



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
EXTENSIÓN MORONA SANTIAGO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA DE GEOLOGÍA Y MINAS

DISEÑO DE EXPLOTACIÓN DE LOS DEPÓSITOS AURÍFEROS
ALUVIALES PROFUNDOS DEL RÍO JATUN YACU, ÁREA
CONFLUENCIA, TENA.

TRABAJO DE TITULACIÓN

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL TÍTULO EN INGENIERA EN GEOLOGIA Y MINAS

AUTOR

SARABIA PALACIOS JIMENA DALILA

MACAS- ECUADOR

2016

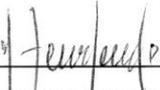
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

EL TRIBUNAL DEL TRABAJO DE TITULACIÓN CERTIFICA QUE: el trabajo de investigación titulado DISEÑO DE EXPLOTACIÓN DE LOS DEPÓSITOS AURÍFEROS ALUVIALES PROFUNDOS DEL RÍO JATUN YACU, ÁREA CONFLUENCIA, TENA., De responsabilidad de la Srta. Egresada Jimena Dalila Sarabia Palacios, ha sido prolijamente revisada quedando autorizada su presentación.

En la Ciudad de Macas, a los 08 días del mes de enero de 2016

Para constancia de lo actuado firman:

TRIBUNAL DE TRABAJO DE TITULACIÓN



ING. HENRY HERMAN REMACHE
DIRECTOR



ING. IVÁN ARTURO PINO
MIEMBRO

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Jimena Dalila Sarabia Palacios, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes y el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Macas, 08 de enero del 2016



Jimena Dalila Sarabia Palacios

CC.1400706881

DEDICATORIA

Con amor respeto y consideración para mis padres; Luis Sarabia y Beatriz Palacios, quienes me han forjado con esmero y dedicación durante mi trayecto de vida, infundiéndome valores fundamentales de fe y perseverancia. A mis hermanos; Magaly, Mary, Lupe y Marco, por ser el motor que me impulsa a proyectar objetivos. A mí enamorado Fernando quien ha influido positivamente en la ejecución del presente.

AGRADECIMIENTO

Al creador de la vida, “DIOS”, por hacer en mí su voluntad, forjando caminos con personas acertadas, quienes influyeron en el proceso de mi formación profesional y personal permitiéndome superar adversidades con mente optimista, aprovechando, disfrutando y enriqueciéndome de las oportunidades, fortaleciéndome cada día.

A mi familia por ser mi fortaleza en todo tipo de circunstancias objetivas y adversas.

A la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, Extensión Morona Santiago, por la formación académica recibida a través de sus catedráticos de calidad.

A los miembros del tribunal; Ing. Henry Remache e Ing. Iván Pino, por su apoyo y predisposición, reflejado en el presente trabajo de Tesis.

A la compañía TERRAEARTH RESOURCES. S.A. por la oportunidad, confianza y calidez brindada en el ejercicio de esta noble profesión, permitiéndome plasmar este estudio en base a la experiencia adquirida, de manera en especial al Ingeniero Marco Santacruz por su contribución generosa durante la elaboración del presente.

ABREVIATURAS Y SIGLAS

WGS-84: Sistema Geodésico Mundial 1984

PMA: Plan de Manejo Ambiental

INAMHI: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología

EIA: Estudio de Impacto Ambiental

CESAQ-PUCE: Centro de Servicios Ambientales y Químicos de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador

BULK SAMPLING: Muestreo de grava

Tr: Trazas de oro

Tvt: Tiempo de vida del depósito, años

Pmg: Producción mensual

Pgñ: Producción anual

Pmau: Producción mensual de oro

PaAu: Producción anual de oro

QT: Rendimiento teórico de la excavadora

QTEX: Rendimiento práctico de la excavación

KLL: Coeficiente de llenura del cucharón

KT: Coeficiente de soltura del material

Ku: Coeficiente de empleo efectivo en el tiempo de turno

Tt: Tiempo de trabajo ininterrumpido

Tb: Tiempo de parada debido a detenciones inevitables de la excavadora

QET: Rendimiento de extracción de un turno

CONTENIDO

LISTA DE TABLAS	vii
LISTA DE CUADROS	ix
LISTA DE FOTOGRAFÍAS	x
LISTA DE ILUSTRACIONES	xii
LISTA DE ANEXOS	xiii
<u>I. INTRODUCCIÓN</u>	<u>1</u>
1.1 ANTECEDENTES	2
1.2 OBJETIVOS	3
1.2.1 OBJETIVO GENERAL	3
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.3 JUSTIFICACIÓN	4
1.4 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	4
1.4.1 UBICACIÓN DEL ÁREA	4
1.4.2 ACCESIBILIDAD Y COMUNICACIÓN	5
1.4.3 DATOS GEOGRÁFICOS:	7
1.5 CLIMA Y VEGETACIÓN	7
1.5.1 TEMPERATURA.	7
1.5.2 PRECIPITACIÓN	9
1.5.3 HUMEDAD RELATIVA (%)	10
1.5.4 NUBOSIDAD (OCTETOS)	10
1.6 SUELOS	10
1.6.1 USO ACTUAL DEL SUELO	10
1.7 INFRAESTRUCTURA	11
<u>II. GEOLOGÍA</u>	<u>14</u>
2.1 GEOLOGÍA REGIONAL	14
2.1.1 FORMACIONES CRETÁICAS:	14

4. DEPÓSITOS RECIENTES:	15
2.2 GEOLOGÍA LOCAL	15
2.3 GEOLOGÍA DEL YACIMIENTO	16
2.3.1 CARACTERÍSTICAS DE LA GRAVA	17
2.3.2 CARACTERÍSTICAS DEL BEDROCK	19
2.3.3 CARACTERÍSTICAS DEL ORO ALUVIAL	19
2.4 HIDROGRAFÍA	23
2.5 NIVEL FREÁTICO	24
<u>III. PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL PLACER AURÍFERO</u>	<u>26</u>
3.1 PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SOBRECARGA	26
3.1.1 TEXTURA	27
3.1.2 CONSISTENCIA	27
3.2 PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DE LAS GRAVAS	27
3.2.1 PESO ESPECÍFICO	28
3.2.2 ÁNGULO DE TALUD NATURAL	29
3.2.3 COEFICIENTE DE ESPONJAMIENTO	31
3.2.4 GRANULOMETRÍA DE LAS GRAVAS	31
3.2.5 PORCENTAJE DE LOS COMPONENTES DE LA GRAVA	32
3.3 PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL BEDROCK	32
<u>IV. EXPLORACIÓN GEOLÓGICA-MINERA</u>	<u>33</u>
4.1 INTRODUCCIÓN	33
4.2 METODOLOGÍA DEL TRABAJO	33
4.3 PROSPECCIÓN	33
4.4 EXPLORACIÓN AVANZADA	35
4.4.1 EXCAVACIÓN DE POZOS BULK SAMPLING	35
4.5 REGISTRO DE POZOS EXPLORADOS BULK SAMPLING	40
<u>V. RESERVAS</u>	<u>42</u>

5.1 RESERVAS CATEGORIZADAS EN PROBADAS, PROBABLES Y POSIBLES	42
5.1.1 PROBADAS.	42
5.1.2 PROBABLES.	43
5.1.3 POSIBLES.	45
5.2 EVALUACIÓN DE LAS RESERVAS	46
5.2.1 SELECCIÓN DEL MÉTODO DE EVALUACIÓN	46
<u>VI. DISEÑO DE EXPLOTACIÓN</u>	50
6.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS PARA LA ELECCIÓN DEL MÉTODO DE EXTRACCIÓN	50
6.2 CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN	51
6.3 ELECCION DEL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN	52
6.3.1 TOPOGRAFÍA.	53
6.3.2 MINERÍA	54
6.4 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS OPERACIONES MINERAS	55
6.4.1 PREPARACIÓN.	55
6.4.2 DESAGÜE DE MINA.	57
6.4.3 MANEJO DE ESCOMBRERAS.	58
6.4.4 MANEJO DEL AGUA EN EL PROCESO	59
6.5 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO DE EXPLOTACIÓN	61
6.5.1 PREPARACIÓN DE LA PISCINA DE EXPLOTACIÓN	62
6.5.2 DESBROCE.	62
6.5.3 DESTAPE.	63
6.5.4 ARRANQUE.	64
6.5.5 LAVADO.	65
6.5.6 DESCOLE.	67
6.5.7 RECONFORMACIÓN Y REHABILITACIÓN	68
<u>VII. CÁLCULOS GENERALES DE PRODUCCIÓN</u>	70
7.1 TIEMPO DE VIDA DE LA MINA	70
7.2 DÍAS DE TRABAJO AL AÑO	70

7.3 PRODUCCIÓN MENSUAL Y ANUAL DE GRAVA A LAVAR	70
7.4 PRODUCCIÓN ANUAL Y MENSUAL DE ORO	71

VIII. MAQUINARIA Y EQUIPOS **72**

8.1 ELECCIÓN DE LA MAQUINARÍA Y EQUIPOS	72
8.2 DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS DE LAS EXCAVADORAS	72
8.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA MAQUINARÍA	74
8.4 EQUIPOS DE SUCCIÓN DE AGUA	76
8.4.1 MOTOR CUMMINS N° 1	76
FUENTE: ELABORADO EN BASE AL MANUAL DE USO Y MANTENIMIENTO	76
8.4.2 MOTOR CHINO N° 2	77
8.4.3 MOTOBOMBA HONDA DE 3”	77
8.5 CONSUMO DE COMBUSTIBLE	79
8.5.1 ACEITES, GRASAS Y LUBRICANTES	79
8.6 ELECCIÓN DE LA PLANTA DE LAVADO	80
8.6.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE LAVADO	81
8.6.2 CAPACIDAD DE LA PLANTA, INSTALADA Y DE OPERACIÓN	83
8.7 RENDIMIENTO TEÓRICO Y PRÁCTICO DE LA EXCAVADORA Y PLANTA DE LAVADO ZETA	85
8.7.1 RENDIMIENTO TEÓRICO DE LA EXCAVADORA	85
8.7.2 RENDIMIENTO EN LA PRÁCTICA DE LA EXCAVADORA	86
8.7.3 RENDIMIENTO DE EXTRACCIÓN EN UN TURNO	87
8.8 PARÁMETROS DE PRODUCCIÓN	88
8.9 INSUMOS REQUERIDOS PARA EL LAVADO DE GRAVAS	89
8.9.1 AGUA INDUSTRIAL.	89

IX. PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL

90

9.1.1 OBJETIVO	90
9.1.2 DISPOSICIONES AMBIENTALES	90
9.1.3 SUBPROGRAMA DE MEDIDAS DE SEGURIDAD LABORAL Y OCUPACIONAL.	91
9.1.4 SUBPROGRAMA DE VIGILANCIA MÉDICA	92

9.1.5	SUBPROGRAMA DE SEÑALIZACIÓN Y ROTULACIÓN DE INSTALACIONES	93
9.1.6	INFORMATIVAS	94
9.1.7	PREVENTIVAS	94
9.1.8	OBLIGATORIAS	94
9.1.9	PROHIBICIÓN	95
9.1.10	COLOCACIÓN DE LETREROS AMBIENTALES	95
9.2	PROGRAMA DE EDUCACIÓN Y CAPACITACIÓN AMBIENTAL	95
9.2.1	OBJETIVOS:	95
9.2.2	CHARLAS DE CONCIENTIZACIÓN	95
9.2.3	EDUCACIÓN AMBIENTAL	96
X.	<u>ANÁLISIS DE COSTOS DE PRODUCCIÓN</u>	<u>97</u>
10.1	DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS DE EXTRACCIÓN	98
10.1.1	COSTOS EN LA FASE PREVIA.	98
10.1.2	COSTOS EN LA FASE DE OPERACIÓN	100
10.1.3	COSTO HORARIO TOTAL DE OPERACIÓN	101
10.1.4	COSTOS DE OPERACIÓN POR EXPLOTACIÓN	102
XI.	<u>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</u>	<u>103</u>
11.1	CONCLUSIONES	103
11.2	RECOMENDACIONES.	104
XII.	<u>RESUMEN</u>	<u>105</u>
XIII.	<u>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	<u>107</u>
13.1	BIBLIOGRAFÍA	107
XIV.	<u>ANEXOS</u>	<u>108</u>

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas de la Concesión Minera Confluencia	7
Tabla 2. Distribución de la temperatura	8
Tabla 3. Distribución de la Precipitación	9
Tabla 4. Instalaciones del Campamento	12
Tabla 5. Clasificación del oro Aluvial	22
Tabla 6. Ensayos de ángulos de Talud	30
Tabla 7. Composición granulométrica del depósito	32
Tabla 8. Formato de registro de pozos	39
Tabla 9. Color del pozo según el tenor obtenido	40
Tabla 10. Registro de Pozos Explorados	40
Tabla 11. Reservas probadas	43
Tabla 12. Reservas Probables	44
Tabla 13. Reservas Posibles	45
Tabla 14. Resumen de Producción	71
Tabla 15. Especificaciones técnicas de la excavadora HYUNDAI 260LC-9s	74
Tabla 16. Especificaciones técnicas de la excavadora HYUNDAI 330LC-9s	75
Tabla 17. Especificaciones de la bomba Cummins N°1	76
Tabla 18. Especificaciones técnica de la bomba N°2	77
Tabla 19. Ficha técnica de la Motobomba Honda	78
Tabla 20. Consumo mensual de combustible	79
Tabla 21. Consumo mensual de Aceites	79
Tabla 22. Consumo mensual de grasa de lubricación	80
Tabla 23. Distribución de las horas de trabajo	88
Tabla 24. Producción de extracción	89

Tabla 25 Inversión fija. Calculado para los 1.5 años estimados para el proyecto.	99
Tabla 26. Costo horario de la maquinaria	102
Tabla 27. Costos por metro cúbico lavado	102

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1 Diagrama de los procesos de explotación	69
---	----

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Bosque secundario y cultivos de ciclo corto	11
Fotografías 2. Campamento	13
Fotografía 3. Sobrecarga	19
Fotografía 4. Tamices para la clasificación Granulométrica del oro	22
Fotografía 5. Cobertura vegetal y sobrecarga removida	26
Fotografía 6. Disposición de la grava	28
Fotografía 7. Medición del Ángulo de Talud	30
Fotografía 8. Lavado de grava con batea	35
Fotografía 9. Maquinaria y Equipos de Exploración	36
Fotografía 10. Ubicación del área y desbroce	36
Fotografía 11. Apertura del Pozo, lavado, bateo y pesado del oro	37
Fotografía 12. Área del pozo reconformada	38
Fotografía 13. Topografía del sector antes de la intervención	54
Fotografía 14. Construcción de la vía de acceso	56
Fotografías 15 Dique de contención	57
Fotografía 16. Escombreras Temporales	58
Fotografía 17. Piscinas de Decantación y Clarificación	60
Fotografía 18 Piscina de Sedimentación	60
Fotografía 19. Cunetas de Coronación	62
Fotografía 20. Retiro de la Cobertura Vegetal (Desbroce)	63
Fotografía 21. Retiro de la sobrecarga (Destape)	64
Fotografía 22. Arranque y lavado de mina	66
Fotografía 23. Desalojo de las colas del canalón (Descole)	67
Fotografía 24. Labores efectuadas por la excavadora Hyundai 260LC-9S	73

Fotografía 25. Labores varias efectuadas con la Excavadora 330LC-9s	74
Fotografías 26 Vista lateral y frontal de la planta de lavado zeta	85
Fotografía 27 Demostración del rendimiento teórico de la excavadora	87

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Estratigrafía del Depósito	18
Ilustración 2 Zonas por donde discurre el agua en el subsuelo.	25
Ilustración 3 Método del mallado	35
Ilustración 4. Corte Esquemático de un Pozo	39
Ilustración 5. Método de los Triángulos y Reservas aplicado en el Área de Estudio	48
Ilustración 6. Posibles direcciones del minado	61
Ilustración 7. Estructura de la planta de lavado	84

LISTA DE ANEXOS

ANEXOS	108
ANEXO 1. GLOSARIO DE TÉRMINOS	
ANEXO 2. MAPA GEOLÓGICO DEL ÁREA CONFLUENCIA	
ANEXO 3. MAPA DE UBICACIÓN E HIDROLÓGICO DEL ÁREA DE ESTUDIO	
ANEXO 4. PLANO TOPOGRÁFICO DEL ÁREA DE ESTUDIO	
ANEXO 5 PLANO DE RESERVAS: PROBADAS, PROBABLES Y POSIBLES	
ANEXO 6 PLANO DE POZOS EXPLORATORIOS Y PERFILES GEOLÓGICOS	
ANEXO 7 PLANO DE DISEÑO DE EXPLOTACIÓN CON CORTES LONGITUDINALES Y TRASVERSALES	
ANEXO 8. REGISTRO DE POZOS EXPLORATORIOS CALCULADOS POR EL MÉTODO DE TRIÁNGULOS	

I. INTRODUCCIÓN

TERRAEARTH RESOURCES. S.A. es una compañía minera legalmente constituida en el Ecuador, dedicada a la exploración y explotación aluvial de minerales metálicos dentro del Régimen de Pequeña Minería, actualmente concesionaria minera del Proyecto Aluvial Shiguacocha: (“Regina 1S”, “Vista Anzu”,) y del Proyecto Aluvial Tena (“Anzu Norte”, “Confluencia”, “Talag”, y “El Icho”). Ubicadas en la provincia de Napo, cantones Arosemena Tola y Tena, Parroquias Arosemena Tola, Tena, Puerto Napo, Pano y Talag. TERRAEARTH RESOURCES. S.A. desde hace cinco años aproximadamente viene desarrollando sus actividades en el Proyecto Aluvial Shiguacocha, en la fase de explotación en su segunda etapa, aprovecha el oro libre depositado a lo largo de las terrazas de los ríos aledaños, aplicando el sistema de explotación a cielo abierto, mediante la conformación de piscinas contiguas y relleno de las áreas minadas, mediante transferencia del área del desbroce y desencape a un costado (escombreras), posteriormente por medio de excavadoras la grava es arrancada hasta el contacto con el bedrock o roca base y alimentada a la tolva de la planta (zeta), aquí la grava es lavada con agua a presión apoyados con una bomba de agua de 6”, posteriormente el material producto del lavado es depositado directamente desde la planta hacia el bloque minado anteriormente, el agua utilizada en el lavado es conducida por medio de un canal hacia las piscinas de sedimentación, decantación y clarificación respectivamente.

En los depósitos aluviales, el material no requiere molienda, pues el oro se encuentra en estado libre, por lo tanto el proceso de beneficio a realizarse es manual y sin el empleo de químicos.

Una vez que se ha terminado el día de trabajo, las alfombras que se encuentra en los canalones de la planta, son recogidas en tinas plásticas para luego ser transportadas en una camioneta hacia el laboratorio (campamento).

El personal del laboratorio denominados “liquidadores”, proceden a sacudir las alfombras, con ayuda de agua, y sobre un canalón liso o canalón de recuperación (matraca). Una vez sacudidas todas las alfombras, se liquida el concentrado recogido en el canalón de recuperación que consta de rifles y alfombras. El concentrado es depositado en una tina para luego ser cernido con un tamiz malla # 100; el material fino se lo procesa en una mesa vibratoria o se batea hasta obtener la separación del oro, limallas, y minerales pesados de la matriz arenosa, y el grueso superior a la malla # 100 se lo procesa

manualmente en las bateas plásticas y de madera. El concentrado de la arena fina se procede a secar en un horno eléctrico pequeño, posteriormente los minerales magnéticos se separan con imán, los máficos se separan con una brocha y soplos, y finalmente se obtiene el oro libre sin uso de químicos.

Cada sistema de explotación se diferencia por su método de realizar los trabajos mineros, el método incluye la forma y diseño normalizado de ejecutar las labores de acceso, preparación extracción y desplazamiento de las masas y estéril. La compañía TERRAEARTH RESOURCES. S.A. al culminar las labores en el proyecto aluvial Shiguacocha, en su segunda fase da luz verde a la explotación en “CONFLUENCIA” área minera en exploración avanzada que conforma el Proyecto aluvial Tena, en el presente estudio se pretende adaptar un Diseño de Explotación técnico–económico acorde a las características y parámetros presentes en este tipo de depósito aluvial, tomando en cuenta las condiciones reales y actuales del país.

La asistencia en la ejecución de dicho estudio conlleva a la aplicación del conocimiento técnico – científico en base a la formación académica y experiencia profesional recibida.

1.1 ANTECEDENTES

La minería es una actividad industrial básica, dedicada a la obtención de los geo recursos, para el abastecimiento de materias primas, y confesar su influencia sobre su calidad de vida, su progreso y su destino.

En la actualidad, el repunte de los precios de los metales y en especial del oro, hace pensar que la minería aurífera, desarrollada dentro de lineamientos claramente establecidos, puede constituirse en uno de los principales pilares de la economía nacional. Dentro de este contexto, la minería de placeres es sin lugar a duda una industria conveniente para el correcto aprovechamiento de éste recurso.

La explotación y aprovechamiento de minerales metálicos auríferos o yacimientos secundarios aluviales constituye uno de los métodos más antiguos y elementales de la extracción de oro en el Ecuador, donde se aprovecha el peso específico del oro para lograr su concentración gravimétrica y separarlo de los sedimentos pesados.

El oro aluvial tiene su origen en la desintegración de la roca aurífera de yacimientos primarios y/o como resultado de re-trabajos de placeres preexistentes; estos sedimentos son transportados, para luego internarse en un proceso de concentración mecánica y

sedimentación del material en el agua, y por último la formación del depósito de oro en el lecho del arroyo o bedrock gracias a obstáculos que encuentra la corriente del río.

Actualmente en el Ecuador algunas compañías mineras extranjeras, han decidido invertir su capital en la búsqueda de este tipo de yacimientos, es el caso de la compañía TERRAEARTH RESOURCES. S.A. dedicada a la exploración y explotación de placeres auríferos aluviales, realizando sus labores con responsabilidad social y ambiental, contribuyendo al desarrollo de los pueblos.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General

Definir un diseño de explotación adecuado para terrazas profundas en los depósitos auríferos aluviales del río Jatun Yacu, área Confluencia, Tena.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Obtener todos los parámetros geológicos - mineros de la grava aurífera y las propiedades del oro presente en el depósito, que permita una posterior planificación de la planta de beneficio.
- Determinar las reservas existentes desde el punto de vista geológico-minero industrial, así como también proyectar la vida útil del yacimiento.
- Delimitar los parámetros geométricos del diseño
- Definir un sistema de explotación compactible con las características y condiciones de los depósitos auríferos profundos existentes a lo largo del río Jatun Yacu, área “Confluencia” ubicados específicamente en el sector Picocullín.
- Análisis Económico de la extracción.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Con la situación actual del País una alternativa, sin duda alguna viable para el desarrollo, es permitir la ejecución de proyectos mineros que permitan la extracción de los recursos existentes de una forma técnica y racional, utilizando para el efecto, tecnología actual, y de esta forma aprovechar el precio de los minerales que se tienen en la actualidad.

La actividad minera realizada a tajo abierto (placeres auríferos) permite que las inversiones sean relativamente inferiores en comparación con el método de explotación subterráneo. Esta actividad se la lleva a cabo considerando la factibilidad técnica, económica, ambiental y social.

Un diseño adecuado le permitirá a la empresa minimizar las inversiones iniciales, enfrentar y controlar correctamente los posibles problemas, tener una producción acorde a las necesidades de la demanda y mitigar los posibles impactos ambientales y sociales.

La ejecución del proyecto trae, beneficios y desarrollo para las comunidades que se encuentren en el área de influencia del proyecto; a través de la generación de empleo y participación en las regalías y utilidades; permitiendo de esta manera que las colectividades aledañas al proyecto reciban los recursos aportados por la compañía minera.

1.4 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.4.1 UBICACIÓN DEL ÁREA

El área de estudio se encuentra en la Región Amazónica Ecuatoriana (RAE), en la comunidad Piocullín, parroquia Puerto Napo, cantón Tena, provincia de Napo. Administrativamente (campamento), se encuentran en la provincia de Napo, cantón Carlos Julio Arosemena Tola, comunidad Shiguacochoa.

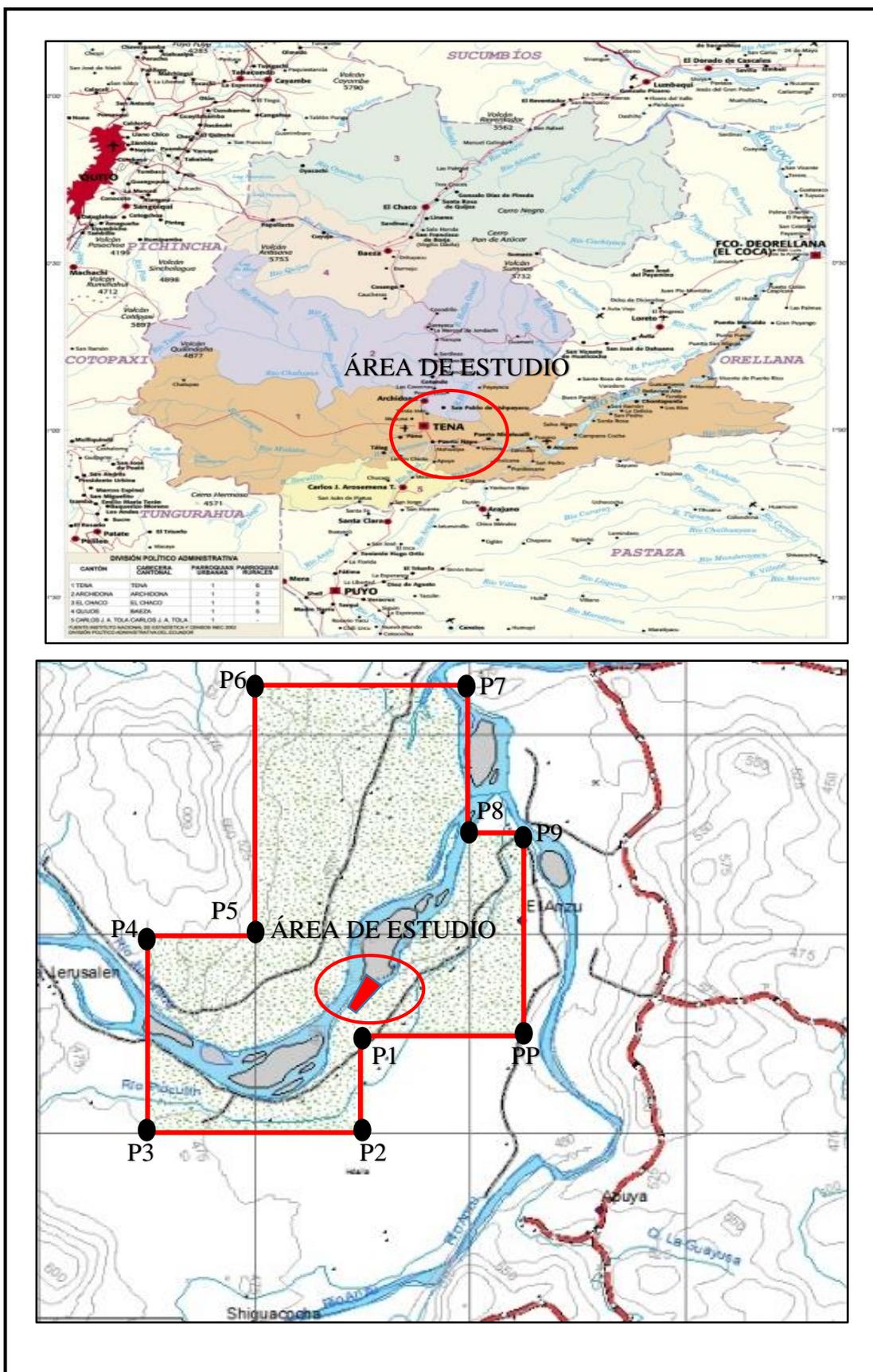
1.4.2 ACCESIBILIDAD Y COMUNICACIÓN

La vía de acceso parte de la troncal amazónica en el tramo Tena – Puyo hasta el Km. 70 sitio denominado Costa Azul, luego toma la carretera lastrada Costa Azul-Piocullín, cruza el río Anzu en puente colgante restringido para vehículos medianos y pesados, el tramo es de 4 Km, antes de Piocullín toma el camino de acceso a Mina 2 en un tramo construido por la empresa de 650 m.

El campamento que sirve de base de operaciones para el titular minero, se ubica a 4 Km, en el sector denominado Shiguacocha, hace uso del mismo nombre y se ubica en la superficie de la concesión Vista Anzu.

El sector es la llanura de inundación del río Jatun Yacu, el sitio escogido para la apertura del frente de arranque corresponde al punto de coordenadas WGS84: 186771 E, 9880637 N; la cota referencial del terreno antes de la intervención minera es de 460 (msnm).

Gráfico 1 Ubicación Geográfica del Área de Estudio



Fuente: Elaborado en base al Informe Anual de Exploración Área Confluencia

1.4.3 DATOS GEOGRÁFICOS:

- Nombre del área: : “CONFLUENCIA”
- Código: : 400408
- Hoja topográfica : Puerto Napo
- Escala : 1: 50.0000
- La concesión tiene una superficie de: 1.100 hectáreas mineras,
- Ubicación política, geográfica: Parroquia Puerto Napo, cantón Tena, Provincia Napo.
- Coordenadas de la concesión: WGS 84

Tabla 1. Coordenadas de la Concesión Minera Confluencia

Puntos	Longitud X	Latitud Y
PP	188.277	9'880.633
P1	186.777	9'880.633
P2	186.777	9'879.633
P3	184.777	9'879.633
P4	184.777	9'881.633
P5	185.777	9'881.633
P6	185.777	9'884.133
P7	187.777	9'884.133
P8	187.777	9'882.633
P9	188.277	9'882.633

Fuente: Informe Anual de Exploración

1.5 CLIMA Y VEGETACIÓN

1.5.1 Temperatura.

Los valores máximos y mínimos de temperatura tienen relación con la circulación atmosférica, las precipitaciones, la nubosidad y los vientos. Varían también en función de las características topográficas de la zona, la altitud, la época del año y la hora del día, lo

cual genera una excelente correlación lineal entre la altura del terreno y la temperatura media anual.

Del análisis a la información, se concluye que las temperaturas medias mensuales en la zona varían entre 22 y 25° C, estableciéndose variaciones diarias que pueden llegar a oscilar entre los 22 y 28° C en los días de temperaturas extremas.

En el área de estudio la altura varía alrededor de los 2.612 m.s.n.m., la cual se encuentra ubicada en el clima Ecuatorial Subtropical, caracterizado por una temperatura media del aire de 18.9°C. (Salgado, 2014)

Tabla 2. Distribución de la temperatura

MES	TEMPERATURA DEL AIRE A LA SOMBRA (°C)						
	ABSOLUTAS				M E D I A S		
	Máxima	Día	Mínima	día	Máxima	Mínima	Mensual
Enero	31.8	2	15.4	25	29.3	18.5	24.5
Febrero			15.8	26	28.9	18.2	24.0
Marzo	31.2	18	15.4	11	28.8	18.8	23.9
Abril			16.0	28	29.3	19.3	24.3
Mayo			18.4	17	28.0	19.6	23.7
Junio			16.6	20	28.1	19.1	23.8
Julio	30.4	20	15.0	20	27.3	18.6	23.1
Agosto			13.8	25	29.8	18.4	24.1
Septiembre					29.2	18.2	23.5
Octubre			16.0	24	30.2	18.6	24.2
Noviembre	32.2	4	16.2	1	29.7	19.4	24.4
Diciembre			16.6	23	28.7	20.3	23.7
Anual					28.9	18.9	23.9

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI)

1.5.2 Precipitación

El fenómeno de precipitación se da por la condensación del vapor de agua en la atmósfera, alcanzando tal peso, que no puede seguir flotando como las nubes y se precipita a la tierra en forma de lluvia. Esta se expresa en milímetros de agua que caen en una unidad de superficie y está relacionada con la temperatura, los vientos y la cobertura vegetal existente.

Del análisis a la información, se concluye que las lluvias son altas a lo largo del año, aunque la estación más húmeda se extiende de marzo a junio. En el mes de agosto las precipitaciones disminuyen a un valor muy similar para las estaciones bajas, donde oscila entre 230 y 250mm. Otro pico menor se produce en los meses de octubre-noviembre, manifestándose con más intensidad los dos periodos lluviosos, el de marzo-junio de mayor intensidad, el de octubre-noviembre de menor duración e intensidad. Para establecer estos parámetros se los realiza mediante los totales recogidos en los pluviómetros, las cantidades se suman y determinan el régimen pluviométrico del lugar o zona, estimándose como lugar seco o húmedo o estación húmeda o de humedad constante.

La estación meteorológica registra una precipitación con un valor anual de 4195.8mm. Se manifiesta periodos lluviosos en los meses de abril, mayo, junio y julio. La precipitación empieza a decrecer en el mes de enero, dando lugar al periodo seco.

Tabla 3. Distribución de la Precipitación

MES	PRECIPITACIÓN(mm)			
	Suma	Máxima en		Días con
	mensual	24hrs	día	precipitación
ENERO	246.5	62.8	8	26
FEBRERO	310.4	109.8	24	22
MARZO	251.0	43.4	25	30
ABRIL	404.4	58.4	26	27
MAYO	597.6	78.6	15	27
JUNIO	405.4	175.3	25	27
JULIO	404.8	55.6	1	27

AGOSTO	248.7	49.4	21	22
SEPTIEMBRE	285.9	140.0	24	25
OCTUBRE	320.6	56.5	25	26
NOVIEMBRE	357.5	53.5	23	26
DICIEMBRE	363.0	61.7	6	28
VALOR ANUAL	4195.8	175.3		

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI)

1.5.3 Humedad relativa (%)

La humedad relativa indica el grado de saturación de la atmósfera y es una relación entre la tensión de vapor actual y la tensión de vapor saturado a una determinada temperatura; se expresa en porcentaje.

De los valores promedios obtenidos, se puede observar que existen variaciones de humedad relativa siendo los valores mínimos y máximos registrados los siguientes: 74% como mínimo y 87% como máximo. Los porcentajes promedio anuales de humedad están comprendidos entre 80 y 86%. (Salgado, 2014)

1.5.4 Nubosidad (octetos)

La nubosidad se registra por observaciones directas en octetos, estimando 8 octetos al cielo completamente cubierto.

Para la zona de estudio es característica una nubosidad entre 5 a 7 octetos, lo que indica un cielo parcialmente cubierto durante la mayor parte del año. (Salgado, 2014)

1.6 SUELOS

1.6.1 Uso actual del suelo

Dentro de las áreas mineras que conforman el Proyecto Aluvial Tena, se identificaron las siguientes unidades de uso actual del suelo:

- Bosque secundario asociado a pastos cultivados y cultivos generalmente de ciclo corto.
- Pastos cultivados asociados a pequeñas plantaciones de café, cacao, banano, yuca principalmente.
- Pastos naturales. Cubre el 10% del área Confluencia.
- Pastos cultivados. Cubre el 30% del área Confluencia.

El área Confluencia se ubica dentro de los límites de varias comunidades indígenas, cuyos habitantes han talado considerablemente el bosque natural, para obtener madera para la venta y para construir sus viviendas, han reemplazado la vegetación nativa con pastizales y cultivos principalmente de ciclo corto sembrados en parcelas junto a sus viviendas. (Salgado, 2014)

Fotografía 1. Bosque secundario y cultivos de ciclo corto



Elaborado por: Sarabia, J. (2015).

1.7 INFRAESTRUCTURA

En la actualidad existe un campamento ubicado en el Cantón Carlos Julio Arosemena Tola dentro de la comunidad Shiguacocha a 2km de la vía principal Puyo – Tena, dentro del área minera Vista Anzu, aproximadamente a 150 m de distancia del río Anzu en su margen izquierdo. Las instalaciones del campamento abarcan un área total de 3.724 m²,

que comprenden construcciones, áreas verdes y parqueaderos, distribuidas de la siguiente forma:

Tabla 4. Instalaciones del Campamento

Construcción	Área	No. De Baños	Capacidad Personal
Bloque 1 (2 plantas)			
Dormitorios técnicos	238 m2	4	12
Bloque 2 (2 plantas)			
Planta alta: Dormitorios personal	415 m2	6	16
Planta baja: Dormitorios porteros Laboratorio Lavandería		6	16
Bloque 3 (2 plantas)			
Planta baja: Comedor – cocina 2 bodegas 2 baños	505.4 m2	2	
Planta alta: Oficina técnica			
Galpón cubierto 1			
Área almacenamiento aceites Mecánica – suelda	128 m2	no	
Galpón cubierto 2			
Bodega Parqueadero	334 m2	no	
Oficinas			
Seguridad Industrial Administración	84 m2	no	
Garita de guardia	20 m2	no	
Área almacenamiento combustibles	40 m2	no	
Vivero	600 m2	no	
	Cancha deportiva		
	Parqueadero cubierto		
	Reservorio de agua		
	Áreas verdes		
	Área de Compostaje		

Fuente: CESAQ- PUCE

La infraestructura del campamento se encuentra construida íntegramente con paredes y piso de madera, y techo de zinc. Los pisos de los baños y la cocina cuentan con baldosa.

Y las áreas de oficinas de Administración y Seguridad Industrial están construidas con bloque, techo de zinc y piso de concreto.

Fotografías 2. Campamento



Oficinas



Comedor



Instalaciones



Dormitorios operadores



Áreas Recreativas



II. GEOLOGÍA

2.1 GEOLOGÍA REGIONAL

Regionalmente el área Confluencia se localiza sobre la Cuenca Amazónica, esta cuenca, a partir del Cretácico representa una zona de depósito de formaciones de tipo marino somero. La orogenia andina iniciada en el Maestrichtiano, presenta depósitos de tipo continental mayormente en toda la cuenca, los cuales consisten de arenas, gravas, con sectores tobáceos, extendiéndose como un abanico a lo largo del flanco oriental de la Cordillera Real. (Salgado, 2014)

La geología del área Confluencia se diferencia en grupos litológicos y se hallan afectados por fallas de dirección NE-SW las que han generado el graven del río Jatun Yacu así como el desplazamiento horizontal de los bloques; los grupos litológicos son los siguientes:

2.1.1 Formaciones cretácicas:

1. Formación Napo (Albiano – Campaniano) Litológicamente comprende tres miembros:

- Napo Inferior.- Conformada por areniscas, lutitas y margas, la edad es Albiano superior – Cenomaniano inferior.
- Napo medio.- Comprende calizas grises bituminosas, al norte se presenta con horizontes de areniscas y lutitas (transgresión). La edad por fósiles es Turoniano.
- Napo superior.- Lutitas grises y verdosas intercaladas con calizas y areniscas. La edad del tope va del Coniaciano al Campaniano inferior. (Salgado, 2014)

2. Formación Tena (Cretácico Superior)

El afloramiento tipo se localiza al norte de Puerto Napo, compuesto por arcillas con numerosas intercalaciones de areniscas y escasos conglomerados. Esta litología marca el inicio de una transición de un ambiente netamente marino a uno de agua salobre y dulce.

En la concesión, aflora en el sector de Yutzupino y la vía Tena – Puerto Napo. Se localiza al piso del drenaje, representada por areniscas finas intercaladas en paquetes

arcillosos verdosos y púrpuras. Se halla cubierta por relictos de la formación Tiyuyacu en las elevaciones del sector. (Salgado, 2014)

3. Formaciones Terciarias (Eoceno)

El llamado “conglomerado basal” de la formación Tiyuyacu se halla aflorando en las partes apicales de las elevaciones entre la vía Tena – Puerto Napo y el río Yutzupino. La descripción litológica del miembro inferior consta de arenas silíceas cafés, a veces rojizas, acompañadas de secuencias de conglomerados con un 70 % de líticos de cuarzo amorfo, su matriz se compone de arena silícea compacta de grano medio a grueso. (Salgado, 2014)

4. Depósitos recientes:

Este grupo de depósitos han sido nominados de acuerdo a la nomenclatura general del Proyecto, de acuerdo a su posición estratigráfica.

Comprenden los de tipo coluvial y los aluviales más recientes de los principales drenajes.

- **Aluvial Pioculín.-** Potencia 5 metros. Matriz de arena cuarzosa media (70 %). Boulders subredondeados ($\phi < 0.8$ m.) de granito, volcánico, gneis (30 %)
- **Aluvial Yutzupino.-** Potencia 2 metros. Matriz de arena cuarzosa media (50 %), boulders de granito, volcánico y cuarcita (50 %).
- **Aluvial Jatun Yacu.-** Matriz de arena cuarzosa (30 %). Boulders subredondeados ($\phi < 1.0$ m.) granito, volcánicos, brechas, cuarcitas (70%).

2.2 GEOLOGÍA LOCAL

El tipo de yacimiento existente en el área de estudio, es el denominado placer de terraza, se denomina placeres a los depósitos de arena, gravas y otros materiales detríticos o residuales que contienen uno o varios minerales valiosos, que han sido acumulados a través del tiempo por concentración mecánica, lo que consiste en antiguos cauces de ríos cubiertos por varios eventos geológicos relativamente jóvenes, dando como resultado que

hoy estos depósitos auríferos se encuentren alejados de la corriente actual del río y bajo capas de materia orgánica o capas de diferente composición a las gravas existentes en los paleocanales. Específicamente consiste:

- Sobrecarga.- Compuesta por humus 0.20 m de potencia, continua en estrato compuesta por arena de color gris oscuro con una potencia promedio de 2 m.
- Grava 0.- Formada por grava oxidada con clastos de rocas volcánicas e intrusivas compacta, cuya matriz es areno – arcillosa mediana con una potencia de 1,50 m de promedio.
- Grava 1.- Grava compacta de clastos redondeados de granito, rocas volcánicas abundante cuarzo, la matriz es arena – arcilloso color gris blanquecino con una potencia promedio de 2 m.
- Grava 2.- Grava compacta de color gris claro de clastos subredondeados y boulders mayores a 4m, la matriz es arenosa, con una potencia promedio de 3m.

El Anexo N°6 (Cortes transversales) describe en cuatro perfiles los estratos del depósito, levantados en base al registro de los pozos de exploración avanzada, efectuados durante la campaña del 08/08/13 al 15/10/2013, en los cortes se hace referencia a la distribución de la grava en sentido longitudinal y en profundidad.

El depósito Jatun Yacu por sus características geométricas, se ha definido como un yacimiento horizontal, de superficie plana, que como sobrecarga comprende: capa vegetal cuya potencia de recubrimiento va desde los 0,20 a 0,50 m y arena con una potencia que varía de 0,90 a 2,00 m; y como material aprovechable se tiene un espesor estimado de las gravas auríferas que van de 5 hasta 8 metros de profundidad en casos más potentes.

2.3 GEOLOGÍA DEL YACIMIENTO

El paquete de **gravas auríferas** que conforman estas terrazas, tiene su génesis, tanto en yacimientos primarios originados en los intrusivos como de rocas ácidas como

andesitas, intermedias granodiorita como en los re-trabajos que evidencia presencia de clastos de roca vetiforme de cuarzos que supone su origen del depósito primario de vetas auríferas. Estas terrazas se encuentran bajo el efecto erosivo del río Jatun Yacu y sus afluentes.

Cuando se establecen los parámetros en los placeres se determinan básicamente: longitud, ancho, altura, y profundidad a la que yace el placer.

Los límites del placer a lo largo y ancho se denominan el contorno del placer.

La potencia del placer se denomina a todo el espesor existente desde el bedrock o roca base hasta la superficie, incluida la sobrecarga o recubrimiento.

2.3.1 Características de la grava

Los cantos rodados se encuentran constituidos por andesitas, tobas, basaltos, brechas, pórfidos, cuarzos y granodioritas. En general las gravas se presentan en forma redondeada y sub-redondeadas, constituyen el 75% del contenido en volumen, donde el 25% restante pertenece a la matriz. En general el tamaño de los clastos mayores a 1m corresponde al 20%, los clastos de tamaño entre 0,90 a 0,60m representan el 40%, y el 25% son menores de 0,60m. Los clastos más grandes se ubican sobre el bedrock, en los últimos 3,00 m de grava, y alcanzan tamaños de 4 a 7m, son sub-redondeados a sub-angulares.

El paquete de gravas constituye 3 diferentes eventos, (G0, G1; G2) intercalados por capas de suelo areno-arcilloso producto del re-trabajo de la Formación Chalcana y que han sido levantadas producto del paleo cause propio del río y de sus respectivos eventos de transporte por caudales elevados y de erosión. Un primer tipo de grava denominada **Grava0** comienza bajo el límite de la sobrecarga que caracteriza tamaños de grava de 0,40m a 0,90m subredondeado y poca esfericidad que indica transporte mediano y de matriz altamente arenosa; Un tipo de grava denominado **Grava1** presenta aparente color rojizo de oxidación y que corresponde a una depositación de clastos subredondeados (medianamente redondeados y medianamente esféricos) que varían de un tamaño de 0,60m a 1,20m bajo las gravas nuevas del G0; un nivel que evidencia clastos altamente redondeados y altamente esféricos con tamaños de 1,20m a 3m que indica que el cauce o transporte ha sido de un incremento considerable para el transporte de dichos clastos, van en aumento de tamaño de clasto de 0,80 cm a 4m y una redondez baja esfericidad; La grava denominada **Grava2** es

de color grisáceo el tamaño de sus clastos varían de 1,5m a 6m con alta esfericidad y baja redondez que evidencia un cause potente del río y un largo transporte; y grava que evidencia los Boulder tamaños mayores de roca > 4m con buena esfericidad y baja redondez que indica un gran transporte y gran cauce del río para evidenciar su depósito y transporte. Evidenciados en los frentes de explotación. Y que se espera gran depósito de oro cerca de estas grandes rocas que por su espacio debieron haber detenido el paso del material de oro en su trayecto. Todos estos eventos están envueltos en una matriz de suelo arenosa que requiere de lavado para recuperar el mineral de oro.

Ilustración 1 Estratigrafía del Depósito



Elaborado por: Sarabia, J. (2015).

El material estéril o de sobrecarga, consiste en una capa de humus que contiene gran cantidad de raíces y material orgánico, seguido de arena fina con presencia clastos de origen volcánico y metamórfico que tienen un diámetro menor a 10 cm. En conjunto estas dos capas tienen una potencia que fluctúa entre los 0.9 m. y los 2 m.

Fotografía 3. Sobrecarga



Elaborado por: Sarabia, J. (2015).

2.3.2 Características del Bedrock

Es la roca firme sobre la que descansa el resto del aluvión. Está situada inmediatamente por debajo de la caja de grava y se la conoce también como roca de caja.

La separación entre la grava y el bedrock no suele ser neta: normalmente la capa superior del firme está bastante descompuesta formando una capa verduzca y deleznable llamada tosca. Debido a que esta alteración es corriente encontrar minerales de la gravera dentro de la roca de caja. Parte del suelo fijo y original de la región en el que ha abierto su curso el río (bedrock), corresponde a areniscas arcillosas de grano fino de color limosa azul – grisáceas, color verdosa por presencia de clorita y epidota como producto de alteración, pertenecientes a la Formación Napo. Este estrato posee una despreciable o casi nula presencia de oro, por lo que no es de interés económico; sin embargo en la fase de minado se lo extrae aproximadamente hasta 30 cm del mismo ya que ante la presencia de fisuras o discontinuidades puede existir acumulación de oro.

2.3.3 Características del Oro Aluvial

El oro aluvial es un metal noble, por lo que se encuentra en la mayoría del depósito en estado natural, su símbolo es Au y ocupa el No. 79 en la tabla periódica de los elementos junto al platino y al mercurio.

Su peso atómico es de 192,7 y se funde a 1063° C. Los lingotes de oro, certificados, como de alta pureza son del orden de 999,9 de fineza o lo que es lo mismo 23,99 kilates London golddelivery, término que es utilizado en transacciones de fondos monetarios internacionales. Existen pocas casas como la Matheus de Inglaterra quien garantiza que sus lingotes tengan una pureza de 999,9 o su equivalente 23,9976 kilates.

El peso del oro acostumbra a medirse en onzas troy (31,1 gr. “Comexcontract”) o en unidades métricas (kilo).

Las características principales a tener en cuenta son las siguientes:

- **Color.**_ Presenta un color **amarillo** de oro típico, más brillante cuando es más puro, se hace más pálido al aumentar el contenido de plata; existe también de color rojo cuando está asociado con el Cu, de color verdoso cuando está asociado a la plata, color rosa cuando esta con el Cu y la Ag, con Ni y Pt se vuelve blanco, con el hierro es gris o azulado y si tiene Mn se cubre con una pátina de color negro.
- **Peso Específico.**_ Una de las principales características, es ser uno de los metales más pesados de la naturaleza, siendo esta propiedad física la que se aprovecha en la explotación de placeres auríferos (recuperación gravimétrica), su peso específico varía de **15,6 a 19,3 gr/cm³** cuando está puro, de tal manera que un decímetro cúbico de oro de “24” kilates pesa alrededor de 42 libras o lo que es lo mismo 19,3 kg.; comparado con otros minerales su peso específico es mayor en el primer orden de 6 a 10 veces:
- **Raya.**_ Se debe frotar el metal sobre porcelana y por efecto de la dureza del oro de 2,5 y de la porcelana 7, quedará impregnado un polvo fino que será de color amarillo a dorado si se trata de oro. Si se trata de calcopirita o pirita dará una raya negra al realizar el mismo procedimiento.
- **Brillo.**_ El mineral en examen debe observarse a la luz del sol, para que los rayos incidan sobre la muestra, si es oro se advertirá un brillo metálico, si es muscovita o flogopita tendrá un brillo perlado, sedoso o vítreo.

- **Dureza.** El oro tiene una dureza de 2,5 se lo puede rayar con la uña cuando es puro, la pirita tiene una dureza de 6 a 6,5 la calcopirita de 3,5 a 4. Cuando se raya el oro con la punta de una navaja quedan surcos estriados como huellas, si lo mismo se hace en la pirita, no quedan huellas y se obtiene un polvo negro.
- **Tenacidad.** En mineralogía la tenacidad es la resistencia que opone un mineral u otro material a ser roto, molido, doblado, desgarrado o suprimido, siendo una medida de su cohesión. El oro al golpearlo con otro material más duro no se rompe sino que se expande formando láminas o planchas. El oro puro se lo puede cortar con un cuchillo y se puede transformar en hilos.
Para describir las distintas clases de tenacidad en el oro, se utilizan los términos:
 - Maleable (maleabilidad): Cualidad del oro, relativa a la facilidad de conformarse en hojas delgadas por percusión sin que éste se rompa.
 - Séctil (sectilidad): Cualidad del oro, relativa a la facilidad para cortar en virutas delgadas con un cuchillo.
 - Dúctil (ductilidad): Cualidad de un mineral relativa a la facilidad de estirarlo en forma de hilos. (Zuñiga, 2012)
- **Forma y tamaño.** La forma del oro es muy variada, raras veces se encuentra cristalizado (cúbico, hexaquisoctaedro, dodecaedro) se lo encuentra en forma de pepitas, escamas, láminas, hebras, clavos, pajuelas, en agregados dendríticos, esqueléticos o arborescentes, más comúnmente en forma de polvo o harina. La mayor parte del oro de placer tiene una forma redondeada y laminada, debido al desgaste que sufre al ser transportado, siendo las pepitas más grandes y más angulosas cuando más cerca del origen se encuentran y más fino, laminado y redondeado cuanto más distante ha sido transportado.

El oro aluvial proveniente de las gravas del Río Jatun Yacu es considerado de tamaño fino, en observaciones realizadas durante las labores de exploración y explotación, el 20% de partículas son de 2 a 3 mm de diámetro (#4, #5), (al contacto del bedrock), mientras que el 80% son menores de 2mm de diámetro (#3, #2, #1 y Tr).

Tabla 5. Clasificación del oro Aluvial

TERRAMINIG RESOURCES S.A Río Jatun Yacu – Tena Ecuador					
Colores		Peso	Tamaño	Tamaño	Malla
		mg	Visual	mm.	N°
Tr.	MF(muy fino)	0.012		-0,25	60
#1		0.07		0,25-0,5	35
#2	F (finos)	0.37		0,5-1,0	18
#3		1.30		1,0-1,5	14
#4	M(medio - grueso)	5.15		1,5-2,0	10
#5		21.7		2,0-2,5	8
#6		38.0		2,5-4,0	

Elaborado por: Sarabia, J. (2015).

Las características del oro presentes en el frente de explotación Jatun Yacu, se determina mediante ensayos granulométricos de la producción de oro libre, que consiste en hacer pasar las partículas de oro por los tamices de distintos anchos de entramado, que actúan como filtros de los granos de oro.

Fotografía 4. Tamices para la clasificación Granulométrica del oro

Elaborado por: Sarabia, J. (2015)

- **Calidad del Oro**

La calidad del oro o su pureza, se expresa en partes por mil, siendo 1.000 el oro puro, el oro nativo tiene una pureza de 900, el oro de placer oscila entre 500 y 999 siendo la mayor parte superior a 800.

La calidad (pureza o finura) se expresa también en kilates, siendo de 24 kilates el oro puro; si se expresa oro de 18 kilates, 18 partes serán de oro y 6 partes de alguna aleación o cualquier otro elemento. El oro de 12 kilates equivale a decir que tiene una finura de 500; el de 8 kilates tendrá una finura de 333. Es también usual representar la fineza del oro como un porcentaje, siendo el 100% un oro puro.

Según la última medición por medio del Analizador XRF Niton™ XL2 GOLDD determinó que el oro existente en el depósito tiene una fineza del 87 %, puesto que un 10% de su contenido es de plata.

Los resultados emitidos por el laboratorio en cuanto a la producción diaria se basan únicamente en el peso de oro fino y oro grueso, los cuales se unen para la fundición formando un lingote.

2.4 HIDROGRAFÍA

Las características hidrográficas de los afluentes y esteros en la zona del área en estudio están rodeadas por colinas pequeñas de baja pendiente y compuesta especialmente de ríos estacionales los cuales alimentan a los tributarios del JatunYacu. Las cuencas donde se emplazan las áreas de explotación son relativamente grandes y son a la vez una de las tantas que conforman la cuenca del JatunYacu. Morfológicamente presenta pocas irregularidades, la elevación máxima es de 625 m.s.n.m., los ríos drenan una área de colinas bajas con pendientes relativamente empinadas, las gradientes de lechos de ríos son moderadamente empinados (>2%), y el substrato varía de guijarros en los arroyos más grandes a un lecho de roca en los riachuelos más pequeños. Los arroyos generalmente están bien cortados, con anchos de hondonada entre 30 y 70 m y profundidades entre 2 a 5m.

La cuenca hidrográfica del río Napo cubre aproximadamente el 11% de la superficie del territorio ecuatoriano, y ocupa un área total aproximada de 27.448,6 km². Nace a los 4200 msnm. En las faldas del Volcán Antisana, hasta la estación de cierre en Nuevo Rocafuerte a 166 msnm. Es el río de mayor envergadura en la parte amazónica dentro del territorio ecuatoriano y es uno de los principales ejes fluviales del país, se torna navegable

desde la unión del Jatun Yacu con el río Anzu en las cercanías de Puerto Napo. (Wikimedia, 2015)

Caracterizándose por tener un lecho de piedra y un fuerte torrente con remolinos y turbulencias hasta su confluencia con el río Coca; recorre 495 km por territorio ecuatoriano y 667 km en territorio peruano. (Wikimedia, 2015)

Hidrológicamente se origina en el nevado Antisana, por la unión de pequeños ríos como el Antisana, Chalupas, Verde Yacu y Mulatos (provenientes de los deshielos del nevado Antisana), los cuales forman el río Jatun Yacu, que al confluir con el río Anzu toma el nombre de río Napo; que posteriormente se une con el río Coca y finalmente desemboca al río Aguarico en la zona limítrofe del Perú. (Wikimedia, 2015)

2.5 NIVEL FREÁTICO

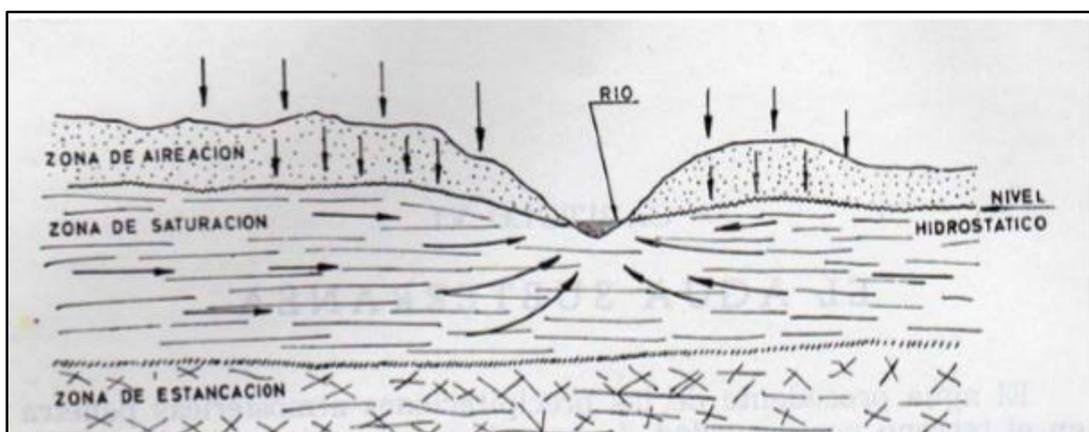
El agua proveniente de la lluvia, cae sobre la superficie de la tierra, y se infiltra directamente en el terreno, saturando los poros y grietas existentes. Parte del agua que penetra desde la superficie es retenida por las rocas y materiales de la tierra que frenan u obstaculizan su descenso; a la zona donde ocurre este fenómeno se le conoce como zona de aireación, y es aquí donde las plantas mediante sus raíces absorben el agua, y la llevan a la superficie en forma de vapor de agua.

Debajo de la zona de aireación está la zona de saturación, aquí las aberturas de las rocas y de los materiales terrestres están completamente llenos de agua subterránea. La superficie entre la zona de aireación y de saturación se llama nivel de aguas freáticas o simplemente nivel freático, que es la superficie de contacto irregular que fluctúa con las variaciones del abastecimiento del agua que viene de la zona de aireación. (Pizarro, 2007)

En el subsuelo, el agua penetra hasta cierta profundidad, en lo que se denomina zona de aireación, aquí se efectúan desplazamientos verticales, bien sea descendiendo por la gravedad o ascendiendo por capilaridad, por lo tanto los poros de las rocas están parcialmente llenos de agua; esta zona queda limitada por el nivel hidrostático o “freático”, cuya profundidad varía de acuerdo con las precipitaciones atmosféricas, ascendiendo en épocas lluviosas y descendiendo en épocas de sequías. Por debajo del nivel hidrostático las

rocas están completamente saturadas de agua, y no se producen desplazamientos verticales de la misma, existiendo por el contrario importantes desplazamientos horizontales, originados por el flujo del agua a los puntos de mínima presión, allí donde el nivel hidrostático aflora en superficie o donde sea cortado por un pozo; esta es la denominada zona de saturación. De todas formas, los desplazamientos horizontales del agua, en la zona de saturación cesan a cierta profundidad, variable según la naturaleza del terreno, por debajo de la cual el agua está inmovilizada, empapando las rocas del subsuelo, en la zona de estancación. (Pizarro, 2007)

Ilustración 2 Zonas por donde discurre el agua en el subsuelo.



Fuente: (Pizarro, 2007)

Por lo tanto el agua puede llegar a convertirse en un problema importante en el diseño de una explotación minera. Debido a la cercanía del río Jatun Yacu, el nivel freático depende en gran medida y en relación directa, con las crecidas de caudal que acontecen en el río.

Tomando en cuenta las distintas profundidades a las que se identificó la aparición de agua en los pozos de exploración, se llegó a determinar que el nivel freático en la zona, inicia en los 2m de profundidad lo que hizo compleja la exploración.

En base a estos antecedentes y tomando en cuenta que según la experiencia de los moradores el Río Jatun Yacu se desborda por sus fuertes crecidas en los meses de mayo a junio causando inundaciones, se deberá aplicar al diseño un muro de contención resistente que a dichas crecidas, garantizando la seguridad en el frente de trabajo.

III. PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL PLACER AURÍFERO

3.1 PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SOBRECARGA

La explotación minera a cielo abierto, es un tipo de actividad donde la cobertura vegetal y suelo que cubren el depósito mineral se retiran, y es aplicada cuando los depósitos de minerales (Au) comercialmente útil, se encuentran cerca de la superficie; es decir donde sobrecarga estéril (material superficial que cubre el depósito valioso) es relativamente fino o el material de interés es estructuralmente inadecuado para hacer una galería (como generalmente es el caso para arena, ceniza, y grava).

En primer lugar las excavadoras desbroza y desaloja la cobertura vegetal (bosque terciario intervenido), el material estéril o de sobrecarga, consiste en una capa de humus que contiene gran cantidad de raíces y material orgánico), luego máquinas tipo excavadoras extraen la grava que contiene en su matriz el mineral; razón por la cual es importante conocer las propiedades físico mecánicas de este material.

Fotografía 5. Cobertura vegetal y sobrecarga removida



Elaborado por: Sarabia, J. (2015).

3.1.1 Textura

La textura del suelo es la proporción en la que se encuentran distribuidas variadas partículas elementales que pueden conformar un sustrato. Según sea el tamaño, porosidad o absorción del agua en la partícula del suelo o sustrato, puede clasificarse en 3 grupos básicos que son: la arena, el limo y las arcillas. (Wikimedia, 2015)

El tipo de sobrecarga es un suelo areno silíceo que contiene material orgánico como raíces de árboles de color negro (suelo vegetal) y color café oscura (suelo con raíces), grava de origen volcánico y metamórfico de 3 cm a 10 cm que marcan el límite y fin de la capa de sobrecarga.

3.1.2 Consistencia

Es la resistencia para la deformación o ruptura. Según la resistencia el suelo puede ser suelto, suave, duro, muy duro. (Wikimedia, 2015)

La sobrecarga entra en la clasificación de suelo suave, por lo que su remoción se la efectúa solamente con máquinas de movimiento de tierra.

3.2 PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DE LAS GRAVAS

Las gravas se evidencian primero por su matriz areno-arcillosa de color rojizo de oxidación al inicio de la grava y después cambia a color gris en la cual se encuentra impregnada los cantos o grava redondeados de diferentes tamaños, con una potencia que varía desde los 2,10 a 4,20 m. se evidencia también el grado de redondez y esfericidad de la grava y el carácter que tiene la unión de las partículas entre sí, la mecánica de rocas divide a las mismas en los siguientes cuatro grupos: Rocas duras, suaves, pulverulentas y fluyentes.

En el área de estudio, se ha definido que el tipo de roca que constituye el depósito aluvial, son gravas, las mismas que se encasillan dentro del campo de rocas suaves y pulverulentas, donde la unión entre las partículas minerales no existe o es muy débil.

Las principales particularidades de estas rocas pulverulentas son las siguientes:

1. Disposición desordenada de las partículas, las cuales se apoyan unas sobre otras valiéndose de puntos aislados de contacto; entre las partículas existen grandes espacios vacíos, lo que da a la roca una alta porosidad.
2. Presencia de muchas superficies preparadas para un posible deslizamiento e inclinadas con diferente ángulo con respecto a la dirección de los esfuerzos normales principales.
3. Carencia absoluta de resistencia a los esfuerzos de tracción y muy limitada resistencia a los esfuerzos de cizallamiento. (Zuñiga, 2012)

Fotografía 6. Disposición de la grava



Elaborado por: Sarabia, J. (2015).

3.2.1 Peso Específico

Se le llama peso específico a la relación entre el peso de una sustancia y su volumen. (Wikimedia, 2015)

$$\rho = \frac{G}{V}; \left[\frac{g}{cm^3} \right]; (\text{gramos fuerza})$$

Dónde:

ρ = Peso específico, g/cm³

G = Peso parte dura de la roca, gr f (gramos fuerza)

V = Unidad de volumen parte dura cm³

$$\rho = \frac{24}{11}; \left[\frac{g}{cm^3} \right] = 2.2 \text{ gr/cm}^3$$

En base a ensayos experimentales, se promedió que el peso específico es de 2.2 gr/cm.³

3.2.2 Ángulo de Talud Natural

Ángulo de talud natural de las rocas pulverulentas se denomina al ángulo de inclinación con respecto a la horizontal, que forma cuando sus partículas se vierten libremente sobre la superficie. El ángulo de talud natural numéricamente equivale al ángulo de fricción interna de la roca. (Wikimedia, 2015)

Para determinar el ángulo de talud natural de una roca se realiza el siguiente procedimiento, el mismo que es paralelo al ensayo de peso volumétrico.

- El material (40 kg.) se vierte libremente en una superficie horizontal.
- Se mide el ángulo de inclinación, con respecto a la horizontal, que forman sus fragmentos, con brújula.

Fotografía 7. Medición del Ángulo de Talud

Elaborado por: Sarabia, J. (2015).

Tabla 6. Ensayos de ángulos de Talud

No. Ensayo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Prom.
Ang. Talud (°)	40°	40°	38°	42°	39°	40°	40°	41°	39°	42°	40°

Elaborado por: Sarabia, J. (2015).

Resaltamos la importancia de la estabilidad de taludes, tanto como seguridad para la operación e ingresos económicos. El análisis de taludes en las gravas auríferas puede efectuarse mediante la aplicación de principios de mecánica de suelos. El diseño de taludes estables implica la evaluación de los esfuerzos a que está sometido un talud el que depende de su peso, aumentando éste al saturarse el terreno con agua en la época de lluvias, así como la capacidad de la grava para soportar dichos esfuerzos, los cuales disminuyen en la época de lluvias pues el agua actúa como un lubricante produciéndose una reducción del momento resistente y un aumento del momento actuante, desestabilizándose el talud pudiendo colapsar destruyendo el equipo y poniendo en riesgo la vida de los operadores.

3.2.3 Coeficiente de Esponjamiento

El incremento de volumen, que ocurre cuando un material está fragmentado y ha sido sacado de su estado natural (volumen in situ) y depositado en un sitio no confinado (volumen no confinado), se denomina “coeficiente de esponjamiento” y puede expresarse como una fracción decimal o como un porcentaje.

El esponjamiento es un valor adimensional, que se expresa por la relación del volumen de roca extraído para el volumen de roca en el macizo. (Ponce, 2010)

$$Ke = \frac{Ve}{V}$$

Dónde:

Ke = Coeficiente de esponjamiento

Ve = Volumen de roca que tiene después de arrancar del macizo, cm³

V = Volumen que la roca tenía en el macizo rocoso, cm³

El factor de esponjamiento es un aspecto muy importante en el análisis de los volúmenes de transporte y deposición del material hacia las escombreras. Para el presente proyecto se tomó un coeficiente de 1,25.

3.2.4 Granulometría de las Gravas

Composición granulométrica de las rocas pulverulentas se llama al contenido relativo, en peso, de las partículas de diferentes componentes, clasificados en función de su tamaño. Tomando la información obtenida en los pozos de exploración se resume que el yacimiento tiene la siguiente composición granulométrica:

Tabla 7. Composición granulométrica del depósito

Malla (mm)	Peso (lbs.)	% En peso retenido	% En peso acumulado
256	8590.3	3	3
128	33505.9	12	15
64	42298.4	15	30
32	38065.9	13	43
16	32443.3	11	54
10	18534.7	6	60
<10	114807.5	40	100

Fuente: PMA

3.2.5 Porcentaje de los Componentes de la Grava

La grava está conformada por clastos y guijarros en un 40%, el 60% restante conforma la matriz de la grava. Los clastos se designan a la roca que conforma la grava cuyos diámetros son superiores a los 10cm mientras que los guijarros se consideran a la roca que conforma la grava con diámetros inferiores a los 10cm.

3.3 PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL BEDROCK

Parte del suelo fijo y original de la región en el que ha abierto su curso el río (bedrock), corresponde a areniscas arcillosas de grano fino de color gris verdosa por presencia de clorita y epidota como producto de alteración, matriz arenosa y presencia de conglomerados andesíticos y conglomerados que evidencian presencia de vetas de cuarzo pertenecientes a la Formación Tiyuyacu.

IV. EXPLORACIÓN GEOLÓGICA-MINERA

4.1 INTRODUCCIÓN

Asegurar el éxito de una explotación minera, requiere experiencia y juicio para llevar a cabo todos los detalles del trabajo; especialmente, en lo que se refiere a la exploración y evaluación del terreno. La continua necesidad de mejorar estos resultados, de modo que se permita la elaboración de presupuestos de producción seguros, debe estimular la búsqueda de procedimientos que aseguren una mayor confiabilidad en los resultados de la evaluación. Por otra parte permiten reducir o eliminar la inconsistencia de los resultados, entre la exploración y la explotación, tan común en la evaluación de aluviones, volviendo los cálculos en sistemas confiables y abriendo caminos para el uso de métodos de estimación de reservas más precisos. Hay que considerar que la investigación completa de un aluvión no es una materia simple, a parte del contenido de los valores, muchos otros factores se deben analizar para asegurar el éxito, las situaciones adversas más destacables en este depósito es la profundidad, el nivel de agua freática, presencia de Boulder mayores a 2m entre otras.

4.2 METODOLOGÍA DEL TRABAJO

Antes de iniciar la exploración avanzada, el Técnico a cargo realizó una prospección de la concesión, recopilando para el efecto la mayor cantidad de datos posibles: como planos topográficos y fotografías aéreas, con el fin de dibujar la red hidrográfica más propensa a una buena depositación. El criterio de la gente de la zona y estudios realizados por el anterior concesionario le dieron al Geólogo claros indicios para el hallazgo de zonas favorables.

4.3 PROSPECCIÓN

Una prospección en el lecho del río consiste en el hallazgo rápido de indicios mineralizados, delimitando zonas suficientemente mineralizadas en función de los contenidos medios de oro obtenidos, mediante muestras tomadas a intervalos regulares a lo largo de la red hidrográfica de la zona, para lo cual se colocó ciertos punto a una

distancia aproximada de 200m, la misma se fue ampliando a la vista de los resultados obtenidos, a 500m durante la campaña total.

La herramienta usual para este tipo de prospección es la batea que permite examinar más fácilmente el concentrado obtenido, ya que los minerales al clasificarse por densidades forman una lengüeta que va desde el vértice de la batea hasta el borde de la misma diferenciando los minerales ligeros de los más densos. Tienen diferentes tamaños siendo los más utilizados los que permiten lavar 10 litros de grava. Una vez localizada la capa de grava de espesor suficiente se extraen 10 litros de ella, recogidos lo más profundo posible de su medición dependerá el cálculo correcto de los contenidos.

El lavado comporta varias fases, en primer lugar se procede a la dilución, que consiste en desmigalar la grava de la batea con los dedos, con el fin de destruir la cohesión que existe entre sus componentes, esta operación se verifica con la batea mantenida sobre el agua en donde se bracea enérgicamente la batea para evacuar el agua enlodada por el borde del instrumento. El desenlodado termina cuando el agua sale completamente clara.

Inmediatamente comienza la fase de concentración. La batea se mantiene sobre el agua del arroyo, cerca de la orilla, y a cada impulso imprimido por el bateador el agua penetra en el instrumento, arrastrando a su salida por el borde a los materiales más ligeros.

Los granos sometidos a un movimiento giratorio, se van clasificando progresivamente, los ligeros hacia el borde de la batea y los pesados hacia el fondo de la misma. La concentración se detiene cuando la cantidad de arena blanca y fina se reduce a una ligera lámina que rodea el depósito de arena negra.

Los resultados de la prospección en lecho del río Jatun Yacu abrieron camino para la ejecución de la exploración avanzada, determinándose el área de interés.

Fotografía 8. Lavado de grava con batea



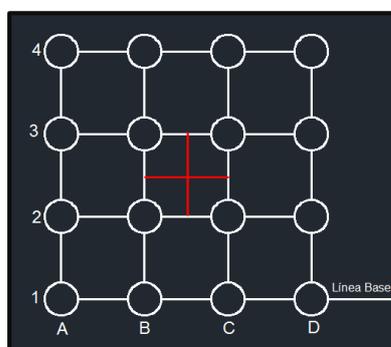
Elaborado por: Sarabia, J. (2015).

4.4 EXPLORACIÓN AVANZADA

4.4.1 Excavación de Pozos Bulk sampling

Con los resultados obtenidos en la prospección se planifica una campaña de exploración avanzada para determinar el potencial existente en la zona, y con la información obtenida delimitar las áreas de mayor interés. Para dicho efecto se procedió a realizar pozos con excavadora (bulk sampling), en una red de 50 x 50 de distancia aproximadamente, al utilizar esta metodología, los pozos se localizan de tal manera que al unir dos de una línea, con otro, de otra línea adyacente, se forman triángulos.

Ilustración 3 Método del mallado



Elaborado por: Sarabia, J. (2015).

El técnico delimita el área de interés realizando un levantamiento planimétrico, mediante un acuerdo legal con los propietarios de los terrenos por medio de un contrato de operación. Una vez fijado el emplazamiento de los pozos formando la malla de perforación, la excavadora equipos (trommel, generador, bomba) y herramientas son trasladadas hasta el lugar.

Fotografía 9. Maquinaria y Equipos de Exploración



Elaborado por: Sarabia, J. (2015).

Por medio del GPS el técnico procede a ubicar el punto del pozo donde la excavadora da inicio con el desbroce, despejando un área considerable donde se clasifica en montículos el material orgánico, sobrecarga y la grava retirada.

Fotografía 10. Ubicación del área y desbroce



Elaborado por: Sarabia, J. (2015).

La excavadora retira la sobrecarga hasta alcanzar el primer estrato de grava, a cada metro de profundidad se extrae una cucharada de material (1m^3) según el juicio del técnico, hasta alcanzar al contacto con el bedrock o peña, el cual es lavado en un trommel portátil, por medio de dos obreros (chorreros), el trommel funciona por un generador (8000E) y la bomba de 3" le suministra de agua. El material lavado se concentra gravimétricamente en un primer canalón provisto de alfombras donde se deposita el oro grueso, el cilindro giratorio dotado de chisperos efectúa un lavado minucioso, depositando las arenas en el canalón de mayor recorrido. Las dimensiones del pozo van aproximadamente de 4 x 8m, con una profundidades entre 6 a 9m.

Una vez terminado de lavar el pozo hasta alcanzar al contacto con el bedrock, se recogen las alfombras para procesarlos en tinas y posteriormente se liquida con la ayuda de la batea, del que se obtiene un concentrado, el mismo que es recogido por el geólogo.

Este concentrado es secado en un horno durante 10 minutos para posteriormente separar el oro del concentrado, en general las partículas oscilan entre oro muy finos - 0,25mm (Tr a T2) a Oro medio a grueso 2, 5mm (T3, T4, T5).

No se necesita de ningún análisis químico para su separación, el peso de oro se obtiene con la ayuda de una balanza que nos da valores con tres decimales.

El tenor (gr/m^3) resulta del peso obtenido de oro en la balanza sobre el volumen de grava lavada, siendo el método más preciso y confiable.

Fotografía 11. Apertura del Pozo, lavado, bateo y pesado del oro



Elaborado por: Sarabia, J. (2015).

Básicamente la exploración nos dio tres estratos geológicos: sobrecarga, aluvión y roca base.

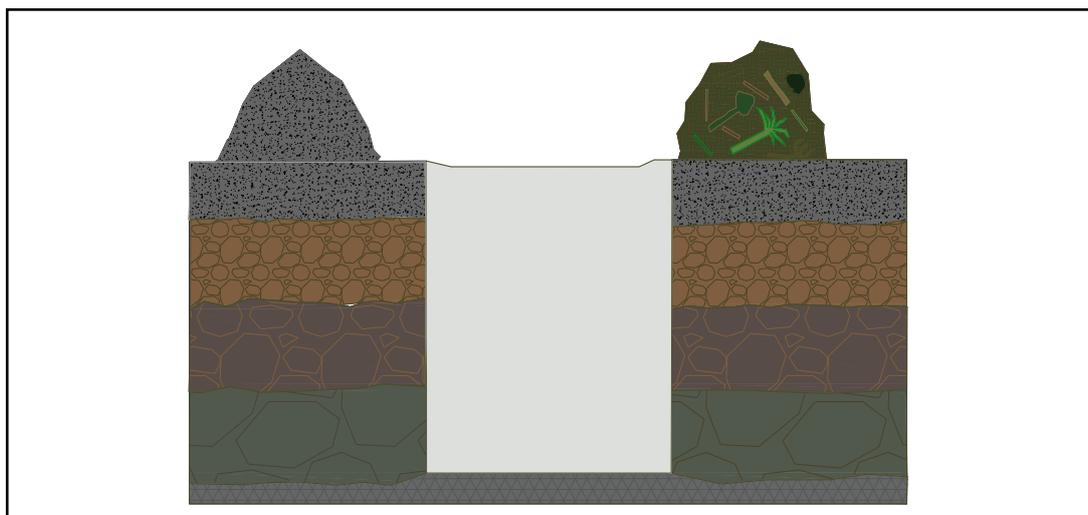
- Sobrecarga.- Compuesta por arena fina con una potencia promedio de 1 metro.
Aluvión.- Compuesta por 2 estratos a saber:
- Terraza #1.- Grava con clastos redondeados o sub redondeados con matriz arenosa oxidada, suave, deleznable; con potencia que va de 1 a 2 metros, el oro que se presenta en este aluvión es muy fino.
- Terraza #2.- Grava con clastos redondeados o sub redondeados, compacta, con matriz arenosa color gris, en este estrato se presentan boulders de más de 2 metros de diámetro, la potencia de este estrato va desde los 2, a los 4 metros. En este estrato se encuentra la mayor concentración de oro y la granulometría aumenta aleatoriamente.
- Roca de base.- formada por arcillas compactas de color verdusco que pertenecen a la Formación Tena.

La terraza tiene acuíferos muy fuertes, el muestreo generalmente se realiza en seco, pese a contener agua este muestreo resulto positivo. Una vez alcanzado al contacto con el bedrock y haber lavado las muestras necesarias, se procede a rellenar el pozo, colocando en primera instancia el material que fue lavado seguido del retirado y acumulado en montículos hacia un costado, asegurándose que vayan en el orden que fue retirado, finalmente se cubre con la sobrecarga, la materia orgánica producto del desbroce se extiende para que sirva como abono, dejando el área recuperada con plantas.

Fotografía 12. Área del pozo reconvertida



Elaborado por: Sarabia, J. (2015).

Ilustración 4. Corte Esquemático de un Pozo

Elaborado por: Sarabia, J. (2015).

Los datos obtenidos, y la descripción litológica de cada pozo se registrada en los siguientes formatos.

Tabla 8. Formato de registro de pozos

REGISTRO DE POZOS DE EXPLORACIÓN BULK SAMPLING										
TERRAMINING RESOURCES S.A.										
CODIGO: PC-25		COORDENADAS (U.T.M) PSAD.56		CONCESIÓN	SECTOR	OBSERVACIONES				
FECHA: 04/09/2013		ESTE	NORTE			BEDROCK: F. Chalcaná				
REALIZADO POR: ALEJANDRO AUZ		186810	9880940	CONFLUENCIA	TERRENO: SR. M. Andy	1,8 m. grava oxidada matriz arenosa con clastos redondeados y subredondeados, 4,0 m grava gris matriz arenosa medianamente compactada, 8,50 m contacto bedrock. Rodados de 100 cm = 5% , 100cm - 50 cm = 15%, 50cm - 30 cm = 20% , 30 cm - 20 cm= 20%, 20cm-1cm = 15% arenas y arcillas = 25 %				
ESTRATO	PROF/INTERVALO (m)	VOLUMEN (m³)	PESO (Gr)	TENOR (Gr/m³)						
Sobrecarga	1,8									
Grava	6,7	6,7	1,723	0,26						
	8,5	6,7								
REGISTRO DE POZOS EXPLORATORIOS - TERRAMINING RESOURCES S.A										
Código	E WGS-84	N WGS84	Tenor (g/m³)	Profundidad (m)	Espesor de la grava (m)	Sobrecarga (m)	Fecha	Bedrock	Peso (Gr.)	Volumen Lavado (m³)

Fuente: Diseñado en base al registro de Exploración

Este método es el único medio de exploración usado en la empresa que entrega información confiable y completa del área en estudio.

4.5 REGISTRO DE POZOS EXPLORADOS BULK SAMPLING

La campaña de exploración efectuada en el área de estudio corresponde a 50 pozos excavados, muestreado, procesado y analizado por el método conocido como bulk sampling, distribuidos en una malla cada 50m en una extensión de 12 has aproximadamente, trabajo realizado con personal del titular minero.

Los resultados según el tenor obtenido en cada pozo se identifican con los siguientes colores.

Tabla 9. Color del pozo según el tenor obtenido

Color	Tenor gr/m ³
Black	De 0 - 0,09
Gray	De 0,1 - 0,19
Yellow	De 0,2 - 0,39
Green	De 0,4 - 0,49
Red	De 0,5 - 0,99
Magenta	De 1 a mas

Fuente: Diseñado en base al registro de Exploración

Tabla 10. Registro de Pozos Explorados

TERRAMINING RESOURCES		REGISTRO DE POZOS EXPLORADOS - BULK SAMPLING								
Código	E WGS-84	N WGS84	Tenor (g/m ³)	Profundi dad (m)	Espesor de la grava (m)	Sobrecar ga (m)	Fecha	Bedrock	Peso (Gr.)	Volum e nLavado (m ³)
PC-01	186280	9880122	0,15	5,10	4,00	1,10	08/08/2013	NO	0,987	6,8
PC-02	186306	9880100	0,35	5,50	4,70	0,80	09/08/2013	SI	2,33	6,7
PC-03	186334	9880077	0,09	7,80	6,30	1,50	09/08/2013	NO	0,548	5,8
PC-04	186361	9880110	0,19	7,20	5,00	2,20	10/08/2013	SI	0,380	2,0
PC-05	186321	9880138	0,20	8,50	6,50	2,00	10/08/2013	SI	0,876	4,4
PC-06	186326	9880173	0,19	8,40	5,50	2,90	11/08/2013	SI	1,400	7,5
PC-07	186349	9880203	0,18	5,80	4	1,8	12/08/2013	SI	1,053	5,7
PC-08	186384	9880185	0,19	6,50	5,10	1,40	13/08/2013	NO	1,09	5,8
PC - 09	186374	9880156	0,20	5,80	4	1,8	14/08/2013	SI	1,15	5,7
PC-10	186418	9880152	0,07	6,80	3,8	3	15/08/2013	NO	0,488	6,6
PC-11	186458	9880185	0,11	6,00	5	1	16/08/2013	NO	0,659	6,0
PC-12	186413	9880217	0,20	5,80	4	1,8	17/08/2013	SI	1,15	5,7
PC-13	186378	9880243	0,11	5,80	3,5	2,3	18/08/2013	SI	0,602	5,6
PC-14	186411	9880296	0,12	6,00	5	1,0	19/08/2013	NO	0,73	6
PC-15	186456	9880268	0,25	7,40	5,4	2	21/08/2013	SI	1,681	6,8
PC-16	186500	9880240	0,13	6,70	5,4	1,3	22/08/2013	NO	0,740	5,6
PC-17	186529	9880221	0,14	6,60	5,7	0,9	23/08/2013	SI	0,979	7,0
PC-18	186527	9880288	0,17	7,60	5,6	2	25/08/2013	SI	1,225	7,1
PC-19	186477	9880311	0,26	8,50	6,7	1,8	26/08/2013	SI	1,723	6,7
PC-20	186443	9880341	0,14	7,50	5,5	2	28/08/2013	SI	0,856	6,3
PC-21	186463	9880384	0,19	7,00	6,5	0,5	30/08/2013	SI	1,308	6,9
PC-22	186510	9880358	0,22	8,00	6,7	1,3	31/08/2013	SI	1,214	5,4
PC-23	186562	9880330	0,09	8,00	7,2	0,8	01/09/2013	NO	0,559	5,9
PC-24	186595	9880370	0,09	8,40	6,4	2	02/09/2013	SI	0,628	7,1
PC-25	186553	9880403	0,44	6,00	5,6	0,4	04/09/2013	SI	2,38	5,4
PC-26	186498	9880425	0,15	4,80	4	0,8	05/09/2013	NO	0,443	3,0
PC-27	186645	9880425	0,07	4,40	3,2	1,2	06/09/2013	NO	0,198	3,0
PC-28	186605	9880445	0,19	4,90	4	0,9	07/09/2013	NO	0,567	3,0
PC-29	186558	9880465	0,26	8,50	6,7	1,8	08/09/2013	SI	1,72	6,7
PC-30	186512	9880486	0,47	5,00	4,6	0,4	08/09/2013	SI	1,589	3,4
PC-31	186530	9880526	0,64	6,50	5,7	0,8	09/09/2013	SI	3,990	6,2
PC-32	186594	9880505	0,45	6,40	5,7	0,7	11/09/2013	SI	2,634	5,8
PC-33	186648	9880481	0,18	7,30	6,8	0,5	12/09/2013	SI	1,180	6,5
PC-34	186641	9880532	0,16	6,50	5,2	1,3	13/09/2013	SI	0,989	6,0
PC-35	186699	9880535	0,19	7,60	6,6	1	14/09/2013	SI	1,300	7,0
PC-36	186602	9880569	0,97	6,50	5,7	0,8	15/09/2013	SI	5,62	5,8
PC-37	186550	9880587	1,02	9,20	8,2	1	16/09/2013	SI	9,167	9,0
PC-38	186515	9880600	0,98	6,50	6	0,5	17/09/2013	SI	4,698	4,8
PC-39	186561	9880646	0,47	7,00	6,8	0,2	18/09/2013	SI	2,930	6,2
PC-40	186630	9880625	0,28	7,20	6,5	0,7	20/09/2013	SI	1,987	7,1
PC-41	186704	9880607	0,13	7,80	7,1	0,7	21/09/2013	NO	0,880	7,0
PC-42	186773	9880652	0,10	7,80	7	0,8	22/09/2013	SI	0,780	8,0
PC-43	186700	9880665	0,33	3,80	3,4	0,4	23/09/2013	SI	0,980	3,0
PC-44	186650	9880673	0,43	6,70	6,2	0,5	25/09/2013	SI	3,130	7,3
PC-45	186598	9880681	0,16	6,00	4,4	1,6	26/09/2013	SI	0,796	5,0
PC-46	186537	9880692	0,18	7,70	7,4	0,3	28/09/2013	NO	1,09	5,9
PC-47	186576	9880719	0,18	7,50	5,1	2,4	29/09/2013	NO	0,68	3,8
PC-48	186670	9880719	0,16	8,20	5,2	3	30/09/2013	NO	0,90	5,8
PC-49	186742	9880709	0,15	5,80	4,5	1,3	07/10/2013	SI	0,77	5,3
PC-50	186808	9880709	0,13	5,00	3,8	1,2	08/10/2013	NO	0,70	5,4

Fuente: Registro de Exploración Avanzada

V. RESERVAS

5.1 RESERVAS CATEGORIZADAS EN PROBADAS, PROBABLES Y POSIBLES

Reserva Mineral es aquella parte del recurso mineral medido o indicado que puede ser explotada, en el momento de la evaluación, bajo parámetros económicos y técnicos realistas. Las reservas minerales se establecen a partir de los recursos minerales, modificados estos por aspectos de tipo minero, metalúrgicos, económicos de mercado, legal, medioambiental, social y gubernamental. Las reservas minerales se subdividen, en orden creciente de conocimiento geológico, técnico y económico. (Bustillo, M. , Jimeno, C., 1997)

5.1.1 Probadas.

Bajo la consideración de que reserva probada es la parte económicamente explotable de un recurso mineral medido, incluyendo los materiales de dilución y tolerancias por pérdidas en el minado y procesamiento , se ha determinado las reservas probadas por el método anteriormente expuesto, evaluaciones apropiadas que demuestran que su aprovechamiento puede justificarse razonablemente con una ley crítica de 0.20 gr/m³.

De los 50 pozos efectuados en la campaña de exploración, 19 pozos corresponden a este rango, siendo factible su explotación. Los pozos dentro de este rango han sido identificadas por el color purpura, rojo, verde y amarillo.

Se calculó la reserva, utilizando el método de la media aritmética del área de influencia, obteniendo los siguientes parámetros geológicos y mineros:

- Área = 5.4984 m²
- Potencia promedio de la sobrecarga = 1.03 m.
- Volumen de sobrecarga = 56.634 m³.
- Potencia promedio de la grava = 5,74 m.
- Volumen grava = 315.724m³.
- Tenor = 0.40 gr/m³

- Contenido oro: 126.290 gramos.
- Tiempo de vida útil: 316 días
- Producción diaria: 400gr/día

Tabla 11. Reservas probadas

TERRAMINING RECURSOSA		REGISTRO DE POZOS EXPLORATORIOS - BULK SAMPLING								
Código	E WGS-84	N WGS84	Tenor (g/m ³)	Profundidad (m)	Espesor de la grava (m)	Sobrecarga (m)	Fecha	Bedrock	Peso (Gr.)	Volumen Lavado (m ³)
PC - 02	186306	9880100	0,35	5,50	4,70	0,80	09/08/2013	SI	2,3	6,7
PC - 05	186321	9880138	0,20	8,50	6,50	2,00	10/08/2013	SI	0,9	4,4
PC - 09	186374	9880156	0,20	5,80	4,00	1,80	14/08/2013	SI	1,2	5,7
PC-12	186413	9880217	0,20	5,80	4,00	1,80	17/08/2013	SI	1,2	5,7
PC-15	186456	9880268	0,25	7,40	5,40	2,00	21/08/2013	SI	1,7	6,8
PC-19	186477	9880311	0,26	8,50	6,70	1,80	26/08/2013	SI	1,7	6,7
PC-22	186510	9880358	0,22	8,00	6,70	1,30	31/08/2013	SI	1,2	5,4
PC-25	186553	9880403	0,44	6,00	5,60	0,40	04/09/2013	SI	2,4	5,4
PC-29	186558	9880465	0,26	8,50	6,70	1,80	08/09/2013	SI	1,7	6,7
PC-30	186512	9880486	0,47	5,00	4,60	0,40	08/09/2013	SI	1,6	3,4
PC-31	186530	9880526	0,64	6,50	5,70	0,80	09/09/2013	SI	4,0	6,2
PC-32	186594	9880505	0,45	6,40	5,70	0,70	11/09/2013	SI	2,6	5,8
PC-36	186602	9880569	0,97	6,50	5,70	0,80	15/09/2013	SI	5,6	5,8
PC-37	186550	9880587	1,02	9,20	8,20	1,00	16/09/2013	SI	9,2	9,0
PC-38	186515	9880600	0,98	6,50	6,00	0,50	17/09/2013	SI	4,7	4,8
PC-39	186561	9880646	0,47	7,00	6,80	0,20	18/09/2013	SI	2,9	6,2
PC-40	186630	9880625	0,28	7,20	6,50	0,70	20/09/2013	SI	2,0	7,1
PC-43	186700	9880665	0,33	3,80	3,40	0,40	23/09/2013	SI	1,0	3,0
PC-44	186650	9880673	0,43	6,70	6,20	0,50	25/09/2013	SI	3,1	7,3

Fuente: Registro de Exploración Avanzada

5.1.2 Probables.

Esta categoría cubre aquellas áreas en donde las condiciones son tales que existe la probabilidad de que se hallará mineral, pero existen limitaciones sobre la precisión de los datos. Es el caso de los pozos que no se obtuvo buenas muestras por presencia del agua freática y/o a su vez no se logró llegar hasta el bedrock, pero su ley es tolerable, oscila de 0.14 gr/m³ a 0.10 gr/m³, con un total de 26 pozos dentro de este rango, el color instintivo de los pozos dentro de este rango es el gris.

Se calculó la reserva, utilizando el método del área de influencia, obteniendo los siguientes resultados:

- Área = 51031m²
- Potencia promedio de la sobrecarga = 1,40m
- Volumen de
- Tenor = 0,17gr/ m³ sobrecarga = 71443m³
- Potencia promedio de la grava = 5,30
- Volumen grava = 267913m³
- Contenido oro: 8675gr
- Tiempo de vida útil: 268días
- Producción diaria: 170gr.

Tabla 12. Reservas Probables

TERRAMINING RESOURCES		REGISTRO DE POZOS EXPLORATORIOS - BULK SAMPLING									
Código	E WGS-84	N WGS84	Tenor (g/m ³)	Profundidad (m)	Espesor de la grava (m)	Sobrecarga (m)	Fecha	Bedrock	Peso (Gr.)	Volumen Lavado (m ³)	
PC-01	186280	9880122	0,15	5,10	4,0	1,10	08/08/2013	NO	0,99	6,8	
PC-04	186361	9880110	0,19	7,20	5,0	2,20	10/08/2013	SI	0,38	2,0	
PC-06	186326	9880173	0,19	8,40	5,5	2,90	11/08/2013	SI	1,40	7,5	
PC-07	186349	9880203	0,18	5,80	4,0	1,80	12/08/2013	SI	1,05	5,7	
PC-08	186384	9880185	0,19	6,50	5,1	1,40	13/08/2013	NO	1,09	5,8	
PC-11	186458	9880185	0,11	6,00	5,0	1,00	16/08/2013	NO	0,66	6,0	
PC-13	186378	9880243	0,11	5,80	3,5	2,30	18/08/2013	SI	0,60	5,6	
PC-14	186411	9880296	0,12	6,00	5,0	1,00	19/08/2013	NO	0,73	6,0	
PC-16	186500	9880240	0,13	6,70	5,4	1,30	22/08/2013	NO	0,74	5,6	
PC-17	186529	9880221	0,14	6,60	5,7	0,90	23/08/2013	SI	0,98	7,0	
PC-18	186527	9880288	0,17	7,60	5,6	2	25/08/2013	SI	1,225	7,1	
PC-20	186443	9880341	0,14	7,50	5,5	2,00	28/08/2013	SI	0,86	6,3	
PC-21	186463	9880384	0,19	7,00	6,5	0,50	30/08/2013	SI	1,31	6,9	
PC-26	186498	9880425	0,15	4,80	4,0	0,80	05/09/2013	NO	0,44	3,0	
PC-28	186605	9880445	0,19	4,90	4,0	0,90	07/09/2013	NO	0,57	3,0	
PC-33	186648	9880481	0,18	7,30	6,8	0,50	12/09/2013	SI	1,18	6,5	
PC-34	186641	9880532	0,16	6,50	5,2	1,30	13/09/2013	SI	0,99	6,0	
PC-35	186699	9880535	0,19	7,60	6,6	1,00	14/09/2013	SI	1,30	7,0	
PC-41	186704	9880607	0,13	7,80	7,1	0,70	21/09/2013	NO	0,88	7,0	
PC-42	186773	9880652	0,10	7,80	7,0	0,80	22/09/2013	SI	0,78	8,0	
PC-45	186598	9880681	0,16	6,00	4,4	1,60	26/09/2013	SI	0,80	5,0	
PC-46	186537	9880692	0,18	7,70	7,4	0,30	28/09/2013	NO	1,09	5,9	
PC-47	186576	9880719	0,18	7,50	5,1	2,40	29/09/2013	NO	0,68	3,8	
PC-48	186670	9880719	0,16	8,20	5,2	3,00	30/09/2013	NO	0,90	5,8	
PC-49	186742	9880709	0,15	5,80	4,5	1,30	07/10/2013	SI	0,77	5,3	
PC-50	186808	9880709	0,13	5,00	3,8	1,20	08/10/2013	NO	0,70	5,4	

Fuente: Registro de Exploración Avanzada

5.1.3 Posibles.

Cuando las relaciones del terreno con cuerpos adyacentes y las estructuras indican que puede encontrarse mineral comercial, pero sin embargo se carece de datos tanto de exploración como de desarrollo y por tanto no existe ninguna certeza acerca de su localización o extensión. Es el caso de pozos en los que no se logra llegar al contacto, por lo que serán comprobados en el momento de la explotación, su color distintivo es el negro. Se obtiene los siguientes resultados aplicando el método de la Media Aritmética.

- Área = 16186m²
- Potencia promedio de la sobrecarga = 1,70m
- Volumen de sobrecarga = 27.516m³
- Potencia promedio de la grava = 5,40
- Volumen grava = 87404m²
- Tenor = 0,08gr/ m³
- Contenido oro: 8.675gr
- Tiempo de vida útil: 87días
- Producción diaria: 84gr/día.

Tabla 13. Reservas Posibles

TERRAMINING RESOURCES S.A.		REGISTRO DE POZOS EXPLORADOS - BULK SAMPLING									
Código	E WGS-84	N WGS84	Tenor (g/m ³)	Profundi dad (m)	Espesor de la grava (m)	Sobrecar ga (m)	Fecha	Bedrock	Peso (Gr.)	Volume nLavado (m ³)	
PC-03	186334	9880077	0,09	7,80	6,30	1,50	09/08/2013	NO	0,548	5,8	
PC-10	186418	9880152	0,07	6,80	3,8	3	15/08/2013	NO	0,488	6,6	
PC-23	186562	9880330	0,09	8,00	7,2	0,8	01/09/2013	NO	0,559	5,9	
PC-24	186595	9880370	0,09	8,40	6,4	2	02/09/2013	SI	0,628	7,1	
PC-27	186645	9880425	0,07	4,40	3,2	1,2	06/09/2013	NO	0,198	3,0	

Fuente: Registro de Exploración Avanzada

La realización de trabajos de exploración, está condicionada al acuerdo con él o, los propietarios de los terrenos en los sitios que se determinan como prospectivos; de manera que la fase de exploración continuará realizándose simultáneamente con la explotación acorde a los resultados que se vayan generando.

5.2 EVALUACIÓN DE LAS RESERVAS

Las labores de muestreo y determinación de la ley media ocupan un lugar muy importante es la evaluación de los recursos minerales, sin duda alguna la cubicación de las reservas, es decir, definir cuándo, dónde, y como están, es la labor que adquiere un carácter más crítico, pues va a permitir alcanzar las características generales del yacimiento en cuanto a las toneladas de metal/mineral útil presentes, así como la morfología de los cuerpos mineralizados, lo que se indicará, posteriormente, en el método minero a elegir. El intentar llevar a cabo este trabajo con el mínimo error posible no solo es deseable sino imprescindible.

En la evaluación de un yacimiento se suele definir, normalmente, dos tipos de reservas: geológicas o in situ y mineras. Las primeras constituyen, a grandes rasgos, determinados (ley mínima de explotación), la segunda representan la mineralización que, una vez efectuada el diseño del hueco y definido el método de explotación más adecuado para el yacimiento, va a ser extraída. Como es lógico ambas prácticamente nunca coinciden, pues factores como el diseño de la explotación, recuperación, dilución, etc., hacen que las reservas mineras se alejen de las geológicas, en algunos casos a favor de las primeras y, en la mayoría al contrario, en función de las características antes citadas. (Bustillo, M. , Jimeno, C., 1997)

5.2.1 Selección del Método de Evaluación

Existen dos grandes grupos de métodos a la hora de llevar a cabo la estimación de las reservas de un yacimiento: los que se suelen llamar métodos clásicos o geométricos y los denominados métodos estadísticos. Los métodos basados en la Geoestadística son técnicas de suavizado, es decir, tienden a uniformizar los datos, lo que puede ser problemático si los cuerpos mineralizados presentan frecuentes zonas de altas o baja ley. Por otro lado, los métodos clásicos asignan determinados valores de la variable (p.e. ley) a áreas en ocasiones muy extensas, lo que tampoco geológicamente es muy correcto y, además, frecuentemente improbable.

Para el presente estudio la evaluación del yacimiento aplicado es el Método Clásico o Geométrico, elegido por la facilidad de su aplicación, entendimiento y se adapta a tipo de mineralización existente en este depósitos aluviales.

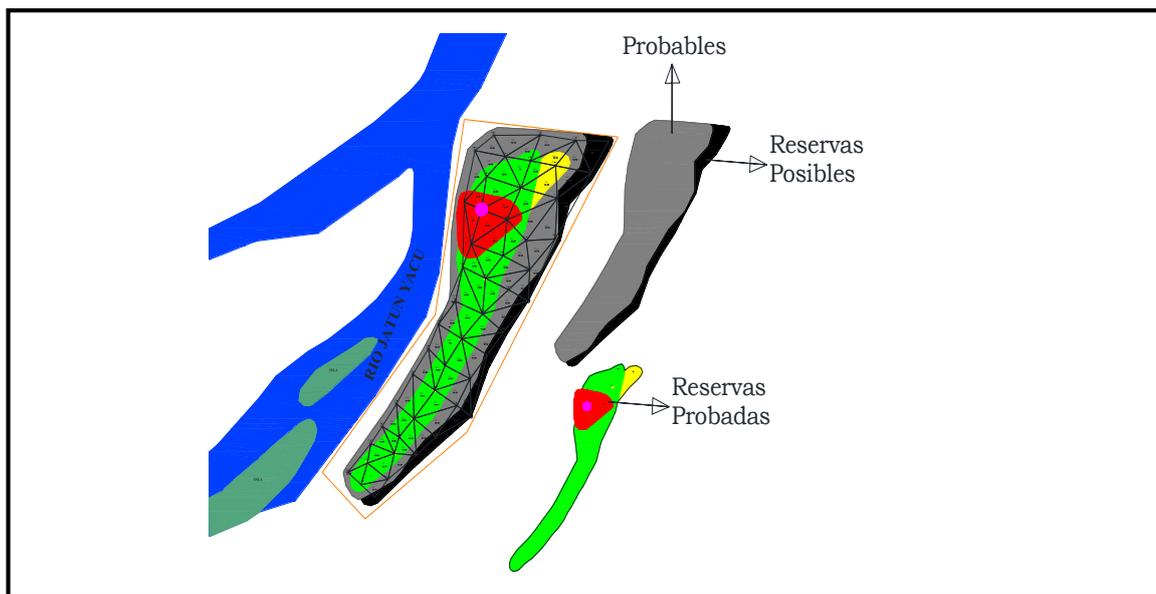
Los métodos clásicos más utilizados en la evaluación de yacimientos, son los siguientes:

- Métodos de los perfiles o cortes
- Método de los polígonos
- Métodos de los triángulos
- Método de las matrices de bloques
- Método de los contornos
- Método del inverso de la distancia

Ante el estudio minucioso de cada uno de los métodos, se escoge el más aplicable en este tipo de depósitos aluviales, pues es rápido y, además. Permite ir añadiendo nuevos valores a la estimación general sin que esto suponga rehacer todo lo anteriormente calculado, También evita en gran parte, los errores de sobrestimación o infraestimación. (Mejía, 1998)

El método consiste en ir uniendo los sondeos adyacentes para obtener triángulos, de tal forma que el resultado final es un conjunto de triángulos para cada uno de los cuales se calculan los datos correspondientes al espesor y ley media. El cálculo de las reservas incluye la determinación del área de cada triángulo, su espesor ponderado y su ley media. Este método de evaluación, en general, se considera que ofrece mejores resultados globales que el de polígonos. (Mejía, 1998)

Ilustración 5. Método de los Triángulos y Reservas aplicado en el Área de Estudio



Elaborado por: Sarabia, J. (2015).

El método de los triángulos está hecho para satisfacer los siguientes criterios: (Mejía, 1998).

- Se asume que cada muestra representa, verdaderamente, el volumen específico de material; aunque, esto, generalmente, es más un juicio individual que lo que realmente debería ser el volumen.
- Es un método sensato, simple rápido para calcular grandes áreas, partes de ellas o zonas irregulares dentro de las mismas.

Procedimiento para los cálculos:

- En un plano, a escala no mayor de 1:2.000, conectar todos los pozos, con líneas sin que se crucen, formando triángulos.
- Numerar cada uno de los triángulos
- Hacer cálculos para cada uno de ellos, así:
 - (1) Calcular sumatoria de profundidades.

- (2) Calcular el producto de profundidades por el tenor de cada pozo.
- (3) Calcular la profundidad promedio de cada triángulo con el promedio aritmético del numeral (1)
- (4) Planimetrar el área de cada triángulo
- (5) Calcular el área de cada triángulo multiplicando (3) X (4).
- (6) Calcular el tenor promedio de cada triángulo, dividiendo (2) / (1)
- (7) Calcular el contenido de oro bruto en cada triángulo, multiplicando (6) X (5).
- (8) Calcular la sumatoria de todas las áreas (4)
- (9) Calcular sumatoria de todos los volúmenes (5). Esto será el volumen total del área considerada.
- (10) Calcular sumatorias de todos los contenidos de oro (7). Esto será el contenido total de oro de dicha área.
- (11) Calcular el tenor promedio de toda el área, dividiendo (10) / (9).

Cálculo de la desviación estándar

La desviación estándar se calcula en base a la siguiente fórmula:

$$G = \sqrt{\frac{\sum (X - x)^2}{N - 1}}$$

Dónde:

\bar{X} = Ley promedio $x =$

Ley de cada pozo $N =$

$N =$ Número de pozo

Para obtener la ley real o aproximado del área a explotar; calculando el volumen, producción aproximada, tiempo de vida y gramos. El resultado del producto entre el área total y la grava promedio nos da el volumen total en metros cúbicos.

En efecto se llevó a cabo los procedimientos anteriormente descrito para hallar el tenor del depósito, obteniendo los resultados representados en el Anexo N°8

VI. DISEÑO DE EXPLOTACIÓN

6.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS PARA LA ELECCIÓN DEL MÉTODO DE EXTRACCIÓN

Los depósitos aluviales pueden ser explotados, ya sea por un método seco, por medio de excavadoras o un método húmedo mediante dragas y bombas de succión. La selección del método depende en su mayor parte de la forma de los depósitos aluviales.

Los métodos de explotación seca se usan cuando las condiciones del rastreo se hacen dificultosos. Esto pasaría cuando el lugar, la dureza o el tamaño de las rocas hacen que el rastreo sea ineficaz. (Acevedo, 1988)

Según las condiciones que presenta el área minera Confluencia, y de las características tanto de la grava como de el oro en su contenido y composición, se puede identificar que se trata de un depósito de tipo aluvial caracterizado por:

- Terraza levantada a 5 m sobre el nivel del río con oro diseminado en todas las extensiones y potencia de la grava
- La potencia de la terraza aurífera alcanza hasta los 9m
- El área se encuentra en un valle muy angosto y profundo, donde el ancho no sobrepasa de los 300m. por lo que su espaciamiento es limitado
- La pendiente de la terraza aurífera es relativamente plana
- La sobrecarga tiene una potencia promedio de 2m

Lo descrito se suma las condiciones topográficas donde se encuentra el depósito y las características físico-mecánicas de la grava, influyendo directamente en la elección del sistema de explotación

6.2 CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN

La principal tarea en el diseño de la explotación de placeres constituye la extracción de la capa de mineral útil. Para poder extraer la capa rica de mineral se puede emplear los siguientes métodos.

1. **Método selectivo de extracción y tratamiento del mineral.-** Aquí se extrae y se envía a la fábrica de tratamiento o enriquecimiento, solamente el material de la capa rica que contiene metales útiles en cantidades rentables. Este método se utiliza básicamente cuando se emplea métodos subterráneos de explotación.
2. **Método de extracción separada del recubrimiento y de las arenas minerales.-** En este caso a la fábrica de enriquecimiento se envía solamente las arenas. Este método se puede emplear solamente cuando se utiliza los trabajos a cielo abierto.
3. **Método de explotación no selectiva.-** En este caso después de la extracción el tratamiento del todo el material se realiza en la fábrica de enriquecimiento; esto es posible cuando para la extracción se emplea dragas, bombas de succión flotantes y monitores hidráulicos. (Fashpar, 1998)

Otra clasificación importante que se debe tomar en cuenta es aquella que toma en cuenta el tipo de maquinaria a utilizar en la extracción de la grava, teniéndose,

1. Extracción con métodos manuales
2. Extracción con métodos mecánicos
3. Extracción con métodos hidráulicos

La tercera clasificación de este grupo toma en cuenta la utilización o no del agua en la explotación, llegándose a clasificar en dos tipos de minado en seco y en húmedo.

1. Minado en seco
 - a) Minado en seco con maquinaria
 - b) Minado a mano

2. Minado en húmedo
 - a) Método de dragado:
 - Con cangilones
 - A succión
 - Disparo con agua con bomba
 - Excavación hidráulica

El método de dragado y bombas de succión, se emplean en la explotación de placeres con gran contenido de agua y que yacen a profundidades de hasta 30m, es decir placeres de gran potencia. (Fashpar, 1998)

En este caso el depósito objeto del presente estudio presenta una profundidad que oscila en los 9m y el agua freática se hace presente a los 4m de profundidad en medianas cantidades.

Con dragas se explotan una gran cantidad de placeres que se encuentran en los valles, a lo largo de las orillas de los ríos o en los ríos y deben tener reservas de mineral del orden de duración mínima de 10 años, nuestro depósito está proyectado para 1,5 años, y se rige al cumplimiento de disposiciones legales y reglamentarias establecidas bajo los permisos otorgados para pequeña minería.

6.3 ELECCION DEL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN

Por sistema de explotación en minería se entiende al conjunto de mecanismos prácticos y seguros de realizar operaciones mineras de destape, extracción, procesamiento y manejo de desechos, con el propósito de aprovechar en forma óptima y racional un yacimiento desde los puntos de vista operacional-minero, económico, seguridad y cuidado ambiental. (Sanchez, 1998)

Conociendo las características geológico-mineras del yacimiento, las propiedades físico-químicas del mineral de la grava, y con la clasificación de los sistemas de explotación aluviales anteriormente expuestas, pondremos en consideración el “Método de Explotación no Selectiva”.

La selección de nuestro sistema de explotación está en relación directa con una explotación técnico-económica racional del yacimiento ya que; se ha tomado en cuenta parámetros de producción como:

- Extraer el máximo de reservas existentes en el yacimiento
- Minimizar los costos de producción en el sitio
- Extraer en el menor tiempo posible
- Seguridad a las labores de producción
- Protección del medio ambiente

A esta elección se ensambla el método de extracción del mineral, el cual se lo realiza con maquinaria pesada (excavadoras).

6.3.1 Topografía.

A continuación se describe los aspectos inherentes al desarrollo del recurso aurífero aluvial, determinado en la fase de exploración en el año 2013, en el sector llamado Piocullín, parroquia Puerto Napo, cantón Tena; en los predios de las familias: Salinas Andy, Tapuy y Juncal, operativamente identificado el equipo de trabajo como Mina 2.

Para la fase de explotación, se considera un solo cuerpo el recurso mineral contenido en la denominada Anomalía “Jatun Yacu” la misma que abarca una área de 122.212m², como es de rigor se realizará exploración complementaria y conciliación de reservas, mediante control de tenor en los frentes de explotación, utilizando el método de bateo manual y estimación. El volumen que se ha planificado explotar o comprometer su lavado y clasificación es de aproximadamente 562.496m³ de gravas presentes en las terrazas, con la aplicación del método a CIELO ABIERTO, como el método más adecuado que incide en la selección del tipo de maquinaria empleada, equipos, personal y otros parámetros

que permiten extraer, clasificar y lavar esta terraza de manera racional y técnica, contemplado medidas que permitan un accionar de protección al medio ambiente.

Como puede verse en el mapa de ubicación del Anexos 3, la vía de acceso parte de la troncal amazónica en el tramo Tena – Puyo hasta el Km. 70 sitio denominado Costa Azul, luego toma la carretera lastrada Costa Azul-Piocullín, cruza el río Anzu por un puente colgante restringido para vehículos medianos y pesados, el tramo es de 4 Km, antes de Piocullín toma el camino de acceso a Mina 2 en un tramo de 650 m.

El sector es la llanura de inundación del río Jatun Yacu, topográficamente plana, el sitio escogido para la apertura del frente de arranque corresponde al punto de coordenadas PSAD-56: 186.760 E, 9°881.022 N; la cota referencial del terreno antes de la intervención minera es de 460 m (snm).

Fotografía 13. Topografía del sector antes de la intervención



Elaborado por: Sarabia, J. (2015).

6.3.2 Minería

Substancias minerales: la única sustancia mineral focalizada en la investigación y trabajos mineros extractivos es el oro libre de origen aluvial.

Menas: en este sentido la mena o masa mineral de interés económico es la grava aurífera, en sus diferentes características y parámetros, que son cambiantes de un punto a otro.

Ganga: los materiales de ganga, son materiales pétreos desde arenosos hasta arcillosos, de diferente litología con un marcado predominio de clastos de origen ígneo y, de diferente granulometría desde boulders o bloques grandes hasta arena fina o arcilla, la forma de los clastos es mayoritariamente sub redondeada.

Sobrecarga: constituida por una capa de composición predominantemente arenosa con escasos clastos y una potencia cercana a 2 metros.

Cobertura de suelo vegetal: una capa de suelo arenoso que gradualmente pasa a ser el estrato de sobrecarga, soporta una vegetación de tipo tropical húmedo; por estar formando parte de la llanura de inundación a mano derecha aguas abajo del río Jatun Yacu, es notorio el impacto que las eventuales crecidas del río, generan sobre el estrato de suelo y cultivos domésticos asentados.

Método de explotación: por la génesis del yacimiento y sus características geométricas y técnico mineras, el método de explotación es “A cielo abierto, en frente continuo, con relleno del espacio explotado y en conformación de piscinas de 30 x 40m en franjas longitudinales al curso del río.”

6.4 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS OPERACIONES MINERAS

6.4.1 Preparación.

La principal actividad de preparación fue la construcción de un camino de acceso a mina de las siguientes características:

- longitud: 650 metros (se extiende a medida del avance de la explotación).
- 5 m, de ancho
- 50 cm, de espesor de lastre (1.650 m³, de lastre)
- Gradiente: 2%

El acceso cruza el Río Piocullín como se demuestra en la fotografía N°17 en donde se efectúa un ensanchado del río con un dique en la parte superior disminuyendo el caudal

facilitando el libre acceso de vehículos, para el cruce peatonal se acondicionado un puente colgante.

En efecto al tiempo que se prevé la explotación se ha provisto de un campamento de madera y zinc de 20 x 30m, en el cual reposarán herramientas y equipos básicos para mantenimientos, se dispondrá a su vez de campamentos temporales de lona para el personal y otro para el cubeto de combustible, estos estarán en constante movimiento acorde como avancen la explotación de las piscinas.

Fotografía 14. Construcción de la vía de acceso



Elaborado por: Sarabia, J. (2015).

La siguiente actividad de preparación, es la construcción de un dique de contención, para prevenir el ingreso del curso hídrico del río Jatun Yacu, este elemento se construye por partes a medida que se avance con la primera franja de explotación, presenta las siguientes características:

- forma trapezoidal
- 12 m, de ancho en la base
- 5 m, de ancho en la cara superior
- 5 m, de altura
- 200 m, de longitud
- 8.500 m³, de lastre

En la etapa de preparación de franqueo o excavación de las tres piscinas para el manejo del agua de proceso, la grava de la denominada Grava 0, que es de bajo tenor, es utilizada para la conformación del dique de contención.

Cabe indicar que la excavación se realiza en seco con el correspondiente control de tenor y para el efecto se extrae el agua subterránea con una bomba, en este sector, todas las excavaciones se realizan bajo el nivel freático y muy ocasionalmente se hace necesario la captación y uso del agua del río Jatun Yacu para el lavado de la grava.

Fotografías 15 Dique de contención



Elaborado por: Sarabia, J. (2015).

6.4.2 Desagüe de mina.

La actividad se direcciona al mantenimiento del dique de contención para asegurarse que la corriente del río Jatun Yacu en los períodos de crecida no ingrese al área de trabajo.

Como la zona es de alta pluviosidad y en épocas de lluvias se inunda la terraza, utilizando el drenaje natural y original del sitio se conforma una zanja para encausar la escorrentía. El suelo es arenoso por consiguiente con buena o alta permeabilidad.

En cambio, es regular que para el minado del estrato de grava de fondo, denominado Grava 2, en el estudio de exploración, sea necesario evacuar el agua subterránea de la piscina en minado, con un suficiente equipo de bombeo.

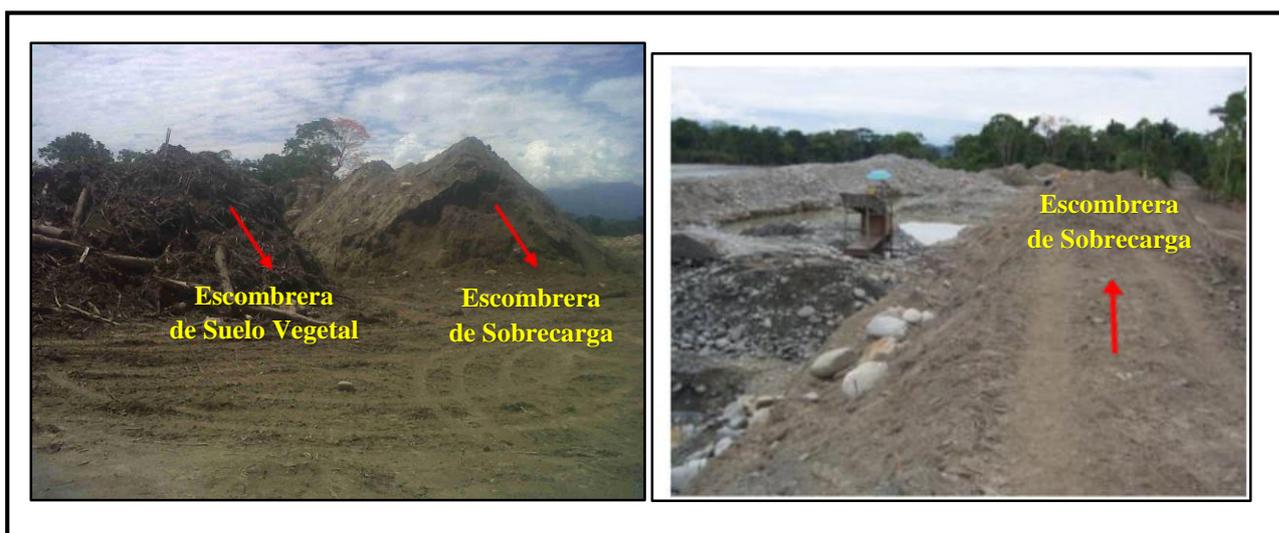
6.4.3 Manejo de Escombreras.

Solamente se dispone de escombreras internas, el movimiento de materiales se realiza únicamente con excavadoras de oruga, HYUNDAI – 260, es la excavadora tipo empleada en este frente de trabajo.

Por la naturaleza del material, se tiene dos tipos de escombreras:

- Las escombreras de suelo vegetal que se conforman en sitios estratégicos en las cuales se almacena la capa de suelo vegetal y escombros orgánicos, con miras a, en lo posterior reconformar la superficie minada y favorecer la revegetación.
- Las escombreras de sobrecarga que se ubican al costado interno como una pila paralela a la franja de minado; este material vuelve a su sitio de origen en cuanto se aleja el frente de minado.

Fotografía 16. Escombreras Temporales



Elaborado por: Sarabia, J. (2015).

6.4.4 Manejo del Agua en el Proceso

El diseño establece una piscina de sedimentación, una de decantación y una piscina de clarificación donde se debe instalar el equipo de bombeo para configurar un circuito cerrado del agua de lavado, construidas al iniciar la explotación de unos 2.700 m³ de capacidad.

La primera piscina de sedimentación se localiza al pie de la “Z” o planta de lavado.

La segunda piscina de decantación, se ubica inmediatamente detrás de la primera piscina y el agua de la primera piscina pasa a la segunda por reboce por medio de zanjas.

La tercera piscina o de clarificación es la última en el área de trabajo y es la reserva desde donde se bombea al agua en recirculación.

Al inicio, la geometría de las piscinas es la misma que la de las piscinas minadas, esto es aproximadamente rectangular de 25 por 30 metros y la profundidad del orden de 6 metros, pero esto con el avance de trabajos se va disminuyendo y distorsionando por el espacio que ocupan los sólidos lavados y que se sedimentan al interior de estos cuerpos de agua.

Fotografía 17. Piscinas de Decantación y Clarificación



Elaborado por: Sarabia, J. (2015).

Fotografía 18 Piscina de Sedimentación



Elaborado por: Sarabia, J. (2015).

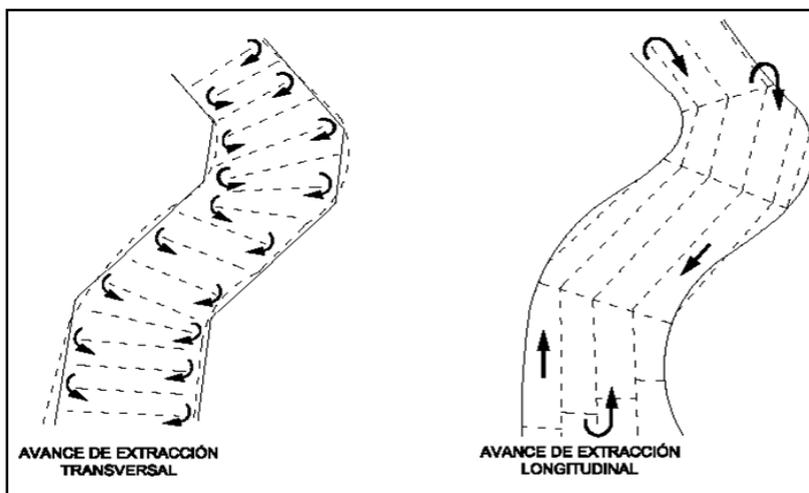
6.5 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO DE EXPLOTACIÓN

El método de explotación a cielo abierto adaptado para este tipo de yacimiento consiste en extraer la grava aurífera del depósito por medio de excavadoras a la planta de lavado “zeta”, recuperando el oro por gravedad aprovechando de su estado puro y con la ayuda del agua, esta se ira depositando a lo largo de las alfombras dispuestas en la planta de lavado.

El cuerpo mineralizado se presenta de manera discontinua por lo que el ancho varía a lo largo del depósito, en la parte superior el ancho es de 270m reduciéndose gradualmente a los 100m, el largo oscila entre los 720m y la potencia media es de 9m.

Por las dimensiones de las terrazas, su explotación se desarrolla en dos bancos manteniendo los trabajos mineros básicos como: preparación y destape en el primer bloque, la explotación se limita por su espacio no es posible desarrollarla en toda su extensión. El depósito aurífero se ha dividido en 100 piscinas de 30 x 40m, por las características del depósito las piscinas están proyectadas en sentido longitudinal, perpendicular al margen del río (aguas arriba) y en retroceso de avance continuo, abarcando toda la anomalía del área cruzando por la zona del antiguo río o paleo-canal evidenciado por el aumento de leyes de oro, tal y como se demuestra anexado en el mapa de Anomalías y Plan de Minado. El ancho se modifica en función de la morfología del sitio y otras condiciones.

Ilustración 6. Posibles direcciones del minado



Fuente: (Ponce, 2010)

6.5.1 Preparación de la Piscina de Explotación

Es primordial antes de proceder con el desbroce y desencape del bloque, planificar el desagüe de las aguas superficiales, para lo cual se realiza canales de drenaje o cunetas de coronación, su función es captar las aguas que circulan por pequeños canales naturales que provienen del pie de monte y que atraviesan a la terraza; estos canales evitan filtraciones del agua a la terraza, disminuyendo de esta manera el caudal en el nivel freático.

Fotografía 19. Cunetas de Coronación



Elaborado por: Sarabia, J. (2015).

6.5.2 Desbroce.

Consiste en retirar toda la vegetación existente en la ruta planificada del minado, para que los restos de maleza no ocasionen problemas operativos en la planta de lavado y tampoco en las bombas de succión, las cuales permiten tener el bloque de explotación despejado.

Esta labor se la realiza con excavadoras, de los árboles existentes en el sector se seleccionan aquellos que pueden ser aprovechados como madera, y con el resto de vegetación crear un stock, con el objetivo de que luego de un cierto tiempo este material se descomponga y se obtenga abono orgánico colocado en la etapa de cierre.

Fotografía 20. Retiro de la Cobertura Vegetal (Desbroce)



Elaborado por: Sarabia, J. (2015).

6.5.3 Destape.

El destape consiste en retirar la sobrecarga, la misma que constituye la capa vegetal, las gravas estériles, y las gravas con bajo contenido de oro, que no son rentables.

Es recomendable que la operación de destape deba ir adelante del minado por lo menos con un avance de 100m. (Desfase).

6.5.3.1 Coeficiente límite de destape

El coeficiente de destape es la relación del volumen de la sobrecarga para el volumen de grava a extraer.

Es decir;

$$K = V \text{ sobrecarga} / V \text{ de grava}$$

$$K = 30 \times 40 \times 2 / 40 \times 30 \times 9$$

$$K = 0,22$$

Como se puede observar la relación de sobrecarga a extraer es insignificante con relación del volumen de grava aurífera a lavar por lo que el coeficiente límite de destape nos indica que la explotación se realizará a cielo abierto.

Fotografía 21. Retiro de la sobrecarga (Destape)



Elaborado por: Sarabia, J. (2015).

6.5.4 Arranque.

La explotación comienza extrayendo la parte alta en toda la extensión del bloque de la piscina a manera de niveles o capas de arriba hacia abajo hasta llegar al bedrock, el material arrancado es depositado y acumulado en la trinchera de arrastre, dispuesta para ser suministrada por una segunda excavadora en la tolva de la planta de lavado, una tercera excavadora retira el material lavado (descole) acumulando para su posterior

reposición en los espacios explotados. A los tres metros de avance se deberá aliviar con el agua freática, por lo que la excavadora N°1 mantendrá instalada una bomba de succión, acondicionada en un sitio estratégico y seguro para el desagüe de la piscinas, garantizando un minado en seco libre de dilución.

La profundidad promedio a la que está expuesta la extracción de la grava, se suma el tiempo breve en la que dura su explotación (corte y relleno continuo de las áreas explotadas), más la compactación que presenta el estrato inferior al contacto con el basamento, orienta a determinar que el ángulo de talud debe estar entre los 70° a 85°.

Al disponer de tres excavadoras se ha comprobado que se obtiene una alta efectividad y continuidad en el proceso.

La profundidad de las piscinas, es función de la profundidad a la que se encuentra el bedrock o roca base, por el motivo de que allí se encuentra la mayor concentración aurífera.

Para efectos de mencionar un promedio, la profundidad de las piscinas es del orden de 9 metros. El proceso se repite a lo largo de toda la ruta de minado, tomando en cuenta que la extracción se la deberá realizar minando aproximadamente 30 cm. del bedrock.

6.5.5 Lavado.

El método más práctico para alimentar la planta de lavado, es aplicando un sistema móvil y arranque discontinuo, en el cual la planta de tratamiento acompaña constantemente al equipo de arranque (excavadora 1 HYUNDAI 330), el cual coloca la grava en un nivel y con la ayuda de otra máquina (excavadora 2 HYUNDAI 260), todo el material es vertido en la tolva de la planta de lavado.

Para una adecuada utilización de la clasificadora deberá permanecer fija y bien apoyada para evitar desniveles y cambios en la inclinación de la posición de todo el sistema como el ángulo de tolva, ángulos de canalones.

Al descargar las alfombras del canalón del día, se obtiene un concentrado gravimétrico el cual se transporta en tinas hasta el laboratorio (campamento) para la recuperación de oro libre y su posterior fundición.

Fotografía 22. Arranque y lavado de mina



Elaborado por: Sarabia, J. (2015).

6.5.6 Descole.

Se le denomina descole al desalojo de las colas del canalón descargadas por gravedad al pie de la planta de lavado zeta, el proceso de minado conforma el sitio favorable para dichas descargas en forma natural conducidas y rellenas por la excavadora N°3 en la piscina de sedimentación que es el último espacio minado en la franja. La grava lavada de la primera franja al margen del río pasa a formar parte del muro de contención.

Fotografía 23. Desalojo de las colas del canalón (Descole)



Elaborado por: Sarabia, J. (2015).

6.5.7 Reconformación y rehabilitación

El sistema de frente continuo, permite al mismo tiempo, la explotación del bloque o piscina y el relleno del bloque minado anterior empleando la grava lavada. Una vez que se ha realizado la explotación se procederá con la recuperación de las áreas afectadas cumpliendo las siguientes actividades:

1. Clasificación de bloques grandes (boulders)

Se deposita en el fondo del área minada y es la primera parte del relleno, los bloques grandes aproximadamente mayores a 50cm de diámetro si fueran esféricos; la excavadora de minado N°1, los limpia, los separa y los deja en la piscina.

2. Relleno de las piscinas con el material lavado (residuos sólidos del proceso)

Es la segunda parte del relleno de las piscinas minadas, se realiza paralelamente con el minado y lavado, se realizan con una excavadora para en lo posterior realizar un razanteo y conformación de una superficie homogénea, similar a lo que fue originalmente.

3. Relleno con sobrecarga y reconformación de la superficie del suelo

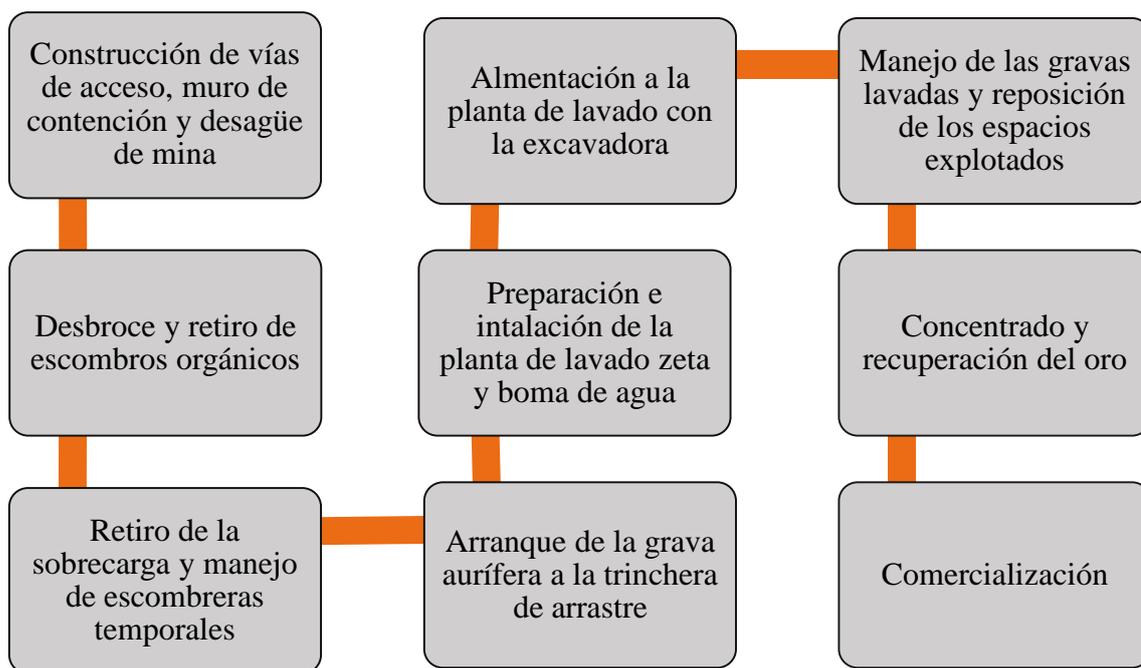
La siguiente etapa es el tendido o reposición del estrato de sobrecarga, desde las escombraras laterales, esta labor se realizará por boteo con la excavadora, terminada la reconformación de la superficie del suelo con el arrastre de todo escombros orgánico, hacia la nueva superficie conformada, con el interés de favorecer la fijación de carbono, nitrógeno y materia orgánica.

4. Reforestación de la superficie minada

En esta actividad se deberá tomar como antecedente las condiciones iniciales del terreno, lo establecido en el Estudio de Impacto Ambiental aprobado por el MAE, se prevé que para este caso se dará prioridad a la reforestación con especies nativas y en el caso de los terrenos de finqueros se procederá con la siembra de cultivos especies existentes en el terreno.

En el transcurso de la explotación sobre el muro de contención se programa la siembra de Yutsun, una especie de planta que se adhiere en las piedras, evitando el desgaste producido por el choque del agua en épocas de crecidas, garantizando la conservación del mismo.

Cuadro 1 Diagrama de los procesos de explotación



Elaborado por: Sarabia, J. (2015).

VII. CÁLCULOS GENERALES DE PRODUCCIÓN

7.1 TIEMPO DE VIDA DE LA MINA

Con el volumen de reservas y la producción diaria de la planta de lavado podemos calcular el tiempo de vida de este depósito.

$$T_{vt} = R_p / P_d$$

Donde:

T_{vt} = tiempo de vida del depósito, años

R_p = Reservas, m^3

P_d = producción diaria de la planta de lavado, $m^3/\text{día}$

Tendremos que;

$$T_{vt} = 562496/1000$$

$$T_{vt} = 1,56 \text{ años}$$

7.2 DÍAS DE TRABAJO AL AÑO

Los turnos de trabajo establecidos son de 14 días y 7 de descanso, distribuidos en tres grupos de trabajo que van rotando, es decir la operación se mantiene en constante actividad incluso en días feriados, se considera que de los 365 días del año se labora de manera normal los 360 días, los 5 días restantes están designados por la empresa como festivos.

7.3 PRODUCCIÓN MENSUAL Y ANUAL DE GRAVA A LAVAR

La producción mensual se obtiene a partir de la producción diaria de la planta en el lavado por los días trabajados durante el mes.

$$P_{gm} = P_d \times D_{tm}$$

Dónde:

P_{gm} = Producción mensual

P_d = Producción diaria de lavado

D_{tm} = Días trabajados al mes

Tendremos que;

$$P_{gm} = 1260 \text{ m}^3/\text{día} \times 30 \text{ días}$$

$$P_{gm} = 37800 \text{ m}^3$$

Por lo que:

$$P_{gñ} = 37800 \text{ m}^3/\text{mes} \times 12 \text{ meses}$$

$$P_{gñ} = 453600 \text{ m}^3/\text{año de lavado}$$

7.4 PRODUCCIÓN ANUAL Y MENSUAL DE ORO

Se obtiene a partir de la grava lavada mensualmente, de la ley media del depósito y del porcentaje de recuperación del oro con estos métodos.

$$P_{mAu} = P_{mg} \times \text{ley} \times R$$

Dónde.

P_{mAu} = Producción mensual de oro

Ley = Contenido o tenor medio de oro en la grava

R = porcentaje de recuperación de oro con estos métodos

Tendremos que;

$$P_{mAu} = 37800 \times 0,26 \times 0,85$$

$$P_{mAu} = 8353,8 \text{ gr/mes}$$

Por lo que la producción anual de oro será:

$$P_{aAu} = 8353,8 \text{ gr/mes} \times 12 \text{ meses}$$

$$P_{aAu} = 100245,6 \text{ gr/año de Oro}$$

Tabla 14. Resumen de Producción

Material	Diaria	Mensual	Anual
Grava lavada	1260 m ³	37800 m ³	453600 m ³
Oro recuperado	278,46 gr	8353,8 gr	100245,6 gr

Elaborado por: Sarabia, J. (2015).

VIII. MAQUINARIA Y EQUIPOS

8.1 ELECCIÓN DE LA MAQUINARÍA Y EQUIPOS

La elección óptima de las máquinas (es decir, los tipos y la capacidad) se examina, desde el punto de vista de obtener un nivel alto de rentabilidad y continuidad en el proceso. Mediante un análisis detallado de; costos operativos, características técnicas y facilidades de pago, la empresa determina factible la adquisición de tres excavadoras nuevas de marca HYUNDAI, dos de modelo R260LC-9S, y una de modelo R330LC-9S, garantizando un óptimo rendimiento, disminuyendo costos y pérdidas de operación por mantenimientos correctivos, maximizando la relación costos-producción.

8.2 DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS DE LAS EXCAVADORAS

Las dos excavadoras HYUNDAI modelo Robex 260LC-9s están destinadas a efectuar los siguientes trabajos.

- Apertura de vías de acceso en la etapa inicial del proyecto.
- Adecuación de los espacios para el campamento temporal, área de combustibles y lubricantes, patio de maquinas
- Trabajos de apertura de piscinas de explotación (desbroce y destape).
- Labores de preparación e instalación de las bombas de agua.
- Suministra la grava de manera continua a la planta de lavado zeta.
- Retira el material lavado por la zeta, acumulándolas para un segundo rebote hasta la escombrera temporal de material lavado, diseñando el muro de protección.
- Adecuación de piscinas de sedimentación, decantación y clarificación y la apertura de zanjas que las conecte de manera gradual.
- Traslado y abastecimiento de tanques de combustible a las bombas de agua
- Traslado y embarque de las tinas con el concentrado.
- Reconformación de áreas intervenidas. Etc.

Fotografía 24. Labores efectuadas por la excavadora Hyundai 260LC-9S



Elaborado por: Sarabia, J. (2015).

La excavadora de orugas marca HYUNDAI modelo Robex 330LC-9S, por su capacidad de carga esta designada a realizar las siguientes actividades.

- Apertura de la vía de acceso únicamente en la fase inicial del proyecto
- Traslado e instalación de la planta de lavado zeta.
- Arranque y boleo de la grava aurífera
- Desaloja los boulders de gran tamaño facilitando el arranque
- Remplaza en cualquier actividad anteriormente mencionadas a las excavadoras 260 LC-9s cuando el caso lo amerite.

Fotografía 25. Labores varias efectuadas con la Excavadora 330LC-9s



Elaborado por: Sarabia, J. (2015).

8.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA MAQUINARÍA

Tabla 15. Especificaciones técnicas de la excavadora HYUNDAI 260LC-9s

	
Motor:	Cummins B5.9-C

Potencia Bruta SAE:	173 Hp / 2000 rpm
Pendiente Máxima	35° (70%)
Bomba Hidráulica	2 Bombas Kawasaki de caudal variable
Velocidad Máx. Desplazamiento.	3.4 a 5.5 Km/h
Velocidad de Giro	12.5 rpm
Peso Bruto	25.500 Kg
Capacidad de la cuchara	1.08 m ³
Fabricación	KOREA año 2013
Valor total	196.000 USD.

Fuente: Elaborado en base al Manual de uso y mantenimiento HYUNDAI

Tabla 16. Especificaciones técnicas de la excavadora HYUNDAI 330LC-9s

	
Motor:	Cummins QSL9
Potencia Bruta SAE:	kW / 282 hp (1.750 rpm)
Pendiente Máxima	35° (70%)
Bomba Hidráulica	2 Bombas Kawasaki de caudal variable
Velocidad Máx. Desplazamiento.	3.4 a 5.5 Km/h
Velocidad de Giro	12.5 rpm
Peso Bruto	32.70 TON
Capacidad de la cuchara	2.10 m ³
Fabricación	KOREA año 2013
Valor total	245.280 USD.

Fuente: Elaborado en base al Manual de uso y mantenimiento HYUNDAI

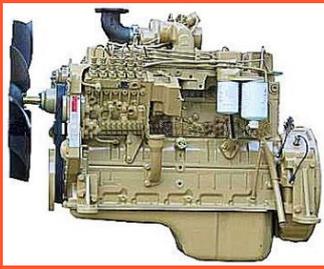
8.4 EQUIPOS DE SUCCIÓN DE AGUA

Para el lavado del material es inminente el uso del agua, para ello es necesario la instalación de una bomba de succión. De entre los activos de la empresa, se movilizó a talleres y se repotenció dos motores diésel de las siguientes características técnicas:

8.4.1 Motor Cummins N° 1

Consiste de un motor adaptado para la succión de agua integrada por un motor de camión de 6 cilindros, añadido al motor una bomba centrífuga con manguera de entrada de 8" (pulgadas) y dos manguera de salida de 6" (pulgadas), utiliza una batería de carro, sistema de medida: wáter temperatura (100-200); Oil-Pressure (0-80); Amperios (0-30-60). (Utilizado el equipo para succionar e impulsar el agua a Presión). (Funciona a diésel)

Tabla 17. Especificaciones de la bomba Cummins N°1

Especificaciones técnicas del motor		Especificaciones técnicas de la bomba centrífuga	
			
			
Potencia	145 HP	Modelo	XA 150/40
Arranque	Eléctrico	Capacidad	1.518 GL/min
Pistones	6	Altura	50 mts.
Enfriamiento	Radiador	R.P.M.	1.450
R.P.M.	1.800	Fuerza requerida	120 HP
Desplazamiento	5.99 L	Velocidad	1450 RPM.
Peso	780 Kg	Potencia	75 kw.
Combustible	Diésel	Capacidad máxima	352 L/s

Fuente: Elaborado en base al Manual de uso y mantenimiento

8.4.2 Motor Chino N° 2

La bomba N°2 lleva como función principal, evacuar hacia la piscina de sedimentación o a su vez directamente a la planta de lavado el agua freática presente en la piscina de explotación, garantizando un arranque en seco, optimizando el proceso y reduciendo la corrosión generada con su presencia en los cucharones.

Tabla 18. Especificaciones técnica de la bomba N°2

Especificaciones técnicas de la bomba N°2	
	
Serie	100803
Tipo	150/40
Capacidad	265 m ³ /h.
Distancia	50 m.
Velocidad	1450 RPM.

Fuente: Elaborado en base a las especificaciones adaptadas

8.4.3 Motobomba honda de 3”

La bomba onda de 3” es utilizada para cebar las bombas de 6 pulgadas, esta a su vez cuando el caso lo amerita se utiliza para el desagüe en las piscinas en explotación.

Tabla 19. Ficha técnica de la Motobomba Honda

Descripción técnica de Motobomba de 3”	
	
Marca	Honda
Tipo de bomba	Autocebante
Cabeza máxima (Mt)	35
Altura de Aspiración	8
Caudal Máximo (Ipm)	1100
Succión x descarga (pulgadas)	3 x 3
Potencia Máxima (Hp)	5.5, 3600RPM
Arranque	Manual
Consumo (LT/Hr)	1,8
Peso (kg)	28

Fuente: hidraulicart.pt

Adicionalmente al equipo señalado se cuenta con otros dispositivos como:

- Soldadora (120/240 V); (Funciona a gasolina). Sueldas # 60/11 (para material grueso; como cucharones); sueldas # 70/18 (para láminas delgadas).
- Equipo de oxicorte; cilindro de gas, cilindro oxígeno; mangueras de conexión, llave reguladora de intensidad de gas y oxígeno.
- Accesorios para el mantenimiento de equipos y maquinaria.
- Implementos de apoyo en el proceso de recuperación de oro: tinas, Alfombras, herramientas de mano, bateas.
- Equipo de seguridad y protección personal (guantes, botas, mascarillas, protectores de oídos, vista, etc.)
- Extintores.
- 1 equipo de radio transmisión.
- 1 juego de herramientas y accesorios como palas, picos, martillos, clavos, etc.

Los accesorios, constituyen mangueras PVC de 3 pulgadas, válvulas, abrazaderas y herramientas menores, que se los ha adquirido conforme a la necesidad, en el mercado local.

8.5 CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Tabla 20. Consumo mensual de combustible

Maquina/ Equipo	Consumo hora (gal)	Horas trabajadas (h)	Días Trabajados/mes	Total (gal)
3 Excavadoras	15	18	30	8100
2 Bombas	8	14	30	3360
Motobomba	2	5	30	300
				11760

Elaborado por: Sarabia, J. (2015).

8.5.1 Aceites, Grasas y Lubricantes

Tabla 21. Consumo mensual de Aceites

Máquina/ Equipo	Aceite motor 250h coloca 7gal 540 horas/ mes ; tipo 15w-40	Aceite hidraulico2000h coloca 25gal 540 horas/mes; tipo 10w	Aceite mandos 2000h coloca 8gal 540 horas/mes; tipo 50
3Excavadoras	36	30	6
Bomba	10		
Motobomba	8		
Total	54	30	6

Fuente: Elaborado en base a los reportes de Mantenimiento

Se debe considerar que las máquinas siendo nuevas los mantenimientos preventivos se efectúan cada 2000 h. reduciendo la cantidad de aceites. La cantidad de aceite quemado que sale mensualmente de todas las máquinas es alrededor de 50 galones, son manejadas según las normas de seguridad establecidas y entregadas a un ente calificado para el respectivo manejo.

Tabla 22. Consumo mensual de grasa de lubricación

Maquina/ Equipo	Consumo de grasa/ Hora (Libras)	Horas trabajadas día (h)	Días trabajados mes (Días)	Total (Libras)
3Excavadoras	0,6	18	30	324
Bombas	0.02	14	30	8,4
Total				332.4

Fuente: Elaborado en base al trabajo diario

Otros insumos como aceites, grasas, lubricantes y filtros, requeridos para la maquinaria y equipos indistintamente, son adquiridos en Quito, de acuerdo con los requerimientos, manteniendo un limitado stock en el campamento. Se promedia un consumo de 6 filtros al mes para las tres excavadoras.

8.6 ELECCIÓN DE LA PLANTA DE LAVADO

El proceso de concentración gravimétrica es un método de separación física, que utiliza la diferencia de densidad entre partículas y la granulometría de las mismas, mientras mayor sea la diferencia entre partículas por un lado y el medio fluido por otro, mayor eficiencia de separación se tendrá, por eso es importante que la alimentación sea preparada cuidadosamente los concentrados deben ser deslamados a efectos de garantizar el proceso.

La concentración gravimétrica es un proceso sencillo y económico, es recomendable para este tipo de minería, ya que se puede procesar grandes volúmenes de grava de bajo tenor, siendo el caso del presente estudio. La facilidad de traslado e instalación de la planta genera seguridad y efectividad en el proceso.

8.6.1 Descripción del proceso de lavado

En forma alternativa durante los últimos años, se está utilizando las plantas de concentración gravimétrica denominadas “Z”, estas plantas se construyen y reparan en el taller de Terraearth, cuyo proceso es de conocimiento general y se describe como sigue:

Alimentación, iniciemos considerando que una primera clasificación por tamaños y separación de bloques (boulders) se da en el proceso de minado que se realiza con excavadora, estos bloques son movidos y reubicados en el fondo de la piscina constituyendo el primer elemento del relleno de la superficie explotada.

La grava conteniendo cantos con dimensiones menores a un diámetro promedio de 50 centímetros, se alimenta con excavadora a la tolva de la “planta Z”, esta tolva colmada tiene una capacidad de 6 m³.

Clasificación por tamaños en criba a 30 mm, por gravedad y la acción de un chorro de agua, el material se desliza hacia una criba estática construida de varilla corrugada de 1 ¼”, cuya abertura entre elementos es de 30 mm.

El sobre tamaño o rechazo de la criba, compuesto por cantos lavados entre 30 y 500 mm, comúnmente se denomina piedra lavada, se acumula por caída al pie de la Z y, demanda que la misma excavadora retire este material pétreo y lo disponga convenientemente para posteriormente conformar el segundo estrato del relleno del espacio explotado.

El pasante de la criba, constituido por guijarros, chinás y arena, con tamaño de partícula inferior a 30 mm, en suspensión en agua, cae a un circuito de canalones con cambio de dirección, para el respectivo proceso de concentración gravimétrica.

La criba tiene unas dimensiones referenciales de 3,5 m de longitud, 1,2 m de ancho, y aplicación de agua mediante flautas laterales.

Concentración gravimétrica en canalón, el pasante de la criba alimenta a un sistema de canalones de ancho referencial de 1.10 metros.

Todos los canalones están equipados con un segmento de rifles en la cabeza y malla expandida en el pie, los canalones tienen alfombra “nomad” como elemento de retención.

El primer segmento de canalón tiene una longitud de 1,50 metros, el segundo segmento tiene un sentido de flujo inverso y una longitud referencial de 4,00 y el tercero y último canalón tiene dirección de flujo normal y 4,00 metros de longitud.

Como un accesorio extra, en este caso, se ha prolongado la criba y se ha incorporado un segmento medio de canalón que se denomina “barbacoa”.

El oro se acumula la parte más pesada en el canalón interior, luego de manera sucesiva y por densidad del oro se acumula en el canalón 1, canalón 2 y el oro más fino en el canalón3.

El canalón funciona durante una jornada de trabajo que regularmente es de 8 a 12 horas efectivas de operación, al finalizar la jornada es norma obligada, realizar el alza o descarga de concentrado de canalón, la cantidad regular de concentrado de canalón por alza, es de unos 500 kilogramos.

Evacuación de colas de canalón (pulpa), las colas del canalón se descargan por gravedad al pie de la planta Z, el proceso de minado conforma el sitio favorable para que la pulpa de colas de canalón naturalmente se conduzca a la piscina de sedimentación que es el último espacio minado en la franja.

El reboce de la piscina de sedimentación por gravedad pasa a la piscina de clarificación para recircular al proceso y, el material sedimentado constituye material de relleno para el espacio explotado.

En la organización de trabajos de mina, unos 25 días al mes se hace lavado y generación de concentrados, el resto del tiempo lo absorben los trabajos de preparación de los frentes de explotación, el relleno y conformación de las superficies minadas.

8.6.2 Capacidad de la planta, instalada y de operación

La planta Z, es un equipo rústico, que soporta un gran rango de alimentación en cantidad y calidad; en el régimen de trabajo establecido por el titular minero, en base a la experiencia en años de trabajo, se procesa un promedio de 90 m³/hora, en condiciones normales se trabaja dos turnos al día, consiguiendo de 12 a 8 horas efectivas de procesamiento por turno, alcanzando 1080 m³/día.

En el empeño de optimización del proceso, tiene un rol singular el talento humano y la supervisión del Ingeniero de mina, buscando maximizar el tiempo de minado-lavado y maximizar la calidad del lavado.

Laboratorio, recuperación por gravimetría y limpieza manual, el concentrado gravimétrico generado en la planta Z en mina, es retirado con todo alfombra y transportado al Laboratorio.

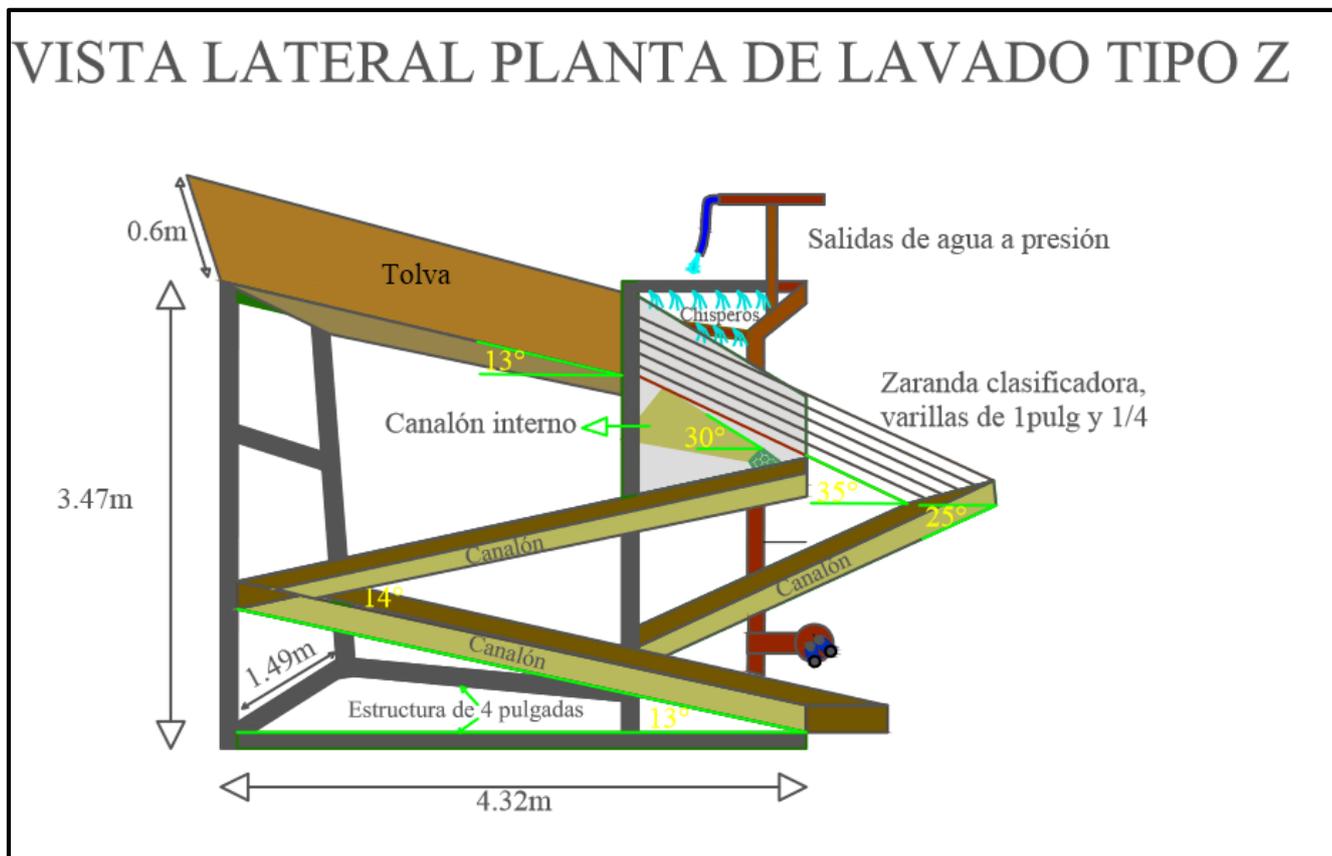
En Laboratorio, se descargan y lavan las alfombras, el material resultante se reconcentra en un canalón, el concentrado resultante se tamiza a malla 10 (2.000 micrones).

El rechazo del tamizado se escoge manualmente, el pasante del tamizado se limpia en mesa vibratoria, el concentrado y subproductos de la mesa vibratoria Gemini-250, se limpian manualmente.

El oro libre obtenido se seca, pesa y entrega con la respectiva acta.

Oportunamente, el oro libre en stock, es fundido por el método del soplete para configurar barras tipo “Doré”.

Ilustración 7. Estructura de la planta de lavado



Fuente: Santacruz, M. (2013).

Fotografías 26 Vista lateral y frontal de la planta de lavado zeta



Elaborado por: Sarabia, J. (2015).

8.7 RENDIMIENTO TEÓRICO Y PRÁCTICO DE LA EXCAVADORA Y PLANTA DE LAVADO ZETA

8.7.1 Rendimiento Teórico de la Excavadora

$$Q_t = 3\,600 \times (e / t_c)$$

$$Q_t = 3\,600 \times (1,08\text{m}^3 / 45 \text{ s})$$

$$Q_t = 86,4 \text{ m}^3 / \text{hora}$$

Al día =14 h/ día

$$QT = 1210 \text{ m}^3 / \text{día}$$

Donde:

QT= Rendimiento teórico de la excavación [m^3 / hora]

E= Capacidad del cucharón = 1.08 m^3

Tc= Tiempo del ciclo de la excavadora (arranque - carguío – giro – descarga – giro) en segundos = 28,77 + 16,23 = **45 segundos.**

$$Tc = Ta + Tcarg$$

Ta = **tiempo de arranque** (tiempo que se demora la excavadora en arrancar la grava del talud y colocarlo en un stock temporal de grava). Ta = 28.77 segundos.

Tcarg = tiempo que se demora la excavadora en **cargar** el cucharón con material de grava – giro- descarga en la planta Z.- giro). Tcarg = 16.23 segundos.

8.7.2 Rendimiento en la práctica de la excavadora

$$QTEX = 86,4 \text{ m}^3 / \text{h} \times 1 \times 1.2 \times 0.95 \times (14\text{h} / (14\text{h} + 1\text{h}))$$

$$QTEX = 92\text{m}^3$$

Al día =14 h/ día

$$QTEX = 1287 \text{ m}^3 / \text{día}$$

Donde:

QTEX= Rendimiento práctico de la excavación [m^3 / hora]

QT= Rendimiento teórico de la excavación [m^3 / hora]

KLL= Coeficiente de llenura del cucharón = 1

KT= Coeficiente de soltura del material = 1.2

Ku= Coeficiente de empleo efectivo en el tiempo del turno = 0.95

Tt= Tiempo de trabajo ininterrumpido (h)

Tp= Tiempo de parada debido a detenciones inevitables de la excavadora (h)

Fotografía 27 Demostración del rendimiento teórico de la excavadora



Elaborado por: Sarabia, J. (2015).

8.7.3 Rendimiento de Extracción en un Turno

$$QET = QTEX \times Tdia \times Ku$$

$$QET = 90 \text{ m}^3/\text{h} \times 14\text{dia} \times 0.95\text{h}$$

$$QET = 1197 \text{ m}^3/\text{día}$$

Donde:

QET= Rendimiento de extracción de un turno (m^3 / turno)

QTEX= Rendimiento en la práctica de la excavadora ($m^3 / hora$)

Tdia= Horas efectivas de trabajo en el día: 14

Ku= Coeficiente de empleo efectivo en el tiempo del turno = 0.95

El rendimiento de extracción calculado en un turno garantiza un flujo constante de grava aurífera a la planta lavadora cuya capacidad es de $90 m^3 / h$ lo que es lo mismo en un turno de 9 h es de $810 m^3$ de grava y el rendimiento obtenido es $936 m^3$ es decir se maneja un volumen suficiente por turno para la capacidad requerida de la planta Z.

8.8 PARÁMETROS DE PRODUCCIÓN

La elección de la maquinaria para cumplir con los diferentes procesos e explotación en este tipo de depósito aluvial, se realiza en base a la demanda de producción requerida, tomando en cuenta la capacidad máxima de procesamiento de la planta de lavado, se ha establecido una producción de teórica de $104m^3/h$ ($1248m^3/día$ y práctica hasta $92 m^3/h$ de grava aurífera.

La jornada de trabajo consta de dos turnos, el diurno que inicia a las 06H00 y concluye a las 17H00, y el nocturno, de 17H00 a 02H00, cada turno se toma una hora de descanso, obteniendo un total de 18 horas de trabajo, de las cuales se establece que 14h son las consideradas exclusivamente de lavado llamadas “efectivas”. Las 4h restantes son dedicadas a diferentes labores como; revisión y lubricación de maquinaria y equipos, preparación, adecuación e instalación de planta de lavado y equipos, entre otros imprevistos generados antes del proceso continuo de lavado. Se detalla a continuación:

Tabla 23. Distribución de las horas de trabajo

Horas	Actividades
1h	Revisión general del estado de la máquina, lubricación y abastecimiento de combustible. (entrega de turno)
2h	Acondicionamiento del espacio de trabajo, instalación de bombas y zeta. Apertura o cierre de zanjas, adecuación de piscinas de sedimentación, desbroce, destape. Etc.

1h	(Imprevistos) mantenimientos preventivos de maquinaria, ingreso de combustible, adecuación de vías de acceso, acondicionamiento de campamento temporal, otros.
14h	Lavado continuo
Total 18 H	Las horas están promediadas en base al trabajo diario que se efectúa durante el turno del día más el turno de la noche,

Elaborado por: Sarabia, J. (2015).

Con dichos valores, en el mes se tendrá una producción de 37800m³.

Tabla 24. Producción de extracción

Producción mensual	37800 m ³ /mes
Producción diaria	1260 m ³ /día
Producción hora	90 m ³ /hora

Elaborado por: Sarabia, J. (2015).

8.9 INSUMOS REQUERIDOS PARA EL LAVADO DE GRAVAS

8.9.1 Agua Industrial.

El agua empleada en la explotación, será utilizada para separar y disgregar las arcillas y los guijarros de mayor tamaño, el agua a reutilizar será el agua freática provenientes de la piscina de explotación, de esta manera se aprovechara el recurso existente y no se captará de fuentes hídricas cercanas, salvo en casos especiales, posteriormente una vez reutilizada el agua para el proceso industrial se realizará el correspondiente tratamiento físico a través del recorrido que realice por las diferentes piscinas de sedimentación y decantación para regresar el agua a la fuente, siendo este el caso al río Jatun Yacu, dependiendo de las condiciones del agua libre de impurezas.

El agua será llevada a la planta de procesamiento a través de bombas de motor de 145 Hp con una capacidad de succión de 70 gpm, el diseño establece dos piscinas de sedimentación y una piscina de clarificación donde se debe instalar el equipo de bombeo para configurar un circuito cerrado del agua de lavado.

IX. PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL

9.1.1 Objetivo

- Implementar un reglamento interno que permitan mejorar las condiciones de salud e higiene laboral en el personal que labora en las áreas de explotación.

9.1.2 Disposiciones ambientales

- Proporcionar de forma oportuna y gratuita a los trabajadores elementos de protección personal y obligar su uso.
 - **Gafas de protección:** Se dotará a los trabajadores expuestos a la incidencia de la energía solar, gafas de protección.
 - **Protección de cabeza:** Se deberá dotar a todos los trabajadores y empleados, sin distinción, que laboren en áreas de trabajo y en las inmediaciones de esas, de cascos que cumplan mínimo las especificaciones ASI-801-75.
 - **Protección de oídos:** Cualquier trabajador o empleado que estuviese expuesto a ruidos mayores a 75 decibeles deberá ser provisto de una protección en los oídos de tipo insertación o de campana exterior.
 - **Protección de manos:** Se deberá proveer a los trabajadores, de acuerdo al caso, y debido a que algunos manipularan herramientas manuales o materiales ásperos deberán usar guantes de cuero, amianto, etc.
 - **Protección de pies:** Para las actividades que se realiza en el área minera todos los empleados deben ser dotados de botas de seguridad con protección metálica en las puntillas.

- **Ropa:** Los trabajadores deberán utilizar ropa adecuada como jeans.

- Ningún empleado deberá utilizar collares largos, anillos, aretes, etc.
- Todos los empleados deberán utilizar camisas de mangas largas para evitar problemas u accidentes en la piel. El trabajo en mangas cortas o “shorts” queda absolutamente prohibido.
- Capacitar sobre temas de seguridad, higiene laboral y ambiental.
- Mantener la maquinaria, equipos e instalaciones en óptimas condiciones de funcionamiento.
- Dar cumplimiento a la normativa existente reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo, etc.
- No emplear a menores de edad.
- Dotar de agua tratada para el consumo humano.
- Contar con personal de experiencia para las actividades determinadas como mayor riesgo.

9.1.3 Subprograma de medidas de seguridad laboral y ocupacional.

Objetivo.

- Cumplir con las normas establecidas de protección general
- Cumplir con el reglamento de seguridad industrial
- Proporcionar seguridad al trabajador, evitando accidentes dentro del proyecto, proteger a la comunidad y cuidar el medio ambiente.

Disposiciones ambientales

- Para los impactos ligados con el incremento sonoro y emisión de gases se aplicarán las normas existentes y descritas oportunamente.
- Planificar en forma ordenada la ubicación de los materiales empleados en los proyectos mineros.
- Informar a los trabajadores sobre los riesgos del trabajo, en el frente.

- Promover e insistir en el acatamiento de la buena práctica laboral, para reducir al máximo los riesgos y peligros de operación de maquinaria y procedimientos del trabajo en general. Todos los equipos y maquinarias deberán llevar advertencias y los dispositivos de seguridad o recomendaciones previstos por el fabricante.
- Prohibir el ingreso de los obreros que hayan consumido alcohol, a sus puestos de trabajo.
- Proporcionar información a las comunidades, a cerca de las acciones que serán necesarias tomar, para favorecer las actividades de los proyectos.
- Proporcionar al trabajador ambientes adecuados de alojamiento y recreación, de manera que se logre un ambiente sano procurando que se sienta a gusto y mejore su rendimiento.
- Los trabajadores deberán estar en pleno conocimiento y aceptar el regalamiento de Seguridad e Higiene del trabajo, según resolución 172 (capítulos I a X) del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), a cargo de la División de riesgos del trabajo, por el código del trabajo art.427, que habla de las normas que deben ser observadas por los empleados en cuanto a higiene y seguridad del trabajo, como: ruido y vibraciones, riesgos biológicos, sustancias toxicas, protección de maquinarias y equipos, herramientas y equipos de riesgo de esfuerzo humano, remoción de escombros, excavaciones, transporte de trabajadores, incendios en campamentos, ropa de trabajo y equipo personal, atención médica y afiliación al IESS.

9.1.4 Subprograma de Vigilancia Médica

Se debe implementar un programa de vigilancia médica para atender las necesidades de los trabajadores de los proyectos.

- Todos los trabajadores que pudieran estar expuestos a riesgos de salud en o por encima de los límites de exposición permisibles durante 30 días o más al año, ya sea o no que utilicen equipos de protección personal.
- Todos los trabajadores que utilizan un respirador 30 días al año o más.

Este programa de vigilancia médica servirá tanto para determinar si la persona es apta para trabajar con materiales peligrosos como para reconocer cualquier efecto adverso debido a la exposición.

Los intervalos a los cuales se deben hacer los exámenes y las consultas médicas serían los siguientes:

- Antes de la asignación a tareas que conduzcan a una exposición a material peligroso.
- Por lo menos cada 12 meses durante el trabajo en dicha tarea.
- Al termino de dicha tarea, a menos que el empleado haya pasado un examen en los últimos seis meses.

Además de estos plazos normales, se precisa un examen tan pronto como sea posible si un empleado manifiesta señales o síntomas que indiquen la posibilidad de haber sufrido una exposición excesiva, o bien si estando sin protección queda expuesto en una situación de emergencia. Así mismo, el médico examinador podría dictaminar que desde el punto de vista clínico es necesario incrementar la frecuencia de los exámenes.

El gerente de seguridad e higiene tendrá la obligación de estar al tanto de las circunstancias que requieren un programa de vigilancia médica

9.1.5 Subprograma de Señalización y Rotulación de Instalaciones

Es necesario el aprovisionamiento de señalización en las concesiones mineras, para prevenir a los trabajadores y usuarios de la vía, de los riesgos propios de las actividades de explotación y aprovechamiento de minerales auríferos.

De acuerdo a las normas establecidas, se utilizaran colores para cada uno de los aspectos que se quiera rotular, los rótulos tendrán forma rectangular, de 60 x 30 cm, de ser posible, deberán tener información gráfica y escrita.

Los materiales utilizados serán resistentes en las condiciones normales de uso, preferentemente metálicos, pintados con pintura anticorrosiva lavable y resistente al desgaste. Los letreros serán ubicados en sitios estratégicos de tal forma que no se desprendan o se caigan por algún tipo de intervención.

9.1.6 Informativas

Las señales informativas serán de forma rectangular, el color del fondo será verde, llevando un borde blanco en el perímetro, el fondo verde debe cubrir por lo menos un 50% de la señal, el símbolo o a leyenda se inscribe de blanco y colocado en el centro de la señal, se ubicará al ingreso de las concesiones mineras e instalaciones del campamento.

9.1.7 Preventivas

Las señales de prevención o advertencia estarán construidas por un triángulo equilátero y llevarían un borde exterior de color negro, el fondo del triángulo será de color amarillo, sobre el que se dibujará, en negro el símbolo del cuidado que se avisa, se empleara como advertencia de accidentes en zonas del frente de trabajo, entrada y salida de vehículos.

9.1.8 Obligatorias

Las señales de obligación serán de forma circular con fondo azul oscuro, el color azul debe cubrir por lo menos el 50 % del área de la señal sobre el fondo azul, en blanco, el símbolo que exprese la obligación de cumplir, así tenemos:

- Obligación de usar protección visual
- Obligación de usar protección respiratoria.
- Obligación de usar protección para la cabeza
- Obligación de usar protección para los oídos
- Obligación de usar protección para las manos
- Obligación de usar protección para los pies

9.1.9 Prohibición

Las señales de prohibición serán de forma circular de fondo blanco, círculo y barra inclinada de color rojo, el símbolo de lo que se prohíbe será negro, colocado en el centro de la señal, pero no debe sobreponerse a la barra inclinada, se recomienda que el color rojo cubra por lo menos el 35% del área de la señal, sus aplicaciones son las siguientes:

- Prohibido Fumar
- Prohibido Encender Fuego
- Prohibido Paso de Transeúntes
- Prohibido Personal no Autorizado

9.1.10 Colocación de letreros ambientales

Trata sobre la implementación de una adecuada señalización con temas alusivos a la prevención y control de las actividades humanas a fin de evitar deterioros ambientales en las zonas de trabajo de la obra.

9.2 PROGRAMA DE EDUCACIÓN Y CAPACITACIÓN AMBIENTAL

9.2.1 Objetivos:

- Realizar charlas periódicas al personal del proyecto, sobre la situación ambiental de las concesiones mineras; efectos que produce sobre la comunidad y el entorno natural.
- Concientizar al personal sobre los problemas ambientales que pueden suceder en las actividades de explotación de mineral aurífero.

9.2.2 Charlas de concientización

Las mismas que estarán dirigidas al personal que labora en las concesiones mineras, estas charlas desarrollarán temas relativos al proyecto y su vinculación.

Uso y manejo de equipos y extintores.

Todo trabajador será adiestrado en el uso y manejo correcto de los equipos extintores existentes, para responder efectiva y rápidamente ante una eventualidad que se pudiere presentar durante el cumplimiento de sus actividades.

Uso del equipo mínimo de protección personal.

Se realizaran charlas sobre la necesidad del uso permanente del equipo de protección personal, a fin de evitar posibles daños a la integridad física del trabajador, durante el cumplimiento de sus actividades.

Con respecto a la protección de oídos, cualquier trabajador o empleados que estuviesen expuestos a ruidos mayores a 75 decibeles deberán ser provistos de una protección en los oídos (orejeras).

Dichas charlas realizadas, las memorias y registros de asistencia se archivara como documentos de respaldo.

9.2.3 Educación ambiental

Se planificara la realización de charlas a los trabajadores, para informar sobre la necesidad de mantener un ambiente natural, sano y libre de contaminantes.

Además será necesario el instruir de manera específica a los trabajadores sobre los procedimientos operativos específicos y generales establecidos en el PMA:

- Manejo de desechos sólidos y líquidos
- Procedimientos para situaciones de emergencia
- Salud y seguridad laboral
- Inducciones sobre normas para no contaminar el ambiente, prohibiendo la caza y pesca.
- Normas de higiene, seguridad y salud ocupacional.
- Normas de seguridad minera.

- Manejo de equipo de protección personal.
- Riesgos en el trabajo.
- Primeros Auxilio.
- Respuesta ante emergencias.

La temática será diseñada y ejecutada por profesionales con suficiente experiencia en el manejo de recursos naturales, desarrollo comunitario y/o comunicación social. La duración de estas charlas será de un mínimo de 60 minutos.

Se llevará un registro de las charlas, donde se detallará la fecha de la charla, el tema tratado, los nombres del personal y las observaciones si las hubiere. (Salgado, 2014)

X. ANÁLISIS DE COSTOS DE PRODUCCIÓN

La actividad minera está catalogada como una industria con inversiones de riesgo, por lo que es fundamental contar con una evaluación económica sensata y una proyección de costos reales por metro cubico de material lavado, donde sea considerado todo el proceso minero, es decir desde la etapa de preparación hasta la fase de extracción del mineral.

Debido al hallazgo y determinación de reservas probadas, probables y posibles el presente proyecto presenta una pre-factibilidad, el tenor de la ley justifican las inversiones de explotación que se están desarrollando en este lugar, por lo que el riesgo de encontrar terrazas estériles queda descartado y únicamente se debe tener en cuenta el riesgo industrial que tiene la actividad minera en esta etapa.

En base a los resultados obtenidos en exploración, las reservas suman un total de 582857m³ de grava aurífera a extraer y lavar, obteniendo un ingreso diario según la ley media de 280gr/día. Debido a la alta certeza geológica obtenida de las áreas de reservas probables la producción diaria puede incrementar gradualmente en los sectores del paleo-canal identificado.

10.1 DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS DE EXTRACCIÓN

La complejidad y el riesgo que envuelven la definición y puesta en marcha de los proyectos mineros exigen una rápida y constante evaluación de los resultados esperados de la operación. En este sentido en el método del COSTE DETALLADO, los costos de operación deben deducirse a partir de los costos principales. Para ello, es necesario conocer índices tales como: consumo de combustibles, vida útil de los accesorios, empleados, y otros datos. En primer lugar, se fijan los criterios básicos de organización relativos a días de trabajo al año, relevos al día y horas de trabajo por relevo.

Seguidamente, para los niveles de producción previstos se establecen los coeficientes de disponibilidad y eficiencia, con los cuales se determinan la capacidad de los equipos necesarios y el número de estos. Por último para cada grupo de máquinas se elabora una tabla detallada indicando las distintas partidas que engloba el costo horario de funcionamiento: personal, materiales, consumos, desgastes mantenimiento, servicios, etc.

Conociendo el número de horas necesarias para una determinada producción y el costo horario de la máquina que interviene en dicho proceso, se obtiene, de manera inmediata, el costo de operación. Este procedimiento constituye el único método seguro para estimar los costos de operación de un proyecto.

10.1.1 Costos en la Fase Previa.

También llamados costos de capital o inversiones, son aquellos que se los efectúan antes de la fase de extracción y se caracterizan por permanecer constantes en su valor, cualquiera sea el volumen de producción, incluyendo una producción igual a cero. Los costos que se generan en la fase previa, son de dos tipos:

Costos de capital fijo.- Es la cantidad de dinero necesaria para adquirir bienes que participan en el proceso productivo de la empresa sin consumirse necesariamente en dicho proceso o al menos en un ciclo del mismo. Pertenece al capital fijo la parte del capital total desembolsado que se invierte en la construcción de edificios e instalaciones, en la compra de maquinaria, aparatos y herramientas con sus respectivos servicios auxiliares.

Es básicamente la suma del valor de todos los activos del complejo minero. Los activos fijos pueden ser tangibles o intangibles. Los primeros se integran con la maquinaria (que incluye el costo de su montaje), edificios, instalaciones auxiliares, etc.; y los segundos: las patentes, conocimientos técnicos, gastos de organización, puesta en marcha, etc.

Tabla 25 Inversión fija. Calculado para los 1.5 años estimados para el proyecto.

RUBRO (capital fijo)	Costo (\$)
Negociación de terrenos 10hectàreas	70000.0
Pago de patentes / Gastos burocráticos/ Asuntos legales/ legalización de la máquina	21000.0
Plan de Manejo Ambiental / Plan de cierre	45926.0
Vehículo / mantenimiento	20500.5
Pozos de exploración	2500.0
Bombas de agua, mangueras, Equipo de protección personal, herramienta menor, soldadora	10500
Compra de tres excavadoras	637280
Combustible (diésel, gasolina),grasas, filtros	160478.5
Sueldos	42980.0
Ayuda a la comunidad	2000.0
Alimentación	16740.0
transporte de víveres, herramientas, repuestos	10800.0
TOTAL:	647780,0

Fuente: Elaborado en Base Al Plan de Desarrollo del Área Confluencia

El Capital circulante.- Es el dinero necesario para comenzar la operación y asumir las obligaciones subsiguientes durante la puesta en marcha del proyecto, el mismo que se establece al comienzo del proyecto y se recupera al final de la vida útil del proyecto y comprende el dinero en caja, cuentas por pagar, e inventarios.

Se calcula el Capital circulante como un porcentaje de la inversión de capital fijo que oscila entre el 10% y 20%. Para el presente proyecto, el capital circulante se lo calculó con un valor del 20% del capital fijo, es decir \$ **708076.6**

10.1.2 Costos en la Fase de Operación

Los costos de operación se definen como aquellos generados de forma continua durante el funcionamiento de la operación minera, pudiéndose subdividir en dos categorías:

a) Costos de maquinaria y equipos

1 HYUNDAI 330: 245.280,00 USD.

2 HYUNDAI 260: 392.000,00 USD

Inversión en excavadoras: 637.280,00 USD.

b) Costos de personal

- Construcción de dos Plantas de procesamiento Z, adquisición de materiales en el mercado local y construcción en el taller propio:

Inversión en construcción de 2 plantas de procesamiento Z: 28.000,00 USD.

- Adquisición de motobomba de cebar y accesorios varios, en el mercado local:

Inversión en adquisición de accesorios varios: 5.000,00 USD.

Total inversión realizada: 656.280,00 USD.

Detalle de costos de producción mensuales:

- Arriendo terrenos: 7.500,00 USD
- Costo de operación excavadoras y motores: combustibles, lubricantes, repuestos, mantenimiento externo: 20.000,00 USD.
- Costo de mano de obra directa: 1 Ingeniero de Minas: 3.900 USD, 9 Operadores de excavadoras: 11.700 USD, 15 Obreros de mina: 8.250 USD.
Total promedio mensual en mano de obra directa: 23.850 USD.
- Prorratio de costo de Administración, logística y servicios de apoyo: 15.000 USD

Total costo de producción mensual: 66.350,00 USD.

Producción esperada mensual:

- Volumen mensual lavado: 24.000 m³.
- Tenor de proyecto: 0.22 g/m³.
- Factor de recuperación: 80 %.
- Producción mensual de proyecto: 4.224 gramos oro libre.
- Factor por pérdidas en fundición y fineza: 10 %.
- Producción mensual de proyecto en oro: 3.717 gr.
- Precio de venta de proyecto: 1.200 USD/onza
- Ingresos mensuales de proyecto: **143.421,00 USD.**

10.1.3 Costo Horario Total de Operación

Para cada maquinaria se elabora una tabla que englobe el costo horario tanto de propiedad, de funcionamiento y también costos generales. La suma de los costos directos y costos generales será el costo total de operación.

Tabla 26. Costo horario de la maquinaria

Maquinaria	Costo Horario (\$ /H)	Horas de Trabajo Mes (H)	Costo al Mes (\$/Mes)
Excavadora HYUNDAI 260	37.15	540.00	20 062.40
Planta de lavado Zeta	16.69	540.00	9 010.35
TOTAL			29 072.75

Elaborado por: Sarabia, J. (2015).

10.1.4 Costos de operación por explotación

Una vez definidos los rendimientos de cada equipo (m³/h), así como, establecidos los costos horarios de operación de equipos, materiales y mano de obra, se calcula el costo total por metro cúbico.

Tabla 27. Costos por metro cúbico lavado

	Excavadora Pc260 9s	Planta de lavado	Personal	Combustible	Trasporte
Rendimiento m³/h	79	80	144207	144207	144207
Costos Horario	45,3	9,96	43993	34246	1146
m³	2,28	0,12	0,3	0,23	0,007

Fuente: Elaborado en base a la información de los capítulos anteriores

$$\text{Costo explotación} = 2,28+0,12+0,3+0,23+0,05+0,007= 3 \$/\text{m}^3$$

XI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

11.1 CONCLUSIONES

- El diseño de Explotación de los depósitos auríferos profundos del Río Jatun Yacu, se basa en la aplicación de parámetros técnicos mineros ambientales avalando el desarrollo del proyecto. El tiempo estimado de explotación es de 1,56 años, considerando que la potencia de grava a lavar oscila en los 9m, promedio de sobrecarga de 2m de potencia, se estable piscinas de explotación de 30 x 40m longitudinales al margen del río, con ángulos de talud entre los 70° a 85°
- Por la génesis del yacimiento y sus características geométricas y técnico mineras, el método de explotación establecido para este tipo de depósito es el “Método de explotación No Selectivo a cielo abierto, en frente continuo de corte y relleno del espacio explotado en franjas longitudinales al curso del río.”
- En el depósito se establece por el método de los triángulos y la ley media las reserva probada de 149.000,00 m³ de grava aurífera, con un tenor de 0.22 g/m³, un contenido de oro de 32.820 gramos, el diseño de explotación comprende las reservas probables y posibles lo que le hace técnica y económicamente aprovechable.
- La explotación del oro presente en el depósito conlleva a tener una producción de 37800 m³ de grava aurífera por mes, con ley media mayor a 0.20 gr Au/m³ y un factor de recuperación del 80 % es decir que un 10% se acepta como pérdidas durante el proceso de explotación y fundición del oro aceptables para la utilización del diseño de explotación que consiste en la utilización de 3 excavadoras, con la planta de lavado tipo Z con la capacidad práctica de lavado de 90 m³ /h que permite la recuperación gravimétrica del oro, con un trabajo de 2 turnos de 9 horas y un total de 12 horas efectivas es decir un rendimiento extractivo de 12000m³/día, obteniendo un promedio de 278,46 gr/día siendo económicamente rentable.
- La mayoría de impactos ambientales muy significativos se dan en la etapa constructiva y de operación. Están relacionados principalmente con el desbroce de la vegetación, el

destape, la extracción, lavado de la grava aurífera, la concentración gravimétrica mitigadas con un buen manejo de las escombreras, relacionadas directamente con la explotación minera. Con la implementación de piscinas de sedimentación, decantación y clarificación desde la fase inicial del proyecto garantizará el buen manejo y retorno de del agua al río, la construcción del muro de contención garantiza seguridad a la operación y a los propietarios de los terrenos en la conservación de los terrenos en épocas de ascensión del río.

11.2 RECOMENDACIONES.

- Continuar de forma paralela a la extracción de este depósito la exploración de las áreas poco investigadas, para obtener la mayor información posible y aumentar el volumen de las reservas probadas. Así mismo será necesario extender la prospección y la exploración hacia las zonas externas al área de reservas actual con el fin de conocer las dimensiones y el verdadero potencial del depósito y así aumentar la vida útil de la mina.
- El plan de remediación-explotación debe ser flexible y cualquier cambio que se presente en la planificación de los trabajos mineros ambientales debe ser evaluado conjuntamente en cuanto a la recomposición del suelo o una remediación que implicaría mayores gastos y por ende mayor costos en las labores mineras, en tiempo representaría mayores costos de explotación.
- Para nuevos frentes de trabajo se debe analizar el diseño de extracción y explotación de grava aurífera planteado ya que este es una opción es viable para depósitos profundos por lo que puede variar de acuerdo a las condiciones minero-geológicas de un yacimiento

XII. RESUMEN

RESUMEN

La presente investigación propone: definir un diseño de explotación adecuado para terrazas profundas en los depósitos auríferos aluviales del río Jatun Yacu, área Confluencia, concesionada por la Compañía Minera TerracEarth Resources. S.A., ubicado en la provincia de Napo, cantón Tena, Parroquia Puerto Napo; aplicando el método de explotación a cielo abierto, sistema de corte y relleno con avance continuo en conformación de piscinas de 30 x 40m en franjas longitudinales al curso del río, con extracción en seco mediante tres excavadoras, dos bombas de agua (succión y desagüe) y una planta lavadora de grava tipo zeta, el diseño se adapta a las condiciones: geológicas e hidrológicas, geotécnicas, económicas, y medioambientales del depósito, además se basa o se justifica de acuerdo a estudios iniciales realizados de exploración, evaluación y cálculo de reservas con un volumen total 666.367 m³ de grava aurífera a lavar, con una ley media de 0,22gr/m³ y una ley crítica de 0,10 gr/m³, considerando la factibilidad técnica, económica, ambiental y social actual del país, garantizando la estabilidad del proyecto con una óptima recuperación, mayor rendimiento, seguridad y mitigación ambiental en los procesos. Al análisis económico aplicado para el área de estudio reporta factible su explotación, el costo por metro cúbico lavado oscila entre los tres dólares. En base a los resultados de la explotación del depósito se obtendrá un modelo de diseño y una evaluación técnico-económica real para el resto de terrazas auríferas evaluadas simultáneamente a lo largo de del río Jatun Yacu que conforma el área minera Confluencia.

Palabras claves: Diseño de Explotación - Método de Explotación a Cielo Abierto - Sistema de Corte y Relleno - Exploración Minera - Estabilidad del proyecto.

Por: Jimena Sarabia



ABSTRACT

This research proposes: to define an exploitative design suitable for deep terraces in the alluvial gold deposits of Jatun Yacu river. The Confluence area is granted by Terracarth Resources, S.A., Mining Company, it is located in Napo province, Tena canton, Puerto Napo parish. The method of open pit mining is applied, cutting and filling system with continuous progress in forming pools of 30 x 40m in longitudinal strips to the river with dry extraction with three bulldozers, two water pumps (suction and drain) and zeta gravel washing plant type, the desing is adapted to the conditions: geological and hydrological, geotechnical, economic and environmental reservoir, also it is based or justified according to initial studies of exploration, evaluation and calculation of reserves with a total volume 666,367 m³ of gold gravel to wash, it has an average grade of 0.22gr/ m³ and a cristal law 0.10 gr/ m³, considering the current technical, economic, environmental and social feasibility of the country, guaranteeing the stability of the proyect with optimal recovery, increased performance, safety and environmental mitigation processes. Economic analysis applied to the study area reported feasible exploitation. The cost per cubic meter washes ranges from three dollars. Base don the results of the exploitation of the deposit a desing model and a real technical and economic evaluation for the rest of a gold terraces evaluated simultaneously along the Jatun Yacu river Confluence forms the mining area will be obtained.

Keywords: Exploitative Design – Method of open pit mining – Cutting and Filling System – Mineral Exploration – Stability of the proyect.



XIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

13.1 BIBLIOGRAFÍA

- Bustillo Revuelta, M. & López Jimeno, C. (1997). *Manual de evaluación y diseño de explotaciones mineras*. Madrid - España: Gráficas Arias Montano.
- Acevedo, J. S. (1988). *Métodos de explotación minera vetas y aluvión*. Colombia.
- Fashpar, L. N. (1998). *Fundamentos tecnológicos de la explotación de placeres*. Quito: Dr. (Ph-D) Humberto Sosa G.
- Hugo, S. V. (1998). *Diseño de explotación de los depósitos auríferos aluviales del río Catamayo*. (Tesis de grado. Ingeniero en Minas). Universidad Central del Ecuador. Quito.
- Gonzales de Vallejo, L., Ferrer, M., Ortuño, L. & Oteo, L. (2002). *Ingeniería geológica*. Madrid: Isabell Capella.
- Mejía, R. A. (1998). *Manual de exploración y evaluación de aluviones*. Medellín.
- Pizarro, L. A. (2007). *El agua en la mina*. Consultado el 22 de agosto del 2015. Obtenido de <http://es.scribd.com/doc/281386767/Agua-Subterranea#scribd>
- Ponce, L. A. (2010). *Diseño de extracción de la grava aurífera de la concesión minera la Vicentina*. (Tesis de grado. Ingeniero en Minas). Universidad Central del Ecuador. Quito.
- Salgado, I. P. (2014). *Informe de exploración área confluencia*. informativo, Quito.
- Wikimedia. (2015). *Río Napo*. Consultado el 04 de mayo del 2015. Obtenido de Río Napo: https://es.wikipedia.org/wiki/R%C3%ADo_Napo
- Zambrano, A. C. (2002). *Formación de yacimientos detríticos*. informativo, Quito.
- Zuñiga, A. C. (2012). *Diseño de explotación de los depósitos auríferos Catamayo*. Quito.
- VELRUB, Consultora Minera Ambiental-Terraearth Resources S.A. (2014). *Estudio de Impacto Ambiental de las Concesiones Mineras: Talag código 400409 – Confluencia código 400408 – Anzu Norte código 400443 – El Ichu código 400402*. Quito.

XIV. ANEXOS

ANEXO 1. GLOSARIO DE TÉRMINOS

A

Accesos.- Labores mineras subterráneas que comunican el cuerpo mineralizado con la superficie, para facilitar su explotación.

Accidente de trabajo.- Todo suceso repentino que sobrevenga por causa o con ocasión del trabajo, y que produzca en el trabajador una lesión orgánica, una perturbación funcional, una invalidez o la muerte.

Actividad.- Proceso o grupo de operaciones que constituyen una unidad cuyo resultado es un conjunto de bienes o servicios. Los bienes y servicios producidos pueden ser característicos de esa u otra actividad.

Acuífero.- Formaciones rocosas que contienen agua en cantidades recuperables.

Afloramiento.- Lugar donde asoma a la superficie del terreno un mineral o una masa rocosa que se encuentra en el subsuelo.

Agua de drenaje de mina.- Aguas que se bombean de los frentes de trabajo de minería, bien sea a cielo abierto o subterráneo

Alteración.- Cambio en la composición química o mineralógica de una roca, producido generalmente por meteorización o por acción de soluciones hidrotermales

Aluvión: Se refiere a los depósitos compuestos de materiales sueltos o cementados como piedras, guijarros, arena, arcilla, tierra vegetal, etc., que ocupan el lecho antiguo o actual de las corrientes de agua, de los valles o de sus flancos. Cuando por procesos de erosión y concentración mecánica se ha acumulado un mineral valioso, se llama placer.

Ambiente.- Entorno en el que opera una organización, que incluye aire, suelo, agua, recursos naturales, seres humanos y su interrelación.

Anomalía.- Es la desviación de los valores teóricos respecto a los reales, medidos en un punto concreto.

Área.- Una figura cerrada (polígono). Un área homogénea limitada por uno o más arcos. Ejemplos de áreas son: departamentos, lagos, áreas de uso de la tierra, entre otros.

Arranque.- Se define como arranque de un mineral a la fragmentación del macizo rocoso hasta llevarlo a un tamaño que permita su manipulación para ser cargado y transportado.

Arranque continuo.- Se realiza por medio de la interacción mecánica de una herramienta, máquina o pieza sobre la roca para superar su resistencia y cohesión, y que permite una extracción y un transporte en forma continua.

Amortización.- Reconocimiento contable de la pérdida gradual de valor de un activo fijo a lo largo de su vida física o económica. Los activos amortizables permiten dar como gasto del ejercicio un porcentaje de su valor.

Análisis de laboratorio.- Es el diagnóstico realizado por especialistas, con técnicas, instrumental y equipo de laboratorio, que se practica a muestras de un producto determinado (rocas, minerales y otros), para establecer su composición y propiedades.

Aurífero: Material que contiene oro.

B

Banco aluvial.- Acumulación inestable de material de gravas, cantos o arenas en el lecho menor de un río y transportado por éste como carga de fondo. Se forman dentro del cauce o en posición lateral y son generalmente de forma alargada.

Batea.- Recipiente de madera o metálico en forma cónica que se usa para lavar cascajo y arena, o muestras de roca molida, a fin de separar el oro (o materiales de densidades extremas) y otros metales preciosos.

Bedrock.- Lecho de roca, sobre la cual descansan las terrazas de grava. Bórax: Es un cristal blanco y suave que se disuelve fácilmente en agua; con densidad de 1.73 g/cm³.

Berma.- Cara superior de un escalón (banco) de una explotación a cielo abierto construido para ser utilizado como vía de acceso, como barrera para detener rocas o material suelto desprendido o para mejorar la estabilidad del talud.

Buzamiento.- Ángulo de inclinación que forma un filón, estructura o capa rocosa con un plano horizontal, medido perpendicularmente a la dirección o rumbo del filón.

C

Canalón.- Conducto o cuenca para transportar pulpa, agua o mineral en polvo bien molido

Canto rodado.- Es un fragmento de roca suelto, susceptible de ser transportado por medios naturales, como las corrientes de agua, corrimientos de tierra.

Clasto.- Trozo de roca sedimentaria formada por la rotura de una masa mayor.

Cauce.- Canal por donde normalmente discurren las aguas de un río. El cauce es continuamente modificado por el caudal, la velocidad, la pendiente, la carga de sedimentos y el nivel de base local del río.

Cierre.- Terminación de actividades mineras o desmantelamiento del proyecto originado en renuncia total, caducidad o extinción de los derechos del titular minero

Coluvión.- Acumulación suelta e incoherente de fragmentos en los pies de las pendientes. El transporte de los fragmentos es gobernado por la gravedad.

Columna estratigráfica.- Carta que muestra en una columna vertical la secuencia y los espesores de los estratos de un área dada con su contenido litológico, fosilífero y otra información de relevancia.

Concentración.- Proceso por el cual el mineral se separa en concentrados de metal y material de desecho a través de procesos extractivos metalúrgicos.

Concentrado.- Producto originado en la planta procesadora de los metales y se expresa en un tanto por ciento de los elementos útiles luego del proceso.

Clarificación: Proceso de clarificar el agua sucia con la remoción de los materiales suspendidos.

Concesión.- Acción de otorgar una administración a particulares o empresas el derecho para explotar alguno de sus bienes o servicios durante un tiempo determinado.

D

Depósito: Fracción de la corteza terrestre, donde por procesos geológicos se acumula sustancias minerales que pueden ser explotados con beneficio económico.

Desbroce: Proceso de remoción de los materiales rocosos y vegetales sobre yacientes al depósito mineral para exponer el mineral.

Destape: Cortar deshacer y allanar un terreno.

Desviación estándar: Es un promedio de las desviaciones individuales de cada observación con respecto a la media de una distribución. Así, la desviación estándar mide el grado de dispersión o variabilidad.

Dique.-Cuerpo tabular de roca ígnea intrusiva, relativamente largo y delgado, que rellena una fisura o una fractura profunda en rocas más antiguas, y las corta discordantemente (que corta a la estratificación de las capas).

Draga de succión.- Embarcación a motor, tipo planchón, que se puede desplazar a diferentes sitios de extracción en el cauce, la playa o la llanura de inundación de un río.

E

Estudio de prefactibilidad.- Es una evaluación preliminar sobre la idea de un proyecto.

Estudio de Impacto Ambiental (E.I.A.).- Documento técnico que debe presentar el titular del proyecto del cual se efectuará la declaración de impacto ambiental, que es recopilado antes de iniciar un proyecto; este estudio examina los efectos que tendrán las actividades del proyecto sobre las áreas circundantes naturales de un terreno.

Estéril.- Se dice de la roca o del material de vena que prácticamente no contiene minerales de valor recuperables, que acompañan a los minerales de valor y que es necesario remover durante la operación minera para extraer el mineral útil.

Estrato.- Capa de roca caracterizada por sus propiedades litológicas particulares y los atributos que la distinguen de las capas adyacentes.

Explotación: Búsqueda de depósitos minerales mediante labores realizadas para proporcionar o establecer presencia, cantidad y calidad de un depósito mineral en un área específica. La exploración regional es la etapa primaria de un proyecto de exploración encaminada a la delimitación inicial de un depósito mineral identificado en la etapa de prospección, con evaluación preliminar de la cantidad y la calidad.

Exploración: Es el conjunto de actividades geológicas secuenciales de muy alto riesgo que permiten encontrar un yacimiento mineral con características de volumen y geometría adecuados para una posible extracción u operación minera, en caso que todo el proceso sea exitoso

F

Falso Bedrock.- Formación dura o relativamente compacta dentro de un depósito de placeres, a alguna distancia por encima del verdadero lecho de roca, sobre el cual se encuentran concentraciones auríferas.

Formación.- Es la unidad fundamental en la clasificación litoestratigráfica. Una formación es un cuerpo de roca identificado por sus características litológicas y posición estratigráfica, es comúnmente, pero no necesariamente, tabular, y es cartografiable sobre la superficie de la Tierra o identificable en profundidad.

G

Grava.- Materiales sueltos de tamaños variables formados por partículas cuyo diámetro es superior a los dos milímetros.

Génesis.- En geología, origen o modo de formación de las rocas, ambientes de generación de las rocas

Geología.- Ciencia que estudia el origen, formación y evolución de la Tierra, los materiales que la componen y su estructura.

H

Hábitat.- Medio ambiente en el cual viven los organismos, animales y plantas

Humedad.- (medio ambiente) Vapor de agua contenido en la atmósfera. También se usa para describir el total de agua en estado líquido, sólido o como vapor contenido en un volumen específico de aire.

Humus.- Material de suelo de tono oscuro, orgánico, altamente descompuesto, constituido por residuos de plantas (turba) y animales (insectos en su mayoría), sustancias animales (excrementos), y sustancias celulares sintetizadas generadas por los organismos y elementos inorgánicos presentes en el suelo.

I

Impacto ambiental.- Alteración o cambio neto parcial, positivo o negativo (adverso o benéfico), en el medio ambiente o en alguno de sus componentes, resultante de actividades, productos o servicios de una organización.

Inversión.- Bienes comprados por las personas o las empresas para aumentar su stock de capital.

J

Jig.- Tipo de concentrador gravitacional mecánico utilizado para separar menas (o carbón) de material estéril, para ello utiliza la diferencia de gravedades específicas de cada uno de los materiales mezclados.

L

Lavado.- Proceso en el cual se busca eliminar los lodos presentes en algunos minerales

Laboratorio.- Es el lugar donde se analizan todas las muestras tomadas durante el proceso minero para definir, mediante procesos físicos y químicos, los contenidos de oro y plata de dichas muestras y así determinar el balance del mineral que entra y sale de cada proceso y subproceso.

Ley: Contenido de metal valioso en una mena, expresado generalmente en porcentaje o en gramos de metal por tonelada de mena.

Ley ponderada: Es la concentración mínima que debe tener un elemento en un yacimiento para ser económicamente explotable, es decir, la concentración que hace posible pagar los costos de su extracción, su tratamiento y su comercialización.

Lingote: Masa de metal fundida moldeada, por ejemplo, una barra de oro o plata utilizada para análisis, fabricación de monedas (acuñado) o comercialización.

M

Malla.- Se refiere al tamaño de abertura de un tamiz, expresado en pulgadas, micrones o mm.

Malla de muestreo.- Es la distribución homogénea, areal o espacial, de puntos para la toma de muestras de roca, suelos o materiales terrestres.

Métodos de explotación Los métodos de explotación se definen como una forma geométrica usada para explotar un yacimiento determinado. Es el modo de dividir el cuerpo mineralizado en sectores aptos para el laboreo. Los métodos de explotación adoptados dependen de varios factores, principalmente, calidad, cantidad, tamaño, forma y profundidad del depósito; accesibilidad y capital disponible.

Mina.- Excavación que tiene como propósito la explotación económica de un yacimiento mineral, la cual puede ser a cielo abierto, en superficie o subterránea.

Minería a cielo abierto.- Actividades y operaciones mineras desarrolladas en superficie.

Minería aluvial.- Actividades y operaciones mineras adelantadas en riberas o cauces de los ríos; también se emplean métodos de minería aluvial para la extracción de minerales y materiales en terrazas aluviales.

N

Nivel freático.- Superficie en la zona de saturación de un acuífero libre sometido a la presión atmosférica.

O

Onza troy.- es la unidad de medida más comúnmente utilizada para pesar los metales preciosos

Oro fino.- Partículas de oro que son lo suficientemente pequeñas para pasar a través de una malla (tamiz) 40. Este tipo de oro es por lo general encontrado en depósitos de inundación a lo largo de barras de grava y la parte externa de las curvas en una corriente de agua

Oxidación.- Cambio en el estado de oxidación de un elemento representado por la pérdida de electrones. Dícese también del proceso durante el cual son eliminadas sustancias químicas oxidables como carbono y azufre presentes en el mineral por la acción del oxígeno u otro agente oxidante.

P

Permeabilidad.- Capacidad de un material para transmitir fluidos.

Peso específico.- Relación existente entre el peso de un volumen determinado de una sustancia y el de igual volumen de agua destilada a la temperatura de 4°C.

Plan de Manejo Ambiental PMA.- De conformidad con el Artículo No.1 del Decreto No.1753/94 el Plan de Manejo Ambiental es un instrumento de gestión eminentemente práctico, en el que de manera detallada se establecen las acciones que se requieren para prevenir, mitigar, controlar, compensar y corregir los posibles efectos o impactos ambientales negativos causados en desarrollo de un proyecto, una obra o una actividad; incluye también los planes de seguimiento, evaluación y monitoreo, y los de contingencia.

Producción.- Actividad mediante la cual ciertos bienes son transformados en otros que reportan una mayor utilidad.

Pórfido.- Roca constituida principalmente por cristales de feldespato y cuarzo incluidos en una masa de color rojo oscuro; es muy apreciada en la decoración de edificios.

Q

Quilate.- El término quilate se utiliza para describir la ley o la pureza de los metales preciosos y como una unidad de masa para pesar gemas y perlas.

R

Recursos.- Concentración natural de material sólido, líquido o gaseoso dentro o sobre la corteza terrestre, cuya explotación económica es actual o potencial.

Recurso mineral.- Un recurso mineral es una concentración o una ocurrencia de material natural, sólido o líquido, inorgánico u orgánico fosilizado en o sobre la corteza terrestre en forma y calidad tal, y en tal grado y calidad, que tiene posibilidades razonables para una extracción económica de un producto por medios mecánicos o mineralúrgicos.

Reservas.- Es una porción de los recursos identificados que pueden ser económicamente explotados al momento de su determinación.

Reserva explotable.- Es aquella parte de las reservas básicas medidas, que son extraíbles económicamente, en el momento de la clasificación y la evaluación, con la consideración de todas las limitaciones técnicas, legales y ambientales. Son recursos para los cuales se ha establecido el más alto grado de certeza geológica y mediante un estudio de factibilidad, el más alto grado de aprovechamiento.

Reserva probable.- Es la parte de un recurso medido o indicado que ha sido objeto de estudios técnicos y económicos suficientes a fin de mostrar que, en el momento del informe, estaba justificado explotarla en condiciones técnicas y económicas apropiadas.
Reserva probada Es la parte de un recurso medido que ha sido objeto de estudios técnicos y económicos detallados a fin de mostrar que, en el momento del informe, estaba justificado explotarla en condiciones técnicas y económicas precisas.

Registro de pozo.- Representación gráfica de las propiedades físicas y químicas de las rocas encontradas en una perforación exploratoria

S

Salud ocupacional.- Departamento médico, que busca el bienestar físico, mental y social del trabajador interrelacionado con su vida extra laboral.

Seguridad industrial.- Conjunto de actividades dedicadas a identificación, evaluación y control de los factores de riesgo que pueden ocasionar accidentes de trabajo.

Sedimentación.- Es la separación de partículas sólidas en suspensión de un líquido; se realiza por asentamiento gravitacional.

Sistemas de explotación minera.- Son aquellos métodos y procesos de explotación minera que se estructuran como un sistema y que permiten adelantar la extracción de un mineral.

T

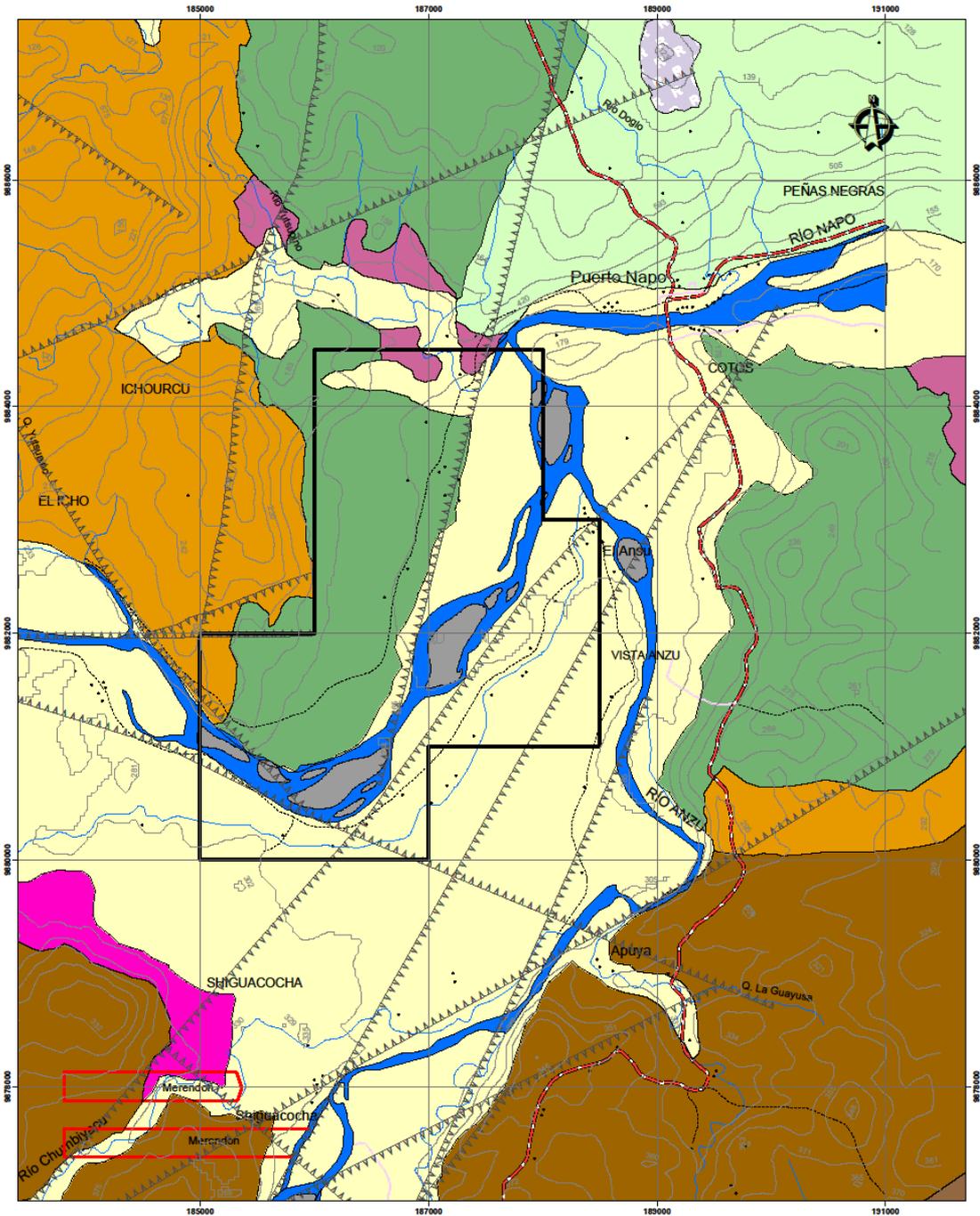
Talud.- Resalte o inclinación de la topografía, natural o artificial, cuya pendiente es generalmente más suave que la de los acantilados (desde plano inclinado hasta subvertical), su altura es menor a los 8 m

Tenor.- La cantidad relativa o el porcentaje de contenido del mineral en su yacimiento.

Topografía.- es la ciencia que estudia el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de la superficie terrestre, con sus formas y detalles; tanto naturales como artificiales.

Trinchera.- Zanja exploratoria que se ejecuta cuando el mineral aflora. Es una excavación en superficie con determinada dirección y anchura para localizar una veta y a la vez se utiliza para ejecutar el respectivo muestreo.

ANEXO 2. MAPA GEOLÓGICO DEL ÁREA CONFLUENCIA



LEYENDA

- ▲▲▲▲▲ Falla geológica
- Curvas principales
- Curvas secundarias
- Curvas Auxiliares
- Rios
- Vias principales
- Vias secundarias
- Caminos de herradura
- Terrenos Terraning
- Islas
- Rios dobles



GEOLOGÍA DEL ORIENTE ECUATORIANO – SECTOR TENA				
FORMACIÓN	TIEMPO (años)	EDAD	POTENCIA (m)	LITOLOGÍA
TERRAZAS ALUVIALES			2-40	arena, arena y fango
COLUVIOS	500.000		3-20	arena y fango
DEPOSITOS SUPERFICIALES		Holoceno	20-100	arena y fango
VOLCANOLÁSTICOS	17000.000		40-80	lavas y cenizas
LAVARES	15000.000		5-10	fango de sus lavas
F. MERA	2'000.000	Pleistoceno	800	conglomerado grueso
F. CHAMBERA	6'000.000	Plioceno-Mioceno	1.250	arenisca gruesa
F. BARRIBO	10'000.000	Mioceno-Superior	1.000	arenisca fina gruesa
F. CHALCANA	30'000.000	Oligoceno-Sup-Mioceno Medio	700	arenisca gruesa
F. TITUYACU	50'000.000	Eoceno-Plioceno Sup.	3.000	arenisca gruesa
F. TENA	70'000.000	Cretaceo Sup.	800	arenisca gruesa
F. NAPO	100'000.000	Cretaceo Medio	400	arenisca gruesa
F. INDETERMINADA	193'000.000	Jurásico	Indeterminado	arenisca gruesa

MERENDON DE ECUADOR SA.
 PROVINCIA DEL NAPO - ECUADOR

PROYECTO ALUVIAL TENA
 Parroquia Carlos Julio Arsenena Tola

elaborado por: Ing. Pablo Salgado N. revisado por: Dep. de Geología

CONTENIDO: escala: 1:25.000 lámina: 3°

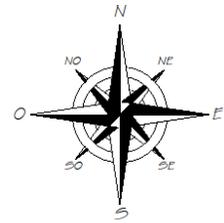
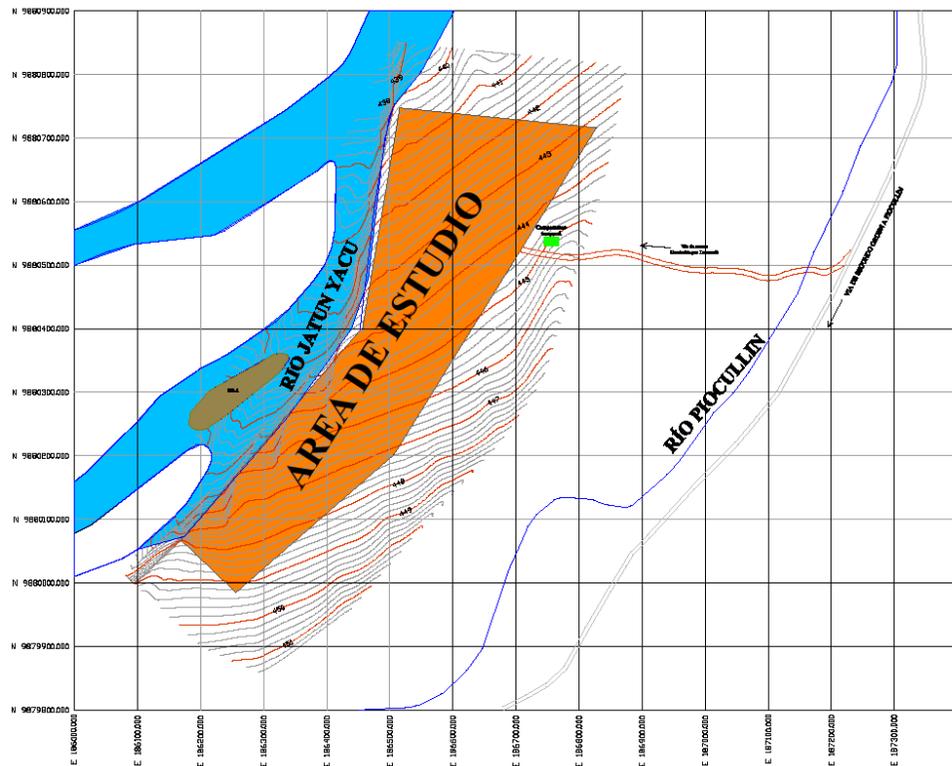
- MAPA GEOLOGICO fecha: 3

- AREA "CONFLUENCIA" fecha: Enero 2013

archivo: C:\teraningh\Map_MAPA GEOLOGICO.mxd

ANEXO 3. MAPA DE UBICACIÓN E HIDROLÓGICO DEL ÁREA DE ESTUDIO

ANEXO 4. PLANO TOPOGRÁFICO DEL ÁREA DE ESTUDIO

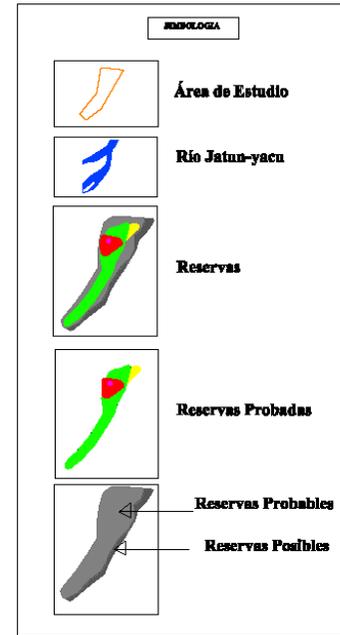
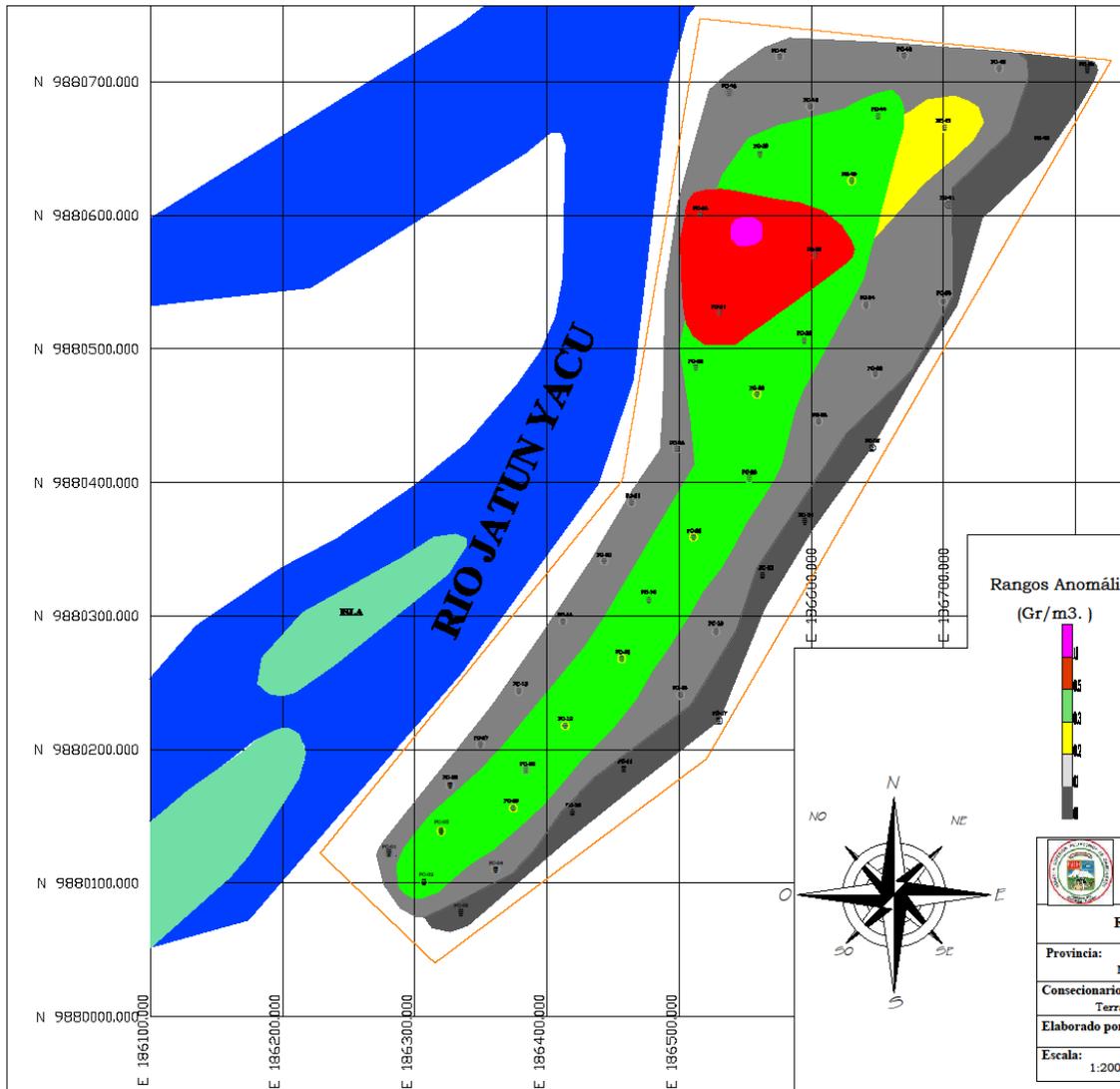


EMBOLOGIA

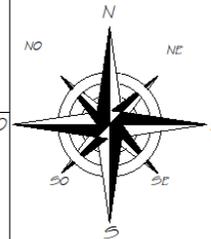
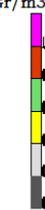
-  Curvas de nivel
-  Cargamento temporal
-  Via huetada sobre arden
-  Via construida por Terraearth
-  Area de Estudio
-  Rio Jatunyacu

		
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO EXTENSIÓN MORONA SANTIAGO		
PLANO TOPOGRÁFICO		
Provincia: Napó	Cantón: Tena	Parroquia: Puerto Napó
Concesionario: Terraearth Resources S. A.	Revizado por: Ing. Henry Remache	
Elaborado por: Jimena Sarabia	Formato: A2	
Escala: 1:4000	Fecha: 10-Julio-2015	Archivo: Base Topográfica.DWG

ANEXO 5 PLANO DE RESERVAS: PROBADAS, PROBABLES Y POSIBLES

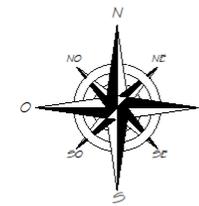
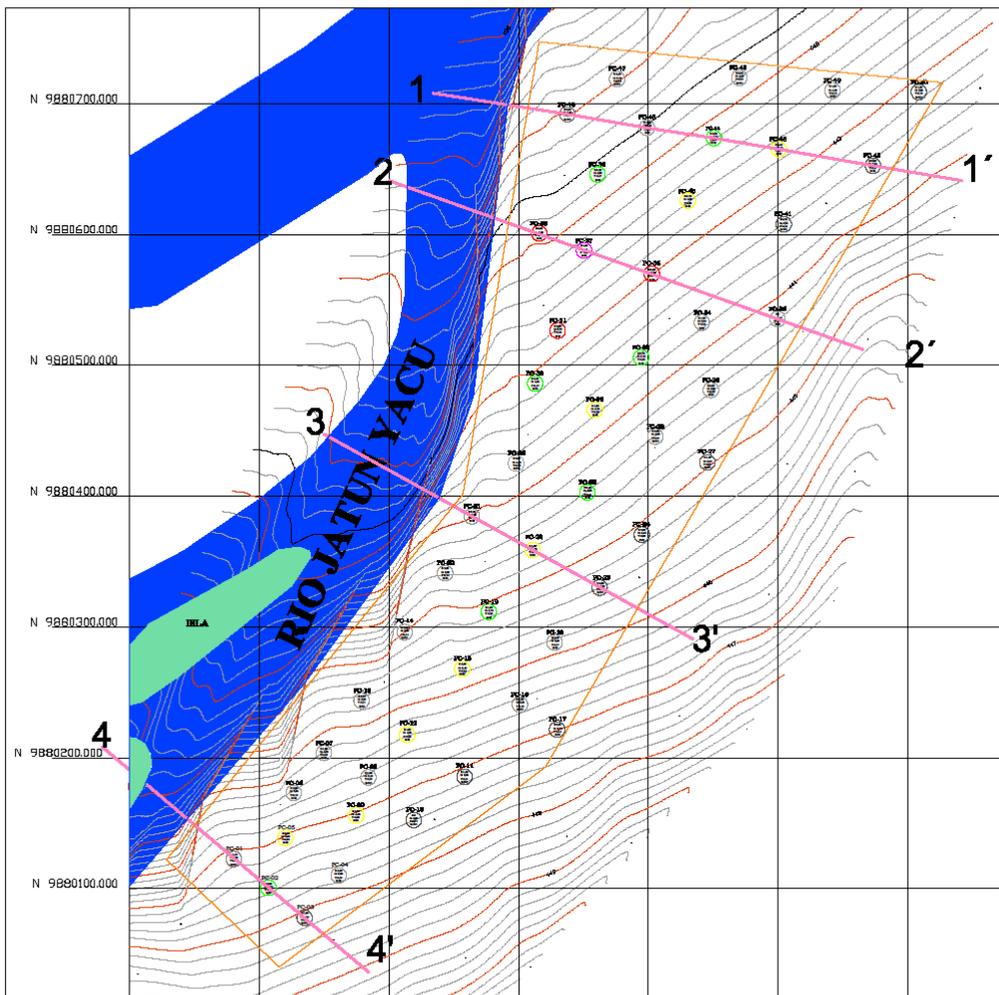


Rangos Anomálicos
(Gr/m3.)



 ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO EXTENSIÓN MORONA SANTIAGO		
RESERVAS PROBADAS, PROBABLES Y POSIBLES		
Provincia: Napó	Cantón: Tena	Parroquia: Puerto Napó
Concesionario: Terrasarth Resources S.A		Revizado por: Ing. Henry Remache
Elaborado por: Jimena Sarabia		Formato: A2
Escala: 1:2000	Fecha: 10-Julio-2015	Archivo: Base Topográfica.DWG

ANEXO 6 PLANO DE POZOS EXPLORATORIOS Y PERFILES GEOLÓGICOS



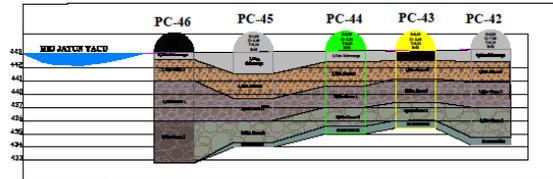
Rangos Anomálicos
(Gr/m3.)



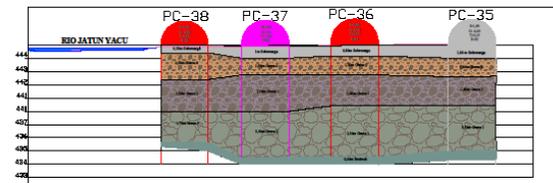
SIMBOLOGIA	
	Curvas de nivel
	Área de estudio
	Línea de corte Transversal
	Rio Jatun Yacu
	Puntos de Explosión

 ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO EXTENSIÓN MORONA SANTIAGO		
PLANO DE POZOS CON CORTES TRANSVERSALES		
Provincia: Napó	Cantón: Tena	Parroquia: Puerto Napó
Concesionario: Terraearth Resouces S.A.	Revizado por: Ing. Henry Remache	
Elaborado por: Jimena Sarabia	Formato: A2	
Escala: 1:2000	Fecha: 10-Julio-2015	Archivo: Base Topográfica.DWG

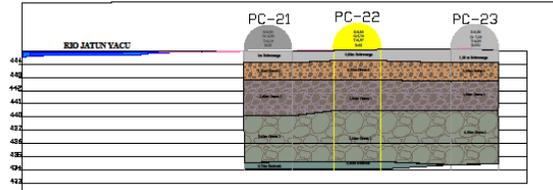
CORTE 1-1'



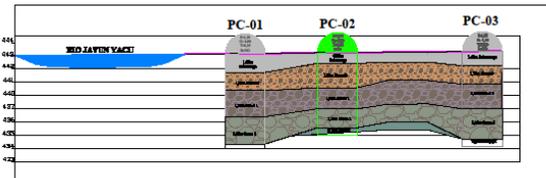
CORTE 2-2'



CORTE 3-3'



CORTE 4-4'



Rangos Anomálicos (Gr/m3.)

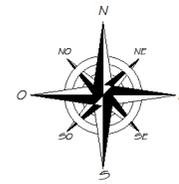
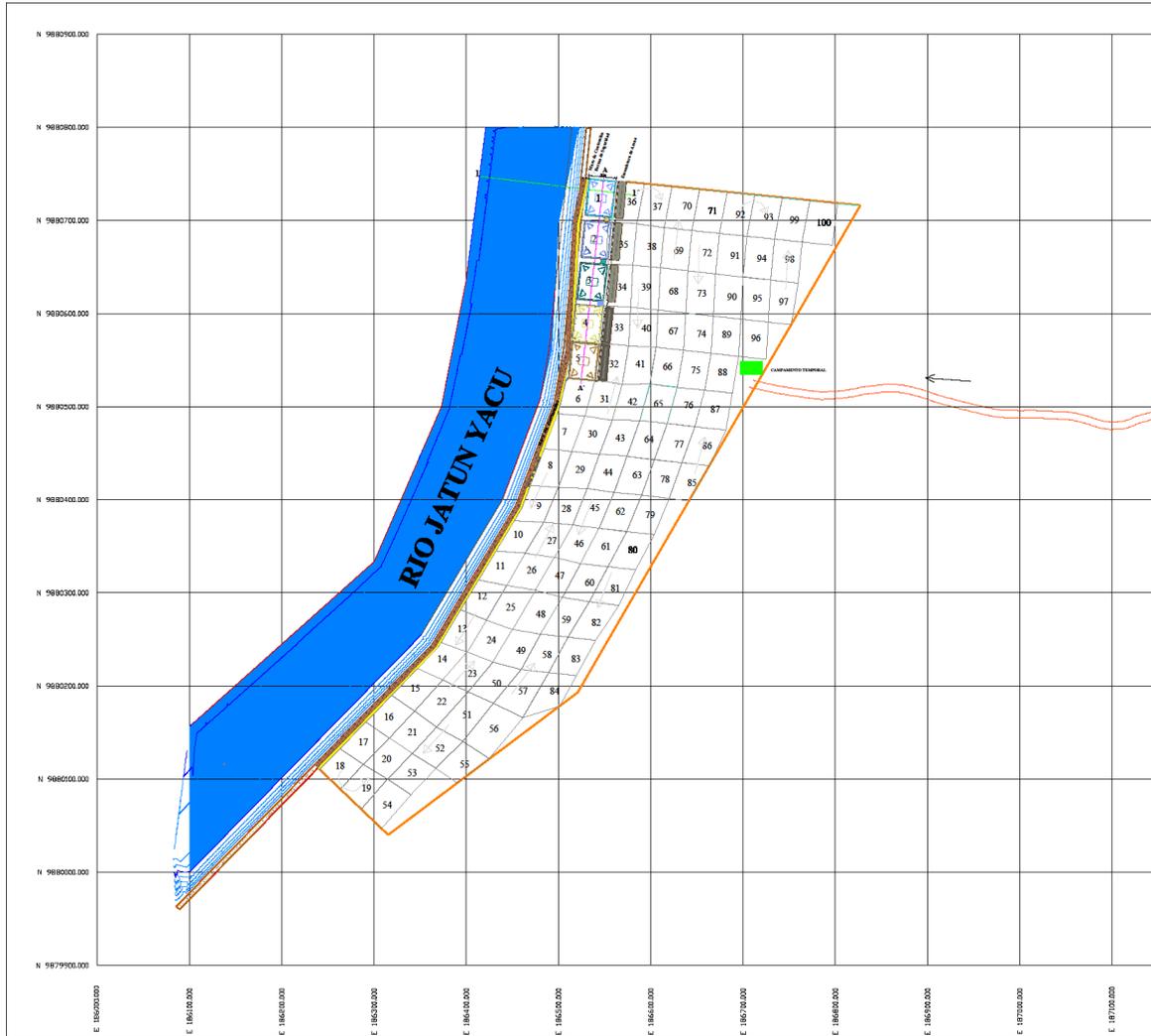


SIMBOLOGIA

- Sobrecarga** Arena de color gris oscuro con una potencia promedio de 2m
- Grava 0** Inicia bajo el límite de la sobrecarga se caracteriza tamaños de grava de 0.40m a 0.90m subredondeados y poca esfericidad, matriz altamente arenosa
- Grava 1** Presenta aparente color rojizo de oxidación y que corresponde a una deposición de clastos medianamente redondeados que varían de un tamaño de 0,60 a 120m
- Grava 2** Grava compacta de color gris claro de clastos subredondeados y boulders mayores a 4m, matriz arenosa, potencia promedio de 3m
- Bedrock** Corresponde a areniscas de grano fino de color limosa -azul grisáceo color verdosa por presencia de clorita y epidota como producto de alteración perteneciente la formación Napo

 ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO EXTENSIÓN MORONA SANTIAGO		
CORTES TRANSVERSALES DEL ÁREA EXPLORADA		
Provincia: Napó	Cantón: Tena	Parroquia: Puerto Napó
Concesionario: Terraearth Resources S. A.	Revizado por: Ing. Henry Remache	
Elaborado por: Jimena Sarabia	Formato: A2	
Escala: Esc. H. 1:4000 Esc. V. 1:2000	Fecha: 2-Diciembre-2015	Archivo: Base Topográfica.DWG

**ANEXO 7 PLANO DE DISEÑO DE EXPLOTACIÓN CON CORTES
LONGITUDINALES Y TRASVERSALES**

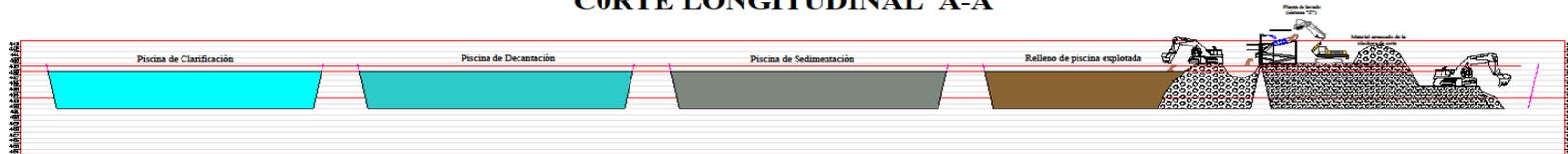


LEGENDA

-  Mallas proyectadas
-  Complemento temporal
-  Via Intrada tercer orden
-  Via Intrada Termination
-  Rio Jatun Yacu
-  Direccion del Alisado

 ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO EXTENSION MORONA SANTIAGO		
DISEÑO DE EXPLOTACIÓN		
Provincia: Napo	Cantón: Tena	Parroquia: Puerto Napo
Concesionario: Terranorth Recursos S. A.	Revisado por: Ing. Henry Romache	
Elaborado por: Jimena Sarabia	Formato: A1	
Escala: 1:2000	Fecha: 2-Diciembre-2015	Archivo: Base Topográfica.DWG

CORTE LONGITUDINAL A-A'



CORTE TRANSVERSAL 1-1'



 ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO EXTENSIÓN MORONA SANTIAGO			
CORTES TRANSVERSALES Y LONGITUDINALES			
Provincia:	Napo	Cantón:	Tena
			Parroquia: Puerto Napo
Consecionario:	Terraearth Resources S.A.		Revizado por: Ing. Henry Remache
Elaborado por:	Jimena Sarabia		Formato: A2
Escala:	Fecha:	Archivo:	
Esc. H: 1:4000	10-Noviembre-2015	Base Topográfica.DWG	
Esc. V: 1:4000			

**ANEXO 8. REGISTRO DE POZOS EXPLORATORIOS CALCULADOS POR EL
MÉTODO DE TRIÁNGULOS**

CÁLCULO POR EL MÉTODO DE TRIÁNGULOS

Triángulo N°	Pozo N°	Potencia	Tenor	Prof. Grava*Tenor	Pot,Media Grava	Área	Volumen	Ley Med. Ponderada	Au in Situ
		Grava (m)	(Gr./m3)	(Gr/m ²)	(m)	(m2)	Grava (m3)	(Gr./m3)	(Gr)
T1	PC-01	4	0,15	0,60	5,07	654	3314	0,23	772,81
	PC-05	6,5	0,2	1,30					
	PC-02	4,7	0,35	1,65					
TOTAL		15,2	0,7	3,55					
T2	PC-05	6,5	0,2	1,30	5,40	975	5265	0,24	1265,88
	PC-02	4,7	0,35	1,65					
	PC-04	5	0,19	0,95					
TOTAL		16,2	0,74	3,90					
T3	PC-02	4,7	0,35	1,65	5,33	748	3989	0,20	788,39
	PC-04	5	0,19	0,95					
	PC-03	6,3	0,09	0,57					
TOTAL		16	0,63	3,16					
T4	PC-05	6,5	0,2	1,30	5,17	1141	5895	0,20	1160,02
	PC-04	5	0,19	0,95					
	PC-09	4	0,2	0,80					
TOTAL		15,5	0,59	3,05					
T5	PC-01	4	0,15	0,60	5,33	630	3360	0,18	618,45
	PC-05	6,5	0,2	1,30					
	PC-06	5,5	0,19	1,05					
TOTAL		16	0,54	2,95					

T6	PC-05	6,5	0,2	1,30	5,33	883	4709	0,20	925,68
	PC-06	5,5	0,19	1,05					
	PC-09	4	0,2	0,80					
TOTAL		16	0,59	3,15					
T7	PC-04	5	0,19	0,95	4,27	1047	4467	0,16	703,58
	PC-09	4	0,2	0,80					
	PC-10	3,8	0,07	0,27					
TOTAL		12,8	0,46	2,02					
T8	PC-08	5,1	0,19	0,97	4,30	662	2847	0,16	449,06
	PC-09	4	0,2	0,80					
	PC-10	3,8	0,07	0,27					
TOTAL		12,9	0,46	2,04					
T9	PC-07	4	0,18	0,72	4,37	586	2559	0,19	486,18
	PC-08	5,1	0,19	0,97					
	PC-09	4	0,2	0,80					
TOTAL		13,1	0,57	2,49					
T10	PC-06	5,5	0,19	1,05	4,50	932	4194	0,19	796,86
	PC-07	4	0,18	0,72					
	PC-09	4	0,2	0,80					
TOTAL		13,5	0,57	2,57					
T11	PC-07	4	0,18	0,72	4,20	956	4015	0,16	660,91
	PC-08	5,1	0,19	0,97					
	PC-13	3,5	0,11	0,39					
TOTAL		12,6	0,48	2,07					
T12	PC-08	5,1	0,19	0,97	4,20	962	4040	0,17	690,72

	PC-12	4	0,2	0,80					
	PC-13	3,5	0,11	0,39					
TOTAL		12,6	0,5	2,15					
T13	PC-08	5,1	0,19	0,97	4,30	1057	4545	0,16	717,00
	PC-12	4	0,2	0,80					
	PC-10	3,8	0,07	0,27					
TOTAL		12,9	0,46	2,04					
T14	PC-10	3,8	0,07	0,27	4,27	1365	5824	0,13	735,28
	PC-11	5	0,11	0,55					
	PC-12	4	0,2	0,80					
TOTAL		12,8	0,38	1,62					
T15	PC-11	5	0,11	0,55	4,80	1915	9192	0,14	1309,86
	PC-12	4	0,2	0,80					
	PC-16	5,4	0,13	0,70					
TOTAL		14,4	0,44	2,05					
T16	PC-11	5	0,11	0,55	5,37	1199	6435	0,13	819,32
	PC-16	5,4	0,13	0,70					
	PC-17	5,7	0,14	0,80					
TOTAL		16,1	0,38	2,05					
T17	PC-12	4	0,2	0,80	4,93	1704	8406	0,19	1619,94
	PC-15	5,4	0,25	1,35					
	PC-16	5,4	0,13	0,70					
TOTAL		14,8	0,58	2,85					
T18	PC-12	4	0,2	0,80	4,80	1716	8237	0,19	1573,00
	PC-14	5	0,12	0,60					

	PC-15	5,4	0,25	1,35					
TOTAL		14,4	0,57	2,75					
T19	PC-12	4	0,2	0,80	4,17	1352	5633	0,14	804,44
	PC-13	3,5	0,11	0,39					
	PC-14	5	0,12	0,60					
TOTAL		12,5	0,43	1,79					
T20	PC-14	5	0,12	0,60	5,30	1442	7643	0,17	1307,41
	PC-15	5,4	0,25	1,35					
	PC-20	5,5	0,14	0,77					
TOTAL		15,9	0,51	2,72					
T21	PC-15	5,4	0,25	1,35	5,87	1041	6107	0,22	1340,11
	PC-19	6,7	0,26	1,74					
	PC-20	5,5	0,14	0,77					
TOTAL		17,6	0,65	3,86					
T22	PC-15	5,4	0,25	1,35	5,90	1345	7936	0,23	1813,06
	PC-18	5,6	0,17	0,95					
	PC-19	6,7	0,26	1,74					
TOTAL		17,7	0,68	4,04					
T23	PC-15	5,4	0,25	1,35	5,47	1420	7763	0,18	1421,89
	PC-16	5,4	0,13	0,70					
	PC-18	5,6	0,17	0,95					
TOTAL		16,4	0,55	3,00					
T24	PC-16	5,4	0,13	0,70	5,57	933	5194	0,15	762,57
	PC-17	5,7	0,14	0,80					
	PC-18	5,6	0,17	0,95					

TOTAL		16,7	0,44	2,45					
T25	PC-17	5,7	0,14	0,80	6,17	1198	7388	0,13	957,60
	PC-18	5,6	0,17	0,95					
	PC-23	7,2	0,09	0,65					
TOTAL		18,5	0,4	2,40					
T26	PC-18	5,6	0,17	0,95	6,50	1589	10329	0,16	1628,20
	PC-23	7,2	0,09	0,65					
	PC-22	6,7	0,22	1,47					
TOTAL		19,5	0,48	3,07					
T27	PC-18	5,6	0,17	0,95	6,33	1596	10108	0,22	2217,38
	PC-19	6,7	0,26	1,74					
	PC-22	6,7	0,22	1,47					
TOTAL		19	0,65	4,17					
T28	PC-19	6,7	0,26	1,74	6,63	1545	10249	0,22	2292,27
	PC-22	6,7	0,22	1,47					
	PC-21	6,5	0,19	1,24					
TOTAL		19,9	0,67	4,45					
T29	PC-19	6,7	0,26	1,74	6,23	1041	6489	0,20	1300,21
	PC-20	5,5	0,14	0,77					
	PC-21	6,5	0,19	1,24					
TOTAL		18,7	0,59	3,75					
T30	PC-21	6,5	0,19	1,24	5,73	1390	7969	0,19	1533,17
	PC-22	6,7	0,22	1,47					
	PC-26	4	0,15	0,60					
TOTAL		17,2	0,56	3,31					

T31	PC-22	6,7	0,22	1,47	5,43	1676	9106	0,28	2535,23
	PC-26	4	0,15	0,60					
	PC-25	5,6	0,44	2,46					
TOTAL		16,3	0,81	4,54					
T32	PC-22	6,7	0,22	1,47	5,90	1607	9481	0,25	2369,79
	PC-24	5,4	0,09	0,49					
	PC-25	5,6	0,44	2,46					
TOTAL		17,7	0,75	4,42					
T33	PC-22	6,7	0,22	1,47	6,43	1519	9772	0,14	1320,52
	PC-23	7,2	0,09	0,65					
	PC-24	5,4	0,09	0,49					
TOTAL		19,3	0,4	2,61					
T34	PC-24	5,4	0,09	0,49	5,13	1977	10149	0,21	2147,02
	PC-25	5,6	0,44	2,46					
	PC-27	4,4	0,07	0,31					
TOTAL		15,4	0,6	3,26					
T35	PC-25	5,6	0,44	2,46	4,67	1378	6431	0,25	1622,37
	PC-27	4,4	0,07	0,31					
	PC-28	4	0,19	0,76					
TOTAL		14	0,7	3,53					
T36	PC-25	5,6	0,44	2,46	5,43	1529	8308	0,30	2531,00
	PC-28	4	0,19	0,76					
	PC-29	6,7	0,26	1,74					
TOTAL		16,3	0,89	4,97					
T37	PC-25	5,6	0,44	2,46	5,63	1511	8512	0,38	3207,35

	PC-29	6,7	0,26	1,74					
	PC-30	4,6	0,47	2,16					
TOTAL		16,9	1,17	6,37					
T38	PC-25	5,6	0,44	2,46	4,73	1838	8700	0,37	3201,80
	PC-26	4	0,15	0,60					
	PC-30	4,6	0,47	2,16					
TOTAL		14,2	1,06	5,23					
T39	PC-21	6,5	0,19	1,24	5,03	747	3760	0,26	995,25
	PC-26	4	0,15	0,60					
	PC-30	4,6	0,47	2,16					
TOTAL		15,1	0,81	4,00					
T40	PC-29	6,7	0,26	1,74	5,67	1105	6262	0,44	2781,65
	PC-30	4,6	0,47	2,16					
	PC-31	5,7	0,64	3,65					
TOTAL		17	1,37	7,55					
T41	PC-29	6,7	0,26	1,74	6,03	1653	9973	0,44	4383,21
	PC-31	5,7	0,64	3,65					
	PC-32	5,7	0,45	2,57					
TOTAL		18,1	1,35	7,96					
T42	PC-29	6,7	0,26	1,74	6,40	1515	9696	0,29	2793,16
	PC-33	6,8	0,18	1,22					
	PC-32	5,7	0,45	2,57					
TOTAL		19,2	0,89	5,53					
T43	PC-28	4	0,19	0,76	5,83	1262	7362	0,21	1567,40
	PC-29	6,7	0,26	1,74					

	PC-33	6,8	0,18	1,22					
TOTAL		17,5	0,63	3,73					
T44	PC-27	3,2	0,07	0,22	4,67	1137	5306	0,16	836,83
	PC-28	4	0,19	0,76					
	PC-33	6,8	0,18	1,22					
TOTAL		14	0,44	2,21					
T45	PC-27	3,2	0,07	0,22	5,53	1344	7437	0,16	1210,50
	PC-35	6,6	0,19	1,25					
	PC-33	6,8	0,18	1,22					
TOTAL		16,6	0,44	2,70					
T46	PC-34	5,2	0,16	0,83	6,20	1515	9393	0,18	1671,55
	PC-35	6,6	0,19	1,25					
	PC-33	6,8	0,18	1,22					
TOTAL		18,6	0,53	3,31					
T47	PC-33	6,8	0,18	1,22	6,27	1301	8153	0,17	1422,43
	PC-34	5,2	0,16	0,83					
	PC-32	6,8	0,18	1,22					
TOTAL		18,8	0,52	3,28					
T48	PC-36	5,7	0,97	5,53	5,90	1388	8189	0,43	3509,33
	PC-34	5,2	0,16	0,83					
	PC-32	6,8	0,18	1,22					
TOTAL		17,7	1,31	7,59					
T49	PC-31	5,7	0,64	3,65	6,07	2147	13025	0,57	7443,65
	PC-32	6,8	0,18	1,22					
	PC-36	5,7	0,97	5,53					

TOTAL		18,2	1,79	10,40					
T50	PC-30	4,6	0,47	2,16	5,43	934	5075	0,72	3639,49
	PC-31	5,7	0,64	3,65					
	PC-38	6	0,98	5,88					
TOTAL		16,3	2,09	11,69					
T51	PC-37	8,2	1,02	8,36	6,63	1195	7927	0,90	7126,98
	PC-31	5,7	0,64	3,65					
	PC-38	6	0,98	5,88					
TOTAL		19,9	2,64	17,89					
T52	PC-31	5,7	0,64	3,65	6,53	1783	11649	0,89	10425,20
	PC-36	5,7	0,97	5,53					
	PC-37	8,2	1,02	8,36					
TOTAL		19,6	2,63	17,54					
T53	PC-36	5,7	0,97	5,53	6,00	2623	15738	0,40	6368,64
	PC-34	5,2	0,16	0,83					
	PC-41	7,1	0,13	0,92					
TOTAL		18	1,26	7,28					
T54	PC-34	5,2	0,16	0,83	6,30	2109	13287	0,16	2115,33
	PC-35	6,6	0,19	1,25					
	PC-41	7,1	0,13	0,92					
TOTAL		18,9	0,48	3,01					
T55	PC-36	5,7	0,97	5,53	6,43	2319	14919	0,43	6394,26
	PC-40	6,5	0,28	1,82					
	PC-41	7,1	0,13	0,92					
TOTAL		19,3	1,38	8,27					

T56	PC-36	5,7	0,97	5,53	6,80	1711	11635	0,77	8961,65
	PC-37	8,2	1,02	8,36					
	PC-40	6,5	0,28	1,82					
TOTAL		20,4	2,27	15,71					
T57	PC-37	8,2	1,02	8,36	7,17	2128	15251	0,62	9490,88
	PC-39	6,8	0,47	3,20					
	PC-40	6,5	0,28	1,82					
TOTAL		21,5	1,77	13,38					
T58	PC-37	8,2	1,02	8,36	7,00	1076	7532	0,83	6255,15
	PC-39	6,8	0,47	3,20					
	PC-38	6	0,98	5,88					
TOTAL		21	2,47	17,44					
T59	PC-38	6	0,98	5,88	6,73	1568	10558	0,52	5439,91
	PC-39	6,8	0,47	3,20					
	PC-46	7,4	0,18	1,33					
TOTAL		20,2	1,63	10,41					
T60	PC-45	4,4	0,16	0,70	6,20	1290	7998	0,28	2249,76
	PC-39	6,8	0,47	3,20					
	PC-46	7,4	0,18	1,33					
TOTAL		18,6	0,81	5,23					
T61	PC-39	6,8	0,47	3,20	5,90	1619	9552	0,32	3086,89
	PC-40	6,5	0,28	1,82					
	PC-45	4,4	0,16	0,70					
TOTAL		17,7	0,91	5,72					
T62	PC-40	6,5	0,28	1,82	5,70	1312	7478	0,30	2269,76

	PC-44	6,2	0,43	2,67					
	PC-45	4,4	0,16	0,70					
TOTAL		17,1	0,87	5,19					
T63	PC-40	6,5	0,28	1,82	5,37	1288	6912	0,35	2407,70
	PC-43	3,4	0,33	1,12					
	PC-44	6,2	0,43	2,67					
TOTAL		16,1	1,04	5,61					
T64	PC-40	6,5	0,28	1,82	5,67	2087	11826	0,23	2688,75
	PC-41	7,1	0,13	0,92					
	PC-43	3,4	0,33	1,12					
TOTAL		17	0,74	3,87					
T65	PC-35	6,6	0,19	1,25	6,90	2381	16429	0,14	2283,38
	PC-42	7	0,1	0,70					
	PC-41	7,1	0,13	0,92					
TOTAL		20,7	0,42	2,88					
T66	PC-43	3,4	0,33	1,12	5,83	2056	11993	0,16	1881,24
	PC-42	7	0,1	0,70					
	PC-41	7,1	0,13	0,92					
TOTAL		17,5	0,56	2,75					
T67	PC-49	4,5	0,15	0,68	5,10	1893	9654	0,14	1323,21
	PC-42	7	0,1	0,70					
	PC-50	3,8	0,19	0,72					
TOTAL		15,3	0,44	2,10					
T68	PC-43	3,4	0,33	1,12	4,97	1880	9337	0,17	1564,79
	PC-42	7	0,1	0,70					

	PC-49	4,5	0,15	0,68					
TOTAL		14,9	0,58	2,50					
T69	PC-44	6,2	0,43	2,67	4,70	1299	6105	0,32	1932,48
	PC-43	3,4	0,33	1,12					
	PC-49	4,5	0,15	0,68					
TOTAL		14,1	0,91	4,46					
T70	PC-44	6,2	0,43	2,67	5,30	1747	9259	0,26	2430,08
	PC-48	5,2	0,16	0,83					
	PC-49	4,5	0,15	0,68					
TOTAL		15,9	0,74	4,17					
T71	PC-44	6,2	0,43	2,67	5,27	1260	6636	0,27	1764,84
	PC-48	5,2	0,16	0,83					
	PC-45	4,4	0,16	0,70					
TOTAL		15,8	0,75	4,20					
T72	PC-45	4,4	0,16	0,70	4,90	1769	8668	0,17	1447,04
	PC-47	5,1	0,18	0,92					
	PC-48	5,2	0,16	0,83					
TOTAL		14,7	0,5	2,45					
T73	PC-45	4,4	0,16	0,70	5,63	1029	5797	0,17	1013,22
	PC-46	7,4	0,18	1,33					
	PC-47	5,1	0,18	0,92					
TOTAL		16,9	0,52	2,95					
SUMA					405,23	103529	584329	20,4	175582
Promedio					5,6			0,28	

Elaborado por: Sarabia, J. (2015)