UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA Y METALÚRGICA



"DISEÑO DEL DEPÓSITO DE DESMONTE DE MINA MAGISTRAL CENTRO"

INFORME DE SUFICIENCIA PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO DE MINAS

ELABORADO POR:

JOHNY CONCHE HUAMAN

ASESOR
ING. AUGUSTO TEVES ROJAS

LIMA – PERÚ

2013

Dedicado a mis padres Juan y Francisca, por su apoyo incondicional en el logro de mis objetivos.

A mi esposa Dixie y a mi hija Heidy, que son mi razón de ser.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar quisiera agradecer a mis padres, Juan y Francisca por todos los años de esfuerzo inigualable, sacrificio y dedicación que han puesto en mi formación personal y profesional. A mi esposa Dixie por su apoyo y comprensión. A mis hermanos, quienes han contribuido a mi formación.

Mi especial agradecimiento al Ing. Jorge Díaz Collantes por su apoyo, consejos, guía, constante motivación y por brindarme las facilidades para desarrollar el presente trabajo de investigación.

A todo el personal docente de la Escuela de Ingeniería de Minas de la UNI, por los conocimientos, experiencias y consejos brindados.

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo proponer el diseño de un depósito de desmonte de mina, el cual deberá ser sostenible en el tiempo, cumpliendo las condiciones de estabilidad física e hidrológica.

El depósito de desmonte de mina "Magistral Centro" almacenará el desmonte de mina proveniente de las labores de explotación subterránea de la Unidad Minera Santander. Este depósito tendrá una extensión superficial de aproximadamente 53980 m² y permitirá almacenar un volumen de desmonte de aproximadamente 1100000 m³.

El depósito de desmonte de mina "Magistral Centro", será una estructura de tierra y enrocado que será construida mediante acarreo y vertido del desmonte de mina con utilización de volquetes. El material del depósito alcanzará su estabilización mecánica por consolidación, por peso propio y por ganancia de resistencia en el tiempo por efecto físico químico.

La altura del depósito será de aproximadamente 67.50 metros, comprendida desde su pie (4637.50 m.s.n.m.) hasta la corona (4705 m.s.n.m.). El crecimiento del depósito será con el método aguas arriba y con formación de 03 banquetas de 8.0

metros de ancho y altura de taludes de 15, 17 y 20 metros. La pendiente de los taludes será de 1.5 H : 1.0 V.

Finalmente, el proyecto contará con un sistema de drenaje superficial para capturar la escorrentía superficial mediante canales y estructuras conexas con descarga hacia el drenaje natural.

Las obras han sido diseñadas a nivel de detalle, con elaboración de planos para la construcción y especificaciones técnicas para la correcta ejecución del proyecto.

ABSTRACT

This paper aims to propose the design of a mine clearing tank, which must be sustainable over time, fulfilling the conditions of physical stability and hydrological.

The mine clearing tank "Magistral Center" store mine clearing work from underground mining Mining Unit Santander. This reservoir will have a surface area of approximately 53980 m² and to store a volume of approximately 1100000 m³.

The mine clearing tank "Magistral Center" will be an earth and rockfill structure to be built by hauling and dumping of mine stripping with use of tippers. The material of the shell reaches its mechanical stabilization consolidation, for deadweight and strength gain over time by chemical physical effect.

The height of the reservoir will be approximately 67.50 meters, ranging from its base (4637.50 meters above sea level) to the crown (4705 meters above sea level). Deposit growth will be with the upstream method and training banquettes 03 wide and 8.0 meters high slope of 15, 17 and 20 meters. The steepness of the slopes will be 1.5 H: 1.0 V.

Finally, the project will have a surface drainage system to capture surface runoff through canals and related structures with discharge to natural drainage.

The works have been designed at the level of detail, preparation of plans for construction and technical specifications for the proper execution of the project.

ÍNDICE

	Pag.
INTRODUCCIÓN	13
CAPÍTULO I – GENERALIDADES	
1.1 UBICACIÓN Y ACCESO	16
1.2 CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DEL DEPÓSITO	16
CAPÍTULO II – GEOLOGÍA	
2.1 GEOLOGÍA LOCAL	18
2.2 GEOLOGÍA REGIONAL	18
2.3 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL	21
CAPÍTULO III – SISMICIDAD	
CAPÍTULO IV – ESTABILIDAD HIDROLÓGICA E HIDRÁULICA	
4.1 HIDROLOGÍA GENERAL	25
4.2 PRECIPITACIONES MÁXIMAS	25
4.3 CÁLCULO DE LA ESCORRENTÍA SUPERFICIAL PARA EL	
SISTEMA DE DRENAJE	29
CAPÍTULO V – INVESTIGACIONES GEOTÉCNICAS	
5.1 CALICATAS	31

5.2 SONDAJES	31
5.3 ENSAYOS DE LABORATORIO	32
5.3.1 Ensayos Estándar de Mecánica de Suelos	32
5.3.2 Ensayos de Resistencia Cortante	33
5.4 PERFIL ESTRATIGRÁFICO	35
CAPÍTULO VI – DISEÑO CIVIL	
6.1 SISTEMA DE DRENAJE DEL DEPÓSITO DE DESMONTE	
DE MINA	36
6.2 PARÁMETROS DE DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE	37
6.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE PRECIPITACIONES – ESTACIÓN	
SANTA CRUZ	45
6.4 CÁLCULO DE CAUDALES POR SUBCUENCAS	46
6.5 MAPA DE SUBCUENCAS	46
CAPÍTULO VII – DISEÑO GEOTÉCNICO	
7.1 CRITERIOS DE DISEÑO	47
7.2 ESTABILIDAD FÍSICA DEL DEPÓSITO	48
7.2.1 Criterios de Diseño	48
7.2.2 Sección Geotécnica Representativa	49
7.2.3 Parámetros Geotécnicos Asignados	49
7.2.4 Análisis de Estabilidad	49
7.3 ESTABILIDAD QUÍMICA DEL DEPÓSITO	51
CAPÍTULO VIII – ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA	
CONSTRUCCIÓN	
8.1 DISPOSICIONES GENERALES	52
8.1.1 Discrepancias	52
8.1.2 Mano de Obra	53
8.1.3 Verificación de Dimensiones	53

8.1.4 Topografía del Proyecto	53
8.1.5 Movilización y Desmovilización	54
8.2 MOVIMIENTO DE TIERRAS	55
8.2.1 Generalidades	55
8.2.2 Áreas de Préstamo y Excavaciones	56
8.2.3 Limpieza y Desbroce	57
8.2.4 Construcción del Dique de Arranque	57
8.3 TUBERÍAS DE SUBDRENAJE	58
8.4 CONCRETO	58
8.4.1 Descripción y Colocación	58
8.4.2 Encofrado y Desencofrado	59
8.4.3 Curado	59
CAPÍTULO IX – MANUAL DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD	
DE LA CONSTRUCCIÓN (CQA)	
9.1 GENERALIDADES	60
9.2 MOVIMIENTO DE TIERRAS	61
9.2.1 Dique de Arranque	61
9.2.2 Disposición de Desmonte de Mina	61
9.2.3 Sistema de Drenaje Superficial	62
9.2.4 Sistema de Subdrenaje	62
CAPÍTULO X – MANUAL DE OPERACIONES Y MANEJO DE	
CONTINGENCIAS	
10.1 MANUAL DE OPERACIONES	64
10.1.1 Disposición de Desmonte de Mina	64
10.1.2 Manejo del Sistema de Drenaje Pluvial	66
10.1.3 Manejo del Sistema de Subdrenaje	67
10.2 MANEJO DE CONTINGENCIAS	67
10.2.1 Sismos	67

10.2.2 Lluvia Extraordinaria	68
CAPÍTULO XI – ESTACIONES DE CONTROL	
11.1 PUNTOS DE MONITOREO AMBIENTAL (AGUA Y AIRE)	69
11.1.1 Monitoreo de Agua	69
11.1.2 Monitoreo de Aire	70
11.2 PUNTOS DE MONITOREO GEOTÉCNICO	71
11.2.1 Puntos de Monitoreo de Movimientos	71
11.3 CONTROL DE INSTRUMENTACIÓN	72
11.3.1 Instrumentación Geotécnica	72
CONCLUSIONES	74
RECOMENDACIONES	77
BIBLIOGRAFÍA	80
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 4.1	Registro de precipitación máxima de 24 horas	27
TABLA 5.1	Resultados de ensayos estándar de mecánica de suelos	33
TABLA 5.2	Parámetros de resistencia cortante	35
TABLA 6.1	Cálculo de caudales - depósito de desmonte de	
	mina Magistral Centro	37
TABLA 6.2	Canal de drenaje tipo I	38
TABLA 6.3	Canal de drenaje tipo II	39
TABLA 6.4	Canal de drenaje tipo III	40
TABLA 6.5	Cuneta de drenaje tipo I	41
TABLA 6.6	Cuneta de drenaje tipo II	42
TABLA 6.7	Canal rápida tipo I	43
TABLA 6.8	Canal rápida tipo II	44
TABLA 7.1	Resultados de los análisis de estabilidad	51
TABLA 7.2	Resultados Ensayos de Potencial Neto de Neutralización	51
TABLA 11.1	Frecuencia de monitoreo de cada parámetro	70
TABLA 11.2	Ubicación del punto de monitoreo de agua	70
TABLA 11.3	Puntos de monitoreo de movimientos	71
TABLA 11.4	Ubicación de hitos para control de movimientos	73
	ÍNDICE DE FIGURAS	
FIGURA 2.1	Perfil L-L' corresponde al área de emplazamiento del	
	depósito de desmonte de mina Magistral Centro	23
FIGURA 2.2	Perfil estructural L-L' del área de estudio	23
FIGURA 6.1	Diseño hidráulico de la sección del canal de drenaje	
	tipo I	38
FIGURA 6.2	Diseño hidráulico de la sección del canal de drenaje	
	tipo II	39
FIGURA 6.3	Diseño hidráulico de la sección del canal de drenaje	
	tipo III	40
FIGURA 6.4	Diseño hidráulico de la sección de la cuneta de drenaje	
	tipo I	41
FIGURA 6.5	Diseño hidráulico de la sección de la cuneta de drenaje	
	tipo II	42
FIGURA 6.6	Diseño hidráulico de la sección del canal rápida de	
	drenaje tipo I	43
FIGURA 6.7	Diseño hidráulico de la sección del canal rápida de	
	drenaje tipo II	44

NOMENCLATURA

P_D: Precipitación total, en mm para la duración D

P_{24hr}: Precipitación máxima en 24 horas, en mm

D : Duración de la precipitación, en minutos

Q : Caudal, en m³/s

C : Coeficiente de escorrentía

I : Intensidad de precipitación, en mm/hr

A : Área de captación, en hectáreas

qd : Resistencia dinámica unitaria a la penetración del cono dinámico, en t/m²

qc : Resistencia estática unitaria a la penetración del cono dinámico, en t/m²

W: Peso del martillo

e : Penetración promedio por golpe

φ : Ángulo de fricción interno

c : Cohesión, en t/m2

S_t: Sensibilidad del suelo

p_o: Presión de sobrecarga, en t/m²

pa : Presión atmosférica, en t/m²

L.L : Límite líquido

L.P. : Límite plástico

OH: Suelo orgánico

GM: Grava limosa con arena y cantos

S : Pendiente del terreno, en m/m

Y: Tirante, en metros

B : Ancho del canal, en metros

H: Altura del canal, en metros

c' : Cohesión en esfuerzos efectivos

φ´ : Ángulo de fricción interno en esfuerzos efectivos

k : Coeficiente sísmico

f`c: Resistencia a la compresión no confinada del concreto, en kg/cm²

EE : Esfuerzos efectivos

PNN: Potencial neto de neutralización

PA: Potencial de acidez

PN : Potencial de neutralización

INTRODUCCIÓN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Compañía Minera Los Quenuales S.A.C. tiene planificado iniciar la explotación de la mina Santander bajo estándares de seguridad y minimizando impactos ambientales que permitan un desarrollo sostenible con el entorno.

Durante la etapa de explotación de la mina Santander se extraerán grandes volúmenes de material de desmonte de mina, por lo que se requerirá su almacenamiento final en depósitos que no generen impactos negativos al entorno. Este depósito deberá ser sostenible en el tiempo, cumpliendo las condiciones de estabilidad física e hidrológica.

OBJETIVOS

a) Objetivo General

 Proponer el diseño de un depósito de desmonte de mina, el cual deberá ser sostenible en el tiempo, cumpliendo las condiciones de estabilidad física e hidrológica.

b) Objetivos Específicos

- Evaluación del área de emplazamiento del depósito de desmonte de mina, así como determinación de las características geotécnicas del subsuelo de cimentación y cuerpo del depósito mediante exploración de campo y ensayos de laboratorio.
- Proponer el ángulo de talud, ancho de banquetas y altura del depósito de desmonte de mina.
- Evaluar la estabilidad física a largo plazo del depósito diseñado para una sección geotécnica representativa, correspondiente a la mayor altura y mayor pendiente del depósito. Dicha sección se analizará para las condiciones siguientes: a) estabilidad estática y b) estabilidad pseudoestática del caso anterior utilizando un coeficiente sísmico congruente con la sismicidad de la zona.
- Determinar las medidas necesarias para asegurar las estabilidades física e hidrológica a largo plazo del depósito de desmonte de mina.

JUSTIFICACIÓN

Las exigencias sociales de respeto al medio ambiente y los requisitos de seguridad, son cada día mayor. Esto obliga a las compañías mineras a contemplar desde el inicio de sus operaciones con un diseño adecuado de la disposición de los desmontes de mina generados.

El diseño de los depósitos de desmonte de mina debe integrarse desde el principio en la planificación de la mina. No debe olvidarse que todas las operaciones mineras son en gran medida movimiento de estos materiales, y que la

economía de la operación depende en buena medida de un movimiento y disposición adecuada.

Dada la necesidad de disponer material de desmonte de mina producto de la explotación de la mina Santander, se propone el diseño de un depósito de desmonte de mina que permita un adecuado almacenamiento de dicho material.

HIPÓTESIS

La disposición adecuada del material de desmonte de mina, cumpliendo las normas vigentes, permitirá tener un mejor manejo de estos residuos, evitando generar impactos negativos en su entorno.

ALCANCE

El presente estudio abarca la evaluación de la estabilidad física y estabilidad hidrológica del depósito de desmonte de mina Magistral Centro.

LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Debido al elevado costo de los ensayos de corte triaxial en materiales granulares como los desmontes de mina, no fue posible realizarlos.

Por lo anteriormente descrito, los parámetros de resistencia asignados fueron obtenidos a partir de la comparación con materiales similares de igual clasificación y obtenidos de ensayos de corte triaxial de la literatura técnica existente. Este procedimiento es aceptado en la práctica de la ingeniería geotécnica.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 UBICACIÓN Y ACCESO

E 333 550

El depósito de desmonte de mina "Magistral Centro", estará ubicado en la Unidad Minera Santander, distrito de Santa Cruz de Andamarca, provincia de Huaral, departamento de Lima. Geográficamente, se localiza en una ladera de la cuenca alta del río Chancay a una altitud de 4 655.0 m.s.n.m.

La ubicación en planta del depósito se presenta en el Plano P-01 del Anexo N° 7, dentro del rectángulo cuyas coordenadas son:

1) N 8 764 500 2) N 8 764 500 3) N 8 764 150 4) N 8 764 150

E 333 900

E 333 550

1.2 CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DEL DEPÓSITO

E 333 900

Desde el punto de vista estructural, el depósito de desmonte de mina "Magistral Centro" será una estructura de suelo y enrocado que será construida mediante acarreo y vertido del desmonte de mina con utilización de volquetes. El material del depósito de desmonte de mina alcanzará su estabilización mecánica debido a

consolidación por peso propio y por ganancia de resistencia en el tiempo por efecto físico químico.

El depósito de desmonte de mina tendrá una extensión superficial de aproximadamente 53 980 m², donde se almacenará un volumen estimado de 1100000 m³, correspondiendo un área de relieve después de la conformación de aproximadamente 58 000 m². En el Plano P-01 del Anexo N° 7, se muestra la topografía del terreno con curvas de nivel cada metro del área donde se emplazará el depósito, así como la sección A-A del terreno de apoyo o cimentación del depósito.

La altura del depósito será de aproximadamente 67.5 m, comprendida desde su pie (4 637.5 m.s.n.m.) hasta la corona (4 705.0 m.s.n.m.). El crecimiento del depósito será a partir de un dique de arranque, con formación de tres banquetas de 8 m de ancho y altura de taludes de 15 m y 20 m. La pendiente de los taludes será de 1.5 H : 1.0 V.

Si bien el depósito se ubicará en la parte alta de la cuenca del río Chancay, específicamente en la microcuenca de la laguna Yanacocha, su área colectora de escurrimiento superficial es pequeña por encontrarse cerca de las cumbres.

CAPÍTULO II

GEOLOGÍA

2.1 GEOLOGÍA LOCAL

En el área donde se ubicará el depósito de desmonte de mina se emplazan circundantemente rocas calcáreas correspondientes principalmente a las formaciones Pariatambo y Jumasha. También existen afloramientos andesíticos correspondientes al volcánico Calipuy.

Puntualmente, el depósito de desmonte de mina se asienta sobre depósitos cuaternarios, conformado por material morrénico constituido por cantos grandes en una matriz de grano fino y pobremente clasificado. Alternan ocasionalmente lentes y capas de grava bien seleccionada.

2.2 GEOLOGÍA REGIONAL

La geología regional está conformada por una potente secuencia de rocas sedimentarias del Cretáceo inferior y superior, cubiertas parcialmente por derrames volcánicos del Terciario inferior y considerables depósitos morrénicos del Cuaternario.

Algunos afloramientos de apófisis intrusivos granodioríticos, en áreas vecinas, evidencian la presencia del emplazamiento en profundidad de una considerable masa intrusiva.

La secuencia sedimentaria está conformada en rasgos generales por cuarcitas y lutitas del Cretáceo inferior (Grupo Goyllar) y calizas más jóvenes que le sobreyacen (Formaciones Pariahuanca, Chúlec, Pariatambo y Jumasha sucesivamente) con algunas intercalaciones de sills diabásicos. Los sedimentos superiores se encuentran fuertemente plegados en anticlinales y sinclinales, con ejes de orientación aproximadamente paralelas a la cordillera andina (rumbo Nor-Este) y han sido desplazados por un complejo sistema de fallamiento en donde las fallas regionales y principales han dado lugar a estructuras tipos Horts y Graben que crean condiciones favorables para la presencia de aguas artesianas en sedimentos calcáreos de la parte superior de la columna estratigráfica.

Sin embargo el diastrofismo en las calizas ha creado zonas de fracturamiento intenso que destruye en parte estas condiciones de artesianismo.

A continuación una breve descripción de las formaciones presentes en la región:

a) Formación Oyón

Consiste de lutitas gris oscuras con importantes horizontes de areniscas y capas de carbón en la zona transicional a la formación suprayacente.

b) Formación Chimú

Tiene entre 500 m y 700 m de espesor. Consiste de ortocuarcita de grano medio, recristalizado. Presencia de capas arcillosas transicionales intercalados con lechos de carbón.

c) Formación Santa

Mantiene un espesor constante de 150 m. Consiste de calizas azul o gris finamente estratificada, con algunos horizontes de calizas arcillosas y ocasionales nódulos de chert.

d) Formación Carhuaz

Es una unidad suave, incompetente y plástica; se adelgaza a lo largo de los flancos de los pliegues. Consiste de lutitas y areniscas que por intemperismo presentan una coloración marrón ó marrón amarillenta.

e) Formación Farrat

La Formación Farrat consiste de 20 m a 50 m de areniscas blancas, deleznables y de grano medio.

f) Formación Pariahuanca

La Formación Pariahuanca consiste de calizas intemperizadas de color gris, masivas, que comúnmente conforman una prominencia entre la formación más suave Chúlec.

g) Formación Chúlec

Esta Formación está constituida por margas con bancos de calizas. Tanto las calizas como las lutitas son de color azul grisáceo y por intemperismo amarillo y crema que es lo que les caracteriza.

h) Formación Pariatambo

Esta Formación tiene una litología muy uniforme. Consiste de margas de color marrón oscuro o gris, con horizontes bien marcados de caliza nodular o tabular de color gris oscuro o negro.

i) Formación Jumasha

Es la mayor unidad calcárea en el Perú Central. Consiste de calizas color gris claro en superficie intemperizada y azul en fractura fresca.

j) Volcánico Calipuy

Yace en gran discordancia sobre la secuencia plegada del Cretáceo, tiene 500 m de potencia y ha sido afectada por una gran actividad erosiva.

2.3 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

Todas las formaciones sedimentarias han sufrido fuertes esfuerzos de compresión, que han dado lugar a un intenso plegamiento y fallamiento tectónico; los numerosos anticlinales y sinclinales que ocurren en el área evidencian la intensidad del plegamiento. Estas estructuras tienen un alineamiento longitudinal paralelo al sistema regional del plegamiento andino, localmente tienen un rumbo de N20°W; los flancos de los anticlinales, en muchos sitios tienen buzamientos verticales o pliegues de sobreescurrimiento.

El fallamiento de los estratos sedimentarios también ha sido intenso, se han producido fallas tanto en el sistema longitudinal como transversal; entre las fallas longitudinales, las más notorias y prominentes son la falla "Regional Santander" y la falla "Capilla".

La falla "Regional Santander" pasa a 400 m al oeste del yacimiento Santander, con un rumbo N30°W su movimiento vertical ha sido inverso y su desplazamiento se estima en más de 1000 m; este desplazamiento ha localizado las cuarcitas de la Formación Chimú, que corresponden al Cretáceo Inferior al lado Oeste, a la altura de las calizas "Jumasha" del Cretáceo Superior; el plano de desplazamiento tiene un buzamiento de 62° al Oeste.

La falla Capilla tiene un rumbo de N50°W, con un buzamiento variable entre 75° a 80° NE, por consiguiente es una falla de movimiento vertical normal, que se conjuga en su extremo Sureste con la falla Regional Santander. Las fallas transversales calcáreas más notorias son la Falla Magistral, Falla Conjugadas Norte-Sur y Falla Vilcacocha.

Tanto las fallas longitudinales y transversales son preminerales y posiblemente algunas han jugado un papel importante en la mineralización de los depósitos Santander, Magistral y demás áreas mineralizadas.

A continuación se muestra un perfil longitudinal que contiene la geología estructural del área en estudio.

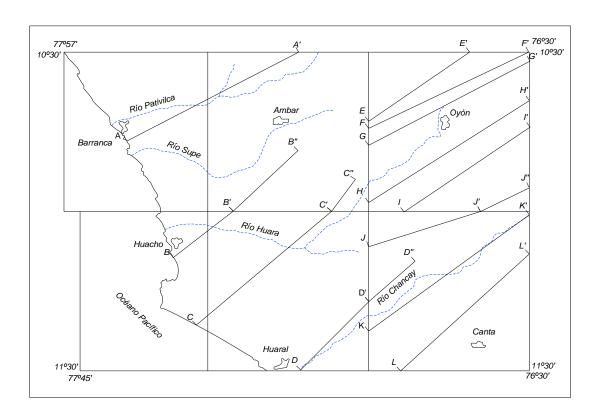


Figura 2.1: Perfil L-L´ Corresponde al Área de Emplazamiento del Depósito de Desmonte de Mina "Magistral Centro"

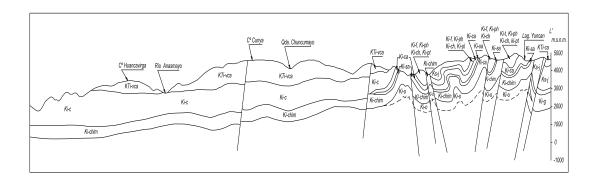


Figura 2.2: Perfil Estructural L-L´ del Área de Estudio

CAPÍTULO III

SISMICIDAD

Según el Mapa de Zonificación Sísmica propuesto en la Norma Técnica de Edificación E.030 para Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones (2006), el área en estudio se encuentra comprendida en la Zona 3, con sismicidad alta, habiendo ocurrido en el área cercana al proyecto sismos de intensidades de hasta VII en la Escala de Mercalli Modificada, según el mapa de distribución de máximas intensidades sísmicas observadas en el Perú (Alva et al, 1984). Dicho mapa se presenta en la Figura 02 del Anexo N° 1.

Por otro lado, según los mapas de isocontornos de aceleración máxima propuesto por Castillo y Alva (1993), correspondiente a un período de retorno del sismo máximo probable de 475 años y un porcentaje de excedencia de 10.0 % en 50 años, para el área en estudio los autores proponen una aceleración máxima de 0.32g. En consecuencia, para el área de localización del depósito de desmonte de mina "Magistral Centro" se considerará una aceleración máxima esperada de 0.32g. adopta para los análisis pseudoestáticos coeficiente sísmico. un k = 0.50*amáx/g = 0.16, de acuerdo con el criterio de Hynes y Franklin (1984). El mapa de isocontornos de aceleración máxima, para el período de retorno anteriormente mencionado, se presenta en la Figura 03 del Anexo Nº 1.

CAPÍTULO IV

ESTABILIDAD HIDROLÓGICA E HIDRÁULICA

4.1 HIDROLOGÍA GENERAL

El área de estudio se encuentra dentro de la microcuenca de la laguna Yanacocha la cual drena a la laguna Ocruyoc (ver Plano P-01 del Anexo N° 7, de la Carta Nacional del IGN: 23-j) y ésta a su vez drena en el río Baños, que es tributario del río Chancay. Por tanto, el área del proyecto se encuentra en la cuenca alta del río Chancay.

La zona del proyecto se encuentra cerca al límite departamental de Lima, Pasco y Junín donde el clima es frío, extremadamente lluvioso y oceánico. Las temperaturas máximas bordean los 15°C y las mínimas llegan a -10°C.

Para el análisis de la estabilidad hidrológica se ha empleado información de estudios anteriores y el plano base del IGN a escala 1/100 000 (Carta 23-j Cuadrángulo de Canta).

4.2 PRECIPITACIONES MÁXIMAS

El patrón de precipitaciones en la cuenca alta del río Chancay es el característico de la sierra central del Perú, con dos estaciones claramente

diferenciadas: una temporada de lluvias que se extiende entre los meses de Noviembre y Abril, concentrando cerca del 80% de la precipitación media anual y una época de estiaje que se extiende entre los meses de Mayo y Octubre con un período bastante seco entre Junio y Agosto.

Es típico de la zona las bajas temperaturas que se presentan, con fuertes gradientes diarios a lo largo de todo el año. Este clima eminentemente frío, da origen también a la formación de nieve o hielo en la línea de cumbres, entre los meses de Junio y Agosto principalmente con los consiguientes deshielos entre Enero y Marzo cuando la temperatura se eleva. La microcuenca donde se ubica el depósito de desmonte de mina "Magistral Centro", tiene altitudes que varían de 4637 a 4900 m.s.n.m., siendo la altitud media del depósito de 4655 m.s.n.m.

Cerca a la zona del proyecto se ubican las estaciones pluviométricas Santa Cruz, Tuctococha y Marcapomacocha, de las cuales, se ha tomado la estación Santa Cruz por ser la más cercana al área del proyecto (ubicada a 4 km del depósito de desmonte de mina, a una altitud de 3700 m.s.n.m.) y por tener mayor amplitud de registros pluviométricos, desde el año 1987 al 2008, disponiendo de 20 años para el análisis estadístico. La estación Santa Cruz registró el año 2002 una precipitación máxima de 40.70 mm (Ver Capítulo VI).

Se debe considerar que la altitud del depósito de desmonte de mina "Magistral Centro" es de 4655 m.s.n.m., altitud donde las condiciones climáticas son extremas y producen precipitaciones solidas que inciden directamente en el retardo de caudales máximos. El considerar la estación Santa Cruz es un criterio conservador, toda vez que su altitud de 3700 m.s.n.m., donde no se ubican nevados como los que existe en el área contribuyente del depósito.

La ocurrencia de eventos hidrológicos extremos en el sitio de localización del depósito podrían generar precipitación máxima de 24 horas del orden de 42.60 mm

para 500 años de período de retorno, considerando la estación pluviométrica Santa Cruz.

La precipitación que cae y fluye directamente sobre el área del depósito producirá un escurrimiento superficial que deberá ser captado y drenado por el sistema de drenaje diseñado.

De acuerdo al análisis estadístico de la estación Santa Cruz, las precipitaciones máximas para diferentes períodos de retorno se indican a continuación en la Tabla 4.1:

Tabla 4.1: Registro de Precipitación Máxima de 24 horas

	Estación Santa Cruz
Período de Retorno (Años)	Precipitación Máxima 24 h (mm)
2	22.30
5	26.94
10	29.75
20	32.28
25	33.06
50	35.39
100	37.63
200	39.80
500	42.60
Registrado	40.70

Fuente: Dpto. Proyectos Unidad Minera Santander

La duración que debe utilizarse para determinar la escorrentía hacia y dentro del área del depósito de desmonte de mina, debe ser aquella duración que maximice el escurrimiento superficial, lo que a su vez depende de la tasa de infiltración del suelo. En el caso del presente proyecto, la pendiente de talud del depósito favorece la escorrentía superficial, minimizando la infiltración del agua.

28

Para el diseño del sistema de drenaje del depósito, es necesario estimar la

intensidad de precipitación de muy corta duración (menor de 1 h) a partir de la

precipitación máxima de 24 horas, dado que provocan el máximo escurrimiento por

ser más intensas y superan más fácilmente la tasa de infiltración del suelo.

Cuando las características de escurrimiento y tipo de drenaje demandan la

estimación de la intensidad de precipitación menor a 10 minutos, se adopta el

criterio de considerar una duración de 10 minutos, que según refiere el CISMID

(1984), este criterio es aplicado en la protección de taludes de carreteras de Japón.

Para calcular la precipitación máxima asociada a la duración de 10 minutos, se

aplicó la fórmula de Dick y Peschke (1982):

$$P_D = P_{24hr} * (D/1440)^{1/4}$$

Donde:

P_D = precipitación total, en mm para la duración D

 P_{24hr} = precipitación máxima, en 24 horas

D = duración, en minutos

La intensidad se halla dividiendo la precipitación P_D entre la duración D,

expresada en mm/h.

Las reducidas áreas colectoras de drenaje de la cabecera del depósito de

desmonte de mina y de su propio talud, producen tiempos de concentración de las

precipitaciones pluviales menores de 10 minutos, que representan valores muy

altos de intensidades máximas. Este criterio será aplicado en nuestro caso para

áreas colectoras reducidas.

La precipitación máxima para un período de retorno de 500 años es de 42.60

mm, y considerando la metodología de Dick y Peschke (1982), con una duración de

tormenta de 10 minutos, la intensidad resulta 73.80 mm/h.

4.3 CÁLCULO DE LA ESCORRENTÍA SUPERFICIAL PARA EL SISTEMA DE

DRENAJE

El cálculo hidrológico para determinar la escorrentía superficial en el depósito

de desmonte de mina "Magistral Centro", a fin de establecer el dimensionamiento

de las obras lineales y no lineales, se realizó para un período de retorno de 500

años, asumiendo un riesgo de falla de 10% y una vida útil del sistema de drenaje de

50 años.

Para el cálculo de las aguas que drenan en la parte superior del área del

depósito, se ha desarrollado el cálculo mediante el método racional, aprovechando

el límite del método que es de 2.5 km².

La fórmula racional se muestra a continuación:

Q = C*I*A/360

Donde:

Q = caudal, en m³/s

C = coeficiente de escorrentía

I = intensidad de diseño, en mm/hr

A = área de captación, en Ha

Este método considera en el cálculo del caudal la lluvia efectiva como

parámetro principal y está acorde con la realidad fisiográfica de las subcuencas en

estudio. El método racional utiliza el coeficiente de escorrentía para considerar las pérdidas por infiltración y retención de la cuenca, el coeficiente utilizado fue de 0.30.

La ubicación del depósito se encuentra en un área próxima a nevados, sin haberse ubicado cauces importantes dentro del área del proyecto. Sin embargo puede apreciarse que la poca escorrentía que caerá sobre el área del depósito drenará hacia la laguna Yanacocha.

CAPÍTULO V

INVESTIGACIONES GEOTÉCNICAS

5.1 CALICATAS

Con el objeto de determinar la estratigrafía del depósito de desmonte de mina existente y subsuelo de cimentación del mismo, se ejecutaron cuatro calicatas de exploración hasta la profundidad de 3.0 m. De las calicatas se obtuvieron muestras alteradas para clasificación de suelos. En las excavaciones realizadas se encontró presencia de nivel freático solo en la calicata C-3, a la profundidad de 2.2 m.

5.2 SONDAJES

Adicionalmente, con el objeto de determinar las características de resistencia del subsuelo de cimentación con la profundidad, se efectuaron cuatro sondajes con cono dinámico de 1.25" de diámetro y ángulo de punta de 60 grados hasta la profundidad de 5.40 metros. El cono se abandona en el sitio al terminar la prueba, recuperándose sólo las varillas que se utilizaron para hincarlo. Se realizaron ensayos de penetración con el cono en forma continua, determinando el número de golpes para 0.30 metros de penetración por medio de un martillo de 22.10 kg de peso y 0.50 metros de altura de caída. Se encontró rechazo debido a la presencia

de cantos a las profundidades de 1.80, 3.30, 5.40 y 3.00 metros, respectivamente. Debe mencionarse que el número de golpes obtenido con el cono dinámico anteriormente mencionado, se correlacionó con el número de golpes que se obtendría con el cono dinámico de Peck aplicando criterios contenidos en la norma ISO 22476-2 (2005) y Waschkowski (1982), dado que este último cono es ampliamente conocido en nuestro medio.

La ubicación de las calicatas y sondajes con el cono dinámico de Peck se presenta en el Plano P-01 del Anexo N° 7. Los registros de las calicatas y sondajes con el cono dinámico de Peck se presentan en el Anexo N° 2.

5.3 ENSAYOS DE LABORATORIO

Con las muestras obtenidas, se realizaron ensayos de laboratorio de mecánica de suelos estándar y especiales sobre muestras disturbadas. Los ensayos realizados fueron:

- Análisis granulométrico por tamizado.
- Límites de consistencia (límite líquido y límite plástico).
- Gravedad especifica de sólidos.

En el Anexo Nº 3 se presentan los resultados de los ensayos de laboratorio.

5.3.1 Ensayos Estándar de Mecánica de Suelos

Los ensayos estándar se realizaron con la finalidad de clasificar los suelos según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), así como inferir

propiedades mecánicas de los suelos para su uso en ingeniería. A continuación en la Tabla 5.1 se presentan los resultados obtenidos :

Tabla 5.1: Resultados de Ensayos Estándar de Mecánica de Suelos

Muestra	Ubicación	Profundidad (m)	Límites de Consistencia (%)	Gs	%< N° 4	%< N° 200	(SUCS)
Suelo Coluvial	C-1 (M-2)	0.50 - 3.00	L.L. = 21.00 L.P. = 16.30	2.60	63.70	27.80	GM
Desmonte de Mina	Depósito Desmonte	0.00 - 2.00	L.L. = N.P. L.P. = N.P.	2.79	52.50	13.50	GM

Los cálculos sustentatorios para la obtención de los valores anteriormente mencionados se presentan en el Anexo N° 3.

5.3.2 Ensayos de Resistencia Cortante

Se descartó realizar ensayos de corte triaxial en el material del depósito de desmonte de mina y suelo coluvial de cimentación, dado que se trata de suelos con fracción gruesa significativa, cuya remoción conduce a resultados no realistas.

Los parámetros de resistencia de los suelos anteriormente mencionados, compactados al 100.0 % del ensayo Proctor Estándar, han sido estimados conservadoramente a partir de la comparación con materiales similares de igual clasificación obtenidos de la literatura especializada basada en ensayos de corte triaxial (Leps, 1970; Marsal, 1973).

Finalmente, los parámetros de resistencia cortante en esfuerzos efectivos del material de desmonte de mina (GM) y material de cimentación (GM) han sido obtenidos conservadoramente a partir de sondajes in situ realizados con cono

dinámico de Peck, ensayos de clasificación y utilización de las relaciones siguientes:

$$qd = (W^*H)/A.e$$
 (6.1) (ISO 22476-2: 2005)
$$qd (cono \ dinámico) / \ qc (cono \ holandés) = 1.0$$
 (6.2) (Waschkowski,1982)
$$\phi' = 17.6 + 11.0*log\{(q_o/p_a)/(p_o/p_a)^{0.5}\}$$
 (6.3) (Kulhawy and Mayne, 1990)
$$qc = 3/2\{(1+1/\sqrt{S_t})c/2+p_o*tan\phi\} * (e^{2\pi \ tan\phi} -1/tan\phi)cos\phi$$
 (6.4) (Muromachi, 1981)

Donde:

qd = resistencia dinámica unitaria a la penetración del cono dinámico, en t/m²

qc = resistencia estática unitaria a la penetración del cono holandés, en t/m²

W = peso del martillo

H = altura de caída

A = área de la proyección del cono

e = penetración promedio por golpe

φ = ángulo de fricción interno

c = cohesión

S_t= sensibilidad del suelo

p_o= presión de sobrecarga

pa = presión atmosférica

A continuación, en la Tabla 5.2 se presenta un resumen de los parámetros de resistencia cortante en esfuerzos efectivos de los materiales componentes del depósito de desmonte de mina.

Tabla 5.2: Parámetros de Resistencia Cortante

Muestra	Peso Unitario Seco (t/m³)	Peso Unitario Saturado (t/m³)	Resistencia Cortante en EE
Cimentación (Suelo Coluvial, GM)	1.80	1.90	$c' = 1.0 \text{ t/m}^2$ $\varphi' = 35^\circ$
Desmonte de Mina (GM)	1.90	2.00	$c' = 0.0 \text{ t/m}^2$ $\varphi' = 34^\circ$

Los parámetros de resistencia cortante obtenidos serán utilizados en los análisis de estabilidad del depósito y su cimentación sin flujo establecido, dado que el sistema de drenaje y pendiente empinada de los taludes permitirá el escurrimiento y evitará la infiltración en el cuerpo del depósito.

5.4 PERFIL ESTRATIGRÁFICO

Ver Plano P-03 del Anexo N° 7, donde se presenta la sección geotécnica representativa A-A, correspondiente a la sección de mayor pendiente y altura del talud.

El subsuelo de cimentación del depósito de desmonte de mina "Magistral Centro" está conformado por una capa superficial de espesor variable de 0.30 m a 3.00 m, constituida por suelo orgánico (OH), suelto, húmedo y color marrón oscuro. Subyaciendo la capa anterior, aparece suelo coluvial de más de 5.0 m de espesor, constituido por grava limosa con arena y cantos (GM), medianamente compacta a compacta, con contenido de cantos angulosos de 0.10 m a 0.30 m en un 20.0 % y competente como material de cimentación. Finalmente, debajo del estrato anterior aparece la roca basal constituida por roca caliza.

CAPÍTULO VI

DISEÑO CIVIL

6.1 SISTEMA DE DRENAJE DEL DEPÓSITO DE DESMONTE DE MINA

El sistema de drenaje contemplado para el depósito de desmonte de mina "Magistral Centro", está compuesto por canales perimetrales, que captarán la escorrentía proveniente de la ladera del cerro "Yuncan" y áreas cercanas, así como canales en el pie del depósito de desmonte de mina (canal tipo II) y cunetas en las banquetas del depósito (cuneta tipo II). La determinación de caudales se ha realizado mediante el método racional. Para el cálculo de la superficie de aporte se ha considerado el área de drenaje correspondiente a la información topográfica proporcionada por la carta nacional Huacho, Huaral y Canta (23-j).

Dado que el tiempo de concentración de la escorrentía superficial en el área del depósito es menor de 10 minutos, se estimó la intensidad de la precipitación máxima para el diseño del sistema de drenaje en 73.80 mm/h, aplicando la fórmula de Dick y Peschke (1982) (Ver capítulo IV). Con este valor se calculó los caudales de escorrentía utilizando la fórmula racional con un coeficiente de escorrentía de 0.30, que genera un caudal total de escorrentía máxima de 1.07 m³/s.

A continuación en la Tabla 6.1 se muestra los caudales obtenidos para las respectivas áreas contribuyentes:

Tabla 6.1: Cálculo de Caudales - Depósito de Desmonte de Mina "Magistral Centro"

Obra	Área (Ha)	Período de Retorno (años)	Intensidad Máxima de Diseño (mm/h)	Coeficiente de Escorrentía	Q diseño (m³/s)
Margen Izquierda Laderas (C-1 y C-2)	8.10	500	73.80	0.30	0.50
Margen Derecha Laderas (C-3, C-4 y C-5)	5.70	500	73.80	0.30	0.35
Depósito de Desmonte de Mina "Magistral Centro"	3.60	500	73.80	0.30	0.22

En resumen, el caudal máximo producido en un evento extremo de 500 años del área contribuyente cercana al depósito de desmonte de mina, producirá un escurrimiento superficial de 0.85 m³/s. Para el caso del área del depósito de desmonte de mina, se producirá un escurrimiento superficial de 0.22 m³/s.

En los Planos P-03 y P-04 del Anexo N° 7, se muestra la topología del sistema de subdrenaje del depósito de desmonte de mina "Magistral Centro", donde se indican la ubicación, tipo y metrado de las obras lineales y no-lineales que componen el indicado sistema. En los Planos P-05 y P-06, del Anexo N° 7, se presenta el diseño del sistema de drenaje superficial del depósito y se indican los diseños de las obras lineales y no lineales y de sus obras conexas.

6.2 PARÁMETROS DE DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE

Los parámetros de diseño de las cunetas y canales del sistema de drenaje propuestos para el depósito de desmonte de mina "Magistral Centro", se presentan

en las siguientes tablas. Las estructuras han sido diseñadas para un coeficiente de rugosidad de Manning de 0.013 (concreto) con pendientes variables.

Tabla 6.2: Canal de Drenaje Tipo I (Revestimiento de concreto, Sección Rectangular B=0.50 m y H=0.40 m)

Pendiente S (m/m)	0.01
Caudal Q (m ³ /s)	0.35
Tirante Y (m)	0.33
Velocidad (m/s)	2.10

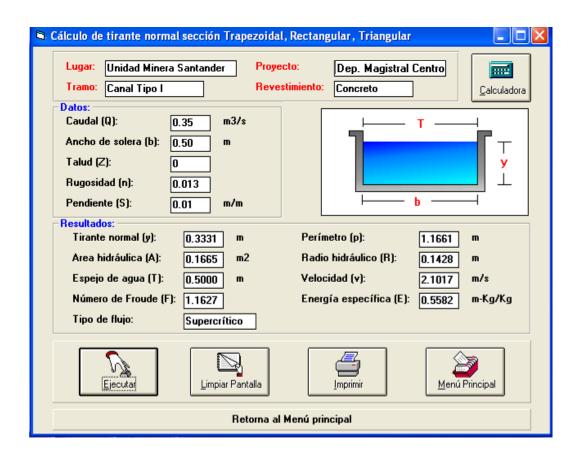


Figura 6.1: Diseño Hidráulico de la Sección del Canal de Drenaje Tipo I

Tabla 6.3: Canal de Drenaje Tipo II (Revestimiento de concreto, Sección Rectangular B=0.50 m y H=0.50 m)

Pendiente S (m/m)	0.01
Caudal Q (m ³ /s)	0.50
Tirante Y (m)	0.44
Velocidad (m/s)	2.26

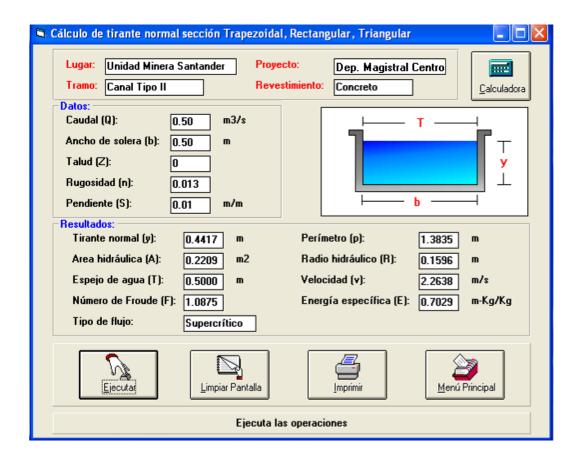


Figura 6.2: Diseño Hidráulico de la Sección del Canal de Drenaje Tipo II

Tabla 6.4: Canal de Drenaje Tipo III (Revestimiento de concreto, Sección Trapezoidal B=0.50 m y H=0.50 m)

Pendiente S (m/m)	0.02
Caudal Q (m ³ /s)	1.07
Tirante Y (m)	0.40
Velocidad (m/s)	3.75

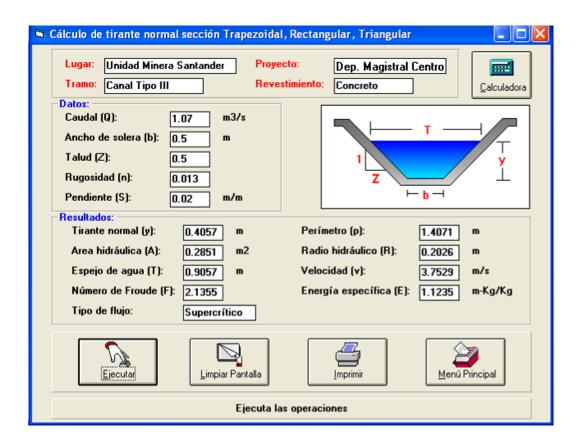


Figura 6.3: Diseño Hidráulico de la Sección del Canal de Drenaje Tipo III (Tramo Pie de Talud del Depósito)

Tabla 6.5: Cuneta de Drenaje Tipo I (Revestimiento de concreto, Sección Triangular H=0.30 m)

Pendiente S (m/m)	0.003
Caudal Q (m ³ /s)	0.060
Tirante Y (m)	0.22
Velocidad (m/s)	0.85

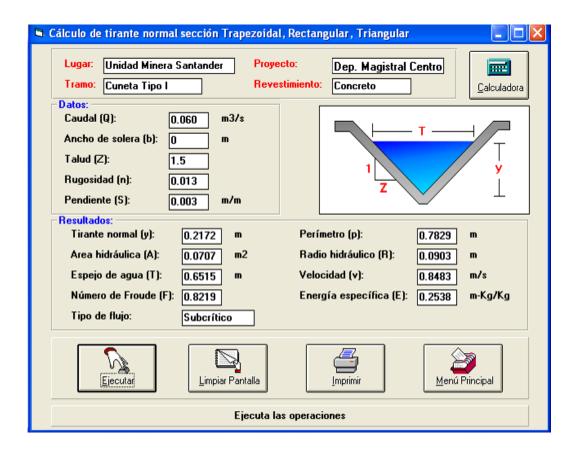


Figura 6.4: Diseño Hidráulico de la Sección de la Cuneta de Drenaje Tipo I (Plataforma del Depósito)

Tabla 6.6: Cuneta de Drenaje Tipo II (Revestimiento de concreto, Sección Triangular H=0.25 m)

Pendiente S (m/m)	0.003
Caudal Q (m³/s)	0.02
Tirante Y (m)	0.17
Velocidad (m/s)	0.66

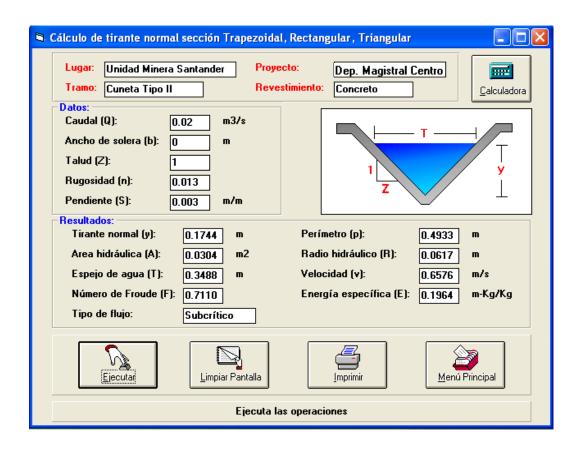


Figura 6.5: Diseño Hidráulico de la Sección de la Cuneta de Drenaje Tipo II (Banqueta del Depósito)

Tabla 6.7: Canal Rápida Tipo I (Revestimiento de concreto, Sección Rectangular B=0.25 m y H=0.40 m)

Pendiente S (m/m)	0.40	0.58
Caudal Q (m ³ /s)	0.60	0.45
Tirante Y (m)	0.25	0.17
Velocidad (m/s)	9.33	10.23

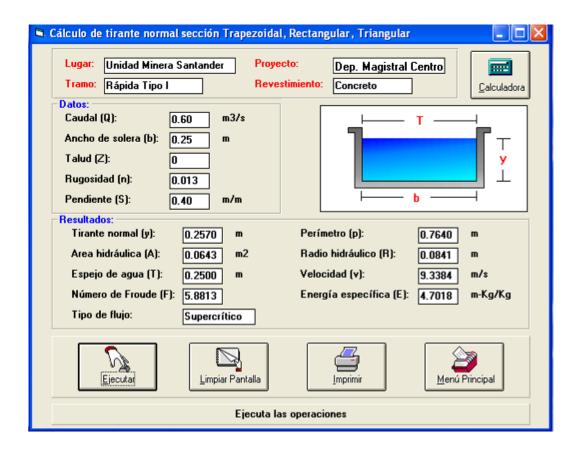


Figura 6.6: Diseño Hidráulico de la Sección del Canal Rápida de Drenaje Tipo I (Tramo CD)

Tabla 6.8: Canal Rápida Tipo II (Revestimiento de concreto, Sección Rectangular B=0.40 m y H=0.40 m)

Pendiente S (m/m)	n/m) 0.26		0.20
Caudal Q (m ³ /s)	0.61	0.46	1.07
Tirante Y (m)	0.20	0.15	0.31
Velocidad (m/s)	7.86	7.63	8.48

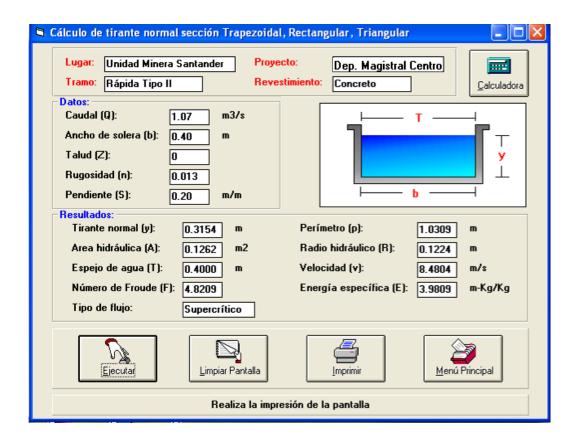


Figura 6.7: Diseño Hidráulico de la Sección del Canal Rápida de Drenaje Tipo II

6.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE PRECIPITACIONES - ESTACIÓN SANTA CRUZ

a) Análisis Estadístico de Precipitaciones Máximas en 24 horas Anuales en Santa Cruz

Estación : Santa Cruz/155202/DRE-04 Dpto : Lima Latitud : 11°12' "S" Prov : Huaral

Longitud: 76°38' "W" Dist: Santa Cruz de Andamarca

Altitud: 3700 m.s.n.m.

Año	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Pmax (mm)	18.60	20.90	21.50	19.70	15.60	14.20	23.00	17.60	24.20

Año	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Pmax	23.00	20.10	24.00	25.80	23.70	23.40	40.70	26.50	21.20
(mm)									

2005	2006	2007	2008
18.20	30.60	26.00	24.50
			2005 2006 2007 18.20 30.60 26.00

b) Prueba Kolmogorov-Smirnov para la Distribución

Normal 0.1039 La distribución de datos no pueden ser Normal Log Normal 0.0584 La distribución de datos pueden ser Log Normal Log Pearson III 0.1169
Gumbel 0.1169

Min D = $0.0584 \rightarrow \text{Log Normal}$

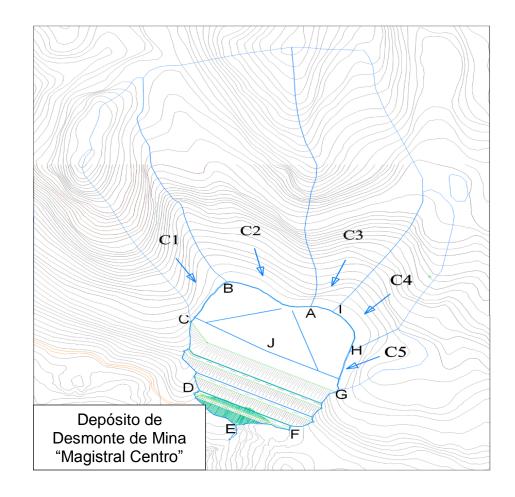
0.1169 \rightarrow Log Pearson III Gumbel

T (años)	Normal	Log Normal	Log Pearson III	Gumbel (K*)	Gumbel (Chow 1953)	Diseño
2	22.9	22.3	21.9	22.0	22.0	22.30
5	27.5	26.9	26.8	27.9	26.8	26.94
10	29.9	29.7	30.0	31.7	30.1	29.75
20	31.9	32.3	33.1	35.4	33.1	32.28
25	32.5	33.1	34.1	36.6	34.1	33.06
50	34.2	35.4	37.2	40.2	37.2	35.39
100	35.7	37.6	40.4	43.8	40.2	37.63
200	37.1	39.8	43.7	47.3	43.1	39.80
500	38.7	42.6	48.1	52.0	47.1	42.60
Maximo Regi	strado:	40.70	mm			

6.4 CÁLCULO DE CAUDALES POR SUBCUENCAS

Delimitación	Cota Máx. (m.s.n.m.)	Cota Mín. (m.s.n.m.)	Área (Ha)	Intensidad (mm/h)	Coef. (c)	Q (m³/s)
C1	4910	4705	2.40	73.80	0.30	0.15
C2	4850	4705	5.70	73.80	0.30	0.35
C3	5020	4705	3.90	73.80	0.30	0.24
C4	4805	4705	1.30	73.80	0.30	0.08
C5	4730	4705	0.50	73.80	0.30	0.03
Total			13.80			0.85

6.5 MAPA DE SUBCUENCAS



CAPÍTULO VII DISEÑO GEOTÉCNICO

7.1 CRITERIOS DE DISEÑO

Para el diseño geotécnico del depósito de desmonte de mina "Magistral Centro", se tomaron en cuenta los criterios siguientes:

Desde el punto de vista estructural, el depósito de desmonte de mina será una estructura de suelo y enrocado que será construida mediante acarreo y vertido del desmonte de mina con utilización de volquetes. El material del depósito alcanzará su estabilización mecánica debido a consolidación por peso propio y por ganancia de resistencia en el tiempo por efecto físico químico.

Altura del depósito en función de la topografía del área de emplazamiento, límites de propiedad y consideraciones de asentamiento a largo plazo del subsuelo de cimentación debido al peso del desmonte de mina almacenado.

Construcción de un dique de arranque en el pie del depósito de desmonte de mina, el cual estará constituido por material de desmonte de mina compactado con paso de tractor o volquete cargado y que formará el pie del depósito con extensión desde la cota 4637.50 m.s.n.m. hasta la cota 4650.00 m.s.n.m., tal como se muestra en el Plano P-03 del Anexo N° 7. El relleno estructural será compactado

hasta obtener un grado de compactación mínimo del 95.0% del ensayo de compactación Proctor Estándar.

Construcción de un sistema de drenaje superficial en función de los caudales producto de la precipitación e infiltración en el subsuelo superficial, con el objeto de evitar la formación de una superficie freática en el cuerpo del depósito después de su revegetación.

Estabilidad física estática y pseudoestática del depósito durante su operación y al final de la operación, teniendo en cuenta que no existirá flujo de agua a través del cuerpo del depósito ya que el sistema de drenaje y pendiente empinada de los taludes permitirá el escurrimiento y evitará la infiltración en el cuerpo del depósito.

Capacidad de almacenamiento del depósito de aproximadamente 1100000 m³ de desmonte de mina.

7.2 ESTABILIDAD FÍSICA DEL DEPÓSITO

7.2.1 Criterios de Diseño

Estabilidad estática y pseudoestática del depósito de desmonte de mina "Magistral Centro" durante su operación y al final de la misma, sin formación de una superficie freática y con los siguientes criterios de diseño relacionados con la estabilidad.

- Mínimo factor de seguridad estático igual a 1.50
- Mínimo factor de seguridad pseudoestático igual a 1.00
- Desplazamientos inducidos por sismos que no comprometan la seguridad del depósito.

Es necesario precisar que un factor de seguridad pseudoestático mayor que 1.0, no significa ausencia de desplazamientos en el depósito durante un sismo, sino que ocurrirán desplazamientos permisibles y reparables.

7.2.2 Sección Geotécnica Representativa

Para los análisis de estabilidad del depósito de desmonte de mina "Magistral Centro" se ha elegido una sección geotécnica representativa A-A, correspondiente a la sección de mayor altura y mayor pendiente. En el Plano P-03 del Anexo N° 7 se presenta la sección geotécnica representativa anteriormente mencionada.

7.2.3 Parámetros Geotécnicos Asignados

Los parámetros geotécnicos del depósito de desmonte de mina y su cimentación utilizados en los análisis de estabilidad en esfuerzos efectivos, se resumen en la Tabla 5.2 del ítem V (Investigaciones Geotécnicas). Los cálculos justificativos para la obtención de los valores presentados en la Tabla 5.2, se presentan en el Anexo N° 5.

7.2.4 Análisis de Estabilidad

Para los análisis de estabilidad del diseño del depósito de desmonte de mina "Magistral Centro", se ha utilizado el programa de cómputo SLIDE, basado en el método de equilibrio límite de Bishop Simplificado (1955) para determinar el mecanismo de falla circular y no circular críticos. Este programa emplea un método determinístico de búsqueda para obtener el mecanismo de falla circular y no circular con el menor factor de seguridad.

a) Condiciones de Estabilidad Analizadas

Se analizó la estabilidad de una sección geotécnica representativa A-A y su cimentación, correspondiente a la mayor altura y pendiente de talud, para las condiciones siguientes: a.1) estabilidad estática sin formación de una superficie freática; a.2) estabilidad pseudoestática del caso anterior utilizando un coeficiente sísmico de k = 0.16, congruente con la sismicidad de la zona.

Los análisis de estabilidad se realizaron en esfuerzos efectivos (c´, φ´) sin formación de una superficie freática, dado que el cuerpo del depósito es de permeabilidad relativamente alta.

b) Resultados Obtenidos

En las Gráficas 01 a 04 del Anexo N° 4 se presentan las salidas del programa SLIDE que justifican los análisis de estabilidad realizados. Dichas salidas contienen información de la geometría de la sección geotécnica representativa A-A analizada, propiedades geotécnicas de los materiales y ubicación de la superficie de falla circular y no circular con el menor factor de seguridad. A continuación en la Tabla 7.1 se presenta un resumen de los resultados obtenidos. Los factores de seguridad obtenidos presentan valores mayores que los mínimos recomendados, tanto en condición estática y pseudoestática.

Tabla 7.1: Resultados de los Análisis de Estabilidad

Depósito de Desmonte de Mina "Magistral Centro"	Condición de Estabilidad	FS k = 0.00	FS k = 0.16
Sección Geotécnica Representativa A-A (Superficie de Falla Circular y No Circular)	A largo plazo sin formación de superficie freática: * Cota de Corona:	1.54	1.08
	4705.0 m.s.n.m. * Altura Máx. del Depósito: 67.5 metros * Pendiente de Taludes: 1.5 H: 1.0 V	1.59	1.14

7.3 ESTABILIDAD QUÍMICA DEL DEPÓSITO

La caracterización química comprendió la realización de ensayos de laboratorio con la finalidad de conocer sus propiedades y determinar las recomendaciones tendientes a asegurar su estabilidad química a largo plazo. A continuación, en la Tabla 7.2 se presenta un resumen de los resultados de ensayos de potencial neto de neutralización.

Tabla 7.2: Resultados de Ensayos de Potencial Neto de Neutralización

Muestra	рН	PA	PNN	PN	PN/PA
M1	8.70	27.50	206.50	235.95	8.58
M2	7.80	17.14	95.50	112.67	6.57
M3	8.20	14.08	84.30	108.95	7.74

Fuente: Dpto. Proyectos Unidad Minera Santander

Según los resultados presentados en la Tabla 7.2, se concluye que el desmonte de mina no será generador de drenaje ácido, por lo tanto posee estabilidad química a largo plazo.

CAPÍTULO VIII

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN

8.1 DISPOSICIONES GENERALES

Las presentes especificaciones técnicas contienen los requerimientos que deberán aplicarse para la construcción del depósito de desmonte de mina "Magistral Centro".

Las obras incluyen trabajos de movilización y desmovilización de equipos, remoción de la vegetación superficial, construcción de accesos, construcción del sistema de drenaje, así como la construcción del depósito de desmonte de mina.

Es intención de estas especificaciones utilizar el material de desmonte de mina proveniente de las labores subterráneas, así como material obtenido de áreas cercanas al emplazamiento del depósito sin procesamiento especial. La idoneidad de los materiales será sometida a la aprobación del ingeniero supervisor.

8.1.1 Discrepancias

Cuando exista discrepancia entre documentos, tales como estas especificaciones técnicas, planos de diseño y recomendaciones del fabricante, la Supervisión tomará la decisión final.

8.1.2 Mano de Obra

Todos los trabajos deberán realizarse de acuerdo a la mejor práctica reconocida para lograr una instalación apropiada y funcional que sea consistente con el propósito del proyecto.

El Contratista será responsable por la protección de todas las estructuras existentes en el área de trabajo y alrededor de la misma, incluyendo instalaciones construidas dentro del alcance actual de la obra. Cualquier daño a las instalaciones existentes causadas por el Contratista deberá ser reparada por éste, sin que esto ocasione un costo adicional para el Propietario.

Si se determina que el daño causado a las estructuras existentes fue causado por fuerzas extrañas que escapan al control del Contratista, el Contratista deberá reparar estas estructuras a un costo acordado con el Propietario.

8.1.3 Verificación de Dimensiones

El Contratista deberá verificar todas las dimensiones con anterioridad al inicio del trabajo y será responsable por cualquier error en el desarrollo del trabajo. Además, deberá regirse por un programa de obra de tal manera que se mantenga el avance convenido.

8.1.4 Topografía del Proyecto

La Supervisión deberá proporcionar al Contratista la ubicación de los puntos de control existentes para el control topográfico de la Obra, de manera que el trabajo propuesto se estructure adecuadamente con la información topográfica existente.

Será responsabilidad del Contratista obtener control horizontal y vertical adecuado que permitan la ubicación de puntos, límites, taludes y elevaciones como se muestran en los planos de diseño. Las dimensiones y elevaciones mostradas en los planos deben seguirse con exactitud y tendrán prioridad sobre las mediciones a escala. Si las dimensiones necesarias no están indicadas en los planos, no deberá realizarse ningún trabajo que pueda resultar afectado hasta que las dimensiones requeridas sean proporcionadas por la Supervisión.

El Contratista proporcionará controles adicionales de la topografía para el proyecto en forma de monumentos, hitos y puntos de referencia. El Contratista será responsable de colocar estacas de construcción y de la preservación adecuada de los puntos de control. La Supervisión deberá proporcionar un control suficiente de la topografía para elaborar los planos "as built" de todos los componentes del sistema. Si en opinión de la Supervisión, cualquier control de topografía ha sido alterado o destruido por el Contratista, ya sea por descuido o intencionalmente, el Contratista deberá asumir el gasto del reemplazo de tales puntos de control.

A pedido del Contratista, el Propietario deberá proporcionar documentación "as-built" de cualquier instalación que haya sido construida por el Propietario antes de la realización de la Obra. El Contratista deberá elaborar y proporcionar la documentación "as built" de la construcción finalizada de la Obra.

8.1.5 Movilización y Desmovilización

La movilización consistirá en el trabajo preparatorio y los trabajos necesarios para el traslado de personal, equipos, suministros y accesorios al lugar de la Obra, así como la instalación de oficinas y almacenes u otras instalaciones necesarias en el lugar de la Obra.

La desmovilización consistirá en el traslado de personal, equipos, edificaciones, suministros, materiales de desecho y accesorios fuera del lugar de la obra al término del contrato. Los materiales consistirán en materiales de construcción, equipos, edificaciones y herramientas transportadas a campo para realizar los trabajos del contrato. La desmovilización deberá incluir además la limpieza y restauración del lugar del proyecto y las áreas de estacionamiento y almacenamiento del contratista.

La movilización y desmovilización deberá incluir todos los aspectos necesarios para la culminación del proyecto, aunque no sean requeridos en estas especificaciones o en los planos de diseño. El Contratista deberá ceñirse a las normas y reglamentaciones de transporte del Propietario y de la Supervisión.

8.2 MOVIMIENTO DE TIERRAS

8.2.1 Generalidades

Los trabajos de movimiento de tierras que se describen en esta sección consiste en limpieza y desbroce, remoción de la vegetación superficial, suelos orgánicos, obtención de materiales de préstamo, mantenimiento de caminos de acceso temporales y permanentes y colocación de relleno estructural. El Contratista deberá emitir para su aprobación un listado del equipamiento propuesto para efectuar tales trabajos antes de iniciar la construcción.

8.2.2 Áreas de Préstamo y Excavaciones

El material que se necesitará para construir el depósito de desmonte de mina, accesos o para realizar otra actividad relativa al movimiento de tierras será producto de la excavación del subsuelo y áreas cercanas al emplazamiento del depósito de desmonte de mina. La Supervisión deberá decidir si los materiales son adecuados; mientras que el Contratista será el responsable de obtenerlos desde las áreas de préstamo y transportarlos a la ubicación requerida.

El Contratista deberá mantener la estabilidad de los taludes de corte y aquellos que la Supervisión considere inestables deberán ser perfilados nuevamente para proporcionar estabilidad sin costo para el Propietario. En la medida de lo posible, en todas las áreas de préstamo se deberá proceder al corte durante el turno de día.

Se definirá como áreas de préstamos y excavaciones permanentes a aquellas que permanezcan abiertas por más de un mes. A menos que se indique de otro modo en los planos de construcción o en estas especificaciones, todas las excavaciones permanentes y los taludes de relleno se deberán llevar a un talud no más empinado de 1.5H : 1.0V en suelo o roca altamente meteorizada y 1.0H : 1.0V, para excavaciones en roca firme.

La construcción del depósito de desmonte de mina, podría generar un exceso de materiales de excavación. Los materiales excedentes deberán ser removidos y colocados en áreas designadas por la Supervisión.

8.2.3 Limpieza y Desbroce

En todas las áreas que recibirán relleno, o que se utilizarán como material de préstamo se deberá realizar la limpieza y desbroce de las mismas. La Supervisión determinará la extensión de estas actividades.

La limpieza consistirá en cortar arbustos, hasta llegar al nivel aproximado del suelo y depositar el material retirado en el lugar que determine la Supervisión. El desbroce consiste en remover y eliminar toda la vegetación, las raíces y los elementos orgánicos.

Los materiales extraídos durante estas etapas de limpieza y desbroce deberán apilarse o depositarse en áreas aprobadas por la Supervisión.

8.2.4 Construcción del Dique de Arranque

El dique de arranque en el pie del depósito de desmonte de mina, estará constituido por material de desmonte de mina compactado con paso de tractor o volquete cargado y que formará el pie del depósito con extensión desde la cota 4637.50 msnm hasta la cota 4650.00 msnm, tal como se muestra en el Plano P-03 del Anexo N° 7. El relleno estructural será compactado hasta obtener un grado de compactación mínimo del 95.0% del ensayo de compactación Proctor Estándar.

El dique de arranque se cimentará sobre conglomerado coluvial (GM) compactado. Donde existan suelos orgánicos o suelos arcillosos blandos, éstos se removerán y se reemplazarán con material de préstamo de la misma calidad que el conglomerado coluvial (GM).

8.3 TUBERÍAS DE SUBDRENAJE

Las tuberías de subdrenaje para los drenes franceses serán tuberías perforadas de HDPE ADS N-12 de pared doble, corrugada exteriormente y lisa interiormente, u otra similar aprobada y que cumpla con las especificaciones técnicas proporcionadas. El geotextil utilizado en los drenes franceses y drenes dentro del depósito será del tipo no tejido de 270 g/m2.

La colocación de las tuberías en los drenes franceses será de acuerdo a lo mostrado en los planos.

8.4 CONCRETO

8.4.1 Descripción y Colocación

Se deberá preparar el concreto con cemento portland tipo V. La resistencia mínima a la compresión no confinada del concreto a los 28 días será, f \dot{c} = 175 kg / cm².

Con el objeto de mejorar la trabajabilidad e incrementar la resistencia a los ciclos de congelamiento y deshielo del concreto, deberá utilizarse un aditivo incorporador de aire de acuerdo a las especificaciones del fabricante.

El contratista deberá presentar su diseño de mezcla o dosificaciones con los agregados a utilizar para producir un concreto que satisfaga las exigencias estipuladas. Se recomienda obtener una resistencia superior en 20.0 % de la resistencia especificada.

Se asume que el concreto será preparado con utilización de una mezcladora y será compactado mediante vibración. La vibración se aplicará en forma continua durante el llenado con vibradores de inmersión.

8.4.2 Encofrado y Desencofrado

Los encofrados deberán diseñarse para las presiones esperadas, así como para el tiempo de llenado.

Los encofrados deberán estar alineados, nivelados y reforzados, de tal manera que resistan el peso del concreto durante su colocación sin cambiar de forma ni de posición. Se tendrá cuidado de que las juntas entre tablas no dejen pasar mortero durante el vaciado.

Se aplicará lubricantes a la cara en contacto con el concreto antes del llenado, con el objeto de facilitar el desencofrado y evitar el descascaramiento de la superficie del concreto.

8.4.3 Curado

Se recomienda mantener el curado del concreto por encima de los 10 grados Celsius, como mínimo durante los 10 primeros días después del vaciado, con el objeto de evitar agrietamientos por contracción. Se utilizarán coberturas de yute, constantemente humedecidas.

CAPÍTULO IX

MANUAL DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN (CQA)

9.1 GENERALIDADES

El objetivo de un manual de control de calidad es lograr que durante la construcción se utilicen suministros y materiales idóneos y se apliquen procedimientos de construcción apropiados, tal que el proyecto se desarrolle de acuerdo con las especificaciones técnicas y planos de diseño.

Adicionalmente, el objetivo de un manual de control de calidad es permitir un entendimiento rápido, desde el punto de vista técnico, entre las partes involucradas en el desarrollo del proyecto: vendedor, propietario, supervisor y contratista.

El proyecto comprende las actividades principales siguientes: movimiento de tierras, construcción del dique de arranque, disposición de desmonte de mina y construcción del sistema de drenaje superficial.

9.2 MOVIMIENTO DE TIERRAS

9.2.1 Dique de Arranque

El dique de arranque en el pie del depósito de desmonte de mina, estará constituido por material de desmonte de mina compactado con paso de tractor o volquete cargado y que formará el pie del depósito con extensión desde la cota 4637.50 m.s.n.m. hasta la cota 4650.00 m.s.n.m., tal como se muestra en el Plano P-03 del Anexo N° 7. El relleno estructural será compactado hasta obtener un grado de compactación mínimo del 95.0% del ensayo de compactación Proctor Estándar.

El contratista preparará el terreno para la cimentación del dique de arranque, sobre conglomerado coluvial (GM) compactado, en los niveles establecidos en los planos. Donde existan suelos orgánicos o suelos arcillosos blandos, éstos se removerán y se reemplazarán con material de préstamo de la misma calidad que el conglomerado coluvial (GM). El material eliminado será transportado y apilado en áreas que indique la supervisión.

9.2.2 Disposición de Desmonte de Mina

El contratista preparará el terreno para la cimentación del depósito de desmonte de mina en los niveles establecidos en los planos y se eliminará el suelo orgánico y suelos blandos o material que no sea apropiado y lo reemplazará con material de préstamo (GM) compactado. El material eliminado será transportado y apilado en áreas que indique la supervisión.

9.2.3 Sistema de Drenaje Superficial

El concreto para la construcción de los canales, cunetas, canal rápida, caja receptora, poza disipadora y poza de sedimentación y neutralización, deberá prepararse para obtener una resistencia a la compresión no confinada a los 28 días de, f'c=175.0 kg/cm².

El contratista presentará el diseño de mezcla de concreto o dosificaciones en base a los materiales de la zona (canteras). Se recomienda obtener una resistencia superior en 20.0 % de la resistencia especificada.

El control de calidad del concreto se realizará mediante el control tanto de la consistencia como de la resistencia. La consistencia deberá controlarse por lo menos una vez al día en horas de vaciado o cuando por apreciación visual se verifique que la mezcla no cumple con los criterios de trabajabilidad. Para las estructuras anteriormente mencionadas se recomienda un asentamiento o "slump" mínimo de 2.0 cm y máximo de 8.0 cm. La resistencia del concreto se controlará mediante la preparación de probetas cilíndricas de concreto fresco y rotura de las mismas cada 50 m³ de concreto colocado.

9.2.4 Sistema de Subdrenaje

Una vez preparado el terreno con eliminación de las áreas con material inapropiado (orgánico o arcilloso blando) y excavado al nivel especificado en planos, se procederá con la excavación de zanjas para los drenes franceses. Posteriormente, se procederá con la colocación del geotextil, materiales y tuberías de subdrenaje, tal como se indica en los planos.

Durante la instalación, se revisarán los geosintéticos con el objeto de detectar elementos dañados o empalmes defectuosos y serán reemplazados o corregidos antes de proceder al cubrimiento con el geotextil.

CAPÍTULO X

MANUAL DE OPERACIONES Y MANEJO DE CONTINGENCIAS

10.1 MANUAL DE OPERACIONES

El presente Manual de Operaciones que se aplicará al manejo y desempeño del depósito de desmonte de mina, comprende:

- 10.1.1 Disposición de Desmonte de Mina
- 10.1.2 Manejo del Sistema de Drenaje Pluvial
- 10.1.3 Manejo del Sistema de Subdrenaje

10.1.1 Disposición de Desmonte de Mina

a) Aspectos Constructivos

Dado que el vertido del desmonte de mina será realizado mediante volquetes, el desmonte deberá depositarse a una distancia no menor de 3.0 metros del borde de la plataforma, empujándolo posteriormente con tractor para mejorar la estabilidad del talud.

El recrecimiento de la plataforma debe realizarse de forma homogénea, por capas horizontales no superiores a un metro, o según lo previsto en el método de compactación si éste resulta necesario.

La descarga del material de desmonte de mina deberá realizarse formando bancos de no más de 15.0 metros de altura. El desmonte de mina será depositado formando talud, tal que la pendiente máxima no sea mayor que 1.5H: 1.0V.

La siguiente capa de desmonte de mina será colocada a una distancia de la cresta formando un banco cuyo ancho permita conseguir un talud global correspondiente a una inclinación de 2.0H : 1.0V. El ancho mínimo de banqueta será de 8.0 metros.

No se deberá permitir la descarga del desmonte formando un solo talud. Esta práctica podría llevar a la ocurrencia de fallas o deslizamientos localizados, implicando un riesgo a los operadores y equipos de transporte.

Cuando aparezcan esporádicamente elementos finos o arcillosos dentro del desmonte, se evitará verterlos en zonas deprimidas, ya que al cortar el drenaje vertical en estas zonas de mayor acumulación de agua infiltrada, el flujo hacia los taludes puede crear problemas de estabilidad.

b) Medidas de Seguridad

Durante la construcción del depósito de desmonte de mina deberán prevenirse accidentes frecuentes, tales como:

- * Rodadura de bloques a grandes distancias ladera abajo, llegando a afectar a personas que circulan por el área, canales, carreteras, servicios, etc.
- * Choque de equipos por maniobras mal coordinadas o insuficientes plataformas de trabajo.

* Problemas de movilidad de equipos trabajando sobre taludes, zonas blandas, etc.

En ningún caso se deberán excavar zanjas a menos de 3.0 metros del pie final del depósito o a menos de 1.50 veces el espesor del suelo susceptible de fluencia.

Deberá evitarse el paso de conducciones de agua o drenaje sobre los desmontes de mina, ya que la rotura de la conducción podrá provocar la saturación del material y el deslizamiento del mismo.

c) Impacto Ambiental

Con el objeto de evitar el drenaje ácido del material de desmonte de mina, éste deberá colocarse en el interior del cuerpo de depósito y cubrirse con desmonte no generador de drenaje ácido o material de préstamo inerte.

Respecto a la generación de polvo en épocas de estiaje, podrá ser necesario regar periódicamente el depósito para evitar la excesiva desecación del desmonte.

Obviamente, que el depósito producirá un impacto negativo del tipo visual y paisajístico, por lo que serán necesarias actividades posteriores para el abandono o cierre del depósito.

10.1.2 Manejo del Sistema de Drenaje Pluvial

El sistema de drenaje pluvial estará constituido por canales perimetrales de concreto y estructuras conexas, así como canales de drenaje en el pie de los taludes del depósito con descarga hacia la poza de sedimentación y neutralización para su posterior descarga al drenaje natural, aguas abajo del depósito. Estas estructuras deberán mantenerse en operación durante la vida útil del depósito.

Es de importancia la inspección y mantenimiento de las estructuras de drenaje contempladas en el diseño antes de la época de lluvias.

10.1.3 Manejo del Sistema de Subdrenaje

El sistema de subdrenaje del depósito de desmonte de mina captará las aguas provenientes de posibles filtraciones a través del depósito.

Para evacuar las aguas subterráneas, el sistema de subdrenaje estará conformado por drenes colectores constituidos por tuberías perforadas de HDPE de 200 mm de diámetro. Asimismo, las aguas captadas serán descargadas aguas abajo del depósito, en una poza de sedimentación y neutralización, desde donde se conducirá al drenaje natural.

Se ha contemplado que el sistema de subdrenaje continúe hasta después de la vida operativa del depósito. Este sistema de subdrenaje facilitará abatir la superficie freática, producto de la infiltración de las aguas de lluvia.

10.2 MANEJO DE CONTINGENCIAS

Las contingencias detectadas son:

10.2.1 Sismos

10.2.2 Lluvias Extraordinarias

10.2.1 Sismos

Durante un sismo severo se deben suspender las operaciones en el depósito de desmonte de mina durante tres horas después de sucedido el evento. El objetivo

es esperar la liberación de las posibles sobrepresiones de poros generadas en el depósito durante el sismo. Este tiempo es crítico en la estabilidad del depósito.

Se realizarán mediciones de los puntos de monitoreo geotécnico, con el objeto de detectar la magnitud del desplazamiento o corrimiento de los taludes del depósito de desmonte de mina. Es importante el monitoreo en el tiempo con el objeto de concluir la detención del movimiento o su progreso. Cuando exista progreso del movimiento, se tomarán medidas estabilizadoras.

10.2.2 Lluvia Extraordinaria

Durante la ocurrencia de una lluvia extraordinaria se deben suspender las operaciones en el depósito de desmonte de mina hasta que el evento haya cesado y se hayan restablecido las condiciones de transitabilidad.

Antes de la temporada de lluvias, se verificará el estado de los accesos que pueden ser afectados por este fenómeno, así como el estado de los cauces y taludes. Se realizarán los trabajos de prevención necesarios para reducir estos riesgos.

CAPÍTULO XI

ESTACIONES DE CONTROL

11.1 PUNTOS DE MONITOREO AMBIENTAL (AGUA Y AIRE)

El depósito deberá proporcionar almacenamiento seguro del desmonte de mina durante y después de la operación.

11.1.1 Monitoreo de Agua

El agua presente en la operación del depósito de desmonte de mina "Magistral Centro" tendrá como fuente principal el agua de escorrentía superficial y filtraciones.

Se establecerá como único punto de control la poza de sedimentación, ubicado aguas abajo del depósito. Esta poza forma parte del sistema de drenaje pluvial instalado en el pie de los taludes del depósito de desmonte de mina, el cual tiene como función captar las aguas debido a las precipitaciones.

Igualmente, se recomienda monitorear el agua en todos los puntos establecidos en el EIA para la concesión. Los parámetros para la evaluación de la calidad del agua serán de acuerdo a lo estipulado en el Decreto Supremo Nº 010-2010-MINAM, donde se establecen los Límites Máximos Permisibles para la descarga de Efluentes Líquidos de Actividades Minero - Metalúrgicas.

Tabla 11.1: Frecuencia de Monitoreo de cada Parámetro

Parámetro	Frecuencia Muestreo	Frecuencia Análisis	Frecuencia Reporte
pH, caudal, conductividad, temperatura y oxígeno disuelto	Semestral	Semestral	Anual
Sólidos en suspensión y metales	Semestral	Semestral	Anual

A continuación en la Tabla 11.2 se presentan las coordenadas del punto de monitoreo de aguas, correspondiente al sistema de drenaje pluvial instalado en el pie de los taludes del depósito de desmonte de mina.

Tabla 11.2: Ubicación del Punto de Monitoreo de Agua

Punto de	Coordenadas (UTM PSAD-56)		
Monitoreo	Norte	Este	
PM1	8 764 182.57	333 652.69	

11.1.2 Monitoreo de Aire

Se recomienda realizar el monitoreo de aire para toda el área de la concesión y no específicamente para el depósito de desmonte de mina "Magistral Centro". El monitoreo se realizará de acuerdo a lo estipulado en el Decreto Supremo 016-93-EM, donde se establece el Protocolo de Calidad del Aire y Emisiones.

Si los resultados sobrepasan los estándares de calidad de aire, se deberán tomar medidas correctivas y evaluar la posibilidad del regado superficial del depósito.

11.2 PUNTOS DE MONITOREO GEOTÉCNICO

El depósito deberá proporcionar almacenamiento seguro del desmonte de mina durante y después de la operación. Los taludes deben ser seguros contra falla catastrófica debido a la exposición a sismos esperados en el sitio.

11.2.1 Puntos de Monitoreo de Movimientos

Con el objeto de monitorear movimientos o desplazamientos en el cuerpo del depósito de desmonte de mina, se recomienda hacer controles con respecto a los dos hitos de concreto instalados. El control del asentamiento o movimiento de los hitos será mediante control topográfico desde puntos de referencia estables con utilización de una estación total. La ubicación de los hitos de concreto en la corona del depósito de desmonte de mina se presenta a continuación en la Tabla 11.3.

Tabla 11.3: Puntos de Monitoreo de Movimientos

Punto	Ubicación	Coordenadas (Cota		
Pullo	Oblicacion	Norte	Este	(m.s.n.m.)	
PC-1	Corona del Depósito	8 764 341.00	333 671.00	4 705.00	
PC-2	Corona del Depósito	8 764 290.00	333 771.00	4 705.00	

Donde:

PC-1: Punto de control topográfico

11.3 CONTROL DE INSTRUMENTACIÓN

11.3.1 Instrumentación Geotécnica

La instrumentación geotécnica para el depósito de desmonte de mina "Magistral Centro", consistirá en la colocación de hitos de concreto para control de movimientos.

a) Hitos de Concreto

Los hitos son bases de concreto armado y de altura variable, empotrados en la corona del depósito de desmonte de mina, sobre los que se podrán colocar prismas o equipos de topografía para efectuar mediciones.

a.1) Frecuencia de Monitoreo

La frecuencia de monitoreo de movimientos será mensualmente en época de estiaje y quincenalmente en época de lluvias. Se tomará una medición base, que permita medir los desplazamientos en X, Y y Z.

Se recomienda confeccionar formatos de monitoreo, con el objeto de tener la información ordenada en el tiempo.

a.2) Procedimiento de Monitoreo

Para el procedimiento de monitoreo de los hitos de control topográfico, se dispondrá de una estación total la cual se ubicará en los puntos de control y en los hitos de control se ubicaran prismas, a partir de los cuales se medirán las coordenadas X, Y y Z, y los ángulos con el método de reiteración, que permitirá

aumentar la precisión de la medición al subdividir el error de lectura y reducir el efecto de posibles errores residuales de la graduación del instrumento.

Se elaborarán curvas que permitan evaluar la evolución de los desplazamientos.

a.3) Equipo a Emplear

Para el control de movimientos se recomienda utilizar una estación total y accesorios.

a.4) Ubicación

La ubicación de los hitos de concreto armado será en la corona del depósito de desmonte de mina "Magistral Centro", cuyas coordenadas se presentan a continuación en la Tabla 11.4:

Tabla 11.4: Ubicación de Hitos para Control de Movimientos

Hito	Coordenadas (UTM PSAD-56)	Cota				
Hito	Norte	Este	(m.s.n.m.)				
PC-1	8 764 341.00	333 671.00	4 705.00				
PC-2	8 764 290.00	333 771.00	4 705.00				

Donde:

PC-1: Punto de control topográfico

CONCLUSIONES

- ➤ El depósito de desmonte de mina "Magistral Centro" tendrá una extensión superficial de aproximadamente 53 980 m², donde se almacenará un volumen estimado de 1100000 m³.
- ➤ La altura del depósito de desmonte de mina será de aproximadamente 67.5 m, comprendida desde su pie (4 637.5 m.s.n.m.) hasta la corona (4 705.0 m.s.n.m.). El crecimiento del depósito será a partir de un dique de arranque, con formación de tres banquetas de 8 m de ancho y altura de taludes de 15 m y 20 m. La pendiente de los taludes será de 1.5 H : 1.0 V.
- ➤ El dique de arranque estará constituido por material de desmonte de mina compactado y formará el pie del depósito con extensión desde la cota 4637.50 msnm hasta la cota 4650.00 msnm, con pendiente de talud 1.5 H : 1.0 V y cimentado sobre conglomerado coluvial (GM) compactado.
- Los taludes considerados después de la construcción del depósito de desmonte de mina "Magistral Centro" serán estables para las condiciones de estabilidad especificadas: a.1) estabilidad estática a largo plazo sin formación de una superficie freática, a.2) estabilidad pseudoestática del caso anterior utilizando

un coeficiente sísmico, k = 0.16, congruente con la sismicidad de la zona. Se excluyen taludes empinados de pequeña altura correspondientes a áreas localizadas, los cuales se tenderán mediante corte y relleno.

- Se ha elegido para los análisis de estabilidad del depósito la sección geotécnica representativa A-A, correspondiente a la sección de máxima pendiente y mayor altura de talud.
- Los mecanismos de falla obtenidos corresponden a movimientos que involucran volúmenes significativos de masa. No se han considerado mecanismos de fallas superficiales de poco volumen, casi tangentes a la cara del talud, ni taludes empinados de pequeña altura correspondientes a áreas localizadas.
- Los parámetros de resistencia cortante de los materiales constituyentes del depósito y su cimentación fueron obtenidos a partir de ensayos estándar de mecánica de suelos y sondajes in situ mediante cono dinámico de Peck. Adicionalmente, los parámetros de resistencia asignados fueron obtenidos a partir de la comparación con materiales similares de igual clasificación y obtenidos de ensayos de corte triaxial (Leps, 1970; Marsal, 1973). Este procedimiento es aceptado en la práctica de la ingeniería geotécnica.
- Dado que el depósito de desmonte de mina ha sido diseñado anticipadamente, se asume que éste no presentará signos de inestabilidad, tales como grietas de tensión, escarpas o abultamientos en el pie de talud, y que no estará sometido a ninguna sobrecarga, excepto su peso propio.

- Para el caso de un sismo severo, un escenario poco probable pero posible, es la ocurrencia de deformaciones, las cuales no representan un riesgo para la estabilidad del depósito por las razones siguientes:
 - Ganancia de resistencia en el tiempo por consolidación y efecto físicoquímico.
 - La estructura no soportará ninguna sobrecarga, excepto su peso propio.
- Para asegurar la estabilidad hidrológica a largo plazo del depósito de desmonte de mina "Magistral Centro", se debe implementar un sistema de drenaje perimetral, que capture la totalidad de la escorrentía superficial por lluvias y lo conduzca, en su mayor parte, hacia el drenaje natural existente.
- Para la estabilidad hidrológica del depósito de desmonte de mina se ha previsto como medidas preventivas la incorporación de dos sistemas adicionales de drenaje, el primero en la parte superior del depósito, que drenará al sistema principal y el segundo un sistema de subdrenaje, que tendrá la función de captar la posible infiltración que se produzca en el área del depósito. Este sistema de subdrenaje será del tipo espina de pescado drenando mediante drenes franceses con tubería de subdrenaje perforada y de pared doble, lisa interiormente y corrugada exteriormente de HDPE de 200 mm de diámetro. Las aguas del subdrenaje y drenaje superficial serán captadas en dos pozas sedimentadoras independientes, donde además se monitoreará la calidad del agua.

RECOMENDACIONES

- Todos los trabajos deberán realizarse de acuerdo a la mejor práctica reconocida, para lograr una instalación apropiada y funcional que sea consistente con el propósito del proyecto.
- El Contratista deberá verificar todas las dimensiones con anterioridad al inicio del trabajo y será responsable por cualquier error en el desarrollo del trabajo.
- La Supervisión deberá proporcionar al Contratista la ubicación de los puntos de control existentes para el control topográfico de la Obra, de manera que el trabajo propuesto se estructure adecuadamente con la información topográfica existente.
- Todas las excavaciones permanentes y los taludes de relleno se deberán llevar a un talud no más empinado de 1.5H : 1.0V en suelo o roca altamente meteorizada y 1.0H : 1.0V, para excavaciones en roca firme.
- La construcción del depósito de desmonte de mina, podría generar un exceso de materiales de excavación. Los materiales excedentes deberán ser removidos y colocados en áreas designadas por la Supervisión.

- En todas las áreas que recibirán relleno, o que se utilizarán como material de préstamo se deberá realizar la limpieza y desbroce de las mismas.
- ➤ El dique de arranque se cimentará sobre conglomerado coluvial (GM) compactado. Donde existan suelos orgánicos o suelos arcillosos blandos, éstos se removerán y se reemplazarán con material de préstamo.
- Dado que el vertido del desmonte de mina será realizado mediante volquetes, el desmonte deberá depositarse a una distancia no menor de 3.0 metros del borde de la plataforma, empujándolo posteriormente con tractor para mejorar la estabilidad del talud.
- La descarga del material de desmonte de mina deberá realizarse formando bancos de no más de 15.0 metros de altura. El desmonte de mina será depositado formando talud, tal que la pendiente máxima no sea mayor que 1.5H: 1.0V.
- No se deberá permitir la descarga del desmonte formando un solo talud. Esta práctica podría llevar a la ocurrencia de fallas o deslizamientos localizados, implicando un riesgo a los operadores y equipos de transporte.
- Respecto a la generación de polvo en épocas de estiaje, podrá ser necesario regar periódicamente el depósito para evitar la excesiva desecación del desmonte.

Es de importancia la inspección y mantenimiento de las estructuras de drenaje contempladas en el diseño antes de la época de lluvias.

BIBLIOGRAFÍA

- ALVA HURTADO, J. E.; MENESES, J. y GUZMÁN, V. Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas Observadas en el Perú, V Congreso Nacional en Ingeniería Civil, Tacna, Perú, 1984.
- APARICIO MIJARES, F.J. Fundamentos de Hidrología de Superficie, Limusa, México D.F., México, 1989.
- AYALA CARCEDO, F.J. et al. Manual Para el Diseño y Construcción de Escombreras y Presas de Residuos Mineros, Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 1986.
- BISHOP, A.W. The Use of the Slip Circle in the Stability Analysis of Slopes, Geotechnique, 1955, Vol. V, No.1, pp. 7-17.
- CASTILLO, J. y ALVA, J. Peligro Sísmico en el Perú, VII Congreso Nacional de Mecánica de Suelos e Ingeniería de Cimentaciones, Lima, Perú, 1993.
- CISMID. Manual de Protección de Taludes. Publicado por la Asociación de Carreteras del Japón, Serie de Trabajos de Tierra en Carreteras. Tokio, Japón, Mayo 1984.
- Dick, S. and G. Peschke. Grundlagen der Hydrologie, THU Dresden, RFA, 1982.
- DIVISION OF SAFETY OF DAMS. Guidelines for the Design and Construction of Small Embankments Dams, California Department of Water Resources, Sacramento, California, U.S.A., 1977.

- DUNCAN, J.M. and WRIGHT, S.G. Soil Strength and Slope Stability", John Wiley & Sons, Inc, 2005.
- UNITED STATES DEPARTMENT OF THE INTERIOR. Earth Manual, Bureau of Reclamation, Denver, Colorado, U.S.A., 1968.
- HCANALES versión 2.0. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Departamento de Ingeniería Agrícola, programa desarrollado por Máximo Villón Béjar, 1994.
- HYNES, M.E. and FRANKLIN, A.G. Rationalizing the seismic coefficient method, Miscellaneous Paper GL-84-13, U.S. Army Corps of Engineers Waterways Experiment Station, Vicksburg, Mississippi, 1984, 21pp.
- INGEMMET. Geología de los Cuadrángulos de Barranca, Ambar, Oyón Huacho, Huaral y Canta (23-j), Boletín Nº 26, Serie A, David Dávila M., 1973.
- ISO 22476-2:2005, Geotechnical Investigation and Testing-Field Testing Part 2: Dynamic Probing.
- KIRPICH, Z.P. Time of Concentration of Small Agricultural Watershed. ASCE Civil Engineers, 1940.
- KRUIZINGA, J. SPT-CPT Correlations, Proceedings of the Second European Symposium on Penetration Testing, Amsterdam, 1982, Vol.1, pages 91-94.
- KULHAWY, F.H. and MAYNE, P.W. Manual on Estimating Soil Properties for Foundation Design, Report EL-6800, Electric Power Research Institute, Palo Alto, 1990, 306 pp.
- LAMBE T.W. and WHITMAN R.V. Soil Mechanics, John Wiley, New York, 1969.
- LEPS, T.M. Review of Shearing Strength of Rockfill, American Society of Civil Engineers, Proceedings, 1970, Vol. 96, No. SM4, pp. 1159-1170.
- MARSAL, R.J. Mechanical Properties of Rockfill, In Embankment Dam Engineering, Casagrande Volume, pages 109-200, John Wiley & Sons, New York, 1973.

- PERÚ. MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS. Guía para la Elaboración de Planes de Cierre de Minas, Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros, Lima, 2006.
- PERÚ. MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS. Guía Ambiental para la Estabilidad de Taludes de Depósitos de Residuos Sólidos Provenientes de Actividades Mineras, Dirección General de Asuntos Ambientales, Volumen XVI, Lima, 1998.
- PERÚ. MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS. Guía para Elaborar Programas de Adecuación y Manejo Ambiental, Dirección General de Asuntos Ambientales, Volumen VI, Lima, 1998.
- PERÚ. MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS. Guía Ambiental para el Manejo de Drenaje Ácido de Minas, Dirección General de Asuntos Ambientales, Volumen VIII, Lima, 1993.
- MUROMACHI, T. Cone Penetration Testing in Japan, Proc ASCE Nat. Convention: Penetration Testing and Experience, St. Louis, 49-75, 1981.
- RNE. Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma Técnica de Edificación E.030: Diseño Sismo Resistente, 2006.
- SANGLERAT, G. The Penetrometer and Soil Exploration, Elsevier Scientific Publishing Company Inc., New York, 1972.
- SLIDE ver 5.0, Rocscience Inc, Toronto, Canada.
- WASCHKOWSKI, E. Dynamic Probing and Site Investigation, Proceedings of the Second European Symposium on Penetration Testing, Amsterdam, 1982, Vol. 1, pages 363-368.
- VEN TE CHOW; MAIDMENT D. y MAYS L., Hidrología Aplicada, Editorial McGraw-Hill, México, 1994.
- VEN TE CHOW, Hidráulica de los Canales Abiertos, Editorial Diana, México D.F., 1983.

ANEXOS

ANEXO N°1: FIGURAS

ANEXO N°2: REGISTROS DE CALICATAS Y SONDAJES

ANEXO N°3: RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ANEXO N°4: RESULTADOS DE ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

ANEXO N°5: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

ANEXO N°6: FOTOGRAFÍAS

ANEXO N°7: PLANOS

ANEXO N°1 FIGURAS

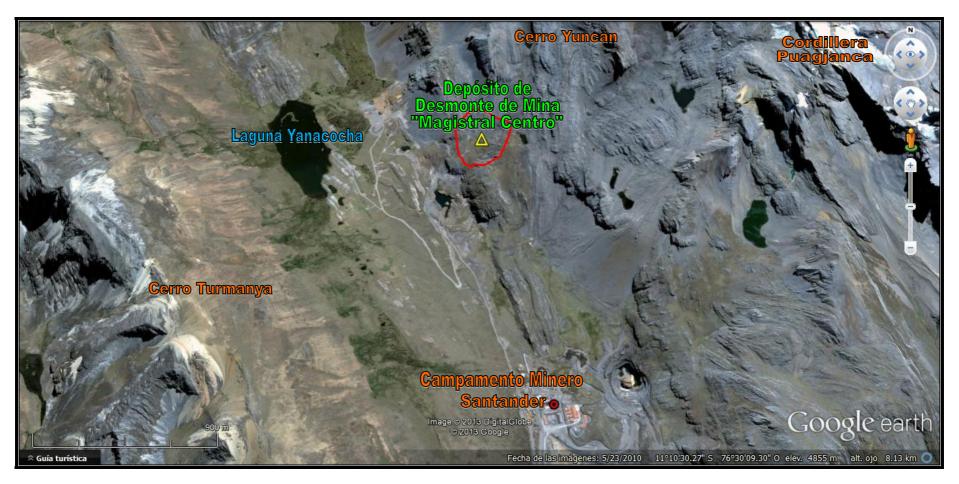


Figura 01: Vista Satelital Mostrando el Área donde se Construirá el Depósito de Desmonte de Mina "Magistral Centro", Ubicado en la Unidad Minera Santander, Distrito de Santa Cruz de Andamarca, Provincia de Huaral, Departamento de Lima.

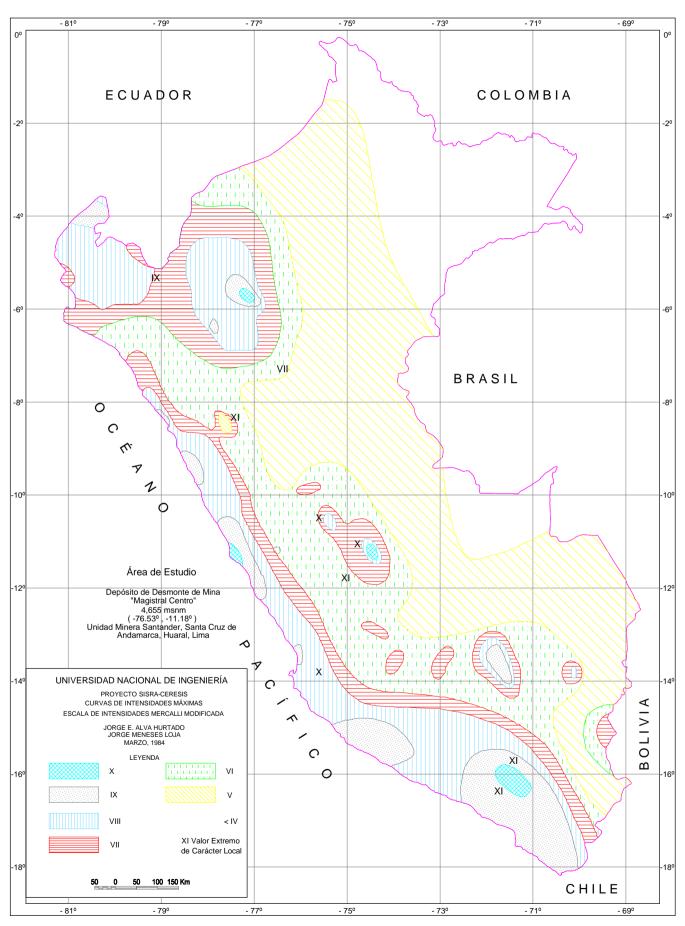


Figura 02: Mapa de Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas (Alva et al, 1984)

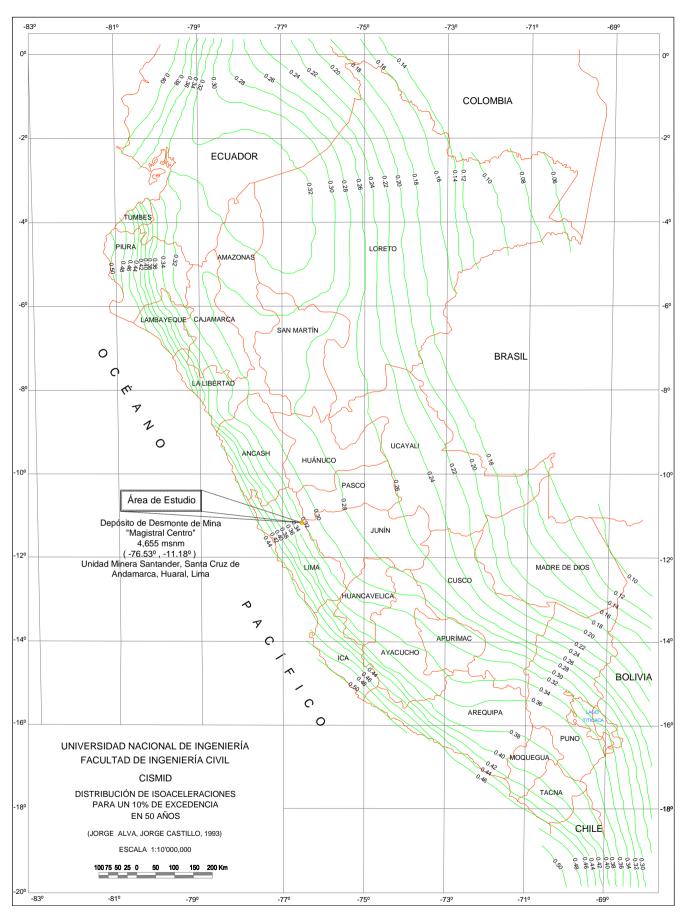


Figura 03: Isocontornos de Aceleración Máxima para un Período de Retorno de 475 años (Castillo y Alva, 1993)

ANEXO N°2 REGISTROS DE CALICATAS Y SONDAJES

Solicitante : EMPRESA MINERA LOS QUENUALES S.A. Operador : Téc. Gilbert Valencia A. Proyecto : Diseño del Depósito de Desmonte de Mina Revisado : Ing. Jorge Díaz C. "Magistral Centro" Fecha : 14 de Enero del 2011

Ubicación : Unidad Minera Santander, Santa Cruz de Andamarca,

Huaral, Lima

Coordenadas : N 8 764 262 E 333 668

EXCAVACIÓN C-1 Cota Superficial : 4 649 m.s.n.m. Profundidad Total : 3.00 metros

Cimentación del Depósito Diámetro : 2.00 x 2.00 metros Profundidad N.F. : N.P.

PROFUNDIDAD (METROS)	TIPO DE EXCAVACIÓN	MUESTRAS OBTENIDAS		PRUEBAS SÍMBOLO DN. g/cm3 HN. %		DN, g/cm3 HN, %		DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CLASIFICACIÓN (SUCS)
		M-1	Div, genis	Thy, 70		Suelo Orgánico (OH) Condición in Situ: suelto, húmedo, color marrón oscuro.	ОН		
0.50 1.00 2.00	C A L I C A T A	M-2			8000 0 8000 0 8000 0	Grava Limosa con Arena y Cantos (GM): 36.30 % de grava fina a gruesa, 35.90 % de arena fina a gruesa, 27.80 % de finos plásticos. (L.L = 21.00 %; L.P.= 16.30 %) Condición in Situ: medianamente compacta a compacta, húmeda, color gris, con presencia de cantos angulosos de 0.10 a 0.30 metros en un 20.0 %. No presenta contenido de sales solubles totales.	GM		
4.00									

Solicitante : EMPRESA MINERA LOS QUENUALES S.A. Operador : Téc. Gilbert Valencia A. Proyecto : Diseño del Depósito de Desmonte de Mina Revisado : Ing. Jorge Díaz C. "Magistral Centro" Fecha : 14 de Enero del 2011

Ubicación : Unidad Minera Santander, Santa Cruz de Andamarca,

Huaral, Lima

Coordenadas : N 8 764 224 E 333 693

EXCAVACIÓN C-2 Cota Superficial : 4 644 m.s.n.m. Profundidad Total : 3.00 metros Cimentación del Depósito Diámetro : 1.50 x 2.00 metros Profundidad N.F. : N.P.

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL SIMBOLO DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL Suelo Orgánico (OFI)								
M-1	PROFUNDIDAD (METROS)	TIPO DE EXCAVACIÓN	MUESTRAS OBTENIDAS			SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CLASIFICACIÓN (SUCS)
C S S S S S S S S S S S S S S S S S S S	0.20		M-1	Ditt, genis	1111, 70			ОН
1.00 L M-2	0.30					8.0 A		
L M-2 State St		A						
T gain a gruesa, 27.80 % de finos plásticos. (L.L = 21.00 %) Condición in Situ: medianamente compacta a compacta, húmeda, color gris, con presencia de cantos angulosos de 0.10 a 0.30 metros en un 20.0 %. No presenta contenido de sales solubles totales. T gain de la contenido de sales solubles totales. A gain de la contenido de sales solubles totales. 3.00 4.00	_ 1.00		M-2			10000000000000000000000000000000000000	Grava Limosa con Arena y Cantos (GM): 36.30 % de grava fina a gruesa, 35.90 % de grava fina a gruesa, 37.80 % de finos plásticos (LL = 21.00 % LP = 16.30 %)	
C 1 1 1 1 1 1 1 1 1		I				84 0 0 84 0 0	rena fina a gruesa, 27.80 % de finos plásticos. (L.L = 21.00 %; L.P.= 16.30 %) ondición in Situ: medianamente compacta a compacta, húmeda, color gris, con resencia de cantos angulosos de 0.10 a 0.30 metros en un 20.0 %.	
T		С				9.0 0 0.00 0 0.00 0	No presenta contenido de sales solubles totales.	
- A 3.00 3.00 3.00 3.00 3.00 3.00 3.00 3.	2.00	A				71.01.0 0.01.01.0 0.01.01.0		
3.00 - 4.00 - 4.00		Т				0.0.0.0.1 0.0.0.0.1		
_ 4.00	_	A				0.0.0.0 0.0.0.0		
	3.00					8.0 .0		
	_							
	4.00							
	_							
	5.00							

Solicitante : EMPRESA MINERA LOS QUENUALES S.A. Operador : Téc. Gilbert Valencia A. Proyecto : Diseño del Depósito de Desmonte de Mina Revisado : Ing. Jorge Díaz C. "Magistral Centro" Fecha : 14 de Enero del 2011

Ubicación : Unidad Minera Santander, Santa Cruz de Andamarca,

Huaral, Lima

Coordenadas : N 8 764 310 E 333 677

EXCAVACIÓN C-3 Cota Superficial : 4 654 m.s.n.m. Profundidad Total : 3.00 metros Cimentación del Depósito Diámetro : 1.50 x 2.00 metros Profundidad N.F. : 2.20 metros

_			1	1				,
	PROFUNDIDAD (METROS)	TIPO DE EXCAVACIÓN	MUESTRAS OBTENIDAS	PRUI	EBAS	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CLASIFICACIÓN (SUCS)
f						//////		
_		С						
		A						
_	1.00	L						
			3.5.4					0.7.7
		I	M-1				Suelo Orgánico (OH) Condición in Situ: suelto, húmedo, color marrón oscuro.	ОН
		С						
_	2.00	A						
	2.20						Nivel Freático ∇	
		T					=	
		A						
	3.00							
	4.00							
F								
H								
H	5.00							
ᆫ		<u> </u>	L	<u> </u>	<u> </u>	1		

Solicitante : EMPRESA MINERA LOS QUENUALES S.A. Operador : Téc. Gilbert Valencia A.

Proyecto : Diseño del Depósito de Desmonte de Mina Revisado : Ing. Jorge Díaz C.

"Magistral Centro" Fecha : 14 de Enero del 2011

Ubicación : Unidad Minera Santander, Santa Cruz de Andamarca,

Huaral, Lima

Coordenadas : N 8 764 292 E 333 727

EXCAVACIÓN C-4 Cota Superficial : 4 659 m.s.n.m. Profundidad Total : 3.00 metros Cimentación del Depósito Diámetro : 2.50 x 2.00 metros Profundidad N.F. : N.P.

PROFUNDIDAD (METROS)	TIPO DE EXCAVACIÓN	MUESTRAS OBTENIDAS	PRUEBAS DN, g/cm3 HN,	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CLASIFICACIÓN (SUCS)
0.50	С	M-1			Suelo Orgánico (OH) Condición in Situ: suelto, húmedo, color marrón oscuro.	ОН
1.00	A L			\$ \$ \$ \$ \$ \$ \$ \$ \$		
	I C	M-2			presencia de cantos angulosos de 0.10 a 0.30 metros en un 20.0 %.	GM
2.00	A T A			\$ \$ \$ \$ \$ \$ \$ \$ \$ \$	No presenta contenido de sales solubles totales.	
3.00				100 100 100 100 100 100 100 100 100 100		
4.00						
5.00						

REGISTRO DE PERFORACIÓN

Solicitante : EMPRESA MINERA LOS QUENUALES S.A.

Proyecto : Diseño del Depósito de Desmonte de Mina Ing. Jorge Díaz C. Revisado Fecha Inicio 15 de Enero del 2011

"Magistral Centro"

: Ubicación : Unidad Minera Santander, Santa Cruz de Fecha Término 15 de Enero del 2011

Andamarca, Huaral, Lima

PD - 1

Coordenadas N 8 764 233.20 E 333 644.38

Cota superficial 4 643.00 m.s.n.m. Profundidad Total : 8.00 m. Diámetro de Testigo : 0.05 metros Profundidad N.F. : N.P.

PROFUNDIDAD (METROS)	Tramo	o (m)	RQD	PORCENTAJE DE RECUPERACIÓN	MUESTRAS	CLASIFICACIÓN (SUCS)	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	
	0.00	3.30			M-1	GM		Grava Limosa con Arena y Cantos (GM): 36.30 % de grava fina a gruesa, 35.90 % de arena fina a gruesa, 27.80 % de finos plásticos. (L.L = 21.00; L.P. = 16.30) Condición in Situ: suelta a medianamente compacta, húmeda, color gris, con presencia de cantos angulosos de 0.10 a 0.30 metros en un 20.0 %. No presenta contenido de sales solubles totales.	_ 1.00 _ 2.00 _ 3.00 _ 3.30
	3.30	8.00			M-2			Roca Caliza Condición in Situ: fracturada, color gris, Rock Mass Rating (RMR) = 60.	_ 4.00 _ 5.00 _ 6.00 _ 7.00
9.00									9.00

REGISTRO DE PERFORACIÓN

Fecha Inicio

: EMPRESA MINERA LOS QUENUALES S.A. Solicitante

: Diseño del Depósito de Desmonte de Mina Proyecto Revisado Ing. Jorge Díaz C. 15 de Enero del 2011

"Magistral Centro"

Ubicación : Unidad Minera Santander, Santa Cruz de Fecha Término 15 de Enero del 2011

Andamarca, Huaral, Lima

PD - 2

Coordenadas N 8 764 210 30 E 333 691 52

Cota superficial 4 641.00 m.s.n.m. Profundidad Total : 8.00 m. Diámetro de Testigo 0.05 metros Profundidad N.F. : N.P.

PROFUNDIDAD (METROS) PROFUNDIDAD (METROS) CLASIFICACIÓN PORCENTAJE DE RECUPERACIÓN MUESTRAS (SOCS) SÍMBOLO DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL RQD de a Grava Limosa con Arena y Cantos (GM): 41.90 % de grava fina a gruesa, 1.00 35.00 % de arena fina a gruesa, 23.10 % de finos plásticos. 1.00 0.00 2.75 M-1 GM (L.L = 20.00; L.P. = 15.10)Condición in Situ: suelta a medianamente compacta, húmeda, color gris, con presencia de cantos angulosos de 0.10 a 0.30 metros en un 20.0 %. No presenta contenido de sales solubles totales. 2.00 2.00 2.75 2.75 3.00 3.00 4.00 4.00 2.75 8.00 M-2 Roca Caliza 5.00 Condición in Situ: fracturada, color gris, Rock Mass Rating (RMR) = 60. 5.00 6.00 6.00 7.00 7.00 8.00 8.00 9.00 9.00 10.00 10.00

Ubicación : Unidad Minera Santander, Santa Cruz de Andamarca,

Huaral, Lima.

REGISTRO DE SONDAJE

SONDAJE N° S-1 Coordenadas : N 8 764 262 E 333 668

Cimentación del Depósito Cota Superficial : 4 649 m.s.n.m. Profundidad Total : 1.80 metros

Diámetro Cono : 1.25 pulgadas Profundidad N.F. : N.P.

							Diáme	etro Cono	: 1.25 pulgadas	Profund	lidad N.F. :	N.P.			
	PROFUNDIDAD	(METROS)	TIPO Y TAMAÑO DE SONDEO	FUNDA DE PROTECCIÓN	MUESTRAS OBTENIDAS	PRUEI CAI	BAS DE MPO	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CLASIFICACIÓN (SUCS)		K (Nro. de golp	I DINÁMIC es cada 0.10	A CON CO metros))NO
						D.N.	H.N.				Nro de Golpes P 0.10 0.10 0.10	or Tot. 0 10	GRAFIC 20 30 4	A DE Nd 0 50 6	30
			С								2 1	4			0.0
			O N O								1 1 3 10	14			
r	1.	.00	E P E C								14 16 12 7 12	42		>	1.0
L	1.3	.80	K								18 20 12	50			
F	2.	.00							Se encontró rechazo por presencia de cantos						2.0
L															
ŀ	3.	.00													3.0
ŀ															
L	4.	.00													4.0
L															
	5.	.00													5.0
L	6.	.00											. '		6.0

Ubicación : Unidad Minera Santander, Santa Cruz de Andamarca,

Huaral, Lima.

REGISTRO DE SONDAJE

SONDAJE N° S-2 Coordenadas : N 8 764 224 E 333 693

Cimentación del Depósito Cota Superficial : 4 644 m.s.n.m. Profundidad Total : 3.30 metros

Diámetro Cono : 1.25 pulgadas Profundidad N.F. : N.P.

						Diám	etro Cono	: 1.25 pulgadas	Profundidad N.F. : N.P.	
PROFUNDIDAD	(METROS)	TIPO Y TAMAÑO DE SONDEO	FUNDA DE PROTECCIÓN	MUESTRAS OBTENIDAS	PRUEI CAI	BAS DE MPO	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	PRUEBA DE PENETRACIÓN DINÁMICA CON CONO DE PECK (Nro. de golpes cada 0.10 metros))
					D.N.	H.N.			Nro de Golpes Por GRAFICA DE Nd 0.10 0.10 0.10 Tot. 0 10 20 30 40 50 60	0.0
_	.00	C O N O D E E							2 4 10 16 8 6 14 28 23 7 8 38 4 14 7 25 5 6 7 18 7 8 12 27	1.0
	.00	c K							9 12 11 32 12 14 14 14 15 16 16 16 16 16 16 16 16 16 16 16 16 16	3.0
_ 4	.00							Se encontró rechazo por presencia de cantos		4.0
_										5.0
5.	.00									5.0
6	.00									6.0

Ubicación : Unidad Minera Santander, Santa Cruz de Andamarca,

Huaral, Lima.

REGISTRO DE SONDAJE

SONDAJE N° S-3 Coordenadas : N 8 764 310.00 E 333 677

Cimentación del Depósito Cota Superficial : 4 654.00 m.s.n.m. Profundidad Total : 5.40 metros Diámetro Cono : 1.25 pulgadas Profundidad N.F. : 2.20 metros

									. 1.23 puigadas	Tioruna										
	PROFUNDIDAD	(METROS)	TIPO Y TAMAÑO DE SONDEO	FUNDA DE PROTECCIÓN	MUESTRAS OBTENIDAS	PRUEF CAI	BAS DE MPO	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CLASIFICACIÓN (SUCS)			DE P	ECK (Nro. de	golpes	cada 0	.10 me		
						D.N.	H.N.				0.10	ro de	Golpe	s Por	. 0	10 2	GRAI	FICA I	DE Nd 50	60
			С								1		1	1	4 1					0.0
	1.0	00	O N								1 1 2		1	1	3 •					1.0
_	2.0		0						Nivel Freático —		3	3	3		5	}				2.0
			D E								2	2	2	3	7	}				
_	3.0	00	Р								9)	1 5	4	6		•			3.0
_	4.0	00	E C								6	5	8		22		<i> </i>			4.0
			К								8	3	9	7 2	25		+			
	5.4										15	1	20	1 3			}			5.0
	6.0	00							Se encontró rechazo por presencia de cantos											6.0

Ubicación : Unidad Minera Santander, Santa Cruz de Andamarca,

Huaral, Lima.

REGISTRO DE SONDAJE

SONDAJE N° S-4 Coordenadas : N 8 764 292 E 333 727

Cimentación del Depósito Cota Superficial : 4 659 m.s.n.m. Profundidad Total : 3.00 metros

Diámetro Cono : 1.25 pulgadas Profundidad N.F. : N.P.

						Diame	etro Cono	: 1.25 pulgadas		lidad N.F. : N.P.
PROFUNDIDAD	(METROS) TIPO Y TAMAÑO	DE SONDEO	FUNDA DE PROTECCIÓN	MUESTRAS OBTENIDAS	PRUEI CAI	BAS DE MPO	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CLASIFICACIÓN (SUCS)	PRUEBA DE PENETRACIÓN DINÁMICA CON CONO DE PECK (Nro. de golpes cada 0.10 metros)
					D.N.	H.N.				Nro de Golpes Por GRAFICA DE Nd 0.10 0.10 Tot. 0 10 20 30 40 50 60
		С								1 4 4 9 7 7 7
1.0	00	O N O								7 21 7 8 22
		D								5 9 15 29 1 1 1 24
2.0	00	E P								15 9 4 28 6 7
_ 2.0		E C								7 20 5 7 8 20 7 8 20
3.0	00	К								7 13 27 10 18 22 50 3
								Se encontró rechazo por presencia de cantos		
_ 4.0	00									4
-										
_ 5.0	00									5
6.0	00									6

ANEXO N°3 RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

SOLICITANTE: EMPRESA MINERA LOS QUENUALES S.A.

PROYECTO : Diseño del Depósito de Desmonte de Mina "Magistral Centro"

UBICACIÓN : Unidad Minera Santader, Santa Cruz de Andamarca, Huaral, Lima

FECHA : 20 de Enero del 2011

RESUMEN DE ENSAYOS ESTÁNDAR DE LABORATORIO

I - ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS:

G 11 .			G 1/G:	G 1/G:	G 1 (G) (A) . GM
Calicatas :				C-4(Cimentación)	C-1 (Cimentación) : GM
Muestra:			M-2	M-2	a) Porcentajes para Clasificación: 36.30 % de grava
Profundidad,	[m]:		0.50 - 3.00	0.50 - 3.00	fina a gruesa, 35.90 % de arena fina a gruesa,
Prof. Nivel Fr	reático, [m]	:	N.P.	N.P.	27.80 % de finos plásticos.
	3"	76.000			b) Nombre de Grupo: grava limosa con arena y
	2"	50.800			cantos.
	1 1/2"	38.100	100.00	100.00	c) Condición In Situ: medianamente compacta a
1"		25.400	92.80	93.30	compacta, húmeda, color gris, con presencia de
	3/4"	19.050	87.60	88.50	cantos angulosos de 0.10 a 0.30 metros en un
Porcentaje	3/8"	9.525	73.50	72.80	20.0 % .
que pasa No 4		4.760	63.70	58.10	d) Interpretación Geológica: depósito coluvial
	No 10	2.000	54.50	50.40	C-4 (Cimentación) : GM
	No 20	0.840	45.50	45.30	a) Porcentajes para Clasificación: 41.90 % de grava
	No 40	0.420	39.20	37.00	fina a gruesa, 35.00 % de arena fina a gruesa,
	No 60	0.250	37.50	31.20	23.10 % de finos plásticos.
	No 140	0.105	29.90	26.40	b) Nombre de Grupo: grava limosa con arena y
	No 200	0.074	27.80	23.10	cantos.
Límites	s de	L. L.	21.00	20.00	c) Condición In Situ : medianamente compacta a
Consister	ncia, [%]	L. P.	16.30	15.10	compacta, húmeda, color gris, con presencia de
		I. P.	4.70	4.90	cantos angulosos de 0.10 a 0.30 metros en un
Clasificación	(SUCS)		GM	GM	20.0 % .
Gravedad Esp	pecífica, Gs	}	2.60	2.62	d) Interpretación Geológica: depósito coluvial
Densidad Sec	a Mín (g/cı	m3)			
Densidad Sec	a Máx (g/c	m3)			
	-			<u>.</u>	
			II - ENSAYO	OS QUÍMICOS:	

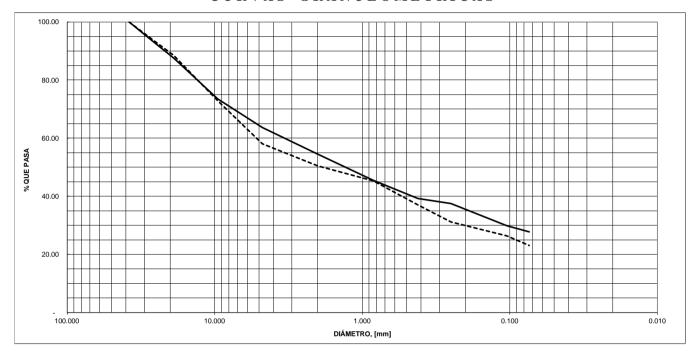
Cont. Sales Solubles Totales, [%]	N.P.	N.P.	Observaciones:
Contenido de Ion Sulfato, [%]			
Contenido de Ion Cloruro, [%]			
РН			
Revisado : J.D.C.			

SOLICITANTE : EMPRESA MINERA LOS QUENUALES S.A.

PROYECTO : Diseño del Depósito de Desmonte de Mina "Magistral Centro"
UBICACIÓN : Unidad Minera Santader, Santa Cruz de Andamarca, Huaral, Lima

FECHA : 20 de Enero del 2011

CURVAS GRANULOMÉTRICAS



C-1(Cimentación) —————— C-4(Cimentación) M-2 M-2

SOLICITANTE: EMPRESA MINERA LOS QUENUALES S.A.

PROYECTO : Diseño del Depósito de Desmonte de Mina "Magistral Centro"

UBICACIÓN : Unidad Minera Santader, Santa Cruz de Andamarca, Huaral, Lima

FECHA : Febrero del 2013

RESUMEN DE ENSAYOS ESTÁNDAR DE LABORATORIO

I - ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS:

Zona: Magistral Centro		1 Centro	Desmonte de Mina	M-1 (Desmonte de Mina) : GM
Muestra:			M-1	a) Porcentajes para Clasificación: 47.50 % de grava
Profundidad, [m]:			0.00 - 3.00	fina a gruesa, 39.00 % de arena fina a gruesa,
Prof. Nivel Freático, [m]:			N.P.	13.50 % de finos no plásticos.
	3"	76.000		b) Nombre de Grupo: grava limosa con arena y cantos
	2"	50.800		c) Condición In Situ : suelta a medianamente
	1 1/2"	38.100	100.00	compacta, ligeramente húmeda, color gris oscuro,
	1"	25.400	90.10	con presencia de cantos angulosos de 0.10 a 0.30
	3/4"	19.050	80.90	metros en un 20.0 %.
Porcentaje	3/8"	9.525	65.60	d) Interpretación Geológica: depósito tecnógeno
que pasa	No 4	4.760	52.50	
	No 10	2.000	33.70	
	No 20	0.840	25.10	
	No 40	0.420	20.50	
	No 60	0.250	17.30	
	No 140	0.105	14.80	
	No 200	0.074	13.50	
Límites de L. L.		L. L.	N.P.	
Consistencia, [%] L.		L. P.	N.P.	
I. P.		I. P.	N.P.	
Clasificación (SUCS)			GM	
Gravedad Específica, Gs			2.79	
Densidad Seca Mín (g/cm3)		n3)		
Densidad Seca Máx (g/cm3)				

II - ENSAYOS QUÍMICOS:

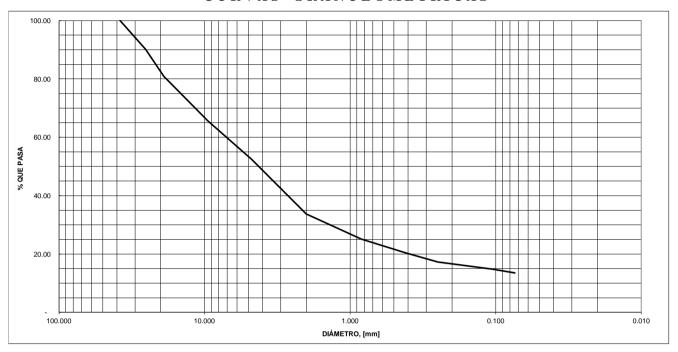
Cont. Sales Solubles Totales, [%]			Observaciones:
Contenido de Ion Sulfato, [%]			
Contenido de Ion Cloruro, [%]			
PH			
Revisado : J.D.C.			

SOLICITANTE : EMPRESA MINERA LOS QUENUALES S.A.

PROYECTO : Diseño del Depósito de Desmonte de Mina "Magistral Centro"
UBICACIÓN : Unidad Minera Santader, Santa Cruz de Andamarca, Huaral, Lima

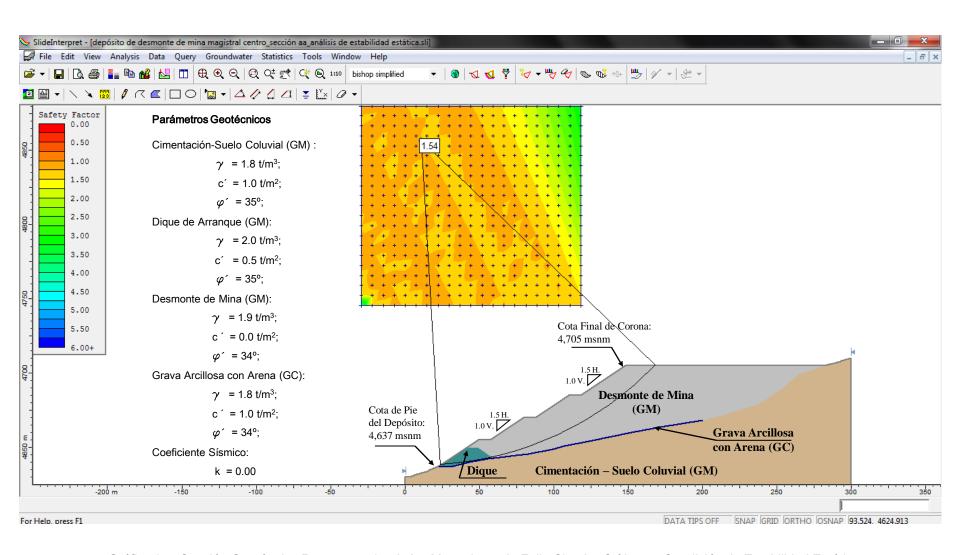
FECHA : Febrero del 2013

CURVAS GRANULOMÉTRICAS

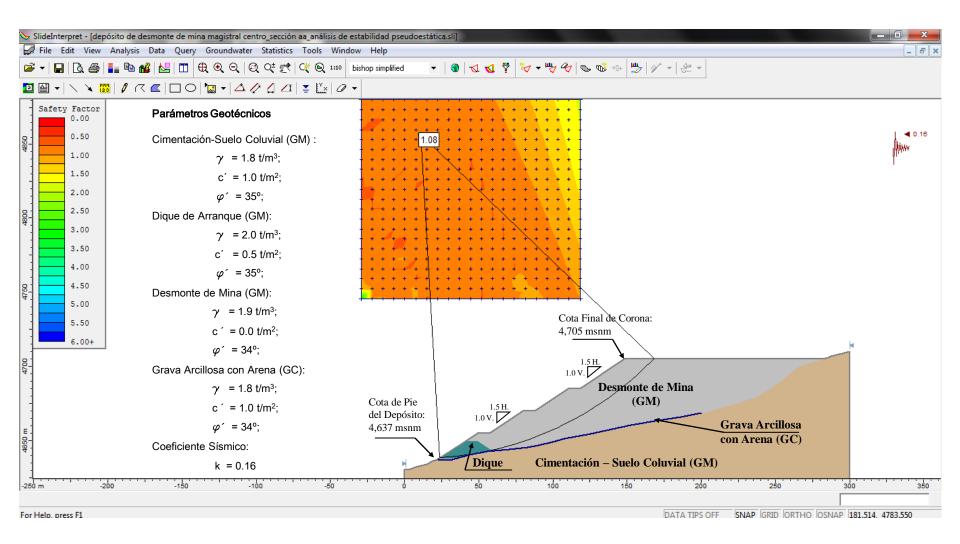


Desmonte de Mina M-1

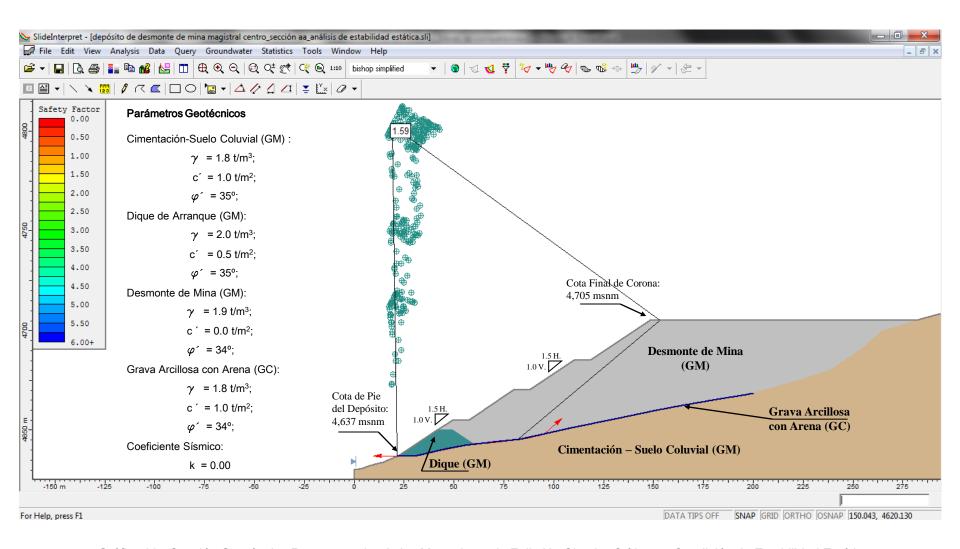
ANEXO N°4 RESULTADOS DE ANÁLISIS DE ESTABILIDAD



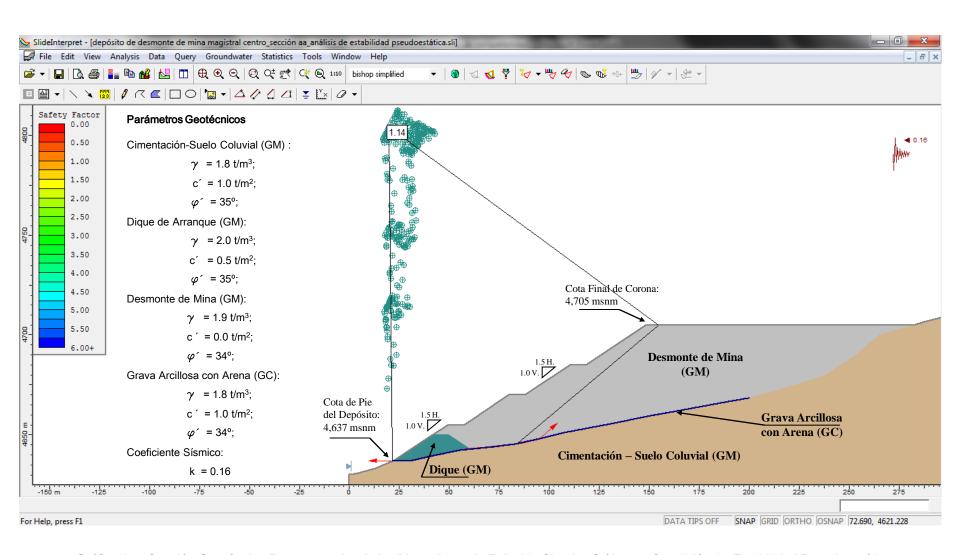
Gráfica 01: Sección Geotécnica Representativa A-A y Mecanismo de Falla Circular Crítico en Condición de Estabilidad Estática



Gráfica 02: Sección Geotécnica Representativa A-A y Mecanismo de Falla Circular Crítico en Condición de Estabilidad Pseudoestática



Gráfica 03: Sección Geotécnica Representativa A-A y Mecanismo de Falla No Circular Crítico en Condición de Estabilidad Estática



Gráfica 04: Sección Geotécnica Representativa A-A y Mecanismo de Falla No Circular Crítico en Condición de Estabilidad Pseudoestática

ANEXO N°5 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Ubicación : Unidad Minera Santander, Santa Cruz de Andamarca, Huaral, Lima

Proyecto : Diseño del Depósito de Desmonte de Mina "Magistral Centro"

Fecha: 14 de Enero del 2013

S-1 (Cono de Peck) - Cimentación del Depósito				S-2 (Cono de Peck) - Cimentación del Depósito				S-3 (Cono de Peck) - Cimentación del Depósito			
Profundidad	Nd (cada		SPT (cada	Profundidad	Nd (cada		SPT (cada	Profundidad	Nd (cada		SPT (cada
(metros)	0.30 m)	qc (t/m²)	0.30 m)	(metros)	0.30 m)	qc (t/m²)	0.30 m)	(metros)	0.30 m)	qc (t/m²)	0.30 m)
0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0
0.30	4.0	200.5	2.5	0.30	16.0	802.1	10.0	0.30	4.0	200.5	2.5
0.60	4.0	200.5	2.5	0.60	28.0	1403.7	17.5	0.60	3.0	150.4	1.9
0.90	14.0	701.9	8.8	0.90	38.0	1905.1	23.8	0.90	3.0	150.4	1.9
1.20	42.0	2105.6	26.3	1.20	25.0	1253.3	15.7	1.20	3.0	150.4	1.9
1.50	33.0	1654.4	20.7	1.50	18.0	902.4	11.3	1.50	3.0	150.4	1.9
1.80	50.0	2506.7	31.3	1.80	27.0	1353.6	16.9	1.80	5.0	250.7	3.1
				2.10	35.0	1754.7	21.9	2.10	9.0	451.2	5.6
				2.40	35.0	1754.7	21.9	2.40	7.0	350.9	4.4
				2.70	32.0	1604.3	20.1	2.70	7.0	350.9	4.4
				3.00	38.0	1905.1	23.8	3.00	5.0	250.7	3.1
				3.30	50.0	2506.7	31.3	3.30	6.0	300.8	3.8
								3.60	25.0	1253.3	15.7
								3.90	22.0	1102.9	13.8
								4.20	22.0	1102.9	13.8
								4.50	25.0	1253.3	15.7
								4.80	28.0	1403.7	17.5
								5.10	32.0	1604.3	20.1
								5.40	50.0	2506.7	31.3

Nota 1 : se encontró rechazo por presencia de cantos

Nota 2 : qc/N = 8 (Kruizinga, 1982)

Donde:

qc, en kg/cm²

N = número de golpes con la cuchara partida (SPT) / 0.30 m

Ubicación : Unidad Minera Santander, Santa Cruz de Andamarca, Huaral, Lima

Proyecto : Diseño del Depósito de Desmonte de Mina "Magistral Centro"

Fecha: 14 de Enero del 2013

S-4 (Cono de Peck) - Cimentación del Depósito

. (000			
Profundidad	Nd (cada		SPT (cada
(metros)	0.30 m)	qc (t/m²)	0.30 m)
0.00	0.0	0.0	0.0
0.30	9.0	451.2	5.6
0.60	21.0	1052.8	13.2
0.90	22.0	1102.9	13.8
1.20	29.0	1453.9	18.2
1.50	24.0	1203.2	15.0
1.80	28.0	1403.7	17.5
2.10	20.0	1002.7	12.5
2.40	20.0	1002.7	12.5
2.70	27.0	1353.6	16.9
3.00	50.0	2506.7	31.3

Nota 1 : se encontró rechazo por presencia de cantos

Nota 2 : qc/N = 8 (Kruizinga, 1982)

Donde:

qc, en kg/cm²

N = número de golpes con la cuchara partida (SPT) / 0.30 m

Proyecto : Diseño del Depósito de Desmonte de Mina "Magistral Centro"
Ubicación : Unidad Minera Santander, Santa Cruz de Andamarca, Huaral, Lima

Fecha : 17 de Enero del 2013

Determinación del Ángulo de Fricción a Partir del Cono Dinámico de Peck

 $\varphi' = 17.6 + 11*log { (qc/pa) / (po/pa)^{0.5} }$ (Kulhawy and Mayne, 1990)

Donde: $pa = 10.0 (t/m^2)$

φ' = ángulo de fricción

qc = resistencia unitaria en la punta del cono, en t/m²

po = presión vertical efectiva

pa = presión atmosférica

S-1 (Cono de Peck) - Cimentación del Depósito

Profundidad z (metros)	γ (t/m ³)	po (zγ) (t/m²)	Nd (cada 0.30 metros)	qc (t/m²)	φ' (grados)
0.30	1.8	0.5	14.0	701.9	44.9
0.60	1.8	1.1	14.0	701.9	43.2
0.90 1.20	1.8 1.8	1.6 2.2	14.0 42.0	701.9 2105.6	42.3 46.8
1.50	1.8	2.7	33.0	1654.4	45.1

$\Sigma \varphi' =$	222.3
φ Prom =	44.5

Proyecto : Diseño del Depósito de Desmonte de Mina "Magistral Centro" Ubicación : Unidad Minera Santander, Santa Cruz de Andamarca, Huaral, Lima

Fecha : 17 de Enero del 2013

Determinación del Ángulo de Fricción a Partir del Cono Dinámico de Peck

 $\varphi' = 17.6 + 11*log { (qc/pa) / (po/pa)^{0.5} }$ (Kulhawy and Mayne, 1990)

Donde: $pa = 10.0 (t/m^2)$

 ϕ' = ángulo de fricción

qc = resistencia unitaria en la punta del cono, en t/m²

po = presión vertical efectiva

pa = presión atmosférica

S-2 (Cono de Peck) - Cimentación del Depósito

Profundidad z (metros)	γ (t/m³)	po (zγ) (t/m²)	Nd (cada 0.30 metros)	qc (t/m²)	φ' (grados)
2 (1101103)	(0111)	(0111)	metros)		
0.30	1.8	0.5	38.0	1905.1	49.7
0.60	1.8	1.1	38.0	1905.1	48.0
0.90	1.8	1.6	38.0	1905.1	47.0
1.20	1.8	2.2	25.0	1253.3	44.3
1.50	1.8	2.7	18.0	902.4	42.2
1.80	1.8	3.2	27.0	1353.6	43.7
2.10	1.8	3.8	35.0	1754.7	44.6
2.40	1.8	4.3	35.0	1754.7	44.3
2.70	1.8	4.9	32.0	1604.3	43.6
3.00	1.8	5.4	38.0	1905.1	44.2

Σ φ'	=	451.6
φ Prom	=	45.2

Proyecto : Diseño del Depósito de Desmonte de Mina "Magistral Centro"
Ubicación : Unidad Minera Santander, Santa Cruz de Andamarca, Huaral, Lima

Fecha : 17 de Enero del 2013

Determinación del Ángulo de Fricción a Partir del Cono Dinámico de Peck

 $\varphi' = 17.6 + 11*log { (qc/pa) / (po/pa)^{0.5} }$ (Kulhawy and Mayne, 1990)

Donde: $pa = 10.0 (t/m^2)$

φ' = ángulo de fricción

qc = resistencia unitaria en la punta del cono, en t/m²

po = presión vertical efectiva

pa = presión atmosférica

S-3 (Cono de Peck) - Cimentación del Depósito

Profundidad	γ	po (zγ)	Nd (cada 0.30	qc (t/m ²)	φ' (grados)
z (metros)	(t/m ³)	(t/m ²)	metros)		
0.30	1.8	0.5	3.0	150.4	37.5
0.60	1.8	1.1	3.0	150.4	35.9
0.90	1.8	1.6	3.0	150.4	34.9
1.20	1.8	2.2	3.0	150.4	34.2
1.50	1.8	2.7	3.0	150.4	33.7
1.80	1.8	3.2	5.0	250.7	35.7
2.10	1.8	3.8	9.0	451.2	38.1
2.40	1.8	4.3	7.0	350.9	36.6
2.70	1.8	4.9	7.0	350.9	36.3
3.00	1.8	5.4	5.0	250.7	34.5
3.30	1.8	5.9	6.0	300.8	35.1
3.60	1.8	6.5	25.0	1253.3	41.7
3.90	1.8	7.0	22.0	1102.9	40.9
4.20	1.8	7.6	22.0	1102.9	40.7
4.50	1.8	8.1	25.0	1253.3	41.2
4.80	1.8	8.6	28.0	1403.7	41.6
5.10	1.8	9.2	32.0	1604.3	42.1

$\Sigma \varphi' =$	640.6
φ Prom =	37.7

Proyecto : Diseño del Depósito de Desmonte de Mina "Magistral Centro"
Ubicación : Unidad Minera Santander, Santa Cruz de Andamarca, Huaral, Lima

Fecha : 17 de Enero del 2013

Determinación del Ángulo de Fricción a Partir del Cono Dinámico de Peck

 $\varphi' = 17.6 + 11*log { (qc/pa) / (po/pa)^{0.5} }$ (Kulhawy and Mayne, 1990)

Donde: $pa = 10.0 (t/m^2)$

φ' = ángulo de fricción

qc = resistencia unitaria en la punta del cono, en t/m^2

po = presión vertical efectiva

pa = presión atmosférica

S-4 (Cono de Peck) - Cimentación del Depósito

Profundidad	γ 3,	po (zγ)	Nd (cada 0.30	qc (t/m ²)	φ' (grados)
z (metros)	(t/m ³)	(t/m ²)	metros)		
0.30	1.8	0.5	22.0	1102.9	47.0
0.60	1.8	1.1	22.0	1102.9	45.4
0.90	1.8	1.6	22.0	1102.9	44.4
1.20	1.8	2.2	29.0	1453.9	45.0
1.50	1.8	2.7	24.0	1203.2	43.6
1.80	1.8	3.2	28.0	1403.7	43.9
2.10	1.8	3.8	20.0	1002.7	41.9
2.40	1.8	4.3	20.0	1002.7	41.6
2.70	1.8	4.9	27.0	1353.6	42.8

$\Sigma \varphi' =$	395.7
φ Prom =	44.0

Proyecto : Diseño del Depósito de Desmonte de Mina "Magistral Centro"
Ubicación : Unidad Minera Santander, Santa Cruz de Andamarca, Huaral, Lima

Fecha: 17 de Enero del 2013

qc = 3/2{ ((1+ $1/\sqrt{St}) / 2$)*c + p_o *tan ϕ } * ($e^{2\pi tan \phi}$ -1/ $tan \phi$)cos ϕ (1) (Muromachi, 1981)

Donde:

qc = resistencia unitaria que ofrece el suelo al avance del cono, en t/m²

c = cohesión en esfuerzos totales, en t/m²

φ = ángulo de fricción, en esfuerzos totales

p_o = presión de sobrecarga

S-1 (Cono de Peck) - Cimentación del Depósito

Profundidad	Υ	$p_o(z\gamma)$	Nd	qc (medido)	С			Α	В	qc (calculado)
z (metros)	(t/m ³)	(t/m ²)		(t/m^2)	(t/m ²)	tan(φ)	cos(φ)			(t/m ²)
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.839	0.766	0.00	0.00	0.0
0.3	1.8	0.5	14.0	701.9	2.0	0.839	0.766	3.24	176.87	573.1
0.6	1.8	1.1	14.0	701.9	2.0	0.839	0.766	3.92	176.87	693.3
0.9	1.8	1.6	14.0	701.9	2.0	0.839	0.766	4.60	176.87	813.5
1.2	1.8	2.2	42.0	2105.6	2.0	0.839	0.766	5.28	176.87	933.7
1.5	1.8	2.7	33.0	1654.4	2.0	0.839	0.766	5.96	176.87	1053.9

: Diseño del Depósito de Desmonte de Mina "Magistral Centro" Proyecto Ubicación : Unidad Minera Santander, Santa Cruz de Andamarca, Huaral, Lima

: 17 de Enero del 2013 **Fecha**

 $qc = 3/2\{ ((1 + 1/\sqrt{St}) / 2)*c + p_o*tan \phi \} * (e^{2\pi tan \phi} - 1/tan \phi)cos \phi$ (1) (Muromachi, 1981) Α

Donde:

qc = resistencia unitaria que ofrece el suelo al avance del cono, en t/m²

c = cohesión en esfuerzos totales, en t/m²

φ = ángulo de fricción, en esfuerzos totales

p_o = presión de sobrecarga

S-2 (Cono de Peck) - Cimentación del Depósito

Profundidad	γ	$p_o(z\gamma)$	Nd	qc (medido)	С			Α	В	qc (calculado)
z (metros)	(t/m ³)	(t/m ²)		(t/m ²)	(t/m ²)	tan(φ)	cos(φ)			(t/m^2)
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.839	0.766	0.00	0.00	0.0
0.3	1.8	0.5	38.0	1905.1	2.0	0.839	0.766	3.24	176.87	573.1
0.6	1.8	1.1	38.0	1905.1	2.0	0.839	0.766	3.92	176.87	693.3
0.9	1.8	1.6	38.0	1905.1	2.0	0.839	0.766	4.60	176.87	813.5
1.2	1.8	2.2	25.0	1253.3	2.0	0.839	0.766	5.28	176.87	933.7
1.5	1.8	2.7	18.0	902.4	2.0	0.839	0.766	5.96	176.87	1053.9
1.8	1.8	3.2	27.0	1353.6	2.0	0.839	0.766	6.64	176.87	1174.1
2.1	1.8	3.8	35.0	1754.7	2.0	0.839	0.766	7.32	176.87	1294.3
2.4	1.8	4.3	35.0	1754.7	2.0	0.839	0.766	8.00	176.87	1414.5
2.7	1.8	4.9	32.0	1604.3	2.0	0.839	0.766	8.68	176.87	1534.7
3.0	1.8	5.4	38.0	1905.1	2.0	0.839	0.766	9.36	176.87	1654.9

Proyecto : Diseño del Depósito de Desmonte de Mina "Magistral Centro"

Ubicación : Unidad Minera Santander, Santa Cruz de Andamarca, Huaral, Lima

Fecha: 17 de Enero del 2013

$$qc = 3/2{ ((1+ 1/\sqrt{St})/2)*c + p_o*tan φ} * (e^{2πtanφ} -1/tanφ)cosφ$$
 (1) (Muromachi, 1981)

Donde:

qc = resistencia unitaria que ofrece el suelo al avance del cono, en t/m²

c = cohesión en esfuerzos totales, en t/m²

 ϕ = ángulo de fricción, en esfuerzos totales

p_o = presión de sobrecarga

S-3 (Cono de Peck) - Cimentación del Depósito

Profundidad	γ	$p_o(z\gamma)$	Nd	qc (medido)	С			Α	В	qc (calculado)
z (metros)	(t/m ³)	(t/m^2)		(t/m^2)	(t/m ²)	tan(φ)	cos(φ)			(t/m ²)
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.531	0.882	0.00	0.00	0.0
0.3	1.8	0.5	3.0	150.4	2.0	0.531	0.882	2.99	45.04	134.7
0.6	1.8	1.1	3.0	150.4	2.0	0.531	0.882	3.42	45.04	154.1
0.9	1.8	1.6	3.0	150.4	2.0	0.531	0.882	3.85	45.04	173.5
1.2	1.8	2.2	3.0	150.4	2.0	0.531	0.882	4.28	45.04	192.8
1.5	1.8	2.7	3.0	150.4	2.0	0.531	0.882	4.71	45.04	212.2
1.8	1.8	3.2	5.0	250.7	2.0	0.531	0.882	5.14	45.04	231.6
2.1	1.8	3.8	9.0	451.2	2.0	0.531	0.882	5.57	45.04	250.9
2.4	1.8	4.3	7.0	350.9	2.0	0.531	0.882	6.00	45.04	270.3
2.7	1.8	4.9	7.0	350.9	2.0	0.531	0.882	6.43	45.04	289.7
3.0	1.8	5.4	5.0	250.7	2.0	0.531	0.882	6.86	45.04	309.1
3.3	1.8	5.9	6.0	300.8	2.0	0.531	0.882	7.29	45.04	328.4
3.6	1.8	6.5	25.0	1253.3	2.0	0.700	0.819	9.36	93.96	879.9
3.9	1.8	7.0	22.0	1102.9	2.0	0.700	0.819	9.93	93.96	933.2
4.2	1.8	7.6	22.0	1102.9	2.0	0.700	0.819	10.50	93.96	986.4
4.5	1.8	8.1	25.0	1253.3	2.0	0.700	0.819	11.07	93.96	1039.7
4.8	1.8	8.6	28.0	1403.7	2.0	0.700	0.819	11.63	93.96	1093.0
5.1	1.8	9.2	32.0	1604.3	2.0	0.700	0.819	12.20	93.96	1146.3

Proyecto : Diseño del Depósito de Desmonte de Mina "Magistral Centro"
Ubicación : Unidad Minera Santander, Santa Cruz de Andamarca, Huaral, Lima

Fecha: 17 de Enero del 2013

Α

 $qc = 3/2\{ ((1 + 1/\sqrt{St})/2)*c + p_o*tan \phi \} * (e^{2\pi tan\phi} - 1/tan\phi)cos\phi$ (1) (Muromachi, 1981)

Donde:

qc = resistencia unitaria que ofrece el suelo al avance del cono, en t/m²

c = cohesión en esfuerzos totales, en t/m²

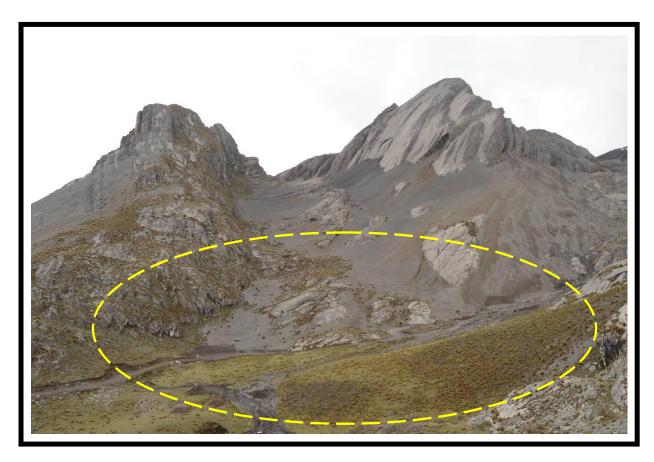
φ = ángulo de fricción, en esfuerzos totales

p_o = presión de sobrecarga

S-4 (Cono de Peck) - Cimentación del Depósito

Profundidad	γ	$p_o(z\gamma)$	Nd	qc (medido)	С			Α	В	qc (calculado)
z (metros)	(t/m ³)	(t/m ²)		(t/m^2)	(t/m ²)	tan(φ)	cos(φ)			(t/m ²)
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.781	0.788	0.00	0.00	0.0
0.3	1.8	0.5	22.0	1102.9	2.0	0.781	0.788	3.19	135.46	432.6
0.6	1.8	1.1	22.0	1102.9	2.0	0.781	0.788	3.83	135.46	518.2
0.9	1.8	1.6	22.0	1102.9	2.0	0.781	0.788	4.46	135.46	603.9
1.2	1.8	2.2	29.0	1453.9	2.0	0.781	0.788	5.09	135.46	689.6
1.5	1.8	2.7	24.0	1203.2	2.0	0.781	0.788	5.72	135.46	775.3
1.8	1.8	3.2	28.0	1403.7	2.0	0.781	0.788	6.36	135.46	861.0
2.1	1.8	3.8	20.0	1002.7	2.0	0.781	0.788	6.99	135.46	946.7
2.4	1.8	4.3	20.0	1002.7	2.0	0.781	0.788	7.62	135.46	1032.4
2.7	1.8	4.9	27.0	1353.6	2.0	0.781	0.788	8.25	135.46	1118.1

ANEXO N°6 FOTOGRAFÍAS



Fotografía 01 : Vista Frontal del Área donde se Emplazará el Depósito de Desmonte de Mina "Magistral Centro".



Fotografía 02 : Vista Mostrando la Geología Local del Área donde se Emplazará el Depósito de Desmonte de Mina "Magistral Centro". Se puede Apreciar el Afloramiento del Macizo Rocoso Constituido por Roca Caliza.



Fotografía 03 : Vista Mostrando el Sondaje (S-1), Realizado en la Cimentación con Equipo de Penetración Dinámico (Cono de Peck).



Fotografía 04 : Vista Interior de la Calicata (C-1), Realizada en la Cimentación. Se Puede Apreciar en las Paredes y Fondo de la Excavación el Subsuelo Constituido por Grava Limosa con Arena y Cantos (GM).



Fotografía 05 : Vista Mostrando el Sondaje (S-2), Realizado en la Cimentación con Equipo de Penetración Dinámico (Cono de Peck).



Fotografía 06 : Vista Mostrando la Calicata (C-2), Realizada en la Cimentación. Se Puede Apreciar en el Corte el Material Coluvial Constituido por Grava Limosa con Arena y Cantos (GM).



Fotografía 07 : Vista Mostrando el Sondaje (S-3), Realizado en la Cimentación con Equipo de Penetración Dinámico (Cono de Peck).



Fotografía 08 : Vista Mostrando la Calicata (C-3), Realizada con Posteadora en la Cimentación. Se Puede Apreciar el Material Excavado Constituido por Grava Limosa con Arena y Cantos (GM).

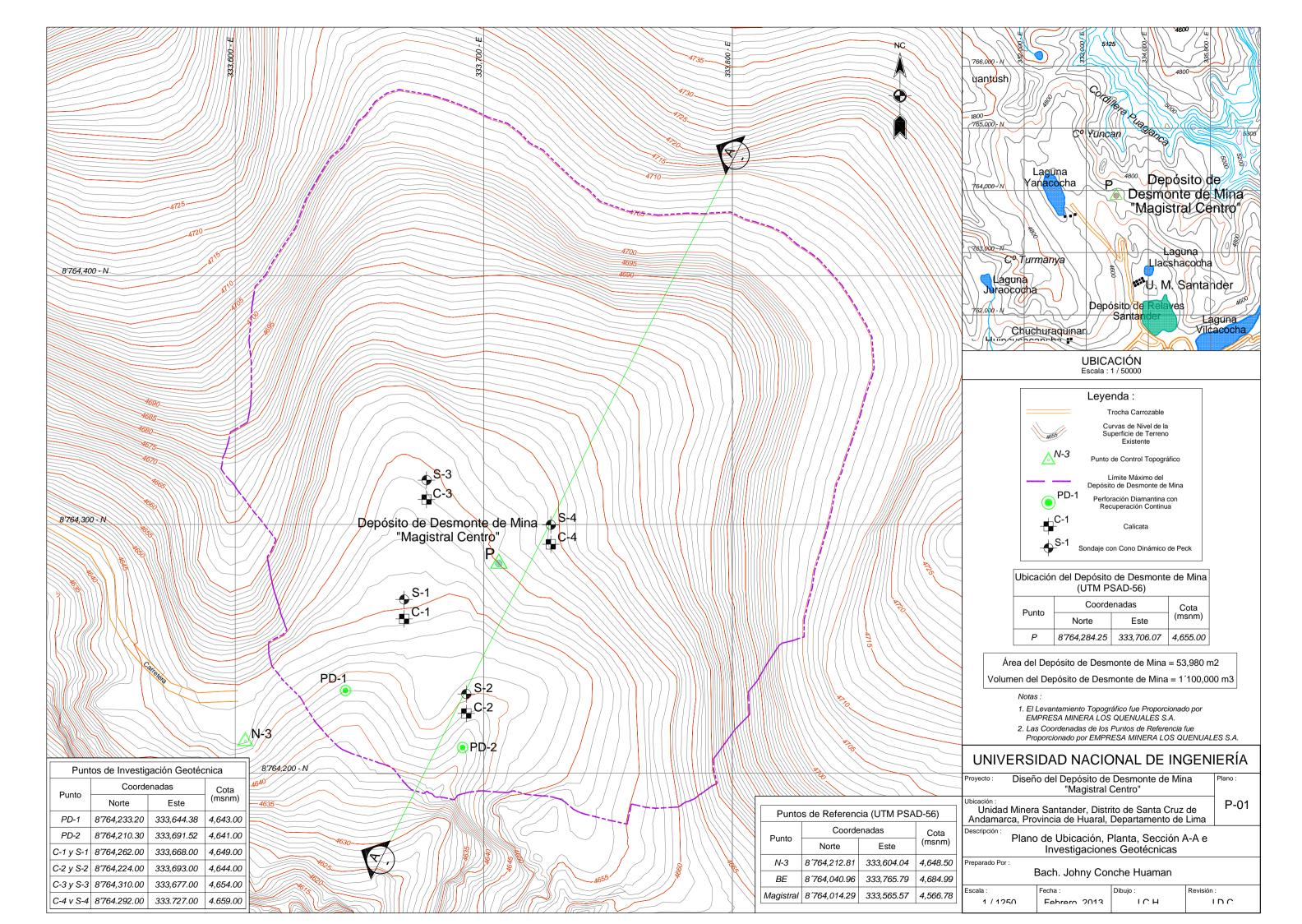


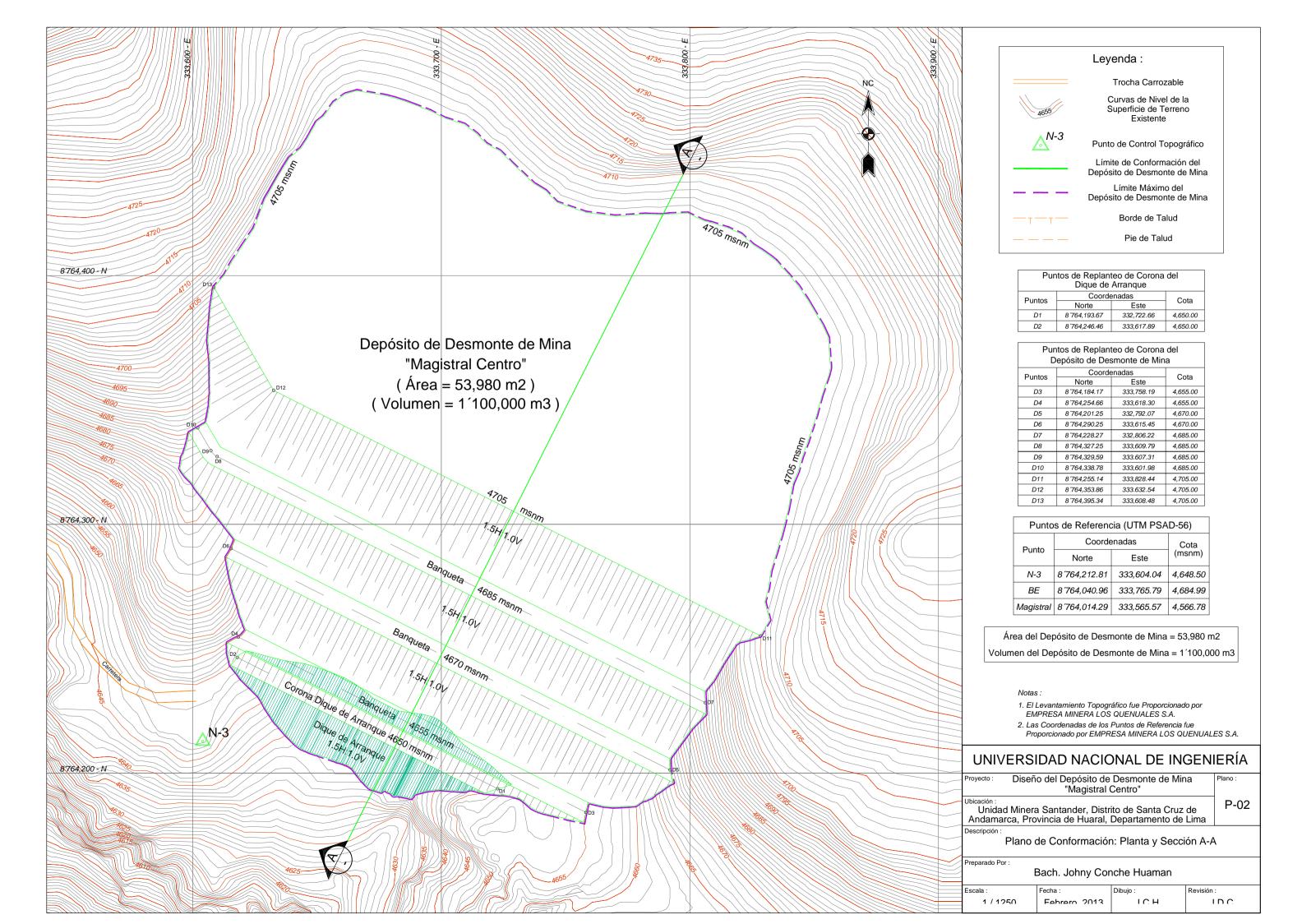
Fotografía 09 : Vista Mostrando el Sondaje (S-4), Realizado en la Cimentación con Equipo de Penetración Dinámico (Cono de Peck).

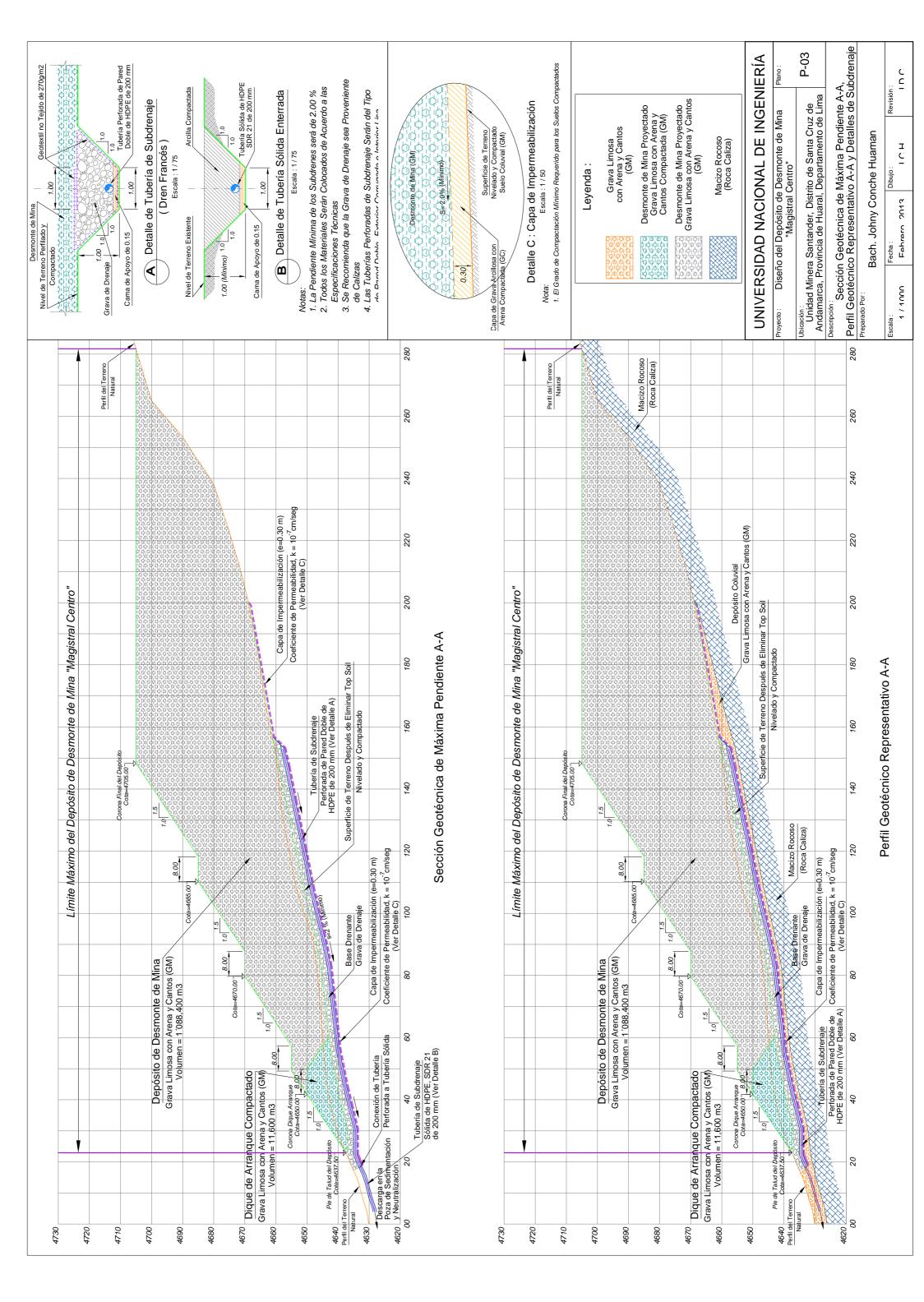


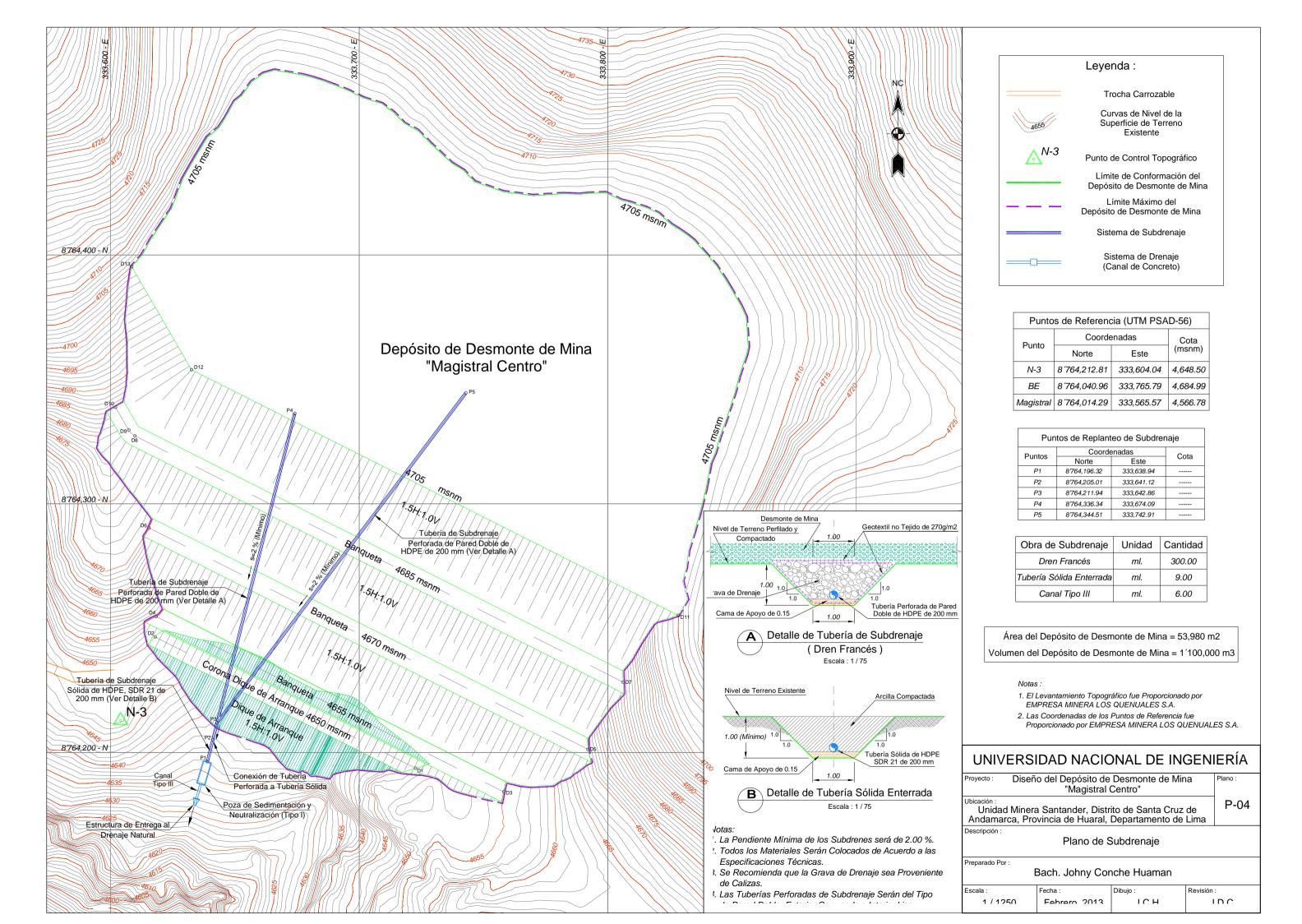
Fotografía 10 : Vista Exterior de la Calicata (C-4) Realizada con Retroexcavadora en la Cimentación. Se Puede Apreciar el Material Excavado Constituido por Grava Limosa con Arena y Cantos (GM).

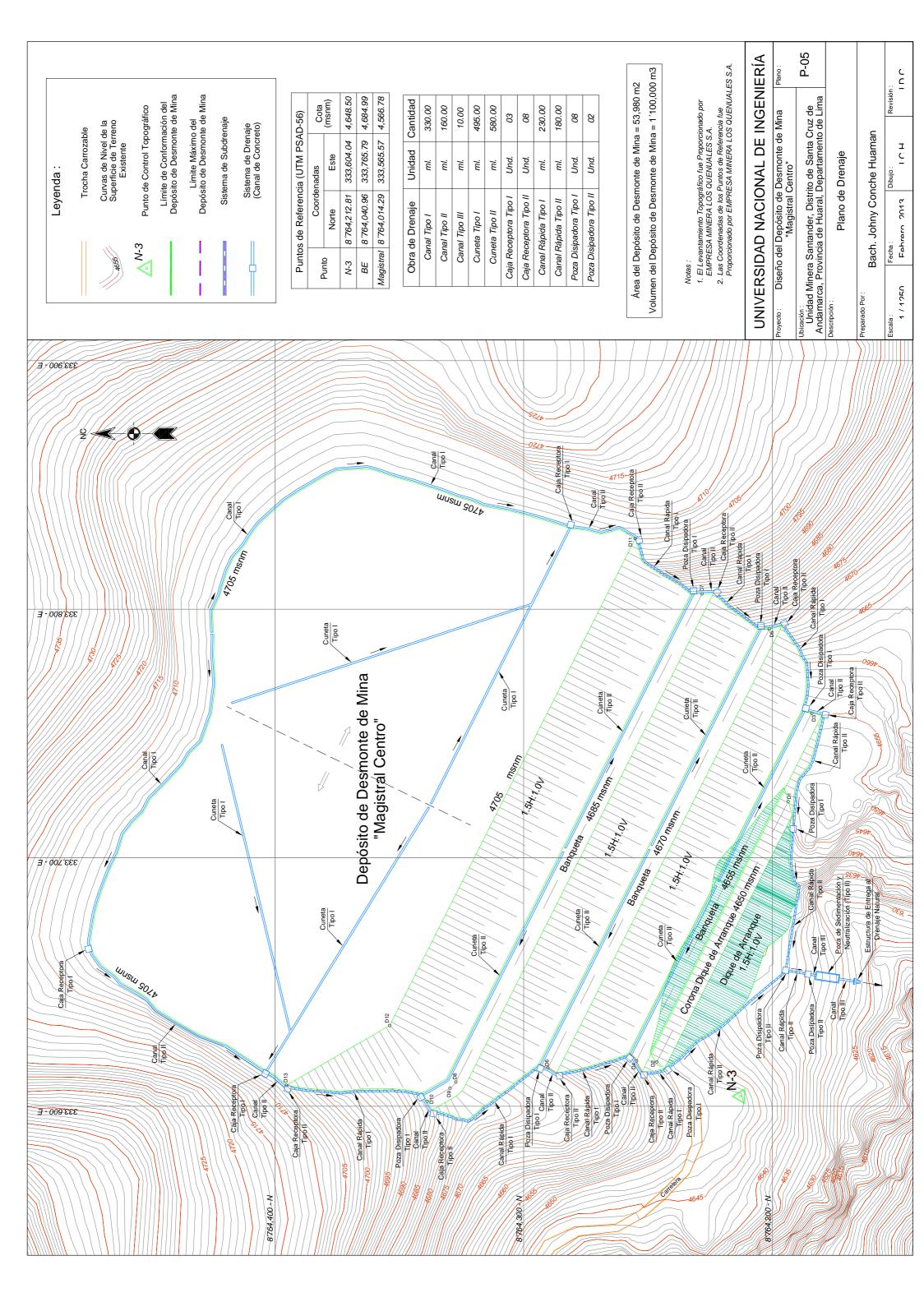
ANEXO N°7 PLANOS

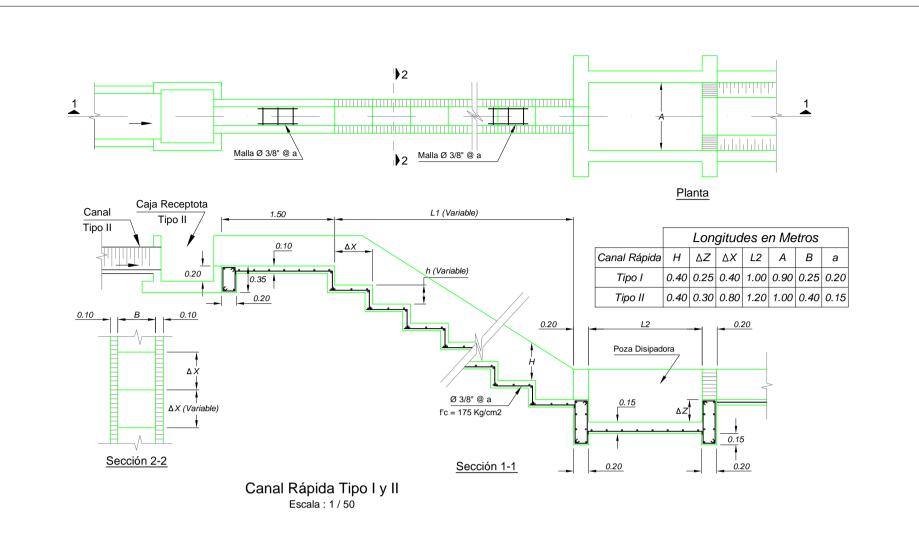


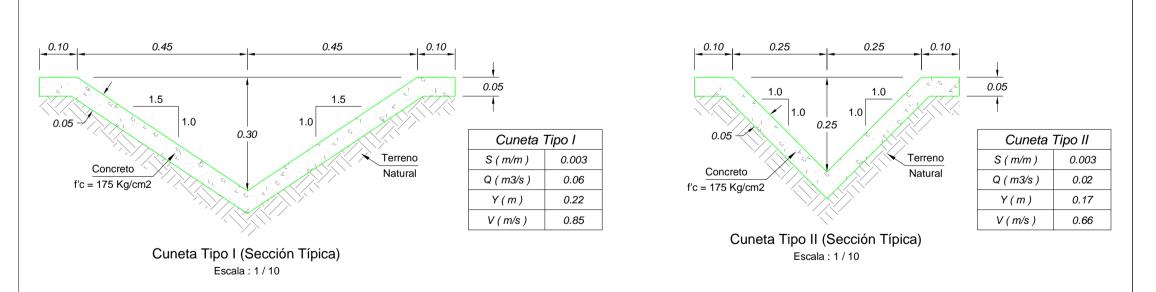












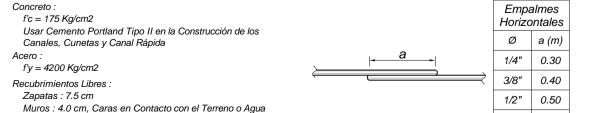
Especificaciones Técnicas

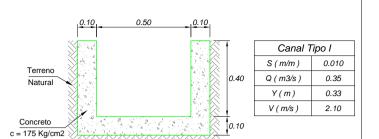
Cemento - Arena 1:4

Mortero :

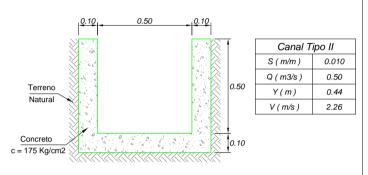
2.5 cm, Caras Secas

Estructura	Tipo de Material
Canal Rápida Tipo I	Concreto : f'c = 175 Kg/cm2
Canal Rápida Tipo II	Concreto : f'c = 175 Kg/cm2
Cuneta Tipo I	Concreto : f'c = 175 Kg/cm2
Cuneta Tipo II	Concreto : f'c = 175 Kg/cm2
Canal Tipo I	Concreto : f'c = 175 Kg/cm2
Canal Tipo II	Concreto : f'c = 175 Kg/cm2
Canal Tipo III	Concreto : f'c = 175 Kg/cm2



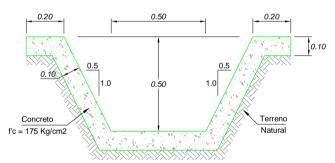


Canal Tipo I (Sección Típica)



Canal Tipo II (Sección Típica)

Escala: 1/20



Canal Tipo III (Sección Típica)

Canal T	Canal Tipo III					
S (m/m)	0.020					
Q (m3/s)	1.07					
Y(m)	0.40					
V (m/s)	3.75					

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Proyecto:	Diseño del Depósito de Desmonte de Mina "Magistral Centro"	Plano :
Ubicación : Unida Andama	P-06	
Descripción :		•

Plano de Drenaje: Detalles de Canales y Cunetas

Preparado Por :
Bach. Johny Conche Huaman

5/8"

0.60

Escala : Fecha : Dibujo : Revisión :

