au
 - 77.455 Leyes de Ag
 - 42.000 Leyes de Cu
- En el área se ha explotado mineralización de Au y Ag de la zona lixiviada.
- Mineralización es observada en Brechas Hidrotermales, en vetas, vetillas y diseminada en parte de la roca caja.
- Se tienen mediciones de algunos sondajes diamantinos.
- El QA/QC del dato no cumple los estándares de la industria.
- Petrografía y calcografía.
- Las muestras de densidad son escasas (28 muestras). El rango va entre 2.42 y 2.61 g/cc
- Bordes de la Propiedad Minera.
- Imágenes Aster con identificación de minerales de alteración en el Distrito.
- Existen test metalúrgicos.
- Existe una planta de lixiviación cianurada.
- Lecturas de espectroscopía de minerales de alteración superficial.

Análisis de Rango de Recursos Ejemplo

Qué pensamos que sabemos:

- Brechas hidrotermales tienen mejor ley.
- Direcciones preferenciales por control estructural.
- Cubierta post mineral y continuidad de la zona mineralizada bajo esta.
- Mineralización del depósito es Au – Ag.
- Zona oxidada va desde 25 a 125 metros de potencial y posee mayor ley.
- Litología generalizada para el modelo de recursos.
- El sistema epitermal existe hasta los 500 metros de profundidad
- Los sondeos profundos reconocen sectores de borde para el pórfido.
- Interpretación estructural del Distrito. Se conocen los trend principales de mineralización en el Distrito.
- Continuidad de cuerpos de brecha y pórfido brechizado en suri es de 60 metros y en choque 200 metros en la horizontal y vertical.
- Ancho de los cuerpos continuidad 20 metros en Suri y 70 en Choque.
- Edades del sistema volcánico.
- Los límites de la propiedad minera y del parque nacional.
- Los targets identificados poseen el mismo sistema de mineralización y alteración.
- Leyes de Au y Ag son mayores en la zona oxidada que la sulfurada, para el Cu es a la inversa.
- En los cuerpos vetiformes la ley de cobre es mayor que en el resto del sistema.
- El contenido de Ag es 3 veces mayor en el óxido que en el sulfuro, el Au 2 veces.
- El Distrito se encuentra en la franja metalogénica del Mioceno.
- Existe una relación directa entre la silicificación y las altas leyes de Au.
- El pórfido feldespático es post mineral y esteriliza el sistema.

Análisis de Rango de Recursos Ejemplo

Qué sabemos que desconocemos:

- Modelos de Depósitos Epitermales.
- Importancia de las estructuras regionales en el emplazamiento de la mineralización.
- Detalle de la litología del Distrito.
- Límite de pórfido dacítico mineralizado.
- Límites zona de alteración bajo cubierta post mineral.
- Edades de alteración hidrotermal.
- La relación de las vetas con el ambiente epitermal.
- Contenido de arsénico del depósito.
- El modelo de la franja metalogénica se cumple en el Distrito.
- Grado de erosión del Sistema epitermal en el Distrito.
- Relación de otro tipo de alteración con respecto a la mineralización.
- Geofísica de detalle distrital.
- Información de exploración de otras compañías en el Distrito.
- Porcentaje de zona alterada que se encuentra mineralizada.

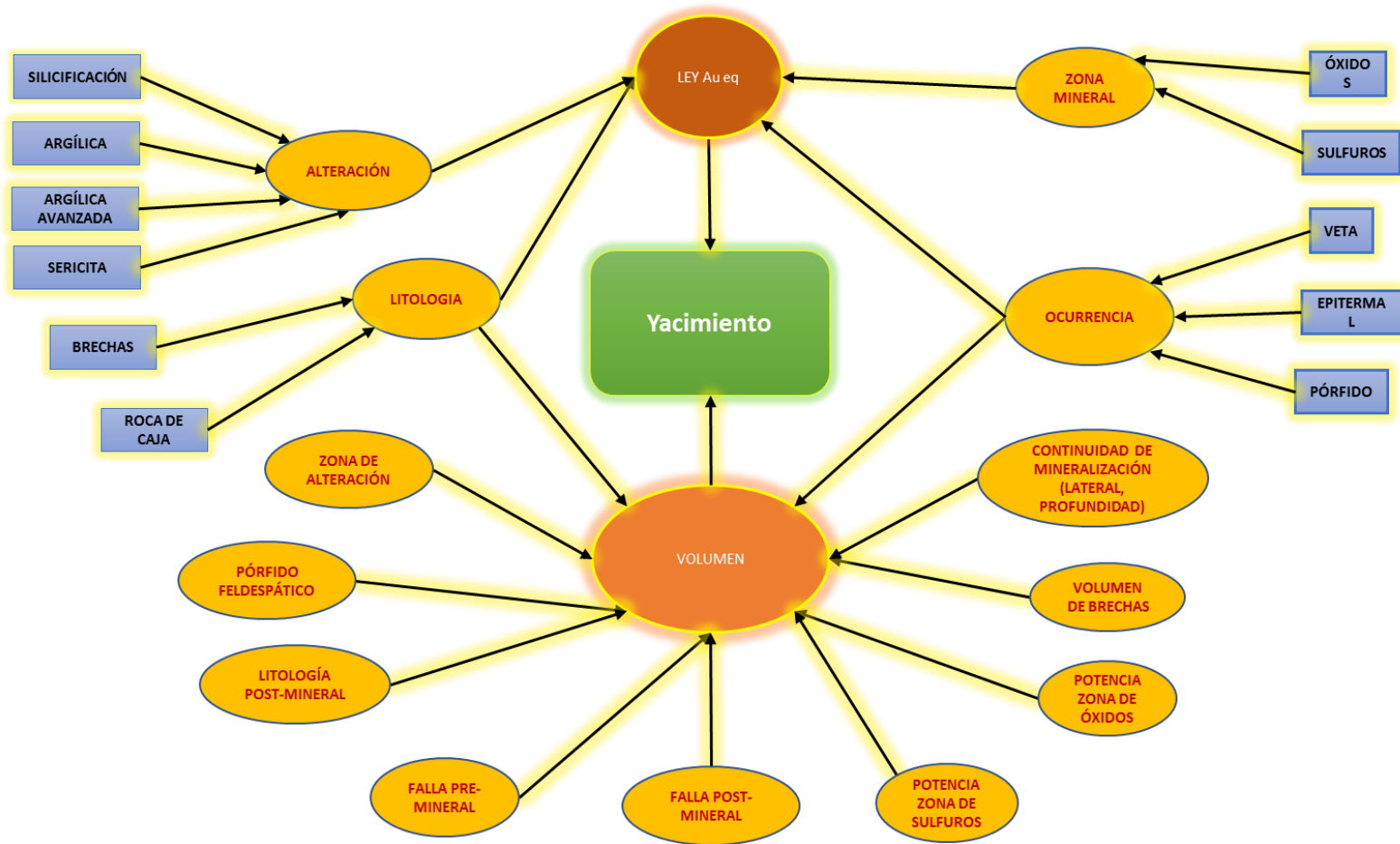
Análisis de Rango de Recursos Ejemplo

Qué no sabemos que desconocemos.....

- Conexión o relación con otros sistemas (Cluster o Sistema aislado)?
- Impacto de estructuras post minerales?

Identificar factores claves que impactan tonelaje y ley

- Ejemplo Diagrama de influencia



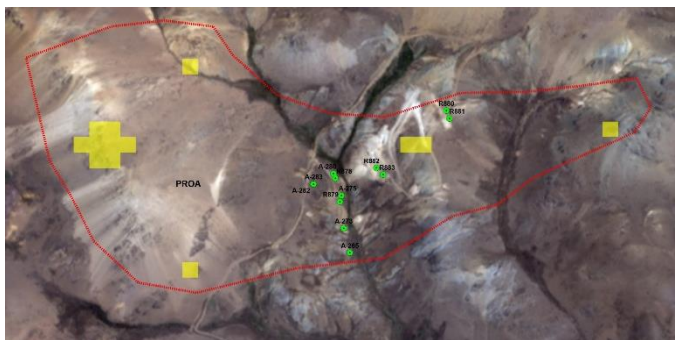
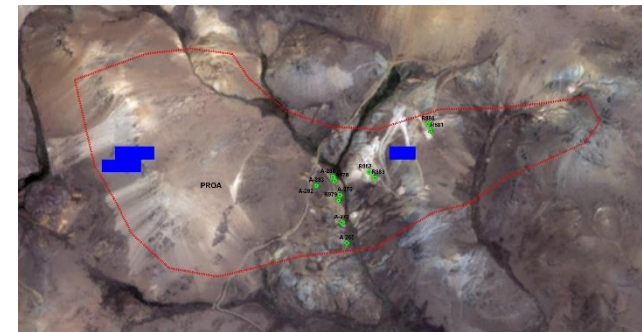
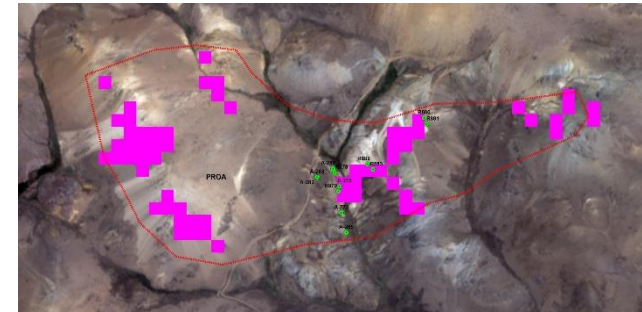
Ejemplo: Construcción de los tres casos Min. Mid y Max para un Target

Supuestos para la construcción de casos:

- Área mínima definida por afloramientos de alteración argílica y argílica avanzada con profundidad de 100 metros.
- Medio: área definida por extensión de alforamientos de alteración respetando estructuras NE, con profundidad de sistema a 300 metros (profundidad rajo de recursos).
- Caso máximo área similar a caso medio con profundidad de 500m.
- Para los supuestos de leyes se utiliza la información de sondajes localizadas en el sector:
 - Min: ley media de sondajes de todos los sondajes Au: 0.23 g/t y Ag: 12.44 g/t.
 - Med: se separa entre 10/90 entre brecha y roca caja Bx= Au: 1.28 g/t y Ag 76 g/t; Caja= Au: 0.23 g/t y Ag: 12.44 g/t.
 - Max: Se aumenta la proporción de brecha 25%/75%, iguales leyes del caso medio.

Construcción del Caso Mínimo; supuestos de volumen y ley

Caso Mínimo				
	Rx caja	Bx(veta)	Total	Observaciones
%	100%	0%		
Densidad	2,40	2,60		
Área [m2]	350.000	0,00	350.000	Afloramientos c/alt. Arg/arg.avanz
Volumen [m3]	35.000.000	0	35.000.000	
Ley Au [g/ton]	0,23	0,23		Ley media sondajes contenidos en target
Ley Ag [g/ton]	12,44	12,44		Ley media sondajes contenidos en target
Mton	84,00	0,00	84,00	
84,00 Mton con 0,23 g/ton Au y 12,44 g/ton Ag				
				Observaciones
Largo [m]	700			
Ancho [m]	500			
Profundidad [m]	100	Sondaje más profundo del área		



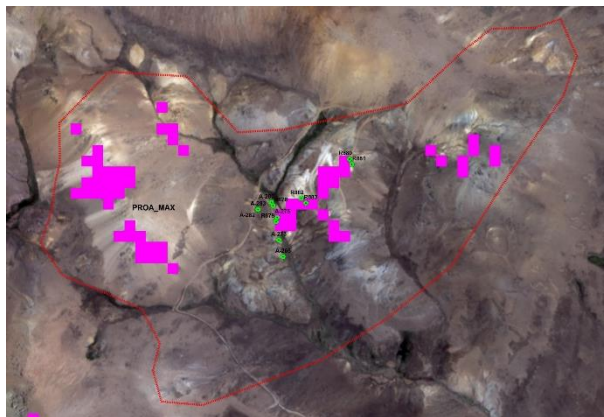
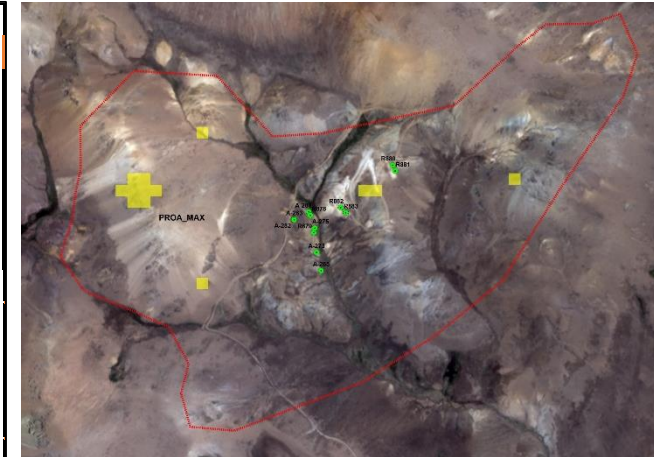
- ARGILICA AVANZADA
- ARGILICA
- SILICE

Construcción del Caso Medio; supuestos de volumen y ley

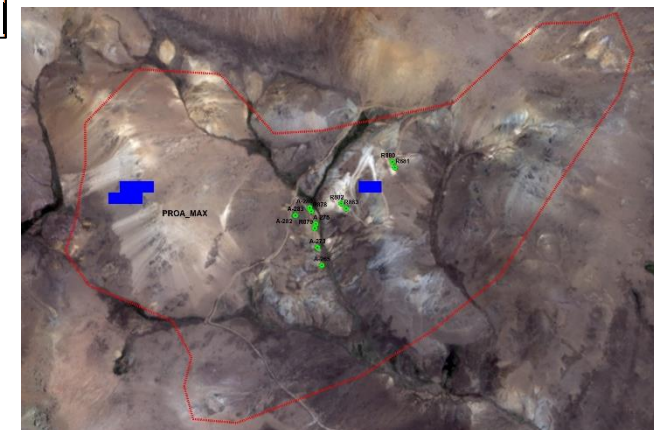
CASO MEDIO				
	Rx caja	Bx(veta)	Total	Observaciones
%	90%	10%		
Densidad	2,40	2,60		
Área [m2]	783.000	87.000,00	870.000	Proy. Zona alteración + estructuras NE
Volumen [m3]	234.900.000	26.100.000	261.000.000	
Ley Au [g/ton]	0,23	1,28		Para Bx aplicar ley corte 0.4 g/ton a sondajes target
Ley Ag [g/ton]	12,44	76,00		Para Rx. Caja aplicar ley media sondaje en el target
Mton	563,76	67,86	631,62	

631,62 Mton con 0,34 g/ton Au y 18,80 g/ton Ag	
---	--

	Observaciones	
Largo [m]	1.000	
Ancho [m]	870	
Profundidad [m]	300	Pit recursos rajo Vizcacha



- ARGILICA AVANZADA
- ARGILICA
- SILICE

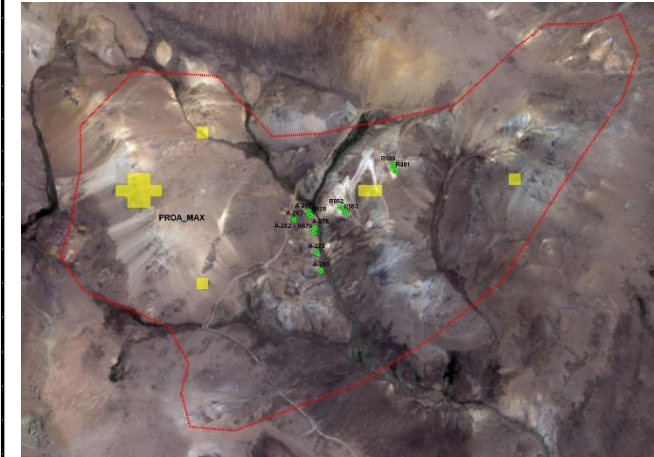


Construcción del Caso Máximo; supuestos de volumen y ley

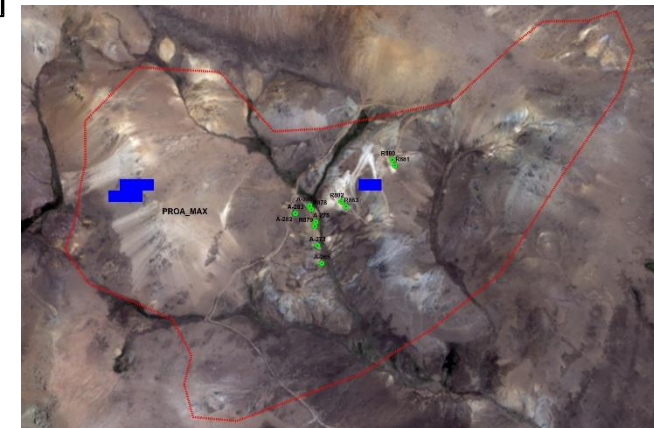
Caso Máximo				
	Rx caja	Bx(veta)	Total	Observaciones
%	75%	25%		
Densidad	2,40	2,60		
Área [m2]	652.500	217.500,00	870.000	Misma área caso medio
Volumen [m3]	326.250.000	108.750.000	435.000.000	
Ley Au [g/ton]	0,23	1,28		Para Bx aplicar ley corte 0.4 g/ton a sondajes target
Ley Ag [g/ton]	12,44	76,00		Para Rx. Caja aplicar ley media sondaje en el target
Mton	783,00	282,75	1065,75	

1065,75 Mton con 0,49 g/ton Au y 28,33 g/ton Ag	
--	--

		Observaciones
Largo [m]	1.000	
Ancho [m]	870	
Profundidad [m]	500	Sistema epitermal Choquelimpie



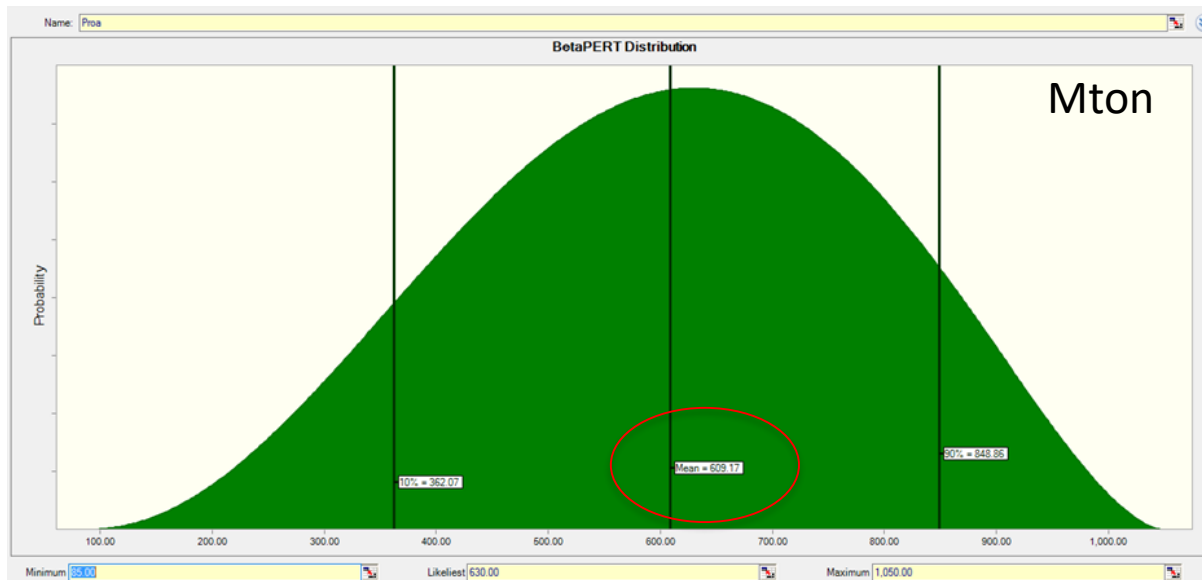
- ARGILICA AVANZADA
- ARGILICA
- SILICE



Distribución Probabilística; Escenario Esperado para Tonelaje y Ley

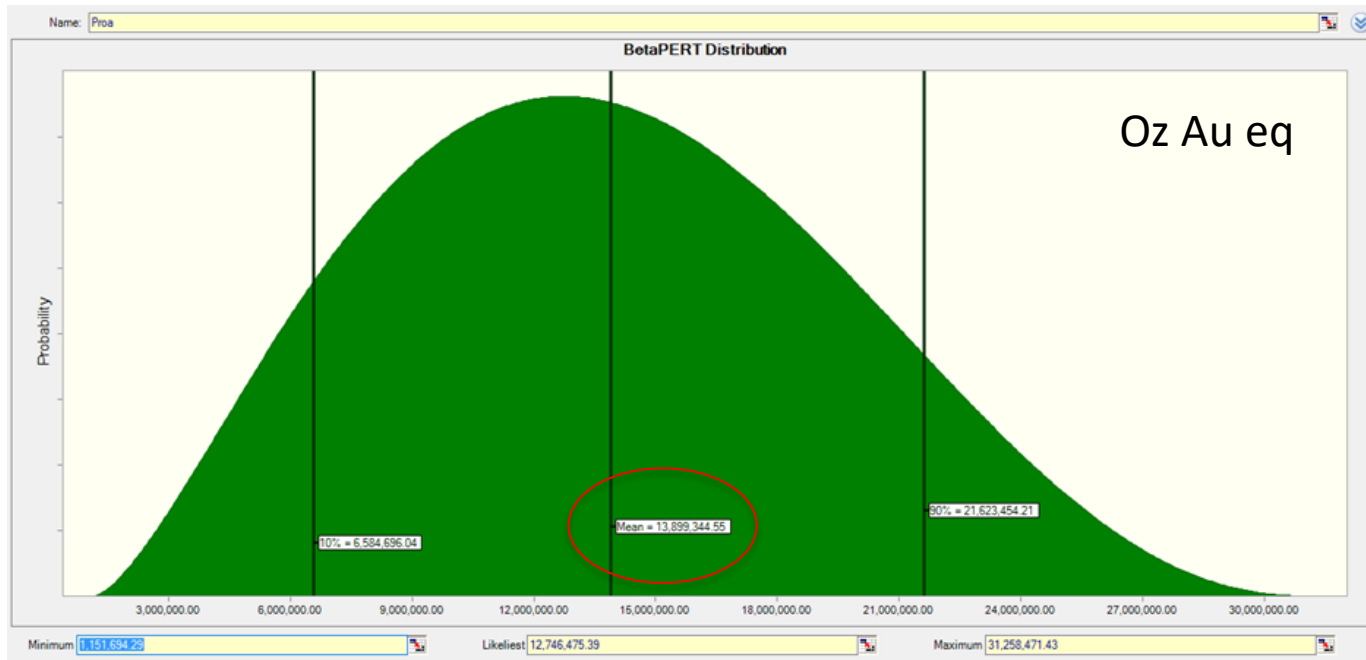
Caso	M ton	Au g/ton	Ag g/ton	In Situ Au eq M Oz
Min	85	0,2	12,4	1,2
Mid	630	0,3	18,8	12,7
Max	1.050	0,5	28,3	31,3
Esperado	610	0,4	23	13,9

Precio Au: 1,300 US\$/Oz
Precio Ag: 20 US\$/Oz



Distribución Probabilística
Software: Crystal Ball

Distribución Probabilística; Escenario Esperado para Tonelaje y Ley



Distribución Probabilística
Software: Crystal Ball

Análisis de Rango de Recursos

Ejemplos de Reportes

Reporte interno

Target	Caso Min					Caso Med					Caso Max				
	Ton (Mton)	Au g/ton	Ag g/ton	Aueq g/Ton	Onzas Troy Au Eq	Ton (Mton)	Au g/ton	Ag g/ton	Aueq g/Ton	Onzas Troy Au Eq	Ton (Mton)	Au g/ton	Ag g/ton	Aueq g/Ton	Onzas Troy Au Eq
A	40	0,18	3,15	0,23	293.841	50	0,31	6,36	0,41	651.682	150	0,45	8,72	0,58	2.817.462
B	30	0,32	2,56	0,36	349.122	220	0,35	6,01	0,44	3.094.039	440	0,59	9,87	0,74	10.460.203
C	85	0,23	12,44	0,42	1.151.694	630	0,34	18,80	0,62	12.643.943	1050	0,49	28,33	0,93	31.342.877
D	235	0,28	5,36	0,36	2.753.970	1030	0,28	5,36	0,36	12.070.591	3390	0,46	8,29	0,59	64.373.945
E	625	0,23	12,44	0,42	8.468.340	1890	0,34	18,80	0,62	37.931.828	3150	0,34	18,80	0,62	63.219.713
F	10	0,23	12,44	0,42	139.558	130	0,34	18,80	0,62	2.609.068	400	0,34	18,80	0,62	8.027.900
Total	1.025	0,243	10,17	0,40	13.156.526	3.950	0,321	14,42	0,54	69.001.150	8.580	0,420	15,18	0,65	180.242.100

Reporte publicado por BHP

Escondida District

Exploration Targets as at 30 June 2014 in 100 per cent terms – reported in compliance with the 2012 JORC Code.

Project	Date	Low Case		Mid Case		High Case	
		Ton (Mt)	%Cu	Ton (Mt)	%Cu	Ton (Mt)	%Cu
Escondida Este*	Feb 2013	5,200	0.44	10,000	0.48	15,000	0.47
Escondida (Deep)	Mar 2011	2,000	0.55	3,600	0.55	7,500	0.62
Escondida Norte (Deep)	Oct 2012	1,800	0.33	2,800	0.30	5,000	0.35
Chimborazo (Deep)	Oct 2011	1,000	0.50	2,000	0.35	6,600	0.32
Baker Hypogene	Feb 2012	600	0.31	800	0.31	1,100	0.31
Baker Supergene	Feb 2012	50	0.43	80	0.45	150	0.38
Hamburgo	Oct 2012	200	0.48	400	0.53	800	0.56
Rincones	Mar 2009	100	0.47	200	0.47	700	0.47
Pamela Oxide	Nov 2011	30	0.70	30	0.72	50	0.73
Total		11,000	0.47	20,000	0.46	37,000	0.47

* Updated to be consistent with additional data reported as Escondida Mineral Resources as of 31 March 2014.

Análisis de Rango de Recursos Conclusiones

- Metodología robusta para evaluar de manera sistemática el potencial de blancos de exploración en función de la información disponible.
- La participación de profesionales externos, no relacionados con el prospecto o blanco a evaluar, asegura rigurosidad del método.
- Válido para evaluar mineralización potencial y con ello asignar valor económico para un determinado target.
- Permite optimizar cartera de prospectos y establecer ranking de blancos de exploración.
- Válido para reportes públicos de mineralización potencial.
- Metodología permite actualizar la estimación de mineralización potencial según nueva información sea incorporada.



Comisión Calificadora de
Competencias en Recursos
y Reservas Mineras

ALXAR
MINERIA

... Gracias!!