

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA Y METALÚRGICA



TESIS

“EVALUACIÓN PRELIMINAR DE COSTOS DE OPERACIÓN Y DE INVERSIÓN DE UN PROYECTO DE ORO DE ALTA SULFURACIÓN (PRE - FACTIBILIDAD).”

PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO
EN GESTIÓN MINERA

ELABORADO POR

LUIS FELIPE MACEDO VALDIVIA

ASESOR

MSc. Ing. Oscar Cubas Valdivia

LIMA – PERÚ

2017

DEDICATORIA

Con inmensa gratitud y cariño a la memoria de mi madre Blanca, a mi padre Luis, a mí querida esposa Carmen, por su amor y comprensión, a mis hijos Luis Enrique, Carmen Sofía, Jimena Ofelia, Raquel Alessandra y Carmen América. Ustedes son la razón de mi existencia y doy gracias a Dios por tenerlos a mi lado y compartir momentos inolvidables de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi sincero agradecimiento a la Universidad Nacional de Ingeniería, a las autoridades de la Facultad de Ingeniería Geológica Minera y Metalúrgica, a la Unidad y Sección de Posgrado, por haberme brindado la oportunidad de estudiar la maestría en Gestión Minera, en su prestigioso claustro para adquirir nuevos conocimientos y destrezas.

A mi amigo y colega Ing. Luis Coras Alvares, por su invaluable apoyo en el modelado y el cálculo de recursos y reservas así como también en el análisis financiero

A mis amigos y familiares, que han sabido entender que el tiempo no compartido, ha sido un tiempo bien aprovechado.

A mis compañeros de estudio y maestros que han compartido sus conocimientos y experiencias de forma amplia y sincera.

A mis tutores, MSc. Ing. Oscar Cubas Valdivia y al MSc Ing. Aarón Morales Flores, por su acompañamiento y consejos, siempre supimos que era un reto enorme que aún no termina.

Finalmente, mi gratitud a todas aquellas personas que directa e indirectamente y de forma desinteresada ayudaron para la culminación del presente trabajo

“Evaluación Preliminar de Costos de Operación y de Inversión de un Proyecto
de oro de Alta Sulfuración (Pre - Factibilidad)”

INDICE

	Página
Portada.....	I
Dedicatoria	II
Agradecimiento.....	III
Índice de Contenidos	IV - VII
Lista de anexos.....	VII
Índice de figuras.....	VIII
Índice de tablas.....	IX - X
Abreviaturas y términos más utilizados.....	XI
Resumen.....	XII- XIII
Abstract.....	XIV - XV
Introducción.....	XVI-XVII
Capítulo I GENERALIDADES.....	18
1.1.- Antecedentes.....	18
1.2.- Descripción de la realidad problemática.....	
1.3.- Formulacion del problema	22
1.3.1.- Problema general.....	22
1.3.1.- Problemas específicos.....	23
1.4.- Justificación e importancia de la investigación	23
1.5.-Objetivo.....	24
1.5.1.- Objetivo general.....	24
1.5.2.- Objetivos específicos.....	24
1.6.- Hipótesis.....	25
1.6.1.- Hipótesis general.....	25
1.6.2.- Hipótesis Específicas.....	25
1.7.1.- Definición de variables.....	25
1.7.2.- Operacionalización de las variables.....	25
Capitulo II MARCO TEÓRICO	27
2.1.- Bases teóricas.....	27
2.1.1.- Significado de proyecto.....	27
2.1.2.- Definición de proyecto de inversión.....	27
2.1.3.- Como se evalúa un proyecto minero.....	28
2.1.4.- Preparación de proyectos.....	28
2.2.- Marco conceptual.....	34
Capitulo III METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION.....	36
3.1.- Tipo y nivel de la investigación	36
3.1.1- Método y diseño de la investigación.....	36
3.1.2.-Universo población y muestra	37
3.1.3.- Técnicas, instrumentos y fuentes de recolección de datos.....	37
3.1.4.- Materiales y equipos empleados.....	38
3.1.5.- Resultados y discusión.....	38
3.2 Desarrollo del trabajo de tesis.....	39
3.2.1.- Antecedentes.....	39
3.2.1.1. - Minera Argentó.....	39

3.2.1.2. - Corrientes Resources Inc.....	39
3.2.1.3. - Minera IRL SA.	39
3.2.1.4. - Chancadora Centauro SA.....	40
3.2.1.5. – Reciente.....	40
3.2.2.- Aspectos generales.....	40
3.2.2.1.- Ubicación y acceso.....	40
3.2.2.2.- Clima.....	42
3.2.2.3.- Recursos locales e infraestructura.....	43
3.2.2.4.- Fisiografía.....	44
3.2.2.5.- Propiedad minera.....	44
3.2.3 Geología.....	45
3.2.3.1.- Geología regional.....	45
3.2.3.2.- Geología local.....	46
3.2.3.3.- Geología estructural.....	49
3.2.3.4.- Alteración hidrotermal.....	49
3.2.3.5.- Mineralización.....	51
3.2.3.6.- Caracterización geológica conceptual.....	53
3.2.4.- Evaluación geológica.....	54
3.2.4.1.- Programas de perforación.....	54
3.2.4.2.- Registro geológico de testigos.....	55
3.2.4.3.- Muestreo de testigos y rocas.....	55
3.2.4.4.- Preparación de muestras.....	56
3.2.4.5.- Análisis de muestras.....	56
3.2.4.6.- Aseguramiento de la calidad y control de calidad (QA/QC).....	57
3.2.4.7.- Densidad.....	57
3.2.4.8.- Manejo de la información.....	58
3.2.4.9.- Validación de la información.....	59
3.2.5.- Geología económica.....	59
3.2.5.1. - Base de datos.....	61
3.2.5.2. - Modelamiento geológico.....	62
3.2.5.3. - Modelo de bloques.....	65
3.2.5.4. - Recursos.....	67
3.2.5.5. - Inventario de reservas.....	68
3.2.6.- Operación mina.....	70
3.2.6.1.- Plan de minado.....	71
3.2.6.2.- Diseño de mina.....	72
3.2.6.2.1.- Optimización de costos y diseño del <i>pit</i> Chama.....	73
3.2.6.2.2.- Diseño del <i>pit</i> optimo.....	73
3.2.6.2.3.- <i>Pits</i> económicos – Simulación de precios de Au.....	75
3.2.6.3.- Explotación minera.....	76
3.2.6.4.- Programa de producción mina.....	79
3.2.6.5.- Botaderos de desmonte.....	80
3.2.6.6.- Disposición del <i>top soil</i> y <i>overline</i>	81
3.2.6.7.- Accesos a los <i>pads</i> y echaderos de desmonte.....	82
3.2.7.- Procesos metalúrgicos.....	82
3.2.7.1.- Pruebas metalúrgicas.....	82
3.2.7.1.1.- Caracterización y preparación mecánica de muestras.....	84
3.2.7.1.2.- Cianuración experimental en <i>bottle roll</i>	84
3.2.7.1.3.- Balance metalúrgico.....	86

3.2.7.2.- Procesos.....	87
3.2.7.2.1.- Criterios de diseño de parámetros de lixiviación.....	87
3.2.7.2.2.- Diagrama de flujo y distribución general.....	88
3.2.7.3.- Lixiviación en pilas y diseño del proceso.....	90
3.2.7.4.- Tratamiento metalúrgico.....	93
3.2.7.4.1.- Chancado de mineral.....	94
3.2.7.4.2.- Transporte del mineral al <i>pad</i> de lixiviación.....	94
3.2.7.4.3.- Lixiviación de mineral.....	96
3.2.7.4.4.- Adsorción por carbón activado (columnas)	96
3.2.7.4.5.- Desorción y electrodeposición.....	97
3.2.7.4.6.- Fundición.....	98
3.2.7.4.7.- Tratamiento de efluentes.....	98
3.2.7.5.- Áreas de apoyo.....	99
3.2.7.5.1.- Laboratorio de análisis químico.....	99
3.2.7.5.2.- Mantenimiento de planta.....	99
3.2.8.- Logística e infraestructura.....	99
3.2.8.1.- Acceso.....	99
3.2.8.2.- Edificios e instalaciones.....	100
3.2.8.3.- Comunicaciones.....	102
3.2.8.4.- Seguridad.....	102
3.2.8.5.- Suministro de energía.....	103
3.2.8.6.- Abastecimiento de agua.....	104
3.2.8.7.- Disposición de aguas residuales y residuos solidos.....	105
3.2.8.7.1.- Disposición de aguas residuales.....	105
3.2.8.7.2.- Disposición de desechos solidos.....	105
3.2.9.- Medio ambiente y permisos.....	106
3.2.9.1.- Requisitos para autorizaciones del gobierno Peruano.....	106
3.2.9.2.-Estudio de línea de base ambiental social.....	107
3.2.9.3.- Impactos ambientales.....	108
3.2.9.4.- Rehabilitación.....	109
3.2.9.5.- Plan de manejo ambiental.....	109
3.2.10.- Relaciones comunitarias.....	111
3.2.10.1.- Dimensión social de la minería.....	112
3.2.10.2.- Perfil del proyecto social.....	113
3.2.11.- Implementación del proyecto.....	114
3.2.11.1 Plan de ejecución.....	114
3.2.11.2 Cronograma.....	115
3.2.12.- Cierre de mina.....	117
3.2.12.1.- Base legal.....	117
3.2.12.2.- Criterios y actividades para el cierre de minas.....	118
3.2.12.3.- Cronograma para el cierre de mina.	120
Capitulo IV RESULTADOS DEL ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD.....	121
4. 1.- Capital de inversión estimado.....	121
4.1.1.- Costos directos.....	122
4.1.2.- Costos indirectos.....	123
4.1.3.- Montos de inversión de consolidados.....	124
4.1.4.- Capital de contingencia.....	125
4.1.5.- Rehabilitación y valor de recupero.....	125
4.1.6.- Referencias comparativas.....	126
4.1.7.- Oportunidad para la reducción de gastos de capital.....	127

4.2.- Costos de operación.....	130
4.2.1.- Base para los costos de operación.....	130
4.2.2.- Dotación de personal.....	131
4.2.3.- Mina.....	132
4.2.4.- Proceso metalúrgico.....	133
4.2.5.- Costos generales y administración.....	134
4.2.6.- Costos de operación consolidados.....	135
4.2.7.- Costos de operación comparados.....	135
4.3.- Análisis económico.....	137
4.3.1.- Cronograma de vida de la mina.....	137
4.3.2.- Parámetros y estimaciones.....	139
4.3.3.- Modelo financiero.....	139
4.3.4.- Financiamiento y servicio de la deuda.....	140
4.3.5.- Evaluación económica.....	141
4.3.6.- Evaluación financiera.....	142
4.3.7.- Análisis de sensibilidad.....	142
4.4.- Análisis FODA.....	144
4.4.1.- Fortalezas.....	144
4.4.2.- Oportunidades.....	145
4.4.3.- Debilidades.....	147
4.4.4.- Amenazas.....	148
4.5.- Requerimientos para el estudio de factibilidad.....	149
4.6.- Resultados del estudio de prefactibilidad.....	151
CONCLUSIONES.....	154
RECOMENDACIONES.....	156
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	157
ANEXOS.....	162
ANEXO N° 1: MODELO FINANCIERO.....	163
ANEXO N° 2: MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	168
ANEXO N° 2: CURRICULUM VITAE.....	170

INDICE DE FIGURAS

	Página
CAPITULO I	
Figura N° 1.1: Evolución de Inversiones Mineras 2006-2015 MEM.....	21
CAPITULO II	
CAPITULO III	
Figura N° 3.1 Mapa de Ubicación y Acceso.....	40
Figura N° 3.2 Frontera 1 SMRL, Denuncio Minero Reto al destino Nro. 3.....	45
Figura N° 3.3 Mapa geológico regional.....	47
Figura N° 3.4 Mapa geológico proyecto Chama.....	48
Figura N° 3.5 Mapa de alteración hidrotermal y mineralización.....	50
Figura N° 3.6 Vista mirando al Este; Se observa un cuerpo de Sílice.....	51
Figura N° 3.7 Mapa de distribución de zonas mineralizadas.....	52
Figura N° 3.8 Sección Geológica BB´.....	52
Figura N° 3.9 Resultados y distribución de Au en sondajes diamantinos y trincheras.....	63
Figura N° 3.10 Distribución y resultados de Ag en sondajes diamantinos y trincheras.....	63
Figura N° 3.11 Resultados de Cu en sondajes diamantinos y trincheras.....	63
Figura N° 3.12 Modelo geológico de recursos.....	64
Figura N° 3.13 Modelamiento de bloques con valores de Au.....	66
Figura N° 3.14 Modelamiento de bloques con valores de Ag.....	66
Figura N° 3.15 Modelamiento de bloques con valores de Cu.....	66
Figura N° 3.16 Modelo de bloques de Recursos.....	67
Figura N° 3.17 Diseño del pit.....	74
Figura N° 3.18 Diseño de pit óptimo (precio de US\$ 1,000 Au/oz.....	74
Figura N° 3.19 Sección 2 del pit óptimo Final (precio de US\$ 1,000 Au/oz).....	75
Figura N° 3.20 Sección 4 del pit óptimo Final (precio de US\$ 1,000 Au/oz).....	75
Figura N° 3.21 Sección N° 4, Mirando al Norte; Limite final de tajo Económico.....	76
Figura N° 3.22 Sección N° 3, Mirando al Norte; Limite final de tajo Económico.....	76
Figura N° 3.23 Perforadora para blast holes.....	78
Figura N° 3.24 Carquío en camión de 15m ³	78
Figura N° 3.25 Proyección de Leyes de Au - Ag a lo largo de la vida de la mina.....	79
Figura N° 3.26 Botadero de desmonte Mina Corihuarmi-Yauyos, Lima Perú).....	81
Figura N° 3.27 Diagrama de flujo del Proyecto (Elaboración propia).....	88
Figura N° 3.28 Plano de distribución de componentes.....	91
Figura N° 3.29 Corte esquemático del diseño de un pad de lixiviación.....	92
Figura N° 3.30 Faja con mineral a Chancadora.....	94
Figura N° 3.31 Apilado de mineral chancado.....	94
Figura N° 3.32 Pala y Camiones de 15m ³ Mina Corihuarmi.....	95
Figura N° 3.33 Descarga de Mineral y proceso de irrigación en el <i>pad</i>	95
Figura N° 3.34 (A) Pad (Pila de lixiviación) (B) Pozas de solución rica o cargada, (C)Pozas de solución pobre (Barren) y de grandes eventos).....	96
Figura N° 3.35 Columnas con carbón activado, Mina Corihuarmi – Perú.....	97
Figura N° 3.36 Vías de acceso al proyecto Chama.....	100
Figura N° 3.37 Campamento en mina Corihuarmi – Yauyos/Lima-Perú.....	101
Figura N° 3.38 Cronograma Proyecto Chama.....	116
Figura N° 3.39 Etapas y plan de cierre de un proyecto minero.....	120
CAPITULO IV	
Figura N° 4.1 VAN@5% después de impuestos.....	143
Figura N° 4.2 VAN@10% después de impuestos.....	144

INDICE DE TABLAS

	Página
Capítulo I	
Tabla N° 1.1 Exportaciones Mineras del 2010 al 2015	21
Tabla N° 1.2 Operacionalización de las variables independientes.....	26
Tabla N° 1.3 Operacionalización de las variables dependientes.....	26
Capítulo II	
Capítulo III	
Tabla N° 3.1 Accesos y distancias.....	42
Tabla N° 3.2 Temperatura promedio mensual en el área del Proyecto Chama.....	43
Tabla N° 3.3 Coordenadas del proyecto Chama.....	45
Tabla N° 3.4 Distribución de sondajes por campañas de perforación.....	54
Tabla N° 3.5 Densidades por zonas	58
Tabla N° 3.6 Zonas de alteración hidrotermal.....	58
Tabla N° 3.7 Distribución de sondajes y muestras enviadas a ensaye geoquímico...	62
Tabla N° 3.8 Recursos minerales proyecto Chama al 30 de diciembre 2015.....	67
Tabla N° 3.9 Costos, % recuperación y cut off proyectado.....	68
Tabla N° 3.10 Reservas de Mineral Proyecto Chama.....	69
Tabla N° 3.11 Reservas por bancos.....	69
Tabla N° 3.12 Leyes de corte de las reservas del Proyecto Chama.....	72
Tabla N° 3.13 Parámetros Económicos para la Optimización del Pit.....	84
Tabla N° 3.14 Flota mínima de maquinaria requerida por el contratista.....	78
Tabla N° 3.15 Fases del Programa de producción mina.....	80
Tabla N° 3.16 Muestras de sondajes para pruebas metalúrgicas.....	83
Tabla N° 3.17 Leyes de cabeza de mineral.....	89
Tabla N° 3.18 Resultados de las pruebas de cianuración en botella.....	85
Tabla N° 3.19 Tablas de recuperación.....	86
Tabla N° 3.20 Programa de producción y recuperación metalúrgica del oro y plata, en el tiempo de vida de la mina.	87
Tabla N° 3.21 Parámetros de diseño.....	88
Tabla N° 3.22 Ventajas y desventajas de la lixiviación en pilas.....	93
Tabla N° 3.23 Requerimiento de energía eléctrica para el proyecto.....	104
Tabla N° 3.24 Áreas potenciales de impacto ambiental.....	108
Tabla N° 3.25 Plan de cierre de mina.....	119
Capítulo IV	
Tabla N° 4.1 Costos directos estimados.....	122
Tabla N° 4.2 Costos indirectos estimados.....	123
Tabla N° 4.3 Costos consolidados de capital estimado.....	124
Tabla N° 4.4 Comparaciones de operaciones mineras con Chama.....	126
Tabla N° 4.5 Costos operativos.....	130
Tabla N° 4.6 Chama Personal proyectado y costo asociado.....	131
Tabla N° 4.7 Costos proyectados Mina.....	133
Tabla N° 4.8 Estimación de costos para tratamiento metalúrgico.....	134
Tabla N° 4.9 Gastos Generales y Administración Estimados de operación.....	119
Tabla N° 4.10 Estimación promedio anual de costos de operación.....	135
Tabla N° 4.11 Comparación de costos de operación.....	135
Tabla N° 4.12 Capital de inversión estimado Prefactibilidad Proyecto Chama Octubre de 2016.....	137

Tabla N° 4.13 Programa anual de producción - Chama LOM.....	138
Tabla N° 4.14 Caso base: Indicadores del modelo financiero.....	140
Tabla N° 4.15 Precios del Oro y la Plata.....	140
Tabla N° 4.16 Financiamiento y servicio de la deuda.....	141
Tabla N° 4.17 Flujo de caja económico proyectado.....	141
Tabla N° 4.18 Flujo de caja financiero proyectado.....	142
Tabla N° 4.19 Análisis de sensibilidad al precio del oro.....	143
Tabla N° 4.20 Análisis de sensibilidad al Capex.....	143
Tabla N° 4.21 Análisis de sensibilidad del Opex.....	143
Tabla N° 4.22 Análisis de sensibilidad contenido de oro.....	143
Tabla N° 4.23 VAN@5% después de impuestos.....	143
Tabla N° 4.24 VAN@10% después de impuestos.....	143
Tabla N° 4.25 Analisis comparativo Economico Financiero.....	155

ABREVIATURAS TÉRMINOS MÁS UTILIZADOS.

Abreb	Unidad	Abreb	Unidad
mm	Milímetro	gl	galón
cm.	Centímetro	Kg/cm ²	Kilogramos por centímetro cuadrado
m	Metro	mp	metros perforados
km.	Kilómetro	ha	hectárea
Ft.	Pie	°C	Grados centígrados (temperatura)
"	Pulgada	° ' "	Grados, minutos, segundos (ángulo)
m ²	Metro cuadrado	∅	Diámetro
m ³	Metro cúbico	ppm	ppm : partes por millón
ft ³	pie cúbico	HP	HP : Caballo de fuerza
yd ³	Yarda cúbica	A	Amperio
g	gramo	V	voltio
kg	kilogramo	KV	kilovoltio
t	Tonelada métrica (seca)	W	Watt
wt	Tonelada métrica (húmeda)	KW	Kilowatt
lb	Libra	MW	Megawatt
oz	onza	MWh	Megawatt hora
g/t	Gramo por tonelada métrica	Hz	Hertz
m ³ /min	Metros cúbicos por minuto	MHz	Megahertz
t/hora	Toneladas métrica por hora	KVA	Kilovoltio amperio
t/año	Toneladas métricas por año	S/.	Nuevos soles
t/día	Toneladas métrica por día	\$	Dólar de EE.UU.
Mt	Millones de toneladas		

Los términos más utilizados en la presente investigación son:

- Alta Sulfuración HS
- Capital Propio
- Capital de Deuda
- Costo del Capital Propio
- Costo de la Deuda
- Estudio administrativo
- Estudio de impacto ambiental EIA
- Estudio de mercado
- Estudio tecnológico
- Estudio financiero
- Estudio del plan de cierre
- Estado de Ganancias y Pérdidas o Estado de Resultados
- Factibilidad del Proyecto
- Financiamiento
- Flujo de Caja
- Inversión en el Proyecto
- Prefactibilidad
- Sensibilidad del Proyecto
- Suministros
- Tasa Interna de Retorno: TIR
- Valor Actual Neto: VAN
- Tasa Interna de Retorno Económico: TIRE
- Tasa Interna de Retorno Financiero: TIRF
- Vida útil del Proyecto: LOM
- Valor Actual Neto Económico: VANE
- Valor Actual Neto Financiero: VANF

RESUMEN

“Chama” es un yacimiento de oro de alta sulfuración (óxidos), a ser explotado a tajo abierto, se localiza a 13 km al noreste de la ciudad de Antabamba región Apurímac. Geológicamente el proyecto se encuentra en un ambiente volcánico, con disseminación de oro en una matriz de *vuggy sílica*. El estimado de recursos medidos + indicados + inferidos es de 25.42Mt con 0.447 gr/t de Au, 1.363gr/t de Ag y 0.297%/t de Cu. Se ha desarrollado un modelo de bloques y cálculo de reservas probadas + probables+ posibles, que reportan un total de 16.04Mt, con ley promedio de 0,544 g/t de oro, 2.06g/t de plata y Cu 0.26%/t, con un contenido de oro de 280,532 de onzas, y 1'062,309 Oz de plata.

El método de explotación será a tajo abierto de 2Mt/anuales (5,600t/día), con una ley promedio de oro 0.54gr/t, y una relación de desmonte/mineral (*stripping*) de 0.16/1, se anticipa el tratamiento de mineral mediante lixiviación en pilas, con una recuperación del 80% para el oro y de 25% para la plata. Se espera un inicio de producción de 32,403 Oz Au/año, disminuyendo a 23,163 Oz Au en el año 6 para concluir con 30,059 Oz Au el año 8.

El monto de inversión está basado en proyectos similares, así como las cotizaciones de proveedores, se considera una precisión del $\pm 60\%$. Los costos operativos se consideran dentro de un rango del $\pm 70\%$. Los costos operativos promedio para una operación de minado a cielo abierto se han calculado en US\$2.884/t y el lixiviado en pilas de US\$1.56/t, más gastos administrativos y generales de US\$ 1.912/t, que hacen un total de USD 6.355/t, para una operación de 2Mt/año, Se desarrolló el análisis financiero para un escenario de 8 años en base a la producción estimada anual y al precio del oro en US\$1,000/oz y la plata a US\$15/oz.

El monto de la inversión inicial asciende a US \$ 13.9 millones (que incluye el IGV y una contingencia de US\$ 831,800). El 28% del monto de inversión US\$ 3'000,000) se cubrirá con un préstamo a un interés del 10%; y la diferencia de US\$10.4 millones (72%) será cubierta por aporte propio.

El análisis económico en el escenario medio, donde la cotización del oro es US \$ 1,000/oz y una tasa del 10 %, indica un VANE de US \$ 28.85 millones y una TIRE de 55.1 % y una relación beneficio costo de 3.7, con una recuperación del capital de 2 años.

En la misma medida, los resultados del análisis financiero, considerando cotización del oro a US \$ 1,000/oz y una tasa de rentabilidad del 12 %, a un costo de capital promedio ponderado de 10.93%, se obtiene un VANF de US \$ 27'60 y una TIRF 64.10 %de y una relación beneficio costo de 3.7, con una recuperación del capital de 2 años.

El período de recuperación del capital es de 2 años, siendo el proyecto sensible a la variación del 15% del nivel del precio del oro. La información de las diversas campañas de exploración, ha servido de base para la realización del presente estudio de pre-factibilidad. La factibilidad completa está en proceso y se espera terminarla para Noviembre de 2017.

ABSTRACT

"Chama" is a high sulphidation gold deposit (oxides and sulfides), to be exploited with an open pit mining operation, it is located 13 km north east of the Antabamba city, Apurímac region. Geologically the project is in a volcanic environment, with gold dissemination in a vuggy silica matrix.

The estimate of ore resources, measured + indicated + inferred is about 25.42Mt with ore grades of 0.447 gr/t of gold, 1.363gr/t of silver and 0.297%/t of Cooper. A blocks model have been developed and were calculated the ore reserves for the project, divided in proven + probable + possible, which report a total of 16.04Mt, with an average grade of 0.544 g / t of gold, 2.06g / t of silver and 0.26% of Cu, with a gold content of 280,532 ounces, and 1'062,309 Oz of silver equivalent to 15,935 Oz of gold.

The exploitation method will be of open pit for 2Mt/year (5,600t/day), with an average gold grade of 0.54gr/t, and a stripping ratio of 0.16 / 1, ore treatment is anticipated, with an 80% recovery for gold and 25% for silver. It is expected an initial production of A production of 32,403 Oz Au / year, decreasing to 23,163 Oz Au in 6th year to conclude with 30,059 Oz Au in the 8th year.

The capital investment are based on similar projects, and supplier's quotations, is considered an accuracy of \pm 40%. Operating costs are considered within a precision range of +/- 30%. The average operating costs for a 2Mt/year open pit operation, the mining costs were calculated for at US \$ 2.884/t, the heap leaching process in US\$1.56/t and G&A in US \$ 1.912/t, making a total of US \$ 6.355/t, and the cost for ounce of gold of US \$ 705.08.

The initial investment amount is US\$13.9 million (includes IGV and a contingency of US\$831,800). The 28% of the total amount (US\$3,000,000) will be covered by

a 10% loan interest, and the difference US\$ 10.9 million (72%), will be by own contribution.

The economic analysis in the medium scenario, where the quotation of gold is US\$1,000/oz., and a rate of 10%, indicates an economic NPV of US\$28.85 Million and an economic IRR of 55.1%.

The results for the financial analysis, developed for a scenario of 8 years considering the quotation of gold in US\$1,000/oz and a profitability rate of 12%, at an average weighted capital cost of 10.93%, is obtained a financial NPV of \$27,60million and a financial IRR 64.10% and a relation benefit cost 3.7, with a capital recovery of 2 years..

The financial analysis was developed for a scenario of 8 years based on the production and price of gold at US \$ 1,000/Oz and a silver price of US \$ 15 /Oz. The period of capital recovery is 2 years, the project with sensitive variation of 15% of the level of the price of gold. The information from the various exploration campaigns has served as the basis for the realization of the present pre-feasibility study. The Full feasibility is in process and it is expected to be completed by November 2017.

INTRODUCCIÓN

En los últimos treinta años se han efectuado grandes cambios en todos los campos de la industria minera, desde las tecnologías empleadas en la explotación y extracción de oro, hasta la función que la minería desempeña en las políticas económicas de las naciones. En ese lapso, el precio del oro en el mercado, fluctuó a la alza en numerosas ocasiones, la minería duplicó su producción. Sin embargo, los costos de explotación y extracción de oro también aumentaron proporcionalmente y la industria tuvo que conformarse con bajas leyes de mineral y el tratamiento de grandes volúmenes de mineral.

Este movimiento económico ha motivado la realización del presente estudio: “Evaluación Preliminar de Costos de Operación y de Inversión de un Proyecto de oro de Alta Sulfuración (Pre - Factibilidad)”, Proyecto Chama.

El objetivo es un yacimiento de oro diseminado de baja ley y gran tonelaje, a ser explotado por el método de tajo abierto; así como procesar el mineral mediante una operación convencional de lixiviación en pilas, y su recuperación por el método de carbón activado y electrodeposición (*electrowinning*), para ser fundido y producir lingotes de oro doré para su comercialización.

Previamente se han realizado cuatro campañas de exploración y tres campañas de perforación diamantina por las compañías mineras, Argento (1,996), Corrientes Resources (1996-1997), Minera IRL Ltd (2004 y 2005), y Chancadora Centauro (2007), que hacen un total de 36 sondajes, con un acumulado de 5,391.55 metros de perforación diamantina en el proyecto.

Estos programas establecieron un recurso medido + indicado + inferido del orden de 365,370 de onzas de oro, lo que motivo a realizar el presente estudio de prefactibilidad en base a estudios geológicos, geofísicos y geoquímicos, que

incluyeron pruebas metalúrgicas, estudios de minería, programas de relaciones comunitarias, proyectos de infraestructura, estimados preliminares de inversión (capex) y de operación (opex), así como su modelo financiero. Este estudio de pre-factibilidad consolida el trabajo desarrollado y establece una plantilla para el estudio de factibilidad, programado para ser completado a de fines del 2017, con un estándar capaz de resistir los parámetros NI 43-101 del Instrumento Nacional Canadiense.

La moneda referida en este proyecto son Dólares Americanos.

El Autor

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1.- Antecedentes

Como antecedentes de la presente investigación, se puede mencionar la realización de trabajos similares como:

- “ANÁLISIS DE INVERSIÓN Y RENTABILIDAD DE UN PROYECTO AURÍFERO A NIVEL DE ESTUDIO DE FACTIBILIDAD”, Universidad Nacional de Ingeniera, FIGMM, Tesis para optar el Grado de Maestro en Ciencias con mención en Gestión Minera, presentada por: Gilmar Ángel León Oscanoa, 2006
- “EVALUATING ENVIRONMENTAL RISKS IN MINING: A PERCEPTUAL STUDY AT THE VATUKOULA GOLD MINE IN FIJI”, University of Vermont USA. Tesis para optar el Grado de Maestro en Ciencias con mención en Recursos Naturales, presentada por: Mary Ackley, 2008
- “EVALUACIÓN DEL RIESGO FINANCIERO EN PROYECTOS MINEROS MARGINALES” Universidad Nacional de Ingeniera, FIGMM, Tesis para optar el título de Ingeniero de Minas, presentada por: Eder Lagos León, 2010
- “ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL PROYECTO CHILCAPAMPA” Universidad Nacional de Trujillo, Escuela de postgrado, sección de Postgrado en Ciencias

Económicas. Tesis para optar el grado de Maestro en Ciencias Económicas, mención: Finanzas, presentada por: Máximo Ezequiel Díaz Córdova, 2011.

- “GUÍA METODOLÓGICA PARA LA ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS DE MINERÍA EN LA EMPRESA CONSTRUCTORA SANTA FE LTDA”. Universidad para la Cooperación Internacional (UCI), Proyecto Final de Graduación presentado como requisito parcial para optar por el título de Máster en Administración de Proyectos, San José, Costa Rica, presentada por: Randall Castillo Briceño, 2012
- “ANÁLISIS ECONOMICO FINANCIERO DE PROYECTOS MINEROS DE INVERSION - EVALUACION DEL PROYECTO CORANI”, Universidad Nacional de Ingeniera, FIGMM, Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero de minas, presentada por: Jorge Luna León, 2015
- “MANAGEMENT OF SMALL MINES”, University of Wollongong (UOW) - New South Wales, Australia, Tesis para optar el Grado de Maestro en Ingeniería, Master of Engineering honours , presentada por: Sheikh Ateeq Ur Rahman; 1993.

La Sociedad minera de responsabilidad limitada (SMRL) Frontera 1, es una empresa creada en el 2003, por inversionistas peruanos con el objeto de adquirir y desarrollar proyectos avanzados de exploración por oro en el Perú.

SMRL Frontera 1 adquirió el proyecto minero Chama en opción de compra en enero del 2003 con el objeto de desarrollar un proyecto de oro diseminado de alta sulfuración en la provincia de Antabamba en el departamento de Apurímac. El área del proyecto ha sido explorada desde mediados de los años ochenta por mineros informales y pequeños mineros (mina Utupara), en 1996 Minera

Argento, localizó anomalías de Au, y las clasificó como "ácido-sulfato". En 1996 Corrientes Resources Inc., lo definió como un prospecto de alta sulfuración mediante el cartografiado geológico y muestreo de rocas y suelos delimitaron una área que cubría 700 m por 400 m, donde se tomaron 250 muestras de rocas de brechas silicificadas con leyes de oro de más de 100 ppb Au y un valor máximo de 4.300 ppb Au. En 1997 perforó 14 sondajes diamantinos que suman 3,934 metros, el año 2005 Minera IRL Ltd., perforó 851.50 metros en 16 sondajes diamantinos, y Chancadora Centauro 644m en 7 sondajes el año 2007 que totalizaron 5,429.50 metros, MIRL efectuó trabajos de cartografiado geológico, geoquímico y geofísico; que definieron la existencia de un cuerpo mineralizado de oro de baja ley del tipo ácido sulfato.

1.2.- Descripción de la realidad problemática

La minería es una actividad extractiva, cuyo desarrollo constituye soporte para gran parte de la industria manufacturera y joyera del mundo. Es una actividad vinculada a las finanzas y al medio ambiente. La cotización de los minerales ha determinado la evolución de las bolsas mundiales en estos últimos años

A lo largo de la historia económica peruana, la minería ha contribuido al crecimiento económico del país y ha sido una fuente importante de ingresos fiscales. No obstante, la generación de conflictos y los impactos ambientales han sido motivo de preocupación dentro de las comunidades campesinas y la sociedad en general.

El Perú además de ser un país con enorme potencial minero ha pasado a ser un país minero de primer orden, ubicado en el sexto lugar; es uno de los más

importantes países mineros, de América Latina, y a nivel mundial. Cerca del 62% del valor de las exportaciones nacionales corresponden a productos mineros”.

La minería Peruana en cifras

- Sector minero contribuye con 13% PIB de Perú
- Exportaciones mineras representan 62% - US\$ 21 billones
- Empleo directo: 197,000 trabajadores
- Inversión Minera: US\$ 7.4 billones

Por tercer año consecutivo, las inversiones mineras en el Perú cayeron durante el año 2015, como se observa en la Figura N° 1.1



Figura N° 1.1: Evolución de Inversiones Mineras 2006-2015 según MEM
Elaboración propia, Data MEM

En este escenario, las exportaciones mineras cayeron por sexto año consecutivo, tras el nivel record alcanzado el 2011 (US\$ 27,526 millones) como se aprecia en el siguiente cuadro que detalla el perfil de las exportaciones mineras de los últimos 6 años, es decir, entre los años 2010 y 2015:

Tabla N° 1.1: Exportaciones Mineras del 2010 al 2015

AÑO	EXPORTACIONES MINERAS
2010	US\$ 21,903 millones.
2011	US\$ 27,526 millones.
2012	US\$ 27,467 millones.
2013	US\$ 23,554 millones..
2014	US\$ 20,410 millones.
2015	US\$ 18,832 millones.

Fuente: Fuente: Elaboración propia; data MINEM, SNMPE

Entre los factores que incidieron en la caída de las exportaciones mineras destacan: la caída del precio de los metales y el menor embarque de productos mineros, entre ellos: cobre, oro y plata.

1.3. - Formulación del problema

La destacada posición peruana como productor de oro, al ser este un activo de refugio frente a las fluctuaciones financieras internacionales, incrementa su valor en épocas turbulentas. Situaciones como esta quedaron demostradas en la reciente crisis global, en la que el metal dorado subió de precio, mientras que el dólar y los principales metales veían caer los suyos. Frente a la crisis, es conveniente realizar inversiones en proyectos dirigidos a este tipo de mercado, ya que la coyuntura económica es favorable.

Las actuales condiciones de la economía y política nacional hacen un escenario importante para la inversión privada, en el presente trabajo, se realiza un análisis de las variables macroeconómicas para emprender un proyecto minero de inversión privada, tendiente a poner en producción el yacimiento de oro de alta sulfuración, Proyecto "Chama".

El propósito de la investigación es determinar la rentabilidad económica y financiera del proyecto minero Chama, en base a su contenido de oro, así como las reservas minables encontradas en el yacimiento.

En la presente investigación, se formula el Problema de la siguiente manera:

1.3.1 Problema general

¿Cómo influye la "Evaluación preliminar de costos de operación y de inversión en la factibilidad de la inversión en un proyecto de oro de alta sulfuración a nivel de prefactibilidad?

1.3.1.1 Problemas específicos.

- 1.- ¿Cómo influye la evaluación económica en la factibilidad de la inversión de un proyecto de oro de alta sulfuración a nivel de prefactibilidad?
- 2.- ¿cómo influye la evaluación financiera en la factibilidad de la inversión de un proyecto de oro de alta sulfuración a nivel de prefactibilidad?

1.4.- Justificación e importancia de la investigación

Debido al auge y crecimiento que actualmente experimentan los mercados mundiales en la comercialización de minerales, especialmente los relacionados con metales preciosos como el oro y la plata, existe una alta expectativa de inversión en este tipo de proyectos

Los resultados de las campañas de exploración, así como la compilación de los estudios de exploración y evaluación de recursos mineros realizados por Corrientes Resources, Minera IRL Ltd. y Chancadora Centauro, S.A., establecieron un recurso mineral medidos + indicados + inferidos del orden de 365,369 Oz de oro y 1'114,089 Oz de plata, en el área conocida como cerro Japutani, que conlleva a realizar la evaluación de las posibilidades de explotación económica del yacimiento, siendo la justificación práctica la siguiente:

- a) En base a la información geológica disponible, la misma que ha sido evaluada por los profesionales de las diferentes empresas que realizaron trabajos de exploración, se tomó la decisión de realizar el estudio de prefactibilidad, para poder determinar la viabilidad del proyecto, teniendo en cuenta que este estudio es una aproximación, que permitirá la decisión de inversión, posterior al estudio de factibilidad.

- b) En la presente investigación, se tomará como precio base del oro US\$1,000 dólares americanos por onza troy .debido a que su cotización en los mercados internacionales tiene un cierto nivel de incertidumbre, que afectaría a la realización del proyecto.
- c) Las comunidades que se ubican en los alrededores del proyecto, se beneficiaran con la presencia de la mina así como por las empresas contratistas, generando trabajo directo e indirecto a las familias de las zonas aledañas al centro de operación.
- d) El país requiere de inversión privada que genere contribución fiscal y valor agregado.

La justificación personal radica fundamentalmente que con el desarrollo de la presente investigación tendré la oportunidad de obtener el Grado Académico de Maestro en Ciencias con Mención en Gestión Minera

1.5 Objetivo

1.5.1 Objetivo general.

Realizar la evaluación económica y financiera, para determinar la factibilidad de la Inversión y rentabilidad de un proyecto de oro de alta sulfuración a nivel de prefactibilidad.

1.5.2.- Objetivos específicos.

- 1.- determinar la evaluación económica para analizar la factibilidad de la inversión de un proyecto de oro de alta sulfuración a nivel de prefactibilidad
- 2.- Realizar la evaluación financiera para determinar la factibilidad de la inversión de un proyecto de oro de alta sulfuración a nivel de prefactibilidad.

1.6 Hipótesis

1.6.1 Hipótesis General

La evaluación preliminar de costos de operación y de inversión influye en la factibilidad de la inversión de un proyecto de oro de alta sulfuración a nivel de prefactibilidad

1.6.2 Hipótesis específicas

- 1.- La evaluación económica influye en la factibilidad de la inversión de un proyecto de oro de alta sulfuración a nivel de prefactibilidad
2. -La evaluación financiera influye en la factibilidad de la inversión de un proyecto de oro de alta sulfuración a nivel de prefactibilidad

1.7.1.- Definición de variables

- Variables Independientes: X

X1 = Evaluación económica

X2 = Evaluación financiera

- Variables Dependientes: Y

Y = Inversión de un Proyecto de Oro de Alta Sulfatación.

1.7.2.- Operacionalización de las variables

Tabla N° 1.2; Operacionalización de las variables independientes

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
EVALUACION ECONOMICA	Según Sapag Sapag en el libro Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión, mide la rentabilidad del proyecto sin importar la estructura de financiamiento (se asume que todo el capital "propio") Supone que todas las compras y las ventas son al contado riguroso	EVALUACION ECONOMICA Mide la rentabilidad del proyecto sin importar la estructura de financiamiento (se asume que todo el capital es "propio") Supone que todas las compras y las ventas son al contado riguroso	RENTABILIDAD	Valor Actual Neto Económico VANE	VANE= -I₀ + FCEA -I ₀ = Inversiones del Proyecto -FCEA = Flujo de Caja Económico Actualizado
				Tasa Interna de Retorno Económico TIRE	VANE= 0 Calculamos i = TIRE
EVALUACION FINANCIERA	Según Sapag Sapag en el libro Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión, contempla todos los flujos financieros del proyecto, distinguiendo entre capital "propio" y "prestado". Permite determinar la "capacidad financiera" del proyecto Mide la rentabilidad del capital "propio" invertido	EVALUACION FINANCIERA Contempla todos los flujos financieros del proyecto, distinguiendo entre capital "propio" y "prestado". Permite determinar la "capacidad financiera" del proyecto Mide la rentabilidad del capital "propio" invertido	RENTABILIDAD	Valor Actual Neto Financiero VANF	VANF= -I₀ + FCEA -I ₀ = Inversiones del Proyecto -FCFA = Flujo de Caja Financiera Actualizado
				Tasa Interna de Retorno Financiera TIRF	VANF= 0 Calculamos i = TIRF

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 1.3: Operacionalización de las variables dependientes

VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
INVERSION	Según Sapag Sapag en el libro Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión, son desembolsos que se realizarán en el proyecto en Activos Tangibles, Activos Intangibles y Capital de Trabajo	LAS INVERSIONES Son desembolsos que se realizará en el proyecto en Activos tangibles, Activos Intangibles y capital de trabajo.	ACTIVOS	ACTIVOS TANGIBLES	Valor de los Inmuebles, Maquinarias y Equipos y otros activos y su depreciación anual
				ACTIVOS INTANGIBLES	Valor de los derechos, trámites y otros

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.- Bases teóricas

2.1.1. Significado de proyecto

Un Proyecto proviene del latín proyectus que significa conjunto de actividades coordinadas e interrelacionadas que intentan cumplir con un fin específico.

2.1.2. Definición de proyecto de inversión

El **proyecto de inversión**, es un plan al que se le asigna capital e insumos materiales, humanos y técnicos. Su objetivo es generar un rendimiento económico o financiero a un determinado plazo. Para esto, será necesario inmovilizar recursos a largo plazo.

2.1.3. Cómo se evalúa un proyecto minero

Los proyectos mineros tienen un ciclo que está compuesto por las siguientes etapas: ingeniería de perfil, estudio de prefactibilidad o ingeniería conceptual, estudio de factibilidad o ingeniería básica, ingeniería de detalle, ejecución y operación. Entre una y otra etapa se generan inter etapas, en las cuales se concretan los procesos correspondientes de revisión y aprobación de lo avanzado hasta ese momento.

Ingeniería de perfil: es la etapa en que se realiza la identificación de las oportunidades para el desarrollo de un proyecto. Dentro del área concesionada, los geólogos estudian la composición y alteración de la roca mineralizada.

Numerosas muestras son tomadas de diversos lugares, las que serán enviadas a laboratorios para determinar su contenido del metal, para realizar las estimaciones de recursos y cálculo de reservas minerales.

Estudio de prefactibilidad (ingeniería conceptual): en esta etapa se generan y seleccionan las distintas alternativas de proyectos. Se suele escoger los depósitos de mayor ley y cantidad de reservas.

Estudio de factibilidad (ingeniería básica): es aquella etapa en la que se efectúa el desarrollo de la alternativa seleccionada. En función de la ley y la cantidad de mineral se determina también la factibilidad económica del proyecto.

Ingeniería de detalle: en esta etapa se completa el diseño detallado del activo que se va a construir. Aquí intervienen todas las áreas de la compañía.

Ejecución (inversión): es la fase en que se desarrolla la construcción, el montaje y la puesta en marcha del nuevo activo. En ella se ejecuta lo planeado en la ingeniería de detalle privilegiando los aspectos plazo, costo, calidad y sustentabilidad. El área de logística desempeña un papel fundamental.

Operación: el nuevo activo entra en producción, siendo operado de acuerdo con el diseño del proyecto. Todas las áreas desempeñan un papel importante, destacando el área de recursos humanos.

2.1.4. Preparación de proyectos

Es el proceso que permite establecer los estudios de viabilidad técnica, económica, financiera, social, ambiental y legal con el objetivo de reunir información para la elaboración del flujo de caja del proyecto para tal efecto las entidades ejecutoras de proyectos deben realizar el estudio de prefactibilidad

para sus proyectos de inversión, para la realización de este se deben aplicar metodologías de Preparación y Evaluación de Proyectos.

El Estudio de prefactibilidad comprende el análisis Técnico – Económico de las alternativas de inversión que dan solución al problema planteado. Los objetivos de la prefactibilidad se cumplirán a través de la preparación y evaluación de proyectos que permitan reducir los márgenes de incertidumbre a través de la estimación de los indicadores de rentabilidad socioeconómica y privada que apoyan la toma de decisiones de inversión. La fuente de información debe provenir de fuente secundaria.

El estudio de prefactibilidad debe concentrarse en la identificación de alternativas y en el análisis técnico de las mismas, el cual debe ser incremental. Es decir, debe realizarse comparando la situación "con proyecto" con la situación "sin proyecto". El estudio de prefactibilidad debe tener como mínimo los siguientes aspectos:

1. El Diagnóstico de la situación actual, que identifique el problema a solucionar con el proyecto. Para este efecto, debe incluir el análisis de la oferta y demanda del bien o servicio que el proyecto generará.
2. La identificación de la situación "Sin proyecto" que consiste en establecer lo que pasaría en caso de no ejecutar el proyecto, considerando la mejor utilización de los recursos disponibles.
3. El análisis técnico de la ingeniería del proyecto de las alternativas técnicas que permitan determinar los costos de inversión y los costos de operación del proyecto.
4. El tamaño del proyecto que permita determinar su capacidad instalada.

5. La localización del proyecto, que incluye el análisis del aprovisionamiento y consumo de los insumos, así como la distribución de los productos.
6. La legislación vigente aplicable al proyecto en contaminación ambiental y eliminación de desechos.
7. Ficha ambiental.
8. La evaluación socioeconómica del proyecto que permita determinar la conveniencia de su ejecución.
9. La evaluación financiera privada del proyecto sin financiamiento que permita determinar su sostenibilidad operativa.
10. El análisis de sensibilidad y/o riesgo, cuando corresponda, de las variables que inciden directamente en la rentabilidad de las alternativas consideradas más convenientes.
11. Las conclusiones del estudio que permitan recomendar alguna de las siguientes decisiones:
 - a. Postergar el proyecto.
 - b. Reformular el proyecto.
 - c. Abandonar el proyecto.
 - d. Continuar su estudio a nivel de factibilidad.

La razón por la cual se realiza este estudio de pre factibilidad, es por haberse definido la presencia de oro en el área de la concesión que comprende al proyecto Chama.

El oro es un elemento químico, cuyo símbolo es Au, su número atómico 79 y peso atómico 196.967; es un metal dúctil y maleable de color amarillo intenso.

El oro se clasifica como metal pesado y noble; es el más común de los metales

preciosos. El cobre, la plata y el oro están en el mismo grupo en la tabla periódica. El origen del símbolo químico, Au, es su nombre en latín aurum (amanecer radiante). Hay sólo un isótopo estable del oro, con número de masa 197

El oro se encuentra distribuido por todo el mundo, pero es muy escaso. El agua de mar contiene concentraciones bajas de oro del orden de 10 ppb de oro. En el plancton o en el fondo marino se acumulan concentraciones superiores. En la actualidad, no existen procesos económicos adecuados para la extracción del oro marino. El oro metálico, o nativo y varios minerales como telururos de oro son las únicas formas de oro presentes en la Tierra. El oro nativo existe en las rocas y como mineral secundario en otros metales, especialmente en el cuarzo y la pirita, o puede estar disperso en arenas y gravas (oro aluvial).

Antes de iniciar con detalle el estudio y análisis comparativo de las ventajas y desventajas que tendría un determinado proyecto de inversión, es necesario realizar una breve investigación sobre los factores que afectan al proyecto, así como de los aspectos legales que lo afectan. Asimismo, se deben investigar las diferentes técnicas (si existen) de producir el bien o servicio bajo estudio y las posibilidades de adaptarlas al proyecto. Además se debe analizar las disponibilidad de los principales insumos que requiere el proyecto y realizar un sondeo de mercado que refleje en forma aproximada las posibilidades de implementación y crecimiento del proyecto, en lo concerniente a su aceptación por parte de los propietarios de la unidad de producción y su óptima distribución. Otro aspecto importante que se debe abordar en este estudio preliminar, es el que concierne a la cuantificación de los requerimientos de inversión que plantea

el proyecto y sus posibles fuentes de financiamiento. Finalmente, es necesario proyectar los resultados financieros del proyecto y calcular los indicadores que permitan evaluarlo.

El estudio de prefactibilidad se lleva a cabo con el objetivo de contar con información sobre el proyecto a realizar, mostrando las alternativas que se tienen y las condiciones que rodean al proyecto. Este estudio de prefactibilidad se compone de:

- Estudio de mercado
- Estudio técnico
- Estudio financiero
- Logística y Suministros
- Estudio administrativo
- Estudio de impacto ambiental
- Estudio del plan de cierre

“Un proyecto no es ni más ni menos que la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema tendiente a resolver, entre tantas, una necesidad humana”. Es un párrafo que indica Nassi Sapag Chain en su libro Preparación y Evaluación de Proyectos, página N° 1.

Proyecto minero Es toda inversión en activo fijo y/o de trabajo que requiere la empresa minera, en su ámbito, con el propósito de obtener un beneficio a través del tiempo.

Por el objeto de la inversión, en este caso se pretende crear una nueva unidad de producción minera, por lo que es necesario su análisis de inversión y rentabilidad para su puesta en marcha.

La minería es una actividad que se desarrolla en un horizonte de varios años, desde la etapa de exploración hasta la puesta en marcha.

Otra característica importante de la minería, se le considera gran demandante de recursos económicos, por el tamaño de la inversión, hecho que implica recurrir a fuentes de financiamiento, en la medida que se cuente como mínimo, con un estudio de reservas minerales y un estudio de factibilidad que demuestre que el proyecto es viable desde un punto de vista técnico, económico, ambiental, social y financiero.

Según la definición del PMBOK PMI (2013), “El ciclo de vida del proyecto es un conjunto de fases del mismo, generalmente secuenciales y en ocasiones superpuestas, cuyo nombre y número se determinan por las necesidades de gestión y control de la organización u organizaciones que participan en el proyecto, la naturaleza propia del proyecto y su área de aplicación.

Según lo indica el PMI (2013), pagina N°3, “Un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único”. Por naturaleza los proyectos tienen un principio y un final definidos. Un proyecto finaliza cuando se cumplen los objetivos, cuando los objetivos no se pueden cumplir, cuando ya no existe la necesidad que originó el proyecto y cuando el cliente o patrocinador así lo deciden.

Por otro lado, Gido y Clements (2007), indican que “un proyecto se define como un esfuerzo para lograr un objetivo específico por medio de una serie particular de tareas interrelacionadas y la utilización eficaz de recursos”.

- Todo proyecto minero tiene un objetivo general el cual debe traducirse necesariamente en un resultado o entregable, el cual es producir el mineral por el que se desarrolla el proyecto.
- Se desarrollan por medio de una serie de tareas interdependientes que interactúan entre sí, para alcanzar el objetivo planteado.
- Consume recursos.
- Debe contar con un patrocinador, en este caso el propietario del proyecto, que actúa como el ente que proporciona el financiamiento.
- Involucra cierto grado de incertidumbre.

Los proyectos se utilizan como medio para cumplir con el plan estratégico de una organización, por lo general, los proyectos se autorizan como resultado de una o más de las siguientes consideraciones estratégicas

- Demanda del mercado.
- Necesidad de negocio y/o Oportunidad estratégica.

2.2.- Marco conceptual

Los términos más utilizados en la presente investigación son:

- Alta sulfuración HS
- Capital propio
- Inversión de capital propio
- Costo de la deuda
- Estudio administrativo
- Estudio de impacto ambiental
- Estudio de mercado
- Estudio tecnológico
- Estudio financiero
- Estudio del plan de cierre
- Estado de ganancias y pérdidas o estado de resultados
- Factibilidad del proyecto
- Financiamiento

- Flujo de caja
- Inversión en el proyecto
- Prefactibilidad
- Sensibilidad del proyecto
- Suministros
- Tasa Interna de Retorno Económico: TIRE
- Tasa Interna de Retorno Financiero: TIRF
- Vida útil del Proyecto
- Valor Actual Neto Económico: VANE
- Valor Actual Neto Financiero: VANF

CAPITULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

3.1.- Tipo y nivel de investigación

Tipo de investigación

Descriptivo, Explicativo y Correlacional

Nivel de investigación

Aplicativo

3.1.1.- Método y diseño de la investigación

- Métodos

El método empleado en la investigación es el deductivo y la técnica de recolección de datos cuantitativos y cualitativos, fueron realizados por profesionales en la materia; que obtuvieron los datos y características necesarias para lograr los objetivos deseados, así como investigaciones realizadas por, Corrientes Resources, Minera IRL SA, Chancadora Centauro SAC, y también se tomaron algunos indicadores de las instituciones que fiscalizan o regulan este sector.

- Diseño de la investigación

El diseño en la presente investigación es Cuasi Experimental

3.1.2.- Universo, población y muestra

Universo

Implica el empleo de toda la data geológica y geoquímica así como geofísica, obtenida en las diversas campañas de exploración, la misma que fue compilada, para la realización del presente trabajo.

Población

Proyectos mineros epitermales de alta sulfuración por oro, emplazados en la zona centro y sur del Perú.

Muestra

El universo de la investigación es finito, por lo tanto las muestras que fueron tomadas por las diversas empresas mineras de exploración, previamente a su utilización, ha sido validada, y solamente se utilizara aquellas muestras que pasaron satisfactoriamente el proceso de QA/QC.

3.1.3.- Técnicas, instrumentos y fuentes de recolección de datos

Se dispone de información técnica sobre el proyecto, obtenida por las campañas de exploración realizadas por diferentes empresas, data que ha sido validada para efectos del presente estudio.

Técnicas

La técnica a emplearse será la de: Observación, Análisis, Medición, Cálculo y Comparación con yacimientos similares.

Instrumentos

Como es un trabajo de evaluación geológica, minera, metalúrgica y económica, aparte del equipo de exploración, minero, topografía, geoestadística y geoquímica, se emplearan computadoras con software especializado en minería.

Fuentes de recolección de datos

Se empleara la información geológica y bases de datos de las empresas que han realizado labores de exploración que comprenden estudios geofísicos, estructurales, geoquímicos litológicos y mineralógicos en el área del proyecto, también incluyen los resultados de análisis de las diferentes campañas de perforación, muestreos de trincheras y afloramientos, cuyas muestras fueron analizadas por laboratorios certificados, y sus resultados han sido validados.

Base de datos Minera de:

- Corrientes Resources Ltd.
- Minera IRL Ltd.
- Chancadora Centauro SA
- Base de datos del MINEM

3.1.4.- Materiales y equipos empleados

Información reservada de proyectos similares, equipos de cómputo y software geológico-minero orientado a la parte geológica, minera y financiera.

3.1.5.- Resultados y discusión

En base a la evaluación realizada se enunciaran los resultados técnicos, económicos y financieros, de la viabilidad y se propondrán alternativas de aplicación en el proyecto

3.2.-"Evaluación preliminar de costos de operación y de inversión de un proyecto de oro de alta sulfuración (pre - factibilidad)."

3.2.1 Antecedentes

3.2.1.1.- Minera Argentó

El año 1996, Compañía Minera Argentó, realizó el muestreo de rocas definiendo una amplia zona con débil mineralización de oro en una zona con alteración argílica avanzada, definiendo anomalías de Au, asociados a: S, As, Mo, Bi y Hg; a la mineralización la clasificaron como "ácido-sulfato" asociado a volcanismo, generando un mapa geológico a escala 1:10,000.

3.2.1.2.- Corrientes Resources Inc.

En 1996 y 1997 Corrientes Resources Inc, exploró en la concesión Reto al Destino 3 y alrededores, efectuando el cartografiado geológico, muestreo de rocas, sedimentos y suelos que delimitaron zonas anómalas con valores de oro. Los muestreos de rocas reportaron valores de oro 1.0 a 2.2 gr/t. En estas anomalías perforaron 14 sondajes diamantinos que suman 3,896.75 metros. Los resultados de los sondajes reportaron valores entre 0.34 a 0.62 Au-gr/t, que discrepan con los muestreos de superficie (Kaip Andrew, July 1997).

3.2.1.3.- Minera IRL SA.

MIRL, reevaluó la información geológica de Corrientes Resources Inc, realizando trabajos de cartografiado geológico a escala 1:5,000, muestreo sistemático de canales en rocas, muestreos de chips de rocas, relageo y re-muestreos de 7 sondajes diamantinos, también colectaron muestras para pruebas metalúrgicas. En el año 2005 perforó 16 sondajes diamantinos cortos de 83 metros en promedio, totalizando 850.80 metros; también se realizó levantamientos

geofísicos de magnetometría terrestre (Mag) en el área del proyecto. El programa de perforación realizado el año 2005, confirmó la existencia de un recurso Indicado e Inferido estimado de 150,000 onzas de oro. En marzo del 2006 MIRL devolvió la propiedad.

3.2.1.4.- Chancadora Centauro SA

El año 2007 realizó una campaña de perforación diamantina de 6 sondajes distribuidos en 644m, que confirmó la existencia de un recurso Indicado e Inferido estimado de 110,000 onzas de oro, posteriormente abandonó la Propiedad.

3.2.1.5.- Reciente

A finales del 2007, se iniciaron los trabajos de validación de la información a fin de efectuar un estudio conceptual y luego el presente trabajo denominado “Evaluación preliminar de costos de operación y de inversión de un proyecto de oro de alta sulfuración (Prefactibilidad)” a solicitud del Ing. Percy Cuadros Meza, de SMRL Frontera 1.

3.2.2.- Aspectos generales

3.2.2.1 – Ubicación y acceso

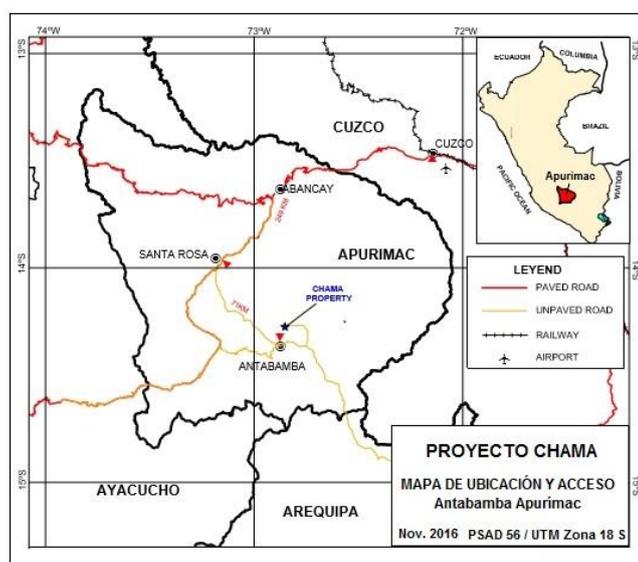


Figura N° 3.1: Mapa de Ubicación y Acceso

El proyecto Chama, se ubica en el flanco este de la cordillera occidental de los andes del sur del Perú, entre los de parajes Chicorone y Japutani del distrito de Huaquirca, provincia de Antabamba, región Apurímac. (Figura N° 3.1).

El centro poblado más cercano es la ciudad de Antabamba capital de la provincia del mismo nombre, el área del proyecto se ubica a 13 kilómetros en línea recta de la ciudad de Antabamba y a 125 kilómetros al suroeste de la ciudad de Cuzco. El centro de la propiedad se ubica en las coordenadas 8´413,500N - 742,500E (14° 20´ S latitud y 72° 46´ longitud) entre 4,600-4,850 msnm, datum PSAD 56, zona 18, Cuadrángulo 29-q Antabamba, del Instituto Geográfico Nacional.

Al proyecto es accesible desde la ciudad de Lima, empleando la carretera Panamericana sur, hasta la ciudad de Nazca, continuando por Puquio, Chalhuanca, Abancay y Cuzco, la carretera es asfaltada y se encuentra en buen estado, empleándose alrededor de 10 horas hasta Puente Santa Rosa. También se accede por vía aérea, empleando vuelo comercial hasta la ciudad del Cusco que demanda 1.30 horas de vuelo, prosiguiendo luego por carretera asfaltada Cusco Nazca, hasta la localidad de Santa Rosa, para continuar por una carretera afirmada hasta la ciudad de Antabamba y de allí al proyecto por una trocha carrozable, hasta el desvío de Ichuni en el camino a Minas de Arcata. El siguiente cuadro nos muestra el acceso desde la ciudad del Cuzco-Proyecto Chama en camioneta 4x4 (Figura N° 3.1 y Tabla N° 3.1).

Tabla N° 3.1 Accesos y distancias

Ruta	Km	Tiempo (horas)	Tipo de via
Cuzco - Abancay	183	4.0	Asfaltada
Abancay - Santa Rosa	66	1.0	Asfaltada
Santa Rosa - Antabamba	71	3.0	Afirmada
Antabamba - Desvio Chama (Ichuni)	68	2.5	Trocha carrozable
Desvio (Ichuni) - Chama	17	1.0	Trocha
TOTAL	405	11.5	

Fuente: Elaboración propia

El acceso desde Antabamba al proyecto, presenta dificultades de acceso en épocas de invierno; se espera construir una carretera desde Antabamba al proyecto por la Mina Utupara, lo cual reduciría el tiempo de viaje a 30 minutos.

3.2.2.2- Clima

El clima es frío y seco, típico del Altiplano. Es importante mencionar que debido a su baja latitud, 13°S, no hay un típico clima frío glacial como en los Andes de Chile y Argentina. La zona, presenta un clima de transición entre el clima templado quechua y el clima frío de puna. La temperatura media anual es de 15.4°C, la temperatura media mínima es de 6.8°C, siendo el mes de julio el más frío, con temperaturas promedio de 0.8°C. La precipitación pluvial anual es de 716 mm distinguiéndose dos estaciones bien diferenciadas; un período de lluvias entre octubre y abril, y otro período seco entre mayo y setiembre.

Durante la estación seca, entre las elevaciones de 3,800 msnm y 4,600 msnm, las temperaturas diurnas, por lo general oscilan entre 18°C y 22°C y ocasionalmente con temperaturas cercanas a 25°C. Las temperaturas nocturnas son frías y comúnmente caen por debajo de 0°C entre julio y agosto; las condiciones frías caracterizan las zonas por encima de 4,800 msnm.

Existe una estación meteorológica automática en la ciudad de Antabamba, que se localiza en las siguientes coordenadas: Longitud: 72°53'1", Latitud: 14°22'1", a una altitud: de 3,639 msnm, a 13 km del proyecto, a una altura de 3,900m, de la cual se ha obtenido la información meteorológica. Tabla N° 3.2.

Tabla N° 3.2 Temperatura promedio mensual en el área del Proyecto Chama

Mes Temperatura	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Promedio Anual
Precipitación mm	133	122	173	33	15	2	2	3	11	10	12	42	47
Temperatura °C	11.3	11.5	11.4	11.1	9.8	8.4	7.8	8.4	9.6	10.5	10.8	11.0	10.1
Mínima °C	4.3	4.7	4.6	3.5	1.3	-0.6	-1.4	-1.0	0.6	1.2	1.7	3.2	1.8
Máxima °C	18.4	18.4	18.3	18.7	18.3	17.4	17.0	17.9	18.6	19.8	19.9	18.9	18.5

Fuente: Reportes (2015) Estación Meteorológica automática Antabamba SENAMHI

3.2.2.3.- Recursos locales e infraestructura

La Provincia de Antabamba, es una de las zonas más pobres del Perú, su capital es la ciudad de Antabamba, a 4 horas de viaje desde la ciudad de Abancay (capital de la Región Apurímac) que es la de mayor importancia, en esta ciudad se pueden adquirir artículos y suministros básicos, al igual que en la ciudad de Chalhuanca localizada al sur de la localidad de Santa Rosa y al oeste de la ciudad de Antabamba; para una etapa avanzada, todo lo relacionado a equipos y servicios debe ser obtenido en Lima o Arequipa.

El ciudad de Antabamba cuenta con una población de más de 4,000 habitantes y se encuentra a 3.5 horas de distancia del proyecto, aquí se puede encontrar alojamiento, alimentación, teléfono, internet, servicios médicos, policía y oficinas del gobierno regional etc., siendo el punto más cercano para disposición de energía eléctrica de la red nacional.

La vegetación de la zona está dominada por el pasto nativo llamado Ichu que sirve de alimentación a llamas, alpacas, ovejas, vicuñas, caballos, etc.

3.2 2.4.- Fisiografía

El proyecto se ubica en el flanco este de la cordillera occidental de los andes del sur del Perú, El área presenta morfología típica del altiplano con elevaciones entre 3,600 a 4,900 msnm., con zonas moderadamente accidentadas, afloramientos rocosos y valles poco profundos.

El principal drenaje es la quebrada Huayruruni que fluye hacia el oeste y cruza la propiedad, al igual que otras quebradas que son afluentes del río Antabamba, tributario del río Chalhuanca, que luego se une al río Apurímac.

3.2.2.5.- Propiedad minera

El proyecto comprende a la siguiente propiedad minera

Concesión minera:	Reto al Destino N° 3
Titular:	SMRL Frontera 1
Partida:	N° 6479
Extensión:	454.7 hectáreas,
Región:	Apurímac
Provincia:	Antabamba
Distrito:	Huaquirca
Paraje:	Chicorone y Japutani
Altitud:	4,600-4,850 msnm,
Datum:	PSAD 56,
Zona:	18
Carta Nacional:	Cuadrángulo 29-q, Antabamba

Las coordenadas UTM de los vértices de la concesión minera Reto al destino Nro.3 son las siguientes (TablaN°3.3).

Tabla N° 3.3 Coordenadas del proyecto Chama

Reto al destino Nro. 3		
VÉRTICE	Coordenadas UTM	
	NORTE m	ESTE m
1	8.414.372,04	742.770,27
2	8.412.946,26	743.058,04
3	8.412.589,51	739.661,83
4	8.412.122,28	739.710,91
5	8.412.111,20	739.656,00
6	8.413.679,57	739.339,45

Fuente: Contrato de Opción de Transferencia de la Concesión Reto al Destino N° 3.

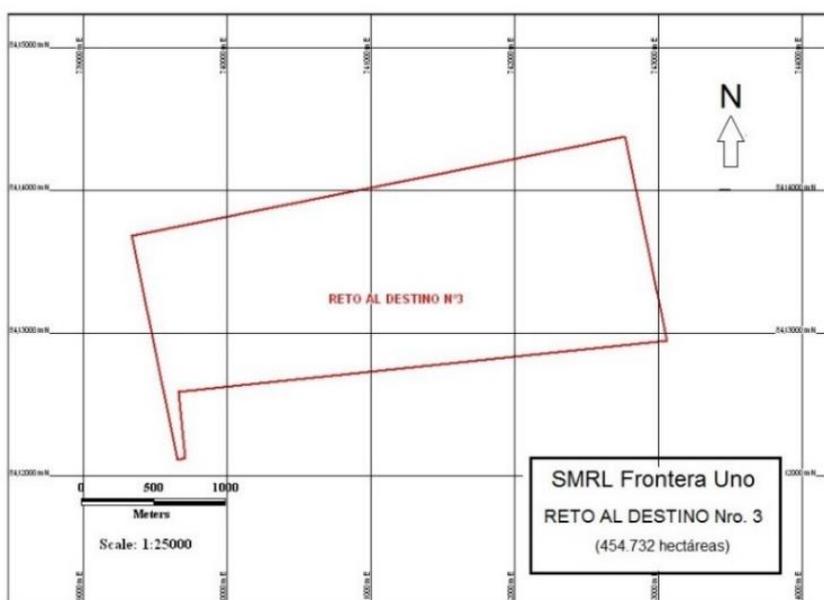


Figura N° 3.2 , Concesión Minera Reto al destino Nro. 3
Fuente: Catastro minero MINEM

3.2.3.- Geología

3.2.3.1.- Geología regional

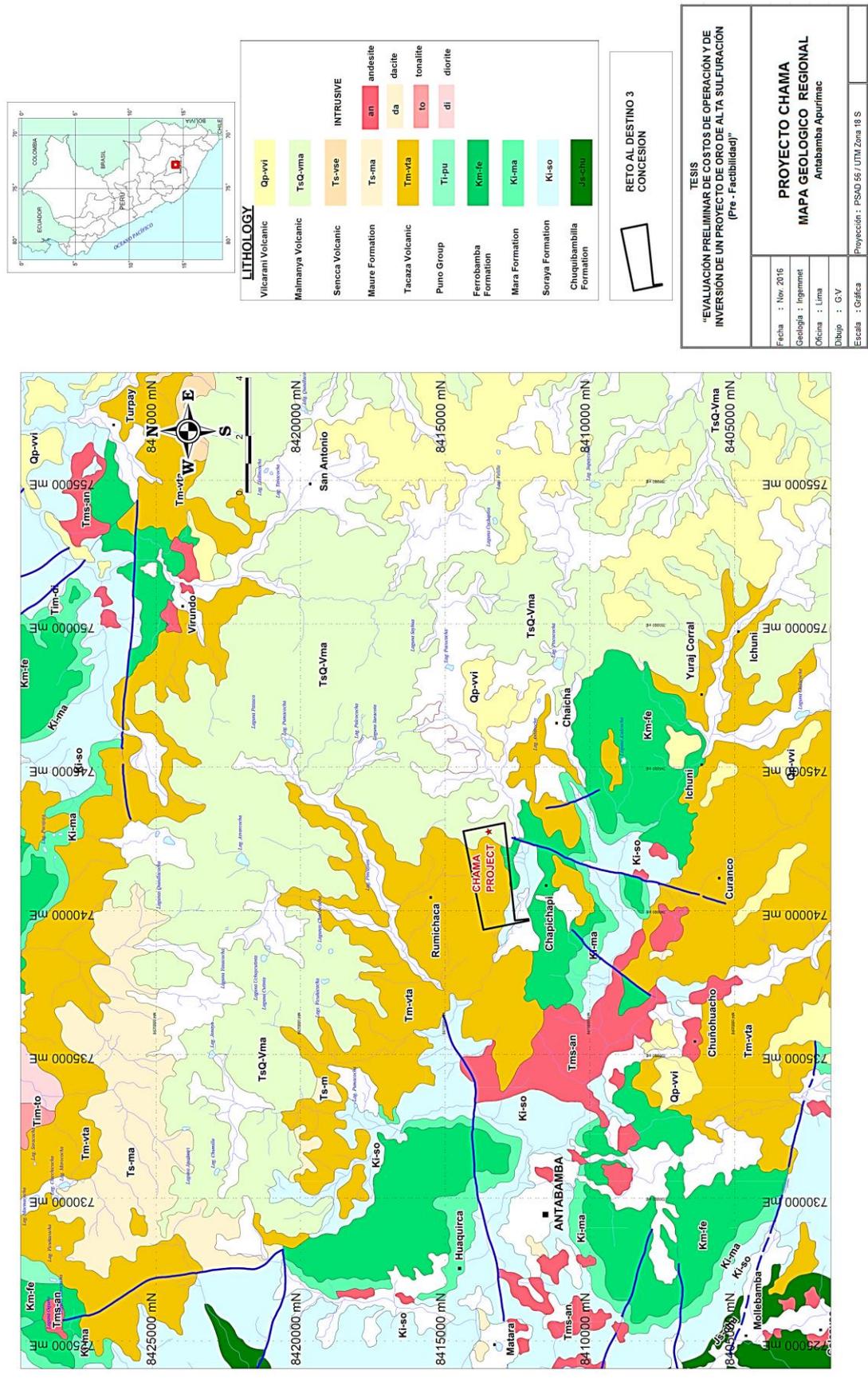
El área, está comprendida en el flanco noreste de la cordillera occidental de los andes, próximas al borde sur de la deflexión de Abancay. La estratigrafía regional, comprende sedimentos del jurásico superior a cretáceo Inferior del Grupo Yura, dividido en las formaciones: Piste, Chuquibambilla y Soraya. Les sobreyacen las capas rojas de la Formación Mara. Las calizas de la Formación

Ferrobamba del Albiano-Cenomaniano, continúan los sedimentos del Grupo Puno del Terciario inferior y les sobreyace las secuencias volcano-sedimentarios y derrames andesíticos y dacíticos del Grupo Tacaza (oligoceno-mioceno), secuencias volcánicas del Plioceno al Cuaternario completan la secuencia con los volcánicos post Tacaza (Cerro Cullimayoc), Sencca, Grupo Barroso y Santo Tomás. La estructura más importante, es la Falla Regional Chicorone, con orientación N110° a N120° y buzamiento de alto ángulo que desplaza horizontal y verticalmente al Grupo Tacaza y formaciones Ferrobamba, Mara, Soraya, etc. Rocas Intrusivas como granodioritas, tonalitas, monzonitas y dioritas del Cretáceo superior al Terciario se localizan al norte del proyecto Chama. Figura N° 3.3

3.2.3.2.- Geología local

La litología en el área del proyecto, consiste principalmente de rocas volcánicas del Grupo Tacaza, volcánicos post Tacaza, rocas intrusivas y sub-volcánicas (Figura 3.2). En la área, aflora un horizonte de brechas andesíticas con alteración argílica avanzada, del grupo Tacaza, constituido por fragmentos, angulosos a sub-angulosos de andesitas porfiríticas de hasta de 0.40 m en el tope y 4 cm en la base; con coloración marrón-rojo oscuro a púrpura; le infrayace una delgada secuencia de tufos (brecha) de color claro (± 30 metros). El piso del Grupo Tacaza, consiste en una secuencia volcano-sedimentaria (block suroeste), conformado por areniscas tufáceas de grano medio, irregulares horizontes de calizas, ceniza volcánica, tufos y lapilli con débil diseminación de pirita, le sobreyacen derrames andesíticos porfiríticos, brechas volcánicas (debris flow andesítico), tufos brechas y finalmente dacitas porfiríticas. Figura N°3.4

Figura N° 3.3. Mapa geológico regional



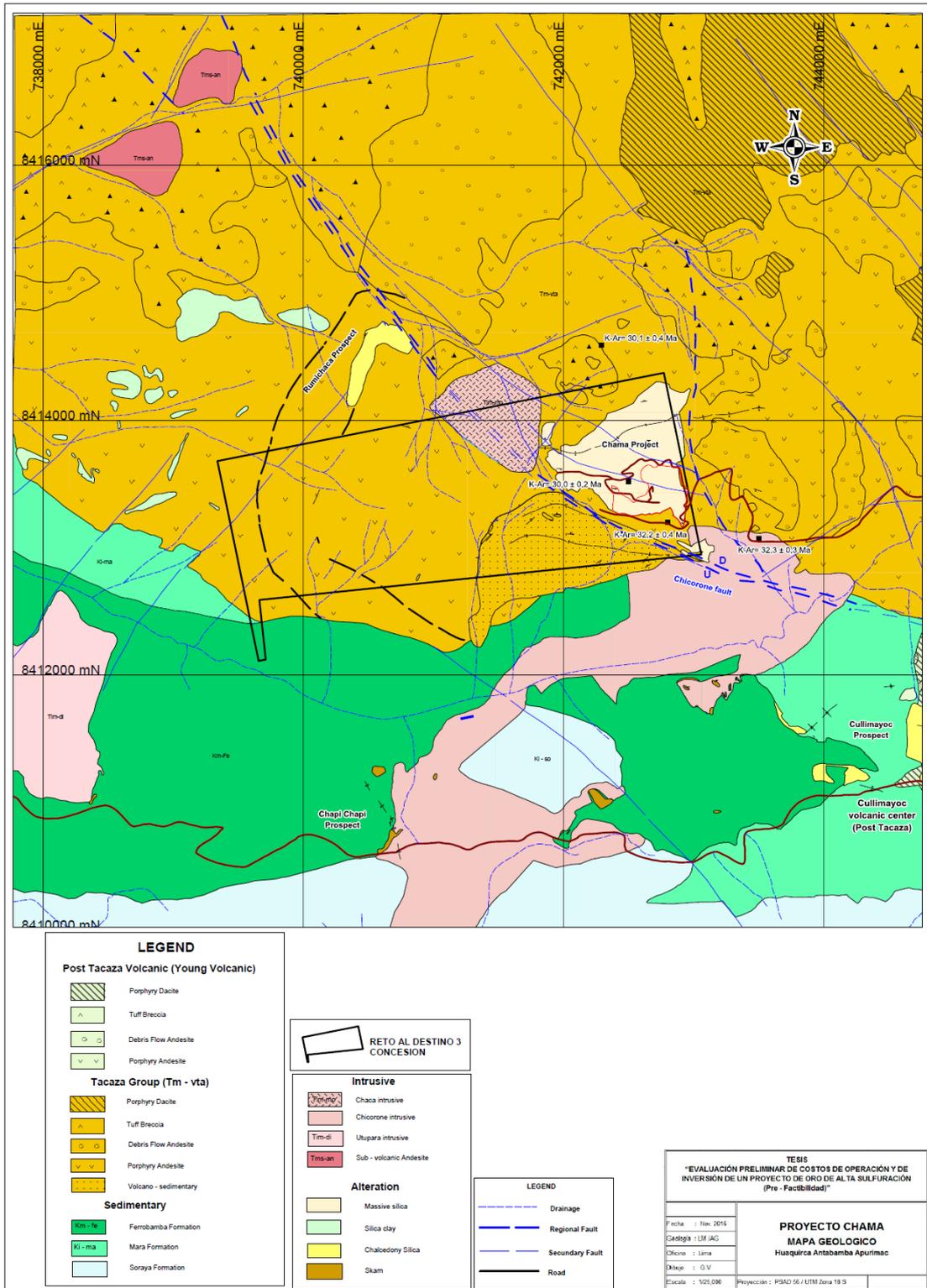


Figura N° 3.4, Mapa geológico proyecto Chama

Fuente: Minera IRL Ltd. 2006

3.2.3.3.- Geología estructural

La estructura más importante, es un anticlinal simétrico con rumbo E-W, cuyo eje cambia de dirección hacia el oeste a S45°W, donde se encuentra emplazado el proyecto, y la falla regional Chicorone del tipo de cizalla; con rumbo N60°-70°W y buzamiento de alto ángulo, que ha dividido al proyecto en dos sectores: el Block Noreste (NE) (hundido) donde se emplaza el área del proyecto y el Block Suroeste (SW) (levantado) que hospeda a otros prospectos, esta falla desplaza horizontalmente (falla de rumbo) y verticalmente (falla normal) a los volcánicos del Grupo Tacaza y formaciones antiguas (Ferrobamba, Mara, Soraya, etc.). Otra falla importante es la denominada Japutani que es una ramificación de la falla Chicorone hacia el norte, con rumbo norte-sur probablemente vertical, limita las áreas con alteración - mineralización al este del Proyecto.

Se han observado fallas y/o fracturas paralelas con moderados desplazamientos principalmente verticales (normales), con rumbos E-W, N50°-60E°, N70°-80°W y N-S que es el predominante a manera de un corredor de 1 x 0.80 kilómetros.

3.2.3.4.- Alteración hidrotermal

Se han identificado tres tipos de alteración hidrotermal: Argílica, Silíceas y Argílica Avanzada que corresponden a las características de un sistema epitermal de alta sulfuración, la alteración silícea abarca una área de 1.5 x 1.5 km., se encuentra rodeada por alteración argílica avanzada y alteración argílica. Figura N° 3.5.

Alteración silícea: conformada por brechas andesíticas, fragmentos de sílice masiva densa, con espesor entre 20-60 metros, con venillas de hematita, sílice masiva con alunita cristalizada de colores blanco y en menor cantidad rosada; en el flanco sur del anticlinal, sílice sacaroide blanquecina, con cavidades

rellenas de Fe Ox y alunita blanca terrosa y vuggy silica que aflora en la parte central, en fracturas NE y NW, rellenas de Fe Ox (jarosita, hematita, etc.) y alunita.

Argílica avanzada: Rodea al horizonte de silíceo, consistente en alunita-pirofilita y sílice-arcillas de color blanco a rosada con menos débil de FeOx, pirita diseminada en venillas, pirrotita y enargita. Esta alteración se localiza en el horizonte de tufos brecha.

Argílica: Rodea a la alteración argílica avanzada, consiste de minerales arcillosos. Los sondajes efectuados por Corrientes Resources Inc. (1997) con la excepción de CH97-04, CH97-07 y CH97-11, fueron perforados desde el inicio en la zona de alteración Argílica avanzada y han reportado valores por debajo de 0.50 Au/gr/t.

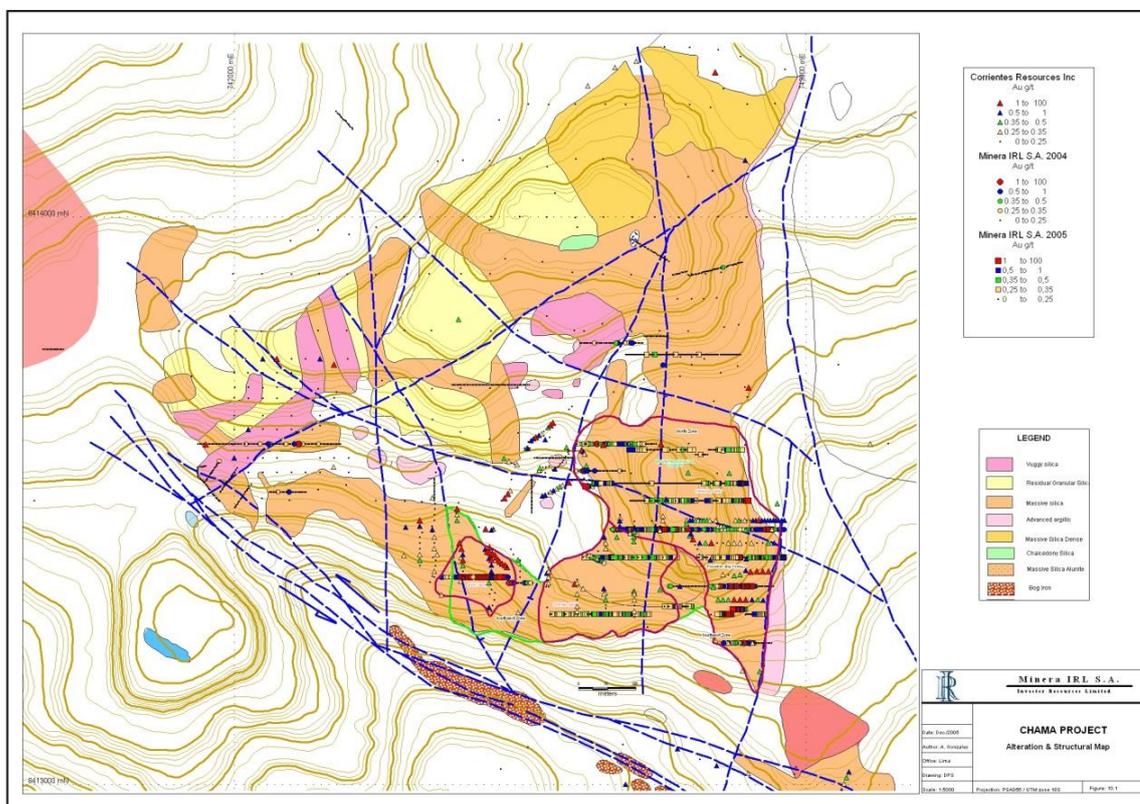


Figura N° 3.5 Mapa de alteración hidrotermal y mineralización
Fuente Minera IRL Ltd. 2005

3.2.3.5.- Mineralización

La mineralización en Chama se emplazó en un proceso similar a Yanacocha, Veladero, Aruntani, Pierina, Corihuarmi, etc; se depositó en dacitas y latitas porfiríticas, del Terciario Superior. Los ensayos de muestras de canales y trincheras y núcleos de sondajes diamantinos, han permitido identificar una área de 151,300 m². La mineralización, está conformada por fina disseminación de pirita, débil pirrotita y puntos de enargita. En los sectores sureste y norte, los muestreos de canales, trincheras y el sondaje DDH05RA-11, al oeste del probable *feeder* (alimentador), han reportado valores de oro de >0.25 Au/gr; se asume un horizonte mineralizado con espesor de 8 a 10 metros en 36,000 m², al que se le denominó Cuerpo Central, al oeste a unos 25m debajo de la superficie se definió otro horizonte mineralizado de 20m de potencia con valores de 0.43 Au/gr al que se denominó, cuerpo Oeste, la foto N°3.1 muestra el afloramiento del cuerpo principal. Las figuras N° 3.7 y 3.8 muestran la distribución del mineral y alteración hidrotermal en planta y en corte vertical sección transversal CC'



Figura N° 3.6 Vista mirando al Este; Se observa un cuerpo de Sílice masiva con *crackle breccia* y *debris flow* andesítico (posible *feeder*)
Foto del autor

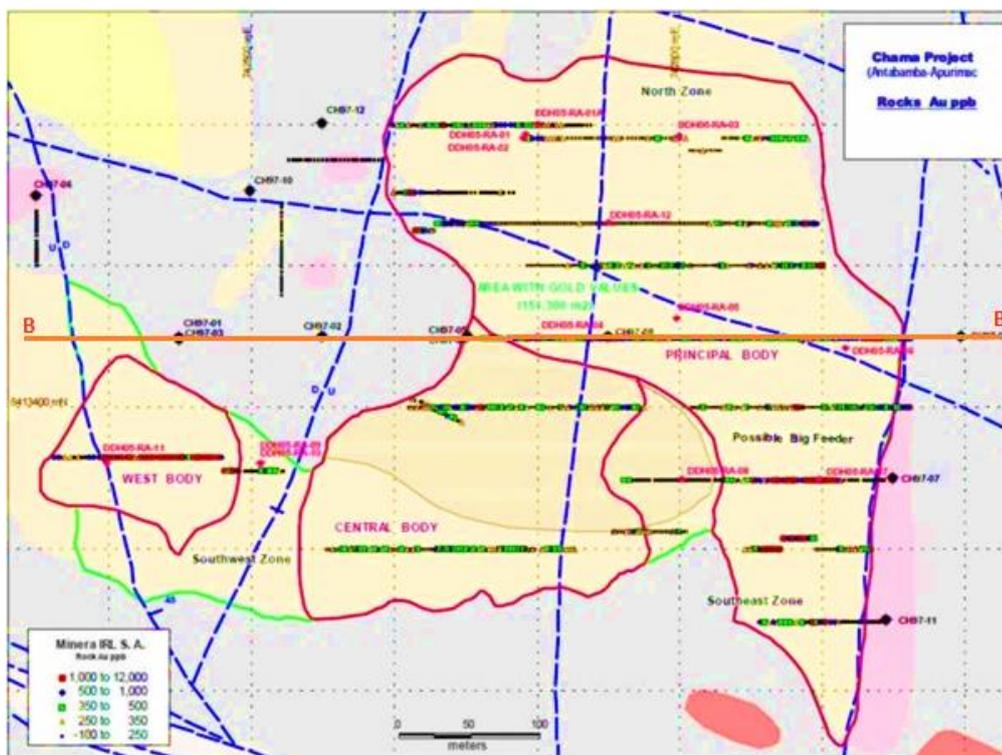


Figura 3.7 Mapa de distribución de zonas mineralizadas
Fuente: Minera IRL 2005

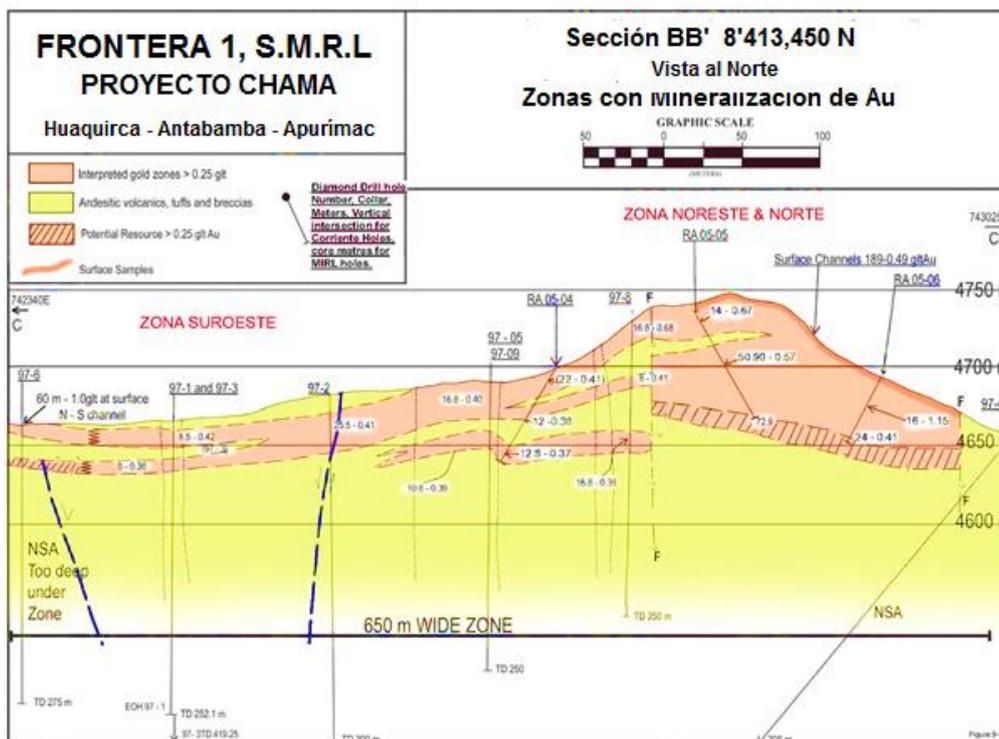


Figura 3.8 Sección Geológica BB'
Fuente: Frontera 1 SMRL 2006

3.2.3.6.- Caracterización geológica conceptual

La evaluación geológica del proyecto Chama, lo define como un yacimiento epitermal de alta sulfuración (HS), emplazado en una diatrema volcánica, asociado a procesos extensionales y tensionales con emplazamiento magmático asociado a una caldera, domos de flujo y otras estructuras volcánicas, relacionadas con stocks sub-volcánicos, diques y brechas.

La mineralización se aloja en las zonas de brechas silicificadas, con presencia de sílice oquerosa en la parte central de la diatrema, así como en zonas de *stockwork*, vetillas, fracturas y diseminación de sulfuros en bolsonadas y lentes en las secuencias volcánicas asociadas a sistemas hidrotermales someros, caracterizados por lixiviación ácida, alteración argílica avanzada y silícea.

La mineralización está relacionada a intrusiones polifásicas, relacionadas al tectonismo andino, con generación de fluidos hidrotermales, se observó la presencia de: Enargita-pirita masiva y/o cuarzo- alunita-oro. La ganga está conformada por cuarzo, pirita y raramente baritina. La textura es característica por la presencia de la sílice oquerosa (*boxwork*), que es un producto residual de lixiviación ácida (hidrólisis extrema).

La mineralogía de alteración está conformada por cuarzo, caolinita, dickita, alunita, hematita, baritina, arcillas amorfas, sílice, pirofilita, diáspora, corindón, turmalina, topacio , jarosita, azufre nativo, cinabrio y rejalgar; La alteración argílica avanzada es característica en la parte principal del cuerpo mineralizado y sus alrededores, el cuarzo se presenta como reemplazo de grano fino y como sílice oquerosa residual.

3.2.4.- Evaluación geológica

El Proyecto se encuentra en una etapa avanzada de exploración y para su evaluación e interpretación, se han revisado y validado los resultados de las actividades desarrolladas en las diferentes campañas de exploración.

3.2.4.1.- Programas de perforación

El espaciado de los sondajes diamantinos de las diferentes campañas de perforación es altamente variable, con un espaciado teórico de 30m x 30m en algunas áreas de mineralización y espaciados de 50m x 50m o más, hacia las áreas periféricas y/o zonas de mineralización más profunda. La perforación realizada por Corrientes fue de sondajes espaciados 50m. La perforación de MIRL y Chancadora Centauro, tienen espaciados de 30m, con algunas excepciones donde se sondearon estructuras específicas y se realizaron algunos sondajes mellizos de comprobación (*twin holes*) a las perforaciones ejecutadas por Corrientes Resources Tabla N° 3.4

Tabla N°3.4 Distribución de sondajes por campañas de perforación

Campañas de perforación			
Compañía	Año	Sondajes perforados	Metros perforados
Corrientes Resources Inc.	1,966	14	3,934.00
Miinera IRL Ltd.	2,005	16	851.50
Chancadora Centauro SAC	2,007	6	644.00
TOTAL		36	5,429.50

Elaboración propia

La información referente a la recuperación de testigos de cada una de las campañas de perforación, se obtuvo de la base de datos, que incluyó datos de geotecnia (R Q D) de donde se calculó una recuperación promedio del 85%.

3.2.4.2.- Registro geológico de testigos de perforación

Los procedimientos para el registro geológico, registros estructurales, y de RQD, fueron completados en el lugar de perforación, esta actividad se realiza antes de colocar los núcleos en las cajas porta testigos. Los registros geológicos de Corrientes Resources Inc., MIRL Ltd., y Chancadora Centauro SAC son de buena calidad y cumplen con los estándares de la industria. Los testigos han sido descritos geológicamente con bastante detalle y fotografiados por tramos, al igual que los registros de recuperación y RQD, con descripciones de la litología, alteración, mineralización en óxidos y sulfuros; estructuras y vetas.

Los testigos, registros originales de geología y perforación del proyecto se encuentran almacenados en Lima, Los testigos de Corrientes fueron revisados por los geólogos de MIRL para superar inconsistencias en las interpretaciones de los tipos de roca y otras descripciones, habiendo sido validada la información de ambas compañías por AMEC en el 2005 (*Chama Technical Report NI 43-101*).

3.2.4.3.- Muestreo de testigos y rocas

Los testigos han sido muestreados en intervalos de 2m c/u, con algunas variaciones en los contactos geológicos registrados; los testigos fueron cortados usando petrótomo con sierra diamantina y han sido divididos en dos a lo largo del eje del testigo, luego una de las partes es destinada para su ensaye.

Las muestras de canales, fueron obtenidas mediante la colección de fragmentos de roca, y muestreo de canales de 2 metros de longitud de canal por 30cm de

ancho y 10 a 15 cm de profundidad, para proveer una muestra cuarteada de aproximadamente 2.5kg para muestra de ensaye.

3.2.4.4.- Preparación de muestras

Los protocolos de preparación de muestra se realizaron de acuerdo a los procedimientos estándar. Corrientes Resources, pulverizó hasta 3kg de testigo. El protocolo de MIREL al igual que Chancadora Centauro, fue de 2kg de muestra a ser pulverizada. No se completó ninguna prueba de heterogeneidad para la mineralización Au-Ag, Sin embargo, la evaluación de la información de duplicados de campo y laboratorio así como los duplicados de pulpa indican una precisión razonable.

3.2.4.5.- Análisis de muestras

Las muestras de Minera IRL y Chancadora Centauro, fueron ensayadas por CIMM Perú en Lima. Los métodos usados para la detección de elementos fueron: Au por ensaye al fuego con 30g de muestra y AAS final (método Au-AA23); los resultados se reportaron con un límite de detección de 0.005 a 10 ppm. Para cualquier ensaye de Au, superior a 10ppm, el Au es re-ensayado usando ensaye a fuego con 30g de muestra y recuperación gravimétrica (método Au-GRA 21).

El método ICP para el reporte por 34 elementos (Ag, Al, As, Ba, B, Be, Bi, Ca, Cd, Cr, Cu, Co, Fe, Ga, K, La, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, S, Sb, Sc, Sr, Th, Ti, Tl, U, V, W, and Zn) fueron ensayados usando agua regia, para 30g de muestra. Los resultados de Ag se reportaron con un límite de detección de 0.2 a 100 ppm.

3.2.4.6.- Aseguramiento y control de calidad (QA/QC),

La información del QA/QC perteneciente a la perforación de Corrientes Resources es limitada. La información del QA/QC del laboratorio existe en certificados impresos. MIRL ha validado la información disponible de Corrientes Resources, mediante perforaciones mellizas (*twin hole*) y el remuestreo de los testigos existentes. MIRL colectó información QA/QC en su base de datos de su programa de exploración 2005, Esto incluyó información de: certificados de estándares, muestras duplicadas, duplicados de pulpas de MIRL, Estándares y muestras de ALS y CIMM Perú, Duplicados de Laboratorio, información validada por . AMEC el 2005, y por Geoval Perú SAC (2005). Chancadora Centauro, colectó la información QA/QC validada por las consultoras AMEC y la sometió a validación por Geoval Perú SAC el 2007.

Para el presente trabajo se ha realizado la validación de la data, y monitoreado los resultados de estándares, blancos y duplicados en base a lotes de muestras. CIMM Perú brindó también certificados QA/QC que contienen información para estándares de laboratorio, blancos y duplicados que también han sido compilados. Toda la información relevante ha sido incorporada por consultores externos a la base de datos digital.

3.2.4.7.- Densidad

MIRL envió un total de 62 muestras a los laboratorios CIMM Perú S.A, para determinación de la densidad, del mineral oxidado, cuyas dimensiones de las muestra de testigos varían de 10-20 cm, las mismas que fueron selladas con parafina. La densidad de volumen por masa fue determinada usando el método

de inmersión en agua. Los resultados se observan en los siguientes cuadros, para diferentes tipos de litología y grado de alteración por zonas. Tabla 3.5.

Tabla N° 3.5 Densidades de rocas por zonas

ZONAS	ÓXIDOS T/m ³	ROCA DE CAJA T/m ³
Feeder	2.30	1.74
Sub-horizontal	2.25	1.99
PIT	2.28	1.87

Elaboración propia

Para calcular el tonelaje se han empleado las densidades por cada tipo litológico obtenidas por MIRL, estas densidades han sido calculadas a partir de testigos de perforación, luego se codificaron en el modelo de bloques para reportar las reservas. Las zonas de alteración hidrotermal en el proyecto, se muestran en la Tabla N°3.6

Tabla N° 3.6 Zonas de alteración hidrotermal

Zonas de Alteracion consideradas en el Proyecto

Zona de alteración	Alteración	Descripción
Silíceas	SIL	Silice masiva, Alunita granular, Vuggy silica, etc
Argilica Avanzada	AA	Alunita, Vuggy silica, pirita diseminada

Elaboración propia

3.2.4.8.- Manejo de la Información

La información de ensayos se encuentra en copia dura y en formato digital, conteniendo los números de muestra originales y tipos de muestra (pulpa de testigo, estándar, duplicado, blanco) empleando las hojas de cálculo de control de calidad de MIRL y Chancadora Centauro.

3.2.4.9.- Validación de Información

NCG Consulting LLC (1997), para la realización del *Technical Report* NI 43-101: *Review of the Chama Project* – Perú, reviso y validó toda la base de datos y la información geológica, geoquímica, geofísica y topográfica del proyecto Chama. AMEC en el (2005), para su informe: *Chama Technical Report* NI 43 -101 para MIRL, validó la base de datos de exploración de MIRL, la cual fue suministrada en formato Access; de igual forma la información de las otras compañías y la de Chancadora Centauro fue validada por Geoval Perú el 2007. Para el presente trabajo se realizó su verificación agregando la información de Chancadora Centauro y se hicieron las revisiones de los errores comunes y omisiones de la base de datos previo al cálculo de la ley. Se validó casi el 75% (de aproximadamente 2,000 registros) de la base de datos digital; comparando los certificados de laboratorio con los contenidos de la base de datos de Corrientes, MIRL y de Chancadora Centauro; se interpretó que los valores de los intervalos relacionados a ser validados, tienen una alta correspondencia o son similares en sus valores de Au, tal como fueron consignados en la base de datos, y por lo tanto, corresponden a los intervalos más significativos con respecto a la mineralización Au – Ag del proyecto.

3.2.5. Geología económica

Los recursos minerales para el proyecto Chama han sido estimados en base a la información geológica y base de datos disponible. Los recursos estimados, son el resultado de la revisión y reinterpretación de la geología, geoquímica, geofísica, geoestadística y de estudios realizados por Corrientes Resources, Minera IRL, Chancadora Centauro, para la generación del modelo geológico.

El modelo geológico, utiliza los campos LITHCODE, ALTCODE, ZONECODE, DOMAIN y OXSTATE, para identificar las diversas unidades litológicas, zonas de alteración, zonas mineralizadas de oro y plata, bloques que están delimitados por falla, subdivisiones de zonas con oxidación relacionadas a la intemperización, así como el material estéril en la base del modelo. Las estimaciones de recursos para el yacimiento se han realizado usando Kriging Ordinario (OK). Las estimaciones OK han sido generadas con el software Minesigth.

Con la información geológica disponible se han calculado los recursos y reservas, teniendo en cuenta la regulación canadiense NI 43-101, referente al Reporte de Resultados de Exploración, Recursos Minerales y Reservas Minerales, publicado por el Instituto Canadiense de Minería, Metalurgia y Petróleo (CIM 2011).

Para la categorización de los recursos minerales, se han empleado los resultados de ensayos por Au al fuego y Ag por ICP; los resultados de los ensayos de otros elementos han sido considerados, como elementos contaminantes para los propósitos metalúrgicos del proyecto.

La categorización de recursos se basó en la actualización de la base de datos disponible, que incluye lo siguiente:

- Conocimiento geológico e interpretación.
- Modelo geológico del yacimiento
- Modelos geoestadísticos y variogramas.
- Densidad de las muestras de perforación.
- Estimaciones estadísticas.

El modelo de recursos reportó, que la información de perforación diamantina y muestreo de superficie es la apropiada, por eso los recursos fueron clasificados como Medidos, Indicados e inferidos.

3.2.5.1.- Base de datos

La base de datos empleada para el cálculo de recursos se encuentra en archivos Excel; La topografía fue obtenida por Minera IRL Ltd., en el 2006, esta fue revisada y actualizada por Chancadora Centauro el 2007, incluyendo el levantamiento de los límites de la propiedad. En todas las perforaciones diamantinas se han controlado los azimuts y la orientación de cada uno de los sondajes, así como los ángulos de inclinación y desviación; ubicación de las muestras de canales han sido realizada topográficamente.

Los recursos minerales para el Proyecto han sido estimados por un consultor externo; empleando la base de datos de Corrientes Resources, MIRL y Chancadora Centauro, y su respectivo QA/QC, la cual fue revisada y reinterpretada por el suscrito, basándose en la revisión de la data geológica y geoquímica disponible, así como trabajos anteriores de estimación, logrando desarrollar el modelo geológico, de alteración y mineralización, adecuado para la estimación de las leyes de oro.

En este proyecto se perforaron 5,429.50 metros distribuidos en 36 sondajes, diamantinos; se tomaron muestras de testigos y lodos de perforación (*sludge*), cuyos resultados de ensayos correlacionan bien con los resultados de los análisis de testigos, es decir están en el mismo orden de detección, no hay contaminación de los lodos en la perforación, indicándonos que la mineralización de oro es de grano muy fino y semi-uniforme.

La perforación diamantina de Corrientes Resources Inc. (1997), Minera IRL S. A (2005) y Chancadora Centauro (2007), así como los muestreos de canales en superficie (2004 y 2005) nos indican que el depósito es predominantemente de Oro. La tabla Nro.3.7, muestra el resumen de los sondajes realizados y la cantidad de muestras enviadas al laboratorio para ensaye geoquímico.

Tabla N°.3.7 Distribución de sondajes y muestras enviadas a ensaye geoquímico

Compañía	Año	Sondajes perforados	Metros perforados	Muestras de testigos	Muestras de Roca
Corrientes Resources Inc.	1996	14	3,934.00	2,035	877
SMRL Frontera 1	2004	-	-	-	76
Minera IRL Ltd.	2005	16	851.50	424	368
Chancadora Centauro SAC	2007	6	644.00	490	34
TOTAL		36	5,429.50	2,949	1,355

Elaboración propia

3.2.5.2.- Modelamiento geológico

El Modelamiento Geológico y límites de la mineralización de oro en el proyecto Chama, así como la interpretación y validación de la información, se realizó en base a 36 sondajes diamantinos que suman 5,429.5 metros y 1,355 muestras de canales en superficie, que reflejan valores interesantes de oro y plata en rocas volcánicas con alteración de sílice masiva, brechas silíceas, sílice-masiva-alunita, sílice oquerosa (*sílice vuggy*), todas en el grupo de alteración silícea y alteración Argílica avanzada.

En las Figuras N° 3.9, 3.10, 3.11, se observa la distribución de la mineralización de oro, plata y cobre, en superficie y en profundidad, expresados en gramos.

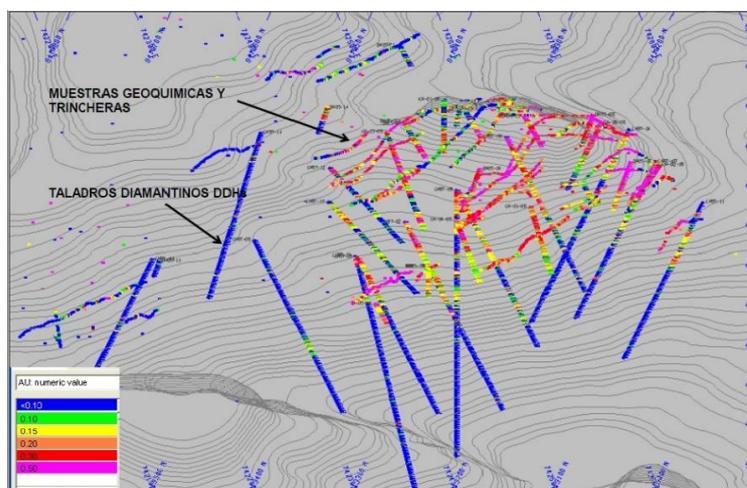


Figura N° 3.9 Distribución de leyes de Au en sondajes diamantinos y trincheras
Fuente: Elaboración propia

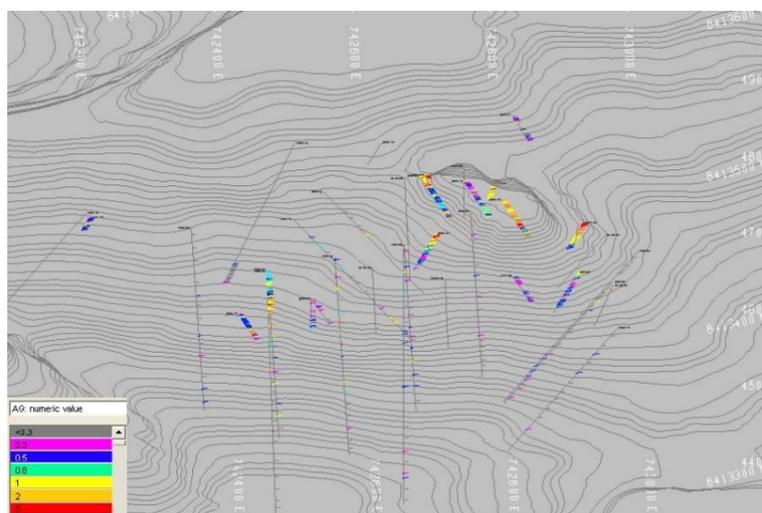


Figura N° 3.10 Distribución de leyes de Ag en sondajes diamantinos y trincheras
Fuente: Elaboración propia

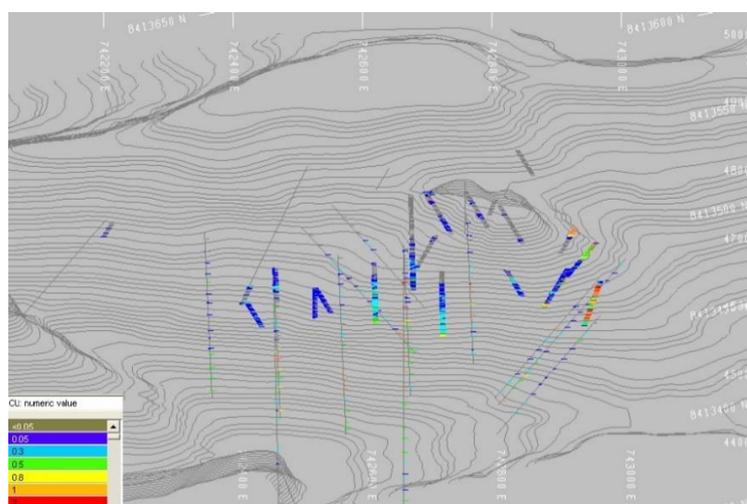


Figura N° 3.11 Distribución de leyes de Cu en sondajes diamantinos y trincheras
Fuente: Elaboración propia

La representación gráfica de la envolvente del modelo geológico de recursos minerales y de alteración silícea conteniendo mineralización de Au y Ag, se muestra en la Figura N° 3.12

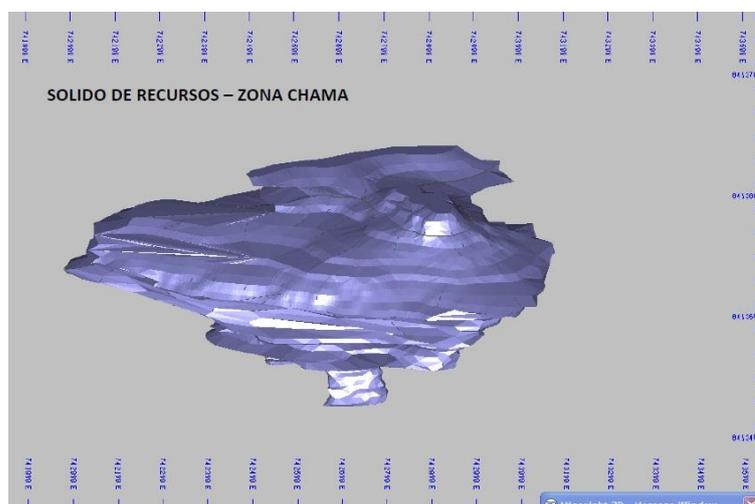


Figura N° 3.12 Modelo geológico de recursos
(Cuerpo mineralizado en zona con alteración silícea)

Fuente: Elaboración propia

Los recursos minerales han sido clasificados en Medidos, Indicados e Inferidos, dependiendo de la certeza de los compósitos de muestras y la varianza de krigage empleando el software MineSight®,

Los Recursos geológicos fueron estimados empleando un precio de US \$1,300\$/oz en: 24.85 millones de toneladas con una ley de 0.446 Au gr/t, que representan 344,142 onzas de Au. Cabe recalcar que todos los recursos están en zonas de Óxidos y alteración silícea.

Para la realización del modelo geológico, así como el de reservas, se emplearon secciones geológicas, litológicas, de alteración, mineralización y de leyes, E-W, cada 25 metros y planos en planta de bancos cada 10 metros.

El modelo está conformado por bloques de dimensiones 10m x 10m x 10m y en él se han considerado las siguientes alteraciones:

Económicas: SIL (Sílice Masiva, *Vuggy*), QZA (Cuarzo Alunita).
Estéres: ARG (Argílica), ARG AVAN (Argílica Avanzado).

La Densidad de las diversas alteraciones se encuentra en la tabla 3.2.

El tipo de mineralización en la zona de Chama es:

Zona de Óxidos: (Ox) = 1 (toda la mineralización esta en zona de óxidos)
Zona de Sulfuros: (Sulp) = 2

3.2.5.3.-Modelo de bloques

Se generó un modelo de bloques tridimensional que ha permitido la estimación de leyes del yacimiento, empleando el Kriging Ordinario con el software minesight, para lo que se estableció un dominio mineralizado y una codificación de dominio de intemperización en el modelo de bloques basados en las limitaciones del modelo.

Se seleccionó el modelo y tamaño de bloques para representar los datos disponibles, teniendo en cuenta las características de la información (variabilidad definida por la variografía), el método de minado, el tipo de modelo, así como la planificación estratégica y la programación de los procesos a corto y largo plazo de las alternativas de producción, es decir se ha considerado a la litología que puede albergar mineral recuperable en un tratamiento de lixiviación en pilas. El modelo de bloques construido para la estimación de recursos minerales se basó en bloques de 10m x 10mx 10m; la distribución de los bloques con valores de Au, Ag y Cu, el mismo que se puede apreciar en las Figuras N° 3.13, 3.14 y 3.15

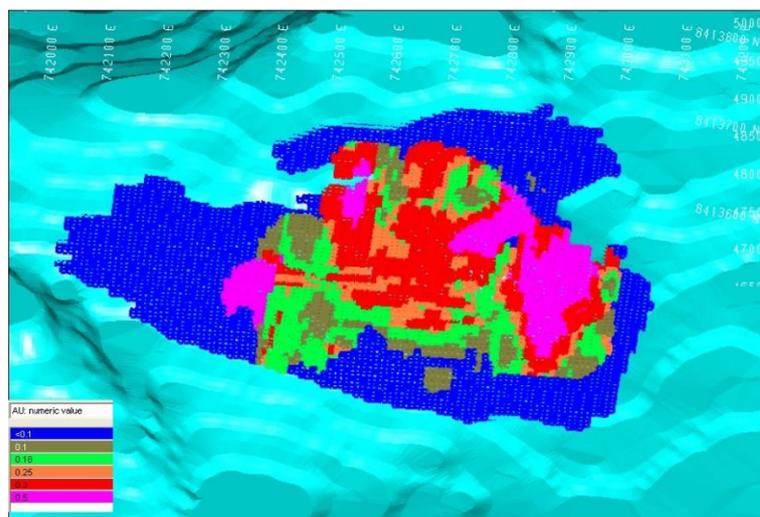


Figura 3.13 Modelamiento de bloques con valores de **Au**
Fuente: Elaboración propia

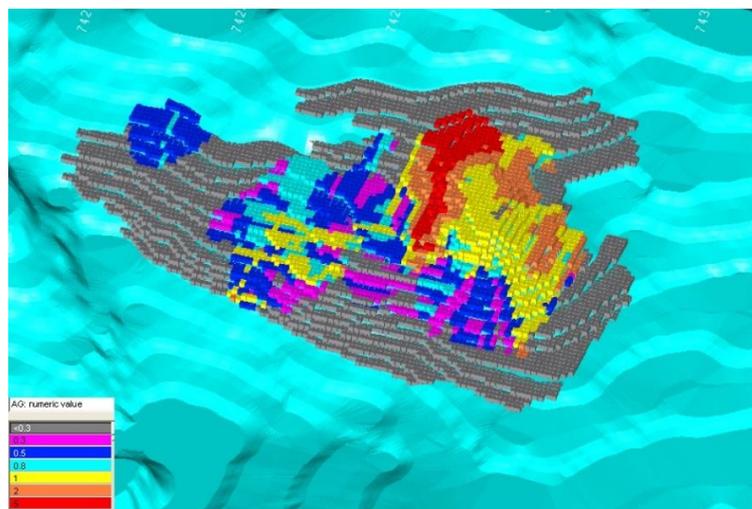


Figura N° 3.14 Modelamiento de bloques con valores de **Ag**
Fuente: Elaboración propia

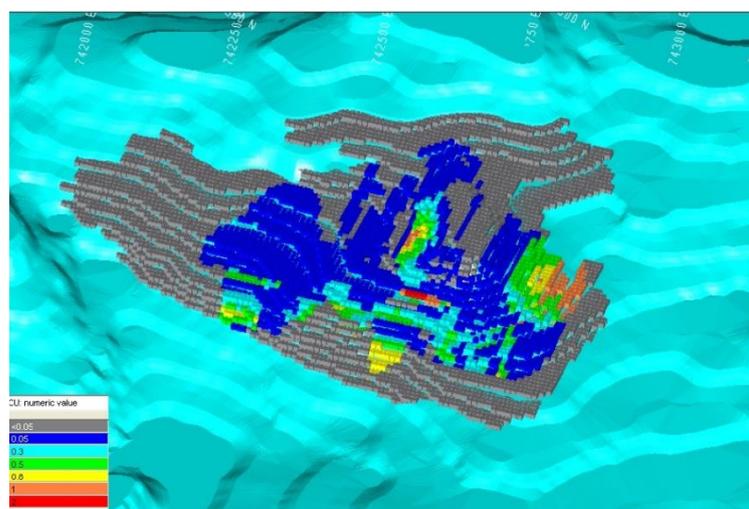


Figura N° 3.15 Modelamiento de bloques con valores de **Cu**
Fuente: Elaboración propia

3.2.5.4.- Recursos

Empleando la base de datos de perforación diamantina, muestreo de canales y trincheras disponible, se ha efectuado la estimación de recursos para el proyecto al 31 de diciembre del 2015. como se detalla en la Tabla N° 3.8

Tabla 3.8 Recursos minerales proyecto Chama al 30 de diciembre 2015

CALCULO DE RECURSOS AL 30 DE DICIEMBRE 2015					
RECURSOS TOTALES					
Recursos	Ton (Mt)	Au gr/t	Ag gr/t	Cu %	Au gr/t- Equiv
Medido	5.15	0.392	1.943	0.336	0.404
Indicado	19.7	0.46	1.57	0.29	0.469
Inferido	0.57	0.52	1.148	0.212	0.527
Total	25.42	0.447	1.363	0.297	0.457

RECURSOS MEDIDOS + INDICADOS					
Recursos	Ton (Mt)	Au gr/t	Ag gr/t	Cu %	Au gr/t- Equiv
Medido	5.15	0.392	1.943	0.336	0.404
Indicado	19.7	0.46	1.57	0.29	0.469
Total	24.85	0.446	1.647	0.299	0.456

Fuente: Elaboración propia

Los recursos minerales fueron clasificados en: medidos + indicados + inferidos, habiendo sido calculados, a la cotización de US \$1,300/onza de Au, generando un cut off de 0.16 gr/t. Figura 3.16.

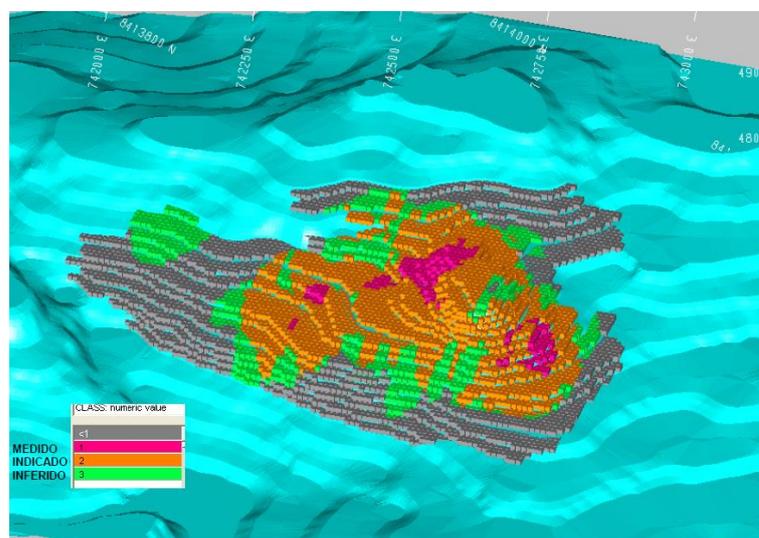


Figura N° 3.16 Modelo de bloques de Recursos
Fuente: Elaboración propia

3.2.5.5.- Inventario de reservas

En el estudio de pre-factibilidad, las reservas minables deben ser consideradas como preliminares y representan el grado de distribución del mineral dentro de los límites de la zona de explotación, se las ha calculado teniendo en cuenta los parámetros económicos requeridos para el envío del mineral a los *pads* de lixiviación.

Las reservas minables y la estructura de costos de operación se encuentran ajustadas a la regulación canadiense NI 43-101 y al código JORC. La Tabla N° 3.9 muestra los parámetros económicos utilizados para el cálculo de reservas del presente estudio de prefactibilidad

Para el cálculo de las reservas se ha tomado en cuenta los siguientes parámetros:

Tabla N° 3.9
Costos, % Recuperación y Cut Off Proyectados

COSTOS	US \$ /t	US \$ / Oz Au
Costo de minado	2.884	349.89
Costo de procesamiento	1.560	148.24
Costos generales y financieros	1.912	206.95
Costo total	6.356	705.08
RECUPERACION METALURGICA		%
Planta Au		80
Planta Ag		25
PRECIO COMMODITIES		US\$/Oz
Oro		1,000
Plata		15
LEY DE CORTE		gr Au
Cut off Mina		0.22
Cut off Planta de procesos		0.14

Fuente: Elaboración propia

Las “reservas minables” en este reporte son referidas como inventario de minerales el mismo que se detalla en la Tabla N° 3.10

Tabla N° 3.10 Reservas de Mineral Proyecto Chama

CALCULO DE RESERVAS					
AL 30 DICIEMBRE 2015					
Total Reservas					
Reservas	Ton (Mt)	Au gr/t	Ag gr/t	Cu %	Au Eq gr/t
Probadas	3.35	0.46	2.30	0.33	0.474
Probables	12.32	0.56	2.00	0.24	0.574
Posibles	0.36	0.68	1.94	0.14	0.692
Total	16.04	0.54	2.06	0.26	0.556
Reservas Probadas + Probables					
Recursos	Ton (Mt)	Au gr/t	Ag gr/t	Cu %	Au Eq gr/t
Probadas	3.35	0.46	2.30	0.33	0.474
Probables	12.32	0.56	2.00	0.24	0.574
Total	15.68	0.54	2.06	0.26	0.553

Fuente: Elaboración propia

Las reservas calculadas en el proyecto Chama han sido distribuidas de acuerdo al modelo de bloques en bancos de explotación, durante el tiempo de vida de la mina (LOM), estos bancos se detallan en La Tabla N° 3.11

Tabla N° 3.11 Reservas por bancos

RESERVAS MINABLES POR BANCOS							
Banco	Mineral Toneladas	Desmorte Toneladas	SR	Au gr/t	Ag gr/t	Cu %	Eq-Au gr/t
4,770	34,086	15,525	0.46	0.606	1.736	0.054	0.617
4,760	323,173	81,696	0.25	0.617	1.869	0.079	0.628
4,750	435,045	132,434	0.3	0.581	2.11	0.105	0.594
4,740	620,540	193,729	0.31	0.572	2.992	0.128	0.59
4,730	909,995	196,696	0.22	0.528	3.432	0.142	0.549
4,720	1,480,280	241,914	0.16	0.536	3.186	0.153	0.555
4,710	1,558,526	344,724	0.22	0.554	2.635	0.177	0.569
4,700	1,796,898	265,489	0.15	0.519	2.355	0.19	0.533
4,690	2,065,308	320,436	0.16	0.49	1.89	0.237	0.501
4,680	1,954,632	74,060	0.04	0.528	1.738	0.27	0.538
4,670	1,632,632	206,333	0.13	0.525	1.513	0.324	0.534
4,660	1,313,622	174,570	0.13	0.591	1.178	0.355	0.598
4,650	981,249	139,932	0.14	0.619	1.117	0.427	0.626
4,640	582,866	89,907	0.15	0.672	1.19	0.474	0.679
4,630	230,483	34,707	0.15	0.417	0.946	0.855	0.423
4,620	95,335	21,712	0.23	0.426	0.867	0.977	0.431
4,610	24,886	0	0	0.436	0.522	0.793	0.439
Total	16,039,558	2,533,864	0.16	0.544	2.06	0.258	0.556

Fuente: Elaboración propia

3.2.6.- Operación mina

Por las características geológicas, al ser un yacimiento epitermal de alta sulfuración con mineralización de oro diseminado de baja ley, se aplicara el método de explotación a tajo abierto (*open pit*); para ello se ha considerado una vida útil de 8 años (LOM), más un año para el diseño y construcción luego de la aprobación de las autoridades reguladoras; se apruebe el Estudio de Impacto Ambiental (EIA), y se obtengan los permisos necesarios para su construcción; se iniciará la aplicación del plan de minado.

Los servicios para el mantenimiento y la infraestructura de minado serán mínimos por la naturaleza compacta y simple de la mina, asociado al corto tiempo de vida planeada para la misma (LOM). La única instalación de material noble, será la de mantenimiento de equipo pesado, la cual será permanente, constituido por un taller en superficie que servirá para las operaciones a tajo abierto; todas las reparaciones que se hagan en los equipos móviles se realizarán en dicho lugar. Las únicas excepciones a esto serán las reparaciones rutinarias de las unidades lentas y más pesadas; sin embargo si se requieren mayores reparaciones estas unidades deberán ser traídas hacia el taller para su reparación o mantenimiento.

Los requerimientos de electricidad para el tajo abierto son mínimos, la mayoría de los equipos usarán petróleo incluyendo las perforadoras de producción. El requerimiento de electricidad será para las instalaciones de mantenimiento y oficinas de supervisión, así como para las labores de bombeo e iluminación en el tajo cuando sea requerido.

El alcance del proyecto consiste en el minado a tajo abierto de un diseminado con valores económicos de oro epitermal de baja ley.

3.2.6.1.- Plan de minado

El plan de minado, contempla una operación diaria de 5,600 toneladas métricas por día, estimándose ocho años de vida útil (LOM). Las Reservas fueron calculadas al precio de US \$1,000/oz, con un total de 16'039,558 de toneladas y una ley promedio de 0.544 gr /t de Au y 2.06g/t de Ag, que representan 280,532 Oz de Au. Así como 1'062,309 Oz de Ag.

- El área inicial de minado será la parte alta del yacimiento, que posee las siguientes características:
 - Leyes aceptables de oro;
 - Muy buena recuperación metalúrgica del oro;
 - Baja relación desmonte mineral (*stripping ratio*);
 - Corto trayecto a la chancadora; y
 - Rápido retorno del capital.
- El acceso se establecerá por la parte superior del cuerpo mineralizado, durante el desarrollo inicial del proyecto, para permitir el acceso a la sobrecarga estéril que puede usarse para la base en la construcción de los *pads* y material de relleno, si se desea. Durante la factibilidad habrá oportunidad de estudiar mejores métodos de transporte de mineral desde el área mineralizada, hacia la zona de chancado.
- La operación de minado comenzará el Año 1, donde se espera que la mayor parte del desmonte, será retirado como material estéril de sobrecarga, paralelamente al minado del mineral económico.

- El área inicial de minado será la zona Este del proyecto que contiene 1g/t de oro.
- El mineral con leyes bajas de oro serán programadas para un minado más selectivo, al final de la vida útil de la mina. Para ese entonces, los esfuerzos de exploración habrán tenido tiempo para generar nuevos recursos que puedan tener leyes más altas para complementar la última etapa de explotación de mineral de baja ley.
- Se implementará una política de almacenamiento de mineral de baja ley para una probable lixiviación en pilas al final de la vida útil de la mina.

3.2.6.2.- Diseño de mina

Se ha diseñado un programa preliminar de producción mina y tiene las siguientes características: Mineral 16'039,558 toneladas y 2'533,864 toneladas de mineralización sub económica y desmonte dando a la mina una relación desmonte / mineral (*striping ratio*) de 0.16

Tabla N°3.12 Leyes de corte de las reservas del Proyecto Chama

Cut Off RESERVAS PROYECTO CHAMA										
Cut-Off Au gr/t	Probadas + Probables					Probadas + Probables + Posibles				
	Toneladas	Au	Ag	Cu	EQ-Au	Toneladas	Au	Ag	Cu	EQ-Au
	Mt	gr/t	gr/t	%	gr/t	Mt	gr/t	gr/t	%	gr/t
0.06	12.89	0.546	2.007	0.238	0.558	16.93	0.524	2.077	0.251	0.537
0.08	12.89	0.546	2.007	0.238	0.558	16.90	0.525	2.078	0.252	0.538
0.10	12.88	0.546	2.007	0.238	0.558	16.89	0.526	2.078	0.252	0.538
0.12	16.44	0.524	2.086	0.255	0.536	16.86	0.526	2.080	0.252	0.539
0.14	16.38	0.525	2.084	0.256	0.538	16.78	0.528	2.078	0.253	0.541
0.16	16.27	0.528	2.082	0.257	0.540	16.66	0.531	2.077	0.254	0.543
0.18	16.18	0.530	2.077	0.258	0.542	16.56	0.533	2.073	0.255	0.545
0.20	15.94	0.535	2.074	0.259	0.547	16.31	0.538	2.071	0.257	0.551
0.22	15.68	0.541	2.062	0.261	0.553	16.04	0.544	2.060	0.258	0.556
0.24	15.33	0.548	2.041	0.263	0.560	15.69	0.551	2.039	0.260	0.563
0.26	14.83	0.557	2.026	0.266	0.570	15.19	0.561	2.024	0.263	0.573
0.28	14.07	0.573	2.015	0.272	0.585	14.42	0.576	2.014	0.269	0.588
0.30	13.22	0.591	1.991	0.275	0.603	13.54	0.595	1.992	0.271	0.607

Fuente: Elaboración propia

Se implementará el almacenamiento del mineral de baja ley, para una posible lixiviación en pilas al final de la vida útil de la mina; Asumiendo que el espacio del pad de lixiviación esté disponible, el costo de manipuleo posterior puede mantenerse bajo y se puede alcanzar un bajo costo en irrigación que ya ha sido experimentada en otras operaciones.

3.2.6.2.1 Optimización de costos y diseño del pit Chama

Para las operaciones de minado a tajo abierto, se realizó la optimización de los *pits* de esta operación por el método de *Lerchs Grossmann*, empleándose los siguientes parámetros económicos Tabla N° 3.13

Tabla N° 3.13 Parámetros Económicos para la Optimización del Pit

Parámetros Económicos			
PRECIO COMMODITY			
Precio Base	Au	US\$/oz	1,000
Precio Base	Ag	US\$/oz	15
Valor neto de	Au	US\$/g	32.15
Valor neto de	Ag	US\$/g	0.42
COSTOS OPERATIVOS			
Costo de minado		US\$/t	2.884
Costos de procesamiento Metalúrgico		US\$/t	1.560
Costos Administrativos		US\$/t	1.912
Total		US\$/t	6.356
LEY DE CORTE			
Ley de corte Mina Cut Off		g/t	0.22

Fuente: Elaboración propia

3.2.6.2.2.- Diseño del pit optimo

Para el diseño y optimización del pit, se ha empleado el algoritmo del cono flotante de Lerchs and Grossman, considerando para la secuencia de minado, las vías de ingreso y salida mediante rampas para el transporte de mineral hacia la chancadora de mineral próxima a la operación.

Para el diseño del Pit se han considerado los siguientes parámetros:

Altura de banco final (m)	:	10
Angulo de talud Inter-rampa (°) (A)	:	52
Angulo de talud final pit (°)	:	34
Angulo de talud operativo (°)	:	70
Ancho de banquetta (m)	:	6.5
Ancho de rampa (m)	:	13
Gradiente de rampa (%)	:	10

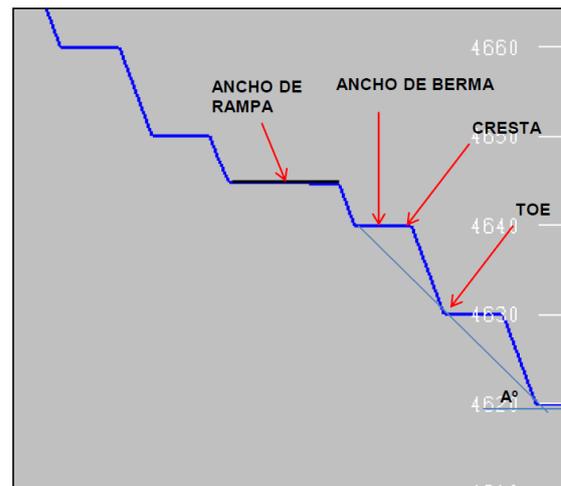


Figura N° 3.17 Diseño del pit
Fuente: Elaboración propia

Diseño del *Pit* óptimo

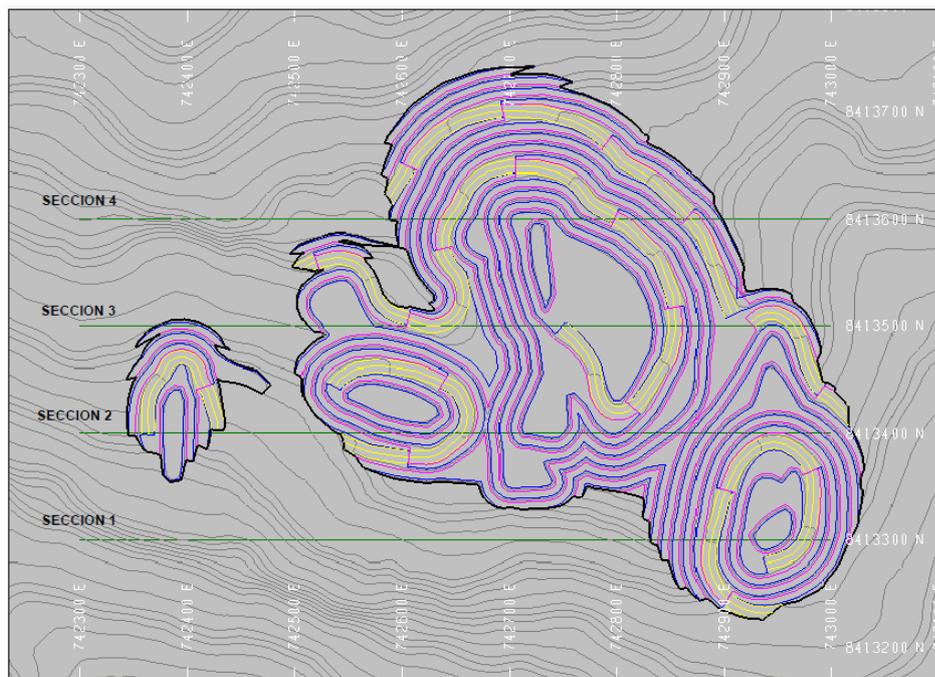


Figura N° 3.18 Diseño de pit óptimo (precio de US\$ 1,000 Au/oz)
Fuente: Elaboración propia

En el diseño de *pit* óptimo operativo, se han realizado cortes longitudinales E-W, como muestran las secciones 2 y 4 (Figuras N° 3.19 y 3.20), donde se puede observar la profundidad de su diseño y sus dimensiones son 650 m x 115 m de profundidad. .

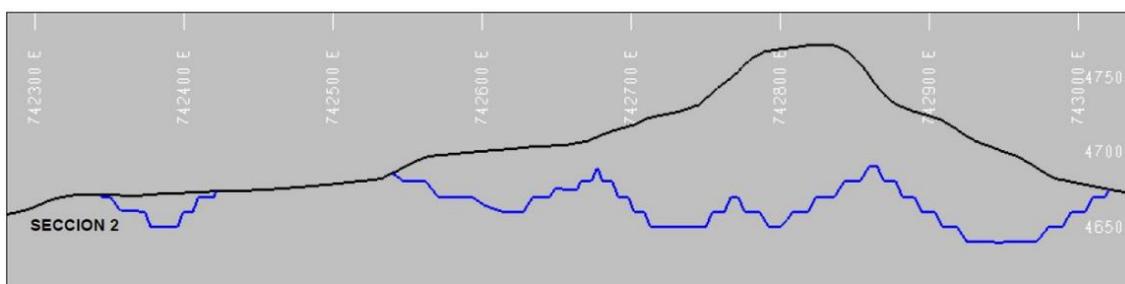


Figura N° 3.19 Sección 2 del pit óptimo Final (precio de US\$ 1,000 Au/oz)

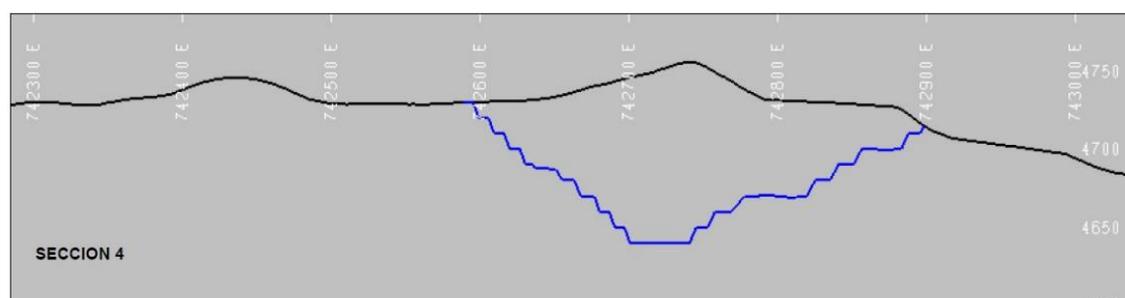


Figura N° 3.20 Sección 4 del pit óptimo Final (precio de US\$ 1,000 Au/oz)

3.2.6.2.3.- Pits económicos – simulación de precios de Au.

Para efectos del diseño del *Pit* económico se ha considerado como referencia los Costos de la Mina Corihuarmi (Perú) de Minera IRL Ltd., a Diciembre 2015. El Cut-off calculado para el proyecto se realizó en función a los costos estimados en 0.22 gr Au /t.

De acuerdo a la optimización del *Pit* a US\$,1000 Au/Oz con un *Cut off* de 0.22 g/t de Au, se han diseñado una simulación de 05 *pits* con precios a las cotizaciones del oro en US\$ 800, 900, 1,000, 1,200 y 1,300 de acuerdo a las categorías de sus leyes de corte. El *pit* económico, se encuentra en la parte central al norte y al NE del proyecto, Las Figuras N° 3.21 y 3.22, Son ilustraciones conceptuales del *pit* final. En ellas se observa las variaciones en la profundidad del tajo en función al precio del oro, los perfiles de los precios en 1,200 y 1,300 son muy similares y son los que permitirían un incremento notable en las utilidades del proyecto.

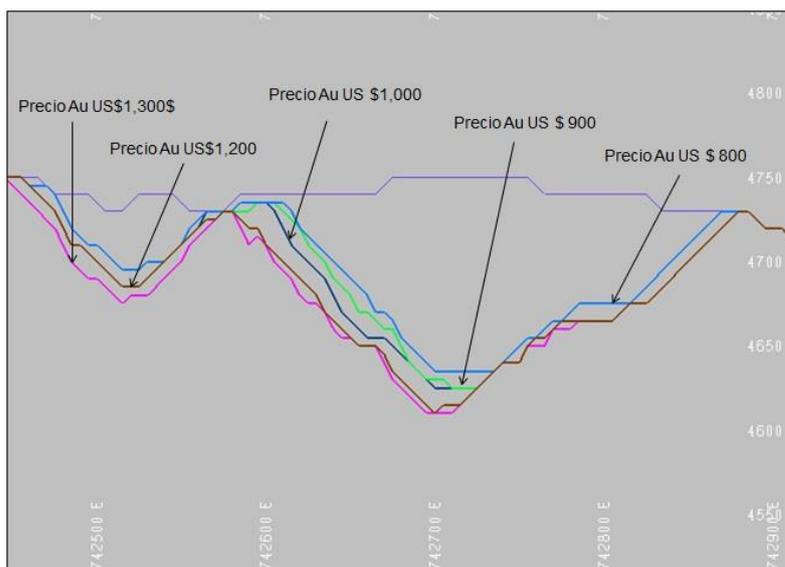


Figura N° 3.21 Sección N° 4, Mirando al Norte; Limite final de tajo Económico
Fuente: Elaboración propia

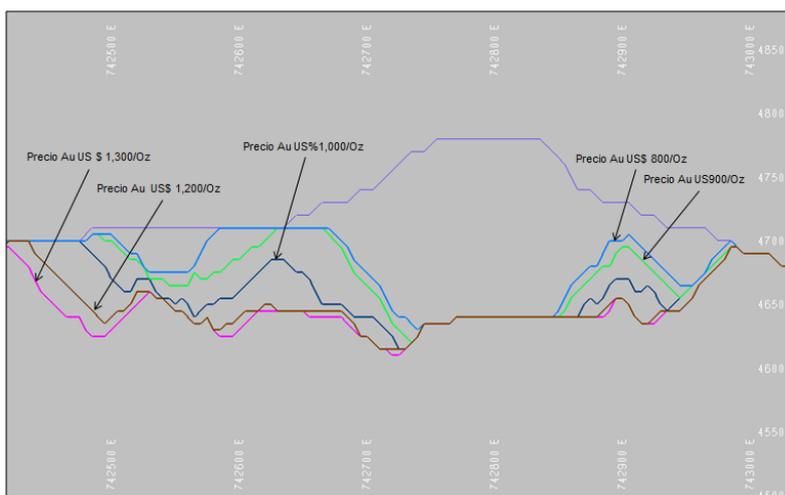


Figura N° 3.22 Sección N° 3, Mirando al Norte; Limite final de tajo Económico
Fuente: Elaboración propia

3.2.6.3.- Explotación minera

Se anticipa que las labores de explotación y otras tareas mineras, se realizarán mediante contratistas en dos guardias de 11 horas efectivas c/u y siete días por semana, lo que contempla perforación y voladura, realizando el carguío y acarreo del mineral roto y desmonte con excavadoras de 2.2 m³, cargadores frontales de 3 m³ y volquetes de 15m³. El material estéril será transportado en

camiones hasta una zona apropiada de almacenamiento de desmonte (*waste dump*), el cual reúne las condiciones geotécnicas y ambientales para una disposición segura y ambientalmente controlado del desmonte.

Se ha diseñado un planeamiento de corto y a largo plazo, que contempla la explotación a cielo abierto de 2,600 m³ de mineral por día con una relación de *stripping* de 0.16. La ley promedio esperada de minado es de 0.54 g/t de Au, con una ley de corte de 0.22 gramos de oro/t. El mineral será transportado 3.5 Km en camiones volquetes de 15m³ al *pad* de lixiviación para su tratamiento. Este tipo de camiones han probado su alta eficiencia en operaciones mineras de mediana escala en Perú y otras partes del mundo, como en las minas Corihuarmi, Colquijirca, Tucari y Quicay en Perú y Fazenda Nova en Brasil.

Se estima que también se requerirá de un cargador frontal, como apoyo para realizar trabajos en el área de Chancado.

El proceso de minado, requerirá de labores de perforación utilizando perforadoras hidráulicas (Figura N°3.23), y la voladura se hará empleando ANFO y accesorios convencionales en este tipo de explotación y se asume un factor de potencia de 0.4 kg/t basado en operaciones similares. El control de ley se realizará mediante muestreo de los *cuttings* de las perforaciones para voladura (*blast holes*), no se esperan mayores cambios en las leyes proyectadas, debido a que la mayor parte del minado estará dentro del cuerpo mineralizado y se asume que su ley es casi homogénea, basada en los resultados de las perforaciones.

Una excavadora y un cargador frontal, cargarán los camiones de 15m³ (Figura N° 3.24), los cuales llevarán el mineral a la chancadora y a los *pads*, como

también el material estéril a los botaderos de desmonte (*waste dump*). Debiendo tener un movimiento de mineral de mineral de 2M t/a, que significa aproximadamente 5,600 toneladas por día a las pilas (*pads*) de lixiviación, que equivale a aproximadamente 170 camionadas diarias de mineral, empleando 22 horas efectivas por día y diez camiones operativos, esto equivale a aproximadamente 2 a 3 ciclos por hora/camión, para completar un aproximado de 6 km de viaje de ida y vuelta entre la mina, la chancadora y los *pads*, excluyendo cualquier requerimiento de transporte de material estéril o desmonte, que tendría sus propios camiones para este fin.



Figura N° 3.23 Perforadora para blast holes -



Figura N°3.24 Carguío en camión de 15m³

Fuente: Fotos del autor, operaciones mina Corihuarmi MIRL

El contratista minero anticipa una flota 12 camiones y de 60 empleados, que incluyen, el personal técnico y de supervisión, conductores, ayudantes y personal de mantenimiento del contratista, también personal para sus labores de planeamiento de mina, contabilidad, control de calidad y geología de mina.

Tabla N° 3.14 Flota mínima de maquinaria requerida por el contratista

Equipo	Tipo / Tamaño	Cantidad
Excavador Hidráulico	45-60 toneladas	1
Cargador frontal	3 yardas cubicas	2
Tractor de orugas	38 toneladas	1
Moto niveladora	12 Toneladas	1
Camiones volquete	15 m ³	12
Camión Cisterna	6,000 galones	1
Perforadora	Ranger 500	1

Fuente: Elaboración propia

3.2.6.4.- Programa de producción mina

Se sugiere dar una especial atención al plan de minado durante la etapa de ingeniería del proyecto; de la información revisada se observa que hay un considerable potencial de recursos de alta ley, de ser posible este mineral debe extraerse en los primeros años con el fin de incrementar la rentabilidad, el plan de minado debe de aprovechar las características geométricas del yacimiento. El minado selectivo es necesario para reducir la dilución del mineral y mantener la más alta ley de oro posible, por lo que se le ha dividido en 4 fases de explotación, siendo este un elemento clave para éxito económico del proyecto (Figura N° 3.25 y Tabla N° 3.15).

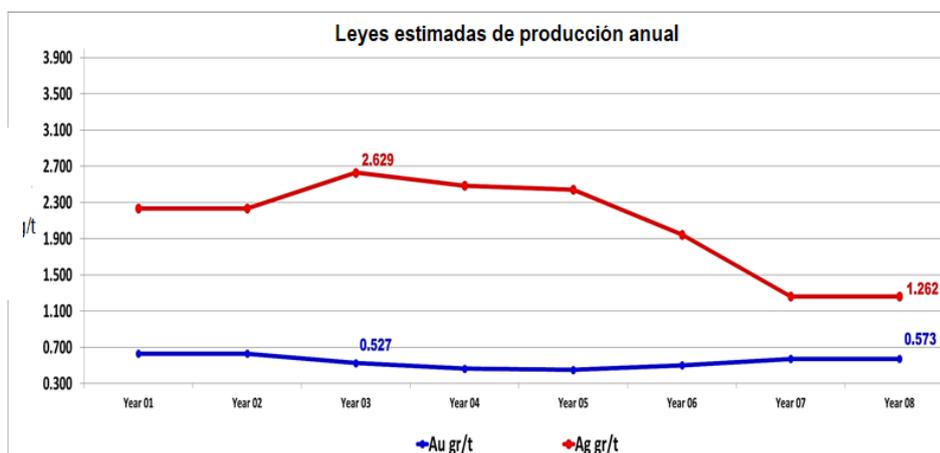


Figura N° 3.25 Proyección de Leyes de Au - Ag a lo largo de la vida de la mina
Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 3. 15: Fases del Programa de producción mina

PROYECTO CHAMA											
PROGRAMA DE PRODUCCION A LARGO PLAZO - DIAGRAMA DE FASES.											
	Item	Unidad	Total	Año1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
CHAMA	Mineral	t M	16,039,558	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,039,558
	Au	g/t	0.544	0.63	0.63	0.527	0.465	0.45	0.502	0.573	0.573
	Ag	g/t	2.060	2.235	2.235	2.629	2.485	2.443	1.945	1.262	1.262
	Au Equiv	gr/t	0.556	0.643	0.643	0.542	0.48	0.465	0.514	0.581	0.581
	Estéril	t M	2,533,863	194,701	194,701	118,616	460,641	549,396	438,295	285,929	291,584
	Stripping ratio	td/lmin	0.16	0.10	0.10	0.06	0.23	0.27	0.22	0.14	0.14
Fase 01	Mineral	t M	4,112,682	2,000,000	2,000,000	112,682					
	Au	g/t	0.627	0.63	0.63	0.527					
	Ag	g/t	2.235	2.235	2.235	2.235					
	Au Equiv	gr/t	0.643	0.643	0.643	0.643					
	Estéril	t M	400,372	194,701	194,701	10,970					
	Stripping ratio	td/lmin	0.10	0.10	0.10	0.10					
Fase 02	Mineral	t M	2,295,084			1,887,318	407,766				
	Au	g/t	0.521			0.521	0.521				
	Ag	g/t	2.652			2.652	2.652				
	Au Equiv	gr/t	0.536			0.536	0.536				
	Estéril	t M	130,905			107,647	23,258				
	Stripping ratio	td/lmin	0.06			0.06	0.06				
Fase 03	Mineral	t M	4,748,862				1,592,234	2,000,000	1,156,628		
	Au	g/t	0.450				0.45	0.45	0.45		
	Ag	g/t	2.443				2.443	2.443	2.443		
	Au Equiv	gr/t	0.465				0.465	0.465	0.465		
	Estéril	t M	1,304,502				437,383	549,396	317,723		
	Stripping ratio	td/lmin	0.27				0.27	0.27	0.27		
Fase 04	Mineral	t M	4,882,930						843,372	2,000,000	2,039,558
	Au	g/t	0.573						0.573	0.573	0.573
	Ag	g/t	1.262						1.262	1.262	1.262
	Au Equiv	gr/t	0.581						0.581	0.581	0.581
	Estéril	t M	698,085						120,572	285,929	291,584
	Stripping ratio	td/lmin	0.14							0.14	0.14

Elaboración propia

Un elemento clave para el proyecto, es realizar un estudio técnico-económico para evaluar la posibilidad de evitar el proceso de trituración, implementando un mejor y eficiente diseño de fragmentación del mineral por voladura.

3.2.6.5.- Botaderos de desmote

Los botaderos de desmote se han diseñado con un ángulo de talud de 2.5 m horizontales a 1m vertical (2.5H:1V), para facilitar la colocación del suelo superficial y su revegetación al cierre. Se estima que la cantidad de desmote no será muy significativa ya que el ratio de desmote/ mineral es de 0.16.

El botadero de desmote norte (BD1) estará ubicado al noroeste del tajo abierto. Éste botadero recibirá desmote con bajo potencial para la lixiviación de metales (NGA), y será separado en base al contenido de sulfuros si los

hubiera. El botadero norte recibirá 3 Mt y tendrá una altura de 10 m medido desde su nivel más bajo, cubriendo un área de 5 ha. Figura N° 3.26



Figura N° 3.26 Botadero de desmonte (*waste dump*) Mina Corihuarmi – Yauyos, Lima Perú
Fuente: Fotos del autor, operaciones mina Corihuarmi MIRL

3.2.6.6.- Disposición del *top soil* y *overline*

En las áreas a disturbar, donde exista una capa de suelo orgánico, este será removido en todo su espesor, antes de iniciar las actividades de construcción del tajo y de otras labores mineras. El suelo removido, será almacenado en lugares donde se pueda preservar, para su uso posterior en las labores de rehabilitación de la zona. Se estima que el talud de las pilas de almacenamiento temporal de suelo vegetal acumulado, no será mayor de 3mH:1mV con el objeto de físicamente tenerlas estables, reducir el potencial de erosión y pérdida de suelos. Se implementará la protección temporal de las pilas de top soil, con cobertura plástica, de tal forma que aseguren la no-liberación de partículas al ambiente y la protección del suelo de la erosión. La remoción del top soil, será manual, debido a que se considera que es la forma más eficaz de hacer una remoción selectiva y puntual.

3.2.6.7.- Accesos a los pads y echaderos de desmonte

Se ha considerado la construcción de caminos y accesos interiores de doble vía de 6m de ancho en la zona de mina, con áreas diseñadas para el paso de camiones (10m), con una pendiente máxima del 10% y radio de giro de 40m, del mismo modo deben construirse alcantarillas, drenes, así como cunetas en las vías de acceso, para reducir el daño y pérdida temporal de caminos en caso de deslizamientos y erosión por efecto de las lluvias, durante los 8 años proyectados de vida de la mina.

3.2.7.-Proceso metalúrgico

El proyecto contempla la extracción de oro por lixiviación en pilas y su recuperación empleando carbón activado, para efectos del presente estudio se ha empleado la experiencia obtenida de estudios similares de minas en actual operación tales como: las minas Corihuarmi, Quicay y Tucari, para el procesamiento metalúrgico de una producción diaria de 5,600 t/día.

3.2.7.1.- Pruebas metalúrgicas

El año 2005 MIRL realizó pruebas metalúrgicas de once (11) muestras de testigos de perforación diamantina (laboratorios CIMM Perú), para pruebas de lixiviación por agitación con cianuro en botella (*bottle roll test*), con el objeto evaluar del consumo de reactivos (NaCN y CaO) en el proceso de lixiviación; así como determinar el porcentaje de recuperación del oro en condiciones de operación estándar.

Las pruebas metalúrgicas incluyeron: lixiviación en botella con agitación por rodillos, pruebas de aglomeración y pruebas de lixiviación en columna (sin aglomeración) a un tamaño de partícula menor de 16 mm, poro oro y plata.

Además de los análisis de oro y plata, cada muestra fue ensayada por métodos cuantitativos por sulfuros, carbón y por ICP por 33 elementos. Los resultados del análisis indicaron que las 11 muestras estaban relativamente “limpias” y no contenían ningún elemento perjudicial a la lixiviación con cianuro.

Las pruebas de lixiviación en botella con agitación por rodillos, se completaron con material seco pulverizado al 100% a menos 106 μ (80% pasando 75 μ). El promedio de la extracción de oro en pruebas de agitación en botella y con agitación por rodillos fue superior al 80%. El consumo de cianuro de sodio y los requerimientos de cal fueron relativamente similares para todas las muestras.

La Tabla N° 3.16, presenta el resumen de los pesos e identificación de cada una de las muestras para la prueba de lixiviación.

Las condiciones metalúrgicas para todas las muestras fueron son las siguientes:

Peso de la muestra	: 1,000 g.
Granulometría	: 60 %
Malla	: - 200
Dilución L/S	: 1:1
Ph trabajo	: 10.5 a 11.00 (agitado con Ca O)
Tiempo de Cianuración	: 42 horas
Concentración de cianuro	: 0.1%NaCN

Tabla N° 3.16 Muestras de sondajes para pruebas metalúrgicas

Item	Sondaje	Desde	Hasta	Intervalo	N° Tarjeta	Peso
		m.	m.	m.		
1	DDH05RA01	0	4	8	14951	7Kg
	DDH05RA02	0	4	8		
2	DDH05RA01	50	83	33	14952	22 Kg.
3	DDH05RA02	26	48	22	14953	6 Kg.
4	DDH05RA04	0	22	22	14954	10 Kg.
5	DDH05RA05	22	72.9	50.9	14955	25 Kg.
6	DDH05RA06	0	40	40	14956	35 Kg.
7	DDH05RA07	0	32	32	14957	33 Kg.
8	DDH05RA11	0	8	8	14958	16 Kg.
		28	40	12		

Elaboración propia

Total 154 Kg

3.2.7.1.1.- Caracterización y preparación mecánica de muestras

Las muestras fueron trituradas y homogeneizadas, utilizando el cuarteador Riffle y a través de cuarteos sucesivos se obtuvo una porción representativa de 1,100 gramos, la cual se tamizó con malla Tyler 200, hasta obtener una fracción fina de aproximadamente 1,000 gramos, que se utilizó para las pruebas de lixiviación, también se obtuvo otra fracción de 250gr de la cabeza experimental, para el análisis de oro, cobre oxidado, y hierro.

De acuerdo al diseño metalúrgico de Cianuración, el porcentaje de recuperación del proceso, se evalúa en función a la Cabeza Calculada de Cianuración obtenida en la fracción fina lixiviada, considerando para ello el análisis químico de las soluciones ricas lixiviadas y los residuos de cianuración de cada muestra. Las leyes de la Cabeza Ensayada de cada una de las muestras por todos los elementos se presentan en la Tabla N° 3.17.

Tabla N° 3.17 Leyes de cabeza de mineral

CODIGO ID	Cabeza Ensayada Au(g/t)	Cabeza Calculada Total Ponderada Au (g/t)
14951	0.48	0.46
14952	0.58	0.57
14953	1.79	1.80
14954	0.45	0.46
14955	0.52	0.53
14956	0.75	0.73
14957	1.07	1.07
14958	0.95	0.90

Elaboración propia

3.2.7.1.2.- Cianuración experimental en *bottle roll*.

A fin de evaluar el grado de lixiviación del oro bajo condiciones estándar de cianuración, se realizó una prueba de cinética de extracción de todas las muestras, considerando el tiempo de lixiviación (2, 4, 8, 12, 24 y 42 horas), por ser minerales oxidados. Para la realización de estas pruebas se mantuvieron

constantes los parámetros de: porcentaje de sólidos, granulometría y concentración de cianuro. Los valores considerados para cada uno de estos parámetros son los que se utilizan en trabajos de rutina. Los resultados obtenidos en las pruebas de cianuración se resumen en la Tabla N° 3.18

Tabla N° 3.18 Resultados de las pruebas de cianuración en botella

Muestra N°	Prueba N°	Sondaje	De m.	A m	Intervalo m	Peso Kg	Peso Muestra gr	Cabeza Ensaye Au g/t	Cabeza Calculada Au (g/t)	Ph Natural pulpa	Extracción % Au	Tiempo de lixiviación hs	Consumo de Reactivos		
													NaCN (Kg/tm)	Cal (Kg/tm)	
14951	COT005-06 CIMM	DDH05RA01	0	4	4	7	1,000	0.48	0.460	6.6	95.5	2	0.58	1.4	
		DDH05RA02	0	4	4										
14952	COT005-06 CIMM	DDH05RA01	50	83	33	22	1,000	0.58	0.567	6.88	92.8	2	0.557	1.2	
14953	COT005-06 CIMM	DDH05RA02	26	48	22	6	1,000	1.79	1.795	7.22	94.5	2	1.273	1	
14954	COT005-06 CIMM	DDH05RA04	0	22	22	10	1,000	0.45	0.456	6.99	93.4	2	0.461	1.1	
14955	COT005-06 CIMM	DDH05RA05	22	72.9	50.9	25	1,000	0.52	0.525	6.12	93	2	0.461	1.2	
14956	COT005-06 CIMM	DDH05RA06	0	40	40	35	1,000	0.75	0.73	5.28	50.7	6	2.538	1.7	
14957	COT005-06 CIMM	DDH05RA07	0	32	32	33	1,000	1.07	1.065	6.52	87.8	2	0.342	0.9	
14958	COT005-06 CIMM	DDH05RA11	0	8	8	16	1,000	0.95	0.899	6.58	92	2	0.366	1	
			28	40	12										
Promedio						227.9	154	1,000	0.82	0.81	6.52	87.46	2.50	2.50	0.82

Elaboración propia: Data Minera IRL Ltd. / CIMM Perú SA

CIMM Perú, reportó los cambios en la granulometría de las muestras de mineral, y en la cinética de extracción (2 horas) frente al cianuro de sodio en solución al 0.1 %(w/v), con excepción de la muestra 14956.

En cuanto al consumo de reactivos, se puede observar que el gasto de cal en todas las muestras está dentro del rango promedio. El gasto de cianuro asociado a la lixiviación de los minerales con metales preciosos estos se disuelven fácilmente, y su consumo se encuentra en el promedio para este tipo de operación, con excepción de la muestra 14956 (que supera el rango promedio debido a la alta presencia de hierro y tal vez de otras especies cianicidas no evaluadas (Minerales metálicos (marcasita, pirrotina, minerales de cobre, arsenopirita))

3.2.7.1.3.- Balance metalúrgico

Se han revisado diferentes modelos de recuperación dinámica de oro, en diversos proyectos que tienen procesos de lixiviación en pilas, los mismos que han tenido en cuenta la cinética de lixiviación, que implica el contenido de oro en las soluciones y leyes finales de cola, las cuales permiten predecir la producción de oro desde una pila de lixiviación operativa. CIMM Perú Basándose en los resultados de las pruebas de bottle roll, a las muestras trituradas a menos de 16mm le descuenta el 2% de su recuperación, por lo que se consideró un promedio de recuperación del oro para Chama del 80%, Esto permitirá una sola fase de chancado, lo que por ahora parece ser el mejor escenario operativo

Tabla N° 3.19.

Tabla N° 3.19 Tablas de recuperación

Proyecto	Reactivo	Test	Campo	Observaciones
Chama	Ca(OH) ₂	1.00 g/TM	1.0 Kg/TM	Hasta 6m de alto de pila
	Na CN	0.71 kg/TM	0.2 Kg/TM	
	Recuperación	82%	80%	

Elaboración propia

Para propósitos del este estudio de pre-factibilidad, se asume que el chancado o trituración, será entre 8 a 15mm, los resultados de lixiviación en columnas de gran diámetro y longitud, podrían indicar que las recuperaciones en Chama podrían ser entre el 2 y 3% por debajo de los resultados de las columnas de diámetro pequeño, y la extracción continúa a un promedio entre 1% y 2% por semana; por lo antes señalado, parece razonable la recuperación obtenida por CIMM de 80% para el oro y de 25% para la plata, en las pruebas de lixiviación y cinética en botella del mineral triturado, para este estudio de pre-factibilidad, se

han considerado pruebas adicionales en el 2016 y 2017, las que permitirán definir la relación entre la trituración fina y gruesa así como el modelo geometalúrgico.

Tabla N° 3.20: Programa de producción y recuperación metalúrgica del oro y plata, en el tiempo de vida de la mina.

PROYECTO CHAMA										
PROGRAMA DE PRODUCCION										
	Unidad	Total	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
Mineral Tratado	TM	16,039,558	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,039,558
Ley Au	g/t	0.544	0.632	0.63	0.527	0.465	0.45	0.502	0.573	0.573
Ley Ag	g/t	2.06	2.23	2.23	2.63	2.49	2.44	1.94	1.26	1.26
Total Oz Au	Oz	280,532	40,639	40,510	33,887	29,900	28,936	32,279	36,845	37,574
Total Oz Ag	Oz	1,062,309	143,650	143,264	169,113	160,111	156,896	124,745	81,020	82,622
Au equiv	Oz	15,935	2,155	2,149	2,537	2,402	2,353	1,871	1,215	1,239
Total Au Equivalente	Oz	296,467	42,793	42,659	36,424	32,302	31,289	34,151	38,060	38,813
Recuperacion Au	80%	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Recuperacion Ag	25%	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Au recuperado	Oz	224,426	32,511	32,408	27,110	23,920	23,149	25,823	29,476	30,059
Ag Recuperado	Oz	265,577	35,912	35,816	42,278	40,028	39,224	31,186	20,255	20,656
Total Au equivalente	Oz	3,984	539	537	634	600	588	468	304	310
Total Oz Au Equivalente		228,409	33,050	32,945	27,744	24,521	23,737	26,291	29,780	30,369

Equiv: 1 Oz Au = 66.67 Oz Ag

Elaboración propia

3.2.7.2.- Procesos

3.2.7.2.1.- Criterios de diseño

Para definir las dimensiones del *pad* de lixiviación, pozas de solución y equipo requerido para el proceso metalúrgico y sus instalaciones, se empleó información de otros proyectos como Corihuarmi, Quicay y Tucari; así como información de campo y reuniones con personal técnico, en base a sus experiencias en proyectos similares, que se resume en la Tabla N° 3.21.

Dentro de los criterios de diseño, es importante señalar que se procesarán 5,600 t/d (2Mt/año) de mineral con ley promedio de 0.54 g/t de oro, se estima una recuperación metalúrgica del 80%, con un período de lixiviación de 30 días.

Tabla N° 3.21 Parámetros de diseño empleados

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CRITERIO EMPLEADO	FUENTE
1	Reservas asumidas	Mt	16'039,558	L.M.V.
2	Tonelaje a procesar	Tm/año	2	L.M.V.
3	Ley de Oro	gr/t	0.54	L.M.V.
4	Ley de oro para el primer año en el área de Chama	gr/t	0.52	L.M.V.
5	Capacidad total del pad	Mt	17	L.M.V.
6	Tamaño del pad de lixiviación (para 7 Mt)	m ²	100,000	Estimado
7	Tamaño del pad de lixiviación (para 1 Mt)	m ²	15,000	Estimado
8	Altura de cada nivel de pilas de lixiviación	M	8	Estimado
9	No. de niveles de pilas	No.	7	Estimado
10	Altura total de cada pila	m	56	Estimado
11	Área total irrigada bajo condiciones de equilibrio	m ²	7,000	Calculado
12	Tonelaje mensual de mineral para el pad de lixiviación	t/mes	166,670	Calculado
13	Tonelaje diario de mineral para el pad de lixiviación	t/día	5,560	Calculado
14	Flujo de irrigación a lixiviar	Lt /h/ m ²	10	Calculado
15	Tiempo de lixiviación	día	30	Calculado
16	Capacidad del pozo de solución rica (cargada)	m ³	5.700,0	Estimado
17	Capacidad del pozo de solución estéril	m ³	5.700,0	Estimado
18	Capacidad del pozo de contingencia	m ³	17.000,0	Estimado
19	Densidad aparente de mineral	t/m ³	2.2	Asumido
20	pH de solución de lixiviación	ppm	10.5 – 11.0	Asumido
21	Anti-sedimento en solución de lixiviación	ppm	4,0	Asumido
22	Consumo de NaCN	Kg/t	0,5	Asumido
23	Consumo de cal	Kg/t	1,0	Asumido
24	Anti-sedimento en solución cargada	ppm	8	Asumido
25	Recuperación de oro	%	80	Calculado
26	Tipo de proceso: carbón activado-electrodeposición	Indicado	Carbón Activado	Asumido
27	Capacidad de planta de recuperación	m ³ /h	70,0	Asumido
28	Producto final obtenido por proceso metalúrgico	Indicado	Barras doré	Asumido
29	Volumen para tratamiento de efluentes de cianuro	m ³ /h	30	Asumido
30	Periodo para disposición de soluciones	meses/año	6	Asumido
31	Tipo de tratamiento ¿Ácido peroxy-sulfúrico?	Indicado	Ácido peroxy-sulfúrico	Asumido
32	Fuente de suministro de agua (lugar), 50 Lt/seg.	Indicado	Qda. Japutani	
33	Suministro de energía: ¿generadores, Sistema Interconectado Nacional?	Indicado	Generadores y sistema Interconectado	En proceso
34	Área de preparación y almacenamiento para reactivos	Sí/No	Sí	
35	Laboratorio de análisis químico	Sí/No	Sí	
36	Mantenimiento mecánico-eléctrico para Planta	Sí/No	Sí	

Elaboración propia

3.2.7.2.2.- Diagrama de flujo

La ventaja del proyecto es la docilidad del mineral y su proceso se ajusta a un sencillo diagrama de flujo. Figura N° 3.27.

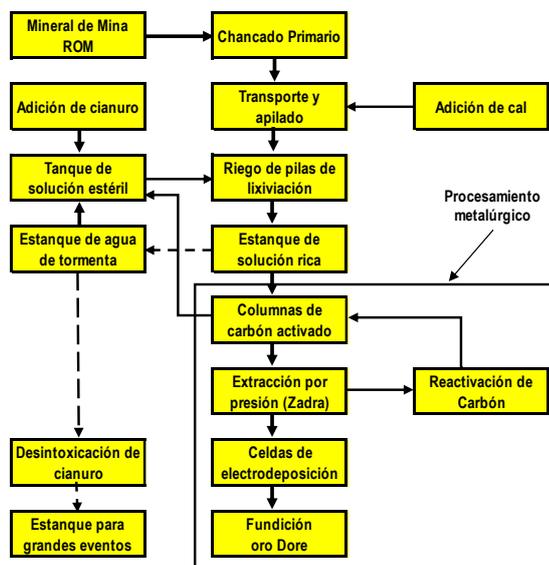


Figura N° 3.27 Diagrama de flujo del Proyecto (Elaboración propia)

Los elementos del diagrama de flujo son los siguientes:

- Existen dos opciones para la construcción de pilas. La más simplista es triturar el mineral en el punto de acopio, cargarlo con un cargador frontal a camiones, transportar la carga y construir las pilas (*pads*). La naturaleza competente del mineral que se acomoda en la parte superior del *pad* o pila no afectaran las características de percolación.
- Adición de cal en la faja transportadora de la chancadora.
- Apilamiento en bancos en 8m de altura con un diseño de 6 niveles;
- Estudios sobre el aprovechamiento máximo del agua indicarán como se logrará una utilización eficiente, y por lo tanto, facilitar su máxima evaporación. Se ha considerado que el tiempo de lixiviación será de 30 días;
- Drenaje de soluciones con oro hacia un estanque de solución rica;
- Bombeo de la solución rica a través de diez columnas con carbón activado (con una para transferencia de carbón);
- La solución estéril regresa a un estanque del circuito; y se le adicionara cianuro hasta lograr la concentración necesaria de la solución y reciclarla al sistema de irrigación;
- Carga y descarga del carbón, Electrodeposición y regeneración empleando un circuito de presión Zadra.
- Lavado al ácido y regeneración del carbón;
- Facilitar la desintoxicación de la solución de la poza de grandes eventos o de agua de lluvia; en caso de que la solución requiera ser liberada. y
- Reactivación de carbón.

Se está considerando la posibilidad, reusar y de incrementar la concentración de cianuro en las soluciones provenientes de las áreas más antiguas o de la lixiviación de los *pads* con mineral de baja ley; con la inclusión de una poza intermedia, que acepte soluciones cargadas con bajo contenido de oro. Esta solución podría luego ser reciclada para lixiviar las nuevas áreas de la pila, generando una solución de alta ley dando como resultado un flujo más bajo de solución a utilizarse. Esto se investigará durante el estudio de factibilidad.

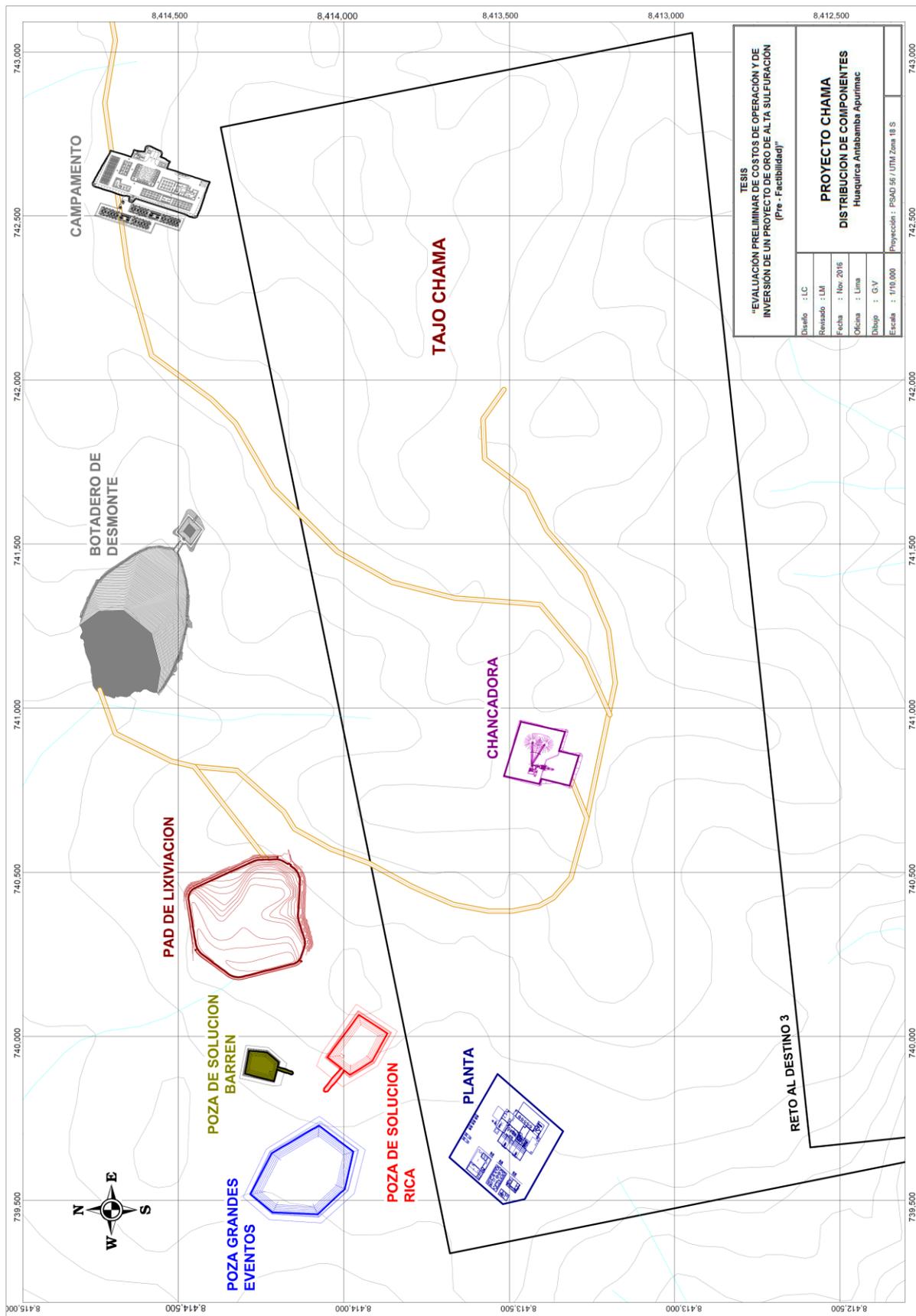
3.2.7.3.- Lixiviación en pilas y diseño del proceso

Se han evaluado dos áreas apropiadas para ubicar los *pads* de lixiviación; la opción 1.- se encuentra en el lado Noroeste del cerro Japutani y la opción 2.- está en la margen Izquierda de la quebrada Japutani. Ambas áreas, han sido evaluadas inicialmente por (Minera IRL), quienes realizaron pruebas de compactación y geomecánica. En base a sus resultados se ha considerado el modelo preliminar del *pad*, el diseño de pozas de soluciones rica, solución pobre o barren y la poza de grandes eventos Figura N°3.28.

Para fines de este estudio, se asume que se optará por la opción 1. A pesar de que existe una mayor distancia de recorrido para el mineral, esta área no está afectada por riachuelos naturales y puede representar la ubicación más apropiada para la liberación de agua durante estaciones excepcionalmente lluviosas.

El *pad* de lixiviación ha sido configurado tomando en cuenta las características topográficas existentes hasta el límite de corte y/o relleno, camino de acceso perimetral y canales de coronación adyacentes. Los taludes de apilamiento de diseño emplearan bancos (camas o *lifts*) de 2 m de altura, taludes intermedios de 1.3H:1V y anchos de berma de 9.4 m, que definen un talud global de 2.5H:1V para el mineral a depositar. La figura N° 3.28, Muestra la distribución de los componentes del proyecto, de acuerdo a las condiciones topográficas del terreno.

Figura N° 3.28 Plano de distribución de componentes



El área total del *pad* de lixiviación ha sido calculada en 160,000 m² y será construido en tres etapas. La primera etapa debe tener una capacidad operativa de 100,000 m² y las otras dos etapas de 30,000m², hasta alcanzar su área final. La superficie será preparada y nivelada con arcilla compacta antes de la geo-membrana de alta densidad (HDPE) de 1.5mm de espesor. El control de calidad durante la soldadura de la geo-membrana será seguida de una prueba de presión lo que nos asegurará que no haya fugas.

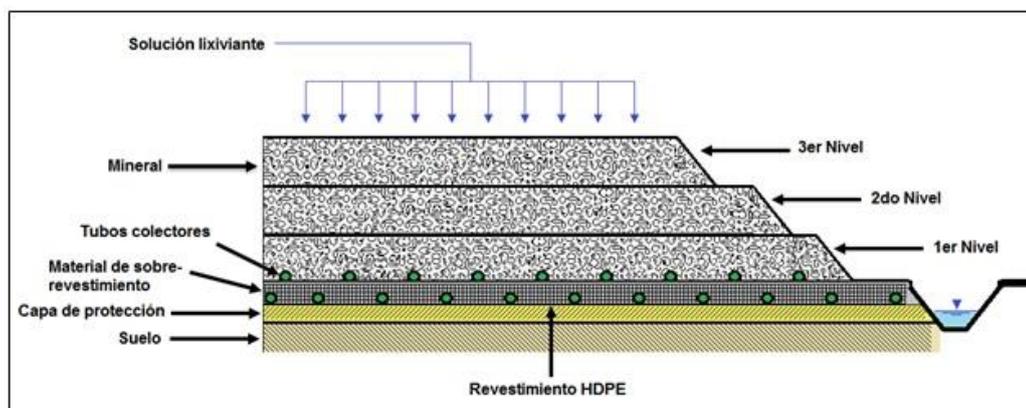


Figura N° 3.29 Corte esquemático del diseño de un pad de lixiviación

Igualmente se ha considerado la construcción de las pozas de solución rica (cargada) y estéril de 5,700m³ c/u, así como una poza para grandes eventos con un volumen de 17,000m³, capaz de aceptar lluvia anormal, en el área de *pad* de lixiviación. Estas pozas estarán recubiertas en su base con geo-membrana HDPE de 1.5 mm

Una bomba colocada en la poza de solución estéril, suministrará agua para la recarga de la solución con cianuro para la irrigación de la pila y una bomba similar en la poza de solución rica o cargada bombeará la solución con oro a las columnas de carbón. Se espera una ganancia neta de agua, empleándose aspersores para facilitar la máxima evaporación.

Ventajas y desventajas de la lixiviación en pilas

La lixiviación en pilas presenta un número de ventajas y desventajas comparadas con el proceso de molienda y flotación de minerales sulfurados, tal como se observa en la siguiente Tabla N° 3.22

TablaN°3.22 Ventajas y desventajas de la lixiviación en pilas

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • Bajo capital y bajos costos de operación 	<ul style="list-style-type: none"> • Largos ciclos de lixiviación y retención de soluciones
<ul style="list-style-type: none"> • Ausencia de molienda, pero podría requerir chancado y aglomeración 	
<ul style="list-style-type: none"> • Puede ser usado para tratar minerales de baja ley, minerales de desecho y aplicable a yacimientos pequeños 	<ul style="list-style-type: none"> • Menores recuperaciones que los procesos que involucran molienda/flotación o molienda/lixiviación
<ul style="list-style-type: none"> • La ausencia de etapas de separación sólido-líquido permite operar en contracorriente 	
<ul style="list-style-type: none"> • Puede alcanzarse el contenido metálico deseado por medio de reutilización de soluciones en las pilas 	<ul style="list-style-type: none"> • Extensos programas de pruebas de pilotaje
<ul style="list-style-type: none"> • Simplicidad de equipos y operación 	<ul style="list-style-type: none"> • Largos ciclos de lixiviación y retención de soluciones
<ul style="list-style-type: none"> • Tiempos de arranque más breves 	<ul style="list-style-type: none"> • Impactos económicos y ambientales de largo plazo
<ul style="list-style-type: none"> • Regulaciones ambientales menos intensivas 	<ul style="list-style-type: none"> • Posibles emisiones al medio ambiente de PLS

Fuente: (Ghorbani, Becker, Mainza, Franzidis, & Petersen, 2011)]

3.2.7.4.-Tratamiento metalúrgico

Se anticipa la participación de 48 trabajadores para la planta de tratamiento, incluyendo mantenimiento. Los operarios serán capacitados para ser multi oficios con capacidad para operar la chancadora o la zona de lixiviación.

La supervisión y los operadores del proyecto será personal de compañía a dedicación exclusiva, la mayor parte del trabajo se realizará en la guardia de día, en la noche se operara con un grupo reducido para monitorear el flujo de soluciones en los *pads*, pozas, drenajes y planta. Las labores diurnas afines serán las operaciones de mezclado de reactivos y el depósito de oro (gold room). El personal de mantenimiento laborará en el turno de día, pero deberán estar disponibles en el turno de noche para atender cualquier eventualidad.

3.2.7.4.1.- Chancado de mineral

Este estudio considera dos alternativas para el proceso metalúrgico: la primera consiste en lixiviar la producción en bruto (ROM) y la segunda consiste en lixiviar el mineral después de que ha sido triturado a partículas de con diámetro $< a1''$. El sistema constará de una tolva de gruesos con una parrilla de $16'' \text{ } \varnothing$ de abertura, para descarga del mineral ROM. Los fragmentos de mayor tamaño serán separados manualmente y fragmentados por un operador, una faja alimentará una criba vibratoria de $6' \times 16'' \text{ } \varnothing$, para clasificar partículas mayores a $1'' \varnothing$ las cuales son enviados a una chancadora secundaria, donde se reducirán a $1'' \varnothing$, el mineral resultante será transportado mediante una faja transportadora que apilará el mineral triturado en partículas menores a $1'' \varnothing$ en una ruma, para ser cargado por un cargador frontal a los camiones, que lo transportarán a las pilas de lixiviación.



Figura N° 3.30 Faja con mineral a Chancadora **Figura N° 3.31** Apilado de mineral chancado
Fuente: Elaboración propia, operaciones mina Corihuarmi MIRL

3.2.7.4.2.- Transporte del mineral al *pad* de lixiviación

El mineral será transportado por camiones de 15m^3 , desde mina hasta el *pad* de lixiviación ubicado a 3.0 km si el proceso es ROM (Mineral en bruto tal como fue volado), y desde el *stock pile* (almacenaje en rumas) desde la chancadora

hasta el pad si el mineral ha sido previamente triturado previa adición de cal en la faja de la chancadora Figura N° 3.30, 3.31 y 3.32.



Figura N° 3.32 Pala y Camiones de 15m³ Mina Corihuarmi
Fuente: Fotos del autor.

La descarga del mineral en el *pad*, se iniciará con la preparación de una rampa de acceso, para acumular el mineral hasta obtener una pila (*lift* o cama) de 8m, de altura, el *lift* siguiente a depositarse tendrá un retiro de 4 m con respecto a la cresta de talud del *lift* anterior, asumiendo que el mineral se apilará con un ángulo de reposos de 2.5H:1V, para ir formando una gradiente del talud, se ha calculado que el *pad* tendrá una altura máxima de 48m. El apilamiento será un proceso continuo; los futuros módulos de lixiviación serán preparados mientras que los primeros están siendo irrigados.



Figura N° 3.33 Descarga de Mineral y proceso de irrigación en el *pad*. (Mina Corihuarmi)
Fuente: Fotos del autor

3.2.7.4.3.- Lixiviación de mineral:

Una vez concluido el proceso de apilamiento, el siguiente paso es instalar el sistema de irrigación mediante aspersores; esto consiste en tuberías y válvulas instaladas de tal manera que abarque toda la superficie del módulo de lixiviación ($7,000\text{m}^2$), la solución se filtrara a través del mineral acumulado en el *pad* y lixiviará los valores de oro y plata, en una solución que será captada por las tuberías de drenaje y transportados a los pozos de solución rica.

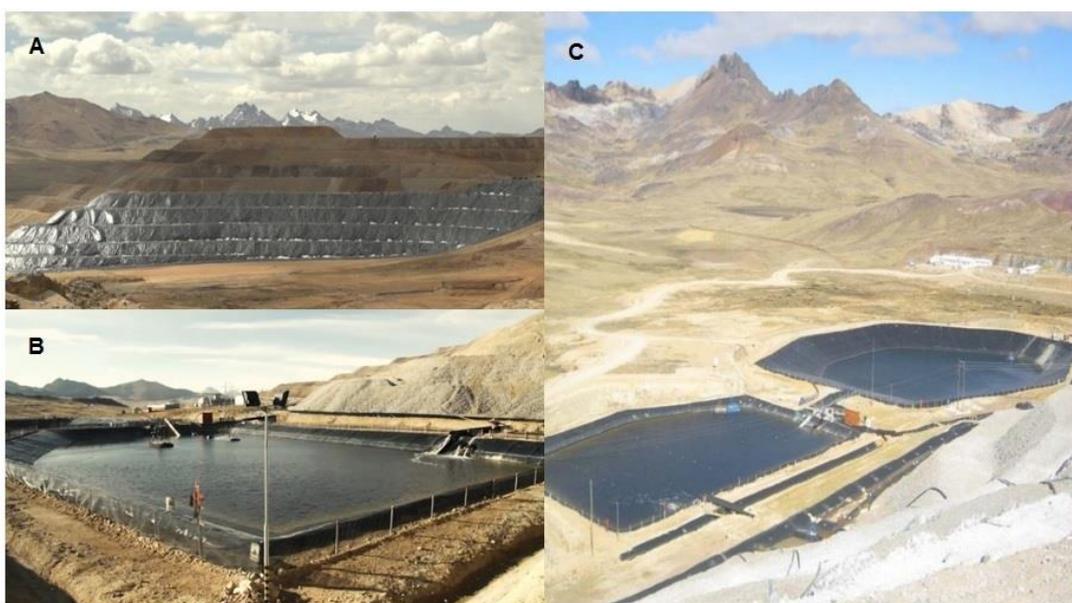


Figura N° 3.34 (A) Pad (Pila de lixiviación) y (B) Pozas de solución rica o cargada, (C) Pozas de solución pobre (Barren) y de grandes eventos) Mina Corihuarmi, (Minera IRL), Lima Perú
Fuente: Fotos del autor

El módulo recibirá irrigación permanente, con un flujo de irrigación de 10 lt/h/m^2 , con pilas de mineral de 2 m de alto, un periodo de lixiviación de 30 días y tratamiento de mineral a un promedio de 167,000 t/mes, el flujo de solución lixiviada estará en el orden de $70\text{ m}^3/\text{h}$.

3.2.7.4.4.- Adsorción por carbón activado (columnas):

La solución producto de la lixiviación (solución rica), será bombeada desde el estanque (poza) de solución rica, hasta el circuito de adsorción por carbón

activado; Este circuito estará compuesto por 10 columnas con una capacidad de 1.0 t/c/u (8 se usarán en serie para adsorción y 2 para carga o descarga de carbón), una vez que el carbón alcance su límite de carga de oro en la primera columna, la carga de carbón y solución será transferida al reactor de desorción. Las columnas restantes serán reconectadas para ser puestos en operación nuevamente para adsorción.



Figura N° 3.35 Columnas con carbón activado, Mina Corihuarmi – Perú
Fuente: Fotos del autor

La solución estéril resultante del circuito de adsorción, será enviada a una poza de solución estéril, donde le serán añadidos anti-incrustantes y cianuro de sodio en una solución al 10%, para ser bombeada a las pilas de lixiviación cerrando el circuito de recirculación. Ocasionalmente, la solución estéril podrá ser enviada mediante bombeo a una poza de descarte, que forma parte de la planta de degradación del efluente de cianuro.

3.2.7.4.5.- Desorción y electrodeposición

El carbón cargado durante la etapa de adsorción será transferido mediante presión al reactor de desorción o columna de lavado de ácido, dependiendo de lo que decida el operador.

La desorción se realiza, circulando una solución cáustica presurizada a 135°C, a través del carbón cargado (con captura de oro y plata) contenido en el reactor para extraer los valores de oro y plata; luego la solución pasa un circuito de electrodeposición (*electrowinning*) formado de dos celdas de 0.6m³ instaladas en paralelo, a través de las cuales continúan siendo electro-depositados el oro y la plata en cátodos de malla de acero inoxidable como cemento electrolítico conocido como proceso Zadra, la solución restante es drenada y bombeada al tanque de almacenamiento de soluciones de desorción. Al completar la desorción, el carbón será enviado a la unidad de reactivación de calor o al tanque de almacenamiento de carbón, desde donde puede ser bombeado al circuito de adsorción o para lavado de ácido.

3.2.7.4.6.- Fundición

El cemento electrolítico de oro y plata, será retirado de los cátodos y enviado a fundición donde es secado en un horno y luego fundido para producir barras doré que son almacenadas en una bóveda.

Los envíos de lingotes de oro dore, se realizarán con la participación de empresas contratistas especializadas en seguridad, traslado y custodia de valores, de acuerdo a las prácticas observadas en el Perú.

3.2.7.4.7.- Tratamiento de efluentes

El proceso de reactivación química producirá efluentes ácidos que requerirán neutralización y que requerirán especial atención:

- Neutralización de efluentes ácidos
- Tratamiento de efluentes de cianuro
-

3.2.7.5.- Áreas de apoyo

3.2.7.5.1.- Laboratorio de análisis químico

Este proyecto incluye un laboratorio químico para ensayos de oro y plata, las muestras sometidas a análisis, serán muestras sólidas (mineral, carbón, escoria y doré) o muestras líquidas (soluciones lixiviadas, soluciones de adsorción y desorción), en esta instalación se realizarán los análisis químicos y contará con las áreas de fundición, adsorción atómica, balanza, preparación de muestras; además de áreas de oficina, comedor y almacén.

3.2.7.5.2.- Mantenimiento

Este proyecto contempla la construcción de un taller de mantenimiento equipado con todas las herramientas y personal necesario. Esto asegurará el mantenimiento adecuado para mantener en perfecto estado el laboratorio y el equipo de la planta, así como también los generadores eléctricos y las instalaciones eléctricas.

3.2.8 Infraestructura y logística

3.2.8.1.- Acceso

Chama se encuentra en un lugar remoto, la ciudad más cercana es Antabamba, Capital de la provincia del mismo nombre, por lo tanto requiere de una logística bien planificada; durante la etapa de exploración el acceso fue desde la ciudad de Abancay que es la capital de la Región Apurímac, ubicada a 160km al noroeste del proyecto y a 3,500 m.s.n.m., en esta ciudad se ha considerado instalar una oficina encargada de las coordinaciones con el gobierno, reclutamiento y apoyo logístico en esta ciudad Figura N° 3.36

Se está considerando la construcción de una carretera afirmada desde Antabamba al proyecto, pasando por la mina Utupara, que acortaría el tiempo de viaje a 30 minutos, lo que permitiría establecer los campamentos en esta ciudad, para mejorar la calidad del alojamiento y servicios.

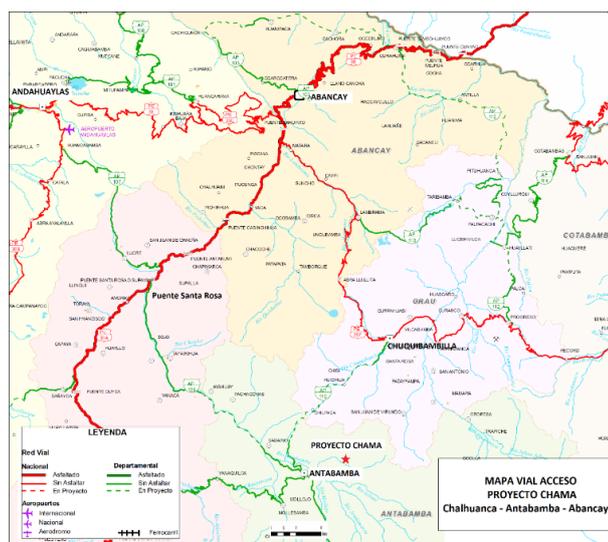


Figura N° 3.36 Vías de acceso al proyecto Chama

Fuente: Elaboración propia, mapa vial Apurímac, MTC

3.2.8.2.- Edificios e instalaciones

Todas estas instalaciones serán modestas y comparables con otras operaciones similares en Perú y Sudamérica, donde han demostrado que son funcionales y se pueden construir a bajo costo.

- **Oficinas.** Para el Gerente de mina, el Jefe de mina, el Jefe de planeamiento, Jefe y personal de Geología y oficina de RRHH., así como ambientes para el jefe de seguridad y el jefe de medioambiente, archivos, administración y recepción.
- **Almacén.** El almacén consistirá en un edificio de 240m², con un área exterior cercada de 200m² contigua al almacén principal,

- **Laboratorio.** Estará ubicado cerca al edificio principal y al almacén, La construcción de sus instalaciones se realizará con material prefabricado.
- **Alojamiento.** Se construirá un campamento para 120 personas. Cada edificio tendrá las comodidades básicas, para todos sus ocupantes.



Figura 3.37 Campamento en mina Corihuarmi – Yauyos/Lima-Perú

Fuente: Fotos del autor

- **Servicio de vigilancia externa e interna.** Se ha considerado que este servicio sea brindado por una empresa especializada.
- **Edificaciones del contratista de mina.** Se anticipa que el contratista minero, proveerá campamento y servicio de catering para su personal, almacenes, área de mantenimiento mecánico, lavadero de vehículos, almacenamiento de combustible y aceites así como el área de parqueo de camiones; el lavadero de camiones será construido de acuerdo a los requerimientos ambientales y estará ubicado cerca de la mina y del campamento del contratista.
- **Almacenamiento y distribución de combustible.** Estará ubicado próximo al área del almacén y del campamento del contratista, un camión cisterna transportará combustible a los equipos que no puedan movilizarse y que

se encuentren en la mina, incluyendo un tanque ubicado en el área de la planta.

- **Almacén de explosivos (polvorín).** La empresa deberá construir y operar un almacén de explosivos, estarán bajo el control del área de logística, y responsabilidad del área de minas,
- **Almacén de carbón y reactivos.** Se construirá un almacén techado para carbón de coco y reactivos a granel,
- **Mantenimiento planta y almacén de herramientas.** Un pequeño taller de aproximadamente 150m² será ubicado en el área de la planta de adsorción, con un área de trabajo techada para reparaciones menores,
- **Edificio del área de procesamiento.** La planta de adsorción, desorción y fundición compartirán el mismo edificio separadas por paredes por un tema de seguridad, tendrán accesos individuales, para la planta de adsorción, desorción y para la fundición.

3.2.8.3.- Comunicaciones

Se anticipa que se instalara un sistema de comunicaciones de telefonía IP e internet satelital, de ser posible, Las comunicaciones dentro de la mina serán a través de computadoras en red, e-mail y radios portátiles para comunicaciones entre la supervisión, operadores, seguridad mina, y supervisores de seguridad externa.

3.2.8.4.- Seguridad en las áreas de operación

Los alrededores de la planta, fundición y el almacén, las pozas de solución: rica, de grandes eventos y solución barren, así como las áreas cercanas a las zanjas serán cerradas por un cerco perimétrico de alambres.

- Se instalará un circuito cerrado de seguridad con cámaras de vigilancia y grabación en la fundición y en la planta de recuperación conectadas a una estación de monitoreo ubicada en la oficina del Gerente de Mina.
- Todos los edificios tendrán extintores de fuego estratégicamente ubicados en toda la estructura. Dichos extintores serán tipo multifunción, adecuados para todo tipo de fuego, incluidos el de electricidad o químico.

3.2.8.5.- Suministro de energía

Hay dos opciones para el suministro de energía eléctrica, una por generación diésel y la otra mediante la conexión al sistema eléctrico interconectado nacional desde la subestación eléctrica en Antabamba (13km del proyecto); Esta y otras alternativas, se analizarán a fondo durante el estudio de factibilidad.

La energía eléctrica sería proporcionada por Electro Sur Este (ELSE) desde la central hidroeléctrica de Chalhuanca, a través de la subestación de distribución eléctrica en la ciudad de Antabamba, y de allí al proyecto, cubriendo una distancia de 13 Km.

Por conversaciones con ELSE en la zona, se sabe que tienen disponible 2,000kw desde el 2013, en la subestación de Antabamba. Las características de la energía que proveería la subestación de Antabamba son las siguientes:

Suministro de energía vía subestación	22.9 kv., trifásica, fase 60Hz
Distribución local	480 V, 3 fase, 60 Hz
Baja tensión (iluminación, etc.)	220 V / 110 V, 1 fase, 60 Hz

También se ha considerado el suministro de electricidad para la operación empleando dos generadores eléctricos, uno en operación y otro de reserva. Estos trabajarán con diésel y cada uno de ellos tendría una potencia de 500 kW,

0.44 KVAC, 60 Hz, 3f @ 4,900 m.s.n.m. Ambos estarían instalados en una casa de fuerza en el área de operaciones.

Si se decide incluir una etapa de chancado en la operación, se tendría que dedicar exclusivamente un generador eléctrico adicional a este proceso.

La salida sería de 420 kw., 0.44 KVAC, 60 Hz, 3f a 4,800 m.s.n.m y sería colocado cerca del área de chancado. La tabla N° 3.23 muestra el requerimiento de energía en el proyecto.

Tabla N°3. 23 Requerimiento de energía eléctrica para el proyecto

Consumo de Energía	Capacidad Estimada KW
Proceso incluido bombeo	560
Lixiviación	215
Servicios	205
Otros procesos	50
Chancado	170
Suministro Campamento	50
Contratista Minero	50
Contingencia	200
Total	1,500

Fuente: Elaboración propia, data consultores

Se está considerando la instalación de un generador Diésel, para el suministro de energía en casos de emergencia, para no interrumpir el manejo de soluciones, proveer iluminación de emergencia y mantener las comunicaciones; la colocación de pararrayos, ha sido considerada por seguridad.

3.2.8.6.- Abastecimiento y distribución de agua

Se ha estudiado los registros históricos de precipitación en la zona de influencia del proyecto, de ello se concluye que en un año normal se requerirá de muy poca agua de recuperación (*make-up water*). El estanque de agua para grandes eventos acumulará agua durante la época de lluvia y ésta será empleada durante la época seca, con el objetivo de tenerlo vacío para cuando empiece la siguiente

temporada de lluvia. Entonces, el agua de recuperación principal será al inicio, cuando se requerirán alrededor de 12,000m³ al mes, y hacia fines de la temporada seca.

La fuente de agua más adecuada para el proyecto será estudiada por una empresa consultora en hidrogeología. Existe abundante agua en la zona inmediata al proyecto, que incluye al agua que discurre por las quebradas Japutani y Huayruruni, así como unas pequeñas lagunas estacionales, esto será estudiado con las autoridades del ALA Apurímac.

Otra alternativa por una fuente de agua, sería la perforación de pozos, para el bombeo de agua subterránea. Para este proyecto se ha estimado un consumo de agua de aproximadamente 1,000 m³/día.

3.2.8.7.- Disposición de aguas residuales y residuos sólidos

3.2.8.7.1.- Disposición de las aguas residuales

Se diseñaran sistemas de recolección de aguas residuales mediante tuberías, de las instalaciones de laboratorio, planta de recuperación; otro sistema colectara las aguas residuales del área de la oficina principal y campamentos. Cada sistema trasladará las aguas residuales a un tanque séptico con filtro biológico para procesar las aguas negras; estas unidades estarán diseñadas para no contaminar las aguas subterráneas, manantiales o arroyos existentes.

3.2.8.7.2.- Disposición de los desechos sólidos

Para el manejo de desechos sólidos, se incluirá una planta de acopio en el campamento, instalaciones para su traspaso y un depósito de materiales peligrosos para su almacenamiento temporal para ser transportados fuera del área de operaciones por una compañía certificada para su disposición final.

3.2.9.- Medio ambiente y permisos

3.2.9.1.- Requisitos para autorizaciones del gobierno peruano.

La legislación peruana que controla la actividad minera en el Perú, se rige por la “Ley General de Minería”, la cual comprende a todos los requisitos que se exigen para la aprobación de operaciones mineras.

Las siguientes entidades gubernamentales están a cargo en el proceso de autorización de la actividad minera:

- Ministerio de Energía y Minas (MINEM).
- Ministerio de Agricultura (MINAG - ANA).
- Ministerio de Cultura (MINCU).
- Ministerio del Ambiente (MINAM).
- Ministerio de Trabajo (MTPE)
- Superintendencia Nacional de Aduanas y Administración Tributaria (SUNAT)
- Superintendencia Nacional de los Registros Públicos. (SUNARP)
- Gobierno Regional de Apurímac
- Municipalidad Provincial de Antabamba.
- Autoridades locales de las comunidades o dueños de tierras; y

Para lograr la autorización de actividades de construcción y explotación de mina, requiere cumplir con lo siguiente:

1. Presentación de autorización anterior de exploración, DJ y DIA;
2. Estudio de Impacto Ambiental (EIA) que incluya los siguientes estudios, después de realizar la Factibilidad.
 - Estudio y evaluación Impacto social y acuerdo de no-objeción de la comunidad
 - Impacto ambiental
 - Uso de Suelos
 - Derechos de acceso
 - Derechos de agua
 - Autorización arqueológica
 - Contaminación y emisiones de gases

3. Revisión de estudio de factibilidad y de ingeniería básica;
4. Títulos de propiedad minera;
5. Títulos de propiedad de tierras o contratos de uso con los propietarios;
6. Una vez conforme con todo lo anterior, el MINEM otorgará un certificado de operaciones; y
7. La municipalidad local también deberá otorgar una licencia para operaciones basada sobre la aprobación otorgada por el MINEM.

Una vez cumplidas las condiciones, el MINEM tomará aproximadamente 6 meses para emitir su certificado de operaciones y enviará copias de la documentación a la oficina regional del MINEM, a la municipalidad y a la oficina del ministerio de agricultura ubicada en la región.

Hay un código que reglamenta la salud y seguridad ocupacional que define claramente los derechos y obligaciones de los empleados y la empresa. Una vez iniciadas las operaciones, se involucrarán otras agencias gubernamentales tales como el MINAM, ESALUD, MTPE y SUNAT.

3.2.9.2.- Estudio de línea de base ambiental social

La línea de base ambiental social, describe el área de influencia del proyecto o actividad, con el objeto de evaluar los impactos que pudieran generarse o presentarse sobre los elementos del medio ambiente.

El Estudio de: Línea de base ambiental y social comprenderá lo siguiente:

- Clima y calidad de aire;
- Geología y geomorfología;
- Suelos;
- Hidrología;
- Hidrogeología;
- Geoquímica;
- Paisaje;
- Ecología terrestre;

- Fauna;
- Ecología acuática;
- Componentes sociales:
 - Estudios de línea de base y alcance social
 - Estrategia de relaciones comunitarias
 - Cultural - arqueológico
 - Sistema de manejo de información ambiental.

Además se empleará la base de datos disponible de clima de las dos estaciones meteorológicas cercanas y registros de escorrentía y contención.

Una estación meteorológica automatizada será instalada en el proyecto en junio 2017, que recopilará Información como: velocidad y dirección del viento, temperatura máxima y mínima, humedad relativa, nieve y precipitación pluvial.

3.2.9.3.- Impactos ambientales

Serán definidos durante el EIA, y de conocimiento de las partes involucradas (comunidad y SMRL Frontera Uno), cuando se haya completado el Estudio de Factibilidad.

Tabla N° 3.24 Áreas potenciales de impacto ambiental

Áreas con Potencial Impacto Ambiental	
Impacto Potencial	Mitigación
Abastecimiento de agua	Comparando la disponibilidad de fuentes de agua en la zona, el volumen de agua a ser empleada en Chama será mínimo, se practicará al máximo el reciclaje.
Excedentes de agua	Cualquier excedente de agua, por eventos de precipitación pluvial excepcionalmente alta, será tratada para eliminar la toxicidad de cualquier residuo del cianuro u otro contaminante, luego será diluida, debiendo llegar a niveles bajos y benignos, según requerimiento de las autoridades reguladoras.
Contaminación de aguas subterráneas	La base del pad (pila) será revestida con geomembrana HDPE, sobre una base de arcilla; donde se instalarán sensores, tuberías de desagüe y canales de monitoreo siguiendo normas internacionales.
Emisión de cianuro	El empleo de cianuro será permanentemente monitoreado, para evitar toda posibilidad de fugas y emisión tóxica de cianuro al medio ambiente.
Polvo	El polvo producido por las operaciones mineras, se controlará mediante el regado con agua de los caminos y demás accesos, mediante un vehículo cisterna.
Desagüe ácido	Se están desarrollando estudios para confirmar que el mineral y el desmonte no son generadores de ácido. De detectarse generación de ácido durante las pruebas, el mineral será almacenado en los pads y se tomarán provisiones para encapsular el desmonte con rocas neutralizantes según normas de la práctica internacional.
Impacto visual	Las cumbres de los cerros de los afloramientos comprendidos en el tajo abierto del proyecto, disminuirán progresivamente de altura, al ser explotados por bancos hasta niveles inferiores. El material estéril o desmonte será depositado en una quebrada que no perjudicara el paisaje.

Fuente: Elaboración propia

3.2.9.4.- Rehabilitación

Para el estudio de prefactibilidad, se asume que una vez concluidas las operaciones, el área de la mina se dejará limpia, ordenada, bien drenada, con el botadero contorneado y cubierto con *top soil*. Igualmente, las pilas serán bien purgadas (lavadas), contorneadas, y cubiertas con *top soil*, si lo hubiera. La planta y todos los equipos se retirarán de la locación y la locación de la planta restaurada lo máximo como sea posible a su estado original.

Los requisitos de rehabilitación se detallarán como parte del estudio de factibilidad, dichos requisitos no se consideran costosos ya que el área requerida para el proyecto será relativamente pequeña y el drenaje de aguas ácidas de Mina (AMD) se espera que no sea un problema.

3.2.9.5 Plan de manejo ambiental

El Plan contemplado en el estudio de prefactibilidad, contiene las medidas dirigidas a controlar o mitigar los impactos que fueron identificados previamente como potenciales a partir de la implementación de las actividades del proyecto. Las medidas estarán en primer lugar dirigidas a prevenir los impactos, sólo en caso que estos no puedan ser prevenidos se implementarán medidas que permitan controlar o mitigar los impactos.

Se tomarán las siguientes medidas:

- Recuperación y almacenamiento de suelo orgánico, para su uso posterior en las actividades de cierre.
- Se moverán los suelos de las áreas estrictamente necesarias.
- Se realizará el mantenimiento periódico de vehículos y maquinaria.

- Las actividades se realizarán principalmente durante las horas del día a fin de reducir el impacto sobre la fauna (por el incremento de los niveles de ruido).
- El personal utilizará en todo momento el equipo de protección personal (EPP) y equipamiento especial de acuerdo a las actividades que realicen.
- Las labores de preparación, explotación, exploración, accesos, campamentos, talleres y oficinas no se ubicarán a menos de 50 m de los cursos de agua.
- El combustible será almacenado en un tanque, con un área y sistema de contención equivalente al 110% del volumen del tanque.
- Cada vez que se realice el trasvase de combustible o suministro a las maquinarias o equipos, se colocará debajo del equipo una geo-membrana para impermeabilizar el área y evitar su contaminación.
- Cada área donde se almacene o se esté suministrando combustibles, deberá contar con equipos de emergencias como extintores y materiales absorbentes.
- Se tendrán disponibles las Hojas MSDS (Datos de Seguridad de Materiales) y su contenido será de conocimiento del personal.
- Los aditivos, aceites y explosivos serán manipulados por personal autorizado, y de acuerdo con las especificaciones descritas en sus respectivas hojas MSDS.
- Los residuos sólidos y orgánicos serán dispuestos en un relleno sanitario.
- Los residuos sólidos inorgánicos, industriales no peligrosos y peligrosos serán manejados por una EPS-RS autorizada por DIGESA.
- Se realizarán la revegetación con las especies de flora silvestre de la zona.

- Se prohibirá la recolección de especies de fauna silvestre, caza o crianza de las mismas, estará prohibido la crianza de mascotas u otros animales domésticos.
- El objetivo del Plan de Relaciones Comunitarias, será construir y mantener buenas relaciones sostenibles con la comunidad y población, basadas en la confianza mutua, transparencia y respeto, en concordancia con lo establecido en el D.S. N° 042-2003-EM.

3.2.10.- Relaciones comunitarias

La minería en el Perú es una de las actividades económicas más controversiales, debido a la gran desconfianza que se ha generado en muchas comunidades del interior del país. Las comunidades, situadas en las zonas de influencia directa o indirecta de los proyectos mineros, han conseguido paralizar y postergar grandes inversiones; por esta razón, para afrontar los conflictos sociales relacionados con la minería en el Perú es necesario buscar formas de solución que incluyan los aspectos sociales, económicos, culturales y ambientales.

Perú es el segundo productor de plata, el tercero de zinc, el cuarto de plomo, el quinto de cobre y el sexto de oro. A pesar de contar además con otros recursos naturales, como gas natural, pesquería y recursos forestales, el Perú continúa siendo un país pobre. Más aún, el sector minero se caracteriza por la falta de confianza entre sus principales actores y es propenso a ser escenario de conflictos sociales.

El centro poblado más cercano en el área de influencia del proyecto, es la comunidad de Huaquirca ubicada aproximadamente a 10 km al suroeste, con una población de 600 habitantes, quienes se dedican en su mayoría al pastoreo

de ganado ovino, vacuno y camélido, con numerosas cabañas itinerantes de pastoreo por el distrito. Las relaciones con la comunidad de Huaquirca han sido excelentes desde los tiempos de Corrientes Resources, Minera IRL y Chancadora Centauro, se ha fomentado esta relación y las empresas mineras involucradas en las anteriores campañas de exploración, han realizado diversos aportes a la comunidad, principalmente al sistema escolar, educativo y de salud, debido a que miembros de la comunidad han estado involucrados en los diversos programas de exploración y perforación con las compañías mineras que han explorado el área. En el 2004 la comunidad de Huaquirca firmó un acuerdo con MIRL para la utilización de 1,200 hectáreas para efectos de la exploración explotación por 10 años, este mismo acuerdo ha sido prorrogado por 10 años adicionales (hasta el 2024).

Se anticipa que se implementará un programa de capacitación de habilidades, además de incorporar a personal proveniente de la comunidad de Huaquirca. El corto tiempo de vida útil de la mina (8 años), no representa un problema, por lo que se promoverá y facilitará la construcción de espacios y agendas para el diálogo sobre las actividades de la mina, el medio ambiente y el desarrollo sostenible, procurando acercamientos entre los actores involucrados en cada realidad local, para ello se deberán formar comisiones, que se encarguen de realizar estas actividades.

3.2.10.1 Dimensión social de la minería

Se realizó trabajo de campo, en más de 4 comunidades, anexos y pequeños centros poblados en el área de influencia del proyecto. En todos los casos se trató de poblados rurales con distintos niveles de comunicación, incluyendo

algunos muy aislados, con el objeto de identificar sus necesidades, situación, y posibilidades de crecimiento social, cultural y desarrollo como pequeñas empresas familiares y comunales.

Se aplicaron encuestas a las familias que habitan en estas comunidades, y se sostuvieron entrevistas con líderes comuneros. La selección de los casos se hizo de modo tal que se cubriese todas las etapas del proceso minero, para que los comuneros se identifiquen con la actividad minera, tomando nota de sus perspectivas con respecto a la creación de una nueva mina en su área, y su relación con las minas Utupara y Santa Rosa, ambas muy próximas a sus centros poblados.

Si bien está emergiendo una corriente de opinión popular en contra de la minería, la población entrevistada mostró capacidad de análisis objetivo, descarnado, agudo y propositivo sobre las acciones que el Estado y ellos mismo para cambiar la situación actual de pérdida de oportunidades de superación económica y social.

3.2.10.2.- Perfil social del proyecto

Los trabajos realizados por el área de comunidades, en líneas generales tienen por objeto: Mejorar la calidad de vida del poblador local circundante al proyecto para permitir su crecimiento económico e incrementar el valor agregado a su producción, mejorando los estándares de vida de la población y disminuir el número de desempleados en la zona.

3.2.11.- Implementación del proyecto

3.2.11.1.- Plan de ejecución

Chama es un proyecto bastante modesto en tamaño y nada complejo. Se anticipa que la empresa designará un equipo de gerencia del proyecto, conformado por un gerente de proyecto, un gerente de construcción, ingenieros y consultores apropiados. La disposición de la locación así como las áreas de trabajo serán diseñadas por un consultor bajo la supervisión del gerente de proyectos.

Los componentes principales serán licitados y sub-contratados; estos paquetes incluirán:

- Obras civiles y caminos en la locación;
- Labores de minado, perforación y voladura
- Carguío, transporte y chancado de mineral del tajo a los pads de lixiviación.
- Alojamiento, oficinas, instalaciones del laboratorio, almacén y taller;
- Canchas y pozas de soluciones rica, estéril y de grandes eventos;
- Infraestructura para el tratamiento metalúrgico;
- Suministro de agua; energía y
- Servicios eléctricos y comunicaciones.

El papel principal del equipo de gerencia del proyecto, abarcará la administración de contratos, coordinación, cumplimiento del cronograma y control de costos; se espera contratar al personal de operaciones clave con bastante anticipación al inicio de actividades, su participación será en la planificación de la producción, y coordinación con los contratistas.

En el cronograma de desarrollo de Chama, el proyecto se encuentra en la etapa de ejecución y se espera desarrollar la “Línea de base del estudio ambiental”. Existe un requisito del gobierno de presentar cuatro trimestres de información

antes de poder presentar el EIA y el estudio de factibilidad para obtener la licencia de construcción y permiso de operaciones. Se anticipa que se otorgará el estudio de líneas de base y el EIA a una empresa especializada, debiendo de estar completado para febrero del 2017.

Todos los estudios técnicos están programados para estar concluidos en octubre del 2016 para que pueda completarse el estudio de factibilidad en noviembre del 2016. El estudio de factibilidad sera otorgado, a una compañía de ingeniería independiente, quienes reciban toda la información del equipo de desarrollo y consultores. Se contempla que la empresa, asignará este rol para marzo del 2016. Todos los informes técnicos para cumplir con las condiciones de la regulacion canadiense NI 43-101, deberán estar completados para octubre del 2016.

Se espera que para finales del primer trimestre del 2018 el proyecto Chama este en condicones de producir su primera barra de oro, y que esto influirá en la recaudación de fondos para el financiamiento del desarrollo final de la mina. Todas las licencias y financiamientos pendientes, como pagos diversos, se completarán para junio del 2017. Se anticipa un periodo de construcción de seis meses y el reclutamiento del prersonal y contratistas, que se espera tener completo para fines del 2017, lo que permitira que el 2018 sea un año completo de producción.

3.2.11.2.- Cronograma

Un cronograma para el desarrollo del estudio de la prefactibilidad, estudios ambientales, permisos y desarrollo del proyecto se muestran en la Figura N° 3.38

3.2.12.- Cierre de mina

Concluidas las labores de explotación, se procederá a clausurar las labores realizadas desde la etapa de exploración, desarrollo, construcción y explotación de la mina, incluyen el tajo abierto (*pits*), Canchas de lixiviación (*pads*), pozas o estanques de soluciones, edificaciones, caminos etc.; así como todas las áreas afectadas por la actividad minera relacionada al proyecto, dando estricto cumplimiento a lo recomendado para estos trabajos en la Guía Ambiental para el cierre y abandono de minas del Ministerio de Energía y Minas, el cual enumera las acciones destinadas a adoptar las medidas necesarias antes, durante y después del cierre de operaciones, con la finalidad de eliminar, mitigar y controlar los efectos adversos al área utilizada o perturbada por la actividad minera, para que esta alcance características de ecosistema compatible con un ambiente saludable, adecuado para el desarrollo biológico y la preservación paisajista.

3.2.12.1.- Base legal

En el Perú las actividades de cierre de minas está regulado por los dispositivos legales: - Ley N° 28090 – Cierre de Mina.

- D.S. N° 014-92-EM. Texto Único Ordenado de la Ley General de Minería.
- R.M. N° 011-96-EM/VMM, Niveles Máximos Permisibles para afluentes minero metalúrgicos.
- Guía Ambiental para el Cierre y Abandono de Minas-DGA
- D.S N° 028-2008-EM, Reglamento de Consulta de Participación Ciudadana y las normas que regulan el proceso según R.M N° 304-2008-MEM/DM.
- D.S N° 020-2008-EM. Reglamento de Actividades de Exploración
- Reglamento para el Cierre de Minas, D.S. N° 033-2005- EM.
- Decreto Supremo N° 039- 2005-EM 2005,

- D.S N° 059-2005-EM, Reglamento de Pasivos Ambientales Mineros, incluyendo su modificatoria según D.S N° 059-2005-EM.
- Decreto Supremo N° 024-2016-EM Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería
- LEY N° 29338- 2009 Ley de recursos hídricos
- Decreto supremo N° 029-2016-EM, Modifica la Disposición Complementaria Transitoria del D.S. N° 024- 2016-EM, que aprobó el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería.
- DL 246 Medidas de simplificación administrativa

Todas estas regulaciones tienen por objeto:

- Proteger el medio ambiente, la salud pública y seguridad mediante la rehabilitación de las superficies del terreno y cursos de agua alterados a una condición estable.
- Revegetar la tierra, en donde sea posible, a un estado auto sostenible usando especies de plantas adecuadas.
- Restaurar los cursos de aguas a una condición estable para lograr los objetivos en cuanto a la cantidad y calidad de agua a largo plazo.
- Evitar el potencial de impactos adversos futuros en la calidad del aire por medio de la rehabilitación.

3.2.12.2.- Criterios y actividades para el cierre de minas

El plan de monitoreo durante los períodos de cierre y post- cierre, incluirán el mantenimiento de las instalaciones y el monitoreo de las condiciones ambientales; teniendo en cuenta los aspectos sociales que el proyecto abordará como parte del planeamiento de cierre.

El Plan de rehabilitación y cierre será desarrollado con suficiente detalle en el estudio de factibilidad; en él se describirá cómo se restaurará el lugar a la

condición lo más parecida posible a la calidad ambiental previa a la mina; así cómo va a prevenir a perpetuidad, la liberación de contaminantes tóxicos de las distintas instalaciones de la mina (como el tajo abierto, las canchas de lixiviación, botaderos de desmonte, pozas de soluciones y edificaciones); así cómo se asignarán fondos para asegurarse que los gastos de rehabilitación y cierre sean cubiertos.

En la tabla N° 3.25 se enumeran las acciones que deberán tomar para el plan de cierre de mina del proyecto Chama.

Tabla N° 3.25 Plan de cierre de mina (Elaboración propia)

Plan de Cierre de la Mina Chama		
Lugar de operación	Problema o riesgo	Medidas de cierre
Actividad previa a la explotación del tajo	Cursos de agua subterránea	Inicialmente el tajo se excavará por encima del nivel de la napa freática, posteriormente la explotación se realizara debajo del nivel freático y se espera el ingreso el agua a dicho tajo.
Tajo abierto (open pit)	Inestabilidad geomecánica. Presencia de agua subterránea y superficial.	Estabilización de taludes, encapsulamiento con material oxidado y la construcción de un canal de coronación.
Botaderos (waste dump)	Inestabilidad geomecánica. Erosión y formación de aguas ácidas.	Estabilización de taludes (conformar banquetas), canal de escorrentía y la cubierta de top soil.
Pila de lixiviación (Leach pad)	Inestabilidad geomecánica. Erosión y formación de aguas ácidas.	Neutralización del pad y estanques, Estabilización de taludes, recubrimiento de arcilla, recubrimiento con top soil, canal de escorrentía y revegetación.
Fundición, columnas colectoras de carbón activado e instalaciones de bombeo.	Contaminación del suelo.	Retiro de sustancias químicas, desmontaje de equipos, demolición de la planta, nivelación y rehabilitación del lugar.
Instalaciones de servicio	Alteración del medio ambiente, contaminación del suelo.	Desmontaje de transformadores, grupos electrógenos, de equipos de mantenimiento, desinstalación de cables eléctricos, de cables de comunicación, desinstalación de accesorios eléctricos, accesorios sanitarios y de comunicación, desmontaje solamente de campamentos prefabricados, retiro de postes eléctricos y de comunicación y la rehabilitación de caminos, se deja tramos para uso continuo de las comunidades.
Agua, aire y tierra circundante a la mina	Contaminación del agua, aire y tierra	Mantenimiento de los canales, mientras el monitoreo estipula el análisis de agua, del aire y la estabilidad física del terreno en los botaderos y en la pila de lixiviación.

Fuente: Elaboración propia

Estas actividades serán consideradas en el estudio de factibilidad del proyecto.

3.2.12.3.- Cronograma para el cierre de mina.

Para la realización del presente estudio de prefactibilidad se ha tomado como referencia, lo proyectado para la mina Corihuarmi de Minera IRL, por tener características similares. Se prevé que la regeneración de los terrenos requerirá aproximadamente un año después del cese de operaciones. Durante este tiempo se requerirán aproximadamente nueve meses para lavar los *pads* o pilas de mineral lixiviado y neutralizar las soluciones del proceso.

La etapa de cierre se considera en 3 fases Figura N° 3.39

- Fase progresiva durante el desarrollo de la explotación
- Fase de cierre final y
- Fase de post cierre.

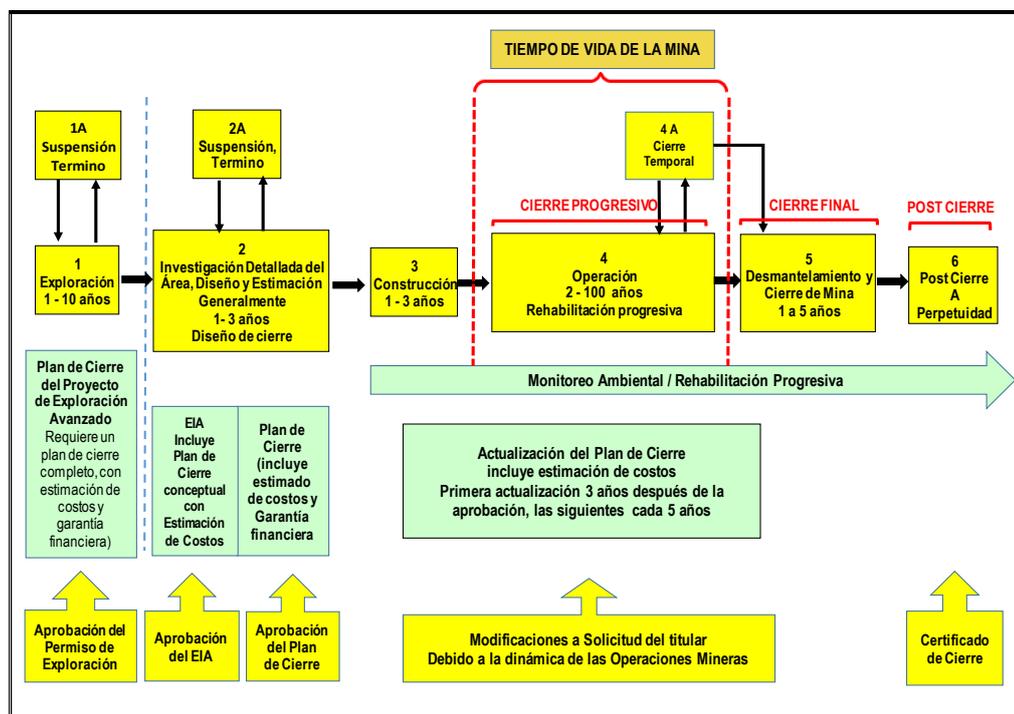


Figura N° 3.39 Etapas y plan de cierre de un proyecto minero (Elaboración propia)

Para el presupuesto del plan de cierre, hemos asumido los costos proyectados en el estudio de factibilidad de la mina Corihuarmi los mismos que se encuentran en el orden de US\$ 2 millones de dólares americanos.

CAPITULO IV

RESULTADOS DEL ESTUDIO DE PRERFACTIBILIDAD

4.1 Capital de inversión estimado

El monto de inversión calculado para el desarrollo del proyecto Chama, es consistente con los estándares de un estudio de pre-factibilidad, particularmente en los costos mayores, los consultores externos han jugado un papel decisivo en proporcionar costos que han sido desarrollados a partir del diseño conceptual, distribución y cotizaciones de materiales y equipos.

Para el presente estudio de prefactibilidad, se han considerado costos estimados en abril/mayo 2016, los mismos que se han empleado en las estimaciones del presupuesto y, en otras áreas, por lo que se ha hecho una asignación provisional. Dichas aplicaciones provisionales, generalmente han sido basadas sobre costos reales de operaciones existentes o costos de proyectos de estudios similares.

Los montos de inversión han sido comparados con otras operaciones de lixiviación que se han visitado en Perú, las visitas a Corihuarmi, Quicay y Tucari, han resultado de mucha utilidad. El informe de investigación y escrito por Dan Kappes, titulado "Precious Metal Heap Leach Design and Practice" ("Diseño y Práctica de Lixiviación en Pila de Metales Preciosos") (2002), en el cual se estudiaron 36 operaciones también ha sido de gran ayuda para proyectar los costos del proyecto.

El enfoque dado al proyecto tiene una importante implicancia en el resultado de los costos. Esta es una combinación de la aplicación de tecnología conservadora y ejecución de un proyecto rentable. Concretamente el proyecto se ha dividido en varios paquetes que serán otorgados a contratistas especializados. Por ejemplo, las canchas y estanques se licitarán y otorgarán como un paquete específico al igual que la parte de tratamiento y minado.

4.1.1.- Costos directos

Específicamente se refieren a costos asociados directamente a las actividades de producción, la cual se desarrollará mediante contratistas especializados. Los costos directos se han obtenido de numerosas fuentes, incluyendo estudios específicos realizados por, AMEC, BISA, KCA y Eléctricas de Medellín Perú SA, cálculos comparativos y cálculos desarrollados por MIRL. Los costos directos de capital se resumen en la Tabla N° 4.1.

Tabla N° 4.1 Costos directos estimados

COSTOS DIRECTOS (Incluye IGV)	
DESCRIPCION	Costo Estimado US \$
010 - Caminos de acarreo	909,900
020 - Construcción de Pads y Ponds	2,258,400
050 - Vertedero de Residuos Sólidos	141,300
100 - Chancado	1,026,700
310 - Pilas de Lixiviación	423,800
320 - Adsorción	424,600
330 - Elución y Recuperación de Oro	260,700
340 - Manejo de Carbón	389,800
400 - Fundición y Refinación	336,700
600 - Sistema de distribución de agua	226,300
800 - Reactivos	133,800
900 - Componentes auxiliares, Edificios, Equipos y Vehículos.	2,311,100
910 - Energía eléctrica	624,000
920 - Vías de Acceso / vertedero de residuos	636,500
SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS	10,103,600

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.- Costos Indirectos

Son aquellos costos asociados con la ejecución del proyecto. Estos se presentan en la Tabla N° 4.2

Tabla N° 4.2 Costos indirectos estimados

COSTOS INDIRECTOS (Incluye IGV)	
DESCRIPCION	Costo Estimado US \$
Envios	232,400
Mobilización / Desmovilización Contratista Mina	874,200
Capital de trabajo, Inventario Inicial	1,163,000
Costos de los Propietarios	831,800
EPCM	416,500
EPCM, QA/QC, supervisión	360,100
SUBTOTAL COSTOS INDIRECTOS	3,878,000

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 5.2 se observa, que el costo del EPCM (Engineering, Procurement, Construction Management) es modesto. Esto es consistente con el plan de licitar las actividades del proyecto en pequeños paquetes. Sin embargo, los contratos mayores tienen sus propios costos de EPCM incluidos, y esta provisión bajo costos Indirectos es para el manejo del proyecto dentro de la empresa por un equipo de gerencia, conformado por un gerente de proyecto, un gerente de mina y un Ingeniero de costos por un período de 9 meses, más un limitado número de planos de distribución y diseños en la locación. A manera de comparación, el costo EPCM reportado para el proyecto Corihuarmi fue de US\$776,700, el mismo que tiene un enfoque y características similares.

Los elementos del costo de capital han sido comparados con otras operaciones. La referencia de mayor importancia es el costo por metro de construcción del *pad*, ya que esta parte del proceso de lixiviación es el mayor impulsor del costo de capital. La mayoría de paquetes incluyen una contingencia o bien se basan

en montos globales presupuestados. Existen áreas donde pueden hacerse ahorros iniciales aunque algunos de estos se reflejarían en costos operativos más altos.

Hay áreas donde se pueden reducir costos de capital, y que pueden estudiarse mejor durante el estudio de factibilidad, incluyendo el chancado (Chancadora nueva o de segunda uso o sin chancado) y apilamiento contratado con camiones volquete (ahorrando US \$1M), construyendo la planta de procesos desde su inicio por la propia empresa en vez de ser construido y recibido como paquete (ahorro de US \$0.5 - US \$0.75M) o incluso optimizar el desbroce de desmonte afuera de la locación (ahorro de US \$1.2m), diseño optimizado de la cancha y conexión a la red del sistema eléctrico interconectado nacional, para evitar el consumo de generación eléctrica mediante generadores diésel en la locación.

4.1.3.- Monto de inversión consolidados

Son costos de pre-producción y capital circulante la contingencia se encuentra incluida en el costo final. La Tabla N° 4.3

Tabla N° 4.3 Costos consolidados de inversión

Costos consolidados de inversión		
Costo de Capital	Costo estimado US\$	Actividades
Planta	5,733,700	Chancado, adsorción, elución, EW, fundición de oro, regeneración y laboratorio
Obras civiles	1,687,700	Accesos, rampas, campamentos, oficinas, generación eléctrica
Pilas de lixiviación (pads y ponds)	2,682,200	Construcción de pads, ponds (Pilas de lixiviación) y rampas
Activos intangibles	1,106,600	Licencias, BA, Costos indirectos, movilización y desmovilización
Capital de Trabajo	1,163,000	Primeros 4 meses de operación
EPC, Supervisión QA/QC	776,600	Contratista
Contingencia propietario	831,800	Fondo para emergencias del propietarios
Plan de Cierre		Cierre progresivo
Total inversión	13,981,600	

Fuente: Elaboración propia

Capital de trabajo de US \$ 1'163,000, se ha calculado sobre la base de financiar cuatro a seis meses de operación, sin utilidad alguna de la explotación inicial del yacimiento. Esto se muestra en la Tabla N° 4.3 como el monto de inversión y se le incluye en el modelo financiero.

4.1.4.- Capital de contingencia

El componente principal de este capital en el proyecto Chama, es la construcción de la ampliación de la cancha o pila de lixiviación. El diseño inicial tiene una capacidad de 10Mt para los cinco primeros años de vida de la mina, para esa oportunidad ya se deben de tener lista la 1ra fase de ampliación de la 2da ampliación para completar los 16Mt programadas, en caso de ubicarse nuevas reservas, se tendría que realizar una ampliación adicional.

Generalmente el *pad* cuesta entre \$15 y \$25/m², el estimado generado por KCA para Corihuarmi fue de \$25/m², pero esto incluye el EPCM y una contingencia del 15%, sobre esa base, la comparación está en línea con la construcción de canchas de lixiviación en zonas remotas; podría haber una oportunidad para reducir este costo durante el estudio de factibilidad especialmente al reducir la cantidad del material a ser removido

4.1.5.- Rehabilitación y valor de recupero

El costo de rehabilitación no ha sido elaborado para los fines del estudio de pre-factibilidad. El impacto del proyecto es bastante pequeño y el costo principal de rehabilitación implicará: la recuperación y adecuación de los botaderos de desmonte, canchas de lixiviación y, demás áreas afectadas para luego ser cubiertas con *top soil* y siembra de pastos. Para esto se ha asignado una provisión de US \$500,000, dentro del programa del plan de cierre progresivo.

Tomando en cuenta la vida relativamente corta de la mina calculada en 8 años, se espera cierto valor de recuperó, esto provendría de la recuperación de la infraestructura y el equipo que puede ser fácilmente vendido o trasladado a otra locación, por ejemplo la chancadora, laboratorio, columnas de carbón activado y sistema de recuperación, fundición, equipo de electrodeposición, campamentos, grupos electrógenos y otros equipos. Se ha asumido un valor de recuperó de US \$2M al término de vida de la mina.

4.1.6.- Referencias comparativas

Cada proyecto es diferente, las comparaciones no son exactas; sin embargo, el cálculo comparativo es sumamente valioso, particularmente en aquellas que presentan similitudes en tamaño, diagramas de flujo, logística, locación, etc., para ello se han realizado, visitas a unidades mineras similares, particularmente Corihuarmi, Quicay y Tucari; así mismo se ha empleado los conceptos del artículo “Diseño y Práctica de Lixiviación en Pila de Metales Preciosos” compilado por Dan Kappes en el 2002. La tabla 4.4 Muestra los costos de diferentes proyectos, con los que se ha comparado el proyecto Chama, todos ellos ubicados a mas de 4,800m de altura.

Tabla N° 4.4 Comparaciones de operaciones mineras con Chama

Comparación de costos de operación				
Centro de Costo	Proyecto			
	Chama	Corihuarmi	Quicay*	Tucari*
Procesamiento Anual	2Mt	1Mt	2.2Mt	4.9Mt
Minado material estéril	1.55	1.55	0.85	2.16
Minado Mineral, Mineral + Desmonte*	2.88	2.83	1.02	2.59
Procesamiento Metalúrgico	1.56	2.34	0.61	0.70
Administración y Gastos generales	1.91	1.62	0.28	0.40
Total US\$ / tonelada de mineral	6.35	6.79	1.91	3.69

Fuente: Elaboración propia

Los principales componentes para una operación de lixiviación, son los *pads* y estanques (pozas). El costo de construir y revestir una cancha está en el rango de US\$10-\$15/m². El costo proyectado para Chama es de \$15 /m², esto incluye EPCM y un 15% de contingencia. Eliminando la contingencia el costo baja a \$13/m² lo cual encaja bastante bien en el rango de costos comparativos.

La principal diferencia al comparar costos de capital de diferentes operaciones es el formato de informe. Los costos generalmente son clasificados de diferentes maneras por las empresas mineras y hay cierta cantidad de costos de capital diferidos a costos de explotación. Por ejemplo, una práctica común es la de mantener una cuenta diferida de *waste stripping* que será descargada contra operaciones en vez de considerarlo como desmonte de pre-producción. Otro ejemplo es la construcción en desarrollo de canchas como costo de explotación como es el caso en Quicay.

4.1.7.- Oportunidad para la reducción del gasto de capital

Al comparar la inversión de capital de Chama con otros proyectos, se observa que es modesto. En realidad, uno fácilmente podría argumentar que el costo proyectado para Chama es relativamente alto en comparación con otras operaciones que han sido evaluadas, indicando que hay espacio para una reducción importante de los gastos de capital.

Una alternativa para implementación del proyecto es la del "*boot-strap*" (trabajar con el mínimo de recursos). Esto es muy común y se basa en que el proyecto comience a pequeña escala y use sus utilidades para expandirse. Este planteamiento no se está sugiriendo para Chama debido mayormente al plazo de ejecución un poco más largo y las ineficiencias resultantes, tales como

utilización de equipo pequeño, instalaciones no-optimizadas, costos de explotación más altos y finalmente una inversión más alta. Cabe mencionar, sin embargo, que este planteamiento ha sido empleado exitosamente por Andean American en su mina Santa Rosa al norte de Chama, donde la producción ha aumentado paulatinamente hasta 17,000oz /Au anuales. En este caso, muy poco capital fue requerido para su puesta en marcha, que está en el orden de dos o tres millones de dólares. Otra mina importante, coincidentemente también llamada Santa Rosa, ubicada en la zona de Huamachuco en el norte central del Perú operada por la familia Sánchez Paredes, ha trabajado de esta manera durante la última década a una tasa de producción de 180,000oz Au/anuales. Las áreas donde es posible ahorrar capital en Chama, y que serán discutidas con más detalle durante el estudio de factibilidad, son las siguientes:

- **Chancado** El cálculo actual es que una chancadora de quijada de segunda mano se puede comprar e instalar por alrededor de US \$300,000. Sin embargo, no se descarta que esta función sea realizada por un contratista.
- **Apilamiento** El concepto original era el de levantar la pila mediante descarga directa del mineral desde la parte superior del *pad*, en un esfuerzo por eliminar el doble manipuleo después del chancado mediante una faja transportadora y así ahorrar cierto costo de acarreo. y la descarga superior eliminaría este costo. Otra vez, un paquete completo de minado, chancado y apilamiento por un contratista será estudiado y presupuestado durante el estudio de factibilidad.
- **Pads (pilas) y estanques.** No se ahorrarán esfuerzos en el diseño de las canchas y pozas (estanques) ya que estos contienen la solución portadora de

oro y es el principal resguardo ambiental con respecto a la descarga de líquidos tóxicos en una posible eventualidad. Sin embargo, el costo por metro cuadrado es relativamente alto en comparación con algunas otras operaciones y será necesaria una revisión detallada de los costos. Por ejemplo, una gran parte del costo estimado del *pad* y estanques es para excavación y habría la posibilidad de hacer ahorros en esta área tras una revisión de la ubicación y forma de los estanques;

- **Proceso** Se ha tomado un enfoque simplista de bajo riesgo en la sección de proceso, al asumir que la construcción de la planta completa desde las bombas de solución hasta las barras de oro, será suministrada, instalada por proveedores, consultores externos como internos y que también será construido de manera tal, que pueda ser trasladado en su totalidad, a otra operación al término de vida de la mina. Una opción es adquirir todo el equipamiento para la planta metalúrgica de procedencia nacional, de buena calidad, aunque los precios no son muy competitivos, el problema en la importación de un paquete, aun siendo éste ensamblado en Lima con ciertas partes locales, serían los impuestos de importación los que aumentarían el costo; aún más para ahorrar capital sería la de solamente cargar el carbón in situ y proceder a la recuperación del oro en mina; esto ahorraría más de US \$1m con la instalación de una planta de desorción, que podría construirse después de la puesta en marcha una vez establecido un flujo de caja, previamente se estaría transportando el carbón cargado con oro a Lima.
- **Infraestructura.** Se evaluará el suministro de energía eléctrica, entre los generadores diésel de menor precio, pero con alto costo de generación de

energía, contra el costo de una línea de transmisión de la red y el menor costo de energía. Esto se estudiará con más detalle durante el estudio de factibilidad.

De todo lo expuesto, se puede percibir que hay potencial para un ahorro de aproximadamente US \$2M o más en el gasto de capital directo. Pero por lo menos algo de esto se agregaría al costo de explotación.

4.2.- Costos de operación

4.2.1.- Base para los costos de operación

Los costos de operación han sido obtenidos en base a cotizaciones, costos locales donde fue posible. La información de sustento para el resumen de costos operativos, se presenta en la siguiente tabla.

Tabla N° 4.5 Costos operativos

Proyección de costos de operación Chama		
Centro de Costos	Promedio US \$/t	Mineral US \$ / Oz
Mina	2.884	349.89
Metalúrgia	1.560	148.24
G&A	1.912	206.95
Costo \$/Oz Au	6.356	705.08

Fuente: Elaboración propia

Nota: El costo de minado variará según volumen de *stripping* requerido en un año en particular.

Los costos de minado, son el promedio de cotizaciones de diversos contratistas mineros, se ha empleado como referencia los costos de operación de la mina Mina Corihuarmi. Los costos de mano obra están basados en una fuerza laboral de 90 hombres, con un sobre costo del 30%. Las tarifas de mano de obra son similares a las de otras operaciones peruanas tales como Corihuarmi, Quicay y Tucari.

La adición de reactivos será, como fueron proyectadas por Certimin (antes CIMM Perú) empleando los costos de suministros locales vigentes.

Los costos de energía eléctrica se han estimado US \$ 0.07/kWh, el mismo que es un costo estándar en el sistema eléctrico interconectado nacional

4.2.2.- Dotación de personal

Los recursos humanos requeridos para las operaciones mineras son un total de 44 empleados de los cuales 7 son supervisores directos y 13 técnicos, pertenecientes a la planilla de la empresa. La Tabla N° 4.6 muestra la mano de obra propuesta para la mina, staff y costos de salarios (incluidas las cargas sociales).

Tabla N°4.6 Chama Personal proyectado y costo asociado

PROYECTO CHAMA DOTACION DE PERSONAL NIVELES Y ESCALA DE SUELDOS Y SALARIOS						
Área	Remuneración Base Anual			Costo total		
Título del trabajo	Numero	Salario Anual US \$	Por Hora US \$	Cargas US \$	Total US\$	Costo Total Anual US\$
MINA (Compañía)						
SUPERVISION & INGENIERIA						
Ingeniero Jefe de mina	1	48,000		26,004	74,004	74,004
Geólogo	2	30,000		15,815	45,815	91,630
Topógrafo	2	18,000		9,489	27,489	54,978
Dibujante GIS	2	12,000		6,326	18,326	36,652
SUBTOTAL MINA (Compañía)	7					257,264
PROCESOS						
Supervisión						
Jefe de Procesos	1	48,000		26,004	74,004	74,004
Empleado Metalurgista	1	7,200		3,796	10,996	10,996
Capataz de procesos y mantenimiento	3	30,000		15,815	45,815	137,445
Chancado						
Operador Chancadora Primaria	2		7,254	3,778	11,032	22,064
Obrero de guardia	1		6,444	3,356	9,800	9,800
Heap Leaching						
Operador Heap Leaching	3		7,254	3,778	11,032	33,096
Operador de reactivos	1		7,254	3,778	11,032	11,032
Grupo de Tuberos	4		6,444	3,356	9,800	39,200
Planta de recuperación						
Operador Planta de Recuperación	3		7,254	3,778	11,032	33,096
Operador de refinería	1	24,000		12,652	36,652	36,652
Grupo de obreros	3		6,444	3,356	9,800	29,400
Mantenimiento planta de Procesos						
Mecánico/Soldador	2		8,836	4,602	13,438	26,876
Ayudante Mecánico	4		6,444	3,356	9,800	39,200
Electricista/Técnico Instrumentación.	2		8,836	4,602	13,438	26,876
SUBTOTAL PROCESOS	31					529,737
LABORATORIO						
Jefe Metalurgista	1	30,000		15,815	45,815	45,815
Químico	1	18,000		9,489	27,489	27,489
Técnico Laboratorista	1	7,200		3,796	10,996	10,996
Preparador de muestras	3		6,444	3,356	9,800	29,400
SUBTOTAL LABORATORIO	6					113,700
TOTAL	44					900,701
TOTAL, US \$/t						0.45

Fuente: Elaboración propia

El régimen de trabajo del personal de compañía será atípico propio del sistema minero, esto supone 20 días de trabajo seguidos por 10 días de descanso. Se ha asumido un sobre costo del 50% sobre la base de otras operaciones en Perú tales como Corihuarmi, Quicay y Tucari.

Se ha asumido que la empresa, proveerá alojamiento y servicios de comedor a su personal por intermedio de contratistas, no incluirá al personal de la contrata minera. El costo de \$10/hombre día por servicios se ha empleado sobre la base de la experiencia de otras operaciones en Perú. El costo en Corihuarmi es de \$10/hombre día y en Tucari de \$8/hombre día.

4.2.3.- Mina

En el caso base para el estudio de pre-factibilidad, se asume que las labores de minado las realizara un contratista, el cual prevé una fuerza laboral de 60 hombres trabajando dos semanas por una de descanso de 6 días, en dos turnos (día y Noche). La flota consiste de 12 camiones, excavadora, bulldozer, niveladora, perforadora hidráulica y camión cisterna de agua. Se asumió un costo de US \$3.5/ Galón de combustible diésel. El costo estimado por metro cúbico de material roto (BCM) fue de US \$0.82 para perforación y voladura y US \$2.61 para carguío y acarreo por un total de US \$3.49/BCM. Empleando una densidad de 2.25 esto equivale a US \$1.55/tonelada.

Se realizará una licitación durante el estudio de factibilidad, esto podría resultar en algún ajuste al precio base, para la selección definitiva de la ubicación del ROM de la chancadora y por ende la distancia de acarreo. Se desarrollará un escenario mina-propietario paralelo al caso base de mina.

Adicionalmente al precio contratado, Frontera Uno, incurrirá en algunos costos asociados como supervisión, control topográfico, control de ley y planeamiento minero.

Tabla N° 4.7 Costos proyectados Mina

Costos Mina			
Costo de Minado	Promedio \$x000/t	Mineral US \$/t	Base
Contratista minado de estéril	248	0.25	0.16:1 desechos a mineral cálculo contratista \$1.55/ t
Contratista minado de Mineral	1,550	1.55	Cálculo contratista, densidad 2.25 t/m ³
Alimentación Chancadora	150	0.15	Mayormente volcado directo, provisión para recuperación
Control de Ley	100	0.10	Muestreo y ensayos de cuttings de perforación para voladura
Personal Propietario	800	0.80	Según relación de personal
Suministros Varios	36	0.04	Provisión
Total Mina	2,884	2.88	

Fuente: Elaboración propia

El costo de minado se verá afectado por los cambios en la distancia de acarreo y por el ratio de *stripping*; éste último variará al tiempo que se van minando los cuerpos mineralizados y esta variación ha sido incluida en el modelo financiero.

4.2.4.- Procesamiento metalúrgico

El procesamiento metalúrgico del mineral de Chama es sencillo y convencional; la naturaleza relativamente dócil del mineral indica, que requerirá mínimo chancado primario y esto se ha contemplado para el estudio de pre-factibilidad. Los beneficios del chancado secundario se definirán, mediante pruebas metalúrgicas que se realizarán durante el estudio de factibilidad. Si estas pruebas dieran resultados comercialmente justificables, se incluirá chancado secundario en el diagrama de flujo de la factibilidad. Los costos del proceso metalúrgico se muestran en la Tabla N°4.8

Tabla N° 4.8 Estimación de costos para tratamiento metalúrgico

Costos Proceso Metalúrgico			
Costo de Tratamiento	Promedio \$x000/t	Mineral US \$/t	Base
Lixiviación	653	0.65	2M toneladas anuales
Planta	196	0.20	Adsorción , desorción, electrodeposición , fundición
Gastos Generales	52	0.05	Manteniendo, repuestos, etc.
Personal de la empresa	568	0.57	Según relación de personal
Suministros Varios	91	0.09	Provisión
Total Planta	1,560	1.56	

Fuente: Elaboración propia

Los costos de tratamiento son conservadores, para actividades tales como: chancado de una sola fase, apilamiento, tratamiento de carbón/depósito de oro (*gold room*) y agua. Más aún si se considera que a excepción del chancado, la dotación de personal y los costos de energía sus costos están cubiertos.

4.2.5.- Gastos generales y administración

Gastos Generales y Administración (G&A) cubren no sólo costos asociados a la locación sino también al personal ejecutivo, a un componente de la oficina de Lima y a una oficina en Abancay. El detalle se muestra en la Tabla N° 4.9.

Tabla N°4.9 Gastos Generales y Administración Estimados de operación

Gastos Generales y Administración			
Costo de G&A	Promedio \$x000/t	Mineral US \$/t	Base
Personal Lima	430	0.43	Nomina de personal
Viajes y Alojamiento del staff	200	0.200	Transporte Lima Cusco , Abancay Antabamba
Seguridad	100	0.100	Personal de 8 en contrato de seguridad
Alimentación/Alojamiento	320	0.320	US \$10/ día hombre, incluye contratistas
Comunicaciones	50	0.050	Teléfono y internet
Contribuciones Comunidad	50	0.050	Contribuciones a comunidad de Huaquirca
Seguros	100	0.100	Provisión
Servicio de limpieza	20	0.020	Provisión para servicio de limpieza
Comercialización	50	0.050	Gastos de ventas y refinado
Suministros Generales	60	0.060	Camionetas, combustible
Energía en general	80	0.080	Energía Eléctrica sistema interconectado
Mantenimiento de carreteras	160	0.160	Niveladora a tiempo completo a \$500/día
Oficina Abancay	50	0.050	Alquiler y mantenimiento oficina
Oficina de Lima	50	0.050	Porción Oficina de Lima
Costos Indirectos	192	0.192	Varios
Total Gastos Generales y Administración	1,912	1.912	

Fuente: Elaboración propia

Los gastos generales y de administración (G&A) representan un componente importante de los costos totales de explotación.

4.2.6.- Costos de operación consolidados

El costo de operación consolidado total, sobre un promedio por anual, Tabla 4.10

Tabla N° 4.10 Estimación promedio anual de costos de operación

Proyección de costos de operación Chama		
Centro de Costos	Promedio US \$/t	Mineral US \$ / Oz
Mina	2.884	349.89
Metalúrgia	1.560	148.24
G&A	1.912	206.95
Costo \$/Oz Au	6.356	705.08

Fuente: Elaboración propia

Durante la vida de la mina, se ha anticipado que se producirán alrededor de 224,326 onzas de oro y 265,577 onzas de plata recuperadas, dando un *cash cost* de explotación por onza de US \$ 705.8/ oz.

4.2.7.- Costo de operación comparados

La comparación de costos de explotación es útil pero puede ser complejo e incluso irrelevante debido a diferencias en condiciones locales. La Tabla N°4.11 ilustra algunas comparaciones relevantes.

Tabla N° 4.11 Comparación de costos de operación

Comparación de costos de operación					
Centro de Costo	Operación				
	Chama	Corihuarmi	KCA banco	Quicay	Tucari
Procesamiento Anual	2mt	1mt	1mt	2.2mt	4.9mt
Minado material estéril	1.55	1.55	0.86	0.85	2.16
Minado Mineral*	2.88	2.83	1.03	1.02	2.59
Procesamiento Metalúrgico	1.56	2.34	3.5	0.61	0.7
Administración y Gastos generales	1.91	1.62	1.5	0.28	0.4
Total / tonelada de mineral	6.35	6.79	6.03	1.91	3.69

*Ajustado al ratio de stripping Chama

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 4.11 se observa que hay diferencias en el costo de las diferentes operaciones. Los comentarios específicos son como sigue:

- **Minado** Comparando los costos de Corihuarmi, Quicay y Tucari, el costo de minado proyectado para Chama parece alto. Corihuarmi, Quicay y Tucari son operados por sus propietarios. En Tucari y Quicay, subcontratan el acarreo pero son propietarios de la flota, su costo es alto y esto se refleja por la distancia de acarreo que es más de 4km;
- **Tratamiento** El costo proyectado para Chama es relativamente alto comparado con otras minas estudiadas. Algunas de las razones para el bajo costo en Quicay y Tucari se explica porque ellos lixivian el material estéril o desmonte de sus operaciones, lo que evita el doble manipuleo y chancado/apilamiento. Aun así, el costo de estas operaciones es alentador, en cuanto los costos de tratamiento en Chama se pueden reducir aún más.
- **G&A** Comparando con los costos G&A (General & Administrativo) de las minas Sudamericanas son excepcionalmente bajos, probablemente reflejan una diferencia al tomar en cuenta costos externos a la locación que contribuyen a una importante proporción de los costos del proyecto.

En general, el estudio comparativo indicaría que los costos proyectados, son bastante conservadores.

Tabla N° 4.12 Capital de inversión estimado Prefactibilidad Proyecto Chama Octubre de 2016

DESCRIPCION DE LAS INSTALACIONES		
COSTOS DIRECTOS (Incluye IGV)		
DESCRIPCION	Costo Estimado US \$	
010 - Caminos de acarreo	909,900	
020 - Construcción de Pads y Ponds	2,258,400	
050 - Vertedero de Residuos Sólidos	141,300	
100 - Chancado	1,026,700	
310 - Pilas de Lixiviación	423,800	
320 - Adsorción	424,600	
330 - Elución y Recuperación de Oro	260,700	
340 - Manejo de Carbón	389,800	
400 - Fundición y Refinación	336,700	
600 - Sistema de distribución de agua	226,300	
800 - Reactivos	133,800	
900 - Componentes auxiliares, Edificios, Equipos y Vehículos.	2,311,100	
910 - Energía eléctrica	624,000	
920 - Vías de Acceso / vertedero de residuos	636,500	
SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS	10,103,600	
COSTOS INDIRECTOS (Incluye IGV)		
DESCRIPCION	Costo Estimado US \$	
Envíos	232,400	
Mobilización / Desmovilización Contratista Mina	874,200	
Capital de trabajo, Inventario Inicial	1,163,000	
Costos de los Propietarios (contingencia)	831,800	
EPCM	416,500	
EPCM, QA/QC, supervisión	360,100	
SUBTOTAL COSTOS INDIRECTOS	3,878,000	
INVERSIÓN DE CAPITAL	TOTAL: US \$	13,981,600

4.3.- Análisis económico

4.3.1.- Cronograma de vida de la mina

El cronograma de vida de la mina (LOM), está basado en el modelo en bloques construido por un consultor externo, como se describe en el inventario de mineral Sección 3.2.2.5; para el presente estudio se ha realizado el planeamiento de

minado, en él se ha considerado la explotación mediante un tajo abierto (open Pit), cuyo diseño es consistente con la distribución de los bloques de mineral, este planeamiento fue optimizado a fin de proporcionar el máximo flujo de caja durante la etapa inicial de vida de la mina, en el presente estudio, se han empleado recuperaciones promedio obtenidas de pruebas metalúrgicas realizadas por MIRL con muestras de sondajes de Chama, los trabajos y pruebas adicionales a realizarse el 2017 permitirán perfilar la real recuperación del oro del yacimiento.

En el cronograma de actividades se ha considerado un programa de perforación diamantina in fill en el 2017, sus resultados permitirán una mayor exactitud en la definición de las reservas minables, generando un nuevo modelo de bloques lo que conllevará a completar un cronograma más exacto para fines del 2017.

El cronograma anual de producción LOM se presenta en la Tabla N° 4.13.

Tabla N° 4.13 Programa anual de producción - Chama LOM, (Elaboración propia)

PROYECTO CHAMA										
PROGRAMA DE PRODUCCION										
	Unidad	Total	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
Mineral Tratado	TM	16,039,558	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,039,558
Ley Au	g/t	0.544	0.632	0.63	0.527	0.465	0.45	0.502	0.573	0.573
Ley Ag	g/t	2.06	2.23	2.23	2.63	2.49	2.44	1.94	1.26	1.26
Total Oz Au	Oz	280,532	40,639	40,510	33,887	29,900	28,936	32,279	36,845	37,574
Total Oz Ag	Oz	1,062,309	143,650	143,264	169,113	160,111	156,896	124,745	81,020	82,622
Au equiv	Oz	15,935	2,155	2,149	2,537	2,402	2,353	1,871	1,215	1,239
Total Au Equivalente	Oz	296,467	42,793	42,659	36,424	32,302	31,289	34,151	38,060	38,813
Recuperacion Au	80%	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Recuperacion Ag	25%	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Au recuperado	Oz	224,426	32,511	32,408	27,110	23,920	23,149	25,823	29,476	30,059
Ag Recuperado	Oz	265,577	35,912	35,816	42,278	40,028	39,224	31,186	20,255	20,656
Total Au equivalente	Oz	3,984	539	537	634	600	588	468	304	310
Total Oz Au Equivalente		228,409	33,050	32,945	27,744	24,521	23,737	26,291	29,780	30,369

Equiv: 1 Oz Au = 66.67 Oz Ag

Adicionalmente al oro, habrá cierta producción de plata y esto será cuantificado con mayor precisión durante el estudio de factibilidad. Parece haber aproximadamente 2.06g/t de Ag en el mineral y las pruebas en columna lograron

una recuperación máxima de extracción del 25%. Durante la vida de la mina se espera recuperar alrededor de 265,577 onzas de plata.

4.3.2.- Parámetros y estimaciones

El proyecto se ha calculado, sobre la base de una capacidad de tratamiento de 2Mt/a, cuya explotación se estima que se inicie a principios del 2018. La vida de la mina, está calculada en 8 años para producir 224,426 onzas de oro y 265,571 onzas de plata recuperadas.

Los supuestos clave en la evaluación económica son los siguientes:

- Precio del oro, para esta evaluación se ha considerado a US\$1,000/oz de Au;
- Todos los precios y costos en dólares americanos.
- Inventario de Reservas de Mineral, Sección 3.2.5.5
- Cronograma de producción de mina según Tabla N° 4.1.3
- Recuperación metalúrgica del oro del 80% y plata del 25%;
- Se espera recuperar 224,426 onzas de oro y 3,984 Oz de Au equivalente, proveniente de la plata., durante la vida de la mina;
- Producción de oro se iniciará, 6 semanas después del inicio de operaciones
- Inversión de capital CAPEX y de operación OPEX según Sección 4.1 y 4.2
- Participación de los trabajadores 8%;
- No se ha considerado ninguna amnistía tributaria; y
- Se pagara una regalía al gobierno equivalente al 1% del ingreso bruto

4.3.3.- Modelo financiero

Se ha elaborado un modelo financiero, en base al valor del dólar Americano al año 2017. El Modelo se realizó en cortes anuales y por el plazo de vida del proyecto LOM, Tabla N° 4.13, ha sido desarrollado en Microsoft Excel. El mismo que empieza en enero del 2017. Este modelo está comprendido en el Anexo 1. Los principales indicadores del caso base del modelo financiero se muestran en la Tabla N° 4.14

Tabla N° 4.14 Caso base: Indicadores del modelo financiero

Indicadores del caso base del modelo financiero			
Indicador	US\$ 850/Oz Au	US\$ 1,000/Oz Au	US\$ 1,150 /OzAu
LOM Flujo de caja durante la vida de la mina (M)	48.4	63.9	82.9
VAN (5% real) US\$xM	28.41	39.84	59.57
VAN (10% real) US\$xM	21.35	30.33	46.97
Tiempo de retorno de capital - años	3	2	2
Costos operativos durante LOM (US\$/Oz de Au)	705.8	705.8	705.8
TIR % real	48.4%	55.1%	83.6%

Fuente: Elaboración propia

La Tabla N° 4.14, muestra que el proyecto Chama, aunque modesto en tamaño, ofrece una buena utilidad, el análisis preliminar del financiamiento indica que el proyecto tiene capacidad para una relación deuda: equidad de 79%: - 21% basado en un precio de oro de US\$1,000 / oz Tabla N° 4.15

Tabla N° 4.15 - Precios del Oro y la Plata

Metal	Precio US\$
Oro	1,000/oz
Plata	15/oz

Fuente: Elaboración propia

Las siguientes regalías han sido incluidas en el Modelo financiero

- Regalía al gobierno nacional 1%
- Regalía minera 2.5%
- Participación de los trabajadores 8%

Regalía al vendedor

- NSR. – Si Precio de Au <=\$800/oz 1.5%
- NSR. – Si Precio de Au \$800 a \$1,000/oz 2.5%
- NSR. – Si Precio de Au >\$1,000/oz 3.0%

4.3.4 Financiamiento y servicio de la deuda

El monto de la inversión inicial asciende a US \$ 13.9 millones (que incluye el IGV y una contingencia de US\$ 831,800). El 28% del monto necesario (US\$

3'000,000) se cubrirá con préstamo a un interés del 10%; la diferencia (72%) será cubierta por aporte propio.

Tabla N° 4.16 financiamiento y servicio de la deuda

FINANCIAMIENTO						
SERVICIO DE LA DEUDA	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Prestamo	3,000,000					
Tasa de interes	10%					
Saldo	3,000,000	2,508,608	1,968,076	1,373,491	719,448	0
Amortización		491,392	540,532	594,585	654,043	719,448
Intereses		300,000	250,861	196,808	137,349	71,945
Cuota		791,392	791,392	791,392	791,392	791,392
Razón de cobertura EBITDA/Intereses	85	67	78	74	75	130

Fuente: Elaboración propia

4.3.5. Evaluación económica -flujo de caja económico proyectado

Tabla N° 4.17: Flujo económico proyectado

FLUJO CAJA ECONÓMICO DEL PROYECTO (US\$)									
Ítem	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
INGRESOS									
Ventas		32,783,325	32,783,325	27,577,917	24,360,238	23,615,792	26,163,368	29,657,195	30,243,766
EGRESOS									
Costo de Operación		-13,271,325	-13,271,325	-13,051,972	-14,038,029	-14,293,909	-13,973,607	-13,534,333	-13,802,020
Utilidad Bruta		19,511,999	19,511,999	14,525,945	10,322,208	9,321,883	12,189,761	16,122,862	16,441,746
Devolución del IGV- impuesto		600,000	0	0	0	0	0	0	0
EBITDA		20,111,999	19,511,999	14,525,945	10,322,208	9,321,883	12,189,761	16,122,862	16,441,746
Depreciación		-1,666,418	-1,449,784	-1,261,312	-1,097,341	-954,687	-830,578	-722,603	-628,664
EBIT		18,445,581	18,062,216	13,264,633	9,224,867	8,367,196	11,359,183	15,400,259	15,813,081
Impuesto a la Renta (30%)		-4,611,990	-4,671,782	-3,398,514	-2,314,410	-2,084,821	-2,885,266	-3,965,845	-4,074,154
Regalías mineras (vendedor 2.5% y Gobierno 1.0%)		-1,135,471	-1,135,471	-951,177	-839,323	-813,496	-905,322	-1,031,256	-1,051,653
Reparto de utilidades a los trabajadores (8%) plus Depreciación		-1,336,809	-1,354,140	-985,076	-670,843	-604,296	-836,309	-1,149,520	-1,180,914
NOPAT (Flujo de caja operativo)		13,027,729	12,350,607	9,191,177	6,497,631	5,819,270	7,562,864	9,976,240	10,135,024
Inversiones		-12,818,600	0	0	0	0	0	0	0
Inversión de capital de trabajo		-1,163,000	-8,989,380	0	2,030,064	1,612,954	382,032	-1,130,062	-1,549,803
FLUJO DE CAJA ECONOMICO		-13,981,600	4,038,350	12,350,607	11,221,242	8,110,585	6,201,302	6,432,802	8,426,437
Medidas de rentabilidad									
Promedio ponderado del costo de capital WACC									10.93%
VANE (10.93%)									28,851,378
TIRE									55.13%
B/C									3.1
PRC (años)									2.0
Conclusión									
El VAN económico de la empresa es 28.851 millones USD con una tasa interna de retorno de 55.13% a un costo de capital promedio ponderado de 10.93%. Hoy en día decir VANE es estar hablando de VAN de la empresa. Del mismo modo VANF es similar a decir a el VAN del accionista.									

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados de la evaluación económica son:

Costo promedio ponderado:	10.93 %
Horizonte del Proyecto:	08 años
Valor Actual Neto Económico:	VANE = 28.85 millones de US\$
Tasa Interna de Retorno Económica:	TIRE = 55.13%
Beneficio Costo Económico	BC = 3.1
Periodo de Recuperación de la Inversión Económica =	2.0 años

4.3.6. Evaluación financiera- flujo de caja financiera proyectado

Tabla N° 4.18: flujo de caja financiero proyectado

FLUJO CAJA FINANCIERO DEL ACCIONISTA (PATRIMONIO) (US\$)									
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
FCF (Flujo de caja libre)	-13,981,600	4,038,350	12,350,607	11,221,242	8,110,585	6,201,302	6,432,802	8,426,437	9,983,835
Variación de deuda	3,000,000	-491,392	-540,532	-594,585	-654,043	-719,448	0	0	0
Intereses* (1-impuesto)	0	-210,000	-175,603	-137,765	-96,144	-50,361	0	0	0
FLUJO DE CAJA FINANCIERO DEL ACCIONISTA	-10,981,600	3,336,957	11,634,473	10,488,891	7,360,397	5,431,493	6,432,802	8,426,437	9,983,835

Medidas de rentabilidad	
Costo de oportunidad (k)	12%
Costo de deuda	10%
Costo promedio ponderado	10.93%
VANF (12%)	27,601,236
TIRF	64.10%
B/C	3.7
PRC (años)	2

Conclusión
El valor Actual Neto del patrimonio es 27.601 millones USD con una tasa de rentabilidad de 12% a un costo de capital promedio ponderado de 10.93%. Hoy en día decir VANF es estar hablando de VAN del patrimonio o del propio accionista. Estos flujos están sujetos a la razón de cobertura de deuda sobre el financiamiento bancario hacia la empresa.

Fuente: Elaboración Propia

Horizonte del proyecto:	08 años
Costo de oportunidad:	12%
Costo promedio ponderado:	10.93 %
Valor actual neto financiero:	VANF = 27.60 Millones de US\$
Tasa Interna de retorno financiero:	TIRF = 64.10%
Beneficio costo económico	B/C= 3.7
Periodo de recuperación de la inversión económica	= 2.0 años

4.3.7.- Análisis de Sensibilidad

Se han realizado una serie de análisis de sensibilidad para entender el impacto en la economía del Proyecto para posibles variaciones en las aportaciones clave. Todas las aportaciones para el precio de oro, leyes de oro, precio de plata y costos de capital de pre-producción fueron variados: +/- 5%, +/-10% y +/-15%, los cuadros siguientes muestran los resultados de los análisis de sensibilidad en los principales parámetros del Proyecto. Tablas N° 4.19, 4.20, 4.21, 4.22, 4.23 y, 4.24 así como también en las figuras N° 4.1 y 4.2.

Tabla N° 4.19 Análisis de sensibilidad al precio del oro Tabla N° 4.20 Análisis de sensibilidad al Capex

SENSIBILIZACION: PRECIO del ORO				
Var. %	Precio del Oro (US\$/Oz)	+/- TIR	VAN @ 5% real MUS\$	VAN @ 10% real MUS\$
Caso Base		55.1%	39.84	30.33
-15.0%	850.00	48.4%	28.41	21.35
-10.0%	900.00	54.8%	33.71	25.72
-5.0%	950.00	61.0%	39.02	30.08
0.0%	1,000.00	55.1%	39.84	30.33
5.0%	1,050.00	72.2%	49.02	38.29
10.0%	1,100.00	78.0%	54.29	42.63
15.0%	1,150.00	83.6%	59.57	46.97

SENSIBILIZACION: CAPEX:				
Var. %	Capex (MUS\$)	+/- TIR	VAN @ 5% real	VAN @ 10% real
Caso Base		55.13%	39.84	30.33
-15.0%	11.88	64.75%	41.94	32.43
-10.0%	12.58	61.24%	41.24	31.73
-5.0%	13.28	58.04%	40.54	31.03
0.0%	13.98	55.13%	39.84	30.33
5.0%	14.68	52.45%	39.14	29.63
10.0%	15.38	49.97%	38.44	28.93
15.0%	16.08	47.69%	37.74	28.23

Tabla N° 4.21 Análisis de sensibilidad del Opex

SENSIBILIZACION: OPEX:				
Var. %	Opex (MUS\$)	+/- TIR	VAN @ 5% real	VAN @ 10% real
Caso Base		55.13%	39.84	30.33
-15.0%	12.6	75.57%	52.29	40.97
-10.0%	13.3	72.77%	49.64	38.79
-5.0%	14.7	69.94%	46.98	36.62
0.0%	0.0	55.13%	39.84	30.33
5.0%	15.4	64.17%	41.67	32.26
10.0%	16.1	61.22%	39.01	30.09
15.0%	0.0	58.23%	36.35	27.91

Tabla N° 4.22 Análisis de sensibilidad contenido de oro

SENSIBILIZACION: CONTENIDO DE ORO				
Var. %	Ley del Oro (gr)	+/- TIR	VAN @ 5% real	VAN @ 10% real
Caso Base		0.55	39.84	30.33
-15.0%	0.462	0.48	28.11	21.11
-10.0%	0.489	0.55	33.52	25.55
-5.0%	0.517	0.61	38.92	30.00
0.0%	0.544	0.55	39.84	30.33
5.0%	0.571	0.73	49.73	38.88
10.0%	0.598	0.79	55.13	43.33
15.0%	0.625	0.85	60.54	47.77

Tabla N° 4.23 VAN@5% después de impuestos

VAN@5% Tasa de descuento, Despues de impuestos				
Var. %	Precio de Recuperación del Oro (MUS\$)	Costo de Capital (MUS\$)	Costos de Operación (MUS\$)	Contenido de Oro (MUS\$)
Caso Base				
-15.0%	28.4	41.9	52.3	28.1
-10.0%	33.7	41.2	49.6	33.5
-5.0%	39.0	40.5	47.0	38.9
0.0%	39.8	39.8	39.8	39.8
5.0%	49.0	39.1	41.7	49.7
10.0%	54.3	38.4	39.0	55.1
15.0%	59.6	37.7	36.4	60.5

Tabla N° 4.24 VAN@10% después de impuestos

VAN@10% Tasa de descuento, Despues de impuestos				
Var. %	Precio de Recuperación del Oro (MUS\$)	Costo de Capital (MUS\$)	Costos de Operación (MUS\$)	Contenido de Oro (MUS\$)
Caso Base				
-15.0%	21.35	32.43	40.97	21.11
-10.0%	25.72	31.73	38.79	25.55
-5.0%	30.08	31.03	36.62	30.00
0.0%	30.33	30.33	30.33	30.33
5.0%	38.29	29.63	32.26	38.88
10.0%	42.63	28.93	30.09	43.33
15.0%	46.97	28.23	27.91	47.77

Figura N° 4.1 VAN@5% después de impuestos

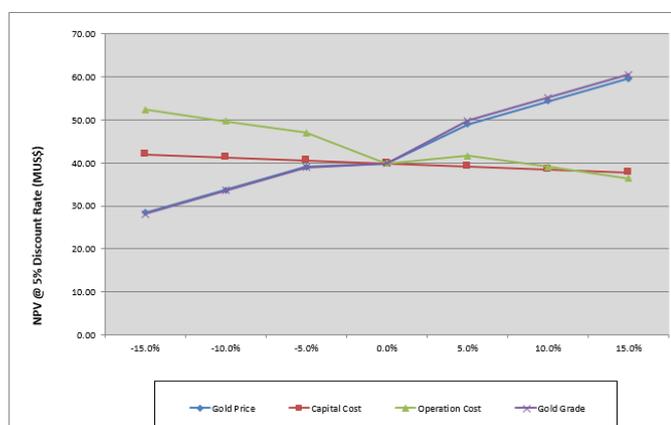
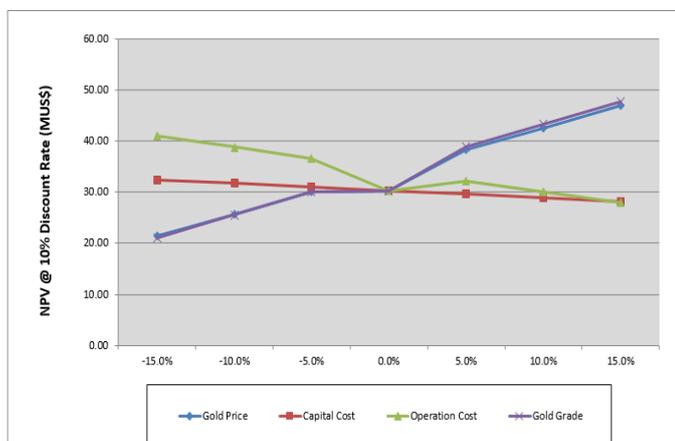


Figura N° 4.2 VAN@10% después de impuestos



Las tablas y figuras del análisis de sensibilidad son elaboración propia del autor

Este tipo de análisis de sensibilidad, es conocido como el análisis de sensibilidad de la araña, porque nos permite relacionar todas las variables que están comprometidas en el análisis financiero como: Precio del oro, Costo capital (CAPEX), costo de operación (OPEX) y ley de mineral de oro. Los valores que se muestran en la gráfica, indican las cifras de Valor actual Neto en millones de US\$ para cada variable de sensibilización.

El análisis de sensibilidad, indica que Chama es un proyecto muy sólido a un precio de oro de US\$1,000 / oz. A un precio de oro de US\$850/ oz el proyecto también muestra considerable solidez.

4.4.- Análisis FODA

4.4.1.- Fortalezas

El Chama tiene ciertas fortalezas que le dan viabilidad al proyecto, como se resumen a continuación.

- **Leyes consistentes.** La envoltura del área del proyecto Chama, está notablemente mineralizada, y no se aprecia el efecto pepita (nugget). Además,

la zona central (*core zone*) presenta buenos valores de oro, si lo comparamos con otras operaciones similares;

- ***Economías sólidas / rápida recuperación de capital;*** El cuerpo mineralizado, se presta para un minado sin complicaciones, para ofrecer un buen rendimiento de capital. La economía es sólida al precio de oro vigente empleado para su evaluación
- ***Relación desmonte / mineral (stripping)*** relativamente bajo, (0.16) lo cual es un factor para mantener bajos los costos operativos;
- ***Empleo de tecnología de punta;*** su utilización hará posible la explotación económica y optima del yacimiento.
- ***Metalurgia consistente.*** El lixiviado relativamente eficiente, con una alta cinética inicial, no hay importantes consumidores de cianuro.
- ***Políticas de seguridad.*** que beneficien un trabajo seguro.
- ***Apoyo de la comunidad.*** Se cuenta con el apoyo de las comunidades circundantes, lo que facilitaría la puesta en marcha del proyecto con un mínimo de distracción; y
- ***Utilización de tecnología limpia.*** El manejo ambiental debería ser relativamente sencillo.

4.4.2.- Oportunidades

Un enfoque conservador, ha sido adoptado, en la elaboración del Estudio de Pre-Factibilidad del proyecto Chama. Se considera que existe la posibilidad de una mayor mineralización, en las partes aun no estudiadas del proyecto, lo cual será estudiado durante la etapa de factibilidad y más adelante durante la vida de la mina.

Las oportunidades de mejora en Chama son las siguientes:

- **Potencial de exploración.** El potencial de la zona de la mina, así como el descubrimiento de mineralización en áreas aledañas, posibilitarían la expansión del proyecto.
- **Incremento de recurso y reserva.** Se ha programado para mediados del 2016 y 2017 una campaña de perforación *infill*, para definir zonas con potencial. De mineralización económica. El diseño de la cancha de lixiviación permitirá el tratamiento de varios millones de toneladas más de lo programado sin ningún desembolso adicional de capital;
- **Extensión de vida de la mina.** En cada una de las campañas de perforación diamantina, los resultados obtenidos han permitido incrementar y confirmar los recursos, reservas y ley de oro del proyecto, por lo que es probable que se prolongue la vida útil de la mina, con el descubrimiento de mineral adicional. Además, también se puede considerar extender la vida de la mina mediante el tratamiento del mineral de baja ley, si el precio del oro se mantiene.
- **Incremento de ley.** Depósitos similares de sílice residual (*vuggy silica*) en el Perú han tenido un alza del 15-20% en ley durante la explotación, comparado a lo proyectado con la perforación diamantina. Aunque esto no puede cuantificarse, aporta cierto potencial para mayor producción de oro en una operación futura;
- **Incremento de recuperación.** La recuperación de oro, ha sido buena en las pruebas metalúrgicas de muestras de sondajes. La menor recuperación de oro hasta el momento fue de una muestra del sector NO, por la presencia de pirita. También cabe destacar que se está considerando, que las pilas

continúen lixiviando por mucho tiempo después del ciclo original de diseño, lo que significa que los pads, durante unos años más seguirán aportando soluciones cargadas con oro.

- **Precio del oro.** La evaluación económica del proyecto se ha realizado empleando los precios de oro entre \$ 850/oz y \$1,000/oz, a la fecha, el precio de oro ha mantenido un precio promedio de US\$1,200/oz de Au, con ligeras fluctuaciones, lo que permite suponer que su precio se mantendrá estable por algún tiempo, lo que permitirá una mayor utilidad del proyecto.
- **Costos de capital.** El costo de capital para Chama es modesto, si se le compara con otras operaciones peruanas, así como la optimización del circuito de apilamiento de mineral mediante camiones, y se podría reducir el costo de capital en el estudio de factibilidad; y
- **Costos operativos.** Se estima que están totalmente cubiertos, pero aun así podría haber espacio para reducción, optimizando algunos de los procesos.

4.4.3.- Debilidades

- **Tamaño modesto** Chama, con un recurso de \pm un cuarto de millón de onzas, es bastante modesto en tamaño que probablemente no impresione al mercado minero de medianas y grandes empresas.
- **Corta vida de mina** para aprovechar mejor una economía de escala, y de bajo costo por tonelada, se ha adoptado una capacidad de tratamiento de 2M t/a. Esto da una vida útil de mina LOM de sólo 8 años, el potencial de áreas aledañas podría alargar la vida de la mina.
- **Logística e infraestructura** Chama se encuentra en una zona relativamente aislada, lo cual incrementará el costo de manejo y servicio de la operación y

requerirá que toda la infraestructura sea suministrada en el lugar; pero la cercanía de ciudad de Antabamba (13km), podría disminuir el costo de servicios de la operación y requerirá que parte de la infraestructura sea construida en el área de la mina o en la ciudad.

- **Conflicto de intereses** con las comunidades.

4.4.4.- Amenazas

Considerando el capital relativamente bajo, buenas leyes para una operación de lixiviación y metalurgia sencilla, el perfil de riesgo para Chama no es mayor.

Las amenazas potenciales podrían ser los siguientes:

- **Reducción del Inventario de oro durante factibilidad** Se ha programado perforación y muestreo adicional de definición (infill) durante el estudio de factibilidad para cumplir con los requisitos de la regulación NI-43-101. Se atribuye una cantidad bastante significativa de intersecciones con leyes más altas y existe la posibilidad de que trabajos adicionales, podrían limitar la influencia de estas perforaciones y por ende reducir el inventario de reservas;
- **Baja Recuperación** La recuperación más baja se ha registrado en el sector NO de Chama y actualmente está bajo estudio. Aunque no se espera, que la influencia de esta baja recuperación en esta zona, puedan continuar o aumentar en las pruebas adicionales en columnas durante 2017, lo que implicaría una reducción en el oro extraíble en ese sector.
- **Incremento de costos** No obstante que uno de los objetivos del estudio de factibilidad será la reducción de costos, siempre existe la posibilidad de que estos aumenten debido a circunstancias imprevistas;

- **Variación del precio del oro.** Si el precio del oro se coloca por debajo de US \$ 800/Oz empezará a erosionar el rendimiento del proyecto aunque la TIR todavía sea 48.4% a un precio de oro de US\$850 / oz;
- **Riesgo país.** La economía peruana está fuertemente orientada hacia la minería extractiva, con la participación de numerosas compañías mineras, tanto locales como extranjeras operando en el país.
- **Conflictos sociales entre comunidades y empresas mineras.** Numerosos proyectos en el Perú, han sido afectados por oposición de las comunidades e inquietud local. No obstante, MIRL, suscribió un acuerdo inicial por 10 años con la comunidad de Huaquirca, el mismo que ha sido refrendada su continuidad para SMRL Frontera Uno por 15 años adicionales, las relaciones comunitarias son buenas y se supone que continuarán así.
- **Atraso del proyecto** La empresa, tiene el objetivo de lograr poner el proyecto en producción para el primer trimestre del 2018. Esto requerirá de manejo dirigido, evitando todo tema ambiental que pudiera atrasar el proyecto, por lo que se requerirá de un fluido proceso de aprobación del gobierno y financiamiento del proyecto.
- **Perdida de profesionales altamente calificados:** Por migración a otras empresas mineras más atractivas a nivel nacional e internacional.

En general, Chama no es un proyecto de alto perfil, no tiene problemas técnicos o ambientales evidentes y no se considera un proyecto de riesgo significativo.

4.5.- Requerimientos para el estudio de factibilidad

Se ha elaborado un programa integral para generar la base de datos pertinente para completar el estudio de factibilidad final en Noviembre del 2017. Los

estudios que sustentan el desarrollo de las actividades de mayor importancia los cuales son:

- **Recursos:** validar la base de datos de recursos, así como recomendar perforación adicional y demás trabajos requeridos para un recurso a nivel de la NI 43-101 en las categorías de Medidos e Indicados. Se ha programado iniciar una campaña de perforación a principios de febrero del 2017 a fin de generar la información pendiente para la factibilidad.
- **Mina** Para poder completar los estudios finales de minado, primero deberá generarse la información geotécnica, que permita determinar el ángulo óptimo del talud de las paredes del tajo (pit). Realizar una licitación para las labores de minado mediante un contratista externo, debiéndose de realizar una evaluación de las reservas probadas y probables con la intervención de un consultor externo, las cuales deberán ser calculadas en base a los recursos que se disponen.
- **Metalurgia** Se deben realizar pruebas adicionales de columnas en un laboratorio certificado, para permitir la extrapolación exacta de datos de las pruebas en botellas de diámetro pequeño, a las muestras de volumen a granel, que son más indicativas para las probables condiciones de una operación comercial. Igualmente se realizarán 5 pruebas en columna con testigos perforados en el 2016 y 2017, las que darán una mejor comprensión de la metalurgia y que permitirá desarrollar un modelo de recuperación metalúrgica.

- **Infraestructura** Se realizarán estudios de detalle sobre el suministro de energía eléctrica, rutas y fuentes de suministro, así como también se definirá la fuente de suministro de agua más adecuada.
- **Ambiental** Paralelamente al estudio de la línea de base ambiental, se realizarán estudios de generación de agua ácida en muestras de rocas de desmonte; se identificarán temas ambientales sensibles y se desarrollará un plan para tratarlos.
- **Comunidades.** Se realizarán planes de desarrollo comunitario más detallados incluyendo comunicación, planificación de habilidades y sustentabilidad; y
- **Ingeniería y ejecución del proyecto.** Se contratará una empresa de consultoría especializada, para realizar el estudio completo de factibilidad y suministrar información de ingeniería donde sea necesario. El alcance del trabajo incluirá la confirmación del plan de desarrollo generación o confirmación de los costos de capital y gastos operativos, a un nivel de precisión típico para un estudio completo de factibilidad.

4.6.- Resultados del estudio de prefactibilidad

- El Resultado del estudio de prefactibilidad del proyecto Chama indica que el proyecto es económicamente viable en el escenario medio, donde la cotización del oro es US \$ 1,000/Oz y la plata a US\$ 15/Onza troy, el proyecto tiene un VAN (NPV) bruto (antes de impuestos) positivo; y por lo tanto si es factible su realización con las reservas calculadas y con los precios actuales.
- El monto de la inversión asciende a US \$ 13.9 millones (que incluye el IGV y una contingencia por un total de US\$ 831,800), de los cuales US\$10.0

Millones (72%) de la inversión será cubierto por aporte propio, y el 28% del monto restante, se cubrirá con préstamo a un interés del 10%.

- La explotación será mediante tajo abierto convencional y lixiviación en pilas (*pads*), para la recuperación del oro mediante electrodeposición fundición para producir barras de oro dore para exportación.
- Durante la vida de la mina, se espera tener una producción de 224,326 onzas de oro y 265,577 onzas de plata recuperadas, con un cash cost de explotación por onza de US \$ 705.8/ oz.
- El proyecto tiene un VAN (NPV) (después de impuestos) de 39.84 MUS\$ a una tasa de descuento en 5.0%, con una TIR de 55.1 % a una tasa de descuento en 10.0% (después de impuestos) de 30.33 MUS\$, con una TIR de 55.1 %.
- El valor Actual Neto (VANE) de la empresa es de US\$ 28.851 millones, con una tasa interna de retorno (TIR) de 55.13% a un costo promedio ponderado (WACC) de 10.93%, una relación de beneficio / costo (B/C) de 3.1 y un periodo de recuperación de capital (PRC - Payback) de 2 años.
- El valor Actual Neto (VAN) del patrimonio es de US\$ 27.60 millones, con una tasa de rentabilidad de 12%, con un costo de deuda del 10%, a un costo de capital promedio ponderado (WACC) de 10.93%, TIRF de 64.10% y una relación de beneficio/costo (B/C) de 3.7, con un periodo de recuperación de capital (PRC - Payback) de 2 años; Hoy en día decir VANF es estar hablando del VAN del patrimonio o del propio accionista. Estos flujos están sujetos a la razón de cobertura de deuda sobre el financiamiento bancario hacia la empresa.

- El índice de rentabilidad (TIR) del proyecto es 2.8, lo que indica que es 2.2 veces del valor actual de los flujos es igual a la inversión y se estima un periodo de repago (recuperación de capital) en 2.0 años, después del inicio de producción
- En el análisis de sensibilidad, se muestra las variaciones de 0 a -15% y + 15% en el precio del oro, costo capital (CAPEX), costo de operación y ley de mineral de oro, para ver un análisis de cómo es la fluctuación de la variación del VAN con un CCPP de 10.57%.
- El análisis de sensibilidad realizado, se le conoce en minería, como regla de la "Sensibilidad de la Araña", lo cual indica que el proyecto es sensible a la variación del 15% del nivel del precio del oro. porque nos ha permitido relacionar todas las variables que están comprometidas en el análisis financiero como: Precio del oro, Costo de capital (CAPEX), costo de operación (OPEX), y ley de mineral de oro.

CONCLUSIONES

1.- Los resultados de este estudio indican que el proyecto es económicamente viable, a la cotización del oro de US \$ 1,000/Oz y la plata a US\$ 15/Onza. El yacimiento Chama ha sido evaluado extensiva y profesionalmente por consultores profesionales reconocidos en la industria y mediante información validada.

El Horizonte de la evaluación económica del Proyecto es de 08 años, el valor Actual Neto Económico (VANE) asciende a 28.851 millones de USD con una tasa Interna de Retorno Económica (TIRE) del 55.13%, el beneficio costo económico de 3.1 veces y el periodo de recuperación de la inversión económica asciende a 2.0 años. Naturalmente, para mejorar el aspecto económico deberán de incrementarse las reservas de la mina, lo cual implica incrementar los recursos. Disminuir los costos operativos y/o incrementar las recuperaciones de oro y plata.

2.- Los resultados de la Evaluación Financiera del presente estudio indican que el proyecto es financieramente viable, a la cotización del oro de US \$ 1,000/Oz y la plata a US\$ 15/Onza. El yacimiento Chama ha sido evaluado profesionalmente, empleando toda la información validada.

El Horizonte de la evaluación financiera del Proyecto es de 08 años, el valor Actual Neto Financiero (VANF) asciende a 27.60 millones de US\$ con una Tasa Interna de Retorno Financiera (TIRF) del 64.10%, el beneficio costo económico de 3.7 veces y el periodo de recuperación de la inversión económica asciende a 2.0 años.

3.- Comparando los resultados de la evaluación económica y de la evaluación financiera:

Tabla 4.25 Análisis comparativo Económico financiero

ANALISIS COMPARATIVO		
CONCEPTO	EVALUACION ECONOMICA	EVALUACION FINANCIERA
Valor Actual Neto: VAN	VANE = 28.85 Millones US\$	VANF = 27.60 Millones US\$
Tasa Interna de retorno: TIR	TIRE = 55.13%	TIRF= 64.10%
Beneficio Costo: BC	BC E = 3.1 veces	BC F = 3.7 veces
Periodo de Recuperacion de la inversión: PR	PR E = 2 Años	PR F = 2 Años

Fuente: Elaboración Propia

Se concluye que: a los accionistas les conviene ejecutar el proyecto con capital propio, a fin de no comprometer la propiedad, siendo también ventajoso mediante financiamiento bancario, esto debido al rápido retorno de capital por el programa de producción establecido; siempre y cuando se mantengan los precios de los metales; se debe de considerar que el precio del oro empleado en esta evaluación, es inferior a su precio actual en el mercado, lo que representa un mayor margen de utilidad, que permitirá un rápido retorno de capital durante los primeros años así como en el resto de vida de la mina; de la tabla 4.25 se obtienen las siguientes consideraciones:

VANE es mayor que el **VANF**

TIRE es menor que **TIRF**

B/C E es menor que el **B/C F**

RECOMENDACIONES

1. Continuar con el desarrollo de los objetivos potenciales de exploración, así como el programa de perforación diamantina *infill*, geotécnicos y de esterilización dentro de la concesión.
2. Realizar pruebas metalúrgicas adicionales, con simulaciones a nivel de operación, con triturado a diferentes tamaños y pruebas en columnas grandes, para definir el tamaño apropiado del mineral en el pad.
3. Mejorar el factor de potencia en la voladura de mineral, a fin de reducir los costos de chancado.
4. Realizar pruebas de aglomeración para determinar si se requiere de cemento para fines de aglomeración o cambiar a cal, lo que conllevará a un menor consumo de reactivos y a costos operativos más bajos.
5. El ubicar las instalaciones de lixiviación *pads* en el flanco oeste del cerro Japutani, conlleva a una menor altura de las pilas en general, debido a la mayor disponibilidad de espacio que a su vez podría eliminar la necesidad de aglomeración con cemento o al menos reducirlo.
5. Determinar los requerimientos para lograr conectar el proyecto a la red del sistema eléctrico interconectado Nacional, el empleo de generadores accionados con diésel a los precios actuales del combustible conlleva a elevar el costo de energía.
6. Realizar el estudio de factibilidad económica del proyecto.
7. Mejorar el acceso al área del proyecto, mediante la construcción de carreteras y demás vías de acceso.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1 Alejandro Gonzales Calero / Minera IRL Ltd. /, Reporte Proyecto Chama 2005, Informe privado MIRL, Lima - Peru, Diciembre 2005
- 2 Arlette Beltran & Hanny Cueva, Evaluación Privada de Proyectos, 2da. Edición, Unversidad del Pacifico, Centro de investigación,/ Editorial Universitaria, Lima – Peru, mayo 2005
- 3 Arnaldo Alejandro Ruiz Castro (2012): Economía Minera; Universidad Nacional de Áncash “Santiago Antúnez de Mayolo” Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y metalurgia
- 4 Augusto Millan Urzúa (1996)-Evaluación y Factibilidad de Proyectos Mineros, 1ra edición, Comité de Publicaciones Científicas, Vicerrectoría Académica, Universidad de Chile, - Santiago Chile..
- 5 Buenaventura Ingenieros S.A. (2004). Presupuestos preliminares de Costos de Operación & Capital Proyecto Corihuarmi,- Scoping Study, Informe privado MIRL, Lima Perú
- 6 Coffey Mining Pty Ltd (2010): Minera IRL Ltd, Corihuarmi Gold Project, National Instrument 43-101 Technical Report
- 7 Cicero Fonte Boa Terra (2011) Caracterização Estrutural da mineralização da Mina de Fazenda Nova Go. Tesis UNESP - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas Campus de Rio Claro (SP) Brasil
- 8 CIM Council, (2003) “Estimation of Mineral Resources and Mineral Reserves Best Practice Guidelines”, National Instrument 43 -1011, Canada

- 9 Daniel W. Kappes: (2002). "Precious Metal Heap Leach Design and Practice" ("Diseño y Práctica de Lixiviación en Pila de Metales Preciosos") Kappes, Cassidy & Associates, Reno, Nevada.
- 10 Edmundo Tulcanaza: "Evaluación de Recursos y Negocios Mineros" Instituto de Ingenieros de Minas de Chile, Santiago de Chile
- 11 Félix Toribio, Cerón Cáceres (2010), Tesis: Pucamarca, Nuevo Yacimiento Epitermal de oro de Alta Sulfuración en el Sur del Perú, Universidad Nacional Mayor de San Marcos Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica Unidad de Postgrado, Lima Perú.
- 12 Gilmar Ángel León Oscanoa, (2006)" Análisis de inversión y rentabilidad de un proyecto aurífero a nivel de estudio de factibilidad" Tesis para optar el grado de maestro en ciencias, Mencion Gestion Minera, Universidad Nacional de Ingeniería, FIGMM- sección de posgrado, Lima – Perú
- 13 INGENIERIA (2013): Proyecto 110.3052-GR-ENT-13001-RevB: ARUNTANI SAC: Ingeniería de Detalle Ampliación Pad de Lixiviación 3 y Ampliación Botadero de Desmonte Tukari, Informe MEM, Lima Perú
- 14 JDS Energy & Mining, Inc. Continental Gold Inc (2016): Buriticá Project NI 43-101 Technical Report Feasibility Study Antioquia, Colombia SEDAR
- 15 Jorge Acosta, Italo Rodriguez, Eder Villarreal Dina Huanacuni: INGEMMET, Dirección de Recursos Minerales y Energéticos (2011) Memoria sobre la geología económica de la región Apurimac, Lima Peru
- 16 Kalim Karo / Geoservices (2013) Descripción de componentes de cierre de la Mina Tucari, Lima Perú

- 17 Kappes, Cassiday & Associates, Minera IRL Ltd, (2006) / Corihuarmi Feasibility Study 1,000,000 Tonne per Year, Heap Leach Project, Junin - Peru, Informe privado MIRL, Reno Nevada – USA.
- 18 Kappes, Cassiday & Associates; y RSG Global,(2005) Minera IRL Ltd./ Jagüelito Project San Juan Argentina, Prefeasibility study, Informe privado MIRL, Melbourne Vic 3000, Australia,
- 19 Mary Ackley, Thesis Degree of Master of Science (2008) “Evaluating environmental risks in mining: a perceptual study at the Vatukoula gold mine in Fiji”. The Faculty of the Graduate College of The University of Vermont, Estados Unidos.
- 20 Máximo Ezequiel Díaz Córdova,(2011) Estudio de Rentabilidad del proyecto Mina Chilcapampa, Tesis para optar el grado de maestro en ciencias económicas, mención Finanzas, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo – Peru
- 21 Miguel de la Torre Sobrevilla, José Roncallo Miraval, Boris Castillo Benavente / Geoservices (2013) / Aruntani S.A.C “Actualización del Plan de Cierre de Minas de la Unidad Minera Florencia – Tucari ; Lima - Perú
- 22 Minera IRL Ltd. (2005), Corihuarmi Project- Yauyos Peru, Prefeasibility Study, Informe privado MIRL, Melbourne Vic 3000, Australia,
- 23 Ministerio de Planificación, MIDEPLAN División de Planificación, Estudios e Inversión), Gobierno de Chile, (2012) Curso básico de preparación y evaluación social de proyectos / Preparación y evaluación de recursos.,

- 24 Miron G. S. Berezowsky, P.Eng, / Minera IRL Ltd / AMEC (2005) Project No. 149539 / Technical Report on the Chama Property, Department of Apurimac, Peru, Informe privado MIRL. Lima Peru.
- 25 Nassir Sapag Chain y Reinaldo Sapag Chain (2008) “Preparación y Evaluación de Proyectos”, Quinta edición, McGraw-Hill Interamericana S.A., Impreso en Colombia
- 26 Project Management Institute, Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (guía del pmbok®) —quinta edición, (2013), , Project Management Institute, Inc., 2013, Page 3
- 27 RSG Global / Coffey Mining / Minera IRL SA, (2007): Mineral Resource Estimate for Jagüelito Silver Gold Deposit, Informe Privado, Perth Australia
- 28 Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología SENAMHI (2012) Programa de Adaptación al Cambio Climático PACC – Perú. Caracterización climática de las regiones Apurímac y Cusco, Perú.
- 29 Sergio Peñailillo B. (2009) Desarrollo de un proyecto minero, Minera Barrick, Curso de minería para periodistas, Santiago – Chile
- 30 Tomas Gonzales Paihua (2010): Tesis “Diseño de Minas a Tajo Abierto” / Universidad Nacional De Ingeniería, Facultad de Ingeniería Geológica Minera y Metalúrgica, Lima Perú

INTERNET

- Banco Mundial, Riqueza y Sostenibilidad: Dimensiones Sociales y Ambientales de la Minería en el Perú, Unidad de Gestión del País – Perú, Desarrollo Ambiental y Social Sostenible Región Latinoamérica y El Caribe abril del 2005, En:

<http://documents.worldbank.org/curated/en/410671468079729976/pdf/335450a1PE0studio0Mineria.pdf>

- Estudio de prefactibilidad:

<https://erods.files.wordpress.com/2012/03/estudio-de-prefactibilidad.pdf>

- Javier Iturrioz del Campo, Análisis de Sensibilidad en Valoración de Inversiones

<http://www.expansion.com/diccionario-economico/analisis-de-sensibilidad-en-valoracion-de-inversiones.html>

ANEXOS

ANEXO I

MODELO FINANCIERO

MODELO FINANCIERO PROYECTO CHAMA

CHAMA Commodity: Oro (Au)

Modelo al Precio del Oro de US\$ 1,000/Oz	Total	Unidades	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
Asumiciones Económico Financieras											
Precio del Oro	1,000	US\$/oz		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Precio de la Plata	15	US\$/oz		15	15	15	15	15	15	15	15
Factor de Conversion Gramos a Onzas	31.1035	gr/oz		31.10	31.10	31.10	31.10	31.10	31.10	31.10	31.10
Dias por año	365	Dias		365	365	365	365	365	365	365	365
Tasa de impuestos Peru	30%			30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%
Participacion de los trabajadores	8%			8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%

Mina

Reservas Minables Chama

Reservas Chama	16,039,558	tons		2,000,000	2,039,557						
Ley de Au	0.544	g/tAu		0.630	0.630	0.527	0.465	0.450	0.502	0.573	0.573
Ley de Ag	2.060	g/tAg		2.235	2.235	2.629	2.485	2.443	1.945	1.262	1.262
Contenido de Au		Oz		40,503	40,503	33,872	29,876	28,954	32,281	36,845	37,573
Contenido de Ag		Oz		143,704	143,704	169,019	159,819	157,076	125,058	81,148	82,753
Relacion mineral desmonte	0.16	ratio		0.10	0.10	0.06	0.23	0.27	0.22	0.14	0.14
Desmonte minado	2,533,864	tons		194,701	194,701	118,616	460,641	549,396	438,295	285,929	291,584
Total Material Minado	18,573,422	Tons		2,194,702	2,194,702	2,118,617	2,460,641	2,549,396	2,438,296	2,285,929	2,331,141

Tratamiento metalúrgico

Chama											
Mineral chancado	16,039,558	t		2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,039,557
Ley de Au	0.54	g/tAu		0.630	0.630	0.527	0.465	0.450	0.502	0.573	0.573
ley de Ag	2.06	g/tAg		2.235	2.235	2.629	2.485	2.443	1.945	1.262	1.262
Recuperacion de Au	80%	%		80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%
Recuperacion de Ag	25%	%		25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%
Produccion de Au fino		Oz		32,403	32,403	27,097	23,901	23,163	25,825	29,476	30,059
Produccion de Ag fina		Oz		35,926	35,926	42,255	39,955	39,269	31,265	20,287	20,688

Ingresos

Ventas											
Venta de Oro	224,326	Oz		32,403	32,403	27,097	23,901	23,163	25,825	29,476	30,059
Venta de Plata	265,571	Oz		35,926	35,926	42,255	39,955	39,269	31,265	20,287	20,688
Condiciones de Pago											
Au Pagable %	100%	%		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Ag Pagable %	95%	%		95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
Oro Pagable (onzas)	224,326	oz		32,403	32,403	27,097	23,901	23,163	25,825	29,476	30,059
Plata Pagable (onzas)	252,292	oz		34,130	34,130	40,142	37,957	37,305	29,701	19,273	19,654
Cargos por refinado de oro	3.0	US\$/oz		3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Cargos por refinado de plata	1.0	US\$/oz		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Ingresos											
Ingreso neto por venta de oro	223,652,834	US\$ M		32,305,508	32,305,508	27,015,928	23,828,840	23,093,516	25,747,549	29,387,376	29,968,610
Ingreso neto por venta de plata	3,532,090	US\$ M		477,817	477,817	561,990	531,398	522,276	415,819	269,819	275,155
Ganancia Neta	227,184,924	US\$ M		32,783,325	32,783,325	27,577,917	24,360,238	23,615,792	26,163,368	29,657,195	30,243,766

CHAMA Commodity: Oro (Au)											
Modelo al Precio del Oro de US\$ 1,000/Oz											
	Total	Unidades	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
Costos de Operación											
Costos Unitarios optimizacion de reservas											
Minado	2.88	US\$/t total		2.88	2.88	2.88	2.88	2.88	2.88	2.88	2.88
Planta	1.56	US\$/t tratado		1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56
Administración & Gastos generales	1.91	US\$/t		1.91	1.91	1.91	1.91	1.91	1.91	1.91	1.91
Total		US\$/t		6.36							
Costos de Operación											
Mina	53,547,176	US\$		6,327,325	6,327,325	6,107,972	7,094,029	7,349,909	7,029,606	6,590,333	6,720,679
Planta	25,021,710	US\$		3,120,000	3,120,000	3,120,000	3,120,000	3,120,000	3,120,000	3,120,000	3,181,709
Administración & Gastos generales	30,667,635	US\$		3,824,000	3,824,000	3,824,000	3,824,000	3,824,000	3,824,000	3,824,000	3,899,633
Total de producción	109,236,521	US\$	40%	13,271,325	13,271,325	13,051,972	14,038,029	14,293,909	13,973,607	13,534,333	13,802,020
Costos de Capital											
Construcción (Acceso,pads, pilas lixiviacion)	2,682,200	US\$	2,682,200	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Caminos y vías de acceso y vertedero de residuo	1,687,700	US\$	1,687,700	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Diseño de planta & fundicion y Refinacion	5,733,700	US\$	5,733,700	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Estudio de Impacto Ambiental (EIA)	232,400	US\$	232,400	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Costo indirecto (moviliz&desmovilizacion equipo)	874,200	US\$	874,200	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Costo de propietarios	831,800	US\$	831,800	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
EPCM y QCA supervision	776,600	US\$	776,600	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	12,818,600	US\$	12,818,600	0							
Valor de Rescate (recupero)	2,000,000	US\$	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Capital de trabajo											
Cuentas por Cobrar	0.074	US\$	0	2,440,536	2,440,536	2,053,023	1,813,484	1,758,065	1,947,717	2,207,813	2,251,480
Inventario	0.105	US\$	0	1,397,544	1,397,544	1,374,445	1,478,282	1,505,228	1,471,498	1,425,240	1,453,429
Efectivo	0.329	US\$	0	10,785,714	10,785,714	9,073,135	8,014,518	7,769,596	8,607,748	9,757,217	9,950,199
Total activos		US\$	0	14,623,794	14,623,794	12,500,603	11,306,285	11,032,888	12,026,964	13,390,271	13,655,109
- Acreedores	0.425	US\$	0	-5,634,415	-5,634,415	-5,541,287	-5,959,923	-6,068,559	-5,932,572	-5,746,076	-5,859,724
Total activos disponibles		US\$	0	8,989,380	8,989,380	6,959,315	5,346,362	4,964,330	6,094,391	7,644,195	7,795,384
Cambio en el Capital de trabajo	1,163,000	US\$	1,163,000	8,989,380	0	-2,030,064	-1,612,954	-382,032	1,130,062	1,549,803	151,190
Depreciación											
Taza de depreciación (DV rate)	%		100%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
Balance de Apertura	US\$		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costos de capital CAPEX	US\$		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Depreciación	100.0%	US\$	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Balance de Cierre	US\$		0	0.00							
Taza de depreciación (DV rate)	13%		0	13.0%	13.0%	13.0%	13.0%	13.0%	13.0%	13.0%	13.0%
Balance de Apertura	66,241,430	US\$	0	12,818,600	11,152,182	9,702,398	8,441,087	7,343,745	6,389,058	5,558,481	4,835,878
Costos de capital CAPEX	US\$		12,818,600	0							
Depreciación	8,611,386	US\$	0.00	1,666,418	1,449,784	1,261,312	1,097,341	954,687	830,578	722,603	628,664
Balance de Cierre	US\$		12,818,600	11,152,182	9,702,398	8,441,087	7,343,745	6,389,058	5,558,481	4,835,878	4,207,214
Total Depreciación	8,611,385	US\$	0	1,666,418	1,449,784	1,261,312	1,097,341	954,687	830,578	722,603	628,664
			12,818,600	11,152,182.0	9702398	8,441,086.6	7,343,745.3	6,389,058.4	5,558,480.8	4,835,878.3	4,207,214.1

CHAMA Commodity: Oro (Au)											
Modelo al Precio del Oro de US\$ 1,000/Oz											
	Total	Unidades	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
Deducciones e impuestos											
Con intereses											
Proyecto antes de Impuestos											
	US\$										
Ingreso por ventas	227,184,924 US\$		0.00	32,783,325	32,783,325	27,577,917	24,360,238	23,615,792	26,163,368	29,657,195	30,243,766
Costos de Operación	-109,236,521 US\$		0.00	-13,271,325	-13,271,325	-13,051,972	-14,038,029	-14,293,909	-13,973,607	-13,534,333	-13,802,020
Regalías 1.5%	-7,863,170 US\$		0.00	-1,135,471	-1,135,471	-951,177	-839,323	-813,496	-905,322	-1,031,256	-1,051,653
Depreciación	-8,611,386 US\$		0.00	1,666,418	1,449,784	1,261,312	1,097,341	954,687	830,578	722,603	628,664
Participación de los Trabajadores (8%)	-8,117,908 US\$		0.00	1,336,809	1,354,140	985,076	670,843	604,296	836,309	1,149,520	1,180,914
Sin Intereses											
Antes de Impuestos											
	US\$										
Ingresos por ventas	227,184,924 US\$		0	32,783,325	32,783,325	27,577,917	24,360,238	23,615,792	26,163,368	29,657,195	30,243,766
Costos de Operación OPEX	-109,236,521 US\$		0	-13,271,325	-13,271,325	-13,051,972	-14,038,029	-14,293,909	-13,973,607	-13,534,333	-13,802,020
Regalía mineras	-7,863,170 US\$		0.00	-1,135,471	-1,135,471	-951,177	-839,323	-813,496	-905,322	-1,031,256	-1,051,653
Depreciación	-8,611,386 US\$		0	1,666,418	1,449,784	1,261,312	1,097,341	954,687	830,578	722,603	628,664
Participación de los Trabajadores (8%)	-8,117,908 US\$		0	1,336,809	1,354,140	985,076	670,843	604,296	836,309	1,149,520	1,180,914
Base Imponible	93,355,940 US\$		0	15,373,302	15,572,605	11,328,379	7,714,700	6,949,404	9,617,552	13,219,483	13,580,514
Diferencia Temporal (Timing Difference)	US\$		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ingreso Imponible neto	93,355,940 US\$		0	15,373,302	15,572,605	11,328,379	7,714,700	6,949,404	9,617,552	13,219,483	13,580,514
- Perdidas por el fisco	0 US\$			0	0	0	0	0	0	0	0
Utilidad despues de impuestos	93,355,940 US\$			15,373,302	15,572,605	11,328,379	7,714,700	6,949,404	9,617,552	13,219,483	13,580,514
Tasa del impuesto	30%		0	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%
Impuesto pagable	28,006,782 US\$		0	4,611,990	4,671,782	3,398,514	2,314,410	2,084,821	2,885,266	3,965,845	4,074,154
Impuesto Pagado a la renta 30%	28,006,782 US\$		0	4,611,990	4,671,782	3,398,514	2,314,410	2,084,821	2,885,266	3,965,845	4,074,154
Devolución del IGV											
IGV a la venta de Oro	18.0% US\$		0	5,814,991	5,814,991	4,862,867	4,289,191	4,156,833	4,634,559	5,289,728	5,394,350
Saldo del credito al IGV	600,000 US\$		600000	600,000	0	0	0	0	0	0	0
Reembolso	US\$		0	-600,000	0	0	0	0	0	0	0
Saldo del credito al IGV Cf	US\$		600000	0	0	0	0	0	0	0	0
Regalías mineras											
Vendedor											
Rev.Regalia - <=\$800/oz	1.5%		0	1.5%	1.5%	1.5%	1.5%	1.5%	1.5%	1.5%	1.5%
Rev.Regalia - \$800 to \$1,000/oz	2.5%		0	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%
Rev.Regalia - >\$1,000/oz	3.0%		0	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%
Pago de Rev. Rregalia	5,591,321 US\$		0	807,638	807,638	675,398	595,721	577,338	643,689	734,684	749,215
				67,303							
Regalía al Gobierno											
Regalia	1.0% %		0	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%
Regalia	2,271,849 US\$		0	327,833	327,833	275,779	243,602	236,158	261,634	296,572	302,438
				27,319							
Total Regalía mineras	7,863,170 US\$		0	1,135,471	1,135,471	951,177	839,323	813,496	905,322	1,031,256	1,051,653

CHAMA Commodity: Oro (Au)											
Modelo al Precio del Oro de US\$ 1,000/Oz											
Total	Unidades	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	

Participación de lo trabajadores

		0	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%
Distribucion de utilidades a los trabajadores											
Ingresos Netos antes de Impuestos											
Ingresos	227,184,924 US\$	0	32,783,325	32,783,325	27,577,917	24,360,238	23,615,792	26,163,368	29,657,195	30,243,766	
Costos de Operación	-109,236,521 US\$	0	-13,271,325	-13,271,325	-13,051,972	-14,038,029	-14,293,909	-13,973,607	-13,534,333	-13,802,020	
Regalía mineras	-7,863,170 US\$	0	-1,135,471	-1,135,471	-951,177	-839,323	-813,496	-905,322	-1,031,256	-1,051,653	
Depreciación	-8,611,386 US\$	0	-1,666,418	-1,449,784	-1,261,312	-1,097,341	-954,687	-830,578	-722,603	-628,664	
Ingreso Neto	101,473,848 US\$	0	16,710,110	16,926,745	12,313,456	8,385,544	7,553,700	10,453,861	14,369,003	14,761,429	
- Perdidas	US\$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ingresos netos despues de impuesto	101,473,848 US\$	0	16,710,110	16,926,745	12,313,456	8,385,544	7,553,700	10,453,861	14,369,003	14,761,429	

Reparto de utilidades a los trabajadores (8%)	8,117,908 US\$	0	1,336,809	1,354,140	985,076	670,843	604,296	836,309	1,149,520	1,180,914	
---	----------------	---	-----------	-----------	---------	---------	---------	---------	-----------	-----------	--

Estado de Ganancias & Perdidas

Ingreso por ventas	227,184,924 US\$	0	32,783,325	32,783,325	27,577,917	24,360,238	23,615,792	26,163,368	29,657,195	30,243,766	
Costos de Operación OPEX	-109,236,521 US\$	0	-13,271,325	-13,271,325	-13,051,972	-14,038,029	-14,293,909	-13,973,607	-13,534,333	-13,802,020	
Regalías mineras	-7,863,170 US\$	0	-1,135,471	-1,135,471	-951,177	-839,323	-813,496	-905,322	-1,031,256	-1,051,653	
Depreciación	-8,611,386 US\$	0	-1,666,418	-1,449,784	-1,261,312	-1,097,341	-954,687	-830,578	-722,603	-628,664	
Devolución del IGTV	600,000 US\$	0	600,000	0	0	0	0	0	0	0	
Participación de las utilidades de los trabajadores	-8117908 US\$	0	-1,336,809	-1,354,140	-985,076	-670,843	-604,296	-836,309	-1,149,520	-1,180,914	
Utilidades antes de impuestos & intereses, EBIT	93,955,940 US\$	0	15,973,302	15,572,605	11,328,379	7,714,700	6,949,404	9,617,552	13,219,483	13,580,514	

Flujo de Caja

Flujo de Caja de Actividades de Operación											
Ingresos	227,184,924 US\$	0	32,783,325	32,783,325	27,577,917	24,360,238	23,615,792	26,163,368	29,657,195	30,243,766	
Costos de Operación OPEX	-109,236,521 US\$	0	-13,271,325	-13,271,325	-13,051,972	-14,038,029	-14,293,909	-13,973,607	-13,534,333	-13,802,020	
Regalías mineras	-7,863,170 US\$	0	-1,135,471	-1,135,471	-951,177	-839,323	-813,496	-905,322	-1,031,256	-1,051,653	
Participación de los trabajadores	-8,117,908 US\$	0	-1,336,809	-1,354,140	-985,076	-670,843	-604,296	-836,309	-1,149,520	-1,180,914	
Devolución del IGTV- impuesto	600,000 US\$	0	600,000	0	0	0	0	0	0	0	
Impuesto pagado sobre la renta	-28,006,782 US\$	0	-4,611,990	-4,671,782	-3,398,514	-2,314,410	-2,084,821	-2,885,266	-3,965,845	-4,074,154	
Total (NOPAT)	74,560,544 US\$	0	13,027,729	12,350,607	9,191,177	6,497,631	5,819,270	7,562,864	9,976,240	10,135,024	

Flujo de Caja de Actividades de Inversión											
Costo de Capital	-12,818,600 US\$	-12,818,600	0	0	0	0	0	0	0	0	
Capital de Trabajo	-1,163,000 US\$	-1,163,000	-8,989,380	0	2,030,064	1,612,954	382,032	-1,130,062	-1,549,803	-151,190	
Total	-13,981,600 US\$	-13,981,600	-8,989,380	0	2,030,064	1,612,954	382,032	-1,130,062	-1,549,803	-151,190	
Flujo de Caja del Proyecto	-13,981,600 US\$	-13,981,600	4,038,350	12,350,607	11,221,242	8,110,585	6,201,302	6,432,802	8,426,437	9,983,835	

Evaluación del Proyecto

Flujo de Caja del Proyecto (Project cash flow)	US\$	-13,981,600	4,038,350	12,350,607	11,221,242	8,110,585	6,201,302	6,432,802	8,426,437	9,983,835	
--	------	--------------------	------------------	-------------------	-------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	--

PARAMETROS FINANCIEROS:

Tasa de descuento	5%
VPN@5%real	39,837,843
Tasa interna de Retorno TIR (IRR)	55.1%
Recuperacion de la Inversion (real)	2.0
Tasa efectiva real	2.47%

Tasa de descuento	10%
VPN@10%real	30,330,361
Tasa interna de reotorno TIR	55.1%
Recuperacion de la Inversion (rea yrs)	2.0
Tasa efectiva real	4.88%

ANEXO 2

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO:
“EVALUACIÓN PRELIMINAR DE COSTOS DE OPERACIÓN Y DE INVERSIÓN DE UN PROYECTO DE ORO DE ALTA SULFURACIÓN (PRE - FACTIBILIDAD).”

Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES	DISEÑO METODOLOGICO
<p>Problema General ¿Cómo influye La Evaluación Preliminar de Costos de Operación y de Inversión en la factibilidad de la Inversión de un Proyecto de Oro de Alta sulfuración a nivel de Prefactibilidad?</p> <p>Problemas específicos. 1.- ¿Cómo influye la Evaluación Económica en la factibilidad de la Inversión de un Proyecto de Oro de Alta sulfuración a nivel de Prefactibilidad?</p> <p>2.- ¿Cómo influye la Evaluación Financiera en la factibilidad de la Inversión de un Proyecto de Oro de Alta sulfuración a nivel de Prefactibilidad?</p>	<p>Objetivo General. Realizar La Evaluación Preliminar de Costos de Operación y de inversión en la factibilidad de Inversión en un Proyecto de Oro de Alta sulfuración a nivel de Prefactibilidad</p> <p>Objetivos Específicos. 1.-Determinar la Evaluación Económica para analizar la factibilidad de la Inversión en un Proyecto de Oro de Alta Sulfuración a nivel de Prefactibilidad</p> <p>2.-Realizar la Evaluación Financiera para determinar la factibilidad de la Inversión en un Proyecto de Oro de Alta sulfuración a nivel de Prefactibilidad</p>	<p>Hipótesis General La Evaluación Preliminar de Costos de Operación y de inversión influye en la factibilidad de la Inversión de un Proyecto de Oro de Alta Sulfuración a nivel de Prefactibilidad</p> <p>Hipótesis específicas 1.-La Evaluación Económica influye en la factibilidad de la Inversión de un Proyecto de Oro de Alta Sulfuración a nivel de Prefactibilidad</p> <p>2.-La Evaluación Financiera influye en la factibilidad de la Inversión de un Proyecto de Oro de Alta sulfuración a nivel de Prefactibilidad</p>	<p>Variable Independiente: X X1 = "Evaluación Económica</p> <p>X2 = Evaluación Financiera</p> <p>Variable Dependientes: Y Y = Inversión de un Proyecto de Oro de Alta Sulfatación.</p>	<p>Variable Independiente:</p> <p>-Valor Actual Neto Económico- VANE -Tasa Interna de Retorno Económico- TIRE</p> <p>-Valor Actual Neto Financiero - VANF -Tasa Interna de Retorno Financiera - TIRF</p> <p>Variable Dependientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Activos tangibles • Activos Intangibles • Capital de trabajo 	<p><u>Tipo de Investigación</u> Descriptivo, Explicativo y Correlacional</p> <p><u>Nivel de Investigación</u> Aplicativo</p> <p><u>Diseño de la Investigación</u> Cuasi Experimental</p> <p>Población Proyectos mineros Epitermales de alta sulfuración por oro, emplazados en la zona centro y sur del Perú.</p> <p>Muestra Se tomarán por diversas empresas mineras de exploración, data que previamente a su utilización, ha sido validada, solamente se utilizara aquellas muestras que pasaron satisfactoriamente el proceso de QA/QC.</p> <p>Técnicas en recolección. La técnica a emplearse será la de: Observación, Análisis, Medición, Cálculo y Comparación con yacimientos similares</p> <p>Instrumento Equipo básico de geología, topografía y geoquímica, se emplearan computadoras con software especializado en minería.</p>

ANEXO 3
CIRRICULUM VITAE

Luis Felipe Macedo Valdivia

Ingeniero Geólogo, CIP: 16715

Av. Velasco Astete 3555. Santiago de Surco. Lima 33, PERU.

Teléfono: 51-1- 278 1232, Cel.: 51-996 403 896; E-mail: macedo@tsi-pe.com, luimac@gmail.com

RESUMEN DE EXPERIENCIA

Geólogo, con experiencia en la industria minera y petrolera, en exploración y producción, habiendo desempeñado cargos como: Geólogo senior, Gerente de Exploración, Gerente de Fusiones y Adquisiciones (M & A), Gerente de Operaciones, Geólogo Consultor y Gerente de proyectos. Con experiencia profesional y trabajo de campo en Perú, Argentina, Bolivia, Brasil, Canadá, Colombia, Chile, Ecuador y los Estados Unidos de América. Dirigiendo equipos multidisciplinarios de exploración y producción por oro, cobre y metales básicos, con el descubrimiento, identificación, exploración y/o producción de treinta y cinco (35) depósitos de mineral económico.



Amplia experiencia en gerencia de operaciones, planeamiento estratégico y mitigación de riesgos, desarrollo corporativo y actividades de fusiones y adquisiciones en grandes y medianas empresas mineras; aplicación de procedimientos de gerencia de proyectos PMI. Realización de Due diligence, estudios conceptuales, prefactibilidad y viabilidad, cálculos de recursos minerales y reservas, de conformidad con la norma canadiense NI-43-101 y código JORC, Cuento con sólidos conocimientos de geología y mina que se han aplicado con éxito en los programas de exploración, producción en proyectos en América del Sur, particularmente en planificación estratégica y generación de objetivos. Experiencia en la aplicación de sistemas de gestión de datos geológicos y GIS; que incluye elaboración de presupuestos y control de costos, reclutamiento y motivación de personal, negociación de propiedades, protocolos ambientales y de seguridad, conocimiento de la ley minera de la mayoría de los países americanos. Nivel de inglés avanzado.

LOGROS ALCANZADOS

He liderado equipos multidisciplinarios de exploración, dando como resultado el descubrimiento, identificación, exploración y/o puesta en producción de treintaicinco yacimientos económicos: actualmente ocho están en producción y los demás en etapa de exploración avanzada en: Perú, Argentina, Chile, Bolivia, y Colombia.

Dirigí con éxito equipos de exploración petrolera, en las cuencas Huallaga, Ucayali, Marañón y Ene en la selva peruana; y he participado en el estudio de las cuencas mesozoicas en Perú, América del Sur y EE. UU.

HABILIDAD DIRECTIVA

- Gerencia de equipos multinacionales y multidisciplinarios de exploración, producción y desarrollo minero, que incluyeron actividades de evaluación geológica, geoquímica y geofísica, campañas de perforación, estudios conceptuales, de pre-factibilidad y factibilidad.
- Desarrollo de proyectos desde la fase de prospección - exploración hasta la puesta en producción (Mina Corihuarmi)
- Preparación de presupuestos para los programas de exploración, desarrollo y producción.
- Amplia experiencia en negociación de contratos y acuerdos por el uso de terrenos superficiales, en áreas con propiedades mineras y sus contratos de venta, cesión, concesión o arrendamiento de derechos mineros
- En mi desarrollo profesional, he desempeñado posiciones como: Geólogo Consultor Sénior, Gerente de Geología, Fusiones & Adquisiciones (M&A), Gerente de Exploración, Gerente de Geología y Jefe de Geólogos, Gerente de Operaciones, Gerente de proyectos, Geólogo Sénior y de Proyectos, etc. He participado activamente en diversos proyectos mineros y petroleros en todas sus etapas, en Perú, Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Nicaragua, Canadá y USA.

EXPERIENCIA TECNICA

- Amplia experiencia y conocimientos geológicos – mineros, en evaluación y generación de proyectos, con especial atención en yacimientos de metales preciosos, su exploración e interpretación mediante estudios geológicos, geofísicos, estructurales, geoquímicos y de sensores remotos, así como su puesta en producción de yacimientos Epitermales (Au) de alta y baja Sulfuración en rocas volcánicas y sedimentarias, Porfiríticos (Au-Cu-Mo), IOCG, Mississippi Valley (MVT), Orogénicos de oro, Depósitos de Reemplazamiento en Carbonatos-Skarn (CRD), polimetálicos de Pb, Zn, Ag, yacimientos de Sn, Cu, Au, Ag.
- Registro geológico de testigos y cartografiado geológico y QA-QC en minería subterránea y a cielo abierto
- Intuición para las oportunidades de negocio minero, de acuerdo a los planes estratégicos de la empresa

- Autor y Coautor de numerosos Informes Geológicos, Mineros, Seguridad y de Medio ambiente de acuerdo a la Norma NI 43-101, código JORC y regulación ambiental de cada uno de los países donde he laborado.
- Familiarizado con el uso de computadoras y programas aplicativos: Windows, Office. Project Manager, PCDEP, PIMA, ENVI, G.I.S., AutoCad, Surfer, MapInfo, Minesight, Internet y otras aplicaciones.

I. FORMACION ACADEMICA

2010	:	Gerencia de Proyectos Universidad Nacional de Ingeniería, Escuela de Gerencia de Proyectos (PMI). Lima - Perú.
2008	:	Programa Internacional de Evaluación de Yacimientos Mineros Universidad de Antofagasta Chile (UATSA).
1996	1998	: MAESTRÍA en Ciencias, Mención GESTIÓN MINERA Universidad Nacional de Ingeniería. FIGMM - Escuela de Post-grado. Lima - Perú.
1970	1975	: INGENIERIA GEOLOGICA: Universidad Nacional de " San Agustín "Arequipa – Perú Facultad de Ingeniería Geológica, Geofísica y Minas.
Idiomas	:	ESPAÑOL Materno INGLES Lee, Habla y Escribe (Nivel Avanzado).

II. TÍTULOS Y GRADOS OBTENIDOS

- INGENIERO GEÓLOGO, Universidad Nacional de "San Agustín" Arequipa - Perú.
- BACHILLER en Ciencias Geológicas, Universidad Nacional de San Agustín" Arequipa - Perú.

III EXPERIENCIA PROFESIONAL

Enero 2016 : **GEÓLOGO CONSULTOR SENIOR**

Actual :
Asesor y Consultor en Geología Económica Aplicada a la Exploración, Evaluación Económica de proyectos mineros, gerenciamiento de proyectos; Cartografiado geológico-estructural y geoquímico de proyectos de oro, plata, cobre, estaño y polimetálicos. Asesoría en la evaluación de propiedades (cartera de proyectos); Supervisión, estimación y cálculo de Recursos y Reservas de acuerdo a la regulación NI 43-101 y JORC, para Minera Coriwayra SAC., y HT Gold SAC, .entre otras.

Febrero 2014 : **SOCIEDAD MINERA EL BROCAL S.A.A.** (Compañía de Minas Buenaventura SAA)

Diciembre 2015 Cargo: **Superintendente General de Exploración.**

Evaluación geológico - económica, estructural y geo-metalúrgica del proyecto Marcapunta, Modelado geológico, Estimación y cálculo de Recursos y Reservas de acuerdo a la regulación NI 43-101, definiendo programas de perforación diamantina y de explotación de mineral no arsenical, arsenical y mixto de cobre – oro –plata.

Abril 2013 : **GEÓLOGO CONSULTOR**

Enero 2014 : Cargo: **Geólogo Sénior**

Geología Económica, Planeamiento, Ejecución y Evaluación de proyectos mineros, Generando programas de exploración geológica, geofísica, geoquímica, programas de perforación diamantina y de RC; supervisión, modelado geológico, estimación y cálculo de Recursos y Reservas de acuerdo a la regulación NI 43-10.

Feb-Jul, Sept. 2012: **MINEROS SA – OPERADORA MINERA SAS. Colombia**

Marzo 2013 : Cargo: **Asesor especializado en Geología**

Asesoría, en geología, producción y exploración brownfield en Zaragoza - El Bagre, Departamento de Antioquia. labores de Exploración subterránea, programas de perforación diamantina, en las Minas "La Ye", Cordero, Mangos, Icacales y Nechi (Batolito de Segovia, Cálculo de Recursos y Reservas de acuerdo a la regulación NI 43-101.

Febrero 2011 : **TWP Sudamérica (Worley Parsons-TWP)** (Sud África)

Junio 2012 Cargo: **Geólogo Sénior líder**

Servicio de geología, exploración, evaluación y gerencia de proyectos mineros. Programas de perforación diamantina, modelado geológico, cálculo y evaluación de recursos. Liderando estudios de Due diligence, estudios conceptuales, estudios de Pre-factibilidad, evaluación de yacimientos epitermales de Au- Ag de alta y baja Sulfuración, yacimientos porfiríticos de Cu-Mo, Cu-Au, yacimientos de Zinc CRD (Skarn) y MVT (Mississippi Valley), Yacimientos VMS, yacimientos orogénicos así como yacimientos de Au, Ag, Pb, Zn, Fe, W y Sn, en Perú y Sudamérica.

Octubre 2010 : **GEÓLOGO CONSULTOR**

Febrero 2011 Cargo: **Geólogo Sénior**

Servicio de geología planeamiento y evaluación de proyectos mineros y programas de perforación diamantina, por yacimientos epitermales de Au de alta y baja sulfuración, porfiríticos de Cu-Mo, Cu-Au, yacimientos de Zinc CRD (Skarn) y MVT (Mississippi Valley), Yacimientos VMS, yacimientos orogénicos así como yacimientos de Au, Ag, Pb, Zn, Fe, W y Sn.

Mayo 2003 : **MINERA IRL SA.** (Minera IRL Ltd, Australia-Reino Unido)

Sept 2010 Cargo: **Gerente de Geología, Fusiones & Adquisiciones (M&A), Gerente de Exploración, Gerente de proyectos y Jefe de Geólogos**

A cargo de la Generación, Exploración, Negociación y Adquisición de propiedades mineras. Planeamiento, ejecución, evaluación y gerencia de proyectos de exploración-producción, programas de exploración geológica regional, estructural, geoquímica, geofísica y programas de perforación diamantina, por yacimientos epitermales de oro de alta y baja sulfuración, orogénicos de oro y porfiríticos de Cu-Mo, Au-Cu. En Perú, Argentina, Bolivia, Chile, Brasil y Ecuador.

Agosto 2002 : **GEOLOGO CONSULTOR**

Abril 2003

Servicio de Geología, Exploración, Evaluación económica de proyectos mineros de inversión, Administración y Gerencia de Proyectos y programas de perforación diamantina, por yacimientos epitermales de Au de alta y baja sulfuración y porfiríticos de Cu-Mo, Cu-Au, yacimientos de Zinc CRD (Skarn) y MVT (Mississippi Valley), yacimientos orogénicos y yacimientos filoneanos de Au, Ag, Pb, Zn, W y Sn.

Octubre 2001 : **MINERA PEÑOLES DE PERU SA.** (Peñoles, México)

Julio 2002 Cargo: **Geólogo Sénior de Exploración**

A cargo de la generación, exploración y evaluación geológica, estructural, geoquímica y económica, por yacimientos epitermales de oro, pórfidos de cobre, reemplazamiento en carbonatos (CRD) y Mississippi Valley(MVT) en el Sur del Perú, con el descubrimiento de los prospectos de Cu-Mo porfiríticos Pan de Azúcar y Huinchos - Huancacsa.

Febrero 2001 : **GEOLOGO CONSULTOR**

Setiembre 2001

Servicio de geología económica, exploración, evaluación de proyectos mineros, gerencia de proyectos mineros; en exploración, producción y programas de perforación por yacimientos epitermales de Au de alta y baja sulfuración, porfiríticos de Cu-Mo, Cu-Au, yacimientos de Zinc CRD (Skarn) y MVT (Mississippi Valley), filoneanos de Au, Ag, Pb, Zn, W y Sn. Para: Minera Anaconda, Minas Buenaventura, Minera Ararat y Peñoles entre otras.

Mayo 2000 : **MINSUR S.A.** (Grupo Breca, Mina San Rafael, Puno-Perú)

Enero 2001 Cargo: **Geólogo sénior.**

Control geológico de labores subterráneas y superficie, modelado cálculo de recursos y reservas de la mina de Sn-Cu San Rafael. Generación y ejecución de programas de exploración, perforación, implementación de la base de datos e interpretación geológica económica del yacimiento.

Abril 1996 : **COMINCO PERÚ SRL.** (Teck Resources Ltd. Canadá)

Enero 2000 Cargo: **Geólogo sénior.**

Generación, planeamiento, ejecución y evaluación de proyectos de exploración geológica, geoquímica, geofísica por yacimientos epitermales y porfiríticos de **Cu** y **Au**, yacimientos de **Zinc** tipo CRD skarn y MVT, Jefe de los Proyectos CRD *Mario*. Proyectos MVT: *Bongará*, Porfiríticos **Cu-Mo** y por epitermales de **Au**. Habiendo participado en el desarrollo de otros proyectos en Bolivia (Oruro), Canadá (British Columbia - Highland Valley Mine) y USA (exploración distrito de Nevada).

Mayo 1994 : **MINERA PHELPS DODGE DEL PERÚ S.A.** (Freeport-Mc Moran - Phelps Dodge Corp. USA)

Febrero 1996 Cargo: **Geólogo Sénior jefe de Proyectos.**

Generación, planeamiento evaluación y ejecución de proyectos de exploración y evaluación geológica, geoquímica, geofísica de yacimientos epitermales y porfiríticos de **Au** y **Cu** en el Sur del Perú, descubrimiento de los prospectos de Cu-Mo porfiríticos de *Huayrondo*, *Chapi* y *Cícera*, y el descubrimiento (Au) Rescatada. Jefe de Proyectos por Cu-Mo Porfirítico: y por Epitermales de Au.

Octubre 1993 : **MINERA QUELLAVECO S.A.** (Anglo-American Corporation)

Mayo 1994 Cargo: **Geólogo de Proyecto.**

Pre-Factibilidad proyecto Cu-Mo Quellaveco. Responsable de la evaluación geológica, cartografiado geológico-geoquímico – estructural, geotécnico, modelado geológico, cálculo de recursos y reservas. Programas de perforación diamantina 10,000m y relogueo de testigos (Minero Perú 35,000mts).

- Junio 1993 : **EUROCAN VENTURES LTD.** (Canadá - U.S.A.)
 Agosto 1993 Cargo: **Gerente del Proyecto Cuenca Ene** (Consultor).
 Responsable de la evaluación geológica de la cuenca Ene. Perú,
- Febrero 1993 : **MOBIL EXPLORATION AND PRODUCING PERÚ INC.** (U.S.A.)
 Mayo 1993 Cargo: **Geólogo de Exploración** (Consultor)
 Redacción y Edición del Informe Final de Exploración de la Cuenca Huallaga. Perú, Mobil Place, Dallas, Texas, USA.
- Nov. 1992 : **MINERA AURÍFERA RETAMAS S.A. (MARSA)**
 Enero 1993 Cargo: **Geólogo de Exploración**
 Exploración y evaluación de yacimientos epitermales de Au de baja sulfuración, en el batolito de Patáz, La Libertad - Perú.
- Junio 1990 : **MOBIL EXPLORATION AND PRODUCING PERU INC.** (Mobil Oil Corp. U.S.A)
 Octubre 1992 Cargo: **Geólogo de Exploración, Jefe de Brigada y Geólogo de pozo**
 Responsable de la Evaluación geológica, geofísica, geoquímica y Control estructural de la Cuenca Huallaga-Perú, geólogo del pozo Ponasillo 1X.
 Febrero 1991 : Stage well site geologist en Dune Camp. Crane County, Midland, Texas, USA
 Junio 1991 Mobil Exploration and Producing United States.
- Febrero 1989 : **MINAS DE ARCATA S.A.** (Hochschild Mining PLC, Perú).
 Junio 1990 Cargo: **Superintendente de Geología mina y Exploraciones Sur del Perú, Arcata, Caylloma.**
 Responsable de la Organización, Dirección, Planeamiento y Administración de los Departamentos de Geología de Arcata y Caylloma. Trabajos geológicos de exploración y desarrollo, preparación, planeamiento y QA/QC, Cálculo del Cut Off y Estimación de Recursos y Reservas, modelado de mina. Programas de perforación diamantina, supervisión y entrenamiento de 10 geólogos
- Febrero 1978 : **COMPAÑÍA DE MINAS BUENAVENTURA S. A.**
 Febrero 1989 Cargo: 1983-1989 **Asistente, Jefe Departamento de Geología.** UNIDAD JULCANI (Huancavelica)
 Cargo: 1978- 1983 **Jefe Departamento.** UNIDAD HUACHOCOLPA (Angaraes - Huancavelica)
 Responsable de la supervisión, planeamiento y ejecución del trabajo geológico de exploración y desarrollo, ore control QA/QC., Evaluación geo-económica de yacimientos de **Ag, Au, Cu, Pb, Zn, W, Sb.** Cálculo y Estimación de Recursos de reservas, Control de Calidad, control de perforación diamantina. Administración de Personal, Equipos y Recursos.
- Mayo 1977 : **COMPAÑÍA MINERA DEL HILL S.A.** (Consultores)
 Dic. 1977 Cargo: **Geólogo Residente.**
 Estudio Hidrogeológico y Evaluación Geoeconómica del yacimiento. "LAS SALINAS de HUACHO". Responsable de la supervisión y ejecución de trabajos de geología, hidrogeología, geofísica, geoquímica, perforación diamantina, así como el modelado del yacimiento. Administración General.
- Marzo 1976 : **PETROLEOS DEL PERU S.A. (PETROPERU)**
 Oct. 1976 Área de Investigación y Desarrollo Departamento de Tecnología, División Exploración.
 Cargo: **Geólogo Asistente**
 Becario de tesis (Grado de Bachiller), proyectos Cuencas Ucayali y Marañón, Interpretación Geológico-Estructural del Arco de Contaya.
- Visitas técnicas a diversos Proyectos mineros, en diferentes ambientes geológicos de América del Sur, EEUU y Canadá.
 Participación y asistencia constante a cursos de geología y gerencia, conferencias y seminarios sobre geología y operaciones de diferentes yacimientos mineros.

IV AFILIACIONES Y ACTIVIDADES RELACIONADAS

- 2009: Society for Geology Applied to Mineral Deposits (Registro 1565-09)
 2004: Instituto de Ingenieros de Minas Del Perú (Registro 04-02047-GE)
 1997: Society of Economic Geologists, Inc. USA (Registro. 824414)
 1991: American Association of Petroleum Geologists (AAPG) & Energy Minerals Div. USA (Reg.59349-7)
 1978: Colegio de Ingenieros del Perú. Capítulo Geólogos. Lima - Perú. (CIP 16715)
 1974: Sociedad Geológica del Perú. Lima - Perú.

Visitas a proyectos mineros ubicados en diferentes ambientes geológicos en América del Sur, América del Norte y Canadá.
 Asistencia regular a cursos de geología y de gestión, conferencias y seminarios sobre exploración y depósitos minerales

V INFORMACION PERSONAL

DNI : 07826446
Nacionalidad : Peruano
Edad : 64 años
Estado Civil : Casado
Idiomas : Español – Ingles
Disponibilidad : Inmediata
Licencia de conducir : A IIIc - Profesional

LUIS FELIPE MACEDO VALDIVIA

Geologist Engineer, CIP 16715

Av. Velasco Astete 3555 – Prolongación Benavides-Santiago de Surco - Lima 33 - Peru
Phone: +511-278-1232, Cell: +51-996-403-896 - Email: macedo@tsi-pe.com; lujimac@gmail.com



Geologist, with experience in mining and petroleum industry, as senior exploration and production geologist, exploration manager, manager geology mergers & acquisitions (M&A), consultant geologist and operations manager. Project Management and hands-on field work, with professional experience in Peru, Argentina, Bolivia, Brazil, Canada, Colombia, Chile, Ecuador and the United States of America. Conducting multidisciplinary exploration-production teams for gold, copper and base metals, resulting in the discovery, identification, exploration and / or production of thirty-five (35) economic ore deposits.

I have extensive administrative experience including budgeting and cost control, personnel recruiting and motivation, property negotiation, environmental and safety protocols and working knowledge of the mining law of most American countries. Developed and managed operations, led strategic planning and risk mitigation, corporate development and M&A activities in big- mid- tier and small mining companies.

Carried out due diligence, Scoping, Pre-feasibility and Feasibility studies, Ore Resources and Reserves calculations, in compliance with the Canadian regulation NI-43-101, JORC code, Project Manager PMI procedures. Boast a solid technical record of accomplishment where skills has been successfully applied to exploration, production programs and projects throughout South America, particularly in strategic planning and target generation. Experienced in applying computer-based geological data management and GIS systems; Fluent in both Spanish and English;

SELECTED ACCOMPLISHMENTS:

- Successfully led several exploration teams, resulting in the discovery, identification, exploration and / or production of thirty-five economic ore deposits: in Peru, Argentina, Chile, Bolivia and Colombia. The first eight-ore deposits, are in current production and the last one in advanced exploration stage
- Successfully led several oil exploration teams, in the Huallaga, Ucayali, Marañon and Ene basins in the Peruvian jungle; having participated in the study of the Mesozoic basins in Peru and South America and USA

MANAGERIAL SKILLS

- Management of international exploration and production teams, developing parallel reconnaissance, exploration and evaluation activities, as well as drilling campaigns scoping, prefeasibility and feasibility studies, directly overseeing the work of over 150 employees.
- Prepared and justification detailed yearly budgets and monthly cash forecasts for continent-wide exploration programs
- Acknowledged for successfully obtaining on budget, cost-effective and efficient performance.
- Extensive experience in contract negotiation and preparing agreements for land, mineral rights and lease positions.
- Extensive experience working with government agencies throughout Latin America regarding land use planning, project design and development permitting as well as in the privatization of mining properties.
- Extensive experience in developing business strategies based on core competencies and diversification goals of the employer.
- Acknowledged by reports as a fair leader, establishing high standards based on strict work ethics, strong advocate of flat structures, delegating authority and accountability according to measurable pre-established goals and performance expectations.

TECHNICAL SKILLS

- Strong geological expertise with focus on metallic ore deposits. Excellent field skills and working knowledge of geology, geophysics, geochemistry and remote sensing multispectral tools, Acknowledged for using exploration tools selectively on a case-by-case basis
- Experienced in project management and evaluation based on frequent participation in project resource and economic evaluations.
- Experience in resource estimation and calculation of reserves for epithermal high and low sulphidation gold, porphyry copper–molybdenum, silver, tin and polymetallic ore deposits.
- Acknowledged for developing results-driven (not process driven) staged exploration programs, establishing evaluation and goal parameters that must be satisfied at each stage.
- Strong negotiation skills based on win-win criteria

- Sharp intuition for sounding out new mining business opportunities that match the core competencies and strategic goals of the employer.
- Author and Co-author of numerous geological reports in compliance with the Canadian regulation NI-43-101

I. PROFESSIONAL EXPERIENCE

INDEPENDENT CONSULTANT

Senior Consultant Geologist

January '16 to date

Advisor and Consultant in Geological exploration, Economic Assessment of mining investment projects, Administration and Project Management (PMI); Structural geological mapping and geochemical in projects of gold, silver, copper, tin and polymetallic. Advice on property evaluation (project portfolio); Monitoring, estimation and calculation of Resources and Reserves according to JORC and NI 43-101 regulations.

SOCIEDAD MINERA "EL BROCAL" SAA, Cerro de Pasco - Perú

General Superintendent of Explorations

February '14 to January 16

In Charge of the management of exploration, mine planning and development. Geological, Geo metallurgical and economic evaluations and investment for the Marcapunta West - South project (Au- Cu), Geological model and resources, Estimation and calculation of ore Resources and Reserves, under Canadian NI 43-101 regulation, defining the diamond drilling programs for no arsenical, mixed and arsenical ore copper - gold - silver.

INDEPENDENT CONSULTANT

Senior Consultant Geologist

April '13 January '14

Geological and management assistance, for the generation, planning, geological and mining projects evaluations for local and regional exploration, since the earliest stages until the advanced geological economic evaluation works; with emphasis in disseminated gold, in epithermal high and low sulphidation systems, porphyry Copper-Molybdenum, copper-gold, carbonate replacement deposits (CRD) and, Mississippi Valley Type (MVT). Generation of exploration targets based on analysis of satellite imagery and mineral occurrences; program planning and monitoring of mining and diamond drilling campaigns, estimation and calculation of Reserves and Resources under Canadian NI 43-101 regulation.

OPERADORA MINERA SAS (MINEROS SA – Colombia)

Senior Advisor Geologist

February to March '12, July '12 and since September '12 to March '13

Geological and management assistance, in exploration and production mining activities. Resource estimations and reserve calculations, of orogenic gold in the Segovia Batholith, Antioquia Department, Colombia. In charge of carrying out regional and local geological exploration programs, structural and geochemical reconnaissance as well as planning the execution and evaluation of mining projects of investment, in exploration, development and production programs, and control of diamond drilling programs

TWP South America (Worleyparsons Peru South Africa)

Senior Consultant Geologist leader

February '11 June '12

Geological consultant in exploration and production activities. Carry out due diligence, Scoping studies and Pre-feasibility - Feasibility studies. Ore Resources and Reserves calculations, in compliance with the Canadian regulation NI-43-101 and JORC code, Project Manager PMI procedures. Carrying out geological, geochemical regional and local reconnaissance and exploration programs, planning, execution and evaluation of mining projects of investment, in exploration, development, production and drilling exploration programs.

INDEPENDENT CONSULTANT

Senior consultant geologist

October '10 January '11

Geological and management assistance in exploration and production activities, resource estimation and calculation of reserves, with emphasis in disseminated gold, in epithermal high and low sulphidation systems, porphyry Copper-Molybdenum, copper-gold, carbonate replacement deposits (CRD) and, Mississippi Valley Type (MVT), iron and industrial minerals exploration. I worked as an independent consultant exploration geologist in Peru, Argentina, Chile, Colombia and Ecuador.

MINERA IRL S.A., (Minera IRL Limited, England - Australia)

Manager Geology, Mergers & Acquisitions (M&A) / Exploration Manager, Geology Manager and Chief Geologist, Senior Geologist / Projects Manager

May '03 September '10

Responsible of the Generation, Exploration, Scoping, Prefeasibility and Feasibility Studies, Planning and Evaluation of mining projects for low and High sulphidation epithermal gold systems, porphyry Au-Cu deposits in Peru and South America (Argentina, Brazil, Chile, Bolivia, Ecuador) as well as, identification and evaluation of M&A opportunities, Business Development and Strategic Planning, Reported to the Chairman and General Manager. Consolidating MIREL position as an important precious metal player in those countries. Handling costs and budgets, Responsibilities included Contracts, supervising geologists, contractors and support staff.

INDEPENDENT CONSULTANT

Senior Consultant Geologist

August '02, April '03

Geological assistance in exploration and production activities, reserves, Scoping, Prefeasibility and feasibility studies for production, generating and carry out geological and geochemical regional exploration programs, for gold in epithermal high and low sulphidation systems, porphyry Cu-Au, Cu-Mo, carbonate replacement deposits (CRD) and, Mississippi Valley Type (MVT). Copper, gold, zinc, silver and tin ore deposits.

MINERA PEÑALES DE PERU S.A

Senior Exploration Geologist

October '01 July '02

In charge of Southern Peru Geological Exploration, generating and carry out geological and geochemical regional reconnaissance programs, for gold in epithermal high-sulphidation systems, porphyry copper and carbonate replacement deposits.

INDEPENDENT CONSULTANT

February '01 September '01

Geological assistance in exploration and production activities, reserve and feasibility studies for production and exploration for gold in epithermal high and low sulphidation systems, porphyry Cu-Au, Cu-Mo; carbonate replacement deposits (CRD) and, Mississippi Valley Type (MVT). Copper, gold, zinc, silver and tin ore deposits.

MINSUR S.A

Senior Geologist.

May '00 January '01

Specific duties included: QA/QC, Carry out the Ore Reserves Evaluation of San Rafael mine, tin-copper deposit, Geological fieldwork, Mapping, Planning and supervision of diamond drill programs for ore reserves and core logging, research, interpreting, evaluation of projects and reports writing.

COMINCO PERU SRL (Teck Resources Ltd. Canada)

Senior Project Geologist

April '96 January'00

Responsible for the generating and conducting of regional geological and geochemical exploration, Evaluated and developed drill targets for porphyry Cu-Au, Cu-Mo, Mississippi Valley Type (MVT), Carbonate Replacement Deposits (CRD), gold in low and high-sulphidation epithermal systems. Regional exploration of volcanic centers, Managerial duties and carry out the geological fieldwork, geochemistry, PIMA studies, core log, planning and evaluation of projects. I have participated in the others Projects in Peru, Bolivia (Oruro district), Canada (British Columbia exploration) and USA (Nevada District).

MINERA PHELPS DODGE DEL PERU S. A. (Freeport-Mcmoran Copper and Gold - USA)

Exploration Geologist; Project's Manager

May '94 February '96

Responsible of Generating and conducting regional geological exploration and geochemical reconnaissance programs, for disseminated gold and porphyry copper deposits in Southern Peru. Evaluated and developed drill targets. Of porphyry copper deposit of Miocene-age and volcanic-hosted, to the southwest of Arequipa, Tacna, Puno and Moquegua projects.

MINERA QUELLAVECO S. A. (Anglo American Corporation – South África).

Project Geologist

October '93 May '94

Pre-feasibility studies, Performed detailed lithological descriptions and alterations of the Quellaveco Porphyry Cu-Mo Deposit, Evaluated and developed drill targets, Supervised and logged 45,000 meters of Diamond drill cores and constructed interpretative cross sections for geological model and economic evaluation of disseminated Cu – Mo

mineralization. Carry out the geological fieldwork, research, interpreting and Evaluation of the Quellaveco Porphyry copper-molybdenum Project Peru

CONSOLIDATED EUROCAN VENTURES Ltd. (Canadian Oil Company)

Exploration Geologist (Consultant)

June '93 September '93

Carry out the Geological fieldwork, Research, Interpreting and Evaluation of geological data of the Ene Basin Peru, Writing and editing of same.

MOBIL EXPLORATION AND PRODUCING PERU INC. (EXXON – MOBIL, USA)

Exploration Geologist

Feb. '93 May. '93

Final Geological Exploration Report, Huallaga Basin Peru team.

MINERA AURIFERA RETAMAS S.A. (MARSA). (Gold Mining Company).

Exploration Geologist

Nov. '92 Jan. '93

Generating and evaluating exploration prospects related to gold in quartz veins hosted in plutonic rocks and structural controls on the auriferous shear zones in the Pataz Batholith Region. El Gigante mine. La Libertad - Peru.

MOBIL EXPLORATION AND PRODUCING PERU INC. (EXXON MOBIL, USA)

Exploration Geologist

June '90 October '92

Field Party Chief & Well site Geologist. Carried out the Geology, Geochemistry, Geophysics, Photogeology, Stratigraphy, Sedimentology and Structural controls, fieldwork and interpretation studies of the Huallaga basin Peru and Dune Camp, Crane County, Midland-Texas USA, Responsible for the fieldwork, evaluation and exploration of prospects.

Feb–June '91: Well site Geologist, Dune Camp. Crane County, Midland / Odessa – Texas, Mobil Exploration & Producing United States. MNEV. EXXON MOBIL USA

MINAS DE ARCATA S.A. (Hochschild Mining PLC, Peru). Silver and Gold Mining Company

Chief Division Geologist

February'89 June'90

In charge of the Implementation and direction of the Arcata Geology Department, Detailed mapping of silver and gold veins within Arcata properties, supervision of diamond drill programs, logging and reports writing. Specific projects included: ore reserves evaluation, Planning and analysis of projects. Exploration, Production, and quality control (QC),

COMPAÑIA DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A.

Geology Department, Silver, Gold, Copper, Tungsten, Lead, and Zinc mining company

February '78 February '89

April'83 to February'89: JULCANI MINE, Chief Division Geologist and

February '78 to March '83: HUACHOCOLPA MINE, Head of geology department

In Charge of: Exploration and Production geology, in under-ground and open pit mining. Geo-economics Evaluation of mineral deposits, Carry out interpretation studies of Geochemistry, Zoning, Paragenetic, structural control and metal ratio values studies, Diamond drill core log. Planning and analysis of projects; Production, Quality Control (QC),

MINERA Del HILL S.A (MDH). Mining Consultants ("Las Salinas de Huacho" Project. Lima - Peru.

Resident Geologist / Project Supervisor

May. '77 December '77

Surface Geological mapping, Hydrogeology, Geochemistry, and Ore deposits simulation, core log, drilling control and Geophysics at "Las Salinas de Huacho" Salt Mines.

PETROLEOS Del PERU (PETROPERU).

March '76 September '76, Thesis Scholarship Holder BSc. (Bachelor of Science)

Geological research about the Contaya Arc, .Marañón and Ucayali Basins, Peru

II. ACADEMIC EDUCATION

August – December 2010

Project Management (PMI) **National University of Engineering, Lima Peru**

October –December 2008

International Program for Ore Deposits Evaluation, **University of Antofagasta, Chile (UATSA).**

1996-1998 2015-2016

Master of Science, Mining Management, **National University of Engineering, Lima Peru**

1970-1975

Geology, **National University of San Agustín, Arequipa, Peru**

Languages : SPANISH Maternal
: ENGLISH Read, Speak and Write (Advanced Level).

III. TITLES AND DEGREES OBTAINED

- GEOLOGIST ENGINEER, National University of "San Agustín" Arequipa - Peru.
- BACHELOR OF SCIENCE Degree in in Geological Sciences, National University of San Agustín "Arequipa - Peru.

IV. PROFESSIONAL AFFILIATIONS AND RELATED ACTIVITIES

2009: Society for Geology Applied to Mineral Deposits (SGA) Register 1565-09
 2004: Peruvian Institute of Mining Engineers). Register: 04-02047-GE
 1997: Society of Economic Geologists, Inc. USA (SEG) Register 824414)
 1991: American Association of Petroleum Geologist (AAPG) & Energy Minerals Div. USA; Register: 59349-7
 1978: Peruvian Institute of Professional Engineers; Geologist Chapter, Lima-Peru; Register: CIP. 16715
 1974: Geological Society of Peru. Lima - Peru

Project and mining visits to sites located in different geologic environments within South America, North America and Canada. Regular attendance to geological and management courses, conferences and seminars on exploration and mineral deposits

V. PERSONAL INFORMATION

DNI : 07826446
 Nationality : Peruvian
 Age : 64years
 Status : Married
 Languages : Spanish - English
 Driving license : Professional Cat. A III c