

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



**“EXPLOTACIÓN MECANIZADA Y PRODUCCIÓN DE GRAVA
AURÍFERA EN LA MINA ANCOCALA - ANANEA”**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. SIMÓN ELEUTERIO, CCORI QUISPE

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE:
INGENIERO DE MINAS**

PUNO - PERÚ

2015



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**

**“EXPLOTACIÓN MECANIZADA Y PRODUCCIÓN DE GRAVA AURÍFERA EN LA
MINA ANCOCALA - ANANEA”**

TESIS

PRESENTADA POR:

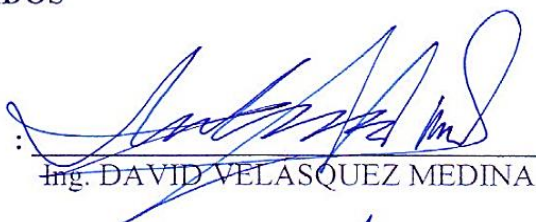
Bach. SIMÓN ELEUTERIO, CCORI QUISPE

A la Coordinación de Investigación de la Facultad de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional del Altiplano como requisito para optar el título de:

INGENIERO DE MINAS

APROBADA POR LOS JURADOS

PRESIDENTE

: 
Ing. DAVID VELASQUEZ MEDINA

PRIMER MIEMBRO

: 
Msc. Ing. ESTEBAN MARÍN PAUCARA

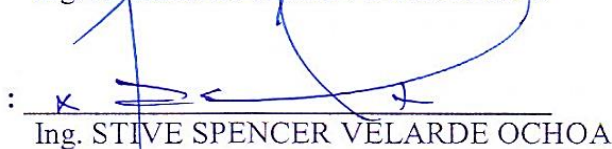
SEGUNDO MIEMBRO

: 
Ing. EDWAR FLORES SONCCO

DIRECTOR DE TESIS

: 
Ing. AMILCAR TERÁN DIANDERAS

ASESOR DE TESIS

: 
Ing. STIVE SPENCER VELARDE OCHOA

Área : Ingeniería de Minas
Tema : Explotación de Minerales Metálicos

DEDICATORIA

Al Dios de Jacob por haberme otorgado la vida, y de la misma manera con mucho cariño a mis padres, Sr. Inocencio y Sra. Pastora, por sus sabias enseñanzas y consejos para culminar mi vida profesional.

Dedico también la presente tesis a mis hermanos por el apoyo constante y que siempre estuvieron preocupados en mi formación profesional de la misma manera a mi esposa e hijo Jhamilet.

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas, de la Universidad Nacional del Altiplano - Puno, por permitirme realizar los estudios en Ingeniería de Minas.

A la Mina Ancocala - Oriental, por admitirme a sus labores mineras, para poder realizar mi trabajo de investigación.

Al Ingeniero Amílcar Terán Dianderas, por sus valiosos aportes en el presente trabajo de investigación como mi Director por brindarme la orientación académica y su disposición por su apoyo desinteresado para terminar mi proyecto de investigación.

A mis compañeros egresados de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas y a mi equipo de trabajo en la Mina Ancocala, por sus aportes de datos de campo.

Por último y lo más importante, agradezco a Dios, por concederme salud e iluminarme con un poco de conocimiento para seguir trabajando y luchando por la vida.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado Explotación Mecanizada y Producción de grava aurífera en la mina Ancocala- Ananea, tiene como objetivo principal es obtener mayor volumen de producción de grava aurífera en el yacimiento minero de Ancocala debido a la baja producción y así mismo surge como una respuesta ante los problemas de tecnología de explotación de placeres auríferos ubicados en la zona de Ananea. En la actualidad el yacimiento aurífero de Ancocala, se explota por métodos convencionales sin aplicar una tecnología adecuada para su explotación, en consecuencia es necesario plantear un sistema de explotación mecanizada según las características geológicas del yacimiento aurífero aluvial, utilizando maquinaria pesadas; Para ello sea planteado como objetivo general desarrollar la explotación del yacimiento aurífero aluvial mediante el sistema mecanizado para lograr mayor volumen de producción en forma planificada en la mina Ancocala y así poder lograr el incremento del volumen de producción aurífera aplicando el sistema de explotación mecanizado en la mina Ancocala. La explotación del yacimiento Ancocala se ejecutará con equipos de gran tonelaje tales como: Excavadoras, cargadores frontales y volquetes, llegando a las siguientes conclusiones, con el nuevo sistema de explotación mecanizado se ha logrado una producción por día 1 539, mensual de 38 475 m³ y la producción semestral es de 230 850 m³, la producción anual de 461 700 m³ de grava aurífera, con lo que se demuestra que la explotación mecanizada es altamente rentable en comparación al sistema convencional.

Para el estudio del proyecto se ha tenido que realizar los cálculos de las diferentes zonas que se tiene en la mina Ancocala; Las reservas probadas de grava aurífera se ha calculado para las cuatro zonas de explotación tales como: zona San Jorge, zona San José, zona San Antonio y zona Santa Marta haciendo un total de 4 548 389,6 m³ de grava aurífera con una ley promedio de 0,218 g/m³.

Palabras claves: Explotación, producción, yacimiento minero, aurífera, probadas, probables.

ABSTRACT

This research work entitled Mechanized Exploitation and Production of gold gravel in the Ancocala-Ananea mine, has as main objective is to obtain greater production volume of gold gravel in the Ancocala mining deposit due to the low production and likewise arises as a response to the problems of gold placer exploitation technology located in the Ananea area. At present, the Ancocala gold deposit is exploited by conventional methods without applying adequate technology for its exploitation, therefore it is necessary to propose a mechanized exploitation system according to the geological characteristics of the alluvial gold deposit, using heavy machinery; For this purpose it is proposed as a general objective to develop the exploitation of the alluvial gold deposit through the mechanized system to achieve a greater production volume in a planned way in the Ancocala mine and thus be able to achieve the increase of the volume of gold production by applying the system of mechanized exploitation in the Ancocala mine. The exploitation of the Ancocala deposit will be executed with large-tonnage equipment such as: Excavators, front-end loaders and dump trucks, reaching the following conclusions, with the new mechanized exploitation system has achieved a production per day 1 539, monthly 38 385 m³ and the semiannual production is of 230 850 m³, the annual production of 461 700 m³ of gold gravel, which demonstrates that the mechanized exploitation is highly profitable in comparison to the conventional system.

For the study of the project it has been necessary to carry out the calculations of the different zones that one has in the Ancocala mine; The proven reserves of gold gravel have been calculated for the four exploitation zones such as: San Jorge zone, San José zone, San Antonio zone and Santa Marta area making a total of 4 548 389.6 m³ of gold gravel with an average grade of 0.218 g / m³.

Keywords: Exploitation, production, mining deposit, auriferous, proven, probable.

INDICE

Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento	iv
Resumen	v
Indice	vi
Introducción.....	1

CAPÍTULO I**PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

1.1 Descripción de la realidad del problema	2
1.2 Formulación del problema.....	3
1.2.2 Preguntas específicas	3
1.3 Objetivos de la investigación.....	3
1.3.1 Objetivo general	3
1.3.2 Objetivos específicos	4
1.3 Justificación de la investigación	4

CAPÍTULO II**MARCO TEÓRICO**

2.1 Antecedentes de la investigación.....	5
2.2 Bases teóricas	7
2.2.1 Formación y tipos de placer	7
2.2.2 Depósitos aluviales	9
2.2.3 Depósitos eluviales	10
2.2.4 Explotación de placeres auríferos.....	10
2.2.5 Plan de minado	14
	vi

2.2.6 Análisis de parámetros de diseño	15
2.2.7 Normas legales, Ley General de Minería D.S. 014-92.....	18
2.2.8 Excavadora hidráulica CAT-320 B	19
2.2.9 Forma de trabajo de la excavadora en diferentes niveles	19
2.2.10 Ventajas de la excavadora hidráulica CAT – 320B.....	19
2.2.11 Desventajas de la excavadora hidráulica CAT-320B.....	20
2.2.12 Partes de la excavadora hidráulica CAT -320B.....	20
2.2.13 Volquetes.....	21
2.2.14 Volquetes Volvo NL - 12	21
2.2.15 Forma de trabajo del volquete Volvo NL - 12.....	21
2.2.16 Características del volquete Volvo NL- 12	22
2.2.17 Cargadores frontales Volvo L- 150D	22
2.2.18 Forma de trabajo del cargador frontal Volvo L- 150D.....	22
2.2.19 Características del cargador frontal Volvo L-150D	23
2.3 Definiciones conceptuales	23
2.4 Formulación de hipótesis.....	25
2.4.1 Hipótesis general	25
2.4.2 Hipótesis específicas.....	26

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico.....	27
3.1.1 Tipo de investigación	27
3.2 Población.....	27
3.3 Muestra	28
3.4 Variables.....	28

3.4.1 Variable independiente	28
3.4.2 Variable dependiente	28
3.4.3 Operacionalización de variables	28
3.5 Técnicas de recolección de datos.....	29
3.6.1 Técnicas para el procesamiento de la información.....	30

CAPÍTULO IV

CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

4.1 Ubicación.....	31
4.2 Accesibilidad.....	32
4.3 Topografía y drenaje.....	32
4.4 Geología y reservas minerales	34
4.4.1 Características geológicas de Ancocala.....	34
4.4.2 Composición mineralógica	35
4.4.3 Hidrogeología	35
4.4.4 Cubierta aluvial	35
4.4.5 Mineralización asociada al oro	36
4.5 Recursos	37
4.5.1 Hídricos	37
4.5.2 Energéticos	38
4.5.3 Agro-forestales	38
4.5.4 Recursos humanos	38
4.6 Antecedentes del trabajo.....	38
4.7 Geología	39
4.8 Geología local.....	41
4.9 Geología económica	42

CAPÍTULO V**PLANEAMIENTO DE MINADO**

5.1 Planeamiento a corto plazo.....	46
5.2 Planeamiento a mediano plazo	46
5.3. Plan de minado	47
5.4 Programa de producción.....	48
5.5 Método de explotación	49
5.5.1 Tajo abierto-open pit	49
5.5.2 Ciclo de minado.....	50
5.6 Instalación de shute	51
5.7 Requerimiento de máquinas y selección de equipos	53
5.8 Equipos, herramientas e insumos.	64
5.9 Fuerza laboral y abastecimiento de recursos	64
5.10 Diseño de límites de minado	65
5.10.1 Caracterización del suelo.....	65
5.10.2 Límites de minado	69
5.11 Análisis de parámetros de diseño	69
5.12 Diseño de taludes.....	72
5.13 Características de botadero.	76
5.14 Diseño de talud en botadero	77
5.15 Análisis de estabilidad física de botadero.....	78
5.16 Estabilización de talud	81

CAPÍTULO VI**DISCUSIONES Y RESULTADOS**

6.1 Análisis de sistema de producción.....	83
6.1.1 Explotación anterior	83

6.1.2 Explotación actual	84
6.2 Contrastación de hipótesis	87
CONCLUSIONES.....	90
RECOMENDACIONES	91
BIBLIOGRAFÍA	92
ANEXOS.....	94

LISTA DE CUADROS

Cuadro 2.1 Características y condiciones de trabajo.....	21
Cuadro 2.2 Especificaciones técnicas del cargador frontal	23
Cuadro 3.3 Operacionalización de variables	29
Cuadro 3.4 Técnicas de procesamiento de datos.....	30
Cuadro 4.5 Coordenadas de la concesión minera “Ancocala”	32
Cuadro 4.6 Accesibilidad a la concesión minera “Ancocala”	32
Cuadro 4.7 Reservas minerales	44
Cuadro 5.8 Planeamiento a corto plazo	46
Cuadro 5.9 Programa de producción anual	47
Cuadro 5.10 Programa de producción mensual.....	49
Cuadro 5.11 Selección de equipos de excavadoras	54
Cuadro 5.12 Selección de equipos de cargadores frontales.....	54
Cuadro 5.13 Selección de equipos de volquetes.....	54
Cuadro 5.14 Equipos seleccionados para el trabajo	55
Cuadro 5.15 Características y condiciones de trabajo.....	56
Cuadro 5.16 Ciclo de operación camión volquete.....	59
Cuadro 5.17 Especificaciones técnicas del cargador frontal	61
Cuadro 5.18 Eficiencia del cargador frontal.....	63
Cuadro 5.19 Capacidad de cucharón.	63
Cuadro 5.20 Requerimiento de máquinas	63

Cuadro 5. 21 Equipos y herramientas para la explotación	64
Cuadro 5.22 Requerimiento de recursos humanos	65
Cuadro 5.23 Parámetros geométricos de botadero	77
Cuadro 5.24 Planeamiento a corto plazo	84
Cuadro 6.25 Programa de producción mensual.....	85
Cuadro 6.26 Resumen de las reservas de mineral	87
Cuadro 6.27 Volumen de producción.....	87
Cuadro 6. 28 Programa de producción anual	89

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 Parámetros de diseño de banco de operación.....	16
Figura 5.2 Croquis del shute de lavado y la parrilla fija.....	52
Figura 5.3 Parámetros de diseño de banco de operación.....	70
Figura 5.4 Dimensionamiento de vía.....	72
Figura 6.5 Planeamiento a corto plazo	85
Figura 6.6 Programa de producción mensual	86
Figura 6.7 Volumen de producción	88
Figura 6.8 Programa de producción anual.....	89

LISTA DE ANEXOS

Anexo N° 1 Plano de ubicación mina Ancocala	95
Anexo N° 2 Ubicación satelital de la concesion Ancocala	96
Anexo N° 3 Mapa geologico del area del proyecto.....	96
Anexo N° 4 Giro en posesión vertical de los brazos de excavadora	97
Anexo N° 5 Acarreo y transporte de mineral del banco.....	98
Anexo N° 6 Zona de chuteo	98
Anexo N° 7 Matriz de consistencia	99

INTRODUCCIÓN

El departamento de Puno en las provincias de Sandía y San Antonio de Putina posee gran potencial de yacimientos auríferos filoneanos y placeres auríferos. La característica del yacimiento Ancocala es de tipo morrénico y posee una matriz de arena arcilloso semi consolidado con leyes distribuidas en toda la potencia de la grava aurífera.

Se tiene actualmente la operación de una minería informal en la extracción de morrenas auríferas de Ancocala– Oriental y este tema ha sido abordado en un conversatorio “Minería informal: caso del río Ramis”, que tuvo como ponente al investigador Miguel Santillana, candidato a doctor en Economía de la Universidad de Manchester, quien desarrolló un importante trabajo de campo sobre el tema.

En la explotación de placeres auríferos es importante seleccionar y determinar el sistema de explotación a utilizar según las características del yacimiento y reservas de mineral existente en la zona de estudio. En este caso el yacimiento aurífero de Ancocala posee gran potencial de reservas de mineral aurífero, como tal ha sido necesario seleccionar para su explotación el sistema mecanizado, Se tiene actualmente la operación de una minería informal en la extracción de morrenas auríferas de Ancocala– Oriental

Estos terrenos tienen depósitos eluviales que contienen oro y pertenecen al Estado peruano pero antes de su proceso de privatización, los terrenos son invadidos por la población lugareña que es influenciada por mineros informales que provienen de Madre de Dios.

Utilizando maquinaria pesada, para lo cual se ha realizado un planeamiento de minado a corto, mediano y largo plazo.

El trabajo de investigación se ha dividido en seis capítulos, en el Capítulo I, se describe el planteamiento del problema, en el Capítulo II, se desarrolla el marco teórico y definiciones conceptuales, en el Capítulo III, se plantea la metodología de la investigación y sus variables, en el Capítulo IV, se considera la caracterización del área de investigación, en el Capítulo V, se desarrolla el planeamiento de minado y finalmente en el Capítulo VI, se resume las discusiones y resultados del trabajo de investigación.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad del problema

La zona de Ananea posee gran potencial de reservas auríferas de placeres eluviales, como tal para su explotación requieren de tecnologías apropiadas de acuerdo a las características del yacimiento a explotar, para lo cual es necesario un planeamiento de minado a corto y mediano plazo. En la actualidad el yacimiento aurífero de Ancocala, se explota por métodos convencionales sin aplicar una tecnología adecuada para su explotación, en consecuencia es necesario plantear un sistema de explotación mecanizada según las características geológicas del yacimiento aurífero aluvial, utilizando maquinaria pesada.

La pequeña minería se desarrolla utilizando herramientas manuales para explotar el yacimiento aurífero aluvial.

Debido a que en los últimos años se ha visto el incremento en el precio de los metales,

Específicamente en el precio del oro se ha aumentado notablemente en el mercado internacional. En consecuencia la explotación del yacimiento aurífero debe ser en forma racional y planificada.

Actualmente los mineros de la mina Anccocala vienen trabajando el yacimiento utilizando el sistema convencional sin aplicar una tecnología adecuada según las características geológicas del yacimiento.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Pregunta general

¿Cómo es el desarrollo de la explotación del yacimiento aurífero aluvial mediante el sistema mecanizado para lograr mayor volumen de producción en forma planificada en la mina Anccocala?

1.2.2 Preguntas específicas

- a) ¿Cómo es el incremento del volumen de producción aurífera aplicando el sistema de explotación mecanizado en la mina Anccocala?
- b) ¿Cómo se cumple con el programa de volumen de producción planificada en la mina Anccocala?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Desarrollar la explotación del yacimiento aurífero aluvial mediante el sistema mecanizado para lograr mayor volumen de producción en forma planificada en la mina Anccocala.

1.3.2 Objetivos específicos

- a) Incrementar el volumen de producción aurífera aplicando el sistema de explotación mecanizado en la mina Ancocala.
- b) Cumplir el programa de volumen de producción planificada en la Mina Ancocala.

1.3 Justificación de la investigación

La Mina aurífera de Ancocala es un yacimiento de placeres eluviales depositados cerca a su origen, como tal posee una gran potencial de reservas de mineral de alta ley por metro cúbico de grava aurífera, en consecuencia es necesario plantear y utilizar un sistema de explotación de acuerdo a las características geológicas del yacimiento, en este caso la aplicación del sistema mecanizado utilizando maquinaria pesada tales como: Volquetes, Cargadores Frontales y Excavadoras, cumpliendo un planeamiento de minado según el volumen de reservas de mineral existente en el yacimiento Ancocala.

La explotación del yacimiento se realizará cumpliendo la Ley general de minería, sus modificatorias y normas ambientales.

Además se logrará mayor volumen de producción aurífera aluvial en comparación con el sistema de explotación convencional.

En consecuencia el presente trabajo de investigación solucionará el programa de volumen de producción planificada en la mina Ancocala, utilizando el sistema de explotación mecanizada.

El crecimiento de la actividad minera en el país se debe al aumento de los precios de cotización de los metales, en nuestro caso la cotización del oro, por eso la necesidad de profundizar el incremento de volumen de producción del movimiento de material aurífero y posteriormente obtener la rentabilidad de la mina Ancocala.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

En la actualidad no existe un estudio específico de la zona de Ancocala referente a la explotación mecanizada.

Hanco M. Froilan E. (2013), en su tesis “Optimización de producción aurífera por el sistema semi- mecanizado en gravas auríferas de la minería Alto Inambari S.R.L.”.

Concluye que el procedimiento de la selección de equipos (maquinaria pesada), se da de acuerdo a las características del yacimiento y del volumen de tratamiento diario y mensual. Considerando las leyes y/o normas legales de la pequeña minería de un máximo de 3000 m³/día.

Yucra M. Milwar Juvenal (2012), en su tesis “Incidencia de las operaciones unitarias de carguío y acarreo en la producción aurífera de la unidad operativa Estrella de Oro CECOMSAP”.

Concluye que la producción diaria de 286.875m³/día de grava aurífera en 8 horas de trabajo, es posible transportar en 7 horas de trabajo, teniendo la capacidad de carga nominal del volquete de 15 m³, con un factor de carga real, con lo cual se incrementa el volumen de grava a transportar.

Se tiene actualmente la operación de una minería informal en la extracción de morrenas auríferas de Ancocala– Oriental y este tema ha sido abordado en un conversatorio “Minería informal: caso del río Ramis”, que tuvo como ponente al investigador Miguel Santillana, candidato a doctor en Economía de la Universidad de Manchester, quien desarrolló un importante trabajo de campo sobre el tema.

Estos terrenos tienen depósitos eluviales que contienen oro y pertenecen al Estado peruano pero antes de su proceso de privatización, los terrenos son invadidos por la población lugareña que es influenciada por mineros informales que provienen de Madre de Dios.

De esta manera se organizan empresas informales con participación de las comunidades campesinas.

En esta área se han perforado cerca de 130 pozos con una profundidad promedio de 30 metros.

Los contenidos promedios de oro con más de 0.15 gr de oro por m³ fueron encontrados en 28 pozos. Los pozos positivos están concentrados en tres áreas: Pampa blanca, Chaquminas y Ancocala.

Montalvo A. Elmer Edison (2007), en su tesis análisis cuantitativo del control de carguío y acarreo con camiones en mina superficial Aruntani SAC. Concluye, que el análisis del trabajo considera las situaciones de tener exceso o defecto de los equipos de acarreo, esta situaciones afectan los costos de producción una cierta cantidad de toneladas, es necesario determinar un rango der equilibrio que nos ayudará a tener en todo momento toneladas rentables en las operaciones mineras a tajo abierto, se utilizan volquetes en función de la capacidad de producción requerida, por lo cual debe ser permanente la optimización de los procesos, para así mantener la competitividad, especialmente en los ciclos de operación y tener en cuenta que los costos de acarreo que están en función de la distancia de acarreo que deben recorrer los volquetes.

Aymachoque T. Javier (2008), en sus tesis La Programación Dinámica aplicada a la secuencia de minado superficial de un yacimiento de oro diseminado mina la Virgen de la compañía minera San Simón S.A., respecto al planeamiento en minería superficial y

operaciones unitarias concluye, que el planeamiento de minado no es simplemente el diseño de la extracción de materiales dentro de un límite de excavación y la programación de la producción.

Es en realidad el completo planeamiento del activo existente por el cual se determina las metas y objetivos de la empresa y la selección a través de una sistemática consideración de alternativas, políticas, programas y procedimientos para el logro de las mismas.

Gonzales Paihua, Tomás (2010), en su tesis diseño de minas a tajo abierto, describe, analiza y estudia cada una de las etapas y/o pasos que se deben de llevar a cabo para hacer el diseño de mina y el cálculo de las reservas minerales de un determinado yacimiento.

La determinación del límite final de un tajo abierto es relativamente sencillo para una persona medianamente experta en el manejo del software de optimización que hacen este cálculo, sin embargo este límite final no es el límite final económico, debido a que los optimizadores no incluyen el valor del dinero en el tiempo en los cálculos, en el trabajo se incluyen el valor del dinero en el tiempo en la determinación del límite final económico.

El diseño de minas a tajo abierto conlleva a la aplicación de diversas herramientas en las etapas de este proceso y el objetivo final es obtener la máxima rentabilidad para la empresa minera.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Formación y tipos de placer

Un placer es un yacimiento detrítico donde los minerales metálicos son clásticos derivados de un sitio hipogénico. Ellos pueden derivarse de:

- Yacimientos filoneanos de importancia comercial, como es el caso de los filones de oro.

- Filones no comerciales que gracias a su degradación y posterior concentración en placeres económicamente explotables-
- Minerales metálicos diseminados como es el caso de platino diseminado en forma de granos diminutos.
- Antiguos depósitos de placer tales como algunas terrazas fluviales y placeres enterrados.

El placer es el depósito de mineral más fácil de trabajar. En el existe un mineral principal separado en gran parte de los demás minerales, habiéndose concentrado por procesos naturales en lugares accesibles para el hombre. (Velásquez, 1 985).

El uso de la palabra placer para los mineros antiguos y españoles se le denomina a los yacimientos auríferos de depósitos aluviales, la que ha sido aceptada universalmente en la literatura geológica.

En la formación de placeres el principal obrero y la principal maquinaria es la naturaleza misma, teniendo en cuenta que los minerales susceptibles de ser concentrados en este tipo de yacimientos, debe reunir las siguientes características:

- 1.- Resistencia o inercia química, es decir que dichos minerales resistan a la alteración meteórica que va removerlos de su sitio hipogénico.
- 2.- Resistencia física, de manera que no sean sensiblemente alterados durante el transporte.
- 3.- Alta densidad con respecto a los minerales acompañantes. Esta propiedad traerá por consiguiente una concentración selectiva en función del régimen hidrodinámico de las aguas, que constituye el medio de transporte. (Vargas, 1 981).

Además el ritmo de la deposición en el agua es a su vez afectado por la superficie de la partícula. También la forma de la partícula afecta el ritmo de la deposición.

Un factor esencial para la concentración mecánica es que exista un aporte continuo de minerales detríticos. Esto quiere decir que las regiones más favorables son las de profunda meteorización y acentuado relieve topográfico.

La meteorización libera los minerales y el relieve permite que los restos meteorizados son arrastrados por los agentes de transporte.

Todos los factores actúan conjuntamente para realizar la separación y concentración selectiva de minerales que dan un interés económico de los depósitos de placer.

2.2.2 Depósitos aluviales

Constituyen el tipo de depósito de placer más importante, de ellos se han producido grandes cantidades de oro, estaño, platino y piedras preciosas.

La explotación de éstos depósitos es el resultado de un proceso de concentración que realiza la naturaleza de un modo lento, desgastando la superficie terrestre donde existen criaderos de mineral, desmenuzando y separando las distintas porciones para transportar a distancias variables los productos liberados de la roca madre y depositarlos en cierto orden de selectividad que obedece principalmente a propiedades físicas de los minerales depositados. (García, 2 009).

Los agentes principales que efectúan el transporte y el depósito son en primer grado el agua superficial y en menor escala el hielo, siendo la gravedad específica de los minerales que más ayuda a efectuar su concentración.

El agua fluvial aunque siempre circula en una dirección, lo hace con irregularidad. Se precipita por los cañones barriendo todo lo que encuentra a su paso, se remansa en los lugares anchos, formando remolinos en la parte exterior de las curvas, creando remansos en la parte inferior. El depósito de minerales pesados se efectúa en toda esta agua mansa o en lugares donde la velocidad de la corriente sufre un cambio.

En una corriente que circula rápidamente por meandros, el agua más rápida es la que está en la parte exterior del mismo y la más lenta está en la orilla opuesta siendo ésta la favorable para la concentración o deposición del metal. (García ,2 009).

2.2.3 Depósitos eluviales

En la formación de este tipo de depósitos no interviene de una manera directa la corriente de agua, ellos se han formado a partir de los filones meteorizados alojados en laderas y faldas de algunos cerros.

Los minerales más pesados y resistentes se acumulan inmediatamente pendiente abajo del afloramiento. Los productos ligeros o que no resisten la descomposición son disueltos y barridos por las aguas de lluvia. (Velásquez 1 985).

Para que este tipo de depósitos sean explotables se requiere filones bastante ricos.

2.2.4 Explotación de placeres auríferos

La explotación de placeres auríferos, se realiza por métodos subterráneos, tajo abierto y otros sistemas combinados, el mismo que depende de las características del yacimiento a explotarse.

En la actualidad se sigue explotando el sistemas tradicional y el método mecanizado y semi-mecanizados. El problema de la explotación en nuestro departamento radica en las vías de acceso a las zonas auríferas, a pesar de las dificultades en nuestro país, en los últimos años ha adquirido mayor importancia la explotación de placeres auríferos. (Velásquez, 1 985).

1. Formas tradicionales

A falta de apoyo técnico por parte del gobierno central, en la actualidad la explotación de placeres es efectuado mayormente por los pequeños productores mineros, quienes emplean sistemas tradicionales para la extracción del metal precioso.

a) Preparación

Para facilitar el derrumbe del material in-situ, se realizan excavaciones en serie, para su fragmentación, en algunos yacimientos se utilizan explosivos, y en otras no es necesario; como resultado se acumulan grandes volúmenes de material,

dichas operaciones son ejecutadas manualmente empleando barretas, picos, lampas, combos, carretillas y barretillas.(Velásquez 1 985).

Los clastos de dimensiones mayores de 15 pulgadas de diámetro, son eliminados mediante la fuerza manual utilizando combos de 12, 14,16,18 libras, con la finalidad de facilitar el transporte del material aurífero, y para evitar el atascamiento en el canal empedrado, la remoción del material es acumulado frente al canal de salida del agua proveniente de la represa auxiliar.

b) Empuje del material

Para discurrir el material acumulado, se utiliza la fuerza del agua que es suministrado por un estanque auxiliar, a través de un canal que va en dirección a los caños empedrados.

El volumen de agua es descargada por una compuerta de madera, que es regulable. Generalmente esta operación se efectúa durante 10 a 20 minutos. Luego nuevamente se almacena el agua en la represa correspondiente, para realizar la misma operación.

En algunos yacimientos se emplean labores subterráneas, en estos casos las labores se siguen a lo largo de los horizontes del banco mineralizado, en donde se encuentran altas concentraciones de oro, resultando rentable por su contenido metálico, el material es transportado mediante carretillas hasta el lugar del almacenamiento, para ser tratados con operaciones similares a la anterior.

c) Labores mineras.

Para la explotación tradicional de placeres auríferos, se utilizan las siguientes labores.

- **Canales de recuperación.** Es un término utilizado en la minería aurífera, que consiste en un canal artificial construido con gradiente adecuada.(10 a 15%). (Vargas, 1 981).

Estas labores se preparan sobre la roca base, en lugares favorables para el tratamiento del material aurífero, tienen longitudes variables de 10,0 a 150,0 m. Cuyo ancho está entre 1,2 a 1,8 m. y una gradiente que varía de 10 a 15%.

- **Túneles.** Son labores construidos, con la finalidad de transportar agua hacia las zonas de trabajo, algunos se construyen en rocas, otros en los bancos auríferos.
- **Galerías.** Estas labores subterráneas son desarrollados a lo largo de los bancos auríferos para explotar fajas de oro (venero), debido a la presencia de óxidos de hierro(limonita), no requieren de sostenimiento.

Las dimensiones promedio son de 1,35 m. de ancho por 1,85 m. de alto.

- **Canales de agua.** Los recursos hídricos, son llevados mediante canales, que son construidos sobre roca, en algunos casos sobre tierra firme. Las secciones de estos canales es trapezoidal de dimensiones promedio de 1,3m de base por 1,2 m de altura y una gradiente promedio de 1 a 1,5%, cuyas longitudes son variables, en algunos casos se construyen hasta varios kilómetros.
- **Represa de agua.** Para almacenar las aguas de lluvia y la captación de agua mediante canales, son construido varias represas de dimensiones variables, algunas de ellas tiene capacidad para almacenar de 6,000 m³ a 20,000 m³ de agua.

Para evitar la filtración de agua, es necesario el revestimiento de la base y paredes.

d) Producción.

En el sistema de minado tradicional, la producción es variable, los mismos que dependen de las condiciones de trabajo y características del yacimiento a explotar. De acuerdo a los reportes realizados en las diferentes zonas de trabajo y efectuado cálculos de movimiento de material tratado y teniendo que las operaciones son ejecutadas con 8 hombres guardia en cada caño, dirigidos por un capataz de mina, durante 8 horas de trabajo diario, los resultados promedios obtenidos son:

Producción labor: Labor $x = 144 \text{ m}^3$ de material por día.

En la actualidad, en nuestro departamento, los trabajos de minado se realizan durante 7 meses en forma normal, y 1 mes destinado para el proceso de recuperación del oro. (Velásquez 1 985).

e) Rendimiento

De acuerdo al ritmo de explotación del sistema tradicional, y al número de personal por guardia, el rendimiento por cada hombre es:

Rendimiento: $144 \text{ m}^3/\text{día} - 9 \text{ hombres} = 16,0 \text{ m}^3/\text{día-hombre}$.

2. Sistema mecanizado

La operación consiste en la explotación de yacimientos de placeres auríferos utilizando maquinaria pesada tales como: Excavadoras, cargadores frontales, volquetes como equipo principal de minado.

a) Arranque con excavadora

La operación consiste en el arranque del material aurífero in situ utilizando excavadoras, de acuerdo al diseño de extracción a partir de las mejores condiciones geométricas y considerando las reservas de mineral aurífero aluvial. La explotación se realiza a tajo abierto tipo canteras, iniciando primero de la parte más alta y continuando en forma progresiva hacia abajo, la máquina extrae el material y acumula en el frente del yacimiento.

La altura del banco de explotación es de 2,5 m a 3,0 m. Para este tipo de trabajo se tiene excavadoras de diferentes modelos tales como excavadora CAT- 325 DL, CAT- 320B, son quipos hidrostáticos de alto rendimiento y eficiencia en el sistema excavación y carguío. (Hanco, 2 013).

b) Carguío del material

La operación consiste en cargar el material aurífero acumulado utilizando cargadores frontales hacia los volquetes de capacidad de 15 m³. Para dicho trabajo se tiene cargadores frontales de diferentes capacidades y modelos tales como: Cargador frontal Volvo 150 C, 150 D y 150 E.

También estos equipos son utilizados para retirar el material lavado en el Shute.

c) Transporte de material aurífero

Para el transporte del material aurífero se utilizan volquetes Volvo de diferentes capacidades, el recorrido es hasta el shute o tolva de acumulación a una distancia promedio de 1 200 m. lineales.

En el mercado existen diferentes modelos y marcas, para seleccionar estos equipos es necesario conocer su rendimiento y eficiencia de cada equipo.

El transporte de la grava aurífera desde el tajo a la planta de beneficio (shutes), demandan eficiencia, versatilidad y rendimiento en el trabajo de transporte de mineral. Los equipos de mayor capacidad son los que ofrecen mayor productividad, con velocidad en la acumulación de la grava aurífera para el procesamiento o lavado en (shute), minimizando los costos de operación de transporte.

Las vías de transporte juegan también un papel importante para el carguío desde la zona de minado hasta la planta de lavado (shute), por lo que estas vías deberán permanecer siempre en buenas condiciones de transitabilidad, en función a las exigencias de operación de transporte, se ha seleccionado el transporte por camiones volquete tipo Volvo NL-12 de 15 m³ por su disponibilidad, versatilidad, y eficiencia frente a otros equipos como las fajas transportadoras. (Hanco, 2 013).

2.2.5 Plan de minado

Un plan de minado no es simplemente un diseño de la extracción de materiales dentro de un límite de excavación y la programación de la producción; es la determinación de

las metas y objetivos de una empresa y la selección a través de un sistema de alternativas, políticas, programas y procedimientos, para el logro de las mismas.

Con el plan de minado se busca la optimización de la producción, al minimizar los costos de operación del proyecto minero Ancocala y maximizar las utilidades que se obtengan de la extracción del oro en los yacimientos auríferos.

El planeamiento de minado considera la extracción y tratamiento de 4'548 389,6 m³ de material aurífero, con una ley promedio recuperable de 0,218 g/m³.

En la planificación y explotación de la grava aurífera en el proyecto minero Ancocala, se ha tomado en cuenta, previamente, la aplicación de la cadena de valores como exploración, modelo geológico, modelo de leyes, continuando con el diseño y planificación de bancos, programa de producción y procesamiento.

En el yacimiento, mediante el plan de minado se busca:

- Evaluar la cantidad y calidad del producto final de la grava aurífera (morrenas) y de los fluvioglaciares, para la extracción del oro.
- Establecer el programa de producción mensual, trimestral, anual y el tiempo de vida de la mina (corto plazo, mediano plazo y largo plazo)
- Permitir la recuperación de las inversiones y garantizar la rentabilidad.
- Cumplir con los compromisos de la concesión minera Ancocala con terceros (compradores, acreedores y tributarios); así como con la protección ambiental y las adecuadas relaciones sociales. (Abarca 2 012).

2.2.6 Análisis de parámetros de diseño

A. Operativas

a. Altura de banco.

Establecidos a partir de las características de los equipos y de la grava aurífera.

b. Ancho de plataforma de trabajo.

Es el ancho mínimo necesario para el movimiento de todas las máquinas que trabajan en él, simultáneamente.

c. Ángulo de inclinación del banco.

Está en función del tipo de suelo y de la altura de banco previamente definido.

Para determinar las características geométricas de los bancos, se cumplió con la recomendación que indica la oficina técnica de Ananea, que es resultado de ensayos de mecánica de suelos, in situ (en el material a explotar), cotejados con ensayos de terrenos similares en áreas cercanas (otros proyectos) y la experiencia propia.

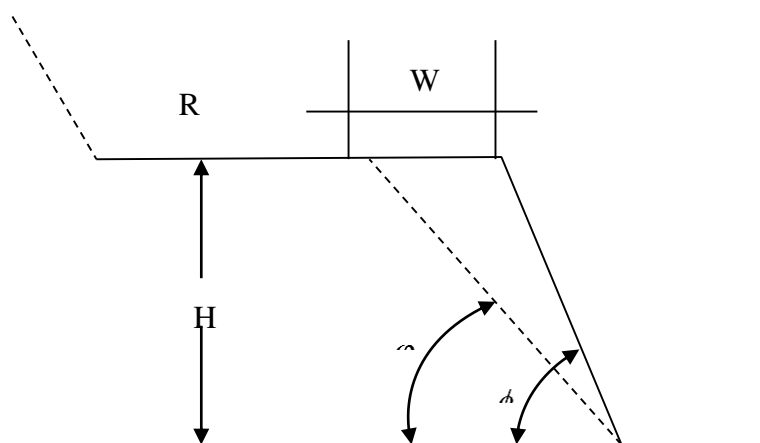


Figura 2.1 :Parámetros de diseño de banco de operación

Fuente : Manual de minería 2012.

Donde:

H: Altura de banco	: 10,0 m. como máximo
R: Ancho de la Rampa	: 12,0 m. mínimo
W: Ancho de berma	: 6,5 m.
Gradiente de rampa	: 0 a 8%
φ Ángulo del talud de trabajo	: 72°
α Angulo del talud final	: 68°

- d. Bermas de seguridad**, empleadas como áreas de protección al detener y almacenar los materiales desprendidos de bancos superiores.

Las bermas deben tener un ancho mínimo que detenga caídas de clastos de roca, con un bordillo de retención que impida el desplazamiento horizontal y la rodadura de rocas. (H, altura de banco)

Ancho mínimo:

$$W = 4,5 + 0,2 H \text{ (m)}$$

$$W = 4,5 + 0,2 \times 10$$

$$W = 6,5 \text{ m.}$$

- e. Pistas y rampas**, condicionadas por la geometría del yacimiento, la secuencia de explotación aplicada, y normas de seguridad.

Es necesario tener en cuenta en el diseño de la rampa los siguientes parámetros:

- Ancho máximo del camión
- Número de carriles
- Bolillos de protección
- Separación mínima entre vehículos

Entonces el ancho mínimo de la rampa está dado por:

$$R = B + \left(\frac{A(3n+1)}{2} \right)$$

Donde:

R = Ancho mínimo de la vía

A = Ancho máximo del camión

B = Ancho del bolillo de seguridad

n = Número de carriles

$$R = 1,5 + \frac{[3,2 (3 \times 2 + 1)]}{2}$$

$$R = 12,7 \text{ m.}$$

El ancho de las rampas variará de 13,0 a 14,0 m. con una pendiente máxima de 8%

Cálculo ancho de vía doble.

Ancho de la carretera (rampa)	=	4 x Ancho del camión	=	12 00 m.
B: Bolillo de seguridad	=	1,50 x1	=	1,50 m.
A: Ancho del camión	=	3,20 x2	=	6,40 m.
A/2: Distancia de seguridad	=	<u>1,60 x3</u>	=	<u>4,80 m.</u>
Total del ancho de la carretera			=	24,70 m.

2.2.7 Normas legales, Ley General de Minería D.S. 014-92

Artículo 9. La concesión minera otorga a su titular el derecho a la exploración y explotación de los recursos minerales concedidos que se encuentran dentro de un sólido de profundidad indefinida, limitado por planos verticales correspondiente a los lados de un cuadrado, rectángulo o poligonal cerrada, cuyos vértices están referidos a coordenadas U.T.M.

La concesión minera es un inmueble distinto y separado del predio donde se encuentre ubicada.

Las partes integrantes y accesorias de la concesión minera siguen su condición de inmueble aunque se ubiquen fuera de su perímetro, salvo que por contrato se pacte la diferenciación de las accesorias.

Son partes integrantes de la concesión minera, las labores ejecutadas tendentes al aprovechamiento de tales sustancias.

Son partes accesorias, todos los bienes de propiedad del concesionario que estén aplicados de modo permanente al fin económico de la concesión. (Ministerio de Energía y Minas, 2010).

2.2.8 Excavadora hidráulica CAT-320 B

Son máquinas autopropulsadas sobre cadenas (oruga), con una superestructura capaz de girar 360°, que tiene las funciones fundamentales de excavar, elevar, cargar, girar y descargar los materiales de grava aurífera por la acción de una cuchara fijada a un conjunto pluma y balancín o brazo, sin que el chasis o estructura del equipo se desplace.

Estos equipos son utilizados para el arranque del material in situ del yacimiento de placer aurífero.

El equipo hidrostático de la excavación cuenta con un brazo, pluma y un cucharón equipada con sus respectivas uñas, las cuales están especialmente diseñados para la excavación, tiene un sistema de brazos hidráulicos que permite sus fácil maniobrabilidad, el ángulo de giro es de 360° lo cual facilita su trabajo de operación de arranque y carguío de gravas auríferas en la zona minera, teniendo desventajas en cuanto a su traslado a distancias mayores a 100 metros debido al riesgo de fundir los motores impulsores de cadenas y desgaste prematuro de los segmentos de la cadena. Es un equipo moderno de alta velocidad de giro. (Ferreyros, 2011), manual de excavadoras CAT- 320B).

2.2.9 Forma de trabajo de la excavadora en diferentes niveles

Esta es una situación muy ideal, siempre se debe colocar la excavadora en un plano y superior al de camión. Con esta situación se consigue que la carga sea más rápida, el ángulo de giro sea menor y la visibilidad de la caja permite al operador un mejor relleno de la misma, el camión siempre se debe de situar en una posición longitudinal con respecto a la excavadora. (Ferreyros, 2011), (Manual de excavadoras CAT- 320B)

2.2.10 Ventajas de la excavadora hidráulica CAT – 320B

La excavadora hidráulica presenta las siguientes ventajas:

- Se obtiene un alto rendimiento y fácil de operar
- Especialmente se adapta a yacimientos de placeres auríferos

- Mantiene una buena estabilidad en el terreno de trabajo
- Cuenta con un sistema de computadora y de alarmas en caso de posibles fallas
- Su desplazamiento en la misma es mínimo.
- Es fácil en su maniobrabilidad.

2.2.11 Desventajas de la excavadora hidráulica CAT-320B

Como todo equipo tiene ventajas y desventajas, pues para la excavadora hidráulica en mención se tiene las siguientes desventajas.

- El sistema de rodamiento
- El peso de la carga y la situación de su centro de gravedad
- La horizontalidad o la inclinación del terreno
- Mayor o menor apertura del brazo
- La capacidad hidráulica de la máquina.

La carga de levantamiento no debe exceder de:

- El 75% de la carga límite de equilibrio estático
- El 87% de la capacidad hidráulica de la excavadora.

2.2.12 Partes de la excavadora hidráulica CAT -320B

En el presente trabajo de investigación se ha seleccionado la excavadoras hidráulicas marca Caterpillar modelo CAT-320B, a continuación se menciona las partes más importantes.

- Motor hidrostático que controla el sistema hidráulico
- Brazo, pluma y cucharón hidráulico controlado por gatas o pistones
- Un tablero de control de alarmas sobre las posibles fallas del equipo
- Equipado codos pedales, dos palancas y un mando de contingencia en casos de emergencia.
- Viene equipado con una computadora que guarda toda la información del equipo. (Ferreiros, 2011), Manual de excavadoras CAT- 320B), ver Cuadro 2.1

Cuadro 2.1 Características y condiciones de trabajo.

CAT- 320 B	Especificaciones
Motor	CATERPILLAR Modelo 3066 T, 6 cilindros
Potencia máxima (rpm); kw	(1800) ; 96
ISO 9249, SAE J1349 neta, kW (CV)	125 (168)
Torque máximo del motor a r/s (rpm)	2 x 210
Máxima velocidad de desplazamiento	Lo: 3.4 km/h Hi: 5.5 km/h
Circuito de viaje	4980 psi
Circuito de balanceo y giro	3980 psi
Circuito de piloteo o maniobra	600 psi

Fuente: Catálogo CAT 2011.

2.2.13 Volquetes

Son utilizados para el traslado de las gravas auríferas del frente de minado hasta la ubicación de las tolvas gravimétricas (Shute), recorren una distancia no mayor de 1 200 metros.

2.2.14 Volquetes Volvo NL - 12

Estos volquetes se caracterizan por su mayor estabilidad y versátil, son de capacidad de la tolva de 15 m³, ofrece mayor rendimiento del motor y sobre todo mayor seguridad, excelente conducción. En el mercado hay repuestos disponibles y se complementan con los servicios Volvo, que incluyen desde mantenimiento y reparación, asistencia técnica en la zona minera e instrucciones de manejo y mantenimiento. (Camiones Volvo 2011, Manual de camión-volquete NL -12).

2.2.15 Forma de trabajo del volquete Volvo NL - 12

Los volquetes son utilizados para el transporte del mineral de grava aurífera desde el frente de explotación del yacimiento hasta el lugar donde está ubicado la planta gravimétrica (Shute), esta operación realizan en tres turnos, cada uno de 6 horas efectivas de trabajo.

Son equipos diésel doble eje, que funciona con ocho llantas traseras y dos delanteras. (Camiones Volvo 2011, manual de camión-volquete NL -12).

2.2.16 Características del volquete Volvo NL- 12

Marca	: Volvo
Modelo	: NL-12
Capacidad	: 15 m ³
Caja	: R 1700
Sistema	: Electrónico
Dirección	: Hidráulica

2.2.17 Cargadores frontales Volvo L- 150D

Son máquinas autopropulsadas sobre ruedas y/o neumáticos implementados con un cucharón frontal y un sistema de brazos articulados accionados hidráulicamente, apto para realizar operaciones unitarias de carguío, transporte y descarga de materiales.

Son utilizados generalmente para el carguío del mineral o grava aurífera a los volquetes. (Volvo Perú 2010), Manual de cargador Volvo L-150D.

2.2.18 Forma de trabajo del cargador frontal Volvo L- 150D

Los cargadores frontales tiene el trabajo fundamental de carguío del mineral o material aurífero desde el frente del yacimiento hacia la tolva de los volquetes, para luego ser trasladado hacia la planta gravimétrica (Shute). Esta operación realiza durante tres turnos de trabajo ´cada uno de 6 horas efectivas. Estos equipos requieren de un operador especializado en el manejo de la máquina cumpliendo el trabajo de horas máquina y posteriormente realizar el mantenimiento correspondiente de acuerdo al catálogo de la máquina según las horas trabajadas. (Volvo Perú 2010, manual de cargador Volvo L-150D).

2.2.19 Características del cargador frontal Volvo L-150D

El cargador frontal Volvo L-150 D, tiene las siguientes especificaciones técnicas: Las siguientes especificaciones ver en el Cuadro 2.2.

Cuadro 2.2 Especificaciones técnicas del cargador frontal

L150D	Especificaciones
Motor	Volvo D12D LA C2 Stage III
Potencia máxima a, r/s (rpm)	23,3 – 26,7 (1 400 – 1 600)
SAE J1995 bruta, kW (CV)	235 (320)
ISO 9249, SAE J1349 neta, kW (CV)	234 (318)
Torque máximo del motor a r/s (rpm)	20 (1,200)
SAE J1995 bruto, Nm	1,700
ISO 9249, SAE J1349 neto, Nm	1,690
Fuerza de arranque, kN (lbf)	204.9 (34,61)
Fuerza de arranque, kN	214,7
Con cuchara, m ³ (yd ³)	3,5 (4.57)
Carga de vuelco, giro total, kg (lb)	15,70 (39,840)
Capacidad de la cuchara, m ³ (yd ³)	3.5-4.5 (4.57-5.88)
Garras para troncos, m ² (ft ²)	1.6-3.7 (17.2-39.8)
Peso operativo, t (lb)	26.0-29.0 (57,320-63,930)
Neumáticos	26.5 R25 775/65 R29

Fuente: Manual de cargador Volvo L-150D.

2.3 Definiciones conceptuales

Explotación aluvial

Son operaciones que se realizan para extraer un yacimiento de mineral detrítico semi consolidado que puede ser planificado o sin planificación.

Sistema mecanizado Ancocala

Conjunto de operaciones mineras que se realizan la explotación del yacimiento aurífero con equipos pesados (maquinarias de gran tonelaje), moviendo mayor volumen de grava aurífera.

Grava aurífera de Ancocala

Son acumulaciones de material morrénico con clastos redondeados y sub redondeados con matriz de arena arcilloso y detritus.

Depósitos aluviales

Son acumulaciones de material aluvial depositados lejos de su origen, se caracterizan porque los cantos rodados son redondeados y sub redondeados.

Depósitos eluviales

Son acumulaciones de grava aurífera depositados cerca a su origen, se caracterizan porque los cantos rodados son angulosos.

Producción mina Ancocala

En términos minero se refiere a la extracción del mineral, en $m^3/día$, m^3/mes , $m^3/año$, $TM/día$, TM/mes , $TM/año$.

Arranque y carguío

Esta operación unitaria consiste en el arranque del material de grava aurífera. El arranque se realizara con una excavadora que ara movimiento del material aurífera para luego los cargadores frontales cargaran a los volquetes para sus traslado a los chutes de tratamiento del material aurífero.

Transporte de gravas auríferas

El transporte se realizara con los volquetes de una capacidad de 15 metros cúbicos de material y el recorrido será controlado según la distancia al chute de tratamiento del material aurífero.

Botaderos

Son canchas para acumulación del mineral o estéril, producto de la explotación aurífera y movimiento de material estéril.

Excavadora

Son equipos pesados utilizados para extraer el mineral o material aurífero in situ del frente del yacimiento.

Volquete

Equipo pesado utilizado para transporte de mineral y grava aurífera, en el mercado existen de diferentes capacidades.

Cargador frontal

Son máquinas auto propulsadas sobre ruedas y/o neumáticos provisto de un cucharón para levantar y cargar el mineral o material aurífero.

Se utilizan para cargar el mineral o grava aurífera a los volquetes de diferentes capacidades.

2.4 Formulación de hipótesis.

2.4.1 Hipótesis general

Aplicando el sistema de explotación mecanizada se ha logrado mayor volumen de

producción aurífera en la mina Ancocala.

2.4.2 Hipótesis específicas

- a) Utilizando el sistema de explotación mecanizada se ha incrementado el volumen de producción en la mina Ancocala.

- b) Aplicando el sistema de explotación mecanizada se ha cumplido con el programa de producción planificada en la mina Ancocala.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

En el estudio de investigación del sistema de explotación se utilizará el método descriptivo que explicará la aplicación del sistema de explotación mecanizada del yacimiento aurífero de Ancocala, incidiendo en operación mina y lograr mayor producción de grava aurífera.

3.1.1 Tipo de investigación

El presente estudio reúne las condiciones metodológicas de explotación minera, en razón que se utilizaron los conocimientos de las tecnologías, a fin de realizar la explotación de la grava aurífera de la mina Ancocala.

3.2 Población

Para el presente proyecto de investigación se considera como población las concesiones de la mina Ancocala y los equipos de explotación como base mínimo que son:

- 2 Cargadores frontales.
- 4 Volquetes de capacidad de 15 m³.
- 2 Excavadoras.

3.3 Muestra

Se considera como muestra el banco aurífero San Jorge y lo referente a equipos se tomará un cargador frontal, un volquete y una excavadora.

3.4 Variables

3.4.1 Variable independiente

Sistema de explotación mecanizada en la mina Ancocala.

3.4.2 Variable dependiente

Volumen de producción de grava aurífera en la mina Ancocala.

3.4.3 Operacionalización de variables

Las variables que se han utilizado en el presente trabajo de investigación son operacionalizadas mediante indicadores y escalas de mediciones. Para ello se especifica en el Cuadro 3.1. También se puede apreciar con mayor detalle en el (Anexo N° 7).

Cuadro 3.3 Operacionalización de variables

Variable	Indicadores	Escala de medición
<ul style="list-style-type: none"> • Variable independiente: 		
Sistema de explotación mecanizada en la mina Ancocala.	<ul style="list-style-type: none"> • Volumen de material removido. • Equipos. • Marcas y modelos de las maquinarias 	<ul style="list-style-type: none"> • m³ • Rendimiento, eficiencia • Capacidad en m³ • Volvo, Caterpillar Komatsu
<ul style="list-style-type: none"> • Variable dependiente 		
Volumen de producción de grava aurífera en la mina Ancocala.	<ul style="list-style-type: none"> • Producción diaria • Producción mensual • Producción anual 	<ul style="list-style-type: none"> • m³/día • m³/mes • m³/año

3.5 Técnicas de recolección de datos

Las técnicas de recolección de datos comprenden procedimientos y actividades que permiten la obtención de la información necesaria para dar respuesta a la problemática de nuestro tema de estudio, lo cual se resume en el Cuadro 3.3.

Cuadro 3.4 Técnicas de procesamiento de datos

Fuente de datos	Técnicas de procesamiento de datos
Datos de levantamiento topográfico superficial.	Los datos recolectados se importan al programa Autocad 2012, que permite actualizar los planos en vista en planta y secciones, todo ello para el planeamiento y diseño de minado.
Inspección y observación.	Con esta técnica se observará la efectividad y fluidez del sistema de explotación. Los datos se manejarán estadísticamente en forma diaria, mensual y anual.
Revisión documental, área operación mina y planeamiento.	Los datos obtenidos mediante esta técnica apoyarán toda la estructura del presente estudio y se tiene registros diarios, mensuales y anuales por cada actividad a lo que se refiere a la producción, productividad con el actual sistema de explotación.
Diseño del nuevo sistema de explotación.	Diseño del nuevo sistema de minado y elaboración de planos para el planeamiento de minado.

3.6.1 Técnicas para el procesamiento de la información.

Las técnicas para el procesamiento de datos son:

- Datos cualitativos: análisis evolutivo de la mejora.
- Datos cuantitativos: análisis de movimiento de material, cuadros estadísticos, resúmenes de los controles de operación, controles de acarreo, gráficos, planos, cuadros y otros.

CAPÍTULO IV

CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

4.1 Ubicación

El yacimiento aurífero de Ancocala se encuentra ubicado en el flanco occidental de la cordillera Oriental de los Andes dentro de la jurisdicción de:

Distrito : Ananea
Provincia : San Antonio de Putina
Departamento : Puno

Las coordenadas UTM de la concesión corresponden a la zona 19, banda L, del sistema geodésico provisional Sud América de 1956 (PSAD56).

Las coordenadas de la concesión se muestran en el Cuadro 4.1

El yacimiento aurífero de Ancocala que se encuentra a un altitud promedio de los 4 815 m.s.n.m.

Cuadro 4.5 Coordenadas de la concesión minera “Ancocala”

Vértice(V)	Norte	Este
1	8376844,75	449009,49
2	8376663,70	450999,06
3	8375469,96	450890,43
4	8375651,01	448900,86

Las altitudes aproximadas oscilan entre 4 807 y 4 828 m.s.n.m. (ver Anexo N° 2)

4.2 Accesibilidad

El acceso más rápido al área de la concesión, puede efectuarse siguiendo la ruta Lima - Juliaca - Ananea - Concesión minera, como se describe en el siguiente Cuadro 4.2.

Cuadro 4.6 Accesibilidad a la concesión minera “Ancocala”

Origen	Destino	Vía	Distancia (km) Aproximadamente
Lima	Juliaca	Aérea	880 km
Juliaca	Ananea	Carretera asfaltada y afirmada	150 km
Ananea	Concesión minera	Carretera afirmada	12 km
Total			1 042 km.

Fuente: Manual de MTC.

4.3 Topografía y drenaje

La concesión minera “ANCOCALA” se encuentra en la depresión longitudinal de Crucero – Ananea – Cojata, controlada por las unidades morfo estructurales de la Cordillera Oriental y la Pre cordillera de Carabaya. Este relieve está orientado de sureste a noroeste, en la parte central se encuentra la Laguna de Saytocochoa, esta laguna a su

vez es depósito de las aguas que llegan de la desglaciación de los glaciares de la cordillera oriental zona de Rinconada y parte de Palomani, la descarga de agua de la laguna, forma la micro cuenca de Ananea y esta a su vez tiene un punto de confluencia en el paraje Q'ello Aja, con el río Sallani, desde aquí se forma el río Grande con un cauce amplio; este río es afluente de la cuenca del río Crucero afluente de la cuenca del río Ramis. La zona de Ancocala, donde se encuentra la concesión tiene una superficie suavemente inclinada a plana, pudiendo considerarse una llanura aluvial. Dentro de esta unidad los relieves planos son denominados pampas y entre las más importantes tenemos: Parinani, Baltimore, Limapampa, Chaipitianapampa y Islapampa. Otro relieve típico que está dentro de la depresión está conformado por las lagunas de origen glaciar cuyos diques son morrenas frontales. Las principales lagunas son: Pacharia, Saracocha, Queo, Rinconada, Sillacunca y Pararani. (Laubacher, 1978).

En las planicies de la concesión destacan superficies planas, suavemente onduladas, desarrolladas sobre potentes depósitos glaciales y fluvio glaciales que yacen en forma de abanicos, procedentes de la pre cordillera de Carabaya y los nevados ubicados al Noreste. Estas formaciones se hallan cubiertas por pequeñas cantidades de especie ichu, canlla y especies típicas de la región.

Los suelos se originaron por la acción fluvio-glaciar o aluvial, proveniente de la cordillera oriental, zona de San Francisco: Rinconada; allí se originaron las morrenas que llegaron a Ancocala. Los suelos están constituidos de gravas angulosas aplanadas y estriadas, con arenas, limos, arcillas, a los que se denominan morrenas, contienen minerales de oro fino y charpas, con contenido de minerales de hierro, estaño en trazas, etc. Las terrazas que son geo formas a manera de bancos, formadas por los suelos mencionados, presentan bajo contenido de cobertura vegetal y nutriente, no tiene uso agrícola, por cuanto se encuentran a 4,800 msnm., aproximadamente. Las condiciones climatológicas y la falta de agua en épocas de estiaje no hacen posible el desarrollo de pastizales. De acuerdo a los datos obtenidos en el campo, estos suelos están conformados por una capa de cobertura vegetal orgánica de 0,05 m. de espesor; en algunos sitios no existe cobertura, los componentes están constituidos por materia inorgánica como los cantos rodados de arenisca cuarcífera, de lutitas y de pizarras y de limos con materia orgánica, aprovechadas por las escasas plantas de lugar.

El clima se caracteriza por gran variación de la temperatura un invierno seco, intensamente soleado de mayo a setiembre, con temperaturas máximas de 12°C de día y -20°C de noche y el verano desde octubre hasta abril con temperaturas de 16°C de día y 2°C de noche.

4.4 Geología y reservas minerales

La Mina aurífera de Ancocala es un yacimiento de placer eluvial depositada cerca a su origen y descansa sobre las rocas metamórficas del Paleozoico.

Son acumulaciones de grava aurífera con contenido de una ley favorable para su explotación y posee un gran potencial de reservas minerales en el área de minado.

Las investigaciones preliminares, han mostrado que el área es complicada por su geología glaciaria. Se han observado muchos lechos de material glaciario. Se han observado las direcciones del flujo glaciario por diferir grandemente en diferentes partes del área del yacimiento. (Estudios de minero Perú)

4.4.1 Características geológicas de Ancocala.

Son yacimientos de acumulación glaciaria, fluvio-glaciario y fluvial, la granulometría, morfología y contenido de mineral que descansa sobre las rocas metamórficas del paleozoico.

El yacimiento de las concesiones mineras de Ancocala pertenece al grupo de placeres de origen glaciario y está íntegramente emplazado sobre rocas paleozoicas de la formación Ananea constituida por pizarras y lutitas. sobre estas, se han depositado los materiales cuaternarios, constituido por:

Son acumulaciones de detritus con clastos angulares de pizarras y sedimentos de material cuaternario (limo y arcillas).

Los depósitos fluvio-glaciares que presentan cierta estratificación de bajo contenido de arcillas y mayor cantidad de clastos (cantos rodados, grava y arena).

Los depósitos fluviales vienen a constituir depósitos superficiales de grava, arena y limos recientes que ocupan la parte central de los ríos marginales.

4.4.2 Composición mineralógica

El oro en este depósito se encuentra en estado nativo y libre con una granulometría desde oro grueso (charpas) a oro fino (polvo) diseminado en forma caótica extendido en todo el material morrenico, conjuntamente a este metal se encuentra otros minerales como la Casiterita (Sn O_2) Magnetita y Wolframita. La roca madre se encuentra meteorizada por erosión y transporte.

4.4.3 Hidrogeología

En el área donde se ubica el tajo Ancocala, existe un acuífero en los depósitos cuaternarios, que captan principalmente aguas procedentes de las precipitaciones en forma de lluvias, granizo o nieve; infiltrándose y almacenándose, formándose las aguas subterráneas, las que descargan hacia el exterior a través de manantiales, los cuales incrementan su caudal principalmente durante la época de lluvias y disminuyen hacia el final del período de estiaje.

En general, los manantiales presentan un bajo caudal y se presentan sobre las laderas, alimentando a los bofedales.

Los bofedales como ecosistemas (wetlands) y a la vez depósitos captadores de agua, se recargan principalmente de las filtraciones y manantiales que afloran en la parte baja de las quebradas.

4.4.4 Cubierta aluvial

Es una cubierta generalizada en el área como producto de la meteorización del substrato rocoso el cual transportado muy lentamente o en forma violenta por la acción fluvial y depositado en las depresiones o en el flanco de valles abiertos está compuesto del mismo sub estrato.

La cubierta aluvial en las áreas de mayor vegetación se caracteriza por tener una gruesa capa de material húmico uniforme generalmente amarillenta a rojiza, esto se debería a la alteración de las micas por meteorización. Es de importancia actualmente los depósitos secundarios especialmente los transportados por los ríos (depósitos aluviales) los cuales están constituidos de gravas, lios y arenas. Cerca de los centros poblados estos son explotados como material de construcción y en algunos casos sirven como fuente de extracción aurífera. La edad de la cubierta aluvial se considera de rango amplio entre el pleistoceno y el holoceno.

4.4.5 Mineralización asociada al oro

Del resultado de las concentraciones gravimétrica (arenas pesadas), tanto como del muestreo en diversas áreas del yacimiento, se ha determinado la presencia de los siguientes minerales: magnetita, casiterita, como constituyentes abundantes.

El oro es un material blando con un color amarillo característico. Es el elemento más maleable y dúctil. No le afectan el aire, agua los álcalis ni los ácidos. Atacado únicamente por el agua regia, HNO₃/HCl. Debido a su no-reacción química, se suele encontrar en un estado natural.

La mayoría del metal se conserva para las reservas monetarias, pero el resto se utiliza en las industrias electrónicas y joyería donde se le suelen añadir otros elementos para mejorar sus propiedades mecánicas.

Es el más maleable y dúctil de todos los metales. En estado puro es demasiado blando para ser usado en joyería para acuñar monedas, por lo que se alea siempre para tales fines con plata o cobre.

Es un metal noble, es decir, resistentes a la acción del agua y del oxígeno del aire, así como a la de gran número de compuestos químicos. (Vargas 198).

Es maleable (se puede confeccionar láminas de pan de oro de un grosor de una diezmilésima de mm.).

Es dúctil por lo que a menudo es aleado con otros metales (Cobre, níquel, plata,

etc.) para incrementar a su dureza; la aleación de un 50% de plata y otro tanto de oro da lugar al denominado oro blanco.

La ley (cantidad de oro) de las aleaciones se expresa en quilates; 24 quilates indica un 100% de oro; 18 quilates, un 75% y así sucesivamente.

4.5 Recursos

4.5.1 Hídricos

El cuerpo principal de agua superficial en la zona del Proyecto ANCOCALA, es la laguna de represamiento Saytocochoa, que forma parte de la sub cuenca Crucero, cuenca Ramis, cuyos tributarios principales los constituyen los nevados Ananea Chico, Callejón y Ananea grande, almacena los aportes de la planicie de Oriental, constituye la fuente principal de suministro de agua para las partes bajas; está ubicada cerca del área de la concesión Ancocala. Tiene su coronación en la cota 4 799,50 m.s.n.m., estando el nivel de cauce en la cota 4 791 m.s.n.m. La capacidad de almacenamiento es de 7 500 000 m³.

La precipitación directa en la laguna Saytocochoa se estima en 1'465,000 m³ y la evaporación en 3'413,000 m³ dejando un saldo anual disponible de 4'151,000 m³.

Para el proceso de lavado de las gravas auríferas y para el proceso metalúrgico en general, se instalará una motobomba de 35 HP, con mangueras de succión y descarga de 4 pulgadas de diámetro. El recurso agua escasea en épocas de estiaje (de junio a noviembre); sin embargo se trabajará recirculando las aguas de las pozas de sedimentación; las pozas tendrán pérdidas por efectos de filtración y evaporación, reponiendo éstas pérdidas con un sistema de bombeo de agua fresca desde la laguna de Saytocochoa, con autorización de la autoridad local de Agua-Ramis.

4.5.2 Energéticos

Los recursos energéticos en la zona son sumamente escasos , para los requerimientos de alumbrado eléctrico en campamento se abastecerá con un pequeño generador eléctrico.

4.5.3 Agro-forestales

De acuerdo a los estudios realizados por INGEMMET (Instituto Geológico Minero) Metalúrgico) y la clasificación en lo que concierne a cobertura vegetal, uso de suelo y susceptibilidad, coloca a la zona como área de actividad minera de susceptibilidad media 2, los suelos están conformados por una escasa cobertura vegetal de 0.05m. de espesor.

Las terrazas formadas por los suelos mencionados, presentan baja cobertura vegetal y nutriente, por encontrarse además a más de 4,800 m. s. n. m., condiciones climáticas muy desfavorables y la falta de agua en época de estiaje, limitan el desarrollo de estos recursos.

4.5.4 Recursos humanos

La fuerza laboral en el proyecto estará compuesta por 20 personas entre profesionales, técnicos y mano de obra no calificada. Se tomará preferentemente de la zona.

4.6 Antecedentes del trabajo

La organización que existe en la zona de influencia de la mina Ancocala y alrededores está constituida por mineros que se dedican a la extracción y beneficio del oro; anteriormente formaban asociaciones de productores pecuarios dedicados a la crianza de camélidos sudamericanos, compuesta en su totalidad por miembros de las comunidades campesinas de Ananea, Cajón Huyo y Trapiche.

Los pobladores o comuneros del entorno de la zona de influencia directa del proyecto, quienes se dedican a la minería artesanal, son conocedores del plan de explotación y

proceso de ejecución de las actividades inherentes al proyecto; de los planes de seguridad y contingencia; medidas de manejo ambiental, mitigación, cierre de operaciones, etc. Estas medidas la consideran aceptables a fin de minimizar los posibles riesgos que puedan presentarse. La evaluación de proyecto en cuanto a riesgo, no constituye amenaza sobre el medio ambiente local ni poblaciones rurales, por esta razón la población de Ananea, las comunidades del entorno y el centro poblado de Rinconada, cercanos a la concesión, confían en la inversión minera formal y legal, que pueda generar impactos positivos sociales de importancia, oportunidad de trabajo en una zona donde existe alto nivel de desempleo.

4.7 Geología

Las rocas que afloran en el Cuadrángulo 30-y: La Rinconada donde se encuentra el área de la concesión Ancocala, cronológicamente varían desde el Paleozoico Inferior (Ordovícico) hasta el Neógeno (Cenozoico: Terciario superior), encontrándose hacia el tope, depósitos de origen glaciar y aluvial de gran potencia, del Pleistoceno y del Holoceno (Cuaternario: Pleistoceno-Reciente); siendo las siguientes:

Aluviales y fluvioglaciares

Ocupan el cauce y márgenes de los ríos y riachuelos; están formados por bloques y cantos, guijones y ripio, guijas con matriz areno- limosa.

Morrenas

Son depósitos glaciares portadores del oro; constituyen los yacimientos auríferos; ocupan los flancos y fondo de la depresión Crucero- Ananea- Cojata. Las unidades rocosas y estratigráficas más antiguas, se encuentran debajo de estos depósitos de sedimentos, en orden cronológico (hacia lo más antiguo); son las siguientes:

Formación Arco Aja

Esta unidad está compuesta por estratos de arcilla y grava en la parte inferior y estratos de grava con arena en la parte superior. Los elementos gruesos son cuarcitas y pizarras.

La formación ha sido ubicada, cronológicamente, en el Neógeno: Plioceno (Cenozoico: Terciario inferior). Aflora formando las pampas alrededor de la laguna Sillacunca y las pampas de Urubambilla y Pampa Blanca.

Formación Muñani

Es una unidad del Cretáceo superior, compuesta de arcosas.

Formación Cotacucho

Compuesta de areniscas masivas alternadas con lutitas yesíferas, del Cretáceo superior.

Grupo Moho

Es una unidad amplia y compleja, del Cretáceo inferior, compuesta de lutitas de color gris olivo, con lechos de cuarcita gris; hacia la base contiene calizas marinas (Formación Ayabacas).

Grupo Copacabana

Constituida de calizas y lutitas, formadas en el Pérmico inferior.

Grupo Tarma

Es una unidad del Pensilvaniano (Carbonífero superior), que está compuesta de lutitas oscuras con intercalaciones de calizas silíceas de colores claros.

Grupo Ambo

Es del Carbonífero inferior (Missisipiano); compuesto de areniscas y especialmente lutitas carbonosas con fósiles y lechos de carbón.

Formación Ananea

Del Silúrico-Devónico (Paleozoico); litológicamente está formada por pizarras duras, color gris oscuro a negro, en paquetes de 20 hasta 80 cm.

El mayor afloramiento está en la zona de Rinconada.

Formación Sandia

Esta unidad está conformada de limonitas pizarrosas de color gris oscuro intercaladas con capas de areniscas cuarcíticas, de grano fino y color gris claro.

Estas rocas son las portadoras de los yacimientos de oro, por lo que se considera como una formación con valor económico.(Laubacher, 1 978).

4.8 Geología local

Los depósitos detríticos son de origen glaciar, se formaron por la acumulación y movimiento de las masas de hielo durante periodos de glaciación.

En el proceso de abrasión y transporte, el material arrastrado fue triturado, molido y depositado como material sin clasificación alguna, lo que caracteriza a las morrenas.

En la zona de Ananea la distancia de la deposición morrénica alcanza hasta 20 kilómetros del lugar de origen.

Los depósitos glaciogénicas en el área de Ananea pueden ser divididos en siete unidades principales: Ancocala, Planicie de Pampa Blanca, Morrena Lateral

Vizcachani, Zona de Chaquiminas, Planicie Arequipa Pampa Limata, Morrena de Jancocala y Pequeñas Morrenas locales.

Los sedimentos auríferos de la concesión Ancocala provienen de la formación Ananea, aflorante en la Cordillera Oriental, en los nevados de Ananea, que fueron afectados por varias glaciaciones en el Pleistoceno.

Los depósitos glaciares son portadores del oro y constituyen los yacimientos auríferos, que están en la cuenca superior del río Grande y de la laguna de Saytocochoa - Ocupan los flancos y fondo de la depresión geomorfológico, Crucero – Ananea - Cojata, como morrenas laterales y frontales, drumlis y llanuras.(Laubacher, 1978).

En el área de la Concesión Ancocala, estos depósitos eluviales y las morrenas pliocénicas, ocupan el sector Noreste.(Ver Anexo N° 3).

Los depósitos fluvioglaciares que se emplazan en el área de Ancocala; están compuestos de arcillas, arenas, gravas y cantos, que contiene oro libre en charpas, láminas y polvo.

4.9 Geología económica

La mineralización del oro detrítico en las acumulaciones o desechos glaciares en la zona de Ananea, forma parte de una faja aurífera que se extiende a lo largo de las vertientes SO de la cordillera oriental, desde la laguna Puyo-Puyo en Bolivia hasta Patambuco en Perú, con una distancia de aproximadamente 90 kilómetros.

A parte del oro libre en las morrenas la faja incluye también sus fuentes primarias que en algunos casos presentan de manera espectacular la relación con sus derivados detríticos.

En esta área según el criterio genético existen yacimientos primarios (endógenos) de tipo veta y mantos; así como yacimientos secundarios (exógenos) denominados placeres.

Los yacimientos en mantos son Gavilán de oro, Untuca, Ana María y la Rinconada; los yacimientos en placer son: San Antonio de Poto, Ancocala.

Los depósitos de origen glacial y aluvial de gran potencia; están limitados a la depresión longitudinal del Crucero – Ananea - Cojata, que coincide con la cuenca superior del valle del río Grande. Este relieve está orientado de sureste a noroeste y por su parte central discurre el río con un cauce muy amplio.

El valle tiene una superficie suavemente inclinada a prácticamente plana, pudiendo considerarse una llanura aluvial. Esta depresión está ocupada por potentes depósitos glaciales y fluvio-glaciales que yacen en forma de abanicos, procedentes de la precordillera de Carabaya y los nevados ubicados al Noreste.

La concesión está ubicada aproximadamente a 10 kilómetros al Este de Ananea, en el área de Ancocala,

Como conclusión se establece que el recurso mineral más importante y económico, que se explotará en el yacimiento de la concesión Ancocala, es el oro libre en forma laminada, de charpas y de partículas finas, que se encuentran en las morrenas auríferas que fueron transportadas y depositadas por los glaciares de la cordillera oriental sur zona de San Francisco.(Laubacher 1 978).

Luego de realizado los cálculos de volúmenes tratados y leyes de recuperación se concluye que se tiene reservas probadas que alcanzan a los 4 548 ,389.6 m³, con una ley promedio recuperable de 0,218 g/m³; hasta una profundidad de 12,0 m.

El mineral a ser extraído para ser procesado en la planta de beneficio, está constituido por depósitos fluvio-glaciares y/o aluviales, compuestos por clastos angulosos o redondeados de granitos, cuarzo, pizarras duras y lutitas, cuyos tamaños varían entre 2 pulgadas y 8 pulgadas con contenidos de gravas más pequeñas y arenas que contienen abundante cuarzo, así como circón, corindón, rutilo, minerales de estaño, ferromagnéticos y otros.

En este material se encuentra diseminado el oro nativo, en forma de charpas y polvo.

De acuerdo a los cálculos de reservas de mineral probado y probable del yacimiento aurífero de Ancocala, se tiene las siguientes reservas de grava aurífera, lo que se muestra en el Cuadro 4.3

Cuadro 4.7 Reservas minerales

RESERVAS	VOLUMEN m ³	LEY g/TM
PROBADAS	4 548 389.6	0,218
PROBABLES	2 274 194.9	0,218
TOTAL	6 822 584.5	0.218

CAPÍTULO V

PLANEAMIENTO DE MINADO

Es el proceso de planificación, el que permite identificar y pronosticar el que hacer, el modo de alcanzar los objetivos de la empresa, junto con los presupuestos, los planes de venta, los programas de inversión, las estimaciones de recursos y otros.

En la etapa de planificación la empresa minera, precisa los resultados deseados y se programan las actividades con sus tiempos y sus recursos asociados, con el propósito de concretar la misión. Particular importancia en el ámbito minero, constituye todo el proceso de generación de planes mineros de producción, en atención a la definición de tonelajes a tratar, asociadas a sus leyes, parámetros que establecen los rendimientos económicos del negocio minero.

La planificación se puede entender también como un desarrollo racional, mediante el cual los recursos humanos, físicos, financieros son orientados hacia la materialización de un objetivo previamente definido. Dicho de otro modo, es investigar (para generar opciones), elegir (una de ellas) y preparar las tareas pertinentes para materializar aquello que se desea realizar.

Estos conceptos de la planificación como herramienta de gestión son fundamentales y es la encargada de definir el plan minero de producción. Dicho plan identifica el origen, la cantidad y la calidad de material a procesar, que esta expresada en el cálculo

de reservas y el Cut-Off., a partir de ella se elaboran las estrategias, tiempos y recursos requeridos para la materialización de lo programado.

5.1 Planeamiento a corto plazo

La responsabilidad principal de esta área es la de maximizar el flujo de caja anual de la empresa a través de una implementación exitosa del plan de minado anual en el campo, interactuando y tomando decisiones con las áreas involucradas, de manera que estas sean correctas y oportunas donde aspectos claves de liderazgo son requeridos en los supervisores de esta área, además de contar con experiencia básica en el área de operaciones mina.

En el plan de minado de explotación, que comprende un período de un (1) año; se considera los avances reales de extracción de la morrena, especificando los metros cúbicos y leyes de oro en (g/m^3) para el período señalado de un año o menos: semestre, trimestre, mes, semanas y días. Para el presente proyecto minero Ancocala se propone una producción de $1\ 600\ \text{m}^3/\text{día}$ en 3 unidades de Shutes, con un ritmo de producción de 3 guardias de 6 horas efectivas por día, 25 días, de trabajo por mes. Los cálculos se especifican en el Cuadro 5.8

Cuadro 5.8 Planeamiento a corto plazo

Periodo	m^3	Ley (g/m^3)
Anual ⁽¹⁾	461 700	0,218
Semestral	230 850	0,218
Trimestral	115 425	0,218
Mensual	38 475	0,218
Día	1 539	0,218

5.2 Planeamiento a mediano plazo

Son las actividades planificadas para 9,0 años de producción, en concordancia a la vida útil de la mina, como se puede ver en el siguiente Cuadro 5.9, calculada en base a las reservas probadas. En el proyecto de explotación aurífera Ancocala se explotarán

4'548 389,6 m³ de gravas auríferas con una ley de 0,218 g/m³, lo que significa un trabajo de 9 años.

$$\text{Vida útil de la Mina} = \frac{\text{Reservas probadas}}{\text{Producción anual}}$$

$$\text{Vida útil de la mina} = \frac{4\,548\,389,6 \text{ m}^3}{461\,700 \text{ m}^3/\text{año}} = 9,85 \text{ años}$$

Cuadro 5.9 Programa de producción anual

Años	Mes/año	m ³ /mes	m ³ /año	Acumulado	Ley g/m ³
1	12	38 475	461 700	461 700	0,218
2	12	38 475	461 700	923 400	0,218
3	12	38 475	461 700	1 385 100	0,218
4	12	38 475	461 700	1 846 800	0,218
5	12	38 475	461 700	2 308 500	0,218
6	12	38 475	461 700	2 770 200	0,218
7	12	38 475	461 700	3 231 900	0,218
8	12	38 475	461 700	3 693 600	0,218
9	12	38 475	461 700	4 155 300	0,218
Total			4 155 300		0,218

5.3. Plan de minado

Un plan de minado no es simplemente un diseño de la extracción de materiales dentro de un límite de excavación y la programación de la producción; es la determinación de las metas y objetivos de una empresa y la selección a través de un sistema de alternativas, políticas, programas y procedimientos, para el logro de las mismas.

Con el plan de minado se busca la optimización de la producción, al minimizar los costos de operación del proyecto minero Ancocala y maximizar las utilidades que se obtengan de la extracción del oro en los yacimientos auríferos.

En la planificación y explotación de la grava aurífera en el proyecto minero Ancocala, se ha tomado en cuenta, previamente, la aplicación de la cadena de valores como exploración, modelo geológico, modelo de leyes, continuando con el diseño y planificación de bancos, programa de producción y procesamiento.

En el yacimiento, mediante el plan de minado se busca:

- Evaluar la cantidad y calidad del producto final de la grava aurífera (morrenas) y de los fluvio-glaciares, para la extracción del oro.
- Establecer el programa de producción mensual, trimestral, anual y el tiempo de vida de la mina (corto plazo, mediano plazo y largo plazo)
- Permitir la recuperación de las inversiones y garantizar la rentabilidad.
- Cumplir con los compromisos de la Concesión Minera Ancocala con terceros (compradores, acreedores y tributarios); así como con la protección ambiental y las adecuadas relaciones sociales.

5.4 Programa de producción

Definido la ubicación, cantidad y ley de reservas de mineral se ha planeado trabajar en tres frentes de trabajo conocidos como; tajo san Jorge, tajo san Antonio, y tajo san José, y posteriormente el tajo Santa Marta la configuración final de los tajos dentro de una superficie de minado de 34,28 hectáreas, con una profundidad máxima de 12 metros con respecto del nivel del suelo de la topografía original.

El volumen total de grava aurífera que se planea manejar entre estos tajos extenderá las operaciones por nueve años hasta el agotamiento de las reservas de mineral de grava aurífera.

Según el cronograma del planeamiento de minado del sistema de explotación mecanizado, se moverá un total de 461 700 m³/año, de material aurífero, con una ley promedio de 0,218 g/m.³ Ver Cuadro 5.10

Cuadro 5.10 Programa de producción mensual.

Mes	Días/mes	m ³ /día	m ³ /mes	Acumulado	Ley (g/m ³)
1	25	1 539	38 475	38 475	0,218
2	25	1 539	38 475	76 950	0,218
3	25	1 539	38 475	115 425	0,218
4	25	1 539	38 475	153 900	0,218
5	25	1 539	38 475	192 375	0,218
6	25	1 539	38475	230 850	0,218
7	25	1 539	38475	269 325	0,218
8	25	1 539	38 475	307 800	0,218
9	25	1 539	38 475	346 275	0,218
10	25	1 539	38 475	384750	0,218
11	25	1 539	38 475	423 225	0,218
12	25	1 539	38 475	461 700	0,218
Total		38 475	461 700		0,218

Reservas probadas : 4 548 389,6 m³.

Ley promedio recuperable : 0,218 g/m³.

Producción mensual : 38 475 m³.

5.5 Método de explotación

5.5.1 Tajo abierto-open pit

El proceso de producción consistirá en la extracción de morrenas auríferas mediante el método de explotación a cielo abierto por banqueo sucesivo.

El ciclo de minado está compuesto por; Arranque y carguío, transporte y acarreo, no se considera perforación y voladura porque realmente no será necesario dada las características del material aurífero compuesta por gravas auríferas poco consolidadas.

Para la explotación del yacimiento se emplearán excavadoras del tipo CAT-320B o similares, el transporte de material aurífero en camiones volquetes Volvo NL12 de 15

m³ de capacidad y para el carguío del material aurífero se utilizará cargadores frontales Volvo L-150D o similar.

La jornada laboral en la mina será de 3 turnos de 6 horas efectivas que hace un total de 18 horas por día, la fuerza laboral estará compuesta por 25 personas entre profesionales, técnicos y obreros. Los mismos que percibirán una remuneración según escala remunerativa del sector de minería y leyes vigentes; en cuanto a la contratación del personal.

5.5.2 Ciclo de minado

Dado las características del material aurífero, compuesto gravas consolidados, no requiere el uso de explosivos para el arranque, por lo que se ha obviado en el ciclo de minado la perforación y voladura como parte del ciclo de minado.

a) Arranque y carguío

El arranque y carguío de la grava aurífera se realizará con equipos pesados que consisten en Excavadoras CAT-320 B, y cargadores frontales Volvo L150D por su versatilidad, gran capacidad de arranque y carguío, su rendimiento frente a otros equipos.

Los equipos CAT- 320 B, tienen ventaja frente a otros equipos de excavación en lo que concierne la eficiencia. En bancos altos se utilizarán dentro de los límites de seguridad dependiendo de la naturaleza del banco a trabajar.

La altura de banco es de 12,0 m el mismo que depende de la estabilidad de talud operacional y producción requerida.

Estos equipo son versátiles por que permiten arrancar material por sobre nivel de plataforma de trabajo, así como por debajo de ella.

Características del material:

- Peso insitu : 2,40 TM/m³

- Peso material removido : 1,80 TM/m³
- Porcentaje de esponjamiento : 29,73%
- Factor de esponjamiento : 0,7708

c) Transporte de mineral

El transporte de la grava aurífera desde el tajo a la planta de Beneficio (shutes), demandan eficiencia, versatilidad y rendimiento en el trabajo de transporte de mineral. Los equipos de mayor capacidad son los que ofrecen mayor productividad, con velocidad en la acumulación de la grava aurífera para el procesamiento o lavado en (shute), minimizando los costos de operación de transporte.

Las vías de transporte juegan también un papel importante para el carguío desde la zona de minado hasta la planta de lavado (chute), por lo que estas vías deberán permanecer siempre en buenas condiciones de transitabilidad, en función a las exigencias de operación de transporte, se ha seleccionado el transporte por camiones volquete tipo volvo NL-12 de 15m³ por su disponibilidad, versatilidad, y eficiencia frente a otros equipos como las fajas transportadoras.

5.6 Instalación de shute

La instalación del chute se efectuará sobre una base enrocada con puntales de eucalipto, rellena y reforzada con ripio del lugar; la descarga del equipo poseerá una compuerta por donde descargará el mineral a una parrilla fija que es un primer clasificador de la grava aurífera.

El shute o la planta de tratamiento de la grava aurífera para la recuperación del oro metálico se encuentra ubicado a una distancia promedio de 1 200 metros lineales desde el frente del yacimiento de Ancocala.

Para su construcción es necesario ubicar el lugar apropiado de manera que debe cumplir lo siguiente:

Las características del chute son:

Cantidad	03
Capacidad	60 m ³ /h.
Sección horizontal	(sup.10' x 18')
Altura recta menor	10'
Altura recta mayor	15'
Sección de descarga	2' x 2' (con compuerta)

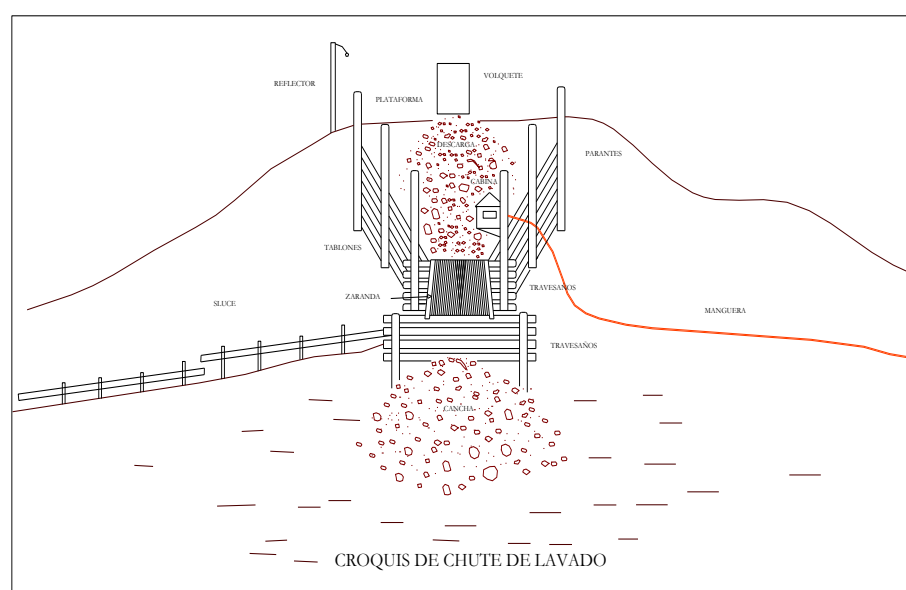


Figura 5.2 Croquis del chute de lavado y la parrilla fija

Fuente : Según manual de minería 2011

Los trozos de tamaño menor a 1/8" (<1/8") con contenido de oro pasaran a las canaletas o sluices para la recuperación del metal valioso.

Los trozos de mayor tamaño a 1/8" (>1/8"), pasaran a formar parte de los desmontes de gruesos que serán descargados al botadero o cancha de gruesos, para la reposición o cierre de mina.

Las principales características de parrilla:

Cantidad	6
Tamaño	2' x 4'
Pendiente	40 %

Abertura del tamiz	1/8"
Cedazo vibratorio	3' x 6'

Este cedazo de un solo piso es alimentado por los relaves de cada canaleta o sluice. La malla del cedazo tendrá una abertura cuadrada con malla 10.

La vibración será producida por efectos mecánicos de los ejes sobre sus respectivas excéntricas. Las principales características son:

Cantidad	6
Tamaño	3' x 6'
Pendiente	15%
Abertura del tamiz	malla +10
Motor	3,5 HP.

Para prolongar la duración de la malla se le hace rotar, para variar el lugar del golpeteo de la descarga y de esta manera la parte que antes recibía todo el golpe de la carga después de 30 días actúa como punto de salida.

También se consigue un buen mantenimiento con una constante lubricación de los cojinetes a través de graseras a presión y selladas a fin de evitar el ingreso del polvo.

5.7 Requerimiento de máquinas y selección de equipos

Para la selección de equipos se ha considerado lo siguiente:

Características del yacimiento

- Cálculo del movimiento de material
- Planeamiento de minado
- Marca, rendimiento y capacidad de equipos.

Para seleccionar excavadoras se ha considerado los siguientes equipos, que a continuación se especifica en el Cuadro 5.11

Cuadro 5.11 Selección de equipos de excavadoras

MARCA	MODELO	CAPACIDAD DE CUCHARA (m ³)
CAT	320 DL	1,40
CAT	320B	1,50
JCB	L-200JS	1,40

Fuente: Manual de CAT. 2012

Para seleccionar cargadores frontales se ha considerado los siguientes equipos: Tales Como 3 equipos mínimo de diferentes marcas como se puede apreciar en el Cuadro 5.12

Cuadro 5.12 Selección de equipos de cargadores frontales

MARCA	MODELO	CAPACIDAD DE TOLVA (m ³)
VOLVO	L-150 D	3,5
CAT	T-950F	2,2
KOMATSU	L-850E	3,2

Fuente: Manual de KOMATSU. 2012

Para seleccionar volquetes se ha considerado los siguientes equipos: 3 equipos como mínimo ver Cuadro 5.6

Cuadro 5.13 Selección de equipos de volquetes

MARCA	MODELO	CAPACIDAD DE TOLVA (m ³)
VOLVO	FM - 440	15
VOLVO	NL - 12	15
VOLVO	N -10	15

Fuente: Manual de Volvo. 2011

Considerando las características de cada uno de los equipos en mención se ha seleccionado los siguientes equipos esto teniendo en consideración la zona de trabajo y capacidad de equipo, ver Cuadro 5.11

Cuadro 5.14 Equipos seleccionados para el trabajo

EQUIPO	MODELO	CANTIDAD	CAPACIDAD (m ³)
Excavadora	CAT 320B	02	1,5
Cargador frontal	VOLVO L-150D	02	3,5
Volquete	VOLVO NL-12	04	15

Fuente: Manual de CAT. 2011

A. Excavadoras

Para el arranque del material insitu de grava aurífera del yacimiento Ancocala, se ha seleccionado como equipo principal de minado máquinas excavadoras Marca CAT-320B, ver Cuadro 5.9 por su mayor productividad frente a otros equipos, por su capacidad de corte hasta 9,0 m, su capacidad de excavación hasta 6,0 m.

(Ver Anexo N°4)

a) Determinación de la producción por día

- Características del material aurífero:

-Peso del material in situ 2,40 TM/m³

-Peso del material removido 1,85 TM/m³

-Porcentaje de esponjamiento:

$$\%S = \left(\frac{W_{insitu}}{W_{suelto}} - 1 \right) \% = \left(\frac{2,40}{1,85} - 1 \right) \% = \mathbf{29,73\%}$$

- Factor de esponjamiento: 29,73% es igual al 3%.

Cuadro 5.15 Características y condiciones de trabajo

CAT- 320 B	Especificaciones
Motor	CATERPILLAR Modelo 3066 T, 6 cilindros
Potencia máxima (rpm); Kw	(1800) ; 96
ISO 9249, SAE J1349 neta, Kw (CV)	125 (168)
Torque máximo del motor a r/s (rpm)	2 x 210
Máxima velocidad de desplazamiento	Lo: 3.4 km/h Hi: 5.5 km/h
Circuito de viaje	4980 psi
Circuito de balanceo y giro	3980 psi
Circuito de piloteo o maniobra	600 psi
Capacidad nominal de cuchara: yd ³ ; m ³ ; Ton	1,96; 1.50; 12.50
Peso en operación kg.	19,400
Sobre 02 orugas ft, mm	13'4" x 6'10" (4075 x 600)

Fuente: Catalogo CAT. 2011

b) Cálculo del N° de excavadoras requeridos para la operación:

$$1539 \times 1/3 \left(\frac{1gd}{6horas} \right) = 85,5 \text{ m}^3/\text{hora.}$$

El ciclo de operación está dividido en 3 guardias por día, cada guardia es de 6 horas efectivas.

Cálculo de capacidad de cuchara:

$$P \text{ (m}^3 \text{ s/h)} = \frac{60 \times C_c \times E \times F \times R}{T_c} \times DM$$

Donde:

C_c = Capacidad de cuchara

R = Factor de remoción terreno natural (0,70)

E = Factor de eficiencia (0,85)

F = Factor de llenado de la cuchara (0,85)

T_c = Ciclo de una cuchara (0,35min)

DM = Disponibilidad mecánica (0,85)

$$85,5 \text{ m}^3 / \text{hora} = \frac{60 \times C_c \times 0,85 \times 0,85 \times 0,70}{0,35} \times 0,85$$

($C_c = 1,21 \text{ m}^3$ (capacidad de cuchara))

El resultado nos indica que se requiere una excavadora con una capacidad de cuchara de $1,5 \text{ m}^3$. El mismo que existe en el mercado con esta capacidad de cuchara, por tanto se ha seleccionado 02 excavadoras con esta capacidad de $1,5 \text{ m}^3$.

B. Camiones – volquete

Para el transporte de la grava aurífera de tajo a chute, se hará mediante camiones-volquete, de 15 m^3 , por su disponibilidad, versatilidad, y rendimiento. De acuerdo a él plan de minado, se deberá transportar por día: $1\ 539 \text{ m}^3/\text{día}$, en una altitud media de $4\,820 \text{ m.s.n.m.}$

Para la determinación de número de camiones previamente se deberá determinar:

- Longitud del segmento de acceso o carretera.
- Pendiente de acceso o carretera.
- Peso del camión con y sin carga.
- Velocidad promedio: Teniendo en cuenta el producto de la velocidad
- Máxima con el factor de velocidad.
- Calcular el tiempo de viaje.

a) Características y condiciones de trabajo.

- Capacidad 15 m^3
- Disponibilidad mecánica de 80%, y las horas netas de operación (300 días/año*18hr/día): 5 400 horas por año.

- Rampas de acceso y trabajo, de 12 metros de ancho mínimo, con gradientes máximas de 8%.

- Parámetros de:

Eficiencia de rendimiento	:	75%
Factor de carguío	:	95%
Factor de esponjamiento	:	0,6487

b) Distancia del recorrido

Estando identificados y cartografiados los afloramientos para iniciar la explotación de las gravas, se procedió al trazado de las vías de accesos principales, para el transporte del mineral (desde la zona de minado hasta la planta de beneficio) y otro acceso para el transporte de relaves (desde la planta de beneficio hasta la zona de botaderos de desmonte); con una sola alternativa sobre el plano de minado con las verificaciones sobre el terreno.

Dicho acceso se encuentra dentro del yacimiento a explotar, y es el comprendido entre los inicios de frente de extracción y la planta de beneficio (shute), el mismo que alcanza una distancia máxima de 1 200 metros.

Distancia entre la cantera a la planta de lavado shute = 1 200 m

c) Tiempo por ciclo de arranque, carguío, transporte

Se calcula primero el tiempo total por ciclo de operación; remoción-extracción, carguío y transporte, según catálogos de equipos mecánicos, el cargador frontal Volvo modelo L150D con capacidad de 3,50 a 4,50 metros cúbicos es recomendable utilizar, para esta operación, pero como la morrena aurífera es insipientemente consolidada por tanto necesita remover o preparar, lo que dificulta su trabajo al equipo y siendo el excavador más versátil y mejor rendimiento se trabajara con un equipo de estas características. Para lo cual se ha tomado los datos en campo para el ciclo de operación ver Cuadro 5.10. El equipo de excavación deberá tener una capacidad de cuchara de 1,50 m³.

Cuadro 5.16 Ciclo de operación camión volquete

ITEMS	TIEMPO Minutos
Tiempo de ida con carga del camión volquete	14,0
Tiempo de vuelta sin carga del camión volquete	10,0
Tiempo de arranque y carguío del mineral	4,0
Tiempo de descarga del mineral	2,0
Tiempo total por ciclo	30,0

d) Cálculo de producción diaria por camión

Eficiencia de rendimiento	: 80%
Factor de carguío	: 95%
Factor de esponjamiento	: 0,6487

Número de viajes por hora:

$$\text{N}^\circ \text{ de viajes/hora} = \frac{60 \text{ min/h}}{30 \text{ min./viaje}} = 2,0 \text{ viajes/hora.}$$

$$\text{Producción/día} = 2,0 \text{ viajes/hora} \times 18 \text{ horas/día} \times 15 \text{ m}^3/\text{camión} = 540 \text{ m}^3/\text{día.}$$

Producción real diaria

Factor de carguío : 95%

$$\text{Producción real diaria} = 540 \times 0,95 = 513 \text{ m}^3/\text{día} - \text{volquete}$$

Cálculo de producción diaria por tres volquetes

$$513 \text{ m}^3/\text{día-volquete} \times 3 \text{ volquetes} = 1\ 539 \text{ m}^3/\text{día}$$

La producción diaria (plan de minado), es de 1 539 m³

$$\text{N}^\circ \text{ de volquetes} = \frac{1\ 539 \text{ m}^3/\text{día}}{513 \text{ m}^3/\text{día} - \text{volquete}} = 3,0 \text{ volquetes.}$$

Por tanto para la producción de $1\,539\text{ m}^3/\text{día}$, se requiere 03 volquetes, y 01 volquete en stand by.

C. Cargadores frontales Volvo L -150D

Se utilizará para el carguío del material aurífero y limpieza de los desmontes o relaves gruesos y finos.

Para determinar la capacidad del cargador frontal, se ha considerado la producción máxima requerida ($1\,539\text{ m}^3/\text{día}$).

El cálculo se efectúa para 6 horas efectivas de trabajo por turno de 8 horas nominales.

En el planeamiento de minado se ha considerado realizar las operaciones en turnos por día.

a) Características.

Las especificaciones técnicas de cargador frontal Volvo L-150D de capacidad de cuchara de $3,5\text{ m}^3$, se muestra en el Cuadro 5.10

Cuadro 5.17 Especificaciones técnicas del cargador frontal

L150D	Especificaciones
Motor	Volvo D12D LA C2 Stage III A/Tier 3
Potencia máxima a, r/s (rpm)	23,3 – 26,7 (1 400 – 1 600)
SAE J1995 bruta, kW (CV)	235 (320)
ISO 9249, SAE J1349 neta, kW (CV)	234 (318)
Torque máximo del motor a r/s (rpm)	20 (1,200)
SAE J1995 bruto, Nm	1,700
ISO 9249, SAE J1349 neto, Nm	1,690
Fuerza de arranque, kN (lbf)	204.9 (34,61)
Fuerza de arranque, kN	214,7
con cuchara, m ³ (yd ³)	3,5 (4.57)
Carga de vuelco, giro total, kg (lb)	15,70 (39,840)
Capacidad de la cuchara, m ³ (yd ³)	3.5-4.5 (4.57-5.88)
Garras para troncos, m ² (ft ²)	1.6-3.7 (17.2-39.8)
Peso operativo, t (lb)	26.0-29.0 (57,320-63,930)
Neumáticos	26.5 R25 775/65 R29

Fuente: Catálogo Volvo 2012.

b) Determinación de producción por hora (m³/h):

La producción diaria que se debe alcanzar es de 1 539 m³/día, entonces la producción por hora que se debe alcanzar para cumplir las metas será:

$$1\ 539 \times \frac{1}{3} \left(\frac{1 \text{ día}}{6 \text{ horas}} \right) = 85,5 \text{ m}^3/\text{hora}$$

c) Cálculo de capacidad de cuchara requerida.

Calcular la capacidad de cuchara requerida nos permite seleccionar el equipo.

Para el cálculo de capacidad de cuchara usamos la expresión siguiente:

$$p(\text{m}^3 \text{ s/h}) = \frac{60 \times C_c \times E \times F}{T_c} \times \text{DM}$$

Donde:

C_c = Capacidad de cuchara

E = Factor de eficiencia (0,75)

F = Factor de llenado de la cuchara (0,85)

T_c = Ciclo de una cuchara (0,75min)

DM = Disponibilidad mecánica (0,70)

$$85,5 \text{ m.c / Hora} = \frac{60 \times C_c \times 0,75 \times 0,85}{0,75} \times 0,70$$

$$C_c = 2,49 \text{ m}^3$$

De donde la capacidad calculada de cuchara es $2,49 \text{ m}^3$.

d) Cálculo de número de cargadores con capacidad de cuchara de $3,5 \text{ m}^3$.

Considerando la disponibilidad de equipos en el mercado con capacidad de cuchara ($3,5 \text{ m}^3$), eficiencia de 0,70, factor de llenado 0,80.

Se requiere de 02 Cargadores Frontales con una capacidad de cuchara de $3,5 \text{ m}^3$.

Rendimiento del cargador de $3,5 \text{ m}^3$, es de $127,05 \text{ m}^3/\text{h}$.

El cargador frontal más adecuado y recomendado es el que tiene una capacidad de cuchara de $3,5 \text{ m}^3$, con una capacidad efectiva de llenado al 80%.

Se considera el factor de llenado del cucharón al 80% para grava aurífera bien removida Y fragmentada. Para lo cual podemos ver en los Cuadros 5.11, 5.12, 5.13 y 5.14.

Cuadro 5.18 Eficiencia del cargador frontal.

<i>CONDICIONES DE TRABAJO</i>	<i>CALIDAD DE ORGANIZACIÓN</i>			
	<i>EXCELENTE</i>	<i>BUENA</i>	<i>REGULAR</i>	<i>DEFICIENTE</i>
Excelente	0,83	0,80	0,77	0,77
Buena	0,76	0,73	0,70	0,64
Regular	0,72	0,69	0,66	0,60
Mala	0,63	0,61	0,59	0,54

Fuente: Catálogo CAT 2012

Cuadro 5.19 Capacidad de cucharón.

CAPACIDAD DEL CUCHARÓN
3,5 m ³ (4,5 yd ³)

Fuente: Catálogo CAT 2012

Cuadro 5.13 Análisis comparativo de carguío y acarreo

Equipo	Capacidad de cuchara	Capacidad efectiva
Cargador L180F	4,5m ³	3,6 m ³
Cargador L180F	4,5m ³	3,6 m ³
Cargador L150D	3,5 m ³	2,8 m ³

Fuente: Catálogo CAT 2012

Cuadro 5.20 Requerimiento de máquinas

Descripción	Cantidad Para 1 539 m³/día
Excavadora CAT -320 B	2
Cargador frontal Volvo L-150D o similar	2
Camión volquete Volvo NL- 12 o similar	4
Motobomba Ø 4"x4" de 35 HP	8

5.8 Equipos, herramientas e insumos.

A. Herramientas e insumos

Para poder realizar nuestra operación de mina es necesario contar con las herramientas adecuadas y equipos, para ello se muestra el siguiente Cuadro 5.15

Cuadro 5. 21 Equipos y herramientas para la explotación

EQUIPOS	Unidad	cantidad
Grupo electrógeno de 30 Kw.	Unid	01
Camioneta 4x4	Unid	01
Bombas de 4" x 4", motor de 35 HP	Unid	8
Equipos de seguridad para personal	Unid	10
Kit Equipo de primeros auxilios	Unid	02
HERRAMIENTAS		CANTIDAD
Lampas	Unid	08
Picos	Unid	06
Carretillas	Unid	06
Barretas	Unid	04
Parrillas con luz de ½"	Unid	04

5.9 Fuerza laboral y abastecimiento de recursos

En el cuadro analítico de personal adjunto, se detalla el número de servidores considerados para el trabajo de explotación, se requiere un total de 26 trabajadores entre profesionales, técnicos y obreros, ver Cuadro 5.16. Los mismos que percibirán una remuneración según escala remunerativa del sector de minería y leyes vigentes; en cuanto a la contratación del personal.

Cuadro 5.22 Requerimiento de recursos humanos

CARGO	PROFESION/OCUP.	N°
Jefe de Producción	Ing. Minero/Metalurgista	01
Jefe de Seguridad	Ing. Geólogo / Minero	01
Administrador	Administrador	01
Supervisores	Técnicos	03
Operador excavador	Técnico operador	03
Operador de cargador frontal	Técnico operador	03
Operador de volquete	Técnico operador	09
Capataz de mina	Técnico	03
Mantenimiento de equipos	Técnico	02
Total trabajador		26

5.10 Diseño de límites de minado

5.10.1 Caracterización del suelo

El área mineralizada de la concesión Ancocala se emplaza sobre la planicie de Oriental compuesta por material fluvio – glacial con importantes concentraciones de oro, tiene una superficie de 34ha aproximadamente, con un espesor de 20.0-24.0m.

El material aurífero en Ancocala forma una cuenca con el eje orientado de NE-SW y profundidad máxima en el centro de 24,0 m.

Para el diseño del tajo abierto se ha tenido en cuenta, la investigación geológica mediante la que se determinó el modelo del yacimiento con todas sus características litológicas y estructurales; la geometría del tajo final; la planificación de las labores y el control previo de la calidad de los minerales; en suma, la rentabilidad económica. Con las diversas variaciones de información de leyes se propuso que la grava aurífera rentable tiene una ley recuperable de 0,218 g/m³. Una profundidad máxima de 14,0m.

a) Factores geológicos

La evaluación del potencial aurífero en el área de Ancocala requirió cumplir con; identificar y delimitar las zonas de mayor concentración de oro, determinar los parámetros cualitativos y cuantitativos de; formas, extensión y dimensiones del cuerpo mineralizado, características físico – químico de la matriz aurífera.

Entre los principales factores geológicos que determinan el límite de minado se tienen; el tamaño, forma, inclinación límites de mineralización, contenido de mineral útil, estabilidad de suelo, ciclo de minado.

En base a los estudios geológicos se ha determinado un área de minado y reservas, que encierra una superficie de 34 286 ha.

El límite final de explotación de la grava aurífera por tajo, se ha diseñado, considerando toda el área como un solo bloque, debido a que la mineralización se presenta en una franja fluvio-glaciar con una potencia de 12,0m.

b) Condiciones geotécnicas

La textura interna de los cuerpos depende del proceso de transporte y deposición del material detrítico que caracteriza la organización granulométrica. se puede distinguir dos tipos de material:

Morrénico

Con la textura caótica, clasificación granulométrica prácticamente ausente y el preponderante material fino típicamente mezclado con los gruesos de tamaño arena, cantos de grava y pedrones que pueden sobrepasar varios metros de diámetro. Este detritus no clasificado puede demostrar leve estratificación en la macro – escala que se debe mayormente al cambio de la composición litológica y menos al cambio de granulometría.

Fluvioglacial

Con textura en principio caótica pero con frecuentes intercalaciones de lentes del material clasificado, una fuerte disminución del material fino (arcilloso) y ausencia de pedrones superiores a +/- 1,0 m. El aspecto en macro – escala es frecuentemente lenticular y las transiciones granulométricas son típicas.

c) El análisis granulométrico

Las características granulométricas de las gravas morrenicas son bien distintas de las del origen fluvioglacial. Aunque se pueden encontrar bloques que sobrepasan el diámetro de 3,0 m. En promedio más del 96% del material morrenico está compuesto de fragmentos menores de 125 mm y la fracción de <16mm representa el 75% de la masa total. La cantidad promedio de arcilla (<63micrones) es 25% y puede variar hasta 65%. Al contrario el material fluvioglacial contiene en promedio solo 6% de arcilla, la fracción de <16 mm esta disminuida al 55% y la cantidad de cantos de >125 mm aumenta.

El efecto de cementación debido al alto contenido de arcilla es el factor principal de la consolidación y gran estabilidad de las morrenas tanto en cortes naturales como en tajos abiertos.

En cuanto a la composición de “arcilla” se investigaron tanto la granulometría como el carácter mineralógico de la fracción de 63micrones. Se determinó que la “arcilla” no contiene en realidad ningún mineral del grupo de arcillas sino que se trata exclusivamente de harina de roca finamente molida.

La densidad de grava insitu promedio determinado es de 2,25 TM/m³, la humedad en el periodo seco es normalmente de 3-5%.

Esta disminuye con la profundidad como la penetración de las lluvias es en general débil por el alto contenido de arcilla y grado de compactación.

Los factores de esponjamiento seco (al aire) muestra un amplio rango de variación siendo en promedio de 57% para amontonadas y 15% para compactadas.

El diseño de open pit (tajo), contempla la propuesta de accesos, botaderos y rampas, control de la recuperación del oro, elaboración del programa de producción y la propuesta de necesidades de inversión para adquisición de nuevos equipos, para las operaciones de carguío, acarreo y servicios.

d) Estructura y morfología del yacimiento

El yacimiento tiene la forma de un horizonte alargado se extiende de NE-SW, con una longitud de 939,34 m. de largo y de 365 m, de ancho promedio, con un desnivel en la parte alta, respecto a la parte baja de 4,30 m. de altura.

Dentro de la concesión minera como un cuerpo mineralizado, la profundidad promedio reconocida es de 24,0 m, la explotación del yacimiento se iniciara en la parte Este del yacimiento donde se encuentra mejor expuesta la estructura mineralizada.

Las gravas del área en estudio se encuentra insipientemente consolidadas con contenidos de arcilla; debido a la condición climatológica se alteran las propiedades iniciales de la grava.

Para lograr una caracterización de la grava aurífera, se realizaron mapeos geo-mecánicos en áreas de afloramientos de las morrenas, con el fin de poder determinar cualitativamente las características del yacimiento.

e) Factores económicos

Entre los factores económicos que se consideran se tiene; la reserva de mineral, costos de explotación, perdidas de mineral, dilución del contenido útil, financiamiento de las operaciones, personal calificado, disponibilidad de equipos.

f) Factores ambientales

Situación geográfica, condiciones climáticas, cobertura vegetal, ubicación de botaderos, motivación, afectación del entorno, entre otros.

5.10.2 Límites de minado

Para establecer los límites de explotación del yacimiento en la concesión minera Ancocala, se estableció un modelo geológico del yacimiento, considerando las reservas de mineral, condiciones geotécnicas, condiciones medio ambientales, que determinan la viabilidad técnica-económica del proyecto.

El método de explotación a tajo abierto a emplearse en una operación minera en superficie, consistente en extraer volúmenes de gravas auríferas, efectuando para ello excavaciones (tajo), formando bancos de 12.0m que cada vez se profundizan hasta llegar a 18.0m, para extraer todas las gravas y arenas que contienen oro de manera rentable.

El tajo final tiene 12.0m de profundidad, compuesta por dos bancos de 6.0m de altura cada una, íntegramente, con contenido aurífero.

El ángulo del tajo final ha sido determinado en 68° , luego de haber realizado pruebas de geo mecánica In-situ, innumerables visitas de campo para constatar la información que se tenía y sus resultados.

Es preciso mencionar que la operación de explotación del pit no generara desmonte, antes del proceso de lavado, sino únicamente luego de lavado de material aurífero.

5.11 Análisis de parámetros de diseño**A. Operativas**

a) Altura de banco

Establecidos a partir de las características de los equipos y de la grava aurífera.

b) Ancho de plataforma de trabajo

Es el ancho mínimo necesario para el movimiento de todas las máquinas que trabajan en él, simultáneamente.

c) Ángulo de inclinación del banco

Está en función del tipo de suelo y de la altura de banco previamente definido.

Para determinar las características geométricas de los bancos, se cumplió con la recomendación que indica la oficina técnica de Ananea, Para lo cual se puede apreciar el grafico 5.18 que es resultado de ensayos de mecánica de suelos, in situ (en el material a explotar), cotejados con ensayos de terrenos similares en áreas cercanas (otros proyectos) y la experiencia propia.

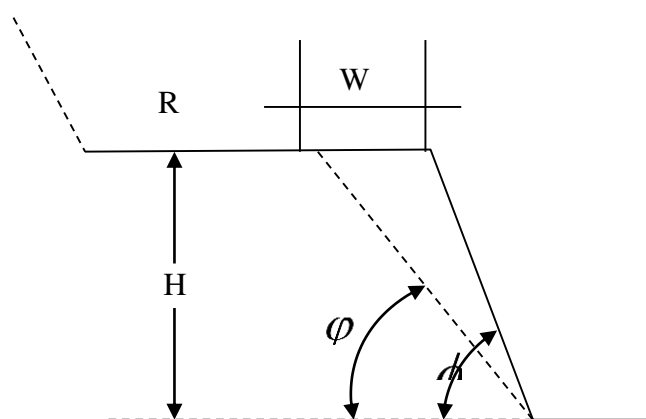


Figura 5.3 Parámetros de diseño de banco de operación

Fuente : Manual de minería 2012.

Donde:

- H: Altura de banco : 10,0 m. como máximo
- R: Ancho de la Rampa : 12,0 m. mínimo
- W: Ancho de berma : 6, 5 m.
- Gradiente de rampa : 0 a 8%
- ϕ Ángulo del talud de trabajo : 72°
- ϕ Angulo del talud final : 68°

d) **Bermas de seguridad**, empleadas como áreas de protección al detener y almacenar los materiales desprendidos de bancos superiores.

Las bermas deben tener un ancho mínimo que detenga caídas de clastos de roca, con un bordillo de retención que impida el desplazamiento horizontal y la rodadura de rocas. (H, altura de Banco)

Ancho mínimo:

$$W = 4,5 + 0,2 H \text{ (m)}$$

$$W = 4,5 + 0,2 \times 10$$

$$W = 6,5 \text{ m.}$$

e) **Pistas y rampas**, condicionadas por la geometría del yacimiento, la secuencia de explotación aplicada, y normas de seguridad.

Es necesario tener en cuenta en el diseño de la rampa los siguientes parámetros:

- Ancho máximo del camión
- Número de carriles
- Bolillos de protección
- Separación mínima entre vehículos

Entonces el ancho mínimo de la rampa está dado por:

$$R = B + \left(\frac{A(3n+1)}{2} \right)$$

Donde:

R = Ancho mínimo de la vía

A = Ancho máximo del camión

B = Ancho del bolillo de seguridad

n = Número de carriles

$$R = 1,5 + \frac{[3,2 (3 \times 2 + 1)]}{2}$$

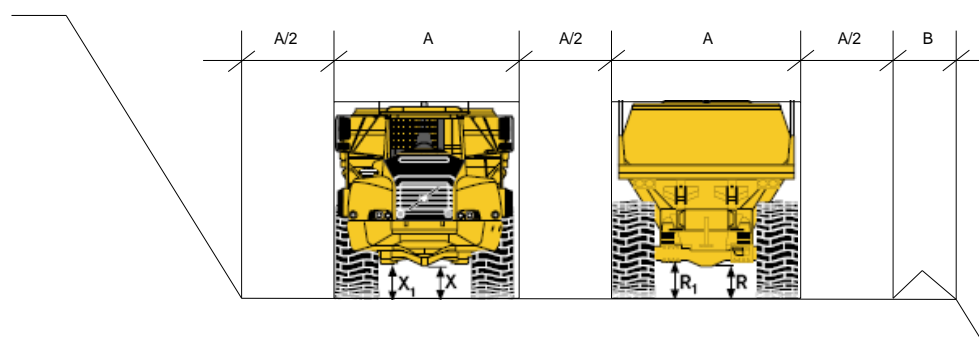
$$\mathbf{R = 12,7 \text{ m.}}$$

El ancho de las rampas variará de 13,0 a 14,0 m. con una pendiente máxima de 8%

Cálculo ancho de vía doble.

Ancho de la carretera (rampa)	=	4 x Ancho del camión	=	12,00 m
B: Bolillo de seguridad	=	1,50 x 1	=	1,50 m.
A: Ancho del camión	=	3,20 x 2	=	6,40 m.
A/2: Distancia de seguridad	=	1,60 x 3	=	4,80 m.
Total del ancho de la carretera			=	24,70 m.

- Para ello podemos ver en la Figura 5.2



DISEÑO DE VIAS Y RAMPAS DE ACCESO A LA CANTERA PARA TRAFICO DE DOS VIAS

figura 5.4 Dimensionamiento de vía

Fuente : Según Manual de minería 2012

5.12 Diseño de taludes

Talud

Es una superficie inclinada respecto a la horizontal que hayan de adoptar permanentemente las estructuras de tierra, bien sea en forma natural o como consecuencia de la intervención humana en una obra de ingeniería.

Pérdida de estabilidad global

La estabilidad global de una determinada obra se pierde cuando la tensión de corte

necesaria para mantenerla es superior a la resistencia al corte del terreno y eso ocurre, además, en una superficie de rotura, que divide a la obra en dos partes: la parte englobada entre la superficie de rotura deslizaría sobre el resto.

Ese deslizamiento puede ser brusco (movimiento de varios metros en pocos minutos) o lento o de fluencia. Que ocurra de uno u otra manera depende, principalmente de las características de terreno.

El estudio del estado límite último, y la demostración explícita que el nivel de seguridad alcanzado cumple los coeficientes de seguridad mínimos, es una tarea imprescindible del proyecto.

Las deformaciones del terreno en las zonas próximas a los desniveles o taludes pueden ser importantes y pueden dar lugar al estado límite último de estructuras situadas en su proximidad, antes de alcanzar el estado límite último de pérdida de estabilidad global, estando el talud aun en buenas condiciones de servicio.

El estudio de esas deformaciones o la ubicación de las estructuras que sean sensibles a ellas, fuera de la zona de influencia de los taludes, es un aspecto a considerar en el proyecto.

El movimiento del agua puede provocar la ruina de los taludes y de las estructuras que dependen de ellos, bien mediante erosión externa degradando su geometría, bien mediante erosión interna arrastrando materiales y provocando asentos o hundimientos locales.

Ambos procesos pueden ser considerados como causantes de un estado límite último de colapso progresivo, ya que pueden provocar la pérdida de equilibrio del propio talud o de estructuras próximas.

Por todas las consideraciones expuestas siempre será de importancia máxima analizar las condiciones del terreno donde se realicen las excavaciones.

Tipos de superficies de deslizamiento

El cálculo de la estabilidad global en suelos.- va a depender del tipo de deslizamiento, la observación de las formas de las superficies de rotura, en aquellos casos en los que se ha alcanzado el estado límite de la pérdida de estabilidad global en suelos, ha guiado el desarrollo de las distintas técnicas de análisis cuantitativo. Los tipos de superficies de deslizamiento más frecuentes pueden asimilarse, a efectos de cálculo, a uno de los tres tipos siguientes: Deslizamiento según línea de rotura planas paralela a la superficie exterior del terreno, deslizamientos circulares, deslizamiento no circulares.

- Deslizamiento según línea de rotura planas paralela a la superficie exterior del terreno.-Este tipo de rotura es frecuente en laderas naturales en las que el suelo que recubre a la roca o suelo firme subyacente desliza según una superficie que, en buenas partes de su desarrollo, es paralela al borde externo del terreno natural. El deslizamiento se puede producir por obras de excavación o por obras que aumenten la carga, produciéndose entonces el deslizamiento de la carga añadida.
- Deslizamientos circulares.-son típicos en formaciones de suelos homogéneos.

El deslizamiento como sólido rígido de la zona superior sobre la inferior a lo largo de una línea circular es el único movimiento cinemáticamente posible, incluyendo, evidentemente, los deslizamientos planos como caso límite.

Según las superficies de rotura sean más o menos profundas, los deslizamientos circulares se pueden producir mediante “círculos de talud” que intersectan a este parcialmente, mediante “círculos de pie” que pasan por el pie del talud o mediante “círculos profundos” que intersectan a la obra más allá del pie de talud.

En suelos heterogéneos, ya sean taludes de excavación o taludes de relleno, las líneas de rotura suelen parecerse a estas de sección circular, de manera que la hipótesis de rotura según este tipo de líneas es adoptada en la mayoría de situaciones. Esto no excluye el tanteo de otros tipos de líneas de rotura en aquellos casos en los que la disposición del terreno indique otras posibles formas, no circulares.

Para el presente caso, se ha observado que el tipo de superficie de deslizamiento que caracteriza al suelo en que se desarrollara el proyecto de explotación de gravas auríferas Ancocala corresponde a superficies de deslizamientos_circulares.

Determinación del factor de seguridad

El análisis de estabilidad de un talud no es tarea fácil, sin embargo la Oficina Técnica de Ananea, del Ministerio de Energía y Minas cumpliendo con los objetivos del Plan de Acción contenido en el D.S. 034-2007-EM, ha propuesto la evaluación de las variables, tales como la estratificación de las gravas auríferas y sus parámetros de resistencia cortante resultante, una tarea formidable determinando la infiltración a través del talud y la selección de una superficie de deslizamiento potencial.(bancos de 10.0m, de altura).

Para determinar las características geométricas de los bancos, se cumplió con la recomendaciones técnicas, que ha resultado de ensayos de mecánica de suelos, in situ (en el material a explotar), cotejados con ensayos de terrenos similares en áreas cercanas (otros proyectos)

Parámetros de diseño:

H:	Altura de banco	: 12,0 m. como máximo
R:	Ancho de la Rampa	: 12,0 m. mínimo
W:	Ancho de berma	: 6,5 m.
	Gradiente de rampa	: 0 a 8%
	φ Ángulo del talud de trabajo	: 72°
	φ Angulo del talud final	: 6

La tarea del ingeniero encargado de analizar la estabilidad de un talud es determinar el factor de seguridad. En general, el modelamiento del talud con el factor de seguridad se define como:

$$FS_s = \frac{\tau_f}{\tau_d} \quad (1)$$

Donde:

FS_s = Factor de seguridad con respecto a la resistencia

τ_f = Resistencia cortante del suelo

τ_d = Esfuerzo cortante promedio desarrollado a lo largo de la superficie potencial de falla.

5.13 Características de botadero.

Como consecuencia de la explotación de gravas auríferas a tajo abierto en la Mina ancocala, ubicado en el paraje Oriental, se genera desmontes, consistente en grava gruesa lavada de tamaño mayor a 1" (guijarros), Este material se almacena en botaderos.

Los botaderos se emplazan sobre suelo de apoyo geo mecánicamente muy competente, en una topografía con pendiente bastante suave sobre una llanura fluvio – glacial, la base de los botaderos es bastante firme compuesta por material gravoso, seco. La conformación de los botaderos se realiza en forma secuencial de manera ascendente con el apoyo de cargadores frontales por volteo.

El material que va hacia los bordes del botadero por tratarse de material fresco contiene bastante agua por lo mismo los bordes y el talud de botadero se torna inestable, condición que va cambiando a medida que el agua escurre el talud se estabiliza conforme pasa el tiempo, otro factor que en cierta medida estabiliza el talud es la helada, que al congelar. El agua con el material hace que el borde de talud se deslice.

Se tiene 03 botaderos de gruesos ubicados en proximidad a los chutes y tajos de trabajo, emplazados sobre una superficie de suelo gravoso, con una pendiente de 2%, La ubicación de los 3 botaderos temporales se eligió aprovechando la topografía y depresiones en la topografía dejada por excavaciones de mineros artesanales, la proximidad de los botaderos a los chutes obedece a factor técnico-económico para minimizar costos de transporte entre los mismo.

La composición química de elementos presentes en la grava fluvio-glaciario no representa peligro alguno por tratarse de elementos químicamente estables por su origen, forma de deposición y emplazamiento de los mismos, por lo que la estabilidad química de los botaderos no será mayormente tratado.

5.14 Diseño de talud en botadero

Los botaderos en la mina Ancocala tienen en promedio 250 m. Longitud por 200 m. de ancho, superficie de 50 000 m² y una altura media de 12,0 m. consecuentemente la capacidad de cada botaderos es de 588 000m³. El talud final, según el diseño propuesto tiene una inclinación de 1:1(H: V), presenta una condición de talud estable. Para ello se ha elaborado el siguiente Cuadro 5.20 según los datos adquiridos en el trabajo

Cuadro 5.23 Parámetros geométricos de botadero

PARÁMETRO	UNIDAD
Área	50 000 m ²
Altura promedio	12 m.
Perímetro	1 160 m.
Talud de estabilización	45°
Volumen máximo (+vol. Perdido talud)	588,000 m ³
Densidad de desmontes	1,90
Capacidad real	1 117, 200 t

En materiales poco cohesivos, el ángulo de reposo representa el límite inferior del ángulo de fricción interna del material (no densificado), por lo cual, el ángulo de reposo natural de estos materiales se puede asumir igual a su ángulo de fricción interna (entre 32° y 40° en el caso de botaderos de baja altura, en condición drenada y bajo contenido de finos).

El talud final del Botadero de desmonte, está conformado por bancos con inclinaciones de 1:1 (H: V), la altura botadero es de 12.0m, berma intermedia presenta un ancho de

8.0m. y una pendiente de 1% hacia el talud interno, es importante mencionar que el valor de la inclinación es la misma del talud de reposo de materia de desmonte.

5.15 Análisis de estabilidad física de botadero.

Para el diseño de taludes de los botaderos es importante realizar el análisis de estabilidad y revisión de los procesos constructivos. El diseño de taludes estables implica la evaluación de los esfuerzos a que está sometido un talud el que depende de su peso, aumentando este al saturarse en terreno con agua en época de lluvias, así como la capacidad de la grava para soportar dichos esfuerzos, los cuales disminuyen en la época de lluvias, pues al agua actúa como un lubricante produciéndose una reducción del momento resistente y un aumento del momento actuante, desestabilizándose el talud pudiendo colapsar, destruyendo equipos, poniendo en riesgo la vida de los operadores.

El análisis de estabilidad de los taludes implica determinar el factor de seguridad en condiciones estáticas, teniendo en cuenta las condiciones proyectadas del talud botadero de desmonte.

La evaluación de la condición de estabilidad del talud se realiza bajo los siguientes criterios:

- La topografía del entorno.
- La mecánica de suelos.
- El comportamiento geodinámica del área.
- El flujo de agua.
- La geometría del talud.

La topografía del entorno es la que corresponde a una llanura aluvial con una pendiente muy suave, la conformación del suelo está compuesta básicamente por grava fluvio-glaciario hasta una profundidad mayor a los 24,0 m. El suelo donde se emplaza los botaderos desde el punto de vista de la geo mecánica es muy competente y estable distribución granulométrica de las gravas fluvio-glaciario, densidad y humedad.

El comportamiento geodinámico del área obedece básicamente a fuerzas externas principalmente las lluvias. En este sentido el manejo de aguas de lluvia es importante debido a que el rol del agua en la estabilidad del talud es de gran efecto, por lo que se requiere adecuado de los canales de coronación.

La evaluación de la condición de estabilidad del talud para solicitaciones estáticas y sísmicas. El factor de seguridad mínimo del talud deberá ser 1,5 para solicitaciones estáticas y 1,25 para solicitaciones sísmicas. Si estos factores de seguridad no son cumplidos, se deberá seleccionar un método de estabilización y probarlos hasta que la solución propuesta alcance la aprobación de ambos factores de seguridad. La solución de manera complementaria, necesaria, prevé protección adecuada de la superficie de talud contra la erosión.

La vasta experiencia que existe respecto al comportamiento de los depósitos granulares masivos, como los botaderos de estéril mineros, conformados típicamente por un material granular, y con un contenido de finos, permite establecer una clara correlación entre las características geotécnicas del material y su comportamiento a la falla.

Según las características granulométricas, la forma de deposición y modo de falla típico que exhiben los botaderos de estéril, se infiere que estos exhiben un comportamiento de tipo netamente friccional (con cohesión muy baja, a nula) en el talud.

En materiales no cohesivos, el ángulo de reposo representa el límite inferior del ángulo de fricción interna del material (no densificado), por lo cual, el ángulo de reposo natural de estos materiales se puede asumir igual a su ángulo de fricción interna (entre 32° y 40° en caso de botaderos drenados, no densificados, y con un bajo contenido de finos).

De acuerdo con la experiencia que existe respecto a botaderos depositados en un terreno con pendiente uniforme (sloping foundation) menor que 10°, generalmente no posibilita la ocurrencia de problemas de inestabilidad por deslizamiento a través

de su base (interfase terreno-botadero), a menos que el suelo de fundación sea muy incompetente.

Estabilidad sísmica

Según la amplia experiencia en relación al aspecto sísmico en la inestabilidad de taludes granulares, cuya resistencia mecánica no se degrada por efecto de cargas sísmicas, este aspecto no es tan preocupante como es el caso de materiales finos saturados que pueden desarrollar un proceso de licuefacción y falla generalizada del talud.

En esta situación, un eventual problema de estabilidad estará restringido a los taludes del botadero, por la alta posibilidad de deslizar que tienen las capas de material depositadas superficialmente en el talud, asociada a la baja o nula cohesión entre estas capas.

Estabilidad estática

En el diseño de botaderos de estéril con las características indicadas, generalmente se asume que su comportamiento es no cohesivo, con un ángulo de fricción similar al ángulo de reposo del material no densificado, y sometido a una presión de confinamiento máxima relativamente baja, y por ende, homogéneo ante la aplicación de cargas.

En estos materiales, cuyo ángulo de talud correspondería al ángulo de reposo natural del material, el ángulo de talud es independiente de la altura del talud, y que en una condición de equilibrio estático está sería teóricamente ilimitado.

Esta situación de independencia entre el ángulo y altura del talud se considera correcta en el caso de un talud drenado, no densificado, y con un bajo a nulo contenido de finos.

5.16 Estabilización de talud

Entre los métodos de estabilización de taludes y deslizamientos se tiene:

- Excavación.
- Drenaje.
- Contrafuerte de tierra o Roca.
- Estructuras de retención.
- Técnicas especiales.

Para nuestro caso es importante mencionar la estabilización física de talud mediante la compactación, esto se logra en cierta medida con el apisonamiento constante del material por el desplazamiento de los cargadores sobre ella, mejorando la densidad del suelo.

Los métodos mecánicos para corregir fallas en talud tienen por objetivo evitar las zonas de falla, reducir las fuerzas motoras, aumentar las fuerzas resistentes.

La reducción de fuerzas motoras se puede lograr, en general, por dos métodos; remoción de material en la parte apropiada de la falla y sub drenaje, para disminuir el efecto de empujes hidrostáticos y el peso de las masas de tierra, que es menor cuando pierde agua.

El sub drenaje aumenta la resistencia al esfuerzo cortante del suelo, la eliminación de estratos débiles u otras zonas de falla potencial, la construcción de estructuras de retención u otras restricciones y el uso de tratamientos químicos, para elevar la resistencia de los suelos al deslizamiento.

Si el botadero de desmonte es físicamente estable, siguiendo los criterios anteriormente señalados, entonces solo se hará trabajos de perfilado para poder colocar una cobertura adecuada, y si las condiciones lo permiten se revegetara.

Si el botadero no es físicamente estable se propone dos métodos de estabilización de botadero.

Método de banquetas

Es un método en el que se usa el mismo material del botadero de desmonte, material de corte como relleno; se llega a estabilizar físicamente, pues se quita la sobrecarga que genera un gran volumen de masa en la parte superior.

Para poder usar el método de banqueteo, se requiere tener una topografía de pendiente baja en la parte de pie de talud.

Método de gaviones

El método de gaviones es muy usado para la contención del pie de talud, se utiliza como muros de contención; lo que ayuda a no desplazar el desmonte, dándole una altura adecuada para lograr el ángulo de estabilidad, permite tener alturas de talud mayores a las que se puede tener con el método de banquetas.

Este método puede ser también mixto, es decir, usar gaviones y banquetas; esto depende de las características geológicas y topográficas del desmonte y del entorno que lo rodea.

Económicamente es a veces muy costoso pues los insumos requeridos como las piedras que conforman los gaviones no se encuentran en la cercanía, sin embargo es necesario realizar.

CAPÍTULO VI

DISCUSIONES Y RESULTADOS

6.1 Análisis de sistema de producción

6.1.1 Explotación anterior

El yacimiento aurífero de Ancocala anteriormente se ha explotado utilizando únicamente un cargador frontal CAT 950F y un volquete Volvo FM-440 de capacidad de 15 m³

A. Cálculo de producción por día

La producción diaria se ha realizado en dos turnos diarios de 6 horas efectivas en la forma siguiente:

Tiempo por ciclo del volquete: 33 Minutos
distancia promedio : 1 200 metros

$$\text{Nº de viajes/hora} = \frac{60 \text{ min/h}}{33 \text{ min. /viaje}} = 1,80 \text{ viajes/hora.}$$

Factor de carguío: 0,90

Producción/día = 1,80 viajes/hora x 12 horas/día x 15m³/camión x 0,90 = 292 m³/día.

B. Cálculo de producción mensual

Durante el mes se ha trabajado 25 días efectivos haciendo un total

$$\text{Producción/mes} = 292 \text{ m}^3/\text{día} \times 25 \text{ días} = 7\,300 \text{ m}^3$$

C. Cálculo de producción anual

Durante el año se ha trabajado 300 días efectivos haciendo un total

$$\text{Producción/anual} = 7\,300 \text{ m}^3 \times 12 = 87\,600 \text{ m}^3$$

6.1.2 Explotación actual

A. Volumen de producción

Para la explotación de los yacimientos de placeres auríferos de la mina Ancocala se ha planteado el sistema de explotación mecanizada utilizando maquinarias pesadas y al cual se ha visto el incremento de la producción notablemente según los cálculos y datos obtenidos y para ello podemos apreciar en los cuadros 6.1, 6.2, de igual manera se ha graficado en barras 6.1, 6.2, para poder observar como la producción creció.

Cuadro 5.24 Planeamiento a corto plazo

Periodo	m ³	Ley (g/m ³)
Anual	461 700	0,218
Semestral	230 850	0,218
Trimestral	115 425	0,218
Mensual	38 475	0,218
Día	1 539	0,218

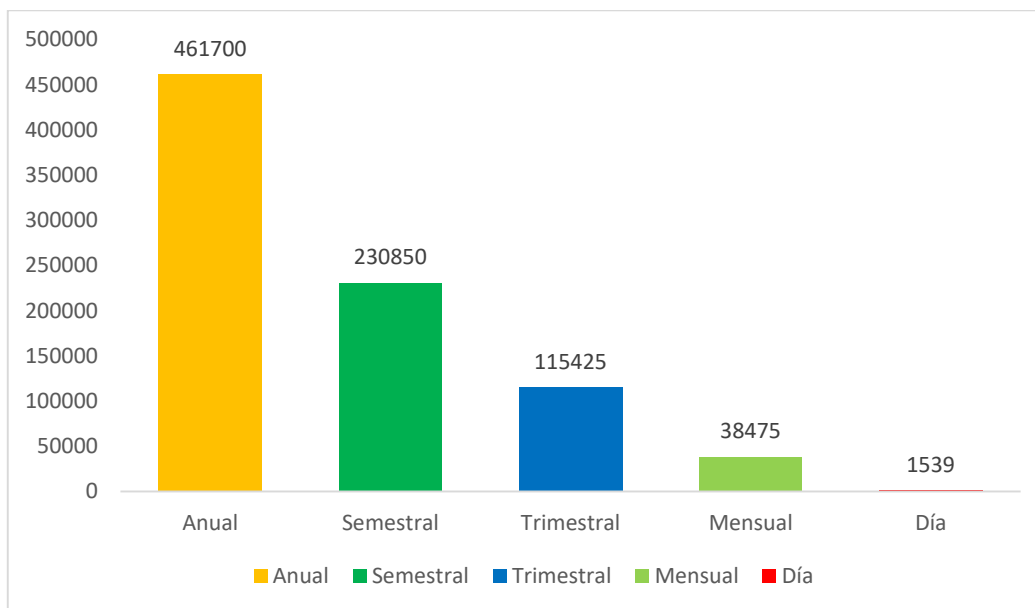


Figura 6.5 Planeamiento a corto plazo

Fuente : Elaboración propia

Cuadro 6.25 Programa de producción mensual.

Mes	Días/mes	m ³ /día	m ³ /mes	Acumulado	Ley (g/m ³)
1	25	1 539	38 475	38 475	0,218
2	25	1 539	38 475	76 950	0,218
3	25	1 539	38 475	115 425	0,218
4	25	1 539	38 475	153 900	0,218
5	25	1 539	38 475	192 375	0,218
6	25	1 539	38475	230 850	0,218
7	25	1 539	38475	269 325	0,218
8	25	1 539	38 475	307 800	0,218
9	25	1 539	38 475	346 275	0,218
10	25	1 539	38 475	384750	0,218
11	25	1 539	38 475	423 225	0,218
12	25	1 539	38 475	461 700	0,218
Total		38 475	461 700		0,218

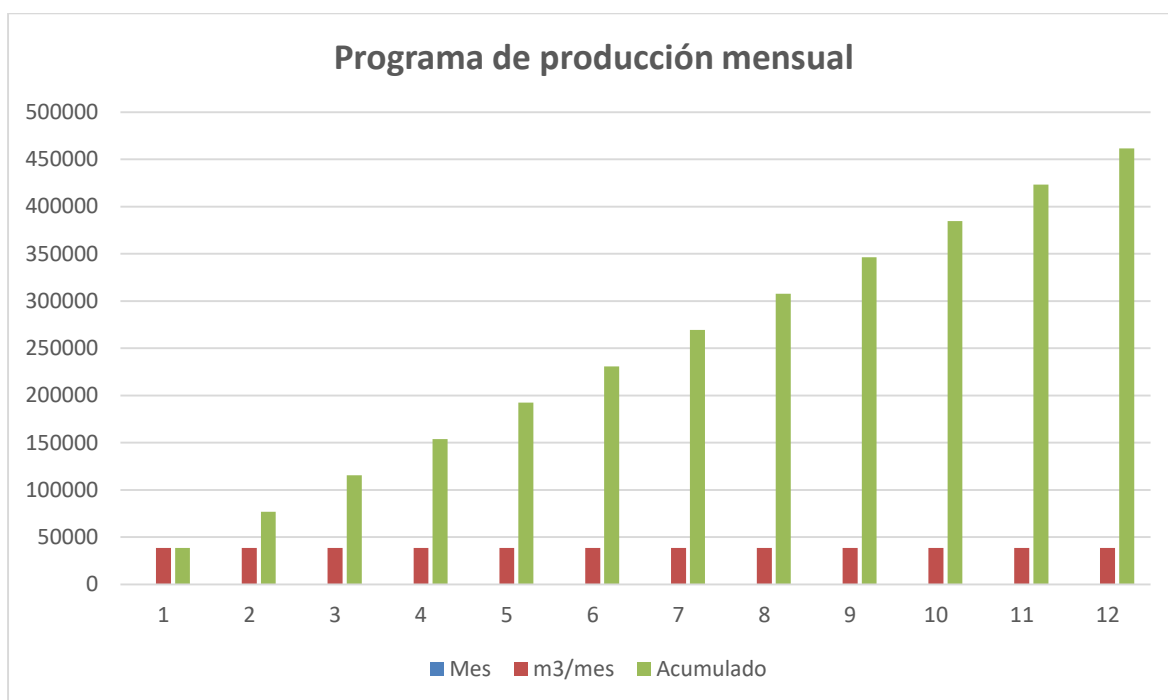


Figura 6.6 : Programa de producción mensual

Fuente : Elaboración propia

B. Cálculo de reservas de mineral

Para el cálculo del volumen de las reservas de mineral de las zonas como san Jorge, san José, san Antonio y santa Marta se ha utilizado el método de las secciones cada dos tramos ver Cuadro 6.3, aplicando la fórmula:

$$V_n = \frac{A_{n-1} + A_n}{2} \times d_n$$

En donde:

V_n = Volumen parcial de cada dos secciones

A_{n-1} = Área parcial de las secciones, lado inicial

A_n = Área parcial de las secciones en cada tramo

d_n = Distancia horizontal y perpendicular entre dos secciones continuas.

Cuadro 6.26 Resumen de las reservas de mineral

ZONA	PROBADO		PROBABLE
	VOLUMEN m ³	Ley g/m ³	VOLUMEN(m ³)
ZONA SAN JORGE	1 329 215,5	0,225	664 607,8
ZONA SAN JOSE	1 218 314,6	0,215	609 157,3
ZONA SAN ANTONIO	1 035 621,3	0,216	517 810,7
ZONA SANTA MARTA	965 238,2	0,214	482 619,1
TOTAL	4 548 389,6	0,218	2 274 194,9

6.2 Contrastación de hipótesis

A. Hipótesis 1

Utilizando el sistema de explotación mecanizada se ha incrementado el volumen de producción en la mina Ancocala.

Con el sistema de explotación actual mecanizada, se ha logrado mayor volumen de producción de grava aurífera, cuyo resultado se muestra en el Cuadro 6.4 y como se puede mostrar también en la Figura 6.3, por tanto la hipótesis 1, se ha cumplido satisfactoriamente.

Cuadro 6.27 Volumen de producción

Producción (m ³)	Explotación anterior	Explotación actual
	m ³	m ³
DIA	292	1 539
MES	7 300	38 475
TRIMESTRAL	21 900	115 425
SEMESTRAL	43 800	230 850
ANUAL	87 600	461700

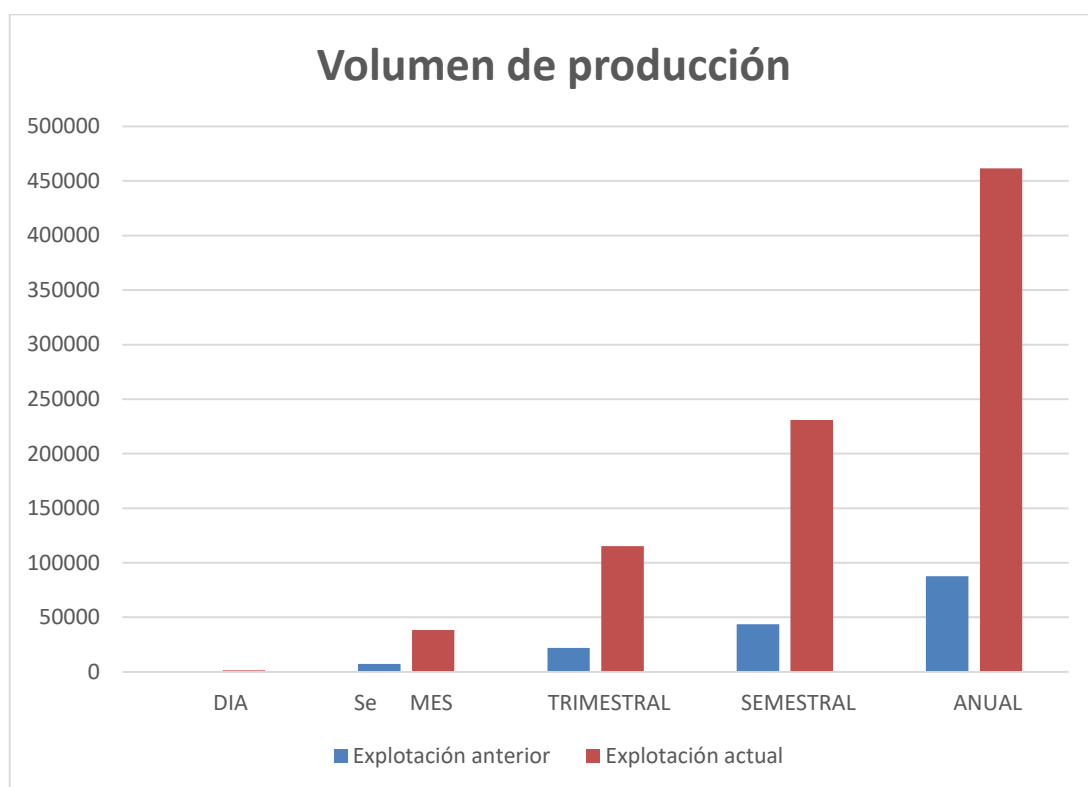


Figura 6.7: Volumen de producción

Fuente : Elaboración propia

B. Hipótesis 2

Aplicando el sistema de explotación mecanizada se ha cumplido con el programa de producción planificada en la mina Ancocala.

Según las reservas de mineral probado de 4 548 389,6 m³ de grava aurífera, se ha programado una producción mensual y anual de 38 475 m³ y 461 700 m³ de grava aurífera respectivamente, cuyos resultados se muestran en el cuadro 6.5 y también se muestra en el gráfico de la barra 6.4 entonces la hipótesis 2, también se ha cumplido de acuerdo a lo programado.

Cuadro 6. 28 Programa de producción anual

años	mes/año	m ³ /mes	m ³ /año	acumulado	ley g/m ³
1	12	38 475	461 700	461 700	0,218
2	12	38 475	461 700	923 400	0,218
3	12	38 475	461 700	1 385 100	0,218
4	12	38 475	461 700	1 846 800	0,218
5	12	38 475	461 700	2 308 500	0,218
6	12	38 475	461 700	2 770 200	0,218
7	12	38 475	461 700	3 231 900	0,218
8	12	38 475	461 700	3 693 600	0,218
9	12	38 475	461 700	4 155 300	0,218
Total			4 155 300		0,218

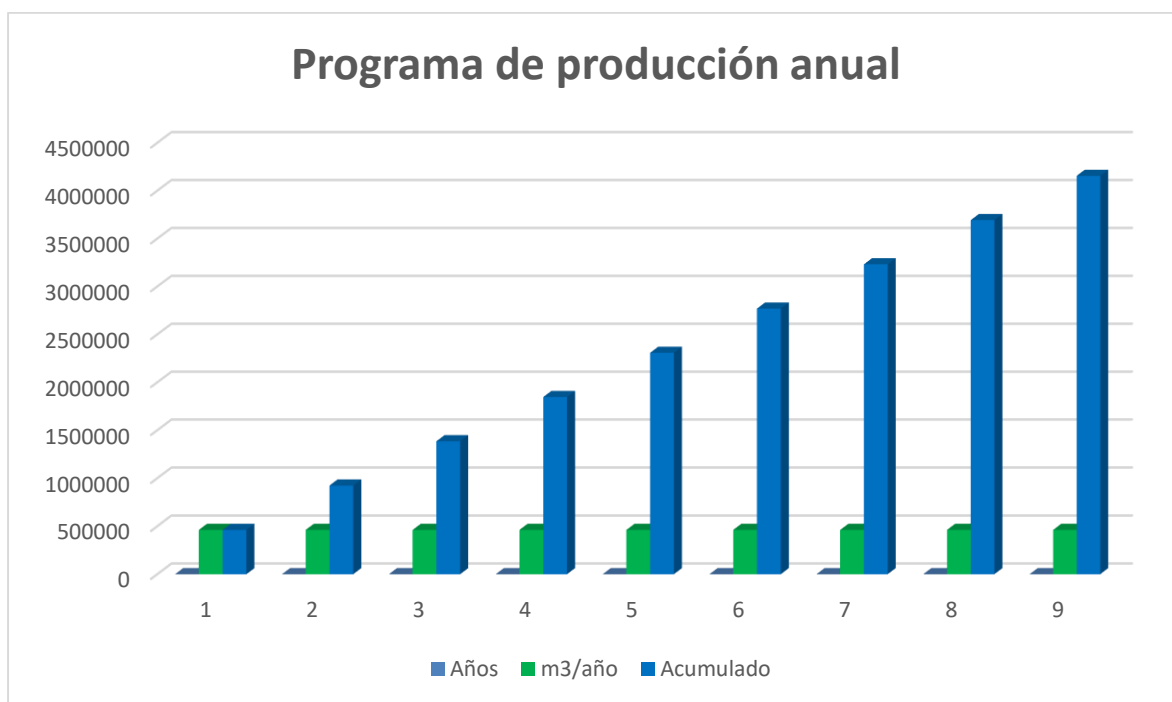


Figura 6.8 : Programa de producción anual.
Fuente : Elaboración propia

CONCLUSIONES

- En el yacimiento aurífero de Ancocala, con el sistema de explotación mecanizada se ha logrado mover un volumen de $1\,539\text{ m}^3/\text{día}$, $38\,475\text{ m}^3/\text{mes}$ y $461\,700\text{ m}^3/\text{año}$ de grava aurífera con una ley promedio de $0,218\text{ g/m}^3$, en cambio en la explotación anterior solamente se ha movido un volumen de $432\text{ m}^3/\text{día}$, $10\,800\text{ m}^3/\text{mes}$ y $129\,600\text{ m}^3/\text{año}$, el mismo que ha superado ampliamente y cumpliendo con la producción programada.
- La selección de equipos y maquinarias, tales como: excavadoras, cargadores frontales y volquetes se ha realizado de acuerdo a su rendimiento y las características del yacimiento Ancocala, considerando también las reservas de mineral probado y el volumen de producción por día es de $1\,539\text{ m}^3$, por mes $38\,475\text{ m}^3$, y por último anual $461\,700\text{ m}^3$ programado para su explotación según el planeamiento de minado.
- Se ha calculado las reservas de mineral probado para las cuatro zonas de explotación, tales como: zona San Jorge, zona San José, zona San Antonio y zona Santa Marta haciendo un total de $4\,548\,389,6\text{ m}^3$ de grava aurífera con una ley promedio de $0,218\text{ g/m}^3$

RECOMENDACIONES

- Para lograr el volumen de producción y cumplir con el planeamiento de minado, se debe capacitar permanentemente a los operadores de máquina en lo referente a mantenimiento de equipos y conducción cumpliendo las normas de seguridad vigentes.
- Se debe realizar el control de tiempos en el sistema de carguío y transporte para evitar demoras y pérdidas innecesarias, que influyen directamente en la producción y movimiento de grava aurífera, según el planeamiento de minado.
- El mantenimiento de equipos y maquinarias se debe realizar según las horas de trabajo realizado, cumpliendo el catálogo de horas/máquina, el mismo que es de suma importancia para cumplir los objetivos planteados por la empresa minera Ancocala.

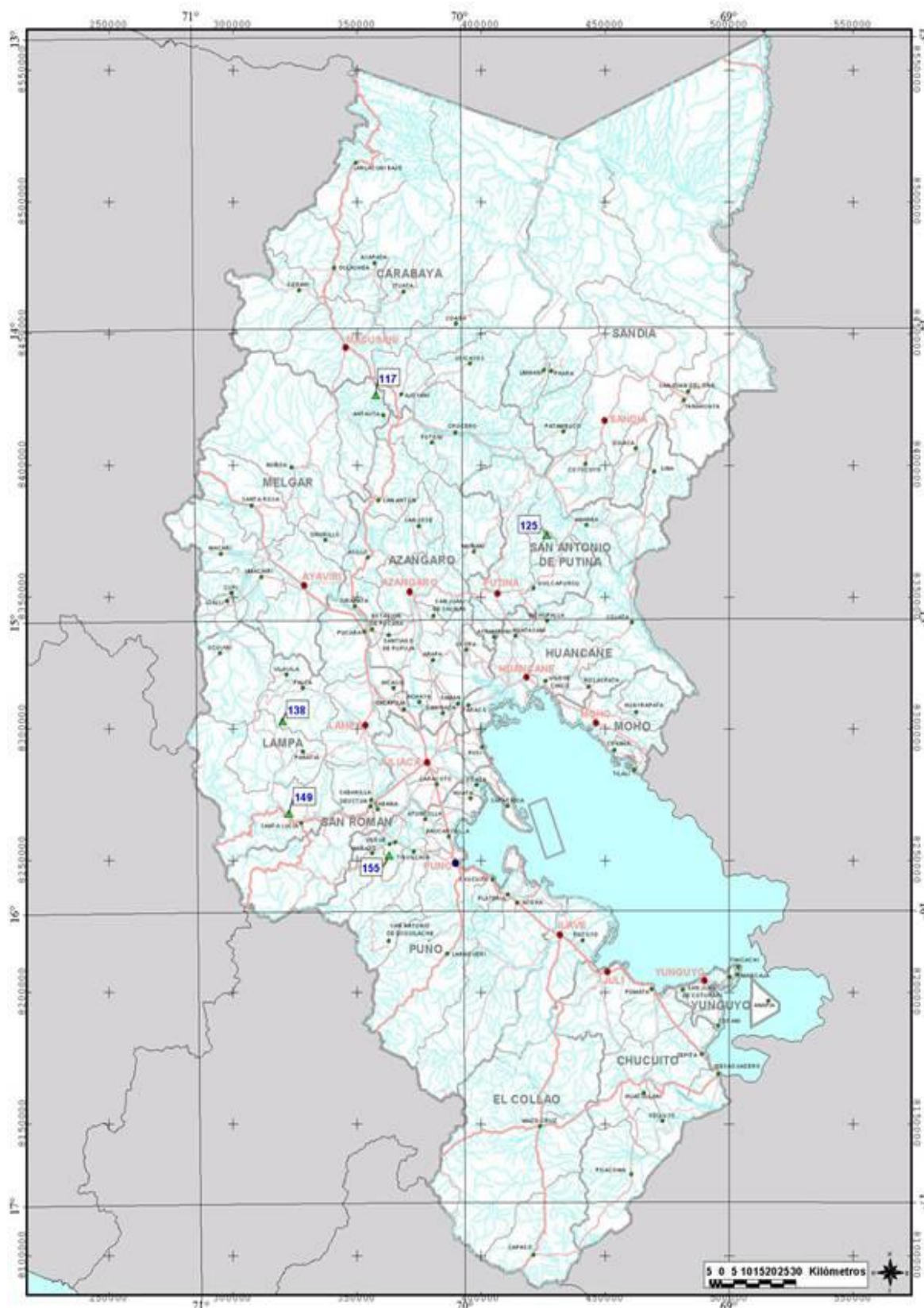
BIBLIOGRAFÍA

- Abarca Talavera, Willian, (2012), *Estudio de impacto ambiental de la minera Alto Inambari-Sandía*.
- Calani Morales, Juan Manuel (2011), *Optimización de la operación unitaria de acarreo por la carretera Atacocha Machacan- Compañía minera Milpo*.
- Camiones VOLVO, Revista (2010), *Manual de camiones Volvo*.
- Ferreyros, (2011), *Manual de excavadoras CAT 320B*
- García Cortés, Angel (2009), *Minería y desarrollo sostenible Instituto Geológico y Minero de España*.
- Hanco Mamani, Froilán E. (2013), tesis *optimización de producción aurífera por el sistema semi-mecanizado en gravas auríferas de la minera Alto Inambari*
- Instituto Tecnológico Geo minero de España (2001), *Manual de Restauración de Terrazas y evaluación impactos ambientales*.
- Instituto Tecnológico geo minero de España, Editorial IGME (1995), *Manual de arranque Carga y transporte en minería a cielo abierto*.
- Laubacher, Gerard (1 978), *Estudio Geológico de la Región Norte del Lago Titicaca*.
- Ministerio de Energía y Minas (2010), *Reglamento de seguridad y salud ocupacional D.S. 055 – 2010–EM*.
- Oyarzun M. Jorge (2010), *Minería y la contaminación del agua*, Universidad La Serena Departamento Minería CEAZA – Chile.
- Toapanta Quispe, Fredy A. (2008), *Métodos de minería a cielo abierto*.
- Trillo G. Armando (1998), *Antonieta Gold Mine*.

- Viladevall, Manuel (2005), *La prospección de placeres de oro y otros minerales densos.*
- Velásquez Medina, David (1985), *tesis mejoramiento del sistema de explotación en el yacimiento aurífero de Aporoma- Sandia.*
- Volvo Perú, (2012), *Manual de cargador VOLVO L-150D*
- Toapanta Quispe, Fredy A. (2008), *Métodos de minería a cielo abierto.*
- Trillo G. Armando (1998), *Antonieta Gold Mine.*
- Yanacocha Cia minera (2012) , *Cierre de minas en Yanacocha, responsabilidad social y ambiental.*
- Yucra Mayta, Milwar J. (2012), *tesis Incidencia de las operaciones unitarias de carguío, acarreo en la producción aurífera de la unidad operativa Estrella de oro CECOMSAP.*

ANEXOS

ANEXO N° 1
PLANO DE UBICACIÓN MINA ANCOCALA



ANEXO N° 2

UBICACIÓN SATELITAL DE LA CONCESION ANCOCALA

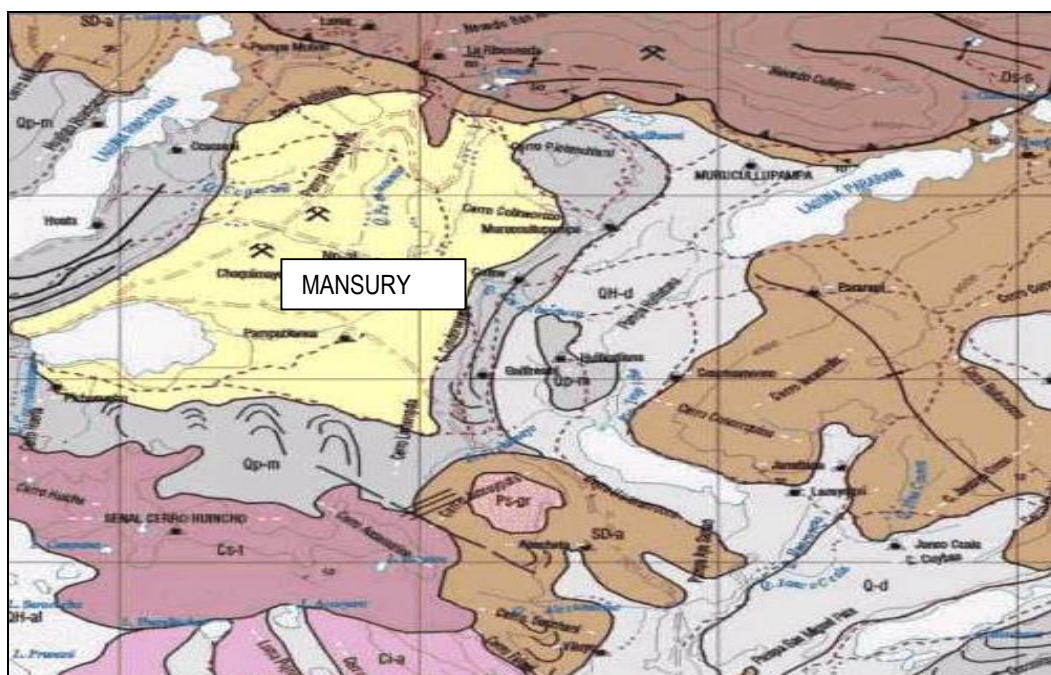


FUENTE: IMAGEN SATELITAL DEL GOOGLE EARTH

ANEXO N° 3

MAPA GEOLOGICO DEL AREA DEL PROYECTO

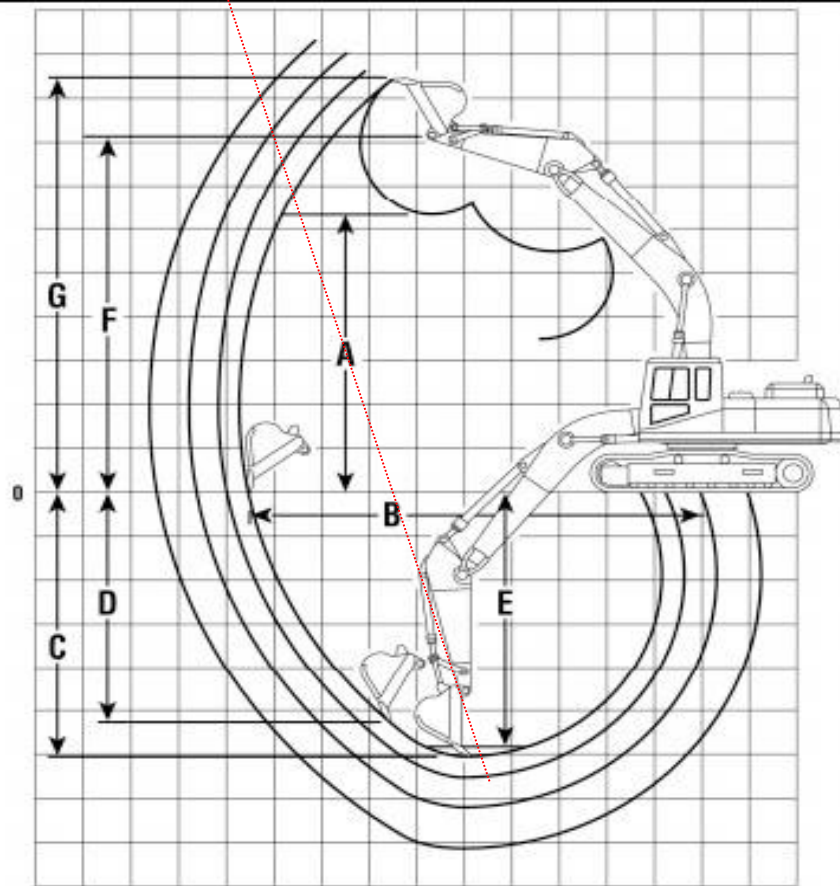
(CUADRANGULO 30 – Y)



Fuente: INGEMMET

ANEXO N° 4

GIRO EN POSESIÓN VERTICAL DE LOS BRAZOS DE EXCAVADORA



ANEXO N° 5

ACARREO Y TRANSPORTE DE MINERAL DEL BANCO



ANEXO N° 6

ZONA DE CHUTEO



ANEXO N° 7

MATRIZ DE CONSISTENCIA

EXPLOTACIÓN MECANIZADA Y PRODUCCIÓN DE GRAVA AURÍFERA EN LA MINA ANCOCALA

1.Problemas	2. Objetivos	3.Hipótesis	4. Variables	5.Metodología
<p>PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿Cómo desarrollamos la explotación del yacimiento aurífero aluvial de la mina Ancocala mediante el sistema mecanizado para lograr mayor volumen de producción en forma planificada?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <p>a) ¿Cómo incrementamos el volumen de producción aurífera en la Mina Ancocala aplicando el sistema mecanizado?</p> <p>b) ¿Cómo cumplimos con el programa de producción planificada en la Mina Ancocala?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Lograr mayor volumen de producción aurífera aluvial en la mina Ancocala aplicando el sistema de explotación mecanizado.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>a) Aplicar una tecnología adecuada para la explotación del yacimiento aurífero aluvial de Ancocala e incrementar la producción aurífera.</p> <p>b) Lograr mayor volumen de producción aurífera planificada en la Mina Ancocala.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>Aplicando el sistema de Explotación Mecanizada. se logrará mayor volumen de producción aurífera en la Mina Ancocala.</p> <p>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</p> <p>a)Utilizando el sistema de explotación mecanizada se incrementará el volumen de producción en la Mina Ancocala.</p> <p>b) Aplicando el sistema de explotación mecanizada se cumplirá con el programa de producción planificada en la mina Ancocala.</p>	<p>VARIABLES DEPENDIENTES</p> <p>Sistema de Explotación en la Mina Ancocala.</p> <p>VARIABLES INDEPENDIENTES</p> <p>Volumen de Producción de Grava Aurífera en la Mina Ancocala.</p>	<p>METODO</p> <p>Descriptivo y experimental</p> <p>POBLACIÓN</p> <p>Actividades y operaciones en la mina Ancocala de cada actividad.</p> <p>MUESTRA</p> <p>Banco aurífero SAN JORJE</p>