

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



**“Remediación del medio ambiente producido por el
desmoronamiento del relave en la CIA Minera Shuntur S.A.C.”**

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero de Minas

Presentado por:

Bach. Neil Roger Rodriguez Candia

Asesor:

Dr. Ciro Baca Gutiérrez

Ayacucho - Perú

2023

DEDICATORIA

Agradezco a Dios quien me dio vida y fortaleza para culminar esta tesis. Gracias a mis padres y hermanos por estar ahí cuando más los necesité; especialmente a mi mamá por su ayuda y cooperación constante.

A mi Padre por su apoyo incondicional y a mi madre que Dios lo guarde en su morada por darme su bendición todos los días de mi vida y que nunca me dejo caer de sus manos durante mi vida estudiantil.

A Ingenieros que en su momento fueron mis docentes, estudiantes que desean seguir aprendiendo y fortaleciendo su conocimiento en el aprendiz.

AGRADECIMIENTO

A Dios por derramar muchas bendiciones, fortaleza y nuestra Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga por acogernos en sus aulas de enseñanza.

A todos los ingenieros de esta casa de estudios que nunca han dudado en aportar información y conocimiento para la formación profesional que impartiré en mi vida futura.

A mis padres, hermanas, hermanos y amigos de la Universidad de estudios y del Trabajo por su apoyo incondicional.

RESUMEN

Para el presente trabajo de investigación que lo presento como un modesto aporte en mi formación de vida académica forjadas en las aulas universitarias, traigo como testimonio de todas las actividades durante el desarrollo y la concepción de este estudio, como parte de la práctica cotidiana de tener una naturaleza en equilibrio y sobre todo de respeto porque en ellas se funda la asistencia de Remediación del Medio Ambiente Producido por el Desmoronamiento del relave en la CIA Minera Shuntur SAC, pues se ha tenido en cuenta la actividad antrópica que por lo general su aplicación ha sido catastrófico a lo largo del desarrollo de la actividad minera, prueba de ello que me motiva a como se debe enfrentar este tipo de afrenta hacia la naturaleza, creando un colectivo desde lo más pequeño hasta las organizaciones avanzadas y la acción por parte del estado en armonía con otros países , sin embargo se ha podido realizar acciones que van desde las coordinaciones a nivel de caso, grupo, comunidad atribuyendo las responsabilidades inherentes entre el gobierno nacional, regional, local y organizaciones de grupo con la finalidad de despertar que ya es hora de llevar acciones concretas sobre el cuidado de la naturaleza, como es el caso las supervisiones de OSINERMIN, OEFA, MINEM , MINAM, PETROLEOS DEL PERU y otros organismos no gubernamentales a través de protocolos , cartas de intención, convenios, acuerdos reuniones internacionales como es el caso de Kioto, Agenda 21 y otros.

ABSTRACT

For the present research work that I present as a modest contribution in my academic life formation forged in the university classrooms, I bring as testimony of all the activities during the development and conception of this study, as part of the daily practice of having a nature in balance and especially respect because they are based on the Environmental Remediation assistance produced by the collapse of the tailings in the CIA Minera Shuntur SAC, because it has taken into account the anthropic activity that usually has been applied. It has been catastrophic throughout the development of the mining activity, proof of this that motivates me to face this type and insults towards nature, creating a collective from the smallest to the advanced organizations and the action by the State in harmony with other countries, however it has been possible to carry out actions ranging from the coordination at the case level, group, community attributing the inherent responsibilities between the national, regional, local government and group organizations with the purpose of waking up that it is time to take concrete actions on the care of nature, such as the supervision of OSINERMIN, OEFA, MINEM, MINAM, PETROLEOS DEL PERU and other non-governmental organizations through protocols, letters of intent, agreements, international meetings such as Kyoto, Agenda 21 and others.

Keywords: Remediation of the environment produced by the disassembly of the relave.

INDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT.....	v
INDICE.....	vi
INTRODUCCION.....	9
CAPITULO I	
GENERALIDADES.....	11
1.2 CLIMA Y VEGETACIÓN.....	12
1.3 PROPIEDADES MINERAS.....	14
1.4 MEDIO AMBIENTE	15
1.5 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
1.6 FORMULACION DEL PROBLEMA	16
1.7 OBJETIVOS	16
1.8 JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION	16
1.9 IMPORTANCIA DEL TEMA.....	17
1.10 ALCANCES.....	17
1.11 HIPOTESIS GENERAL	18
1.11 HIPOTESIS ESPECIFICO	18
CAPITULO II	
2.1. MARCO TEORICO.....	19
2.2. MARCO CONCEPTUAL	21
2.3.LA ACTIVIDAD MINERA Y EL ORIGEN DEL RELAVE	21
2.4 EL AGUA EN LA INDUSTRIA MINERA	22
2.5 USO DE AGUA EN PROCESOS MINEROS	22
2.6 GUÍAS AMBIENTALES PARA LAS ACTIVIDADES MINERAS	22

2.7 IMPACTO AMBIENTAL DE LA ACTIVIDAD MINERA	22
2.8 RIESGO DE SALUD AMBIENTAL	23
2.9 CONSECUENCIAS DE LOS DERRAMES DE RELAVES DE LAS ZONAS MINERAS.....	23
2.10 CONTAMINACIÓN EN EL SUELO.....	24
2.11 ACTIVOS Y PASIVOS AMBIENTALES.....	28
2.12 PROBLEMAS SOCIALES.....	29
2.13 ELECCION DEL TIPO DE REMEDIACIÓN.....	29
2.14 OPERACIÓN MINERA ACTUAL PARTE EN LA QUE SE HACE EL SOPORTE TÉCNICO DE LA TESIS SI ES UN TEMA DE OPERACIONES.....	30
2.14.1 GEOLOGIA	30
2.14.2 GEOLOGÍA REGIONAL.....	31
2.14.3 GEOLOGÍA LOCAL	31
2.14.4 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL	33
2.14.5 GEOLOGÍA ECONÓMICA.....	35
2.14.6 CONTROLES DE LA MINERALIZACIÓN	36
2.14.7 MINERALOGÍA, ALTERACIÓN Y ZONACIÓN	36
2.14.8 TIPO DE YACIMIENTO.....	37
2.14.9 GEOMECANICA DEL YACIMIENTO	39

CAPITULO III

3.1 METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACION	41
3.1.1 TIPO DE INVESTIGACION	41
3.1.2 NIVEL DE INVESTIGACION	41
3.1.3 DISEÑO DE INVESTIGACION.....	41
3.1.4 POBLACION Y MUESTRA.....	42
3.2 CONTRASTACION DE HIPOTESIS.....	42
3.3 HIPOTESIS GENERAL	44
3.4 HIPOTESIS ESPECIFICAS	44
3.5 INTRODUCCIÓN AL DISEÑO DE PRESAS PARA ALMACENAMIENTO.....	46
3.6 CARACTERÍSTICAS DE DEPOSITACIÓN.....	50

3.7 METODOLOGÍA DE CÁLCULO.....	50
3.8 ESTUDIOS DE CAMPO.....	53
3.8.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO.....	53
3.8.2 INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA.....	55
3.8.3 INVESTIGACIONES GEOFÍSICAS.....	57
3.9 DIQUE DE RELAVES.....	57
3.10 DETERMINACIÓN DE LA GEOMETRÍA DEL CRECIMIENTO DEL DIQUE.....	60
3.11 CONTROL DE LA ESTABILIDAD FÍSICA DEL DEPÓSITO DE RELAVES.....	61
3.12 RELAVES GRUESOS.....	62
3.13 RELAVE FINO.....	63
3.14 DIQUE DE CONTENCIÓN.....	64
3.15 MATERIAL PARA ENROCADOS DE PROTECCIÓN.....	65
3.16 MATERIAL PARA FILTRO.....	65
3.17 CANAL DE CORONACIÓN TEMPORAL.....	65
3.18 SISTEMA DE DRENAJE SUPERFICIAL.....	68
3.19 LA SECUENCIA DE LOS TRABAJOS EJECUTADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL DIQUE SE DETALLA A CONTINUACIÓN:	70
3.20 ANÁLISIS VOLUMÉTRICO.....	73

CAPITULO IV

4.1. PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA DETALLADO DE OBRA.....	75
--	----

CAPITULO V

5.1 ANALISIS Y DISCUSIONES DE RESULTADOS.....	78
CONCLUSIONES.....	80
RECOMENDACIONES.....	81
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	82
ANEXOS.....	83
PLANOS.....	94

INTRODUCCIÓN

Una de las principales actividades que se realizan en nuestro país es la minería, entendiendo por tal el proceso minero que produce productos residuales, conocidos como desechos, los cuales son catalogados como nocivos para el ecosistema; por esta razón, las empresas mineras - cumplen con todos los requisitos de las normas ambientales de los diferentes países - buscan formas de almacenar estos desechos de manera adecuada para reducir la posibilidad de contaminación ambiental.

Estos residuos se pueden distinguir por el porcentaje de contenido de materia seca y el método de almacenamiento, lo que significa diferentes cantidades de agua recuperada. Se dividen en: pulpa, espesante, pasta y residuos de filtro.

El aumento en el uso del almacenamiento de residuos de filtración se caracteriza principalmente por:

- Baja disponibilidad de agua en expansión de mina.
- Hay espacio limitado para crear lechos de relaves utilizando grandes cortinas de suelo.
- Reducir el costo de construcción ya que no se deben construir grandes represas, de lo contrario solo se pueden construir represas más pequeñas.
- Nueva tecnología de equipos de filtración para lograr baja humedad y reducir costos de operación.

Este trabajo se enfoca en la descripción de las actividades de los estudiantes de posgrado en la construcción de cimientos de escorias y sedimentos filtrados antes de la confluencia de los ríos Pylas y Vado en el distrito de Pylas de la provincia de Huaraz y departamento de amplitud.

Además, se explicará la función y uso de los componentes necesarios para el correcto funcionamiento del depósito de residuos filtrados; se informará el método de construcción; gestión del control y aseguramiento de la calidad del trabajo; control de costes y plazos; alcalde.

En primer lugar, se hará una breve descripción de los componentes del yacimiento, los cuales han sido desarrollados y evaluados por la firma consultora para asegurar el correcto funcionamiento y estabilidad del yacimiento, tanto física como químicamente.

En segundo lugar, se presentará en detalle la estructura organizacional del contratista de la construcción, la supervisión (de la cual forman parte los egresados) y los constructores necesarios para la correcta ejecución del proyecto.

También se mencionarán los equipos utilizados y sus principales características que permitieron realizar el trabajo. Asimismo, detallará las actuaciones, procedimientos, recursos y normas adoptadas durante el seguimiento y aprobación de candidatos. De la misma forma, se desarrollarán y analizarán los resultados de las pruebas de laboratorio, y se realizarán actividades de seguimiento para asegurar la correcta ejecución y calidad de las obras de acuerdo con los estándares internacionales. Estos ensayos se dividen en tres grupos: movimiento de tierras, trabajos de hormigonado e instalaciones de geosintéticos.

CAPITULO I

1.0 GENERALIDADES

La Unidad Productiva de Shuntur, se encuentra ubicada en el distrito de Pira, Provincia de Huaraz, Departamento de Ancash y se localiza dentro del área de la concesión minera Adriana V-12, de 600 Has de extensión, derecho minero que se encuentra enmarcada en las siguientes coordenadas UTM (PSAD-56) especificado en el cuadro N° 01, y detallado en el Plano N° 01, (Anexo 1), de la hoja del Instituto Geográfico Nacional (IGN)-20-H.

Cuadro N° 01: Ubicación Geográfica

Vértice	Norte (Y)	Este (X)
VNE	8' 942,033.57	201,132.30
VSE	8' 939,034.85	201,039.95
VSW	8' 939,096.42	199,040.70
VNW	8' 942,095.30	199,133.05

Fuente: Catastro Minero INGEMMET

La altura es de 3345 metros. El acceso a la unidad minera Shuntura se realiza a través de dos rutas, las cuales se describen en la Tabla 02.

Cuadro N° 02: Accesibilidad

Itinerario	Tipo de Vía	Distancia (Km.)
Lima – Huaraz	Asfaltada	408
Huaraz – Yupash	Asfaltada	50
Yupash - Mina	Afirmada	12
	Total	460
Lima – Casma	Asfaltada	372
Casma – Yupash	Asfaltada	108
Yupash - Mina	Afirmada	12
	Total	492

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)

1.2 CLIMA Y VEGETACIÓN

Debido a su altitud, la región tiene un clima templado a frío. De junio a octubre hay pocas precipitaciones, con días calurosos y noches por debajo de los 0°C. De diciembre a abril, a menudo llueve durante el día. La vegetación se reduce a una maleza resistente, que consiste principalmente en pastos y arbustos, con una especie llamada ichu desarrollándose arriba.

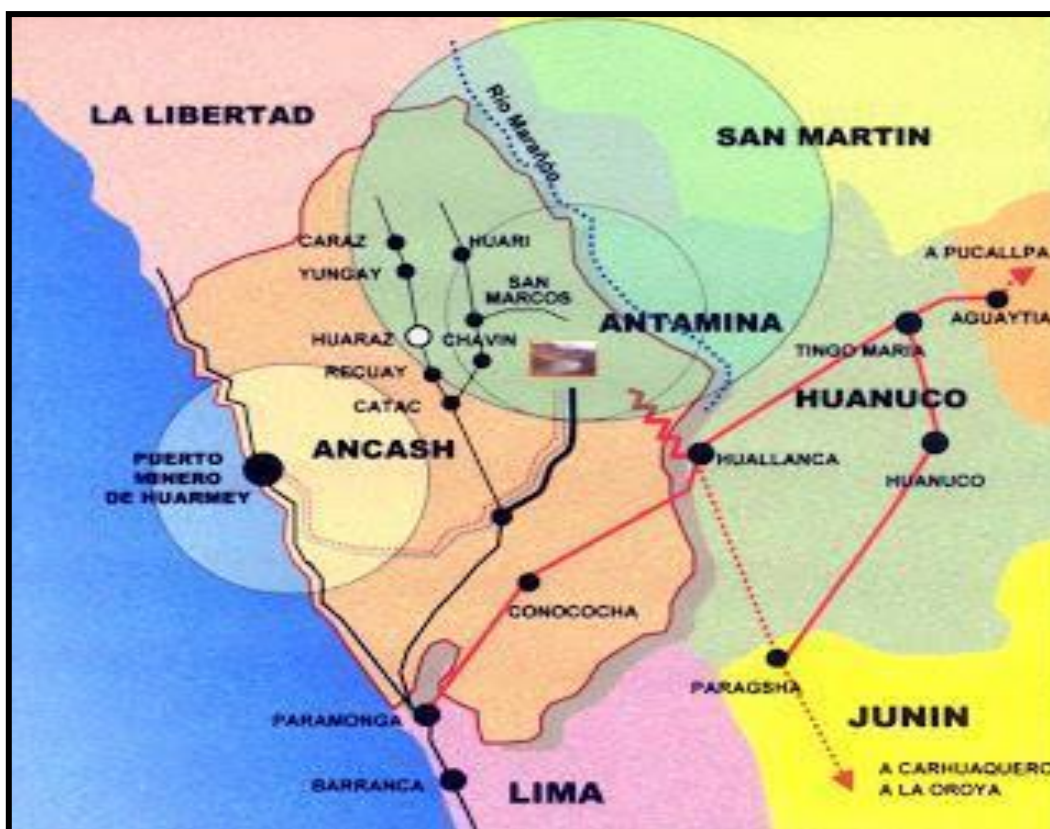
1.2 ANTECEDENTES.

La Mina Shuntur fue prospectada el año 1973 por el Banco Minero del Perú, dentro de su política de fomentar el desarrollo minero en la región de Ancash. En esa oportunidad se realizaron trincheras y pequeños inclinados, lográndose tomar muestras que fueron analizados en el laboratorio del BM, cuyos resultados fueron de bastante interés económico.

En el año de 1980 es pedido como concesión al estado por el Sr. Alberto Quintana, que luego de aceptado, se apertura la galería en el nivel-0 manto Sagitario, desarrollándose 150 m. y un tajo, obteniéndose más de 1,000 TM, de mineral que fueron enviados a la

Planta Concentradora de Catac en Recuay. Está mina posteriormente es abandonada por problemas económicos.

El año 2004, la mina pasa a manos de la Empresa Shuntur S.A.C, quién explota la mina con una producción de 50 TMD y luego de construido la planta concentradora aumenta su producción a 200 TMD para luego llegar a extraer 250 TMD de los mantos Sagitario, Esperanza y Diamante. Actualmente se tiene proyectado mecanizar la mina y ampliar la planta concentradora.



FUENTE. Mina Shuntur



FUENTE. Mina Shuntur

1.3 PROPIEDADES MINERAS

Minera Shuntur SAC con la Unidad de Administración Económica Shuntur (UEA), clave número 01-00045-05U, aprobada por resolución principal del 16 de febrero de 2006 y la misma que se unen unas concesiones detallados en el Cuadro N° 03.

Cuadro N° 03: UEA SHUNTUR|

Derechos Mineros Integrantes de la UEA Shuntur				
N°	Concesión Minera	Código	Sustancia	Extensión (Ha)
1	Adriana V	09011453X01	Metálica	400.00
2	Adriana V-4	09013099X01	Metálica	120.00
3	Adriana V-5	09013100X01	Metálica	48.00
4	Adriana V-11	0914833BX01	Metálica	300.00
5	Adriana V-12	09014864X01	Metálica	600.00
6	Sagitario ESL N° 2	09009741X01	Metálica	108.00
Área Total				1,576.00

Fuente: INGEMMET

1.4 MEDIO AMBIENTE

Mediante Resolución Directoral N° 014-2008-REGION ANCASH/DREM, de fecha 21 de febrero del 2008, se Aprueba a favor de Minera Shuntur SAC el Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado del Proyecto de Explotación y Planta de Beneficio de la UEA Shuntur.

Estudio ambiental que garantiza la conservación, protección y control del medio ambiente del área de influencia directa e indirecta del proyecto, para ello el compromiso de la empresa minera será cumplir con todos los programas desarrollados en cada capítulo del estudio, sobre todo los compromisos sociales y ambientales asumidos.

El propósito será lograr un desarrollo armónico y directo con las poblaciones del entorno, la misma que favorecerá a la solución de posibles conflictos durante las operaciones mineras, lo que llevará a cumplir con una gestión social participativa y ambiental responsable.

1.5 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La minería es una de las actividades más importantes por la generación de empleos, la participación activa en el incremento del Producto Bruto Interno y en el ingreso per cápita nacional; sin embargo, tiene un efecto negativo; tal es el caso de los relaves los mismos que ocasionan diversos impactos ambientales, sociales y económicos. Por ello, surgió un interés de conocer y dar a conocer información acerca de este problema. Los residuos provenientes de la actividad minera son por su composición y densidad, materiales peligrosos capaces de romper los equilibrios de los ecosistemas, afectar la salud pública, degradar cuerpos de agua y modificar paisajes naturales. La inadecuada disposición de relaves y desmontes, así como los métodos inapropiados para su tratamiento; han causado casos graves de filtraciones, drenaje de ácidos y contaminación de cuerpos acuíferos, así como otros efectos negativos en la biodiversidad y los ecosistemas.

1.6 FORMULACION DEL PROBLEMA

1.6.1 PROBLEMA PRINCIPAL

¿Cómo influye el diseño de Remediación del medio ambiente producido por el desmoronamiento del relave en la compañía minera Shuntur?

1.6.2 PROBLEMAS SECUNDARIOS

- ¿En qué medida influye la remediación del medio ambiente producido por el desmoronamiento del relave en la compañía minera Shuntur?
- ¿En qué forma influye la remediación del medio ambiente con la construcción de todos los desvíos necesarios para mantener el flujo de las escorrentías durante períodos de precipitación hacia la relavera en la compañía minera Shuntur?

1.7 OBJETIVOS

1.7.1 Objetivo General

Diseñar el sistema de la remediación del medio ambiente producido por el desmoronamiento del relave en la compañía minera Shuntur

1.7.2 Objetivos Específicos.

- Identificar posibles escenarios de impactos ambientales debida a la remediación del medio ambiente producido por el actual desmoronamiento y remodelación de la relavera en la compañía minera Shuntur.
- Dar una perspectiva general sobre la remediación del medio ambiente con la construcción de la relavera en la compañía minera Shuntur.

1.8 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Los impactos mineros son producidos por los recursos minados, ya sea su fuente a cielo abierto o subterránea, lo que genera relaves mineros, que a su vez consisten en minerales sulfurados y componentes químicos utilizados en el proceso minero; ácidos, metales ionizados, cianuro de sodio y reactivos químicos como ácidos, álcalis, espumas, floculantes, coagulantes, aceites, petróleo y sólidos en suspensión en agua de mina. Las

consecuencias de estos relaves son graves, ya que pueden desestabilizar los ecosistemas, afectar la salud humana, afectar los flujos de aguas superficiales y subterráneas y potencialmente dañar los paisajes, todo como resultado de la disposición y el manejo inadecuados de los sedimentos de relaves.

1.9 IMPORTANCIA DEL TEMA.

El presente trabajo es uno de los grandes problemas asociados a la minería, que corresponde a todo lo relacionado con la descontaminación, se trata de la construcción de lo que se conoce en la superficie de la tierra como depósitos de relaves, restos de operaciones metalúrgicas mineras. Estos yacimientos han cobrado mayor relevancia en la actualidad, principalmente por el aumento de las leyes de extracción de minerales, que han obligado a las empresas mineras a extraer grandes cantidades de minerales para mantener el nivel de producción de materias primas finas, aumentando así la cantidad de desechos. los cuales deben ser eliminados como material estéril, lodos de desecho o filtración. Por lo tanto, se deben tener en cuenta los riesgos tecnológicos, de construcción, operación, mantenimiento, ambientales y legales de los depósitos de relaves grandes, medianos y pequeños. Hasta hace unas décadas, era práctica común en el Perú y otros países de tradición minera disponer los desechos de las operaciones mineras y metalúrgicas y arrojarlos en los cauces de los ríos, lagunas, cañones, valles o al mar. En las cercanías, cuando no se disponía de estos sectores naturales "convenientes", los contratistas mineros depositaban los sedimentos en las áreas de contención, que inmediatamente tapaban con desechos, y cuando los depósitos se agotaban, estos depósitos eran abandonados. Actualmente, la normativa legal, técnica y ambiental de mi país en lo que respecta a la construcción, operación, mantenimiento y cierre de los desechos mineros exige el cumplimiento de diversos requisitos de seguridad para proteger a las personas y el medio ambiente, por lo que es fundamental trabajar para lograr los estándares.

1.10 ALCANCES

El alcance del proyecto es:

- Construya y restaure el medio ambiente mediante la construcción de estanques de relaves y obras de estabilización de relaves en Shuntor Mining Company.
- Describir las cimentaciones desde una perspectiva geológica geotécnica. Evaluar las condiciones hidrológicas y los sistemas de drenaje y distribución en el área de estudio.
- Pruebas de diversos materiales, como relaves y materiales prestados, que se utilizarán en la construcción de relaves de Shuntor Mines.

1.11 HIPÓTESIS GENERAL.

La propuesta del sistema de la remediación del medio ambiente producido por el desmoronamiento del relave en la compañía minera Shuntur favorece significativamente en su remediación ambiental basada en experiencias exitosas en empresas mineras.

1.12 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.

- La mala disposición de las relaveras en la compañía minera Shuntor produce efectos significativos en el medio ambiente.
- El manejo de la remediación del medio ambiente con la construcción de la relavera en la compañía minera Shuntor produce efectos significativos en el tratamiento del depósito de relaves.

CAPITULO II

2.1. MARCO TEORICO

2.2.1 ANTECEDENTES

(MARC, 2015) El Perú conoce la situación vivida recientemente en Minas Gerais. **Por ejemplo**, el 25 de junio de 2010 se derrumbó el tranque de relaves de la Compañía Minera Caudalosa Chica en Angara (Huankavelica). Los escombros ingresaron al río Escalera y se extendieron a sus afluentes (Huachocolpa, Opamayo y Lircay). Las pérdidas económicas son considerables. Muchas veces estos desastres pasan relativamente desapercibidos en el Perú porque tienden a ser más insidiosos que violentos y espectaculares, pero los daños en estos casos son acumulativos y muy graves a mediano y largo plazo, como el Cerro. Se conocen basureros pequeños y medianos en Pasco, Chinchaycocha o el mismo lago Titicaca y cientos de otros lugares donde perdieron el material que estaban almacenando, visible sin reacción alguna porque la mayoría de la gente lo considera "normal". Según el último recuento, existen 8.616 responsabilidades mineras, muchas de las cuales son reclamos directos por desechos, ya que la mayoría no cuenta con estudios de impacto ambiental y no ha sido procesada. Veintiún ríos importantes en Perú estarán fuertemente contaminados por la minería, en su mayoría formal y grande.

(SERGIO LI, 2013) En el resumen de su trabajo expresó: Analizando el medio ambiente y la situación actual del Perú, se puede apreciar que el problema de las DAM en la realidad minera del Perú es muy relevante tanto en términos de responsabilidad ambiental debido al agua. El alto nivel de eliminación de desechos y contaminación que dejan las minas antiguas y las minas modernas se elimina adecuadamente bajo regímenes regulatorios ambientales nuevos y mejorados, por lo que se necesita mucho un método de predicción de agua ácida preciso y confiable.

(Castellón, 2010). La minería ha sido una de las actividades humanas más antiguas, e incluso es claro que ha influido en el desarrollo de prácticamente todas las actividades tal como las conocemos hoy. Sin embargo, las actividades mineras en sus diferentes etapas (exploración, extracción y procesamiento) provocan impactos ambientales

significativos, tales como: degradación de ecosistemas y recursos naturales, impacto en cuencas hidrográficas importantes, pérdida de recursos forestales y amenazas a la biodiversidad.

Por otro lado, **Shinner & Klauser (2005)** mencionaron que la contaminación del suelo con metales pesados está “generalizada debido a la industria, principalmente la minería y procesamiento de metales, curtiduría, quema de madera, carbón y aceite mineral”. Se puede concluir que la minería y el procesamiento de metales son fuentes importantes de metales pesados como contaminantes del suelo y el agua. Por lo tanto, es necesario comprender el proceso minero en su conjunto, ya que permite determinar el impacto ambiental de cada etapa de la minería.

(ELAW, 2010). En cuanto a los relaves, muchas compañías mineras arrojan desechos cerca, incluso en ríos y arroyos cercanos, por conveniencia. Algunos de los peores impactos ambientales involucran vertederos a cielo abierto, que en la actualidad casi universalmente están mal vistos.

Por su parte, **ELAW (2010)** explicó que los desechos son desechos producidos en masa que pueden contener cantidades peligrosas de sustancias tóxicas como arsénico, plomo, cadmio, cromo, níquel y cianuro.

Hernández (2010) dividió los metales pesados en dos grupos: micronutrientes o oligoelementos y metales o macronutrientes que no tienen función biológica. Los oligoelementos son esenciales para los organismos en pequeñas cantidades, pero tóxicos en altas concentraciones, y son: arsénico (As), boro (B), cobalto (Co), cromo (Cr), cobre (Cu), molibdeno (Mo), manganeso (Mn), níquel (Ni), selenio (Se) y zinc (Zn). Cuando se trata de esto, los elementos macro son muy tóxicos, por ejemplo: bario (BA), cadmio (CD), mercurio (Hg), plomo (PB), antimonio (SB) y cabello batido (BI). Debido a las actividades mineras, se pueden crear metales excesivos en el medio ambiente a través de minas o tuberías de refuerzo ácido.

por desmontes y por los relaves mineros (**Maksaev, 2009**). Maksaev, también explica que algunos metales, como cadmio y mercurio, y metaloides como antimonio o arsénico, los cuales son muy comunes en pequeñas cantidades en depósitos metálicos son altamente tóxicos, aun en pequeñas cantidades, particularmente en forma soluble, la cual puede ser absorbida por los organismos vivos.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES

La minería no es una actividad "delicada". Esto a menudo implica mover y procesar grandes cantidades de roca y, en el caso de la minería del cobre, más del 95 % de la roca original que se movió se convierte en desecho. Muchos de los efectos discutidos son más importantes en áreas geográficas de alta precipitación que en áreas desérticas. Sin embargo, estos procesos también pueden afectar gravemente los recursos naturales en las zonas desérticas, pero a un costo que solo se hará realidad años después.

2.2.2 IMPACTOS MINEROS SOBRE LA CANTIDAD DE AGUA

En general, incluso las áreas más desérticas tienen acceso a grandes cantidades de agua subterránea, a menudo a grandes profundidades, que fluyen largas distancias desde manantiales en áreas montañosas. La región de Atacama de Perú y Chile son ejemplos típicos de la situación anterior. El valor de estas aguas suele ser muy bajo.

2.3 LA ACTIVIDAD MINERA Y EL ORIGEN DEL RELAVE

La minería es una actividad extractiva que involucra la extracción selectiva de minerales y otros materiales de la corteza terrestre, lo que en muchos casos significa extraer físicamente grandes cantidades de material de la corteza terrestre para recuperar solo una pequeña cantidad de producto. En todo el país se extrae una gran variedad de minerales, tales como metales (oro, plata, cobre, hierro, etc.), minerales industriales (potasio, azufre, cuarzo, etc.), materiales de construcción (arena, áridos, arcilla, grava, etc.), piedras preciosas (diamantes, rubíes, zafiros y esmeraldas) y combustibles (carbón, lignito, turba, petróleo y gas). Las Pautas de Residuos Mineros estiman que la trituración y trituración de minerales produce un relave de aprox. dos tercios mayor que el volumen

original del mineral “in situ”, por lo que los relaves son enterrados para asegurar su viabilidad económica, así como su estabilidad física y química, son quizás los mayores desafíos ambientales asociados al desarrollo minero.

2.1 EL AGUA EN LA INDUSTRIA MINERA

El agua es uno de los recursos naturales más importantes e indispensables para todas las formas de vida, entre estas nosotros los seres humanos, siendo una sustancia de capital importancia para la vida con excepcionales propiedades consecuencias de su composición y estructura. Es una molécula sencilla formada por tres pequeños átomos, uno de oxígeno y dos de hidrogeno, enlaces polares que permitan establecer puentes de hidrogeno entre moléculas adyacentes.

2.5 USO DE AGUA EN PROCESOS MINEROS

Minería a cielo abierto: su uso principal de agua es en el riego de vías internas para reducir el polvo en suspensión Minería subterránea, es reducido y el problema consiste más bien en extraer el agua natural apoyada al fondo de los trabajos, la que puede provenir de lluvias o de acuíferos afectados.

2.6 GUÍAS AMBIENTALES PARA LAS ACTIVIDADES MINERAS

De acuerdo con el Decreto Supremo 16-93-EM, la DGAA entrega una diversidad de guías de procedimiento para la ejecución de proyectos mineros en Perú. Todas se han formulado con el propósito de promover el objetivo general de lograr un desarrollo sustentable. En la Tabla 1 del presente Apéndice se presenta un resumen de las Guías de Manejo Ambiental Minero publicadas a la fecha. Estas entregan un esquema básico para la preparación exitosa de documentos de EIA y para otras áreas del diseño de proyectos mineros

2.7 IMPACTO AMBIENTAL DE LA ACTIVIDAD MINERA

impacto medioambiental. Es el efecto de los relaves en el ambiente donde se depositan y atrapan, que puede causar daños a los acuíferos (ríos, lagunas, acuíferos), suelo y

atmósfera si no se toman las medidas técnicas recomendadas Contaminación del aire: el aire puede ser Contaminación por impurezas sólidas , por ejemplo, polvo y combustible tóxico o inerte que puede ingresar a los pulmones desde varias etapas del proceso Impactos en las aguas superficiales: los sólidos finos de las áreas mineras pueden hacer que los sedimentos se eleven en los acuíferos o ríos del área Impactos en las aguas subterráneas: Contaminación del agua por el procesamiento de aceites, reactivos, sales minerales de para pilas o montones de desechos sólidos.

2.8 RIESGO DE SALUD AMBIENTAL

La OMS adopta el concepto de salud como aspectos de un individuo, incluida la calidad de vida, que están relacionados con factores ambientales químicos, físicos, sociales, biológicos y psicosociales. Asimismo, la corrección, evaluación, control y prevención del factor climático que puede afectar directa e indirectamente la salud de las generaciones actuales y futuras.

2.9 CONSECUENCIAS DE LOS DERRAMES DE RELAVES DE LAS ZONAS MINERAS

A pesar de tener un estudio de impacto ambiental aprobado en 2001, las empresas mineras de pequeña escala como la mina El Cofre en la zona rural de Palatia en la región de Palatia están obligadas a extraer plata, zinc, plomo y oro en menor medida a través de túneles, un concentrador y un estanque de relaves. con una capacidad de aprox. 30,000 metros cúbicos, se encuentra con desbordamiento de laguna de relaves y el avalúo del área afectada se detalla a continuación:

- El 4 de julio, entre las 11.15 y las 12.50 aproximadamente, parte del muro de contención de la laguna Sarni (2 m de ancho y 3 m de altura) se derrumbó y se desprendió aprox. 15.000 m³ y viajó 500 m para llegar a Río Palacia.
- El río Baratía desemboca en el río Unocolla, llega al río Santa Lucía y luego desemboca en el río Cabanilla, que uniéndose al río Lampa nace en el río Coata y finalmente desemboca en el lago Titicaca.
- El daño es catastrófico, muchos ríos están contaminados, los canales de riego están parcialmente tapados, el agua que va a las zonas de cultivo está contaminada, sus

productos contienen minerales, incluso las cuencas donde se produce el chuño blanco (Tunta) están contaminadas, los animales están siendo envenenado y los peces mueren a causa de los ríos afectados. Además, los sedimentos cubrieron los prados y toda la vegetación de las zonas afectadas murió a causa de la contaminación.

Grupos de riesgo en la zona afectada por el accidente según código de reporte de Alerta Epidemiológica: EA-VE No. 003-2006, 6 de julio de 2006. Las comunidades involucradas son; San Antonio (125 personas), Huacullani (100 personas), Pucarille (130 personas), Alpacollo (150 personas), Chingani (125 personas), Choroma (100 personas) y otras comunidades (2000 personas), 2730 personas están en riesgo.

2.9.1 IMPACTOS PRODUCIDOS POR EL USO DE MINERALES EN LOS RÍOS:

El principal impacto es el mercurio utilizado en la extracción de oro. La contaminación se produce de diferentes formas:

- Los residuos antiguos y actuales se acumulan en los sedimentos debido al alto contenido de mercurio.
- El agua de lluvia y las tormentas arrastran el metal de los relaves y la contaminación proviene de la escorrentía del derretimiento. En las pruebas realizadas se obtuvieron concentraciones tan bajas como 1,2 μM . metales en agua
- Realizar operaciones en todas las casas (alrededor de 5000), cada una de las cuales es una fuente concentrada de vapor de mercurio, óxido de nitrógeno y óxido de azufre.
- Además, el contenido de azufre del mineral tratado produce agua ácida, lo que puede ser verificado por el monitoreo de la empresa a pedido.

2.10 CONTAMINACIÓN EN EL SUELO

El abandono o depósito de todo tipo de contaminantes en el suelo ha sido durante décadas una solución efectiva y barata para deshacerse de estos residuos.

Actualmente la capacidad de los existentes de eliminación de residuos es muy inferior a las necesidades reales en todo el mundo.

2.10.1 CLASIFICACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DE LOS SUELOS:

- **Superficie:** Depósitos de residuos resultantes de vertidos accidentales o voluntarios en el suelo.
- **Subterráneo:** Corresponde a situación de vertedero. Su ubicación es tan compleja que los únicos signos son cambios en la textura superficial del terreno.
- **Vertido ilegal:** Suele ocurrir simultáneamente con el vertido subterráneo resultante del vertido ilegal. Es uno de los tipos de contaminación más peligrosos, dada la presencia de sustancias tóxicas y peligrosas y el desconocimiento de las fuentes de contaminación.
- **Derrames Accidentales:** La fuente de contaminación es accidental o por negligencia en el manejo de la contaminación. Son fugas de tanques, liberaciones de sustancias tóxicas al medio ambiente.
- **Contaminación Difusa:** La contaminación del suelo no tiene una fuente específica, pero está muy extendida. Generalmente, los contaminantes están presentes en bajas concentraciones, pero en grandes cantidades absolutas.
- **Contaminación puntual:** Es una contaminación localizada con un núcleo de descarga desde el cual se pueden transferir contaminantes a otros elementos del medio ambiente (atmósfera, aguas superficiales y subterráneas).

2.10.1 EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN DE LOS SUELOS

La presencia de contaminantes en un suelo supone la existencia de efectos nocivos para el hombre, la fauna en general y la vegetación. Estos efectos tóxicos tendrán consecuencias diferentes según sea el contaminante y de la concentración del mismo. De forma general, la presencia de contaminantes en el suelo se refleja directamente en la vegetación y la calidad de los cultivos proporcionada por la degradación del suelo. En los seres humanos, se ha observado exposición a través de la ingestión y el contacto con la piel, lo que en algunos casos resulta en envenenamiento por metales pesados y muy probablemente compuestos orgánicos volátiles o semivolátiles, muchos de los cuales son absorbidos y acumulados por las plantas y terminan en las mesas de

los humanos y los animales. enjambres muy por encima de lo que consumen en la Tierra.

Los residuos mineros e industriales vertidos a tierra, depositados en balsas o enterrados provocan más daños y contaminación que otros productos.

Asimismo, los fertilizantes sintéticos (urea, nitratos, fosfatos, cloruros, etc.) deben usarse con precaución, ya que su uso irresponsable puede envenenar y dañar la flora, lagos y jardines, afectando a las plantas y animales acuáticos.

Por ello, lo mejor es utilizar abonos orgánicos como guano de isla, humus, abono verde, estiércol animal, etc. Los insecticidas o insecticidas son compuestos químicos utilizados para el control de plagas (insectos, hongos, bacterias, roedores, malas hierbas, algas). Los más comunes son los insecticidas, herbicidas, fungicidas que matan roedores y algicidas (mata algas).

SE PUEDEN CLASIFICAR EN:

- **Hidrocarburos clorados:** son derivados de los hidrocarburos (petróleo crudo, gas natural) y son tóxicos. Una de sus propiedades más importantes es que no se degradan o se degradan muy lentamente y persisten en el medio ambiente durante mucho tiempo. Entre ellos, los más dañinos y de mayor duración son: mirex, clordano, aldrín, dieldrín, endrín, heptacloro, hexaclorobenceno y DDT.
- **Organofosforados:** Tienen un efecto amplio y rápido sobre el sistema nervioso. Tienen una vida corta, por lo que no hay consecuencias.
- **Compuestos organoclorados:** Por su contenido en cloro tienen un efecto residual.
- **Carbamatos:** afecta el sistema nervioso central.
- **Natural:** tenemos nicotina del tabaco, rotenona, etc.

2.10.3 RIESGO DE SALUD AMBIENTAL

El concepto de salud utilizado por la Organización Mundial de la Salud incluye la calidad de vida humana en relación con los siguientes factores: social,

psicosocial, físico, bioquímico y químico. Así como para prevenir, corregir, controlar y evaluar los factores ambientales que puedan afectar directa o indirectamente la salud de las generaciones actuales y futuras. Por ejemplo, está claro que hay contaminación en una jornada laboral de 6 horas con 4 turnos, más de 5000 mineros en un túnel (600m), muy poco oxígeno, 0°C de temperatura, 98% de humedad relativa, gases tóxicos. Se observó la presencia de cianuro y mercurio en la sangre del trabajador; se observaron los siguientes síntomas: dificultad para respirar; excitación; mareo; debilidad; dolor de cabeza; náuseas y vómitos; pulso rápido convulsiones; presión arterial baja; pulso lento; pérdida de consciencia; daño pulmonar; insuficiencia respiratoria, que puede llevar a la muerte.

Son posibles enfermedades diarreicas agudas, problemas neurológicos, enfermedades de la piel, enfermedades conjuntivales. La minería informal se lleva cada día unas 5.000 toneladas de tierra, destruye la naturaleza sin remordimientos y se espera que formalicen e inicien planes de mitigación para evitar la contaminación.

Aunque según el Decreto Legislativo del 12 de febrero de 2012 No. 1099 ha comenzado a erradicar la minería ilegal, otro desafío es garantizar que los mineros ordinarios no contaminen el medio ambiente cuando tienen licencia.

Según el Negociado de Energía y Minas, la tierra que invadieron los mineros ha acumulado \$3 millones cada 15 años. 60% invertido en maquinaria pesada (dúmpers, cargadoras frontales, excavadoras, etc.). El resto son bienes muebles e inmuebles. Y qué queda para una fiesta de lujo, pero nada para lograr un desarrollo sostenible para la población y/o la humanidad. Muchos de ellos ni siquiera extrajeron oro, sino que utilizaron sus máquinas para iniciar empresas especializadas en la construcción y el arrendamiento. Algunos de ellos son proveedores de servicios para gobiernos regionales y municipios. La salud de los trabajadores no estaba en el presupuesto de estos grandes dirigentes, quienes se dedicaron únicamente a la acumulación de grandes riquezas, dejando el peso de la salud al gobierno peruano. Una de las funciones de la Dirección General de Saneamiento Ambiental (DIGESA) es asesorar al Director Ejecutivo de

Saneamiento Ambiental para que las empresas mineras limpien los desechos y desechos de las fábricas y minas respectivamente. Este residuo se deposita en los campos a pie de fábrica. Tienen una proporción de 10 a 1 con respecto a los minerales y primero se colocan al costado del tajo como relleno cuando se dispone de un tajo pre-minado. La instalación produce 28,8 toneladas de residuos al día. El Gobierno del Perú es el responsable de que esta actividad se realice de acuerdo con la normativa de la Dirección General de Salud Ambiental, la cual debe ir de la mano del Director de Salud Ambiental. Lograr el desarrollo sostenible de la región Puno.

- RIESGOS AMBIENTALES SOBRE LA ATMÓSFERA

La atmósfera se ve afectada por emisiones de partículas, gases o energía (ruido y vibraciones), equipos y combustión. Material particulado liberado debido al arrastre de polvo durante las operaciones de arranque y carga, y durante la acumulación de materiales o suministros.

- CAMBIOS EN EL MEDIO AMBIENTE, FLORA Y FAUNA

Vemos cómo los hábitats y los paisajes naturales están cambiando. Los cursos de ríos alterados por la destrucción de la vida acuática por la minería.

Sin vegetación, la erosión aumenta y la contaminación química afecta la cobertura vegetal y, por lo tanto, el hábitat de la fauna. Los suelos se ven afectados por las minas de carbón y metal, que inhiben el crecimiento de la vegetación y conducen a la salinización, la sequía y la desertificación. El polvo impide que las plantas respiren y el ruido hace que las especies animales migren de sus hábitats naturales.

2.11 ACTIVOS Y PASIVOS AMBIENTALES

Estas conformadas por las instalaciones mineras abandonadas; desmonte de minas, depósitos de minerales, relaves de plantas metalúrgicas, pilas de lixiviación, relaves de cianuración, lavaderos, túneles, con aguas que discurren y llevan cianuro y mercurio.

2.12 PROBLEMAS SOCIALES

El hacinamiento en los poblados mineros, provoca enfrentamiento entre mineros y pobladores. La presencia de prostitución, alcoholismo, delincuencia y la agresividad por parte de los personajes del mal vivir ocasionan los conflictos sociales que se deben erradicar.

2.13 ELECCION DEL TIPO DE REMEDIACIÓN

Aunque la remediación ambiental industrial es relativamente nueva, existe una variedad de métodos de remediación, no todos los cuales son efectivos en todas las industrias, por lo que se deben realizar estudios de remediación apropiados caso por caso. En relación a la minería, y principalmente en relación a la remediación de grandes volúmenes de residuos mineros, se investigará caso por caso cada caso.

La decisión en cada caso individual depende de los siguientes criterios:

- Condiciones especiales locales
- Condiciones especiales para escorias (compresión, humedad, etc.)
- Especialmente las condiciones climáticas locales
- Disponibilidad de terreno para su uso posterior en el sitio
- Eficacia del método (a corto o largo plazo)
- Costos (mano de obra y mantenimiento)
- Condición peligrosa o peligro inminente
- Mesas de agua, terremotos, cubos desbordados.
- Otros efectos o beneficios relacionados.

Cualquiera que sea el método que se elija para el tratamiento de desechos mineros a gran escala, se debe agregar el control de acceso, la estabilización previa al colapso y el control hidrológico.

2.14 OPERACIÓN MINERA ACTUAL PARTE EN LA QUE SE HACE EL SOPORTE TÉCNICO DE LA TESIS

2.14.1 GEOLOGIA La concesión minera metálica Adriana V-12 tiene una extensión de 600 hectáreas y está ubicada en el distrito minero Pila. Estratigráficamente, dos unidades del Grupo Kalipui son reconocibles en la región: el Macizo Volcánico Eoceno-Oligoceno y el Mioceno Kalipui II. La malla estructural corresponde a diferentes sistemas de fallas gravitatorias. El control estructural de toda el área está relacionado con dos fallas principales interconectadas que dividen el área en tres bloques tectónicos, el bloque central y el bloque noroeste que contienen aglomerados volcánicos mineralizados. Mine Sagitario se encuentra en la sala correspondiente al bloque central. El Plan 02 (Anexo 2) describe la gestión de la estructura y los bloques centrales y bloques en dirección NW. (Shuntur SAC Recursos Mineros). La mineralización del depósito es del tipo de contacto metasomático: skarn que contiene cobre y plata (calcopirita y galena de plata) ubicado en las capas de conglomerado volcánico de la Formación Kalipi. Un programa de perforación diamantina realizado por David F. Des Rosier y Cuper Rodríguez de enero a marzo de 2002 confirmó el descubrimiento de minerales potencialmente valiosos desde el punto de vista económico en la andesita-brecha silicificada debajo del campo skarn y en el S. - cualquiera.

Las perforaciones diamantinas y los cateos realizados en el área minera de sagitario, estimaron que existe 1'364,180 TM de reservas probadas con leyes de 0.041 gr Au/TM; 1.92 Oz Ag/TM; 1.34 % Cu; 0.66 % Zn y 0.04 % de Pb.

Asimismo, el estudio de evaluación geoeconómica elaborado por L y C Mining Service SR. sociedad con responsabilidad limitada Y considerando el trabajo de campo realizado en noviembre de 1997 por los ingenieros César Ríos Caldas, Aurelio Ganoza Peña y Vilberto Vásquez, que inicialmente estimó un recurso geológico de 850 mil millones de toneladas con una ley de 1,3% de cobre (Cu) en 45,5 g/t Plata (Ag).

Con base en las rocas expuestas en Sagitario, las principales características estructurales y la historia de sedimentación y vulcanismo plutónico, se puede

confirmar que la mineralización se desarrolló en un ambiente evolutivo mesozoico-cenozoico y migró hacia el este como un arco magnético

2.14.2 **GEOLOGÍA REGIONAL** muestra rocas del Mesozoico, Cenozoico al Cuaternario. Así tenemos la Formación Chicama del Jurásico Superior, las rocas sedimentarias del Cretácico Inferior de los Chimú, Santa y Carhuas y Pariahuanca-Chulec-Pariatambo, y el Cretácico Superior del Grupo Casma y las rocas volcánicas del Grupo Calipuja. en el Cretácico Inferior. Terciario Medio, cubriendo la mayor parte de la superficie terrestre. Toda la secuencia está atravesada por rocas intrusivas de gabro-diorita a diorita-granodiorita. El Cuaternario está representado por depósitos coluviales, morrénicos y glaciares. Programa N° 03 (Anexo 3).

2.14.3 **GEOLOGÍA LOCAL** La formación de la propiedad Adrian V-12 consta de unidades litológicas con una extensión vertical entre los períodos Cretácico y Cuaternario, que incluyen:

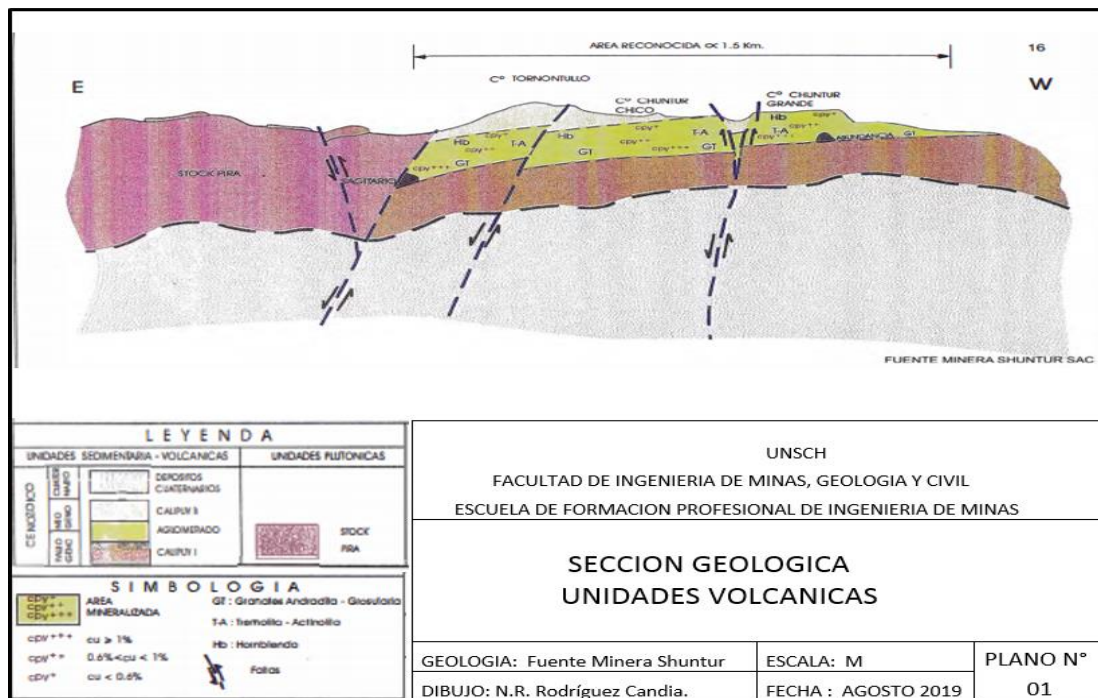
- **Grupo Santa** - Carhuaz: esta roca se ubica en el lado norte del yacimiento, desde Sagitario hasta Shuntur Grande (área en la concesión minera Adriana V-12), donde es posible observar bolsas de arroyos por encima de los 250 metros, compuestas por caliza superior y capa de lutita delgada silicificada con un volumen de arenisca de cuarzo más grande en la base, rumbo promedio local N 40° - 65° W y 40° - 50° SW, contacto ocasional con skarn al sur.
- **Grupo Calipuy:** consiste en rocas piroclásticas gruesas y tufitas de dacita fundida. La secuencia es muy variable, por lo que una sección medida en cualquier lugar tiene poca semejanza con una sección medida en otro lugar. La presencia de discordancias en el Grupo Calipuy ayuda a dividir el Grupo Calipuy en diferentes unidades estratigráficas. Se depositó después de un período de plegamiento, erosión y levantamiento que afectó a las unidades del Cretácico y eventualmente provocó una gran erosión. El Grupo Kalipuy está ubicado en las facies rocosas del Cretácico Inferior del Cinturón de Sagitario, discordantemente. Estudios detallados del lecho rocoso

costero han demostrado que las rocas volcánicas de Kalipuy están estrechamente relacionadas en edad y composición con el complejo de anillos del lecho rocoso (Webb, 1976), lo que explica que el vulcanismo terciario es la superficie de las últimas etapas de la actividad del lecho rocoso.

- La extensión del emplazamiento del Grupo Kalipuy no está clara y hay poca información sobre edades absolutas, una de las cuales es una edad K-A de 52,5 Ma. Se desconoce la edad máxima del Grupo Kalipuy, aunque se sabe que esta fase de vulcanismo activo terminó con el inicio de la deformación compresional en el Plioceno (fase Quicuan). K – La edad Ar registrada es 14.6 MA (Mioceno). Durante los trabajos de exploración en el área de Sagitario, se encontró que el Grupo Kalipuja representa el 60% del área total (Figura 3), y se distinguieron dos unidades volcánicas: Masa Volcánica y Kalipuja II (Figura 1: Unidad Volcánica). Estas unidades se caracterizan por: (Figura 1: Unidades volcánicas). Estas unidades se caracterizan por:

Aglomerado Volcánico La masa volcánica está formada por secuencias conglomeradas de naturaleza volcánica mezcladas con coladas volcánicas afánticas, que localmente se transforman en Hosnfels como consecuencia del metamorfismo de contacto. La matriz del conglomerado consta de microporfirio a andesita beige con tonalidades de gris verdoso a gris violáceo. En la parte superior de la secuencia de conglomerados hay una formación de andesita clinóptica con fenocristales de hornblenda de hasta 5 x 5 cm de tamaño.

Esta matriz engloba a clastos redondeados a subredondeados también de naturaleza andesítica, pertenecientes al Calipuy I, cuyas dimensiones varían desde 0.5 a 10 centímetros de diámetro, encontrándose los clastos de mayores dimensiones en la base de la secuencia. Los pseudoestratos presentan un rumbo N 30° - 40° E, y buzamiento 10° - 30° SE, tienen una variación de espesor que va de desde los 10 Centímetros hasta 1,0 metros; en conjunto la secuencia conglomeradica parece tener un ancho aproximadamente de 100 a 150 metros, topográficamente tiene una particular característica dado que sus afloramientos presentan abruptas escarpas.



FUENTE: MINERA SHUNTUR S.A.C.

- **Calipuy II** La secuencia de conglomerados Calipuy II está cubierta por afloramientos de tobas y elementos volcánicos que varían en composición desde dacita a andesita y se caracterizan por un fuerte despegue columnar. En algunas áreas cercanas a Sagitario, como Sao Paolo y Shuntura, se observa la secuencia volcánica correspondiente a Calipuy II en contacto con la secuencia de conglomerados, con desplazamientos verticales que en ocasiones alcanzan decenas de metros de profundidad debido a fallas gravitatorias.
- **Depósitos Cuaternarios** Los sedimentos cuaternarios son generalmente materiales suprayacente suelto que ocurre irregularmente en Skyttebælt. Dichos sedimentos se acumulan como resultado de procesos glaciales, aluviales, fluviales y, en algunos casos, de fenómenos de pérdida de masa. La complejidad del volumen de estos yacimientos no permite adaptarlos a la escala del mapa que se muestra.

2.14.4 **GEOLOGÍA ESTRUCTURAL** J. Wilson (1963) sostiene que la cuenca peruana occidental está delimitada entre dos bloques principales, un bloque oriental constituido por el Anticlinal del Campo Indio y un bloque occidental

menos conocido descrito por Myers (1975) conocido como Paracas. Un anticlinal cuyos restos se encontrarán en los macizos de Arequipa e Ilesque. Por lo tanto, se puede concluir que los depósitos del Paleozoico Superior, Triásico-Jurásico, Cretácico y Terciario se desarrollaron en el ambiente de falla de los bloques de falla.

En la Cordillera Negra, esta secuencia sedimentaria está afectada por un plegamiento moderado que probablemente corresponde a un solo subpaso tectónico, y coincidentemente el eje de la Cordillera corresponde a un anticlinal gigante.

El depósito mineralizado Sagitario en la concesión minera Adriana V-12 está ubicado en una caldera interior más joven en el borde noroeste de otra caldera más grande, ca. 20 km de diámetro, en un sistema de caldera regional coherente con orientación NW-SE. es posible observar hacia el norte las alturas de los cerros Shuntur y Tornontullo. Programa N° 04 (Anexo 4).

La configuración actual de las unidades volcánicas de afloramiento en el área adyacente a la mina Adriana V-12 está controlada por un sistema de fallas de gravedad consistente con una posible secuencia de eventos extensionales del Plioceno asociados con la fase de compresión Quechua tardía. tectónica andina.

El control estructural principal consiste de dos fallas escalonadas de mayor longitud en el área (2 Km), cuyo rumbo es de N 20° E con saltos aparentes de 120 y 60 metros. Son posteriores a la mineralización y han generado un sistema de grabens consecutivos cuyo desplazamiento tiene dirección NO – SE.

Estas fallas delimitan el área en tres bloques estructurales mayores, siendo de importancia económica dos de ellos denominados: Bloque central y Bloque Norte – Oeste.

En el bloque central, las unidades volcánicas se encuentran probablemente en su posición original con estratificación de rumbo N 30° E y buzamiento 30° - 45° SE. En este bloque se encuentran las labores mineras de Sagitario en la Concesión Minera Adriana V-12. La zona se encuentra limitado por dos fallas post – mineral definidas, que limitan el skarn con la andesita porfíritica del calipuy; al Norte es

de rumbo N- 50° - 70° O y buzamiento de 80° - 40° NE, y al Sur por una falla de rumbo E – O y buzamiento de 68° - 85° S.

El bloque Norte – Oeste, que es un grabens respecto al bloque central, se observa un fuerte dislocamiento que cambia el sentido de la estratificación a N 75° O, con buzamiento 45° SO. Este bloque comprende las labores de Abundancia y Santa Rosa, zonas ubicadas dentro de la concesión minera Adriana V-12.

Un sistema de fallas paralelas de rumbo Este – Oeste, tienen un fuerte desarrollo al Oeste de la zona de Adriana V-12. Las zonas con mayor densidad de fallas paralelas como en San Paolo, Milagros, Zorro, Shuntur; forman un sistema de Horts y grabens con saltos de regular magnitud. Localmente, se ha observado ligeros y extendidos plegamientos que corresponden a las fases compresionales remanentes de la tectónica andina.

2.14.5 GEOLOGÍA ECONÓMICA La Sierra Negra forma parte de las montañas del noroeste peruano, que a su vez forma parte de la Provincia Polimetálica Andina, que también se extiende desde el norte de Chile y Bolivia hasta Ecuador.

Este cinturón polimetálico está rodeado al oeste por la Provincia Costera del Cobre y contiene mineralización limitada en el norte de Perú. En el sur del Perú la provincia es más importante (Toquepala, Cuajone, Cerro Verde, etc.) y se extiende hacia la parte central de Chile, las zonas cupríferas de Chuquicamata, El Teniente, etc. Son las mayores representantes. La Cordillera Negra se considera tradicionalmente un ejemplo de mineralización tipo veta con metales base del complejo Ag-Pb-Zn-Cu-Sb-Au en una estructura de corte con tendencia NW-SE. Sin embargo, al final

Los trabajos de exploración muestran la presencia de depósitos tipo pórfido, clusters de Cu-Mo (Pashap – Huallanca), depósitos dispersos de oro tipo sulfato ácido (Pierina – Huaraz), lo que indica que a pesar de que el Miembro Lima-Trujillo se encuentra alto en el basamento. Complejo plutónico, las condiciones hidrotermales se han desarrollado lo suficiente como para producir fluidos residuales o volátiles mineralizantes, lo que permite la alteración y mineralización

de grandes cuerpos (pórfido, skarn, propagación, etc.). El depósito de tiro es parte de él.

2.14.6 CONTROLES DE LA MINERALIZACIÓN

Estructural: Se observaron tres sistemas de fallas principales en el área de Sagitario, que controlan la ubicación de los intervalos mineralizados actuales y brindan pautas regionales para la búsqueda de estructuras mineralizadas tipo veta.

Lito estratigráfico: Corresponde a los niveles conglomerádicos volcánicos (Figura N° 1), que por sus características textuales y evidente porosidad son favorables al reemplazamiento metasomático y mineralización, la que se manifiesta como relleno de espacios abiertos: poros intergranulares, cavidades miarolíticas, microfracturas que atraviesan la matriz de la roca, etc.

2.14.7 MINERALOGÍA, ALTERACIÓN Y ZONACIÓN: Basado en estudios petrográficos y mineralógicos e identificación macroscópica de campo por el Ing. Pedro Gagliufi, se logró identificar un conjunto de especies minerales características del yacimiento Sagitario en el área minera de Shuntura. Los minerales minerales más importantes son:

Calcopirita, esfalerita, bornita, cobre cobre, malaquita, malaquita, galena, bismuto y oro.

Los minerales de ganga son los siguientes:

Pirita, pirita, calcita, marcasita, cuarzo, turmalina, hematites, goethita, jarosita y magnetita. Los principales minerales de alteración metasomática son: Grasularia – andradita, actinolita – tremolita, diópsido, wollastonita, sericita, rutilo, epidota y clorita. Los silicatos metasomáticos se encuentran principalmente en formaciones de conglomerados; mientras que el contenido de mineralización económica trineo en formaciones de lava es bajo. En Sagitario, la mayor concentración de minerales económicos se puede identificar por una estrecha relación entre el granate y el clinopiroxeno. Estos minerales metasomáticamente alterados muestran compartimentación en la secuencia de conglomerados volcánicos mineralizados

(Fig. 1) y se pueden observar desde el suelo hasta el techo. Además, la Zona Skytte se caracteriza por la presencia de granate tipo roca rico en calcio y andandrita en solución sólida hacia la base de la secuencia mineralizada. La mineralización en esta área proporciona el mejor valor y ha sido masiva, desplazando completamente la roca madre.

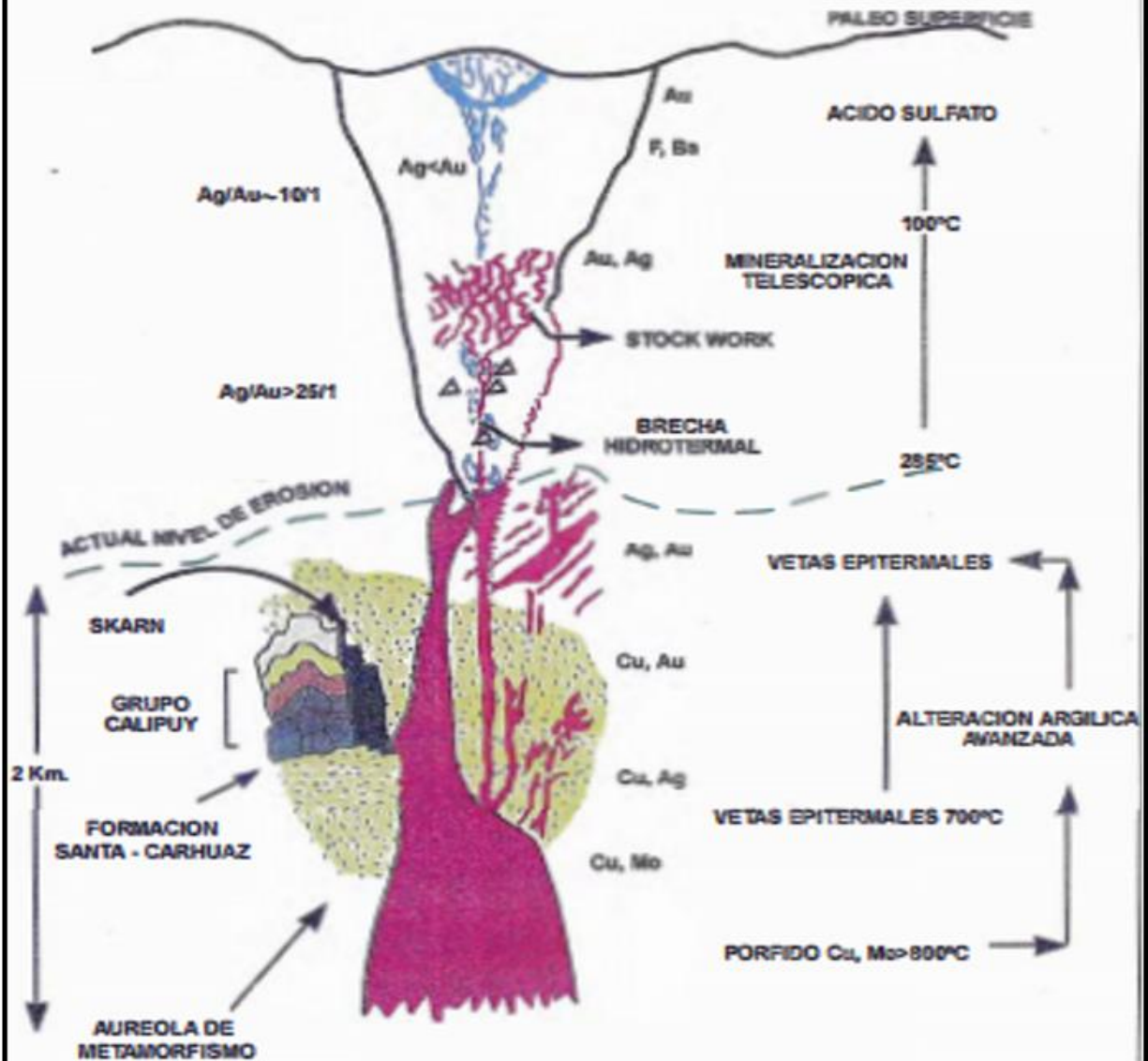
2.14.8 TIPO DE YACIMIENTO En la unidad minera Shuntur, zona de Sagitario, la mineralización es de origen mesothermal (300° - 600°), del tipo metasomático de contacto (Figura N° 2: Esquema Geoeconómico), conocida también como piro metasomatismo, skarnización y/o silisificación, la cual se encuentra emplazada en la secuencia conglomeradica volcánica del grupo Calipuy (Figura N° 3).

El pirometasomatismo se debe posiblemente a la intrusión de stocks hipabisales de naturaleza ácida, que corresponden a procesos de diferenciación magmática que se dieron dentro del intrusivo Pira, que, a su vez, han provisto los fluidos hidrotermales necesarios que circularon a lo largo de poros intergranulares y/o fracturas, como consecuencia de un cambio en la gradiente de presión del fluido.

El cuerpo mineralizado de Sagitario, es de forma semicircular ligeramente elongada en la dirección N 20° a 60° E. El contacto intrusivo – volcánico se presenta discordante con respecto a la pseudoestratificación, favoreciendo el reemplazamiento masivo de grandes volúmenes de roca.

Dada las características geológicas y mineralógicas observadas en la zona de sagitario, podemos clasificarlo como un skarn cálcico de cobre – fierro, clasificación modificada por Einaudi y Burt en 1982. También podemos decir que la mineralización en Sagitario es en vetas cruzando skarn y vetas al contacto de skarn y andesitas.

MODELO GEOLOGICO DEL DEPOSITO ADRIANA



UNSCH		
FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS, GEOLOGIA Y CIVIL		
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS		
MODELO GEOLOGICO		
GEOLOGIA: Fuente Minera Shuntur	ESCALA: M	PLANO N° 02
DIBUJO: N.R. Rodríguez Candia.	FECHA : AGOSTO 2019	

FUENTE: MINERA SHUNTUR S.A.C.

Esta evaluación se hizo con referencia a la clasificación del macizo rocoso CSIR propuesta por el Consejo Sudafricano para la Investigación Científica e Industrial Bieniawski; El Índice de Calidad de Túneles (NGI) propuesto por el Instituto Noruego de Ingeniería Geotécnica Barton, Lien and Lunde; Se consideraron las siguientes categorías de excavación:

R: Minas permanentes como: galerías, rampas, ventanas, cruceros. B: Minería temporal, por ejemplo: Tajeos, chimeneas, subplano de galerías, chimeneas del castillo, etc. La evaluación geomecánica consideró el tipo de roca más comúnmente encontrada en la minería, principalmente roca fresca, inalterada y en algunos casos escombros de siete (07) bloques entre 0.40m x 0.40m x 0.50m roca variable, así como también se sometieron pruebas de corte directo, pruebas de compresión simple , ensayos de compresión triaxial, ensayos de propiedades físicas y análisis de ensayos de constantes elásticas en el Laboratorio de Mecánica de Rocas de la Facultad de Geología, Minería y Minería de la UNI. Corriente Ingeniería Metalúrgica. Anexo (Anexo 5) al informe No. 139/11/LMR/UNI, de agosto de 2011, titulado "Experimentos de laboratorio de mecánica de rocas".

CAPITULO III

3.1 METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Las encuestas se utilizan para que los resultados obtenidos puedan ser utilizados por las partes interesadas en función de la encuesta actual.

La investigación aplicada se basa en la aplicación de los conocimientos adquiridos y los resultados de la investigación fundamental, también tiene cierta dependencia, ya que se desarrollan sobre la base de la investigación pura; este tipo de investigación compara la teoría con la realidad para que pueda usarse inmediatamente sin tener en cuenta el desarrollo de la teoría (Behar, 2008).

3.1.2 NIVEL DE INVESTIGACIÓN.

El nivel de estudio fue descriptivo-explicativo. La primera es una propuesta de tratamiento de vertederos para la recuperación ambiental, y varias cuestiones nos ayudarán a conseguirlo. Y el segundo nivel describe el impacto del tratamiento de sedimentos propuesto en la remediación ambiental relevante. El nivel descriptivo de la investigación se basa en esclarecer las características y propiedades de los sujetos, grupos, objetos, fenómenos, etc., para poder realizar los análisis correspondientes; la finalidad es recabar información o datos relacionados con las variables objeto de estudio, ya sea de forma individual o colectiva. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014). El nivel explicativo, por supuesto, se enfoca en explicar las relaciones causales, como los fenómenos sociales y físicos, y trata de explicar por qué o cómo ocurre la relación entre dos o más variables bajo estudio. (Hernández, Fernández & Bautista, 2014).

3.1.3 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Este estudio utiliza un diseño no experimental debido a que el propósito del estudio es realizar un saneamiento ambiental basado en la experiencia exitosa de la empresa minera basada en el esquema de saneamiento ambiental desarrollado por Shuntur Mining Company decaimiento de relaves. En un diseño de investigación no

experimental, se convierte en un análisis de un fenómeno o evento basado en un entorno natural, ya que no es posible manipular la variable independiente en presencia de otras personas, y no es posible influir en ellas porque su efecto ya se ha producido (Hernández, Fernández y Barp Testa, 2014).

3.3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.4.1 POBLACIÓN. La población de este estudio incluye los relaves de Shuntur Mining Company. Por otro lado, también se tuvo en cuenta la población del centro poblado de Pira.

3.3.4.2 MUESTRA. incluyen elementos físicos como elementos metálicos involucrados en el depósito de relaves de Shuntur Mining Company, concentración de sulfato en el depósito, valor de pH del cuerpo de agua ácida en el depósito y muestras de plantas formadoras de minerales.

3.2 CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

Con base en el análisis, crítica y examen objetivo de los siguientes documentos legales, se hacen los siguientes supuestos:

3.2.1 CÓDIGO DEL MEDIO AMBIENTE Y LOS RECURSOS NATURALES (1990) Constituye la base de una política ambiental basada en los principios de la gestión ambiental moderna.

3.2.2 CONFERENCIA DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO (CNUMAD) (1992) está dedicada a la preservación y promoción del desarrollo sostenible.

3.2.3 DECLARACIÓN DE RÍO DE JANEIRO SOBRE MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO DE 1992, establece que los problemas ambientales se pueden resolver mejor con la participación de todos los ciudadanos interesados.

3.2.4 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL PERÚ (1993), que sustenta:

Los recursos naturales renovables y no renovables son propiedad del Estado.

- El Estado tiene soberanía sobre su uso y la ley orgánica determina las condiciones de uso y asignación a los particulares.
- La concesión otorga a su titular derechos de propiedad en cumplimiento de las normas legales antes mencionadas.
- Se formula la política ambiental estatal en el país.
- Promover el uso sostenible de los recursos naturales.
- El Estado está obligado a promover la preservación de la diversidad biológica y las reservas naturales.

3.2.5 LEY N° 28245 - LEY MARCO DEL SISTEMA NACIONAL DE GESTIÓN AMBIENTAL, sobre las funciones ambientales de las unidades estructurales responsables del sistema en el sistema estatal ambiental.

3.2.6 DL N° 1013 QUE APRUEBA LA LEY DE CREACIÓN, ORGANIZACIÓN Y FUNCIONES DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE. Entre sus funciones específicas determina la formulación, aprobación, coordinación, seguimiento, ejecución y evaluación del Plan Nacional de Acción Ambiental y del Programa Nacional de Acción Ambiental.

3.2.7 DS N° 012-2009-MINAM, se aprobó la Política Ambiental del Estado, cuyo propósito es mejorar la calidad de vida de la población, garantizar la existencia a largo plazo de ecosistemas sanos viables y funcionales y el desarrollo sustentable, tierra con prevención, protección y restauración Medio ambiente y sus componentes, conservación y uso sostenible de los recursos naturales, respeto a los derechos humanos básicos de manera responsable y coherente.

3.2.8 DS N° 014-2011-MINAM, el Plan Nacional de Acción Ambiental PLANA Perú 2011-2021, un instrumento de planificación ambiental nacional de largo plazo que incluye objetivos prioritarios, acciones estratégicas, responsables y un marco para evaluar sus objetivos. Ejecución del indicador.

3.2.9 AGENDAMBIENTE 2013–2014 - Programa nacional de acción ambiental, aprobado por resolución ministerial nro. 026-2013, que coordina las actividades de las diversas entidades que integran el sistema estatal de gestión ambiental con

las prioridades establecidas en la política estatal. En particular, el Plan Bicentenario del Perú 2021, la Política Nacional Ambiental, el Plan Nacional de Acción Ambiental - PLANAA - PERÚ 2011-2021 y el Eje Estratégico de Gestión Ambiental contenidos en el informe de la Comisión Multidisciplinaria creada a través de la RS. Mujeres 189. 2012-PCM.

De acuerdo con estos documentos legales, la declaratoria puede: Integrar un sistema ecológico legal capaz de gestionar los residuos a través de la construcción de balsas de residuos en Shuntur Mining Company. De esta manera se argumentan hipótesis e hipótesis específicas.

3.3 HIPÓTESIS GENERAL.

La propuesta del sistema de la remediación del medio ambiente producido por el desmoronamiento del relave en la compañía minera Shuntur favorece significativamente en su remediación ambiental basada en experiencias exitosas en empresas mineras.

Del mismo modo, las experiencias exitosas de remediación ambiental con encapsulamiento y construcción de los depósitos de relaves con geomembranas y cobertura vegetal y otros, realizados por la empresas Centromin Perú y Activos mineros en Tablachaca, Casapalca, Yauliyacu entre otros, han demostrado a través del tiempo, que es posible la remediación ambiental de los ecosistemas dañados por los relaves mineros y por tanto con su recuperación ha devuelto a la naturaleza su relieve original, y fundamentalmente ha mejorado la calidad de vida de las poblaciones circundantes, disminuyendo la contaminación del suelo, agua, flora fauna e impactos socioeconómicos.

3.4 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.

➤ LA MALA DISPOSICIÓN DE LAS RELAVERAS EN LA COMPAÑÍA MINERA SHUNTUR PRODUCE EFECTOS SIGNIFICATIVOS EN EL MEDIO AMBIENTE.

La solución a los problemas orgánicos orgánicos preanalizados debe ser lo más completa posible en cada situación. A partir de métodos multidisciplinarios, incluidas

las causas u orígenes del problema, los efectos de la sociedad y las soluciones alternativas y las soluciones alternativas, reducen o reducen o reducen o reducen o reducen o reducen cualquier problema.

Las reparaciones y mejoras generalmente se desarrollan juntas. No basta con "esconder" o "embellecer" el tranque de relaves, también debe ser "interesante". Las siguientes medidas correctivas deben ser consideradas en la industria minera:

- Auditoría inicial: encuesta de referencia
- Diseño y análisis de costes.
- Preparación del sitio
- Restauración y/o rehabilitación de terrenos
- Monitoreo/mantenimiento

➤ **EL MANEJO DE LA REMEDIACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE CON LA CONSTRUCCIÓN DE LA RELAVERAS EN LA COMPAÑÍA MINERA SHUNTOR PRODUCE EFECTOS SIGNIFICATIVOS EN EL TRATAMIENTO DEL DEPÓSITO DE RELAVES.**

Por su parte ALARCÓN, Olmo (1995), manifiesta que: Los problemas ambientales que puede acarrear una balsa de lodos o “cancha de relave” no se refieren tan solo a la posibilidad de rotura del dique (y consecuente vertido del relave) por mal diseño de éste, sino que son mucho más complejos como se ve en el listado de los problemas ambientales asociados con las balsas de lodos como:

- La fase líquida (que contiene metales disueltos) se filtra en el suelo que sostiene el estanque y luego en el agua subterránea
- Impacto visual de la contaminación.
- La oxidación de especies de sulfuro en lodos in situ generalmente significa la disolución de metales pesados.
- Muerte de plantas y animales que entran en contacto con el sobrenadante del estanque. Los animales morían por quedar atrapados en estos materiales.
- Transportar el polvo contaminado a otros lugares que no estén contaminados por la erosión eólica y pluvial.

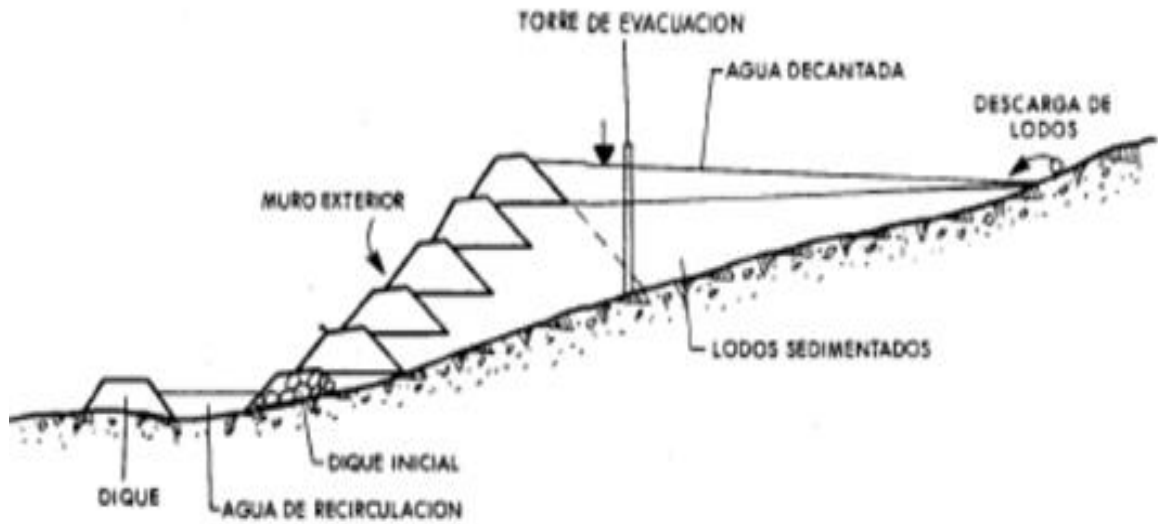
3.5 INTRODUCCIÓN AL DISEÑO DE PRESAS PARA ALMACENAMIENTO

Las represas de relaves mineros son estructuras geotécnicas complejas que son similares a las represas de material a granel en algunos aspectos de diseño y operación, pero también tienen diferencias importantes y significativas. El desempeño hidráulico de este tipo de presas depende de las múltiples acciones que reciben del medio ambiente, tales como relaves nuevos, vertimientos de aguas pluviales, deshielo, evaporación, infiltración de aguas subterráneas, drenaje a cimientos o por escombreras; e interacciones sutiles con contaminantes. Un conjunto único de fenómenos relacionados con el tamaño de las partículas, como la consolidación, las fugas, la escorrentía superficial y el ascenso por capilaridad. El comportamiento hidráulico del embalse, tanto durante la fase de construcción como tras el cierre y abandono, es el factor determinante en la estabilidad de la presa. En primer lugar, es necesario definir qué es una presa de almacenamiento para que podamos decir que es un recinto capaz de contener y almacenar lodos de desecho, ya sean de la minería o de la industria. Se puede observar que los componentes de la presa de almacenamiento deben ser:

- Puede haber estructuras de contención circundantes naturales o artificiales.
- Hay un lugar para los desechos de la mina. La sala se divide en dos partes: una para los residuos sedimentados y otra para el resto de las aguas claras sedimentadas.

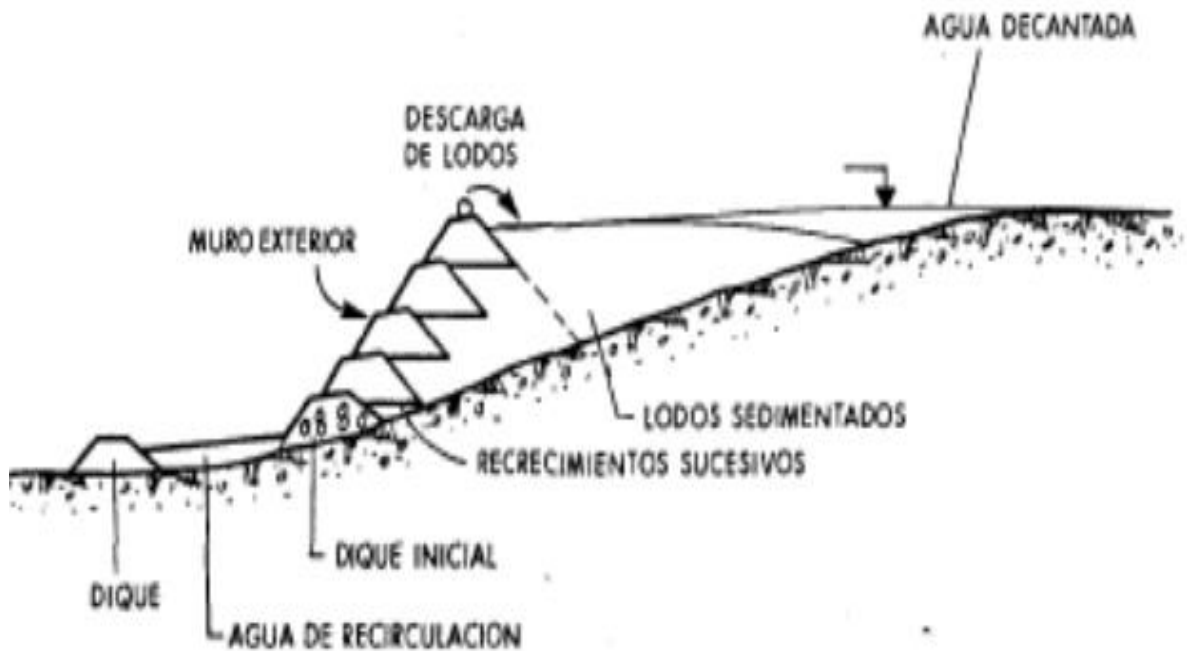
La Figura 3-1 muestra un diagrama esquemático de una presa de almacenamiento y sus componentes según la ubicación del punto de descarga de relaves. Los desechos suelen presentarse en forma de lodo con un contenido de sólidos (concentración) de 35% a 56% y se transportan desde la planta de procesamiento hasta el área de almacenamiento a través de tuberías o pozos de desechos. Desde el punto de vista de la estabilidad del cierre perimetral, el aliviadero en la cabecera del vertedero presenta obviamente una situación desventajosa debido a la presión del agua sobre el vertedero exterior.

3-1 Partes de una presa de almacenamiento según el punto de vertido



b.- Punto de vertido en la cola del dique

FUENTE: MINA SHUNTUR



FUENTE: MINA SHUNTUR

Sin embargo, esta solución suele ser común, ya que es deseable transportar los lodos desde la planta hasta el estanque por gravedad de la manera más corta posible. Por lo tanto, en muchos casos, el punto de drenaje se encuentra en la parte trasera del tanque. En otros casos, el factor condicionante de la ubicación del tranque de relaves es el relieve del terreno, el cual determina la geometría de gran parte del objeto, por lo que en general, el problema es el diseño de un tranque de sedimentación estable en un determinado lugar. medio ambiente, manteniendo la fijación de aspectos seriados, como el sistema de vertido, la ubicación del punto de vertido, el tipo de lodo, el volumen a almacenar y la tasa de regeneración regida por el sistema de desarrollo. En el caso de las presas de relaves, el método de construcción está estrechamente relacionado con el diseño y, en muchos casos, el método de construcción se selecciona en función de las condiciones específicas de diseño y viceversa. Es claro que estos métodos tienden a optimizar el uso de residuos en la construcción de tanques de almacenamiento.

Las presas de almacenamiento son una variedad de proyectos que se pueden clasificar de la siguiente manera:

3.5.1 SEGÚN LOS MATERIALES EMPLEADOS EN SU CONSTRUCCIÓN:

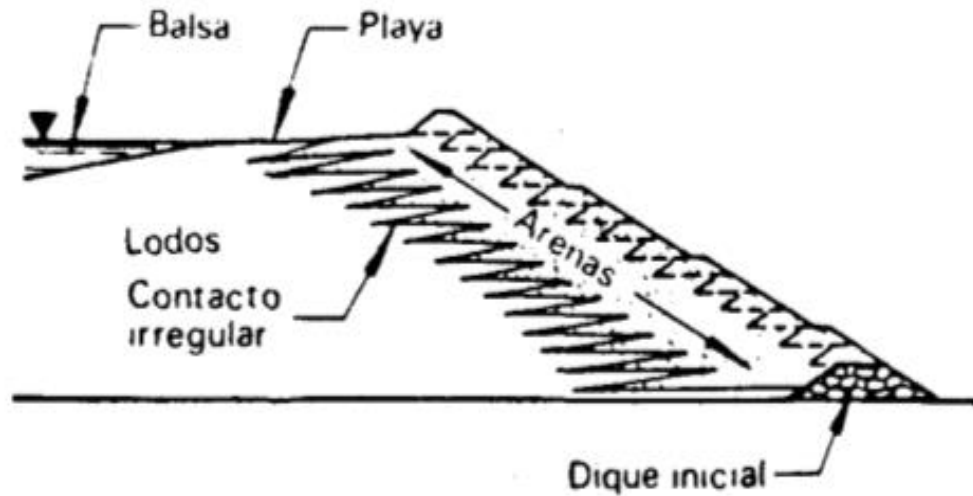
- Uso de material natural de represamiento de sedimentos cercanos al sitio de la represa.
- Aprovechar una pequeña porción de residuos, generalmente arena, separados en la playa de descarga por un ciclón separador.
- Utilizar una mezcla de tierra natural y residuos.

3.5.2 SEGÚN EL MÉTODO DE RECRECIMIENTO

- Construyendo hacia atrás ("aguas arriba"), los terraplenes sucesivos están ligeramente desplazados del terraplén anterior y mantienen un dosel variable entre 1 y 2 metros sobre el nivel del lodo.
- Avance del desarrollo ("aguas abajo") mediante la adición de una nueva presa en la antigua pendiente aguas abajo.

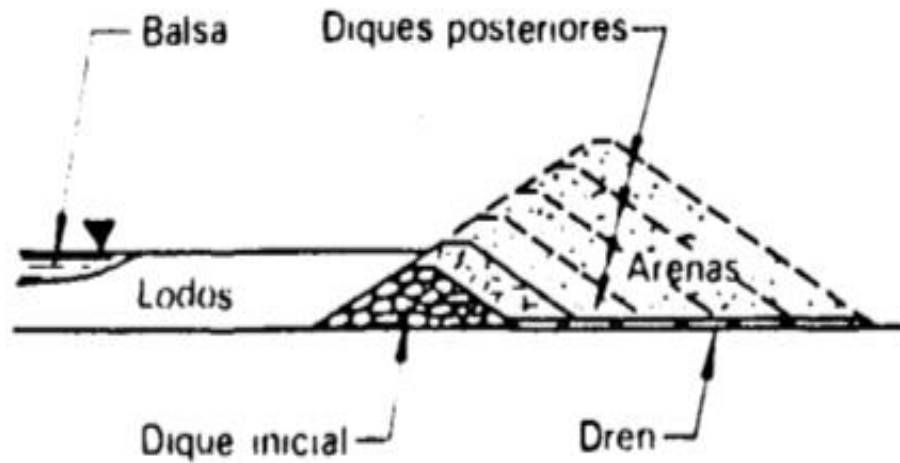
- Estructura centrada ("por eje"), que es un híbrido de las dos estructuras anteriores, manteniendo inalterado el eje central de la pila original.

La Figura 3-2 muestra los métodos de recrecimiento en una presa.



a) CONSTRUCCION HACIA ATRAS

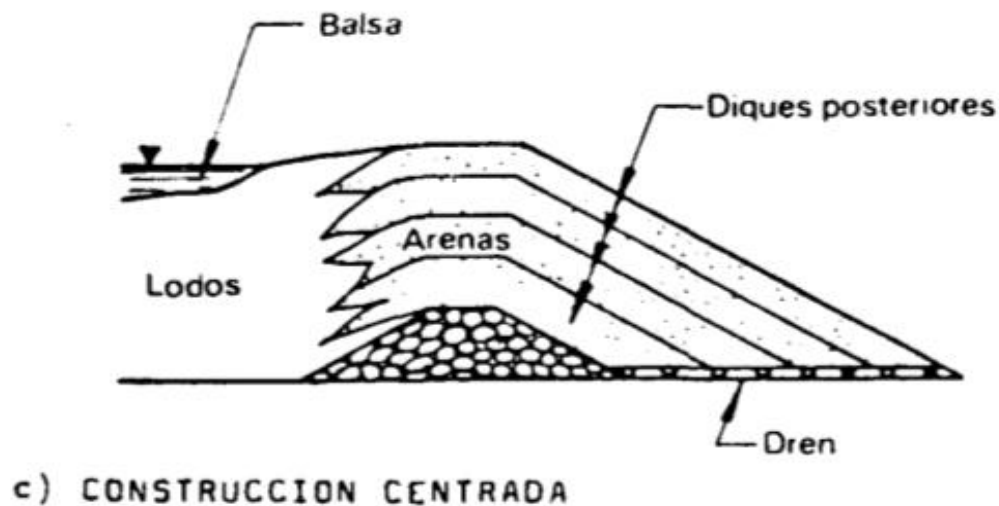
FUENTE: MINA SHUNTUR



b) CONSTRUCCION HACIA ADELANTE

FUENTE: MINA SHUNTUR

Figura 3-3 Métodos de recrecimiento empleados en presas de tierra



FUENTE: MINA SHUNTUR

3.5.3 POR LA DISPOSICIÓN EN EL TERRENO

- Dispensación, cerco levantado sobre rasante o excavación de relleno.
- Valles fluviales que se asemejan a presas tradicionales.
- Laderas, laderas de montaña parcialmente cerradas.

3.6 CARACTERÍSTICAS DE DEPOSITACIÓN

Los residuos son los residuos de equipos de flotación, cuya distribución granulométrica depende de las propiedades mineralógicas del macizo rocoso obtenido y del proceso de extracción del metal precioso. Los tamaños típicos de partículas de relaves corresponden a arena de tamaño mediano a partículas de tamaño de limo. Los desechos generalmente se encuentran en forma de lodo con un contenido de sólidos (concentración) de 35% a 56% y se transportan desde la planta de procesamiento hasta el área de almacenamiento a través de tuberías o pozos de desechos.

3.7 METODOLOGÍA DE CÁLCULO

3.7.1 CÁLCULO DEL VOLUMEN DE EMBALSE NECESARIO

Los requisitos de espacio del tanque dependen de:

- Producción total de residuos mineros.

- Cobertura de recolección (la principal condición de diseño es la recolección del 100% de los residuos generados).
- Estabilizar la densidad de la escoria en el relleno artificial
- Dosificación de recubrimientos.

3.7.2 CÁLCULO DEL ÁREA REQUERIDA

Con base en el volumen, es posible estimar el área requerida para la construcción de la presa del embalse y la profundidad o altura del relleno. Esto solo se puede saber con cierta comprensión del terreno.

3.7.3 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD VOLUMÉTRICA DE LA PRESA

El volumen es la cantidad total de material de desecho y de cobertura disponible para recibir y almacenar en la presa de almacenamiento. En otras palabras, el volumen entre la superficie del suelo y la superficie de relleno final debe determinarse por la capacidad aparente del suelo. Generalmente, tales cálculos se pueden hacer de dos maneras:

- **MÉTODO 1: MÉTODO DE LA RETÍCULA**

En busca de volúmenes con grandes áreas y relieves poco profundos, el trabajo de sitio implicó cubrir áreas de superficies no planificadas con rejillas cuadradas y tomar la elevación de sus esquinas. El volumen total se puede calcular como la suma del volumen de todos los prismas con el área de la sección transversal del cuadrado del ojo y la altura de la distancia desde la superficie del extremo lleno. Esta altura vendrá determinada por la distancia media entre la superficie de configuración final rellena y las esquinas del cuadrado.

Es decir, si las alturas de las esquinas del cuadrado son e_1 , e_2 , e_3 , e_4 , entonces la altura de la superficie final en este punto es e_f , y el área de cada cuadrado de la cuadrícula es A . Por lo tanto, el volumen estarán:

$$V_i = A(e_f - (e_1 + e_2 + e_3 + e_4) / 4) \quad [5-21]$$

Cuanto menor sea la malla, mayor será la precisión.

- **MÉTODO 2: A PARTIR DE LAS CURVAS DE NIVEL**

Fundamentalmente suele determinar el volumen que existe entre los niveles de terreno, que e tienen que calcular las áreas.

luego tomar el promedio y multiplicarlo por la diferencia de altura que lo separa.

A partir de la ecuación [5-20] que se muestra a continuación:

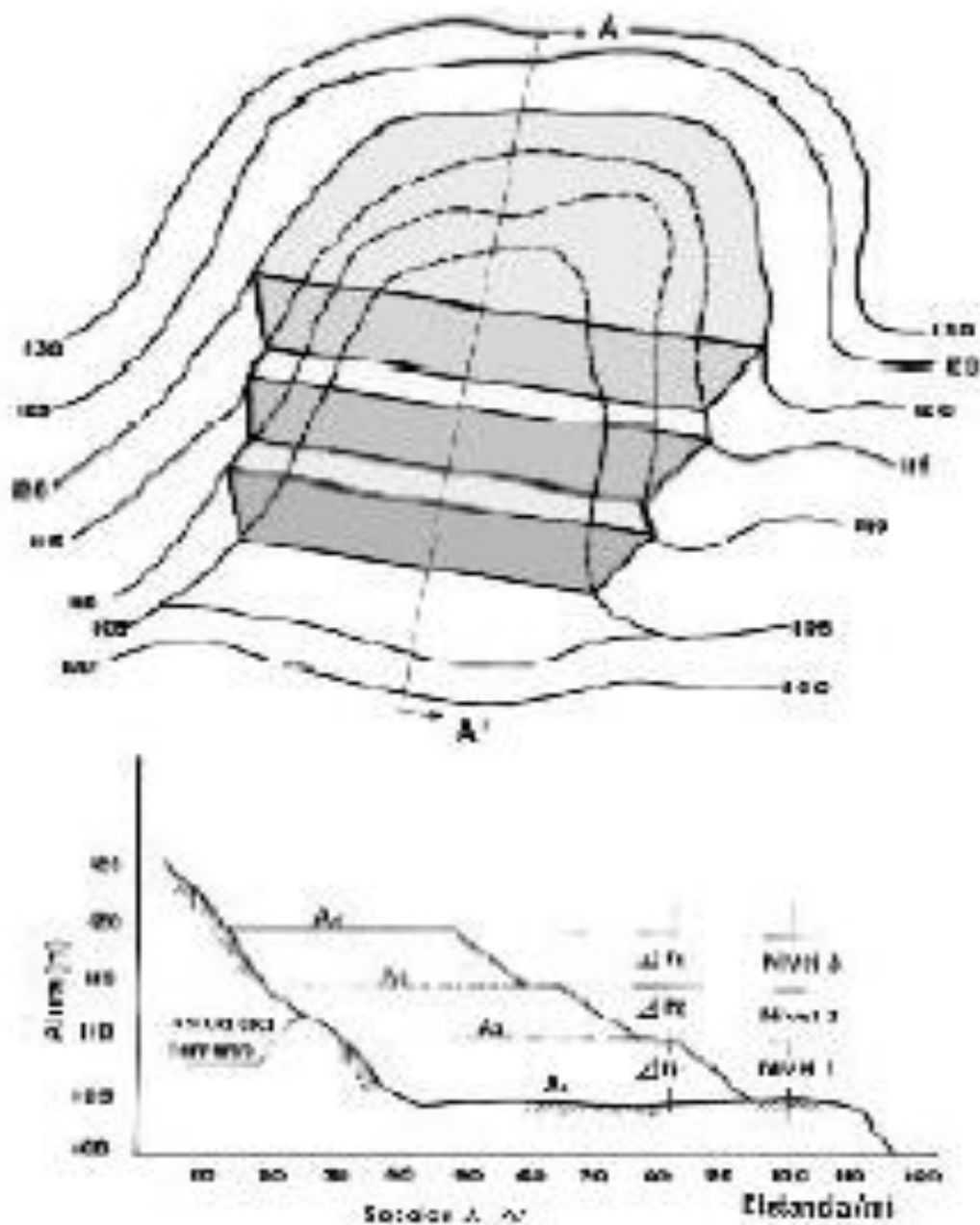
$$Volumen = \frac{(A_1 + A_2) \times d}{2} \quad [5-20]$$

Donde:

A1 y A2 = área de la sección transversal (m2)

d = distancia entre la sección A1 y A2. Este método es el más fácil y el más utilizado porque puedes usar software de movimiento de tierras como Autodesk Land o Autocad Civil 3D, especialmente si tienes levantamientos topográficos detallados con curvas de nivel para cada metro, como en el ejemplo. Consulte la Figura 3-3 a continuación.

Figura 3-3 Planta y sección de un terreno.



FUENTE: MINA SHUNTUR .

3.8 ESTUDIOS DE CAMPO

3.8.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO

El área de emplazamiento para la ubicación de la estructura de la Poza fue definida por la oficina de proyectos dentro de su área de concesión.

El área de proyección de la Poza describe dos zonas, las cuales se detallan a continuación:

- **Zona sin alteraciones** - Conformada por áreas áridas de terreno natural sin alteraciones.
- **Zona alterada** - Conformada por áreas áridas alteradas, tales como caminos carrozables, plataformas, depósitos de material inerte y excavaciones a cielo abierto para la extracción de material de cantera, utilizado para el recrecimiento de la Poza de la Relavera N° 3, entre marzo y agosto del 2012.



FUENTE: MINA SHUNTUR

3.8.2 INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA

La información geotécnica se desarrolló en el área de Quebrada antes de la confluencia de los ríos Pila y Vado como parte de una investigación geotécnica previa.

- Ingeniería de Detalle de Pose (2012)
- Supervisión de obra de Postura (2012).

La Poza está ubicada en la quebrada de Pira y Vado, que a su vez será el área donde se ubicará la estructura y la fuente de suministro de su material de construcción. La mencionada librería de materiales ha sido utilizada en trabajos anteriores, tanto en la construcción de las estructuras de Poza anteriores como en su posterior remodelación, por lo que es relevante la información generada previamente en los depósitos coluvio-aluviales y el área de ubicación de las estructuras.

Plantear el plan de construcción. Las actividades de investigación geotécnica incluyen los siguientes trabajos:

- Hoyo
- Pruebas de penetración
- Prueba de densidad in situ (cono de arena)
- Estudios de laboratorio.

La Figura 4-1 muestra la ubicación de los tajos preparados en el área de estudio, cuyos resultados fueron aplicados al proyecto existente en estudios previos.

Resumen de Calicatas y trincheras

Área	Calicata/ Trinchera	Coordenadas UTM	
		Norte	Este
Depósito de Relave No 3	TP - DCR - 01	8,938.902	200388
	TP - DCR - 02	8938792	200330
	TP - DCR - 03	8938942	200435
	TP - DCR - 04	8938982	200434
	TP - DCR - 05	8938898	200328
	TP - DCR - 06	8938820	200296
	TR - DCR - 01	8939128	200550
Cantera 720	TR - DCC - 01	8939312	200644
Cantera de Arcilla	TR - DCC - 02	8940084	202238

FUENTE: MINA SHUNTUR



Foto 1 –Vista de la calicata TP-DCR - 01



Foto 2 –Vista de la calicata TP-DCR - 02

FUENTE: MINA SHUNTUR

3.8.3 INVESTIGACIONES GEOFÍSICAS

Determinar la altura del lecho rocoso de los ríos Pira y Vado y comprobar las características geotécnicas y los parámetros dinámicos del relieve, ensayos de investigación geofísica de refracción sísmica, MASW (Surface Wave Analysis Method) y ensayos MAM (Microjitter Measurement Method) entre los días 01 de febrero al 03 de febrero del 2015.

Con base en los resultados de las pruebas geofísicas, fue posible determinar la profundidad de las rocas a una profundidad de más de 100 metros debajo de la superficie.

3.9 DIQUE DE RELAVES

Antes de que la presa de relaves se derrumbe, se deben realizar algunos trabajos de la siguiente manera:

1. Cimentación del Depósito de Relaves

En el área al pie del actual terraplén se encuentra un suelo blando consistente en turba y subsuelo, y debajo de este material hay un suelo aluvial consistente en grava bien seleccionada, grava arcillosa y arcilla gravosa de granos redondos Forma. y TM 6 Polis. ". Se eliminó material blando en espesores variables de 5 a 7 m se reemplazó con material de relleno calificado, que formará parte de la cimentación de la nueva presa. Para ello se debe utilizar maquinaria pesada como tractores, excavadoras y dumpers de 15m³. La excavación continúa hasta obtener suelo apto para cimentaciones, en algunos casos hasta una profundidad de 7 m. El suelo minado se reemplaza con material de mina de la entrada de la mina, el cual ha sido previamente analizado para asegurar que este material de reemplazo no produzca agua ácida.

Además, se colocó un sistema de drenaje de tubería perforada de 12 pulgadas revestida con geotextil y roca apropiadamente graduada antes de colocar el material de reemplazo. Este aliviadero está ahí porque hay derrames laterales que se desvían fuera de la presa al punto HZ-15, el punto de monitoreo, para un mejor control.



FUENTE: Propia

2. Perforaciones para colocar tubos de drenaje de PVC de 2” y 4” de diámetro.

El objetivo principal de estas perforaciones es controlar el nivel freático en la presa original, a través de estas tuberías y un sistema de drenaje el agua se dirige a una caja ubicada antes de la presa de relaves para que esta agua pueda ser recolectada para su tratamiento en caso de ser necesario.



FUENTE: Propia

3. Colocación del Filtro/Dren tipo faja encima de la cimentación del depósito de relaves

El drenaje está realizado con material obtenido de la zona de Quebrada Pira, el cual fue previamente lavado y sacudido para ser utilizado como material de drenaje. Coloque el geotextil sobre la capa de filtro.

4. Colocación del geotextil encima de la capa filtro.

Se colocó el geotextil sobre la capa de filtro, como también un geotextil no tejido de 185 g/cm² como parte del paquete de filtro de drenaje diseñado.

5. Diseño de Dren Francés Central (Adicional)

Se consideró una medida en el sistema de drenaje que fue conveniente poder construir un drenaje para la filtraciones y el agua pudiesen ser anuladas inmediatamente. Consta de un desagüe francés central y ramales que desembocan en él. El material utilizado es una botonería correctamente clasificada procedente de la cantera Cañón del Pira.

En el crecimiento final de la presa de relaves, la cresta de la presa alcanzará los 4082 metros, lo que corresponde a una altura de crecimiento de 9 metros. La pendiente final aguas abajo de la presa es de aprox. 3.5H:1V, que se logra construyendo paulatinamente bermas de 10 metros de ancho y 10 metros de alto, con pendiente parcial de 2.5H:1V.



FUENTE: Propia

Considerando que los residuos gruesos depositados para el terraplén serán compactados por la acción mecánica de rodillos lisos vibrantes hasta alcanzar el 95% del Proctor

estándar, no se realiza aumento del terraplén de relaves. Según las pruebas de campo, esto se logra con dos pasadas de rodillos, una con baja vibración y otra sin vibración. Capa de 30 cm.



FUENTE: Propia

3.10 DETERMINACIÓN DE LA GEOMETRÍA DEL CRECIMIENTO DEL DIQUE

Según información de Compañía Minera Shuntur, las reservas minerales brindarán una vida útil de mina de 15 años y una tasa de producción de 1,600 TMSD. Con base en estos números, los cálculos muestran que durante 15 años, la concentradora producirá 3.848.681 m³ de relaves, a los que se deben sumar 152.271 m³ de lodos de la planta de tratamiento de aguas ácidas, que se envían a Mars pumps para ir al No. 3 estanques de relaves. El volumen total de almacenamiento de relaves y lodos en 15 años es de 4.000.952 metros cúbicos. Teniendo en cuenta el borde libre de 2 m, se ha determinado el nivel máximo de crecimiento de la presa y la cantidad de relaves gruesos y finos (incluidos los lodos) a almacenar en el proceso corresponde a los relaves que se producirán en el tiempo. el material ha obtenido 15 años. Por otro lado, la expansión del talud aguas abajo es limitada y el material de relaves no cubre la salida del túnel. Considerando la geometría de la subida de la presa hasta una altura máxima de 4082 m, lo que corresponde a un aumento de la altura de la presa de 9 m y una cota final de

3,5 de pendiente aguas abajo, estas limitaciones de diseño se cumplen por $H : 1V$ aprox.



FUENTE: Propia

Como resultado de esta geometría de terraplén creciente, la longitud del pie de rampa descendente se extiende a 70 m, que disminuye a medida que se acerca al estribo. Como la base de esta sección de la presa consiste en suelo fino y turba muy blanda a una profundidad de 5,0 a 7,0 metros, este material se reemplazó con material de grava compactada del vertedero de la mina. La parte de cimentación a reponer tiene 110 metros de largo y 70 metros de ancho y cubre la zona central de la Quebrada Pira y Vado.

3.11 CONTROL DE LA ESTABILIDAD FÍSICA DEL DEPÓSITO DE RELAVES

Es importante monitorear las condiciones de estabilidad física del depósito de desechos Shuntur para asegurar que el crecimiento del depósito esté operando en condiciones óptimas. La supervisión debe llevarse a cabo visualmente y herramientas que son de tamaño variable utilizado para monitorear la presa y el nivel de agua. El ciclo de medición para el monitoreo de alivio y el negocio de la cuna deben ser trimestralmente, y de acuerdo con los resultados obtenidos, este período de medición puede ampliarse o

reducirse. Actualmente se realizan levantamientos topográficos todos los meses. Para la monitorización del nivel de agua se han instalado 5 piezómetros en la zona de presa del embalse. Se recomienda que estos piezómetros crezcan a medida que crece la presa. En principio, los períodos de medición también pueden ser trimestrales, asegurándose de que estos períodos coincidan con las estaciones húmeda y seca. Dependiendo de los resultados obtenidos, este período de medición puede variar. Después de cada ciclo de medición, se deben interpretar los resultados y generar un informe para crear una base de datos.

Resultados de los Análisis de Estabilidad

Sección	Descripción	Altura (m)	Talud	Factor de seguridad	
				Estático	Pseudoestático K=0.17g
A	A largo plazo	4.6	2H:1V	1.7	1.1
B	A largo plazo	5.8	2H:1V	1.5	1.1
C	Condición Actual	9.0	40°	1.0	0.7
	Reforzamiento del dique	9.0	2H:1V	1.5	1.0

FUENTE: Mina Shuntur

3.12 RELAVES GRUESOS

Los relaves gruesos se obtienen del ciclón de relaves de pulpa de la planta, que se lleva a cabo en una presa construida por métodos aguas abajo. El subdesbordamiento del hidrociclón produce material cuyas características granulométricas indican que se trata de un lodo de grano fino, no plástico, de media o alta permeabilidad clasificado por SUCS como lodo o SM. Afloramientos gruesos se depositaron en el talud aguas abajo de la presa en condiciones de saturación, pero debido a sus buenas propiedades de drenaje, el agua se drenó rápidamente, dejando poca humedad. De acuerdo a los resultados de laboratorio y la correlación entre la resistencia a la penetración estándar y el ángulo de fricción interna en el ensayo SPT, se concluye que el ángulo de fricción interna de la escoria va de 27° a 30°. Además, con base en los resultados de las pruebas

de resistencia al corte de estos relaves, se concluye que el ángulo de fricción de los relaves oscila entre 26° y 29° sin cohesión. Un ángulo de 26° corresponde a relaves existentes hasta una profundidad de unos 10 metros, mientras que un ángulo de fricción de 29° corresponde a relaves nuevos colocados en la presa y compactados por acción mecánica.



FUENTE: Propia

3.13 RELAVE FINO

Los finos son el producto de "desbordamiento" del hidrociclón, que se descarga aguas arriba de la presa para formar el propio depósito de relaves. Estos materiales no fueron investigados durante esta investigación geotécnica. Debido al estado de suspensión del sedimento, los estratos finos a menudo aparecen casi saturados, lo que hace imposible que el personal o el equipo se muevan sobre la superficie de este material. Debido a las partículas muy finas, los residuos finos tienen una permeabilidad relativamente baja, lo que dificulta el drenaje del agua y mantiene una resistividad muy baja en condiciones de saturación durante mucho tiempo. Sin embargo, con el tiempo, los residuos se consolidan y suelen alcanzar una resistencia caracterizada por un ángulo de fricción que varía de 25° a 30° . Se estima que la clasificación de los relaves finos corresponde a limo arenoso y arcilla limosa (ML y CL). Para propósitos analíticos, el ángulo de fricción calculado es de

25° y la cohesión es cero, aunque la contribución de este material a la estabilidad del terraplén es en realidad cero.



FUENTE: Propia

3.14 DIQUE DE CONTENCIÓN

El material de la envolvente o presa inicial consistirá en material de la cantera Pyla Canyon, que se clasifica como grava limosa pobre.



FUENTE: Propia

3.15 MATERIAL PARA ENROCADO DE PROTECCIÓN

El material de relleno de piedra protectora utilizó canteras de piedra caliza en la Formación Pariahuanca, ubicada en la margen izquierda y aprox. 0,40 km aguas abajo de la presa de relaves. El área de la cantera es de 36.400 metros cuadrados y el volumen aproximado es de 73.000 metros cúbicos.



FUENTE: Propia

3.16 MATERIAL PARA FILTRO

Lo constituye el material proveniente de la cantera de la quebrada de Pira y Vado, este material ha sido clasificado como una grava bien gradada (GW). La cantera se ubica en el costado de la relavera que se va remediar lo cual hace más fácil su acarreo de material para la construcción a una distancia aproximada de 0.50 Km.

3.17 CANAL DE CORONACIÓN TEMPORAL

Está ubicado en el extremo sureste del lecho de relaves filtrados con una longitud final de 140 m, una sección rectangular, una altura de fondo de 1,4 m, una pendiente de 2,0% y una dirección suroeste. También cuenta con $f'c=200 \text{ kg/cm}^2$, revestimiento de hormigón armado de 0,2 m de espesor y malla de acero bidireccional de 3/8"0,20 m (ver Figura 3-9).

Los procedimientos de implantación establecidos son los siguientes:

Replanteo topográfico del eje del canal proyectado, con la colocación de estacas distanciadas cada 5 m en tramos rectos y 2.5 m en tramos curvos.

- a. Una especie de. Colocación del relieve del eje del cauce proyectado con pilotes colocados cada 5 m en tramos rectos y cada 2,5 m en tramos curvos.
- b. Limpiar la cubierta vegetal en toda el área prevista del Paso de la Coronación; los materiales antes mencionados han sido transportados y apilados en el área especificada por el cliente.
- c. Con el apoyo del tractor CAT D6K, cavando la zanja para el camino de corona, cortando el material de baja capacidad geotécnica, luego de terminar el aserrado del material suelto, con el objetivo de lograr la nivelación planteada para este proyecto, el resto es piedra fija cortada, hecho con un martillo hidráulico conectado a la excavadora Komatsu PC350LC.
- d. Transportar los materiales obtenidos por corte, recogidos en el lugar especificado y aprobado por el cliente.
- e. Después de la excavación, el control de tierra verificó el nivel del fondo de la zanja y se determinó el nivel del canal; la superficie expuesta, que consistía en suelo aceptable, se niveló y compactó con una motoniveladora CAT 140K y un compactador vibratorio CAT CS56B.
- f. Una vez que se corta la zanja, el supervisor realiza el aseguramiento de la calidad (CQA) con el control final del nivel del suelo y la nivelación del terreno, luego de lo cual los graduados proceden a aprobar el plan del proyecto para su aprobación y pasar a la siguiente etapa.
- g. partimos de mallas de acero corrugado de 3/8" de diámetro $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$ de 60 grados espaciadas cada 0.20m en ambos sentidos y colocando y asegurando moldajes a las paredes del canal. La corona donde se utilizó el andamio de madera.
- h. Existen dos tipos de juntas en el canal superior para permitir que el concreto se mueva bajo la influencia de cambios de temperatura o eventos sísmicos y para evitar su agrietamiento accidental, estas juntas se colocan de acuerdo al plano de diseño.

- Se espaciaron juntas estructurales cada 4 m y a lo largo de la línea central del canal, a las cuales se les realizó la instalación y amarre de trampas de agua de policloruro de vinilo (PVC) de 6 pulgadas de ancho y 4,2 mm de espesor, malla de alambre en el centro del canal. Al verter hormigón, se crea una depresión de 0,5 cm de profundidad en las paredes y los cimientos internos de las secciones del canal.
 - Se colocan juntas de dilatación cada 16 metros a lo largo del eje del cauce. Para ello, instale y ate un sifón de PVC de 6 pulgadas de ancho por 4,2 mm de espesor y una lámina de Celotex de 1 pulgada de espesor. Una vez colocado el hormigón, se sellan las juntas y se aplica un sellador elastomérico a base de poliuretano. Cuando se refuerza el acero, se instalan plantillas y juntas, se realizan nuevas pruebas en elementos, suelo y verticales.
- i. Concreto colocando con $f'c=200 \text{ kg/cm}^2$, ensayo de aseguramiento de la calidad (CQA) incluyendo muestreo o presenciado por ensayo de agrietamiento por compresión (ver Apéndice 2 de este documento).
 - j. La pared del canal de la corona debe retirarse en un plazo mínimo de 48 horas después de que se haya vertido el hormigón.
 - k. Finalmente, se construye una estructura de desagüe para recolectar y desviar la escorrentía superficial:
 - La estructura de transporte del arroyo al canal está formada por una gran losa de hormigón $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ más un 30% de piedras grandes y cuñas de hormigón, en las estaciones de medida 0 230 y 0 235 del coronamiento del canal.
 - Estructura transportadora desde el Canal de la Coronación hasta el Arroyo que consiste en una boquilla de piedra colocada en un mortero de 0,15 m de espesor y 10 m de largo que se abre a un arroyo natural fuera de los límites del Lote 1517.
 - l. En cada etapa del proceso de construcción, los candidatos realizan trabajos de control de calidad (CQA) mediante control topográfico, muestreo, pruebas de resistencia y calidad de los materiales utilizados (p. ej., acero, andamios, retención de agua, etc.), cumplimiento de planos y técnicas de la especificación del proyecto.



FUENTE: Propia

3.18 SISTEMA DE DRENAJE SUPERFICIAL

Se construyó un canal de 56.0 m para operar agua durante la operación del lecho de la mina. La parte inferior de la longitud y la sección trapezoidal es de 0.65 m y 1.55 m, 0.6 m. Para la creación de este canal se siguió el siguiente procedimiento:

- a) Relieve del eje del cauce proyectado, colocación de pilotes cada 5 m en los tramos rectos y cada 2,5 m en los tramos curvos.
- b) Eliminación de la cubierta vegetal en toda el área para crear un terraplén donde se ubica el canal.
- c) Excavación y remoción de tierra vegetal geotécnica de baja densidad relativa media a baja para crear terraplenes directamente sobre basamento andesítico rocoso o sedimento residual de alta densidad relativa soportado por un tractor CAT D6K.

- d) Construcción de terraplenes con material de relleno colocado en capas horizontales de no más de 0,6 m de espesor, que contengan piezas de roca de tamaño no superior a 0,4 m, con granulometría especificada en 3-2. en la mesa.
- e) Aprobación de relleno: Antes de colocar cada capa de relleno desde la cimentación hasta la última capa, se deberá revisar y aprobar el relleno de la capa anterior. Verificar el sellado de la superficie, la superficie debe estar limpia y libre de materiales orgánicos y/o saturados e inadecuados.
- f) El control constante del nivel del suelo es realizado tanto por el contratista como por el capataz.
- g) Las capas de material suelto se nivelan con tractores de oruga y niveladoras para que el movimiento a través del tractor asegure la adhesión de partículas durante la rotura del material. El espesor máximo suelto de la capa es de 0,6 m, verificado por equipo topográfico. La compactación se realizó con un rodillo liso vibratorio CAT CS56B con un mínimo de 8 pasadas por pasada.
- h) Se excavó la zanja del canal, para lo cual se utilizó el balde de la retroexcavadora CAT 420E. De igual manera, se realizó la excavación de las trincheras de anclaje del geosintético, de al menos 0,4 m de ancho y al menos 0,4 m de altura.
- i) Una cubierta de geotextil no tejido de polipropileno de 300 g/m² se instala directamente en el suelo después del control de calidad y brinda protección adicional a la geomembrana impermeable contra la penetración de partículas. Antes de instalar los geosintéticos, el candidato verifica y aprueba el estado del material y su calidad, así como el acabado de la superficie a colocar.
- j) La impermeabilización del canal consistió en la instalación de paneles de geomembrana de polietileno de baja densidad (LLDPE) lineal impermeable, de 1,5 mm de espesor, lisos en ambos lados. Los paneles se unen mediante doble soldadura por termofusión. Se instalaron un total de 4 paneles a lo largo del canal de 56,0 m de largo, posicionados y numerados secuencialmente como se muestra en el Plano No. 08 "Terminación" en el Apéndice 5 de este trabajo.
- k) La instalación de la geomembrana es realizada por la Empresa Subcontratista de Geosintéticos y bajo el mismo control de calidad que la inspección.



FUENTE: Propia

3.19 LA SECUENCIA DE LOS TRABAJOS EJECUTADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL DIQUE SE DETALLA A CONTINUACIÓN:

- a) Una especie de enverdecimiento alrededor del sitio del proyecto y el área de la piscina.
- b) Retirar cuidadosamente todas las especies vegetales protegidas del área de la piscina.
- c) Retirar la cobertura vegetal de toda el área prevista en el lugar de la piscina; los materiales antes mencionados se encuentran debidamente apilados y compactados en el almacén.
- d) Excavación y remoción de la superficie del suelo con baja capacidad geotécnica con el apoyo del tractor CAT D6K. El material obtenido del corte se recoge y clasifica en consecuencia.
- e) Luego de completar el aserrado de roca suelta con el tractor, se cortó la roca dura remanente hasta alcanzar la profundidad de diseño, para lo cual se conectaron dos martillos hidráulicos a las excavadoras KOMATSU PC350LC y CAT 320D

- f) Debido a que era difícil cortar la roca en las partes más profundas de la excavación, se recomendó la voladura controlada. Para ello, se tienen en cuenta los mismos criterios a la hora de preparar la superficie del envase. El proyecto de voladura consistió en la voladura de 71 pozos de producción con un tamaño de cuadrícula de 0,8 m x 0,8 m.
- g) Los recortes resultantes se usaron como parte del relleno de la presa requerido para construir la presa y los estanques de monitoreo.
- h) El material de relleno se colocó en capas horizontales de espesor no mayor a 0,6 m, conteniendo piezas de roca con un tamaño máximo de hasta 0,4 m, con una granulometría acorde a la especificación técnica del proyecto.
- i) . Aprobación de la superficie de relleno: antes de aplicar cada capa de relleno, se revisó y aprobó la superficie, desde los cimientos hasta la capa final. Se comprobó la compactación de la superficie, que debía estar limpia, libre de materia orgánica y/o materiales saturados e inadecuados.
- j) Las capas de material suelto se nivelaron con un tractor de orugas y una niveladora, lo que permitió romper el material para crear una compactación de partículas a lo largo de los pasajes del tractor. El espesor máximo suelto de la capa es de 0,6 m, verificado por equipo topográfico. Compacto con rodillo liso vibrante CAT CS56B con mínimo 8 ciclos por capa.
- k) Se realizaron ensayos para determinar la densidad de la densidad compactada por el método de desplazamiento de agua utilizando un molde de 0,5 m x 0,5 m según especificación y cumpliendo en todos los casos la densidad mínima requerida de compactación de 2,1 t/m³.
- l) El nivel de topografía, aseguramiento de la calidad de los materiales y compactación de cada capa de terraplén son constantemente verificados de acuerdo con la frecuencia de ensayo especificada en la especificación técnica. Cada capa de terraplén es aprobada por los supervisores antes de que se construya la siguiente capa.
- m) Una vez que se completa el relleno del terraplén, la cara de la pendiente se marca adecuadamente de acuerdo con la elevación y la ruta del plan. El talud fue apisonado y compactado con la ayuda de tractores, excavadoras y rodillos vibratorios (ver foto).

- n) Una especie de. Las capas de material suelto se nivelan con tractores de oruga y niveladoras, lo que permite que el tractor pase para atrapar las partículas a medida que se rompe el material. El espesor máximo suelto de la capa es de 0,6 m, verificado por equipo topográfico. Compacto con rodillo liso vibrante CAT CS56B con mínimo 8 ciclos por capa. (b) Se realizaron ensayos para determinar la densidad de la densidad compactada por el método de desplazamiento de agua utilizando un molde de 0,5 m x 0,5 m según especificación y en todos los casos cumpliendo con la densidad mínima requerida de compactación de 2,1 t/m³.
- o) control realizado Paralelamente a la excavación de los estanques de marco y de monitoreo, también se realizaron los siguientes trabajos: Drenaje de drenaje superficial drenaje de balsa, 10,0 m de largo, altura del fondo de la sección rectangular 4,0 m, altura 1,5 m, pendiente 7,9%, instalación del sistema de drenaje interno Drenaje y tuberías de drenaje; mapa o mapa y soportes de hormigón superior para sistemas de bombeo de doble cuenca.
- La estructura del botadero es con encofrado de madera y revestido con hormigón armado $f'c=210$ kg/cm², de 0,25 m de espesor y doble pantalla de acero corrugado de 60 grados $f'y=4200$ kg/cm², de 1/2" de diámetro y dos direcciones con 0,20 intervalos de m sobre la estructura y juntas de dilatación.
 - La estructura de conducción de rebosaderos consiste en una tapa de piedra colocada en un mortero de 0,15 m de espesor y 10,0 m de largo que finalmente desemboca en un drenaje natural.
 - El bajante de la piscina del sistema de drenaje interno consiste en una instalación de ramal de 24.3 líneas que consta de una tubería de HDPE perforada interior lisa y exterior ranurada, de 6 pulgadas de diámetro, instalada en una zanja, perpendicular al margen lateral de la piscina y que conduce a el drenaje natural.- Su tubo de drenaje de fondo está cubierto con geotextil de polipropileno no tejido de 300 g/m², previamente cosido a mano al tubo por los trabajadores; el tamaño máximo nominal es de 3/4".
 - La salida del tanque del sistema de drenaje interno consiste en tuberías internas y externas lisas de HDPE, de 12" de diámetro y 6,3 m de largo, conectadas mediante soldadura por extrusión a la cubierta de geosintético del tanque.

- kg/cm², revestimiento de hormigón armado de 0,35 m a 0,40 m de espesor y malla de acero corrugado doble de 60 grados $f_y=4200$ kg/cm², 3/8 de pulgada de diámetro, 0,15 m cada uno en ambas direcciones. una caminata.
- Soporte superior de hormigón armado $f_c=350$ kg/cm², de 2,0 m de largo, 1,0 m de ancho, 0,8 m de alto, con barras de acero corrugado clase 60 $f_y=4200$ kg/cm², de 1/2" de diámetro e interior en ambos sentidos Cada 0,30 m.
- p) Una especie de. Antes de colocar la lámina de cobertura geosintética, primero se cava una zanja de anclaje, la cuenca de drenaje superficial tiene al menos 0,6 m de ancho y 0,8 m de profundidad, y la cuenca de drenaje interna tiene al menos 0,6 m de ancho y 0,6 m de profundidad.
- q) Se instaló una cubierta de geotextil no tejido de polipropileno de 300 g/m² directamente sobre el suelo para brindar protección adicional a la geomembrana impermeable contra la penetración de partículas. Previo a la instalación de los geosintéticos, la autoridad de control verifica y aprueba el estado del material y su calidad, así como el acabado de la superficie a recubrir.
- r) La impermeabilización de la piscina consistió en la instalación de paneles impermeables de geomembrana de polietileno de baja densidad (LLDPE) lineal, de 1,5 mm de espesor, lisos por ambas caras. Los paneles se unen mediante soldadura de doble cartela termofundente.
- s) La instalación de la Geomembrana es responsabilidad de la empresa subcontratista de Geosintéticos, y el mismo control de calidad se realiza en la oficina de inspección. y. En cada etapa del proceso de construcción, los supervisores realizan trabajos de aseguramiento de la calidad (CQA), realizando controles en el sitio, pruebas de laboratorio, muestreo, verificación de la seguridad y calidad de los materiales utilizados (como tuberías, accesorios, etc.), siguiendo los planos y ilustrando las especificaciones técnicas del proyecto.

3.20 ANÁLISIS VOLUMÉTRICO

La tabla muestra la capacidad de almacenamiento de material de relave, dividida por fases, expresada en metros cúbicos. Los tiempos de llenado se calculan en base a una densidad de pulpa de desecho promedio de 1456 t/m³ y una capacidad de

producción de 1000 TMHD, considerando 70% finos y 30% gruesos. Cabe señalar que por consideraciones de capacidad de almacenamiento se mantiene siempre un borde libre de 1,0 m por etapa y un sistema de drenaje de relaves mantiene la laguna de sobrenadante alejada del vertedero de seguridad. son respectivamente la curva de llenado para impurezas finas (tanque) y la curva de llenado para impurezas gruesas.

Cuadro 8.8 Análisis Volumétrico

ETAPA	Vol. Relave grueso para dique (m³)	Vol. Relave para deposito (m³)	Vol. Total de Relave (m³)	Tiempo de llenado (meses)
I	14223.00	38356.00	52579.00	2.98
II	30343.70	37206.70	67550.40	3.83
III	46464.40	48104.30	94568.70	5.36
IV	37143.20	78466.00	115609.20	6.55

FUENTE: Mina Shuntur

CAPITULO IV

4.1. PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA DETALLADO DE OBRA

- Las estimaciones de las cantidades de material se calculan en base al diseño preparado con el plan de construcción del proyecto. La estimación de cantidad incluyó movimiento de tierras, instalación y entrega de geosintéticos, instalación y entrega de tuberías, herramientas geotécnicas, fragmentación y vibración de los materiales utilizados para la rehabilitación del lecho de relaves No. 3.
- Los costos unitarios del movimiento de tierras son similares a los utilizados en la industria minera, mientras que los costos de los geosintéticos importados se obtuvieron de cotizaciones recientes obtenidas de varios proveedores locales de estos materiales. Los costos unitarios también pueden variar, especialmente porque SHUNTUR se puede lograr a través de contratistas locales o trabajo de administración directa.
- La tabla 8.5 proporciona estimaciones de costos de ingeniería del proyecto para cada etapa considerada en el estudio; nuevamente, se puede esperar que los valores informados estén dentro de aproximadamente el 20%. Según estimaciones de costos, la capacidad total de producción de residuos es de aproximadamente 542.000 toneladas, con un costo estimado por tonelada de residuos de US\$1,7 por tonelada.

ESTIMADO DE CANTIDADES
DISEÑO CONCEPTUAL DE AMPLIACIÓN DEL DEPÓSITO DE RELAVES N°3
REV. A

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNO	CANT. REV. A ETAPA I	CANT. REV. A ETAPA II	CANT. REV. A ETAPA III	CANT. REV. A ETAPA FINAL	FACTOR CONSERVACIÓN	CANTIDAD TOTAL ETAPA I	CANTIDAD TOTAL ETAPA II	CANTIDAD TOTAL ETAPA III	CANTIDAD TOTAL ETAPA FINAL	Precio Unitario (US\$)	TOTAL ETAPA I (US\$)	TOTAL ETAPA II (US\$)	TOTAL ETAPA III (US\$)	TOTAL ETAPA FINAL (US\$)
4.0 ACTIVIDADES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN																
1.01	Montición / Demolición (2% del costo directo de construcción)	Cm	1	0	0	0	0%	1	0	0	0	\$8,854	\$8,854	\$0	\$0	\$0
1.02	Demolición y reubicación de estructuras existentes (Ver Nota 1)	Cm	1	0	0	0	0%	1	0	0	0	\$2,500	\$2,500	\$0	\$0	\$0
1.03	Carpinterías, armaduras y oficinas	Cm	1	0	0	0	0%	1	0	0	0	\$10,000	\$10,000	\$0	\$0	\$0
1.04	Control de calidad, aseguramiento de calidad y soporte de construcción (los gastos reembolsables)	Cm	1	0	0	0	0%	1	0	0	0	\$94,438	\$94,438	\$19,472	\$0	\$0
1.05	Desarrollo de accesos para construcción (1.5 % del costo de construcción)	Cm	1	0	0	0	0%	1	0	0	0	\$3,808	\$3,808	\$0	\$0	\$0
1.06	Desarrollo y explotación de canchales (resto del nuevo depósito) para materiales de relleno común, material de drenaje etc.	Cm	1	0	0	0	0%	1	0	0	0	\$40,000	\$28,000	\$12,000	\$0	\$0
1.07	Seguridad y explotación	Cm	1	0	0	0	0%	1	0	0	0	\$1,500	\$1,500	\$0	\$0	\$0
5.0 MOVIMIENTO DE TIERRAS Y CONCRETO (ver datos de armazones, diques de contención y diques de relavamiento)																
2.01	Excavación de botros de material de cobertura	m³	8,840	0	0	0	10%	9,594	0	0	0	\$7,603	\$72,603	\$0	\$0	\$0
2.02	Asiende de material de cobertura	m³	8,840	0	0	0	10%	9,594	0	0	0	\$3,851	\$36,511	\$0	\$0	\$0
2.03	Excavación y colocación de material de relleno presuro para conformación de diques (Arriague, Contención y Reforzamiento)	m³	55,387	0	0	0	10%	60,920	0	0	0	\$1,555	\$94,438	\$0	\$0	\$0
2.04	Colocación y compactación de material de relleno presuro para configuración 2H-IV	m³	14,223	30,344	48,464	37,143	10%	10,545	33,278	51,110	40,887	\$1,710	\$103,574	\$56,743	\$88,888	\$99,457
2.05	Asiende y colocación de material de drenaje sobre tuberías	m³	244	0	0	0	10%	268	0	0	0	\$3,850	\$1,020	\$0	\$0	\$0
2.06	Asiende y colocación y compactación de relleno de material selecto para tubería de salida del sistema de subdrenes	m³	44	0	0	0	10%	48	0	0	0	\$3,850	\$184	\$0	\$0	\$0
2.07	Asiende, colocación y compactación de cama de apoyo para tubería de salida del sistema de subdrenes	m³	44	0	0	0	10%	48	0	0	0	\$3,850	\$184	\$0	\$0	\$0
2.08	Asiende y colocación de material de capa rodadura para accesos sobre cresta en diques	m³	138	151	171	268	10%	150	168	188	325	\$4,500	\$719	\$766	\$803	\$1,562
2.09	Preparación de la superficie de fundación	m²	20,087	0	0	0	10%	22,096	0	0	0	\$0,45	\$18,462	\$0	\$0	\$0
2.10	Procesamiento, asiende y colocación de empedrado con concreto para cuneta de conexión	m²	132	0	0	0	25%	165	0	0	0	\$58,10	\$5,671	\$0	\$0	\$0
2.11	Piso rodadura de agua de subdrenajes	Cm	2	0	0	0	0%	2	0	0	0	\$5,000.00	\$10,000	\$0	\$0	\$0
6.0 INSTALACIÓN DE TUBERÍAS																
3.01	Tubería perforada CPT tipo SP (de 6" diámetro)	m	970	0	0	0	25%	1,220	0	0	0	\$3,50	\$4,270	\$0	\$0	\$0
3.02	Tubería perforada CPT tipo SP (de 8" diámetro)	m	680	0	0	0	25%	863	0	0	0	\$3,50	\$3,019	\$0	\$0	\$0
3.03	Tubería de salida de subdrenes, sálida CPT tipo S (de 8" de diámetro)	m	362	0	0	0	25%	440	0	0	0	\$13,00	\$5,720	\$0	\$0	\$0
7.0 SUMINISTRO DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS																
4.01	Tubería perforada CPT tipo SP (de 6" diámetro)	m	970	0	0	0	25%	1,220	0	0	0	\$8,15	\$7,503	\$0	\$0	\$0
4.02	Tubería perforada CPT tipo SP (de 8" diámetro)	m	680	0	0	0	25%	863	0	0	0	\$11,36	\$9,788	\$0	\$0	\$0
4.03	Tubería de salida de subdrenes, sálida CPT tipo S (de 8" de diámetro)	m	362	0	0	0	25%	440	0	0	0	\$12,82	\$5,553	\$0	\$0	\$0
4.04	Suministro de accesorios para tuberías (10% del costo total de tuberías)	Cm	1	0	0	0	0%	1	0	0	0	\$1,395.58	\$1,396	\$0	\$0	\$0
8.0 INSTALACIÓN DE GEOSINTÉTICOS																
5.01	Instalación general no tejido de 270 g/m² (8 cm/2) para drenaje	m²	2,654	0	0	0	25%	3,143	0	0	0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
5.02	Instalación de boas de geomembrana	und	2	0	0	0	0.5%	2	0	0	0	\$500	704	\$0	\$0	\$0
5.03	Instalación geomembrana HDPE 1.5 mm (60 ml)	m²	23,204	0	0	0	10%	25,526	0	0	0	\$1,00	\$25,526	\$0	\$0	\$0
9.0 SUMINISTRO DE GEOSINTÉTICOS																
6.01	Proveer geotextil no tejido de 270 g/m² (8 cm/2) para drenaje	m²	2,654	0	0	0	10%	2,909	0	0	0	\$2	\$5,818	\$0	\$0	\$0
6.02	Proveer geomembrana HDPE 1.5 mm (60 ml)	m²	23,204	0	0	0	10%	25,526	0	0	0	\$3,12	\$79,637	\$0	\$0	\$0
10.0 INSTRUMENTACIÓN GEOTÉCNICA																
7.01	Instalación de Pacómetro de tubo abierto tipo Casagrande	Und	3	0	0	0	0%	3	0	0	0	\$2,500	\$7,500	\$0	\$0	\$0
7.02	Instalación de liras topográficas	Cm	8	0	0	0	0%	8	0	0	0	\$250	\$2,000	\$0	\$0	\$0
11.0 CHANCADO Y ZARANDIADO																
8.01	Chancado y zarandeo de arena y relleno selecto para asiento de tuberías	m³	88	0	0	0	15%	101	0	0	0	\$4,50	\$459	\$0	\$0	\$0
8.02	Zarandeo para empedrado (c60 = 0.25 m diámetro)	m²	132	0	0	0	15%	152	0	0	0	\$4,50	\$684	\$0	\$0	\$0
8.03	Chancado y zarandeo de material de drenaje para subdrenes	m³	244	0	0	0	15%	281	0	0	0	\$4,50	\$1,265	\$0	\$0	\$0
													TOTAL COSTOS DIRECTOS (1+2+3+4+5+6+7+8)			
													\$532,417			
													\$88,011			
													\$620,428			
													\$87,791			

NOTAS:

- Las obras deberán incluir la remoción y/o reubicación de estructuras existentes dentro del área de construcción.
- Los volúmenes de material de relleno para la conformación de los diques de contención serán extraídos de la excavación del fondo del vaso.
- Las cantidades de geomembrana HDPE 1.5 mm (60 ml) incluye 10% como factor de contingencia.
- El chancado y zarandeo y la importación de materiales de canchero que se presentan, corresponden a materiales en banco. El contratista determinará los factores de esparcimiento para el procesamiento de los materiales separados, conforme sea requerido.

En el cuadro 8.18, se presenta un resumen de los costos de construcción para el reforzamiento del depósito de relaves N°3.

Cuadro 8.18
RESUMEN DE COSTOS DE CONSTRUCCIÓN

Actividad	ETAPA I US\$	ETAPA II US\$	ETAPA III US\$	ETAPA IV US\$
Actividades Generales de Construcción	99,695	31,472	0	0
Movimiento de Tierras y Concreto	271,790	57,538	87,791	71,019
Instalación y Suministro de Tuberías	37,168	0	0	0
Instalación y Suministro de Geosintéticos	25,525	0	0	0
Instrumentación Geotécnica y Monitoreo	9,500	0	0	0
Chancado y Zarandeo	2,441	0	0	0
COSTO DIRECTO TOTAL US\$:	532,417	89,011	87,791	71,019

FUENTE: Mina Shuntur

Con la finalidad de definir los tiempos requeridos para el desarrollo de las actividades de construcción de las estructuras involucradas en el proyecto, se ha elaborado el cronograma de construcción para el reforzamiento del depósito de relaves N° 3 y construcción depósito de relaves N° 4, a nivel de ingeniería de detalle

- ☐ Firma de contrato;
- ☐ Actividades generales de construcción;
- ☐ Movimiento de tierra y concreto, canal de coronación, preparación de fundación, excavación del material orgánico, excavación del vaso.
- ☐ Instalación de Geosintéticos
- ☐ Instalación de Tuberías.
- ☐ Instrumentación geotécnica,
- ☐ Chancado y zarandeo.

CAPITULO V

5.1 ANALISIS Y DISCUCIONES DE RESULTADOS

Luego de haber realizado los cálculos de campo y de gabinete se ha llegado a la realización del informe final como consecuencia de los resultados e informaciones recibidas de la empresa y expedientes formulados por evaluadores que se a desarrollado en el ámbito de influencia de la construcción de la Relavera.

Como resultado de la información disponible, bibliografía consultada y reportes de la empresa, visita de campo en el área de estudio, se ha llegado a la conclusión siguiente:

- Los parámetros geotécnicos utilizados en el modelo geotécnico implementado en base a los resultados de resultados de ensayos de laboratorio e información disponible existente de otros estudios.
- Los datos recepcionados en el área de trabajo y estudio nos ha permitido establecer correlaciones sobre el antes y el después.
- El análisis de estabilidad estático para las condiciones actuales presenta factores de seguridad muy cercanos a la unidad, lo cual hace notar que el depósito de relaves es inestable.
- Los análisis de estabilidad considerando el dique de contención temporal en el sector noreste como obra de estabilización, presenta factores de seguridad mayores a lo mínimo recomendados para este tipo de estructuras.
- Los análisis de estabilidad desarrollados se basan en la hipótesis de que se mantiene la cota de corona actual y no considera el incremento de altura ya que, para un mayor incremento de carga, se podría generar una falla por licuación estática.
- Finalmente, debe mencionarse que la información que se presenta está basada en datos de la compañía minera Shuntur, perforaciones e inspecciones visuales

realizadas en campo, que intentan representar lo mejor posible las características del área afectada, pudiéndose encontrarse algunas condiciones distintas durante la construcción.

CONCLUSIONES

- 1) Para el proyecto de remediación de la balsa de relaves de la Compañía Minera Shuntur, se realizaron los estudios necesarios para asegurar una evaluación suficiente para proceder al desarrollo de un proyecto que satisfaga las necesidades planteadas por la Cía.
- 2) Las obras de desviación recolectan y desvían suficiente agua de la escorrentía para evitar la contaminación por contacto con los relaves, que es la principal medida de control ambiental implementada en el proyecto ya que cumple con los requisitos legislativos y es implementada por Shuntura Mining Company. El compromiso con la protección del medio ambiente durante y después del proyecto se refleja en los procedimientos y normas de trabajo que le han otorgado el certificado ISO 14001 “Gestión Medioambiental”.
- 3) Uno de los principales objetivos es la estabilización de la balsa de relaves de Shuntur Mining Company, para lo cual se han tomado las medidas pertinentes para lograr este objetivo. Está diseñado con una pendiente de punta de 3,5:1 (H:V) que le dará más estabilidad para la guía geodésica y el control del nivel del agua. Además, durante la ejecución se ha sustituido la base natural por materiales que garantizan un correcto comportamiento, con un sistema de drenaje de alta eficiencia que garantiza la rápida evacuación del agua existente.
- 4) Incapacidad para cumplir con el cronograma propuesto originalmente debido a la falta de mantenimiento del equipo del contratista.
- 5) Durante la implementación del proyecto, fue necesario hacer algunas correcciones, debido a que el mapa topográfico entregado al consultor no estaba lo suficientemente detallado para utilizar el método correcto. Estos cambios no reflejan cambios en el diseño original del estudio.
- 6) Cabe agregar que Cía. Durante la implementación del proyecto Minera, se encuentran en proceso de certificación las normas internacionales ISO 14001 “Gestión ambiental” y OSHAS 18001 “Seguridad y salud en el trabajo”. Además, la certificación también debe incluir lo anterior.

RECOMENDACIONES

- 1) La represa de escombros de construcción debe continuar siendo monitoreada regularmente a medida que se desarrolla mediante la realización de inspecciones geodésicas y monitoreo con piezómetros. Esto debería incluir la instalación planificada de dos indicadores de inclinación para mejorar el control de estabilidad del muelle.
- 2) Al igual que cualquier infraestructura, los canales y sistemas de drenaje deben evaluarse y mantenerse regularmente para garantizar que funcionen correctamente, principalmente antes de la temporada de lluvias para evitar obstrucciones, principalmente en cuencas de captación y de rápido movimiento.
- 3) Durante el trabajo de mecánica pesada, no se probaron los equipos propiedad de la empresa minera, solo se probaron los equipos alquilados por una tarifa. También se recomienda realizar controles de tiempo de las cuadrillas de la empresa para obtener una estimación real del costo de todo el trabajo realizado.
- 4) Se recomienda realizar el proceso de revegetación en las áreas alteradas, principalmente en las entradas de los túneles, donde se requieren trabajos adicionales debido a las mayores pendientes.
- 5) Durante los meses secos y ventosos, hay mucha contaminación aguas arriba de la presa, por lo que es necesario evitar que la contaminación ingrese a los pastos irrigados mientras continúa la regeneración. Cerca de la parte superior de la presa de relaves.
- 6) Construcción de los cimientos de la presa de escombros de construcción, se excava y retira completamente el material orgánico; suelo húmedo o saturado, seguido de compactación de las capas existentes de material arcilloso para impermeabilizar la cimentación; del mismo modo, se instalarán drenajes y sistemas de drenaje insuficientes para tratar las aguas superficiales y subterráneas existentes.
- 7) La compactación del material mezclado siempre se hace de estribo a estribo paralelo al estribo, esto debe hacerse para asegurar una mayor estabilidad del terraplén cuando el volquete ingresa a la plataforma y traslada el material mezclado para su descarga. evitar rayaduras, ya que, si el dumper pisa la rayadura, sellará y evitará que se peguen las capas compactadas y formadas.

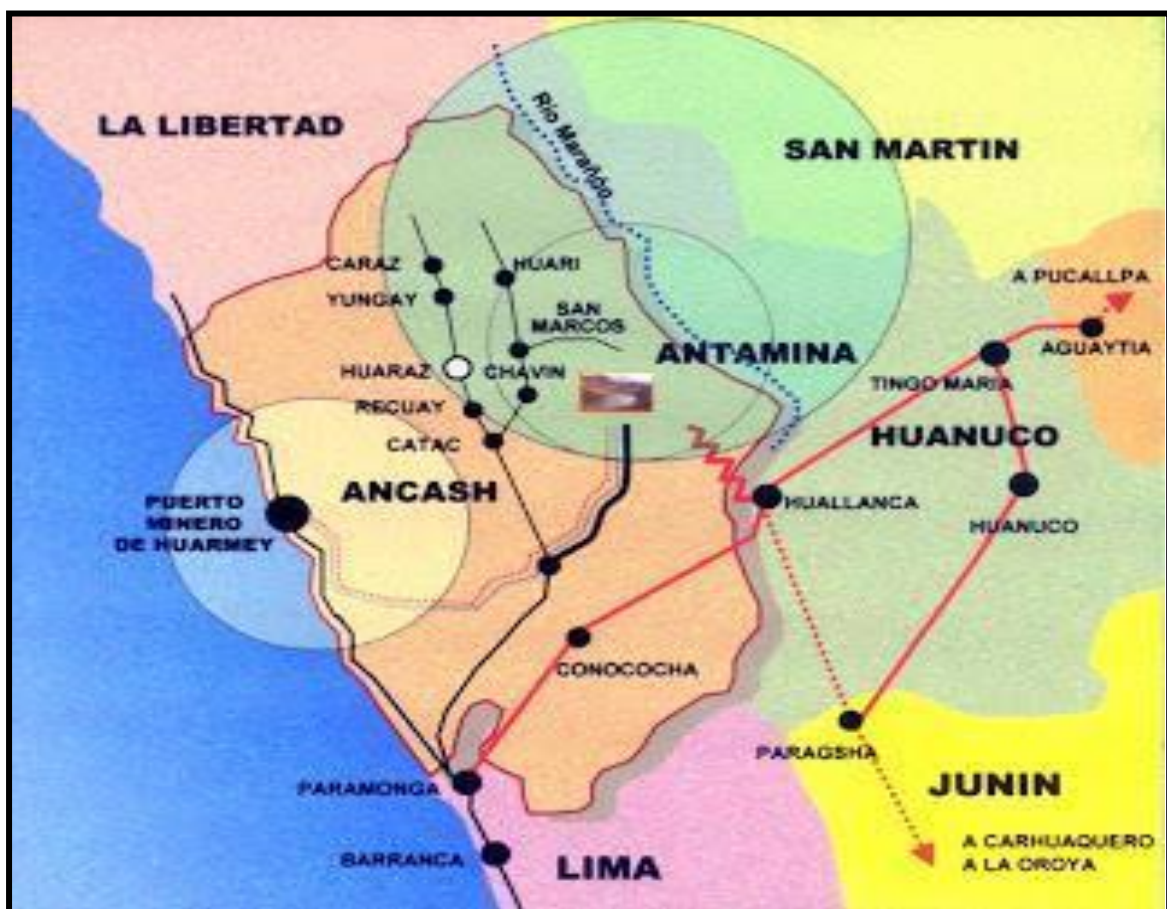
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. BELLAMY, DAVID Y OTROS. salvemos la tierra. Madrid: ediciones Aguilar, 1991. obra de carácter divulgativa sobre los problemas medioambientales.
2. BOLAÑOS LLANOS. Problemas ambientales, lima, Inapmas. Ministerio de Salud, 1998, pág.54
3. CANALES, A. 2003. salud ambiental. maestría en salud pública una puno. Canales, a. et al. Evaluación de Impacto Ambiental del relleno sanitario de Puno.
4. CASTELLÓN, M. (2010). Minería e impactos ambientales. Bogotá: AMB.
5. CURTÍS, ELENA Y OTROS. 2001. biología. 6º edición en español. Buenos Aires- Argentina.pág.123-130.
6. DÍAZ ALVA OSCAR. Ecología y Medio Ambiente, Lima, Edimaso, pág. 134.
7. ELAW. (2010). Guía para Evaluar EIAs de Proyectos Mineros (Primera edición ed.). Eugene, U.S.A: Alianza Mundial de Derecho Ambiental.
8. HERNANDEZ HERNANDEZ, A. (junio de 2011). Tesis: Determinacion de metales pesados en suelos de natividad. Recuperado el 30 de agosto de 2017, de Sitio web de Universidad de Sierra Juárez:
- 10.MAKSAEV, V. (2009). Impacto ambiental de la actividad minera. Recuperado el 8 de agosto de 2013, de Centro de computo de Universidad de Chile: <http://www.cec.uchile.cl/~vmaksaev/IMPACTO%20AMBIENTAL%20DE%20LA%20ACTIVIDAD%20MINERA.pdf>
- 11.MINISTERIO DE SALUD.**Problemas Ambientales** y comunidad. Inapmas, 1998, pág. 76 portugal medina, leonidas. Química, Lima. Pág.89,90,91,92,93
- 12.SAMAME SOTO, LUISA." Medio Ambiente y Educación en el Perú". Lima seicios gráficos omega, 1998. 154 pág.
- 13.SHINNER, F., & KLAUSER, T. (2005). Feasibility Studies for Microbial Remediation of MetalContaminated Soil. En R. Margesin, & F. Shinner, Manual for Soil Analysis-Monitoring and Assessing Soil Bioremediation (págs. 155-159). Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

ANEXOS



FUENTE: MINERA SHUNTUR



FUENTE: MINERA SHUNTUR

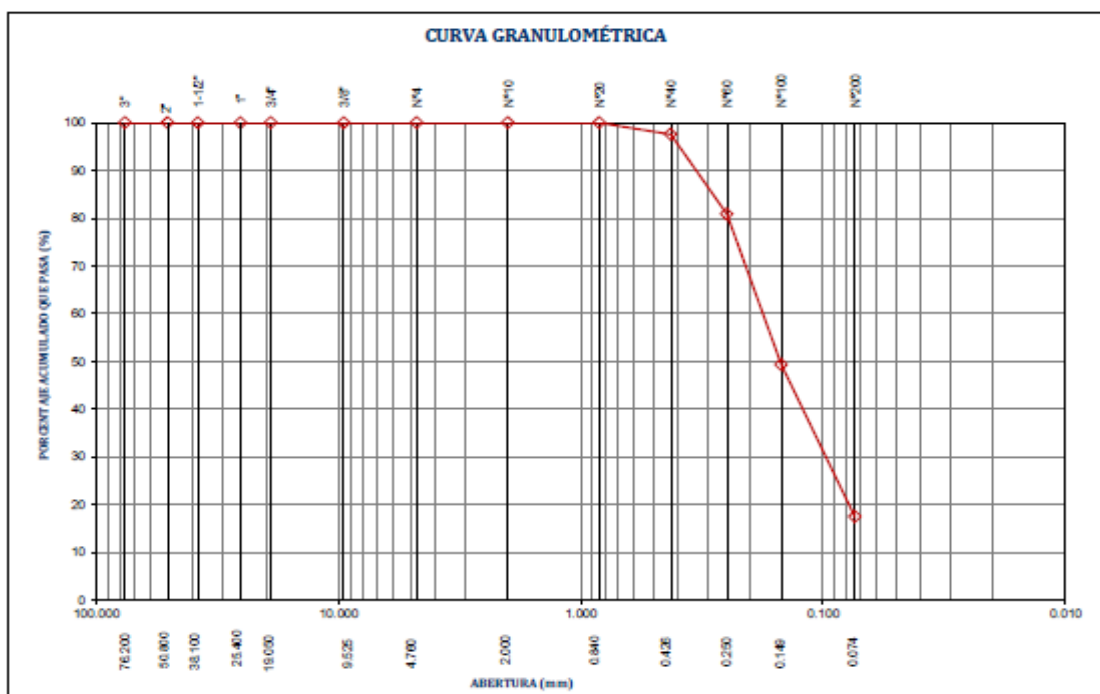
		REGISTRO DE CALICATAS		CALICATA No: TP - DCR . 01 Página 001			
PROYECTO: Diseño Conceptual de Ampliación del Depósito de Relaves N° 3 PROYECTO No.: P300 - 008 - 11 - 01 UBICACION: Pira - Huaraz - Anhash CLIENTE: Minera SHUNTUR SAC CONTRATISTA: JMF Ingeniería & Construcción SAC OPERADOR: METODO DE EXCAVACION: Manual			NORTE(m): 8938902 ESTE(m): 200388 ELEVACION(msnm): 3647 DIMENSIONES(m): 1.30 x 1.30 CONDICIONES DE LA SUPERFICIE: Nivelado NIVEL FREATICO(m): REGISTRADO POR: Ing. Deycy Téllez PROFUNDIDAD TOTAL(m): 2.50 FECHA DE EJECUCION: 26 - 10 - 2011				
Profundidad(m)	Gráfico	SUCS	Descripción del Material	Tipo de muestra	Número de muestra	Ensayos in Situ	Comentarios
0.0			Superficie del terreno				
1.0		SC SM	0.00 - 2.50 m Relave clasificado como arena arcillosa con limo de color gris oscuro, humedad de capacidad media	MAP	M-1	Densidad 2.50 m	
2.0							
3.0							
4.0							
5.0							
LEGENDA: <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> TIPO DE MUESTRA MAU - muestra alterada grande MAP - muestra alterada pequeña BL - Bloque (Muestra inalterada) SIM - Sin Muestra CM - California Modificado PAG - Muestra para análisis de generación de aguas ácidas </div> <div> ENSAYOS IN SITU q_u - Ensayos con penetrometro de mano T - Ensayos con veleta de mano d_c - Ensayo de Densidad de campo NIVEL DE AGUA Y FUNDACION NE - No encontrado Df - Profundidad de fundación sugerido </div> <div> SIMBOLOGIA Suelo orgánico Relleno Relaves </div> <div>  Grava  Arena  Limo  Arcilla  Roca </div> </div>							

FUENTE: MINERA SHUNTUR

Nombre del Proyecto:	Diseño Conceptual de Ampliación del Dep. de Relave n 3		
Cliente	Minera Shuntur S.A.C.		
N° de Proyecto:	P300-006-11-01	N° Ensayo:	JMF-006-01
Ubicación:	Pira-Huaraz-Ancash	Solicitado por:	JMF - Ingeniería & Construcción
N° de muestra / Prof. (m):	M-1 / Prof. (0.00-2.50 m)	Fecha:	05-Oct-11
Descripción / Zona:	TP-DCR-01	Coordenadas:	8 938,902 200,388

Partículas >3" (%) :		---
Grava (%) :		-
Arena (%) :		82.5
Limos y Arcillas (%) :		17.5
Límites de Atterberg:		
		LL (%): 18.8
		LP (%): 13.3
		IP (%): 5.5
Humedad (%) :		7.4
Clasificación SUCS :		SC-SM
		Arena arcillo-limosa

Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulado que pasa
3"	76.200	100.0
2"	50.800	100.0
1 1/2"	38.100	100.0
1"	25.400	100.0
3/4"	19.050	100.0
3/8"	9.525	100.0
Nº4	4.760	100.0
Nº10	2.000	100.0
Nº20	0.840	100.0
Nº40	0.426	97.6
Nº60	0.250	80.9
Nº100	0.149	49.3
Nº200	0.074	17.5



Notas: Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante

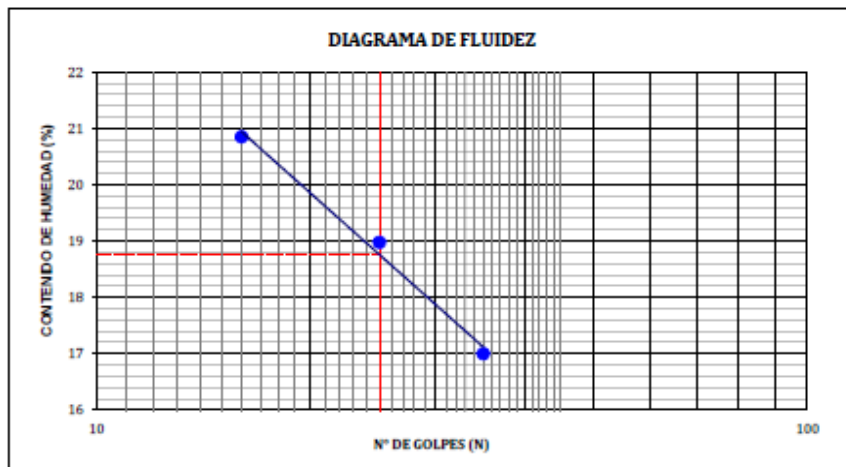
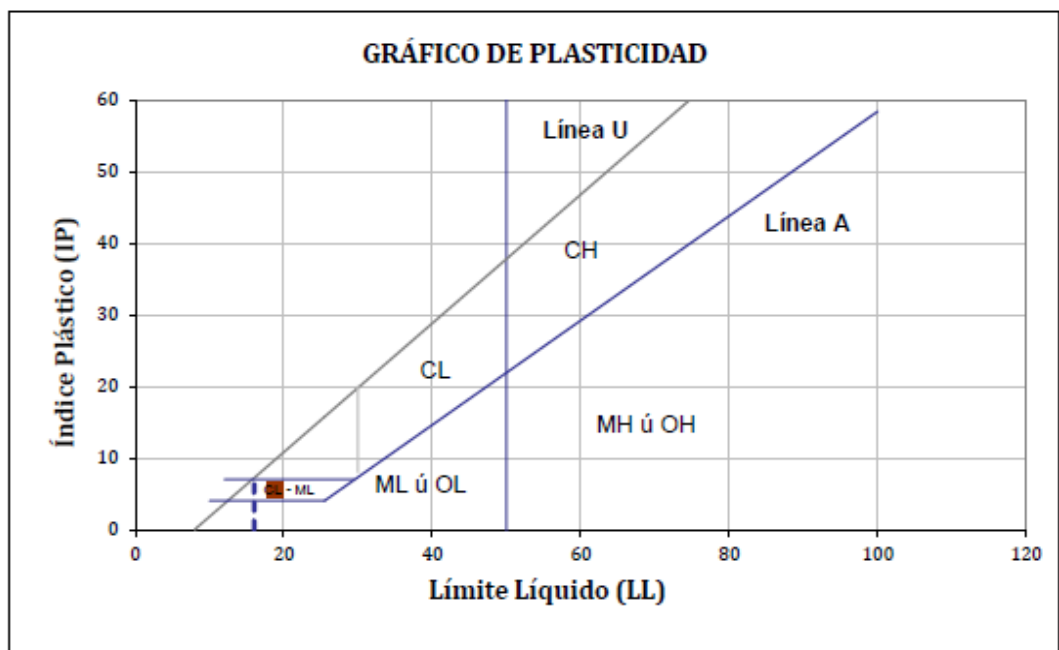
Realizado por:	Ingresado por:	Revisado por:	Laboratorio:
EGM	CETS	CETS	JMF-006-01

FUENTE: MINERA SHUNTUR

Nombre del Proyecto:	Diseño Conceptual de Ampliación del Dep. de Relave n 3		
Cliete	Minera Shuntur S.A.C.		
Nº de Proyecto:	P300-006-11-01	Nº Ensayo:	JMF-006-01
Ubicación:	Pira-Huaraz-Ancash	Solicitado por:	JMF - Ingeniería & Construcción
Nº de muestra / Prof. (m):	M-1 / Prof. (0.00-2.50 m)	Fecha:	05-Oct-11
Descripción / Zona:	TP-DCR-01	Coordenadas:	8 938,902 200,388

Límites de Atterberg

LL (%): 18.8
LP (%): 13.3
IP (%): 5.5



Notas: Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante

Realizado por:

EGM

Ingresado por:

CETS

Revisado por:

CETS

Laboratorio:

JMF-006-01

Nombre del Proyecto:		DISEÑO CONCEPTUAL DE AMPLIACION DEL DEPOSITO DE RELAVE No 3	
Cliente:		MINERA SHUNTUR S.A.C.	
N° de Proyecto:	P300-006-11-01	N° Informe Lab :	JMF
Ubicación:	Piura - Huaraz- Ancash	Solicitado por:	J. Sevilla
N° de muestra / Prof. (m):	M-1 / 0.00-2.50	Fecha:	18-oct-11
Descripción / Zona:		TP-DCR-01	

Partículas >3" (%) :	---	D10 :	
Grava (%) :	-	D30:	
Arena (%) :	86.0	D60:	
Limos y Arcillas (%) :	14.0	Cu:	
		Cc:	

Límites de Atterberg:

LL (%): NP
LP (%): NP
IP (%): NP

Humedad (%) : -

Clasificación SUCS : **SM**
Arena con Limo

Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulado que pasa
3"	76.200	100.0
2"	50.800	100.0
1 1/2"	38.100	100.0
1"	25.400	100.0
3/4"	19.050	100.0
3/8"	9.525	100.0
Nº4	4.760	100.0
Nº10	2.000	100.0
Nº20	0.840	99.9
Nº40	0.426	95.6
Nº60	0.250	78.0
Nº100	0.149	45.7
Nº200	0.074	14.0

CURVA GRANULOMÉTRICA

NOTAS: Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante

Realizado por:	Ingresado por:	Revisado por:	Laboratorio:
JCU	JVC	DTM	JMF

Nombre del Proyecto: **DISEÑO CONCEPTUAL DE AMPLIACION DEL DEPOSITO DE RELAVE No 3**

Cliente: **MINERA SHUNTUR S.A.C.**

N° de Proyecto: **P300-006-11-01**

Ubicación: **Plura - Huaraz- Ancash**

N° de muestra / Prof: **M-1 / 0.00-2.50**

Descripción / Zona: **TP-DCR-01**

N° Informe Lab : **JMF**

Solicitado por: **J. Sevilla**

Fecha: **18-oct-11**

Area de Contacto: **31.77 cm³**
Constante Dial de carga: **0.06**
 γ_d : **1.53 gr/cm³**
Peso : **105.30 gr**
Estado/Muestra : **ALTERADO REMOLDEADO**

Especimen N°	I	II	III
Diametro del anillo (cm)	6.36	6.36	6.36
Altura Inicial de muestra (cm)	2.16	2.16	2.16
Densidad húmeda inicial (gr/cm ³)	1.650	1.650	1.650
Densidad seca inicial (gr/cm ³)	1.534	1.534	1.534
Cont. de humedad inicial (%)	7.5	7.5	7.5
Altura de la muestra antes de aplicar el esfuerzo de corte (cm)	2.071	2.046	2.015
Altura final de muestra (cm)	2.020	1.990	1.984
Densidad húmeda final (gr/cm ³)	2.089	2.104	2.117
Densidad seca final (gr/cm ³)	1.641	1.666	1.687
Cont. de humedad final (%)	27.4	26.3	25.5
Esfuerzo normal (kg/cm ²)	0.5	1.0	1.5
Esfuerzo de corte maximo (kg/cm ²)	0.263	0.525	0.788
Angulo de friccion interna :	27.7 °		
Cohesion (Kg/cm ²) :	0.00		

Notas: Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante

Realizado por:

JCU

Ingresado por:

JVC

Revisado por:

DTM

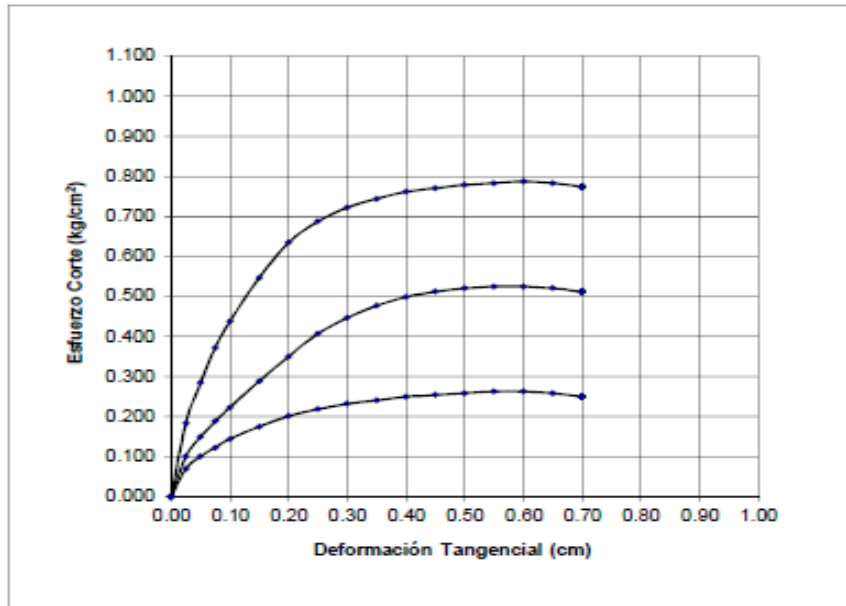
Laboratorio:

JMF

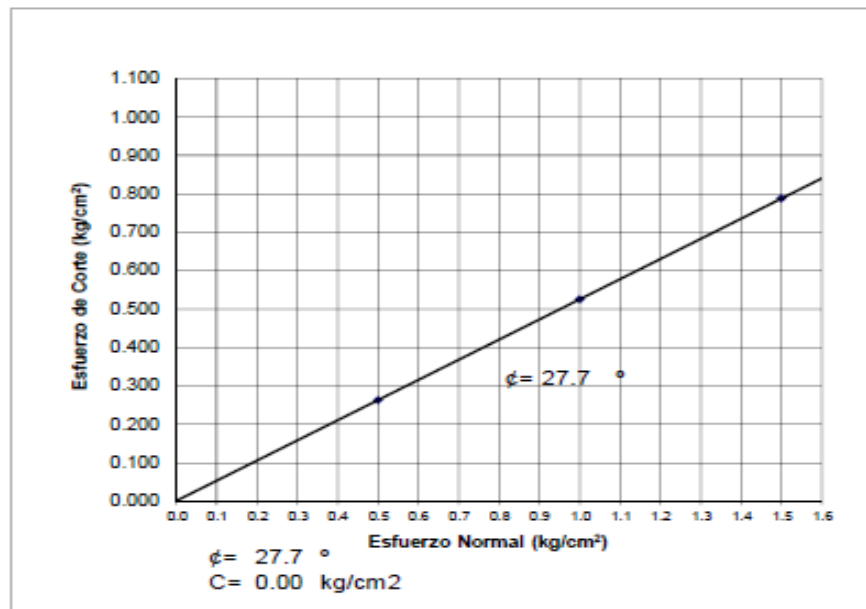
FUENTE: MINERA SHUNTUR

Nombre del Proyecto:	DISEÑO CONCEPTUAL DE AMPLIACION DEL DEPOSITO DE RELAVE No 3		
Cliente:	MINERA SHUNTUR S.A.C.		
N° de Proyecto:	P300-006-11-01	N° Informe Lab :	JMF
Ubicación:	Piura - Huaraz- Ancash	Solicitado por:	J. Sevilla
N° de muestra / Prof. (m):	M-1 / 0.00-2.50	Fecha:	18-oct-11
Descripción / Zona:	TP-DCR-01		

DEFORMACION TANGENCIAL vs. ESFUERZO DE CORTE

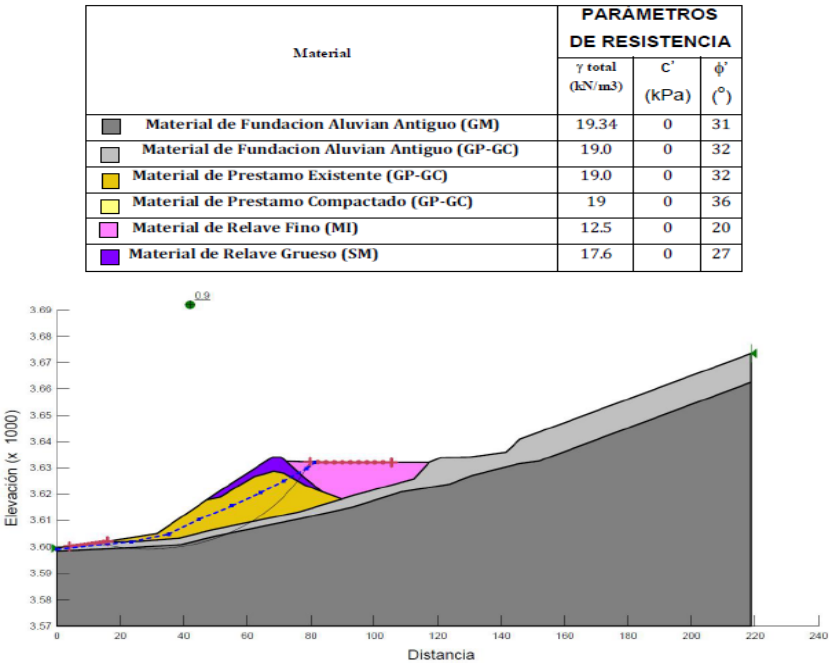


ESFUERZO NORMAL vs. ESFUERZO DE CORTE



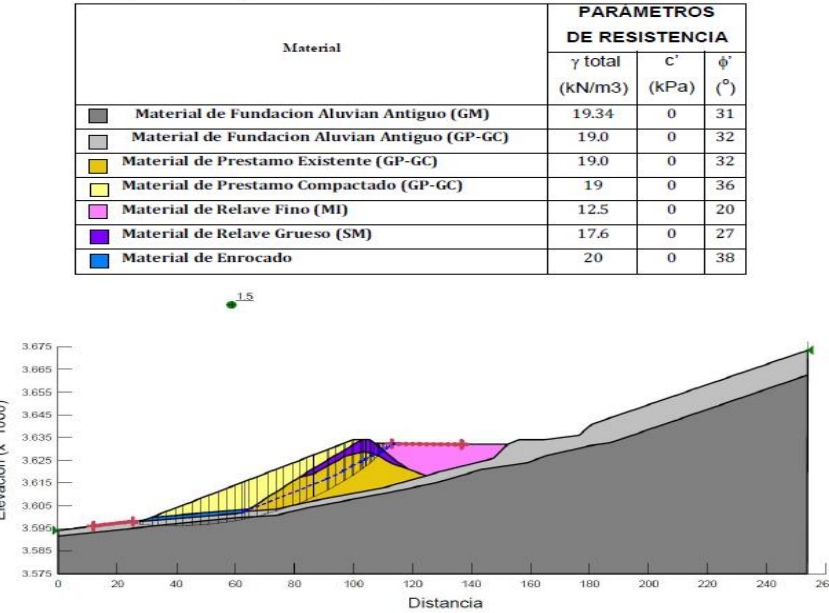
FUENTE: MINERA SHUNTUR

Figura 6.1
Análisis de Estabilidad en Condiciones Actuales
Diseño conceptual de Ampliación del Depósito de Relaves N°3 – Sección B-B - Estático



FUENTE: MINERA SHUNTUR

Figura 6.3
Análisis de Estabilidad en Condiciones Proyectadas
Diseño conceptual de Ampliación del Depósito de Relaves N°3 – Sección B-B - Estático



FUENTE: MINERA SHUNTUR

Instalación del sistema de drenaje central



FUENTE: MINERA SHUNTUR

NUEVO TRAZO DE LA CARRETERA



Fuente: Propio

Sector rocoso, fue necesario voladuras y el uso de excavadoras.



FUENTE: Propio

Lugar de trabajo y distribución de las maquinarias.



FUENTE: Propio

PLANOS

ESTIMADO DE CANTIDADES
DISEÑO CONCEPTUAL DE AMPLIACION DEL DEPOSITO DE RELAVES N°3

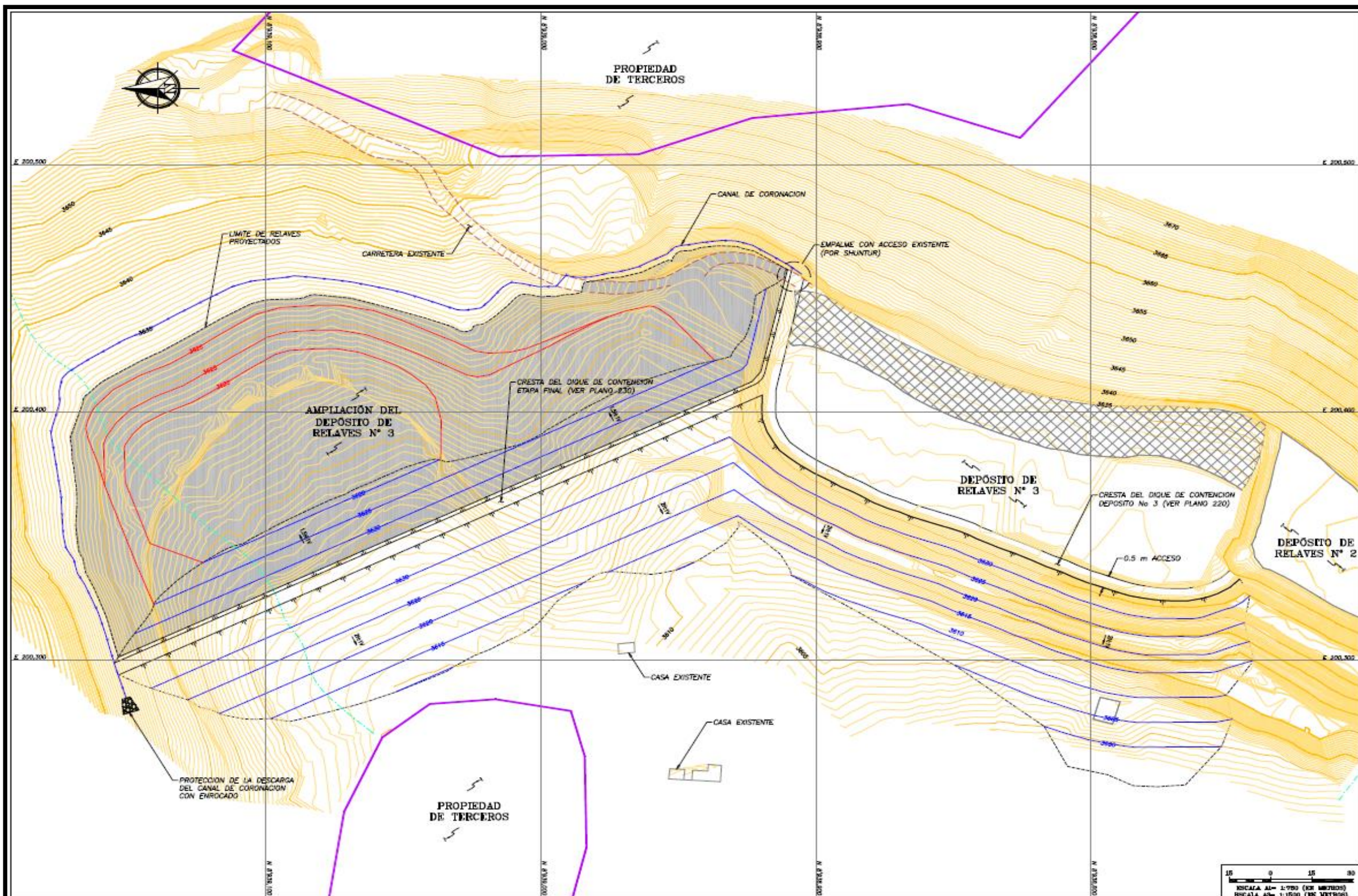
REV. A

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNID	CANT. REV. A ETAPA I	CANT. REV. A ETAPA II	CANT. REV. A ETAPA III	CANT. REV. A ETAPA FINAL	FACTOR CONTINGENCIA	CANTIDAD TOTAL ETAPA I	CANTIDAD TOTAL ETAPA II	CANTIDAD TOTAL ETAPA III	CANTIDAD TOTAL ETAPA FINAL	Precio Unitario (US\$)	TOTAL ETAPA I (US\$)	TOTAL ETAPA II (US\$)	TOTAL ETAPA III (US\$)	TOTAL ETAPA FINAL (US\$)
1.0	ACTIVIDADES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN												\$99,695	\$31,472	\$0	\$0
1.01	Movilización / Desmovilización (2% del costo directo de construccion)	Glb	1	0	0	0	0%	1	0	0	0	\$8,654	\$8,654	\$0	\$0	\$0
1.02	Demolición y reubicación de estructuras existentes (Ver Nota 1)	Glb	1	0	0	0	0%	1	0	0	0	\$2,500	\$2,500	\$0	\$0	\$0
1.03	Campamentos, almacenes y oficinas	Glb	1	0	0	0	0%	1	0	0	0	\$10,000	\$10,000	\$0	\$0	\$0
1.04	Control de calidad, aseguramiento de calidad y soporte de construcción (Inc gastos reembolsables)	Glb	1	0	0	0	0%	1	1	0	0	\$84,907	\$45,435	\$19,472	\$0	\$0
1.05	Desarrollo de accesos para construcción (2.5 % del costo de construccion)	Glb	1	0	0	0	0%	1	0	0	0	\$3,606	\$3,606	\$0	\$0	\$0
1.06	Desarrollo y explotación de canteras (vaso del nuevo deposito) para materiales de relleno común, material de drenaje etc.	Glb	1	0	0	0	0%	1	1	0	0	\$40,000	\$28,000	\$12,000	\$0	\$0
1.07	Seguridad y señalización	Glb	1	0	0	0	0%	1	0	0	0	\$1,500	\$1,500	\$0	\$0	\$0
2.0	MOVIMIENTO DE TIERRAS Y CONCRETO (incluye dique de arranque, dique de contención y dique de refuerzo)												\$271,790	\$57,538	\$87,791	\$71,019
2.01	Excavación, desbroce de material de cobertura	m³	8,640	0	0	0	10%	9,504	0	0	0	\$0.80	\$7,603	\$0	\$0	\$0
2.02	Acarreo de material de cobertura	m³	8,640	0	0	0	10%	9,504	0	0	0	\$0.30	\$2,851	\$0	\$0	\$0
2.03	Excavación, acarreo y colocación de material de préstamo para conformación de diques (Arranque, Contención y Reforzamiento)	m³	55,387	0	0	0	10%	60,926	0	0	0	\$1.55	\$94,435	\$0	\$0	\$0
2.04	Colocación y compactación de material de relleno préstamo para conformación de diques (Arranque, Contención y Reforzamiento)	m³	55,387	0	0	0	10%	60,926	0	0	0	\$1.70	\$103,574	\$0	\$0	\$0
2.05	Colocación y compactación de material de relaves gruesos para configuración 2H:1V	m³	14,223	30,344	48,464	37,143	10%	15,645	33,378	51,110	40,857	\$1.70	\$26,597	\$56,743	\$86,888	\$69,457
2.06	Acarreo y colocación de material de drenaje sobre tuberías	m³	244	0	0	0	10%	268	0	0	0	\$3.80	\$1,020	\$0	\$0	\$0
2.07	Acarreo, colocación y compactación con relleno de material selecto para tubería de salida del sistema de subdrenes	m³	44	0	0	0	10%	48	0	0	0	\$3.80	\$184	\$0	\$0	\$0
2.08	Acarreo, colocación y compactación de cama de apoyo para tubería de salida del sistema de subdrenes	m³	44	0	0	0	10%	48	0	0	0	\$3.80	\$184	\$0	\$0	\$0
2.09	Acarreo y colocación de material de capa rodadura para accesos sobre cresta en diques	m³	136	151	171	296	10%	150	166	188	325	\$4.80	\$719	\$795	\$903	\$1,562
2.10	Preparación de la superficie de fundación	m²	28,087	0	0	0	10%	28,696	0	0	0	\$0.65	\$18,652	\$0	\$0	\$0
2.11	Procesamiento, acarreo y colocación de empedrado con concreto para cuneta de coronación	m³	132	0	0	0	25%	165	0	0	0	\$36.10	\$5,971	\$0	\$0	\$0
2.12	Pozos colector de agua de subdrenajes	Glb	2	0	0	0	0%	2.0	0	0	0	\$5,000.00	\$10,000	\$0	\$0	\$0
3.0	INSTALACIÓN DE TUBERÍAS												\$13,009	\$0	\$0	\$0
3.01	Tubería perforada CPT (tipo SP) de 6" diámetro	ml	976	0	0	0	25%	1,220	0	0	0	\$3.50	\$4,270	\$0	\$0	\$0
3.02	Tubería perforada CPT (tipo SP) de 8" diámetro	ml	690	0	0	0	25%	863	0	0	0	\$3.50	\$3,019	\$0	\$0	\$0
3.03	Tubería de salida de subdrenes, sólida CPT (tipo S) de 8" de diámetro	ml	352	0	0	0	25%	440	0	0	0	\$13.00	\$5,720	\$0	\$0	\$0
4.0	SUMINISTRO DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS												\$24,159	\$0	\$0	\$0
4.01	Tubería perforada CPT (tipo SP) de 6" diámetro	ml	976	0	0	0	25%	1,220	0	0	0	\$6.15	\$7,503	\$0	\$0	\$0
4.02	Tubería perforada CPT (tipo SP) de 8" diámetro	ml	690	0	0	0	25%	863	0	0	0	\$11.36	\$9,798	\$0	\$0	\$0
4.03	Tubería de salida de subdrenes, sólida CPT (tipo S) de 8" de diámetro	ml	352	0	0	0	25%	440	0	0	0	\$12.62	\$5,553	\$0	\$0	\$0
4.04	Suministro de accesorios para tuberías (10% del costo total de tuberías)	Glb	1	0	0	0	0%	1.0	0	0	0	\$1,305.58	\$1,306	\$0	\$0	\$0
5.0	INSTALACIÓN DE GEOSINTÉTICOS												\$26,228	\$0	\$0	\$0
5.01	Instalación geotextil no tejido de 270 g/m2 (8 oz/y2) para drenaje	m²	2,554	0	0	0	25%	3,193	0	0	0	\$0	0	\$0	\$0	\$0
5.02	Instalación de botas de geomembrana	und	2	0	0	0	0.5%	2	0	0	0	\$350	704	\$0	\$0	\$0
5.03	Instalación geomembrana HDPE 1.5 mm (60 mil)	m³	23,204	0	0	0	10%	25,525	0	0	0	\$1.00	\$25,525	\$0	\$0	\$0
6.0	SUMINISTRO DE GEOSINTÉTICOS												\$85,593	\$0	\$0	\$0
6.01	Proveer geotextil no tejido de 270 g/m2 (8 oz/y2) para drenaje	m²	2,554	0	0	0	10%	2,809	0	0	0	\$2	5,618	\$0	\$0	\$0
6.02	Proveer geomembrana HDPE 1.5 mm (60 mil)	m³	23,204	0	0	0	10%	25,525	0	0	0	\$3.12	\$79,637	\$0	\$0	0
7.0	INSTRUMENTACIÓN GEOTÉCNICA												\$9,500	\$0	\$0	\$0
7.01	Instalación de Piezómetro de tubo abierto tipo Casagrande	Und	3	0	0	0	0%	3	0	0	0	\$2,500	\$7,500	\$0	\$0	\$0
7.02	Instalación de hitos topográficos	Glb	8	0	0	0	0%	8	0	0	0	\$250	\$2,000	\$0	\$0	\$0
8.0	CHANCADO Y ZARANDEO												\$2,441	\$0	\$0	\$0
8.01	Chancado y zarandeo de arena y relleno selecto para asiento de tuberías	m³	88	0	0	0	15%	101	0	0	0	\$4.80	\$486	\$0	\$0	\$0
8.02	Zarandeo para empedrado (d50 = 0.25 m diámetro)	m³	132	0	0	0	15%	152	0	0	0	\$4.00	\$609	\$0	\$0	\$0
8.03	Chancado y zarandeo de material de drenaje para sub-drenes	m³	244	0	0	0	15%	281	0	0	0	\$4.80	\$1,347	\$0	\$0	\$0
TOTAL COSTOS DIRECTOS (1+2+3+4+5+6+7+8)													\$532,417	\$89,011	\$87,791	\$71,019

NOTAS:

- Las obras deberán incluir la remoción y/o reubicación de estructuras existentes dentro del área de construcción.
- Los volúmenes de material de relleno para la conformación de los diques de contención será extraído de la excavación del fondo del vaso.
- Las cantidades de geomembrana HDPE 1.5 mm (60 mil) incluye 10% como factor de contingencia
- El chancado y zarandeo y la importación de materiales de cantera que se presentan, corresponden a materiales en banco. El contratista determinará los factores de esponjamiento para el procesamiento de los materiales separados, conforme sea requerido.

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA			
FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS GEOLOGIA Y CIVIL - ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS			
CUADRO DE COSTO DE LA RELAVERA N° 3 - SHUNTUR			
FUENTE: Minera Shuntur	DIBUJO: N. R. Rodríguez Candia	FECHA: AGOSTO 2019	TABLA N° : 01



SIMBOLOGIA:	
	CURVAS DE NIVEL Y ELEVACION EN METROS DE LA SUPERFICIE DEL TERRENO EXISTENTE
	CURVAS DE NIVEL DE LA SUPERFICIE DEL DEPOSITO DE RELAVES
	CURVAS DE NIVEL CORTE DEL VASO
	ACCESO EXISTENTE
	LIMITE DE PROPIEDAD DE TERCEROS
	LIMITE DE CONSTRUCCION (CORTE/RELLENO)
	TALUD
	SENTIDO DE FLUJO DE CANALES O CUNETAS
	QUEBRADA
	AMPLIACION DEPOSITO RELAVES
	AREA DE GEOMEMBRANA APROXIMADA EXISTENTE

CARACTERISTICAS DEL DEPOSITO DE RELAVES

1. DEPOSITO DE RELAVES	
DESCRIPCION	VALOR
CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO	561.5 m ³
TIPO DE RELAVES	CICLONEADOS
DENSIDAD SECA DE RELAVE	1.7 T/m ³
PRODUCCION DE RELAVES	1000 TMD
BORDE LIBRE (MM)	1m

2. DIQUE DE CONTENCIÓN PROYECTADO (FINAL)	
DESCRIPCION	VALOR
LONGITUD	260 m
ANCHO CORONA	5 m
NIVEL DE CORONA	3635 mmnm
TALUD AGUAS ABAJO	2H:1V
TALUD AGUAS ARRIBA	1.5H:1V

3. REFUERZO DEL DIQUE EXISTENTE (DEPOSITO N°3)	
DESCRIPCION	VALOR
LONGITUD	208 m
ANCHO CORONA	5 m
NIVEL DE CORONA	3635 mmnm
TALUD AGUAS ABAJO	2H:1V

4. ACCESOS	
DESCRIPCION	VALOR
LONGITUD ACCESO PRINCIPAL	507 m
ANCHO ACCESO VEHICULAR	4 m
BOMBEO DE ACCESOS	2 %
RADIO MÍNIMO DE GIRO	5 m
PENDIENTE MÁXIMA	12 %

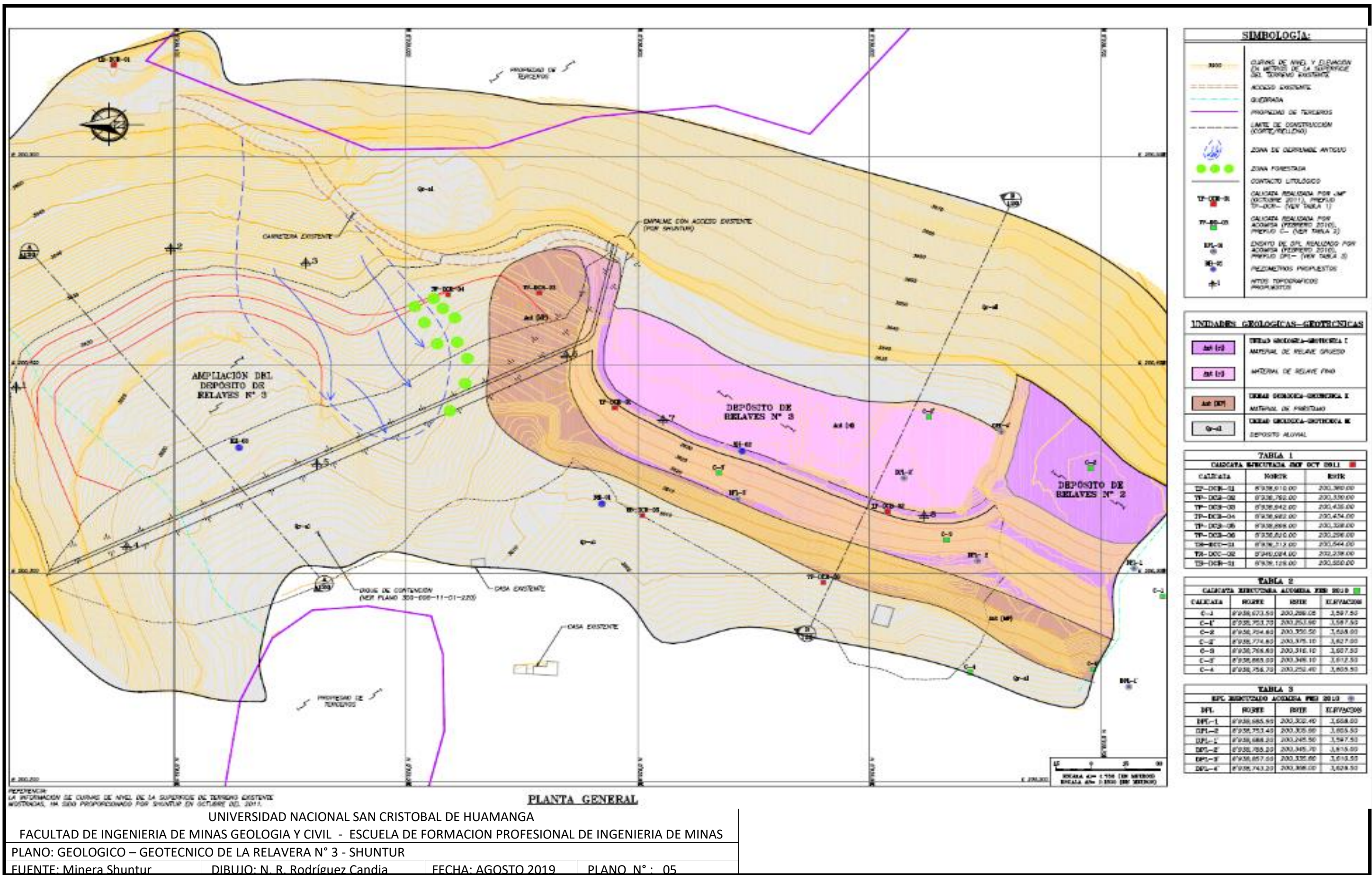
NOTAS:

1. TODAS LAS ESTRUCTURAS EXISTENTES QUE SE ENCUENTREN DENTRO DEL AREA DEL PROYECTO DEBERAN SER REMOVIDAS Y/O REUBICADAS DE ACUERDO A LO REQUERIDO POR SHUNTUR.
2. LAS UNIDADES DE LOS PLANOS ESTAN EN EL SISTEMA INTERNACIONAL.

REFERENCIA:
LA INFORMACION DE CURVAS DE NIVEL DE LA SUPERFICIE DE TERRENO EXISTENTE MOSTRADAS, HA SIDO PROPORCIONADO POR SHUNTUR EN OCTUBRE DEL 2011.

PLANTA GENERAL

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA			
FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS GEOLOGIA Y CIVIL - ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS			
PLANO: PLANTA GENERAL DE LA RELAVERA N° 3 - SHUNTUR			
FUENTE: Minera Shuntur	DIBUJO: N. R. Rodríguez Candia	FECHA: AGOSTO 2019	PLANO N° : 04



SIMBOLOGÍA:

	CURVAS DE NIVEL Y DIBUJACIÓN EN METROS DE LA SUPERFICIE DEL TERRENO EXISTENTE
	ACCESO EXISTENTE
	QUEDADA
	PROPIEDAD DE TERCEROS
	LÍMITE DE CONSTRUCCIÓN (CORTE/RELLENO)
	ZONA DE CORRIENTE ANTIGUA
	ZONA FORESTAL
	CONTACTO LITOLÓGICO
	CALCATA REALIZADA POR JMF (OCTUBRE 2011), PERFIL TP-DOR-01 (VER TABLA 1)
	CALCATA REALIZADA POR AGROMA (FEBRERO 2010), PERFIL C- (VER TABLA 2)
	ENLACE DE DPL REALIZADO POR AGROMA (FEBRERO 2010), PERFIL DPL- (VER TABLA 3)
	PERÍMETROS PROPOSTOS
	HTOS TOPOGRÁFICOS PROPOSTOS

UNIDADES GEOLOGICAS-GEOTECNICAS

	TIPOLOGÍA GEOLOGICA-GEOTECNICA I MATERIAL DE RELAVE GRUESO
	TIPOLOGÍA GEOLOGICA-GEOTECNICA II MATERIAL DE RELAVE FINO
	TIPOLOGÍA GEOLOGICA-GEOTECNICA III MATERIAL DE PASTIZALO
	TIPOLOGÍA GEOLOGICA-GEOTECNICA IV DEPÓSITO ALUVIAL

TABLA 1

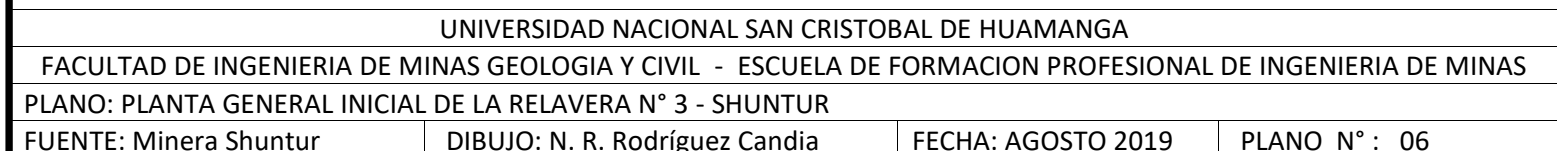
CALCATA	NOMBRE	ESTR
TP-DOR-01	TP-DOR-01	200,300.00
TP-DOR-02	TP-DOR-02	200,300.00
TP-DOR-03	TP-DOR-03	200,435.00
TP-DOR-04	TP-DOR-04	200,474.00
TP-DOR-05	TP-DOR-05	200,328.00
TP-DOR-06	TP-DOR-06	200,296.00
TP-DOR-07	TP-DOR-07	200,544.00
TP-DOR-08	TP-DOR-08	200,238.00
TP-DOR-09	TP-DOR-09	200,250.00

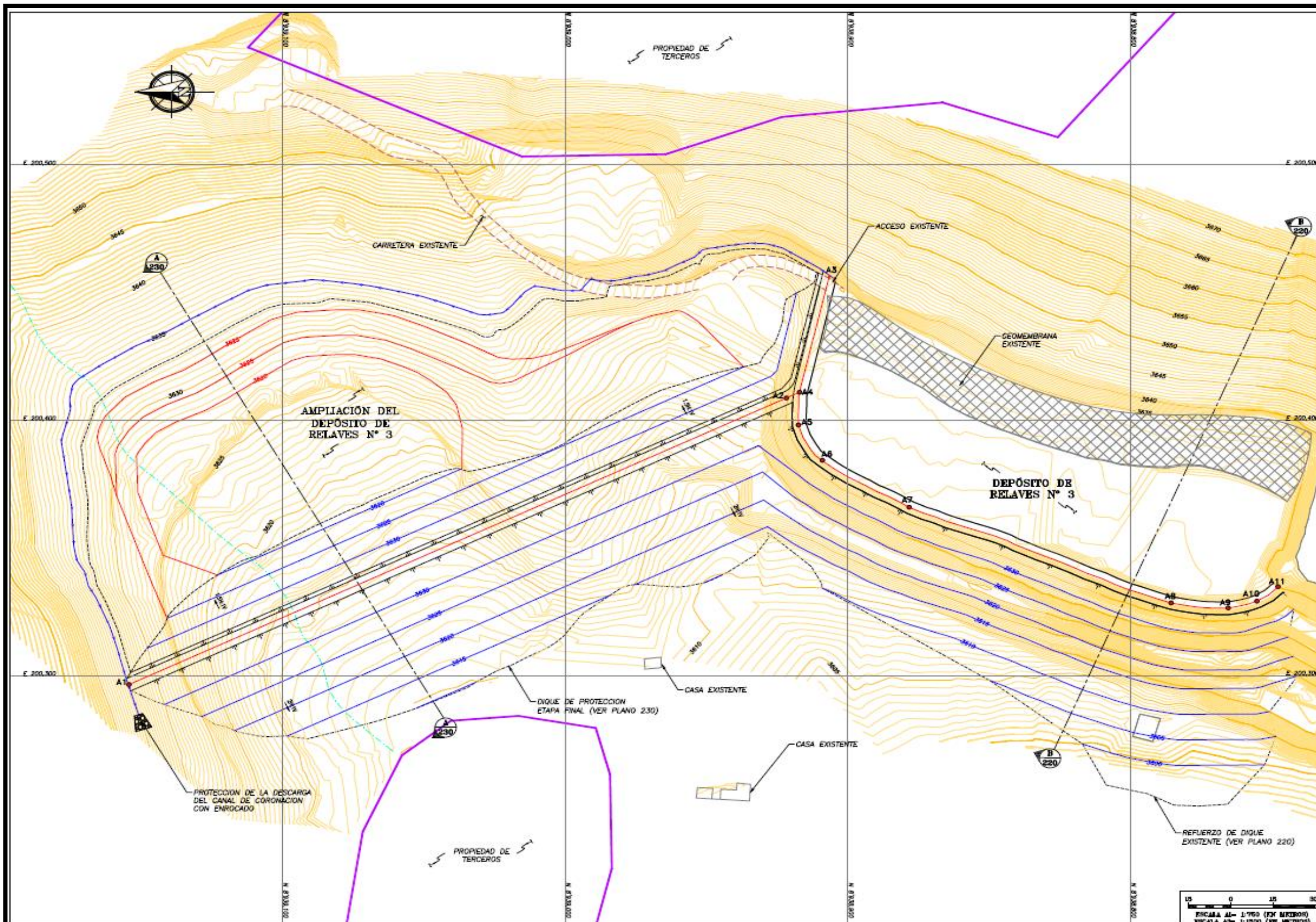
TABLA 2

CALCATA	NOMBRE	ESTR	ELEVACION
C-1	C-1	200,296.00	1,587.50
C-2	C-2	200,250.00	1,587.50
C-3	C-3	200,325.50	1,604.00
C-4	C-4	200,375.10	1,627.00
C-5	C-5	200,316.10	1,607.50
C-6	C-6	200,348.10	1,612.50
C-7	C-7	200,250.40	1,605.50

TABLA 3

DPL	NOMBRE	ESTR	ELEVACION
DPL-1	DPL-1	200,302.40	1,604.00
DPL-2	DPL-2	200,305.00	1,605.50
DPL-3	DPL-3	200,245.50	1,587.50
DPL-4	DPL-4	200,345.70	1,615.00
DPL-5	DPL-5	200,335.00	1,613.50
DPL-6	DPL-6	200,308.00	1,628.50





SIMBOLOGIA:	
	CURVAS DE NIVEL Y ELEVACION EN METROS DE LA SUPERFICIE DEL TERRENO EXISTENTE
	CURVAS DE NIVEL Y ELEVACION EN METROS DE LA SUPERFICIE DE LA ETAPA INICIAL DE LA AMPLIACION DEL DEPÓSITO DE RELAVES N° 3
	CURVAS DE NIVEL DEL CORTE DEL VASO
	ACCESO EXISTENTE
	QUEBRADA
	LMITE DE PROPIEDAD DE TERCEROS
	LMITE DE CONSTRUCCION (CORTE/RELLENO)
	ESTRUCTURAS EXISTENTES
	LINEA DE CONTROL Y ESTACION DEL DIQUE DE CONTENCIÓN, CONFIGURACION FINAL ETAPA 3
	TALUD
	SENTIDO DE FLUJO DE CUNETAS
	AREA DE GEOMEMBRANA APROXIMADA EXISTENTE
	PUNTOS DE CONTROL (VER TABLA I)

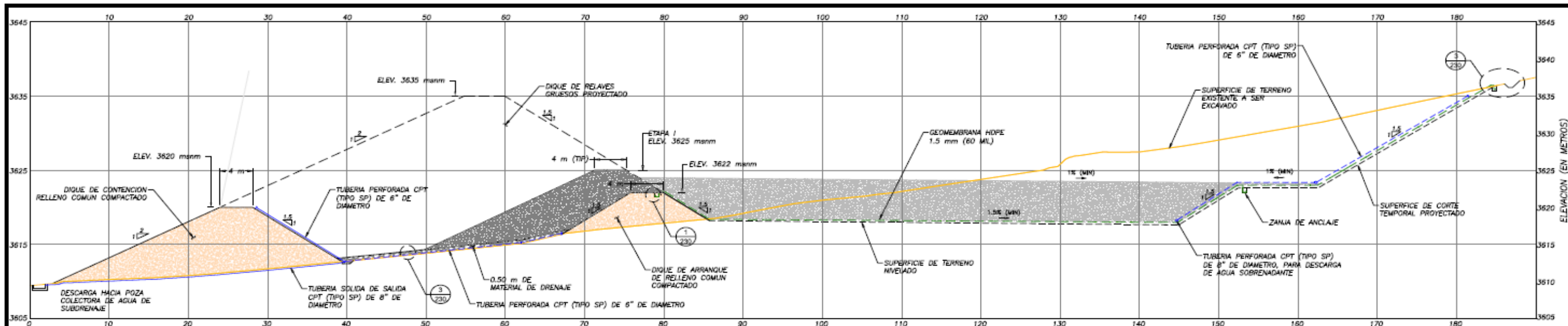
TABLA I PUNTOS DE CONTROL TOPOGRAFICO ACCESOS ETAPA FINAL			
PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACION
A1	8°9'39,154.33	200,296.48	3,635.00
A2	8°9'38,921.76	200,408.74	3,635.00
A3	8°9'38,906.55	200,456.51	3,635.00
A4	8°9'38,917.08	200,411.00	3,635.00
A5	8°9'38,917.49	200,398.16	3,635.00
A6	8°9'38,909.04	200,384.34	3,635.00
A7	8°9'38,878.26	200,366.05	3,635.00
A8	8°9'38,785.61	200,328.66	3,635.00
A9	8°9'38,765.48	200,326.69	3,635.00
A10	8°9'38,755.41	200,329.40	3,635.00
A11	8°9'38,748.01	200,334.84	3,635.00

- NOTAS:**
1. LAS CURVAS DE NIVEL MOSTRADAS EN LOS PLANOS REPRESENTAN LA SUPERFICIE FINAL DE LA AMPLIACION DEL DEPÓSITO DE RELAVES N°3.
 2. LA AMPLIACION DEL DEPÓSITO DE RELAVES N°3 DEBE CONSIDERAR LA INSTALACION DE ELEMENTOS DE CONTROL DE EROSION Y SEDIMENTOS.
 3. LOS DATOS DE REPLANTEO DEBERAN SER APROBADOS POR LA SUPERVISION ANTES DE LA CONSTRUCCION. SI LA TOPOGRAFIA EXISTENTE ES DIFERENTE A LA MOSTRADA EN LOS PLANOS EL CONTRATISTA DEBERA AJUSTAR EL DISEÑO A LAS CONDICIONES DE CAMPO, PREVIA AUTORIZACION DE LA SUPERVISION.
 4. TODO MATERIAL INADECUADO ENCONTRADO DURANTE LA CONSTRUCCION, DEBERA SER REMOVIDO Y REEMPLAZADO CON RELLENO COMUN COMPACTADO TAL COMO SEA REQUERIDO POR LA SUPERVISION.
 5. EL REFUERZO DEL DEPÓSITO DE RELAVES EXISTENTES SE REALIZARA CON MATERIAL DE RELLENO COMPACTADO CON UN TALUD DE 2H:1V EL CUAL SERA PROVENIR DE LA AMPLIACION DEL DEPÓSITO.
 6. EN TODO MOMENTO SE DEBERA MANTENER UN BORDE LIBRE MINIMO DE 1.0 m. MEDIDO DESDE EL NIVEL DE LA CRESTA DEL DIQUE AL NIVEL DE RELAVES.

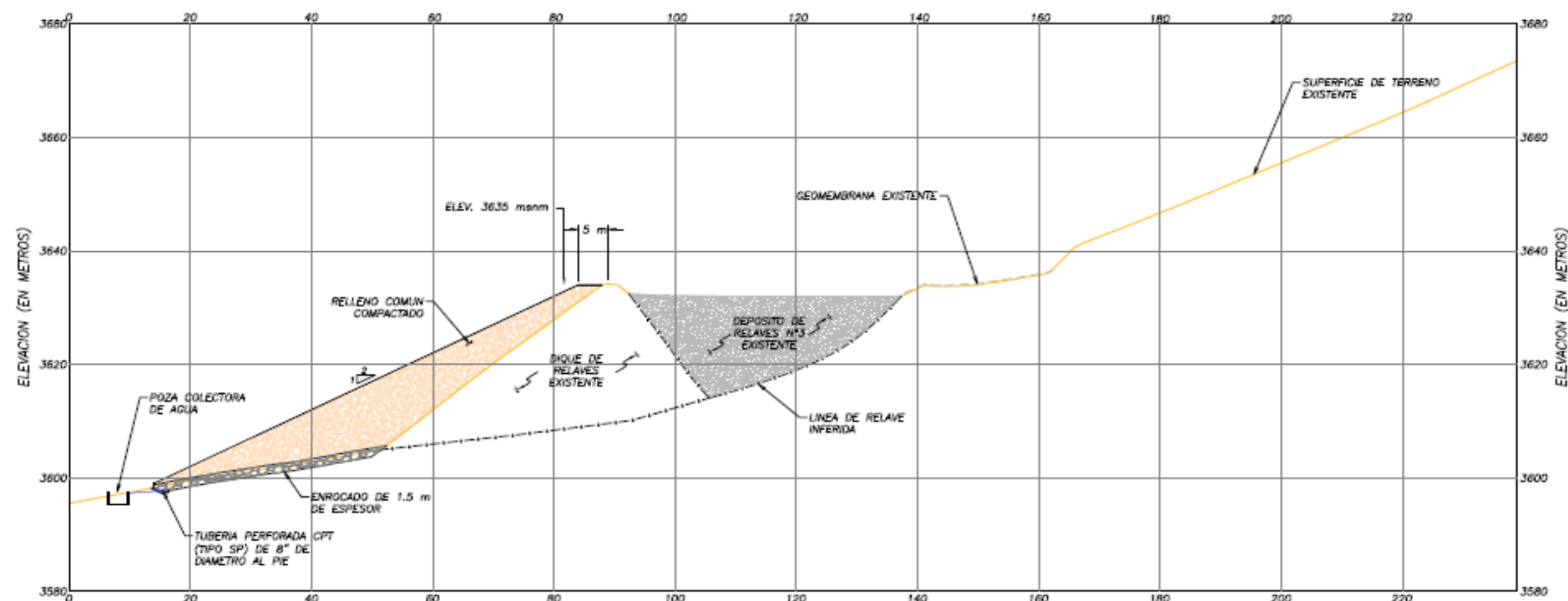
REFERENCIA:
LA INFORMACION DE CURVAS DE NIVEL DE LA SUPERFICIE DE TERRENO EXISTENTE MOSTRADAS, HA SIDO PROPORCIONADO POR SHUNTUR EN OCTUBRE DEL 2011.

CONFIGURACION FINAL PLANTA GENERAL

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA			
FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS GEOLOGIA Y CIVIL - ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS			
PLANO: PLANTA GENERAL FINAL DE LA RELAVERA N° 3 - SHUNTUR			
FUENTE: Minera Shuntur	DIBUJO: N. R. Rodríguez Candia	FECHA: AGOSTO 2019	PLANO N° : 07



ETAPA INICIAL PARA LA AMPLIACION DEL DEPOSITO DE RELAVES No 3
SECCION TRANSVERSAL TIPICA
Escala = 1:200 (EN METROS)



REFUERZO DE DIQUE DE CONTENCION DEL DEPOSITO DE RELAVES EXISTENTE
SECCION TRANSVERSAL TIPICA
Escala = 1:500 (EN METROS)

NOTAS:

1. TODO MATERIAL INADECUADO ENCONTRADO DURANTE LA CONSTRUCCION, DEBERA SER REMOVIDO Y REEMPLAZADO CON RELLENO COMUN COMPACTADO TAL COMO SEA REQUERIDO POR LA SUPERVISION.
2. EL MATERIAL EXTRAIDO DE LAS EXCAVACIONES PODRA SER UTILIZADO COMO MATERIAL DE RELLENO SI ESTE CUENTA CON LA APROBACION DE LA SUPERVISION Y CUMPLE CON LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS.
3. LOS DATOS DE REPLANTEO DEBERAN SER APROBADOS POR LA SUPERVISION ANTES DE LA CONSTRUCCION. SI LA TOPOGRAFIA EXISTENTE ES DIFERENTE A LA MOSTRADA EN LOS PLANOS EL CONTRATISTA DEBERA AJUSTAR EL DISEÑO A LAS CONDICIONES DE CAMPO, PREVIA AUTORIZACION DE LA SUPERVISION.
4. CUALQUIER CAMBIO AL DISEÑO PROPUESTO DEBERA CONTAR CON LA APROBACION DEL PROYECTISTA.
5. EN TODO MOMENTO SE DEBERA MANTENER UN BORDE LIBRE MINIMO DE 1m POR DEBAJO DEL NIVEL DE LA CRESTA A LOS RELAVES.

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA

FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS GEOLOGIA Y CIVIL - ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS

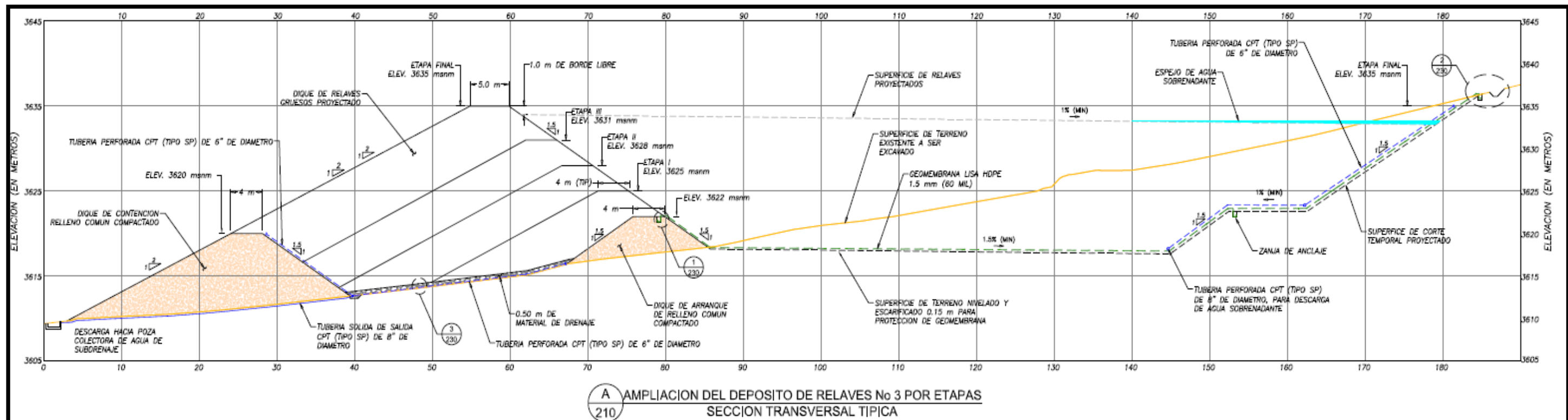
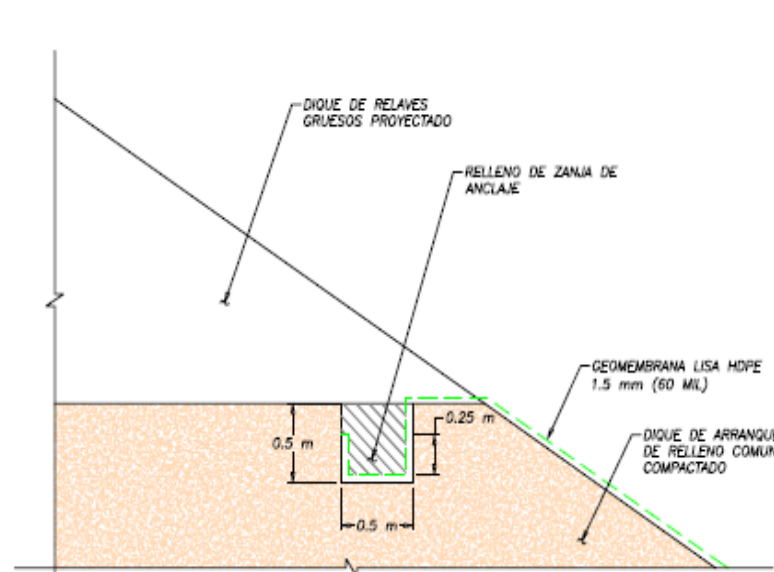
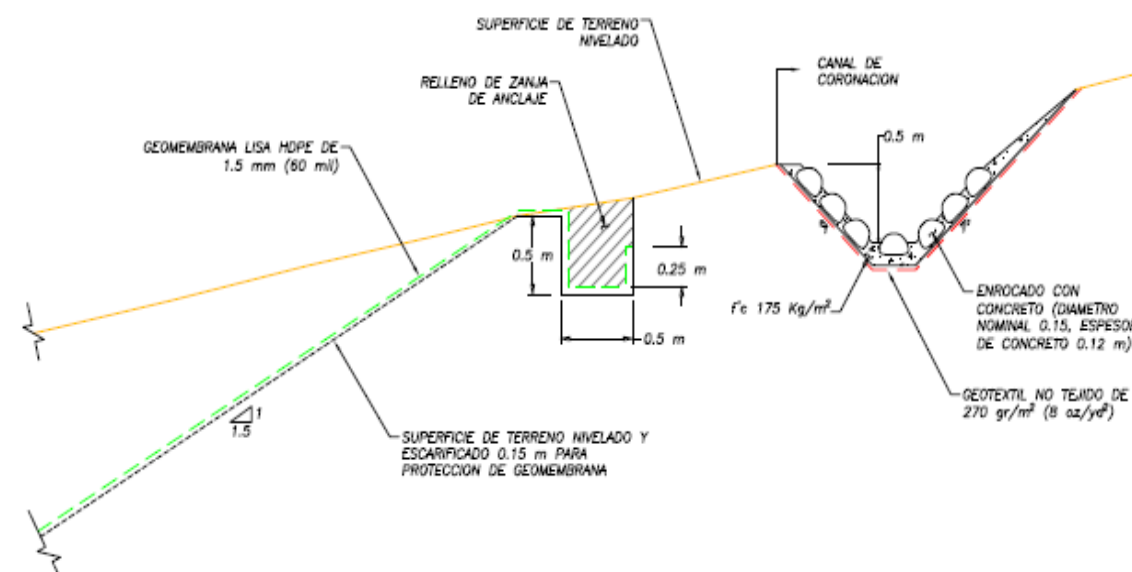
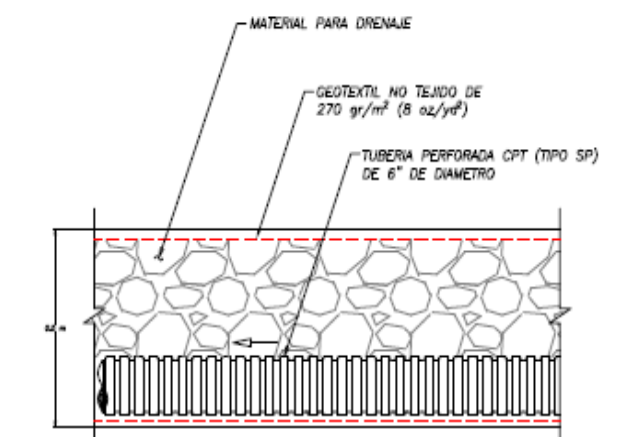
PLANO: SECCIONES Y DETALLES DE LA RELAVERA N° 3 - SHUNTUR

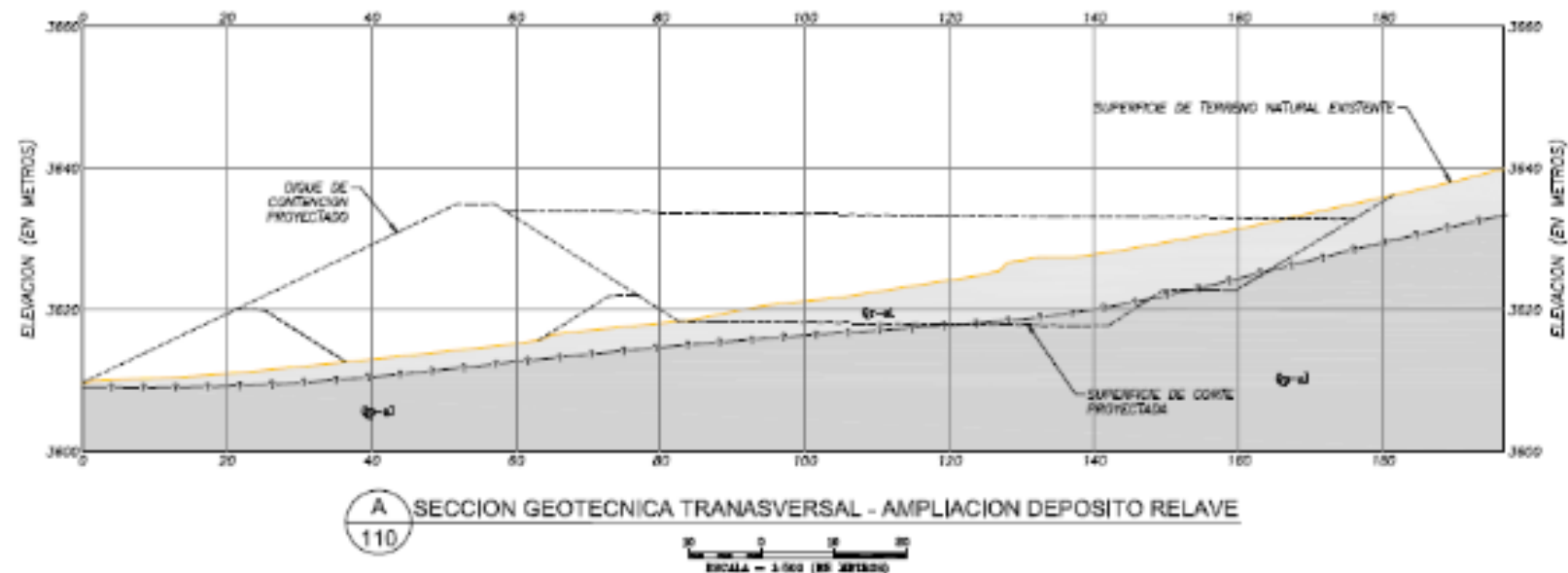
FUENTE: Minera Shuntur

DIBUJO: N. R. Rodríguez Candia

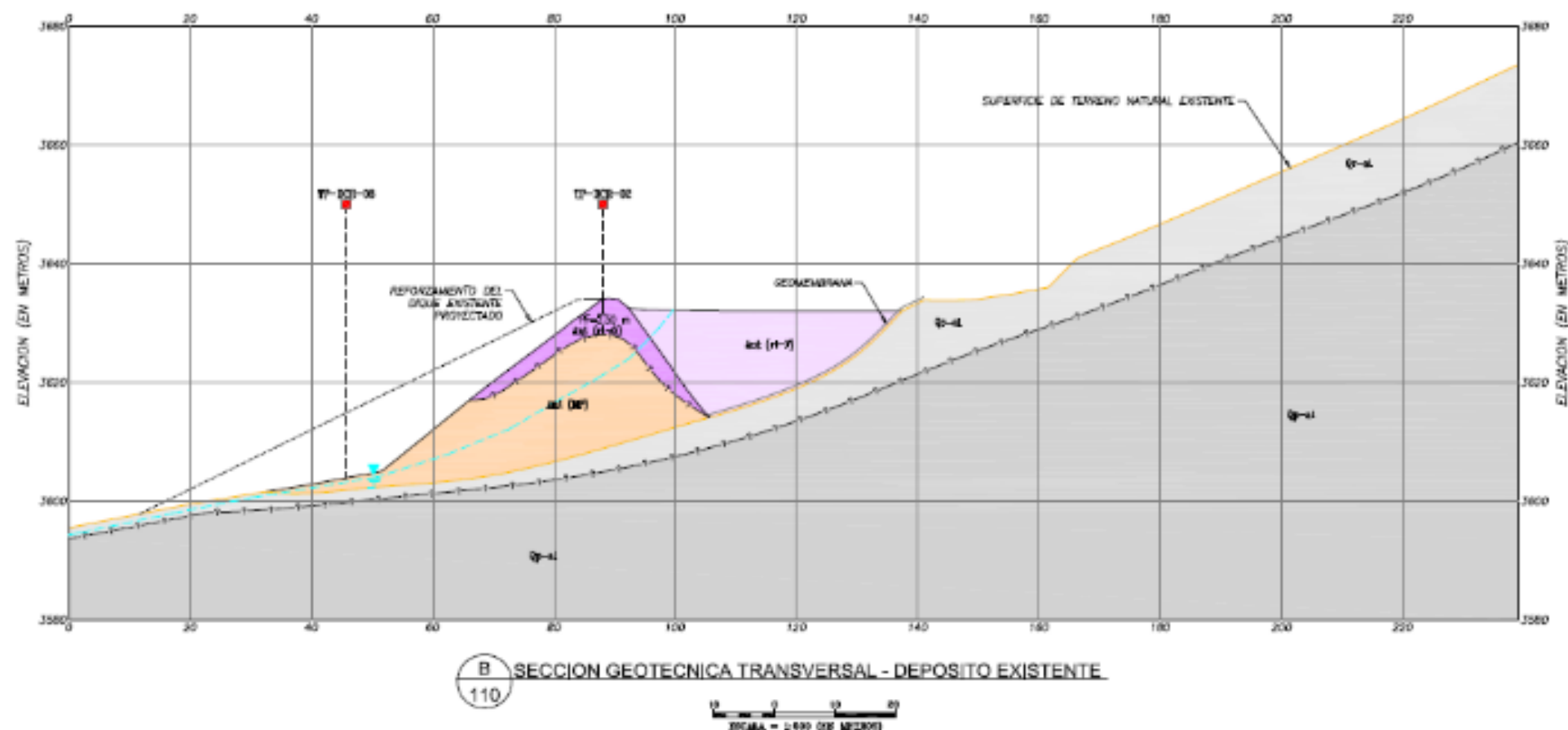
FECHA: AGOSTO 2019

PLANO N° : 08





PARAMETROS DE RESISTENCIA DE MATERIALES					
TIPO DE GEOLOGICA-GEOTECNICA	DESCRIPCION	CLASIFICACION SUELO	DENSIDAD (kg/m³)	FACTOR	COEFICIENTE
Art (cl-4)	MATERIAL DE RELAVE GRUESO	SM	17.80	27	0.00
Art (m-5)	MATERIAL DE RELAVE FINO	M	12.90	20.00	0.00
Art (Gr)	MATERIAL DE PRESTAMO EXISTENTE	GP-GC	19.000	34	0.000
Gr-a	MATERIAL DE FUNDACION, DEPOSITO ALUVIAL RECIENTE	SM	18.34	37	0.00
Gr-b	MATERIAL DE FUNDACION, DEPOSITO ALUVIAL ANTIGUO	GP-GC	19.000	32	0.00



SIMBOLOGIA:	
	SUPERFICIE DEL TERRENO EXISTENTE
	CONTACTO INFERIDO
	NIVEL FREATICO
	CAUCITA REALIZADA POR JMF (OCTUBRE 2011), PRELUDIO TP-DCR-
	PROFUNDIDAD FINAL

NOTAS:

1. LAS SECCIONES GEOLOGICAS Y GEOTECNICAS HAN SIDO DETERMINADAS EN BASE A LAS CAUCITAS EXISTENTES Y AL MAPED GEOLOGICO DE CAMPO.
2. LAS UNIDADES GEOLOGICO GEOTECNICAS SON APROXIMADAS Y PODRIAN VARIAR.
3. LA UBICACION EN PLANTA DE LAS CAUCITAS SE MUESTRAN EN EL PLANO P300-005-11-01-110.

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA

FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS GEOLOGIA Y CIVIL - ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS

PLANO: SECCIONES Y DETALLES DE LA RELAVERA N° 3 - SHUNTUR

FUENTE: Minera Shuntur

DIBUJO: N. R. Rodríguez Candia

FECHA: AGOSTO 2019

PLANO N° : 10



ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS DEL PRIMER PROGRAMA DE APOYO AL DESARROLLO DE TESIS DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS, PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE MINAS, PRESENTADO POR EL BACH. NEIL ROGER RODRIGUEZ CANDIA.

En la ciudad de Ayacucho, a las cinco y treinta del día viernes veinte del mes de setiembre del 2019, se reunieron en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil, para proceder al Acto de Sustentación de tesis del Primer Programa de Apoyo al Desarrollo de la Tesis de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas y de acuerdo a lo establecido en el Plan de Funcionamiento (I PADETIM): titulado: **"REMEDIACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE PRODUCIDO POR EL DESMORONAMIENTO DEL RELAVE EN LA CIA MINERA SHUNTUR S.A.C."**, para optar el Título Profesional de Ingeniero de Minas, presentado por el Bachiller **NEIL ROGER RODRIGUEZ CANDIA**, para lo cual ha seguido el trámite correspondiente y facultado por Resolución Decanal N° 325-2019-FIMGC-D de fecha 18 de setiembre del 2019, que designa también al Jurado constituido del siguiente modo:

- | | |
|------------------------------------|--------------|
| ➤ Ing. JAIME ALBERTO HUAMAN MONTES | (Presidente) |
| ➤ Ing. VICTOR FELIX FLORES MORENO | (Miembro) |
| ➤ Ing. INDALECIO QUISPE RODRIGUEZ | (Miembro) |
| ➤ Ing. CIRO BACA GUTIERREZ | (Miembro) |

Seguidamente, constatado el quórum del Reglamento por invocación del Presidente encargado del Jurado, la SECRETARÍA Docente Ing. DARWIN ORTEGA CACERES, dio lectura a la Resolución Decanal 325-2019-FIMGC-D de fecha 18 de setiembre del 2019; acto seguido el Presidente del Jurado invitó al aspirante al Título a exponer la sustentación de tesis; finalizada la exposición los miembros del Jurado proceden a formular las preguntas, las mismas que fueron absueltas por el sustentante en forma satisfactorio, a continuación previa deliberación en privado, califican con nota aprobatoria de **DIECISIETE (17)**.

Siendo las 19:00 pm, se da por concluido el presente Acto de Sustentación, dando conformidad de lo actuado con la firma de los miembros del Jurado y Secretaría Docente al pie del presente Acta. En fe de lo cual firman los Ingenieros.- Jaime A. Huamán Montes(Presidente).- Victor F.Flores Moreno, Indalecio Quispe Rodríguez y Ciro Baca Gutiérrez (Miembros).

Es todo cuanto transcribo para su conocimiento y demás fines.

Ayacucho, enero 07 de 2020.

Cc: Archivo
/dag.


UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS
GEOLOGÍA Y CIVIL

Dr. Efraín Elías Porras Flores
DECANO



UNSCH

FACULTAD DE
INGENIERÍA
DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL



“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTANCIA N° 077-2023-FIMGC

El que suscribe; responsable verificador de originalidad de trabajos de tesis de pregrado con el software Turnitin, en segunda instancia para las **Escuelas Profesionales** de la **Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil**; en cumplimiento a la **Resolución de Consejo Universitario N° 039-2021-UNSCH-CU**, Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga y **Resolución Decanal N° 288-2023-FIMGC-UNSCH-D**, deja constancia de originalidad de trabajo de investigación, que el/la Sr./Srta.

Apellidos y Nombres : Rodriguez Candia, Neil Roger
Escuela Profesional : INGENIERÍA DE MINAS
Título de la Tesis : “Remediación del medio ambiente producido por el desmoronamiento del relave en la CIA Minera Shuntur S.A.C.”
Evaluación de la Originalidad : 28 % Índice de Similitud
Identificador de la entrega : 2160994677

Por tanto, según los Artículos 12, 13 y 17 del Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación, es **PROCEDENTE** otorgar la **Constancia de Originalidad** para los fines que crea conveniente.

En señal de conformidad y verificación se firma la presente constancia

Ayacucho, 08 de setiembre del 2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil

Mg. Ing. Christian LEZAMA CUELLAR

Verificador de Originalidad de Trabajos de Tesis de Pregrado
Departamento Académicos de Matemática y Física

Con depósito para Sustentación y Tramites
Cc. Archivo.



“Remediación del medio ambiente producido por el desmoronamiento del relave en la CIA Minera Shuntur S.A.C.”

por Neil Roger Rodriguez Candia

Fecha de entrega: 08-sep-2023 02:44p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2160994677

Nombre del archivo: Tesis_Rodr_guez_Cand_a,_Neil_Roger_EPIM.docx (14.23M)

Total de palabras: 17882

Total de caracteres: 98311

"REMEDIACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE PRODUCIDO POR EL DESMORONAMIENTO DEL RELAVE EN LA CIA MINERA SHUNTUR S.A.C."

INFORME DE ORIGINALIDAD

28%

INDICE DE SIMILITUD

27%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	vbook.pub Fuente de Internet	5%
2	cybertesis.uni.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
4	vsip.info Fuente de Internet	4%
5	repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet	2%
6	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	2%
7	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	1library.co Fuente de Internet	1%

9	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	1 %
10	www.scribd.com Fuente de Internet	1 %
11	www.coursehero.com Fuente de Internet	1 %
12	repositorio.uladech.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
13	datospdf.com Fuente de Internet	<1 %
14	prezi.com Fuente de Internet	<1 %
15	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
16	KNIGHT PIESOLD CONSULTORES S.A.. "MEIA del Proyecto Desarrollo Tajo Cerro Negro-IGA0003154", R.D. N° 034-2008-MEM/AAM, 2020 Publicación	<1 %
17	repositorio.uroosevelt.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
18	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo