

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA



PROYECTO DE TESIS:

**REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL
ACTUAL DEPÓSITO DE RELAVES EN OPERACIÓN
PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES EN
LA LOCALIDAD DE SAISA - AYACUCHO**

Presentado por:

JULIO ARTEMIO GONZALES LAGOS

TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO AGRICOLA

Lima – Perú

2012

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

PROYECTO “REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL DEPÓSITO DE RELAVES EN OPERACIÓN PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA – AYACUCHO”

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE:
INGENIERO AGRICOLA**

**PRESENTADO POR:
JULIO ARTEMIO GONZALES LAGOS**

SUSTENTADA Y APROBADA ANTE EL SIGUIENTE JURADO:

Ing. RICARDO APACLLA NALVARTE

Presidente

Ing. JAVIER GOICOCHEA RIOS

Miembro

Ing. HERMES VALDIVIA ASPILCUETA

Miembro Complementario

Ing. TERESA VELÁSQUEZ BEJARANO

Patrocinador

LIMA – PERÚ

2011

DEDICATORIA

A mis familiares y amigos, con aprecio y agradecimiento por haber compartido insuperables momentos con ustedes que me dejaron comprender, el esfuerzo y dedicación, invalorable enseñanzas que forjaron mi vida.

A mis Seres queridos Juan, Julia y Oscar e Hilaria con cariño, respeto y gratitud por el permanente respaldo e invalorable apoyo que siempre me han brindado.

A Rosario, con todo el amor y agradecimiento por estar conmigo a mi lado en todo momento, alentándome y alegrando mis días.

AGRADECIMIENTO

De manera muy especial a la Ing. Teresa Velásquez Bejarano, patrocinadora de la presente tesis, por su apoyo y valiosos consejos brindados en bien de mi formación profesional y desarrollo personal.

A las instituciones y amigos, por la comprensión y apoyo brindado para la ejecución de la presente tesis.

RESUMEN

La Planta Procesadora de Minerales Huanca, localizada en la zona de Saisa, provincia de Lucanas, departamento de Ayacucho, viene implementando un programa de crecimiento productivo para el procesamiento de minerales extraídos de su propia concesión y de concesiones aledañas, a las que se brindara el servicio de procesamiento. Esta situación generará como residuos un volumen de relaves proyectado de 180 toneladas métricas secas por día (TMSD). Este material residual viene siendo dispuesto en el actual depósito de relaves, estructura artesanal de tipo homogéneo con una longitud de 280 metros, una altura promedio de 14 metros, nivel de corona 863 msnm, ancho de corona variable, talud aguas abajo no estable de aproximadamente 1H:0.7V y capacidad estimada de 217,688.13 m³. Esta estructura actualmente se encuentra al límite de su capacidad, comprometiendo su estabilidad física debido al aumento en la producción de la planta, la descarga no controlada de relaves y las filtraciones localizadas en el dique existente.

Ante esta situación el proyecto de reforzamiento y ampliación surge como una solución inmediata al problema identificado en la zona, realizando el diseño de una estructura de reforzamiento (contrafuerte) en el talud aguas abajo y a lo largo del depósito existente, con nivel de corona 858 msnm cuya función es la de contención y captación de las filtraciones del depósito en operación. El diseño de una estructura de ampliación (depósito adyacente) conformado en una sola etapa con material de préstamo y material de mina reutilizado de 10m de altura, nivel de corona 854 msnm, Capacidad de almacenamiento 36,714 m³ que sumado al volumen extraído de relaves reutilizados (11,485m³) da un total de 48,199 m³ (1.0 años de operación).

Adicionalmente se prevé el diseño de obras complementarias tales como el sistema de drenaje integral (superficial y subterráneo) común a ambas estructuras con una capacidad de conducción máxima de 160 l/s, caja de concreto colectora y la poza de almacenamiento de aguas de infiltración con capacidad de 510 m³ recirculando el agua a la planta por bombeo.

Mediante estas obras en conjunto se logrará la estabilización del depósito existente y la adecuada disposición de relaves, el tiempo necesario para la ejecución de un nuevo depósito de relaves aguas arriba en la quebrada Huanca. El presupuesto estimado del proyecto de reforzamiento y ampliación es de doscientos setenta y un mil ochocientos diecinueve y 05/100 dólares americanos.

INDICE GENERAL

TITULO
REGISTRO DE FIRMAS
ACTA DE SUSTENTACION
DEDICATORIA
AGRADECIMIENTOS
RESUMEN

	PAGINA
I. INTRODUCCION.....	01
1.1 GENERALIDADES.....	01
1.2 OBJETIVOS.....	02
II. REVISION LITERARIA.....	03
2.1 Procesamiento y producción de minerales	03
2.2 Relaves	05
2.2.1 Tipos de Relaves	05
2.2.2 Clasificación de los Relaves por su gradación y plasticidad	06
2.2.3 Características y propiedades de ingeniería de los Relaves	07
2.3 Manejo y Disposición de los Relaves	11
2.4 Métodos para deposición de relaves y Estructuras de Almacenamiento.....	12
2.4.1 Tipo de deposición de relaves	12
2.4.1.1 Deposición de relaves espesados	12
2.4.1.2 Deposición de relaves filtrados.....	13
2.4.1.3 Deposición de relaves en pasta	13
2.4.2 Clasificación de las estructuras para almacenamiento de relaves	14
2.4.2.1 Presas de Tierra y/o Enrocado Aplicado a Relaves	14
2.4.2.2 Presas de Relaves	14
2.4.2.3 Sobrecrecimientos o Ampliaciones de Presas de Relaves ...	18

2.5	Factores Físicos que Gobiernan la Selección del tipo de Estructura.....	19
2.5.1	Topografía	19
2.5.2	Condiciones Geológicas y Geotécnicas del proyecto.....	19
2.5.2.1	Generalidades de los Suelos	20
2.5.2.2	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos	20
2.5.2.3	Propiedades de los componentes de Suelos.....	22
2.5.2.4	Propiedades Técnicas de los Suelos.....	23
2.5.2.5	Generalidades y Clasificación de las Rocas	26
2.5.2.6	Propiedades Técnicas de las Rocas.....	27
2.5.2.7	Métodos de Exploraciones Geológico-Geotécnicas	27
	A. Exploraciones de superficie.....	27
	B. Exploraciones subterráneas	28
	C. Registro de Exploraciones.....	29
	D. Métodos Geofísicos.....	34
	E. Métodos de Muestreo	34
	F. Pruebas de Campo y Laboratorio.....	35
2.5.2.8	Tipos de Cimentación de Estructuras	38
	A. Cimentación en Roca Solida	38
	B. Cimentaciones en Arena y Grava	38
	C. Cimentaciones en Limo y Arcillas	39
	D. Cimentaciones Irregulares.....	39
2.5.3	Hidrología.....	39
2.5.3.1	Cuenca hidrográfica.....	40
2.5.4	Materiales Disponibles para el Proyecto	40
2.5.5	Sismicidad de la zona	40
2.6	Diseño de Las estructuras de contención y Ampliación	41
2.6.1	Proyecto del Terraplén	41
2.6.2	Taludes de los Terraplenes	41
2.6.3	Detalles de los Terraplenes.....	43
2.6.3.1	Corona.....	43
2.6.3.2	Borde Libre	44
2.6.3.3	Protecciones de Taludes.....	45

2.6.3.4	Control de Drenajes	46
2.6.4	Proyecto de la Cimentación	46
2.6.5	Proyecto de los Filtros	47
2.6.6	Proyecto de Geosintéticos	47
2.6.6.1	Descripción de la Geomembrana HDPE	47
2.6.6.2	Propiedades de la Geomembrana HDPE	47
2.6.6.3	Consideraciones de Diseño de la Geomembrana HDPE	48
2.6.7	Análisis de Estabilidad	50
2.6.7.1	Métodos de Análisis.....	51
2.6.7.2	Condiciones críticas para el Análisis en Presas de Relave ...	54
	A. Al final de la construcción	55
	B. A largo plazo con presa llena	55
	C. Bajo efectos sísmicos	55
2.7	Obras Complementarias	56
2.7.1	Caja Colectora de concreto.....	56
2.7.2	Poza de Almacenamiento para Aguas de Infiltración	56
2.8	Impacto Ambiental	57
2.8.1	Evaluación y Estudio de Impacto Ambiental	57
2.8.2	Matriz de Impactos Ambientales.....	58
2.8.3	Criterios de Evaluación e Impactos Ambientales.....	58
III.	DESCRIPCION DEL PROYECTO DE REFORZAMIENTO Y AMPLIACION	61
3.1	Antecedentes del Proyecto	61
3.2	Ubicación del Proyecto	62
3.2.1	Ubicación Geográfica.....	62
3.2.2	Ubicación de la Cuenca	63
3.3	Acceso al Área de Proyecto.....	64
3.4	Alcances del Proyecto	64
3.5	Componentes del Proyecto.....	65

IV.	MATERIALES Y PROCEDIMIENTOS	66
4.1	Materiales	66
4.1.1	Fase de Campo.....	66
4.1.2	Fase de Gabinete.....	67
4.2	Procedimientos	67
4.3	Cartografía y Topografía	68
4.3.1	Recopilación y Análisis de la Información Cartografía y Topográfica Disponible de la Zona	68
4.3.2	Elaboración del Plano Topográfico para la zona del proyecto.....	68
4.4	Estudio Hidrológico	68
4.4.1	Recopilación y selección de la Información Hidrológica relevante para el Proyecto	69
4.4.2	Hidrografía y geomorfología	69
4.4.3	Estaciones Meteorológicas	70
4.4.4	Precipitación y Evaporación.....	70
4.4.5	Escorrentía e Infiltración	73
4.4.6	Análisis de Máximas Avenidas	76
4.4.6.1	Métodos de Estimación de Máximas Avenidas.....	76
4.4.6.2	Período de Recurrencia de Eventos Máximos	77
4.4.6.3	Funciones de Distribución de Probabilidad Usadas en Hidrología.....	78
4.4.6.4	Avenidas Extraordinarias para Diferentes Periodos de Retorno	79
4.5	Estudio Geológico – Geotécnico del Proyecto.....	85
4.5.1	Reconocimiento de la Geología Predominante en la Zona del Proyecto	86
4.5.2	Condiciones Geológicas Regionales	86
4.5.2.1	Geomorfología Regional.....	86
4.5.2.2	Litoestratigrafía.....	88
4.5.2.3	Geología Regional	88
4.5.2.4	Geología Estructural	89

4.5.3	Condiciones Geológicas Locales	90
4.5.3.1	Geomorfología Local	90
4.5.3.2	Geología Local.....	90
4.5.3.3	Geodinámica	91
4.5.4	Estudios Geotécnicos e Información Geotécnica Antecedente	92
4.5.5	Programa de Investigaciones Geotécnicas	93
4.5.5.1	Investigaciones Geotécnicas de Campo.....	93
4.5.5.2	Ensayos de Campo.....	95
4.5.5.3	Ensayos de Laboratorio de Mecánica de Suelos.....	97
4.5.5.4	Resultado de ensayos y Clasificación de suelos	98
4.6	Estudio de Riesgo Sísmico	100
4.6.1	Evaluación de las Fuentes Sismogénicas.....	101
4.6.2	Evaluación de la Recurrencia Sísmica.....	103
4.6.3	Determinación del Peligro Sísmico	103
4.7	Estudio de Impacto Ambiental	105
4.7.1	Marco Legal e institucional	105
4.7.2	Descripción del Entorno o Línea base Ambiental	106
4.7.2.1	Descripción del Área de Estudio	106
4.7.2.2	Lista de Parámetros Ambientales Relevantes.....	107
4.7.3	Identificación y Análisis de Impactos Ambientales	108
4.7.3.1	Etapas y Actividades del proyecto.....	108
4.7.3.2	Matriz de Impactos Ambientales	109
4.7.3.3	Impactos del Proyecto sobre el Medio.....	110
4.7.3.4	Encadenamiento de Efectos y Ubicación temporal	113
4.7.3.5	Impactos del medio sobre el proyecto	114
4.7.4	Medidas de Mitigación Ambiental	114
4.7.5	Programa de Monitoreo	115
4.7.6	Programa de contingencias.....	116
4.7.7	Programa de Abandono del Área.....	116

V.	RESULTADOS Y DISCUSION	119
5.1	Evaluación de las condiciones Geotécnicas	119
5.1.1	Perfiles Estratigráficos de la Cimentación de las Estructuras	119
5.1.2	Determinación de los Parámetros Geotécnicos	122
5.1.3	Condiciones de permeabilidad del Vaso del Depósito	123
5.2	Diseño del proyecto de Reforzamiento y Ampliación	124
5.2.1	Estructura de Reforzamiento del Depósito de Relaves Existente...	124
5.2.1.1	Diseño Contrafuerte Estabilizador.....	124
5.2.1.2	Análisis de infiltración - Contrafuerte	125
5.2.1.3	Sistema de Drenaje y Filtros del Contrafuerte.....	126
5.2.2	Estructura de Ampliación del Depósito de Relaves Existente	126
5.2.2.1	Determinación del Eje de Ampliación y Altura de presa ...	126
5.2.2.2	Características del Eje Proyectado.....	127
5.2.2.3	Diseño de la Presa de Ampliación	127
5.2.2.4	Diseño del Vaso de Almacenamiento	129
5.2.2.5	Análisis de Infiltración - Presa de Ampliación	130
5.2.2.6	Sistema de Drenaje de Aguas de Infiltración.....	131
5.2.2.7	Sistema de Subdrenaje de las Aguas de Infiltración.....	132
5.2.3	Análisis de Estabilidad	133
5.2.3.1	Análisis de Estabilidad Local en el Contrafuerte - Condiciones Estáticas y Sísmicas	133
5.2.3.2	Análisis de Estabilidad Local en la Presa de Ampliación - Condiciones Estáticas y Sísmicas	135
5.2.4	Obras Complementarias	136
5.2.4.1	Poza de Almacenamiento de Aguas de Infiltración.....	136
5.3	Presupuesto de las Obras Proyectadas.....	137
VI.	CONCLUSIONES	139
VII.	RECOMENDACIONES	141
VIII.	BIBLIOGRAFIA	143

INDICE DE CUADROS

Cuadro N°1: Comparación de las Características de los depósitos de Relave (I)	17
Cuadro N°2: Comparación de las Características de los Depósitos de Relave (II)	18
Cuadro N°3: Cuadro de Clasificación de Suelos.....	21
Cuadro N°4: Taludes Recomendados en Presas de Tierra Homogénea.....	42
Cuadro N°5: Taludes Recomendados en Presas de Tierra Heterogénea.....	43
Cuadro N°6: Borde Libre Normal y Mínimo Recomendado	45
Cuadro N°7: Acceso al Área del Proyecto	64
Cuadro N°8: Características Fisiográficas de la Cuenca en Estudio.....	69
Cuadro N°9: Estación Meteorológica para el Proyecto.....	70
Cuadro N°10: Valores Promedio de la Precipitación en las Principales Estaciones.....	71
Cuadro N°11: Resultados de la Lluvia Media en la Zona de Proyecto	72
Cuadro N°12: Evaporación Media Mensual para el Estudio	72
Cuadro N°13: Valores del Coeficiente de Escorrentía.....	74
Cuadro N°14: Cálculos de Escorrentía.....	75
Cuadro N°15: Datos de Precipitación Máxima en 24Horas.....	77
Cuadro N°16: Precipitaciones Máximas para Diferentes Periodos de Retorno	78
Cuadro N°17: Características de la Cuenca de la Quebrada Huanca	80
Cuadro N°18: Caudales de Escurrimiento Quebrada Huanca – Método Racional	82
Cuadro N°19: Caudales de Escurrimiento Quebrada Huanca – Método SCS	84
Cuadro N°20: Resultados de los Métodos Empleados para Avenidas Extraordinarias	85
Cuadro N°21: Perforaciones Diamantinas Ejecutadas	93
Cuadro N°22: Relación de Calicatas Ejecutadas.....	94
Cuadro N°23: Relación de Trincheras Ejecutadas	95
Cuadro N°24: Densidad de Campo y Humedad Natural.....	97
Cuadro N°25: Resultados de Ensayos y Clasificación de Suelos	99
Cuadro N°26: Peligro Sísmico del Proyecto – Aceleraciones Máximas Esperadas	104
Cuadro N°27: Ubicación Temporal de los Efectos Ambientales	113
Cuadro N°28: Parámetros Geotécnicos del Proyecto.....	123
Cuadro N°29: Características del Contrafuerte Estabilizador.....	124
Cuadro N°30: Caudales de Infiltración - Contrafuerte.....	125

Cuadro N°31: Características de la Presa de Ampliación	128
Cuadro N°32: Caudales de Infiltración - Presa de Ampliación.....	130
Cuadro N°33: Parámetros Geotécnicos de los Materiales y Cimentación - Contrafuerte..	133
Cuadro N°34: Factores de Seguridad del Analisis de Estabilidad - Contrafuerte.....	134
Cuadro N°35: Parámetros Geotécnicos de los Materiales y Cimentación - Presa de Ampliacion.....	135
Cuadro N°36: Factores de Seguridad del Analisis de Estabilidad - Presa de Ampliación.	137
Cuadro N°37: Características de la Poza de Almacenamiento de Aguas de Infiltración...	135
Cuadro N°38: Resumen del Presupuesto del proyecto de Reforzamiento y Ampliación ..	138

INDICE DE FIGURAS

Figura N°1: Registros de Exploración.....	30
Figura N°2: Ensayo de Permeabilidad Le Franc	36
Figura N°3: Ensayo de Permeabilidad Lugeon	36
Figura N°4: Equipo de Densidad de Campo	37
Figura N°5: Esquema de Terraplén Compuesto.....	42
Figura N°6: Tensión de Análisis en la Geomembrana	48
Figura N°7: Modelo de Diseño y Fuerzas Relacionadas.....	49
Figura N°8: Subdivisiones para Analisis de Estabilidad (Dovelas).....	51
Figura N°9: Fuerzas Actuantes en Dovelas.....	52
Figura N°10: Fuerzas Actuantes en Dovelas – Método de Bishop	53
Figura N°11: Precipitación Max. 24 Horas para Diferentes Periodos de Retorno.....	79
Figura N°12: Volumen por Unidad de Tiempo.....	80
Figura N°13: Hidrograma de Escorrentía – Método SCS	83
Figura N°14: Fuentes Sismogénicas Superficiales.....	101
Figura N°15: Fuentes Sismogénicas intermedias y Profundas.....	102
Figura N°16: Gráfica de Aceleraciones de Gravedad para el Peligro Sismico	104

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Registro de Calicatas y Trincheras

Anexo 2: Ensayos de Densidad de Campo

Anexo 3: Panel Fotográfico

Anexo 4: Ensayos de Laboratorio de Mecánica de Suelos

Anexo 5: Hidrología

Anexo 6: Impacto Ambiental

Anexo 7: Volumen de Almacenamiento

Anexo 8: Cálculo del Borde Libre

Anexo 9: Análisis de Infiltración

Anexo 10: Análisis de Estabilidad

Anexo 11: Planos

Anexo 12: Costos y Presupuestos

I. INTRODUCCION

1.1 GENERALIDADES

El presente proyecto de tesis “Reforzamiento y Ampliación del Actual Depósito de Relaves en Operación para el Procesamiento de Minerales en la Localidad de Saisa – Ayacucho”, constituye un estudio para la implementación Estructuras complementarias, como medida técnica de solución al problema de estabilidad y capacidad identificados en el depósito de relaves en operación, como consecuencia del aumento de la producción y procesamiento de minerales.

La Compañía Minera *EXPLORO* Perú S.A. desarrolla sus labores de operación y producción conforme al marco jurídico establecido en la Ley General de Minería, por el Decreto Legislativo N° 109 y su Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 025-82-EM/VM, ministerio de Energía y Minas. Realizando la extracción y procesamiento de minerales en la Localidad de Saisa, Provincia de Lucanas, departamento de Ayacucho; operando actualmente una planta de procesamiento con capacidad instalada de 90 TMS/día (Toneladas métricas secas por día). Para el almacenamiento de los residuos de producción cuenta con un depósito de relaves en operación denominado como Deposito N°1.

Esta compañía viene desarrollando un programa de crecimiento de la capacidad instalada de su planta Procesadora “Huanca”, para operar con 180 TMS/día, y dado que el volumen del depósito existente se encuentra al límite de su capacidad; se ha previsto la implementación de obras complementarias, cuya finalidad es la de estabilizar y ampliar la capacidad del depósito existente, Asegurando la producción Minera el tiempo necesario para llevar a cabo la construcción de una Futura relavera.

El proyecto básicamente comprende el diseño de dos estructuras principales, la primera para garantizar la estabilidad física del Deposito existente y la segunda para ampliar aguas abajo dicho depósito, almacenando los relaves generados por la planta procesadora mientras se ejecuta el depósito N°02 ofreciendo continuidad en la producción y una correcta disposición de los relaves.

Según estas consideraciones, las estructuras de reforzamiento y ampliación deberán ser diseñadas y ejecutadas en una sola etapa de conformación y de manera eficiente aprovechando al máximo todos los recursos disponibles (reutilización de material de mina) sin entorpecer el desarrollo e implementación del futuro proyecto.

1.2 OBJETIVOS

El presente estudio tiene los siguientes objetivos:

- Desarrollar el proyecto de reforzamiento y ampliación como una medida técnica que solucione eficientemente los problemas identificados.
- Realizar los estudios previos al diseño definitivo de las estructuras para ser proyectado (Topografía, Hidrología, Geología- geotecnia, Peligro Sísmico e impacto ambiental)
- Diseño del contrafuerte como estructura de Reforzamiento y estabilización del depósito de relaves existente.
- Diseño de la Presa de Ampliación con reutilización de materiales para el incremento de la capacidad del depósito de relaves existente.
- Implementación del Sistema de drenaje integral para el control de filtraciones en el depósito existente, las estructuras proyectadas y obras complementarias.

II. REVISION LITERARIA

A continuación se presenta una serie de conceptos básicos asociados al proyecto de tesis y al diseño o ampliación de depósitos para almacenamiento de relaves:

2.1 Procesamiento y Producción de Minerales

Para poder entender la naturaleza del proyecto es necesario tener un conocimiento básico de cómo es producido el mineral y especialmente de sus resultados finales (mineral procesado y productos de desecho). Para llevar a cabo esta transformación se requiere de diversos procedimientos; sin embargo existen pasos fundamentales en los procesos que son comunes para la mayoría de casos.

Por lo general los procedimientos en mina se inician con las fases de trituración o chancado y Molienda una vez terminado esto se realiza la selección y concentración del mineral contenido por diferentes procesos físicos, químicos y biológicos, para finalmente obtener el mineral dejando como subproducto partículas remanentes que conocemos como relaves. La etapa final en el proceso es la recuperación del exceso de agua presente en los relaves, dejando una pulpa de relaves para su disposición en el depósito.

A) Trituración o Chancado

La trituración o chancado es una actividad desarrollada en etapas que busca que los fragmentos de material extraído disminuyan de tamaño, hasta que sean aceptados como parte de la alimentación de los equipos de la siguiente fase (molienda). El chancado primario es ejecutado por chancadoras de mandíbulas o quijadas y trituradores giratorios, mientras que el chancado secundario es realizado por molinos de martillo y chancadoras cónicas los que reducen los fragmentos de roca a 10 o 15 pulgadas.

B) Molienda

Esta fase es la última de la reducción física del material obtenido del chancado. El equipo destinado a la molienda principalmente son molinos de bolas y barras dispuestos en serie, las cuales pulverizan el mineral produciendo partículas con tamaños entre 2 mm hasta los 0.425 mm (equivalentes a la malla N°10 y N°40 respectivamente).

C) Concentración

Las partículas pulverizadas en la fase de molienda varían en contenido de mineral. El propósito de la concentración es separar y “concentrar” aquellas partículas con altos valores minerales de aquellas con bajos valores (destinados a conformar los relaves). Existen tres principales métodos:

- **Separación por gravedad:** Se fundamenta en la diferencia de gravedades específicas, entre el mineral a separar y el material que lo contiene.
- **Separación magnética:** Usado en la concentración de mineral que reaccionen a campo magnético.
- **Flotación:** Es el método más utilizado, se fundamenta en procesos físico-químicos, logrando que las partículas de mineral repelan el agua y sea adhieran al aire inyectado; De esta manera las partículas con alto contenido de mineral se elevan a la superficie del tanque agitador en forma de espuma que es retirada para su tratamiento. Sin embargo el uso de agentes químicos puede alterar la calidad de los efluentes y relaves.

D) Lixiviación

El método consiste en la separación del mineral de las partículas de roca, aplicando altas concentraciones de solventes (lavados); usualmente de ácidos fuertes o soluciones alcalinas, dependiendo del mineral a remover. La lixiviación cambia considerablemente las características físicas-químicas de los efluentes y el relave vertido, por lo que su utilización deberá ser controlada y supervisada.

D) Desecación o Deshidratación

Esta es la etapa final del proceso, consiste en la extracción del contenido de agua de los relaves conformando una pulpa o lodo; El agua recuperada es recirculada a la planta para las actividades de procesamiento si sus características lo permiten.

Para este procedimiento se utilizan tanques espesadores con brazos rotativos que transportan el relave sólido (pulpa) al centro desde donde son bombeados al depósito de relaves.

Referencia: Steven G. Vick, P. 1983, Planning, Design and Analysis of Tailings Dams.

2.2 Relaves

Los relaves se definen como todo producto remanente procesado de arena y limo depositados en forma de pulpas o lodos (pasta con agua); esta definición involucra a la gran mayoría de desechos de mina.

Desde el punto de vista de la producción minera el principal objetivo se centra en la extracción de los concentrados minerales, quedando los relaves como desechos sin mayores atenciones. Sin embargo en los últimos años estos han recibido la debida importancia (acondicionamiento y deposición final) principalmente por el impacto que pueden causar al medio ambiente con consecuencias irreversibles.

Referencia: Steven G. Vick, P. 1983, Planning, Design and Analysis of Tailings Dams.

2.2.1 Tipos de Relaves

A. Relaves de carbón

Como producto de la extracción y procesamiento del carbón son generados desperdicios finos o lodos (Backer, 1977) que consisten principalmente de partículas de carbón, limo y arcilla. Esta composición produce dos características importantes: bajo peso específico y cierto grado de plasticidad.

B. Relaves de plomo – zinc

Material áspero y angular de consistencia dura que usualmente se separan en arenas y limos durante la etapa de molienda. Se caracterizan por su baja plasticidad, contenido de arcillas y alto peso específico varía de 2.9 a 3.6 debido a la presencia de pirita en los relaves (*Mabes et al, 1977*).

C. Relaves de oro – plata

Se encuentran asociados a rocas duras, en su concentración suele utilizarse un lixiviado de Cianuro de sodio, el cual requiere condiciones ligeramente alcalinas; lo que se logra mediante la adición de cal. Estos relaves contienen arcilla en baja proporción y su peso específico varía de 2.6 a 3.1 pudiendo ser más elevados bajo la presencia de pirita (*Hamel y Gunderson 1973*).

D. Relaves de cobre

Los relaves producto de la extracción de cobre son relativamente gruesos teniendo un 45 por ciento del material que pasa la malla número 200, no presentan plasticidad y tienen un peso específico que varía desde 2.6 a 3 igualmente en presencia de pirita (*Mittal y Morgensten, 1976*).

2.2.2 Clasificación de los relaves por su gradación y plasticidad

A Primera categoría - Relaves de Roca suave

Incluyen a los relaves de carbón y potasio. Contienen partículas gruesas y finas, siendo éstas últimas predominantes en el comportamiento de los relaves debido a la presencia de arcillas.

B Segunda categoría - Relaves de Roca dura

Pertenecen a este grupo los desechos de la extracción de plomo, zinc, cobre, oro, plata molibdeno y níquel. Contienen partículas gruesas y finas, estas últimas generalmente de baja plasticidad o no la presentan. Las arenas predominan y sus características se deben tener en cuenta para su uso en el campo de la ingeniería.

C Tercera categoría - Relaves finos

Incluyen arcillas fosfatadas y relaves finos de alquitrán. La fracción gruesa es muy pequeña e incluso inexistente. La sedimentación y consolidación de estos relaves está sujeta principalmente a la presencia de limos y arcillas.

D Cuarta categoría - Relaves gruesos

Se presentan dentro de este grupo los relaves de uranio, fosfatos, yeso y alquitrán. Contienen tanto arenas como limos sin plasticidad, los cuales presentan un comportamiento similar al de las arenas.

2.2.3 Características y propiedades de ingeniería de los relaves

Para el manejo del relave se debe tener en cuenta las características de estos; de las cuales dependerá la distribución del material descargado dentro del vaso, la capacidad y el grado de las partículas dentro del vaso, la capacidad del vaso y en general el comportamiento del depósito de relaves.

2.2.3.1 Densidad in situ

Este parámetro es de suma importancia, pues se relaciona con el volumen requerido por el depósito para una producción determinada, esta determinada por la relación:

$$\gamma_d = \frac{W_s}{V} \quad \dots\dots\dots (2.0)$$

Donde:

- γ_d = Densidad seca
- W_s = Peso de sólidos
- V = Volumen total

Esta densidad puede variar dentro de un mismo depósito de relaves, siendo su valor, mayor al ir aumentando la profundidad e ir localizándose en las zonas altas, los relaves menos densos. La densidad depende principalmente del peso específico, tipo de relaves (gruesos o finos) y del contenido de arcilla.

2.2.3.2 Densidad in situ

Este parámetro es importante para determinar el grado de compactación que se requiere para un relave, con el fin de minimizar el riesgo de licuefacción, la que se define según la siguiente expresión:

$$D_r = \frac{e_{\max} - e}{e_{\max} - e_{\min}} \times 100 \dots\dots\dots (2.1)$$

Donde:

- D_r = Densidad relativa
- e_{\min} = Relación de vacíos de la arena en la condición más suelta.
- e_{\max} = Relación de vacíos de la arena en la condición más densa.

$$D_r = \frac{\rho_{\max} (\rho_d - \rho_{\min})}{\rho_d (\rho_{\max} - \rho_{\min})} \times 100 \dots\dots\dots (2.2)$$

Donde:

- ρ_{\max} = Densidad máxima de las arenas.
- ρ_{\min} = Densidad mínima de las arenas.
- ρ_d = Densidad seca.

2.2.3.3 Permeabilidad

Propiedad de ingeniería para un material que contiene espacios continuos e interconectados de modo tal que el agua puede discurrir a través de ellos. La permeabilidad de los relaves arenosos varía aproximadamente de 10^{-3} a 10^{-4} cm/s, mientras que las lamas oscilan en el rango de 10^{-5} a 10^{-6} cm/s, dependiendo de la presión total efectiva a la que estén sometidos; una relación muy útil está dada por la fórmula de Hazen's (demostrada por Mittal y Morgenestern, 1975):

$$k = (d_{10})^2 \dots\dots\dots (2.3)$$

Donde:

- k = Permeabilidad en centímetros por segundo
- d_{10} = Tamaño de abertura en milímetros para el cual el 10% de las partículas pasa por peso.

Esta relación ha probado ser exacta para relaves de metales básicos y metales preciosos de todos los tipos. Proporciona la permeabilidad de los estratos individuales mas no, necesariamente, del relave como un todo, en el depósito, pues este depende de los efectos de anisotropía (permeabilidades horizontales y verticales), Efectos de la distancia de descarga (Kealy y Bush, 1971) y el efecto de la relación de vacíos en los depósitos, la permeabilidad en los depósitos de arenas o lamas es gobernada por aquellos de las arenas debido a la conexión de estratos más permeables.

Cabe resaltar que los relaves arenosos o gruesos drenan por gravedad después que el agua empozada es extraída de la superficie y si están sobre un material razonablemente permeable; mientras que los relaves finos o lamas no responden al drenaje por gravedad debido a las altas fuerzas de capilaridad asociadas con el pequeño tamaño de las partículas.

Referencia de: MINEM. Guía Ambiental para el manejo de Relaves Mineros.

2.2.3.4 Compresibilidad

Los relaves debido a su pobre estado de disposición, angulosidad y gradación de de sus partículas, las arenas y lamas son más comprensibles que muchos suelos similares. La propiedad de compresibilidad es determinada por el ensayo de compresión unidimensional.

2.2.3.5 Consolidación

La consolidación es una propiedad difícil de medir, pues sucede de manera muy rápida en los modelos. Para depósitos de relave con arenas la consolidación C_v varia de 5×10^{-1} a 10^2 cm^2/s , en lamas el C_v es de 10^{-2} a 10^{-4} cm^2/s .

2.2.3.6 Resistencia al corte drenado

Los relaves presentan una alta resistencia a la fuerza de corte drenado ($\bar{\phi}$) debido al alto grado de angularidad de sus partículas, mostrando valores entre 3° a 5° más elevados que suelos similares.

Cabe resaltar que la fuerza cortante drenada se refiere a los esfuerzos efectivos, que están representados principalmente por el ángulo de fricción interna efectivo; debido a la usual ausencia de cohesión en la mayoría de relaves. En la determinación de este parámetro, el valor de la densidad tiene efectos mínimos, mientras que los esfuerzos sometidos sí presentan efectos importantes.

2.2.3.7 Resistencia al corte no drenado

La fuerza cortante no drenada incluye el valor de la presión de poros generada por la rápida aplicación de la fuerza cortante sobre el relave. De esta manera se obtienen los valores de esfuerzos totales, representados por el ángulo de fricción y cohesión totales. A diferencia de la cohesión efectiva, la que usualmente es nula en relaves. La cohesión total sí se presenta como un fenómeno real.

2.2.3.8 Resistencia a Fuerzas cíclicas

La resistencia a fuerzas cíclicas como los sismos en relaves (o suelos no cohesivos) es menor al de un suelo natural, está dada por varios factores, tales como la densidad relativa, el tamaño de las partículas del suelo, el método de deposición, antigüedad y eventos sísmicos ocurridos con anterioridad. Los relaves presentan partículas angulosas, que han sido depositados por mecanismos hidráulicos en un período de tiempo muy corto, por lo que no presentan una historia sísmica previa. Lo que trae como consecuencia importantes deformaciones al aplicar fuerzas cíclicas, se considera como punto de falla al 10 % de la deformación cíclica; lo que a su vez coincide con el inicio de licuefacción de relaves.

Referencias: Vick, SG. Planning, Design and Analysis of Tailings Dams.

2.3 Manejo y disposición de relaves

A) Transporte de relaves y descarga

Los relaves generados en la planta son transportados en forma de pulpa hacia el depósito para su almacenamiento, comúnmente se efectúa a través de tuberías, con o sin bombeo de acuerdo a las características y requerimientos.

Estos sistemas presentan consideraciones básicas gobernadas en gran medida por las distancias y desniveles factibles, la densidad de la pulpa y el tamaño de partícula transportada. Así mismo el diseño considera las velocidades del flujo para evitar la sedimentación y obstrucción de la tubería o excesiva abrasión en la tubería. Como medida práctica, la mayoría de las tuberías para relaves operan dentro de un rango de 5-10 pies/s; empleando actualmente tuberías de polietileno de alta densidad (HDPE) con rango de presiones baja a moderada.

La descarga de relaves en el nivel más alto de un depósito es deseable para propósitos estructurales. La deposición en playas puede hacerse en un solo punto, por descarga movable o por múltiples puntos de descarga (spigotting); los que forman playas con una serie de deltas adyacentes y traslapadas mejorando el control en la descarga.

B) Decantación del pondaje de agua

Luego de la descarga del relave, gran porcentaje de las partículas se asientan cerca del punto de descarga (segregan). Por otro lado las partículas finas y coloidales son transportadas hacia el pondaje de agua o agua de decantación donde eventualmente sedimentan. Cuando sea posible, el agua decantada deberá ser bombeada a la planta para su reúso.

Se debe pretender controlar el agua de pondaje para evitar la falla de la presa por erosión interna. Por ello el método de decantación por bombeo ofrece flexibilidad al control del nivel de agua de almacenamiento.

2.4 Métodos de disposición de relaves en estructuras de almacenamiento

La disposición o deposición de relaves se realiza por diferentes métodos, cuya selección dependerá de diversos factores como son las cercanías a la planta concentradora, capacidad de almacenamiento del vaso, topografía del lugar y producción.

2.4.1 Tipos de deposición de relaves

Los distintos tipos de Deposición de Relaves que se consideran en la actualidad son los siguientes:

2.4.1.1 Deposición de relaves espesados

Este tipo de deposición se fundamenta en la mayor viscosidad que adquiere la pulpa de relave al aumentar la concentración de sólidos. El ingeniero canadiense Eli I. Robinsky propone una curva, en la que relaciona el ángulo de reposo del relave con el contenido de sólidos de la pulpa. Para una concentración del orden del 53% en peso, la pendiente de reposo es del 2% y ésta aumenta hasta un 6% si la concentración sube al 65%. De esta manera pueden disponerse los relaves en forma de un cono cuya pendiente será la que corresponde a la respectiva concentración de sólidos. Por otro lado este procedimiento se diferencia también por el menor grado de segregación del relave, ya que un relave en pulpa, mas diluido, por escurrimiento presentara segregación alta depositando en primer lugar el material grueso y separadamente los finos; por el contrario si la pulpa es concentrada o espesada (del orden de 50 % o más) escurriría como un todo sin ocurrir segregación.

Para la deposición de relaves espesados teóricamente no se requiere de un deposito, pues el cono dispuesto permite un ángulo de reposo, sin embargo es recomendable realizar un terraplén para el control del agua de pondaje.

Como desventaja presenta interrogantes como la obtención de concentraciones del orden de 65% en peso y con ángulo de reposo de 6% su transporte desde el concentrador hasta el vértice del cono implica gradientes superiores a dicho valor de manera que una conducción promedio de 2km hasta el depósito implica una pérdida de carga del orden de 120 metros.

Referencia: Ramírez, NA. Guía Técnica de Operación y Control de Depósitos de Relaves.

2.4.1.2 Deposición de Relaves Filtrados

Este procedimiento es muy similar al de los relaves espesados, con la diferencia de que el material contiene menos agua, debido al proceso de filtrado utilizando equipos tales como los filtros de prensa o de vacío.

El relave una vez filtrado se transporta al lugar de depósito mediante cintas transportadoras o equipos de movimiento de tierras y/o camiones. En el primer caso, se logra un cono de material similar al de método de relaves espesados; mientras que en el segundo caso se utiliza el equipo de movimiento de tierras para ir construyendo módulos de material compactado, los cuales permiten conformar un depósito aterrazado de gran volumen.

Es importante señalar que en este método, aunque el filtrado logra humedades entre 20% a 30% Humedad para su manejo con maquinaria, la humedad es lo suficiente como para generar saturación del depósito, por lo que es posible que se produzcan infiltraciones.

Referencia: Ramírez, NA. Guía Técnica de Operación y Control de Depósitos de Relaves.

2.4.1.3 Depósitos de Relaves en Pasta

Los relaves en pasta corresponden a una mezcla de agua con sólidos, que contiene abundantes partículas finas y menor proporción de agua, de modo que esta mezcla tiene una consistencia pastosa, similar a una pulpa de alta densidad.

La pasta de relaves requiere tener al menos un 15% de concentración en peso de partículas pequeñas. La ventaja de este procedimiento es el fácil transporte en tubería sin problemas de segregación o sedimentación; una vez depositados los relaves, se dejan secar, luego se acopian, permitiendo así minimizar la superficie de suelo cubierto con relaves, realizar un cierre progresivo, el depósito puede ser dejado sin requerir mayores medidas adicionales de cierre.

“Cuando se dispone pasta de relaves en superficie, una muy pequeña fracción de agua podrá drenar o infiltrarse, ya que la mayor parte de la humedad es retenida en la pasta debido a la tensión superficial de la matriz de suelo fino”.

Referencia: Ramírez, NA. Guía Técnica de Operación y Control de Depósitos de Relaves.

2.4.2 Clasificación de las estructuras para almacenamiento de relaves

2.4.2.1 Presas de Tierra y/o Enrocado Aplicado a Relaves

Las presas de tierra y/o enrocado son diseñadas y construidas de acuerdo con las mismas técnicas usualmente empleadas en la construcción de presas para almacenamiento o retención de agua, con la única excepción que los taludes aguas arriba (en contacto con el relave) no están adecuadas para experimentar el rápido desembalse porque esta situación no es requerida en el diseño.

Las presas de este tipo son construidas en una sola etapa, es decir hasta su altura final, antes de que empiece la descarga de la deposición de los relaves.

2.4.2.2 Presas de Relaves

Las presas de relaves difieren de las presas convencionales, en que la construcción es efectuada por etapas durante la vida del depósito.

La conformación de la presa generalmente se inicia con un dique de arranque que es construido de material natural o de préstamo (incluido material de mina acondicionado), su tamaño debe permitir el almacenamiento del volumen de los primeros años de deposición, así como el flujo de avenidas si lo hubiera.

Al margen del tipo de material empleado, el crecimiento de estas estructuras hasta su nivel final se clasifica en tres clases, que determinan la posición final de la cresta o corona de presa en relación a la corona de la presa de arranque a medida que incrementa su altura.

A continuación, se definen los 3 métodos de crecimiento de una presa de relaves:

A. Método aguas arriba

El método de crecimiento aguas arriba presenta un dique de arranque, sobre el cual, una vez construido permite que los relaves sean descargados periféricamente usando clasificadores (hidrociclón) desde su cresta para formar una playa que permite la fundación para un segundo dique perimetral. Una vez que el depósito se encuentra próximo a llenarse, se procede a la elevación del dique apoyado en la playa de relaves generado con dirección aguas arriba para una nueva descarga de arenas y material de conformación, este proceso continua a medida que se incrementa la altura de la presa.

Las mayores ventajas del método aguas arriba son el bajo costo y su simplicidad. Para la construcción de los diques perimetrales son necesarios volúmenes mínimos de relleno colocados mecánicamente y de esta forma pueden ser construidas grandes alturas de presas a muy bajo costo.

El uso del método aguas arriba es limitado a condiciones específicas por factores que incluyen el control del nivel freático, capacidad de depósito del agua y la susceptibilidad a la licuación debido al bajo valor de la densidad relativa que se presenta por la saturación a la que se encuentra cada vez más el material dentro del depósito.

B. Método aguas abajo

Las etapas de crecimiento del método aguas abajo, indican que la presa es construida colocando el relleno sobre el talud aguas abajo del levantamiento previo. Este método permite incorporar medidas estructurales dentro del cuerpo de la presa (por ejemplo núcleos impermeables y drenes internos, para un control positivo del nivel freático).

En este caso, la presa puede almacenar volúmenes significantes de agua directamente contra el talud de la presa, considerando que el nivel freático puede ser mantenido en niveles bajos dentro del relleno y teniendo en cuenta que el cuerpo total del relleno puede ser compactado, este método de construcción es resistente a la licuación y puede ser empleado en áreas de regular sismicidad.

La mayor desventaja del método de crecimiento aguas abajo es el, comparativamente, gran volumen de relleno de presa requerido y el correspondiente alto costo por lo que se debe realizar un adecuado planteamiento de la producción de relaves durante el crecimiento del depósito de manera constante y permanente; de igual manera se debe prever que el derrame de la presa no interfiera con estructuras existentes importantes y no coincida con accidentes topográficos que limiten el crecimiento.

C. Método de la línea central

El método de la línea central es un término medio entre los métodos aguas arriba y aguas abajo en muchos aspectos. Se puede decir que comparte hasta cierto grado las ventajas de los dos métodos, mitigando sus desventajas. El método de la línea central, empieza inicialmente con un dique de arranque, desde cuya cresta es distribuido el relave en todo su perímetro para formar el depósito. Los subsecuentes levantamientos son construidos colocando el relleno encima de la playa y del talud aguas abajo previamente levantado. Las líneas de centro de los levantamientos son coincidentes a medida que el relleno de la presa progresa.

Pueden ser provistas zonas de drenaje internas dentro del cuerpo de la presa, para controlar el nivel freático motivo por el cual la ubicación del agua del depósito no afectará a la estabilidad de la presa como el caso de la construcción aguas arriba.

Como consecuencia, que el cuerpo principal del relleno de la presa puede ser compactado y controlado los niveles de saturación por drenaje, el método de la línea central tiene generalmente buena resistencia sísmica. Puede ocurrir en el evento de una licuación de la playa de relaves, una limitada falla que comprometa proporciones del relleno aguas arriba colocado sobre la playa. Sin embargo, mientras las porciones central y aguas abajo de la presa permanecen intactas y si el agua no es acumulada directamente contra la presa, la integridad total y estabilidad de la presa como un todo se considera que no será afectada.

CUADRO N°1: Comparación de las Características de los Depósitos de Relaves (I)

TIPO DE PRESA	REQUERIMIENTO RELAVES	REQUERIMIENTO O DESCARGA	ADECUADO DEPÓSITO AGUA
Materiales Convencionales (tierra)	Adecuado para cualquier tipo de relaves	Adecuado para cualquier descarga	Bueno
Aguas arriba	Al menos 40% a 60% de arena en el total de relaves. Densidad Pulpa baja para promover segregación de los tamaños de granos.	Descarga periférica y una necesaria playa bien controlada	No adecuado para depósito de agua significativa
Aguas abajo	Adecuado para cualquier tipo de relaves	Varía de acuerdo a detalles de diseño	Bueno
Línea central	Arenas o limos de baja plasticidad	Descarga periférica	No recomendable como depósito permanente. Depósito de flujo temporal aceptable con apropiados detalles de diseño.

CUADRO N°2: Comparación de las Características de los Depósitos de Relaves (II)

TIPO DE PRESA	RESIST. SÍSMICA	RESTRICCIÓN CRECIMIENTO	REQUERIMIENTO RELLENO PRESA	COSTO RELATIVO PRESA
Materiales Convencionales (tierra)	Bueno	Presas completas construidas inicialmente	Suelo natural préstamo	Alto
Aguas arriba	Pobre en áreas de alta sismicidad	Mayormente deseable entre 5 – 10 m/año Es peligroso para mayor de 15 m/año	Suelo natural, arena de relaves o desechos de mina	Bajo
Aguas abajo	Bueno	Ninguno	Arena de relaves o desechos de mina si la producción es suficiente o suelo natural.	Alto
Línea central	Aceptable	Restricciones de altura para levantamientos individuales	Arenas de relaves o desechos de mina si la producción es suficiente o suelo natural	Moderado

Fuente: Planning, Design and Analysis of Tailing Dams

2.4.2.3 Sobre crecimientos o Ampliaciones de Presas de Relaves.

Al igual que lo descrito anteriormente esta clase de estructuras se realizan cuando un depósito de relaves diseñado de cualquier tipo y en operación está próximo al límite de su capacidad de diseño.

El sobre crecimiento contempla por lo general la ejecución de crecimientos complementarios a la presa existente a fin de incrementar su capacidad; bajo los mismos criterios de conformación de presas de relaves. Mientras que la ampliación contempla por su parte la ejecución de estructuras conexas aguas arriba o abajo de la presa existente conformando depósitos o vasos de almacenamiento, adyacentes al existente incrementando su capacidad. Los materiales y criterios empleados para estas estructuras son similares al de presas de relaves.

2.5 Factores Físicos que Gobiernan la Selección del Tipo de Presa

La selección del tipo de presa para un lugar determinado requiere la consideración cuidadosa de las condiciones y características del lugar proyecto, por ejemplo la topografía, el nivel de producción, el tipo de servicio de la planta, la economía, la seguridad y otras limitaciones que pudieran existir; en algunos casos la selección del tipo puede depender de factores como la mano de obra y el equipo que se pueda disponer para su conformación , las cuales cobran mayor relevancia cuando interviene el factor tiempo. Así mismo lo inaccesible del lugar puede influir en la selección.

La selección final de la presa por lo general se realizará después de considerar estos factores y algunos más, siendo los determinantes los factores físicos y el costo.

2.5.1 Topografía

La topografía en gran parte dicta la primera elección del tipo de presa. En función al relieve terrestre encontrado en la zona de emplazamiento; Cuando las condiciones del terreno son intermedias otras consideraciones toman importancia, pero el principio general de conformidad con el terreno natural sigue siendo la guía principal.

La correcta localización de estructuras como la presa y vertedero de demasías, entre otros son medidas que dependerán en gran parte de la topografía local y que a su vez tendrá importancia en la selección del tipo de presa a elegir.

2.5.2 Condiciones Geológicas, Geotécnicas y de Cimentación

El conocimiento de las condiciones, el tipo y la calidad de cimentación dependen de las características geológicas y geotécnicas encontradas en el lugar del proyecto, en tal sentido su estudio y evaluación es importante a la hora de seleccionar el tipo de presa más adecuado. Además este factor colabora en la evaluación de la disponibilidad de materiales (canteras de préstamo), una razón más de selección del tipo de presa.

2.5.2.1 Generalidades de los Suelos

La mayor parte de los suelos son acumulaciones heterogéneas de partículas de minerales que no están cementados, sin embargo el término suelo o tierra que usan los ingenieros incluye a todos los tipos de material orgánico e inorgánico, cementado y parcialmente cementado; solo se excluye a la roca.

Para el proyecto, las propiedades físicas de los suelos son de vital importancia. Por ello es conveniente disponer de un patrón o método para identificar los suelos y clasificarlos en categorías o grupos que tengan ciertas características que permitan a los ingenieros una mejor interpretación y planeamiento. Para estos fines se utiliza “el sistema unificado de clasificación de suelos” (SUCS). Este sistema es fácilmente aplicable a la mayoría de proyectos, pues toma en cuenta las propiedades técnicas de los suelos, es descriptiva y fácil de asociar a los suelos reales, además de tener flexibilidad para adaptarse al campo y laboratorio, y permite una fácil clasificación visual y manual.

2.5.2.2 El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS)

Los suelos en la naturaleza rara vez existen separadamente como grava, arena, limo, arcilla o materia orgánica, sino que generalmente se encuentran como mezclas con diferentes proporciones de estos elementos. El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos se basa en la identificación del tipo y el predominio de sus elementos, considerando el tamaño de sus granos, granulometría, plasticidad y compresibilidad. Clasifica los suelos en tres grandes divisiones: suelos de grano grueso, suelos de grano fino y suelos con proporción elevada de materia orgánica (turbosos).

Fuente: United States Department of the Interior; Bureau of Reclamation. Diseño de Pequeñas Presas

CUADRO N°3: Cuadro de Clasificación de Suelos

Grupo de Clasificación del Suelo	Compactación Proctor		Relación e vacíos e _v	Permeabilidad Pies/año	Compresibilidad		Resistencia al Corte		
	Densidad Max. Seca en lb/pie ³	Proporción Óptima de Agua %			A 20 Lb/pulg ² en porcentaje	A 50 Lb/pulg ² en porcentaje	C ₀ lb/pulg ²	C _{sat} lb/pulg ²	tanφ
GW	>119	<13.3	(*)	27,000±13,000	<1.4	(*)	(*)	(*)	>0.79
GP	>110	<12.4	(*)	64,000±34,000	<0.8	(*)	(*)	(*)	>0.74
GM	>114	<14.5	(*)	>0.3	<1.2	<3.0	(*)	(*)	>0.67
GC	>115	<14.7	(*)	>0.3	<1.2	<2.4	(*)	(*)	>0.60
SW	119±5	13.3±2.5	0.37	(*)	1.4±*	(*)	5.7±0.6	(*)	0.79±0.02
SP	110±2	12.4±1.0	0.50±0.03	>15.0	0.8±0.3	(*)	3.3±0.9	(*)	0.74±0.02
SM	114±1	14.5±0.4	0.48±0.02	7.5±4.8	1.2±0.1	3.0±0.4	7.4±0.9	2.9±1.0	0.67±0.02
SM-SC	119±1	12.8±0.5	0.41±0.02	0.8±0.6	1.4±0.3	2.9±1.0	7.3±3.1	2.1±0.8	0.66±0.07
SC	115±1	14.7±0.4	0.48±0.01	0.3±0.2	1.2±0.2	2.4±0.5	10.9±2.2	1.6±0.9	0.60±0.07
ML	103±1	19.2±0.7	0.63±0.02	0.59±0.23	1.5±0.2	2.6±0.3	9.7±1.5	1.3±*	0.62±0.04
ML-CL	109±2	16.8±0.7	0.54±0.03	0.13±0.07	1.0±0.2	2.2±0.0	9.2±2.4	3.2±*	0.62±0.06
CL	108±1	17.3±0.3	0.56±0.01	0.08±0.03	1.4±0.2	2.6±0.4	12.6±1.5	1.9±0.3	0.54±0.04
OL	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)
MH	82±4	36.3±3.2	1.15±0.12	0.16±0.10	2.0±1.2	3.8±0.8	10.5±4.3	2.9±1.3	0.47±0.05
CH	94±2	25.5±1.2	0.80±0.04	0.05±0.05	2.6±1.3	3.9±1.5	14.9±4.9	1.6±0.86	0.35±0.09
OH	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)

2.5.2.3 Propiedades de los Componentes de los Suelos

A. Gravas y Arenas. Ambos componentes tienen esencialmente las mismas propiedades, son materiales estables, si están desprovistos o con poca proporción de granos finos son permeables fáciles de compactar, les afecta poco la humedad y no sufren por la helada.

B. Limo y Arcilla. Componentes con granos finos pueden tener efectos importantes en las propiedades técnicas de los suelos. En pequeñas proporciones son beneficiosos para el comportamiento de los materiales muchos de los suelos finos se contraen al secarse y se dilatan al mojarse afectando desfavorablemente a las estructuras sobre ellos. También las propiedades de los suelos finos pueden variar considerablemente si estos son alterados en su estructura con respecto a su condición natural.

Los limos son finos que no son plásticos, son inherentemente inestables en la presencia de agua y tiene la tendencia de licuarse cuando están saturados, son bastante impermeables, difíciles de compactar y con tendencia a hincharse cuando se congelan. Presentan dilatación (cambian su volumen cuando cambian de forma). Las arcillas son suelos finos plásticos tienen poca resistencia a la deformación, se secan formando masas duras coherentes, son casi impermeables e imposibles de drenar por medios ordinarios, su característica principal son las dilataciones y contracciones grandes.

C. Materia orgánica. Principal constituyente de los suelos turbosos, se encuentran en los sedimentos plásticos y no plásticos y a menudo afectan las propiedades de los suelos en contacto lo suficiente para influir en su clasificación.

En estos suelos existe la tendencia a crear intersticios al pudrirse la M.O cambiando las propiedades físicas de la masa del suelo, volviéndolos más compresibles y menos estables, además de esto la alteración química los hace inadecuados en las obras de ingeniería.

2.5.2.4 Propiedades Técnicas de los Suelos

A. Tamaño.

Determinado por la fracción que queda retenida en la malla numero 200 (gravas y arenas) y los finos que pasan dicha malla (Limos y arcillas). El material orgánico conformante del suelo no presenta un tamaño representativo por lo que no es clasificado en este componente.

B. Granulometría.

Las proporciones de granos de diferentes tamaños que contiene un suelo para determinar su granulometría, se determinan en laboratorio por tamices para los gruesos y sedimentación para los finos, presentando resultados en forma de curvas. Cada una de ellas acusa ciertas características físicas de suma importancia para la selección de materiales.

El coeficiente de uniformidad es utilizado para evaluar las características granulométricas de un cierto material, esta dado por:

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \dots\dots\dots (2.4)$$

Donde:

C_u = Coeficiente de uniformidad

D_{60} = Diámetro o tamaño por debajo del cual queda el 60% del suelo, en peso

D_{10} = Diámetro o tamaño por debajo del cual queda el 10% del suelo, en peso

El coeficiente de uniformidad es utilizado para evaluar las características granulométricas de un cierto material, esta dado por:

$$C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{60} \times D_{10}} \dots\dots\dots (2.5)$$

Donde:

C_c = Coeficiente de curvatura

D_{60} = Diámetro o tamaño por debajo del cual queda el 60% del suelo, en peso

D_{10} = Diámetro o tamaño por debajo del cual queda el 10% del suelo, en peso

D_{30} = Diámetro o tamaño por debajo del cual queda el 30% del suelo, en peso

Un suelo bien graduado tiene un C_u mayor a 4 para gravas y mayor a 6 para arenas, y un C_c entre 1 y 3.

C. Formas.

Tiene una importante influencia sobre las características de un suelo, los más comunes: de granos equidimensionales. (Redondeados, subredondeados, angular y subangular), de granos laminares. Presentes en suelos finos son responsables de la compresibilidad, de granos alargados y fibras. Principalmente minerales, arcillas cenizas y turbas.

D. Agua en los suelos

La cantidad de agua presente en un suelo tiene un efecto pronunciado en sus propiedades, especialmente en suelos de granos finos los cuales pueden afectar su consistencia: estado líquido (el suelo se comporta como un fluido viscoso), estado plástico (el suelo se puede moldear sin que cambie de volumen se agriete o desmorone) y estado sólido (el suelo se agrieta si se deforma).

La proporción de agua, en porcentaje de peso seco, al que la masa de suelo pasa del estado líquido al plástico se le llama límite líquido (LL) y se determina con la Cuchara de Casagrande. Similarmente, la proporción de agua del suelo en los linderos entre el estado plástico y el sólido se llama límite plástico (LP). La diferencia entre ambos se conoce como índice de plasticidad (IP), esta propiedad es importante para determinar el comportamiento de suelos bajo cargas, dicho valor es elevado en suelos plásticos (arcillas) y cero en suelos no plásticos (limos).

E. Permeabilidad.

El grado de consolidación y los huecos que pueda tener la masa de suelo constituyen espacios por los que el agua puede moverse. Estos actuando en conjunto definen un promedio de gasto por filtraciones en condiciones unitarias o sea su coeficiente que permeabilidad (k) por unidad de tiempo.

Esta propiedad en suelos naturales puede variar de 10000 cm por año a 0.001 de cm por año, además en los depósitos de suelo la permeabilidad en dirección a un plano puede ser de 10 o hasta 1000 veces mayor que los valores en la otra dirección. En algunos suelos la permeabilidad es muy susceptible a cambios en la densidad, granulometría y proporción de agua.

Como rangos para esta propiedad es común llamar suelos impermeables a aquellos que presentan valores menores a 30cm/año, semipermeables a los que se encuentren entre 30 y 3000 cm/año y permeables a los que son mayores de 3000 cm/año.

F. Compresibilidad.

Este fenómeno de compresibilidad está asociado a cambios en el volumen de vacíos de un suelo, si estos están llenos de aire la compresión será mas rápida y acentuada, pero si es que están llenos o parcialmente llenos de agua se producirá poca compresión después de la aplicación de una carga solamente al drenar el suelo tendrá lugar la consolidación en el tiempo que la permeabilidad de ese suelo lo permita. Para esta propiedad se dan dos valores: el de 20 lb/plg² y el de 50 lb/plg² de esfuerzos efectivos.

G. Resistencia al corte.

Para esta propiedad se dan tres valores con los cuales se diferencian los grupos (C_o , C_{sat} y $Tan \Phi$), sobre la base de resistencias efectivas y diagramas de Mohr. Los esfuerzos efectivos se obtienen restando la presión intersticial con el esfuerzo aplicado por la maquina durante las pruebas. El principio del esfuerzo efectivo que toma las presiones intersticiales se utilizan para el diseño o referencia para llegar a los taludes recomendados.

2.5.2.5 Generalidades y Clasificación de las Rocas

En un sentido amplio, las rocas son agregados de minerales. (...) Para el ingeniero, el término roca significa firme y coherente, o sustancias consolidadas que normalmente no se pueden excavar, valiéndose únicamente de métodos manuales. Con relación a su origen, las rocas se agrupan en tres grandes clases:

***Fuente: United Status Department of the Interior; Bureau of Reclamation.
Diseño de Pequeñas Presas.***

A. Rocas ígneas

Se les llama rocas primarias. Son rocas que se han solidificado de una masa fundida llamada magma dentro de la tierra (intrusivas) o de lava cuando ha sido expulsada sobre la superficie (extrusivas)

B. Rocas sedimentarias

Formadas por masas en forma de capas de sedimento que se han endurecido por cementación, compactación o recristalización incipiente. El material del cual están compuestas proviene de la desintegración y descomposición de rocas preexistentes ígneas, sedimentarias y metamórficas; el cual es acarreado de su posición original por el agua, viento o glaciares. Éstas a su vez se pueden clasificar como clásticas, químicas u orgánicas.

C. Rocas metamórficas

Se forman de rocas ígneas o sedimentarias preexistentes, como resultado de un ajuste forzoso de estas rocas a medios diferentes de aquellos en que originalmente se formaron. Este ajuste puede consistir en la formación, dentro de la roca, de nuevas estructuras, texturas o minerales. La temperatura, presión, líquidos y gases químicamente activos son los principales factores involucrados en el metamorfismo.

***Revision: United Status Department of the Interior; Bureau of Reclamation.
Diseño de Pequeñas Presas.***

2.5.2.6 Propiedades Técnicas de la Roca

Las propiedades físicas de una roca dependen en gran parte del grado de intemperismo y cada depósito tiene que valorizarse individualmente. Algunas de las propiedades importantes de las rocas que tienen significación en la ingeniería son el peso, porosidad, resistencia y dureza, durabilidad y tenacidad.

Las propiedades físicas son las menos variables en las rocas ígneas, excluyendo los efectos de la fracturación. Las rocas sedimentarias, por otra parte, son tan variables, que es difícil definir las propiedades físicas que pueden variar entre límites amplios. Las rocas más pesadas son las ígneas oscuras y las metamórficas como el basalto, gabro y algunos esquistos. Las más ligeras son las sedimentarias y las volcánicas como la tiza, toba y pómez.

En general las rocas más fuertes son las más densas y las más débiles son las más porosas. La porosidad del granito, rocas ígneas semejantes, y la mayor parte de las rocas metamórficas es baja, generalmente menor del 1%. Entre las rocas más fuertes y más duras están las cuarcitas, granito y el basalto; mientras que entre las más débiles están las tobas, pizarra, tiza, arenisca blanda, las sales y el yeso. Finalmente las rocas más durables son las ígneas y las cuarcitas, pero o resisten e fuego, el cual las agrieta y desconcha.

***Referencia: United Status Department of the Interior; Bureau of Reclamation.
Diseño de Pequeñas Presas.***

2.5.2.7 Métodos de Exploraciones Geológico – Geotécnicas

A. Exploraciones de superficie

Se ha demostrado la relación que existe entre los detalles topográficos y las características de suelos subsuperficiales, por lo tanto la habilidad para reconocer detalles topográficos y un conocimiento básico de los procesos geológicos son de gran ayuda para localizar materiales o hacer estudios generales de la cimentación.

Estos procesos para el desarrollo de depósitos de suelo son variables por efectos del agua, hielo, viento y químico- mecánicos. Los suelos encontrados en condiciones semejantes por lo general presentan propiedades semejantes. Este conocimiento es de gran importancia durante las etapas de reconocimiento de las investigaciones y especificaciones.

B. Exploraciones subterráneas

Las exploraciones subterráneas proporcionan la más completa información del terreno estudiado y también permiten el examen de los estratos de cimentación. Existen diversos métodos para obtener los datos necesarios:

□ Calicatas, Trincheras o cortes

Es una de las técnicas de prospección empleada para facilitar el reconocimiento geotécnico de un terreno. Son excavaciones de profundidad pequeña a media, realizadas normalmente con pala retroexcavadora o a mano.

Las calicatas permiten la inspección directa del suelo que se desea estudiar y, por lo tanto, es el método de exploración que normalmente entrega la información más confiable y completa, siendo un medio muy efectivo para la exploración y el muestreo a un costo relativamente bajo.

La sección mínima recomendada es de 0,80 m por 1,00 m, a fin de permitir una adecuada inspección de las paredes. El material excavado deberá depositarse en la superficie en forma ordenada y separada de acuerdo a la profundidad y horizonte correspondiente. Se dejarán escalones de 0,30 a 0,40 metros al cambio de estrato, reduciéndose la excavación. Esto permite tener una superficie para efectuar la determinación de la densidad del terreno. Se deberá dejar al menos una de las paredes lo menos remoldeada y contaminada posible, de modo que represente fielmente el perfil estratigráfico del pozo. En cada calicata se deberá realizar una descripción visual o registro de estratigrafía comprometida.

❑ **Perforaciones giratorias**

Una de las técnicas de exploración subterránea directa para presas son las perforaciones giratorias o rotativas diamantinas, permite la extracción de muestras o corazones mientras van perforando el terreno.

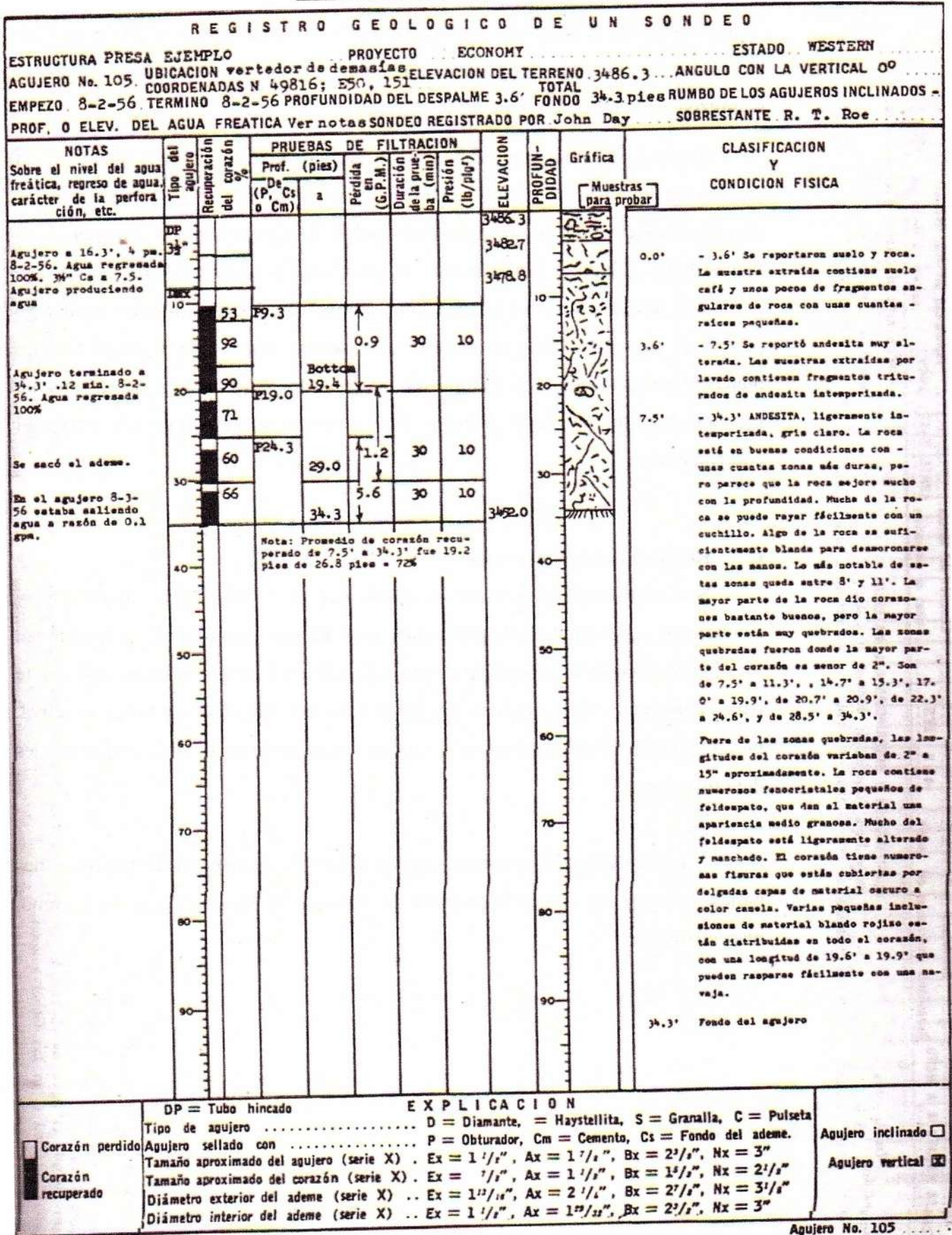
El equipo se compone de una broca de diamante de diversos diámetro, un sistema de alimentación hidráulico o de tornillo y un cilindro muestreador. Estas muestras colectadas proporcionan datos sobre la composición y características físicas de las diferentes formaciones, evidenciando el grado de separación de sus partículas, la resistencia del suelo, fisuras y otros detalles estructurales; cuando se perfora el suministro de agua debe ser constante y controlado según el tipo de material predominante, por ejemplo en rocas duras el agua debe ser abundante mientras que en materiales blandos debe reducirse o suprimirse extrayendo el corazón casi seco.

C. Registro de exploraciones

Son relaciones escritas de los datos que se refieren a los materiales y condiciones encontradas durante una exploración geotécnica, proporcionan información detallada subsecuente constituyendo una fuente o sustento importante para el proyecto. Cada registro por tanto debe ser realizado en forma objetiva, precisa y clara. En su elaboración se utilizan formatos de acuerdo a las necesidades del proyecto.

A continuación se muestran algunos ejemplos de registro de perforaciones para sondeo, pozos de prueba utilizados y ensayos de penetración en un barreno, respectivamente:

FIGURA N° 01: Registros de Exploración



EXPLICACION

DP = Tubo hincado
 Tipo de agujero D = Diamante, = Haystellita, S = Granalla, C = Pulseta
 Agujero sellado con P = Obturador, Cm = Cemento, Cs = Fondo del ademe.
 Tamaño aproximado del agujero (serie X) .. Ex = 1 1/8", Ax = 1 7/8", Bx = 2 1/2", Nx = 3"
 Tamaño aproximado del corazón (serie X) .. Ex = 1 1/8", Ax = 1 1/2", Bx = 1 3/4", Nx = 2 1/2"
 Diámetro exterior del ademe (serie X) .. Ex = 1 1/2", Ax = 2 1/4", Bx = 2 7/8", Nx = 3 1/2"
 Diámetro interior del ademe (serie X) .. Ex = 1 1/8", Ax = 1 3/8", Bx = 2 1/4", Nx = 3"

Agujero inclinado
 Agujero vertical

REGISTRO DE POZO DE PRUEBA O DE AGUJERO DE BARRERA

Presca Ejemplo ECONOMIA Proyecto Para estudio de préstamos y cimentaciones. Agujero No. TP 455

Designación del Área AREA DE PRESTAMO 4 Coordenadas N. 16,500 E. 6,910 Elevación del terreno 669.8 Profundidad del nivel freático 21.9 FT.

Método de excavación ZANJA EXCAVADA A MANO Dimensiones aproximadas del agujero 4 x 5 PIES Fecha de excavación ABRIL, 5-12, 1949 Agujero registrado por JOHN DOE

SIMBOLO DE CLASIFICACION	Profundidad (pies)	Tamaño y tipo muestra tomada	CLASIFICACION Y DESCRIPCION DEL MATERIAL (véase Tabla "Clasificación Unificada de Suelos") proporciones descriptivas geológicas y del sitio para investigaciones de los cimientos)	PORCENTAJES DE CANTOS RODADOS Y BOLEOS*				
				Volumen del agujero muestreado (pies cúbicos)	Peso de 3 a 5 pilg muestreados (lb)	Porcentaje por volumen de 3 a 5 pilg	Peso del material mayor de 5 pilg muestreado (lb)	Porcentaje por volumen de material mayor de 5 pilg
ML	2	75 lbs. sock	Limo; ligeramente orgánico con algo de raíces de maleza y de alfalfa, café oscuro; pequeña cantidad de arena fina; seco; no plástico.	40	0	0	0	0
CL	8.5	175 lbs sock	Arcilla magra; moderadamente plástica; de alta resistencia cuando está seca; con, aproximadamente, 25% de arena y grava hasta de 3/4 pilg; la mayor parte de la grava es arcilla laminar; café; seca.	130	0	0	0	0
ML-MH	16	200 lbs. sock	Limo micáceo; cantidad moderada de arena muy fina, sin grava; laminillas de mica notables; color canela; muy poca plasticidad; seco.	150	0	0	0	0
ML	18	90 lbs. sock	Limo; semejante al material de 8.5 a 16 pies, pero contiene aproximadamente el 20% de grava de arcilla laminar hasta de 1 pilg; seco.	40	0	0	0	0
GW	22	155 lbs. (-3 inch) sock	Mezcla de grava y arena; bien graduada; con muy poca cantidad de finos limosos; la mayor parte de la grava es dura, subredondeada, con tamaño máximo de 8 pilg; 50% de grava, aproximadamente. Seca arriba del nivel freático; grava de terraza de río.	80	2430	19.1	1080	8.5

OBSERVACIONES: Densidad - prueba en el sitio a 8 pies: densidad seca = 89.4 lb por pie³, contenido de agua = 8.9%. Gravedad específica en bruto de rocas y cantos, 2.55 por el método de desplazamiento. Lectura del nivel del agua freática hecho el 14 de abril, 1949.

NOTAS: Regístrense los datos de la prueba de agua y de la prueba de densidad, si es pertinente, en las Observaciones. * Registro después de que el agua ha alcanzado su nivel natural; dése la fecha de lectura a un lado del símbolo gráfico o en las Observaciones. ** Aplicable solamente a los bancos de préstamos y a las cimentaciones que sean fuentes potenciales de materiales de construcción.

EXPLORACION SUBTERRANEA - RESISTENCIA A LA PENETRACION Y GRAFICA

ESTRUCTURA Presa Pequeña **ELEVACION DEL TERRENO** 5022.2 **NUMERO DEL AGUJERO** PR 4
PROYECTO Ejemplo **ELEVACION DEL NIVEL FREATICO** 5010.0 **LOCALIZACION** Cimentación
ESTADO New Mexico **FECHA EN QUE SE MIDIO EL NIVEL FREATICO** 4-29-55 **COORDENADAS** N. 62,500 E. 122,520
OPERARIO J. Simon **PESO DEL MARTILLO** 140 lb **PROFUNDIDAD TOTAL DEL AGUJERO** 15.9 FT
AGUJERO REGISTRADO POR K. R. Clark **ALTURA DE CAIDA** 30 in. **FECHA EN QUE SE EMPEZO** 4-28-55 **TERMINADO** 4-28-55

NOTAS Tipo y tamaño del agujero Tipo de broca o cuchara Pérdida del agua de perforación	No. de golpes	DESCRIPCION DEL MATERIAL	PROFUNDIDAD	REGISTRO	RESISTENCIA DE PENETRACION (golpes por pie) • Actual ◦ Extrapolada
					10 20 30 40
Ademe NX Muestreador de cilindro seccional estándar de 2" de diámetro exterior de 30" de largo.	3	0.5-1.5' LIMO ARENOSO. Trazas de arcilla, seco, calizo. Ligeramente plástico. Predomina el material que pasa por la criba No. 200 (ML)	0.5	•	10
	7	2.0-3.1' ARCILLA LIMOSA. Arcilla, arena, grava y limo, húmeda, caliza. De plasticidad media. Predomina el material que pasa por la criba No. 200 (CL)	2.0	◦	15
	8	3.6-4.6' ARCILLA LIMOSA. Arcilla, limo, algo de arena, húmeda, caliza. Plasticidad media. Predomina el material que pasa por la criba No. 200 (CL)	3.6	◦	18
	17	5.1-6.2' ARCILLA LIMOSA CON GRAVA. Arcilla, limo, arena y grava, húmeda, caliza. Plasticidad media. Predomina el material que pasa por la criba No. 200 (CL)	5.1	◦	22
	9	6.7-7.7' ARCILLA LIMOSA. Arcilla, limo y arena, húmeda, caliza. Plasticidad media. Predomina el material que pasa por la criba No. 200 (CL)	6.7	◦	25
	7	8.2-9.7' LIMO ARCILLOSO. Algo de arena, húmedo, calizo. De baja plasticidad. Predomina el material que pasa por la criba No. 200 (ML-CL)	8.2	◦	28
	4	9.7-10.7' El material recogido es probablemente de derrumbes. Nivel freático de 11 a 12'	9.7	◦	30
	7	11.2-12.2' ARENA FINA LIMOSA. Algo de arcilla, orgánica, mojada, caliza. Ligeramente plástica. Predomina el material del No. 100 y más fino. (SM)	11.2	◦	32
	14	12.7-13.7' ARENA FINA LIMOSA. Algo de arcilla, ligeramente orgánica, mojada, caliza. Ligeramente plástica. Predomina el material del No. 100 y más fino. (SM)	12.7	◦	35
	5	14.2-15.3' No se recogió material	14.2	◦	38
4	15.8-16.9' ARENA FINA. Algo de limo y pequeña cantidad de grava, mojada, caliza. No plástica. Predominan los materiales del No. 50 al 200. (SP)	15.8	◦	40	

EXPLORACION SUBTERRANEA - RESISTENCIA A LA PENETRACION Y GRAFICA

ESTRUCTURA Presa Pequeña **ELEVACION DEL TERRENO** 5022.2 **NUMERO DEL AGUJERO** PR 4
PROYECTO Ejemplo **ELEVACION DEL NIVEL FREATICO** 5010.0 **LOCALIZACION** Cimentación
ESTADO New Mexico **FECHA EN QUE SE MIDIO EL NIVEL FREATICO** 4-29-55 **COORDENADAS** N. 62,500 E. 122,520
OPERARIO J. Simon **PESO DEL MARTILLO** 140 lb **PROFUNDIDAD TOTAL DEL AGUJERO** 15.9 FT
AGUJERO REGISTRADO POR K. R. Clark **ALTURA DE CAIDA** 30 in **FECHA EN QUE SE EMPEZO** 4-28-55 **TERMINADO** 4-29-55

NOTAS Tipo y tamaño del agujero Tipo de broca o cuchara Pérdida del agua de perforación	No. de golpes	DESCRIPCION DEL MATERIAL	PROFUNDIDAD	REGISTRO	RESISTENCIA DE PENETRACION (golpes por pie)			
					Actual	Extrapolada	10	20
Ademe NX Muestreador de cilindro seccional estándar de 2" de diámetro exterior de 30" de largo.	3	0.5-1.5' LIMO ARENOSO. Trazas de arcilla, seco, calizo. Ligeramente plástico. Predomina el material que pasa por la criba No. 200 (ML)	0.5	●				
	7	2.0-3.1' ARCILLA LIMOSA. Arcilla, arena, grava y limo, húmeda, caliza. De plasticidad media. Predomina el material que pasa por la criba No. 200 (CL)	2.0	●				
	8	3.6-4.6' ARCILLA LIMOSA. Arcilla, limo, algo de arena, húmeda, caliza. Plasticidad media. Predomina el material que pasa por la criba No. 200 (CL)	3.6	●				
	17	5.1-6.2' ARCILLA LIMOSA CON GRAVA. Arcilla, limo, arena y grava, húmeda, caliza. Plasticidad media. Predomina el material que pasa por la criba No. 200 (CL)	5.1	●				
	9	6.7-7.7' ARCILLA LIMOSA. Arcilla, limo y arena, húmeda, caliza. Plasticidad media. Predomina el material que pasa por la criba No. 200 (CL)	6.7	●				
	7	8.2-9.7' LIMO ARCILLOSO. Algo de arena, húmedo, calizo. De baja plasticidad. Predomina el material que pasa por la criba No. 200 (ML-CL)	8.2	●				
	4	9.7-10.7' El material recogido es probablemente de derrumbes. Nivel freático de 11 a 12'	9.7	●				
	7	11.2-12.2' ARENA FINA LIMOSA. Algo de arcilla, orgánica, mojada, caliza. Ligeramente plástica. Predomina el material del No. 100 y más fino. (SM)	11.2	●				
	14	12.7-13.7' ARENA FINA LIMOSA. Algo de arcilla, ligeramente orgánica, mojada, caliza. Ligeramente plástica. Predomina el material del No. 100 y más fino. (SM)	12.7	●				
	5	14.2-15.3' No se recogió material	14.2	●				
4	15.8-16.9' ARENA FINA. Algo de limo y pequeña cantidad de grava, mojada, caliza. No plástica. Predominan los materiales del No. 50 al 200. (SP)	15.8	●					

D. Métodos geofísicos

Son métodos indirectos de exploración, utilizados para determinar profundidades de la roca permitiendo la mejor selección de emplazamiento de estructuras y puntos de perforación para verificación; mientras que los sondeos empleando la resistencia eléctrica son usados para estimar la configuración de los estratos, la alteración de la roca y los depósitos de material diverso. Para la ejecución de estos métodos se requieren equipos especiales y operadores experimentados, pues los datos obtenidos deben ser analizados e interpretados por especialistas relacionándolos correctamente y correlacionándolos con los métodos directos por lo que el uso de la geofísica principalmente es para reducir el número de perforaciones.

E. Métodos de Muestreo

El muestreo es necesario para identificar y clasificar los suelos y las rocas, determinar la humedad, densidad, caracterizar agregados para concreto y enrocamiento y para realizar ensayos de laboratorio. Se pueden obtener muestras alteradas y relativamente inalteradas.

Las muestras alteradas son aquellas en las que no se hace ningún esfuerzo para conservar la estructura del suelo y suelen utilizarse para la clasificación de los suelos, determinación de la humedad o para determinar sus características de compactación.

Los tipos de muestreo son:

- Muestreo por barremos
- Muestreo por cortes del terreno
- Muestreo de montones
- Muestreo de enrocamientos
- Muestreo de agregados
- Muestreo por barremos con cilindro
- Muestreo en bloque cortadas a mano
- Muestreo de corazones de roca

F. Pruebas de campo y de laboratorio

□ Pruebas de campo para determinar la permeabilidad

En las formaciones, generalmente compuestas por mantos distintos, con variaciones importantes en la disposición de las partículas y características de los materiales, es difícil obtener muestras inalteradas por lo que es necesario recurrir a las pruebas de campo.

El tipo de prueba de permeabilidad útil en cada caso particular depende de numerosos factores, tales como tipo de material, localización del nivel freático y homogeneidad o heterogeneidad de los distintos estratos del suelo.

□ Ensayo Le Franc con nivel constante

Se introduce un caudal Q para mantener el nivel del agua dentro del sondeo estabilizado a una altura h_m . La conductividad hidráulica se obtiene por la siguiente expresión:

$$K = \frac{Q}{Cxh_m} \dots\dots\dots (2.6)$$

Donde:

K = Conductividad hidráulica

Q = Caudal inyectado

h_m = Altura del agua dentro del sondeo, por encima del nivel estático previo

C = Factor de forma

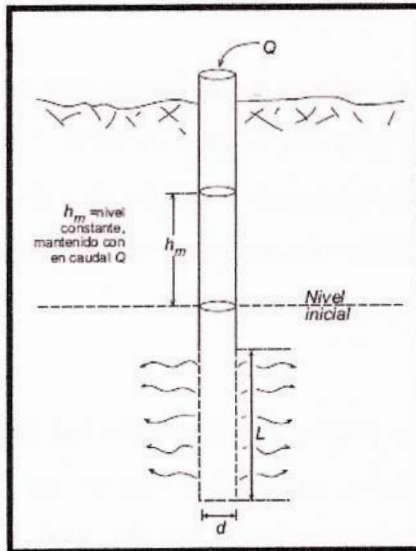
$$C = \frac{2\pi L}{\ln\left(\frac{2L}{d}\right)} \dots\dots\dots (2.7)$$

Donde:

L = Longitud de la zona filtrante

d = Diámetro del sondeo

FIGURA N° 02: Ensayo de permeabilidad Le Franc

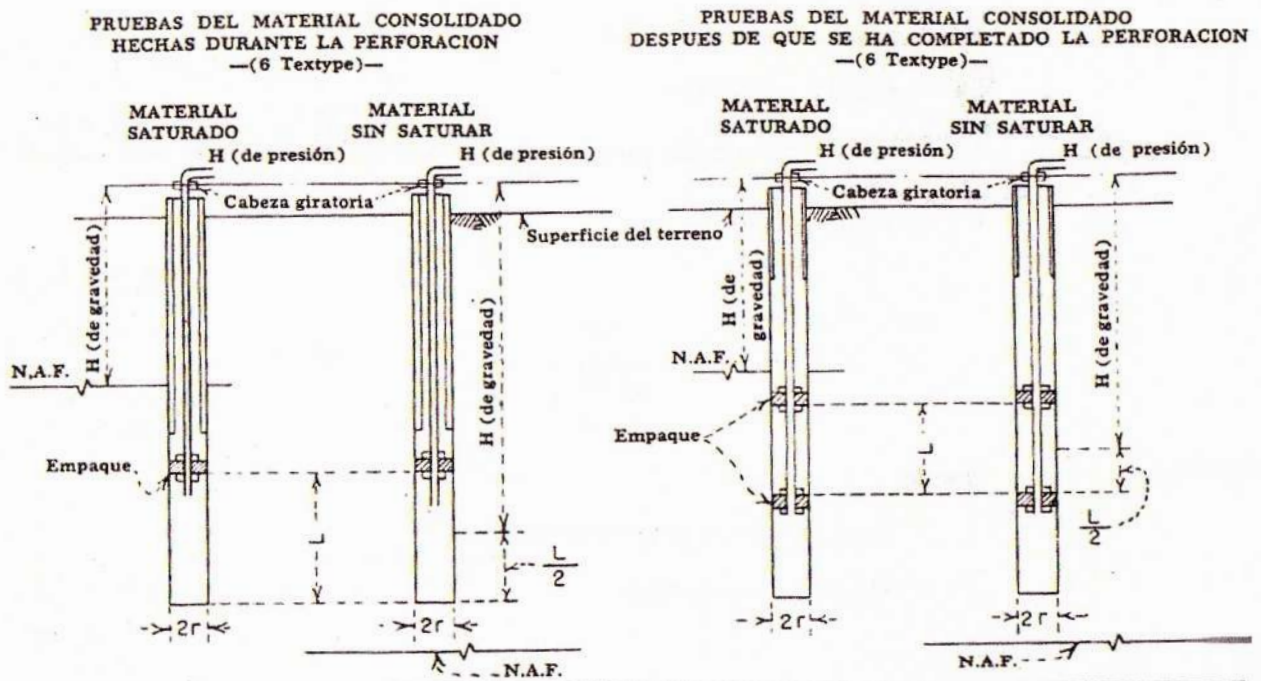


Fuente: Sánchez, F. J. (2004).- Medidas de permeabilidad. Universidad de Salamanca.

❑ **Ensayo Lugeon**

Consiste en inyectar agua a presiones crecientes, en un tramo limitado por dos obturadores. Se define la "unidad Lugeon" como la permeabilidad que permite la admisión de 1 litro de agua por minuto y por metro lineal de sondeo, a una presión de 1 Kpa (10 kp/cm²). Este ensayo se emplea en macizos rocosos, para definir la inyectabilidad de cimientos de presas.

FIGURA N° 03: Ensayo de permeabilidad Lugeon

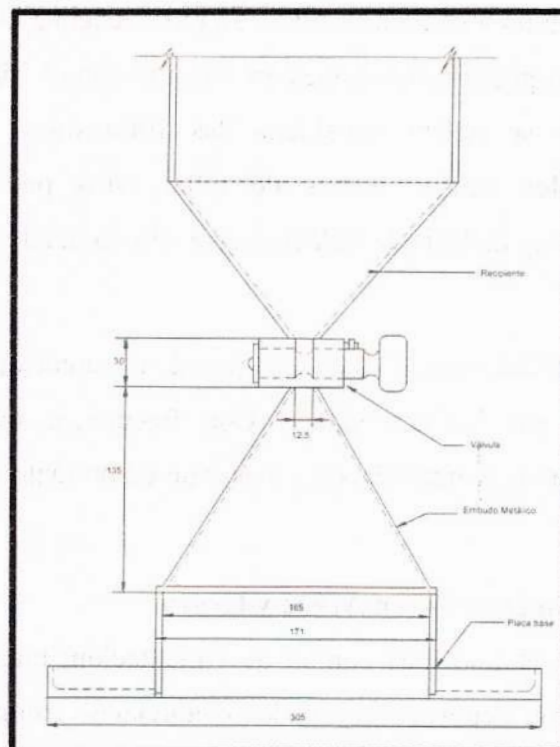


□ **Prueba para determinar la densidad en el lugar**

La densidad in situ se realiza mediante el método del cono de arena, este ensayo se realiza excavando un agujero, pesando el material y determinando el volumen del agujero con arena calibrada. Luego se calcula la humedad en una muestra del suelo extraído, lo que permite calcular la densidad del suelo seco.

La arena calibrada debe tener las siguientes características: estar limpia, secada al aire, uniforme, que pase por la malla N° 16 y quede retenida en la N° 30. Cuando el ensayo se realiza en suelos gravosos se realiza la corrección por gravas para la fracción de material que pase por la malla $\frac{3}{4}$ ".

FIGURA N°04: Equipo de Densidad de Campo



2.5.2.8 Tipos de Cimentaciones de Estructuras

El estudio y el conocimiento de la cimentación en presas es de vital importancia durante el diseño y ejecución de cualquier tipo de presa, ya que constituye el elemento de soporte o apoyo de las estructuras.

En tal sentido, definir el tipo y las condiciones de la cimentación depende de las características geológicas, espesor y calidad de los estratos, propiedades de los suelos, fallas y fisuras existentes en el área del proyecto, mediante los métodos antes descritos. Al respecto se presentan los diferentes tipos de cimentaciones comúnmente encontrados en un proyecto.

A. Cimentación en Roca Sólida

Debido a su relativamente alta resistencia a las cargas, la erosión y filtración, presentan pocas restricciones en relación con el tipo de estructura sobre ella. Sin embargo se deben considerar las filtraciones erosivas por fisuras, estratos permeables en los planos de falla; estos pueden ser controlados mediante inyecciones de lechada (relación cemento - agua de 1:5 a 1:1).

El factor decisivo en este tipo de cimentación será la economía que se pueda obtener por las actividades. Con frecuencia será necesario remover la roca desintegrada o meteorizada, y hacer un tratamiento de la cimentación.

B. Cimentación en Arena y Grava

Es el tipo más común de cimentación, pues por lo general las estructuras apoyan en depósitos coluviales o aluviales, compuestos por arenas y gravas. El inconveniente principal es por las filtraciones subterráneas y las presiones producidas por el nivel de agua, susceptibilidad a la erosión interna y problemas de asentamientos.

Esta situación puede ser controlada con dentellones compactos impermeables, inyecciones de cemento, asfaltos y arcillas (bentonitas) los que se aplican en la cimentación donde existan fuerzas de filtración evitando descargas por el flujo.

C. Cimentación de Limo y Arcilla

Este tipo de cimentación es lo suficientemente impermeable para evitar estructuras contra filtraciones. El principal inconveniente es la estabilidad y deformaciones por sobrecarga, pudiendo ser solucionadas mediante sistemas de reforzamiento de suelos.

Es necesario efectuar pruebas del material en su estado natural para determinar las características de consolidación del material. Principalmente en el caso de las arcillas para evaluar su poder expansivo y su capacidad para soportar cargas.

D. Cimentaciones Irregulares.

Ocasionalmente pueden ocurrir situaciones donde no será posible encontrar cimentaciones razonablemente uniformes que correspondan a alguna de las clasificaciones anteriores y que obligara a construir sobre cimentaciones irregulares conformada por partes proporcionales de roca y materiales blandos heterogéneo. Estas condiciones desfavorables pueden a menudo resolverse empleando un adecuado sistema constructivo o detalles especiales que solucionen el problema en el proyecto.

2.5.3 Hidrología

Este factor es considerado en la selección de las estructuras, ya que a diferencia de las presas de agua que colectan todo escurrimiento superficial de la cuenca, los depósitos de relave evitan el ingreso del agua al vaso de almacenamiento, razón por la que el conocimiento hidrológico es importante para la proyección del emplazamiento del depósito y algunas estructuras conexas de captación de aguas.

2.5.3.1 Cuenca Hidrográfica

Espacio delimitado por la unión de todas las cabeceras que forman el río principal o el territorio drenado por un único sistema de drenaje natural, es decir, que drena sus aguas al mar a través de un único río, o que vierte sus aguas a un único lago endorreico. Una cuenca hidrográfica es delimitada por la línea de las cumbres, también llamada divisoria de aguas.

2.5.4 Materiales Disponibles para el Proyecto

Este factor es considerado independientemente del tipo de presa y obedece más a la cercanía o abundancia de material de cantera para conformación de la presa así como los costos asociados a ello.

La eliminación o reducción de los gastos de acarreo de los materiales de construcción, especialmente de los que se utilizan en grandes cantidades, reducirán considerablemente el costo total de la obra. El tipo más económico de presa será con frecuencia aquél para el que se encuentren materiales en suficiente cantidad y dentro de distancias razonables de la zona de proyecto.

Si uno dispone de arena y gravas o agregados para el concreto local a un costo razonable, es un factor favorable en la elección del tipo de presa con estructuras de concreto. Por otra parte, si se puede encontrar suelos de buenas propiedades o gravas para presas de tierra o enrocado cercanos al proyecto, este tipo de presas serán las más indicadas, resultando más económicas. Deberán aprovecharse todos los recursos locales para reducir los costos de la obra sin sacrificar la eficiencia y calidad de la estructura final.

2.5.5 Sismicidad de la Zona

Si una estructura queda situada en una zona susceptible a temblores. El proyecto deberá tomar en cuenta el aumento de dichas cargas y de los esfuerzos. Los tipos de estructura que mejor se adaptan para resistir los temblores son las presas de tierra y las de concreto de tipo gravedad. En las zonas sísmicas no debe elegir un tipo de presa en específico ni su proyecto alguien que no tenga experiencia en este tipo de trabajos.

2.6 Diseño de las Estructuras de Contención y Ampliación

El principal inconveniente en el diseño de terraplenes para contención o ampliación es determinar la sección transversal adecuada para que la construcción con los materiales previstos cumpla con los requisitos técnicos y económicos proyectados.

La metodología empleada para la determinación de la sección, se basa en proyectar características de estructuras proyectadas de experiencias satisfactorias para adaptarlos o modificarlos según la situación encontrada (disponibilidad de materiales), por estudios analíticos. Necesariamente se realizarán adaptaciones específicas evitando innovaciones radicales o cambios fundamentales en el concepto aunque estos hayan sido experimentados; finalmente se realizarán pruebas de estabilidad para corroborar estas características.

2.6.1 Proyecto del Terraplén

Para que la estructura a Proyectar sea viable tanto técnica como económicamente se debe utilizar al máximo los recursos propios disponibles (incluyendo los materiales de excavación de estructuras en la zona). Así como las metodologías de diseño y ejecución más apropiadas para las situaciones particulares encontradas en el proyecto.

2.6.2 Taludes de los Terraplenes

Los taludes en presas de tierra o enrocado se seleccionan teniendo en cuenta el tipo de presa a proyectar, la función que va a desempeñar y los materiales que se disponen para su construcción; a continuación se detallan algunos de estos criterios:

A. Presas de tierra homogénea

Compuestas por un solo material, usualmente de baja permeabilidad. Su uso se encuentra condicionado a la presencia abundante de material de préstamo (cantera), en el cuadro N° 04 podemos apreciar diferentes taludes recomendados.

CUADRO N°4: Taludes Recomendados en Presas de Tierra

Objetivo	Suelo	Talud	
		Aguas Arriba	Aguas Abajo
Sedimentación o Almacenamiento	GC, GM, SC, SM, CL, ML, CH, MH	2.5H:1V	2H:1V
		3H:1V	2.5H:1V
		3.5H:1V	2.5H:1V
Almacenamiento	GC, GM, SC, SM, CL, ML, CH, MH	2.5H:1V	2H:1V
		3H:1V	2.5H:1V
		3.5H:1V	2.5H:1V

Fuente: Bureau of Reclamation, Diseño de Pequeñas Presas.

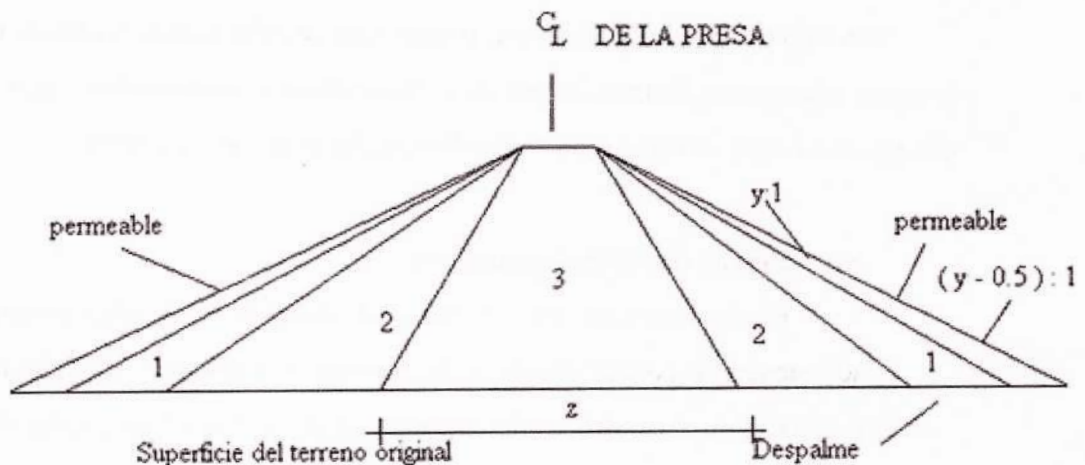
Suelos OL y OH No son recomendables

B. Presas de tierra homogénea

Presentan una conformación zonificada con núcleo impermeable, con ello permite el empleo de una amplia gama de materiales propios y de préstamo (p.e. arcillas, arenas limosas, gravas o enrocado).

En la figura N° 05 podemos apreciar que el núcleo impermeable (3) es el encargado de la impermeabilización, dividiendo dos zonas: el talud aguas arriba con saturación y el de aguas abajo prácticamente seco ambos permeables cuya función es de contención (espaldones), en el cuadro N° 05 podemos apreciar diferentes taludes recomendados.

FIGURA N°5: Esquema de un Terraplén Compuesto



CUADRO N°5: Taludes Recomendados en Presas de Tierra Heterogénea **o**
de sección compuesta.

Tipo	Objetivo	Terraplén	Suelo	Talud	
				Aguas Arriba	Aguas Abajo
Núcleo Mínimo "A"	Cualquiera	Enrocado, GW,GP,SW,SP	GC, GM, SC, SM, CL, ML, CH, MH	2H:1V	2H:1V
Núcleo Máximo "B"	Sedimentación o Almacenamiento	Enrocado, GW,GP,SW,SP	GC, GM, SC, SM, CL, ML, CH, MH	2H:1V 2.25H:1V 2.5H:1V 3H:1V	2H:1V 2.25H:1V 2.5H:1V 3H:1V
Núcleo Máximo "C"	Almacenamiento	Enrocado, GW,GP,SW,SP	GC, GM, SC, SM, CL, ML, CH, MH	2.5H:1V 2.5H:1V 3H:1V 3.5H:1V	2H:1V 2.25H:1V 2.5H:1V 3H:1V

Fuente: Bureau of Reclamation, Diseño de Pequeñas Presas.

2.6.3 Detalles de los Terraplenes

Los detalles proyectados para un terraplén lo constituyen las en específico que son diseñadas para que la estructura en general cumpla con todos los requerimientos y dimensiones.

2.6.3.1 Corona

La anchura de la corona de presa depende de las siguientes consideraciones: (1) de la naturaleza de los materiales utilizados, (2) altura del vaso y las recomendaciones para la estructura, (3) Posibilidad de emplear la corona como un acceso y (4) de la factibilidad en la construcción.

El ancho mínimo debe ser aquel que brinde una pendiente de filtración segura a través del terraplén e fallar la impermeabilización, en presas péquelas se sugiere la siguiente relación:

$$w = \frac{z}{5} + 10$$

Donde:

- w : Anchura de cresta
 z : Altura de presa en el punto más bajo en el cauce

2.6.3.2 Borde libre

Es la distancia vertical entre la superficie de almacenamiento máximo y el nivel de corona. El concepto define dos tipos de borde libre: el normal (medido al nivel normal de almacenamiento); su finalidad es otorgar seguridad ante eventos que puedan rebosar un flujo sobre el terraplén.

El diseño contempla la evaluación de parámetros como la altura de amplitud de oleaje por viento, por rodamiento de olas en el talud y márgenes de seguridad mediante la siguiente ecuación general:

$$H_{BL} = H_V + H_R + \Delta H + H_{MS} \quad \dots\dots\dots (2.8)$$

Donde:

- H_{BL} = Altura del borde libre
 H_V = Sobre elevación de la presa por arrastre del agua por el viento
 H_R = Altura de rodamiento de la ola
 ΔH = Asentamiento máximo de la corona
 H_{MS} = Altura por margen de seguridad

El valor de H_V se calcula con la fórmula de Stevenson modificada por Molitor en función de la distancia F de la cortina al punto más remoto del vaso o embalse, medida sobre agua libre, y la velocidad V del viento en la dirección de F :

$$H_V = 3.22 \times \sqrt{(V \times F)} + 0.76 - 26.9 \times \sqrt[4]{F} \quad \dots\dots\dots (2.9)$$

Donde:

- F = Distancia del eje al punto más remoto del depósito en Km.
 V = Velocidad del viento en Km/hora.

La altura de rodamiento de la ola H_R para taludes comprendidos entre 1.5H:1V y 4H:1V varía desde $0.33 H_V$ hasta H_V , según que la protección del talud sea de enrocamiento a volteo o losas de concreto, respectivamente.

Finalmente el margen de seguridad H_{MS} debe cubrir los posibles errores en la evaluación de la creciente o avenida máxima probable, que pueda generarse en la cuenca de estudio, teniendo en cuenta además la extensión de los registros pluviométricos utilizados. En el cuadro N°6 se puede apreciar bordes libres normales y mínimos recomendados.

CUADRO N°6: Borde Libre Normal y Mínimo Recomendado

Fetch (Millas)	Borde libre normal (Pies)	Borde libre mínimo (Pies)
Menor a 1	4	3
1	5	4
2.5	6	5
5	8	6
10	10	7

Fuente: Bureau of Reclamation, Diseño de Pequeñas Presas.

2.6.3.3 Protección de Taludes

La protección del paramento de aguas arriba es vital contra el proceso destructivo de las olas, o algún otro agente que pudiera causar daños que comprometan a la estructura.

Los tipos usuales de protección de la superficie del talud son el enrocamiento, el pavimento de concreto y otros como cubiertas de acero, pavimentos asfálticos, Bloques premezclados, colchones de mimbre o concreto en sacos. Esta protección debe de extenderse desde la corona hasta una distancia segura por debajo del nivel de almacenamiento y usualmente terminando en una berma de apoyo.

En el talud de aguas abajo para el caso de presas homogéneas que tienen zonas exteriores de grava y arena deben de protegerse contra la erosión, viento y escurrimiento pluvial, con una capa de roca cantos o pasto.

2.6.3.4 Control de Drenajes

Otro tipo de protección de las superficies de los taludes lo constituyen los drenajes superficiales, con frecuencia estos son pasados por alto. Como resultado aunque los taludes y la corona sean reforzados contra la erosión se forman escurrideros desagradables en los cortes durante la operación, siendo más probable su aparición entre la intersección de los taludes con las laderas, pudiéndose controlar con la implementación de cunetas, contracunetas o drenes abiertos así como canales de descarga de los drenes talón, estos se determinan mejor por inspección directa de las condiciones encontradas en el proyecto antes y durante la construcción.

2.6.4 Proyecto de la Cimentación

La cimentación de una presa abarca tanto el piso debajo de la estructura, en el cauce y los estribos o atraques. Los requisitos esenciales de toda cimentación para una presa son: proporcionar apoyo estable del terraplén en toda condición (saturación y carga), tener una buena resistencia a las filtraciones para evitar pérdidas de agua excesiva.

Aunque en realidad la cimentación no se proyecta, se toman ciertas medidas para tener la seguridad de que satisfaga los requisitos esenciales, nunca dos cimentaciones son iguales, cada una de ellas presentan problemas y situaciones específicas. Las cuales adoptan diversos tipos de tratamientos para adaptarse a las condiciones favorables, varios de estos métodos de estabilización involucran reducción y captación de filtraciones con dispositivos drenantes, adición de estructuras o compuestos que mejoren las propiedades y resistencia de la cimentación (inyecciones), entre otros. El tratamiento mínimo de cualquier cimentación es la limpieza del terreno para quitar la cobertura inadecuadas (MO, pastos o suelos inapropiados); hasta encontrar roca fija o un suelo competente.

En cimentaciones sin estructuras de anclaje se recomienda efectuar zanjas de unión (por lo menos 20 pies para la zanja), entre otros tenemos métodos de adecuación:

- Inyecciones de consolidación
- Dentellones u otras estructuras de cimentación
- Colocación de sistemas de drenajes

2.6.5 Proyecto de los Filtros

Las funciones principales de los filtros son el imponer condiciones de frontera al flujo a través del terraplén y la cimentación, así como retener partículas del suelo que confina, previniendo de esta manera la erosión interna. El filtro debe cumplir con las siguientes condiciones:

- La permeabilidad del material filtrante debe ser de 50 a 100 veces mayor que la del suelo por proteger.
- El tamaño $d_{15}(\text{filtro}) > 5d_{15}(\text{suelo})$, donde d_{15} es el diámetro nominal tal que el 15 por ciento en peso de las partículas son menores que él.
- Para evitar la erosión interna o tubificación del suelo debe satisfacerse que $d_{15}(\text{filtro}) < 5d_{85}(\text{suelo})$.
- Por facilidad de construcción y para reducir los efectos de contaminación, no es recomendable construir filtros de espesor menor a 1.00 m.

2.6.6 Proyecto de Geosintéticos

2.6.6.1 Descripción de la Geomembrana HDPE

Las geomembranas HDPE son fabricadas con polietileno de alta densidad (PEAD) y producidas con resinas de alto peso molecular resultando materiales flexibles. Está diseñada para obtener una alta resistencia a los agentes químicos, lixiviados y a la degradación por rayos ultravioleta.

2.6.6.2 Propiedades de la Geomembrana HDPE

El polietileno de alta densidad (HDPE), presenta propiedades como resistencia química y térmica, opacidad, impermeabilidad y dureza.

Las propiedades dependen de su estructura macromolecular, la que está condicionada por el método de fabricación. Siendo un sólido incoloro como materia prima la temperatura de fusión de los polímeros de alta densidad es de 138°C, proceso que le otorga resistencia a elementos como: agua, ácidos, bases, sales inorgánicas, ácidos orgánicos, alcoholes, aldehidos, éteres, hidrocarburos (excepto al dicloruro de etileno y al percloroetileno), cetonas, grasas y aceites.

2.6.6.3 Consideraciones de Diseño de la Geomembrana HDPE

El espesor de la geomembrana es un diseño basado en las deformaciones bajo la superficie del revestimiento durante la vida útil, pudiendo ser ocasionados por:

- Asentamiento diferencial aleatorio del suelo y zonas rellenas detrás de la geomembrana (por ejemplo las zanjas de los tubos).
- Asentamiento localizado alrededor de áreas blandas, por debajo de la geomembrana.
- Perturbaciones sísmicas que puedan modificar las condiciones del suelo.
- Cualquier tipo de condiciones anómalas que puedan poner a la geomembrana en tensión.

El modelo básico considerado es una tensión en la geomembrana originada por una deformación como en la figura N°6; por lo que hay que definir el valor el valor de β . Esto induce la tensión en la geomembrana, la cual es igual al esfuerzo permisible por el espesor desconocido:

$$T = \sigma_{perm} t \quad \dots\dots\dots (2.10)$$

Donde:

- T = Tensión movilizada en la geomembrana
- σ_{perm} = Esfuerzo permisible en la geomembrana
- t = Espesor de la geomembrana

FIGURA N°6: Tensión de Análisis en la Geomembrana

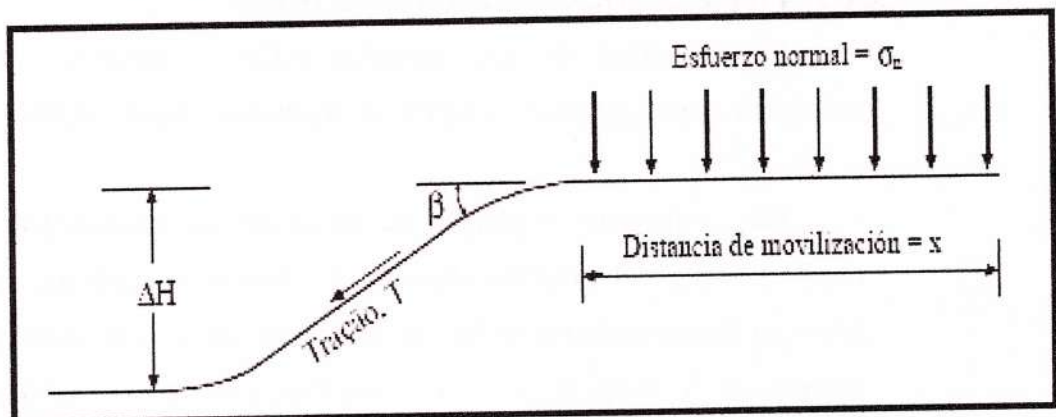
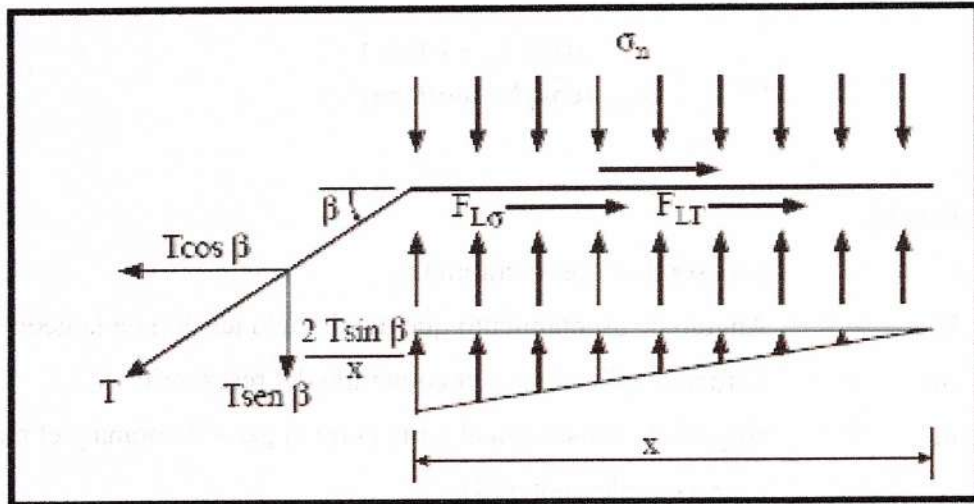


FIGURA N°7: Modelo de Diseño y Fuerzas Relacionadas



La tensión es entonces evaluada en la componente horizontal, que debe ser resistida por las fuerzas de corte mostradas en la Figura N°7. La componente vertical se asume que es disipada a lo largo de la longitud x adicionalmente debe ser considerado el esfuerzo normal, impuesto por el flujo contenido y/o el suelo suprayacente (si es que hubiese). Así:

$$\sum F_x = 0 \quad \dots\dots\dots (2.11)$$

$$T \cos \beta = F_{u\sigma} + F_{L\sigma} + F_{LT} \quad \dots\dots\dots (2.12)$$

$$T \cos \beta = \sigma_n \tan \delta_u(X) + \sigma_n \tan \delta_L(X) + 0.5(2T \text{sen} \beta / X)(X) \tan \delta_L \quad \dots\dots\dots (2.13)$$

Donde:

$F_{u\sigma}$ = Fuerza de corte, por encima de la geomembrana, debido a la presión del flujo.

$F_{L\sigma}$ = Fuerza de corte, por debajo de la geomembrana, debido a la presión del flujo.

F_{LT} = Fuerza de corte, por debajo de la geomembrana, debido a la componente vertical de T.

Luego:

$$T = \frac{\sigma_n x (\tan \delta_U + \tan \delta_L)}{\cos \beta - \text{sen} \beta \tan \delta_L} \quad \dots\dots\dots (2.14)$$

Pero $T = \sigma_{perm} t$, luego

$$t_{calculado} = \frac{\sigma_n x (\tan \delta_U + \tan \delta_L)}{\sigma_{perm} (\cos \beta - \sin \beta \tan \delta_L)} \dots\dots\dots (2.15)$$

Donde:

- t = Espesor de la geomembrana.
- B = Ángulo de asentamiento que moviliza la tensión en la geomembrana.
- σ_n = Esfuerzo aplicado por el contenido del reservorio.
- δ_L = Ángulo de resistencia al corte entre la geomembrana y el material adyacente (por ejemplo geotextil).
- δ_U = Ángulo de resistencia al corte entre la geomembrana y el material sobre ella.
- x = Distancia de deformación movilizada de la geomembrana.

Luego se procede a calcular el Factor de Seguridad:

$$FS = \frac{t_{calculado}}{t_{considerado}} \dots\dots\dots (2.16)$$

2.6.7 Análisis de Estabilidad

La estabilidad de un terraplén se determina por su capacidad para resistir esfuerzos cortantes, porque la falla se produce por deslizamiento a lo largo de una superficie de corte. Los esfuerzos cortantes provienen de las cargas externas aplicadas, como son las del vaso y las producidas por los terremotos, y de las fuerzas internas producidas por el peso del suelo y de los taludes del terraplén.

Revision: Bureau of Reclamation. Diseño de Pequeñas Presas

Los procedimientos de análisis de estabilidad en presas de relave son similares a los empleados en presas de almacenamiento; se considera un deslizamiento de tipo rotacional como mecanismo de falla en los taludes (a excepción de los inducidos por licuación).

2.6.7.1 Métodos de Análisis

Existen diferentes métodos de análisis de estabilidad que involucran diferentes parámetros de ingresos de datos pero que comparten fundamentos básicos, basados en la teoría del equilibrio límite y el método de las dovelas, entre los principales tenemos:

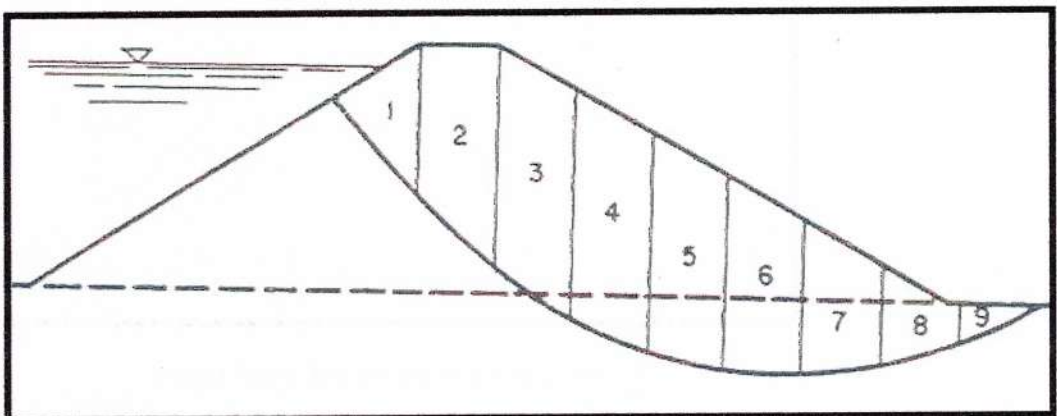
- Método sueco
- Método Bishop simplificado
- Método Janbu
- Método Morgenstein Price

Método sueco:

Aplicable a superficies circulares de falla, la masa deslizante se subdivide en franjas verticales con bordes linealizados para el cálculo. Para esto se debe cumplir:

- El ancho de dovelas sea uniforme de forma que la rectificación de la curva sea aceptable.
- Que cada rebanada tenga un solo material, por lo menos en su borde deslizante, para que las características resistentes sean uniformes e ella.

FIGURA N°8: Subdivisiones para Análisis de Estabilidad (Dovelas)

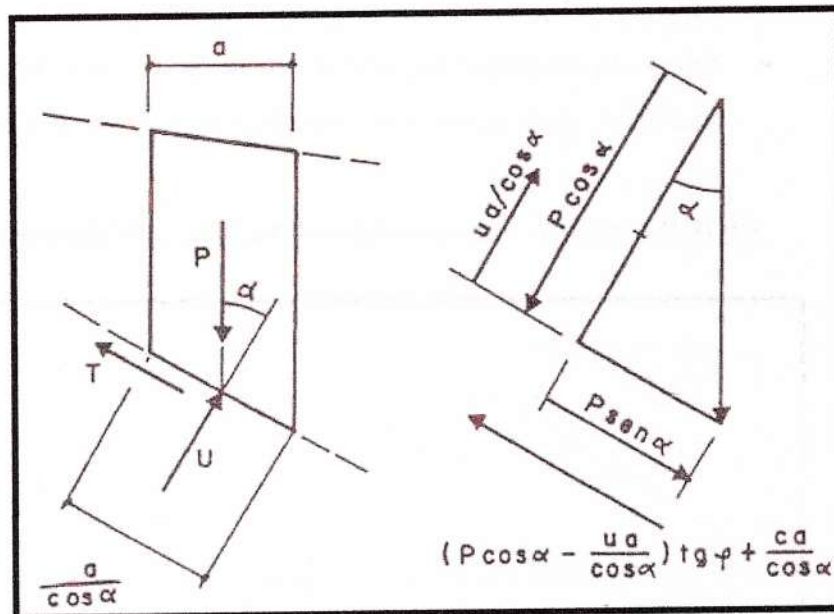


Fuente: Tratado de presas, Vallarino Eugenio

En cada una de las dovelas actúan fuerzas:

- El peso “P” de la dovela, igual a su área por el peso específico, que se descompone en una componente normal a la base ($N = P \cos \alpha$) y otra tangencial ($T = P \sin \alpha$).
- La fuerza hidrostática interna “U” que actúa sobre la base, igual a longitud por la presión intersticial “u”. Si “a” es el ancho de la rebanada, entonces $U = ua / \cos \alpha$.
- La fuerza resistente debida a la cohesión, $C = ca / \cos \alpha$, donde “c” es la cohesión.
- La fuerza total que puede resistir la base debida al rozamiento: $(N - U) \tan \phi$.
- Se prescinde del efecto de las fuerzas que actúan en los planos de contacto entre rebanadas.

FIGURA N°9: Fuerzas Actuantes en Dovelas



Fuente: Tratado de presas, Vallarino Eugenio

La suma de las fuerzas activas sobre la superficie deslizante es:

$$\Sigma T = \Sigma P \sin \alpha \dots\dots\dots (2.17)$$

Y la de las fuerzas resistentes:

$$\Sigma(C + (N - U) \tan\phi) \dots\dots\dots (2.18)$$

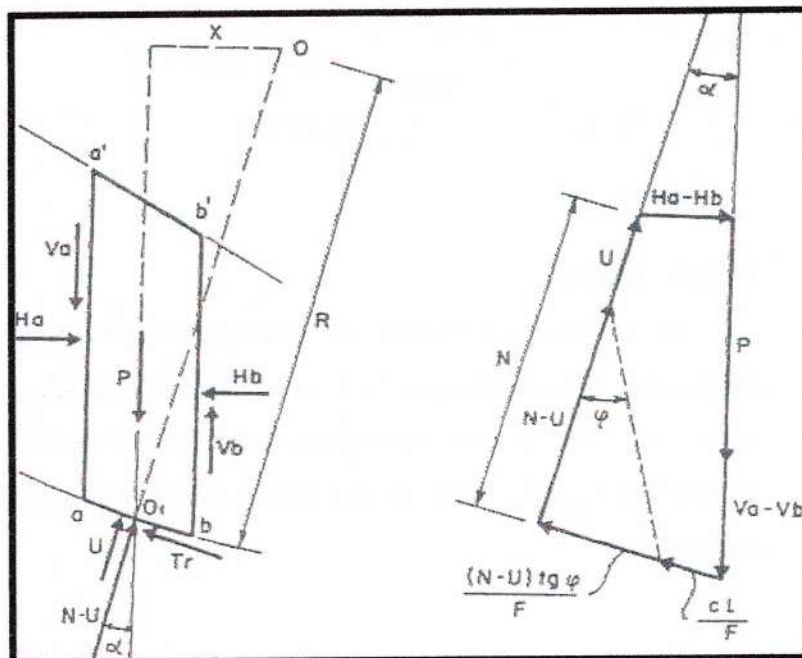
Luego el coeficiente de seguridad será:

$$F = \frac{\Sigma[C + (N - U) \tan\phi]}{\Sigma T} = \frac{\Sigma\left(\frac{ca}{\cos\alpha} + \left(P \cos\alpha - \frac{ua}{\cos\alpha}\right) \tan\alpha\right)}{\Sigma P \text{sen}\alpha} \dots\dots\dots (2.19)$$

Método Bishop:

En 1955 Bishop desarrolló otro método de rebanadas verticales en el que se tienen en cuenta las fuerzas entre las dovelas, sin prejuizar su dirección ni posición. El método presupone una superficie deslizante circular.

FIGURA N°10: Fuerzas actuantes en dovelas



Fuente: Tratado de presas, Vallarino Eugenio

Las fuerzas sobre las caras verticales (a' izquierda, b' derecha) se descomponen en sus dos componentes, vertical (V) y horizontal (H), siendo irrelevantes las posiciones de sus puntos de aplicación.

Si “c” es la cohesión en rotura, “φ” el ángulo de rozamiento y F el factor de seguridad, la fuerza tangencial resistente “T” en la base deslizante de la rebanada, de longitud ab = 1 es:

$$T = \frac{cl}{F} + \frac{(N - U) \tan \phi}{F} \quad \dots\dots\dots (2.20)$$

Al momento de plantear las ecuaciones de equilibrio sobre dos ejes en la base de la dovela a b y en la vertical; y se toman momentos con respecto al centro O, anulando las fuerzas normales radiales N en cada dovela de la masa deslizante, la suma de los momentos de Ha Hb Va Vb es cero, puesto que cada una de esas fuerzas, al ser interna, es igual y opuesta a otra de la misma cara en el elemento adyacente.

De esta forma, la ecuación del factor de seguridad será:

$$F = \frac{1}{\Sigma P \sin \alpha} \times \Sigma \frac{\left(\frac{P + V_a - V_b}{\cos \alpha} - U \right) \times \tan \phi + cl}{1 + \frac{\tan \alpha \tan \phi}{F}} \quad \dots\dots\dots (2.21)$$

Método Janbu:

Es también un método de dovelas con los mismos principios de masas deslizantes, pero se diferencia en el estado tensional (diagrama de fuerzas) de cada dovela se plantean con toda generalidad sin limitaciones ni simplificaciones de fuerzas internas. Por tanto es un método exacto y completo pero más complejo de resolución.

2.6.7.2 Condiciones Críticas para el Análisis en Presas de Relave

La estabilidad de las presas de relaves debe verificar el diseño bajo tres condiciones críticas o etapas:

A. Al final de la construcción

Se aplica en el caso de presas construidas con materiales diversos. Las porciones poco permeables de la cimentación y del terraplén sufren aumentos sostenidos de esfuerzo cortante e incrementos de resistencia debido a que se presentan esfuerzos efectivos y las presiones de poros se disipan progresivamente. Esta condición de carga es usualmente analizada en términos de esfuerzos totales, suponiendo disipación nula de presiones de poros; o esfuerzos efectivos con las presiones de poros resultantes de la red de flujo.

B. A largo plazo con presa llena

Este análisis es aplicado para presas levantadas a su máxima altura. Esta condición asume los esfuerzos actuantes en la cortina aumentan y el flujo de agua hace incrementar las presiones de poros en la base además de una redistribución de los esfuerzos internos de la etapa anterior completada. Asimismo, el análisis de estabilidad, debe hacerse con esfuerzos efectivos proveniente de ensayos de resistencia consolidada – drenada; obteniéndose factores mínimos en esta condición.

C. Bajo efectos sísmicos

Durante un sismo, a las fuerzas actuantes permanentes, se suman fuerzas de inercia alternantes, debidas a la respuesta dinámica de la presa; lo que a su vez induce cambios de presión de poros y de resistencia en los suelos. Como resultado final, se tienen variaciones transitorias del factor de seguridad en uno y otro sentido.

Los parámetros a considerar para llevar a cabo un análisis de estabilidad, independientemente de la condición a evaluar, son:

- Densidades naturales y saturadas
- Ángulos de fricción interna (Φ) en esfuerzos efectivos y totales.
- Cohesión (C) en esfuerzos efectivos y totales.
- Aceleración de Gravedad para la condición sísmica
- Geometría de la estructura

En la actualidad las corridas de estabilidad para ambas condiciones se realizan con ayuda de programas informáticos los cuales acortan el tiempo de cálculos y proveen de información de manera más dinámica con lo que se pueden realizar más evaluaciones, por ejemplo mientras se avanza con el proyecto, bajo diferentes criterios (comparación) o evaluar modificaciones en el diseño base, entre los programas para estos cálculos tenemos:

- XSTABL
- SLIDE 5.0 – Rocscience
- GEO-SLOPE/W – Geostudio
- MACSTARS – Maccaferri

2.7 Obras Complementarias

Según sea la magnitud del proyecto se puede recurrir al desarrollo de obras complementarias cuya función es la de complementar la estructura principal, ya sea formando parte de un sistema o estructuras con objetivos específicos.

2.7.1 Caja colectora de concreto

Estructuras complementaria al sistema de drenaje, cuya función es la de coleccionar el agua de infiltración proveniente del sistema de drenaje superficial, subterráneo y el dren talón de presa; para direccionarlo hacia la poza de almacenamiento de aguas de infiltración. Este tipo de estructuras presenta una sección rectangular y una profundidad variable en función a los niveles de descarga en las tuberías y el nivel de salida la poza.

2.7.2 Poza de Almacenamiento para Aguas de Infiltración

Esta estructura está destinada a coleccionar el flujo captado por el sistema de drenaje tanto superficial como su superficial del vaso e almacenamiento, una vez coleccionada esta agua podrá ser recirculada para continuar procesos en la planta o de lo contrario descargada previo análisis y tratamiento al cauce aguas abajo.

Las características de esta poza son comunes, los puntos importantes para su proyección son la impermeabilización, la ubicación y la geometría de la misma. Para lo primero se recurrirá a coberturas geosintéticas (geomembranas HDPE) de espesores determinados (aprox. Entre 1-1.5mm.) anclados en todo el rededor del mismo; mientras que para la ubicación y geometría se deberá evaluar la topografía del sitio o lugar de colocación, así como los volúmenes de corte y relleno que demandara en su ejecución, su geometría usualmente es de tipo trapezoidal con capacidades de almacenamiento calculados en función a las descargas generadas por el sistema en un tiempo determinado, caso contrario la geometría a adoptar será la que mejor se acomode a la topografía del terreno sin llegar a complicaciones técnicas ni económicas.

2.8 Impacto Ambiental

Es toda alteración, cambio, o modificación del entorno o ambiente ocasionado por la acción del hombre o de la naturaleza.

2.8.1 Evaluación y Estudio de Impacto Ambiental

La evaluación de impactos ambientales es un procedimiento jurídico – administrativo que tiene por objeto la identificación, predicción e interpretación de los impactos ambientales que un proyecto o actividad produciría en caso de ser ejecutado, así como la previsión, corrección, valoración de los mismos;

Mientras que el estudio de impacto ambiental es un documento técnico interdisciplinario que se incorpora en el procedimiento de evaluación de impacto realizado para un plan o proyecto para predecir, identificar, valorar y corregir los efectos negativos, por la ejecución del proyecto.

Revision: Miyashiro, V. Impacto Ambiental en Proyectos de Desarrollo Rural. Página 2

2.8.2 Matriz de Impactos Ambientales

Las matrices pueden ser consideradas como listas de control bidimensionales; en una muestran las características individuales de un proyecto (actividades propuestas, elementos de impacto, etc.), mientras que en la otra se identifican las categorías ambientales que pueden ser afectadas por el proyecto. De esta manera los efectos o impactos potenciales son individualizados confrontando las dos listas de control. Las diferencias entre los diversos tipos de matrices deben considerar la variedad, número y especificidad de las listas de control, así como el sistema de evaluación de impacto individualizado. Pudiendo variar desde simples identificaciones de impactos marcados con un “x” has evaluaciones cuantitativas y cualitativas.

Fuente: Miyashiro, V. Impacto Ambiental en Proyectos de Desarrollo Rural.

2.8.3 Criterios de Evaluación de Impactos Ambientales:

A. Signo

El signo del impacto hace alusión al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.

B. Importancia:

La importancia del impacto es el ratio mediante el cual medimos cualitativamente el impacto ambiental, en función, tanto del grado de incidencia o intensidad de la alteración producida, como de la caracterización del efecto, que responde a su vez a una serie de atributos más.

C. Intensidad:

Este término se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa. Un alto grado de incidencia significaría una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto.

D. Extensión:

Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto. Si la acción produce un efecto muy localizado, se considerará que el impacto tiene un carácter puntual. Si por el contrario el efecto no admite una ubicación precisa dentro de entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada en todo él, el impacto será total.

E. Momento:

El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado. Cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el momento será inmediato, si es inferior a un año será corto plazo, si va de 1 a 5 años será medio plazo, y si es mayor será largo plazo.

F. Persistencia:

Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales, o mediante la introducción de medidas correctoras.

G. Reversibilidad:

Se refiere a la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez aquella deja de actuar sobre el medio. Puede ser a corto plazo, medio plazo o irreversible.

H. Recuperabilidad:

Se refiere a la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introduciendo medidas correctoras). El efecto puede ser totalmente recuperable, mitigable e irrecuperable.

I. Sinergia:

Contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples que actúan simultáneamente, siendo sus efectos superiores a los que cabría de esperar cuando las acciones que los provocan actúan de manera independiente no simultánea.

J. Acumulación:

Da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.

K. Efecto:

Este atributo se refiere a la relación causa – efecto, o sea, a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. El efecto puede ser directo o primario, indirecto o secundario. En este último caso su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden.

L. Periodicidad:

Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente, de forma impredecible en el tiempo o constante en el tiempo.

M. Magnitud

La predicción cuantificada de la magnitud de cada efecto es una tarea que debe ser desarrollada por especialistas en el factor ambiental que lo soporta. Predecir la magnitud del impacto equivale a medir la cantidad de factor alterado.

Revisión: Conesa, V. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental.

III. DESCRIPCION DEL PROYECTO DE REFORZAMIENTO Y AMPLIACION

3.1 Antecedentes del Proyecto

La mayoría de depósitos de relaves construidos en el Perú, han sido efectuados mediante la metodología de “aguas arriba”, ello debido al bajo costo que significa su construcción frente a los otros métodos. Por lo general, dichas presas de relaves presentan una serie de deficiencias ocasionadas por la falta de control en la descarga del relave, así como fallas de los sistemas de drenaje e inestabilidad de sus taludes por filtraciones. Según estas condiciones los depósitos de relaves fueron desarrollándose, con diques de baja resistencia y con niveles freáticos altos, situación determinante para que la estructura colapse ante eventos externos o por el transcurso del tiempo.

Como referencia, en el año de 1994 el Comité de Grandes Presas de Estados Unidos, efectuó un análisis sobre las causas de fallas y accidentes ocurridos en los depósitos de relaves operativos y en abandono a nivel mundial, definiéndose las siguientes causas como las principales, estos son: desbordamientos, inestabilidad física del talud, efectos sísmicos, deficiencias de la cimentación, deficiencias de la estabilidad del dique relacionadas con el flujo de agua subterránea, deficiencia estructural de obras hidráulicas de control del flujo superficial y de drenaje, daños producidos por la erosión de superficie y sobrecarga de relaves.

De este análisis realizado, se concluyo que el número de presas falladas durante las fases de operación es aproximadamente siete veces mayor que las presas falladas en la fase de abandono. Este hecho principalmente se ve influenciado por la presencia de un alto nivel freático durante la operación del depósito, que impone las condiciones para que ocurran fenómenos de licuefacción, erosión interna y colapsos del talud.

Por otro lado, la producción sostenida, asociada a la planta de beneficio para el procesamiento de minerales requiere la selección de infraestructura adecuada (deposito de ampliación). Al momento de proyectar una estructura de estabilización y de ampliación para un depósito de relaves es importante tener en cuenta la compatibilidad con el método elegido, las condiciones de sitio, la producción de relaves y el volumen de materiales a utilizar.

La selección del tipo de ampliación en presas de relaves ha sido con frecuencia mediante la revisión de precedentes históricos, observaciones empíricas y requerimientos reglamentarios, más que por evaluaciones estrictamente racionales de cada método alternativo en un sitio o caso particular.

3.2 Ubicación del Proyecto

3.2.1. Ubicación Geográfica

Políticamente la zona del Proyecto se ubica en el paraje denominado Huanca, perteneciente al distrito de Saisa, de la provincia y departamento de Ayacucho, región Los Libertadores - Wari. El área minera se encuentra bajo la jurisdicción de la Dirección General de Minería del Ministerio de Energía y Minas de Lima.

La localización en coordenadas geográficas es la siguiente:

- ◆ 15° 05' 23" Latitud Sur, y
- ◆ 74° 27' 47" Longitud Oeste

La ubicación en coordenadas U.T.M. es aproximadamente:

- ◆ E 557,494.29 - E 557,838.10
- ◆ N 8' 331,757.23 - N 8' 331,727.73

El área en estudio se encuentra a una altitud media de 800 msnm, que abarca las instalaciones de la empresa minera (planta de producción -campamento) y la zona donde se ubica los dos depósitos de relaves existentes, encontrándose uno en estado de abandono y el otro en operación y sobre el cual se plantea el proyecto de estabilización y ampliación.

3.2.2. Ubicación de la Cuenca

La zona del proyecto se ubica en el distrito de Saisa localidad de Huanca, en el flanco derecho de la cuenca. El drenaje principal es por el río Acarí, ubicado aguas abajo y a la misma altura de las instalaciones mineras, que unos kilómetros antes, toma los nombres de río Iruro, San Pedro y Acarí hasta su entrega al sistema hídrico o cuenca del Pacífico.

La cuenca del río Acarí se encuentra ubicada geográficamente entre los meridianos 74°17'03" y 74°38'31" de longitud oeste y los paralelos 14°16'04" y 15°39'35" de latitud sur; políticamente comprende la provincia de Lucanas del departamento de Ayacucho y la provincia de Caravelí del departamento de Arequipa.

Ubicación Geográfica				
Sistemas	Datum	Componentes	Valor Mínimo	Valor Máximo
Coord. Geográficas	Horizontal WGS 1984	Long. Oeste	74°38'31"	74°17'03"
		Lat. Sur	15°39'35"	14°16'04"
Coord. UTM zona18	Horizontal WGS 1984	Metros Este	538,367.0	577,234.0
		Metros norte	8'268,686.0	8'422,636
Altitud	Vertical Nivel medio del mar	m.s.n.m	0	4,836.0 C° Yana Allpa

Ubicación Política			
Cuenca	Departamento	Provincia	Distrito
Acarí	Arequipa	Caravelí	Acarí
			Bella Unión
	Ayacucho	Lucanas	Lucanas
			Puquio
			San Juan
			San Cristóbal
			San Pedro
			Saisa
			Santa Lucía

Las subcuencas o microcuencas que ocupa el depósito de relaves existente, está conformada por valles, flanqueados por elevaciones rocosas que alcanzan los 1,000 – 1,500 msnm. Las cumbres de estas elevaciones presentan pendientes moderadas, que al bordear los depósitos de materiales coluviales depositados en ladera toman pendientes suaves, y finalmente en la sección central, con cota promedio 850 msnm., presentan pendiente ondulada por el lecho de río.

3.3 Acceso al Área del Proyecto

El acceso es por vía terrestre y las distancias de recorrido para llegar a la zona de proyecto se muestra en la siguiente tabla:

CUADRO N°7: Acceso al Área del Proyecto

Tramo de carretera	Distancia (Km)	Tipo de Carretera	Dist. Acumulada
Lima – Dsv. Bella Unión	228	Asfaltada	228
Bella Unión – Acarí	134	Asfaltada	362
Acarí – Huanca	45	Afirmada	407
Saisa Concesión Minera	20	Trocha/Afirmada	427

Fuente: Elaboración Propia

3.4 Alcances del Proyecto

El proyecto “Reforzamiento y Ampliación del actual depósito de relaves en operación para el procesamiento de minerales en la localidad de Saisa – Ayacucho”, tiene como principal alcance el de contribuir al programa de crecimiento productivo implementado por la empresa minera, para ello se considera como alcances específicos:

- Asegurar la estabilización del actual depósito de relaves en operación, controlando el alto nivel freático y reforzando físicamente el dique aguas abajo.

- Incrementar la capacidad de almacenamiento del depósito existente a corto plazo, contribuyendo a incrementar el tiempo de vida útil contemplado en el programa de crecimiento productivo de la empresa.

3.5 Componentes del Proyecto

Según el programa de crecimiento productivo de la empresa minera ExplORO Perú S.A. Los componentes identificados en el proyecto son:

- Contrafuerte estabilizador, estructura destinada a contener y reforzar el talud del dique existente, tanto físicamente (volteo, desplazamiento, asentamiento o falla) como por filtraciones producidas por el nivel freático alto a través del terraplén (líneas de flujo, infiltración, tubificación, etc.)
- Dique de ampliación, estructura ubicada aguas abajo del depósito de relaves en operación. El cual incrementará el tiempo de vida útil en aproximadamente 12 meses, tiempo necesario para la construcción de la nueva relavera permanente.
- Sistema de drenaje general, consta de estructuras que permiten captar las aguas de infiltración que transcurren a través del cuerpo del depósito antiguo, que desembocarían en el contrafuerte estabilizador. Así como en el fondo de la ampliación de almacenamiento proyectado.

El objetivo principal del proyecto es entonces dar una solución inmediata al problema de inestabilidad del dique existente, que se encuentra en inminente estado crítico y podría contaminar y causar problemas ambientales a la zona y al río Acarí; mientras se amplía la capacidad de almacenamiento del depósito.

IV. MATERIALES Y PROCEDIMIENTOS

4.1 Materiales

Para la ejecución del Proyecto “Reforzamiento y Ampliación del Actual del Depósito de Relaves en Operación para EL Procesamiento de Minerales en la Localidad de Saisa Ayacucho” se empleó, tanto en la fase de campo como en la de gabinete, la siguiente relación de materiales y equipos:

4.1.1 Fase de campo

El acceso es por vía terrestre y las distancias de recorrido para llegar a la zona de proyecto se muestra en la siguiente lista:

a) Instrumentos de Topografía

- * Estación Total Topcon
- * GPS Garmin Colorado 600
- * Prismas con baston regulable
- * Wincha
- * Estacas
- * Pintura
- * Cordel

b) Investigaciones Geotécnicas (calicatas y trincheras de exploración)

- * Palas
- * Picos
- * Barretas
- * Bolsas plásticas de muestreo
- * Tarjetas de Identificación
- * Plumones y rotuladores
- * Cintas adhesivas
- * Equipo de Densidad de campo 1 cono de arena de 6”, incluyendo sus accesorios
- * Balanza
- * Pizarra

c) Útiles Adicionales

- * Libretas de campo
- * Cámara fotográfica digital
- * Equipo de Protección Personal (EPP)

4.1.2 Fase de gabinete

a) Equipo de cómputo

- * 01 computadora AMD x3, con procesador 2.1GHz, 3GB RAM, HD. 160 GB, con drives y CDROM, Monitor LG
- * 01 Impresora HP DESKJET 2600
- * 01 scanner HP
- * Dispositivos USB 2GB

b) Programas de Cómputo

- * Rocscience SLIDE V5.0 (estabilidad de taludes)
- * Autocad 2009 (dibujo asistido por computadora)
- * Autocad Civil 3D - Autodesk (dibujo asistido por computadora, procesamiento de datos, diseño de estructura y metrados)
- * Microsoft Project (cronogramas y seguimiento del proyecto)
- * Microsoft Word 2007 versión XP (Documentos)
- * Microsoft Excel 2007 versión XP (Hojas de cálculo)
- * Google earth profesional V5.0 (apoyo de imágenes satelitales)

c) Útiles de escritorio

- * Papel
- * Cuadernos
- * Reglas, escalímetro
- * Calculadora
- * Lapiceros, marcadores. etc

4.2 Procedimientos

Los procedimientos y métodos a emplearse, son divididos por tareas para cada uno de los estudios, detallándose a continuación:

4.3 Cartografía y Topografía

4.3.1 Recopilación y análisis de la información cartográfica y topográfica disponible

La finalidad de esta tarea es reunir y examinar toda la información cartográfica y topográfica disponible para su posterior uso en el proyecto.

Para la zona en estudio existe cartografía a escala 1:25,000 de la Carta Nacional del Perú, que tiene curvas de nivel cada 50 metros, así como levantamiento topográfico de la zona del proyecto; que fue realizado por la cía. Minera para su concesión en el 2008.

4.3.2 Elaboración del Plano topográfico para la Zona de Proyecto

Tomando como base el levantamiento topográfico proporcionado por la cía. Minera en la zona de proyecto, se obtuvo los planos topográficos del sitio de emplazamiento de la presa y obras auxiliares propuestas según la siguiente relación:

- Plano topográfico a escala 1:2000 con curvas de nivel cada metro de las zonas correspondientes a la presa y obras secundarias propuestas, identificando estaciones y Bm's, en todo el área de concesión minera.
- Planos a escala 1:400 y 1:1000 de las superficies donde se ubicarán la presa y obras auxiliares propuestas.
- Trabajos topográficos relacionados con la Geología, canteras e investigaciones geotécnicas.

4.4 Estudio Hidrológico

De acuerdo a los objetivos, condiciones y magnitud del proyecto, esta evaluación no requiere una investigación profunda; sin embargo se considerará desarrollar los aspectos más importantes para una hidrología básica que consta de lo siguiente:

4.4.1 Recopilación y selección de la información Hidrológica relevante para el Proyecto

Los datos necesarios para la evaluación hidrológica del proyecto, fueron recopilados de las estaciones meteorológicas e hidrométricas disponibles más cercanas y cuyas características son similares a la zona en estudio. La selección de dichas estaciones, se basó por la cercanía y la representatividad de la información con registros estables y coherentes.

4.4.2 Hidrografía y Geomorfología

A nivel regional el área de estudio se encuentra ubicada en una zona de intercuenas costeras de la cuenca principal del río Acarí. El sistema de drenaje pertenece a la cuenca del Pacífico. La cuenca estudiada se muestra en el Plano PRO-IA-11 del Anexo 11: Planos.

La cuenca del proyecto es considerada por su tamaño como pequeña y su régimen la clasifica como intermitente (sólo conduce agua durante las lluvias o inmediatamente después de éstas). Los parámetros morfológicos han sido procesados para la cuenca de estudio y se presentan a continuación:

CUADRO N°8: Características Fisiográficas de la Cuenca en Estudio

Parámetro	Valor
Área de cuenca (Km ²)	19.9
Perímetro (Km)	18.2
Elevación máxima (msnm)	2200.0
Elevación mínima (msnm)	800.0
Elevación media (msnm)	1500.0
Longitud de la quebrada (Km.)	5.6
Pendiente de la cuenca (%)	14.3

Fuente: Elaboración propia

4.4.3 Estaciones Meteorológicas

La información meteorológica ha sido obtenida de las estaciones más relevantes en la zona. La ubicación de dichas estaciones es la siguiente:

CUADRO N°09: Estaciones Meteorológicas para el Proyecto

<i>ESTACION</i>	<i>TIPO DE ESTACION</i>	<i>ALTITUD (msnm)</i>	<i>LATITUD</i>	<i>LONGITUD</i>	<i>PERIODO REGISTRO</i>
Lucanas	Climatológica	3400	14° 37' S	74° 14' O	1965-2002
Puquio	Climatológica	3213	14° 42' S	74° 00' O	1965-2002
Acarí	Climatológica	200	15° 26' S	74° 37' O	1964-1981
Huarato	Pluviométrica	350	15° 17' S	74° 34' O	1965-1984
Cecchapampa	Climatológica	3900	14° 50' S	74° 00' O	1970-1982
Pampa Galeras	Pluviométrica	3950	14° 40' S	74° 24' O	1961-1987
Paucacorral	Pluviométrica	3550	14° 40' S	74° 05' O	1965-1996

Fuente: Elaboración propia

4.4.4 Precipitación y Evaporación

Precipitación:

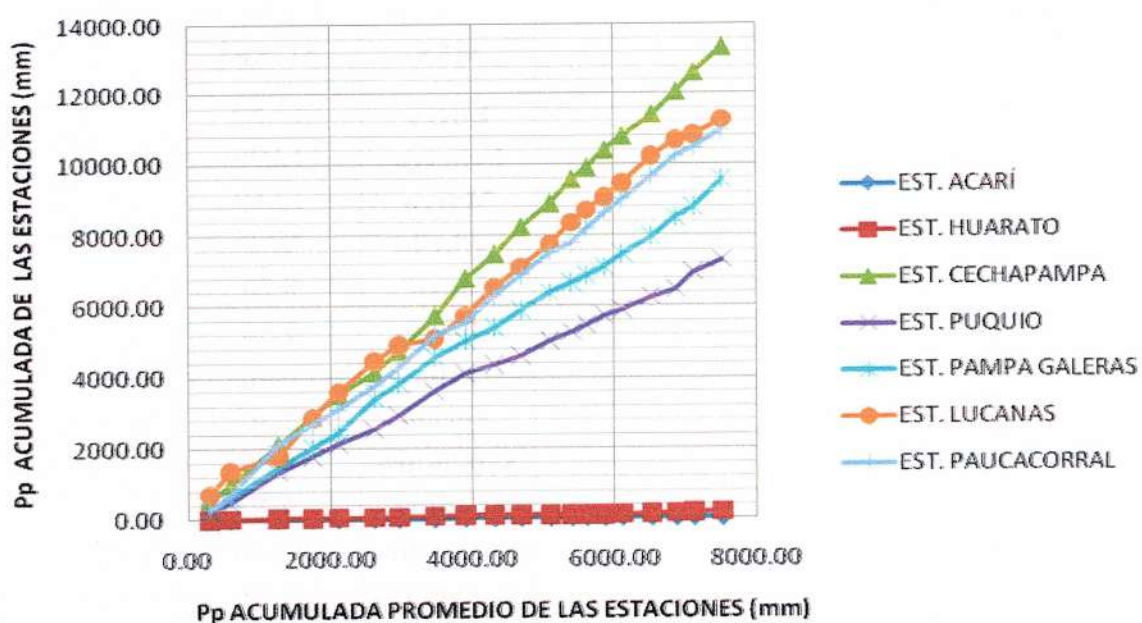
Los registros de precipitación en las estaciones identificadas, son evaluados en base a un análisis de doble masa. Para el caso de la precipitación media mensual no se tuvo que realizar algún tipo de tratamiento especial, pues la información en el periodo de análisis estaba completa.

CUADRO N°10: Valores Promedio de la Precipitación en las Principales Estaciones

Mes	Precipitación Promedio (mm)						
	Esta. Acarí	Est. Huarato	Est. Cecchapampa	Est. Puquio	Est. Pampa Galeras	Est. Lucanas	Est. Paucacorrall
Enero	0.70	2.59	143.74	101.24	129.38	125.94	142.18
Febrero	0.85	1.84	180.61	100.58	137.47	136.12	140.82
Marzo	0.01	0.69	191.67	106.43	117.89	163.41	166.87
Abril	0.00	0.46	45.90	17.24	33.76	77.22	25.52
Mayo	0.00	0.04	5.96	4.29	8.96	4.01	5.56
Junio	0.00	0.33	4.74	1.45	3.92	1.84	1.39
Julio	0.00	0.00	0.00	0.00	2.43	0.00	1.49
Agosto	0.02	0.11	5.36	3.44	3.32	6.04	6.00
Septiembre	0.00	0.43	11.19	5.78	5.53	9.48	8.77
Octubre	0.00	0.59	14.55	6.11	12.81	15.53	11.11
Noviembre	0.05	0.16	16.92	14.58	19.07	15.25	12.20
Diciembre	0.16	1.43	61.61	35.11	53.41	42.26	49.20

Fuente: información de SENAMHI

Cabe mencionar que la precipitación es variable en la cuenca Acarí, los registros presentan valores bajos en la cuenca baja, incrementándose en la cuenca alta. Por la localización del proyecto las estaciones Huarato y Acarí cobran importancia debido a la cercanía y las condiciones del proyecto.



Para la determinación de la lluvia o precipitación media en la zona del proyecto se empleo el método de isoyetas y el polígono de Thiessen empleando las estaciones más representativas, estas pueden ser observadas en el Anexo 5: Hidrología, mientras que en el cuadro N° 11 se muestran los resultados de la lluvia media en la zona de proyecto.

CUADRO N°11: Resultados de la Lluvia Media en la Zona de Proyecto

METODO	LLUVIA MEDIA (mm)
Polígonos de Thiessen	2.31
Método de las Isoyetas	2.48

Fuente: Elaboración propia

❑ Evaporación:

Viene a ser el intercambio del vapor de agua proveniente de una superficie de agua libre hacia la atmósfera depende básicamente del clima. Para la obtención de los datos de evaporación se utilizó los registros de la estación Acarí, la que comparte ciertas condiciones climatológicas con el proyecto, por lo que pueden ser utilizadas. En el cuadro N° 12, se presentan los valores de la evaporación para la estación mencionada:

CUADRO N°12: Evaporación Media Mensual (mm.) para el Estudio

MES	ACARÍ
Enero	13.50
Febrero	12.90
Marzo	12.60
Abril	9.70
Mayo	8.20
Junio	7.30
Julio	6.40
Agosto	7.30
Setiembre	8.20
Octubre	9.70
Noviembre	11.10
Diciembre	12.30

4.4.5 Escorrentía e infiltración

□ Escorrentía:

La escorrentía viene a ser la parte de la precipitación que no se evapora, ni se almacena sobre el suelo sino que discurre hacia los sistemas de drenaje de la cuenca. Es común que no se cuente con registros de escorrentía en la zona de proyecto, pues estos se ven afectados por cambios físicos en las cuencas (naturales o artificiales).

Por ello, es conveniente contar con métodos que permitan determinar el escurrimiento en una cuenca mediante las características de la misma y la precipitación incidente. Las características de la cuenca en base a la cartografía o topografía y la precipitación a través de mediciones o usando registros para el caso de avenidas de diseño.

Los parámetros que interviene en dicho proceso son:

- Área de la cuenca.
- Altura total de precipitación.
- Características generales o promedio de la cuenca (forma, pendiente, vegetación, etc.).
- Distribución de la lluvia en el tiempo.
- Distribución en el espacio de la lluvia y de las características de la cuenca.

El cálculo general de la lámina de escorrentía para una determinada zona queda refería a la siguiente relación:

$$E = C_e \cdot P \cdot \frac{A}{a} \dots\dots\dots (4.1)$$

Donde:

- E = Escorrentía, en mm.
- C_e = Coeficiente de escorrentía = 0.4
- A = Área de la subcuenca, en m²
- a = Área del espejo, en m².
- P = Precipitación mensual, en mm.

El coeficiente de escorrentía es considerada para la zona en análisis según el cuadro N° 13. La determinación de la escorrentía por mes en función a la precipitación puede observarse en el Anexo 5: Hidrología, mientras que en el cuadro N° 14 se aprecia los valores resultantes.

CUADRO N°13: Valores del Coeficiente de Escorrentía (Ce)

Tipo de área drenada	Coeficiente de escorrentía	
	Mínimo	Máximo
ZONAS COMERCIALES:	0.70	0.95
Zona Comercial	0.50	0.70
Vecindarios		
ZONAS RESIDENCIALES		
Unifamiliares	0.30	0.50
Multifamiliares, espaciados	0.40	0.60
Multifamiliares, compactos	0.60	0.75
Semiurbanas	0.25	0.40
Casas habitación	0.50	0.70
ZONAS INDUSTRIALES		
Espaciado	0.50	0.80
Compacto	0.60	0.90
CEMENTERIOS, PARQUES	0.10	0.25
CAMPOS DE JUEGO	0.20	0.35
PATIOS DE FERROCARRIL	0.20	0.40
ZONAS SUBURBANAS	0.10	0.30
CALLES		
Asfaltadas	0.70	0.95
De concreto hidráulico	0.70	0.95
Adoquinadas	0.70	0.85
ESTACIONAMIENTOS	0.75	0.85
TECHADOS	0.75	0.95
PRADERAS		
Suelos arenosos planos (pendientes 0.02 o menos)	0.05	0.10
Suelos arenosos con pendientes medias (0.02-0.07)	0.10	0.15
Suelos arenosos escarpados (0.07 o más)	0.15	0.20
Suelos arcillosos planos (0.02 o menos)	0.13	0.17
Suelos arcillosos con pendientes medias (0.02-0.07)	0.18	0.22
Suelos arcillosos escarpados (0.07 o más)	0.25	0.35

CUADRO N°14: Cálculo de Escorrentía

ESTACION : HUARATO
 PARAMETRO : PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm)
 LATTITUD : 115° 17' S
 LONGITUD : 74° 34' O
 ALTITUD : 400 msnm
 DPTO. Arequipa
 PROV. caraveli
 DIST. Acari

ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	SUMA	PROM
1985	1.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.00	0.90	1.80	0.00	0.00	1.60	6.80	0.55
1986	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.60	1.00	3.50	6.10	0.51
1987	5.60	5.20	1.20	5.10	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.60	1.47
1988	2.60	1.80	0.70	0.50	0.00	0.30	1.00	0.10	0.40	0.60	0.20	1.40	9.60	0.80
1989	1.40	0.00	0.00	0.00	0.00	5.70	0.00	0.00	0.20	0.20	0.10	0.00	8.10	0.68
1970	3.20	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.40	0.28
1971	0.20	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.90	0.10	0.00	0.00	5.20	6.50	0.54
1972	7.40	5.20	2.20	0.00	0.00	0.00	7.40	0.00	0.20	0.00	0.00	1.20	23.60	1.97
1973	0.70	11.90	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	12.80	1.07
1974	1.20	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	2.10	0.18
1975	0.30	0.00	1.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.17
1976	2.40	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	3.50	0.29
1977	2.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.70	0.23
1978	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1979	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00	2.50	0.21
1980	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.30	0.00	0.00	9.30	0.78
1981	0.80	0.00	0.50	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.30	0.00	0.00	0.00	14.00	1.88
1982	0.00	10.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.70	11.20	0.93
1983	1.60	0.80	6.90	1.50	0.00	0.00	11.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22.00	1.83
1984	20.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.20	1.88

MAX	20.20	11.90	6.90	5.10	0.50	5.70	0.00	0.80	5.30	9.30	1.60	14.00	9.62	0.80
PROM	2.59	1.84	0.69	0.46	0.04	0.33	0.00	0.11	0.43	0.59	0.16	1.43		
MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
DESVEST	4.59	3.55	1.59	1.22	0.12	1.27	2.92	0.27	1.21	2.09	0.41	3.26		
VAR	21.03	12.61	2.54	1.49	0.01	1.61	8.52	0.08	1.47	4.35	0.17	10.61		

E Escorrentía, en mm.
 C Coeficiente de escorrentía = 0.4
 A Área de la subcuenca, en m²
 a Precipitación mensual, en mm.

Ceficiente CE	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Area Subcuenca Proyecto	10000.0	10000.0	10000.0	10000.0	10000.0	10000.0	10000.0	10000.0	10000.0	10000.0	10000.0	10000.0	10000.0	10000.0
Area del Espejo	7200.00	7200.00	7200.00	7200.00	7200.00	7200.00	7200.00	7200.00	7200.00	7200.00	7200.00	7200.00	7200.00	7200.00
Precipitación	2.59	1.84	0.69	0.46	0.04	0.04	0.33	0.00	0.11	0.43	0.59	1.43	1.43	1.43
Escorrentía (mm)	1.44	1.02	0.38	0.38	0.26	0.02	0.18	0.00	0.06	0.24	0.33	0.09	0.79	0.79

❑ **Infiltración:**

El vaso del depósito de relaves está conformado por capas de suelos Aluvial, Coluvial y fluvioaluvial, sobreyaciendo el basamento rocoso conformado por gravas areno arcillosas y teniendo en cuenta que la presa será apoyada sobre dicho basamento e impermeabilizada eficientemente, se considera que no existirá infiltración de las aguas del depósito, por otro lado si se da el caso de existir algún tipo de infiltración a través del material del cuerpo de la presa o cimentación, esta será captada por el filtro, conducida y evacuada por drenes, los cuales serán instalados en el fondo del vaso y al pie del talón.

4.4.6 Análisis de máximas avenidas

La predicción de máximas avenidas es uno de los aspectos relevantes para un proyecto, para la contención y regulación del escurrimiento en eventos extraordinarios con el fin de considerar medidas técnicas diversas de protección.

En el análisis se debe tener en cuenta:

- Rango de periodos para la predicción de avenidas
- Elementos del régimen hidrológico
- Métodos de predicción
- Finalidad de la predicción

4.4.6.1 Métodos de estimación de máximas avenidas

Los métodos existentes para la estimación de la predicción hidrológica son varios y dependen de su vigencia y base histórica de información. Estos son:

- Métodos empíricos.
- Métodos históricos
- Métodos de correlación de cuencas.
- Métodos hidráulicos.
- Métodos probabilísticas.
- Métodos basados en la relación Precipitación – Escurrimiento.

De todos ellos, los métodos probabilísticos son muy difundidos, pues estiman las avenidas máximas a partir de una serie de precipitaciones relacionada con una distribución estadística que la represente mejor. El inconveniente de este método es el empleo de pequeñas muestras de registros para predicción de un amplio periodo de estimación.

4.4.6.2 Periodo de Recurrencia de Eventos Máximos

El periodo de recurrencia, es el tiempo promedio en el que se puede producir una avenida con una determinada intensidad. Este concepto es importante para el diseño de estructuras e implementación de medidas de seguridad. Según la legislación del sector minero las avenidas deberán calcularse para un periodo de retorno de 500 años en todo el ciclo de vida del proyecto.

Para el análisis de máximas avenidas a un periodo de recurrencia dado, se empleo información proveniente de la estación Acarí y su registro de precipitaciones máximas (1964 – 1984)

CUADRO N°15: Datos de Precipitación Máxima en 24 Horas

Año	Precipitación máxima en 24 horas (mm)	Año	Precipitación máxima en 24 horas (mm)
1964	0.20	1976	1.10
1965	0.00	1977	4.80
1966	1.60	1978	0.00
1967	2.10	1979	0.00
1968	0.00	1980	0.00
1969	0.00	1981	0.00
1970	0.10	1982	0.00
1971	1.00	1983	0.00
1972	1.00	1984	0.00
1973	15.0		
1974	0.50		
1975	0.10		

4.4.6.3 Funciones de Distribución de Probabilidad Usadas en Hidrología

Una vez que se asigna el periodo de retorno al análisis de gastos, generalmente es necesario, hacer extrapolaciones a partir de los las precipitaciones máximos anuales registrados, pues rara vez este periodo estimado es menor al periodo de datos.

Estas extrapolaciones “probabilísticas” son realizadas en base a funciones de distribución de probabilidad teórica, existen diversos tipos de distribución y deberá seleccionarse aquella que mejor se ajuste al problema de análisis.

Entre las funciones de distribución de probabilidad usadas en hidrología se estudiaron las siguientes:

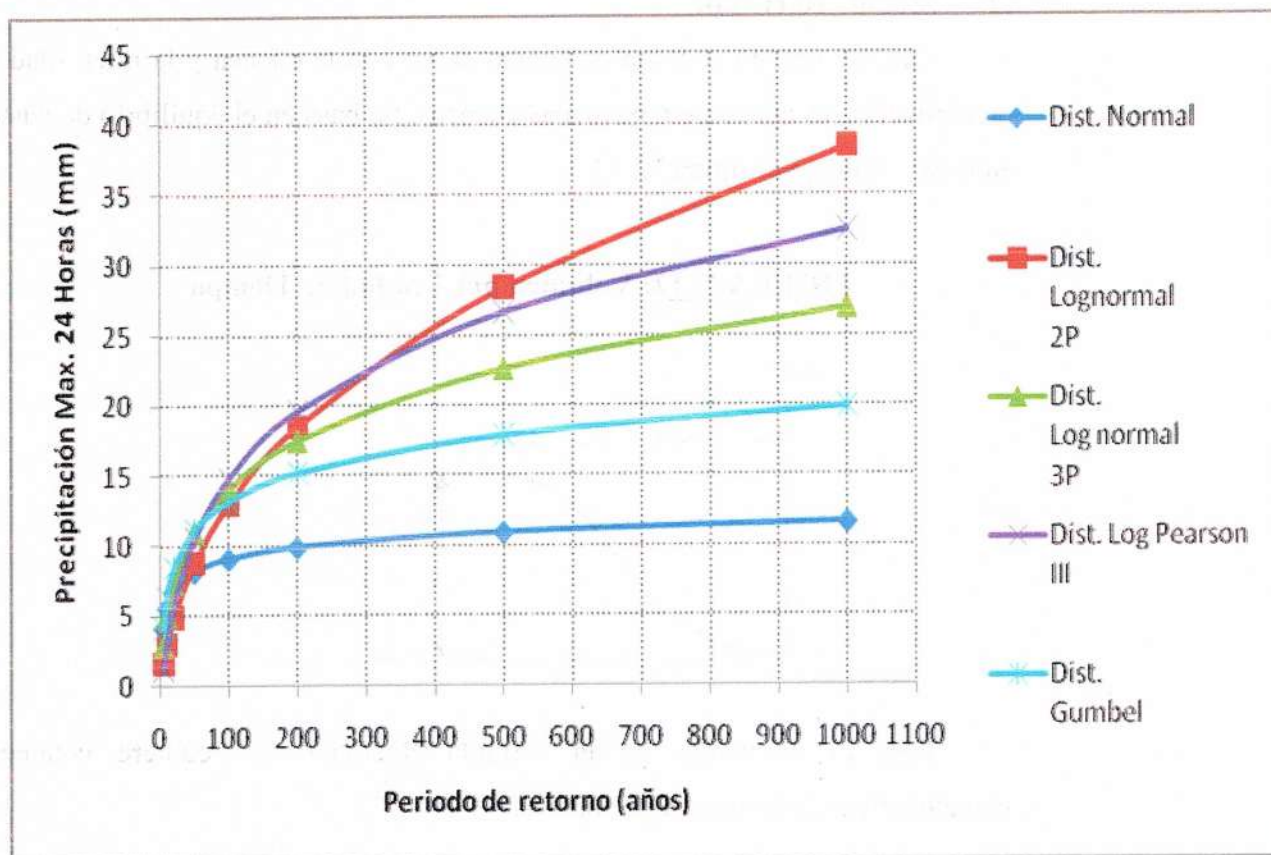
- Distribución Normal.
- Distribución Log Normal 2 Parámetros.
- Distribución Log Normal 3 Parámetros.
- Distribución Log Pearson Tipo III.
- Distribución Gumbel III.

En el cuadro N° 16 y Figura N° 11 se presentan los valores de precipitación máxima en 24 horas para diferentes periodos de retorno, con las principales distribuciones de probabilidad antes descritas.

CUADRO N°16: Precipitaciones Máximas para Diferentes Periodos de Retorno

Periodo de Retorno	Distribución Normal	Distribución Lognormal 2P	Distribución Lognormal 3P	Distribución LogPearson III	Distribución Gumbel III
5	4.12	1.58	2.90	1.12	4.15
10	5.58	2.94	5.03	3.07	6.34
20	6.79	4.94	7.41	5.84	8.44
50	8.16	8.82	10.99	10.54	11.15
100	9.07	12.99	14.08	14.79	13.19
500	10.91	28.43	22.66	26.63	17.90
1000	11.62	38.41	27.04	32.48	19.92

FIGURA N°11: Precipitación Max. 24 Horas para Diferentes Periodos de Retorno



Fuente: Elaboración propia

El cálculo de las precipitaciones máximas por periodo de retorno fue realizado con el apoyo del programa SMADA 6.0, y de sus respectivos gráficos de ajuste. Mediante observación directa se concluyó que la distribución que más se ajusta es la de tipo Gumbel III. Estos pueden ser observados en el Anexo 5: Hidrología

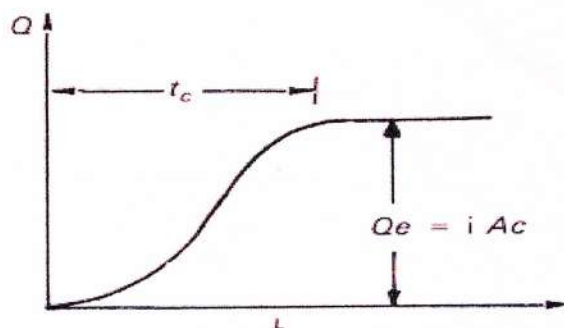
4.4.6.4 Avenidas Extraordinarias para diferentes periodos de retorno (caudales)

Para el cálculo de las máximas avenidas se aplicaron dos métodos: el método Racional y el método de Hidrograma Unitario Sintético (SCS); los que para poder ser utilizados requieren como datos de entrada el Tiempo de Concentración para la cuenca en estudio.

❑ **Método Racional:**

En este método se toma en cuenta el área de la cuenca y la intensidad de la precipitación, es aplicable a pequeñas cuencas. Se basa en el equilibrio de gastos de entrada y salida, ver figura N° 12.

FIGURA N°12: Volumen por Unidad de Tiempo



Para el desarrollo de la fórmula Racional, se requiere conocer las características de la cuenca de análisis.

CUADRO N°17: Características de la Cuenca de la Quebrada Huanca

Cuenca	Area A (Km ²)	Long. curso más largo L (Km)	Pendiente (m/m)
Qda. Huanca	19.9	5.6	0.143

Fuente: Elaboración propia

Mientras que la fórmula Racional establece que:

$$Q_{\text{escorr.}} = 0.278 \cdot C_e \cdot i \cdot A \quad \dots\dots (4.2)$$

Donde:

- $Q_{\text{escorr.}}$ = Caudal de escurrimiento, en m³/s
- C_e = Coeficiente de esorrentía
- I = Intensidad de lluvia, en mm/hora para períodos equivalentes al t_c
- A = Área de aporte, en km²

Debido a que la mayor parte de información de precipitación registrada es la precipitación max. En 24 horas se utiliza la formula de Dick y Pescke a continuación:

$$P_d = P_{24h} \left(\frac{d}{1440} \right)^{0.25} \dots\dots (4.3)$$

Donde :

P_d : precipitación total para la duración d (en minutos)

P_{24h} : es la precipitación máxima en 24 horas para el periodo de diseño.

La intensidad se halla dividiendo la precipitación P_d entre la duración (D) :

$$I = \frac{P_d}{D} \dots\dots (4.4)$$

Para hallar la duración se aplicará la formula de la Soil Conservation Service (SCS):

$$D = \frac{T_c}{(1 + T_c)^{0.2}} \dots\dots (4.5)$$

Siendo T_c el tiempo de concentración, el cual depende de la longitud máxima que debe recorrer el agua hasta la salida de la cuenca y de la velocidad que adquiere, en promedio, dentro de la misma. El tiempo de concentración se calcula mediante la fórmula de Kirpich :

$$t_c = 0.000325 * \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}} \dots\dots (4.5)$$

Donde :

S : Pendiente del cauce principal (m/m)

t_c : Tiempo de concentración (horas)

L : Longitud del cauce principal de la cuenca (en metros)

Usando la Formula Racional para determinar el caudal que escurriría por la qda. Huanca con la intensidad de lluvia seleccionada se tiene:

CUADRO N°18: Caudales de Esguerrimiento Quebrada Huanca – Método Racional

Periodo de Retorno (años)	Pp. máxima en 24 horas (mm)	Duración (hrs)	Pd	Intensidad I (mm/hora)	Caudal Q (m ³ /s)
5	4.15	0.49	1.57	3.22	7.13
10	6.34	0.49	2.39	4.92	10.90
50	8.44	0.49	3.18	6.55	14.50
100	11.15	0.49	4.21	8.66	19.16
200	13.19	0.49	4.97	10.24	22.67
500	15.22	0.49	5.74	11.82	26.16
1000	17.90	0.49	6.75	13.90	30.76

Fuente: Elaboración propia

De los cálculos realizados, se obtiene que el caudal total para la avenida extraordinaria con periodo de retorno de 500 años, es igual a 26.16 m³/s.

□ Método del U.S Soil Conservation Service (SCS):

Este método consiste en representar el hidrograma de avenida a un triangulo, de manera que se determine un punto máximo para el caudal:

$$Q_{max} = \frac{(0.208 \cdot A \cdot P_e)}{T_p} \dots\dots (4.6)$$

Donde :

- A : Área de la cuenca en km²
- Pe : Precipitación efectiva (mm)
- P : Precipitación de diseño (mm)
- CN : Número Hidrológico
- Tp : Tiempo pico (horas)

La precipitación efectiva se halla en función del parámetro S:

$$S = \frac{(25400 - 254CN)}{CN} \dots\dots (4.7)$$

EL valor del número hidrológico CN, está en función de los suelos, coberturas y declives. En este caso, por las condiciones del proyecto, se calculo un CN ponderado de 70.

Se verificará que la precipitación P no sea menor que 0.2S, si es así la precipitación efectiva será $P_e = 0$; sino

$$P_e = \frac{(P - 0.20S)^2}{(P + 0.8S)} \dots\dots (4.8)$$

El tiempo al pico se calcula en función del tiempo de concentración:

$$T_c = 0.987 \times \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0.385} \dots\dots (4.9)$$

Y la duración de la tormenta :

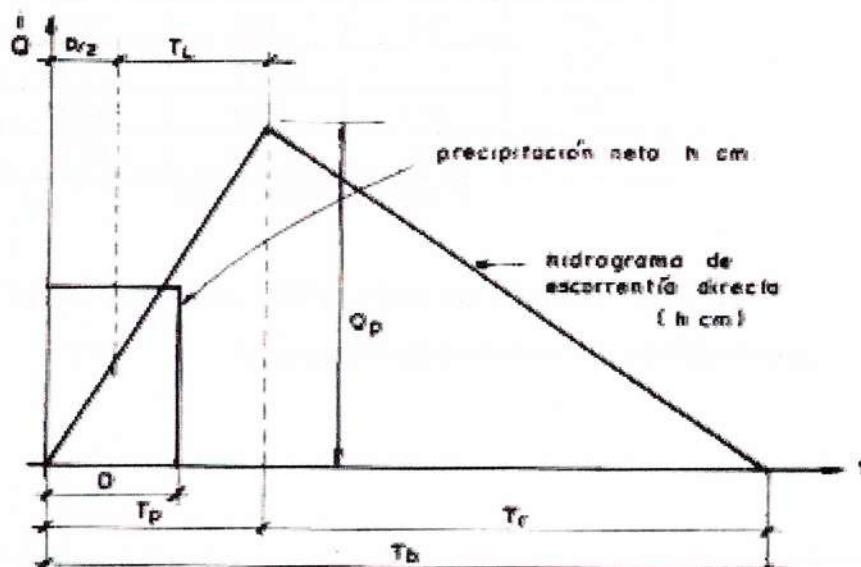
$$D = \frac{T_c}{(1 + T_c)^{0.2}} \dots\dots (4.10)$$

Por lo tanto :

$$T_p = 0.5D + 0.6T_c \dots\dots (4.11)$$

Los parámetros que ingresan para el cálculo del Caudal Pico (Q_p) y el modelo que emplea el método se muestran en la Figura N° 12:

FIGURA N°13: Hidrograma de Escorrentía – Método SCS



Donde:

h : lluvia neta, en cm

V_o : volumen de escorrentía directa, en m³

Q_p : caudal pico, en m³/s

T_p : tiempo pico, en horas

T_r : tiempo después del pico, en horas

T_b : tiempo base del hidrograma, en horas

D : período de lluvia neta, en horas

T_L : tiempo de retardo, en horas

T_c : tiempo de concentración, en horas

A : área de la cuenca, en Km²

En la Cuadro N° 19, se muestran los resultados de los caudales para diferentes periodos de retorno correspondientes a la quebrada Huanca:

CUADRO N°19: Caudales de Escurrimiento Quebrada Huanca – Método SCS

Periodo de Diseño	Pp Max. 24H	Pe mm	Q max.
5	22.6	0.01	0.05
10	27.3	0.27	2.34
20	31.3	0.77	6.72
50	37.8	2.06	18.02
100	42.2	3.23	28.28
200	43.3	3.55	31.14
500	46.4	4.54	39.81
1000	50.1	5.85	51.25

Fuente: Elaboración propia

De igual manera en el Cuadro N° 20, se muestran los resultados considerando ambos métodos de análisis en la microcuenca.

**CUADRO N°20: Resultados de los Métodos Empleados para Avenidas
Extraordinarias**

Método	Subcuenca	Caudal (m³/s)
Método Racional	Qda Huanca	26.2
Método del U.S. Soil Conservation Service (SCS)	Qda. Huanca	39.8
Promedio		33.0

Fuente: Elaboración propia

En conclusión, el caudal de avenidas extraordinarias para un periodo de retorno de 500 años, el mayor valor obtenido es igual a 39.8 m³/s (Método del SCS) y el valor de 26.2 m³/s (Método Racional), cuyo valor final promedio es igual a 33 m³/s.

Este caudal debe ser controlado por una estructura (vertedero) o contenido en el vaso de almacenamiento del nuevo depósito de relaves aguas arriba del actual. Por tratarse que el proyecto de reforzamiento y ampliación está destinado al depósito actual. La hidrología y demás valores obtenidos vienen a ser de referencia para el diagnostico del comportamiento de la cuenca ante situaciones a futuro.

4.5 Estudio Geológico – Geotécnico del Proyecto

El estudio geológico - geotécnico, apoyado por las investigaciones de campo y laboratorio tiene como finalidad la de clasificar y/o determinar las características físicas de los suelos y rocas que conforman el lugar de emplazamiento de las estructuras del proyecto. Esta interpretación proporciona criterios importantes para el diseño de ingeniería.

4.5.1 Reconocimiento de la Geología Predominante de la Zona del Proyecto

El área de estudio, la concesión minera Huanca está ubicada en la costa del sur del Perú, su relieve es plano, ligeramente ondulado y accidentado en otros, alcanzando una altura promedio de 850 msnm. Se han observado cerca de cinco unidades geomorfológicas.

Con respecto a la litoestratigrafía en el área, se observan depósitos cuaternarios y rocas ígneas pertenecientes al cretáceo y terciario. En el cuaternario se observan depósitos aluviales, coluviales y eluviales. Las rocas intrusivas están representadas por las rocas del Batolito de la Costa con las Superunidades Linga y Tiabaya. Las rocas extrusivas están representadas por las andesitas Bella Unión.

Con respecto a la geodinámica externa, se han observado numerosas cárcavas, localizadas principalmente en las quebradas y cauces abandonados de fluvioaluviones.

4.5.2 Condiciones Geológicas Regionales

4.5.2.1 Geomorfología Regional

Como se describió anteriormente, a nivel regional se diferencian las siguientes unidades geomorfológicas:

- **Ribera Local**

Comprende la ribera marina, de longitud variable con franjas delgadas de playa; sectores de acantilados labrados mayormente en rocas del Batolito de la Costa. Geoformas de barras litorales en la desembocadura del río Acarí, compuestas de material grueso (arenas y gravas), originadas en la interface río-mar, y pequeñas lagunas o albuferas producto de la infiltración de las aguas de regadío y napa freática superficial.

- **Valles**

Se consideran los principales valles de la región noroccidental, que drenan en dirección al Océano Pacífico, caracterizados por presentar flancos con pendientes moderadas, con aspecto de valle maduro en algunas zonas. El valle de Acarí aguas abajo tiene un ancho variable entre 2 a 8 km en la parte inferior y 2 a 4 km en la parte superior.

- **Conos de Deyección**

Formados por los abanicos deyección de los ríos y quebradas de la cuenca principal (Acarí). Se caracterizan por ser de pendiente moderada, superficie que se van ensanchando progresivamente adoptando una forma triangular. Esta geoforma se encuentra compuesta por escombros en composición variada, sobre ellos se asienta la población central de Acarí.

- **Cauce Abandonado**

Esta unidad está compuesta de conglomerados polimícticos con cantos heterométricos de tamaños que varían desde 2 hasta 80 cm de diámetro, en su mayoría son subredondeados y subangulosos. Se observan terrazas escalonadas. Este cauce permanece seco, pero por la cantidad de material que se encuentra depositado se puede deducir que en temporadas de lluvias el caudal podría ser considerable.

- **Laderas**

Estas geoformas están ubicadas en las vertientes de los cerros formando los taludes. Están desarrolladas en la mayor parte del área de estudio. Presentan pendientes que varían de 30° a 45° según sea el caso.

- **Lomadas**

Son geoformas que tienen formas alongadas; en el área de estudio están ubicadas adyacentes a las laderas. Sus altitudes se encuentran entre los 500 y 550 msnm. Sus pendientes son menos fuertes que en las unidades de laderas y están modeladas sobre material de naturaleza volcánica.

4.5.2.2 Litoestratigrafía

A) **Depósitos Cuaternarios**: Cubren parcialmente a las rocas volcánicas en los lugares de pendientes moderadas a suaves. A continuación se presentan diferentes tipos de depósitos cuaternarios :

- **Depósitos fluvio-glaciares (Q-fl,gl)** : Formados por gravas subredondeadas a subangulosas englobadas en matriz areno limosa e intercaladas por delgadas capas de limos arenosos. Ocupan las partes del valle a manera de terrazas.
- **Depósitos Coluviales (Q-co)**: Conformados por gravas angulosas a subangulosas con o sin matriz areno limosa. Ocupan las faldas de los cerros.
- **Depósitos Aluvionales (Q-al)**: Conformados por gravas subangulosas con poca arena limosa, como producto del acarreo de material suelto, principalmente en temporadas lluviosas. Se depositan en los flancos del valle formando abanicos.
- **Depósitos de Rellenos (Q-r)**: Conformados por gravas con escaso material areno limoso, como producto de las excavaciones en la zona del proyecto.
- **Depósitos de Relaves (Q-re)**: Conformado principalmente por limos a arenas finas como resultado de la acumulación de los materiales residuales provenientes de la planta concentradora.

B) **Rocas Volcánicas (T-v)** : Forman el basamento, presentándose en forma de derrames, lavas y tufos en bancos de 3 a 8 m. de espesor, subhorizontales. Pertenecen al Terciario.

4.5.2.3 Geología Regional

La geología regional predominante en la zona sur de la costa, se caracteriza por presentar unidades litológicas sedimentarias, intrusivas y volcánicas del periodo Cretácico hasta depósitos recientes y pleistocénicos como barros depósitos aluviales y eólicos recientes.

Todos ellos agrupados en el complejo Basal de la costa. Suprayaciendo al complejo basal se tiene una secuencia meta-sedimentaria llamada formación Chiquerío.

Las principales formaciones calcareas se han dividido en dos unidades, la más antigua denominada San Juan (Precambriana superior) y la más joven o formación Marcona (Paleozoico inferior). (*) *Fuente: Estudio Geológico "Depósito de Relaves Planta de Beneficio Metalex, Preparado para Minera Dynacor del Perú S.A.C., y elaborado por Horizonte Consultores S.C.R.L. (Diciembre, 2008).*

Pueden distinguirse también formaciones Mesozoicas como: Rio Grande Jahuay y Yauca, además de la segunda formación oriental constituida por el grupo Yura. La secuencia Mesozoica más joven reconocida es la Formación Copara.

El Terciario se encuentra en estratos de la Formación Pisco, seguidos de depósitos continentales de edad Pliocena de la Formación Millo y el volcánico Sencca. Finalmente comenzó el cuaternario con los depósitos de terrazas marinas flujos de barros volcánicos, rocas intrusivas (andesitas Bella Unión, Tunga y el Batolito de la costa) y depósitos de materiales descompuestos desarrollándose las dunas y acumulándose también los depósitos aluviales y coluviales.

4.5.2.4 Geología Estructural

Las estructuras que se han formado en el área investigada están vinculadas al desarrollo tectónico de esta parte de la orla continental del Perú en un tiempo bastante prolongado, de lo cual sólo se tienen escasas y limitadas evidencias directas.

Entre los acontecimientos tectónicos más importantes que han afectado la región estudiada, en orden decreciente de edad, pueden enumerarse los siguientes:

- a) Domo de Marcona
- b) Plegamiento en el macizo andino
- c) Fallas de desplazamiento de rumbo
- d) Fallas gravitacionales
- e) Tectónica reciente

4.5.3 Condiciones Geológicas Locales

4.5.3.1 Geomorfología Local

El área comprendida por las microcuencas Huanca, Aljahuito y Mollechayoc, se encuentra en una superficie de relieve muy irregular, producto de procesos multicíclicos y emplazamiento de rocas volcánicas, sobre los cuales han actuado la glaciación Pleistocénica, determinando las unidades geomorfológicas de valles, quebradas abandonadas, lomadas y conos de deyección.

4.5.3.2 Geología Local

El área del proyecto se emplaza en el flanco occidental sur, donde localmente se pueden apreciar pequeños afloramientos del Batolito de la Costa, así como los depósitos fluvio-glaciares y coluviales recientes.

Estratigrafía

Las descripciones de geología local están referidas al área de estudio involucrado. Localmente, el área se caracteriza por presentar una quebrada en “V”, que es la principal Unidad Geomorfológica, la que presenta una parte inferior angosta y una parte superior abierta.

En esta Unidad se puede diferenciar el lecho del río Acarí que constituye una zona plana con suave inclinación hacia el SW, con un ancho promedio de 300 m, desarrollándose áreas agrícolas en algunos lugares; los cerros colindantes con el lecho del río y quebradas que constituyen elevaciones de regular altura. Las laderas presentan pendientes de 30° a 50° destacando algunas escarpas rocosas. Los cerros tienen formas piramidales, trapezoidales y alargadas, ensanchadas en su base y los conos de deyección constituyendo zonas de suave inclinación hacia

el río Acarí, con pendientes de 8°. En los conos de Deyección, se localizan cursos de aguas secos en la actualidad o intermitentes. Estos cursos de aguas son mayormente superficiales.

Depósitos Cuaternarios

El lecho de la quebrada está ocupado por depósitos de origen aluvial que consisten de mezcla heterogénea de rodados de naturaleza intrusiva alcanzando bloques de tamaños considerables, así como cantos menores, gravas, arenas en matriz areno-limosa logrando acumulaciones variables en el cauce de la quebrada. Estas acumulaciones fueron depositadas en torrentes provenientes de las partes altas tributarias y flancos empinados.

Rocas Intrusivas

Las geoformas que colindan la quebrada materia de estudio y en general el área de influencia forman parte de estructuras litológicas del complejo ígneo de la costa compuestos de rocas intrusivas. La litología representativa en la zona, es roca del tipo granodiorita en el conjunto intrusivo. Superficialmente se encuentra diaclasada y fracturada, así como meteorizada por intemperismo.

4.5.3.3 Geodinámica

Con respecto a la geodinámica externa, en el área se desarrolla erosión en cárcavas que se ubican en las quebradas. Presentan zanjas que varían de 1 a más de 4 metros de profundidad.

Para mitigar el proceso de la formación de las cárcavas se Procederá a implementar estructuras de protección de taludes, captación y conducción del agua de escorrentía, entre otros. Al respecto se observa el cauce abandonado de una corriente fluvio aluvional al Sur de la presa.

4.5.4 Estudios Geotécnicos e Información Geotécnica Antecedente

Las investigaciones geotécnicas comprenden una serie de actividades llevadas a cabo, tanto en campo como en laboratorio, las cuales tiene como finalidad evaluar el comportamiento e interacción de los suelos en relación con las estructuras y/o condiciones de un proyecto:

En cuanto a la investigación geotécnica antecedente, está consiste en exploraciones de apoyo por parte de la mina en su concesión (perforaciones y geofísica) como parte de sus programas de estudios, monitoreo, entre otros.

Al respecto, La firma ONLINK S.A.C. a solicitud de la Cia Minera, ejecutó en Agosto del 2008, 02 perforaciones diamantinas aguas abajo del Depósito de Relaves Metalex, con la finalidad de instalar 02 piezómetros hidráulicos denominados DDH-001 y DDH-002. Los sondajes diamantinos fueron ejecutados con línea HQ. El primer sondaje se perforó sin recuperación de muestras por disposición de la supervisión de Minera. La profundidad que alcanzó el sondaje DDH-01 fue de 20.00 m., mientras que el sondaje DDH-002 se perforó hasta los 55.40 m., recuperándose muestras de testigos de perforación a partir de los 20 m.

Los resultados obtenidos de las muestras de perforación muestran una secuencia de material heterogéneo, mal graduado, con predominancia de bolonería, gravas subredondeadas y arenas gruesas permeables y lentes de arenas limosas de baja permeabilidad. El material encontrado y “lavado” indica que se trata de un material aluvial en mayor proporción y coluvial de la quebrada.

Los sondajes realizados y en los cuales se han instalado los piezómetros respectivos, van a servir para poder monitorear los posibles niveles de agua de filtración que pudieran estar circulando por la base de este cuerpo aluvional.

En el cuadro N° 21 se presentan las características de las perforaciones ejecutadas anteriormente por la Cia. Minera.

CUADRO N°21: Perforaciones Diamantinas Ejecutadas

Sondeo	Coordenadas		Cota (msnm)	Profundidad (m)	Ubicación
	Este	Norte			
DDH-001	557,672.08	8'331,648.38	845.70	20.00	Aguas abajo antiguo depósito de relaves
DDH-002	557,728.46	8'332,702.09	846.50	55.40	Aguas abajo depósito en operación

Fuente: Elaboración propia

4.5.5 Programa de Investigaciones Geotécnicas

Al observar Las condiciones Geológicas en la zona de proyecto, es decir los depósitos coluviales y aluviales que sobreyacen al basamento rocoso presentando espesor variable en el área correspondiente a la cimentación de la presa, se estimó que las investigaciones geotécnicas se efectúen mediante calicatas, trincheras apoyadas con información recabada de geofísica y perforaciones cercanas a la zona de proyecto.

4.5.5.1 Investigaciones Geotécnicas de Campo

A. Calicatas

Las calicatas constituyen uno de los métodos de exploración del subsuelo ya que permiten un examen directo de las capas de suelo. Por otra parte, facilitan la extracción de muestras (mab) para ser ensayadas en el laboratorio. Este método de exploración tiene limitaciones para profundidades mayores, principalmente por el tipo de excavación requerido y por la presencia del nivel freático muy cercano a la superficie del terreno.

Para el proyecto, se ejecutó un total de trece (12) calicatas, denominadas como CA-1 al CA-10 y CAN-1 a CAN-2, de las cuales tres (03) corresponden a investigaciones sobre la corona del dique existente a reforzar; tres (03) investigaciones en el vaso de almacenamiento ampliado y los cuadro (04)

restantes en la cimentación del dique de ampliación proyectado aguas abajo.

Adicionalmente se realizaron dos (02) calicatas en la cancha antigua y la cancha de relaves en operación.

La sección de las calicatas es cuadrada y de 1.30 m. por lado, alcanzando profundidades entre 0.80 y 3.00 m. La relación de ellas puede observarse en el cuadro N° 22:

CUADRO N°22: Relación de Calicatas Ejecutadas

Calicata	Ubicación	Profundidad (m)
CA-1	Corona antiguo depósito de relaves	3.00
CA-2	Nivel medio antiguo depósito de relaves	2.10
CA-3	Cimentación ampliación depósito de relaves	2.10
CA-4	Cimentación ampliación depósito de relaves	3.00
CA-5	Corona depósito de relaves en operación	2.50
CA-6	Cimentación ampliación depósito de relaves	1.00
CA-7	Cimentación ampliación depósito de relaves	1.70
CA-8	Corona depósito de relaves en operación	2.10
CA-9	Cimentación ampliación depósito de relaves	1.60
CA-10	Cimentación ampliación depósito de relaves	1.80
CAN-1	Antiguo depósito de relaves	1.00
CAN-2	Antiguo depósito de relaves	0.80

Fuente: Elaboración propia

B. Trincheras

Las trincheras constituyen un método de exploración alternativo que permite un examen directo de las capas de suelo, principalmente en un talud. Por otra parte, facilitan la extracción de muestras (mab) para ser ensayadas en el laboratorio.

Para el proyecto, se ejecutó un total de cuatro (04) trincheras, denominadas del T-1 a T-4, las cuales corresponden a investigaciones sobre el talud medio del dique existente a reforzar.

Las dimensiones de las trincheras son de 1.00 m y profundidad variable; estas constan de un perfilado o corte del talud alcanzando profundidades entre 1.40 y 1.70 m. La relación de ellas se aprecia en el cuadro N° 23:

CUADRO N°23: Relación de Trincheras Ejecutadas

Trincheras	Ubicación	Profundidad (m)
T-1	Talud antiguo depósito de relaves	1.50
T-2	Talud depósito de relaves en operación	1.50
T-3	Talud depósito de relaves en operación	1.40
T-4	Talud depósito de relaves en operación	1.70

Fuente: Elaboración propia

Cabe mencionar que la distribución y denominación de las investigaciones geotécnicas de campo más importantes, son mostradas en los cuadros respectivos mientras que en el Anexo 1: Registro de calicatas y Trincheras y plano PRO-IA-05 del Anexo 11: Planos se adjuntan los registros técnicos de las investigaciones realizadas y el plano de investigaciones, respectivamente.

C. Toma de muestras

De las calicatas y trincheras ejecutadas se tomaron muestras alteradas, debidamente identificadas y clasificadas para su posterior análisis en laboratorio de mecánica de suelos con los ensayos respectivos

En cada exploración superficial se registraron detalladamente los perfiles estratigráficos observados clasificándolos visualmente de acuerdo a los procedimientos del sistema único de suelos (SUCS).

4.5.5.2 Ensayos de Campo

Con la finalidad de obtener valores representativos de los parámetros geotécnicos que intervienen en el proyecto, se ejecutaron ensayos in-situ al interior de las calicatas y trincheras.

Adicionalmente de las investigaciones y ensayos in situ se obtuvieron muestras alteradas debidamente empacadas para su envío al laboratorio. Durante

la ejecución de las exploraciones con calicatas y trincheras se ejecutaron ensayos de densidad natural y contenido de humedad natural.

A. Densidad de Campo y Humedad Natural

El ensayo de densidad de campo se realizó mediante la metodología del cono de arena y se utilizaron los siguientes materiales:

- Cono de densidad de 6" de acero zincado.
- Plato de densidad de campo de 6" de acero zincado.
- Envase plástico.
- Cuchara de densidad.
- Wincha metálica de 5 m.
- Comba y cincel.
- Bolsas de muestra.
- Balanza electrónica de 30 Kg.

El ensayo de humedad natural se llevó a cabo recolectando muestras del suelo en las calicatas ejecutadas, las cuales fueron embaladas utilizando bolsas de muestra plásticas y cinta de embalaje. De esta manera se evitó la pérdida de humedad hasta poder ingresar dichas muestras al laboratorio de mecánica de suelos, donde utilizando un horno normado se determinó el contenido de humedad de cada una.

Los resultados de las mediciones de densidad de campo y humedad natural tomados en calicatas ubicadas en el área donde se implantará el depósito de relaves proyectado, se presentan en el Cuadro N° 24, así como en el Anexo 2: Ensayos de Densidad de Campo y Anexo 3: Panel Fotográfico

CUADRO N°24: Densidad de Campo y Humedad Natural

Calicatas	Profundidad (m.)	Densidad natural (gr/cm³)	Humedad natural (%)
CA - 1	2.20 - 2.30	1.51	1.51
CA - 2	1.90 - 2.10	1.97	2.52
CA - 4	0.00 - 0.10	1.50	0.28
CA - 5	1.80 - 1.90	1.61	21.37
CA - 6	0.00 - 0.10	1.98	1.42
CA - 7	0.00 - 0.10	1.64	0.7
CA - 8	2.00 - 2.10	1.74	9.82
CA - 9	0.00 - 0.10	1.91	4.31
CA - 10	0.00 - 0.10	1.84	0.86
T - 1	1.50 - 1.60	1.69	10.69
T - 2	1.50 - 1.60	1.79	6.73
T - 4	1.70 - 1.80	1.76	6.01

Fuente: Elaboración propia

4.5.5.3 Ensayos de Laboratorio de Mecánica de Suelos

De las muestras disturbadas extraídas de las calicatas y trincheras de exploración, se realizaron una serie de ensayos en Laboratorio de Mecánica de Suelos, de acuerdo a las Normas de la American Society for Testing of Materials (ASTM) y NTP, considerando:

1. Selección de las muestras disturbadas representativas del dique del depósito, del subsuelo de cimentación para la ampliación y de las áreas de canteras.
2. Ensayos estándar y especiales en un laboratorio de mecánica de suelos en Lima.

Con estas muestras se realizaron los siguientes ensayos:

- Granulometría por Tamizado ASTM D 422
- Granulometría por Sedimentación ASTM D 422 - 63
- Humedad Natural ASTM D 2216
- Densidad Natural ASTM D 1556
- Permeabilidad ASTM D 084
- Gravedad Específica en Sólidos ASTM D 854
- Ensayo Triaxial Cu ASTM D 4767
- Proctor Modificado ASTM D 1557C
- Densidad Máxima ASTM D 4253
- Densidad Mínima ASTM D 4254
- Corte Directo ASTM D 3080

4.5.5.4 Resultados de Ensayos y Clasificación de Suelos

Los resultados de los ensayos de laboratorio permitieron identificar los suelos del proyecto, conociendo sus características físicas y parámetros de resistencia. Estos resultados se muestran en el Anexo 4: Ensayos de Laboratorio de Mecánica de Suelos y el Cuadro N° 25 que muestra el resumen de ensayos de laboratorio realizados y su clasificación.

CUADRO N°25: Resultados de Ensayos y Clasificación de Suelos

INV. GEOTECNICA	PROCEDENCIA	CANT. N° MUESTRAS	PROF. EXCAVACION	ENSAYOS REALIZADOS												
				% MAT.	SUCS	T.M.P	C. HUM.	LIM. LIQ.	LIM. PLAST.	P.E.S	K	D seca	CU*	D.mm	C.D	P.M
CA-1	Corona relavera antigua	1	3.00	Grava 0% Arena 18% Finos 82%	ML con arena	4.75 mm	10.01%	NT	NP	2.71 Kg/cm ³	9.1841x10 ⁻⁴ cm/s	1.38 gr/cm ³	c' = 0.00 kg/cm ² φ' = 23.00 ° c = 0.02 kg/cm ² φ = 19.30 °	-	-	-
CA-2	Nivel intermedio Relavera antigua	1	2.10	Grava 24% Arena 55% Finos 21%	SM con grava	50.8 mm	2.52%	NT	NP	-	-	-	-	-	-	-
CA-3	Cimentacion ampliacion deposito de relaves	1	2.10	Grava 54% Arena 42% Finos 4%	GP con arena	38.1 mm	1.42%	NT	NP	-	-	-	-	-	-	-
CA-4	Cimentacion ampliacion deposito de relaves	1	3.00	Grava 64% Arena 34% Finos 2%	GP con arena	38.1 mm	0.28%	NT	NP	2.70 Kg/cm ³	9.3079x10 ⁻⁴ cm/s	-	-	-	-	-
CA-5	Corona Relavera en operación	1	2.50	Grava 52% Arena 36% Finos 12%	GP-GM con arena	25.4 mm	21.37%	21.21	NP	-	5.8461x10 ⁻⁶ cm/s	-	-	-	-	-
CA-6	Cimentacion ampliacion deposito de relaves	1	1.00	Grava 20% Arena 62% Finos 18%	SM con grava	38.1 mm	1.42%	NT	NP	-	-	-	-	-	-	-
CA-7	Cimentacion ampliacion deposito de relaves	1	1.70	Grava 11% Arena 76% Finos 13%	SM	38.1 mm	0.70%	NT	NP	2.72 Kg/cm ³	2.5612x10 ⁻⁴ cm/s	1.63 gr/cm ³	c' = 0.00 kg/cm ² φ' = 36.30 ° c = 0.50 kg/cm ² φ = 31.03 °	-	-	-
CA-8	Corona Relavera en operación	1	2.10	Grava 0% Arena 38% Finos 62%	ML con arena	4.75 mm	9.82%	NT	NP	-	-	-	-	-	-	-
CA-9	Cimentacion ampliacion deposito de relaves	1	1.60	Grava 25% Arena 59% Finos 16%	SM con grava	38.1 mm	4.31%	NT	NP	-	-	-	-	-	-	-
CA-10	Cimentacion ampliacion deposito de relaves	1	1.80	Grava 19% Arena 63% Finos 18%	SM con grava	38.1 mm	0.86%	NT	NP	2.73 Kg/cm ³	1.1117x10 ⁻⁴ cm/s	-	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia

INV. GEOTECNICA	PROCEDENCIA	CANT. Nº MUESTRAS	PROF. EXCAVACION	ENSAYOS REALIZADOS													
				% MAT.	SUCS	T.M.P	C. HUM.	LIM. LIQ	LIM. PLAST.	P.E.S	K	D seca	CU*	D.mm	C.D	P.M	
CA-9	Cimentación ampliación depósito de relaves	1	1.60	Grava 25% Arena 59% Finos 16%	SM con grava	38.1 mm	4.31%	NT	NP	-	-	-	-	-	-	-	-
CA-10	Cimentación ampliación depósito de relaves	1	1.80	Grava 19% Arena 63% Finos 18%	SM con grava	38.1 mm	0.86%	NT	NP	2.73 Kg/cm ³	1.1117x10 ⁻⁴ cm/s	-	-	-	-	-	
CAN-1	Depósito de relaves antiguo - Cantera	1	1.00	Grava 0% Arena 34% Finos 66%	ML con arena	4.75 mm	1.08%	NT	NP	2.79 Kg/cm ³	1.3076x10 ⁻⁴ cm/s	1.66 gr/cm ³	c' = 0.00 kg/cm ² φ' = 34.70° c = 0.20 kg/cm ² φ = 33.03°	-	-	D. max 1.75 gr/cm ³ Hum. Opt. 11.01 %	
CAN-2	Depósito de relaves antiguo	1	0.80	Grava 0% Arena 3% Finos 97%	ML	4.75 mm	33.85%	40.75	35.69	2.79 Kg/cm ³	2.5619x10 ⁻⁴ cm/s	-	-	-	-	-	
CAN-3	Qda. Huanca Filtro y agregados	1	0.50	Grava 24% Arena 65% Finos 11%	SP-SM con grava	76.2 mm	2.46%	NT	NP	2.74 Kg/cm ³	2.7562x10 ⁻⁴ cm/s	1.64 gr/cm ³	-	Max. 2.02 gr/cm ³ Min. 1.57 gr/cm ³	c = 0.02 kg/cm ² φ = 32.24°	-	
CAN-4	Qda. Huanca Mat. Presa	1	0.40	Grava 38% Arena 51% Finos 11%	SW-SM con grava	50.8 mm	2.51%	NT	NP	2.77 Kg/cm ³	8.1861x10 ⁻⁵ cm/s	2.08 gr/cm ³	c' = 0.00 kg/cm ² φ' = 38.30° c = 0.20 kg/cm ² φ = 35.90°	-	-	D. max 2.19 gr/cm ³ Hum. Opt. 6.51 %	
CAN-5	Qda. Aguas abajo Mat. Presa	1	0.40	Grava 20% Arena 73% Finos 7%	SP-SM con grava	25.4 mm	2.46%	NT	NP	2.76 Kg/cm ³	8.9521x10 ⁻⁴ cm/s	-	-	-	-	D. max 2.00 gr/cm ³ Hum. Opt. 7.89 %	
T-1	Talud antiguo depósito de relaves	1	1.50	Grava 0% Arena 19% Finos 81%	ML con arena	4.75 mm	10.69%	NT	NP	2.77 Kg/cm ³	-	-	-	-	-	-	
T-2	Talud Relavera en operación	1	1.50	Grava 28% Arena 57% Finos 15%	SM con grava	38.1 mm	6.73%	NT	NP	2.79 Kg/cm ³	8.1017x10 ⁻⁵ cm/s	1.72 gr/cm ³	c' = 0.00 kg/cm ² φ' = 34.70° c = 0.20 kg/cm ² φ = 33.03°	-	-	-	
T-3	Talud Relavera en operación	1	1.40	Grava 27% Arena 62% Finos 11%	SP-SM con grava	50.8 mm	9.49%	NT	NP	2.75 Kg/cm ³	1.7088x10 ⁻⁴ cm/s	-	-	-	-	-	
T-4	Talud Relavera en operación	1	1.70	Grava 27% Arena 50% Finos 23%	SM con grava	38.1 mm	6.01%	NT	NP	2.76 Kg/cm ³	-	-	-	-	-	-	
TOTAL DE ENSAYOS					19	19	19	19	13	12	6	5	1	1	3		

Fuente: Elaboración propia

4.6 Estudio de Riesgo Sísmico

El riesgo sísmico se evaluó con el método desarrollado por Cornell (1968). El método probabilístico incorpora los efectos de todos los sismos, de las fuentes sismogénicas en el entorno del sitio, en base a parámetros de magnitud máxima y relación frecuencia-magnitud. Con ello establecer la probabilidad de ocurrencia de diferentes sismos.

El resultado final entrega la aceleración máxima que tiene una probabilidad dada, de ser superada en un periodo determinado de tiempo. La aceleración así obtenida no proviene de ningún sismo específico sino del efecto combinado de todos los sismos en las fuentes de análisis para un periodo (teoría de la “probabilidad total”).

4.6.1 Evaluación de Fuentes Sismogénicas

La primera parte del método consiste en una revisión de la actividad sísmica del pasado, para definir las fuentes sismogénicas considerando las características tectónicas de la región, donde la probabilidad de ocurrencia de sismos de distintas magnitudes es homogénea en toda la fuente. Las Figuras N° 14 y 15 presentan las fuentes sismogénicas aplicables.

FIGURA N°14: Fuentes Sismogénicas Superficiales

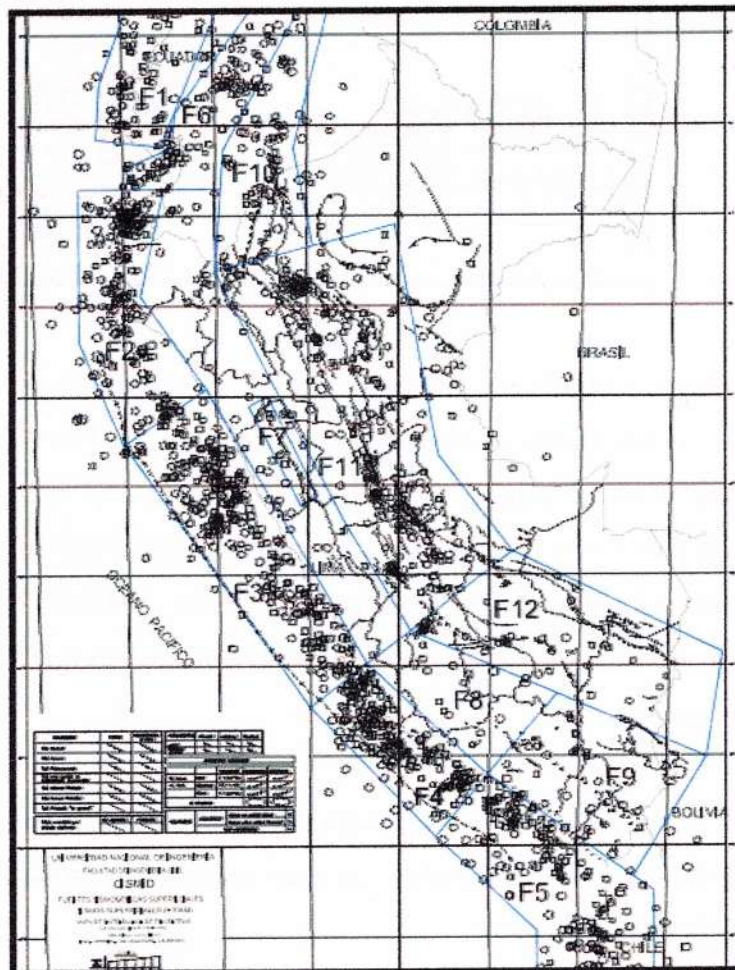
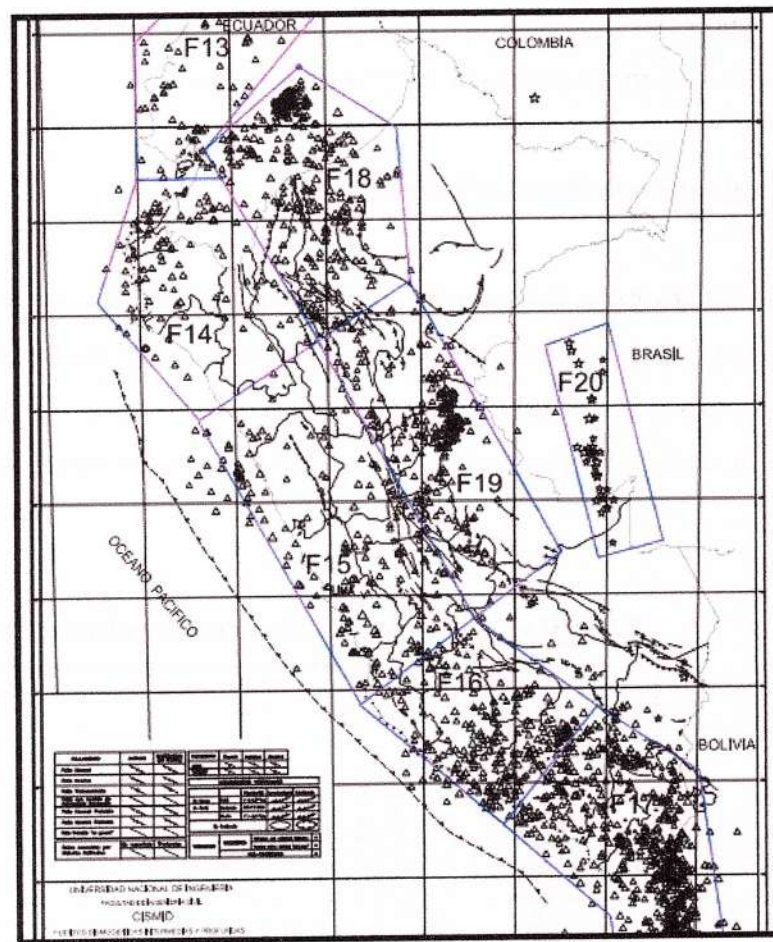


FIGURA N°15: Fuentes Sismogénicas Intermedias y Profundas



La mayor parte de los sismos ocurridos en el área considerada son producto de la interacción de las Placas de Nazca y Sudamericana. La Placa de Nazca se profundiza a medida que avanza hacia el Continente, por lo que se pueden distinguir Fuentes de Subducción Superficial (F3, F4 y F5), Fuentes de Subducción Intermedia (F15, F16 y F17) y una Fuente de Subducción Profunda (F20). Las Fuentes de Subducción Superficial, Intermedia y Profunda tienen profundidades focales promedio de 40, 120 y 600 km respectivamente.

Las Fuentes F8, F9 y F12 están asociadas a la sismicidad regional andina con profundidades focales superficiales, sin estar asociadas a fallas activas. La Fuente F7 está asociada a la falla del Santa.

4.6.2 Evaluación de la Recurrencia Sísmica

El segundo paso es caracterizar cada fuente sismogénica por su magnitud máxima y su relación frecuencia-magnitud ($\text{Log } N = a - bM$). Debido a que los sismos pueden provenir de cualquier punto de la fuente, deben considerarse las distancias más cortas al sitio, medidas desde todos los puntos dentro de cada una de las fuentes. Las aceleraciones máximas en el sitio para cada sismo de cada una de las fuentes, se calculan mediante la relación o leyes de atenuación adecuada.

4.6.3 Determinación del Peligro Sísmico

Una vez conocidas la sismicidad de las fuentes y los patrones de atenuación de las ondas generadas en cada una de ellas, incluyendo los efectos de la geología local, puede calcularse el peligro sísmico considerando la suma de los efectos de la totalidad de las fuentes sísmicas y la distancia entre cada fuente y el sitio donde se encuentra el proyecto.

Se ha determinado el peligro sísmico de la localidad en estudio utilizando el programa de cómputo CRISIS2007v1.1, desarrollado y actualizado por Ordaz et al (2007), considerando la ley de atenuación de Youngs et al (1997) para los sismos de subducción y la ley de atenuación de Sadigh et al (1997) para sismos continentales.

El programa CRISIS2007v1.1 se utilizó para evaluar las probabilidades de excedencia correspondientes a determinados niveles de aceleración pico. El período de retorno de la aceleración pico es simplemente el inverso de la probabilidad anual de excedencia.

Se emplearon las coordenadas geográficas del lugar en estudio:

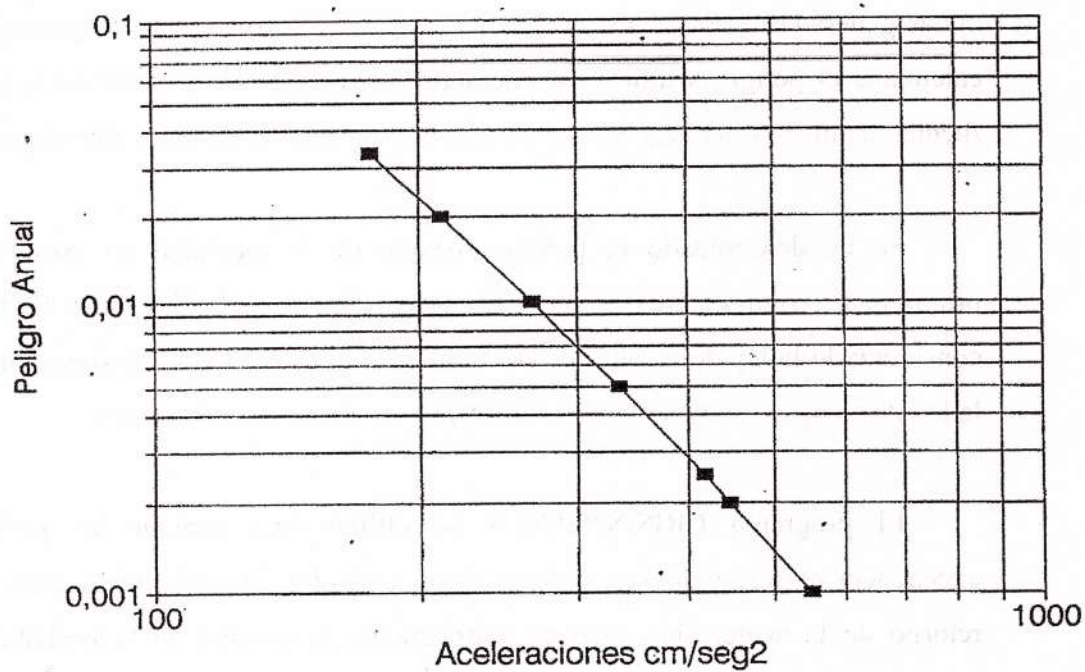
LUGAR	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
SAISA, LUCANAS, AYACUCHO	- 74° 27' 46"	- 15° 05' 22"

CUADRO N°26: Peligro Sísmico del Proyecto - Aceleraciones Máximas Esperadas

Periodo de Retorno en años	Aceleración Máxima Esperada (%g)	Probabilidad Anual de excedencia
100	0.27	1×10^{-2}
500	0.47	2×10^{-3}
1000	0.57	1×10^{-3}
5000	0.89	2×10^{-4}
10000	1.03	1×10^{-4}

Fuente: Elaboración propia

FIGURA N°16: Grafica de Aceleraciones de Gravedad para el Peligro Sísmico



Los valores máximos a tomar en cuenta son:

$a_{\max} = 0.27 \text{ g.}$ (para período de retorno de 150 años)

$a_{\max} = 0.47 \text{ g.}$ (para período de retorno de 500 años)

Sobre este particular, Marcuson (1981) sugirió que para las aceleraciones básicas de diseño, deben aplicarse coeficientes entre 1/3 y 1/2 a los valores de la aceleración máxima. En consecuencia, el valor de las aceleraciones básicas de diseño a emplearse para el análisis de estabilidad según el método pseudoestático o sísmico serán:

$$a \text{ básica de diseño} = 0.16 \text{ g. (para período de retorno 150 años)}$$

$$a \text{ básica de diseño} = 0.23 \text{ g. (para período de retorno 500 años)}$$

Con estos valores se procedió a los cálculos de estabilidad de la ampliación del depósito de relaves en operación.

4.7 Estudio de Impacto Ambiental

El presente Capítulo tiene como finalidad determinar los efectos ambientales, tanto del medio natural como el socio-económico, que tendría la puesta en operación del proyecto de reforzamiento y ampliación del actual depósito de relaves en operación - Huanca.

4.7.1 Marco Legal e Institucional

Los instrumentos legales aplicables al estudio son:

- Constitución Política del Perú 1993.
- Decreto Legislativo N° 613 "Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales" (7 de setiembre de 1990).
- Ley General de Aguas. D.L. 17752 (24.7.69), y su Reglamento Títulos I, II, III.
- Modificación de la Ley General de Aguas de los Títulos I, II, III D.S. 007-83-SA (17.3.83).
- Reglamento del Título Décimo Quinto del Texto Unico Ordenado de la Ley General de Minería sobre medio Ambiente, D.S. N° 016-93-EM, Reglamento para la Protección Ambiental en la Actividad Minero metalúrgica.
- Guía Ambiental para el Manejo de Relaves Mineros.
- Guía Ambiental para el manejo de Drenaje Acido de Minas.

La ley marco para el desarrollo de la inversión privada establece como autoridades sectoriales competentes son los ministerios de los sectores correspondientes, por lo tanto la autoridad ambiental es el Ministerio de Energía y Minas; y el de medio ambiente.

4.7.2 Descripción del Entorno o Línea base ambiental

4.7.2.1 Descripción del Área de Estudio

El área donde se ubica el proyecto se encuentra dentro de la Zona de Vida predominante es el Desierto superarido – Subtropical, de acuerdo con el Mapa Ecológico del Perú elaborado por la ONERN. A; y la ecorregión del desierto del Pacífico, a continuación se describen sus principales características:

A. Clima

En esta zona se presentan temperaturas máximas de 23.5 °C y mínimas de 15.3°C, un promedio de precipitación media de 2.5mm, la evapotranspiración varía entre 8 y 16 veces la precipitación en la zona y los vientos muestran una persistencia dominante S y SE con velocidades promedio 13.3 Km/h.

B. Relieve y Suelos

La configuración es ondulada con pendientes sobre 60 % alternadas con zonas planas de la quebrada, los suelos son principalmente superficiales (aluviales y coluviales) de textura media y con presencia de materiales intrusivos volcánicos. Información recopilada del Estudio Geológico - Geotécnico

C. Sismicidad

Este parámetro se desarrolla en el estudio de Peligro Sísmico, en él se evalúa las fuentes sismogénicas representativas del proyecto y su probabilidad de ocurrencia, se determina una aceleración máxima de 0.47 G que corresponde a una zona de sismicidad moderada a alta, influenciado principalmente por la ubicación en el cinturón de fuego del pacífico.

D. Flora y Fauna

La vegetación dada las condiciones en la zona de proyecto es escasa y se limita a hierbas, cactáceas y eventualmente líquenes y hongos. Podemos mencionar: *Cactaceae* – *Cereus candelaris*(Cactus), *Acacia Macracantha* (*Huarango*) y otras especies arbustivas en forma dispersa dentro de la concesión.

La Fauna lo constituyen pocas especies como reptiles, anfibios y eventualmente aves y mamíferos en migración, entre ellos podemos mencionar: *ofidios* (*serpientes*), *saurios* (*lagartijas*), *Bufo spinolosus* (*sapo común*), *Falco sparverius* (*Cernicalo*), *Palomas* (*Zenaida spp.*), *zorros*(*Dusicyon culpaeus*) y *zorrillos* (*Conepatusrex*).La fauna acuática es casi imperceptible formado por insectos y batracios.

E. Cultural Local

Los asentamientos netamente mineros de las localidades de Huanca y Saisa no presentan vestigios de culturas anteriores locales. Actualmente presenta una variación cultural muy marcada por la migración de trabajadores de diferentes partes del país.

F. Propiedades de las Tierras

Puntualmente las tierras donde se establece el proyecto se encuentran comprendidas en la concesión minera propia de la compañía minera.

4.7.2.2 Lista de Parámetros Ambientales Relevantes

a. Medio Físico

a.1 Clima

Cambio microclimático

a.2 Aire

Nivel de ruido
Humos y gases
Nivel de polvo

a.3 Agua

Variación de flujo
Sedimentación
Alteración de la calidad del agua

a.4 Suelo

Compactación
Erosión
Modificación del relieve

b. Medio Biológico

b.1 Flora

Reducción de la cobertura vegetal
Afectación a especies endémicas

b.2 Fauna

Afectación a la fauna terrestre
Afectación a la fauna acuática

c. Medio Socioeconómico

c.1 Social

Afectación a la salud humana
Generación de empleo permanente
Generación de empleo temporal
Ingresos económicos locales

d. Medio Cultural

Alteración del paisaje

4.7.3 Identificación y Análisis de Impactos Ambientales

4.7.3.1 Etapas y Actividades del Proyecto

Las etapas del proyecto de reforzamiento y ampliación del depósito de relaves en Operación Huanca, son las siguientes:

A. Etapa Previa:

En esta etapa se han considerado todos los estudios básicos efectuados como hidrología, topografía, geología y geotecnia necesarios para el proyecto, así como la adquisición o habilitación de los terrenos.

B. Etapa de Construcción:

Esta Etapa está referida al proceso de ejecución y construcción de las estructuras, tanto de reforzamiento como de ampliación; considerando para ello el marco administrativo legal, obras preliminares, movimiento de tierras, obras de ingeniería y remoción de materiales.

C. Etapa de Operación y Mantenimiento:

Considerando la naturaleza del proyecto, la fase de operación de la obra es de importante magnitud. Esta referida a la disposición de relaves en el vaso de ampliación.

El mantenimiento del proyecto radica en los equipos y procedimientos necesarios para obtener una continuidad durante el periodo de vida útil del depósito de ampliación proyectado (aprox. 1 año).

4.7.3.2 Matriz de Impactos Ambientales

Una vez identificados la línea base, los parámetros ambientales y las actividades del proyecto se construyen las matrices que permiten analizar los posibles impactos y su calificación.

A. Matriz de Identificación de Impactos:

Tiene utilidad semejante a una lista de chequeo, logrando identificar que acciones impactan los parámetros ambientales de manera positiva y negativa. Los factores ambientales más impactados son: alteración del paisaje, generación de empleo y niveles de ruido; y las acciones que más impactan son: voladura, perforación y excavaciones, extracción de material de canteras, desmonte y residuos de campamento.

B. Matriz de Leopold Cuantitativa:

EN esta matriz se evalúan los impactos en función de su magnitud e importancia y tipo (positivo o negativo), se observa que el factor más impactado positivamente son los ingresos económicos locales, y negativamente son los niveles de ruido y suelos.

C. Matriz de Jerarquización:

Como los impactos negativos serán prevenidos, mitigados o corregidos, en esta matriz resultante se clasifican los impactos evaluados por su magnitud. Se tiene que el mayor impacto medido es el ruido siendo de carácter temporal seguido de la modificación del relieve, siendo este de carácter permanente.

El desarrollo de las matrices para identificación de los impactos más relevantes, pueden ser observadas en el Anexo 6: Impacto Ambiental

4.7.3.3 Impactos del Proyecto sobre el Medio

Son aquellos impactos evaluados por las matrices antes mencionadas que se relacionan con las actividades del proyecto como causas fundamentales. Conociendo las características de los impactos ambientales, será posible determinar un conjunto de medidas orientadas a mitigarlos, para no comprometer la integridad del medio ambiente en la zona.

A. Impactos Durante la Etapa Previa

En esta etapa se generarán puestos de trabajo de carácter temporal por las investigaciones requeridas; situación que contribuye a la economía local.

B. Impactos Durante la Etapa de Construcción

Durante esta etapa, los impactos serán ocasionados por la construcción de las estructuras, obras complementarias y caminos de acceso.

➤ Impactos Directos

EL movimiento de tierras para acceso y obras ocasionará cierto grado de inestabilidad de los suelos, incrementando el problema de erosión, niveles de ruido y emisiones de humos, gases y polvo. Dicho impacto será de forma inmediata y de carácter reversible.

El proyecto de reforzamiento y ampliación, y los depósitos existentes continúan modificando el curso natural de la quebrada Huanca. Este impacto es de carácter permanente y será abordado al ejecutar una estructura nueva aguas arriba de la quebrada.

La ampliación del depósito de relaves Huanca, no permitirá que las aguas ácidas y el relave producto del procesamiento de la planta lleguen aguas abajo al río Acarí, esta acción será inmediata y de carácter irreversible.

La construcción de las estructuras del proyecto generará impactos al medio ambiente de acción inmediata y carácter probablemente irreversible y mitigable. Así mismo ocasionará perturbación de la fauna y flora natural de modo temporal.

El paisaje se verá alterado durante la construcción de las obras de una manera cambiante no estable.

La construcción de las obras permitirá la generación temporal de muchos puestos laborales, especialmente mano de obra no calificada.

Por otra parte, el servicio público que será impactado con una mayor demanda será el de salud. La Posta de Salud de Saisa o localidades aledañas son insuficientes para atender a su población, así como también el personal médico que pueda dar el servicio adecuado. Por lo tanto, la población flotante que origina la concesión minera no podrá ser atendida de la mejor manera por la incapacidad descrita anteriormente.

➤ **Impactos Indirectos**

No se estima que la construcción de la infraestructura pueda afectar a la población pues ésta siempre se ha ubicado en una zona aislada de la escasa zona de producción.

C. Impactos Durante la Etapa de Operación

Durante esta etapa, los impactos estarán dados exclusivamente por la operación de la concentradora y del vaso de ampliación del depósito de relaves en operación.

➤ **Impactos Directos**

La operación del depósito de relaves, podría tener efecto positivo sobre la calidad de agua de los efluentes del río Acarí, ya que las aguas ácidas que se puedan generar e infiltrar al suelo serán controladas, neutralizarán y recirculadas.

La estabilidad de los suelos y la vegetación nativa alteradas durante la etapa de construcción, continuarán siendo afectadas.

La escasa fauna nativa continuará siendo perturbada de manera constante e irreversible y la alteración del paisaje ocurrida durante la etapa de construcción, continuará en la etapa de operación, pero de manera estable y permanente.

Por otro lado, la acción del viento puede ocasionar la generación de polvo proveniente del depósito de relaves, causando malestar en los operadores y el personal de planta aledaño a la zona.

El diseño del reforzamiento y ampliación del actual depósito de relaves en operación, permite aumentar la capacidad del depósito y procesamiento de la Planta, generando incremento de nuevos puestos de trabajo debido al crecimiento de la demanda de bienes y servicios de la compañía.

El Centro Urbano de Saisa, provincia de lucanas que cuenta con viviendas precarias en mayor proporción continuará creciendo y desarrollándose, debido a que es el centro poblado más importante de la zona y a su vez el más cercano a la concesión minera Huanca.

➤ **Impactos Indirectos**

La población de Saisa, ubicada en inmediaciones de la zona de proyecto se verá beneficiada con la posible mejora en la calidad del agua, vertida después de su recirculación y neutralización. No se estima impactos en cuanto a algún cambio sustancial en la forma de vida actual de la población mencionada.

D. Impactos Durante la Etapa de Abandono

Durante esta etapa, los impactos estarán dados de manera permanente e inevitable exclusivamente ocasionados por la presencia de las estructuras abandonadas después de cumplir su ciclo de vida útil; por lo que en las fases de mitigación o reacondicionamiento de la zona de proyecto es prácticamente obligatorio.

4.7.3.4 Encadenamiento de Efectos y Ubicación Temporal

Una vez identificados y evaluados los impactos, es necesario realizar el seguimiento de estos para conocer los efectos que estos generen., ya que éstos nos serán de suma utilidad en la etapa de predicción y mitigación.

Para este fin se utiliza la metodología de Encadenamiento de Efectos propuesta por Sorensen, consiste en introducir series de causas y efectos clasificados con interacciones entre ellos, generando finalmente un panorama total del comportamiento del impacto. Esta metodología posibilita la evaluación de impactos acumulados, en el Anexo 6: Impacto Ambiental, se desarrolla este concepto.

Ubicación temporal de los efectos ambientales:

Luego del encadenamiento de efectos se ubica temporalmente los impactos en relación al proyecto, cabe recalcar que los impactos a ser ubicados serán solo los negativos, ya que importa conocer sus características para poder tomar las medidas respectivas.

CUADRO N°27: Ubicación Temporal de los Efectos Ambientales

Efectos Ambientales	Fase del proyecto			
	Formulación	Construcción	Operación y Mantenimient	Abandono
Niveles de ruido				
Humos y gases				
Niveles de polvo				
Variación del cauce				
Sólidos en suspensión				
Erosión				
Compactación				
Relieve				
Cubierta vegetal				
Riesgo sanitario				
Fauna en peligro				
Paisaje				

4.7.3.5 Impactos del medio sobre el Proyecto

Están referidos a los efectos del entorno sobre las obras del Proyecto, como los factores climatológicos que pudieran acontecer. Las precipitaciones pueden ocasionar erosión y depositarlos dentro en el depósito de relaves, acortando su tiempo de vida.

Un acontecimiento improbable sísmico de gran magnitud (que supere al análisis de riesgo sísmico) podría desestabilizar las obras de contención aún cuando por las características topográficas de la zona, ésta no tendría consecuencias sobre otras actividades pero sí, sobre el depósito y finalmente el río Acarí.

4.7.4 Medidas de Mitigación Ambiental

Las zonas trabajadas en exceso, que hayan perdido la escasa cobertura vegetal, deberán ser resembradas con las mismas especies nativas.

La construcción de la presa de almacenamiento y el sistema de drenaje del depósito de relaves, deberá cumplir con las requeridas en el dimensionamiento del Estudio, para garantizar la evacuación de cualquier filtración producida por un evento, afecte el río Acarí aguas abajo de la quebrada Huanca.

El cuerpo de la presa del depósito de ampliación y el contrafuerte estabilizador, deberá cumplir con las exigencias técnicas del estudio, con el fin de evitar el colapso de la estructura durante las fases de construcción, operación y abandono así como en el depósito en operación.

El depósito de relaves deberá permanecer en toda su extensión permanentemente húmeda, con la finalidad de evitar que se originen niveles elevados de polvo por la acción eólica.

Se deberá efectuar las pruebas correspondientes en la calidad del agua a proveniente del sistema de drenaje para confirmar la neutralización de las aguas provenientes del procesamiento, al mezclarse con los relaves de la Planta Concentradora. Si el resultado de las pruebas no son lo esperado, será necesario instalar una Planta de Neutralización.

Cubrir los antiguos depósitos de relaves encapsulados con capas de tierra o con uso de geosintéticos y revegetar el área para evitar el lavado de los relaves existentes por acción de las lluvias (lixiviación), el drenaje ácido y/o la remoción de partículas por acción del viento.

Garantizar la estabilidad de los taludes del antiguo depósitos de relaves mediante estructuras de estabilización. Valorizar, las tierras dentro de la concesión a ser afectadas por la construcción de las obras del proyecto, considerando:

Terrenos ocupados por el depósito de relaves	1.40 ha.
Terreno afectado por acceso	- (accesos existentes)
Terreno adyacente influenciado por las obras 20 % del total	<u>0.28 ha</u>
TOTAL	1.68 ha.

4.7.5 Programa de Monitoreo

Para efectos del control de calidad del agua que evacuará el nuevo depósito de ampliación y sus efectos sobre la calidad del agua superficial se recomienda el siguiente programa de monitoreo en los puntos de muestreo considerados:

- Poza de almacenamiento de aguas de infiltración del depósito de ampliación.
- Río Acarí - 50 m. antes y 50 m después del punto de unión con la quebrada huanca.

Los parámetros que deberán ser controlados mensualmente y de manera permanente son: Vol. De agua evacuados, pH, Conductividad Eléctrica, Dureza total, Concentración total de Pb, Cd, As, Cu, Zn, Fe; Sólidos en suspensión totales y medición de caudales.

El control de la calidad del Aire se realizará para evaluar las emisiones de polvos, humos y gases y material particulado en inmediaciones del área del proyecto.

Mientras que el control topográfico, se realizará por parte de la cía minera. Para evaluar el comportamiento de las estructuras ante desplazamientos, asentamientos y/o el control del movimiento de tierras en las zonas trabajadas.

4.7.6 Programa de Contingencias

Se refiere a la posibilidad de ocurrencia de un fenómeno catastrófico externo, principalmente de origen sismotectónico, que ocasione un desembalse violento de los relaves depositados. Por ello, se deberá organizar al personal encargado de la operación del depósito en condiciones críticas. Las medidas a seguir son:

- Nominar un Jefe de Comando para emergencias.
- Nominar a la persona encargada de la vigilancia, que deberá recaer en la persona que opera el depósito de relaves.
- Determinar los medios de comunicación más rápidos para alertar a las diferentes áreas del proyecto de la Compañía Minera Exploro, concesión minera Huanca.
- Determinar el área de concentración de las personas que pudieran ser afectadas.

4.7.6 Programa de Abandono del Área

Cuando se haya concluido la explotación de la mina y se tome la decisión de abandonar el área; el depósito de relaves deberá tener un tratamiento especial con el fin de garantizar su estabilidad y evitar posibles efectos sobre el medio natural. Para tal efecto, se deberá:

- Garantizar la estabilidad de los taludes del depósito de ampliación para relaves.
- Garantizar el funcionamiento de los sistemas de drenaje interno, desarrollando un programa de control mensual durante 12 meses.
- Cubrir la superficie del depósito de relaves en abandono con:
 - una capa de cal 0.10m ó geosintético aprobado
 - tierra orgánica con un espesor aproximado de 0.30 m.
 - sembrar vegetación nativa o adaptable a la zona.

Programa de Inversiones

Habiéndose indicado las medidas de mitigación y/o control ambiental, se procede a estimar la inversión aproximada para la implementación de las principales medidas dentro de un Plan de Manejo Socio Ambiental.

Plan de Medidas Preventivas, Correctivas y/o de Mitigación

N°	Descripción	Responsable	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (S/.)	Costo Parcial (S/.)	Costo Total (S/.)
1	Acondicionamiento de depósitos de material excedente	Contratista	m ²	2000	2.32	4,640.00	
3	Restauración de los terrenos trabajados	Contratista	m ²	74163	0.44	32,631.70	
4	Revegetalización del terreno afectado	Contratista	Has	7.41	664.54	4,924.2	42,195.90
COSTO DOLARES (US\$)							15,550.40

Programa de Monitoreo Ambiental

N°	Descripción	Responsable	Cantidad	Costo Unitario (S/.)	Costo Parcial (S/.)	Costo Total(S/.)
1.0	Monitoreo de la Calidad del Agua (*)	Pto.	3	350.00	1,050.00	
2.0	Monitoreo de la Calidad de Aire (*)	Pto.	2	700	1,400.00	
3.0	Control Topográfico (**)	Pto.	5	-	-	2,450.00
COSTO DOLARES (US\$) /AÑO						904.06

(*) Frecuencia Trimestral

(**) Servicio realizado por la Cia. Minera

Plan de Manejo de Residuos

N°	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	COSTO PARCIAL	COSTO TOTAL
1.0	Manejo de Residuos sólidos	Glb	1	1,000.00	1,000.00	
2.0	Manejo de residuos líquidos	Glb	1	1,000.00	1,500.00	
3.0	Manejo de residuos peligrosos	Glb	1	2,000.00	2,000.00	4,000.00
COSTO DOLARES (US\$)						1,476.00

Plan de Contingencias

N°	Descripción	Responsable	Costo Unitario (S/.)	Costo Total (S/.)
1	Plan de Contingencias	Contratista	2,500.00	2,500.00

Estos costos deberán ser considerados en la elaboración del presupuesto como adicionales a implementar.

V. RESULTADOS Y DISCUSION

5.1 Evaluación de las Condiciones Geotécnicas

5.1.1 Perfiles Estratigráficos de la Cimentación de las Estructuras

De acuerdo a la información obtenida del estudio Geológico - Geotécnico y el programa de investigaciones: calicatas (CA-1, CA-2, CA-3, CA-4, CA-5, CA-5, CA-6, CA-7, CA-8, CA-9, CA-10, CAN-1, CAN-2); Trincheras (T-1, T-2, T-3, T-4); Sondeos existentes (DDH-001, DDH-002); geofísica existente (SEV-9). En base a lo expresado se concluyen los perfiles estratigráficos resultantes en tres secciones determinadas sobre las estructuras proyectadas, ver Anexo 11: Planos.

A. Perfil Estratigráfico Sección 1 - 1' (Margen derecha)

Perfil geotécnico realizado en base a las calicatas y trincheras CAN-1, CA-1, T-1, CA-2, CA-3 y CA-4 ejecutadas; asimismo con el logueo de la perforación DDH-002 (Ejecutados por Onlink SAC) y el sondaje eléctrico vertical SEV-9 (Ejecutado por Paradigm Peru S.A).

Estos definen un estrato superficial de material limoso (relaves antiguos) y lentes de arcilla, de espesor aproximado 3.0m en estado semi compacto, la densidad natural esta alrededor de 1.51 gr/cm³, con porcentajes de arena de 18 a 19%, finos 81 a 22% y una permeabilidad de 9.18×10^{-4} cm/s. Los ensayos de resistencia muestran:

Drenadas:	$C' = 0 \text{ Tn/m}^2$	$\Phi' = 23^\circ$
No Drenadas:	$C_u = 0.2 \text{ Tn/m}^2$	$\Phi_u = 19.30^\circ$

Subyace un estrato de arena limosa (SM) y bolonería (0.30 a 0.40 m de tamaño) de espesor 8.0m, ligeramente húmedo y compacto, muestra una densidad natural de 1.97 gr/cm³, porcentajes de gravas 24%, Arenas 50% y finos 21% de baja plasticidad, los ensayos de resistencia muestran:

Drenadas:	$C' = 0 \text{ Tn/m}^2$	$\Phi' = 34.70^\circ$
No Drenadas:	$C_u = 2 \text{ Tn/m}^2$	$\Phi_u = 33.03^\circ$

Por debajo del estrato anterior, se encuentra un estrato de gravas mal graduadas (GP) con bolonería (0.30 a 0.50 m de tamaño), con un espesor entre 6.0 a 8.0m, de color gris y consistencia compacta, con porcentaje de gravas 64%, arenas 42% y finos 2 a 4% sin límite plástico y permeabilidad de 9.3079×10^{-4} cm/s, los ensayos de resistencia muestran:

Drenadas:	$C' = 0 \text{ Tn/m}^2$	$\Phi' = 36.30^\circ$
No Drenadas:	$C_u = 5 \text{ Tn/m}^2$	$\Phi_u = 31.03^\circ$

Finalmente, se encuentra un estrato de Gravas limosas mal graduadas (GP - GM), de características similares, con un espesor de 40.00 m. hasta alcanzar la roca.

B. Perfil Estratigráfico Sección 2 - 2' (Tramo Central)

Perfil geotécnico realizado en base a las calicatas y trincheras CAN-2, CA-5, T-2, T-4, CA-6 y CA-7 ejecutadas; asimismo con el logueo de la perforación DDH-002 (Ejecutados por Onlink SAC) y el sondaje eléctrico vertical SEV-9 (Ejecutado por Paradigm Peru S.A).

Con ellos se define un estrato superficial de material gravo limoso mal graduado (GP-GM) y lentes de arcilla, de espesor aproximado 2.5m, color amarillento, humedad alta y estado semi compacto, la densidad natural es de 1.61 gr/cm^3 , con porcentajes de gravas 52%, arena 36% y finos 12%, presenta una permeabilidad de 5.85×10^{-6} cm/s.

Seguidamente, se encuentra un estrato de arena limosa (SM) con bolonería (0.30 a 0.50 m de tamaño), con un espesor de de 10.00 m., de color marrón amarillento, medianamente húmeda, compacta, la densidad natural es de 1.76 a 1.79 gr/cm^3 , porcentaje de gravas 28%, arena 57%, y finos 23%, presenta una permeabilidad de 8.1017×10^{-5} cm/s. Los resultados de resistencia muestran:

Drenadas:	$C' = 0 \text{ Tn/m}^2$	$\Phi' = 34.70^\circ$
No Drenadas:	$C_u = 2 \text{ Tn/m}^2$	$\Phi_u = 33.03^\circ$

Por debajo del estrato anterior, se encuentra Arena limosa (SM) con bolonería grande (0.60 a 1.0 m. de tamaño), con un espesor de 1.0m, de color marrón amarillento, densidad natural de 1.64 a 1.98 gr/cm³, porcentaje de gravas 20%, arena 76%, y finos 18%, presenta una permeabilidad de 2.5612×10^{-4} cm/s. Los ensayos de resistencia muestran:

Drenadas:	$C' = 0 \text{ Tn/m}^2$	$\Phi' = 36.30^\circ$
No Drenadas:	$C = 5 \text{ Tn/m}^2$	$\Phi = 31.03^\circ$

Seguidamente, se encuentra un estrato de Gravas mal graduadas con arenas (GP) y bolonería (0.30 a 0.40 m. de tamaño), con un espesor entre 6.00 a 8.00 m., de color gris, compacta, con porcentaje de gravas de 64%, arena 42%, y finos de 2 a 4%, no presenta límite líquido, ni plástico, presenta una permeabilidad de 9.3079×10^{-4} cm/s.

Finalmente, se encuentra un estrato de Gravas limosas mal graduadas (GP - GM), con un espesor de 40.00 m. hasta alcanzar la roca.

C. Perfil Estratigráfico Sección 3 - 3' (Margen Izquierda)

Perfil elaborado en base a calicatas y trincheras CA-8, CA-9, CA-10, T-3 ejecutadas; asimismo con apoyo en el logeo de la perforación DDH-002 (Ejecutados por Onlink SAC) y el sondaje eléctrico vertical SEV-9 (Ejecutado por Paradigm Peru S.A).

Definen un estrato superficial de material limoso (relaves antiguos) con lentes de arcilla, de un estrato de 4.50m, estrato semi compacto, color marrón amarillento, la densidad natural de 1.74 gr/cm³, con porcentaje de arena 38%, y finos 62%. Los ensayos de resistencia muestran:

Drenadas:	$C' = 0 \text{ Tn/m}^2$	$\Phi' = 23^\circ$
No Drenadas:	$C = 0.2 \text{ Tn/m}^2$	$\Phi = 19.30^\circ$

A continuación un estrato de arena limosa mal graduada (SP-SM) y bolonería (0.70 a 0.90m de tamaño), con un espesor de 6.0m, color marrón amarillento, medianamente húmeda, porcentaje de gravas 27%, arena 62%, y finos 11%, no presenta límite líquido, ni plástico, tiene una permeabilidad de 1.7088×10^{-4} cm/s. Los ensayos de resistencia muestran:

Drenadas:	$C' = 0 \text{ Tn/m}^2$	$\Phi' = 34.70^\circ$
No Drenadas:	$C = 2 \text{ Tn/m}^2$	$\Phi = 33.03^\circ$

Por debajo del anterior existe un estrato Arena limosa (SM) y bolonería (0.20 a 0.30m de tamaño), con un espesor de 1.80m, color marrón amarillento, porcentaje de gravas de 25%, arena de 63% y finos de 16 a 18%, una permeabilidad de 1.1117×10^{-4} cm/s. Los ensayos de resistencia muestran:

Drenadas:	$C' = 0 \text{ Tn/m}^2$	$\Phi' = 36.30^\circ$
No Drenadas:	$C = 5 \text{ Tn/m}^2$	$\Phi = 31.03^\circ$

Seguidamente, se encuentra un estrato de Gravas mal graduadas con arenas (GP) y bolonerías (0.30 a 0.40m de tamaño), con un espesor entre 6.00 a 8.00 m., de color gris, compacta, porcentaje de gravas 64%, arena 42%, y finos de 2 a 4%, no presenta límite líquido, ni plástico, permeabilidad de 9.3079×10^{-4} cm/s.

Finalmente, se encuentra un estrato de Gravas limosas mal graduadas (GP - GM), con un espesor de 40.00 m. hasta alcanzar la roca.

5.1.2 Determinación de los Parámetros Geotécnicos

De acuerdo a la evaluación de los resultados alcanzados en las investigaciones geotécnicas realizadas en campo y laboratorio, se estimó los parámetros geotécnicos de resistencia generales para cada tipo de material de conformación de las estructuras y cimentación del depósito de ampliación y contrafuerte, los que se presentan en el cuadro N° 28:

CUADRO N°28: Parámetros Geotécnicos del Proyecto

N°	Descripción	γ_{nat} (t/m ³)	Resistencia Drenada		Resistencia No Drenada	
			C' (t/m ²)	ϕ' (°)	Cu (t/m ²)	ϕ_u (°)
1	Relaves existentes (ML)	1.4	0	20	1	0
2	Presa existente (GP-GM)	1.6	0	35	0.5	32
3	Presa existente (SM)	1.8	0	34.7	1	33
4	Cimentación presa (SM)	1.6	0	36.3	4	31
5	Cimentación presa (GP)	1.7	0	32	0	32
6	Cimentación presa (GP-GM)	1.7	0	36	1	33
7	Cimentación presa (roca)	2	10	38	10	38
8	Contrafuerte	2.1	0	38.3	2	35.9
9	Filtros y drenes	1.8	0	35	0	35
10	Relaves compactados Presa	1.8	0.2	33	1	28
11	Cuerpo de Presa	2.1	0.8	38.3	2	35.9

Fuente: Elaboración propia

5.1.3 Condiciones de Permeabilidad del Vaso del Depósito

Los resultados de las investigaciones efectuadas en la zona, determinan depósitos coluviales que se encuentra en el cauce de la quebrada y en sus taludes, está compuesto por limo inorgánico intercalado con grava limosa y grava arenosa, con fragmentos y bloques de roca que alcanzan tamaños hasta de un metro, además de arenas limosas de relaves dispuestos antiguamente.

Ensayos de densidad realizados en la matriz del depósito en campo y laboratorio identifican suelos de compacidad media a suelta y permeabilidad promedio del orden de 10⁻³ a 10⁻⁴ cm/s; lo que los califica como suelos de buen drenaje. No se encontró nivel freático durante las investigaciones.

Estos suelos en la condición actual son susceptibles a la erosión y percolación; por lo tanto, para la construcción del vaso de almacenamiento será necesario remover y eliminar la capa superficial de materia orgánica y material suelto así como realizar el tratamiento de impermeabilización del vaso de ampliación.

5.2 Diseño del Proyecto de Reforzamiento y Ampliación

5.2.1 Estructura de Reforzamiento del Depósito de Relaves Existente

5.2.1.1 Diseño Contrafuerte Estabilizador

Referencia, Planos:

PRO-IA-12 PRO-IA-29

PRO-IA-27 PRO-IA-30

PRO-IA-28 PRO-IA-31

Con la finalidad de estabilizar físicamente el depósito en operación, se ha proyectado la ejecución de un contrafuerte de grava limosa, compuesto por un filtro inverso que captará las filtraciones en el talud aguas abajo del dique existente.

El contrafuerte será construido con material propio del lugar, gravas limosas y arenas limosas procedentes de las Canteras N° 4 y 5. El eje del contrafuerte tiene una longitud de 108.8 m y 4.0 m de ancho de corona.

Las características geométricas del contrafuerte se pueden observar en los planos mencionados, y se describen a continuación:

CUADRO N°29: Características del Contrafuerte Estabilizador

Longitud del contrafuerte	108.8 m.
Nivel de Corona	858 msnm
Ancho de Corona	4.0 m.
Talud aguas abajo	1.5H:1V
Volumen de Contrafuerte	2,053.8 m ³

Fuente: Elaboración propia

5.2.1.2 Análisis de Infiltración - Contrafuerte

Este análisis se basa en la teoría de elementos finitos para la transferencia de masas de agua bajo la ley de Darcy y tiene como finalidad evaluar las condiciones más críticas de movimiento del agua en las estructuras y el suelo de cimentación.

Del análisis, el caudal de infiltración ha sido calculado manualmente para el depósito existente, el contrafuerte y la cimentación. Ver Anexo 9: Análisis de Infiltración.

CUADRO N°30: Caudales de Infiltración – Contrafuerte

Estructura	Caudal de Infiltración (m³/s por metro lineal)
Cuerpo de Contrafuerte	
Margen derecha, izquierda y central	1.13 x 10 ⁻³
Cimentación	
Margen derecha, izquierda y central	1.80 x 10 ⁻⁴
Caudal unitario calculado.	1.31 x 10⁻³

Fuente: Elaboración propia

Considerando la longitud de la estructura de estabilización (L= 108.8m), del cálculo manual se obtiene como resultado un caudal total de infiltración estimado de 141.98 lt/s.

Mientras que con apoyo del Software SLIDE V5.0, en su modulo de infiltraciones para la creación de un modelo de verificación, arroja como resultado un caudal unitario de 1.34 x 10⁻³ m³/s (por metro lineal). Valor que expresado en términos de caudal total dan como resultado un estimado de 145.73 lt/s.

5.2.1.3 Sistema de Drenaje y Filtros - Contrafuerte

Una vez determinada la infiltración en la estructura, El sistema de filtros y drenes del contrafuerte contara de: un filtro inverso que por su composición evitará la migración de finos y por consiguiente el fenómeno de tubificación (erosión interna). Asimismo, permitirá drenar las aguas producto de las filtraciones en el talud aguas abajo del depósito existente. El filtro inverso está compuesto por Arenas gravosas, Gravas arenosas y Gravas.

El filtro (pantalla drenante) estará conectado a un dren talón, ubicado en el pie del contrafuerte. El dren en mención, está conformado por un geotextil no tejido de 270 gr/m², que envuelve al dren de grava que a su vez presenta una tubería perforada de HDPE, de 6" de diámetro, envuelta en geotextil no tejido de 270 gr/m². El dren talón del contrafuerte está conectado al sistema de drenaje del vaso y cuerpo de presa, como se muestra en los planos PRO-IA N° 27 y 32 del Anexo 11: Planos

Finalmente del cálculo final de la razón de eficiencia de los filtros y drenes, que evalúa el caudal de infiltración generado con la capacidad de conducción del sistema, se concluye que los drenes y filtros del contrafuerte permiten conducir aproximadamente más de 10 veces la infiltración ocurrida con lo que se asegura la operatividad. Ver Anexo 9: Análisis de infiltración (drenes y filtros).

5.2.2 Estructura de Ampliación del Depósito de Relaves Existente

5.2.2.1 Determinación del Eje de Ampliación y Altura de Presa

La selección del eje y altura de Presa constituye la primera etapa de diseño del proyecto. Para efectuar este análisis se empleará la Razón de Eficiencia de Relleno (Re), definida por Coates y Yu (1977) como la relación del volumen de almacenamiento al volumen de la presa, que configura el mejor eje en base al menor volumen de relleno para una capacidad de almacenamiento requerida y altura de presa asociada.

Para aplicar esta metodología se ha evaluado el eje de presa, considerando la ubicación y área de la concesión, además de los límites permitidos del cauce del río principal. Dicho emplazamiento seleccionado está entre las coordenadas E 557,625 - E 557,675 y N 8'331,625 - N 8'331,775 conforme al detalle topográfico que se presenta en el Plano PRO-IA-13 del Anexo 11: Planos.

5.2.2.2 Características del Eje Proyectado

El eje seleccionado anteriormente indica la disposición del eje del dique de ampliación, de alineamiento curvo en forma de “u”, con nivel promedio en la base cota 488 msnm, que desarrolla una altura de presa de 9.00 m., con volumen de almacenamiento total de 48,199.00 m³; un volumen de presa con 28,735.30 m³ bruto. El crecimiento de la presa de ampliación será desarrollado en una sola etapa hasta su nivel máximo.

El volumen de almacenamiento total se determinó en base a la suma del volumen de ampliación en el vaso proyectado (36,714.20 m³) y el volumen de relaves extraído del antiguo depósito de relaves para conformación del dique de ampliación reutilizado (11,485.00 m³) estos volúmenes sumados cubren el 100% del volumen requerido por la empresa minera para sostener su producción por aproximadamente un año. El valor de la eficiencia de relleno (Re) es igual a 1.70.

El cálculo de la razón de eficiencia para el volumen de almacenamiento del eje proyectado así como la presentación gráfica de la Curva Altura de Presa (Vs) el Volumen de Almacenamiento y Altura de Presa (Vs) Volumen de Presa, se presentan en el Anexo 7: Vol. de Almacenamiento.

5.2.2.3 Diseño de la Presa de Ampliación

Referencia, Planos:

PRO-IA-13	PRO-IA-18
PRO-IA-14	PRO-IA-19
PRO-IA-15	PRO-IA-20
PRO-IA-16	PRO-IA-21
PRO-IA-17	PRO-IA-22

La presa proyectada está conformada por Arenas limosas o Gravas limosas provenientes de las Canteras N°s 4 y 5, para el talud aguas abajo; Limos antiguos (relaves) del antiguo depósito, para conformación del talud aguas arriba; Arenas gravosas y gravas provenientes de las canteras N° 3 y 4, para el dren chimenea y blanket filtrante. Ver plano PRO-IA-09 del Anexo 11: Planos

El eje de la presa de arranque tiene una longitud de 236.0 m, ancho de corona 4.0m y taludes de 1H: 1V aguas arriba y 1.5H:1V aguas abajo. Para el nivel máx. De almacenamiento de 853 msnm, el vaso tiene un volumen de almacenamiento de 36,714.2 m³. El ancho de corona fue elegido por razones constructivas y diseños antecedentes, mientras que la altura de presa obedece al diseño contra desbordamiento (altura de borde libre total de 1.0m) y una altura de presa de 10.0m. El desarrollo del diseño puede observarse en el Anexo 8: Borde Libre.

Las características geométricas de la presa final se pueden observar en el Anexo 11: Planos y en el cuadro N° 31 que se describe a continuación:

CUADRO N°31: Características de la Presa de Ampliación

Cota base del Vaso	844.0 msnm
Longitud de la Presa	236 m.
Tipo de Presa	Homogénea
Altura del Vaso	9.0 m.
Nivel Máximo de Almacenamiento	853.0 msnm
Altura de Presa	10.0 m.
Nivel de Corona	854.0 msnm
Ancho de Corona	4.0 m.
Talud aguas arriba	1.0(V):1.0(H)
Talud aguas abajo	1.0(V):1.5(H)
Volumen de Presa	28,735.3 m ³
Volumen de Almacenamiento	36,714.2 m ³
Tiempo de Operación (*)	11.4 meses

Fuente: Elaboración propia

5.2.2.4 Diseño del Vaso de Almacenamiento

Referencia, Planos:

PRO-IA-12	PRO- IA -23
PRO- IA -24	PRO- IA -25
PRO- IA -26	

El proyecto contempla la implementación de un vaso complementario, aguas abajo del actual depósito de relaves, para el cual se ha considerado una excavación o acondicionamiento del terreno natural de 3.0 a 4.0m de profundidad, taludes 1H:1V, como se muestra en los planos N° 24, 25 y 26 del Anexo 11: Planos.

El vaso en mención se encuentra limitado por el contrafuerte estabilizador y la presa de ampliación proyectada. Su ejecución considera actividades de compactación del fondo, colocación de arena compactada $e=0.30m$ e impermeabilización con geosintéticos (Geotextil no tejido 400gr/m² y geomembrana HDPE de 1.5 mm) hasta el nivel de diseño 854 msnm.

El diseño de la impermeabilización se basa como ya se dijo en el cálculo por resistencia a tensiones, obteniéndose:

Datos Considerados:

Taludes del vaso	=	1H:1V
B	=	45°
h	=	17.5 m
σ_n	=	257.5 kPa (17.50m x γ_{relave})
x	=	100 mm
σ_{perm}	=	15000 kPa
δ_u	=	0° (contención de líquidos)
δ_L	=	20° (geotextil no tejido)

Reemplazando los datos en la ecuación tenemos:

$$t_{\text{calculado}} = \frac{\sigma_n x (\tan \delta_U + \tan \delta_L)}{\sigma_{\text{perm}} (\cos \beta - \text{sen} \beta \tan \delta_L)} \dots\dots\dots (5.1)$$

Reemplazando los valores:

$$t_{\text{calculado}} = \frac{257.5x(\tan 0 + \tan 20)}{15000(\cos 45 - \text{sen}45 \tan 20)} \dots\dots\dots (5.2)$$

Obtenemos el siguiente valor : Redondeando, adoptamos:

$$t_{\text{calculado}} \approx 1.39\text{mm} \qquad t_{\text{considerado}} = 1.50\text{mm}$$

Calculamos el Factor de Seguridad con la ecuación:

$$FS = \frac{1.50}{1.39} \approx 1.08 \rightarrow OK \dots\dots\dots (5.3)$$

5.2.2.5 Análisis de Infiltración - Presa de Ampliación

Al igual que el anterior se basa en todos los fundamentos teóricos y conceptos asociados. Del análisis el caudal de infiltración calculado manualmente para el vaso y presa de ampliación y su cimentación en las condiciones más críticas de fallo de impermeabilización. Ver Anexo 9: Análisis de Infiltración.

CUADRO N°32: Caudales de Infiltración - Presa de Ampliación

Estructura	Caudal de Infiltración (m³/s por metro lineal)
Cuerpo de Presa	
Margen derecha, izquierda y central	4.20 x 10 ⁻⁵
Cimentación	
Margen derecha, izquierda y central	3.88 x 10 ⁻⁶
Caudal unitario calculado.	4.59 x 10⁻⁵

Fuente: Elaboración propia

Considerando la longitud de la estructura de estabilización ($L= 236.0\text{m}$), del cálculo manual se obtiene como resultado un caudal total de infiltración estimado de 10.82 lt/s .

Mientras que con apoyo del Software SLIDE V5.0, en su modulo de infiltraciones para la creación de un modelo de verificación, arroja como resultado un caudal unitario de $4.65 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$ (por metro lineal). Valor que expresado en términos de caudal total dan como resultado un estimado de 10.97 lt/s .

5.2.2.6 Sistema de Drenaje de Aguas de Infiltración

El sistema de drenaje propuesto tiene por finalidad captar y evacuar las aguas de infiltración en los relaves almacenados en el vaso del depósito de relaves a través del cuerpo de la presa. Dicho sistema está conformado por un dren chimenea de 1.0 m . de espesor, desde la base de la presa; elevándose verticalmente a lo largo de la presa, hasta 1.00 m . por debajo del nivel de corona de la presa, y extendiéndose en toda la longitud de la misma.

Del mismo modo para el caso de la Presa, también se presenta un blanket filtrante dispuesto sobre la cimentación de la Presa, extendiéndose a lo largo de la base de la presa, con un espesor de 1.00 m . El blanket está conectado a un dren talón el cual descarga las aguas de infiltración colectadas a una caja de concreto ($2.30 \times 2.40 \times 3.50\text{m}$). Dicha caja está conectada a su vez con la poza colectora ver Planos PRO-IA-34.

El sistema de drenaje de las aguas de infiltración del vaso, está conformado por una tubería colectora principal de 8 pulgadas de diámetro, del tipo HDPE perforada, a la cual estarán conectadas las tuberías secundarias que serán del tipo HDPE perforadas, con diámetros de 6 pulgadas, tipo “espina de pescado” apropiadas para recibir las cargas que la altura total del vaso impondrá en la cimentación.

Finalmente, las aguas acumuladas en la poza colectora y en la laguna de pondaje en el vaso del depósito de relaves, serán evacuadas mediante un sistema de bombeo para su recirculación o eliminación.

5.2.2.7 Sistema de Sub drenaje de Aguas de Infiltración

El sistema de subdrenaje propuesto tiene por finalidad captar y evacuar las aguas de infiltración en los relaves almacenados en el vaso del depósito de relaves, como una medida de contingencia ante la falla o ruptura de la geomembrana instalada.

El sistema de subdrenaje también está conformado por una tubería colectora principal de 8 pulgadas de diámetro, del tipo HDPE perforada, a la cual estarán conectadas las tuberías secundarias que serán del tipo HDPE perforadas, con diámetros de 6 pulgadas apropiadas para recibir las cargas que la altura total del vaso impondrá en la cimentación. Las tuberías serán instaladas en zanjas conformadas por geotextil no tejido y grava arenosa a manera de drenes franceses.

La tubería colectora principal del sistema subsuperficial también conducirá las aguas de infiltración a una caja de concreto, común a ambos sistemas con profundidad suficiente para el nivel de descarga de las tuberías, estructura que a su vez estará conectada a la poza colectora ubicada aguas abajo de la presa.

Los detalles del sistema de drenaje en general se muestran en el Anexo 11: Planos. Finalmente del cálculo final de la razón de eficiencia de los filtros y drenes, que evalúa el caudal de infiltración generado con la capacidad de conducción del sistema, se concluye que los drenes y filtros del contrafuerte permiten conducir aproximadamente más de 20 y 10 veces respectivamente con lo que se asegura la operatividad. Ver Anexo 9: Análisis de infiltración (drenes y filtros).

5.2.3 Análisis de Estabilidad

Las presas de tierra para las etapas de crecimiento, serán homogéneas, diseñadas para evitar fallas por desbordamiento, deslizamiento de sus taludes, y flujo de agua a través de la presa y cimentación.

5.2.3.1 Análisis de Estabilidad Local en el Contrafuerte - Condiciones Estáticas y Sísmicas

El análisis de estabilidad del contrafuerte es fundamental para el proyecto, pues determina las condiciones del antiguo y actual depósito existente ante situaciones que comprometen su estabilidad y como interactúa con la estructura.

El análisis fue desarrollado para la sección central del contrafuerte Prog. 0+060, los parámetros utilizados se muestran a continuación:

**CUADRO N°33: Parámetros Geotécnicos de los materiales y cimentación -
Contrafuerte**

N°	Descripción	γ_{nat} (t/m ³)	Resistencia Drenada		Resistencia No Drenada	
			C' (t/m ²)	ϕ' (°)	Cu (t/m ²)	ϕ_u (°)
1	Relaves existentes (ML)	1.4	0	20	1	0
2	Presa existente (GP-GM)	1.6	0	35	0.5	32
3	Presa existente (SM)	1.8	0	34.7	1	33
4	Cimentación presa (SM)	1.6	0	36.3	4	31
5	Cimentación presa (GP)	1.7	0	32	0	32
6	Cimentación presa (GP-GM)	1.7	0	36	1	33
7	Cimentación presa (roca)	2	10	38	10	38
8	Contrafuerte	2.1	0	38.3	2	35.9
9	Filtros y drenes	1.8	0	35	0	35

Fuente: Elaboración propia

La estabilidad fue analizada bajo las condiciones estática y sísmica. En el análisis estático se han empleado parámetros de resistencia drenados (esfuerzos efectivos) y se tomó en cuenta el nivel freático, si existiera alguna falla en la impermeabilización.

Para el análisis sísmico se han empleado parámetros de resistencia no drenados (esfuerzos totales) y no se tomó en cuenta el nivel freático. Además del estudio de peligro sísmico se consideró una aceleración de 0.23g (T.R = 500 años) para dicha evaluación.

En general, según la teoría de equilibrio límite y dovelas se desarrollo el análisis con el apoyo del programa SLIDE v5.0, que permite analizar más de 400 superficies potenciales de falla por múltiples métodos a modo comparativo (Bishop, Janbu, Morgenstein, fellenius, etc.). En el siguiente cuadro resumen se presentan los Factores de Seguridad del análisis efectuado para el contrafuerte, los que pueden apreciarse en el Anexo 10: Análisis de Estabilidad:

CUADRO N°34: Factores de Seguridad del Análisis de Estabilidad – Contrafuerte

ESTRUCTURA	SECCION DE ANALISIS	CONDICION	FACTOR DE SEGURIDAD		FACTOR MINIMO DE SEG.	
			ANALISIS ESTATICO	ANALISIS SISMICO (a=0.23g)	ANALISIS ESTATICO	ANALISIS SISMICO
Contrafuerte Estabilizador	0+060	Al final de la Construcción Estructuras Proyectadas	F.S Bishop: 1.554	F.S Bishop: 1.154	1.50	1.00
			F.S Janbu: 1.511	F.S Janbu: 1.050		
			F.S Morgenstein - Price: 1.549	F.S Morgenstein - Price: 1.161		
		Deposito lleno Estructuras a Largo Plazo	F.S Bishop: 1.738	F.S Bishop: 1.441		
			F.S Janbu: 1.722	F.S Janbu: 1.368		
			F.S Morgenstein - Price: 1.737	F.S Morgenstein - Price: 1.443		

Nota: De acuerdo a la American Society of Civil Engineers y The Internacional Comition on large dams, el factor de seguridad mínimo en condiciones pseudoestáticas es igual a 1.

Los resultados indican que el contrafuerte con taludes de diseño 1.5H:1V y la interacción de la estructura de reforzamiento con el depósito, son estables en condiciones estáticas y sísmicas.

5.2.3.2 Análisis de Estabilidad Local en la Presa de Ampliación - Condiciones Estáticas y Sísmicas

Este análisis es importante pues determina el comportamiento de la estructura ante situaciones que comprometan su estabilidad durante las principales etapas del proyecto. El análisis fue desarrollado para la sección central de la presa Prog 0+160 y en base a la sección geotecnia 2-2', los parámetros utilizados se muestran a continuación:

CUADRO N°35: Parámetros Geotécnicos de los materiales y cimentación - Presa de Ampliación

N°	Descripción	γ_{nat} (t/m ³)	Resistencia Drenada		Resistencia No Drenada	
			C' (t/m ²)	ϕ' (°)	Cu (t/m ²)	ϕ_u (°)
1	Relaves existentes (ML)	1.4	0	20	1	0
2	Presa existente (GP-GM)	1.6	0	35	0.5	32
3	Presa existente (SM)	1.8	0	34.7	1	33
4	Cimentación presa (SM)	1.6	0	36.3	4	31
5	Cimentación presa (GP)	1.7	0	32	0	32
6	Cimentación presa (GP-GM)	1.7	0	36	1	33
7	Cimentación presa (roca)	2	10	38	10	38
8	Filtros y drenes	1.8	0	35	0	35
9	Relaves compactados Presa	1.8	0.2	33	1	28
10	Cuerpo de Presa	2.1	0.8	38.3	2	35.9

Fuente: Elaboración propia

La estabilidad del depósito de ampliación se da bajo las mismas condiciones empleadas para el análisis del contrafuerte; empleando esfuerzos efectivos y Nivel freático en el análisis estático y esfuerzos totales sin nivel freático para el análisis sísmico además de una aceleración de diseño 0.23g.

Del mismo modo se desarrollo en análisis con apoyo del programa SLIDE v5.0 En el siguiente cuadro resumen se presentan los Factores de Seguridad del análisis efectuado para el contrafuerte, los que pueden apreciarse en el Anexo 10: Análisis de Estabilidad:

CUADRO N°36: Factores de Seguridad del Análisis de Estabilidad–Presa de Ampliación

ESTRUCTURA	SECCION DE ANALISIS	CONDICION	FACTOR DE SEGURIDAD		FACTOR MINIMO DE SEG.	
			ANALISIS ESTATICO	ANALISIS SISMICO (a=0.23g)	ANALISIS ESTATICO	ANALISIS SISMICO
Presa de Ampliación	0+160	Al final de la Construcción Estructuras Proyectadas	F.S Bishop: 1.617	F.S Bishop: 1.064	1.50	1.00
			F.S Janbu: 1.521	F.S Janbu: 1.006		
			F.S Morgenstein - Price: 1.604	F.S Morgenstein - Price: 1.062		
		Deposito lleno Estructuras a Largo Plazo	F.S Bishop: 1.611	F.S Bishop: 1.060		
			F.S Janbu: 1.511	F.S Janbu: 1.000		
			F.S Morgenstein - Price: 1.601	F.S Morgenstein - Price: 1.061		

Nota: De acuerdo a la American Society of Civil Engineers y The Internacional Comition on large dams, el factor de seguridad mínimo en condiciones pseudoestáticas es igual a 1.

Los resultados indican que la presa de ampliación con taludes de diseño 1H:1V aguas arriba y 1.5H:1V aguas abajo, así como la conformación con materiales de préstamo y de mina, compactados son estables en condiciones estáticas y sísmicas.

5.2.4 Obras Complementarias

5.2.4.1 Poza de Almacenamiento de Aguas de Infiltración

Las aguas procedentes del sistema de drenaje de infiltración ubicado a los largo del vaso, así como las aguas captadas por los drenes chimenea y blanket filtrante de la Presa, serán conducidas hacia una poza colectora excavada en terreno natural e impermeabilizada con una geomembrana HDPE de 1.5 mm de espesor.

Esta estructura puede observarse en el plano PRO-IA-35 del Anexo 11: Planos, las características principales de esta estructura se presentan a continuación:

CUADRO N°37: Características de la Poza de Almacenamiento de Aguas de Infiltración

Nivel de corona	838.82 msnm
Profundidad máxima de poza	4.25 m.
Profundidad útil de poza	3.00 m.
Nivel máximo de almacenamiento	834.57 msnm
Borde libre	1.25 m.
Talud interior de la poza	1H:1V
Largo inferior de la poza	11.00 m.
Ancho inferior de la poza	8.5 m.
Largo superior de la poza	19.5 m.
Ancho superior de la poza	17.0 m.
Capacidad útil de la poza	510 m ³

Fuente: Elaboración propia

5.3 Presupuesto de las Obras Proyectadas

Una vez realizados los diseños de las obras proyectadas, se procedió a elaborar el presupuesto de las mismas. Para este fin se llevó a cabo los metrados correspondientes a cada una de las estructuras, así como las especificaciones técnicas y análisis de costos unitarios por cada partida, consideradas necesarias para la ejecución del proyecto. Cabe resaltar, que tanto las especificaciones técnicas como el análisis de costos unitarios, consideran las medidas de control ambiental propuestas en el Estudio de Impacto Ambiental realizado en el presente trabajo. Además de esto se tuvo en consideración la ubicación del proyecto, que presenta un acceso muy cercano, por lo que se tendrá la facilidad de contar con equipo a disposición y fletes de transporte relativamente bajos.

Finalmente, para el monto total del presupuesto, se ha considerado un 5% de Gastos generales fijos, 15 % de gastos generales variables y un 10% de utilidades sobre el costo directo; así como el 18% del IGV sobre el sub total del presupuesto. El presupuesto ha sido realizado en dólares americanos, a solicitud del cliente. En el siguiente cuadro se puede observar un resumen del presupuesto del proyecto, en el que se mencionan las principales estructuras y los porcentajes mencionados:

CUADRO N°38: Resumen del Presupuesto del Proyecto de Reforzamiento y Ampliación

Ítem	Descripción	Sub Total (US \$)	Total (US \$)
<u>1.0</u>	<u>Obras Preliminares</u>		<u>15,457.68</u>
<u>2.0</u>	<u>Sistema de Drenaje</u>		<u>18,726.61</u>
2.1	Sistema Superficial	3,984.29	
2.2	Sistema Subsuperficial	8,412.28	
2.3	Sistema drenaje - Contrafuerte	1,714.38	
2.3	Poza Colectora de Aguas de Infiltración	4,615.66	
<u>3.0</u>	<u>Contrafuerte</u>		<u>9,184.05</u>
<u>4.0</u>	<u>Vaso de Almacenamiento</u>		<u>76,618.38</u>
<u>5.0</u>	<u>Presa de Ampliación</u>		<u>55,720.49</u>
COSTO DIRECTO			175,707.21
GASTOS GENERALE FIJOS (5%)			8,785.36
GASTOS GENERALE VAR. (15%)			26,356.08
UTILIDAD 10% C.D.			17,570.72
SUB TOTAL PRESUPUESTO US \$			228,419.37
IGV 18% S.T.			41,115.49
TOTAL PRESUPUESTO US \$			269,534.86

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro resumen se puede observar que la estructura con mayor importancia dentro del presupuesto es la Construcción de la Presa y el vaso de almacenamiento, obteniéndose un presupuesto final de doscientos sesenta y nueve mil quinientos treinta y cuatro y 86/100 dólares americanos

El detalle de los metrados, especificaciones técnicas y análisis de costos unitarios se puede ver en el Anexo 12: Costos y Presupuesto.

VI. CONCLUSIONES

- ❑ Este proyecto es de carácter temporal pues su finalidad es la de ampliar la capacidad del depósito existente y continuar con la operación por aproximadamente un año tiempo en el que se ejecutará un nuevo depósito de relaves aguas arriba en la quebrada.
- ❑ La mayor parte de las plantas de beneficio de minerales existentes en la zona de proyecto son artesanales y no cuentan con los medios para un tratamiento y disposición de relaves, siendo descargados sobre los cauces y quebradas aledañas.
- ❑ La zona de emplazamiento de 2.1 ha. se encuentra dentro de la concesión minera Huanca propiedad de la cia. Minera, la cual no limita directamente con áreas de cultivo, por lo que se infiere que no habrá impactos adversos en la producción de los mismos dentro del área adquirida o el área circundante al proyecto.
- ❑ De acuerdo con los estudios, La concesión minera Huanca, presenta las mejores condiciones para el proyecto en relación con los requerimientos y objetivos del proyecto.
- ❑ La escasa información climatológica de la zona respecto a aforos, precipitaciones, estaciones con registros estables, condicionan que durante la fase constructiva, se verifiquen los datos a fin compatibilizar si los diseños hidráulicos requerirán ser adaptados a los nuevos datos o condiciones encontradas.
- ❑ Según la legislación del sector minero, las avenidas extraordinarias y las estructuras deben calcularse para un Período de Retorno de 500 años.
- ❑ Se ha realizado un programa de exploraciones geotécnicas (directas e indirectas) así como al recopilación de información antecedente para conocer las propiedades físico-mecánicas de la cimentación, el material de préstamo y relave.

- ❑ Durante las evaluaciones de campo no se ha registrado la presencia de nivel freático en la cimentación, por el contrario se pudo identificar aguas de filtración en el talud del depósito de relaves existente.
- ❑ La presa y contrafuerte cimentarán sobre un estrato gravoso compacto de aceptables condiciones geotécnicas; esto sumado a la poca carga que soportara el suelo, garantizará la estabilidad de la presa de ampliación contra fenómenos internos y externos; la profundidad de cimentación promedio identificado en las secciones geotécnicas es de 2 metros.
- ❑ En la conformación del dique se proyecta el uso de material de préstamo y relave seco (cicloneado) extraído del depósito existente, con taludes de diseño 1:1 aguas arriba y 1.5:1 aguas abajo. De estabilidad aceptables.
- ❑ La capacidad Final del proyecto es resultado de la suma del volumen de almacenamiento del depósito propiamente dicho (36,714 m³) y el volumen extraído del depósito antiguo a ser repuesto con relave nuevo (11,485 m³). Haciendo un total de 48,200 m³; lo que equivale a prolongar la operación en aproximadamente 1 año (producción de la planta: 180 TMD relaves), Tiempo en el que se ejecutara una nuevo depósito de relaves aguas arriba.
- ❑ De acuerdo a la Matriz de Impactos, las obras del proyecto, en general tendrán considerables impactos de carácter temporal y permanente e importancia variada de acuerdo al componente ambiental y a la etapa del proyecto; los cuales deberán ser considerados durante el abandono o cierre de las instalaciones.
- ❑ Para las medidas de mitigación a adoptar se considera la jerarquización de controles: que establecen categorías decrecientes para la solución de un impacto o riesgo.
- ❑ En la presa y contrafuerte es necesario la construcción de un dren central tipo chimenea y un blanket filtrante como medida de protección para evitar la tubificación, direccionando todo posible flujo al dren talón y finalmente a la poza colectora. Así mismo de los sistemas de drenaje superficial y subterráneo, para evacuar el caudal de infiltración.

- ❑ Como se vio en los antecedentes considerados por el proyecto, el control del agua de infiltración y el exceso de agua en el vaso es primordial para la protección de las estructuras, por lo que se justifica el uso de un doble sistema de drenaje.
- ❑ La presa de ampliación, así como las estructuras complementarias deberán cumplir con las exigencias técnicas del estudio, con el fin de evitar que colapsen y afecten el medio ambiente.
- ❑ El costo del proyecto para su ejecución, es de: US\$ 269,534.86 (Doscientos sesenta y nueve mil quinientos treinta y cuatro y 86/100 U.S dólares). Y su ejecución está planificada en 93 días (03 meses) de acuerdo al cronograma

VII. RECOMENDACIONES

- ❑ Elaborar un manual de operación y mantenimiento del depósito de ampliación para asegurar una correcta disposición y funcionamiento de las estructuras.
- ❑ Es recomendable mantener la vegetación existente en la zona, las áreas trabajadas en exceso deberán ser resembradas para mejorar la estabilidad de los taludes. De la misma manera, se deberá cubrir los depósitos de relaves.
- ❑ Se recomienda que el material de Top soil removido en la construcción se disponga en una zona cercana para su reutilización como recubrimiento en los cierres de mina.
- ❑ En cuanto a las aguas ácidas provenientes del procesamiento de algunos minerales, es probable que al ser dispuestos en el depósito se neutralicen dada la condición básica del relave; Sin embargo se recomienda que antes de la operación se realicen pruebas que confirmen esta proyección, de lo contrario deberá de construirse una planta de neutralización o evaluar nuevos procesos de remediación, a fin de que no afecten a las obras.

- ❑ Se recomienda establecer una red de monitoreo ambiental en los puntos críticos que permita evaluar el comportamiento del proyecto en relación con sus impactos. Por ejemplo para el monitoreo del agua se recomienda implementar los siguientes puntos de muestreo:
 - Aguas arriba del proyecto (zona emplazamiento del futuro depósito de relaves N° 02).
 - Aguas abajo del proyecto de ampliación en la quebrada a Huanca
 - En el Río Acarí: 50 m. antes y 50 m. después del punto de confluencia de ambos.

- ❑ Durante la construcción del proyecto se recomienda instalar piezómetros, inclinómetros, hitos de control topográfico para su monitoreo, se deberá crear registros ordenados de esta información.

- ❑ Recomienda realizar el estudio para el cierre definitivo del depósito y su ampliación siguiendo los protocolos para el cierre de mina y demás medidas técnicas ambientales.

- ❑ En el cierre de mina, el depósito de relaves deberá tener un tratamiento especial. Para tal efecto se deberá :
 - Garantizar la estabilidad de los taludes del antiguo depósito de relaves depósito de relaves y la presa de ampliación del proyecto.
 - Garantizar el funcionamiento de los sistemas de drenaje interno, desarrollando un programa de control mensual durante los 12 meses, obteniendo un registro consistente de los caudales drenados.
 - Cubrir la superficie del depósito de relaves con: cal, tierra orgánica y vegetación nativa, o evaluar el empleo de geosintéticos complementados con una revegetación de la zona afectada, manteniendo los espesores de capa mínimos recomendados.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- ❑ ICOLD, (1993), Design of Drainage for tailings Dams; Committee on Mine and Industrial Tailings Dane, Paris.
- ❑ ICOLD, (1982), Manual of tailings Dams and Dumps, Bulletin 45, Paris.
- ❑ Mittal, H., and Morgenstern, N., (1977), Parameters for the Design of Tailings Dams, Canadian Geotechnical Journal, Vol. 12, Canadá.
- ❑ US Department of the Army, Corps of Engineers (1986), Engineering and Design - Seepage Analisis and Control for Dams, USA.
- ❑ Vick, S.G. (1983) Planning, Design and Analisis of Tailings Dams, Wiley, U.S.A.
- ❑ Bureau of Reclamation (1966), Diseño de Presas Pequeñas, Washington, D.C., U.S.A.
- ❑ Vallarino, E. 1998. Tratado Básico de Presas. 4 ed. España. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Tomo I.
- ❑ Marsal Raúl, Resendiz Daniel (1975), Presas de Tierra y Enrocamiento, México.
- ❑ Velásquez, T. 1999. Manual Práctico de Diseño de Pequeñas Presas de Tierra. Lima, PE. PUBLIDRAT.

- ❑ Rodríguez, F. Análisis de Estabilidad de Taludes: Guía de Cálculo de Estabilidad de Taludes. Madrid, ES. Geotecnia 2000. Consultado 10 sep. 2009. Formato PDF. Disponible en <http://www.geotecnia2000.com>

- ❑ MINEM. 2004. Guía Ambiental para el Manejo de Relaves Mineros. Perú. Consultado 27 jul. 2009. Formato PDF. Disponible en <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGAAM/guias>

- ❑ Sánchez, FJ. 2004. Medidas puntuales de permeabilidad. España. Universidad de Salamanca. Consultado 01 sep. 2009. Formato PDF. Disponible en <http://web.usal.es/~javisan/hidro/hidro.htm>

- ❑ Miyashiro, V. 1999. Impacto Ambiental en Proyectos de Desarrollo Rural. Lima, PE. PUBLIDRAT.

- ❑ Conesa, V. 1993. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. 3 ed.

- ❑ Chow Ven te, Maidment David, Mays Larry. 1987, Hidrología Aplicada, Austin, Texas.

***“PROYECTO DE REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL DEPÓSITO
DE RELAVES EN OPERACIÓN PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES EN
LA LOCALIDAD DE SAISA - AYACUCHO”.***

ANEXOS

- ANEXO 1** : **Registro de Calicatas y Trincheras**
Anexo 1A : Registro de Calicatas y Trincheras en depósito y Cimentación de la ampliación
Anexo 1B : Registro de Calicatas en Canteras
- ANEXO 2** : **Ensayos de Densidad de Campo**
- ANEXO 3** : **Panel Fotográfico**
- ANEXO 4** : **Ensayos de Laboratorio de Mecánica de Suelos**
Anexo 4A : Antiguo Depósito, Depósito Actual y Cimentación de la Ampliación
Anexo 4B : Canteras para construcción del Contrafuerte, Presa y Filtros
- ANEXO 5** : **Hidrología**
Anexo 5A : Registro de Estaciones y Análisis de Doble Masa
Anexo 5B : Precipitación Media
Anexo 5C : Distribuciones de Probabilidad en Hidrología
Anexo 5D : Análisis de máximas avenidas - Escorrentía
- ANEXO 6** : **Impacto Ambiental**
Anexo 6A : Matrices de Identificación y valoración de Impactos
Anexo 6B : Metodología de Encadenamiento de Efectos
- ANEXO 7** : **Volumen de Almacenamiento – Razón de Eficiencia**
- ANEXO 8** : **Calculo del Borde Libre**
- ANEXO 9** : **Análisis de Infiltración**
Anexo 9A : Cálculo de infiltración y Razón de Eficiencia de Filtros y drenes
Anexo 9B : Modelos de Infiltración por MEF

ANEXO 10 : **Análisis de Estabilidad**
Anexo 10A : Estabilidad Local – Contrafuerte
Anexo 10B : Estabilidad local – Presa de Ampliación

ANEXO 11 : **Planos**

ANEXO 12 : **Costos y Presupuestos**
Anexo 12A : Metrados
Anexo 12B : Presupuesto del Proyecto
Anexo 12C : Precios Unitarios
Anexo 12D : Cronograma

ANEXO 13 : **Especificaciones Técnicas**

ANEXO 1

REGISTRO DE CALICATAS Y TRINCHERAS

ANEXO 1A

**REGISTRO DE CALICATAS Y TRINCHERAS EN DEPÓSITO DE
RELAVES Y CIMENTACIÓN DE LA AMPLIACIÓN**

REGISTRO DE INVESTIGACIONES

**PROYECTO DE REFORZAMIENTO Y AMPLIACION
DEL ACTUAL DEPÓSITO DE RELAVES EN OPERACIÓN
PARA EL PROCESAMIENTO DE ORO EN LA LOCALIDAD
DE DE SAISA - AYACUCHO**

METODO DE EXCAV. Calicata
CALICATA **CA-1**
UBICACIÓN Corona antiguo deposito de relaves
NIVEL FREÁTICO No presenta
PROFUNDIDAD 3.00 m
FECHA 27/12/2008
DIMENSIONES 1.5 X 0.80 m.
COORDENADAS 557,620.84 E 8°331,672.14 N
REGISTRADO POR Julio A. Gonzales Lagos

(m)	PROF.	MUESTRA	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm ³)		GRAFICO	SUCS	DESCRIPCION
				Dh	Ds			
0.00								
1.00							ML	Limo de color marrón amarillento, húmedo, de consistencia blanda con presencia de lentes de arcillas y material heterogéneo.
2.00								
3.00		M1	10.01	1.51			ML	Limo, color gris, húmedo, de consistencia blanda. Presenta lentes de arcilla, arena y material heterogéneo. Los ensayos de laboratorio muestran los siguientes resultados: LL = NT, LP = NP, IP = NP; % de Gravas = 0; % de Arenas = 18; % de Finos = 82; P.E. = 2.71; Permeabilidad K = 9.18 x 10 ⁻⁴ cm/s. Los resultados de los ensayos triaxiales indican: C' = 0 Tn/m ² ; φ' = 23°; Cu = 0.2 Tn/m ² ; Øu = 19.30°
4.00								
5.00								

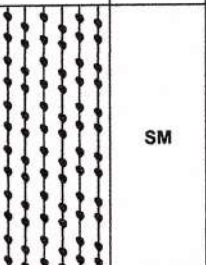

OBSERVACIONES:

- Muestreo y Ensayo de Densidad de Campo (Prof: 2.20 - 2.30 m)

REGISTRO DE INVESTIGACIONES

**PROYECTO DE REFORZAMIENTO Y AMPLIACION
DEL ACTUAL DEPÓSITO DE RELAVES EN OPERACIÓN
PARA EL PROCESAMIENTO DE ORO EN LA LOCALIDAD
DE SAISA - AYACUCHO**

METODO DE EXCAV. Calicata
CALICATA CA - 2
UBICACIÓN Nivel medio Antiguo Depósito de Relaves
NIVEL FREÁTICO No presenta
PROFUNDIDAD 2.10 m
FECHA 27/12/2008
DIMENSIONES 1.5 X 0.80 m.
COORDENADAS 557,635.03 E 8'331,653.14 N
REGISTRADO POR Tec. Freddy Rojas Herrera

(m)	PROF.	MUESTRA	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm ³)		GRAFICO	SUCS	DESCRIPCION
				Dh	Ds			
0.00								
1.00		M1	2.52	1.97			SM	Arena limosa, color marrón amarillento, medianamente húmedo y compacto con presencia de bolonerías entre 30 - 40 cm. de tamaño. Los ensayos de laboratorio muestran los siguientes resultados: LL = NT, LP = NT, IP = NT; % de Gravas = 24; % de Arenas = 55; % de Finos = 21.
1.20								
2.00							SP	Arena Gravosa, color gris, compacta, húmeda. Presenta bolonería entre 30 a 40 cm. de tamaño.
2.10								
3.00								
4.00								
5.00								



OBSERVACIONES:

- Muestreo y Ensayo de Densidad de Campo (Prof: 1.90 - 2.10 m)

REGISTRO DE INVESTIGACIONES

PROYECTO DE REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL DEPÓSITO DE RELAVES EN OPERACIÓN PARA EL PROCESAMIENTO DE ORO EN LA LOCALIDAD DE SAISA - AYACUCHO

METODO DE EXCAV. Calicata
CALICATA **CA - 3**
UBICACIÓN Cimentación ampliación depósito de relaves
NIVEL FREÁTICO No presenta
PROFUNDIDAD 2.10 m
FECHA 27/12/2008
DIMENSIONES 1.5 X 0.80 m.
COORDENADAS 557,647.27 E 8'331,633.12 N
ELABORADO POR Tec. Freddy Rojas Herrera

Profundidad (m)	PROF.	MUESTRA	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm ³)		GRAFICO	SUCS	DESCRIPCION
				Dh	Ds			
0.00								
0.50							ML	Limo arenoso, color marrón amarillento, medianamente compacto con gravas de color marrón amarillento, húmedo, de consistencia blanda con presencia de lentes de arcillas y material heterogéneo.
1.00		M1	1.42				GP	Grava pobremente graduada con arena, color gris, consistencia compacta. Presenta bolonería entre 30 - 40 cm de tamaño. Los ensayos de laboratorio muestran los siguientes resultados: LL = NT, LP = NT, IP = NT; % de Gravas = 54; % de Arenas = 42; % de Finos = 4.
2.00								
2.10								
3.00								
4.00								
5.00								

OBSERVACIONES:
- La calicata no se profundizó más por la presencia de bolonerías de gran tamaño.

REGISTRO DE INVESTIGACIONES

**PROYECTO DE REFORZAMIENTO Y AMPLIACION
DEL ACTUAL DEPÓSITO DE RELAVES EN OPERACIÓN
PARA EL PROCESAMIENTO DE ORO EN LA LOCALIDAD
DE SAISA - AYACUCHO**

METODO DE EXCAV. Calicata
CALICATA CA - 4
UBICACIÓN Cimentación ampliación depósito de relaves
NIVEL FREÁTICO No presenta
PROFUNDIDAD 3.00 m
FECHA 27/12/2008
DIMENSIONES 1.5 X 0.80 m.
COORDENADAS 557673.68 E 8'331,605.64 N
ELABORADO POR Tec. Freddy Rojas Herrera


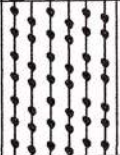
(m)	PROF.	MUESTRA	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm ³)		GRAFICO	SUCS	DESCRIPCION
				Dh	Ds			
0.00				1.5			ML	Limo de color marrón amarillento, de consistencia compacta, con presencia de micas y bolonería entre 20 - 30 cm de tamaño.
0.50						•••••	SM	Arena limosa de color gris, de consistencia compacta con presencia de micas y de bolonería de 30 - 50 cm de tamaño.
1.00						•••••		
2.00						•••••		
2.40						•••••		
3.00		M1	0.28			•••••	GP	Grava mal graduada, color gris, de baja humedad y consistencia compacta. Presenta bolonería de 20 a 30 cm de tamaño. Los ensayos de laboratorio muestran los siguientes resultados: LL = NT, LP = NP, IP = NT; % de Gravas = 64, % de Arenas = 34, % de Finos = 2; P.E = 2.70. Permeabilidad (K) = 9.3079 x 10 ⁻⁴ cm/s.
4.00								
5.00								

OBSERVACIONES:
 - La calicata no se profundizó más por la presencia de bolonerías de gran tamaño.

REGISTRO DE INVESTIGACIONES

**PROYECTO DE REFORZAMIENTO Y AMPLIACION
DEL ACTUAL DEPÓSITO DE RELAVES EN OPERACIÓN
PARA EL PROCESAMIENTO DE ORO EN LA LOCALIDAD
DE SAISA - AYACUCHO**

METODO DE EXCAV. Calicata
CALICATA CA - 5
UBICACIÓN Corona depósito de relaves en operación
NIVEL FREÁTICO No presenta
PROFUNDIDAD 2.50 m
FECHA 27/12/2008
DIMENSIONES 1.5 X 0.80 m.
COORDENADAS 557,685.27 E 8'331,723.08 N
ELABORADO POR Tec. Freddy Rojas Herrera

(m)	PROF.	MUESTRA	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm ³)		GRAFICO	SUCS	DESCRIPCION
				Dh	Ds			
0.00								
1.00		M1	21.37				GP-GM	Grava limosa mal graduada, color marrón amarillento, humedad alta, de consistencia blanda, con presencia de lentes de arcillas y material heterogéneo. Los ensayos de laboratorio muestran los siguientes resultados: LL = 21.21, LP = NP, IP = NT; % de Gravas = 52; % de Arenas = 36; % de Finos = 12. Permeabilidad (K) = 5.8461 x 10 ⁻⁶ cm/s
1.80								
2.00				1.60			SM	Arena limosa, color gris, de humedad alta, consistencia blanda. Presenta lentes de arcilla.
2.50								
3.00								
4.00								
5.00								

OBSERVACIONES:

- La calicata no se profundizó más por la presencia de boloneras de gran tamaño.

REGISTRO DE INVESTIGACIONES

**PROYECTO DE REFORZAMIENTO Y AMPLIACION
DEL ACTUAL DEPÓSITO DE RELAVES EN OPERACIÓN
PARA EL PROCESAMIENTO DE ORO EN LA LOCALIDAD
DE SAISA - AYACUCHO**

METODO DE EXCAV. Calicata
CALICATA CA - 6
UBICACIÓN Cimentación ampliación depósito de relaves
NIVEL FREÁTICO No presenta
PROFUNDIDAD 1.00 m
FECHA 27/12/2008
DIMENSIONES 1.5 X 0.80 m.
COORDENADAS 557,710.75 E 8'331,694.81 N
ELABORADO POR Tec. Freddy Rojas Herrera


(m)	PROF.	MUESTRA	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm3)		GRAFICO	SUCS	DESCRIPCION
				Dh	Ds			
0.00				1.98			SM	Arena limosa, color marrón amarillento, no plástico, suelto, con gravillas pequeñas, medianamente compacto.
0.30								
1.00		M1	1.42				SM	Arena limosa, color marrón amarillento no plástico, medianamente compacto. Presenta bolonería entre 40 a 50 cm de tamaño. Los ensayos de laboratorio muestran los siguientes resultados: LL = NT, LP = NP, IP = NP; % de Gravas = 20; % de Arenas = 62; % de Finos = 18.
2.00								
3.00								
4.00								
5.00								

OBSERVACIONES:

REGISTRO DE INVESTIGACIONES

**PROYECTO DE REFORZAMIENTO Y AMPLIACION
DEL ACTUAL DEPÓSITO DE RELAVES EN OPERACIÓN
PARA EL PROCESAMIENTO DE ORO EN LA LOCALIDAD
DE SAISA - AYACUCHO**

METODO DE EXCAV. Calicata
CALICATA **CA - 7**
UBICACIÓN Cimentación apliación depósito de relaves
NIVEL FREÁTICO No presenta
PROFUNDIDAD 1.70 m
FECHA 27/12/2008
DIMENSIONES 1.5 X 0.80 m.
COORDENADAS 557,722.73 E 8'331,675.91 N
ELABORADO POR Tec. Freddy Rojas Herrera

(m)	PROF.	MUESTRA	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm ³)		GRAFICO	SUCS	DESCRIPCION
				Dh	Ds			
0.00								
1.00		M1	0.7	1.64		SM	Arena limosa, color marrón amarillento, baja humedad, no plástico, compacta. Presenta gravillas y bolonería entre 60 a 100 cm de tamaño. Los ensayos de laboratorio muestran los siguientes resultados: LL = NT, LP = NP, IP = NP; % de Gravas = 11; % de Arenas = 76; % de Finos = 13; P.E. = 2.72. Permeabilidad (K) = 2,5612 x 10 ⁻⁴ cm/s. Los resultados de los ensayos triaxiales indican: C' = 0 Tn/m ² ; Ø' = 36.30°; Cu = 5 Tn/m ² ; Øu = 31.03°	
1.70								
3.00								
4.00								
5.00								

OBSERVACIONES:

- La calicata no se profundizó más por la presencia de bolonerías de gran tamaño.

REGISTRO DE INVESTIGACIONES

**PROYECTO DE REFORZAMIENTO Y AMPLIACION
DEL ACTUAL DEPÓSITO DE RELAVES EN OPERACIÓN
PARA EL PROCESAMIENTO DE ORO EN LA LOCALIDAD
DE SAISA - AYACUCHO**

METODO DE EXCAV. Calicata
CALICATA CA - 8
UBICACIÓN Corona depósito de relaves en operación
NIVEL FREÁTICO No presenta
PROFUNDIDAD 2.10 m
FECHA 27/12/2008
DIMENSIONES 1.5 X 0.80 m.
COORDENADAS 557,714.91 E 8'331,745.91 N
ELABORADO POR Tec. Freddy Rojas Herrera


(m)	PROF.	MUESTRA	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm ³)		GRAFICO	SUCS	DESCRIPCION
				Dh	Ds			
0.00								
1.00		M1	9.82	1.75			ML	Limo arenoso, color marrón amarillento, con humedad media, consistencia blanda, con presencia de arcillas. Los ensayos de laboratorio muestran los siguientes resultados: LL = NT, LP = NP, IP = NP; % de Gravas = 0; % de Arenas = 38; % de Finos = 62.
2.00								
2.10								
3.00								
4.00								
5.00								

OBSERVACIONES:

REGISTRO DE INVESTIGACIONES

**PROYECTO DE REFORZAMIENTO Y AMPLIACION
DEL ACTUAL DEPÓSITO DE RELAVES EN OPERACIÓN
PARA EL PROCESAMIENTO DE ORO EN LA LOCALIDAD
DE DE SAISA - AYACUCHO**

METODO DE EXCAV. Calicata
CALICATA **CA - 9**
UBICACIÓN Cimentación ampliación depósito de relaves
NIVEL FREÁTICO No presenta
PROFUNDIDAD 1.60 m
FECHA 28/12/2008
DIMENSIONES 1.5 X 0.80 m.
COORDENADAS 557,743.92 E 8°331,721.84 N
ELABORADO POR Tec. Freddy Rojas Herrera

(m)	PROF.	MUESTRA	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm ³)		GRAFICO	SUCS	DESCRIPCION
				Dh	Ds			
0.00								
1.00		M1	4.31	1.91			SM	Arena limosa, color marrón amarillento, humedad media, consistencia blanda. Presenta lentes de arcilla y material heterogéneo. Los ensayos de laboratorio muestran los siguientes resultados: LL = NT, LP = NP, IP = NP; % de Gravas = 25; % de Arenas = 59; % de Finos = 16.
1.60								
2.00								
3.00								
4.00								
5.00								


OBSERVACIONES:

- La calicata no se profundizó más por la presencia de boloneras de gran tamaño.

REGISTRO DE INVESTIGACIONES

**PROYECTO DE REFORZAMIENTO Y AMPLIACION
DEL ACTUAL DEPÓSITO DE RELAVES EN OPERACIÓN
PARA EL PROCESAMIENTO DE ORO EN LA LOCALIDAD
DE SAISA - AYACUCHO**

METODO DE EXCAV. Calicata
CALICATA CA - 10
UBICACIÓN Cimentación ampliación depósito de relaves
NIVEL FREÁTICO No presenta
PROFUNDIDAD 1.80 m
FECHA 28/12/2008
DIMENSIONES 1.5 X 0.80 m.
COORDENADAS 557,755.97 E 8'331,711.09 N
ELABORADO POR Tec. Freddy Rojas Herrera

(m)	PROF.	MUESTRA	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm ³)		GRAFICO	SUCS	DESCRIPCION
				Dh	Ds			
0.00								
1.00		M1	0.86	1.84		SM	Arena limosa, color marrón amarillento, baja humedad, consistencia suelta. Presenta bolonería de 20 a 30 cm de tamaño. Los ensayos de laboratorio muestran los siguientes resultados: LL = NT, LP = NP, IP = NP; % de Gravas = 19; % de Arenas = 63; % de Finos = 18; P.E = 2.73 Kg/m ³ ; Permeabilidad (K) = 1.1117 x 10 ⁻⁴ cm/s.	
1.80								
2.00								
3.00								
4.00								
5.00								

OBSERVACIONES:
 - La calicata no se profundizó más por la presencia de bolonerías de gran tamaño.

REGISTRO DE INVESTIGACIONES

**PROYECTO DE REFORZAMIENTO Y AMPLIACION
DEL ACTUAL DEPÓSITO DE RELAVES EN OPERACIÓN
PARA EL PROCESAMIENTO DE ORO EN LA LOCALIDAD
DE SAISA - AYACUCHO**

METODO DE EXCAV. Trinchera
CALICATA T - 1
UBICACIÓN Talud antiguo depósito de relaves
NIVEL FREÁTICO No presenta
PROFUNDIDAD 1.50 m
FECHA 28/12/2008
DIMENSIONES 1.5 X 0.80 m.
COORDENADAS 557,628.98 E 8'331,660.91 N
ELABORADO POR Tec. Freddy Rojas Herrera

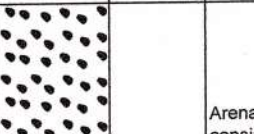
(m)	PROF.	MUESTRA	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm ³)		GRAFICO	SUCS	DESCRIPCION
				Dh	Ds			
0.00								
1.00		M1	10.69	1.69			ML	Limos arenosos, color amarillo rojizo, con alta humedad, medianamente compacto. Con presencia de lentes de arena y arcilla. Los ensayos de laboratorio muestran los siguientes resultados: LL = NT, LP = NP, IP = NP; % de Gravas = 0; % de Arenas = 19; % de Finos = 81; P.E = 2.77.
1.50								
2.00								
3.00								
4.00								
5.00								

OBSERVACIONES:

REGISTRO DE INVESTIGACIONES

**PROYECTO DE REFORZAMIENTO Y AMPLIACION
DEL ACTUAL DEPÓSITO DE RELAVES EN OPERACIÓN
PARA EL PROCESAMIENTO DE ORO EN LA LOCALIDAD
DE DE SAISA - AYACUCHO**

METODO DE EXCAV. Trinchera
CALICATA T - 2
UBICACIÓN Talud depósito de relaves en operación
NIVEL FREÁTICO No presenta
PROFUNDIDAD 1.50 m
FECHA 28/12/2008
DIMENSIONES 1.5 X 0.80 m.
COORDENADAS 557,693.71 E 8'331,713.28 N
ELABORADO POR Tec. Freddy Rojas Herrera

(m)	PROF.	MUESTRA	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm ³)		GRAFICO	SUCS	DESCRIPCION
				Dh	Ds			
0.00								
1.00		M1	6.73	1.79			SM	Arena limosa con gravas, color marrón amarillento, de humedad media, consistencia suelta. Presencia de bolonería de 20 a 30 cm. Los ensayos de laboratorio muestran los siguientes resultados: LL = NT, LP = NP, IP = NP; % de Gravas = 28; % de Arena = 57; % de Finos = 15; PE = 2.79; Permeabilidad (K) = 8.1017 x 10 ⁻⁵ cm/s. Los resultados de los ensayos triaxiales indican: C' = 0 Tn/m ² ; Ø' = 34.70°; Cu = 2 Tn/m ² ; Øu = 33.03°
1.50								
2.00								
3.00								
4.00								
5.00								


OBSERVACIONES:

- La trinchera no se profundizó más por la presencia de bolonerías de gran tamaño.

REGISTRO DE INVESTIGACIONES

**PROYECTO DE REFORZAMIENTO Y AMPLIACION
DEL ACTUAL DEPÓSITO DE RELAVES EN OPERACIÓN
PARA EL PROCESAMIENTO DE ORO EN LA LOCALIDAD
DE DE SAISA - AYACUCHO**

METODO DE EXCAV. Trinchera
UBICATA **T - 3**
UBICACIÓN Talud depósito de relaves en operación
NIVEL FREÁTICO No presenta
PROFUNDIDAD 1.40 m
FECHA 28/12/2008
DIMENSIONES 1.5 X 0.80 m.
COORDENADAS 557,723.86 E 8°331,738.18 N
ELABORADO POR Tec. Freddy Rojas Herrera

(m)	PROF.	MUESTRA	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm ³)		GRAFICO	SUCS	DESCRIPCION
				Dh	Ds			
0.00								
1.00		M1	9.49				SP-SM	Arena limosa mal graduada, color marrón amarillento, medianamente húmeda, no plástica. Presenta bolonería entre 70 a 90 cm de tamaño. Los ensayos de laboratorio muestran los siguientes resultados: LL = NT, LP = NP, IP = NP; % de Gravas = 27; % de Arena = 62; % de Finos = 11; PE = 2.75; Permeabilidad (K) = 1.7088 x 10 ⁻⁴ cm/s.
1.40								
2.00								
3.00								
4.00								
5.00								

OBSERVACIONES:

- La trinchera no se profundizó más por la presencia de bolonerías de gran tamaño.

REGISTRO DE INVESTIGACIONES

**PROYECTO DE REFORZAMIENTO Y AMPLIACION
DEL ACTUAL DEPÓSITO DE RELAVES EN OPERACIÓN
PARA EL PROCESAMIENTO DE ORO EN LA LOCALIDAD
DE SAISA - AYACUCHO**

METODO DE EXCAV. Trinchera
CALICATA T - 4
UBICACIÓN Talud depósito de relaves en operación
NIVEL FREÁTICO No presenta
PROFUNDIDAD 1.70 m
FECHA 27/12/2008
DIMENSIONES 1.5 X 0.80 m.
COORDENADAS 557,660.98 E 8'331,690.23 N
ELABORADO POR Tec. Freddy Rojas Herrera

(m)	PROF.	MUESTRA	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm ³)		GRAFICO	SUCS	DESCRIPCION
				Dh	Ds			
0.00								
0.70		M1	6.32				ML	Limo arenoso, color marrón amarillento, de baja humedad, ligeramente compacto. Presencia de lentes de arcilla. Los ensayos de laboratorio muestran los siguientes resultados: LL = NT, LP = NP, IP = NP; % de Gravas = 0; % de Arena = 37; % de Finos = 63; PE = 2.76.
1.00		M2	6.01	1.76		• •	SM	Arena limosa con gravas, color marrón, de baja humedad, compacta. Presenta bolonerías de 20 a 30 cm de tamaño. Los ensayos de laboratorio muestran los siguientes resultados: LL = NT, LP = NP, IP = NP; % de Gravas = 27; % de Arena = 50; % de Finos = 23; PE = 2.76.
1.70								
2.00								
3.00								
4.00								
5.00								

OBSERVACIONES:
 - La trinchera no se profundizó más por la presencia de bolonerías de gran tamaño.

ANEXO 1B

REGISTRO DE CALICATAS EN CANTERAS

REGISTRO DE INVESTIGACIONES

**PROYECTO DE REFORZAMIENTO Y AMPLIACION
DEL ACTUAL DEPÓSITO DE RELAVES EN OPERACIÓN
PARA EL PROCESAMIENTO DE ORO EN LA LOCALIDAD
DE SAISA - AYACUCHO**

METODO DE EXCAV. Muestreo Cantera
CALICATA **CAN - 1**
UBICACIÓN Antiguo depósito de relaves
NIVEL FREÁTICO No presenta
PROFUNDIDAD 1.00 m
FECHA 27/12/2008
DIMENSIONES 1.5 X 0.80 m.
COORDENADAS 557,605.00 E 8'331,707.00 N
ELABORADO POR Tec. Freddy Rojas Herrera

(m)	PROF.	MUESTRA	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm ³)		GRAFICO	SUCS	DESCRIPCION
				Dh	Ds			
0.00		M1	1.08				ML	Limo arenoso, color marrón amarillento, escasa humedad, consistencia blanda. Presenta lentes de arcilla y material heterogéneo. Los ensayos de laboratorio muestran los siguientes resultados: LL = NT, LP = NP, IP = NP; % de Gravas = 0; % de Arena = 34; % de Finos = 66; PE = 2.79; Permeabilidad (K) = 1.3076 x 10 ⁻⁴ cm/s; Densidad seca máxima = 1.75 gr/cm ³ ; Humedad Optima = 11.01%. Los resultados de los ensayos triaxiales indican: C' = 0 Tn/m ² ; Ø' = 34.70°; Cu = 2 Tn/m ² ; Øu = 33.03°
1.00								
2.00		M1						
3.00								
4.00								
5.00								

OBSERVACIONES:

REGISTRO DE INVESTIGACIONES

**PROYECTO DE REFORZAMIENTO Y AMPLIACION
DEL ACTUAL DEPÓSITO DE RELAVES EN OPERACIÓN
PARA EL PROCESAMIENTO DE ORO EN LA LOCALIDAD
DE DE SAISA - AYACUCHO**

METODO DE EXCAV. Muestreo Cantera
CALICATA **CAN - 2**
UBICACIÓN Antiguo depósito de relaves
NIVEL FREÁTICO 0.80 m
PROFUNDIDAD 0.80 m
FECHA 27/12/2008
DIMENSIONES 1.5 X 0.80 m.
COORDENADAS 557,634.00 E 8'331,723.00 N
ELABORADO POR Tec. Freddy Rojas Herrera


(m)	PROF.	MUESTRA	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm ³)		GRAFICO	SUCS	DESCRIPCION
				Dh	Ds			
0.00								
0.80		M1	33.85				ML	Limo, color marrón amarillento, humedad alta, de consistencia blanda. Presencia de lentes de arcillas y material heterogéneo. Los ensayos de laboratorio muestran los siguientes resultados: LL = 40.75%, LP = 35.69%, IP = 5.06%; % de Gravas = 0, % de Arena = 3, % de Finos = 97; PE = 2.79; Permeabilidad (K) = 2.5619 x 10 ⁻⁴ cm/s.
1.00								
2.00								
3.00								
4.00								
5.00								

OBSERVACIONES:

REGISTRO DE INVESTIGACIONES

**PROYECTO DE REFORZAMIENTO Y AMPLIACION
DEL ACTUAL DEPÓSITO DE RELAVES EN OPERACIÓN
PARA EL PROCESAMIENTO DE ORO EN LA LOCALIDAD
DE DE SAISA - AYACUCHO**

METODO DE EXCAV. Muestreo Cantera
CALICATA **CAN - 3**
UBICACIÓN Aguas arriba depósito de relaves
NIVEL FREÁTICO No presenta
PROFUNDIDAD 0.50 m
FECHA 27/12/2008
DIMENSIONES 1.5 X 0.80 m.
COORDENADAS 557,179.00 E 8°332,613.00 N
ELABORADO POR Tec. Freddy Rojas Herrera

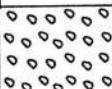
(m)	PROF.	MUESTRA	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm ³)		GRAFICO	SUCS	DESCRIPCION
				Dh	Ds			
0.00								
0.50		M1	2.46				SP-SM	Arena limosa con gravas mal graduadas, color marrón amarillento. Presenta gravas y bolonería. Los ensayos de laboratorio muestran los siguientes resultados: LL = NT, LP = NP, IP = NP; % de Gravas = 24; % de Arena = 65; % de Finos = 11; PE = 2.74; Permeabilidad (K) = 2.7562 x 10 ⁻⁴ . Los resultados del ensayo de corte directo indican: C' = 0.2 Tn/m ² ; Ø' = 32.24°. Densidad máxima = 2.02 gr/cm ³ ; Densidad mínima = 1.57 gr/cm ³ .
1.00								
2.00								
3.00								
4.00								
5.00								

OBSERVACIONES:

REGISTRO DE INVESTIGACIONES

**PROYECTO DE REFORZAMIENTO Y AMPLIACION
DEL ACTUAL DEPÓSITO DE RELAVES EN OPERACIÓN
PARA EL PROCESAMIENTO DE ORO EN LA LOCALIDAD
DE DE SAISA - AYACUCHO**

METODO DE EXCAV. Muestreo Cantera
CALICATA **CAN - 4**
UBICACIÓN Margen izquierda depósito de relaves
NIVEL FREÁTICO No presenta
PROFUNDIDAD 0.4 m
FECHA 27/12/2008
DIMENSIONES 1.5 X 0.80 m.
COORDENADAS 557,854.00 E 8'331,840.00 N
ELABORADO POR Tec. Freddy Rojas Herrera

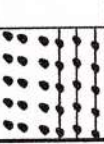
(m)	PROF.	MUESTRA	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm ³)		GRAFICO	SUCS	DESCRIPCION
				Dh	Ds			
0.00								
0.40		M1	2.51				SW-SM	Arena limosa bien graduada, color marrón amarillento, humedad baja, compacta. Los ensayos de laboratorio muestran los siguientes resultados: LL = NT, LP = NP, IP = NP; % de Gravas = 38; % de Arena = 51; % de Finos = 11; PE = 2.77; Permeabilidad (K) = 8.1861 x 10 ⁻⁵ cm/s. Densidad seca máxima = 2.19 gr/cm ³ ; Humedad Optima = 6.51%. Los resultados de los ensayos triaxiales indican: C' = 0 Tn/m ² ; Ø' = 38.30°; Cu = 2 Tn/m ² ; Øu = 35.90°
1.00								
2.00								
3.00								
4.00								
5.00								

OBSERVACIONES:

REGISTRO DE INVESTIGACIONES

**PROYECTO DE REFORZAMIENTO Y AMPLIACION
DEL ACTUAL DEPÓSITO DE RELAVES EN OPERACIÓN
PARA EL PROCESAMIENTO DE ORO EN LA LOCALIDAD
DE DE SAISA - AYACUCHO**

METODO DE EXCAV. Muestreo Cantera
CALICATA **CAN - 5**
UBICACIÓN Margen derecha depósito de relaves
NIVEL FREÁTICO No presenta
PROFUNDIDAD 0.40 m
FECHA 27/12/2008
DIMENSIONES 1.5 X 0.80 m.
COORDENADAS 557,583.00 E 8°331,542.00 N
ELABORADO POR Tec. Freddy Rojas Herrera

(m)	PROF.	MUESTRA	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm ³)		GRAFICO	SUCS	DESCRIPCION
				Dh	Ds			
0.00		M1	2.46				SP-SM	Arena limosa con grava mal graduada, color marrón claro, escasa humedad. Presenta gravillas y bolonería. Los ensayos de laboratorio muestran los siguientes resultados: LL = NT, LP = NP, IP = NP; % de Gravas = 20; % de Arena = 73; % de Finos = 7; PE = 2.76; Permeabilidad (K) = 8.9521 x 10 ⁻⁴ cm/s. Densidad seca máxima = 2.00 gr/cm ³ ; Humedad Optima = 7.89%.
0.50								
1.00								
2.00								
3.00								
4.00								
5.00								

OBSERVACIONES:

ANEXO 1C

SONDAJES – PERFORACIONES DIAMANTINAS

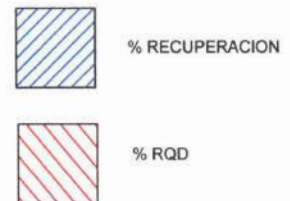
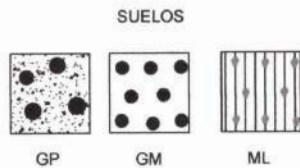
"PROYECTO DE REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL DEPOSITO DE RELAVES EN OPERACION PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES EN LA OCALIDAD DE SAISA AYACUCHO"

REGISTRO DE PERFORACION : SONDEO DDH-002

UBICACION	: VASO PROYECTADO	INCLINACION DEL SONDEO	: 90°
ESTRUCTURA	: PRESA DE AMPLIACION	NIVEL FREATICO (m)	: NO SE ENCONTRO
COORDENADAS	: 557,728.460 E	EQUIPO	: JKS - 37
	: 8'332,702.090 N		
PROFUNDIDAD EJECUTADA (m)	: 55.40 m.		

PROFUNDIDAD (m)	DIAMETRO		NIVEL FREATICO	PERDIDA DE AGUA % COLOR	Nº DE CAJAS DE TESTIGOS	DESCRIPCION LITOLOGICA	PERFIL GEOLOGICO	SUCS (DESCRIPCION BASADA EN OBSERVACION DE CAMPO)	LONGITUD DE CORRIDA DE PERFORACION (m)	RECUPERACION (%) RQD (%)	PARAMETROS DE SUELOS				PARAMETROS DE ROCA		
	PERFORACION	REVESTIMIENTO									SPT	METEORIZACION	RESISTENCIA	FRACTURAMIENTO			
0.00						SUELO ARENO LIMOSO CON GRAVA, DE COLOR BEIGE OSCURO LIGERAMENTE HUMEDO, PLASTICIDAD MEDIA. LA GRAVA ES MEDIA A GRUESA, DE FORMA SUBANGULOSA.		SM	1.00	25	30						
2.00									1.00	25	30						
4.00						GRAVA MAL GRADADA CON BOLONERIA DE ROCA DE FORMA SUBANGULOSA A ANGULOSA, PREDOMINANTEMENTE DE INTRUSIVOS ALTERADOS. LA MUESTRA EXTRAIDA PRESENTA MATRIZ ARENO LIMOSA. LOS BOLONES DE ROCA TIENE UN TAMAÑO MAXIMO DE 15 CM.		GP	1.00	25	30						
6.00									1.00	25	30						
8.00									1.00	25	30						
10.00	HQ			PERF. SECO					1.00	25	30						
12.00				20 %					0.50	25	30						
14.00				CREMA OSCURO PERDIDA 20 %					1.00	25	30						
16.00						GRAVA LIMOSA MAL GRADADA CON BOLONERIA DE ROCA DE FORMA SUBANGULOSA A ANGULOSA, MEDIANAMENTE COMPACTO. LA MUESTRA EXTRAIDA PRESENTA MATRIZ ARENO LIMOSA. LOS BOLONES DE ROCA TIENE UN TAMAÑO MAXIMO DE 25 CM.		GP-GM	1.00	25	30						
18.00									1.00	25	30						
20.00									1.00	25	30						
9.40									1.00	25	30						
10.00									1.00	25	30						
									1.00	25	30						

LEYENDA



DDH-002

COD.

"PROYECTO DE REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL DEPOSITO DE RELAVES EN OPERACION PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES EN LA OCALIDAD DE SAISA AYACUCHO"

REGISTRO DE PERFORACION : **SONDEO DDH-002**

UBICACION	: <u>VASO PROYECTADO</u>	INCLINACION DEL SONDEO	: <u>90°</u>
ESTRUCTURA	: <u>PRESA DE AMPLIACION</u>	NIVEL FREATICO (m)	: <u>NO SE ENCONTRO</u>
COORDENADAS	: <u>557,728.460 E</u>	EQUIPO	: <u>JKS - 37</u>
	: <u>8°332,702.090 N</u>		
PROFUNDIDAD EJECUTADA (m)	: <u>55.40 m.</u>		

PROFUNDIDAD (m)	DIAMETRO		NIVEL FREATICO	PERDIDA DE AGUA % COLOR	N° DE CAJAS DE TESTIGOS	DESCRIPCION LITOLOGICA	PERFIL GEOLOGICO	SUCS (DESCRIPCION BASADA EN OBSERVACION DE CAMPO)	LONGITUD DE CORRIDA DE PERFORACION (m.)	RECUPERACION (%)		PARAMETROS DE SUELOS			PARAMETROS DE ROCA			
	PERFORACION	REVESTIMIENTO								RECUPERACION (%)	RQD (%)	SPT			METEORIZACION	RESISTENCIA	FRACTURAMIENTO	
0																		
2																		
4																		
6																		
8																		
10																		
12																		
14																		
16																		
18																		
20																		
22																		
24																		
26																		
28																		
30																		
32																		
34																		
36																		
38																		
40																		

LEYENDA

ROCA

 VOLCANICA



% RECUPERACION



% RQD

DDH-002

COD.

"PROYECTO DE REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL DEPOSITO DE RELAVES EN OPERACION PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES EN LA OCALIDAD DE SAISA AYACUCHO"

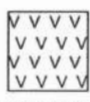
REGISTRO DE PERFORACION : **SONDEO DDH-002**

UBICACION	: <u>VASO PROYECTADO</u>	INCLINACION DEL SONDEO	: <u>90°</u>
ESTRUCTURA	: <u>PRESA DE AMPLIACION</u>	NIVEL FREATICO (m)	: <u>NO SE ENCONTRO</u>
COORDENADAS	: <u>557,728.460 E</u>	EQUIPO	: <u>JKS - 37</u>
	: <u>8'332,702.090 N</u>		
PROFUNDIDAD EJECUTADA (m)	: <u>55.40 m.</u>		

PROFUNDIDAD (m)	DIAMETRO		NIVEL FREATICO	PERDIDA DE AGUA % COLOR	N° DE CAJAS DE TESTIGOS	DESCRIPCION LITOLOGICA	PERFIL GEOLOGICO	SUCS (DESCRIPCION BASADA EN OBSERVACION DE CAMPO)	LONGITUD DE CORRIDA DE PERFORACION (m.)	RECUPERACION (%)		PARAMETROS DE SUELOS			PARAMETROS DE ROCA		
	PERFORACION	REVESTIMIENTO								RECUPERACION (%)	RQD (%)	SPT			METEORIZACION	RESISTENCIA	FRACTURAMIENTO
42	HQ					GRAVA LIMOSA MAL GRADADA CON BOLONERIA DE ROCA DE FORMA SUBANGULOSA A ANGULOSA, MEDIANAMENTE COMPACTO. LA MUESTRA EXTRAIDA PRESENTA MATRIZ ARENO LIMOSA. LOS BOLONES DE ROCA TIENE UN TAMAÑO MAXIMO DE 25 CM.	GP-GM	1.00	1.00								
44									1.00	1.00							
46									1.00	1.00							
48									1.00	1.00							
50									1.00	1.00							
52									1.00	1.00							
54									1.00	1.00							
56									1.00	1.00							
58									1.00	1.00							
60									1.00	1.00							
				23.00	N° 5	9.40 - 48.00 m											
						48.00 - 55.40 m	ROCA									1.01 x 10 ⁻⁷	

LEYENDA

ROCA



VOLCANICA



% RECUPERACION



% RQD

DDH-002

COD.

ANEXO 2

ENSAYOS DE DENSIDAD DE CAMPO

**“PROYECTO DE REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL DEPÓSITO DE RELAVES EN OPERACIÓN
PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - AYACUCHO”.**

ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO

UBICACIÓN: SAISA - LUCANAS - AYACUCHO
METODO: DENSIDAD NATURAL
ELABORADO POR: TEC. FREDDY ROJAS
REVISADO POR: ING. CARLOS CONDORI SANCHEZ
APROBADO POR: ING. JORGE SOTO YEN
CLIENTE: DYNACOR EXPLORACIONES DEL PERU S.A.

Punto de Muestreo	CA-1	CA-2	CA-4	CA-5
Fecha	27/12/2008	28/12/2008	28/12/2008	28/12/2008
Profundidad (m)	2.20 - 2.30	1.90 - 2.10	0.00 - 0.10	1.80 - 1.90
Peso de Material	2.510	3.008	2.413	2.994
Peso Arena + Equipo	5.000	5.000	5.000	5.000
Peso Arena que queda + Equipo	1.062	1.242	1.143	0.772
Peso de Arena en Cono	1.617	1.617	1.617	1.617
Peso Arena que queda Final	2.679	2.859	2.760	2.389
Peso Arena empleada	2.321	2.141	2.240	2.611
Densidad arena (gr/cm ³)	1.400	1.400	1.400	1.400
Volumen hueco (cm ³)	1.658	1.529	1.600	1.865
Densidad Suelo Húmedo (gr/cm³)	1.51	1.97	1.508	1.61

**“PROYECTO DE REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL DEPÓSITO DE RELAVES EN OPERACIÓN
PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - AYACUCHO”.**

ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO

UBICACIÓN: SAISA - LUCANAS - AYACUCHO
METODO: DENSIDAD NATURAL
ELABORADO POR: TEC. FREDDY ROJAS
REVISADO POR: ING. CARLOS CONDORI SANCHEZ
APROBADO POR: ING. JORGE SOTO YEN
CLIENTE: DYNACOR EXPLORACIONES DEL PERU S.A.

	CA-6	CA-7	CA-8	CA-9
Punto de Muestreo				
Fecha	27/12/2008	27/12/2008	27/12/2008	28/12/2008
Profundidad (m)	0.00 - 0.10	0.00 - 0.10	2.00 - 2.10	0.00 - 0.10
Peso de Material	3.120	2.908	2.941	3.142
Peso Arena + Equipo	5.000	5.000	5.000	5.000
Peso Arena que queda + Equipo	1.181	0.897	1.021	1.080
Peso de Arena en Cono	1.617	1.617	1.617	1.617
Peso Arena que queda Final	2.798	2.514	2.638	2.697
Peso Arena empleada	2.202	2.486	2.362	2.303
Densidad arena (gr/cm ³)	1.400	1.400	1.400	1.400
Volumen hueco (cm ³)	1.573	1.776	1.687	1.645
Densidad Suelo Húmedo (gr/cm³)	1.984	1.64	1.743	1.910

**“PROYECTO DE REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL DEPÓSITO DE RELAVES EN OPERACIÓN
PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - AYACUCHO”.**

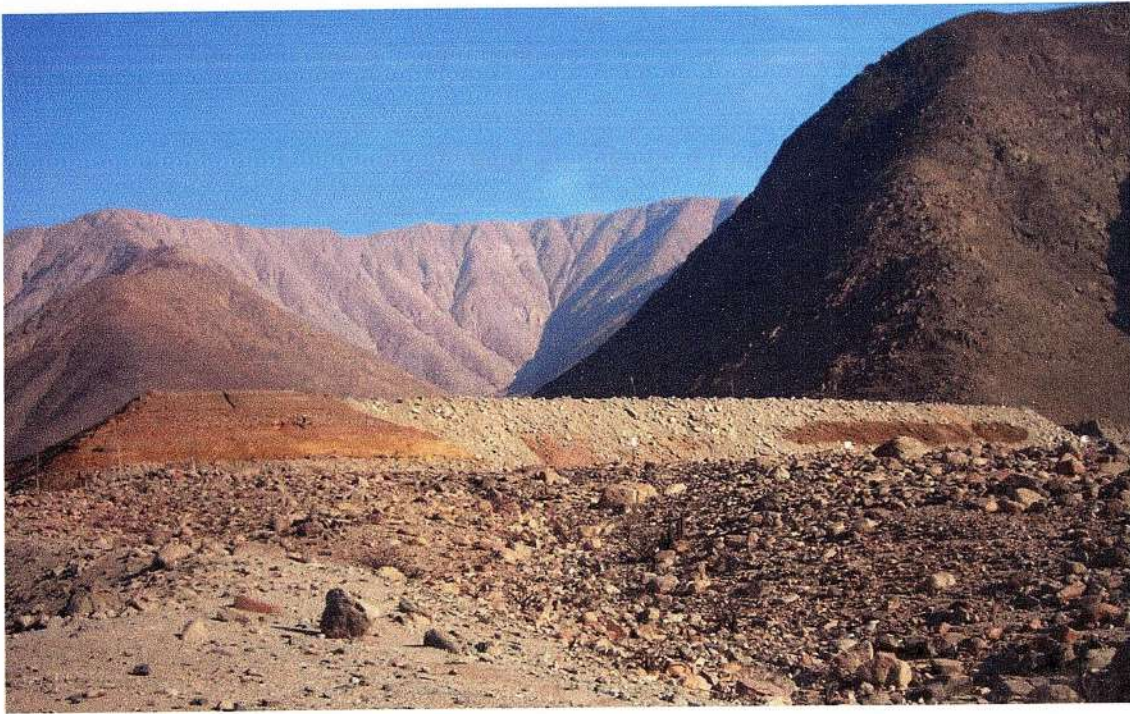
ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO

UBICACIÓN: SAISA - LUCANAS - AYACUCHO
METODO: DENSIDAD NATURAL
ELABORADO POR: TEC. FREDDY ROJAS
REVISADO POR: ING. CARLOS CONDORI SANCHEZ
APROBADO POR: ING. JORGE SOTO YEN
CLIENTE: DYNACOR EXPLORACIONES DEL PERU S.A.

Punto de Muestreo	CA-10	T-1	T-2	T-4
Fecha	28/12/2008	28/12/2008	28/12/2008	28/12/2008
Profundidad (m)	0.00 - 0.10	1.50 - 1.60	1.50 - 1.60	1.70 - 1.80
Peso de Material	2.460	2.809	2.789	2.772
Peso Arena + Equipo	5.000	5.000	5.000	5.000
Peso Arena que queda + Equipo	1.520	1.054	1.213	1.182
Peso de Arena en Cono	1.617	1.617	1.617	1.617
Peso Arena que queda Final	3.137	2.671	2.830	2.799
Peso Arena empleada	1.863	2.329	2.170	2.201
Densidad arena (gr/cm ³)	1.400	1.400	1.400	1.400
Volumen hueco (cm ³)	1.331	1.664	1.550	1.572
Densidad Suelo Húmedo (gr/cm³)	1.849	1.69	1.799	1.763

ANEXO 3

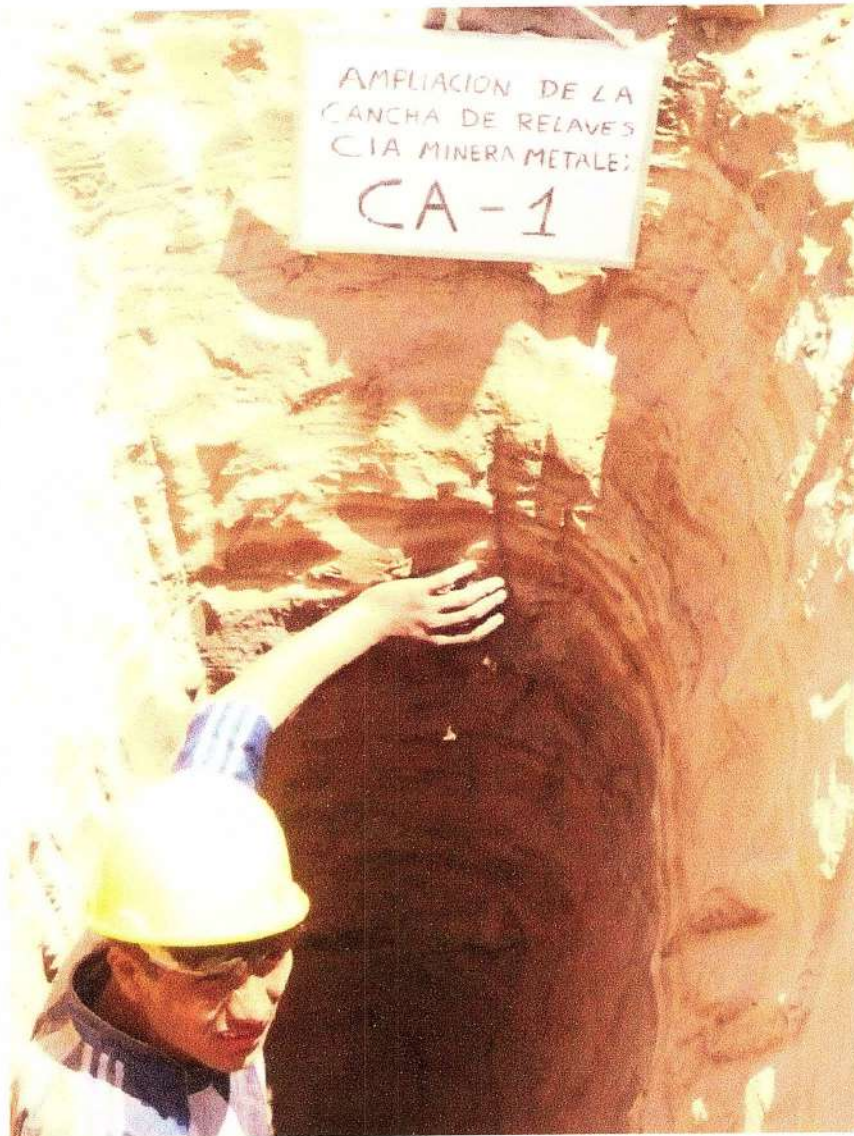
PANEL FOTOGRAFICO



Fotografía N° 01: Vista panorámica del depósito de relaves Metalex.



Fotografía N° 02: Vista de la descarga de los relaves en el depósito actual Metalex.



Fotografía Nº 03: Vista de la Calicata CA-1 ubicada en la corona del antiguo depósito de relaves. Se observa la presencia de limos y lentes de arcilla en su conformación.



Fotografía N° 04: Vista de la Calicata CA-2 ubicada en el nivel intermedio del antiguo depósito de relaves. Se observa la presencia de arena limosa y bolonería entre 0.30 -0. 40 m.



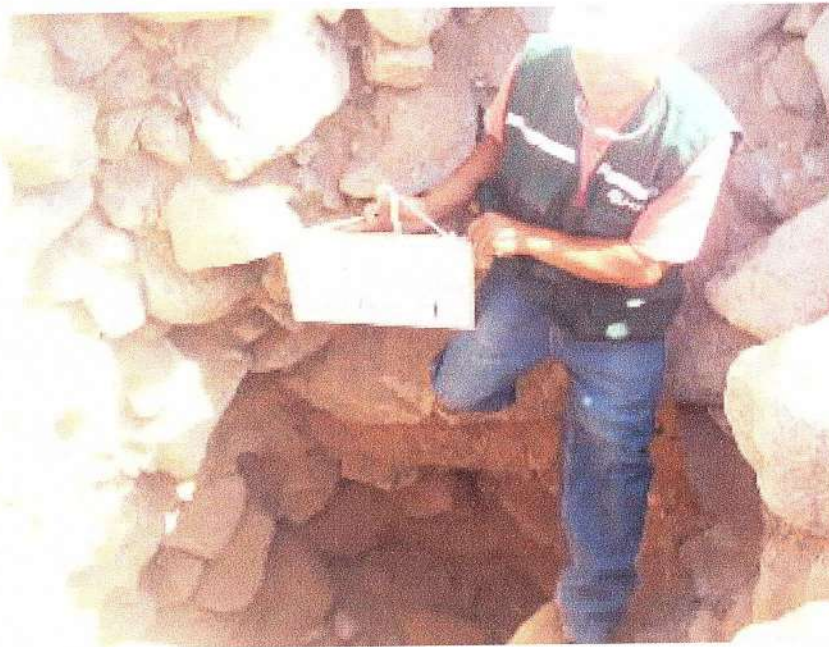
Fotografía N° 05: Calibración de equipos y ejecución de la prueba de densidad de campo en la Calicata CA-2.



Fotografía N° 06: Vista de la Calicata CA-3 ubicada en la cimentación de la ampliación del depósito de relaves. Se observa la presencia de limo arenoso superficial y grava con mala gradación en niveles inferiores. Presencia de bolonería de 0.30 –0.40 m.



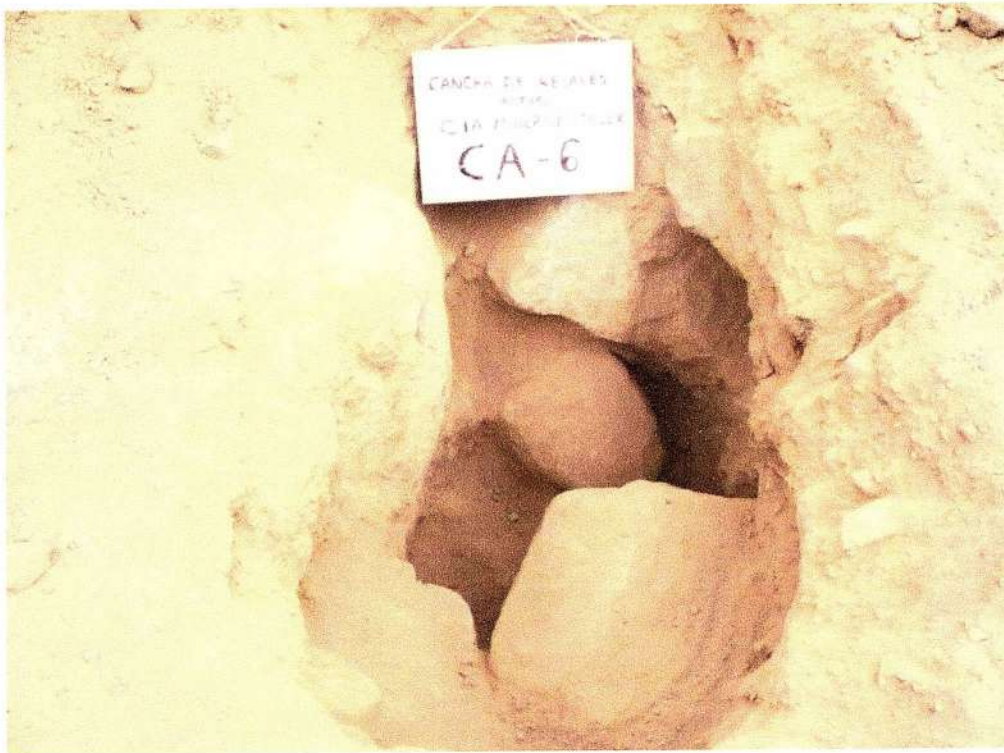
Fotografía N° 07: Vista de la Calicata CA-4 ubicada en la cimentación de la ampliación del depósito de relaves. Se observa la presencia de limos en las capas superficiales, arena limosa en niveles intermedios y grava mal gradada con presencia de bolonería entre 0.20 – 0.30 m.



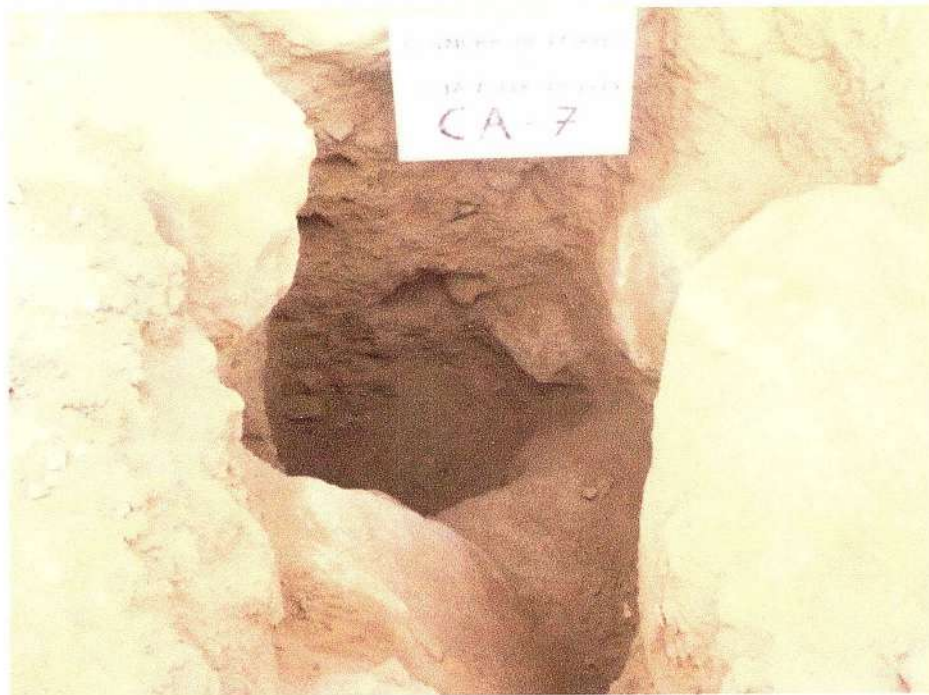
Fotografía N° 08: Vista de la Calicata CA-4 ubicada en la cimentación de la ampliación del depósito de relaves. Se observan en las paredes de la calicata presencia de bolonería entre 0.20 – 0.30 m.



Fotografía N° 09: Calibración de equipos y ejecución de la prueba de densidad de campo en la Calicata CA-5 ubicada en la corona del depósito de relaves en operación.



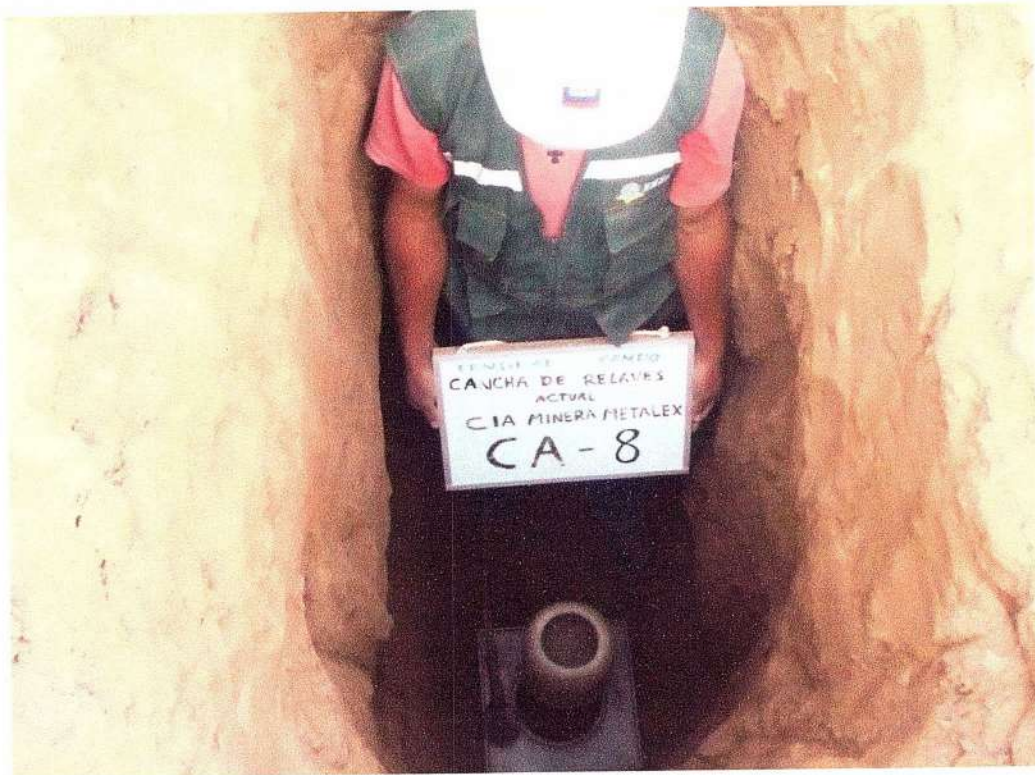
Fotografía N° 10: Vista de la Calicata CA-6 ubicada en la cimentación de la ampliación del depósito de relaves. Se observa la presencia de arena limosa medianamente compacta con bolonería entre 0.40 – 0.50 m.



Fotografía N° 11: Vista de la Calicata CA-7 ubicada en la cimentación de la ampliación del depósito de relaves. Se observa la presencia de arena limosa con gravillas y bolonería entre 0.60 – 1.00 m.



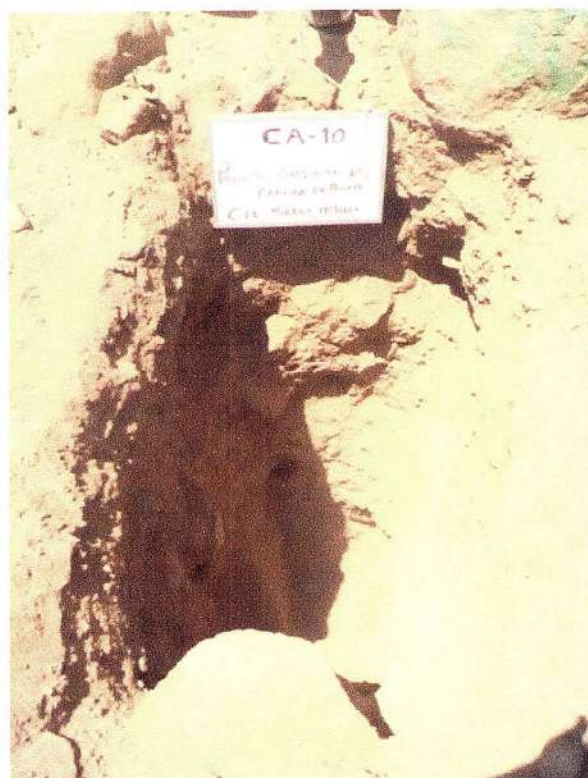
Fotografía N° 12: Vista de la Calicata CA-8 ubicada en la corona del depósito de relaves en operación. Se observa la presencia de limo húmedo y blando con arcillas.



Fotografía N° 13: Calibración de equipos y ejecución de la prueba de densidad de campo en la Calicata CA-8.



Fotografía N° 14: Vista de la Calicata CA-9 ubicada en la cimentación de la ampliación del depósito de relaves. Se observa la presencia de arena limosa con lentes de arcilla, bolonería y material heterogéneo.



Fotografía N° 15: Vista de la Calicata CA-10 ubicada en la cimentación de la ampliación del depósito de relaves. Se observa la presencia de arena limosa con bolonería entre 20 – 30 cm.



Fotografía N° 16: Vista de la Trinchera T-1 ubicada en el talud del antiguo depósito de relaves. Se observa la presencia de limos de alta humedad, medianamente compacto, con lentes de arena y arcilla.



Fotografía N° 17: Calibración de equipos y ejecución de la prueba de densidad de campo en la Trinchera T-1.



Fotografía N° 18: Vista de la Trinchera T-2 ubicada en el talud del depósito de relaves en operación. Se observa la presencia de arena limosa con bolonería de 20 a 30 cm.



Fotografía N° 19: Calibración de equipos y realización de la prueba de densidad de campo en la Trinchera T-2.



Fotografía N° 20: Vista de la Trinchera T-3 ubicada en el talud del depósito de relaves en operación. Se observa la presencia de arena limosa mal gradada con bolonería de 70 a 90 cm.



Fotografía N° 21: Vista de la Trinchera T-4 ubicada en el talud del depósito de relaves en operación. Se observa la presencia de limos en las capas superficiales con lentes de arcilla, arena limosa y bolonería de 20 a 30 cm en los niveles inferiores.

ANEXO 4

ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ANEXO 4A

**ANTIGUO DEPÓSITO, DEPÓSITO ACTUAL Y CIMENTACIÓN
DE LA AMPLIACIÓN**



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

DCR-LMS 037/09

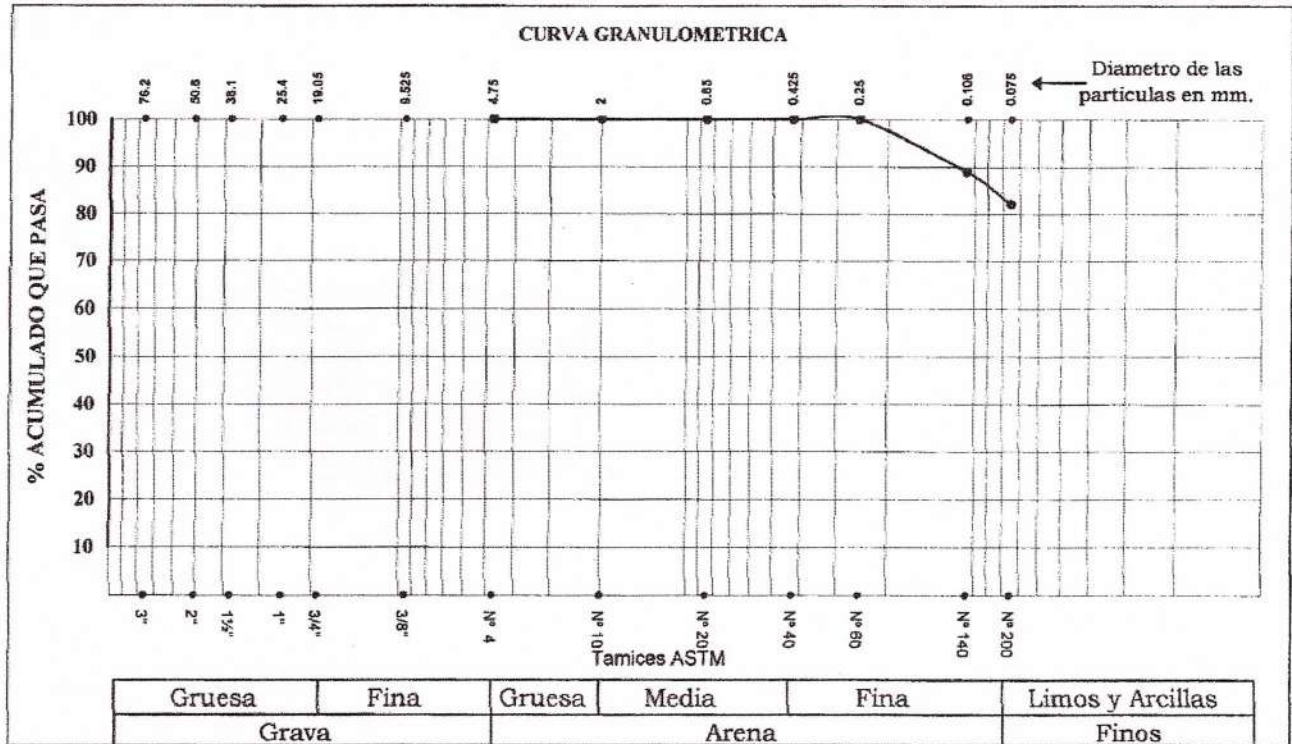
Solicitante : _____ **Sondaje :** CA - 1

Proyecto : Reforzamiento y Ampliación del Actual Depósito de Relaves en Operación para el Procesamiento de Minerales **Estructura :** Depósito Antiguo

Ubicación : Saisa - Lucanas - Ayacucho **Profundidad (m).** 2.00 - 3.00

Fecha : La Molina, 16 de febrero de 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO NTP 339.128 / ASTM - D 422			LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM - D 427 / D 4318	
MALLA	ABERTURA mm.	% QUE PASA	ASTM - D 427 / D 4318	
3"	76.20		Limite liquido (%)	NT
2"	50.80		Limite plastico (%)	NP
1 1/2"	38.10		Indice plastico (%)	-
1"	25.40		Limite de contraccion (%)	-
3/4"	19.05		Resultados: ASTM - D 2487 / D 3282	
3/8"	9.525		Coefficiente de:	
Nº 004	4.750	100	-Uniformidad	
Nº 010	2.000	100	-Curvatura	
Nº 020	0.850	100	Material:	
Nº 040	0.425	100	-Grava (%)	0
Nº 060	0.250	100	-Arena (%)	18
Nº 140	0.106	89	-Finos (%)	82
Nº 200	0.075	82	Clasificación:	
			-AASHTO	
			-SUCS	ML con arena
			Nombre de grupo:	
			CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D 2216	
			Humedad natural (%)	10.01



NOTA: La muestra ha sido proporcionada e identificada por el solicitante

Ing. Hermes Valdivia Aspilcueta
Jefe del Lab. De Mec. De Suelos



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

TELEFAX: 349 - 5679

Apdo 456 - La Molina , Lima - Perú

**DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS**

DCR - LMS 037/ 2009

SOLICITANTE:

PROYECTO:

Reforzamiento y Ampliacion del Actual Depósito de Relaves
en Operación para el Procesamiento de Minerales

UBICACIÓN:

Saisa - Lucanas - Ayacucho

CALICATA :

CA - 1

ESTRUCTURA :

Deposito Antiguo


Profundidad m. : 2.00-3.00

FECHA :

16/02/2009

DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO -NTP 339-131 - 1999

$$Pe = \frac{W_{seco}}{W_s \cdot W_a} : \boxed{2.71}$$


Ing. Hermes Valdivia Aspilcueta
Jefe del Lab. De Mec. De Suelos



DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
INFORME DCR-LMS 037/09

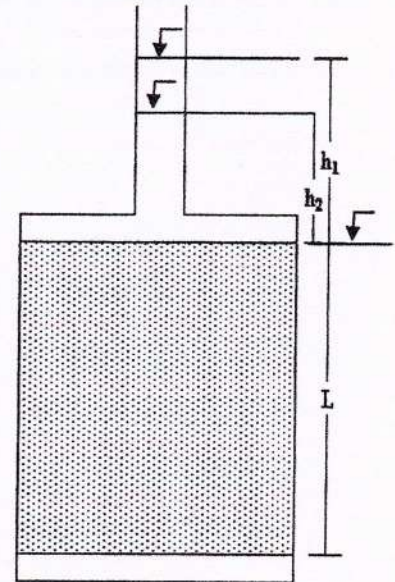
SOLICITANTE :
PROYECTO : Reforzamiento y Ampliación del Actual Depósito de Relaves en Operación para el Procesamiento de Minerales
UBICACIÓN : Saisa - Lucanas - Ayacucho
MUESTRA : CA - 1 Depósito Antiguo
PROFUNDIDAD : 2.00-3.00 m.
FECHA : La Molina, 16 de Febrero de 2009

ENSAYO DE PERMEABILIDAD CARGA VARIABLE

Fecha de Ensayo : 04-02-09
Lect. Inicial : 1.660 m.
Lect. Final : 0.945 m.
Tiempo : 27.6 seg
Diametro de muestra: 10.16 cm
Altura de muestra: 10.66 cm
Densidad 1.66 gr/cm³

$$K_{20} = 2.303 \times \frac{a}{A} \times \frac{L}{t} \times \log \left[\frac{h_1}{h_2} \right] \times Rt$$

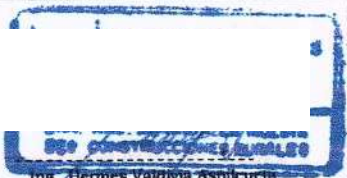
$$k_{20} = 9.1841 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$$



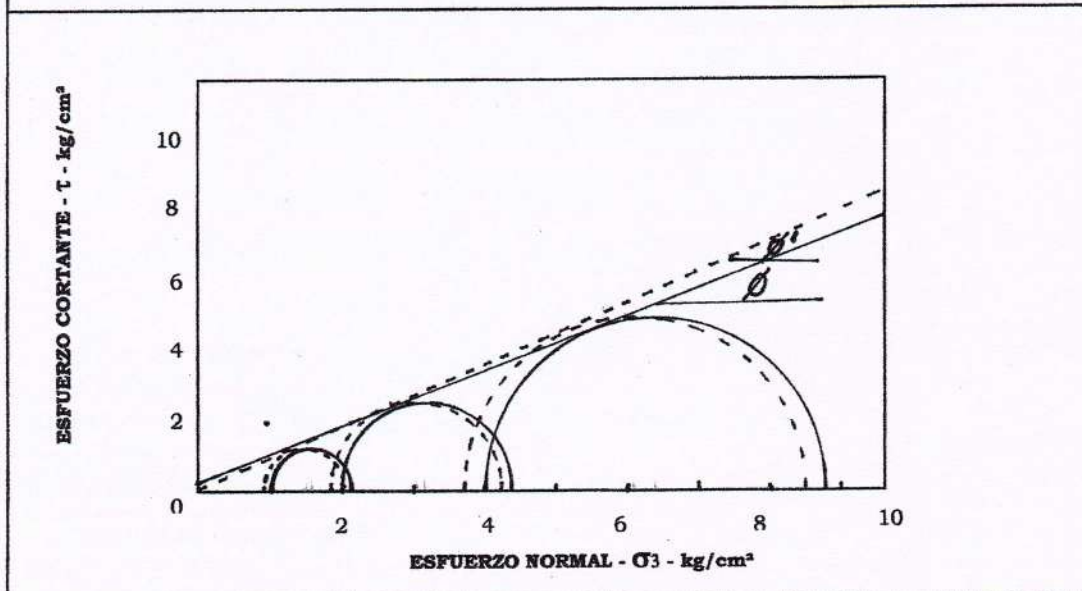
Ing. Hermes A. Valdivia A.
Jefe Lab. Mecánica de Suelos



DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL CONSOLIDADO - NO DRENADO ASTM D - 4767

Solicitante :		
Proyecto :	Reforzamiento y Ampliacion del Actual Depósito de Relaves en Operación para el Procesamiento de Minerales	
Ubicación :	Saisa - Lucanas - Ayacucho	
Calicata :	CA -1 Corona	
Estructura :	Deposito Antiguo Profundidad 2.00-3.00 m.	
Fecha :	La Molina, 16 Febrero del 2009	

ESPECIMEN		A	B	C
Peso Suelo Seco	gr	785	785	785
Densidad Natural	gr/cm ³	1.364	1.364	1.412
Contenido de Humedad	%	9.14	9.14	9.14
Condiciones Iniciales del espécimen				
Esfuerzo Confinante	Kg/cm ²	1.00	2.00	4.00
Diametro Promedio	cm	7.11	7.11	7.11
Altura	cm	14.50	14.50	14.00
Area	cm ²	39.70	39.70	39.70
Volumen	cm ³	575.7	575.7	555.9
Peso Especifico de Sólidos		2.710	2.710	2.710
Volumen de Sólidos	Ws/Gs	290	290	290
Relacion de Vacios	(Pe/ $\gamma_{is nat}$)-1	0.987	0.987	0.919
Humedad Inicial	%	9.14	9.14	9.14
Condiciones despues de la Consolidación				
Altura final	cm	14.48	14.29	13.65
Cambio de Altura	cm	0.02	0.21	0.35
Diametro final	cm	7.01	7.03	7.02
Altura Consolidada	cm	14.48	14.29	13.65
Area Consolidada	cm ²	39.59	38.55	37.72
Volumen Consolidada	cm ³	573.3	550.9	514.9
Relacion de vacios Consolidada		0.98	0.90	0.78
Densidad seca Consolidada	gr/cm ³	1.369	1.425	1.525



Especimen remoldeada a la densidad proporcionada por Solicitante



DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
INFORME DCR - LMS 037/2009


Solicitante :							
Proyecto :	Reforzamiento y Ampliacion del Actual Depósito de Relaves en Operación para el Procesamiento de Minerales						
Ubicación :	Saisa - Lucanas - Ayacucho						
Calicata :	CA -1 Corona						
Estructura :	Deposito Antiguo			Profundidad (m): 2.00-3.00 m.			
Fecha :	La Molina, 16 Febrero del 2009						
ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL (C U)							
Especimen	cm	:	A	B	C		
Diametro	cm	:	7.11	7.11	7.11		
Altura	cm	:	14.50	14.50	14.00		
Densidad Natural	gr/cm ³	:	1.66	1.66	1.66		
Humedad Natural	%	:	36.84	36.84	36.84		
Contra Presion Inicial	kg/cm ²	:	-	-	-		
Esfuerzo Efectivo σ_3	kg/cm ²	:	1.00	2.00	4.00		
Deformacion unitaria (E - %)						Esfuerzo	Presión de
						Deviador	poros
						Kg/cm²	Kg/cm²
						Kg/cm²	Kg/cm²
						Kg/cm²	Kg/cm²
0.0			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.5			0.40	0.01	0.52	0.01	0.54
1.0			0.67	0.02	1.10	0.01	1.14
2.0			0.84	0.03	1.38	0.01	1.87
3.0			0.94	0.03	1.57	0.02	2.45
4.0			0.97	0.04	1.67	0.04	2.97
5.0			1.01	0.04	1.82	0.05	3.47
6.0			1.01	0.05	1.99	0.07	3.80
7.0			1.06	0.05	2.03	0.06	3.97
8.0			1.07	0.06	2.13	0.08	4.12
9.0			1.10	0.07	2.15	0.09	4.28
10.0			1.11	0.07	2.17	0.09	4.39
11.0			1.13	0.08	2.19	0.09	4.42
12.0			1.14	0.08	2.25	0.09	4.52
13.0			1.14	0.08	2.28	0.09	4.62
14.0			1.13	0.08	2.28	0.09	4.71
15.0			1.13	0.08	2.28	0.09	4.78

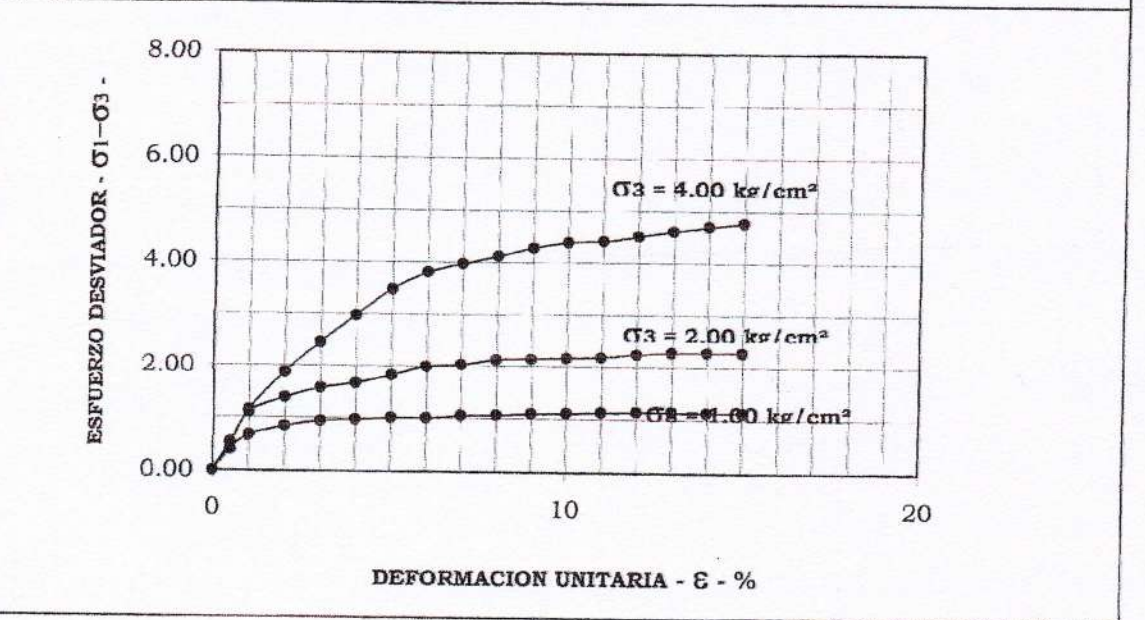
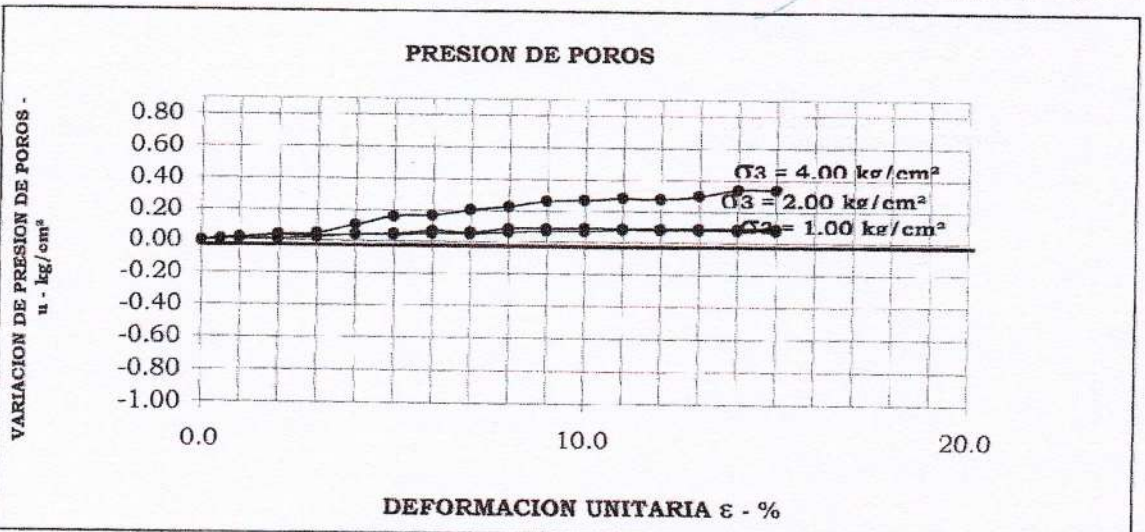
Ing. Hermes Valdivia A.
Jefe Lab. Mecánica de Suelos



DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL CONSOLIDADO - NO DRENADO ASTM D - 4767

Solicitante :	
Proyecto :	Reforzamiento y Ampliación del Actual Depósito de Relaves en Operación para el Procesamiento de Minerales
Ubicación :	Saiza - Lucanas - Ayacucho
Calicata :	CA -1 Corona
Estructura :	Deposito Antiguo Profundidad (m): 2.00-3.00 m.
Fecha :	La Molina, Diciembre del 2008
Angulo de fricción interna (ϕ) :	19.30 °
Cohesión Aparente (C) :	0.02 kg/cm ²
Densidad Seca Muestra Remoldeada (γ_d) :	1.38 gr/cm ³
Angulo de fricción interna efectivo (ϕ^f) :	23.00 °
Cohesión Aparente efectiva (C ^f) :	0.00 kg/cm ²
Densidad Seca (CU) (γ_d) :	1.44 gr/cm ³
Humedad Natural (%) remoldeada :	9.14 %


 Ing. Hermes Valdivia Aspilcueta
 Jefe del Lab. de Mec. de Suelos





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

DCR-LMS 037/09

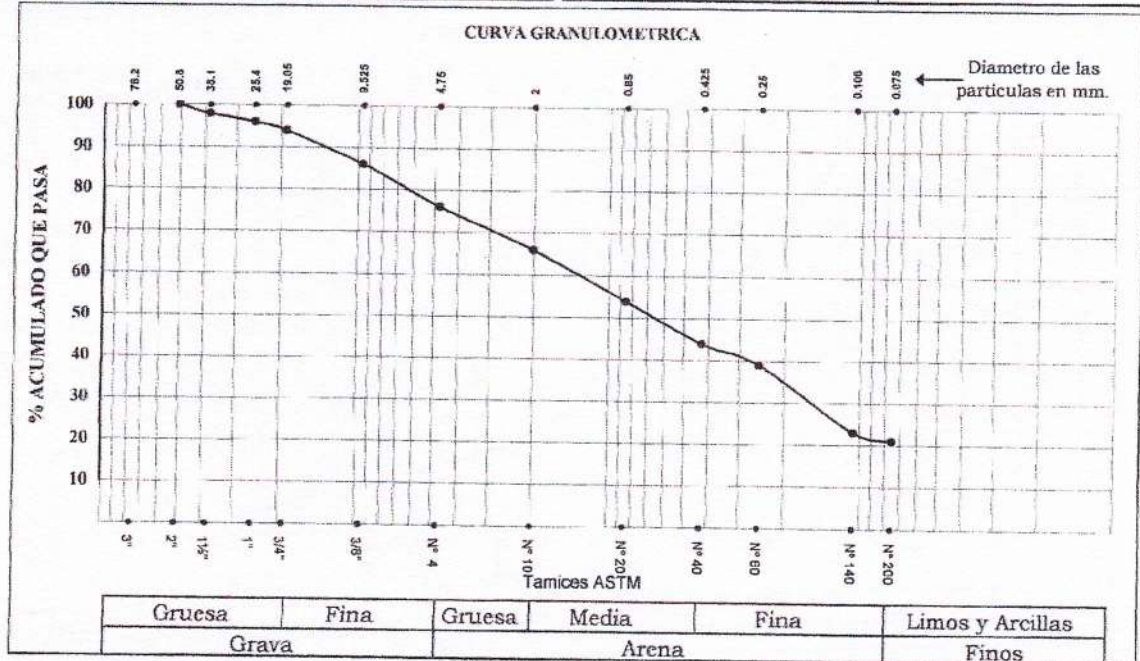
Solicitante : Sondaje : CA - 2

Proyecto : Reforzamiento y Ampliación del Actual Depósito de Relaves en Operación para el Procesamiento de Minerales Estructura : Depósito Antiguo

Ubicación : Saísa - Lucanas - Ayacucho Profundidad (m). 0.00 - 1.20

Fecha : La Molina, 16 de febrero de 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO NTP 339.128 / ASTM - D 422			LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM - D 427 / D 4318	
MALLA	ABERTURA mm.	% QUE PASA	Límite líquido (%)	NT
3"	76.20	100	Límite plástico (%)	NP
2"	50.80	100	Índice plástico (%)	-
1 1/2"	38.10	98	Límite de contracción (%)	-
1"	25.40	96	Resultados: ASTM - D 2487 / D 3282	
3/4"	19.05	94	<i>Coefficiente de:</i>	
3/8"	9.525	86	-Uniformidad	
Nº 004	4.750	76	-Curvatura	
Nº 010	2.000	66	<i>Material:</i>	
Nº 020	0.850	54	-Grava %	24
Nº 040	0.425	44	-Arena %	55
Nº 060	0.250	39	-Finos %	21
Nº 140	0.106	23	<i>Clasificación:</i>	
Nº 200	0.075	21	-AASHTO	
			-SUCS	SM con grava
			Nombre de grupo:	
			CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D 2216	
			Humedad natural (%)	2.52



NOTA: La muestra ha sido proporcionada e identificada por el solicitante

Ing. Hermes Valdivia Aspícueta
Jefe del Lab. De Mec. De Suelos



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

DCR-LMS 037/09

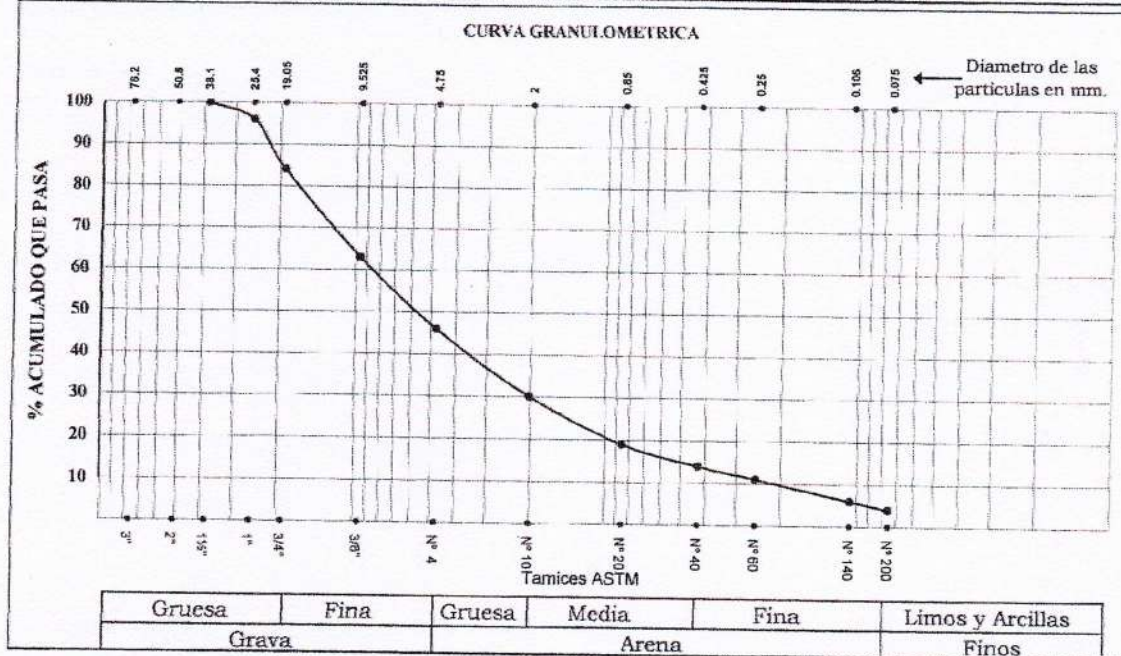
Solicitante : Sondaje : CA - 3

Proyecto : Reforzamiento y Ampliación del Actual Depósito de Relaves en Operación para el Procesamiento de Minerales Estructura : Ampliación Depósito

Ubicación : Saísa - Lucanas - Ayacucho Profundidad (m). 0.50 - 2.10

Fecha : La Molina, 16 de febrero de 2009

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO NTP 339.128 / ASTM - D 422			LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - D 427 / D 4318	
MALLA	ABERTURA mm.	% QUE PASA	Limite liquido (%)	NT
3"	76.20		Limite plastico (%)	NP
2"	50.80		Indice plastico (%)	-
1 1/2"	38.10	100	Limite de contraccion (%)	-
1"	25.40	96	Resultados: ASTM - D 2487 / D 3282	
3/4"	19.05	84	<i>Coefficiente de:</i>	
3/8"	9.525	63	-Uniformidad	36.56
Nº 004	4.750	46	-Curvatura	5.06
Nº 010	2.000	30	<i>Material:</i>	
Nº 020	0.850	19	-Grava %	54
Nº 040	0.425	14	-Arena %	42
Nº 060	0.250	11	-Finos %	4
Nº 140	0.106	6	<i>Clasificación:</i>	
Nº 200	0.075	4	-AASHTO	
			-SUCS	GP con arena
			Nombre de grupo:	
			CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D 2216	
			Humedad natural (%)	1.42



NOTA: La muestra ha sido proporcionada e identificada por el solicitante

Ing. Hermes Valdivia Aspícueta
Jefe del Lab. De Mec. De Suelos



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

DCR-LMS 037/09

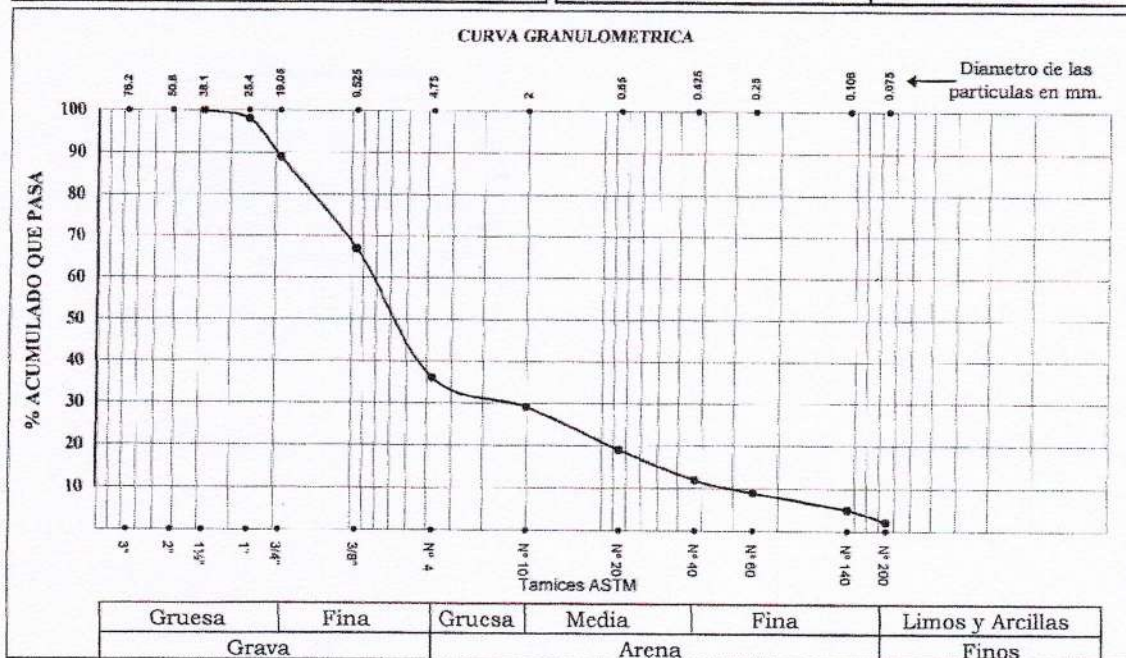
Solicitante : Sondaje : CA - 4

Proyecto : Reforzamiento y Ampliación del Actual Depósito de Relaves en Operación para el Procesamiento de Minerales Estructura : Ampliación Depósito

Ubicación : Saisa - Lucanas - Ayacucho Profundidad (m). 2.40 - 3.00

Fecha : La Molina, 16 de febrero de 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO NTP 339.128 / ASTM - D 422			LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM - D 427 / D 4318	
MALLA	ABERTURA mm.	% QUE PASA	Limite liquido (%)	NT
3"	76.20		Limite plastico (%)	NP
2"	50.80		Indice plastico (%)	-
1 1/2"	38.10	100	Limite de contraccion (%)	-
1"	25.40	98	Resultados: ASTM - D 2487 / D 3282	
3/4"	19.05	89	<i>Coefficiente de:</i>	
3/8"	9.525	67	-Uniformidad	26.38
Nº 004	4.750	36	-Curvatura	5.78
Nº 010	2.000	29	<i>Material:</i>	
Nº 020	0.850	19	-Grava (%)	64
Nº 040	0.425	12	-Arena (%)	34
Nº 060	0.250	9	-Finos (%)	2
Nº 140	0.106	5	<i>Clasificación:</i>	
Nº 200	0.075	2	-AASHTO	
			-SUCS	GP con arena
			Nombre de grupo:	
			CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D 2216	
			Humedad natural (%)	0.28



NOTA: La muestra ha sido proporcionada e identificada por el solicitante



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

TELEFAX: 349 - 5679

Apdo 456 - La Molina , Lima - Perú

DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

DCR - LMS 039/ 2009

SOLICITANTE:

PROYECTO: Reforzamiento y Ampliacion del Actual Depósito de Relaves
en Operación para el Procesamiento de Minerales

UBICACIÓN: Saísa - Lucanas - Ayacucho

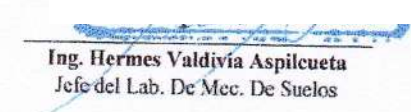
CALICATA : CA - 4

ESTRUCTURA : Ampliacion Deposito Profundidad m. : 2.40-3.00

FECHA: 16/02/2009

DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO -NTP 339-131 - 1999

$$Pe = \frac{W_{seco}}{W_s - W_a} \quad ; \quad \boxed{2.70}$$


Ing. Hermes Valdivia Aspilcueta
Jefe del Lab. De Mec. De Suelos



DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
INFORME DCR-LMS 037/09

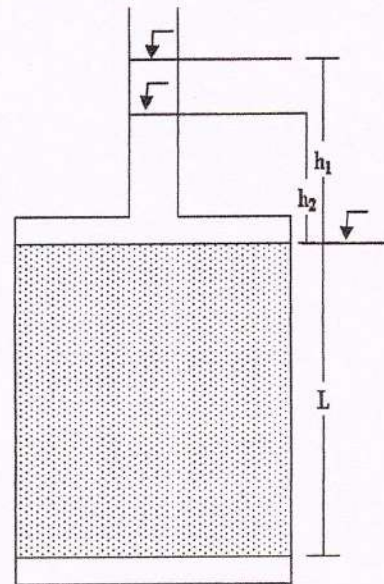
SOLICITANTE :
PROYECTO : Reforzamiento y Ampliacion del Actual Depósito de Relaves en Operación para el Procesamiento de Minerales
UBICACIÓN : Saísa - Lucanas - Ayacucho
MUESTRA : CA - 4 Ampliacion Deposito
PROFUNDIDAD : 2.40-3.00 m.
FECHA : La Molina, 16 de Febrero de 2009

ENSAYO DE PERMEABILIDAD CARGA VARIABLE

Fecha de Ensayo : 05-02-09
Lect. Inicial : 1.730 cm
Lect. Final : 0.500 cm
Tiempo : 60 seg
Diametro de muestra: 10.16 cm
Altura de muestra: 10.66 cm
Densidad 2.08 gr/cm³

$$K_{20} = 2.303 \times \frac{a}{A} \times \frac{L}{t} \times \log \left[\frac{h_1}{h_2} \right] \times Rt$$

$$k_{20} = 9.3079 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$$



Ing. Hermes A. Valdivia A.
Jefe Lab. Mecánica de Suelos



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

DCR-LMS 037/09

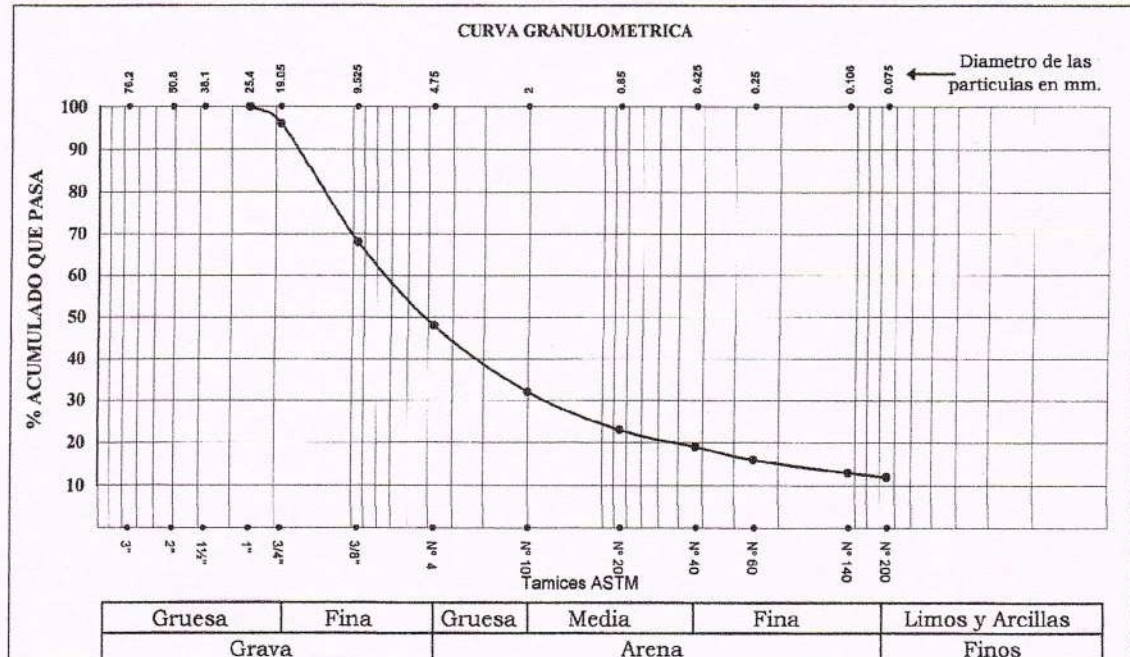
Solicitante : Sondaje : CA - 5

Proyecto : Reforzamiento y Ampliación del Actual Depósito de Relaves en Operación para el Procesamiento de Minerales Estructura : Depósito en Operación

Ubicación : Saisa - Lucanas - Ayacucho Profundidad (m). 0.00 - 1.80

Fecha : La Molina, 16 de febrero de 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO NTP 339.128 / ASTM - D 422			LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM - D 427 / D 4318	
MALLA	ABERTURA mm.	% QUE PASA	Resultados: ASTM - D 2487 / D 3282	
3"	76.20		Limite liquido (%)	21.21
2"	50.80		Limite plastico (%)	NP
1 1/2"	38.10		Indice plastico (%)	-
1"	25.40	100	Limite de contraccion (%)	-
3/4"	19.05	96	Coeficiente de:	
3/8"	9.525	68	-Uniformidad	113.25
Nº 004	4.750	48	-Curvatura	17.85
Nº 010	2.000	32	Material:	
Nº 020	0.850	23	-Grava %	52
Nº 040	0.425	19	-Arena %	36
Nº 060	0.250	16	-Finos %	12
Nº 140	0.106	13	Clasificación:	
Nº 200	0.075	12	-AASHTO	
			-SUCS	GP-GM con arena
			Nombre de grupo:	
			CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D 2216	
			Humedad natural (%)	21.37



NOTA: La muestra ha sido proporcionada e identificada por el solicitante

Ing. Hermes Vainiva Aspícuta
 Jefe del Lab. De Mec. De Suelos



DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
INFORME DCR-LMS 037/09

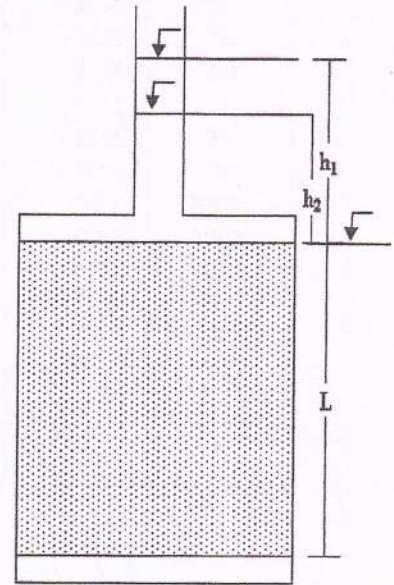
SOLICITANTE :
PROYECTO : Reforzamiento y Ampliación del Actual Depósito de Relaves en Operación para el Procesamiento de Minerales
UBICACIÓN : Saisa - Lucanas - Ayacucho
MUESTRA : CA - 5 Depósito en Operación
PROFUNDIDAD : 0.00-1.80
FECHA : La Molina, 16 de Febrero de 2009

ENSAYO DE PERMEABILIDAD CARGA VARIABLE

Fecha de Ensayo : 08-02-09
Lect. Inicial : 1.810 cm
Lect. Final : 0.790 cm
Tiempo : 6380.4 seg
Diametro de muestra: 10.16 cm
Altura de muestra: 10.66 cm
Densidad 2.00 gr/cm³

$$K_{20} = 2.303 \times \frac{a}{A} \times \frac{L}{t} \times \log \left[\frac{h_1}{h_2} \right] \times Rt$$

$$k_{20} = 5.8461 \times 10^{-6} \text{ cm/s}$$



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

Ing. Hermes A. Valdivia A.
Jefe Lab. Mecánica de Suelos



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

DCR-LMS 037/09

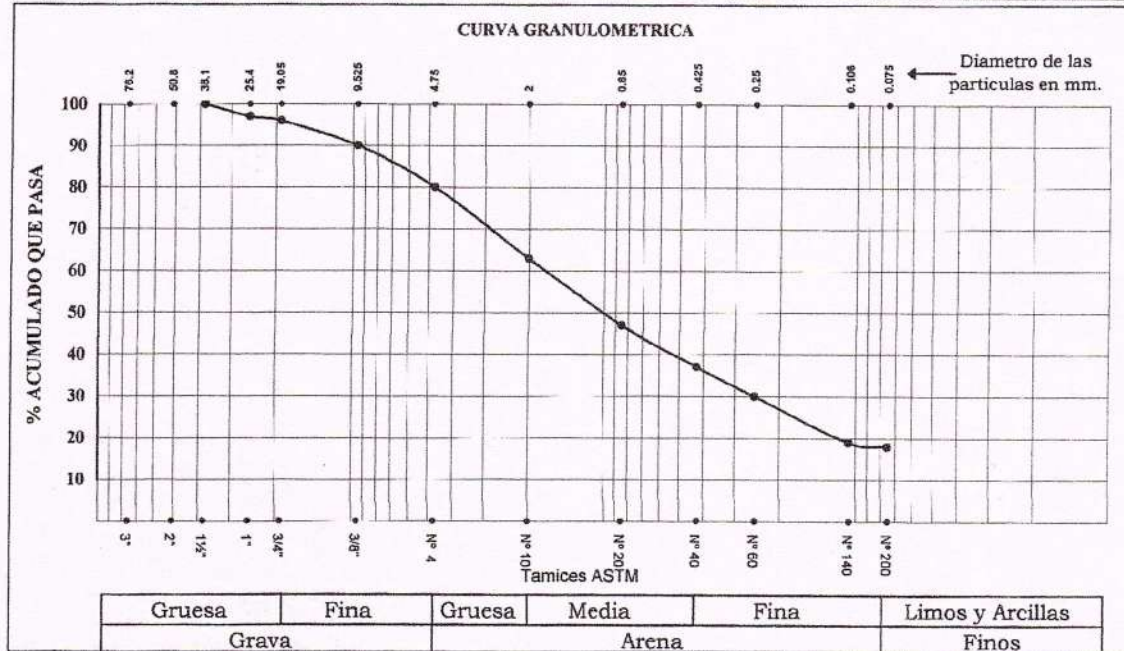
Solicitante : Sondaje : CA - 6

Proyecto : Reforzamiento y Ampliacion del Actual Depósito de Relaves en Operación para el Procesamiento de Minerales Estructura : Ampliacion Deposito

Ubicación : Saisa - Lucanas - Ayacucho Profundidad (m). 0.30 - 1.00

Fecha : La Molina, 16 de febrero de 2009

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO NTP 339.128 / ASTM - D 422			LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - D 427 / D 4318	
MALLA	ABERTURA mm.	% QUE PASA	Limite liquido (%)	NT
3"	76.20		Limite plastico (%)	NP
2"	50.80		Indice plastico (%)	-
1 1/2"	38.10	100	Limite de contraccion (%)	-
1"	25.40	97	Resultados: ASTM - D 2487 / D 3282	
3/4"	19.05	96	<i>Coefficiente de:</i>	
3/8"	9.525	90	-Uniformidad	
Nº 004	4.750	80	-Curvatura	
Nº 010	2.000	63	<i>Material:</i>	
Nº 020	0.850	47	-Grava %	20
Nº 040	0.425	37	-Arena %	62
Nº 060	0.250	30	-Finos %	18
Nº 140	0.106	19	<i>Clasificacion:</i>	
Nº 200	0.075	18	-AASHTO	
			-SUCS	SM con grava
			Nombre de grupo:	
			CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D 2216	
			Humedad natural (%)	1.42



NOTA: La muestra ha sido proporcionada e identificada por el solicitante

Ing. Hermes Valdivia Aspícueta
Jefe del Lab. De Mec. De Suelos



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

DCR-LMS 037/09

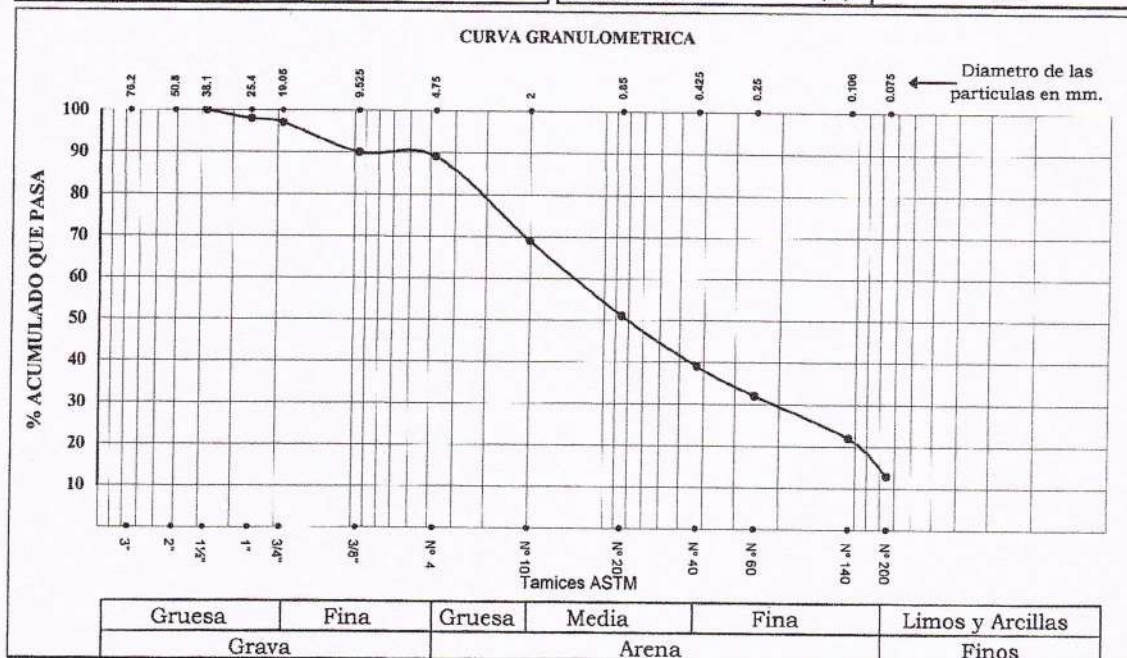
Solicitante : _____ **Sondaje :** CA - 7

Proyecto : Reforzamiento y Ampliación del Actual Depósito de Relaves en Operación para el Procesamiento de Minerales **Estructura :** Ampliación Deposito

Ubicación : Saisa - Lucanas - Ayacucho **Profundidad (m).** 0.00 - 1.70

Fecha : La Molina, 16 de febrero de 2009

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO NTP 339.128 / ASTM - D 422			LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - D 427 / D 4318	
MALLA	ABERTURA mm.	% QUE PASA	Limite liquido (%)	NT
3"	76.20		Limite plastico (%)	NP
2"	50.80		Indice plastico (%)	-
1 1/2"	38.10	100	Limite de contraccion (%)	-
1"	25.40	98	Resultados: ASTM - D 2487 / D 3282	
3/4"	19.05	97	Coficiente de:	
3/8"	9.525	90	-Uniformidad	
Nº 004	4.750	89	-Curvatura	
Nº 010	2.000	69	Material:	
Nº 020	0.850	51	-Grava %	11
Nº 040	0.425	39	-Arena %	76
Nº 060	0.250	32	-Finos %	13
Nº 140	0.106	22	Clasificacion:	
Nº 200	0.075	13	-AASHTO	
			-SUCS	SM
			Nombre de grupo:	
			CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D 2216	
			Humedad natural (%)	0.70



NOTA: La muestra ha sido proporcionada e identificada por el solicitante

Ing. Hermes Valdivia Aspigueta
Jefe del Lab. De Mec. De Suelos



**DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS**


DCR - LMS 039/ 2009

SOLICITANTE:

PROYECTO: Reforzamiento y Ampliacion del Actual Depósito de Relaves en Operación para el Procesamiento de Minerales
UBICACIÓN: Saisa - Lucanas - Ayacucho
CALICATA : CA - 7
ESTRUCTURA : Ampliacion Deposito Profundidad m. :0.00-1.70
FECHA: 16/02/2009

DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO -NTP 339-131 - 1999

$$Pe = \frac{W_{seco}}{W_s - W_a} : \boxed{2.72}$$


Ing. Hermes Valdivia Aspilcueta
Jefe del Lab. De Mec. De Suelos



DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
INFORME DCR-LMS 037/09

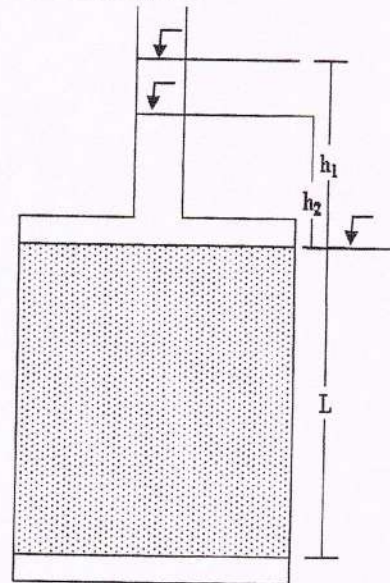
SOLICITANTE :
PROYECTO : Reforzamiento y Ampliacion del Actual Depósito de Relaves en Operación para el Procesamiento de Minerales
UBICACIÓN : Saisa - Lucanas - Ayacucho
MUESTRA : CA - 7 Ampliacion Deposito
PROFUNDIDAD : 0.00-1.70 m.
FECHA : La Molina, 16 de Febrero de 2009

ENSAYO DE PERMEABILIDAD CARGA VARIABLE

Fecha de Ensayo : 02-02-09
Lect. Inicial : 1.980 cm
Lect. Final : 1.000 cm
Tiempo : 120 seg
Diametro de muestra: 10.16 cm
Altura de muestra: 18 cm
Densidad 1.62 gr/cm³

$$K_{20} = 2.303 \times \frac{a}{A} \times \frac{L}{t} \times \log \left[\frac{h_1}{h_2} \right] \times Rt$$

$$k_{20} = 2.5612 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$$

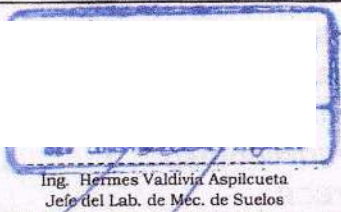


Ing. ~~Hermes A. Valdivia A.~~
Jefe Lab. Mecánica de Suelos

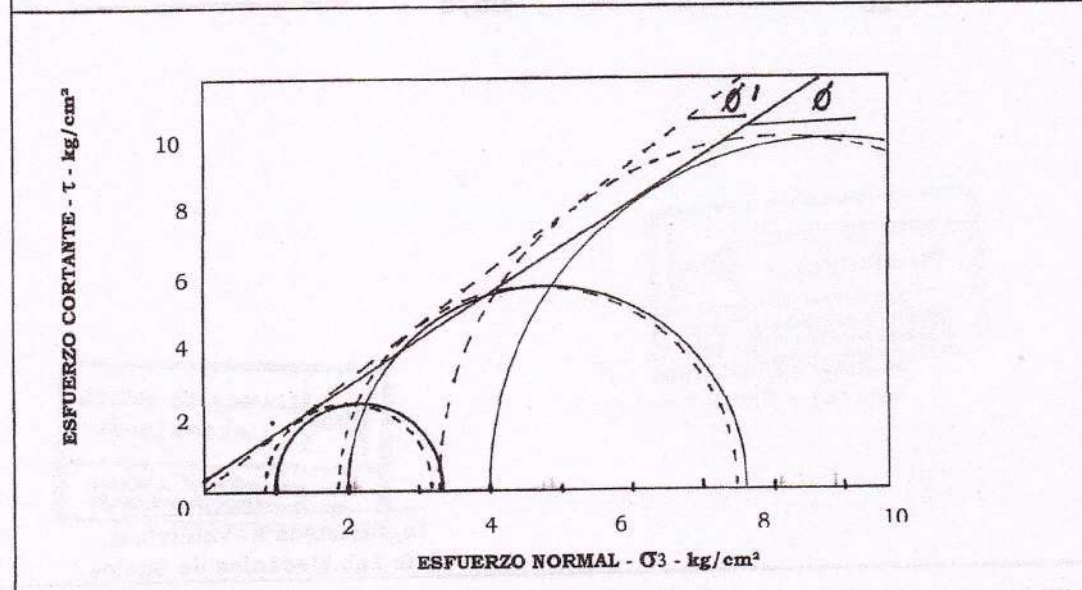


DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL CONSOLIDADO - NO DRENADO ASTM D - 4767

Solicitante :	
Proyecto :	Reforzamiento y Ampliacion del Actual Deposito de Relaves en Operación para el Procesamiento de Minerales
Ubicación :	Saisa - Lucanas - Ayacucho
Calicata :	CA -7 Cimentación
Muestra :	Ampliación Deposito Profundidad 0.00-1.70
Fecha :	La Molina, 16 Febrero del 2009



ESPECIMEN		A	B	C
Peso Suelo Seco	gr	2389	2389	2375
Densidad Natural	gr/cm ³	1.637	1.637	1.627
Contenido de Humedad	%	1.31	1.31	1.31
Condiciones Iniciales del espécimen				
Esfuerzo Confinante	Kg/cm ²	1.00	2.00	4.00
Diametro Promedio	cm	10.16	10.16	10.16
Altura	cm	18.00	18.00	18.00
Area	cm ²	81.07	81.07	81.07
Volumen	cm ³	1459.3	1459.3	1459.3
Peso Especifico de Sólidos		2.720	2.720	2.720
Volumen de Sólidos	Ws/Gs	878	878	873
Relacion de Vacios	(Pe/γ _{is nat})-1	0.662	0.662	0.671
Humedad Inicial	%	1.31	1.31	1.31
Condiciones despues dela Consolidación				
Altura final	cm	17.52	17.38	17.74
Cambio de Altura	cm	0.48	0.62	0.26
Diametro final	cm	10.53	10.64	10.85
Altura Consolidada	cm	17.52	17.38	17.74
Area Consolidada	cm ²	76.75	75.49	78.73
Volumen Consolidada	cm ³	1344.7	1312.0	1396.7
Relacion de vacios Consolidada		0.53	0.49	0.60
Densidad seca Consolidada	gr/cm ³	1.777	1.821	1.700



Especimen remoldeada ala densidad proporcionado por solicitante

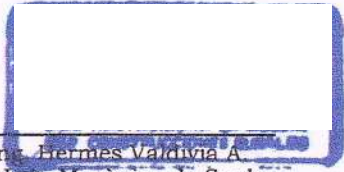


DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

INFORME DCR - LMS 037/2009

Solicitante :							
Proyecto :	Reforzamiento y Ampliación del Actual Depósito de Relaves en Operación para el Procesamiento de Minerales						
Ubicación :	Saisa - Lucanas - Ayacucho						
Calicata :	CA -7 Cimentación						
Estructura :	Ampliación Depósito Profundidad (m): 0.00-1.70						
Fecha :	La Molina, 16 Febrero del 2009						
ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL (C U)							
Especimen	cm	:	A	B	C		
Diametro	cm	:	10.16	10.16	10.16		
Altura	cm	:	18.00	18.00	14.00		
Densidad Natural	gr/cm ³	:	1.63	1.63	1.63		
Humedad Natural	%	:	1.31	1.31	1.31		
Contra Presion Inicial	kg/cm ²	:	-	-	-		
Esfuerzo Efectivo σ_3	kg/cm ²	:	1.00	2.00	4.00		
Deformacion unitaria (E - %)			Esfuerzo Deviador Kg/cm²	Presión de poros Kg/cm²	Esfuerzo Deviador Kg/cm²	Presión de poros Kg/cm²	Esfuerzo Deviador Kg/cm²
0.0			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.5			0.75	0.01	0.44	0.02	1.11
1.0			1.47	0.02	2.27	0.02	2.07
2.0			1.65	0.03	2.93	0.02	3.55
3.0			1.76	0.04	3.43	0.02	4.94
4.0			1.78	0.06	3.87	0.03	6.14
5.0			1.90	0.11	4.20	0.03	7.06
6.0			1.93	0.12	4.48	0.04	7.80
7.0			1.97	0.12	5.41	0.05	8.45
8.0			2.02	0.12	5.55	0.06	8.95
9.0			2.11	0.12	5.54	0.06	9.06
10.0			2.14	0.14	5.56	0.06	9.10
11.0			2.14	0.16	5.67	0.06	9.34
12.0			2.13	0.16	5.67	0.06	9.61
13.0			2.13	0.17	5.63	0.07	9.55
14.0			2.11	0.18	5.62	0.07	9.51
15.0			2.10	0.18	5.62	0.07	9.51


 Ingrid Armas Valdivia A.
 Jefe Lab. Mecánica de Suelos



DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL CONSOLIDADO - NO DRENADO ASTM D - 4767

Solicitante :

Proyecto : Reforzamiento y Ampliación del Actual Depósito de Relaves en Operación para el Procesamiento de Minerales


Ubicación : Saisa - Lucanas - Ayacucho

Calicata : CA -7 Cimentación

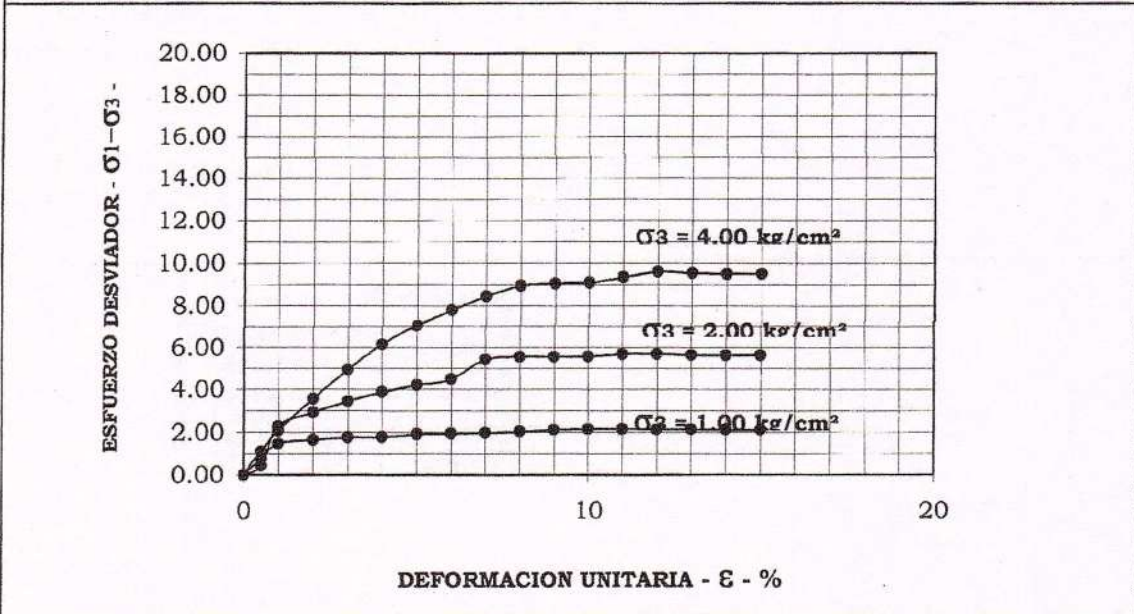
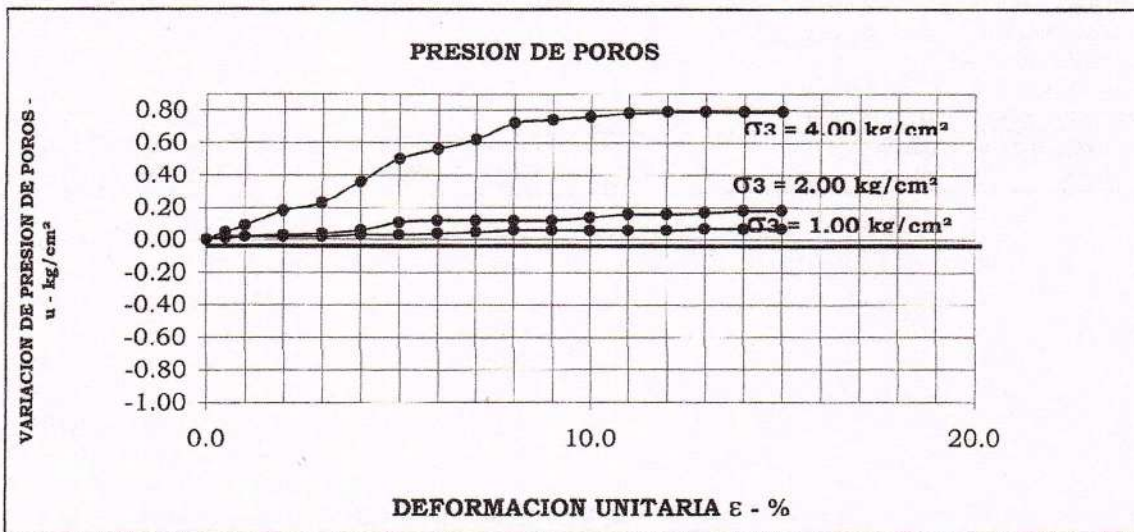
Estructura : Ampliación Deposito **Profundidad (m):** 0.00-1.70 m.

Fecha : La Molina, 16 Febrero del 2009

Angulo de fricción interna (ϕ) :	31.03 °
Cohesión Aparente (C) :	0.50 kg/cm ²
Densidad Seca Muestra Remoldeada (γ_d) :	1.63 gr/cm ³
Angulo de fricción interna efectivo (ϕ^i) :	36.30 °
Cohesión Aparente efectiva (C ⁱ) :	0.00 kg/cm ²
Densidad Seca (CU) (γ_d) :	1.77 gr/cm ³
Humedad Natural (%) remoldeada :	1.31 %



Ing. Hermes Valdívila Aspícueta
Jefe del Lab. de Mec. de Suelos





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

DCR-LMS 037/09

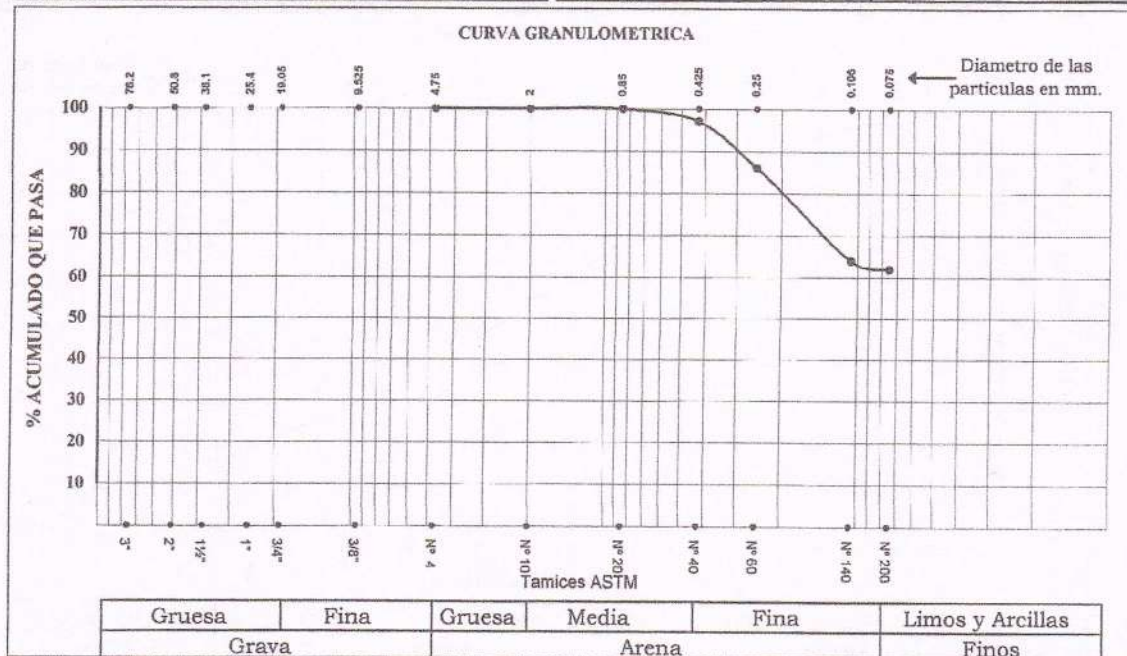
Solicitante : Sondaje : CA - 8

Proyecto : Reforzamiento y Ampliacion del Actual Depósito de Relaves en Operación para el Procesamiento de Minerales Estructura : Deposito en Operación

Ubicación : Saisa - Lucanas - Ayacucho Profundidad (m). 0.00 - 2.10

Fecha : La Molina, 16 de febrero de 2009

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO NTP 339.128 / ASTM - D 422			LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - D 427 / D 4318	
MALLA	ABERTURA mm.	% QUE PASA	ASTM - D 427 / D 4318	
3"	76.20		Limite liquido (%)	NT
2"	50.80		Limite plastico (%)	NP
1 1/2"	38.10		Indice plastico (%)	-
1"	25.40		Limite de contraccion (%)	-
3/4"	19.05		Resultados: ASTM - D 2487 / D 3282	
3/8"	9.525		Coefficiente de:	
Nº 004	4.750	100	-Uniformidad	
Nº 010	2.000	100	-Curvatura	
Nº 020	0.850	100	Material:	
Nº 040	0.425	97	-Grava %	0
Nº 060	0.250	86	-Arena %	38
Nº 140	0.106	64	-Finos %	62
Nº 200	0.075	62	Clasificacion:	
			-AASHTO	
			-SUCS	ML arenoso
			Nombre de grupo:	
			CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D 2216	
			Humedad natural (%)	9.82



NOTA: La muestra ha sido proporcionada e identificada por el solicitante

Ing. Hermes Valdivia Aspigueta
Jefe del Lab. De Mec. De Suelos



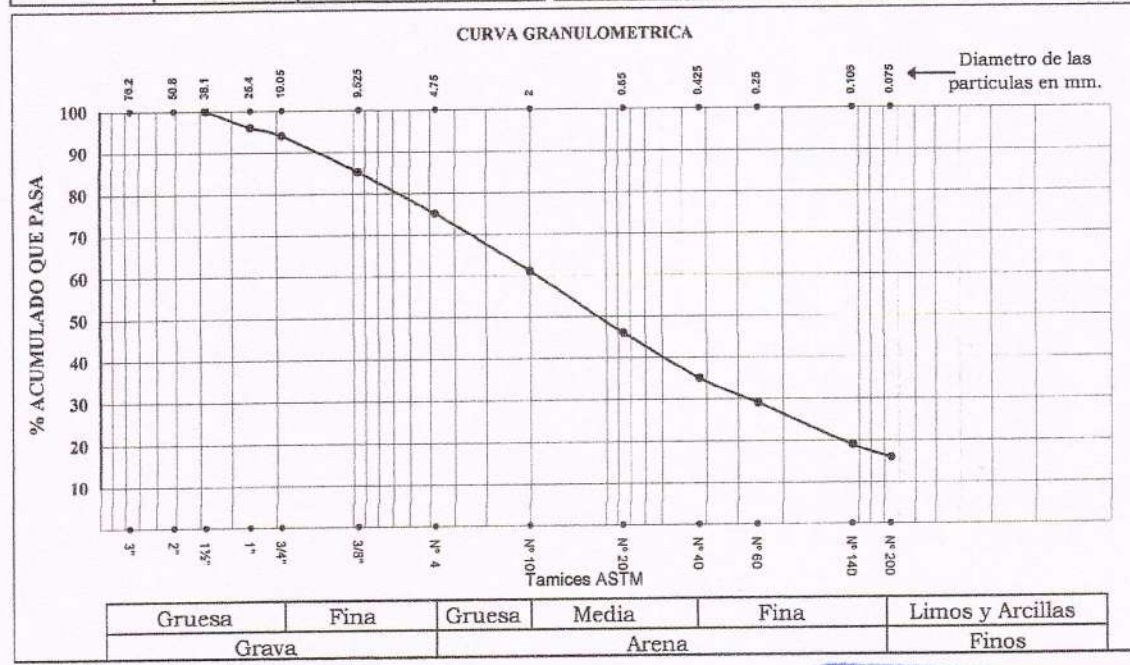
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

DCR-LMS 037/09

Solicitante : Sondaje : CA - 9
 Proyecto : **Reforzamiento y Ampliación del actual Depósito de Relaves en Operación para el Procesamiento de Minerales** Estructura : Ampliación Depósito
 Ubicación : Saisa - Lucanas - Ayacucho Profundidad (m). 0.00 - 1.60
 Fecha : La Molina, 16 de febrero de 2009

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO NTP 339.128 / ASTM - D 422			LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - D 427 / D 4318	
MALLA	ABERTURA mm.	% QUE PASA	ASTM - D 427 / D 4318	
3"	76.20		Limite liquido (%)	NT
2"	50.80		Limite plastico (%)	NP
1 1/2"	38.10	100	Indice plastico (%)	-
1"	25.40	96	Limite de contraccion (%)	-
3/4"	19.05	94	Resultados: ASTM - D 2487 / D 3282	
3/8"	9.525	85	Coefficiente de:	
Nº 004	4.750	75	-Uniformidad	
Nº 010	2.000	61	-Curvatura	
Nº 020	0.850	46	Material:	
Nº 040	0.425	35	-Grava %	25
Nº 060	0.250	29	-Arena %	59
Nº 140	0.106	19	-Finos %	16
Nº 200	0.075	16	Clasificacion:	
			-AASHTO	
			-SUCS	SM con grava
			Nombre de grupo:	
			CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D 2216	
			Humedad natural (%)	4.31



NOTA: La muestra ha sido proporcionada e identificada por el solicitante

Ing. Hermes Varavia Aspalcueta
Jefe del Lab. De Mec. De Suelos



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

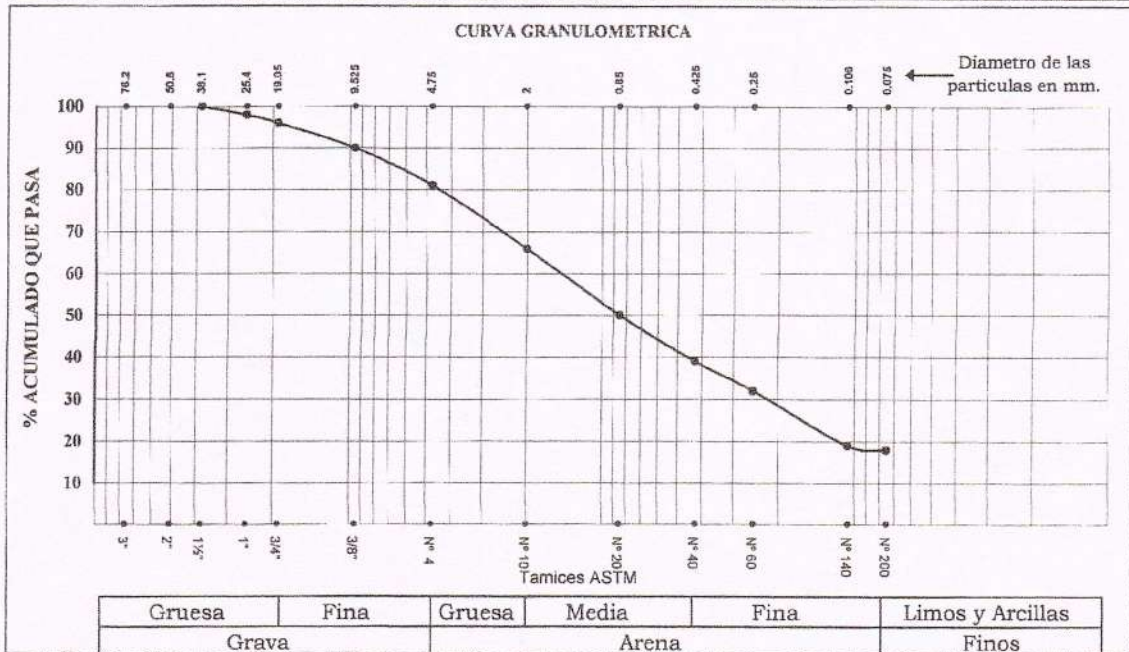
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

DCR-LMS 037/09

Solicitante : Sondaje : CA - 10
 Proyecto : Reforzamiento y Ampliación del Actual Depósito de Relaves en Operación para el Procesamiento de Minerales Estructura : Ampliación Depósito
 Ubicación : Saisa - Lucanas - Ayacucho Profundidad (m). 0.00 - 1.80
 Fecha : La Molina, 16 de febrero de 2009

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO NTP 339.128 / ASTM - D 422			LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - D 427 / D 4318	
MALLA	ABERTURA mm.	% QUE PASA	Limite liquido (%)	NT
3"	76.20		Limite plastico (%)	NP
2"	50.80		Indice plastico (%)	-
1 1/2"	38.10	100	Limite de contraccion (%)	-
1"	25.40	98	Resultados: ASTM - D 2487 / D 3282	
3/4"	19.05	96	Coefficiente de:	
3/8"	9.525	90	-Uniformidad	
Nº 004	4.750	81	-Curvatura	
Nº 010	2.000	66	Material:	
Nº 020	0.850	50	-Grava %	19
Nº 040	0.425	39	-Arena %	63
Nº 060	0.250	32	-Finos %	18
Nº 140	0.106	19	Clasificación:	
Nº 200	0.075	18	-AASHTO	
			-SUCS	SM con grava
			Nombre de grupo:	
			CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D 2216	
			Humedad natural (%)	0.86



NOTA: La muestra ha sido proporcionada e identificada por el solicitante

Ing. Hermes Valdivia Aspigueta
 Jefe del Lab. De Mec. De Suelos



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

TELEFAX: 349 - 5679

Apdo 456 - La Molina , Lima - Perú

DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

DCR - LMS 037/ 2009

SOLICITANTE:

PROYECTO:

Reforzamiento y Ampliacion del Actual Depósito de Relaves
en Operación para el Procesamiento de Minerales

UBICACIÓN:

Saisa - Lucanas - Ayacucho

CALICATA :

CA - 10

ESTRUCTURA :

Ampliacion deposito

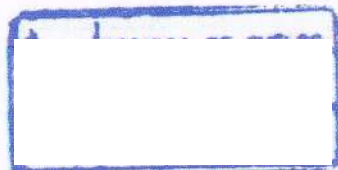
Profundidad m. : 0.00-1.80

FECHA:

16/02/2009

DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO -NTP 339-131 - 1999

$$Pe = \frac{W_{seco}}{W_s - W_a} : \boxed{2.73}$$



Ing. Hermes Valdivia Aspilcueta
Jefe del Lab. De Mec. De Suelos



DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
INFORME DCR-LMS 037/09

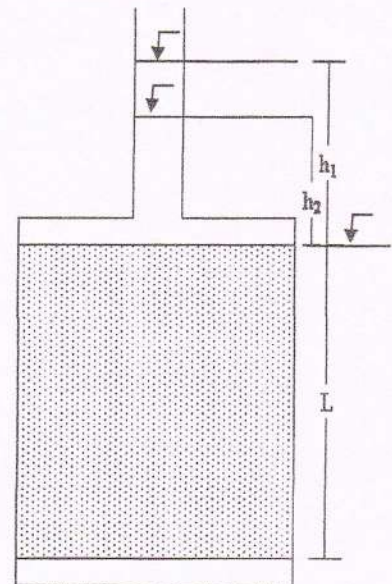
SOLICITANTE :
PROYECTO : Reforzamiento y Ampliación del Actual Depósito de Relaves en Operación para el Procesamiento de Minerales
UBICACIÓN : Saisa - Lucanas - Ayacucho
MUESTRA : CA - 10 Ampliación Deposito
PROFUNDIDAD : 0.00-1.80 m.
FECHA : La Molina, 16 de Febrero de 2009

ENSAYO DE PERMEABILIDAD CARGA VARIABLE

Fecha de Ensayo : 08-02-09
Lect. Inicial : 2.100 cm
Lect. Final : 0.970 cm
Tiempo : 312.6 seg
Diametro de muestra: 10.16 cm
Altura de muestra: 10.66 cm
Densidad 1.84 gr/cm³

$$K_{20} = 2.303 \times \frac{a}{A} \times \frac{L}{t} \times \log \left[\frac{h_1}{h_2} \right] \times Rt$$

$$k_{20} = 1.1117 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$$



Ing. Hermes A. Valdivia A.
Jefe Lab. Mecánica de Suelos



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

DCR-LMS 037/09

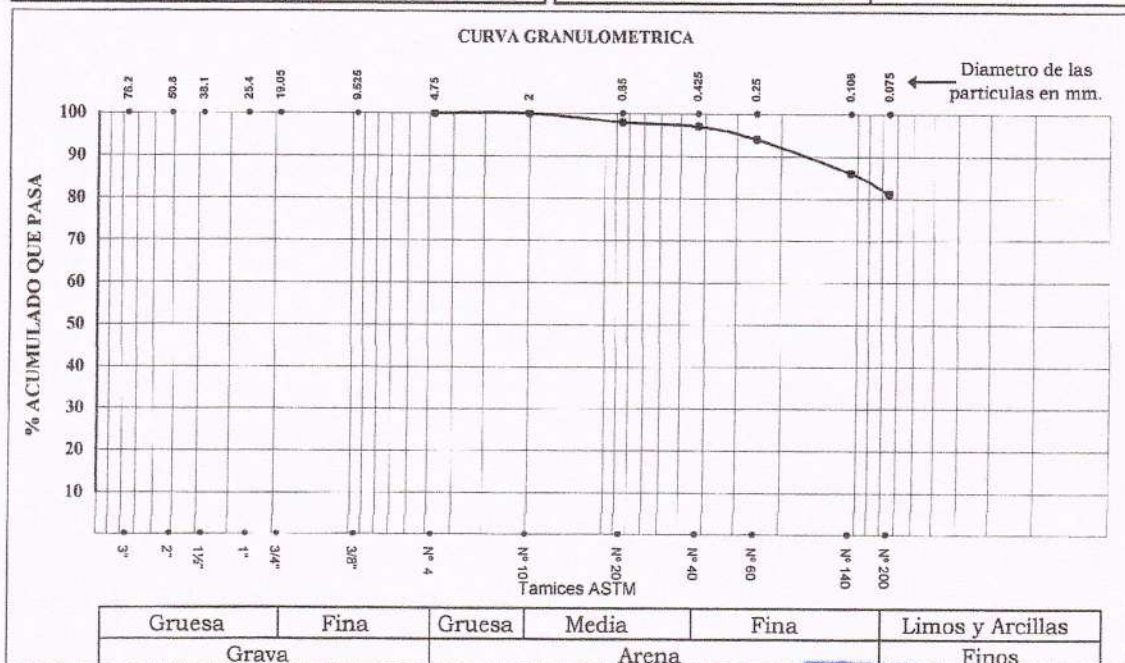
Solicitante : Sondaje : T - I

Proyecto : Reforzamiento y Ampliación del Actual Depósito de Relaves en Operación para el Procesamiento de Minerales Estructura : Depósito antiguo

Ubicación : Saisa - Lucanas - Ayacucho Profundidad (m). 0.00 - 1.50

Fecha : La Molina, 16 de febrero de 2009

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO NTP 339.128 / ASTM - D 422			LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - D 427 / D 4318	
MALLA	ABERTURA mm.	% QUE PASA	Limite liquido (%)	NT
3"	76.20		Limite plastico (%)	NP
2"	50.80		Indice plastico (%)	-
1 1/2"	38.10		Limite de contraccion (%)	-
1"	25.40		Resultados: ASTM - D 2487 / D 3282	
3/4"	19.05		Coefficiente de :	
3/8"	9.525		-Uniformidad	
Nº 004	4.750	100	-Curvatura	
Nº 010	2.000	100	Material :	
Nº 020	0.850	98	-Grava %	0
Nº 040	0.425	97	-Arena %	19
Nº 060	0.250	94	-Finos %	81
Nº 140	0.106	86	Clasificacion :	
Nº 200	0.075	81	-AASHTO	
			-SUCS	ML con arena
			Nombre de grupo:	
			CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D 2216	
			Humedad natural (%)	10.69



NOTA: La muestra ha sido proporcionada e identificada por el solicitante

Ing. Hermes Valdivia Asplicueta
 Jefe del Lab. De Mec. De Suelos



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

TELEFAX: 349 - 5679

Apdo 456 - La Molina , Lima - Perú


DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

DCR - LMS 037/ 2009

SOLICITANTE: ENVIRONMENTAL HYGIENE & SAFETY S.R.L
PROYECTO: Reforzamiento y Ampliacion del Actual Depósito de Relaves
en Operación para el Procesamiento de Minerales
UBICACIÓN: Saísa - Lucanas - Ayacucho
CALICATA : T -1
ESTRUCTURA : Deposito Antiguo Profundidad m. : 0.00-1.50
FECHA: 16/02/2009

DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO -NTP 339-131 - 1999

$$Pe = \frac{W_{seco}}{W_s - W_a} : \boxed{2.77}$$


Ing. Hermes Valdivia Asplicueta
Jefe del Lab. De Mec. De Suelos



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

DCR-LMS 037/09

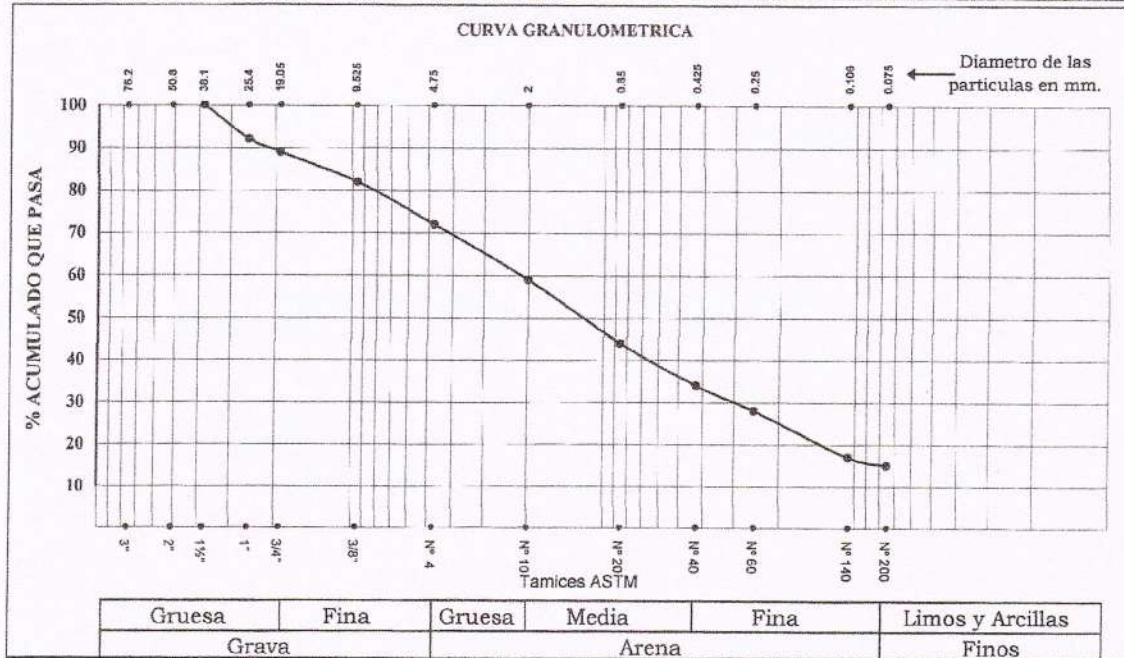
Solicitante : _____ Sondaje : T - 2

Proyecto : Reforzamiento y Ampliación del Actual Depósito de Relaves en Operación para el Procesamiento de Minerales Estructura : Depósito en Operación

Ubicación : Saisa - Lucanas - Ayacucho Profundidad (m). 0.00 - 1.50

Fecha : La Molina, 16 de febrero de 2009

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO NTP 339.128 / ASTM - D 422			LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - D 427 / D 4318	
MALLA	ABERTURA mm.	% QUE PASA	Limite liquido (%)	NT
3"	76.20		Limite plastico (%)	NP
2"	50.80		Indice plastico (%)	-
1 1/2"	38.10	100	Limite de contraccion (%)	-
1"	25.40	92	Resultados: ASTM - D 2487 / D 3282	
3/4"	19.05	89	<i>Coefficiente de:</i>	
3/8"	9.525	82	-Uniformidad	
Nº 004	4.750	72	-Curvatura	
Nº 010	2.000	59	<i>Material:</i>	
Nº 020	0.850	44	-Grava %	28
Nº 040	0.425	34	-Arena %	57
Nº 060	0.250	28	-Finos %	15
Nº 140	0.106	17	<i>Clasificacion:</i>	
Nº 200	0.075	15	-AASHTO	
			-SUCS	SM con grava
			Nombre de grupo:	
			CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D 2216	
			Humedad natural (%)	6.73



NOTA: La muestra ha sido proporcionada e identificada por el solicitante

Ing. Hermes Valdivia Aspideceta
Jefe del Lab. De Mec. De Suelos



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

TELEFAX: 349 - 5679

Apdo 456 - La Molina , Lima - Perú

DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

DCR - LMS 037/ 2009

SOLICITANTE:

PROYECTO: Reforzamiento y Ampliación del Actual Depósito de Relaves
en Operación para el Procesamiento de Minerales

UBICACIÓN: Saisa - Lucanas - Ayacucho

CALICATA : T-2

ESTRUCTURA : Depósito en Operación Profundidad m. : 0.00-1.50

FECHA: 16/02/2009

DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO -NTP 339-131 - 1999

$$Pe = \frac{W_{seco}}{W_s - W_a} : \boxed{2.79}$$



Ing. Hermes Valdivia Aspigueta
Jefe del Lab. De Mec. De Suelos



DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
INFORME DCR-LMS 037/09

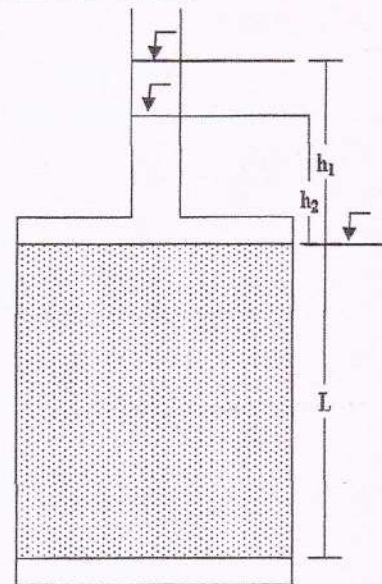
SOLICITANTE :
PROYECTO : Reforzamiento y Ampliación del Actual Depósito de Relaves en Operación para el Procesamiento de Minerales
UBICACIÓN : Saisa - Lucanas - Ayacucho
MUESTRA : T -2 Depósito en Operación
PROFUNDIDAD : 0.00-1.50 m.
FECHA : La Molina, 16 de Febrero de 2009

ENSAYO DE PERMEABILIDAD CARGA VARIABLE

Fecha de Ensayo : 04-02-09
Lect. Inicial : 1.700 cm
Lect. Final : 0.440 cm
Tiempo : 750.6 seg
Diametro de muestra: 10.16 cm
Altura de muestra: 18.5 cm
Densidad 1.72 gr/cm³

$$K_{20} = 2.303 \times \frac{a}{A} \times \frac{L}{t} \times \log \left[\frac{h_1}{h_2} \right] \times Rt$$

$$k_{20} = 8.1017 \times 10^{-5} \text{ cm/s}$$



Ing. Hermes A. Valdivia A.
Jefe Láb.Mecánica de Suelos



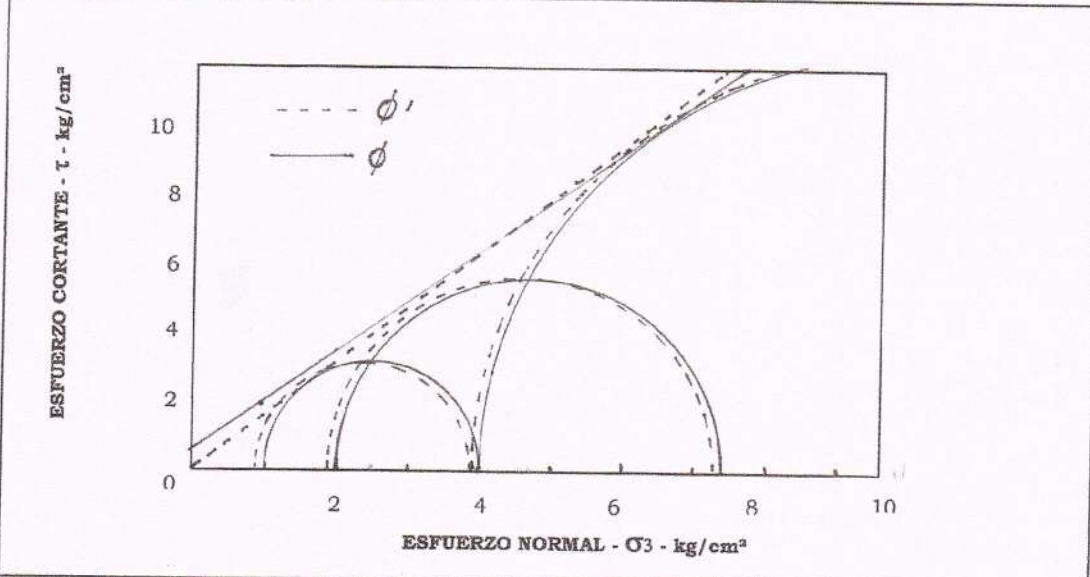
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL CONSOLIDADO - NO DRENADO ASTM D - 4767

Solicitante :
Proyecto : Reforzamiento y Ampliacion del Actual Depósito de Relaves en Operación para el Procesamiento de Minerales
Ubicación : Saisa - Lucanas - Ayacucho
Calicata : T - 2 Talud
Estructura : Deposito en Operación **Profundidad** 0.00-1.50
Fecha : La Molina, 16 Febrero del 2009



Ing. Hermes Valdivia Aspilicueta
 Jefe del Lab. de Mec. de Suelos

ESPECIMEN		A	B	C
Peso Suelo Seco	gr	2589	2664	2664
Densidad Natural	gr/cm ³	1.726	1.729	1.729
Contenido de Humedad	%	3.50	3.50	3.50
Condiciones Iniciales del espécimen				
Esfuerzo Confinante	Kg/cm ²	1.00	2.00	4.00
Diametro Promedio	cm	10.16	10.16	10.16
Altura	cm	18.50	19.00	19.00
Area	cm ²	81.07	81.07	81.07
Volumen	cm ³	1499.9	1540.4	1540.4
Peso Especifico de Sólidos		2.790	2.790	2.790
Volumen de Sólidos	Ws/Gs	928	955	955
Relacion de Vacios	(Pe/ γ _{is nat})-1	0.616	0.613	0.613
Humedad Inicial	%	3.50	3.50	3.50
Condiciones despues de la Consolidación				
Altura final	cm	18.38	18.73	18.50
Cambio de Altura	cm	0.12	0.27	0.50
Diametro final	cm	10.59	10.46	10.63
Altura Consolidada	cm	18.38	18.73	18.50
Area Consolidada	cm ²	80.02	78.77	76.81
Volumen Consolidada	cm ³	1470.8	1475.3	1420.9
Relacion de vacios Consolidada		0.58	0.55	0.49
Densidad seca Consolidada	gr/cm ³	1.760	1.806	1.875

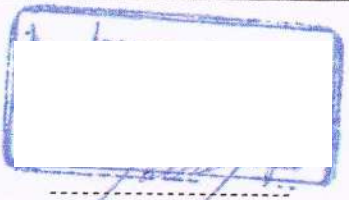


Especimen remoldeada ala densidad proporcionado por Solicitante

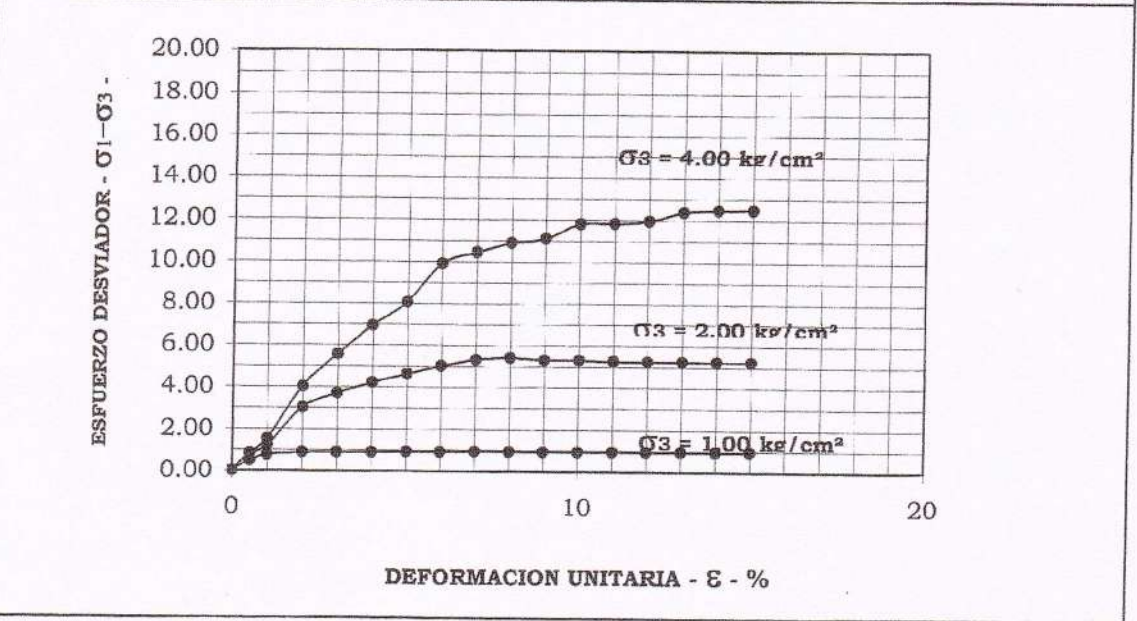
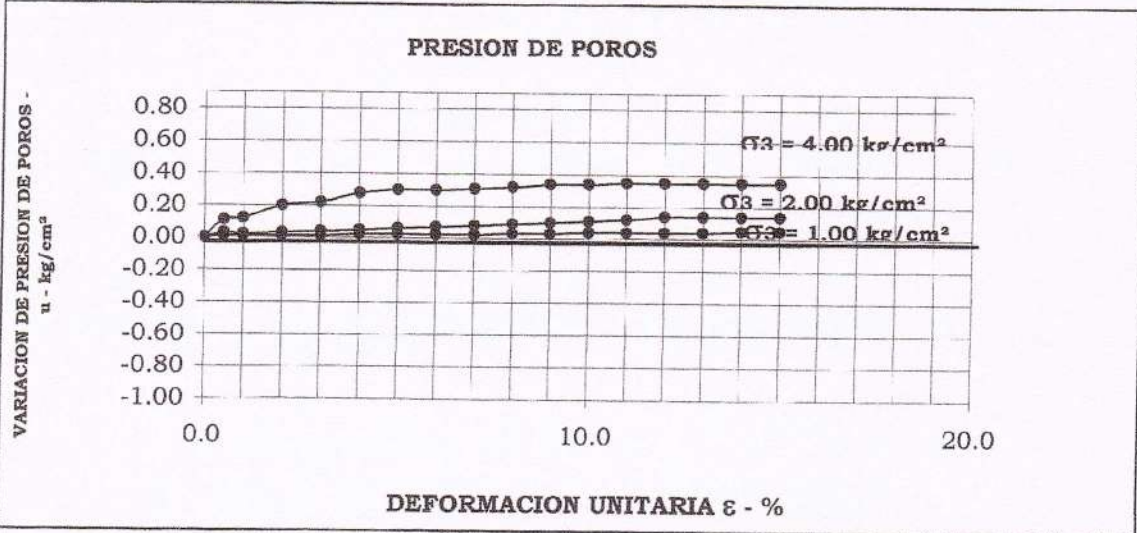


DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL CONSOLIDADO - NO DRENADO ASTM D - 4767

Solicitante :	
Proyecto :	Reforzamiento y Ampliación del Actual Depósito de Relaves en Operación para el Procesamiento de Minerales
Ubicación :	Saisa - Lucanas - Ayacucho
Calicata :	T - 2 Talud
Estructura :	Deposito en Operación Profundidad (m): 0.00-1.50
Fecha :	La Molina, 16 Febrero del 2009
Angulo de fricción interna (ϕ) :	33.03 °
Cohesión Aparente (C) :	0.20 kg/cm ²
Densidad Seca Muestra Remoldeada (γ_d) :	1.72 gr/cm ³
Angulo de fricción interna efectivo (ϕ^I) :	34.70 °
Cohesión Aparente efectiva (C^I) :	0.00 kg/cm ²
Densidad Seca (CU) (γ_d) :	1.81 gr/cm ³
Humedad Natural (%) remoldeada :	3.50 %



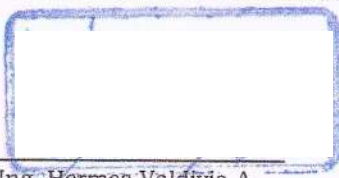
Ing. Hermes Valdivia Aspilueta
 Jefe del Lab. de Mec. de Suelos





DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
INFORME DCR - LMS 037/2009

Solicitante :								
Proyecto :	Reforzamiento y Ampliación del Actual Depósito de Relaves en Operación para el Procesamiento de Minerales							
Ubicación :	Saisa - Lucanas - Ayacucho							
Calicata :	T - 2 Talud							
Estructura :	Deposito en Operación			Profundidad (m): 0.00-1.50				
Fecha :	La Molina, 16 Febrero del 2009							
ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL (C U)								
Especimen	cm	:	A	B	C			
Diametro	cm	:	10.16	10.16	10.16			
Altura	cm	:	18.50	18.50	14.00			
Densidad Natural	gr/cm ³	:	1.73	1.73	1.73			
Humedad Natural	%	:	3.50	3.50	3.50			
Contra Presion Inicial	kg/cm ²	:	-	-	-			
Esfuerzo Efectivo σ_3	kg/cm ²	:	1.00	2.00	4.00			
Deformacion unitaria (E - %)			Esfuerzo Deviador Kg/cm ²	Presión de poros Kg/cm ²	Esfuerzo Deviador Kg/cm ²	Presión de poros Kg/cm ²	Esfuerzo Deviador Kg/cm ²	Presión de poros Kg/cm ²
0.0			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.5			0.48	0.11	0.80	0.03	0.83	0.01
1.0			0.76	0.12	1.20	0.02	1.51	0.01
2.0			0.87	0.20	3.00	0.03	4.01	0.01
3.0			0.89	0.22	3.70	0.04	5.55	0.01
4.0			0.89	0.28	4.21	0.05	6.93	0.02
5.0			0.92	0.30	4.62	0.06	8.06	0.02
6.0			0.92	0.30	5.01	0.07	9.91	0.02
7.0			0.94	0.31	5.32	0.08	10.45	0.02
8.0			0.94	0.32	5.42	0.09	10.89	0.03
9.0			0.94	0.34	5.31	0.10	11.12	0.03
10.0			0.95	0.34	5.32	0.11	11.81	0.04
11.0			0.95	0.35	5.26	0.12	11.83	0.04
12.0			0.95	0.35	5.25	0.14	11.96	0.04
13.0			0.94	0.35	5.24	0.14	12.38	0.04
14.0			0.94	0.35	5.23	0.14	12.47	0.05
15.0			0.94	0.35	5.23	0.14	12.48	0.05


 Ing. Hermes Valdivia A.
 Jefe Lab. Mecánica de Suelos



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

DCR-LMS 037/09

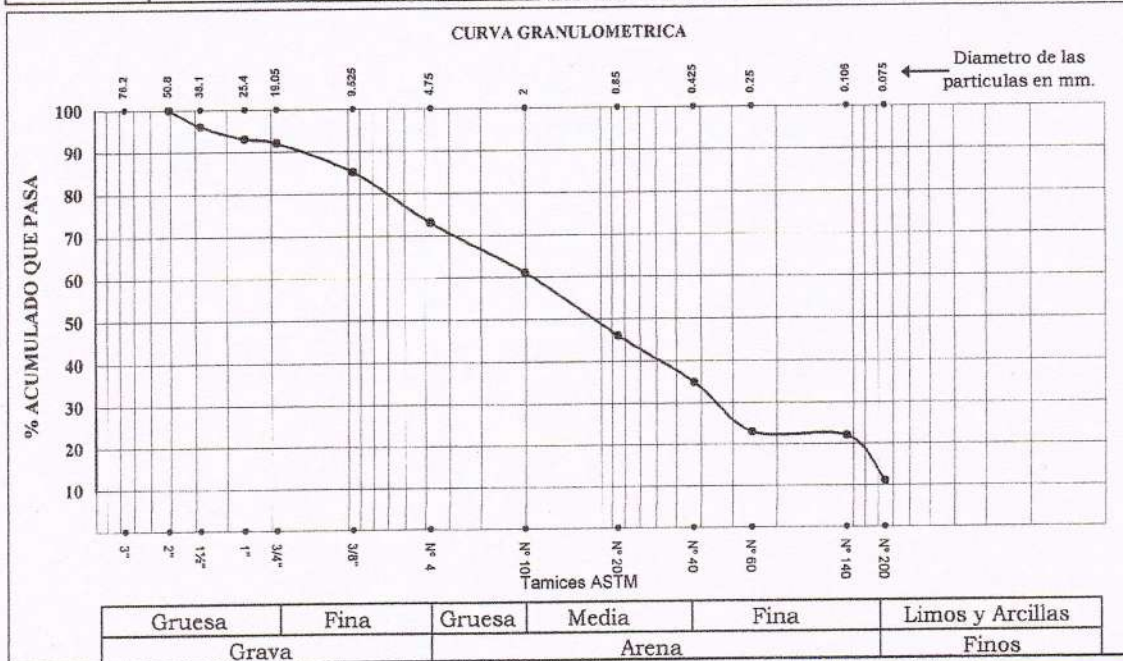
Solicitante : Sondaje : T - 3

Proyecto : Reforzamiento y Ampliacion del Actual Depósito de Relaves en Operación para el Procesamiento de Minerales Estructura : Deposito en Operación

Ubicación : Saisa - Lucanas - Ayacucho Profundidad (m). 0.00 - 1.40

Fecha : La Molina, 16 de febrero de 2009

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO NTP 339.128 / ASTM - D 422			LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - D 427 / D 4318	
MALLA	ABERTURA mm.	% QUE PASA	Limite liquido (%)	NT
3"	76.20		Limite plastico (%)	NP
2"	50.80	100	Indice plastico (%)	-
1 1/2"	38.10	96	Limite de contraccion (%)	-
1"	25.40	93	Resultados: ASTM - D 2487 / D 3282	
3/4"	19.05	92	Coefficiente de :	
3/8"	9.525	85	-Uniformidad	51.00
Nº 004	4.750	73	-Curvatura	0.53
Nº 010	2.000	61	Material :	
Nº 020	0.850	46	-Grava %	27
Nº 040	0.425	35	-Arena %	62
Nº 060	0.250	23	-Finos %	11
Nº 140	0.106	22	Clasificacion :	
Nº 200	0.075	11	-AASHTO	
			-SUCS	SP-SM con grava
			Nombre de grupo:	
			CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D 2216	
			Humedad natural (%)	9.49



NOTA: La muestra ha sido proporcionada e identificada por el solicitante

Ing. Hermes Valdivia Aspuceta
Jefe del Lab. De Mec. De Suelos



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

TELEFAX: 349 - 5679

Apdo 456 - La Molina , Lima - Perú

DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

DCR - LMS 037/ 2009

SOLICITANTE:

PROYECTO: Reforzamiento y Ampliacion del Actual Depósito de Relaves
en Operación para el Procesamiento de Minerales

UBICACIÓN: Saisa - Lucanas - Ayacucho

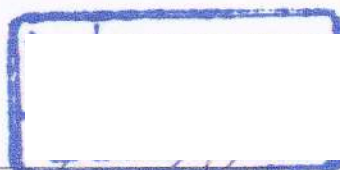
CALICATA : T-3

ESTRUCTURA : Depósito en Operación Profundidad m. 0.00-1.40

FECHA: 16/02/2009

DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO -NTP 339-131 - 1999

$$Pe = \frac{W_{seco}}{W_s - W_a} : \boxed{2.75}$$



Ing. Hermes Valdivia Asplicueta
Jefe del Lab. De Mec. De Suelos



DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
INFORME DCR-LMS 037/09

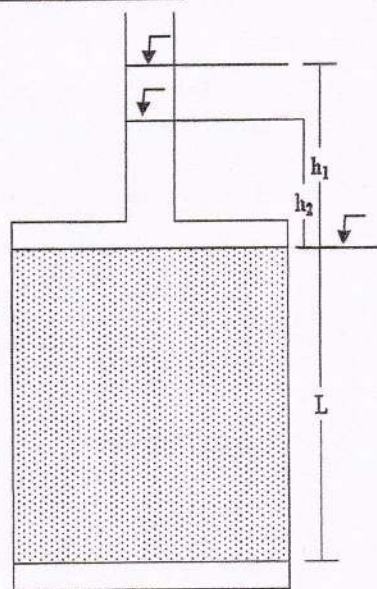
SOLICITANTE :
PROYECTO : Reforzamiento y Ampliación del Actual Depósito de Relaves en Operación para el Procesamiento de Minerales
UBICACIÓN : Saisa - Lucanas - Ayacucho
MUESTRA : T -3 Depósito en Operación
PROFUNDIDAD : 0.00-1.40 m.
FECHA : La Molina, 16 de Febrero de 2009

ENSAYO DE PERMEABILIDAD CARGA VARIABLE

Fecha de Ensayo : 05-02-09
Lect. Inicial : 2.000 cm
Lect. Final : 0.640 cm
Tiempo : 300 seg
Diametro de muestra: 10.16 cm
Altura de muestra: 10.66 cm
Densidad 1.65 gr/cm³

$$K_{20} = 2.303 \times \frac{a}{A} \times \frac{L}{t} \times \log \left[\frac{h_1}{h_2} \right] \times Rt$$

$$k_{20} = 1.7088 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$$



Ing. Hermes A. Valdivia A.
Jefe Lab. Mecánica de Suelos



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

DCR-LMS 037/09

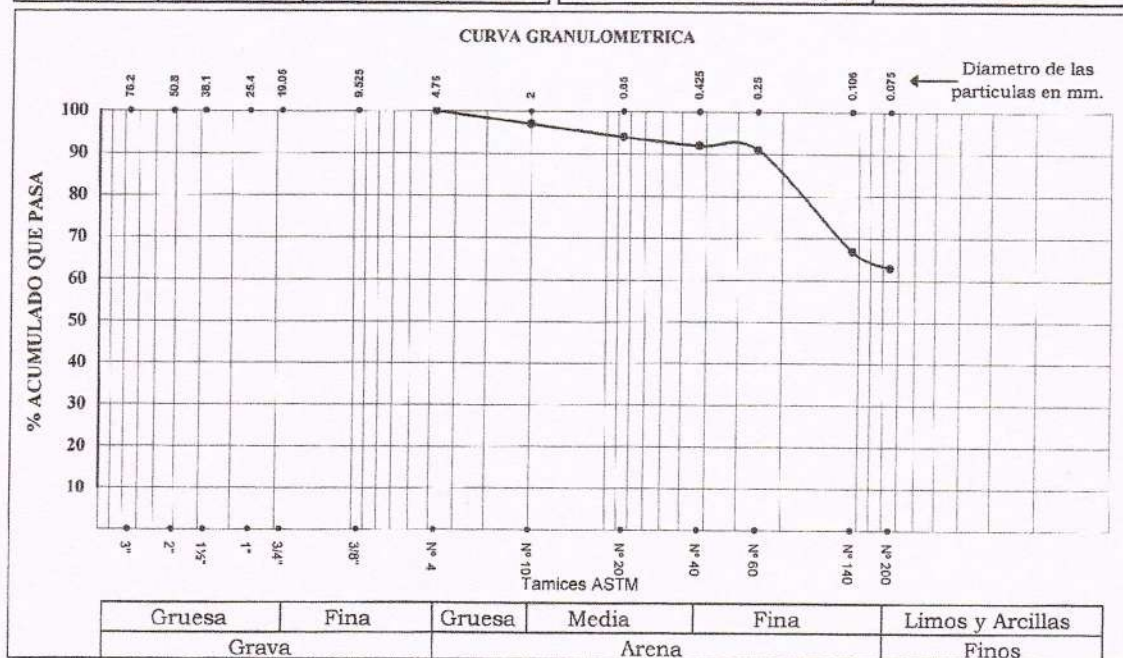
Solicitante : Sondaje : T - 4

Proyecto : Reforzamiento y Ampliación del Actual Depósito de Relaves en Operación para el Procesamiento de Minerales Estructura : Deposito Antiguo

Ubicación : Saísa - Lucanas - Ayacucho Profundidad (m). 0.00 - 0.70

Fecha : La Molina, 16 de febrero de 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO NTP 339.128 / ASTM - D 422			LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM - D 427 / D 4318	
MALLA	ABERTURA mm.	% QUE PASA	Limite liquido (%)	NT
3"	76.20		Limite plastico (%)	NP
2"	50.80		Indice plastico (%)	-
1 1/2"	38.10		Limite de contraccion (%)	-
1"	25.40		Resultados: ASTM - D 2487 / D 3282	
3/4"	19.05		<u>Coefficiente de:</u>	
3/8"	9.525		-Uniformidad	
Nº 004	4.750	100	-Curvatura	
Nº 010	2.000	97	<u>Material:</u>	
Nº 020	0.850	94	-Grava %	0
Nº 040	0.425	92	-Arena %	37
Nº 060	0.250	91	-Finos %	63
Nº 140	0.106	67	<u>Clasificación:</u>	
Nº 200	0.075	63	-AASHTO	
			-SUCS	ML arenoso
			Nombre de grupo:	
			CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D 2216	
			Humedad natural (%)	6.32



NOTA: La muestra ha sido proporcionada e identificada por el solicitante

Ing. Hermes Valdivia Aspilcueta
Jefe del Lab. De Mec. De Suelos



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

DCR-LMS 037/09

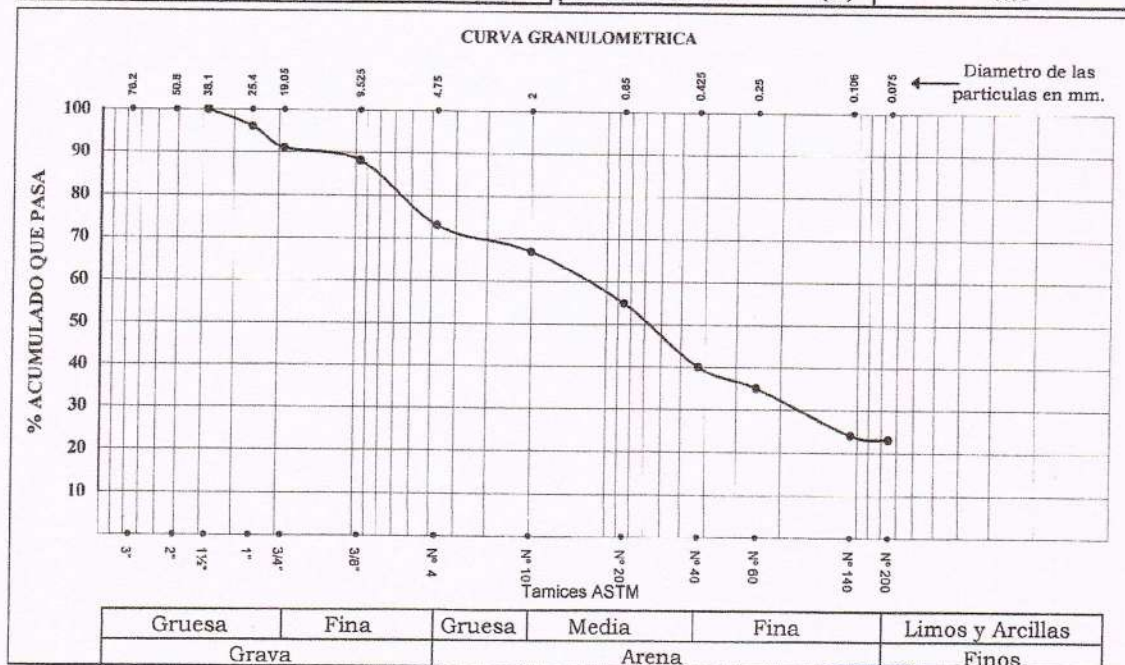
Solicitante : Sondaje : T - 4

Proyecto : Reforzamiento y Ampliacion del Actual Depósito de Relaves en Operación para el Procesamiento de Minerales Estructura : Deposito antiguo

Ubicación : Saisa - Lucanas - Ayacucho Profundidad (m). 0.70 - 1.70

Fecha : La Molina, 16 de febrero de 2009

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO NTP 339.128 / ASTM - D 422			LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - D 427 / D 4318	
MALLA	ABERTURA mm.	% QUE PASA	Limite liquido (%)	NT
3"	76.20		Limite plastico (%)	NP
2"	50.80		Indice plastico (%)	-
1 1/2"	38.10	100	Limite de contraccion (%)	-
1"	25.40	96	Resultados: ASTM - D 2487 / D 3282	
3/4"	19.05	91	<i>Coefficiente de:</i>	
3/8"	9.525	88	-Uniformidad	
Nº 004	4.750	73	-Curvatura	
Nº 010	2.000	67	<i>Material:</i>	
Nº 020	0.850	55	-Grava %	27
Nº 040	0.425	40	-Arena %	50
Nº 060	0.250	35	-Finos %	23
Nº 140	0.106	24	<i>Clasificacion:</i>	
Nº 200	0.075	23	-AASHTO	
			-SUCS	SM con grava
			Nombre de grupo:	
			CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D 2216	
			Humedad natural (%)	6.01



NOTA: La muestra ha sido proporcionada e identificada por el solicitante

Ing. Héctor Valdivia Aspícueta
Jefe del Lab. De Mec. De Suelos



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

TELEFAX: 349 - 5679

Apdo 456 - La Molina , Lima - Perú

DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

DCR - LMS 039/2009

SOLICITANTE:

PROYECTO: Reforzamiento y Ampliacion del Actual Depósito de Relaves
en Operación para el Procesamiento de Minerales

UBICACIÓN: Salsa - Lucanas - Ayacucho

CALICATA : T -4

ESTRUCTURA : Depósito Antiguo Profundidad m. 0.0-1.70

FECHA: 16/02/2009

DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO -NTP 339-131 - 1999

$$P_e = \frac{W_{seco}}{W_s \cdot W_a} \quad ; \quad \boxed{2.76}$$

Ing. ~~Victor~~ ~~Aspigueta~~ Aspigueta
Jefe del Lab. De Mec. De Suelos

ANEXO 4B

**CANTERAS PARA CONSTRUCCIÓN DEL CONTRAFUERTE,
PRESA Y FILTROS**



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

DCR-LMS 037/09

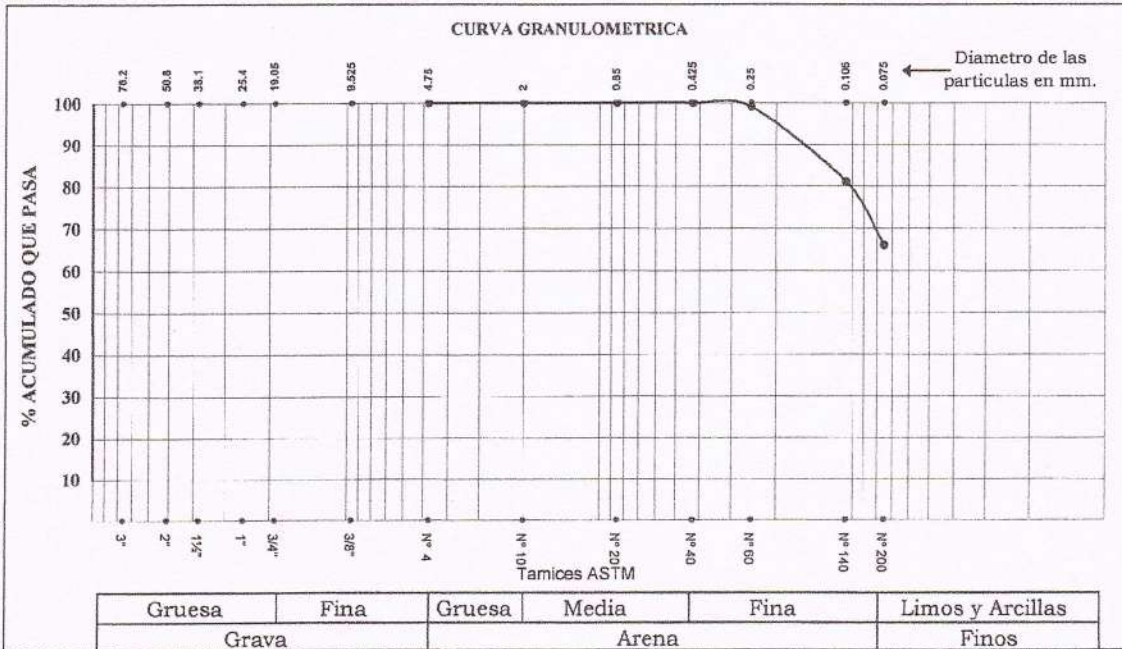
Solicitante : Sondaje : CANTERA - I

Proyecto : Reforzamiento y Ampliación del Actual Depósito de Relaves en Operación para el Procesamiento de Minerales Estructura : Deposito Antiguo

Ubicación : Saisa - Lucanas - Ayacucho Profundidad (m). 0.00 - 1.00

Fecha : La Molina, 16 de febrero de 2009

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO NTP 339.128 / ASTM - D 422			LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - D 427 / D 4318	
MALLA	ABERTURA mm.	% QUE PASA	Limite liquido (%)	NT
3"	76.20		Limite plastico (%)	NP
2"	50.80		Indice plastico (%)	-
1 1/2"	38.10		Limite de contraccion (%)	-
1"	25.40		Resultados: ASTM - D 2487 / D 3282	
3/4"	19.05		<i>Coefficiente de :</i>	
3/8"	9.525		-Uniformidad	
Nº 004	4.750	100	-Curvatura	
Nº 010	2.000	100	<i>Material :</i>	
Nº 020	0.850	100	-Grava %	0
Nº 040	0.425	100	-Arena %	34
Nº 060	0.250	99	-Finos %	66
Nº 140	0.106	81	<i>Clasificacion :</i>	
Nº 200	0.075	66	-AASHTO	
			-SUCS	ML arenoso
			Nombre de grupo:	
			CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D 2216	
			Humedad natural (%)	1.08



NOTA: La muestra ha sido proporcionada e identificada por el solicitante

Ing. Hermes Valdivia Aspícueta
 Jefe del Lab. De Mec. De Suelos



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

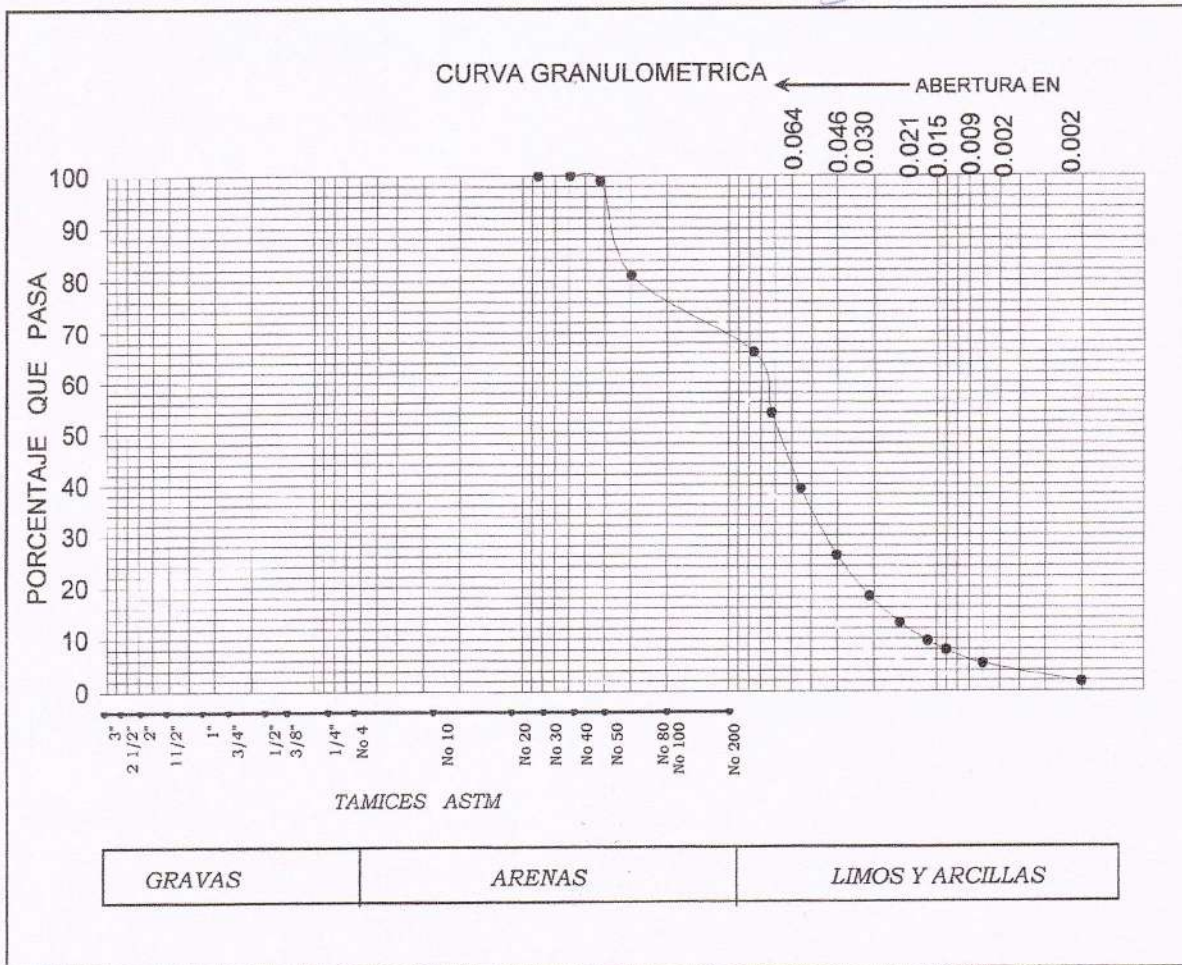
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR HIDROMETRO - ASTM D 422 - 63

SOLICITANTE :		Expediente:
PROYECTO : Reforzamiento y Ampliación del Actual Depósito de Relaves en Operación para el Procesamiento de Minerales		DCR-LMS 037/2009
UBICACIÓN : Saisa - Lucanas - Ayacucho		Fecha: 16/02/2009
SONDAJE : CANTERA 1		
ESTRUCTURA : MAB PROFUNDIDAD : 0.00-1.00 m.		
Limite Líquido (%):	NT	Coef. de Uniformidad: -
Límite Plástico (%):	NP	Coef. de Curvatura : -
Indice Plástico (%):	-	Gravedad Específica : 2.79
Humedad Natural (%):	1.08	Clasificación SUCS : ML arenoso

Ing. Hermes Valdivia Aspilcueta
Jefe del Lab. Mec. de Suelos





DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
INFORME DCR-LMS 037/09

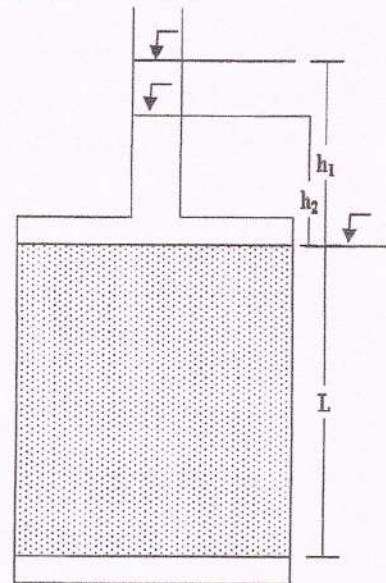
SOLICITANTE :
PROYECTO : Reforzamiento y Ampliación del Actual Depósito de Relaves en Operación para el Procesamiento de Minerales
UBICACIÓN : Saisa - Lucanas - Ayacucho
MUESTRA : CANTERA 1 Depósito Antiguo
PROFUNDIDAD : 0.00-1.00 m.
FECHA : La Molina, 16 de Febrero de 2009

ENSAYO DE PERMEABILIDAD CARGA VARIABLE

Fecha de Ensayo : 05-02-09
Lect. Inicial : 1.420 cm
Lect. Final : 0.480 cm
Tiempo : 373.2 seg
Diametro de muestra: 7.11 cm
Altura de muestra: 15 cm
Densidad 1.75 gr/cm³

$$K_{20} = 2.303 \times \frac{a}{A} \times \frac{L}{t} \times \log \left[\frac{h_1}{h_2} \right] \times Rt$$

$$k_{20} = 1.3076 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$$



Ing. Hermes A. Valdivia A.
Jefe Lab. Mecánica de Suelos



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

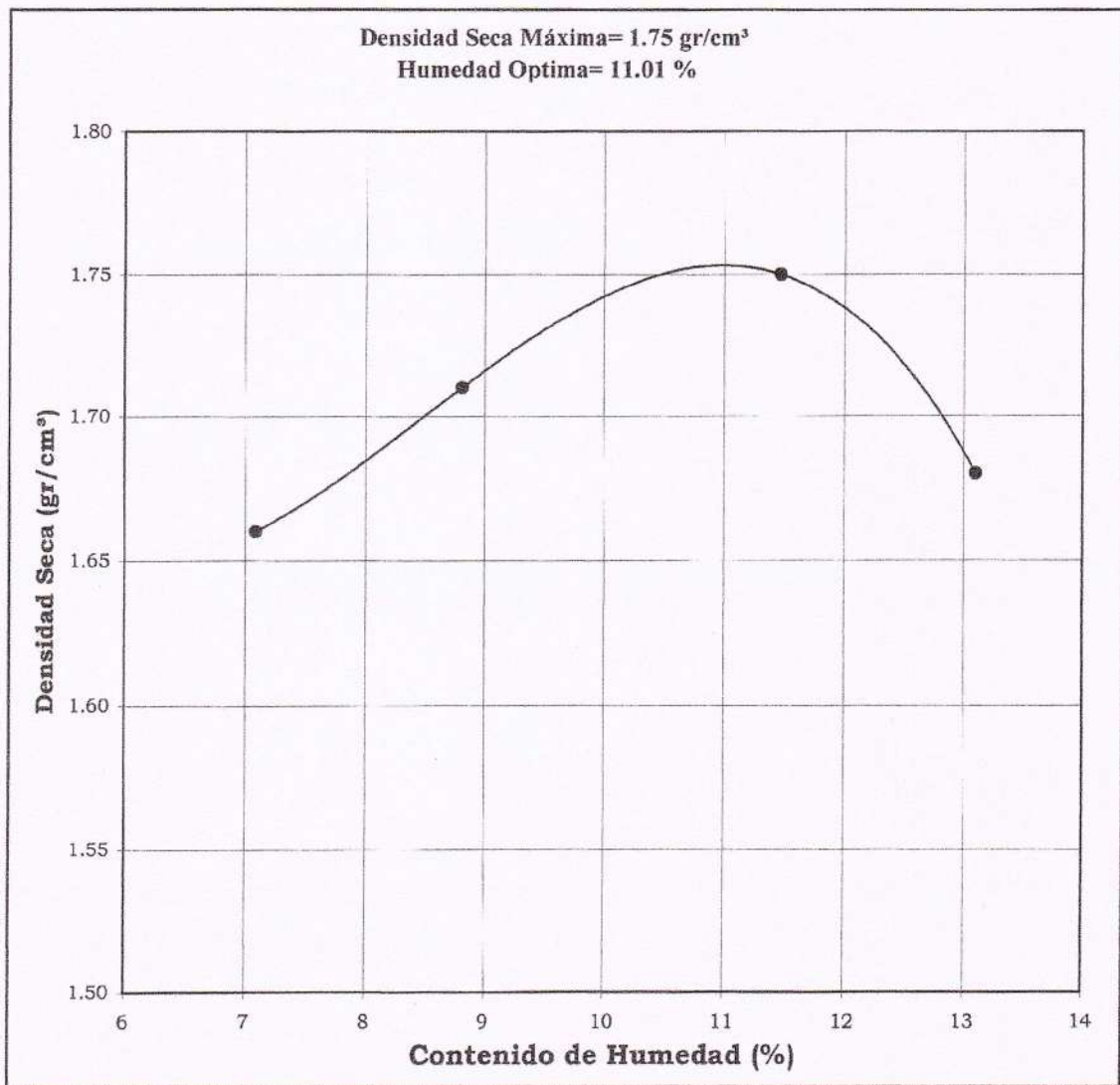
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO
ASTM D 1557 METODO "A"

INFORME DCR - LMS 037/2009

SOLICITANTE :
PROYECTO : Reforzamiento y Ampliación del Actual Depósito de Relaves en Operación para el Procesamiento de Minerales
CALICATA : CANTERA 1
ESTRUCTURA : Depósito Antiguo
PROFUNDIDAD (m) : 0.00-1.00
FECHA : LA MOLINA 16 FEBRERO DEL 2009



OBSERVACIONES :

Ing. Hermes Valdivia Aspifueña
Jefe Lab. Mec. de Suelos



DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
INFORME DCR - LMS 037/2009

Solicitante :			
Proyecto :	Reforzamiento y Ampliación del Actual Depósito de Relaves en Operación para el Procesamiento de Minerales		
Ubicación :	Saisa - Lucanas - Ayacucho		
Calicata :	CANTERA CAN - 1		
Estructura :	Deposito Antiguo	Profundidad (m):	0.00-1.00
Fecha :	La Molina, 16 Febrero del 2009		

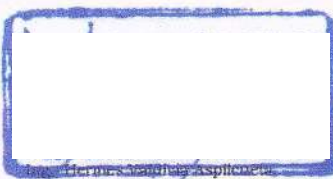
ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL (C U)

Especimen	cm	:	A	B	C			
Diametro	cm	:	7.11	7.11	7.11			
Altura	cm	:	15.00	15.00	14.00			
Densidad Natural	gr/cm ³	:	1.66	1.66	1.66			
Humedad Natural	%	:	11.00	11.00	11.00			
Contra Presion Inicial	kg/cm ²	:	-	-	-			
Esfuerzo Efectivo σ_3	kg/cm²	:	1.00	2.00	4.00			
Deformacion unitaria (E - %)			Esfuerzo Deviador Kg/cm ²	Presión de poros Kg/cm ²	Esfuerzo Deviador Kg/cm ²	Presión de poros Kg/cm ²	Esfuerzo Deviador Kg/cm ²	Presión de poros Kg/cm ²
0.0			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.5			0.41	0.01	1.06	0.01	2.14	0.01
1.0			0.81	0.01	2.00	0.01	5.33	0.02
2.0			1.43	0.01	2.20	0.01	5.68	0.02
3.0			1.83	0.01	3.13	0.02	6.93	0.04
4.0			1.93	0.02	3.23	0.02	7.63	0.06
5.0			1.95	0.02	3.52	0.03	7.84	0.08
6.0			1.97	0.03	3.72	0.04	8.40	0.10
7.0			1.99	0.03	3.99	0.06	8.83	0.11
8.0			1.99	0.03	4.00	0.06	9.19	0.11
9.0			2.00	0.04	4.01	0.09	9.61	0.11
10.0			2.00	0.04	4.01	0.10	9.72	0.13
11.0			2.00	0.04	3.98	0.10	9.82	0.14
12.0			2.00	0.04	3.91	0.11	9.79	0.14
13.0			2.00	0.04	3.90	0.12	9.76	0.14
14.0			2.00	0.04	3.86	0.12	9.79	0.14
15.0			2.00	0.04	3.84	0.12	9.77	0.14

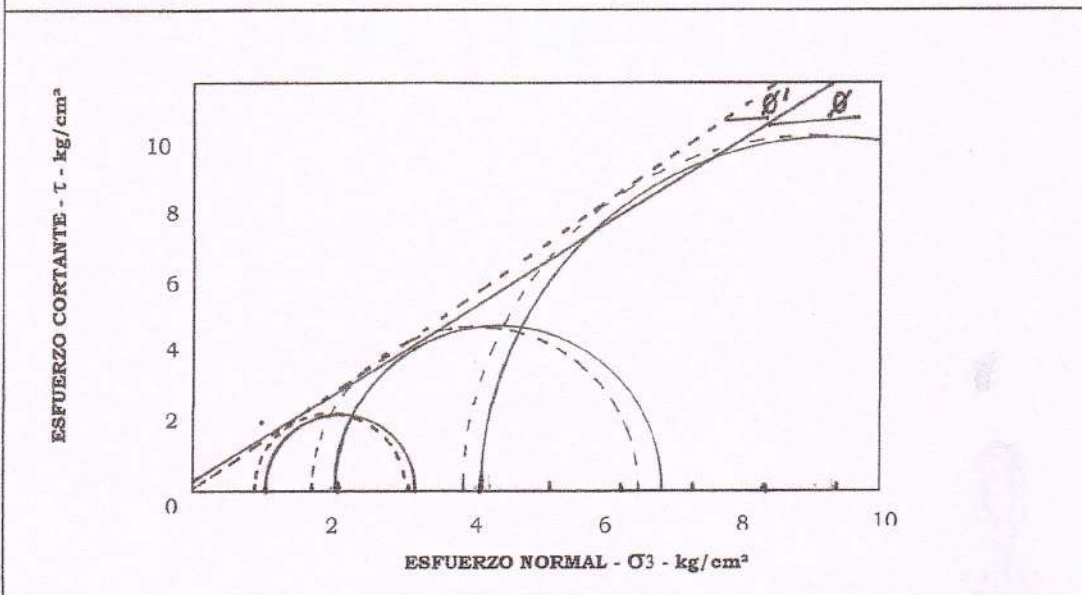
Ing. Hermes Valdivia A.
Jefe Lab. Mecánica de Suelos



DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL CONSOLIDADO - NO DRENADO ASTM D - 4767

Solicitante :		 Hernán Rodríguez Aspilmeche Jefe del Lab. de Mec. de Suelos
Proyecto :	Reforzamiento y Ampliación del Actual Depósito de Relaves en Operación para el Procesamiento de Minerales	
Ubicación :	Saisa - Lucanas - Ayacucho	
Calicata :	CANTERA CAN - 1	
Estructura :	Deposito Antiguo Profundidad 0.00-1.00	
Fecha :	La Molina, 16 Febrero del 2009	

ESPECIMEN		A	B	C
Peso Suelo Seco	gr	989	989	989
Densidad Natural	gr/cm ³	1.661	1.661	1.661
Contenido de Humedad	%	11.00	11.00	11.00
Condiciones Iniciales del espécimen				
Esfuerzo Confinante	Kg/cm ²	1.00	2.00	4.00
Diametro Promedio	cm	7.11	7.11	7.11
Altura	cm	15.00	15.00	15.00
Area	cm ²	39.70	39.70	39.70
Volumen	cm ³	595.6	595.6	595.6
Peso Especifico de Sólidos		2.790	2.790	2.790
Volumen de Sólidos	Ws/Gs	354	354	354
Relacion de Vacios	(Pe/ $\gamma_{s nat}$)-1	0.680	0.680	0.680
Humedad Inicial	%	11.00	11.00	11.00
Condiciones despues de la Consolidación				
Altura final	cm	14.86	14.96	14.20
Cambio de Altura	cm	0.14	0.04	0.80
Diametro final	cm	6.76	6.87	7.00
Altura Consolidada	cm	14.86	14.96	14.20
Area Consolidada	cm ²	38.96	39.49	35.47
Volumen Consolidada	cm ³	579.0	590.8	503.7
Relacion de vacios Consolidada		0.63	0.67	0.42
Densidad seca Consolidada	gr/cm ³	1.708	1.674	1.964




Especimen remoldeada al 95% de densidad Maxima del Proctor Modificado

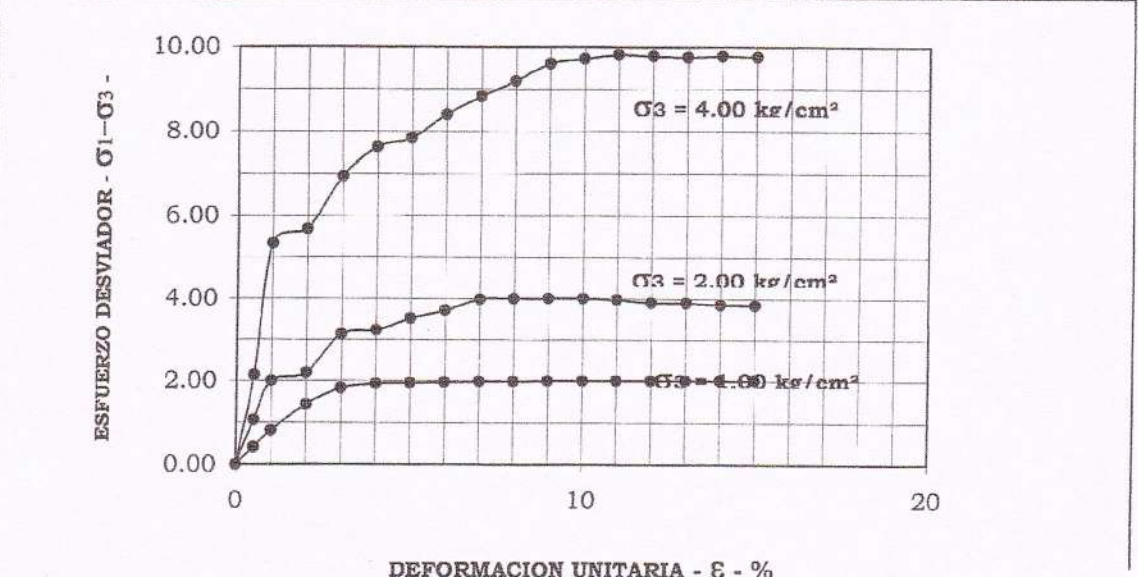
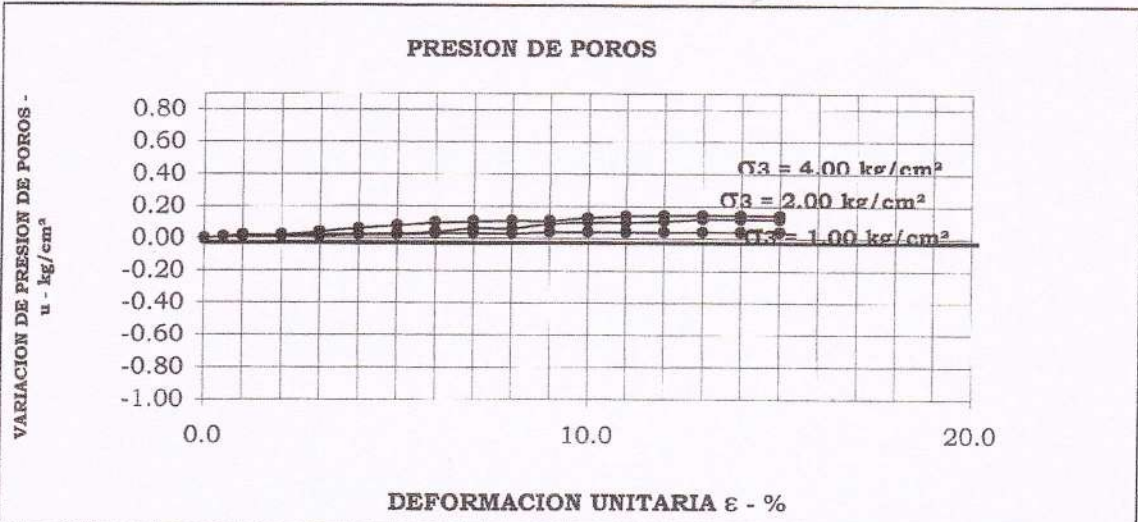


DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL CONSOLIDADO - NO DRENADO ASTM D - 4767

Solicitante :	
Proyecto :	Reforzamiento y Ampliación del Actual Depósito de Relaves en Operación para el Procesamiento de Minerales
Ubicación :	Saisa - Lucanas - Ayacucho
Calicata :	Cantera 1 Cimentación
Estructura :	Deposito Antigo Profundidad (m): 0.00-1.00
Fecha :	La Molina, 16 Febrero del 2009
Angulo de fricción interna (ϕ) :	33.03 °
Cohesión Aparente (C) :	0.20 kg/cm ²
Densidad Seca Muestra Remoldeada (γ_d) :	1.66 gr/cm ³
Angulo de fricción interna efectivo (ϕ') :	34.70 °
Cohesión Aparente efectiva (C') :	0.00 kg/cm ²
Densidad Seca (CU) (γ_d) :	1.78 gr/cm ³
Humedad Natural (%) remoldeada :	11.00 %



Ing. Hermes Valdivia Aspilcueta
 Jefe del Lab. de Mec. de Suelos





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

DCR-LMS 037/09

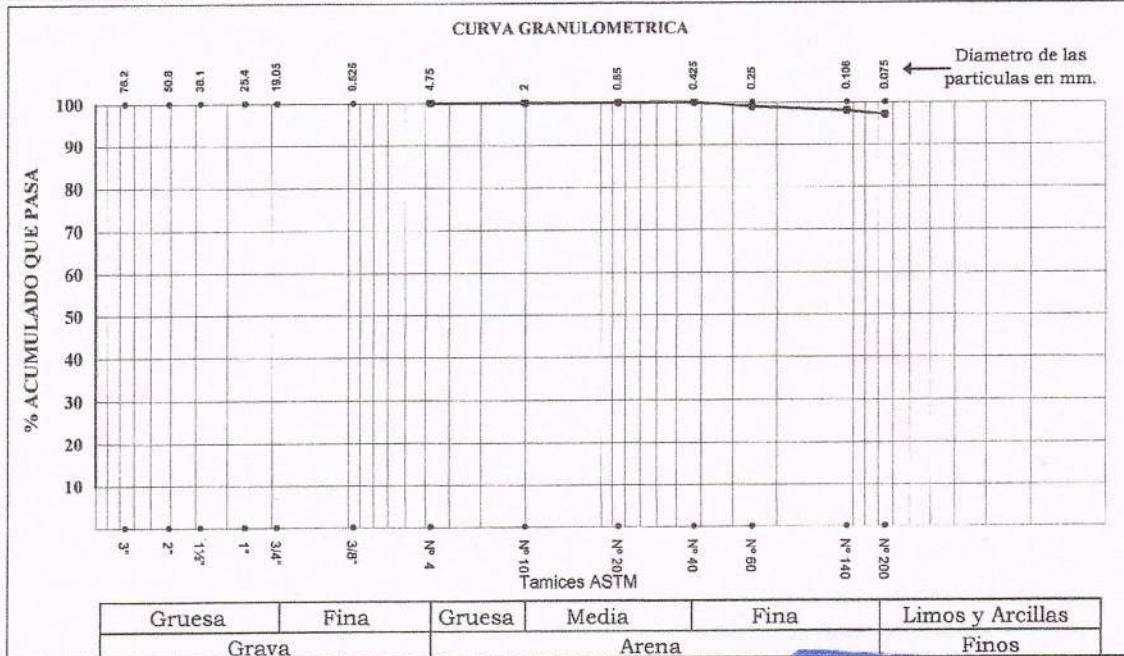
Solicitante : Sondaje : CANTERA - 2

Proyecto : Reforzamiento y Ampliacion del Actual Depósito de Relaves en Operación para el Procesamiento de Minerales Estructura : Deposito antiguo

Ubicación : Saisa - Lucanas - Ayacucho Profundidad (m). 0.00 - 0.80

Fecha : La Molina, 16 de febrero de 2009

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO NTP 339.128 / ASTM - D 422			LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - D 427 / D 4318	
MALLA	ABERTURA mm.	% QUE PASA	ASTM - D 427 / D 4318	
3"	76.20		Limite liquido (%)	40.75
2"	50.80		Limite plastico (%)	35.69
1 1/2"	38.10		Indice plastico (%)	5.06
1"	25.40		Limite de contraccion (%)	-
3/4"	19.05		Resultados: ASTM - D 2487 / D 3282	
3/8"	9.525		<i>Coefficiente de:</i>	
Nº 004	4.750	100	-Uniformidad	
Nº 010	2.000	100	-Curvatura	
Nº 020	0.850	100	<i>Material:</i>	
Nº 040	0.425	100	-Grava (%)	0
Nº 060	0.250	99	-Arena (%)	3
Nº 140	0.106	98	-Finos (%)	97
Nº 200	0.075	97	<i>Clasificacion:</i>	
			-AASHTO	
			-SUCS	ML
			Nombre de grupo:	
			CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D 2216	
			Humedad natural (%)	33.85



NOTA: La muestra ha sido proporcionada e identificada por el solicitante

Ing. Normes Valdivia Aspilcueta
Jefe del Lab. De Mec. De Suelos



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

TELEFAX: 349 - 5679

Apdo 456 - La Molina , Lima - Perú

DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

DCR - LMS 037/ 2009

SOLICITANTE:

PROYECTO: Reforzamiento y Ampliacion del Actual Depósito de Relaves
en Operación para el Procesamiento de Minerales

UBICACIÓN: Saisa - Lucanas - Ayacucho


CALICATA : CANTERA 2

ESTRUCTURA : Deposito Antiguo Profundidad m. : 0.00-0.80

FECHA: 16/02/2009

DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO -NTP 339-131 - 1999

$$P_e = \frac{W_{\text{seco}}}{W_s - W_a} : \boxed{2.79}$$


Ing. Hermes Valdivia Aspilcueta
Jefe del Lab. De-Mec. De Suelos



DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
INFORME DCR-LMS 037/09

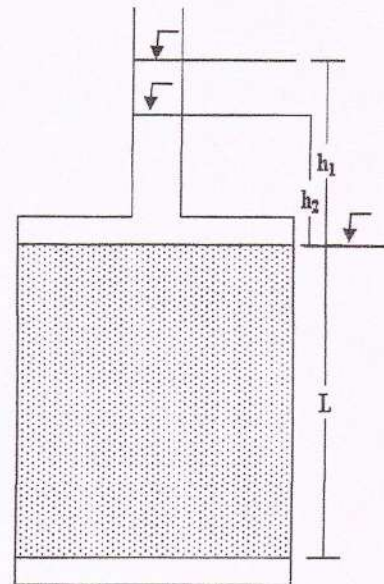
SOLICITANTE :
PROYECTO : Reforzamiento y Ampliacion del Actual Depósito de Relaves en Operación para el Procesamiento de Minerales
UBICACIÓN : Saisa - Lucanas - Ayacucho
MUESTRA : CANTERA 2 Depósito Antiguo
PROFUNDIDAD : 0.00-0.80
FECHA : La Molina, 16 de Febrero de 2009


ENSAYO DE PERMEABILIDAD CARGA VARIABLE

Fecha de Ensayo : 05-02-09
Lect. Inicial : 1.700 cm
Lect. Final : 0.610 cm
Tiempo : 180 seg
Diametro de muestra: 10.16 cm
Altura de muestra: 10.66 cm
Densidad gr/cm³

$$K_{20} = 2.303 \times \frac{a}{A} \times \frac{L}{t} \times \log \left[\frac{h_1}{h_2} \right] \times Rt$$

$$k_{20} = 2.5619 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$$




Ing. Hermes A. Valdivia A.
Jefe Lab.Mecánica de Suelos



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

DCR-LMS 037/09

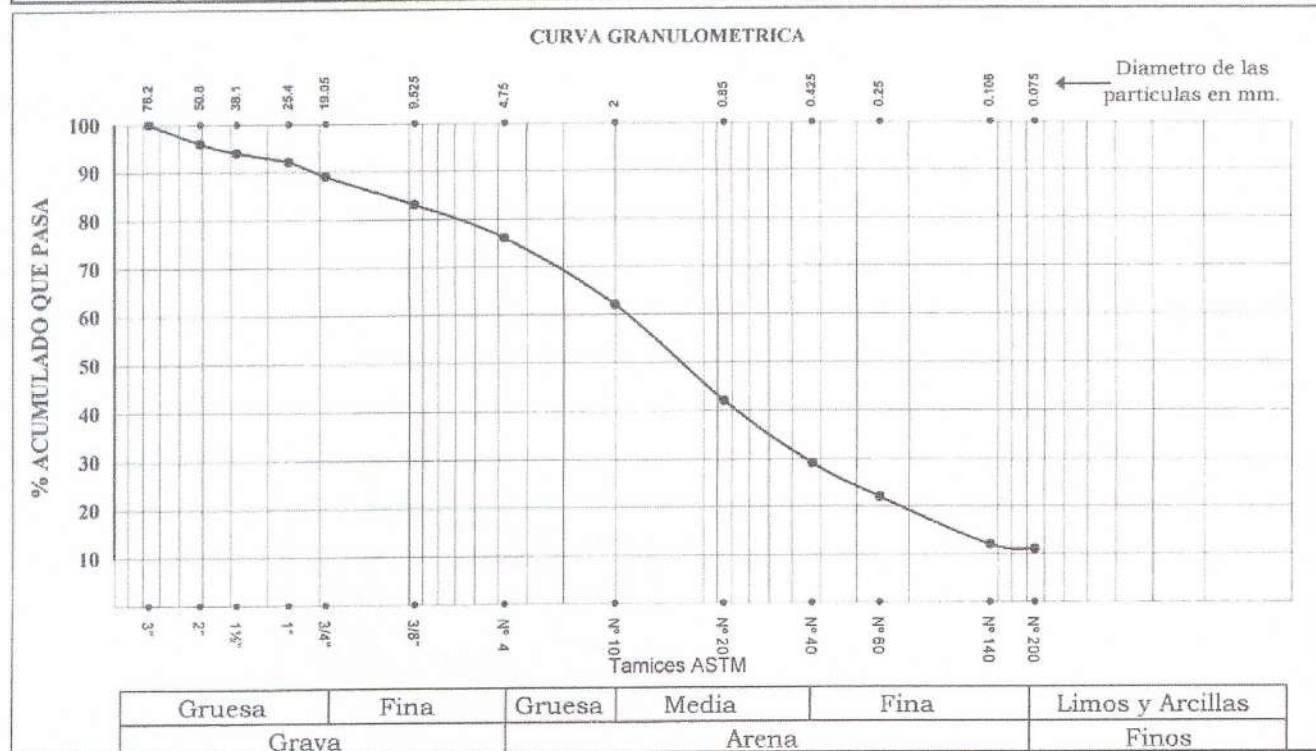
Solicitante : Sondaje : CANTERA - 3

Proyecto : Reforzamiento y Ampliación del Actual deposito de Relaves en Operación para el Procesamiento de Minerales Estructura : Filtro y Agregados

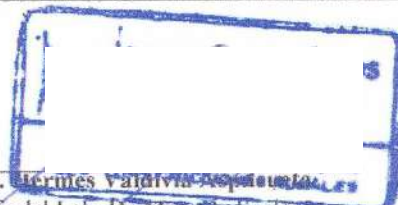
Ubicación : Saisa - Lucanas - Ayacucho Profundidad (m). 0.00 - 0.50

Fecha : La Molina, 16 de febrero de 2009

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO NTP 339.128 / ASTM - D 422			LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - D 427 / D 4318	
MALLA	ABERTURA mm.	% QUE PASA	Limite liquido (%)	NT
3"	76.20	100	Limite plastico (%)	NP
2"	50.80	96	Indice plastico (%)	-
1 1/2"	38.10	94	Limite de contraccion (%)	-
1"	25.40	92	Resultados: ASTM - D 2487 / D 3282	
3/4"	19.05	89	<u>Coefficiente de:</u>	
3/8"	9.525	83	-Uniformidad	51.45
Nº 004	4.750	76	-Curvatura	0.88
Nº 010	2.000	62	<u>Material:</u>	
Nº 020	0.850	42	-Grava %	24
Nº 040	0.425	29	-Arena %	65
Nº 060	0.250	22	-Finos %	11
Nº 140	0.106	12	<u>Clasificación:</u>	
Nº 200	0.075	11	-AASHTO	
			-SUCS	SP-SM con grava
			Nombre de grupo:	
			CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D 2216	
			Humedad natural (%)	2.46



NOTA: La muestra ha sido proporcionada e identificada por el solicitante



Ing. Hermes Valdivia Apaza

Laboratorio de Mecánica de Suelos



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

TELEFAX: 349 - 5679

Apdo 456 - La Molina , Lima - Perú

DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

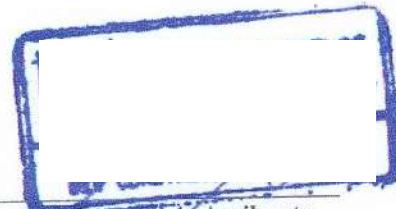
DCR - LMS 037/ 2009

SOLICITANTE:

PROYECTO: Reforzamiento y Ampliación del Actual deposito de
Relaves en Operacion para el Procesamiento de Minerales
UBICACIÓN: Saisa - Lucanas - Ayacucho
CALICATA : CANTERA 3
ESTRUCTURA : Filtro de Agregados Profundidad m. : 0.00-0.50
FECHA: 16/02/2009

DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO -NTP 339-131 - 1999

$$Pe = \frac{W_{seco}}{W_s - W_a} : \boxed{2.74}$$



Ing. Hernán Valdivia Aspilcueta
Jefe del Lab. De Mec. De Suelos



DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
INFORME DCR-LMS 037/09

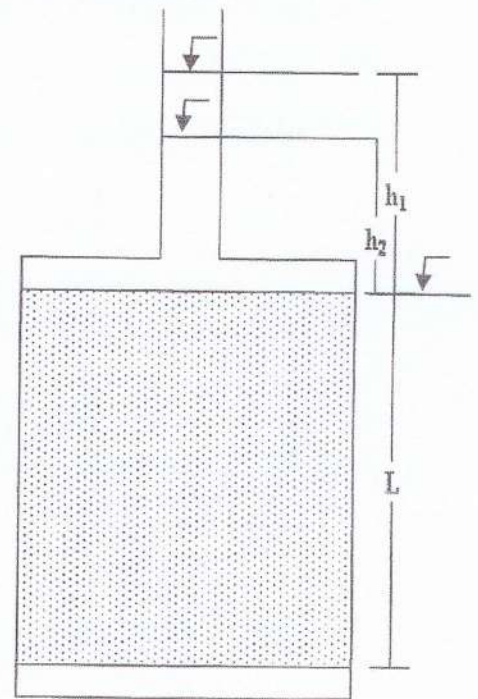
SOLICITANTE :
PROYECTO : Reforzamiento y Ampliación del Actual deposito de Relaves en Operacion para el Procesamiento de Minerales
UBICACIÓN : Saisa - Lucanas - Ayacucho
MUESTRA : CANTERA 3 Filtro y Agregado
PROFUNDIDAD : 0.00-0.50 m.
FECHA : La Molina, 16 de Febrero de 2009

ENSAYO DE PERMEABILIDAD CARGA VARIABLE

Fecha de Ensayo : 05-02-09
Lect. Inicial : 2.000 cm
Lect. Final : 0.640 cm
Tiempo : 186 seg
Diametro de muestra: 10.16 cm
Altura de muestra: 10.66 cm
Densidad 1.74 gr/cm³

$$K_{20} = 2.303 \times \frac{a}{A} \times \frac{L}{t} \times \log \left(\frac{h_1}{h_2} \right) \times Rt$$

$$k_{20} = 2.7562 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$$



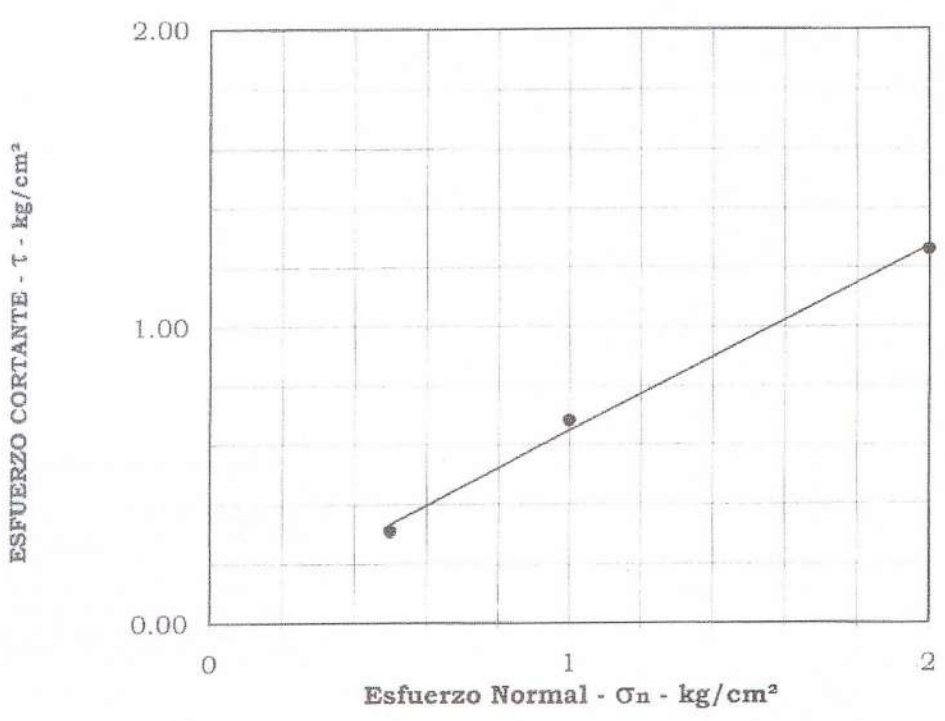
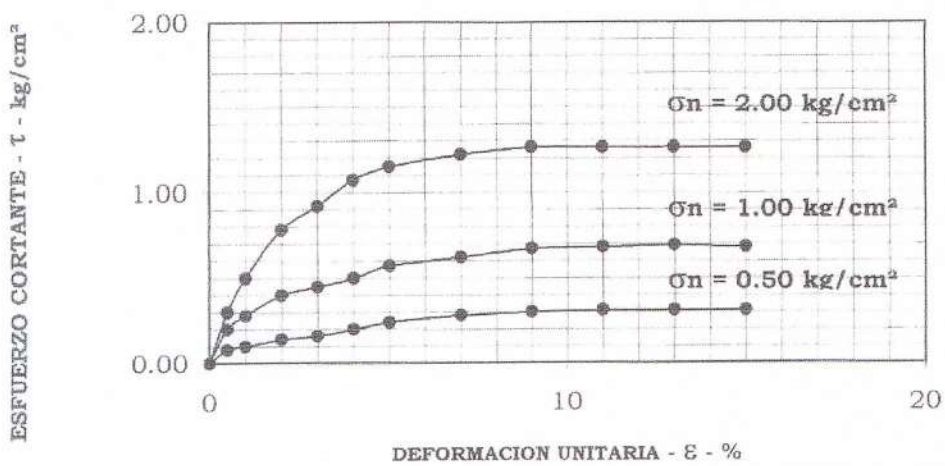
Ing. Hermes A. Valdivia A.
Jefe Lab.Mecánica de Suelos



DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D - 3080

Solicitante :		Expediente:	
Proyecto :	Reforzamiento y Ampliación del Actual deposito de Relaves en Operacion para el Procesamiento de Minerales	DCR - LMS 037/2009	
Ubicación :	Saisa - Lucanas - Ayacucho	Fecha:	
Calicata :	CANTERA 3 Estructura Filtro y Asegado	16-02-09	
Muestra :	MAB Profundidad: 0.00-0.50 m.		

Angulo de fricción interna del suelo	:	32.24 °	
Cohesión Aparente del suelo	:	0.02 kg/cm ²	
Densidad Seca Promedio ($\gamma_d < N^{\circ}4$)	:	1.64 gr/cm ³	In
Humedad Natural ($\gamma_d < N^{\circ}4$)	:	2.46 %	Je



Observación : densidad Proporcionado por Solicitante



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

DCR - LMS 037/2009

SOLICITANTE :

PROYECTO : Reforzamiento y Ampliación del Actual Depósito de Relaves en Operación para el Procesamiento de Minerales

UBICACIÓN : Saisa - Lucanas - Ayacucho

CODIGO : CANTERA 3 PROGRESIVA Filtro y Asegado

MUESTRA : MAB PROFUNDIDAD : 0.00-0.50 m.

FECHA : La Molina , 16 de Febrero de 2009

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Especimen	:	A	B	C
Lado (cm)	:	6.00	6.00	6.00
Altura (cm)	:	2.544	2.544	2.544
Densidad Seca (gr/cm ³)	:	1.64	1.64	1.64
Humedad Inicial (%)	:	2.46	2.46	2.46
Humedad Saturación (%)	:	18.26	19.21	18.46
Esfuerzo Normal (kg/cm ²)	:	0.50	1.00	2.00

Deformación Unitaria
(ϵ - %)

Esfuerzo Cortante
(kg/cm²)

0.5	0.08	0.20	0.30
1.0	0.10	0.28	0.50
2.0	0.14	0.40	0.78
3.0	0.16	0.45	0.92
4.0	0.20	0.50	1.07
5.0	0.24	0.57	1.15
7.0	0.28	0.62	1.22
9.0	0.30	0.67	1.26
11.0	0.31	0.68	1.26
13.0	0.31	0.69	1.26
15.0	0.31	0.68	1.26

Angulo de Fricción Interna del Suelo (°)
Cohesión Aparente del Suelo (kg/cm²)

32.24
0.02

Ing.  / Valdivia A.
Jefe Lab. Mecánica de Suelos



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

TELEFAX: 349 - 5679

Apdo 456 - La Molina , Lima - Perú

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES

INFORME DCR-LMS 027/09

NTP 339.137 - NTP 339.138

SOLICITANTE :

PROYECTO : Reforzamiento y Ampliacion del Actual Depósito de Relaves en Operación para el Procesamiento de Minerales

LUGAR : Saisa - Lucanas - Ayacucho

Fecha : La Molina 16 de Febrero del 2009

MUESTRA	PROF. (m)	DENSIDAD	DENSIDAD
		MAXIMA (gr/cm ³)	MINIMA (gr/cm ³)
CANTERA 3	0.00-0.50	2.02	1.57



Ing. Hernán Sardiya Aspilcueta
Jefe Lab. Mec. de Suelos



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

DCR-LMS 037/09

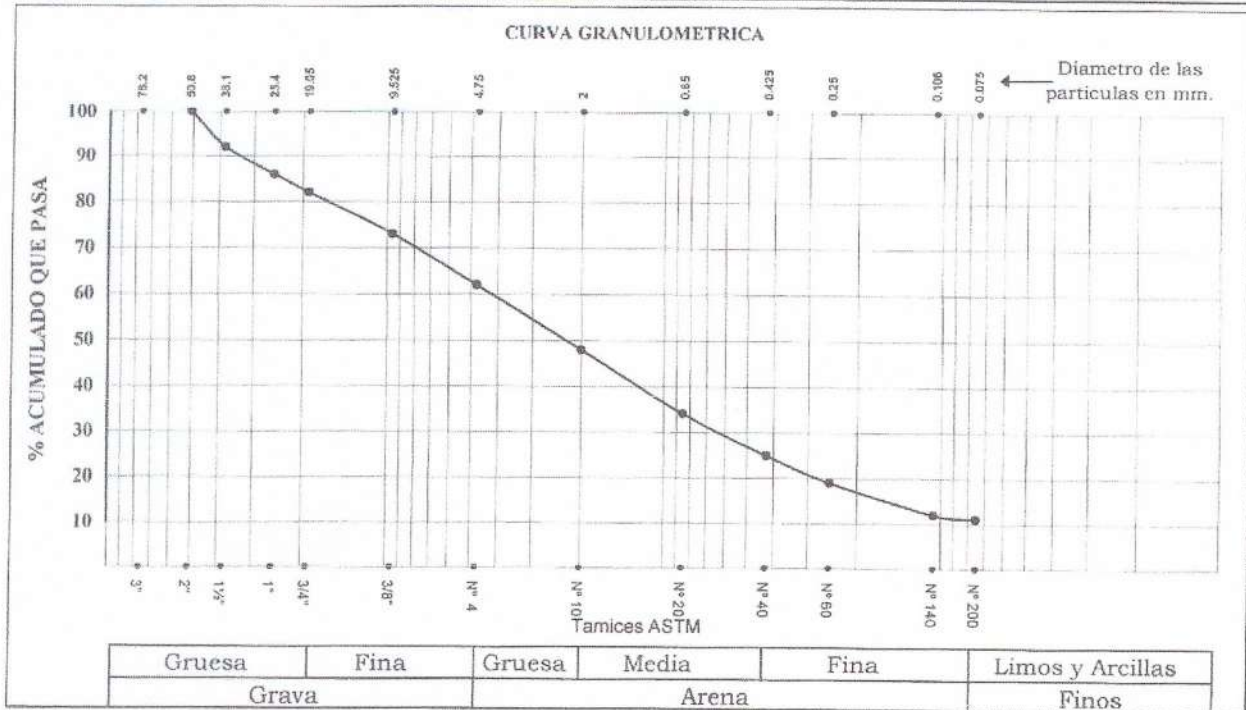
Solicitante : Sondaje : CANTERA - 4

Proyecto : **Reforzamiento y Ampliación del Actual deposito de Relaves en Operacion para el Procesamiento de Minerales** Estructura : Material Presa

Ubicación : Saisa - Lucanas - Ayacucho Profundidad (m). 0.00 - 0.40

Fecha : La Molina, 16 de febrero de 2009

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO NTP 339.128 / ASTM - D 422			LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - D 427 / D 4318	
MALLA	ABERTURA mm.	% QUE PASA	Limite liquido (%)	NT
3"	76.20		Limite plastico (%)	NP
2"	50.80	100	Indice plastico (%)	-
1 1/2"	38.10	92	Limite de contraccion (%)	-
1"	25.40	86	Resultados: ASTM - D 2487 / D 3282	
3/4"	19.05	82	<i>Coefficiente de :</i>	
3/8"	9.525	73	-Uniformidad	67.83
Nº 004	4.750	62	-Curvatura	1.39
Nº 010	2.000	48	<i>Material :</i>	
Nº 020	0.850	34	-Grava %	38
Nº 040	0.425	25	-Arena %	51
Nº 060	0.250	19	-Finos %	11
Nº 140	0.106	12	<i>Clasificacion :</i>	
Nº 200	0.075	11	-AASHTO	
			-SUCS	SW-SM con grava
			Nombre de grupo:	
			CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D 2216	
			Humedad natural (%)	2.51



NOTA: La muestra ha sido proporcionada e identificada por el solicitante

Ing. ~~Gerardo~~ ~~Valdivia~~ ~~Aspierrez~~ ~~Valdivia~~
 Jefe del Lab. De Mec. De Suelos



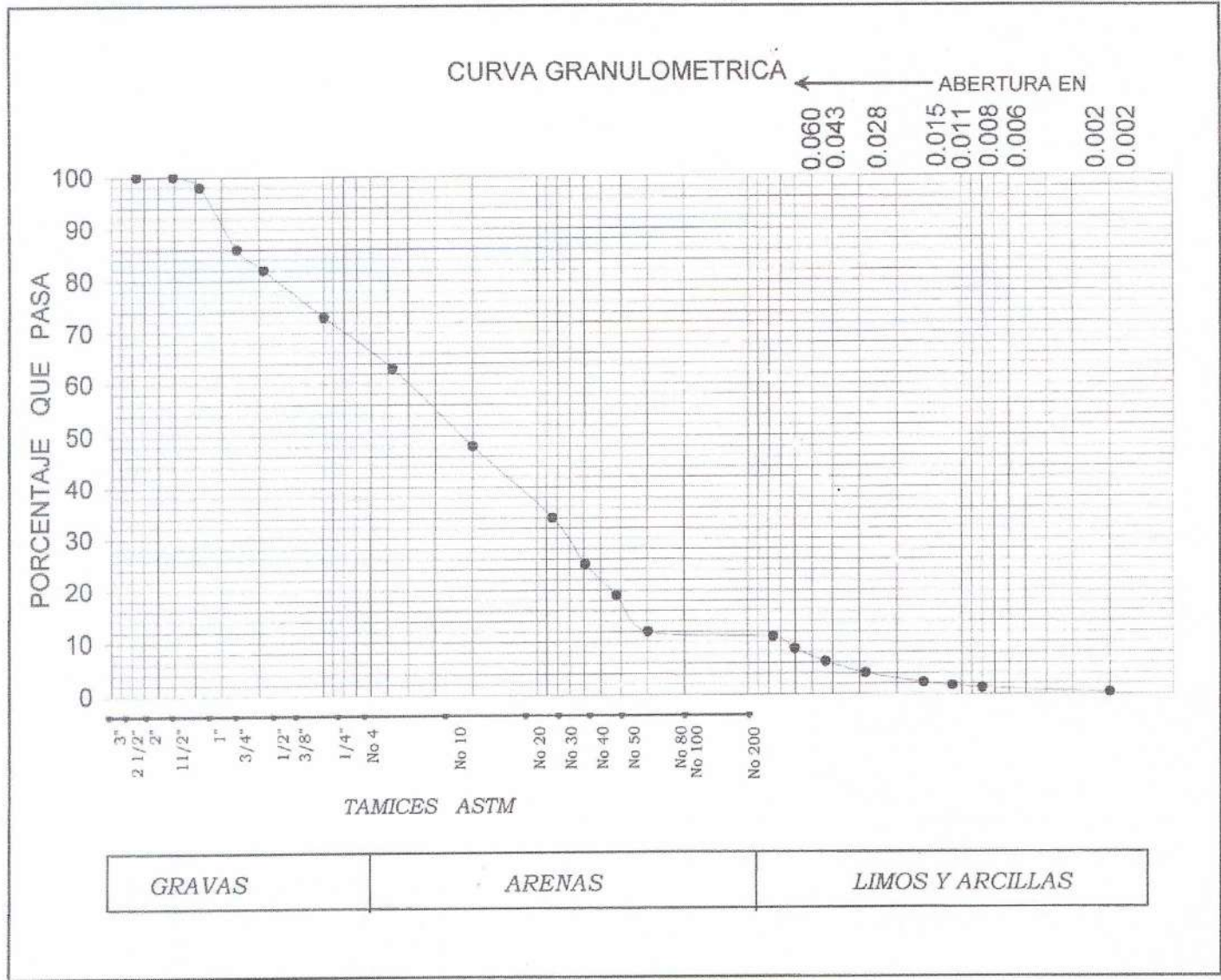
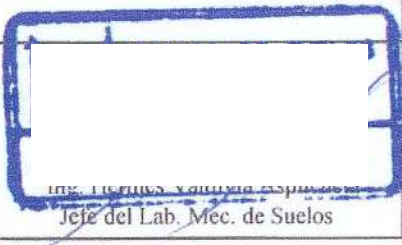
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR HIDROMETRO - ASTM D 422 - 63

SOLICITANTE :		Expediente:
PROYECTO :	Reforzamiento y Ampliación del Actual deposito de Relaves en Operacion para el Procesamiento de Minerales	DCR-LMS 037/2009
UBICACIÓN :	Saisa - Lucanas - Ayacucho	Fecha: 16/02/2009
SONDAJE :	CANTERA 4	
MUESTRA :	MAB PROFUNDIDAD : 0.00-0.40	
Limite Líquido (%):	NT	Coef. de Uniformidad: -
Limite Plástico (%):	NP	Coef. de Curvatura : -
Indice Plástico (%):	-	Gravedad Específica : 2.74
Humedad Natural (%):	2.51	Clasificación SUCS : SW SM con grava





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
TELEFAX: 349 - 5679 Apdo 456 - La Molina , Lima - Perú

DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

DCR - LMS 037/ 2009

SOLICITANTE:

PROYECTO: Reforzamiento y Ampliación del Actual deposito de
Relaves en Operacion para el Procesamiento de Minerales
UBICACIÓN: Saisa - Lucanas - Ayacucho
CALICATA : CANTERA 4
ESTRUCTURA : Material Presa Profundidad m. : 0.00-0.40
FECHA: 16/02/2009

DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO -NTP 339-131 - 1999

$$Pe = \frac{W_{seco}}{W_s \cdot W_a} : \boxed{2.77}$$



Ing. Hernán Valdivia Aspilcueta
Jefe del Lab. De Mec. De Suelos



DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
INFORME DCR-LMS 037/09

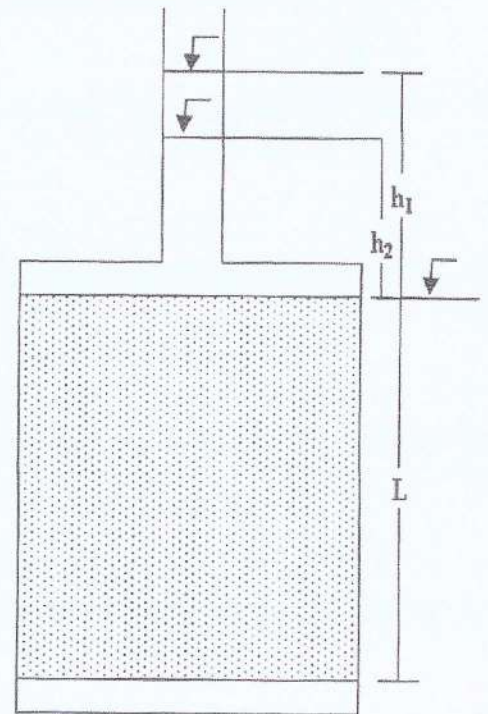
SOLICITANTE :
PROYECTO : Reforzamiento y Ampliación del Actual Depósito de Relaves en Operación para el Procesamiento de Minerales
UBICACIÓN : Saisa - Lucanas - Ayacucho
MUESTRA : CANTERA 4 Marelial Presa
PROFUNDIDAD : 0.00-0.40
FECHA : La Molina, 16 de Febrero de 2009

ENSAYO DE PERMEABILIDAD CARGA VARIABLE

Fecha de Ensayo : 05-02-09
Lect. Inicial : 1.520 cm
Lect. Final : 0.450 cm
Tiempo : 669 seg
Diametro de muestra: 10.16 cm
Altura de muestra: 21 cm
Densidad 2.08 gr/cm³

$$K_{20} = 2.303 \times \frac{a}{A} \times \frac{L}{t} \times \log \left[\frac{h_1}{h_2} \right] \times Rt$$

$$k_{20} = 8.1861 \times 10^{-5} \text{ cm/s}$$



Ing. Hermes A. Valdivia A.
Jefe Lab. Mecánica de Suelos



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

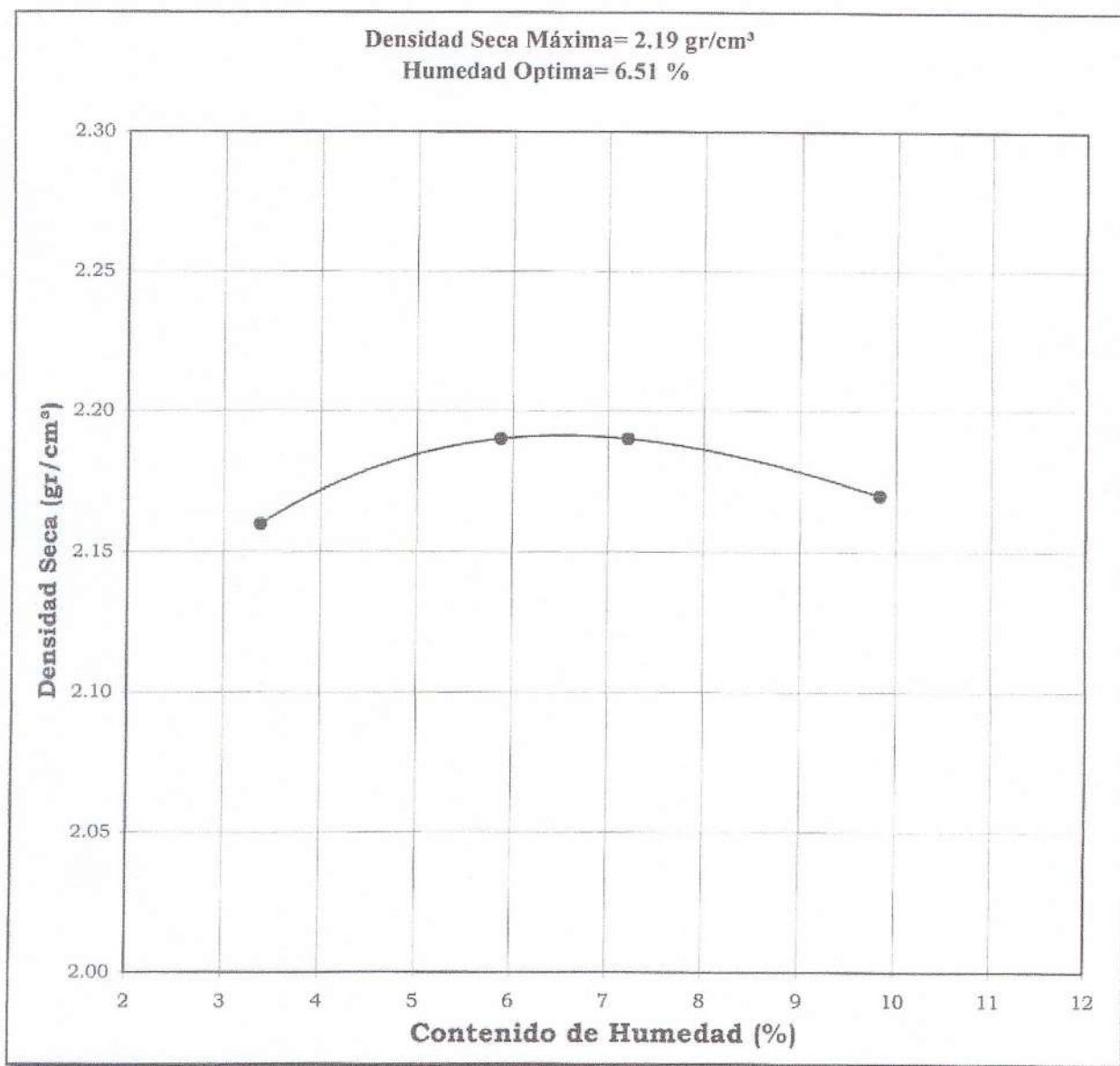
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO
ASTM D 1557 METODO "C"**

INFORME DCR - LMS 037/2009

SOLICITANTE :
PROYECTO : Reforzamiento y Ampliación del Actual deposito de
Relaves en Operacion para el Procesamiento de Minerales
CALICATA : CANTERA 4
ESTRUCTURA : Material de Presa
PROFUNDIDAD (m) : 0.00-0.40
FECHA : LA MOLINA 16 FEBRERO DEL 2009




OBSERVACIONES :



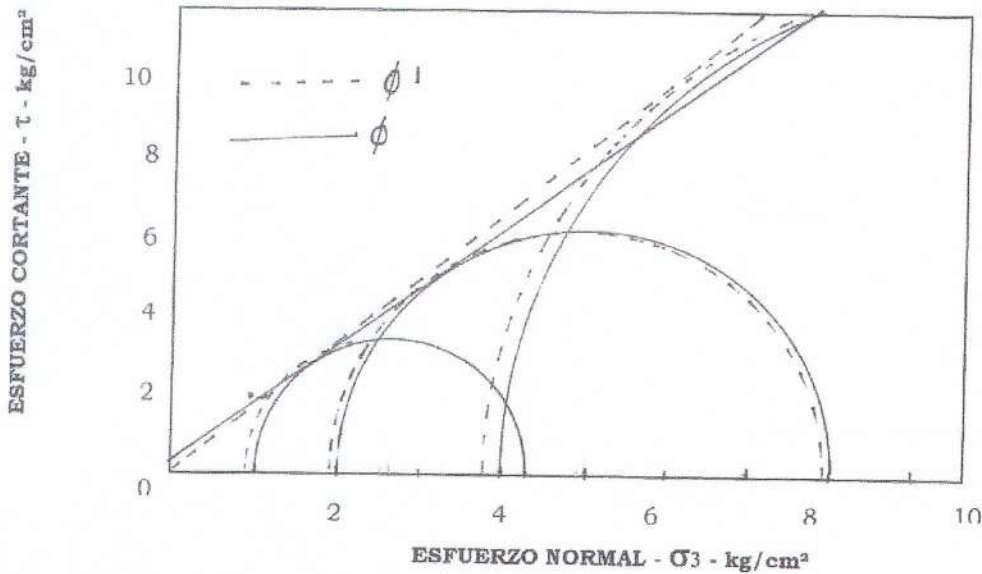
Ing. *[Handwritten Name]*
Jefe Lab. Mec. de Suelos



DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL CONSOLIDADO - NO DRENADO ASTM D - 4767

Solicitante :		 Ing. Hermes Valdivia Asplicueta Jefe del Lab. de Mec. de Suelos
Proyecto :	Reforzamiento y Ampliación del Actual deposito de Relaves en Operacion para el Procesamiento de Minerales	
Ubicación :	Saisa - Lucanas - Ayacucho	
Calicata :	CAN 4	
Estructura :	Material Presa Profundidad 0.00-0.40 m.	
Fecha :	La Molina, 16 Febrero del 2009	

ESPECIMEN		A	B	C
Peso Suelo Seco	gr	3526	3562	3540
Densidad Natural	gr/cm ³	2.080	2.080	2.080
Contenido de Humedad	%	3.51	3.51	3.51
Condiciones Iniciales del espécimen				
Esfuerzo Confinante	Kg/cm ²	1.00	2.00	4.00
Diametro Promedio	cm	10.16	10.16	10.16
Altura	cm	21.00	21.00	21.00
Area	cm ²	81.07	81.07	81.07
Volumen	cm ³	1702.5	1702.5	1702.5
Peso Especifico de Sólidos		2.770	2.770	2.770
Volumen de Sólidos	Ws/Gs	1273	1286	1278
Relacion de Vacios	(Pe/ $\gamma_{is nat}$)-1	0.332	0.332	0.332
Humedad Inicial	%	3.51	3.51	3.51
Condiciones despues dela Consolidación				
Altura final	cm	20.99	20.99	20.86
Cambio de Altura	cm	0.01	0.01	0.14
Diametro final	cm	10.03	10.15	10.07
Altura Consolidada	cm	20.99	20.99	20.86
Area Consolidada	cm ²	81.00	81.00	79.99
Volumen Consolidada	cm ³	1700.1	1700.1	1668.6
Relacion de vacios Consolidada		0.34	0.32	0.31
Densidad seca Consolidada	gr/cm ³	2.074	2.095	2.121



Especimen remoldeada al 95% de densidad Maxima del Proctor Modificado



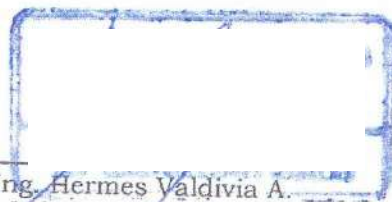
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
INFORME DCR - LMS 037/2009

Solicitante :			
Proyecto :	Reforzamiento y Ampliación del Actual deposito de Relaves en Operacion para el Procesamiento de Minerales		
Ubicación :	Mesa - Lucanas - Ayacucho		
Calicata :	CAN 4	CANTERA	
Estructura :	Material Presa	Profundidad (m):	0.00-0.40
Fecha :	La Molina, 16 Febrero del 2009		

ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL (C U)

Especimen	cm	:	A	B	C
Diametro	cm	:	10.16	10.16	10.16
Altura	cm	:	21.00	21.00	14.00
Densidad Natural	gr/cm ³	:	2.08	2.08	2.08
Humedad Natural	%	:	3.51	3.51	3.51
Contra Presion Inicial	kg/cm ²	:	-	-	-
Esfuerzo Efectivo σ_3	kg/cm²	:	1.00	2.00	4.00

Deformacion unitaria (E - %)	Esfuerzo 1.00		Esfuerzo 2.00		Esfuerzo 4.00	
	Esfuerzo Deviador Kg/cm ²	Presión de poros Kg/cm ²	Esfuerzo Deviador Kg/cm ²	Presión de poros Kg/cm ²	Esfuerzo Deviador Kg/cm ²	Presión de poros Kg/cm ²
0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.5	0.07	0.01	1.58	0.03	2.51	0.01
1.0	1.88	0.01	2.56	0.02	3.89	0.01
2.0	2.65	0.01	4.01	0.03	6.24	0.03
3.0	2.90	0.02	4.56	0.04	7.68	0.12
4.0	3.01	0.03	5.12	0.05	9.37	0.14
5.0	3.02	0.04	5.78	0.06	10.54	0.17
6.0	3.07	0.05	5.94	0.07	12.25	0.19
7.0	3.11	0.05	6.01	0.08	12.35	0.20
8.0	3.07	0.06	5.89	0.09	12.38	0.20
9.0	3.03	0.06	5.70	0.10	12.25	0.21
10.0	2.94	0.06	5.64	0.11	12.07	0.21
11.0	2.87	0.06	5.60	0.12	11.98	0.20
12.0	2.75	0.06	5.52	0.14	11.94	0.22
13.0	2.72	0.06	5.48	0.14	11.83	0.23
14.0	2.70	0.06	5.45	0.14	11.45	0.25
15.0	2.68	0.06	5.40	0.14	11.10	0.25



Ing. Hermes Valdivia A.
Jefe Lab. Mecánica de Suelos



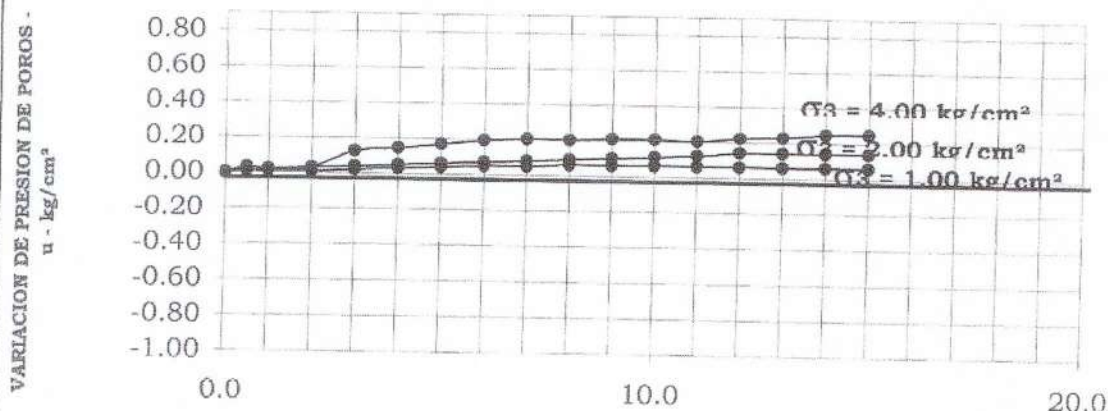
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL CONSOLIDADO - NO DRENADO ASTM D - 4767

Solicitante :	
Proyecto :	Reforzamiento y Ampliación del Actual deposito de Relaves en Operacion para el Procesamiento de Minerales
Ubicación :	Saisa - Lucanas - Ayacucho
Calicata :	CAN 4 Cantera
Estructura :	Material Presa Profundidad (m): 0.00-0.40
Fecha :	La Molina, 16 Febrero del 2009

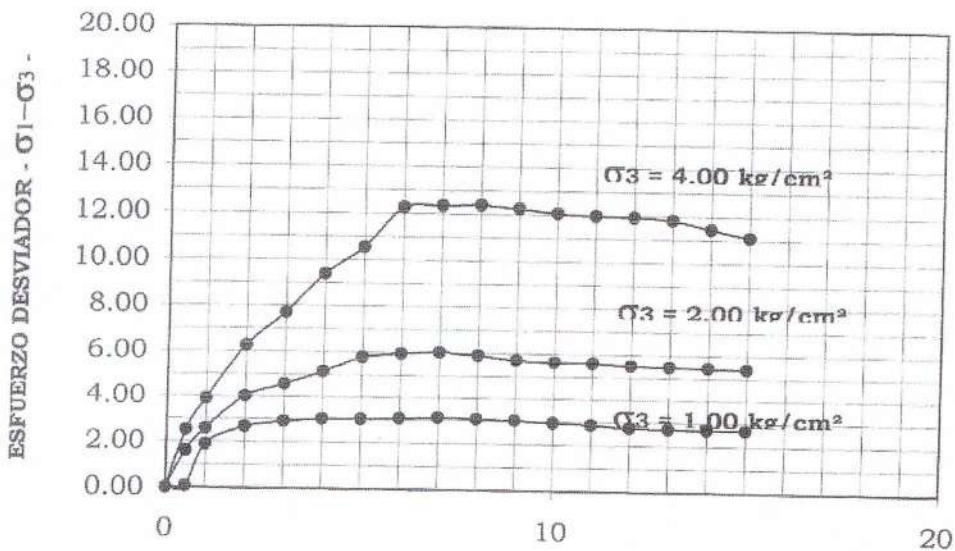
Angulo de fricción interna (ϕ) :	35.90 °
Cohesión Aparente (C) :	0.20 kg/cm ²
Densidad Seca Muestra Remoldeada (γ_d) :	2.08 gr/cm ³
Angulo de fricción interna Efectivo (ϕ') :	38.30 °
Cohesión Aparente efectiva (C')	0.00 kg/cm ²
Densidad Seca (CU) (γ_d) :	2.10 gr/cm ³
Humedad Natural (%) remoldeada :	3.51 %

Ing. Hermes Valdivia Aspilcueta
 Jefe del Lab. de Mec. de Suelos

PRESION DE POROS



DEFORMACION UNITARIA ε - %



DEFORMACION UNITARIA - ε - %



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

DCR-LMS 037/09

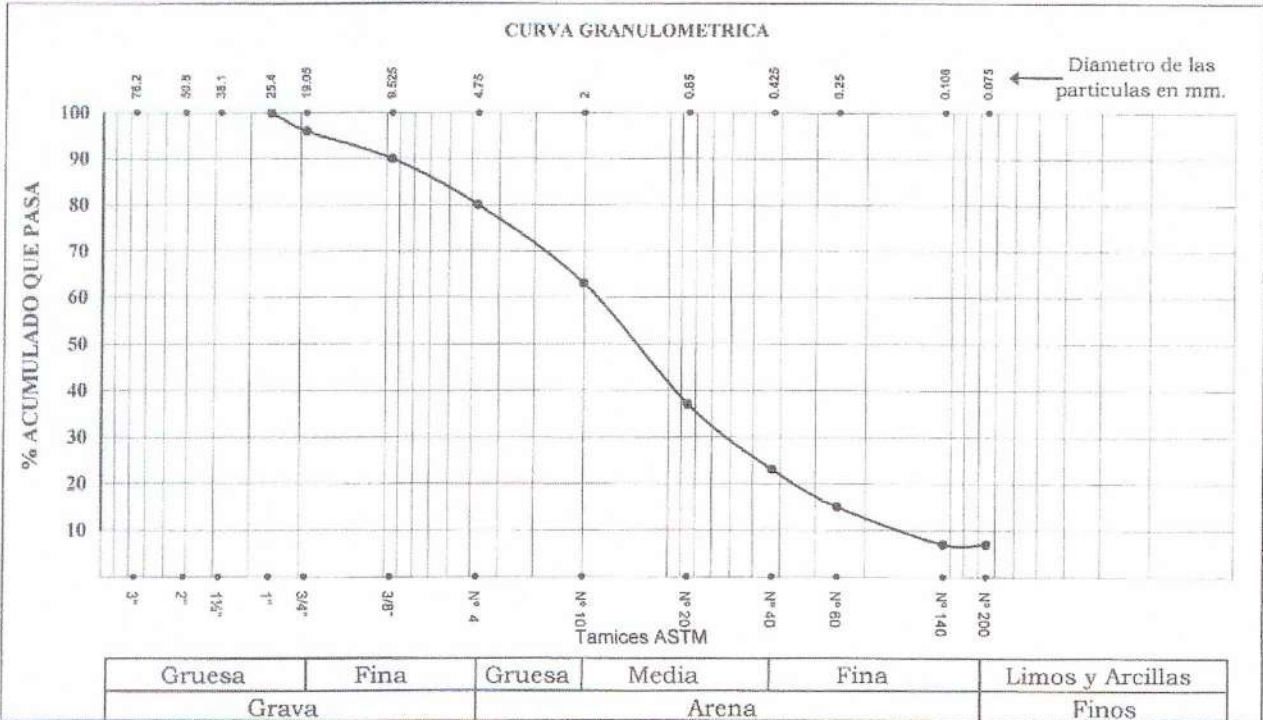
Solicitante : Sondaje : CANTERA - 5

Proyecto : Reforzamiento y Ampliación del Actual deposito de Relaves en Operacion para el Procesamiento de Minerales Estructura : Material Presa


Ubicación : Saisa - Lucanas - Ayacucho Profundidad (m). 0.00-0.40

Fecha : La Molina, 16 de febrero de 2009

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO NTP 339.128 / ASTM - D 422			LIMITES DE CONSISTENCIA	
MALLA	ABERTURA mm.	% QUE PASA	ASTM - D 427 / D 4318	
3"	76.20		Limite liquido (%)	NT
2"	50.80		Limite plastico (%)	NP
1 1/2"	38.10		Indice plastico (%)	-
1"	25.40	100	Limite de contraccion (%)	-
3/4"	19.05	96	Resultados: ASTM - D 2487 / D 3282	
3/8"	9.525	90	<u>Coefficiente de:</u>	
Nº 004	4.750	80	-Uniformidad	18.60
Nº 010	2.000	63	-Curvatura	0.61
Nº 020	0.850	37	<u>Material:</u>	
Nº 040	0.425	23	-Grava %	20
Nº 060	0.250	15	-Arena %	73
Nº 140	0.106	7	-Finos %	7
Nº 200	0.075	7	<u>Clasificacion:</u>	
			-AASHTO	
			-SUCS	SP-SM con grava
			Nombre de grupo:	
			CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D 2216	
			Humedad natural (%)	2.46



NOTA: La muestra ha sido proporcionada e identificada por el solicitante


 Ing. ...
 Jefe del Lab. De Mec. De Suelos



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

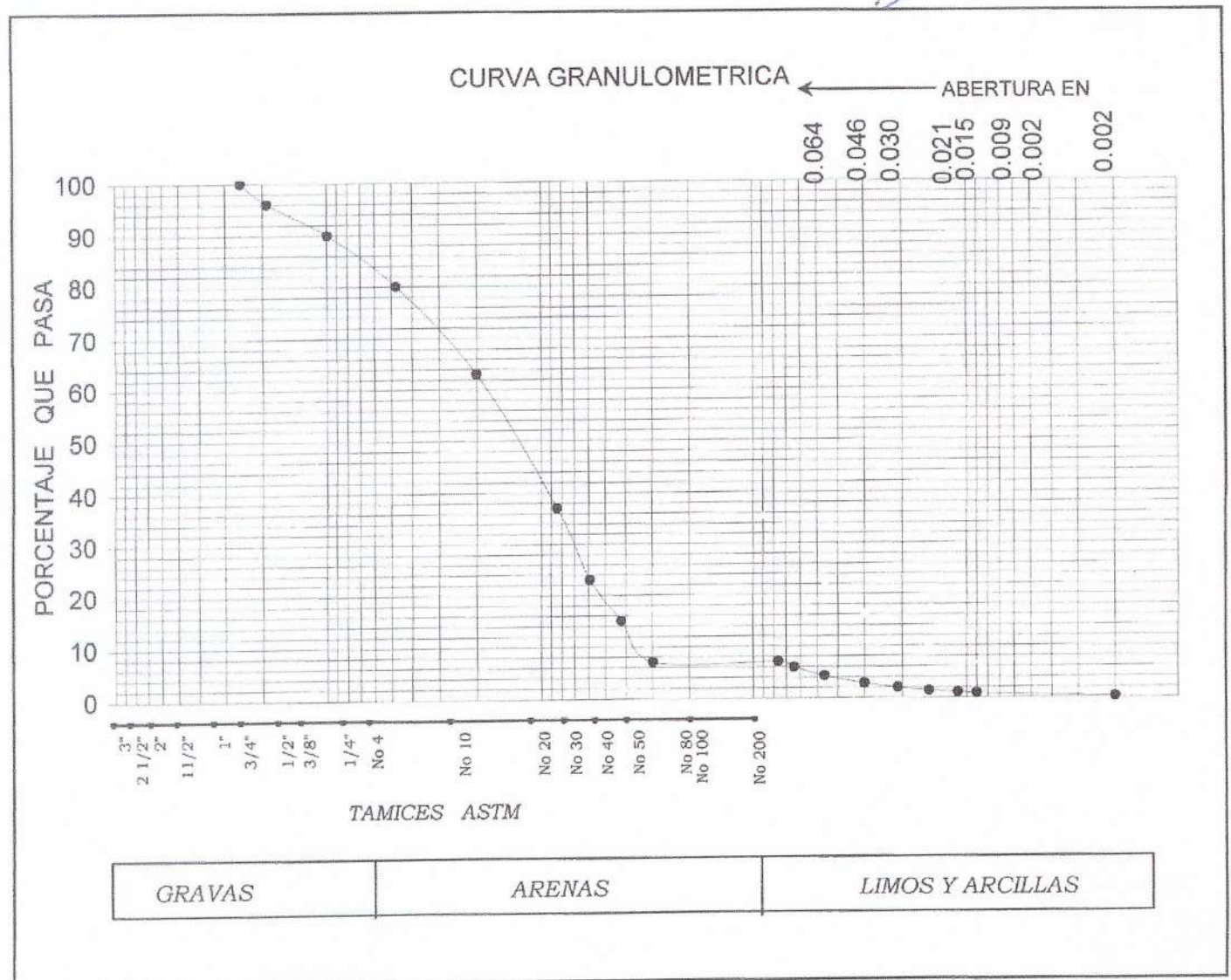
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR HIDROMETRO - ASTM D 422 - 63

SOLICITANTE :		Expediente:
PROYECTO :	Reforzamiento y Ampliación del Actual deposito de Relaves en Operación para el Procesamiento de Minerales	DCR-LMS 037/2009
UBICACIÓN :	Saisa - Lucanas - Ayacucho	Fecha: 16/02/2009
SONDAJE :	CANTERA 5	
MUESTRA :	MAB PROFUNDIDAD : 0.00-0.40	
Limite Líquido (%):	NT	Coef. de Uniformidad: -
Limite Plástico (%):	NP	Coef. de Curvatura : -
Indice Plástico (%):	-	Gravedad Específica : 2.76
Humedad Natural (%):	2.46	Clasificación SUCS : SP SM con grava

mg. Hermes Valdivia Aspíchea
Jefe del Lab. Mec. de Suelos





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

TELEFAX: 349 - 5679

Apdo 456 - La Molina, Lima - Perú

DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

DCR - LMS 037/ 2009

SOLICITANTE:

PROYECTO:

**Reforzamiento y Ampliacion del Actual Depósito de Relaves
en Operación para el Procesamiento de Minerales**

UBICACIÓN:

Saisa - Lucanas - Ayacucho

CALICATA :

CANTERA 5

ESTRUCTURA :

Material Presa

Profundidad m. : 0.00-0.40

FECHA:

16/02/2009

DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO -NTP 339-131 - 1999

$$Pe = \frac{W_{seco}}{W_s - W_a} : \boxed{2.76}$$



Ing. Hermes Valdivia Aspilcueta
Jefe del Lab. De Mec. De Suelos



DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
INFORME DCR-LMS 037/09

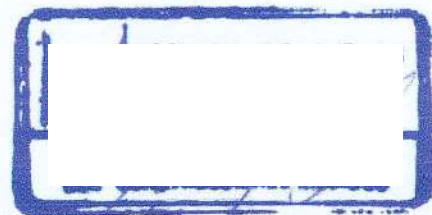
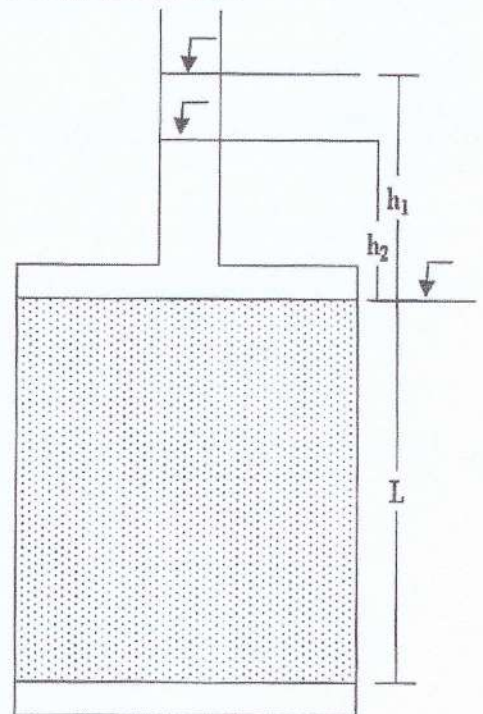
SOLICITANTE :
PROYECTO : Reforzamiento y Ampliación del Actual deposito de
Relaves en Operacion para el Procesamiento de Minerales
UBICACIÓN : Saisa - Lucanas - Ayacucho
MUESTRA : CANTERA 5 Material Presa
PROFUNDIDAD : 0.00-1.70 m.
FECHA : La Molina, 16 de Febrero de 2009

ENSAYO DE PERMEABILIDAD CARGA VARIABLE

Fecha de Ensayo : 05-02-09
Lect. Inicial : 1.710 cm
Lect. Final : 0.500 cm
Tiempo : 61.8 seg
Diametro de muestra: 10.16 cm
Altura de muestra: 10.66 cm
Densidad 2.00 gr/cm³

$$K_{20} = 2.303 \times \frac{a}{A} \times \frac{L}{t} \times \log \left[\frac{h_1}{h_2} \right] \times Rt$$

$$k_{20} = 8.9521 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$$



Ing. Hermes A. Valdivia A.
Jefe Lab. Mecánica de Suelos



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

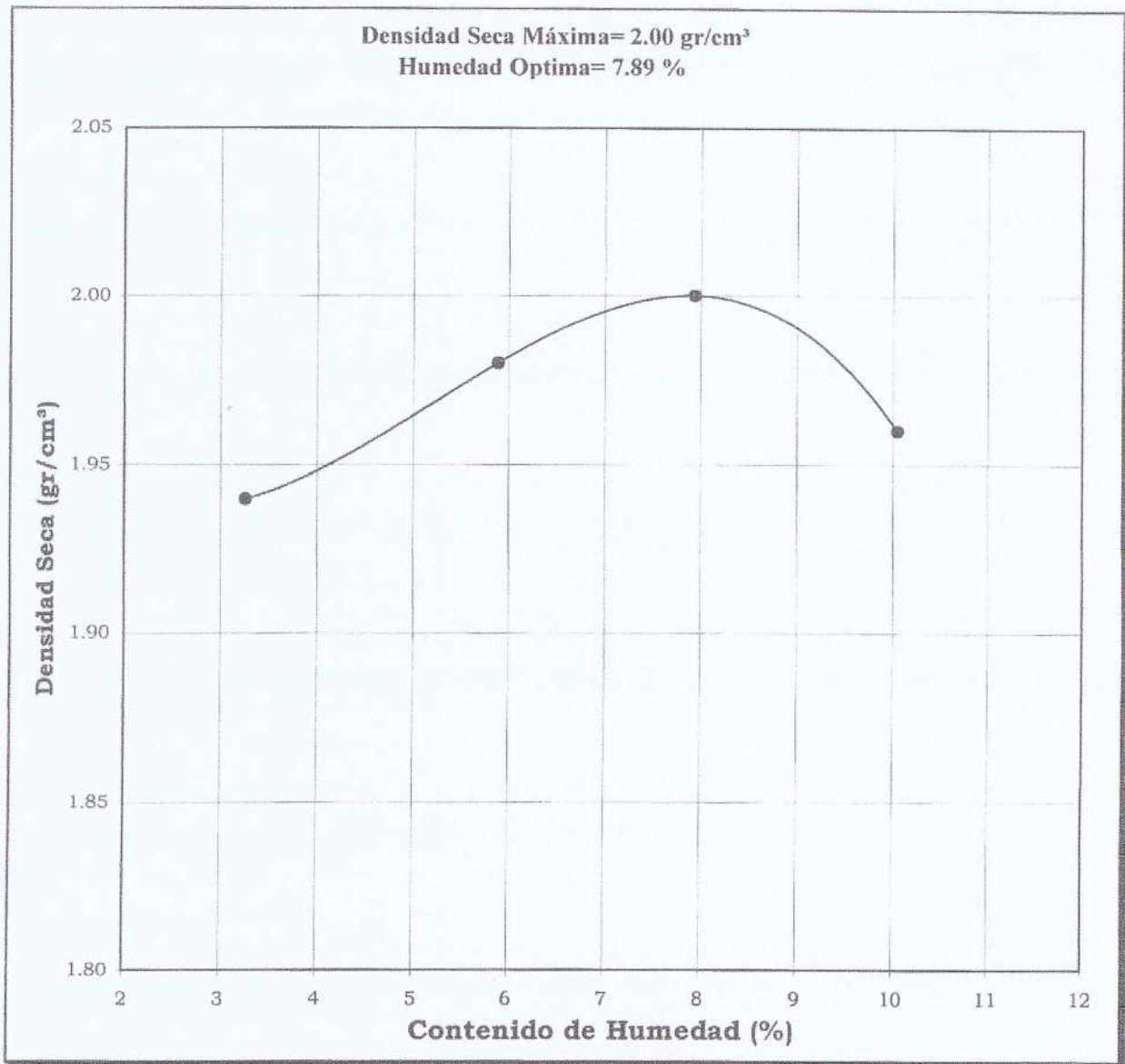
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO
ASTM D 1557 METODO "C"

INFORME DCR - LMS 037/2009

SOLICITANTE :
PROYECTO : Reforzamiento y Ampliación del Actual Depósito de Relaves en Operación para el Procesamiento de Minerales
CALICATA : CANTERA 5
ESTRUCTURA : Material Presa
PROFUNDIDAD (m) : 0.00-0.40
FECHA : LA MOLINA 16 FEBRERO DEL 2009



OBSERVACIONES :



Ing. Hermes Valdivia Aspilcueta
Jefe Lab. Mec. de Suelos

ANEXO 5
HIDROLOGÍA

ANEXO 5A

REGISTRO DE ESTACIONES Y ANÁLISIS DE DOBLE MASA

Cuadro No. H2



SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGICA E HIDROLOGIA

OFICINA GENERAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA

ESTACION : HUARATO DPTO. : Arequipa
 PARAMETRO : PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm) PROV. : caraveli
 LATITUD : 15° 17' S ALTITUD : 400 msnm DIST. : Acari
 LONGITUD : 74° 34' O

ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1965	1.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.00	0.90	1.60	0.00	0.00	1.60
1966	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.60	1.00	3.50
1967	5.60	5.20	1.20	5.10	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1968	2.60	1.80	0.70	0.50	0.00	0.30	1.00	0.10	0.40	0.60	0.20	1.40
1969	1.40	0.00	0.00	0.00	0.00	5.70	0.00	0.00	0.20	0.20	0.10	0.50
1970	3.20	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1971	0.20	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.90	0.10	0.00	0.00	5.20
1972	7.40	5.20	2.20	0.00	0.00	0.00	7.40	0.00	0.20	0.00	0.00	1.20
1973	0.70	11.90	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
1974	1.20	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40
1975	0.30	0.00	1.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1976	2.40	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
1977	2.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1978	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1979	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1980	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	1.60	0.00
1981	0.80	0.00	0.50	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.30	0.00	0.00
1982	0.00	10.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.30	0.00	0.00	14.00
1983	1.60	0.80	6.90	1.50	0.00	0.00	11.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70
1984	20.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MAX	20.20	11.90	6.90	5.10	0.50	5.70	0.00	0.90	5.30	9.30	1.60	14.00
PROM	2.59	1.84	0.69	0.46	0.04	0.33	0.00	0.11	0.43	0.59	0.16	1.43
MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DESVEST	4.59	3.55	1.59	1.22	0.12	1.27	2.92	0.27	1.21	2.09	0.41	3.26
VAR	21.03	12.61	2.54	1.49	0.01	1.61	8.52	0.08	1.47	4.35	0.17	10.61

Cuadro No. H3



SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGICA E HIDROLOGIA

OFICINA GENERAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA

ESTACION : CECCHAPAMPA
 PARAMETRO : PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm)
 LATITUD : 14° 50' S
 LONGITUD : 74° 00' O
 ALTITUD : 3900 msnm

DPTO. : Ayacucho
 PROV. : Lucanas
 DIST. : San Pedro

ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1965	75.50	252.50	100.20	28.90	23.00	31.50	0.00	0.00	12.70	5.30	4.30	34.10
1966	67.40	142.30	54.30	16.80	4.00	0.00	0.30	1.60	0.00	62.30	15.30	59.47
1967	144.10	467.40	273.30	124.90	16.30	0.00	14.50	2.10	21.00	0.00	3.60	50.20
1968	276.70	45.80	296.50	16.00	16.00	1.70	0.50	0.00	13.60	8.90	41.80	55.80
1969	33.70	140.70	212.60	74.00	1.00	0.00	2.30	0.00	24.50	0.00	16.40	119.70
1970	259.40	127.40	144.40	29.90	5.90	0.00	0.00	6.00	19.20	15.30	2.00	21.40
1971	118.80	69.30	209.50	76.70	0.00	0.00	2.10	0.00	0.00	0.00	0.30	118.40
1972	143.00	282.70	368.10	25.80	0.00	0.00	9.70	2.50	34.00	14.20	14.50	104.50
1973	300.80	229.20	239.10	94.30	4.20	15.30	0.00	17.80	30.60	0.00	57.90	59.90
1974	247.20	221.80	140.40	47.30	0.00	0.00	0.00	23.20	0.00	0.00	0.00	11.70
1975	193.90	139.70	279.90	42.00	16.70	0.00	0.00	0.00	0.80	17.60	4.20	52.00
1976	82.50	228.90	196.30	12.70	22.00	0.00	0.00	0.00	47.40	0.00	0.00	79.80
1977	32.60	299.40	292.60	0.00	7.10	0.00	0.00	0.00	40.70	0.00	0.00	0.00
1978	69.20	32.10	98.30	51.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22.00	24.50	31.20
1979	50.90	117.10	245.60	4.80	0.00	0.00	0.00	0.00	12.20	11.40	11.40	45.40
1980	69.50	79.80	138.30	3.00	0.00	0.00	15.60	0.00	12.40	53.60	0.00	20.00
1981	59.30	280.30	54.40	96.20	0.00	0.00	0.00	26.40	0.00	0.00	23.60	77.10
1982	104.90	182.20	155.50	96.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	46.50	35.00	18.70
1983	44.50	184.00	132.90	76.60	0.70	0.00	0.30	1.80	23.30	11.00	5.10	75.40
1984	118.20	116.00	208.20	39.80	5.20	53.70	1.00	3.23	9.90	26.60	45.00	100.60
1985	39.60	179.20	408.40	86.00	20.90	36.70	0.00	0.00	10.10	18.30	22.30	119.90
1986	168.20	254.10	225.10	60.20	3.30	0.00	0.40	23.10	4.30	0.00	6.70	82.30
1987	210.10	111.50	45.00	40.60	0.70	2.10	6.70	6.80	0.00	8.80	14.10	9.20
1988	150.00	207.30	155.20	72.00	7.90	0.00	3.00	2.50	10.00	0.50	10.60	64.20
1989	385.80	353.00	33.20	31.70	6.70	12.20	0.00	2.10	4.30	0.90	6.40	17.70
1990	61.00	93.90	197.60	14.40	4.10	13.50	0.00	0.00	0.00	16.10	50.90	74.90
1991	63.90	67.20	197.60	58.20	5.00	0.00	0.30	1.60	0.00	2.50	6.70	4.90
1992	49.00	103.50	57.20	36.10	0.80	1.40	1.10	8.20	3.70	16.80	6.40	33.50
1993	169.90	175.70	223.50	56.60	16.50	0.00	0.30	15.90	11.10	4.20	21.90	98.50
1994	209.20	281.10	182.80	11.70	2.90	2.90	0.40	1.60	0.00	0.80	3.20	29.90
1995	163.90	47.50	145.30	14.80	2.00	0.00	0.30	1.60	17.40	9.70	42.60	60.70
1996	140.00	318.70	105.90	40.30	15.60	0.00	0.00	3.00	13.00	5.00	8.10	53.10
1997	172.30	139.60	122.80	10.10	7.30	0.00	0.00	27.10	28.20	10.60	14.30	94.50
1998	244.30	201.00	246.10	17.10	0.80	17.90	0.30	5.60	11.00	9.40	28.50	142.50
1999	110.90	288.50	301.00	50.90	4.20	1.60	2.50	1.80	15.80	80.00	19.60	105.40
2000	220.70	223.50	154.60	48.50	7.40	0.90	0.30	3.00	0.00	82.40	10.80	107.50
2001	140.30	233.10	261.60	90.90	8.80	0.30	0.20	1.80	2.40	14.10	6.90	8.20
2002	126.80	256.40	233.00	79.40	14.80	5.70	24.10	1.20	3.80	1.40	30.60	58.00
MAX	385.80	353.00	408.40	96.70	22.00	53.70	0.00	27.10	47.40	82.40	57.90	142.50
PROM	143.74	180.61	191.67	45.96	5.96	4.74	0.00	5.36	11.19	14.55	16.92	61.61
MIN	32.60	32.10	33.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DESVEST	86.92	86.77	87.24	29.73	6.55	11.35	4.98	6.24	12.83	20.72	15.89	39.54
VAR	7555.79	7529.89	7610.54	883.77	42.85	128.92	24.84	67.95	164.68	429.33	252.44	1563.44

Cuadro No. H4



SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGICA E HIDROLOGIA

OFICINA GENERAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA

ESTACION PARAMETRO	PIQUIJO : PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm)	LATITUD : 14° 42' S			DPTO.			AYACUCHO LUCANAS SAN PEDRO				
		LONGITUD 74° 00' O			PROV.	DISTR.						
		ALTITUD : 3213 msnm										
ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1965	48.80	129.20	53.20	8.50	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	4.00	0.00	0.00
1966	42.90	53.90	47.70	5.50	0.00	0.00	0.00	0.00	26.60	23.20	29.50	29.50
1967	204.40	374.40	147.10	59.40	35.00	0.00	5.70	0.00	7.60	0.00	0.00	27.40
1968	115.60	57.10	120.60	1.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	34.50	44.70	50.90
1969	28.60	81.60	146.50	39.30	0.00	0.00	0.00	0.00	5.20	0.00	12.80	58.40
1970	189.80	69.40	67.60	7.20	10.80	0.00	0.00	0.00	18.60	3.80	24.60	24.60
1971	62.00	95.40	152.80	36.40	4.80	0.00	0.00	0.00	0.00	2.20	1.60	44.20
1972	156.40	191.60	197.00	7.60	0.00	3.80	0.00	0.00	21.80	24.60	0.00	80.80
1973	124.40	104.40	138.80	58.20	0.00	5.80	0.00	1.60	35.00	0.00	4.60	22.80
1974	105.00	64.80	31.60	17.40	0.00	1.40	0.00	19.40	5.40	0.00	4.20	3.00
1975	45.80	61.10	77.90	2.80	7.80	0.00	0.00	0.00	2.40	3.60	0.00	36.90
1976	160.40	152.80	69.60	4.00	6.10	0.00	0.00	0.00	12.10	0.00	0.00	22.50
1977	1.40	174.90	38.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.90	0.00	3.40	15.40
1978	69.40	28.00	63.20	14.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	27.80	0.00
1979	19.90	70.70	124.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.40	0.00	0.00
1980	45.80	8.10	82.40	0.00	0.00	0.00	7.10	0.00	20.50	18.00	0.00	3.40
1981	32.50	106.70	78.00	32.50	0.00	0.00	0.00	17.50	0.00	0.00	15.60	76.10
1982	78.90	54.40	32.20	18.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	24.10	0.00
1983	34.20	131.30	205.60	29.80	6.80	0.00	0.00	0.00	7.90	2.90	4.70	65.10
1984	73.20	82.40	72.40	12.20	6.50	7.50	0.30	2.40	4.80	8.70	36.30	42.90
1985	21.60	134.70	318.30	52.60	6.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	85.30
1986	133.10	158.80	145.40	22.80	0.00	0.00	0.00	15.70	0.00	0.00	2.80	43.10
1987	119.40	82.10	22.40	11.40	6.10	3.00	2.50	4.00	0.50	3.30	7.40	4.70
1988	135.50	83.10	51.10	29.80	24.40	0.00	1.00	0.00	6.10	6.80	13.30	31.30
1989	394.50	252.60	252.80	7.20	4.40	0.00	0.00	0.00	0.00	9.60	0.00	0.00
1990	33.80	15.40	60.30	3.80	17.20	10.60	0.00	0.00	1.22	0.40	121.60	89.70
1991	72.90	29.80	107.40	21.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.60	4.40	0.00
1992	63.00	72.90	33.30	9.10	5.60	2.10	0.30	0.90	2.20	7.10	6.90	13.90
1993	164.30	82.10	161.40	23.30	20.90	0.00	0.00	10.40	0.00	28.20	13.20	48.60
1994	144.40	175.60	82.00	0.00	3.60	4.00	0.00	0.00	0.00	2.40	0.00	19.30
1995	112.70	15.10	134.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.00	0.00	51.30	30.30
1996	83.10	150.80	31.90	24.20	0.00	0.00	0.00	4.80	1.60	0.00	3.30	25.50
1997	73.20	54.00	62.30	0.00	0.00	0.00	0.00	37.00	14.30	6.40	5.00	53.60
1998	191.80	118.30	86.80	1.30	0.00	10.30	0.00	0.00	0.00	0.00	33.40	79.80
1999	64.40	143.90	66.80	21.20	7.20	2.10	1.00	0.00	0.00	0.00	7.30	50.60
2000	187.20	129.20	140.90	16.50	7.20	0.00	0.00	4.00	0.00	12.60	4.60	77.80
2001	107.00	145.60	136.10	43.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	5.70	5.40	5.10
2002	98.30	141.70	132.50	33.40	3.80	0.00	13.80	2.80	5.20	7.60	37.50	23.10
MAX	384.50	252.60	318.30	58.20	24.40	10.60	13.80	37.00	35.00	34.50	121.60	89.70
PROM	101.24	100.58	106.43	17.24	4.29	1.45	0.00	3.44	5.78	6.11	14.58	35.11
MIN	1.40	8.10	22.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DESVEST	73.16	56.06	66.25	16.01	6.13	2.90	2.65	7.79	8.67	8.63	23.66	28.47
VAR	5351.76	3142.17	4388.89	256.27	37.55	8.39	7.01	60.69	75.12	74.55	559.91	810.61

Cuadro No. H5



SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGICA E HIDROLOGIA

OFICINA GENERAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA

ESTACION : PAMPA GALERAS
 PARAMETRO : PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm)

LATITUD : 14° 40' S
 LONGITUD 74° 24' O
 ALTITUD : 3950 msnm

DPTO. : Ayacucho
 PROV. : Lucanas
 DIST. : San Pedro

ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1965	55.40	0.00	116.60	0.00	8.00	0.00	0.00	0.00	13.60	28.40	15.20	30.80
1966	55.40	61.20	90.10	13.90	0.00	0.00	0.00	0.00	8.00	35.60	66.50	18.10
1967	175.90	289.40	172.10	93.80	10.00	0.00	0.00	1.20	32.80	35.20	0.50	25.30
1968	251.10	43.40	149.70	16.10	3.40	7.00	0.00	1.70	11.10	19.90	21.30	52.00
1969	74.30	58.90	131.70	29.20	0.00	0.00	0.00	0.00	11.30	3.20	15.40	83.20
1970	135.00	587.30	79.60	35.00	17.30	22.40	0.00	2.40	28.60	1.70	14.40	37.50
1971	70.50	98.10	156.90	50.20	0.00	0.00	0.00	1.30	0.80	3.00	2.00	61.20
1972	199.20	145.80	167.40	42.30	0.00	0.00	0.00	0.00	16.40	38.40	11.10	118.90
1973	157.50	95.60	106.70	64.70	7.40	0.00	0.00	4.20	10.60	0.00	0.00	5.20
1974	185.00	95.80	47.90	25.10	0.00	0.00	0.00	1.10	0.00	0.00	10.00	2.80
1975	96.20	161.50	175.30	13.80	0.00	2.70	1.90	1.50	0.30	0.00	0.00	35.20
1976	146.60	130.20	139.00	22.90	0.00	0.00	0.00	0.00	5.60	0.00	0.00	33.40
1977	2.10	165.40	108.60	2.70	0.00	0.00	1.30	1.00	13.90	0.00	0.00	0.00
1978	103.30	5.40	47.10	17.60	0.00	0.00	1.40	0.00	0.00	4.60	19.10	8.90
1979	30.80	39.90	132.30	3.30	0.00	0.00	0.00	0.70	0.00	0.00	0.00	27.10
1980	97.30	13.10	137.00	10.80	0.00	0.00	27.30	1.00	16.10	53.80	0.00	18.70
1981	104.20	125.50	60.00	81.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	1.30	10.90	104.60
1982	67.00	141.00	127.40	63.10	0.00	0.00	0.00	4.40	12.20	41.20	56.00	14.30
1983	80.90	28.70	60.30	54.10	0.00	1.70	1.20	0.90	0.00	2.80	3.50	70.00
1984	127.90	237.60	144.00	35.30	6.50	0.00	0.00	8.10	1.30	40.80	65.20	90.20
1985	2.00	251.30	129.10	71.90	38.50	19.00	0.00	0.50	0.00	0.00	15.20	84.10
1986	169.30	216.40	157.90	49.50	7.50	4.40	0.00	8.90	0.40	0.00	20.40	151.10
1987	137.70	47.30	22.10	32.40	0.00	2.90	6.60	0.00	0.00	10.40	4.20	37.40
1988	207.10	150.70	69.10	55.70	42.19	3.40	1.50	0.14	4.15	8.20	16.87	53.57
1989	365.17	230.92	207.59	24.34	12.98	3.33	0.20	0.56	1.41	9.95	4.64	8.05
1990	76.83	76.40	109.90	8.83	31.39	12.97	0.35	2.43	3.79	11.95	122.29	113.15
1991	89.25	63.57	140.52	43.49	6.92	3.40	0.00	0.14	1.41	11.19	11.22	9.47
1992	70.20	78.55	66.31	27.77	15.02	5.30	0.13	0.50	2.40	16.19	11.11	22.05
1993	182.79	125.15	154.42	41.07	36.46	3.40	0.00	4.27	1.41	21.51	19.31	63.63
1994	154.61	191.84	106.74	8.17	12.13	7.02	0.00	0.14	1.41	5.47	4.25	27.96
1995	116.10	49.41	152.45	11.26	6.92	3.40	0.00	0.14	11.54	8.07	62.84	54.35
1996	122.46	216.99	89.07	24.13	5.51	3.40	0.00	9.58	6.00	6.11	9.05	46.60
1997	103.23	108.90	92.15	6.57	6.26	3.40	0.80	46.08	12.97	12.56	16.06	80.92
1998	216.10	141.65	110.03	12.88	6.92	12.68	0.00	0.14	1.71	8.75	41.68	107.27
1999	96.95	198.45	103.78	36.30	16.78	5.30	2.35	0.18	3.15	38.86	11.60	80.26
2000	214.73	154.18	139.82	36.28	16.72	3.39	0.00	6.80	4.05	46.86	12.37	110.40
2001	134.37	160.98	157.53	64.59	6.50	3.39	0.00	1.58	5.32	12.94	9.83	13.36
2002	140.57	175.62	146.62	58.38	10.22	3.37	40.12	5.72	4.05	8.79	45.57	42.58
MAX	365.17	587.30	207.59	81.70	42.19	22.40	40.12	46.08	28.60	53.80	122.29	151.10
PROM	128.38	137.47	117.89	33.76	8.86	3.92	2.43	3.32	5.63	12.81	19.07	53.41
0	2.00	5.40	22.10	2.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DESVEST	71.50	103.08	42.14	21.39	11.75	5.32	8.06	7.93	6.68	15.36	25.05	39.50
VAR	5112.18	10624.86	1775.52	457.66	138.08	28.26	64.96	62.81	43.25	235.80	627.50	1560.25



Cuadro No. H6

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGICA E HIDROLOGIA

OFICINA GENERAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA

ESTACION : LUCANAS DFTO. : Ayacucho
 PARAMETRO : PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm) PROV. : Lucanas
 LATITUD : 14° 37' S DIST. : San Pedro
 LONGITUD : 74° 14' O
 ALTITUD : 3400 msnm

ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1965	65.60	212.60	247.30	42.50	43.00	15.20	13.70	32.00	14.00	7.00	2.00	13.30
1966	135.80	144.00	178.00	85.40	6.50	0.00	0.00	0.00	2.10	56.80	9.50	28.50
1967	56.20	95.40	118.00	77.20	30.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	51.30
1968	445.50	36.10	557.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.20	9.90	10.30
1969	24.00	131.00	259.00	144.80	0.00	0.00	0.00	0.00	20.40	27.50	17.00	121.10
1970	181.20	192.20	391.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.40	27.50	17.00	33.00
1971	80.70	143.70	149.80	69.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.50
1972	15.90	54.00	108.10	0.80	0.50	0.00	0.00	0.00	1.00	0.90	0.20	3.00
1973	115.30	157.70	151.80	96.70	6.20	4.30	0.00	0.00	35.90	0.00	31.60	39.50
1974	309.80	177.40	174.40	63.70	0.00	0.00	0.00	22.70	0.00	0.00	0.00	36.80
1975	152.40	117.60	178.10	9.20	28.40	20.10	2.10	0.00	0.50	11.50	1.00	57.60
1976	244.90	139.80	124.70	3.00	2.00	0.00	2.30	0.00	50.40	11.40	27.60	35.00
1977	21.70	278.00	181.70	3.00	2.00	0.00	2.30	0.00	50.40	11.40	27.60	35.00
1978	88.40	56.50	81.40	30.30	0.00	0.00	0.00	5.20	2.10	15.60	48.20	17.20
1979	52.10	48.50	192.10	4.50	1.50	0.00	3.80	11.40	0.00	28.10	2.70	22.00
1980	135.20	39.30	119.30	0.00	0.00	0.10	9.30	3.00	10.80	42.60	0.00	30.70
1981	136.90	185.60	211.30	50.80	0.00	0.00	0.00	15.60	0.00	15.50	23.80	128.00
1982	81.70	160.30	61.60	33.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.90	43.90	28.70	13.10
1983	49.50	48.80	14.60	4.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.20	2.00	16.80
1984	32.90	49.80	138.90	16.80	4.00	0.00	0.00	4.40	6.20	28.90	58.10	67.20
1985	27.70	221.40	289.70	1420.50	0.00	22.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	82.30
1986	134.80	151.70	118.50	21.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	80.40
1987	162.40	23.10	14.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.50	4.00	2.00
1988	82.20	231.20	199.00	36.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	59.80
1989	198.30	144.10	206.40	4.60	4.00	6.00	2.60	1.20	0.00	0.00	2.40	10.60
1990	125.50	133.20	164.60	79.00	5.20	2.50	3.20	6.50	9.60	15.20	16.20	37.10
1991	50.80	58.60	215.00	16.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.20	17.00
1992	0.00	46.20	0.00	0.00	8.90	0.00	0.00	0.00	0.00	18.30	1.90	4.40
1993	159.00	154.20	151.50	52.70	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	15.60	18.80
1994	101.20	178.10	95.60	44.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.10
1995	37.10	42.40	210.80	22.60	0.00	0.00	0.00	0.00	13.00	9.60	61.00	68.30
1996	162.70	316.90	128.40	181.60	18.70	0.00	0.00	20.20	10.30	5.00	10.30	57.30
1997	111.10	158.90	66.60	55.70	8.80	0.00	5.00	88.80	26.80	10.80	43.50	71.90
1998	214.20	131.90	101.20	24.60	0.00	4.70	0.00	0.00	1.60	11.20	2.60	60.00
1999	121.40	269.40	118.70	64.70	7.30	3.40	0.00	0.10	9.10	81.80	2.60	83.90
2000	223.40	150.80	124.50	16.30	8.10	0.60	0.60	14.40	13.80	82.20	23.10	84.10
2001	136.00	138.40	234.00	97.30	5.60	0.30	0.50	4.10	19.00	12.70	2.80	9.10
2002	191.90	196.40	183.50	34.80	29.00	2.90	54.00	12.70	0.60	0.20	35.30	51.10
MAX	445.50	316.90	557.40	1420.50	29.00	22.90	54.00	88.80	50.40	82.20	61.00	128.00
PROM	125.94	136.12	163.41	77.22	4.01	1.84	0.00	6.04	9.48	15.53	15.25	42.26
MIN	0.00	23.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00
DESVEST	91.64	75.37	104.30	237.56	7.38	5.15	9.17	15.75	13.97	20.43	17.58	33.32
VAR	8397.77	5681.26	10878.03	56432.56	54.43	26.51	84.16	248.19	195.27	417.28	308.90	1110.24

Cuadro No. H7

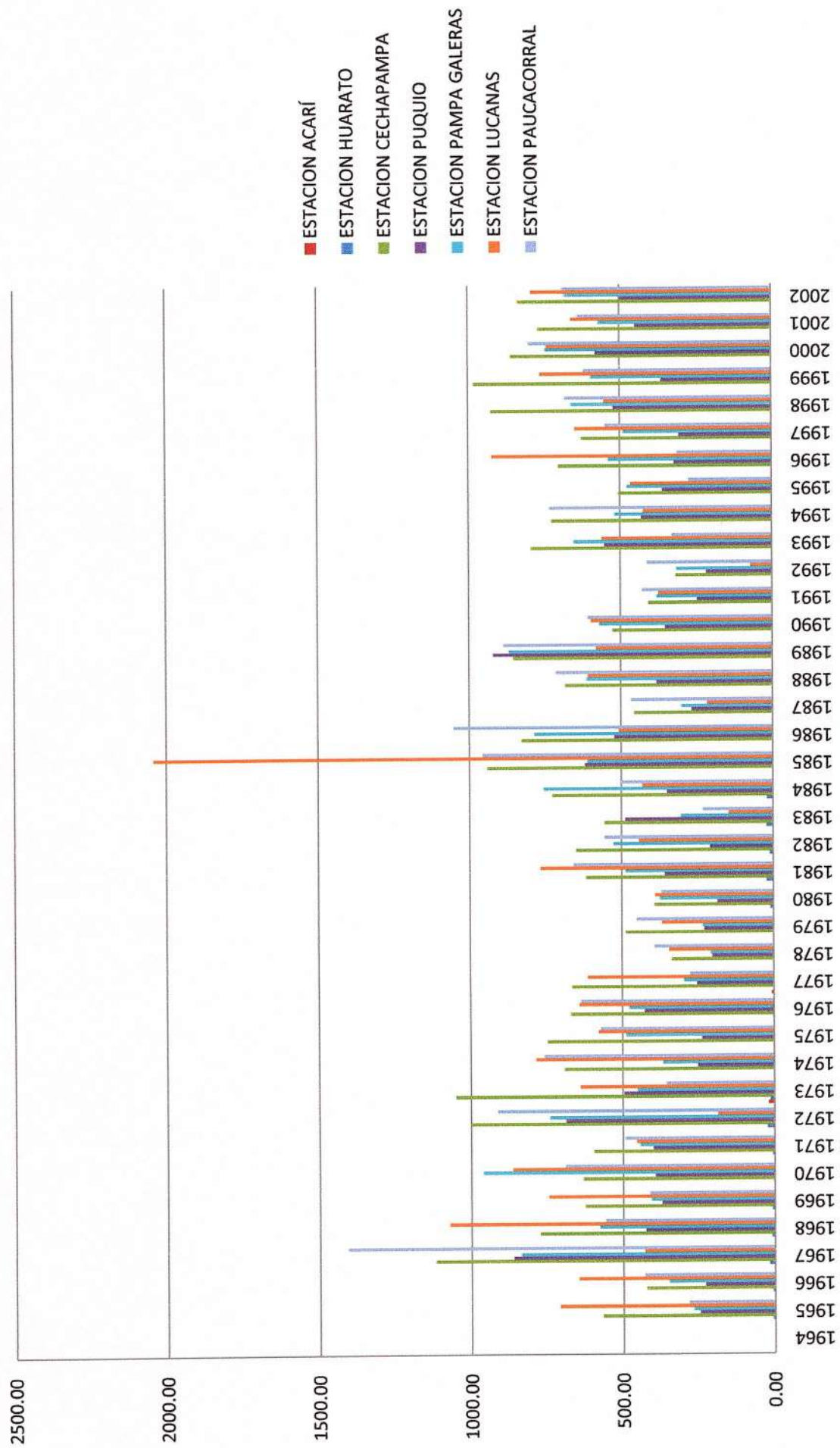


SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGICA E HIDROLOGIA

OFICINA GENERAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA

ESTACION	PAUCA CORRAL	LATITUD : 14° 14' S	DPTO.	Ayacucho								
PARAMETRO	: PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm)	LONGITUD 74° 00' O	PROV.	Lucanas								
		ALTITUD : 4000 msnm	DIST.	San Pedro								
ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1965	27.50	144.30	76.20	8.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	27.50
1966	56.50	68.40	161.10	0.00	10.50	0.00	0.00	0.00	3.40	26.00	37.10	67.60
1967	363.00	663.80	230.60	140.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.20
1968	215.90	78.30	193.90	0.00	14.40	0.00	0.00	0.00	8.70	5.40	10.90	30.20
1969	30.00	128.80	138.60	49.70	0.00	0.00	0.00	0.00	5.30	0.00	17.60	43.00
1970	465.80	52.00	115.30	6.80	5.40	0.00	0.00	0.00	33.40	5.80	0.00	5.80
1971	58.60	145.10	174.40	45.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	69.90
1972	202.50	137.10	404.80	27.20	0.00	0.00	3.40	0.00	12.00	30.60	16.10	77.90
1973	105.60	75.00	73.80	36.60	0.00	0.00	0.00	6.90	20.80	0.00	6.40	31.90
1974	196.10	140.70	268.30	62.30	0.00	0.00	0.00	54.20	5.40	0.00	17.00	14.30
1975	111.90	133.60	232.70	8.50	19.90	0.00	0.00	0.00	0.00	4.60	0.00	60.20
1976	133.60	214.00	172.50	7.50	12.70	0.00	0.00	0.00	87.30	0.00	0.00	9.40
1977	4.60	174.90	66.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.70	0.00	11.70	11.40
1978	115.96	60.65	138.98	22.75	2.68	2.19	0.00	1.27	1.46	9.20	25.54	12.58
1979	76.47	112.84	180.25	5.43	2.80	2.19	0.19	3.55	0.66	20.79	3.49	42.20
1980	89.70	38.60	134.00	0.00	0.00	0.00	17.20	0.00	21.00	47.30	0.00	22.50
1981	123.40	252.70	40.80	56.60	0.00	0.00	0.00	17.90	0.00	0.00	21.90	143.20
1982	135.70	155.00	106.80	27.30	0.00	0.00	0.00	22.73	48.90	47.10	12.90	42.20
1983	38.90	70.20	57.50	22.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	42.20
1984	122.20	165.50	109.60	0.00	0.00	0.00	0.00	5.70	9.10	27.30	25.90	36.60
1985	233.50	132.00	422.80	54.30	23.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	92.30
1986	212.10	324.90	362.20	4.80	8.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	139.20
1987	160.18	128.11	111.11	19.12	8.91	2.89	2.98	4.04	1.05	6.66	7.05	15.43
1988	249.70	185.40	206.00	42.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.90	0.00	130.00
1989	148.30	168.70	70.80	0.00	27.90	0.00	0.00	19.90	0.00	0.00	57.20	115.80
1990	127.50	73.80	203.40	23.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1991	101.15	117.32	120.03	16.35	8.40	2.68	0.03	0.42	2.38	13.03	6.38	24.54
1992	80.60	91.70	95.40	11.80	5.80	0.50	0.50	0.00	11.90	5.30	0.00	27.20
1993	201.80	206.20	264.50	25.20	14.20	21.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1994	77.10	23.30	87.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.30	4.80	42.50	31.60
1995	52.30	107.60	42.10	66.40	0.00	0.00	0.00	3.50	5.80	0.00	2.60	32.00
1996	121.30	86.56	138.98	6.06	3.39	2.19	0.36	75.18	21.93	8.41	14.42	70.15
1997	217.79	166.11	155.97	7.25	2.68	5.05	0.00	0.00	1.27	6.62	25.28	94.03
1998	116.22	189.72	140.01	31.73	10.62	2.69	1.47	0.00	4.10	48.10	6.71	68.59
1999	215.57	178.31	195.92	25.47	10.69	2.24	0.00	9.32	5.88	52.32	9.89	94.77
2000	148.28	188.88	187.29	59.25	3.13	2.22	0.00	0.87	8.31	9.30	5.91	16.59
2001	148.56	191.00	186.86	46.07	8.89	2.47	26.08	7.30	5.32	2.56	27.10	38.53
2002	465.80	324.90	422.80	72.20	27.90	21.20	26.08	75.18	87.30	52.32	57.20	143.20
PROM	142.18	140.82	166.87	25.52	5.56	1.39	1.49	6.00	8.77	11.11	12.20	49.20
MIN	4.60	23.30	40.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DESVEST	83.28	64.76	93.41	22.28	7.37	3.68	5.21	15.63	15.97	15.94	14.60	40.43
VAR	6934.75	4194.23	8725.43	496.57	54.35	13.56	27.09	244.40	255.16	254.06	213.19	1634.71

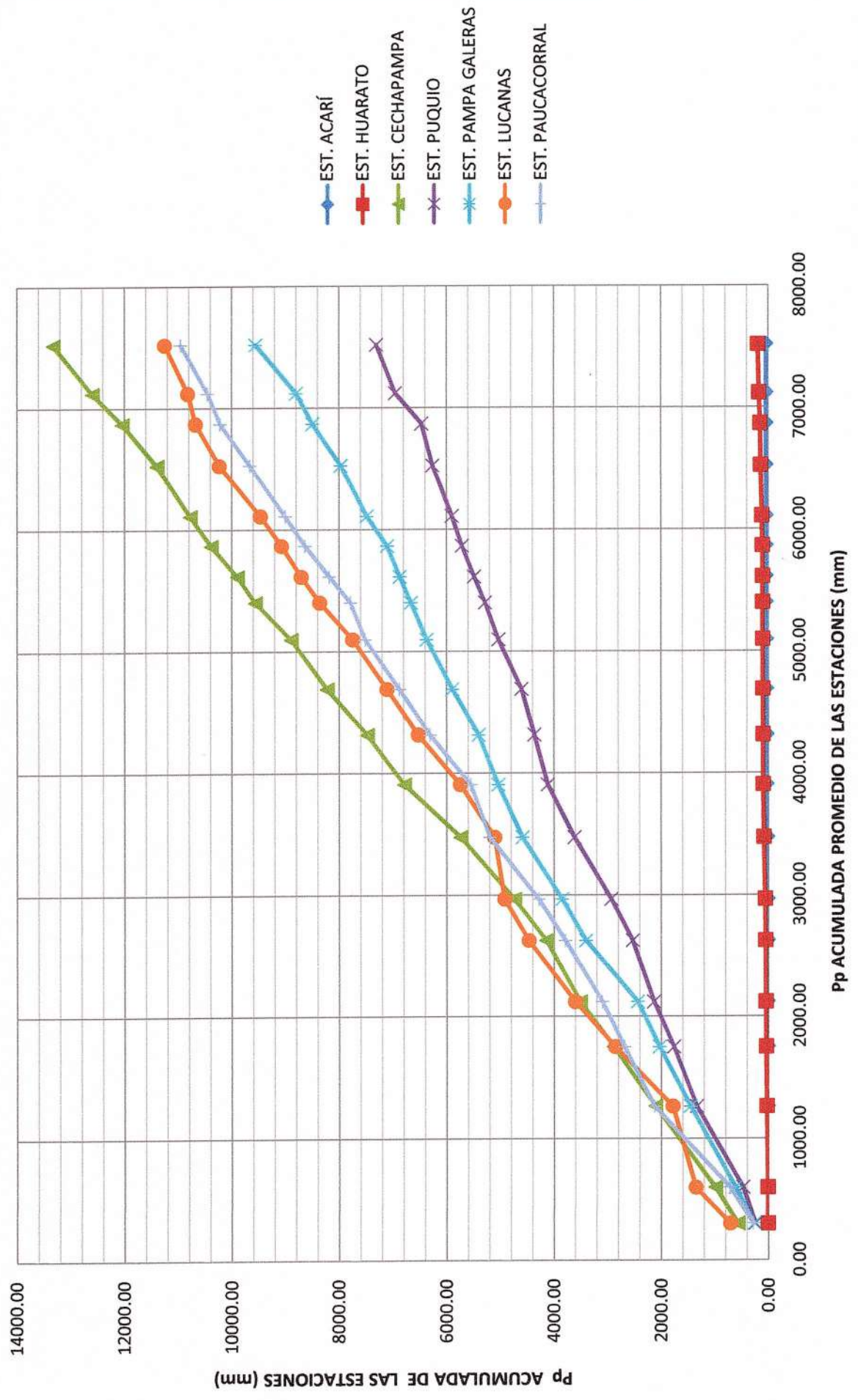
**CUADRO No. H8: HISTOGRAMA DE PRECIPITACIONES ANUALES
ESTACIONES CUENCA ACARI**



Cuadro No. H9

PP PROMEDIO ANUAL ESTACIONES DE ANALISIS mm								
AÑOS	PROM DE ESTACIONES	ACARI	HUARATO	CECCHAPAMPA	PUQUIO	PAMPA GAL	LUCANAS	PAUCACORRAL
1964		0.20						
1965	297.49	0.00	6.60	568.00	247.70	268.00	708.20	283.90
1966	298.25	2.60	6.10	423.77	229.30	348.80	646.60	430.60
1967	667.20	2.50	17.60	1117.40	861.00	836.20	428.50	1407.20
1968	487.70	0.00	9.60	773.30	425.20	576.70	1071.40	557.70
1969	367.20	0.00	8.10	624.90	372.40	407.20	744.80	413.00
1970	506.07	0.10	3.40	630.90	393.60	961.20	863.00	690.30
1971	342.03	1.30	6.50	595.10	399.40	444.00	454.30	493.60
1972	507.01	2.60	23.60	999.00	687.40	739.50	185.40	911.60
1973	431.96	18.30	12.80	1049.10	495.60	451.90	639.00	357.00
1974	408.20	0.70	2.10	691.60	252.20	367.70	784.80	758.30
1975	375.07	0.10	2.00	746.80	238.30	488.40	578.50	571.40
1976	408.44	2.70	3.50	669.60	427.50	477.70	641.10	637.00
1977	301.70	6.80	2.70	665.30	253.40	295.00	613.10	275.60
1978	211.94	0.00	0.00	335.50	202.50	207.40	344.90	393.26
1979	252.98	0.00	2.50	487.40	228.30	234.10	367.70	450.86
1980	246.07	0.00	9.30	392.20	185.30	375.10	390.30	370.30
1981	416.19	0.00	22.60	617.30	358.90	488.50	767.50	658.50
1982	342.00	0.00	11.20	649.50	208.10	526.60	442.20	556.43
1983	249.64	0.00	22.00	555.60	488.30	304.10	146.00	231.50
1984	398.02	0.00	20.20	727.43	349.60	756.90	430.10	501.90
1985				941.40	619.70	611.60	2041.60	958.30
1986				827.70	521.70	785.80	506.90	1051.80
1987				455.60	266.80	301.00	215.30	467.53
1988				683.20	382.40	612.62	608.30	714.20
1989				854.00	921.10	869.14	580.20	887.00
1990				526.40	354.02	570.28	597.80	608.60
1991				407.90	247.50	380.58	374.60	428.20
1992				317.70	217.30	315.53	70.80	412.71
1993				794.30	552.40	653.42	560.80	330.70
1994				726.50	431.30	519.74	423.40	733.10
1995				505.80	360.70	476.48	464.80	273.20
1996				702.90	321.90	538.90	922.50	312.30
1997				626.80	305.80	489.90	647.90	548.95
1998				924.50	521.70	659.81	552.00	682.05
1999				982.20	364.50	593.96	762.50	619.96
2000				859.60	580.00	745.60	741.30	800.38
2001				768.60	449.20	570.39	659.80	640.03
2002				835.20	499.70	681.61	792.40	690.74

CUADRO No. H10 ANALISIS DE DOBLE MASA



ANEXO 5B

PRECIPITACION MEDIA

Cuadro No. H12 CALCULO DE LA PRECIPITACIÓN MEDIA DE LA CUENCA - METYODO THIESEN

PRECIPITACION AREAL CUENCA ACARI														
PRECIPITACION MENSUAL EN LAS ESTACIONES Y/O POLIGONOS DE THIESEN														
Estacion	Area Poligono (%)	Enero (mm)	Febrero (mm)	Marzo (mm)	Abril (mm)	Mayo (mm)	Junio (mm)	Julio (mm)	Agosto (mm)	Setiembre (mm)	Octubre (mm)	Noviembre (mm)	Didiembre (mm)	TOTAL (mm)
Acari	6.83	0.7	0.85	0.001	0	0	0	0	0.02	0	0	0.05	0.17	1.8
Huarato	23.83	2.59	1.84	0.69	0.45	0.04	0.33	0.99	0.11	0.43	0.59	0.16	1.43	9.7
Pampa Galeras	10.18	126.78	135.79	116.51	33.93	8.72	3.61	2.24	3.09	6.53	14.41	19.73	51.15	522.49
Puquio	11.05	101.04	107.31	104.56	17.81	4.89	1.33	0.93	3.17	5.63	6.43	13.74	33.78	400.62
Cecchapampa	13.62	139.95	189.04	187.77	46.77	6.63	5.19	2.28	5.04	11.19	15.18	16.2	60.53	685.77
Cceccaña	8.18	157.28	177.22	211.01	60.54	23.54	9.01	7.79	11.79	19.87	23.36	36.11	71.9	809.42
Paucacorral	4.43	142.43	152.77	166.79	27.42	5.39	1.28	1.37	5.53	8.27	10.91	12.21	47.19	581.56
Lucanas	6.71	122.77	137.27	164.8	76.52	5.79	2.1	2.69	6.41	9.18	15.99	15.21	39.05	597.78
Pampahuasi	12.64	159.72	125.19	155.58	34.47	12.95	4.59	5.14	5.66	11.87	17.69	23.32	52.29	608.47
Pampamarca	2.53	97.41	99.26	75.92	31.14	11.49	9.54	6.49	11.72	17.23	21.27	21.1	48.72	451.29

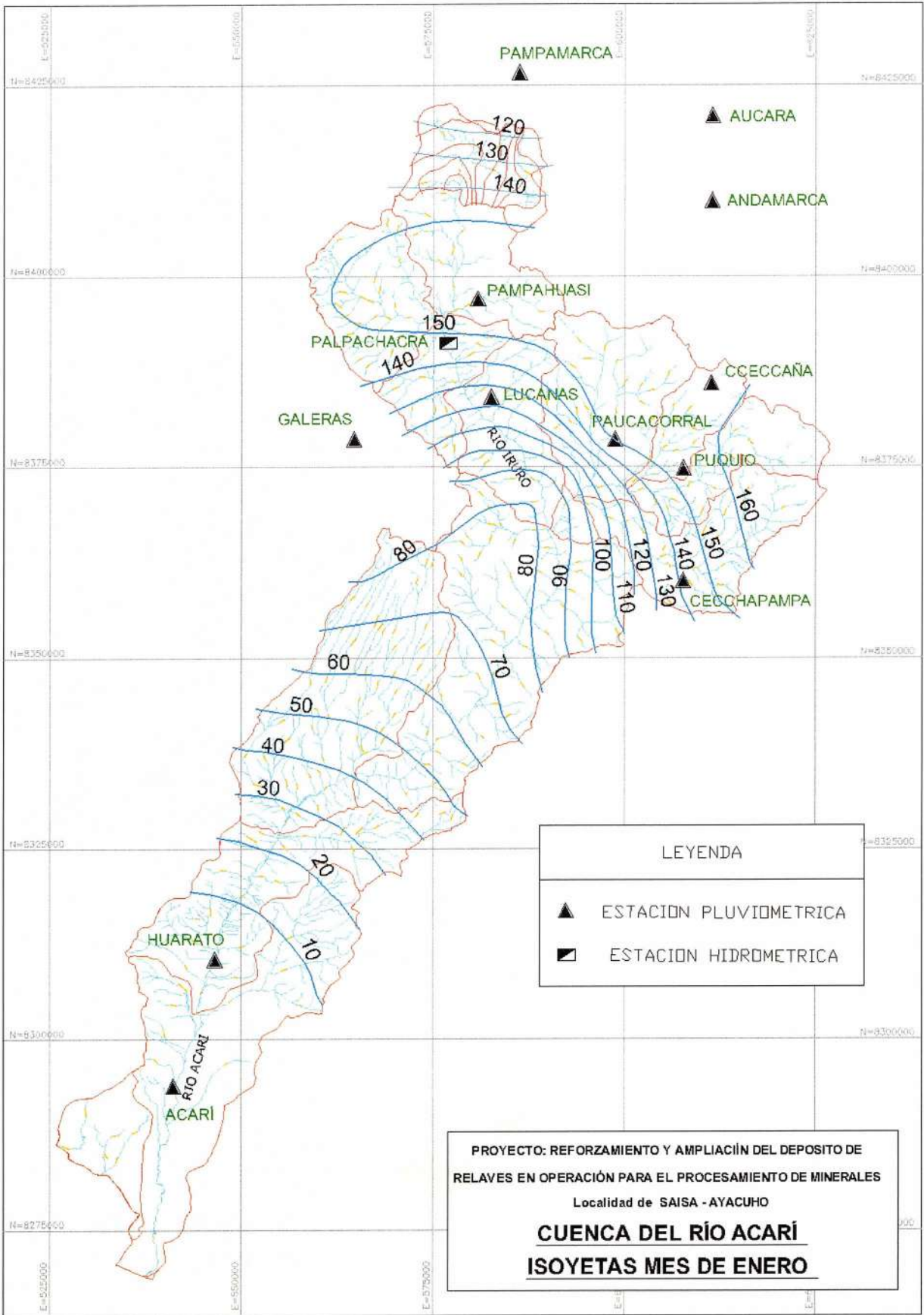
PRECIPITACION AREAL MENSUAL DE LA CUENCA ACARI - METODO THIESEN														
Acari	6.83	0.05	0.06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.12
Huarato	23.83	0.62	0.44	0.16	0.11	0.01	0.08	0.24	0.03	0.1	0.14	0.04	0.34	2.31
Pampa Galeras	10.18	19.06	25.75	25.57	6.37	0.9	0.71	0.31	0.69	1.52	2.07	2.21	8.24	93.40
Puquio	11.05	11.16	11.86	11.55	1.97	0.54	0.15	0.1	0.35	0.62	0.71	1.52	3.73	44.26
Cecchapampa	13.62	19.06	25.75	25.57	6.37	0.9	0.71	0.31	0.69	1.52	2.07	2.21	8.24	93.40
Cceccaña	8.18	12.87	14.5	17.26	4.95	1.93	0.74	0.64	0.96	1.63	1.91	2.95	5.88	66.22
Paucacorral	4.43	6.31	6.77	7.39	1.21	0.24	0.06	0.06	0.24	0.37	0.48	0.54	2.09	25.76
Lucanas	6.71	8.24	9.21	11.06	5.13	0.39	0.14	0.018	0.43	0.62	1.07	1.02	2.62	39.95
Pampahuasi	12.64	20.19	15.82	19.67	4.36	1.64	0.58	0.65	0.72	1.5	2.24	3.2	6.81	77.38
Pampamarca	2.53	2.46	2.51	1.92	0.79	0.29	0.24	0.16	0.3	0.44	0.54	0.53	1.23	11.41
Suma	100	100.02	112.67	120.15	31.26	6.84	3.41	2.49	4.41	8.32	11.23	14.22	39.19	454.21

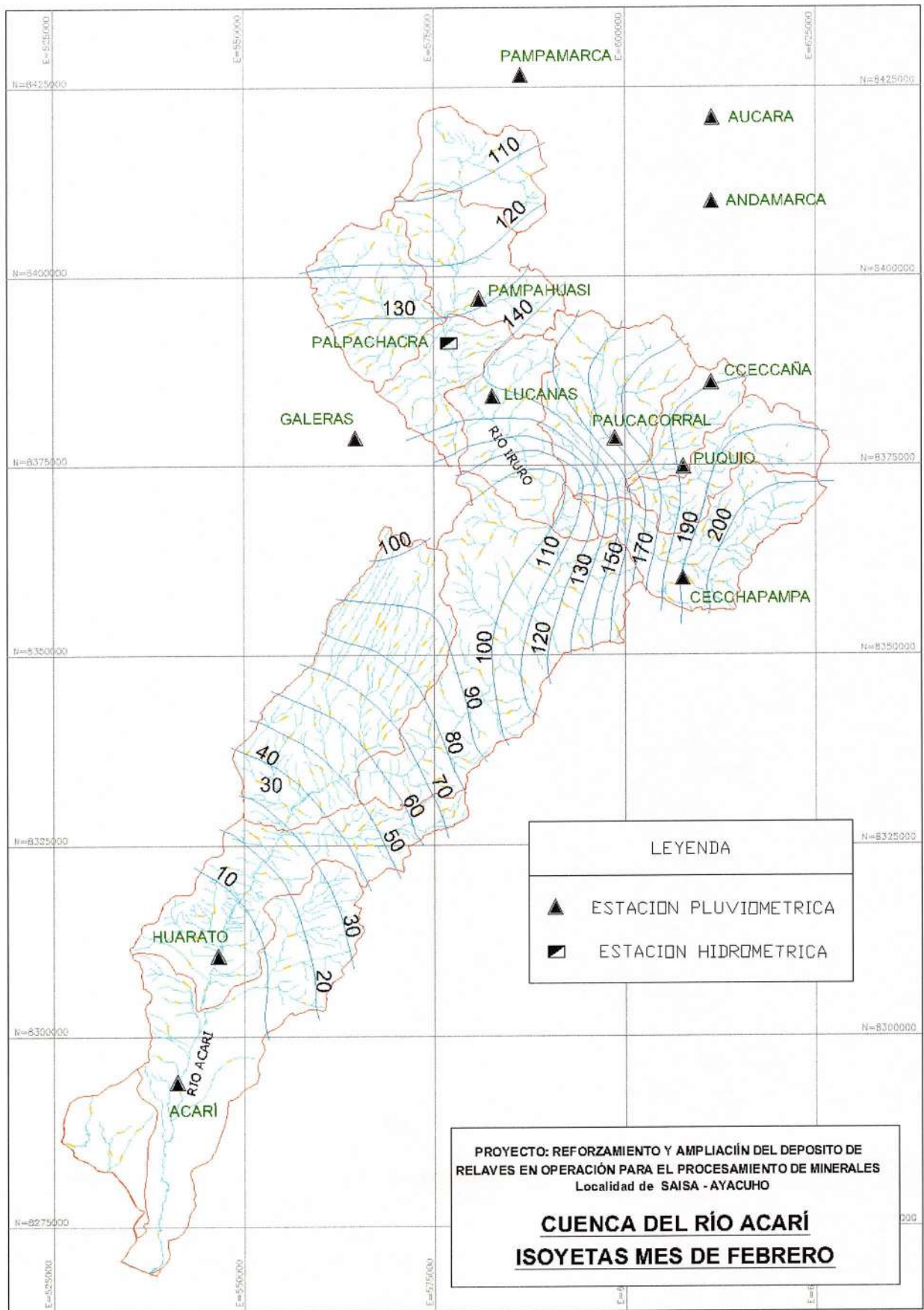
Cuadro NO. H13 : PRECIPITACION AREAL DE LA CUENCA ACARÍ
Y SUBCUENCAS - METODO DE LAS ISOYETAS

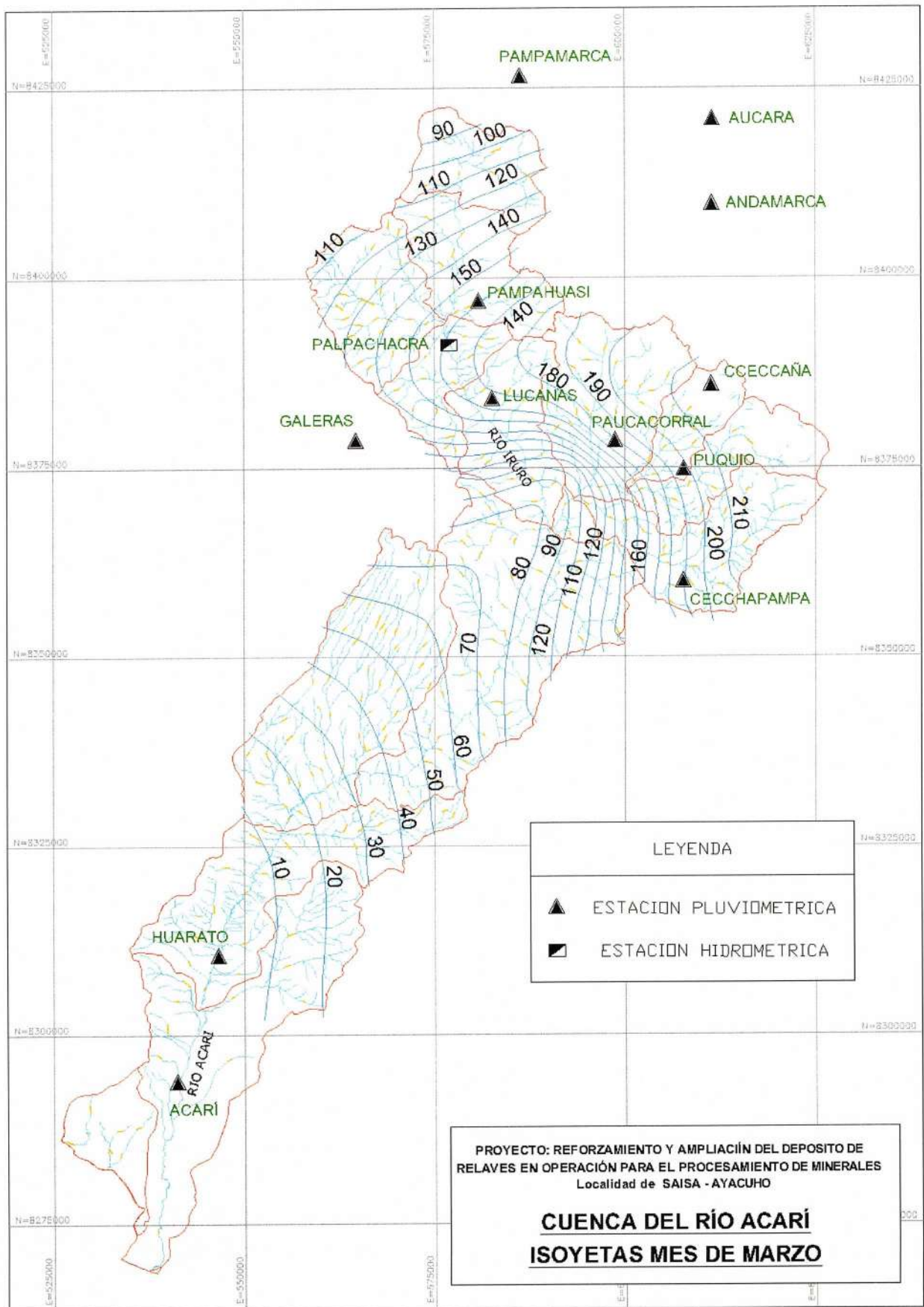
PRECIPITACIÓN AREAL PROMEDIO CUENCA ACARI				
Isoyeta (mm)	Area (Km2)	PP- prom. (mm)	Vol. De PP (mm-Km2)	PP-areal prom. (mm)
0 - 50	617.74	25.00	15443.58	390.94
50 - 100	247.48	75.00	18560.96	
100 - 150	200.91	125.00	25113.71	
150 - 200	199.77	175.00	34959.66	
200 - 250	209.69	225.00	47179.46	
250 - 300	235.35	275.00	64720.34	
300 - 350	367.2	325.00	119339.12	
350 - 400	167.45	375.00	62794.31	
400 - 450	101.74	425.00	43239.84	
450 - 500	51.24	475.00	24338.83	
450 - 500	101.06	475.00	48002.27	
500 - 550	218.28	525.00	114597.37	
500 - 550	107.35	525.00	56360.9	
550 - 600	428.2	575.00	246215.29	
600 - 650	286.97	625.00	179359.19	
650 - 700	182.79	675.00	123380.75	
700 - 750	150.3	725.00	108968.08	
750 - 800	162.81	775.00	126178.68	
800 - 850	159.42	825.00	131523.23	
850 - 900	103.33	875.00	90411.48	
Suma	4299.08		1680687.05	

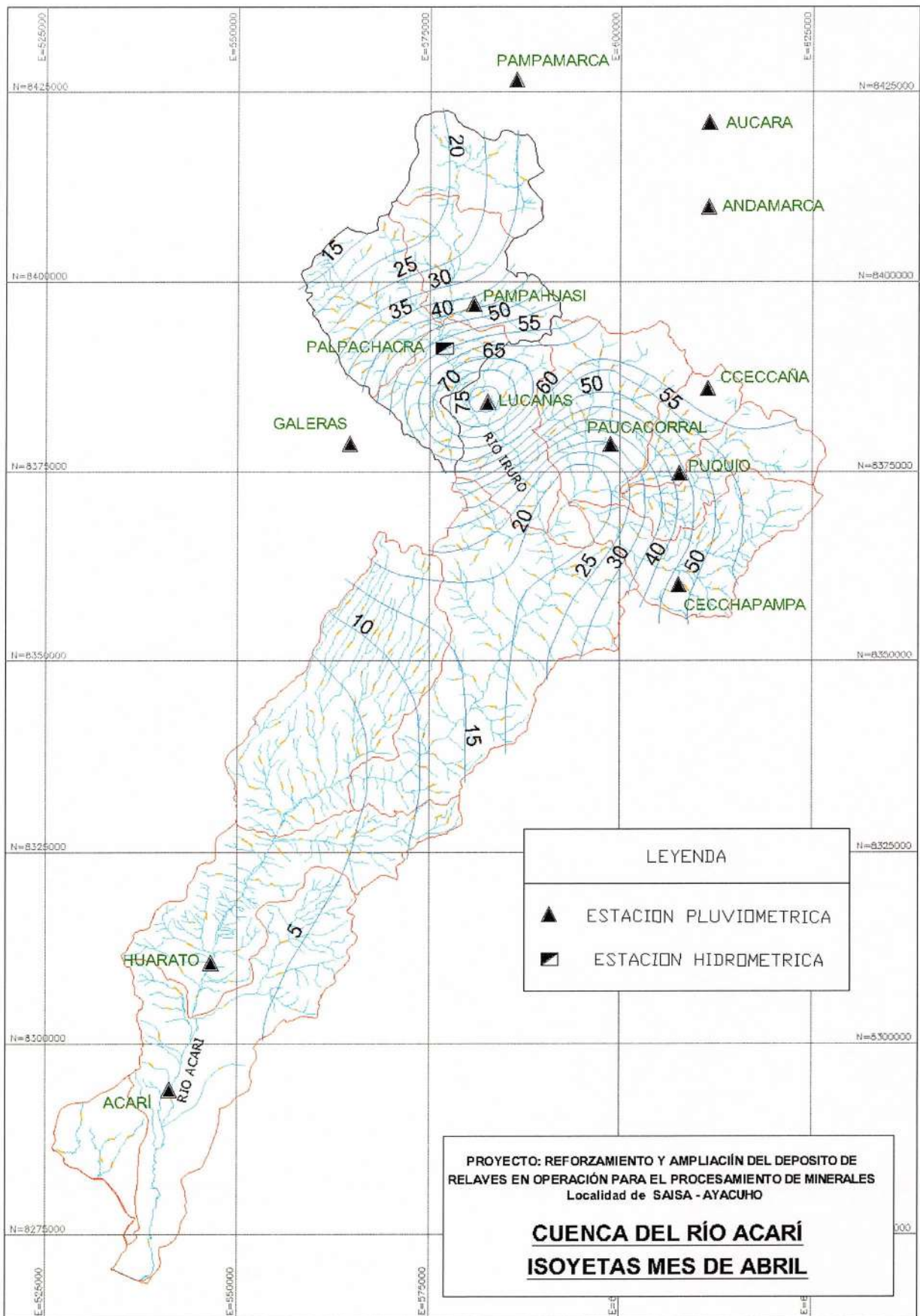
ANEXO 5C

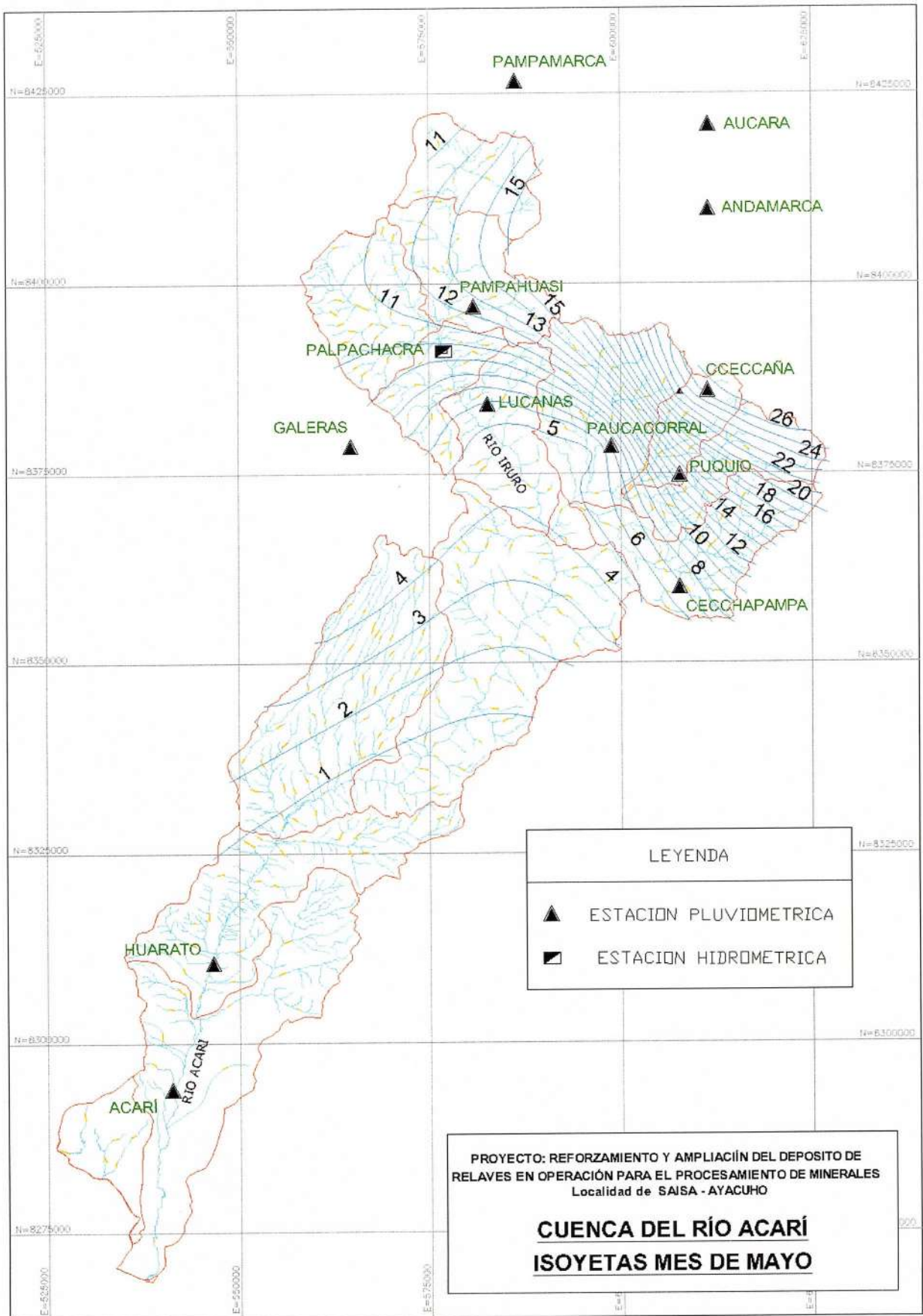
DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDAD EN HIDROLOGIA

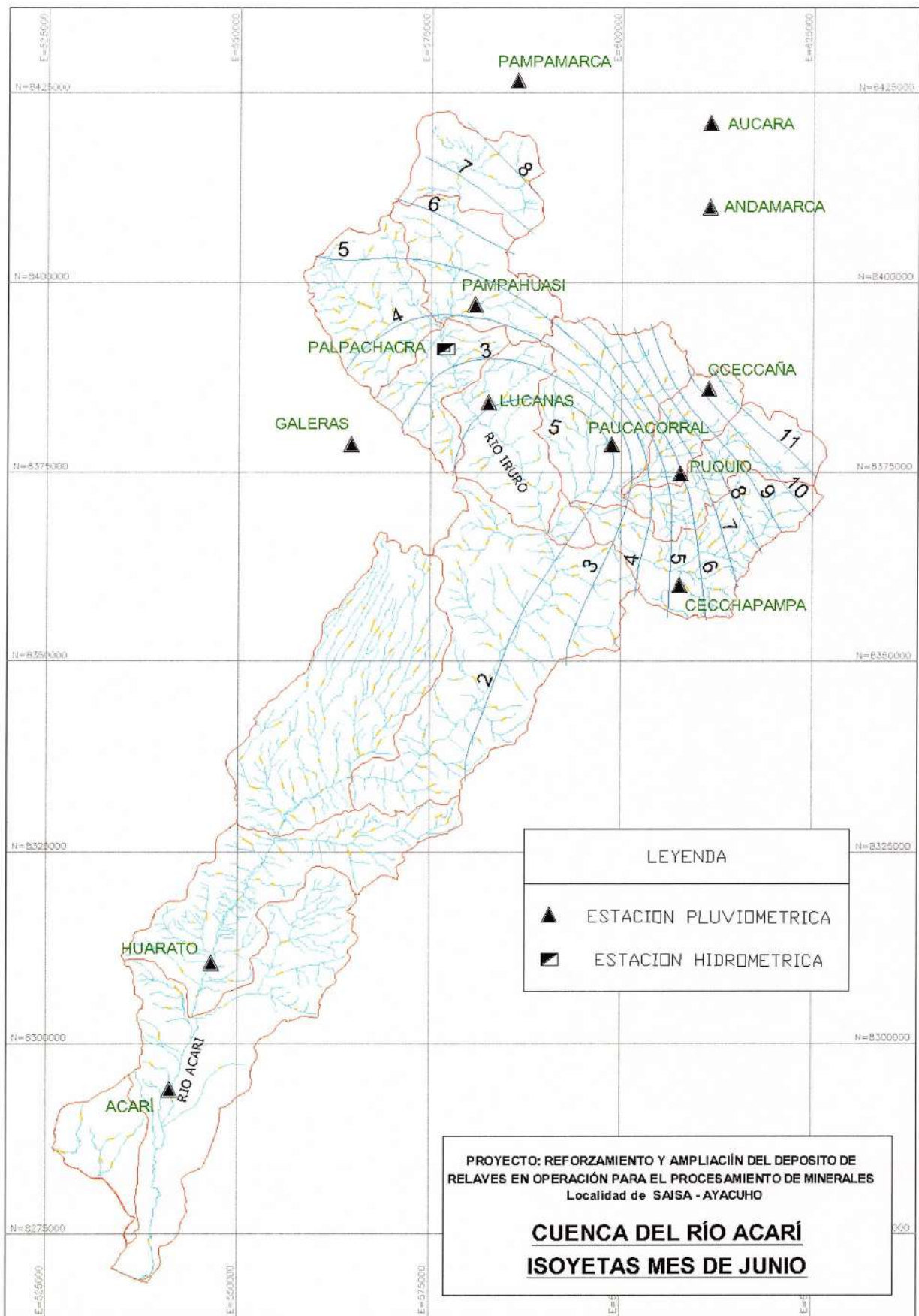


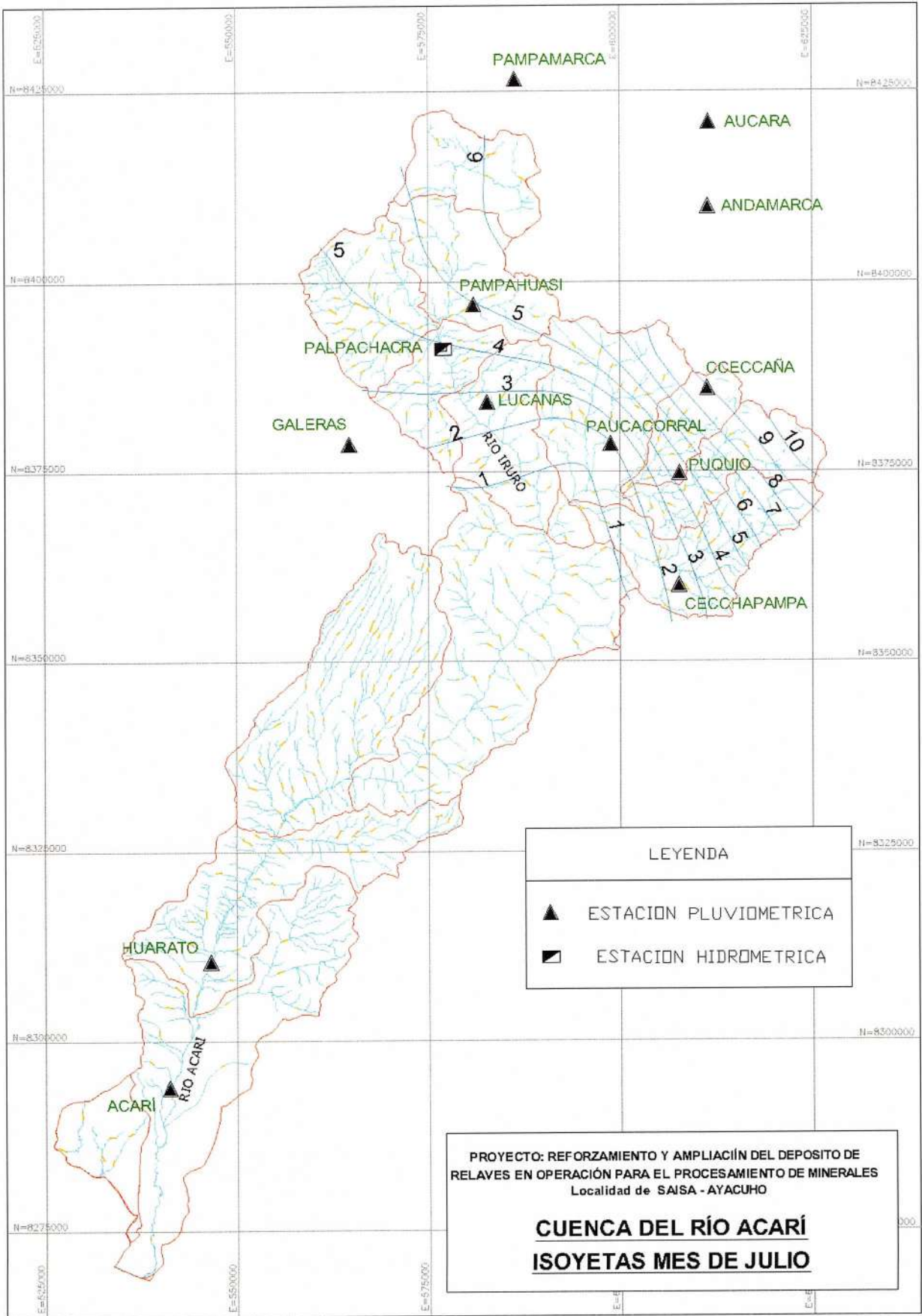








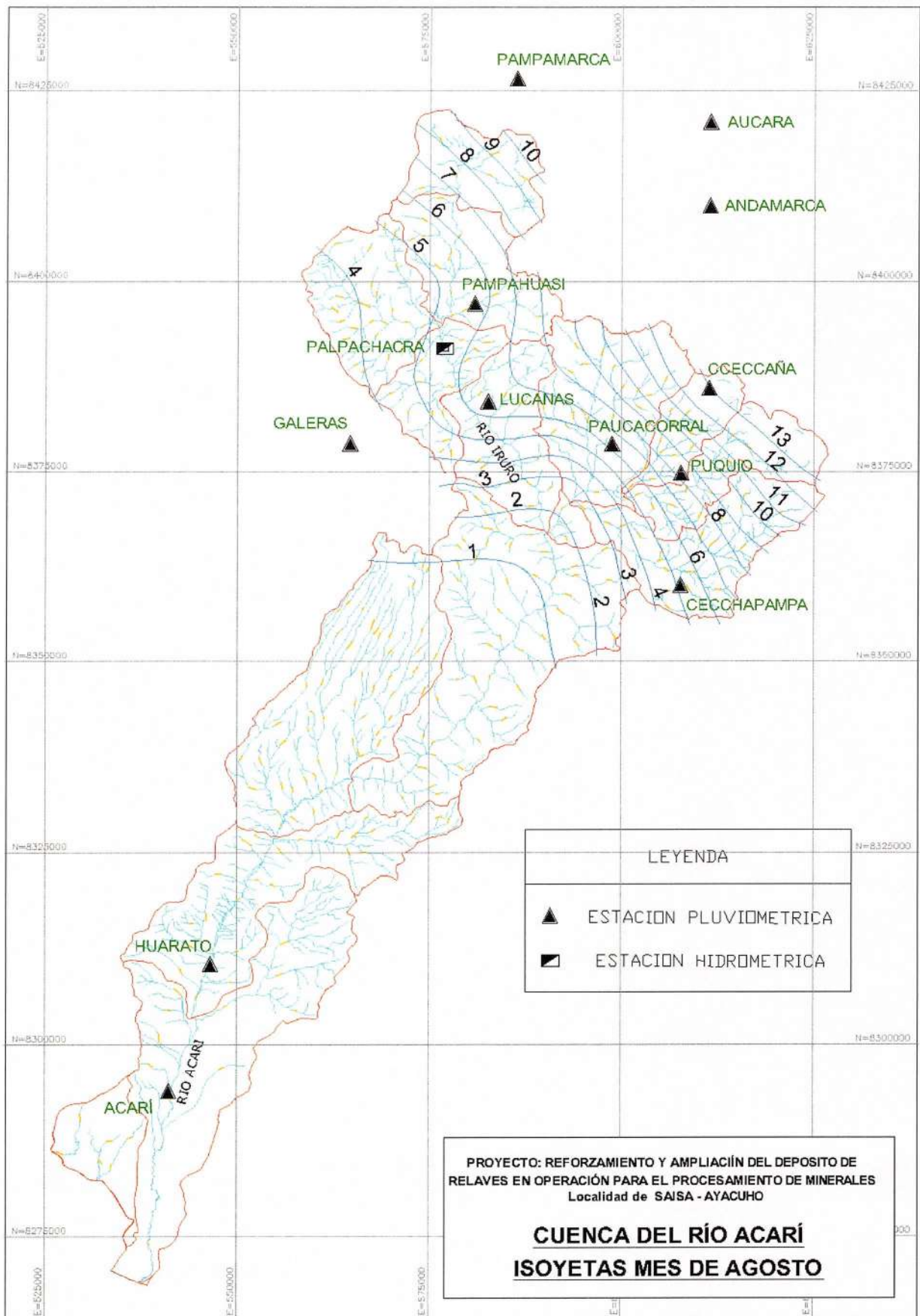




LEYENDA

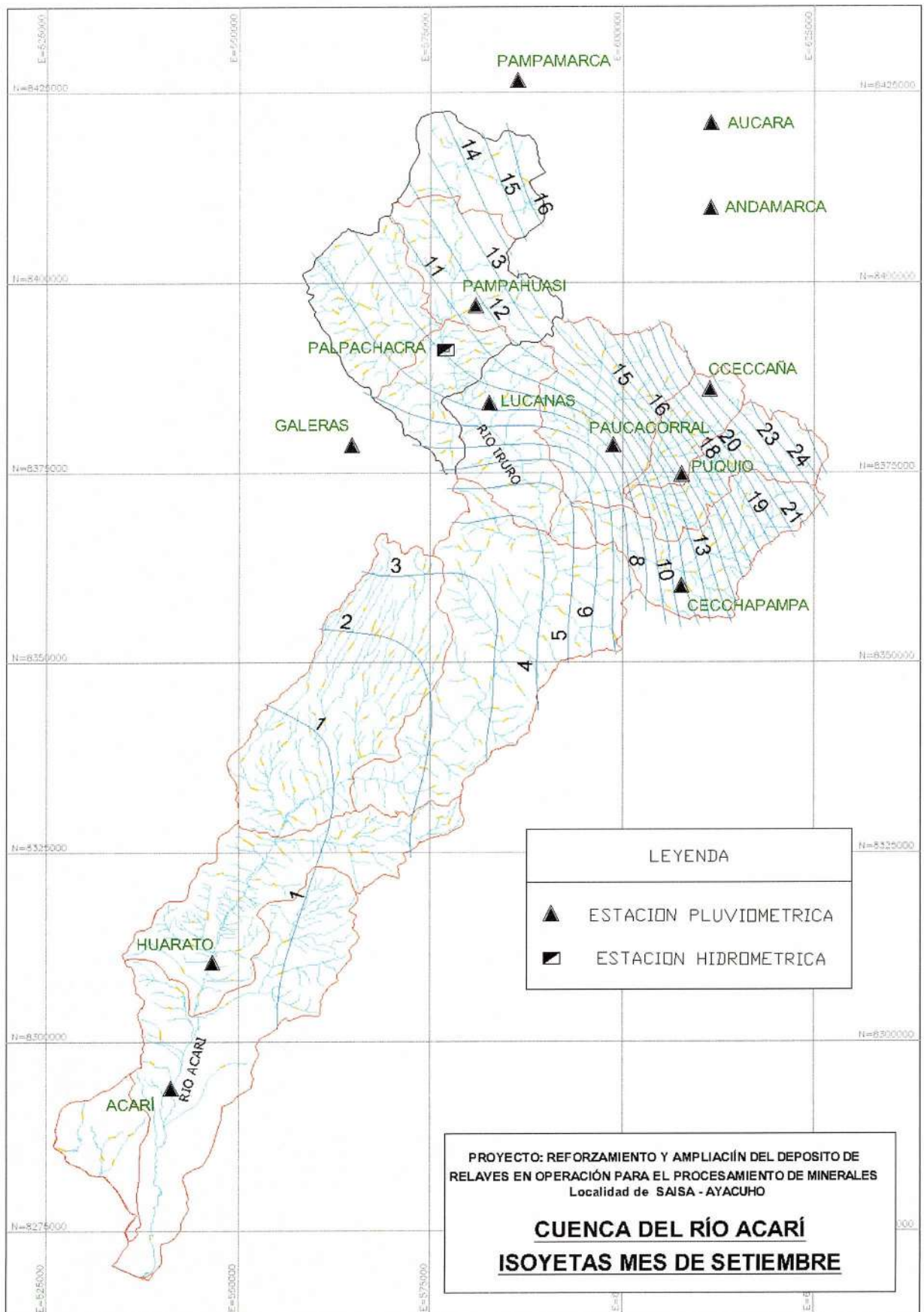
- ▲ ESTACION PLUVIOMETRICA
- ESTACION HIDROMETRICA

PROYECTO: REFORZAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL DEPÓSITO DE RELAVES EN OPERACIÓN PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES
 Localidad de SAISA - AYACUHO
CUENCA DEL RÍO ACARÍ
ISOYETAS MES DE JULIO



LEYENDA	
▲	ESTACION PLUVIOMETRICA
◻	ESTACION HIDROMETRICA

PROYECTO: REFORZAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL DEPOSITO DE
 RELAVES EN OPERACIÓN PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES
 Localidad de SAISA - AYACUHO
CUENCA DEL RÍO ACARI
ISOYETAS MES DE AGOSTO



PAMPAMARCA

▲ AUCARA

▲ ANDAMARCA

PAMPAHUASI

PALPACHACRA

▲ CCECCAÑA

GALERAS

▲ LUCANAS

PAUCACORRAL

▲ PUQUIO

RIO TRURO

▲ CECCHAPAMPA

HUARATO

▲ ACARI

RIO ACARI

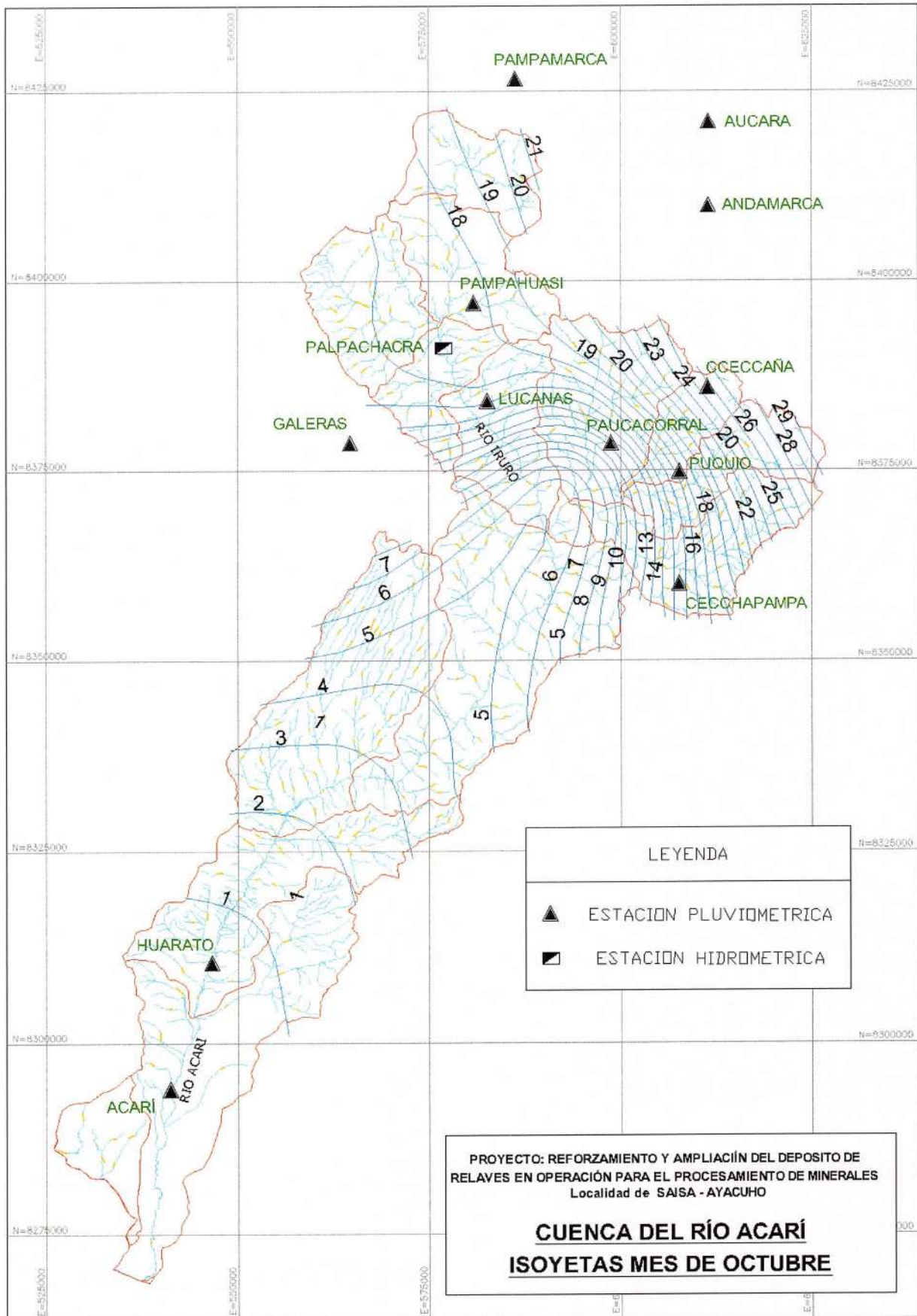
LEYENDA

▲ ESTACION PLUVIOMETRICA

■ ESTACION HIDROMETRICA

PROYECTO: REFORZAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL DEPOSITO DE RELAVES EN OPERACIÓN PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES
Localidad de SAISA - AYACUHO

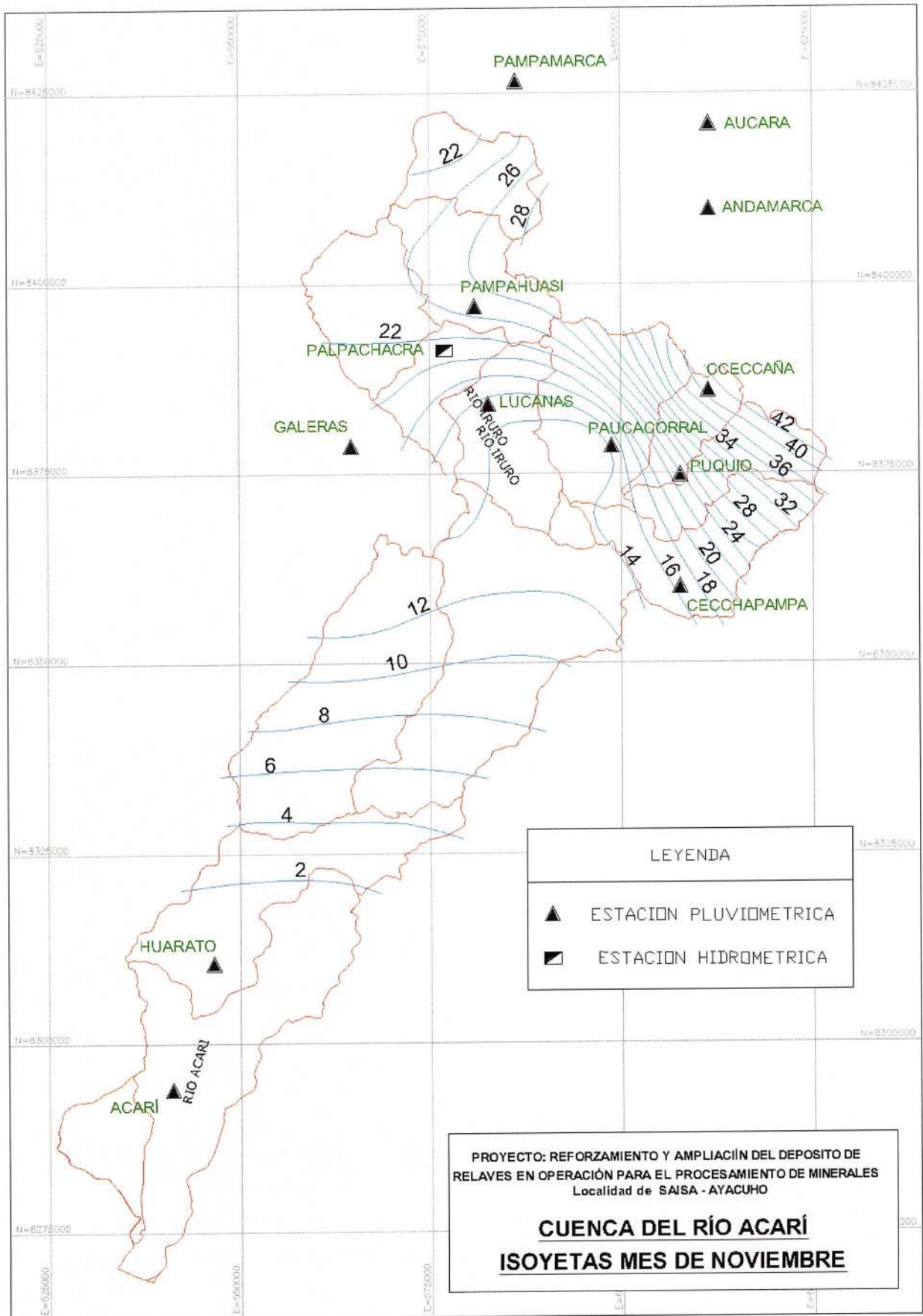
CUENCA DEL RÍO ACARÍ
ISOYETAS MES DE SETIEMBRE



LEYENDA	
▲	ESTACION PLUVIOMETRICA
■	ESTACION HIDROMETRICA

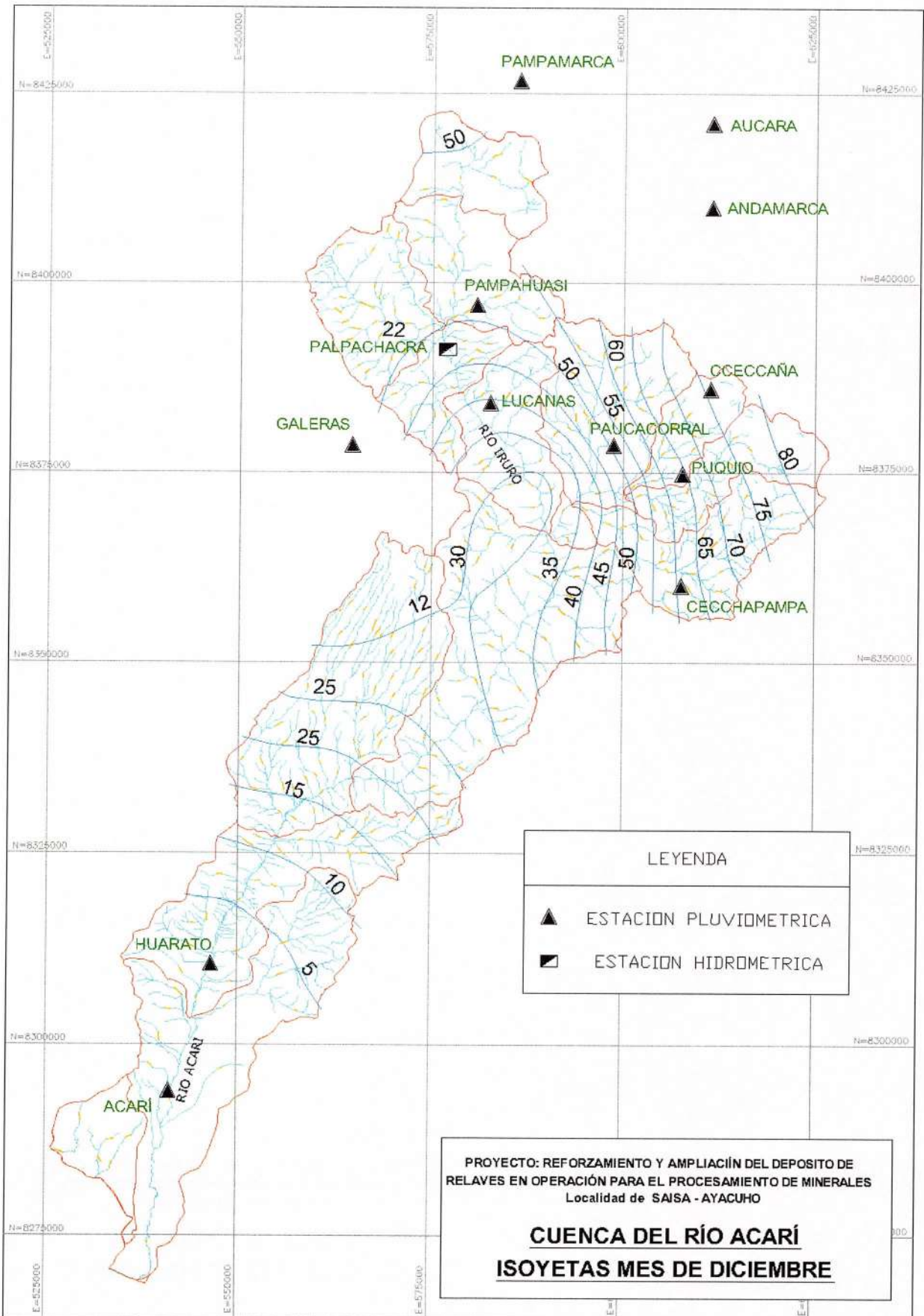
PROYECTO: REFORZAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL DEPOSITO DE RELAVES EN OPERACIÓN PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES
 Localidad de SAISA - AYACUHO

CUENCA DEL RÍO ACARÍ
ISOYETAS MES DE OCTUBRE



LEYENDA	
▲	ESTACION PLUVIOMETRICA
■	ESTACION HIDROMETRICA

PROYECTO: REFORZAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL DEPOSITO DE RELAVES EN OPERACIÓN PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES
 Localidad de SAISA - AYACUHO
CUENCA DEL RÍO ACARÍ
ISOYETAS MES DE NOVIEMBRE



LEYENDA

- ▲ ESTACION PLUVIOMETRICA
- ESTACION HIDROMETRICA

PROYECTO: REFORZAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL DEPOSITO DE RELAVES EN OPERACIÓN PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES
Localidad de SAISA - AYACUHO

CUENCA DEL RÍO ACARÍ
ISOYETAS MES DE DICIEMBRE

ANALISIS PRECIPITACION ESTACION ACARI

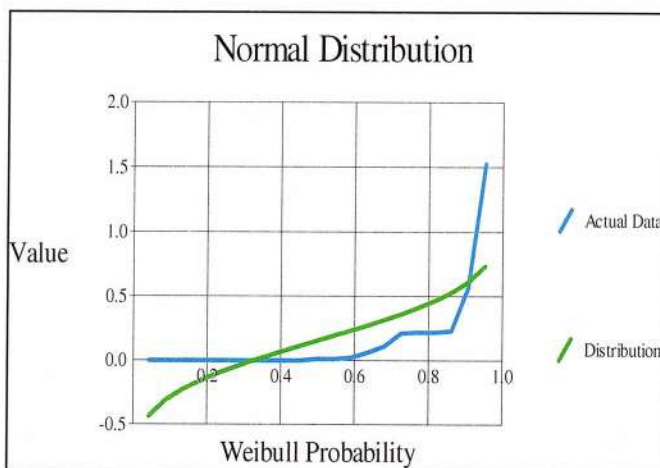
Distribution Analysis: Normal Distribution

-----Summary of Data-----

First Moment (mean) = 0.1519
 Second Moment = 1.196e-01
 Skew = 3.05e+00

----- Predictions -----

Exceedence Probability	Return Period	Calculated Value	Standard Deviation
0.9980	500.0	1.1472	0.2299
0.9950	200.0	1.0427	0.2085
0.9900	100.0	0.9565	0.1911
0.9800	50.0	0.8622	0.1724
0.9000	10.0	0.5951	0.1227
0.8000	5.0	0.4429	0.0986
0.6670	3.0	0.3010	0.0822
0.5000	2.0	0.1519	0.0755



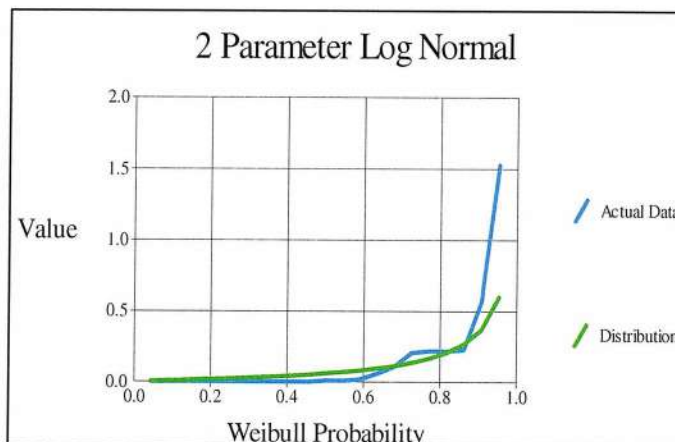
Distribution Analysis: 2 Parameter Log Normal

-----Summary of Data-----

First Moment (mean) = 0.1519
 Second Moment = 1.196e-01
 Skew = 3.05e+00

----- Predictions -----

Exceedence Probability	Return Period	Calculated Value	Standard Deviation
0.9980	500.0	2.9735	13.9471
0.9950	200.0	1.9774	9.0344
0.9900	100.0	1.4121	6.2468
0.9800	50.0	0.9774	4.1032
0.9000	10.0	0.3446	0.9838
0.8000	5.0	0.1902	0.2305
0.6670	3.0	0.1093	0.1916
0.5000	2.0	0.0611	0.4224



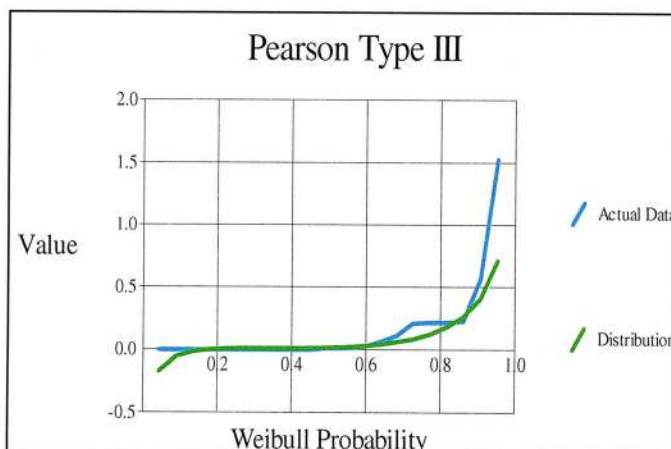
Distribution Analysis: Log Pearson Type III

-----Summary of Data-----

First Moment (mean) = 0.1519
 Second Moment = 1.196e-01
 Skew = 3.05e+00

----- Predictions -----

Exceedence Probability	Return Period	Calculated Value	Standard Deviation
0.9980	500.0	2.7464	2.2893
0.9950	200.0	2.0537	1.3599
0.9900	100.0	1.5792	0.9318
0.9800	50.0	1.1518	0.7853
0.9000	10.0	0.3748	0.7218
0.8000	5.0	0.1564	0.4810
0.6670	3.0	0.0548	0.1861
0.5000	2.0	0.0171	0.0926



ANALISIS PRECIPITACION ESTACION HUARATO

Distribution Analysis: Normal Distribution

-----Summary of Data-----

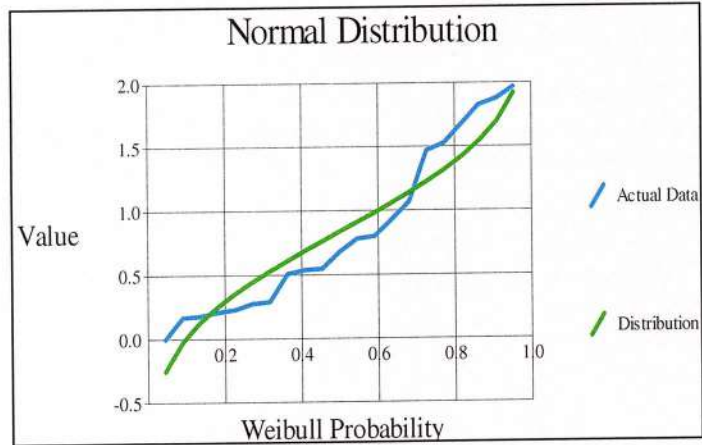
First Moment (mean) = 0.8371

Second Moment = 4.134e-01

Skew = 4.84e-01

----- Predictions -----

Exceedence Probability	Return Period	Calculated Value	Standard Deviation
0.9980	500.0	2.6878	0.4275
0.9950	200.0	2.4935	0.3877
0.9900	100.0	2.3331	0.3553
0.9800	50.0	2.1578	0.3205
0.9000	10.0	1.6612	0.2281
0.8000	5.0	1.3781	0.1834
0.6670	3.0	1.1144	0.1528
0.5000	2.0	0.8371	0.1403



Distribution Analysis: 3 Parameter Log Normal

-----Summary of Data-----

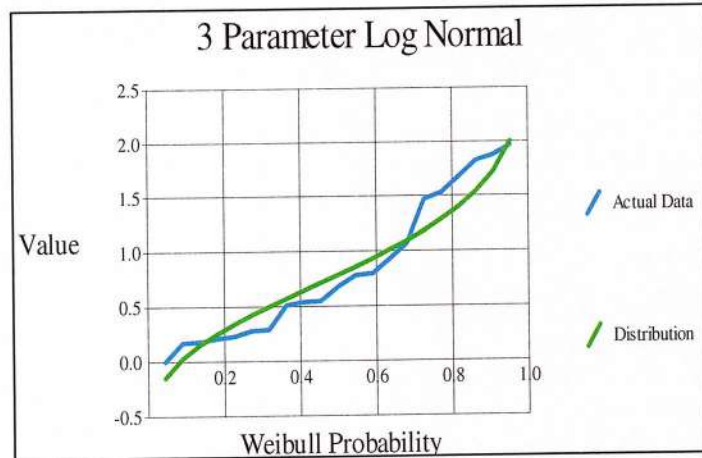
First Moment (mean) = 0.8371

Second Moment = 4.134e-01

Skew = 4.84e-01

----- Predictions -----

Exceedence Probability	Return Period	Calculated Value	Standard Deviation
0.9980	500.0	3.0894	0.8250
0.9950	200.0	2.7952	0.6572
0.9900	100.0	2.5628	0.5395
0.9800	50.0	2.3192	0.4314
0.9000	10.0	1.6835	0.2339
0.8000	5.0	1.3547	0.1842
0.6670	3.0	1.0683	0.1635
0.5000	2.0	0.7867	0.1523



Distribution Analysis: Pearson Type III

-----Summary of Data-----

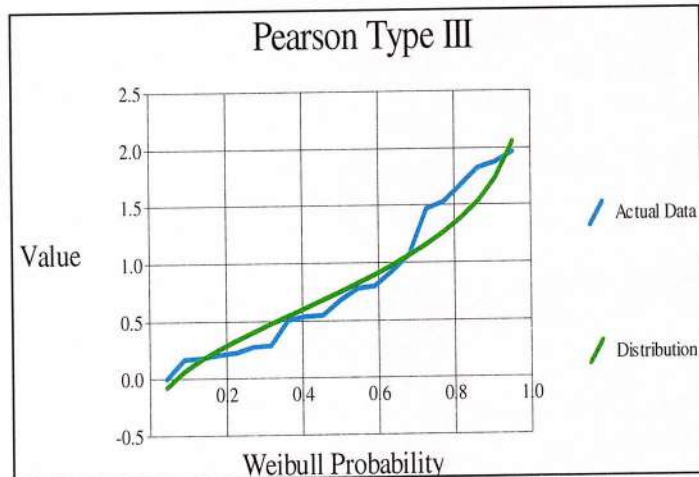
First Moment (mean) = 0.8371

Second Moment = 4.134e-01

Skew = 4.84e-01

----- Predictions -----

Exceedence Probability	Return Period	Calculated Value	Standard Deviation
0.9980	500.0	3.3182	0.9670
0.9950	200.0	2.9685	0.7737
0.9900	100.0	2.6953	0.6354
0.9800	50.0	2.4122	0.5058
0.9000	10.0	1.6942	0.2602
0.8000	5.0	1.3375	0.1971
0.6670	3.0	1.0375	0.1725
0.5000	2.0	0.7540	0.1584



ANALISIS PRECIPITACION ESTACION CECCHAPAMPA

Distribution Analysis: Normal Distribution

-----Summary of Data-----

First Moment (mean) = 57.1495

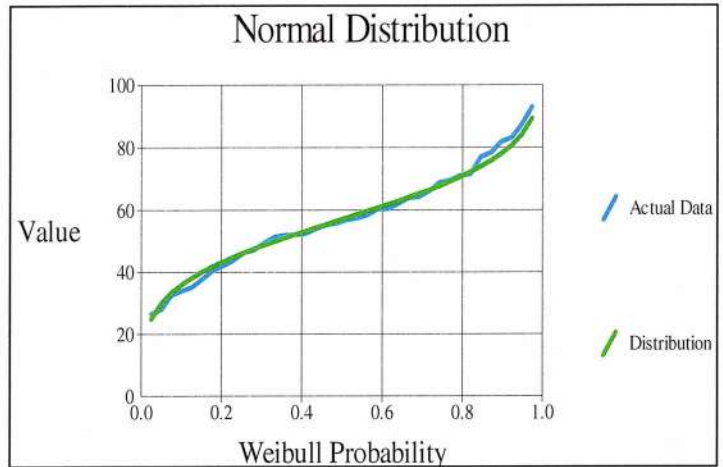
Second Moment = 2.736e02

Skew = 1.397e-01

----- Predictions -----

Exceedence Probability	Return Period	Calculated Value	Standard Deviation
------------------------	---------------	------------------	--------------------

0.9980	500.0	104.7611	8.1764
0.9950	200.0	99.7614	7.4151
0.9900	100.0	95.6354	6.7954
0.9800	50.0	91.1266	6.1302
0.9000	10.0	78.3498	4.3620
0.8000	5.0	71.0676	3.5067
0.6670	3.0	64.2819	2.9220
0.5000	2.0	57.1496	2.6832



Distribution Analysis: 3 Parameter Log Normal

-----Summary of Data-----

First Moment (mean) = 57.1495

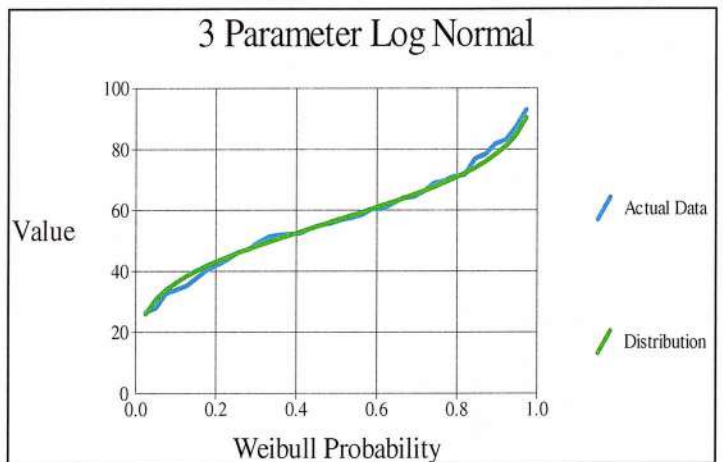
Second Moment = 2.736e02

Skew = 1.397e-01

----- Predictions -----

Exceedence Probability	Return Period	Calculated Value	Standard Deviation
------------------------	---------------	------------------	--------------------

0.9980	500.0	107.6283	11.3177
0.9950	200.0	101.9616	9.2980
0.9900	100.0	97.3448	7.8459
0.9800	50.0	92.3605	6.4834
0.9000	10.0	78.5748	3.9169
0.8000	5.0	70.9363	3.2558
0.6670	3.0	63.9581	2.9958
0.5000	2.0	56.7654	2.8991



Distribution Analysis: Log Pearson Type III

-----Summary of Data-----

First Moment (mean) = 57.1495

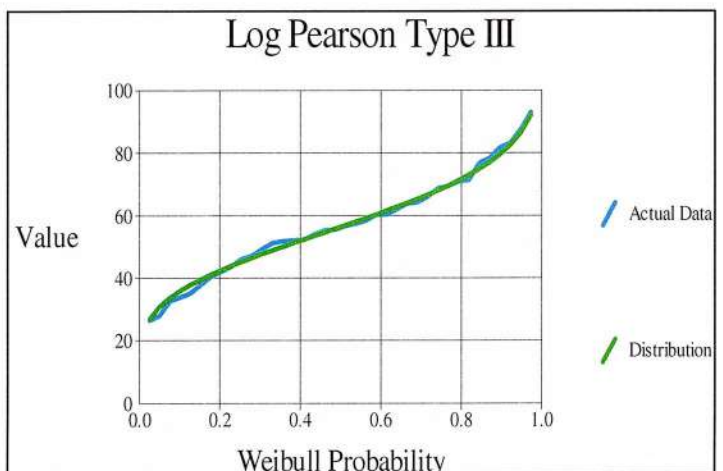
Second Moment = 2.736e02

Skew = 1.397e-01

----- Predictions -----

Exceedence Probability	Return Period	Calculated Value	Standard Deviation
------------------------	---------------	------------------	--------------------

0.9980	500.0	108.2091	17.3509
0.9950	200.0	103.1914	13.5172
0.9900	100.0	98.9003	10.7958
0.9800	50.0	94.0813	8.3056
0.9000	10.0	79.9428	4.1965
0.8000	5.0	71.7714	3.5688
0.6670	3.0	64.2348	3.4095
0.5000	2.0	56.5150	3.2374



ANALISIS PRECIPITACION ESTACION PUQUIO

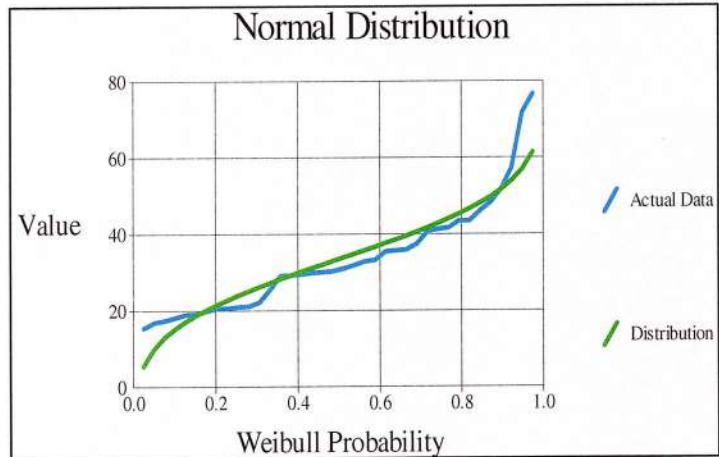
Distribution Analysis: Normal Distribution

-----Summary of Data-----

First Moment (mean) = 33.4453
 Second Moment = 2.066e02
 Skew = 1.143e+00

-----Predictions-----

Exceedence Probability	Return Period	Calculated Value	Standard Deviation
0.9980	500.0	74.8209	7.1055
0.9950	200.0	70.4761	6.4439
0.9900	100.0	66.8905	5.9054
0.9800	50.0	62.9722	5.3273
0.9000	10.0	51.8689	3.7907
0.8000	5.0	45.5404	3.0474
0.6670	3.0	39.6435	2.5393
0.5000	2.0	33.4454	2.3318



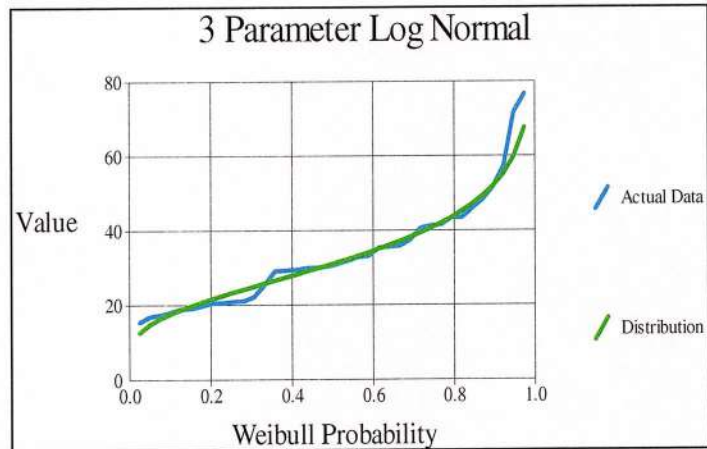
Distribution Analysis: 3 Parameter Log Normal

-----Summary of Data-----

First Moment (mean) = 33.4453
 Second Moment = 2.066e02
 Skew = 1.143e+00

-----Predictions-----

Exceedence Probability	Return Period	Calculated Value	Standard Deviation
0.9980	500.0	96.4353	26.3289
0.9950	200.0	86.0595	19.4477
0.9900	100.0	78.2937	14.9004
0.9800	50.0	70.5547	10.9583
0.9000	10.0	52.2733	4.6546
0.8000	5.0	43.8813	3.4996
0.6670	3.0	37.1539	3.0766
0.5000	2.0	31.0593	2.6659



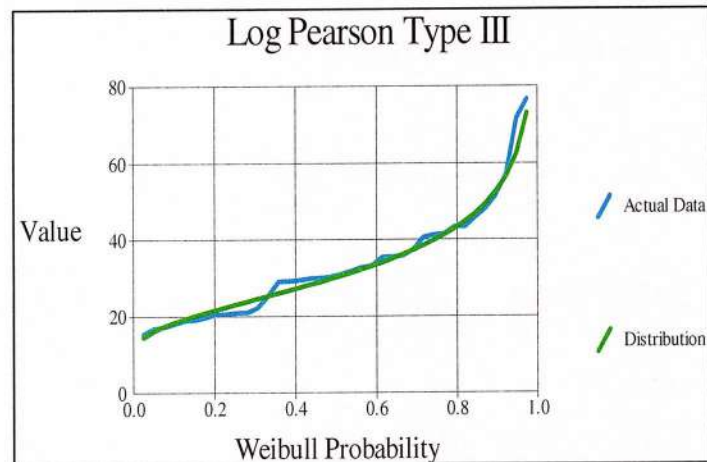
Distribution Analysis: Log Pearson Type III

-----Summary of Data-----

First Moment (mean) = 33.4453
 Second Moment = 2.066e02
 Skew = 1.143e+00

-----Predictions-----

Exceedence Probability	Return Period	Calculated Value	Standard Deviation
0.9980	500.0	118.3965	37.7604
0.9950	200.0	100.8064	26.2845
0.9900	100.0	88.5576	19.4047
0.9800	50.0	77.1180	13.8844
0.9000	10.0	53.0629	5.5778
0.8000	5.0	43.3840	3.6825
0.6670	3.0	36.2300	2.7754
0.5000	2.0	30.2068	2.2103



ANALISIS PRECIPITACION ESTACION PAMPA GALERAS

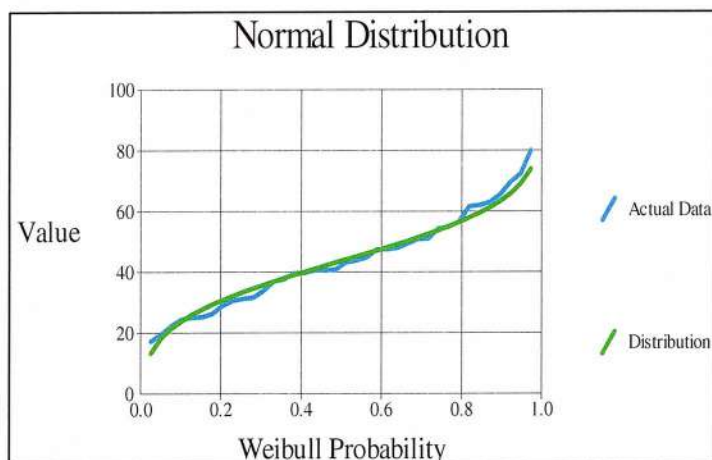
Distribution Analysis: Normal Distribution

-----Summary of Data-----

First Moment (mean) = 43.7089
 Second Moment = 2.419e02
 Skew = 3.291e-01

-----Predictions-----

Exceedence Probability	Return Period	Calculated Value	Standard Deviation
0.9980	500.0	88.4795	7.6885
0.9950	200.0	83.7781	6.9726
0.9900	100.0	79.8983	6.3899
0.9800	50.0	75.6586	5.7644
0.9000	10.0	63.6442	4.1017
0.8000	5.0	56.7965	3.2975
0.6670	3.0	50.4158	2.7477
0.5000	2.0	43.7091	2.5231



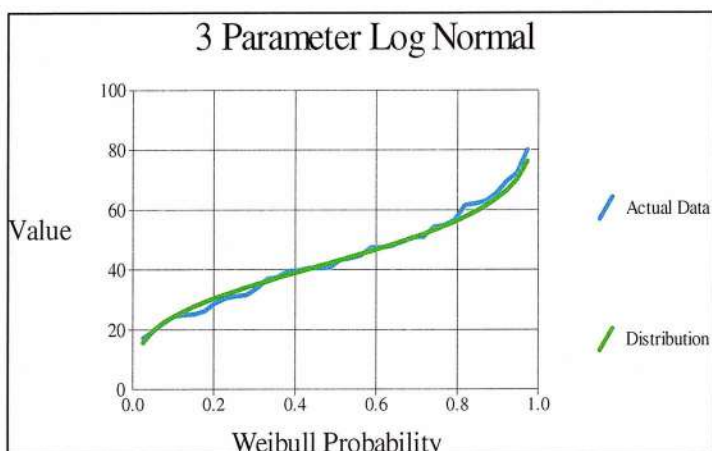
Distribution Analysis: 3 Parameter Log Normal

-----Summary of Data-----

First Moment (mean) = 43.7089
 Second Moment = 2.419e02
 Skew = 3.291e-01

-----Predictions-----

Exceedence Probability	Return Period	Calculated Value	Standard Deviation
0.9980	500.0	94.9853	12.7243
0.9950	200.0	88.7133	10.2905
0.9900	100.0	83.6907	8.5630
0.9800	50.0	78.3559	6.9589
0.9000	10.0	64.0713	3.9741
0.8000	5.0	56.4515	3.2031
0.6670	3.0	49.6729	2.8836
0.5000	2.0	42.8670	2.7308



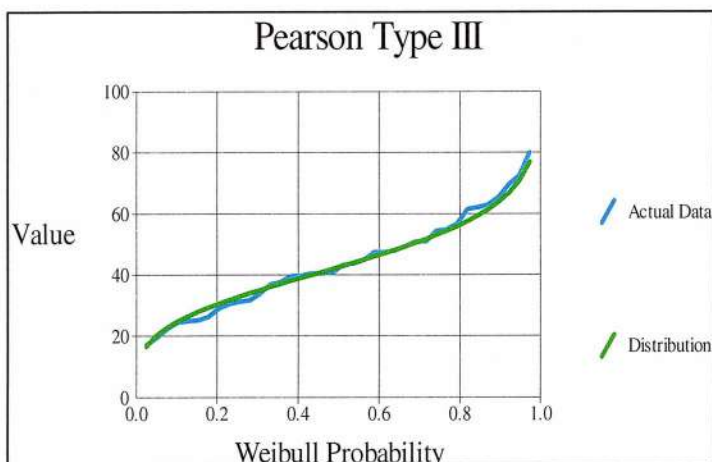
Distribution Analysis: Pearson Type III

-----Summary of Data-----

First Moment (mean) = 43.7089
 Second Moment = 2.419e02
 Skew = 3.291e-01

-----Predictions-----

Exceedence Probability	Return Period	Calculated Value	Standard Deviation
0.9980	500.0	96.8622	13.1497
0.9950	200.0	90.1693	10.7356
0.9900	100.0	84.8302	8.9914
0.9800	50.0	79.1832	7.3424
0.9000	10.0	64.2151	4.1513
0.8000	5.0	56.3461	3.2831
0.6670	3.0	49.4309	2.9253
0.5000	2.0	42.5835	2.7606



ANALISIS PRECIPITACION ESTACION LUCANAS

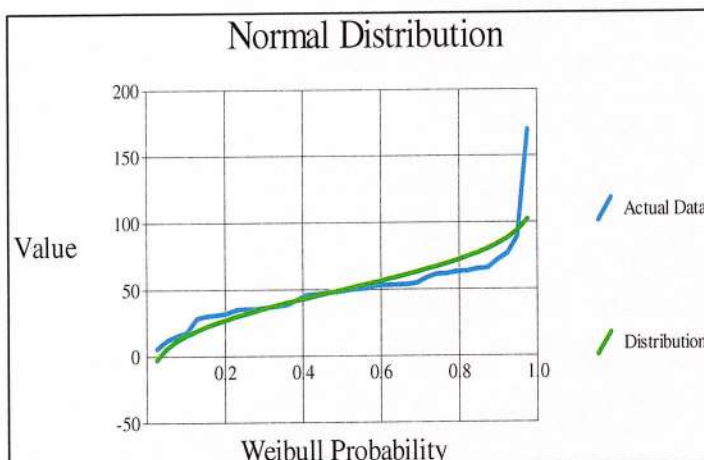
Distribution Analysis: Normal Distribution

-----Summary of Data-----

First Moment (mean) = 49.9350
 Second Moment = 7.227e02
 Skew = 2.152e+00

-----Predictions-----

Exceedence Probability	Return Period	Calculated Value	Standard Deviation
0.9980	500.0	127.3166	13.2889
0.9950	200.0	119.1907	12.0514
0.9900	100.0	112.4849	11.0444
0.9800	50.0	105.1568	9.9632
0.9000	10.0	84.3912	7.0895
0.8000	5.0	72.5556	5.6994
0.6670	3.0	61.5272	4.7491
0.5000	2.0	49.9352	4.3609



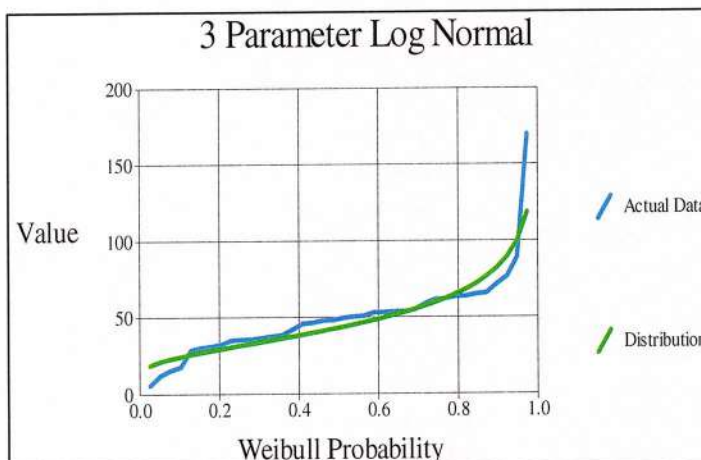
Distribution Analysis: 3 Parameter Log Normal

-----Summary of Data-----

First Moment (mean) = 49.9350
 Second Moment = 7.227e02
 Skew = 2.152e+00

-----Predictions-----

Exceedence Probability	Return Period	Calculated Value	Standard Deviation
0.9980	500.0	198.2542	115.5167
0.9950	200.0	167.5527	75.5253
0.9900	100.0	145.9738	51.3557
0.9800	50.0	125.7042	32.3527
0.9000	10.0	82.9809	11.1212
0.8000	5.0	65.9509	10.5053
0.6670	3.0	53.5576	9.1873
0.5000	2.0	43.3509	6.2559



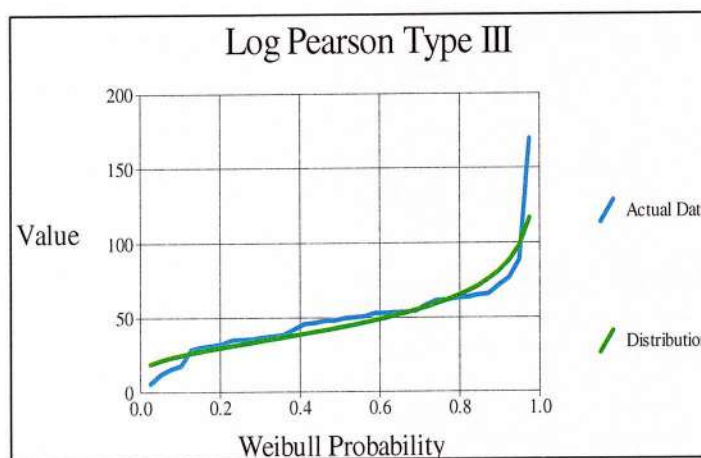
Distribution Analysis: Log Pearson Type III

-----Summary of Data-----

First Moment (mean) = 49.9350
 Second Moment = 7.227e02
 Skew = 2.152e+00

-----Predictions-----

Exceedence Probability	Return Period	Calculated Value	Standard Deviation
0.9980	500.0	198.4942	69.3027
0.9950	200.0	166.5350	47.5774
0.9900	100.0	144.5095	34.7375
0.9800	50.0	124.1398	24.5678
0.9000	10.0	82.1114	9.5836
0.8000	5.0	65.6054	6.2266
0.6670	3.0	53.6072	4.6135
0.5000	2.0	43.6708	3.6044



ANALISIS PRECIPITACION ESTACION PAUCA CORRAL

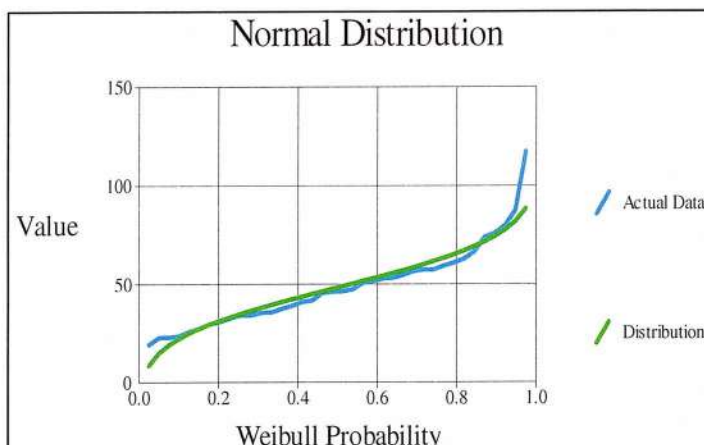
Distribution Analysis: Normal Distribution

-----Summary of Data-----

First Moment (mean) = 48.4874
 Second Moment = 4.187e02
 Skew = 1.062e+00

----- Predictions -----

Exceedence Probability	Return Period	Calculated Value	Standard Deviation
0.9980	500.0	107.3868	10.1149
0.9950	200.0	101.2018	9.1730
0.9900	100.0	96.0976	8.4065
0.9800	50.0	90.5198	7.5836
0.9000	10.0	74.7139	5.3962
0.8000	5.0	65.7052	4.3381
0.6670	3.0	57.3108	3.6148
0.5000	2.0	48.4875	3.3193



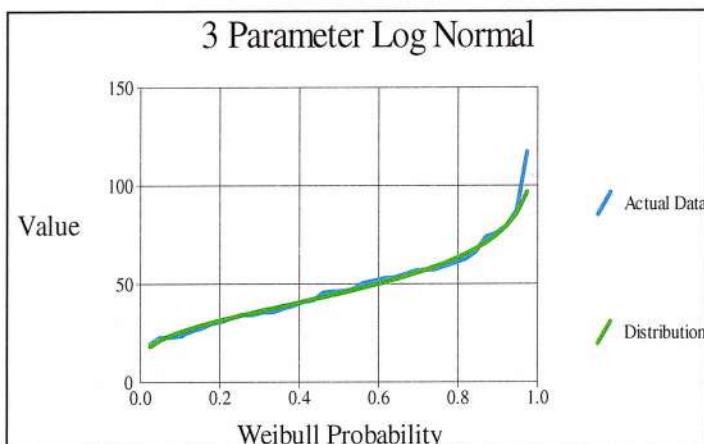
Distribution Analysis: 3 Parameter Log Normal

-----Summary of Data-----

First Moment (mean) = 48.4874
 Second Moment = 4.187e02
 Skew = 1.062e+00

----- Predictions -----

Exceedence Probability	Return Period	Calculated Value	Standard Deviation
0.9980	500.0	136.0220	34.7058
0.9950	200.0	121.9491	25.8850
0.9900	100.0	111.3521	20.0121
0.9800	50.0	100.7315	14.8818
0.9000	10.0	75.3632	6.5138
0.8000	5.0	63.5598	4.8896
0.6670	3.0	54.0090	4.2864
0.5000	2.0	45.2768	3.7543



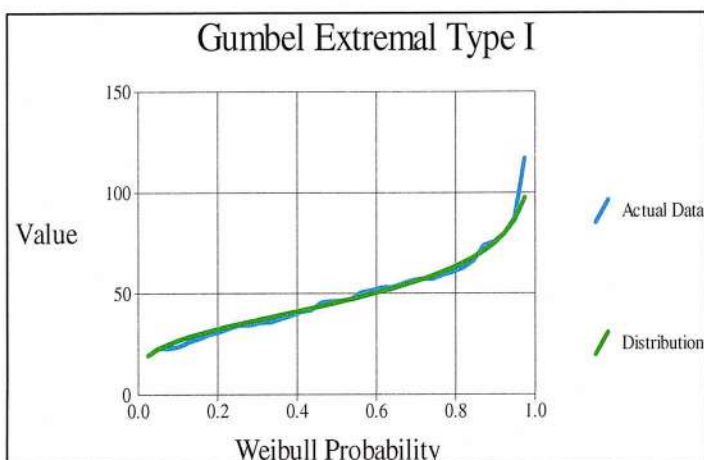
Distribution Analysis: Gumbel Extremal Type I

-----Summary of Data-----

First Moment (mean) = 48.4874
 Second Moment = 4.187e02
 Skew = 1.062e+00

----- Predictions -----

Exceedence Probability	Return Period	Calculated Value	Standard Deviation
0.9980	500.0	138.3299	16.6901
0.9950	200.0	123.7902	14.3683
0.9900	100.0	112.7696	12.6176
0.9800	50.0	101.7087	10.8727
0.9000	10.0	75.5448	6.8474
0.8000	5.0	63.6567	5.1363
0.6670	3.0	54.2152	3.9238
0.5000	2.0	45.7012	3.0843



ANEXO 5D

ANALISIS DE MAXIMAS AVENIDAD - ESCORRENTÍA

Cuadro No. H14



SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGICA E HIDROLOGIA

OFICINA GENERAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA

ESTACION : HUARATO DPTO. Arequipa
 PARAMETRO : PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm) PROV. caraveli
 LATITUD : 11° 17' S ALTITUD : 400 msnm
 LONGITUD : 74° 34' O DIST. Acari

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	SUMA	PROM
1965	1.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.00	0.90	1.60	0.00	0.00	1.60	6.60	0.55
1966	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.60	1.00	3.50	6.10	0.51
1967	5.60	5.20	1.20	5.10	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.60	1.47
1968	2.60	1.80	0.70	0.50	0.00	0.30	1.00	0.10	0.40	0.60	0.20	1.40	9.60	0.80
1969	1.40	0.00	0.00	0.00	0.00	5.70	0.00	0.00	0.20	0.20	0.10	0.50	8.10	0.68
1970	3.20	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.40	0.28
1971	0.20	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.90	0.10	0.00	0.00	5.20	6.50	0.54
1972	7.40	5.20	2.20	0.00	0.00	0.00	7.40	0.00	0.20	0.00	0.00	1.20	23.60	1.97
1973	0.70	11.90	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	12.80	1.07
1974	1.20	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	2.10	0.18
1975	0.30	0.00	1.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.17
1976	2.40	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	3.50	0.29
1977	2.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.70	0.23
1978	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1979	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	1.60	0.00	2.50	0.21
1980	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.30	0.00	0.00	9.30	0.78
1981	0.80	0.00	0.50	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.30	0.00	0.00	14.00	22.60	1.88
1982	0.00	10.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.70	11.20	0.93
1983	1.60	0.80	6.90	1.50	0.00	0.00	11.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22.00	1.83
1984	20.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.20	1.68
MAX	20.20	11.90	6.90	5.10	0.50	5.70	0.00	0.90	5.30	9.30	1.60	14.00		
PROM	2.59	1.84	0.69	0.46	0.04	0.33	0.00	0.11	0.43	0.59	0.16	1.43	9.62	0.80
MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
DESVEST	4.59	3.55	1.59	1.22	0.12	1.27	2.92	0.27	1.21	2.09	0.41	3.26		
VAR	21.03	12.61	2.54	1.49	0.01	1.61	8.52	0.08	1.47	4.35	0.17	10.61		

E Escorrentía, en mm.
 C_e Coeficiente de escorrentía = 0.4
 A Area de la subcuenca, en m²
 a Area del espejo, en m²
 P Precipitación mensual, en mm.

Ceficiente CE	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Area Subcuenca Proyecto	10000.0	10000.0	10000.0	10000.0	10000.0	10000.0	10000.0	10000.0	10000.0	10000.0	10000.0	10000.0	10000.0
Area del Espejo	7200.00	7200.00	7200.00	7200.00	7200.00	7200.00	7200.00	7200.00	7200.00	7200.00	7200.00	7200.00	7200.00
Precipitación	2.59	1.84	0.69	0.46	0.04	0.33	0.00	0.11	0.43	0.59	0.16	1.43	
Escorrentía (mm)	1.44	1.02	0.38	0.26	0.02	0.18	0.00	0.06	0.24	0.33	0.09	0.79	

Calculando la Pe

$$S = \frac{(25400 - 254 \text{ CN})}{\text{CN}}$$

S: 108,857143
 0.2S: 21,7714286 mm

Pe para los periodos de diseño:

Periodo de Diseño	Pp Max. 24H	Pe mm
5	22,6	0
10	27,3	0
20	31,3	0
50	37,8	2,057201686
100	42,2	3,227940016
200	43,3	3,554679209
500	46,4	4,544055773
1000	50,1	5,849792476

Tiempo Pico, tiempo de concentracion y Duracion de Tormenta

$$T_c = 0.987 \times \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$$

L 5,6
 H 1400
 S 0,143

TC	0,44382834
D	0,4123936
TP	0,4724938

$$Q_{max} = \frac{(0.208 \cdot A \cdot Pe)}{T_p}$$

Periodo de Diseño	Pp Max. 24H	Pe mm	Q max.
5	22,6	0,01	0,05
10	27,3	0,27	2,34
20	31,3	0,77	6,72
50	37,8	2,06	18,02
100	42,2	3,23	28,28
200	43,3	3,55	31,14
500	46,4	4,54	39,81
1000	50,1	5,85	51,25

ANEXO 6

IMPACTO AMBIENTAL

ANEXO 6A

**MATRICES DE IDENTIFICACION Y VALORACION DE
IMPACTOS**

MATRIZ DE IDENTIFICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES POSITIVOS Y NEGATIVOS

Componentes del Ambiente	Componentes del Proyecto		Etapa de Construcción									Etapa de Operación					Etapa de Abandono		Numero de Iteraciones
	Etapa Previa		Construcción de caminos de acceso y pavimentación	Const. de patio de máquinas	Extracción de materiales de canteras c/ maq.	Tránsito de vehículos y personal	Voladura, perforación y excavaciones	Conformación Contrafuerte y dique ampliación	Instalaciones y obras de ingeniería	Desmonte, relleno, residuos de obra y campamento	Reutilización del Antiguo Deposito de Relaves	Operación de la Presa de Ampliación	Funcionamiento del Sistema de Drenaje y Subdrenaje	Recirculación del agua en poza de infiltración	Abandono y cierre de las Estructuras				
	Adquisición de Terrenos para el Proyecto	Investigaciones																	
Medio Físico	Clima	Cambio Microclimático																	
		Nivel de ruido																	
		Humos y gases																	
		Nivel de polvo																	
Medio Biológico	Agua	Variación del flujo																	
		Sedimentación																	
		Alteración de la calidad del agua																	
		Compactación																	
Medio Social	Suelo	Erosión																	
		Modificación del relieve																	
		Reducción de la cobertura vegetal																	
		Afectación a especies endémicas																	
		Afectación a fauna terrestre																	
Medio Cultural	Fauna	Afectación a fauna acuática																	
		Salud Humana																	
		Generación de empleo permanente																	
	Social	Generación de empleo temporal																	
		Ingresos económicos locales																	
	Cultural	Alteración del paisaje																	

MATRIZ CUANTITATIVA DE IMPACTOS AMBIENTALES

Medio		Etapas Previas		Acciones										Etapas de Abandono		Promedios Positivos	Promedios Negativos	Promedios Aritméticos								
		Etapas Previas		Acciones										Etapas de Abandono												
		Adquisición de Terrenos para el Proyecto	Investigaciones	Etapas de Construcción					Etapas de Operación					Etapas de Abandono												
Medio Físico	Clima																				0	2	-7			
	Nivel de ruido			-6/5	-6/4	-8/4	-8/6	-9/6	-6/5	-5/3													0	7	-32	
	Aire			-5/3	-3/2	-5/4	-8/6	-7/6	-6/3	-5/4													0	5	-23	
	Humos y gases			-6/5	-4/2	-5/5	-5/4	-7/5															0	6	-25	
	Nivel de polvo																						0	3	-18	
Medio Biológico	Agua																						0	3	-8	
	Sedimentación																						0	3	-15	
	Alteración de la calidad del agua			-5/3	-4/3	-4/3	-6/5	-3/2	-5/4	-4/4	-5/3	-3/2	-4/4										0	4	-13	
	Compactación			-4/2	-3/2	-5/4	-6/5	-6/4	-7/6	-5/4													0	5	-18	
	Erosión			-5/4	-3/3	-7/6	-5/4	-5/4	-7/6	-5/4	-4/4	-4/4											0	5	-23	
	Modificación del relieve			-4/3	-4/3																		0	5	-17	
Medio Socio	Flora			-4/3	-4/3	-4/3	-3/1																0	3	-6	
	Aleación a especies endémicas			-4/2	-3/2	-4/3	-3/2	-4/3	-4/3	-4/3	-5/4	-4/2	-4/3	-4/3	-3/2	-2/2	-2/1	-2/1	-2/1	-2/1	-2/1		0	4	-11	
	Aleación a fauna terrestre					-4/3	-3/2	-4/3	-4/3	-4/3	-5/3	-4/2	-4/3	-4/3	-3/2	-3/2	-3/2	-3/2	-3/2	-3/2	-3/2		0	4	-11	
	Aleación a fauna acuática			-4/4	-3/4	-4/4	-3/4	-4/3			-4/5	+5/5	+6/3	+6/5	+6/3	+8/7	+8/7	+6/5	+6/5	+6/5	+6/5		6	4	3	
Medio Socio Económico	Salud Humana																						7	0	49	
	Generación de empleo permanente																						7	0	49	
	Generación de empleo temporal			+3/2	+6/5	+6/5	+5/5	+6/5	+7/5	+8/7	+5/3												6	0	32	
	Ingresos económicos locales			+4/3	+4/2	+5/3	+6/4	+7/6	+6/4	+7/7	+5/3	+6/5	+6/5	+6/4	+5/4	+6/3	+6/3	+6/3	+6/3	+6/3	+6/3		5	0	23	
	Alteración del paisaje			-6/5	-4/3	-6/3	-4/2	-4/3	-6/6	-6/4	-6/5												0	5	-22	
Medio Cultural	CANTIDAD POSITIVOS	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	4	1
	CANTIDAD NEGATIVOS	0	0	11	11	8	10	10	7	7	10	7	10	7	7	10	7	10	7	10	7	10	8	6	6	8
	PROMEDIOS ARITMÉTICOS	12	7	-10	-4	-14	-12	-14	-20	-2	-2	-11	-14	-20	-2	-11	-14	-20	-2	-11	-14	-8	3	5	1	-8
	Magnitud																									
	Importancia																									

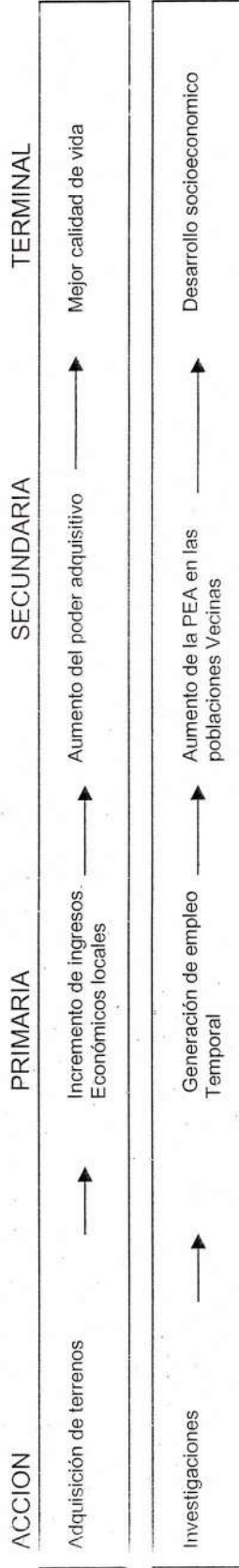
MATRIZ DE JERARQUIZACION IMPACTOS AMBIENTALES

IMPACTOS				V A L O R	N Ú M E R O E N D E	CARÁCTER	
						T E M P O R A L	P E R M A N E N T E
Factores Ambientales	Medio Físico	Clima	Cambio Microclimático	-4	15		X
		Aire	Nivel de ruido	-54	1	X	
			Humos y gases	-43	6	X	
			Nivel de polvo	-39	7	X	
		Agua	Variación del flujo	-13	13		X
			Sedimentación	-11	14		X
			Alteración de la calidad del agua	-16	12		X
		Suelo	Compactación	-46	3		X
			Erosión	-24	8		X
	Modificación del relieve		-46	4		X	
	Medio Biológico	Flora	Reducción de la cobertura vegetal	-23	9	X	
			Afectación a especies endémicas	-23	10	X	
		Fauna	Afectación a fauna terrestre	-48	2	X	
			Afectación a fauna acuática	-22	11	X	
	Medio Socio Económico	Salud Humana	5	16		X	
		Generación de empleo permanente	29	17	X		
		Generación de empleo temporal	60	18		X	
		Ingresos económicos locales	82	19	X		
	Medio Cultural	Alteración del paisaje	-46	5		X	

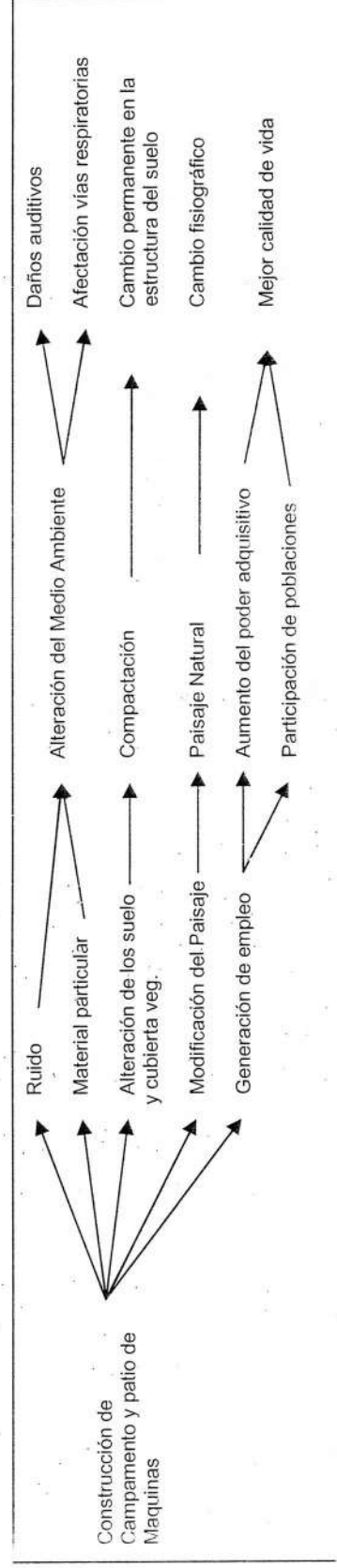
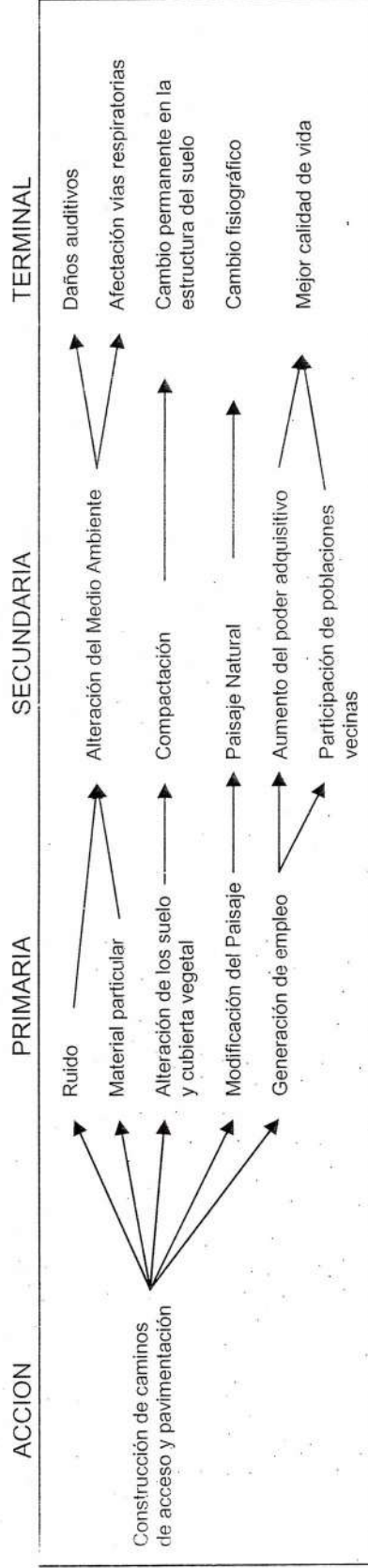
ANEXO 6B

METODOLOGIA DE ENCADENAMIENTO DE EFECTOS

ETAPA PREVIA O PRELIMINAR



ETAPA DE CONSTRUCCION



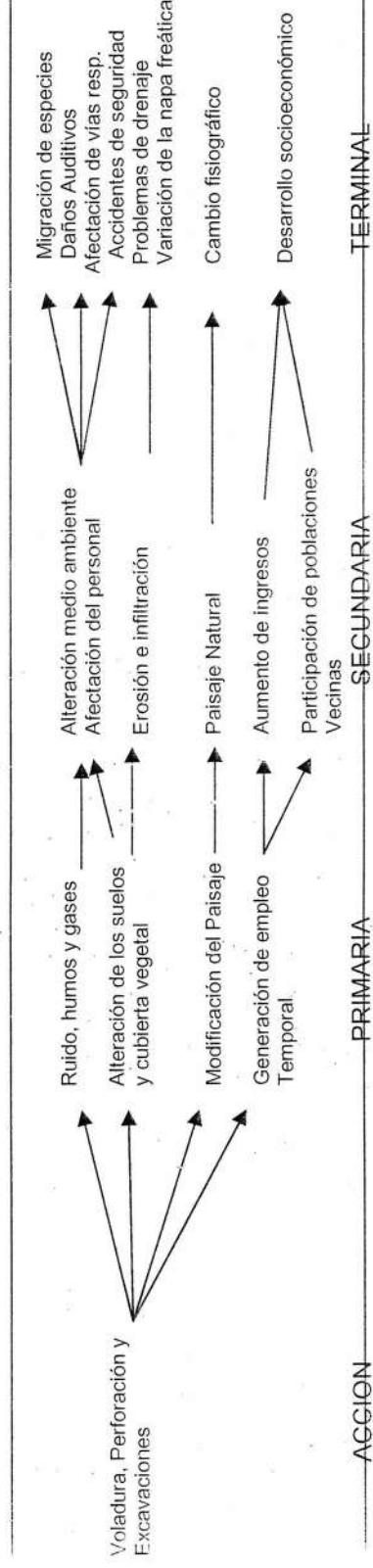
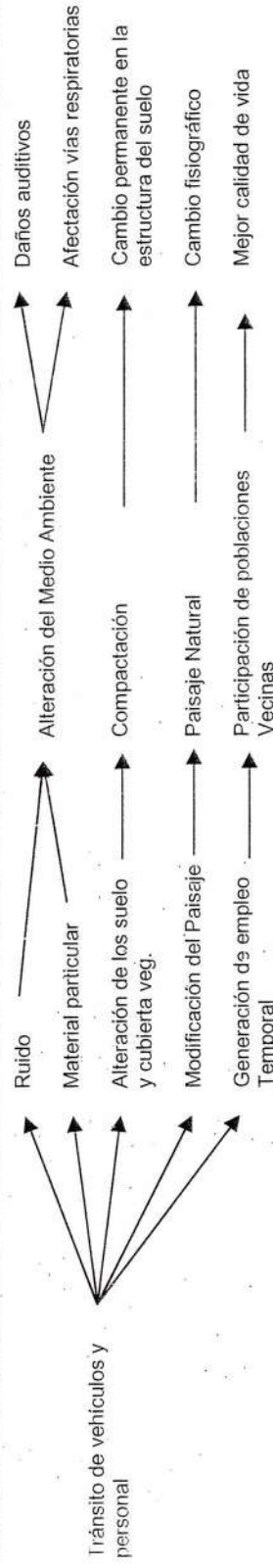
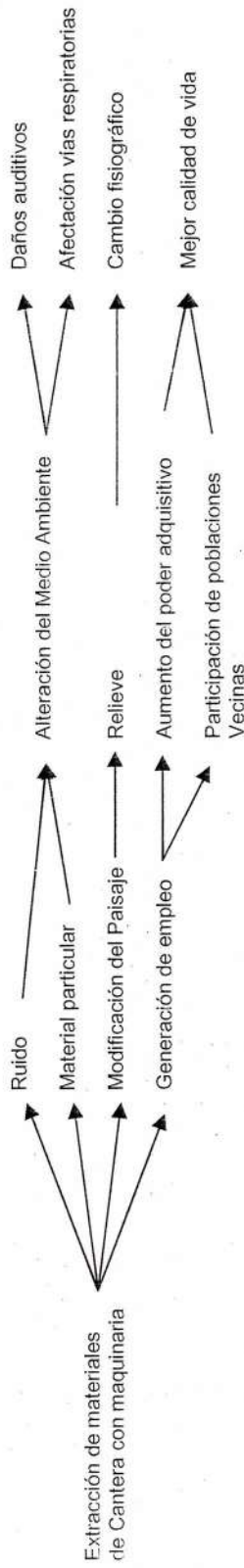
Vecinas

TERMINAL

SECUNDARIA

PRIMARIA

ACCION

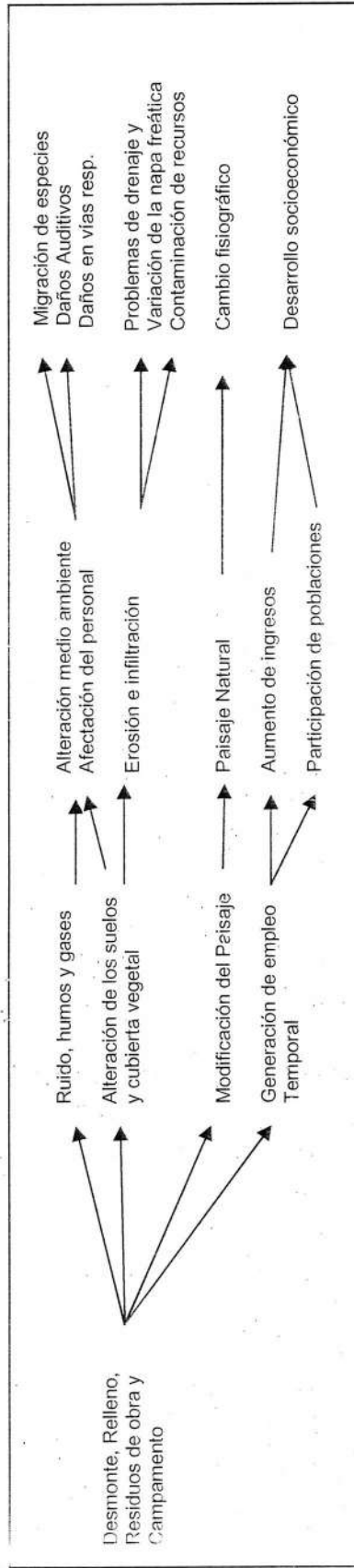
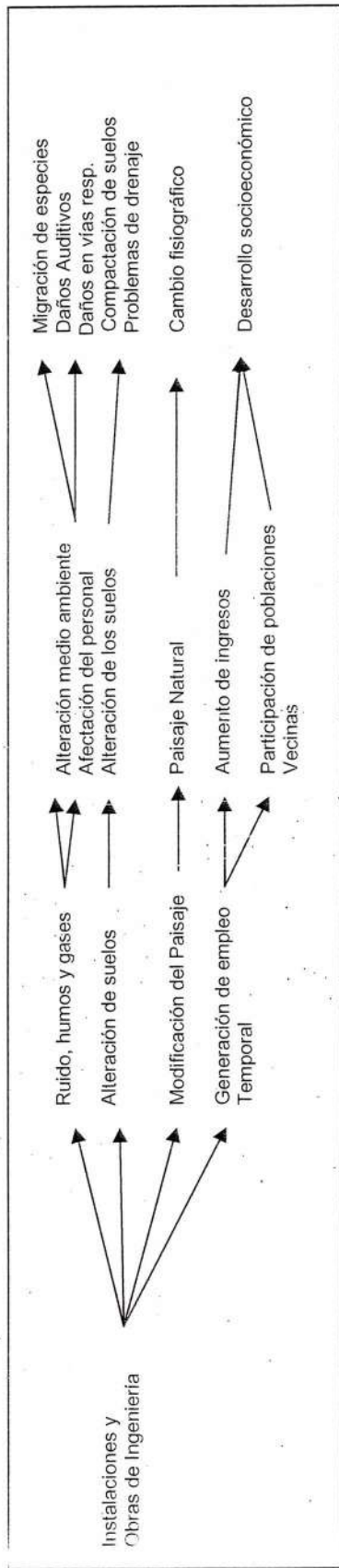
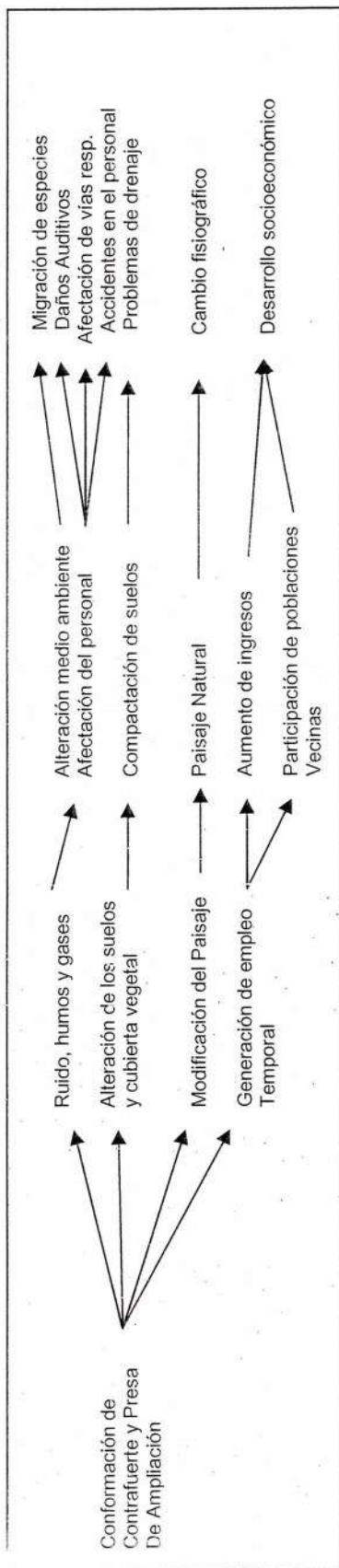


TERMINAL

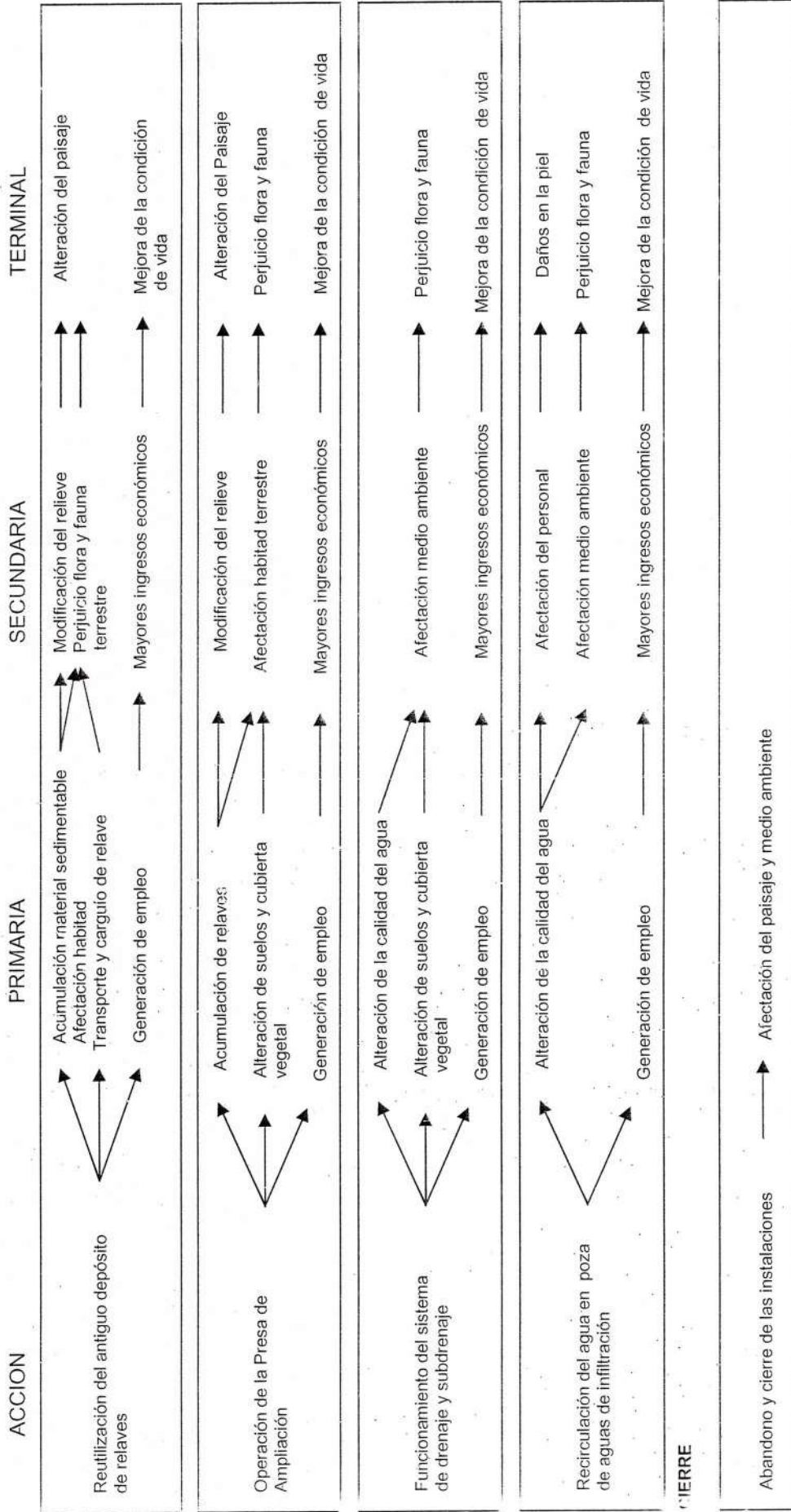
SECUNDARIA

PRIMARIA

ACCION



OPERACIÓN



ANEXO 7

**VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO –
RAZONA DE EFICIENCIA**

PROYECTO DE REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL DEPOSITO DE RELAVES PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - AYACUCHO

1. REQUERIMIENTOS DE CIA. MINERA PARA EL DEPOSITO PROYECTADO:

1.1 CAPACIDAD DEL VASO REQUERIDO =	25.269 m ³	
1.2 PRODUCCION DE RELAVES TOTAL (1) =	65.700 TMSA	→ 180 TMSD (relaves)
1.3 DENSIDAD RELAVES =	1,30 TM/m ³	
1.4 VOLUMEN DE RELAVES A DEPOSITAR =	50.538 m ³ /año	
1.5 TIEMPO DE VIDA PROYECTADO =	0,5 años	

2. CARACTERISTICAS DEL DEPOSITO DE RELAVES PROYECTADO:

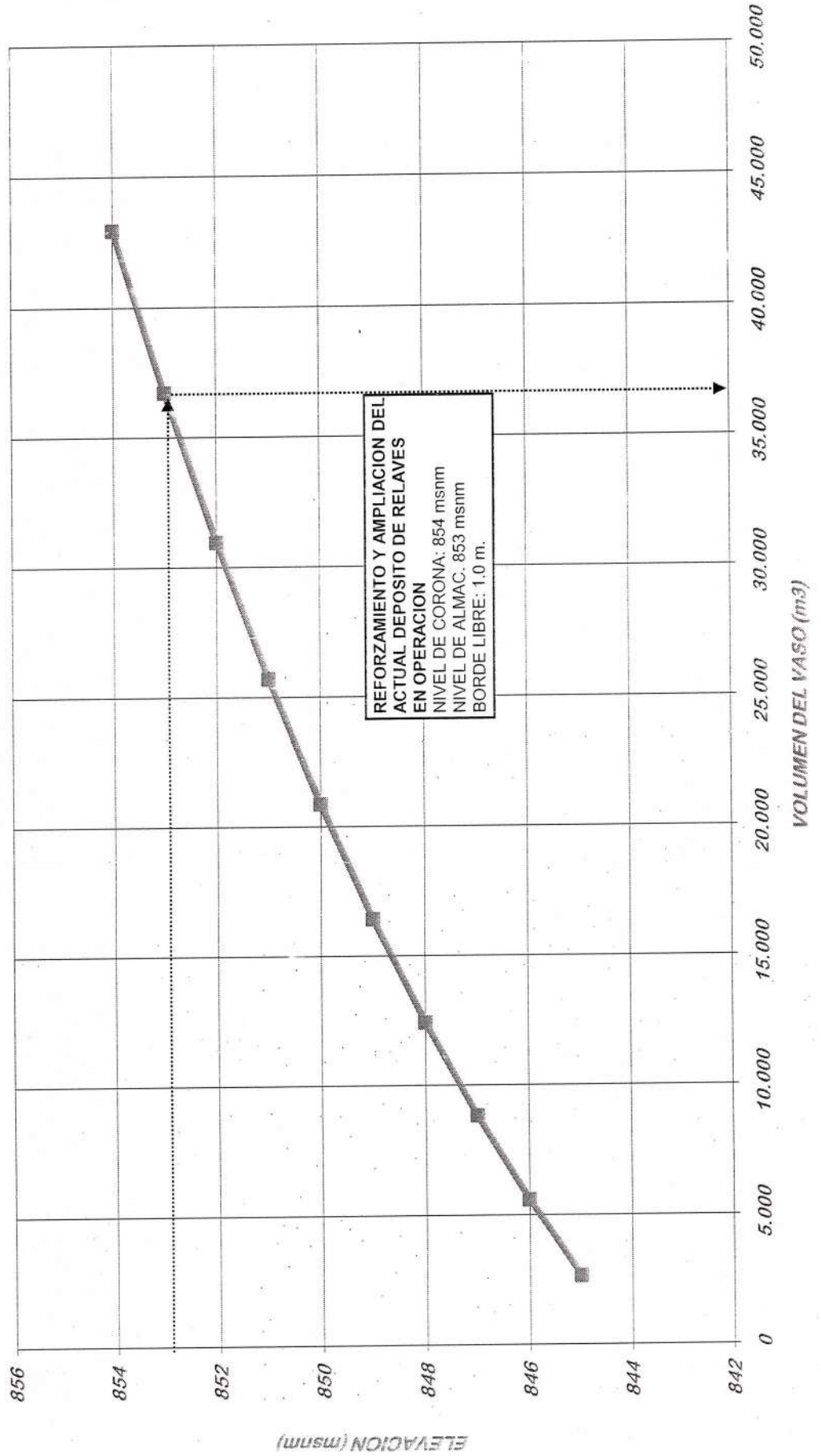
2.1 NIV. MAX.RELAVES =	853,00 msnm
2.2 BORDE LIBRE =	1,00 m
2.3 NIVEL DE CORONA PROYECTADA =	854,00 msnm
2.4 CAPACIDAD DEL VASO =	36.714 m ³
2.5 VOLUMEN DE PRESA =	28.735 m ³
2.6 RAZON DE EFICIENCIA =	1,7

COTA DEL VASO (msnm)	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	TIEMPO OPERACIÓN (AÑOS)	DATOS PRESA	VOLUMEN PRESA (m ³)
844	2.510		0,0		
845	2.793	2.651	0,6		
846	3.087	5.591	1,3		
847	3.387	8.828	2,1		
848	3.796	12.420	2,9		
849	4.247	16.441	3,9		
850	4.617	20.872	5,0		
851	5.028	25.694	6,1		
852	5.495	30.956	7,4		
853	6.022	36.714	8,7	← Cota máx. almacen.	
854	6.448	42.949	10,2	← Cota de corona	28.735

(1) CAPACIDAD DEL VASO PROYECTADO	36.714 m ³
(2) CAPACIDAD ANTIGUO DEPOSITO DE RELAVES	11.485 m ³
(3) CAPACIDAD TOTAL (1+2)	48.199 m ³
(4) VOLUMEN DE PRESA	28.735 m ³
(5) RAZON DE EFICIENCIA	1,7
(6) TIEMPO DE OPERACIÓN VASO PROYECTADO (3)	8,7 meses
(7) TIEMPO DE OPERACIÓN ANTIGUO DEPOSITO (4)	2,7 meses
(8) TIEMPO DE OPERACIÓN TOTAL (6+7)	11,4 meses
(9) LONGITUD DE PRESA	236 m
(10) COSTO TOTAL PRESUPUESTADO	175.707 US\$
(11) COSTO UNITARIO DE DEPOSICION	3,6 US\$/m ³

PROYECTO REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL DEPOSITO DE RELAVES PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA AYACUHO

LAMINA N° 02: VOLUMEN DEL VASO VS ELEVACION



ANEXO 8

CALCULO DEL BORDE LIBRE

CALCULO DEL BORDE LIBRE Y NIVEL DE CORONA DE LA PRESA DE AMPLIACION

El borde libre es analizado con la siguiente expresión :

$$\boxed{HBL = H_v + H_r + \Delta H + H_{ms}} \quad \dots (1)$$

Donde:

HBL: Altura borde libre
 H_v: Sobreelevación del embalse por el arrastre del agua por el viento
 H_r: Altura de rodamiento de la ola
 ΔH: Asentamiento máximo de la corona
 H_{ms}: Altura por margen de seguridad

1. Cálculo de la sobreelevación del embalse por arrastre del agua por el viento (H_v)

De acuerdo a la fórmula de Stevenson:

$$\boxed{H_v = 3.22 \cdot \sqrt{(V \cdot F)} + 0.76 - 26.9 \sqrt[3]{F}} \quad \dots (2)$$

Donde:

F: Distancia del eje al punto más remoto del depósito en Km.
 V: Velocidad del viento en Km/hora

DATOS :

V	18.2 Km/h
F	0.05 Km

→ Fuente: Mapa de isotacas, periodo de retorno 50 años
 → Fuente: Mapa topográfico del Depósito de relaves proyectado

H _v	0.66 m
----------------	--------

2. Cálculo de la altura de rodamiento de la ola (H_r)

Para taludes comprendidos entre 1(V):1.5(H) y 1(V):4(H), se considera igual a (0.33 a 1.0) H_v.

H _r	0.20 m
----------------	--------

3. Cálculo del asentamiento máximo de la corona (ΔH)

En las ecuaciones siguientes se hace referencia al asentamiento máximo de la corona que es función de la compresibilidad del terraplén y de la cimentación

$$\boxed{\delta_t = 0.5 \cdot M_{vt} \cdot \gamma_t \cdot H^2} \quad \longrightarrow \quad \text{terraplén} \quad \dots (3)$$

$$\boxed{\delta_c = M_{vc} \cdot D_f \cdot I \cdot \gamma_c \cdot z_e} \quad \longrightarrow \quad \text{cimentación} \quad \dots (4)$$

Donde:

M_{vt}: Coeficiente de compresibilidad del terraplén en m²/KN
 γ_t: Densidad seca del material del terraplén en Tn/m³
 H: Altura del terraplén en m.
 M_{vc}: Coeficiente de compresibilidad de la cimentación en m²/KN
 D_f: Profundidad de la cimentación en m.
 I: Factor de influencia
 γ_c: Densidad seca del material de cimentación en Tn/m³
 z_e: Altura desde la corona al punto de estudio en m.

DATOS:

M _{vt}	0.2 * 10 ⁻⁴ m ² /KN
γ _t	2 Tn/m ³
H	10 m
M _{vc}	0.5 * 10 ⁻⁴ m ² /KN
D _f	2 m
I	0.99
γ _c	1.9 Tn/m ³
z _e	10 m

→ Gravas limosas

δ _t =	0.02 m
δ _c =	0.002 m

ΔH	0.022 m
----	---------

4. Cálculo de la altura por margen de seguridad (Hms)

Finalmente se considera el margen de seguridad para cubrir posibles errores en la evaluación de la creciente máxima probable que puede generarse en la cuenca.

Hms	0.15 m
-----	--------

5. Cálculo del Borde Libre (HBL)

HBL	1.03 m	→	HBL	1 m
-----	--------	---	-----	-----

6. Cálculo del nivel de corona de la Presa Final

COTA DE CORONA = NIVEL MAX. ALMACENAMIENTO + BORDE LIBRE	... (5)
--	---------

DATOS:	
Borde libre:	1.0 m
Nivel máx alm:	853.0 msnm

COTA CORONA =	854	msnm
---------------	-----	------

ANEXO 9

ANALISIS DE INFILTRACION

ANEXO 9A

**CALCULO DE INFILTRACION Y RAZON DE EFICIENCIA DE
FILTROS Y DRENES**

ANEXO 9B

MODELOS DE INFILTRACION POR MEF

(ELEMENTOS FINITOS)

ANALISIS DE INFILTRACION

A. Contrafuerte Estabilizador:

Slide Analysis Information

Document Name

File Name: ANALISIS_infiltracion CONTRAFUERTE construcc.slw

Project Settings

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Failure Direction: Left to Right
Units of Measurement: SI Units
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
Groundwater Method: Finite Element Analysis
Tolerance (groundwater): 1e-006
Maximum number of iterations (groundwater): 300
Data Output: Standard
Calculate Excess Pore Pressure: Off
Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off

Groundwater Analysis

Maximum Number of Iterations: 300
Iteration Tolerance: 1e-006
Mesh Element Type: 6 noded triangles
Number of Elements: 1850
Number of Nodes: 3807

Material Properties

Material: Relaves Existentes

Ks: 1e-005
K2/K1: 1
K Angle: 0

Material: Presa Exist. (SM)

Ks: 0.0003
K2/K1: 1
K Angle: 0

Material: Cimentación (GP)

Ks: 5e-005
K2/K1: 1
K Angle: 0

Material: Cimentación (GP-GM)

Ks: 9.3079e-006
K2/K1: 1
K Angle: 0

Material: Contrafuerte

Ks: 5e-005
K2/K1: 1
K Angle: 0

Material: Presa Existente(GP-GM)

Ks: 0.0003
K2/K1: 1
K Angle: 0

Material: Cimentacion (SM)

Ks: 2.56112e-006
K2/K1: 1
K Angle: 0

Material: Cimentación (GP-GM)

Ks: 9.3079e-006
K2/K1: 1
K Angle: 0

Material: Cimentacion (Roca)

Ks: 1e-009
K2/K1: 1
K Angle: 0

Material: Filtros y Drenes

Ks: 0.01
K2/K1: 1
K Angle: 0

List of All Coordinates

Material Boundary

0.000	844.365
63.265	838.084

Material Boundary

0.000	852.440
13.634	851.449
43.706	849.264

Material Boundary

13.633	851.449
13.634	851.449
17.460	854.000
12.963	854.000
17.463	857.000
12.966	857.000
17.466	860.000
12.968	860.000
14.475	861.004
17.466	862.998

Material Boundary

0.000	820.233
36.250	817.794
62.478	814.723

Material Boundary

30.602	858.000
32.102	857.000
43.706	849.264
44.547	848.704
46.271	848.704
49.738	848.704

Material Boundary

46.271	848.704
47.454	847.520
47.754	847.220
48.254	847.220
48.554	847.520
49.561	848.526
49.738	848.704

Material Boundary

32.102	857.000
33.004	857.000
44.698	849.204
45.599	849.204
46.501	849.204
48.988	849.204

Material Boundary

47.454	847.520
48.554	847.520

Material Boundary

33.004	857.000
33.905	857.000
45.599	849.204

Material Boundary

33.905	857.000
34.806	857.000
46.501	849.204

Material Boundary

49.561	848.526
54.475	847.766
59.768	846.828
63.265	846.501

Material Boundary

14.475	861.004
15.018	860.973
15.457	860.990
16.494	860.941
21.810	860.849
27.321	860.187

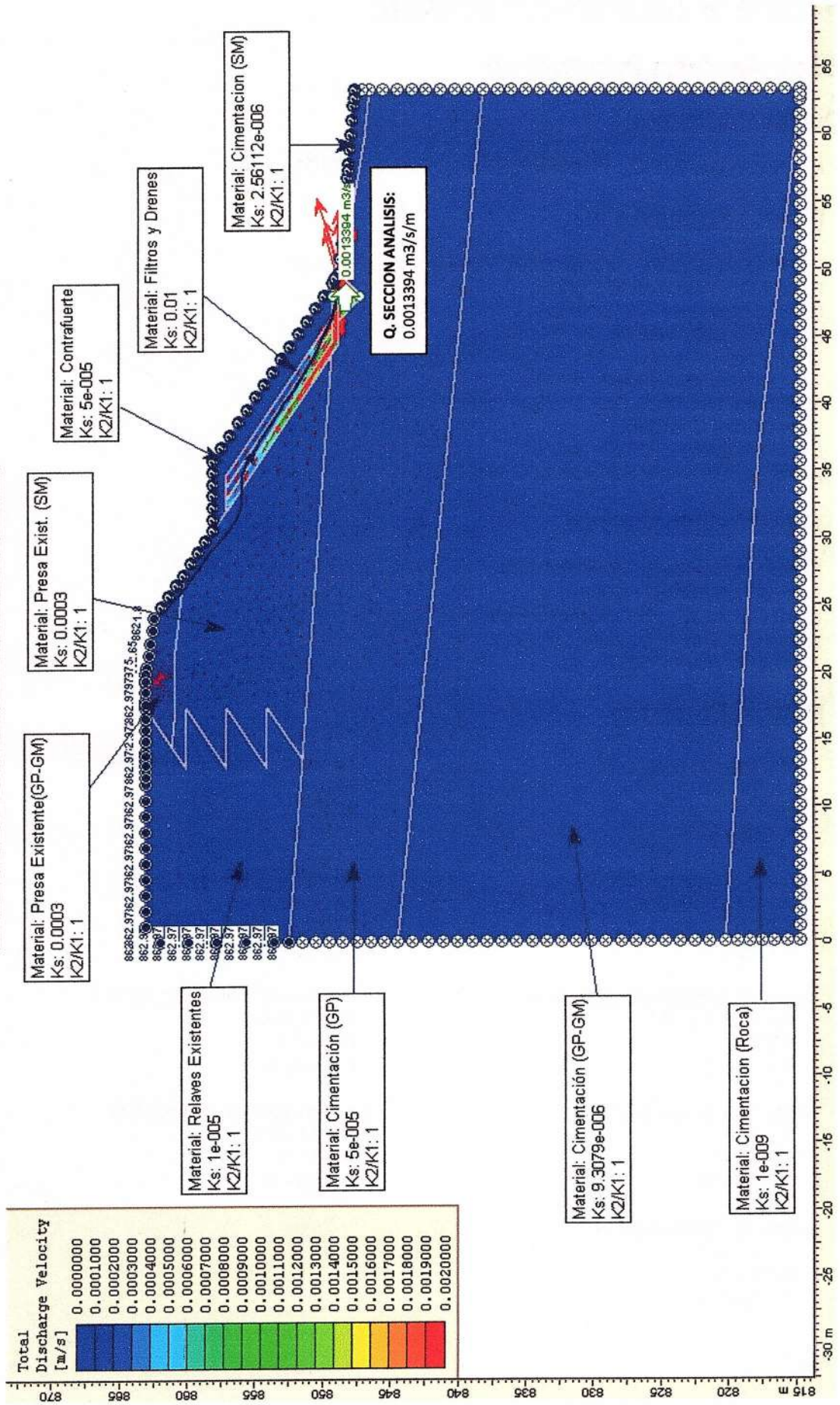
External Boundary

0.000	862.974
0.000	852.440
0.000	844.365
0.000	820.233
-0.000	814.723
62.478	814.723
63.265	814.723
63.265	838.084
63.265	846.501
63.265	847.506
62.108	847.621
57.814	848.000
56.794	848.065
51.912	848.470
49.738	848.704
48.988	849.204
35.794	858.000
30.602	858.000
27.321	860.187
24.101	862.334
20.435	862.883
19.497	863.000
19.323	863.000
17.962	863.000
17.466	862.998
14.188	862.986
13.600	862.984
12.758	862.981
11.794	862.974

Discharge Section

48.035	847.220
48.035	849.204

Análisis de Infiltración del Contrafuerte Estabilizador



B. Presa de Ampliación Proyectada:

Slide Analysis Information

Document Name

File Name: ANALISIS_infiltracion PRESA DE AMPLIACION.slw

Project Settings

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Failure Direction: Left to Right
Units of Measurement: SI Units
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
Groundwater Method: Finite Element Analysis
Tolerance (groundwater): 1e-006
Maximum number of iterations (groundwater): 300
Data Output: Standard
Calculate Excess Pore Pressure: Off
Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off

Groundwater Analysis

Maximum Number of Iterations: 300
Iteration Tolerance: 1e-006
Mesh Element Type: 6 noded triangles
Number of Elements: 2849
Number of Nodes: 5832

Material Properties

Material: Relaves

Ks: 1e-005
K2/K1: 1
K Angle: 0

Material: Presa de Ampliacion

Ks: 5e-005
K2/K1: 1
K Angle: 0

Material: Cimentacion (SM)

Ks: 2.56112e-006
K2/K1: 1
K Angle: 0

Material: Cimentación (GP)

Ks: 5e-006
K2/K1: 1
K Angle: 0

Material: Cimentación (GP-GM)

Ks: 9.3079e-006
K2/K1: 1
K Angle: 0

Material: Cimentacion (Roca)

Ks: 1e-009
K2/K1: 1
K Angle: 0

Material: Filtros y Drenes

Ks: 0.01
K2/K1: 1
K Angle: 0

Material: Relave Compactado

Ks: 5e-006
K2/K1: 1
K Angle: 0

Material: geomembrana

Ks: 1e-010
K2/K1: 1
K Angle: 0

List of All Coordinates

Material Boundary

28.660	844.000
28.660	853.000
29.660	853.000
29.660	845.000
37.396	845.000
39.396	844.000
46.160	844.000

Material Boundary

18.660	845.500
18.764	845.500
24.160	845.500
25.900	844.630
27.160	844.000
28.660	844.000
37.160	844.000
39.160	843.000
42.660	843.000
47.660	843.000

Material Boundary

42.660	843.000
45.660	841.800
46.460	841.800
47.660	843.000

Material Boundary

49.925	843.265
59.160	843.116

Material Boundary

0.000	838.585
12.465	837.348
67.072	831.934

Material Boundary

0.000	812.690
12.465	811.817
30.431	809.865
58.652	807.465

Material Boundary

18.413	845.253
18.507	845.244
18.508	845.244
23.831	844.747
25.900	844.630

Material Boundary

26.160	853.000
28.660	853.000

Material Boundary

0.000	843.700
16.860	843.700
18.413	845.253
18.660	845.500
26.160	853.000

Material Boundary

0.000	843.600
16.865	843.600
18.508	845.244
18.764	845.500

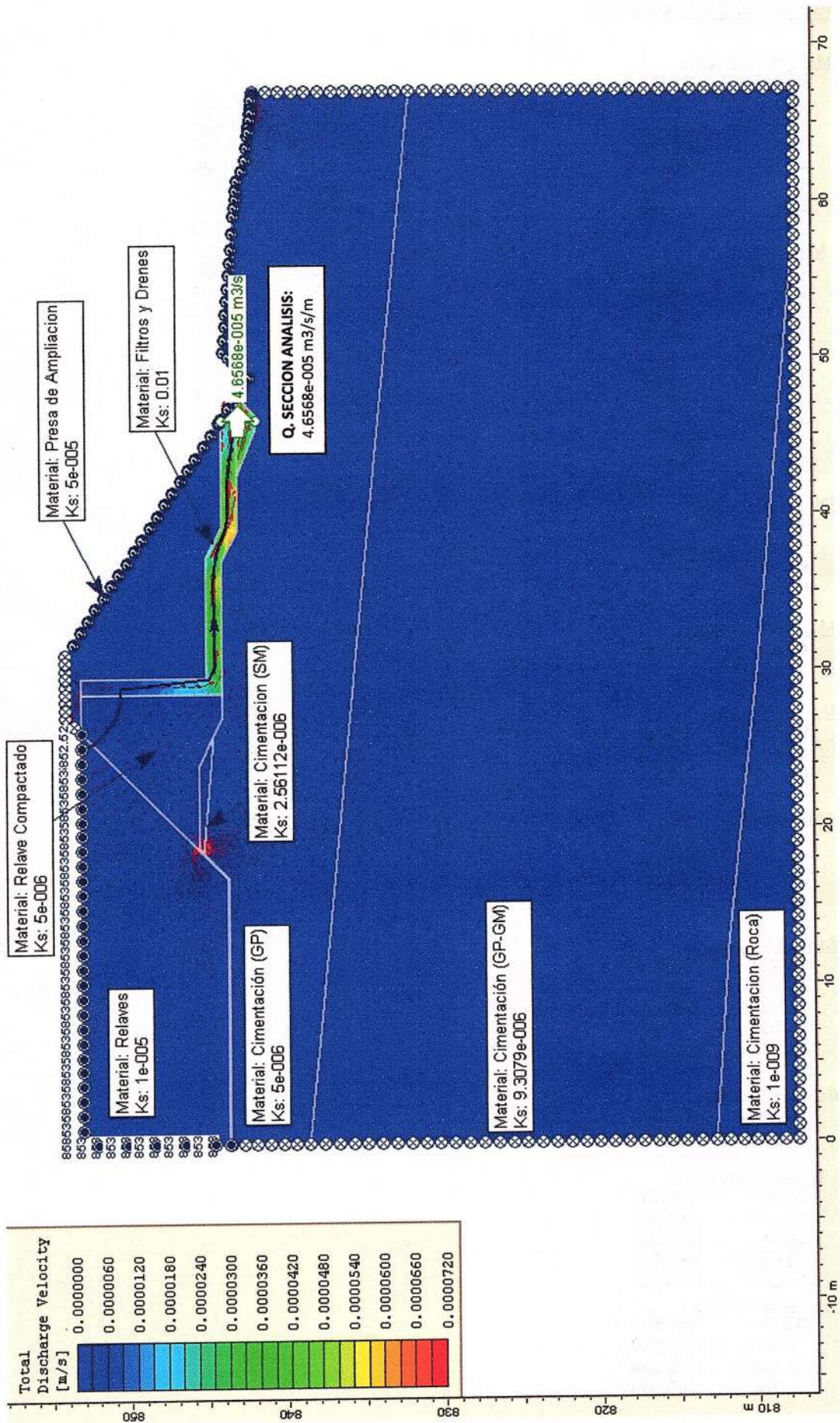
External Boundary

0.000	807.465
58.652	807.465
67.072	807.465
67.072	831.934
67.072	841.889
66.864	841.906
66.353	841.950
65.845	841.997
65.811	842.000
65.788	842.004
65.755	842.007
65.018	842.100
64.784	842.125
64.338	842.174
62.826	842.345
61.425	842.896
59.160	843.116
57.063	843.319
50.503	843.843
49.925	843.265
48.860	842.200
47.660	843.000
46.160	844.000
45.951	844.140
31.160	854.000
29.160	853.999
27.160	854.000
26.160	853.000
0.000	853.000
0.000	843.700
0.000	843.600
0.000	838.585
0.000	812.690

Discharge Section

46.086	841.800
46.086	844.000

Análisis de Infiltración de la Presa de Ampliación



ANEXO 10

ANALISIS DE ESTABILIDAD

ANEXO 10A

ESTABILIDAD LOCAL - CONTRAFUERTE

CONTRAFUERTE ESTABILIZADOR

A.1 Condición al Final de la Construcción - Análisis Estático:

Slide Analysis Information

Document Name

File Name: ANALISIS_ESTATICO (A.1)

Project Settings

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Failure Direction: Left to Right
Units of Measurement: SI Units
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
Groundwater Method: Water Surfaces
Data Output: Standard
Calculate Excess Pore Pressure: Off
Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off
Random Numbers: Pseudo-random Seed
Random Number Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Analysis Methods

Analysis Methods used:
Bishop simplified
GLE/Morgenstern-Price with interslice force function: Half Sine
Janbu simplified

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50

Material Properties

Material: Relaves Existentes

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 13.72 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 20 degrees
Water Surface: None

Material: Presa Exist. (SM)

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 17.64 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 34.7 degrees
Water Surface: None

Material: Cimentación (GP)

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 16.66 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 32 degrees
Water Surface: None

Material: Presa Existente(GP-GM)

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 15.68 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 35 degrees
Water Surface: None

Material: Cimentacion (SM)

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 15.68 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 36.3 degrees
Water Surface: None

Material: Cimentación (GP-GM)

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 16.66 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 36 degrees
Water Surface: None

Material: Cimentacion (Roca)
 Strength Type: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 19.6 kN/m³
 Cohesion: 98 kPa
 Friction Angle: 38 degrees
 Water Surface: None

Material: Contrafuerte
 Strength Type: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 20.58 kN/m³
 Cohesion: 0 kPa
 Friction Angle: 38.3 degrees
 Water Surface: None

Material: Filtros y Drenes
 Strength Type: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 17.64 kN/m³
 Cohesion: 0 kPa
 Friction Angle: 35 degrees
 Water Surface: None

<u>Global Minimums</u>	<u>Valid / Invalid Surfaces</u>
<u>Method: bishop simplified</u> FS: 1.553620 Center: 56.010, 895.901 Radius: 47.713 Left Slip Surface Endpoint: 21.757, 862.685 Right Slip Surface Endpoint: 55.246, 848.194 Resisting Moment=45918.5 kN-m Driving Moment=29555.9 kN-m	<u>Method: bishop simplified</u> Number of Valid Surfaces: 2782 Number of Invalid Surfaces: 4654 Error Codes: Error Code -101 reported for 1 surface Error Code -1000 reported for 4653 surfaces
<u>Method: janbu simplified</u> FS: 1.511310 Center: 56.010, 895.901 Radius: 47.713 Left Slip Surface Endpoint: 21.757, 862.685 Right Slip Surface Endpoint: 55.246, 848.194 Resisting Horizontal Force=861.179 kN Driving Horizontal Force=569.823 kN	<u>Method: janbu simplified</u> Number of Valid Surfaces: 2782 Number of Invalid Surfaces: 4654 Error Codes: Error Code -101 reported for 1 surface Error Code -1000 reported for 4653 surfaces
<u>Method: gle/morgenstern-price</u> FS: 1.549040 Center: 56.010, 895.901 Radius: 47.713 Left Slip Surface Endpoint: 21.757, 862.685 Right Slip Surface Endpoint: 55.246, 848.194 Resisting Moment=45783.3 kN-m Driving Moment=29555.9 kN-m Resisting Horizontal Force=868.629 kN Driving Horizontal Force=560.752 kN	<u>Method: gle/morgenstern-price</u> Number of Valid Surfaces: 2782 Number of Invalid Surfaces: 4654 Error Codes: Error Code -101 reported for 1 surface Error Code -1000 reported for 4653 surfaces

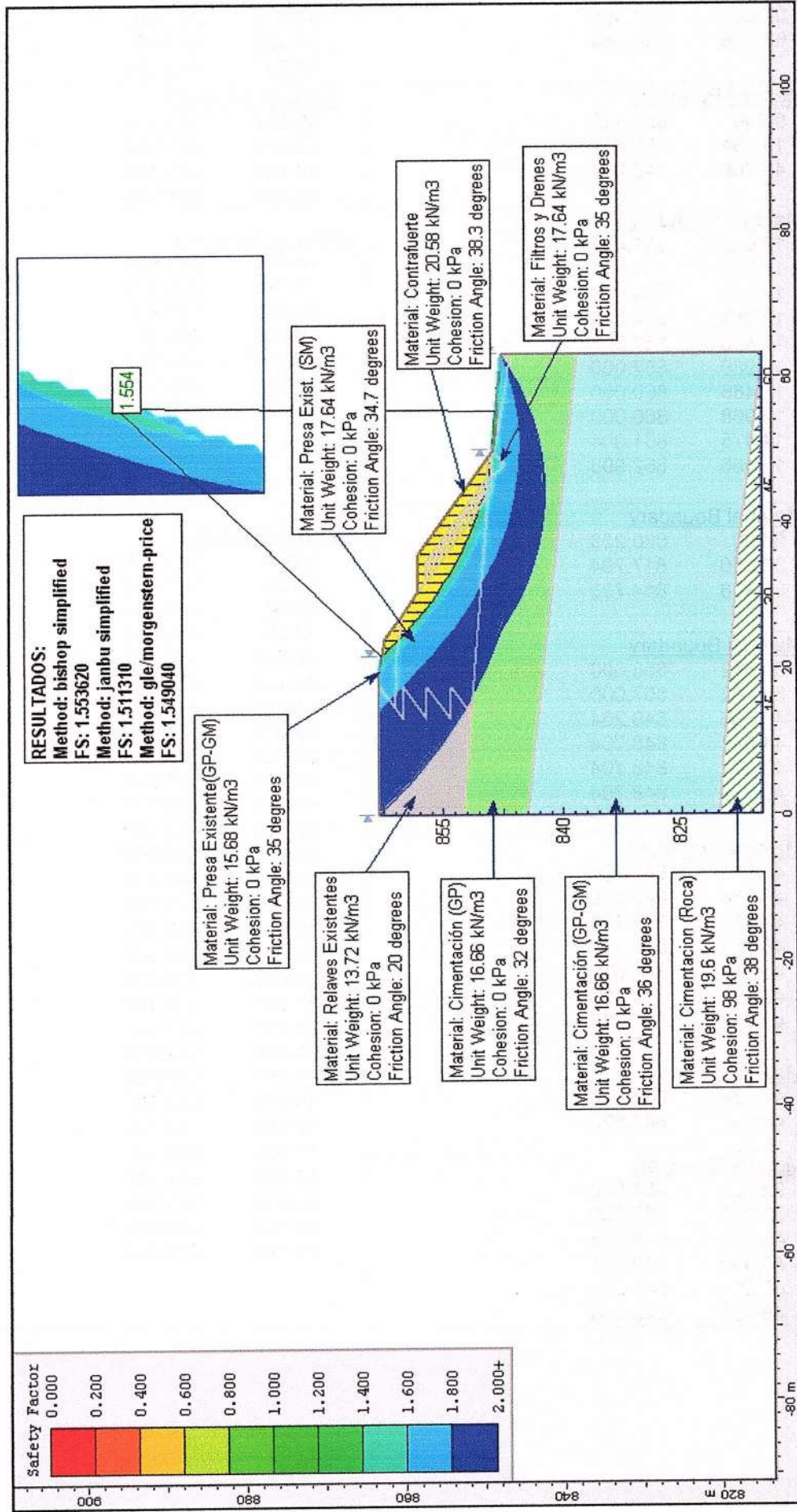
List of All Coordinates

<u>Search Grid</u>	<u>Material Boundary</u>
44.265 877.393	33.004 857.000
76.891 877.393	33.905 857.000
76.891 908.240	45.599 849.204
44.265 908.240	

<u>Material Boundary</u> 0.000 844.365 63.265 838.084	<u>Material Boundary</u> 33.905 857.000 34.806 857.000 46.501 849.204
<u>Material Boundary</u> 0.000 852.440 13.634 851.449 43.706 849.264	<u>Material Boundary</u> 49.561 848.526 54.475 847.766 59.768 846.828 63.265 846.501
<u>Material Boundary</u> 13.633 851.449 13.634 851.449 17.460 854.000 12.963 854.000 17.463 857.000 12.966 857.000 17.466 860.000 12.968 860.000 14.475 861.004 17.466 862.998	<u>Material Boundary</u> 14.475 861.004 15.018 860.973 15.457 860.990 16.494 860.941 21.810 860.849 27.321 860.187
<u>Material Boundary</u> 0.000 820.233 36.250 817.794 62.478 814.723	<u>External Boundary</u> 0.000 862.974 0.000 852.440 0.000 844.365 0.000 820.233 -0.000 814.723 62.478 814.723 63.265 814.723 63.265 838.084 63.265 846.501 63.265 847.506 62.108 847.621 57.814 848.000 56.794 848.065 51.912 848.470 49.738 848.704 48.988 849.204 35.794 858.000 30.602 858.000 27.321 860.187 24.101 862.334 20.435 862.883 19.497 863.000 19.323 863.000 17.962 863.000 17.466 862.998 14.188 862.986 13.600 862.984 12.758 862.981 11.794 862.974
<u>Material Boundary</u> 30.602 858.000 32.102 857.000 43.706 849.264 44.547 848.704 46.271 848.704 49.738 848.704	
<u>Material Boundary</u> 46.271 848.704 47.454 847.520 47.754 847.220 48.254 847.220 48.554 847.520 49.561 848.526 49.738 848.704	
<u>Material Boundary</u> 47.454 847.520 48.554 847.520	
<u>Material Boundary</u> 32.102 857.000 33.004 857.000 44.698 849.204 45.599 849.204 46.501 849.204 48.988 849.204	

Estabilidad del Contrafuerte al final de la construcción

A.1. Análisis en condición Estática:



A.2 Condición al Final de la Construcción - Análisis Sísmico

(a.g = 0.23 G) :

Slide Analysis Information

Document Name

File Name: ANALISIS_SISMICO (A.2)

Project Settings

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Failure Direction: Left to Right
Units of Measurement: SI Units
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
Groundwater Method: Water Surfaces
Data Output: Standard
Calculate Excess Pore Pressure: Off
Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off
Random Numbers: Pseudo-random Seed
Random Number Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Analysis Methods

Analysis Methods used:
Bishop simplified
GLE/Morgenstern-Price with interslice force function: Half Sine
Janbu simplified

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50

Loading

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.23

Material Properties

Material: Relaves Existentes

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 13.72 kN/m³
Cohesion: 9.8 kPa
Friction Angle: 0 degrees
Water Surface: None

Material: Presa Exist. (SM)

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 17.64 kN/m³
Cohesion: 9.8 kPa
Friction Angle: 33 degrees
Water Surface: None

Material: Cimentación (GP)

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 16.66 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 32 degrees

Material: Presa Existente(GP-GM)

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 15.68 kN/m³
Cohesion: 4.9 kPa
Friction Angle: 32 degrees
Water Surface: None

Material: Cimentacion (SM)

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 15.68 kN/m³
Cohesion: 39.2 kPa
Friction Angle: 31 degrees
Water Surface: None

Material: Cimentación (GP-GM)

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 16.66 kN/m³
Cohesion: 9.8 kPa
Friction Angle: 33 degrees

Water Surface: None

Water Surface: None

Material: Cimentacion (Roca)

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 19.6 kN/m³
Cohesion: 98 kPa
Friction Angle: 38 degrees
Water Surface: None

Material: Contrafuerte

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20.58 kN/m³
Cohesion: 19.6 kPa
Friction Angle: 35.9 degrees
Water Surface: None

Material: Filtros y Drenes

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 17.64 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 35 degrees
Water Surface: None

Global Minimums

Valid / Invalid Surfaces

Method: bishop simplified

FS: 1.154170
Center: 48.180, 879.860
Radius: 32.662
Left Slip Surface Endpoint: 20.264, 862.904
Right Slip Surface Endpoint: 55.948,
848.135
Resisting Moment=60956.7 kN-m
Driving Moment=52814.3 kN-m

Method: bishop simplified

Number of Valid Surfaces: 3101
Number of Invalid Surfaces: 4335
Error Codes:
Error Code -101 reported for 1 surface
Error Code -1000 reported for 4334 surfaces

Method: janbu simplified

FS: 1.049700
Center: 46.875, 877.393
Radius: 30.557
Left Slip Surface Endpoint: 19.950, 862.943
Right Slip Surface Endpoint: 55.747,
848.152
Resisting Horizontal Force=1785.86 kN
Driving Horizontal Force=1701.3 kN

Method: janbu simplified

Number of Valid Surfaces: 3101
Number of Invalid Surfaces: 4335
Error Codes:
Error Code -101 reported for 1 surface
Error Code -1000 reported for 4334 surfaces

Method: gle/morgenstern-price

FS: 1.161410
Center: 48.180, 879.860
Radius: 32.662
Left Slip Surface Endpoint: 20.264, 862.904
Right Slip Surface Endpoint: 55.948,
848.135
Resisting Moment=61339.2 kN-m
Driving Moment=52814.3 kN-m
Resisting Horizontal Force=1693.14 kN
Driving Horizontal Force=1457.83 kN

Method: gle/morgenstern-price

Number of Valid Surfaces: 3101
Number of Invalid Surfaces: 4335
Error Codes:
Error Code -101 reported for 1 surface
Error Code -1000 reported for 4334 surfaces

List of All Coordinates

Search Grid

38.316 884.948
63.616 884.948
63.616 906.344
38.316 906.344

Material Boundary

33.004 857.000
33.905 857.000
45.599 849.204

Material Boundary
0.000 844.365
63.265 838.084

Material Boundary
0.000 852.440
13.634 851.449
43.706 849.264

Material Boundary
13.633 851.449
13.634 851.449
17.460 854.000
12.963 854.000
17.463 857.000
12.966 857.000
17.466 860.000
12.968 860.000
14.475 861.004
17.466 862.998

Material Boundary
0.000 820.233
36.250 817.794
62.478 814.723

Material Boundary
30.602 858.000
32.102 857.000
43.706 849.264
44.547 848.704
46.271 848.704
49.738 848.704

Material Boundary
46.271 848.704
47.454 847.520
47.754 847.220
48.254 847.220
48.554 847.520
49.561 848.526
49.738 848.704

Material Boundary
47.454 847.520
48.554 847.520

Material Boundary
32.102 857.000
33.004 857.000
44.698 849.204
45.599 849.204
46.501 849.204
48.988 849.204

Material Boundary
33.905 857.000
34.806 857.000
46.501 849.204

Material Boundary
49.561 848.526
54.475 847.766
59.768 846.828
63.265 846.501

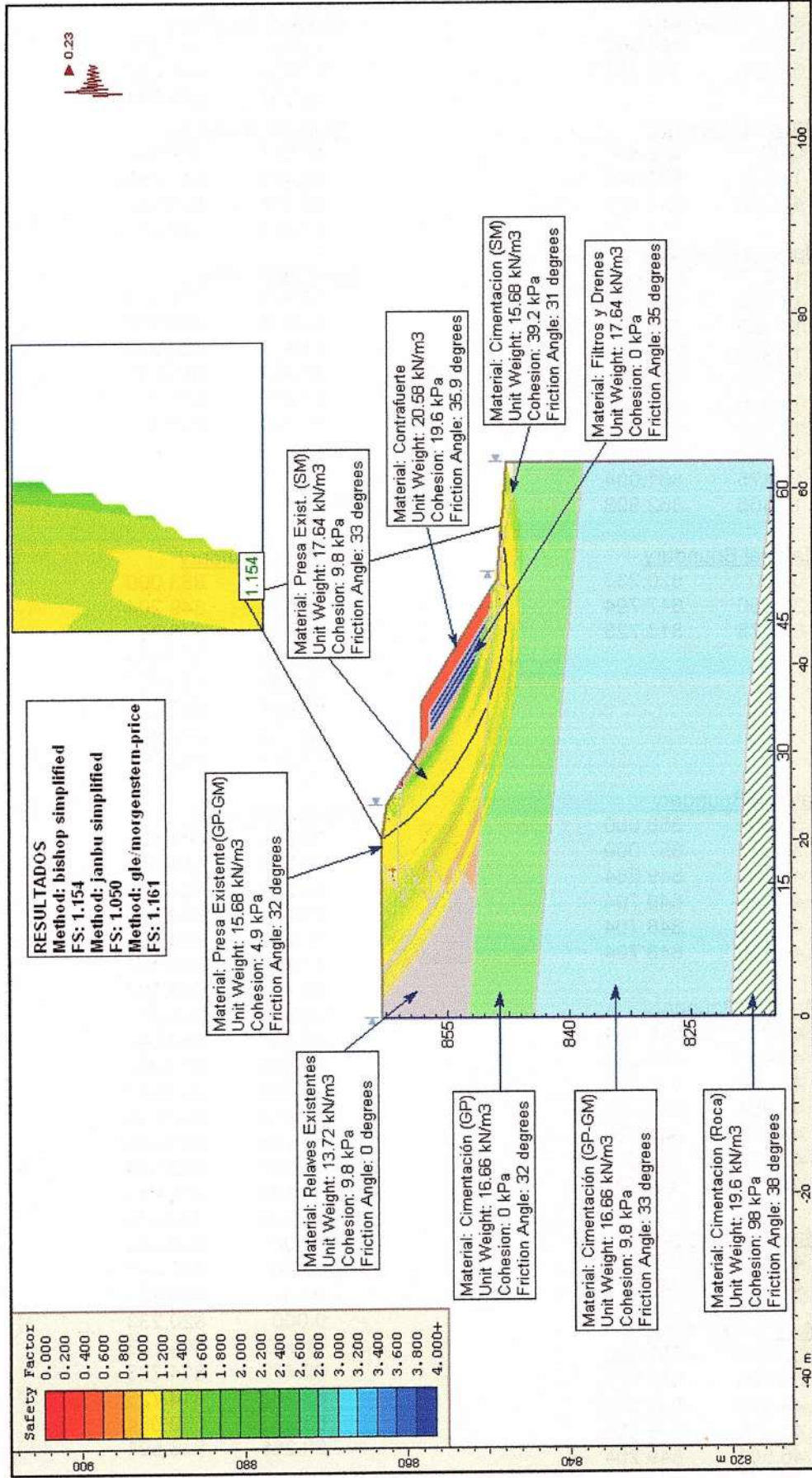
Material Boundary
14.475 861.004
15.018 860.973
15.457 860.990
16.494 860.941
21.810 860.849
27.321 860.187

Material Boundary
43.294 853.000
48.988 849.204
49.738 848.704
51.912 848.470
56.794 848.065
57.814 848.000
62.108 847.621
63.265 847.506

External Boundary
63.265 847.506
63.265 853.000
43.294 853.000
35.794 858.000
30.602 858.000
27.321 860.187
24.101 862.334
20.435 862.883
19.497 863.000
19.323 863.000
17.962 863.000
17.466 862.998
14.188 862.986
13.600 862.984
12.758 862.981
11.794 862.974
0.000 862.974
0.000 852.440
0.000 844.365
0.000 820.233
-0.000 814.723
62.478 814.723
63.265 814.723
63.265 838.084
63.265 846.501

Estabilidad del Contrafuerte al final de la construcción

A.2. Análisis en condición Sísmica (aceleración gravedad = 0.23 G) :



B.1 Condición Depósito Lleno a Largo Plazo - Análisis Estático:

Slide Analysis Information

Document Name

File Name: ANALISIS_ESTATICO (B.1)

Project Settings

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Failure Direction: Left to Right
Units of Measurement: SI Units
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
Groundwater Method: Water Surfaces
Data Output: Standard
Calculate Excess Pore Pressure: Off
Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off
Random Numbers: Pseudo-random Seed
Random Number Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Analysis Methods

Analysis Methods used:
Bishop simplified
GLE/Morgenstern-Price with interslice force function: Half Sine
Janbu simplified
Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50

Material Properties

Material: Relaves

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 13.72 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 20 degrees
Water Surface: None

Material: Presa Exist. (SM)

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 17.64 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 34.7 degrees
Water Surface: None

Material: Cimentación (GP)

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 16.66 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 32 degrees
Water Surface: None

Material: Cimentacion (Roca)

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 19.6 kN/m³
Cohesion: 98 kPa
Friction Angle: 38 degrees

Material: Presa Existente(GP-GM)

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 15.68 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 35 degrees
Water Surface: None

Material: Cimentacion (SM)

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 15.68 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 36.3 degrees
Water Surface: None

Material: Cimentación (GP-GM)

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 16.66 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 36 degrees
Water Surface: None

Material: Contrafuerte

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20.58 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 38.3 degrees

Water Surface: None

Water Surface: None

Material: Filtros y Drenes

Strength Type: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 17.64 kN/m³

Cohesion: 0 kPa

Friction Angle: 35 degrees

Water Surface: None

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS: 1.737760

Center: 59.719, 918.082

Radius: 67.056

Left Slip Surface Endpoint: 21.985, 862.651

Right Slip Surface Endpoint: 43.126,

853.112

Resisting Moment=20111.7 kN-m

Driving Moment=11573.4 kN-m

Method: janbu simplified

FS: 1.722260

Center: 59.719, 918.082

Radius: 67.056

Left Slip Surface Endpoint: 21.985, 862.651

Right Slip Surface Endpoint: 43.126,

853.112

Resisting Horizontal Force=276.065 kN

Driving Horizontal Force=160.293 kN

Method: gle/morgenstern-price

FS: 1.736630

Center: 59.719, 918.082

Radius: 67.056

Left Slip Surface Endpoint: 21.985, 862.651

Right Slip Surface Endpoint: 43.126,

853.112

Resisting Moment=20098.6 kN-m

Driving Moment=11573.4 kN-m

Resisting Horizontal Force=276.92 kN

Driving Horizontal Force=159.459 kN

Valid / Invalid Surfaces

Method: bishop simplified

Number of Valid Surfaces: 1815

Number of Invalid Surfaces: 3036

Error Codes:

Error Code -1000 reported for 3036 surfaces

Method: janbu simplified

Number of Valid Surfaces: 1815

Number of Invalid Surfaces: 3036

Error Codes:

Error Code -1000 reported for 3036 surfaces

Method: gle/morgenstern-price

Number of Valid Surfaces: 1815

Number of Invalid Surfaces: 3036

Error Codes:

Error Code -1000 reported for 3036 surfaces

List of All Coordinates

Search Grid

50.787	901.425
70.635	901.425
70.635	919.933
50.787	919.933

Material Boundary

33.004	857.000
33.905	857.000
45.599	849.204

Material Boundary

0.000	844.365
63.265	838.084

Material Boundary

33.905	857.000
34.806	857.000
46.501	849.204

Material Boundary

0.000	852.440
13.634	851.449
43.706	849.264

Material Boundary

13.633	851.449
13.634	851.449
17.460	854.000
12.963	854.000
17.463	857.000
12.966	857.000
17.466	860.000
12.968	860.000
14.475	861.004
17.466	862.998

Material Boundary

0.000	820.233
36.250	817.794
62.478	814.723

Material Boundary

30.602	858.000
32.102	857.000
43.706	849.264
44.547	848.704
46.271	848.704
49.738	848.704

Material Boundary

46.271	848.704
47.454	847.520
47.754	847.220
48.254	847.220
48.554	847.520
49.561	848.526
49.738	848.704

Material Boundary

47.454	847.520
48.554	847.520

Material Boundary

32.102	857.000
33.004	857.000
44.698	849.204
45.599	849.204
46.501	849.204
48.988	849.204

Material Boundary

49.561	848.526
54.475	847.766
59.768	846.828
63.265	846.501

Material Boundary

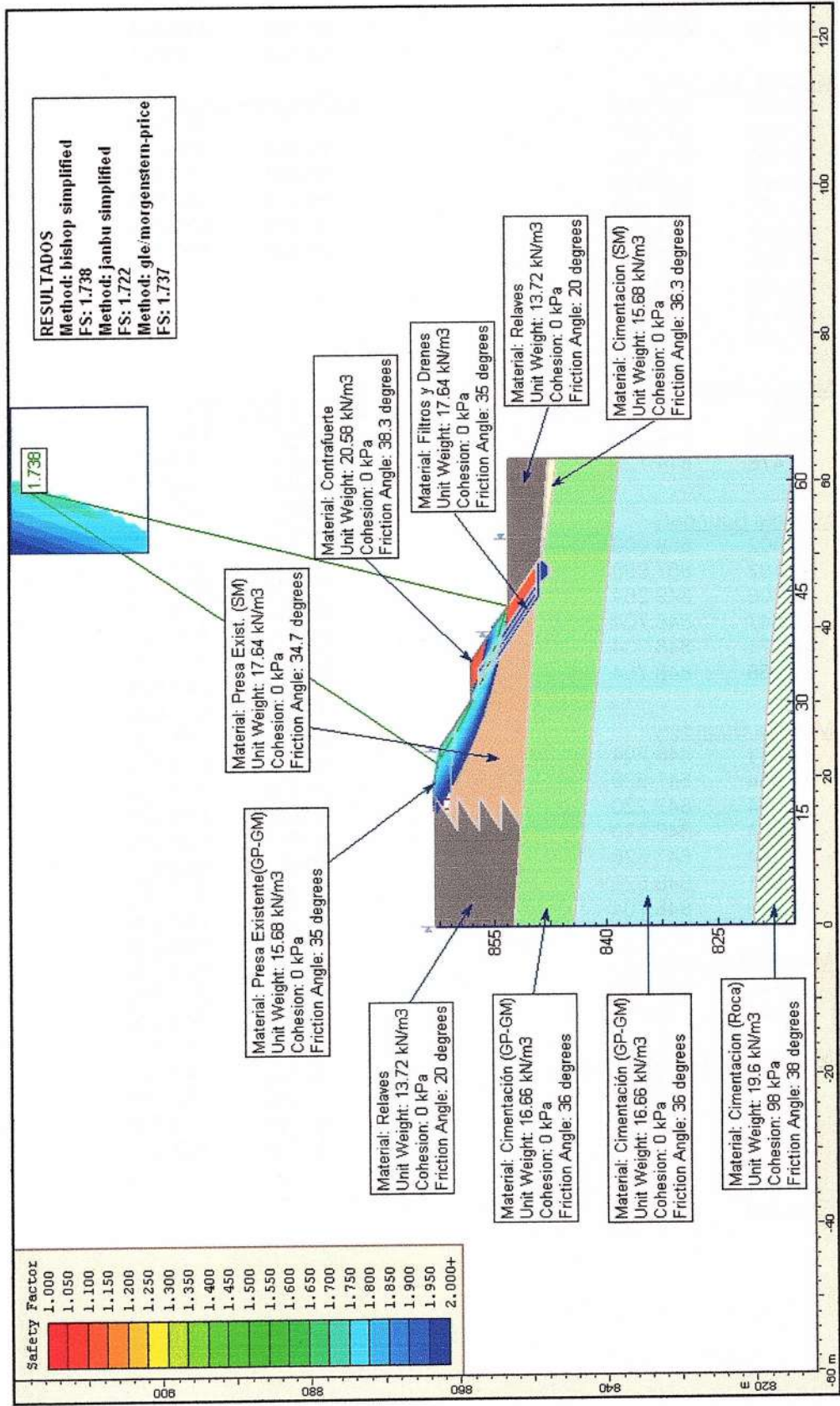
14.475	861.004
15.018	860.973
15.457	860.990
16.494	860.941
21.810	860.849
27.321	860.187

External Boundary

0.000	862.974
0.000	852.440
0.000	844.365
0.000	820.233
-0.000	814.723
62.478	814.723
63.265	814.723
63.265	838.084
63.265	846.501
63.265	847.506
62.108	847.621
57.814	848.000
56.794	848.065
51.912	848.470
49.738	848.704
48.988	849.204
35.794	858.000
30.602	858.000
27.321	860.187
24.101	862.334
20.435	862.883
19.497	863.000
19.323	863.000
17.962	863.000
17.466	862.998
14.188	862.986
13.600	862.984
12.758	862.981
11.794	862.974

Estabilidad del Contrafuerte con Deposito Lleno a Largo Plazo

B.1. Análisis en condición Estática:



B.2 Condición Deposito Lleno a largo plazo - Análisis Sísmico

(a.g = 0.23 G) :

Slide Analysis Information

Document Name

File Name: ANALISIS_SISMICO (B.2)

Project Settings

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Failure Direction: Left to Right
Units of Measurement: SI Units
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
Groundwater Method: Water Surfaces
Data Output: Standard
Calculate Excess Pore Pressure: Off
Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off
Random Numbers: Pseudo-random Seed
Random Number Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Analysis Methods

Analysis Methods used:
Bishop simplified
GLE/Morgenstern-Price with interslice force function: Half Sine
Janbu simplified

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50

Loading

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.23

Material Properties

Material: Relaves Existentes

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 13.72 kN/m³
Cohesion: 9.8 kPa
Friction Angle: 0 degrees
Water Surface: None

Material: Presa Exist. (SM)

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 17.64 kN/m³
Cohesion: 9.8 kPa
Friction Angle: 33 degrees
Water Surface: None

Material: Cimentación (GP)

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 16.66 kN/m³
Cohesion: 0 kPa

Material: Presa Existente(GP-GM)

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 15.68 kN/m³
Cohesion: 4.9 kPa
Friction Angle: 32 degrees
Water Surface: None

Material: Cimentacion (SM)

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 15.68 kN/m³
Cohesion: 39.2 kPa
Friction Angle: 31 degrees
Water Surface: None

Material: Cimentación (GP-GM)

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 16.66 kN/m³
Cohesion: 9.8 kPa

Friction Angle: 32 degrees
Water Surface: None

Friction Angle: 33 degrees
Water Surface: None

Material: Cimentacion (Roca)

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 19.6 kN/m³
Cohesion: 98 kPa
Friction Angle: 38 degrees
Water Surface: None

Material: Contrafuerte

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20.58 kN/m³
Cohesion: 19.6 kPa
Friction Angle: 35.9 degrees
Water Surface: None

Material: Filtros y Drenes

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 17.64 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 35 degrees
Water Surface: None

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS: 1.440690
Center: 43.376, 890.297
Radius: 37.297
Left Slip Surface Endpoint: 17.961, 863.000
Right Slip Surface Endpoint: 43.294,
853.000
Resisting Moment=37251.4 kN-m
Driving Moment=25856.7 kN-m

Valid / Invalid Surfaces

Method: bishop simplified

Number of Valid Surfaces: 2558
Number of Invalid Surfaces: 2293
Error Codes:
Error Code -101 reported for 16 surfaces
Error Code -1000 reported for 2277 surfaces

Method: janbu simplified

FS: 1.367950
Center: 40.846, 884.948
Radius: 32.042
Left Slip Surface Endpoint: 17.504, 862.998
Right Slip Surface Endpoint: 43.294,
853.000
Resisting Horizontal Force=1063.22 kN
Driving Horizontal Force=777.235 kN

Method: janbu simplified

Number of Valid Surfaces: 2558
Number of Invalid Surfaces: 2293
Error Codes:
Error Code -101 reported for 16 surfaces
Error Code -1000 reported for 2277 surfaces

Method: gle/morgenstern-price

FS: 1.443390
Center: 43.376, 890.297
Radius: 37.297
Left Slip Surface Endpoint: 17.961, 863.000
Right Slip Surface Endpoint: 43.294,
853.000
Resisting Moment=37321.4 kN-m
Driving Moment=25856.7 kN-m
Resisting Horizontal Force=933.568 kN
Driving Horizontal Force=646.788 kN

Method: gle/morgenstern-price

Number of Valid Surfaces: 2431
Number of Invalid Surfaces: 2420
Error Codes:
Error Code -101 reported for 16 surfaces
Error Code -111 reported for 127 surfaces
Error Code -1000 reported for 2277 surfaces

List of All Coordinates

Search Grid

38.316	884.948
63.616	884.948
63.616	906.344
38.316	906.344

Material Boundary

33.004	857.000
33.905	857.000
45.599	849.204

<u>Material Boundary</u>	
0.000	844.365
63.265	838.084

<u>Material Boundary</u>	
0.000	852.440
13.634	851.449
43.706	849.264

<u>Material Boundary</u>	
13.633	851.449
13.634	851.449
17.460	854.000
12.963	854.000
17.463	857.000
12.966	857.000
17.466	860.000
12.968	860.000
14.475	861.004
17.466	862.998

<u>Material Boundary</u>	
0.000	820.233
36.250	817.794
62.478	814.723

<u>Material Boundary</u>	
30.602	858.000
32.102	857.000
43.706	849.264
44.547	848.704
46.271	848.704
49.738	848.704

<u>Material Boundary</u>	
46.271	848.704
47.454	847.520
47.754	847.220
48.254	847.220
48.554	847.520
49.561	848.526
49.738	848.704

<u>Material Boundary</u>	
47.454	847.520
48.554	847.520

<u>Material Boundary</u>	
32.102	857.000
33.004	857.000
44.698	849.204
45.599	849.204
46.501	849.204
48.988	849.204

<u>Material Boundary</u>	
33.905	857.000
34.806	857.000
46.501	849.204

<u>Material Boundary</u>	
49.561	848.526
54.475	847.766
59.768	846.828
63.265	846.501

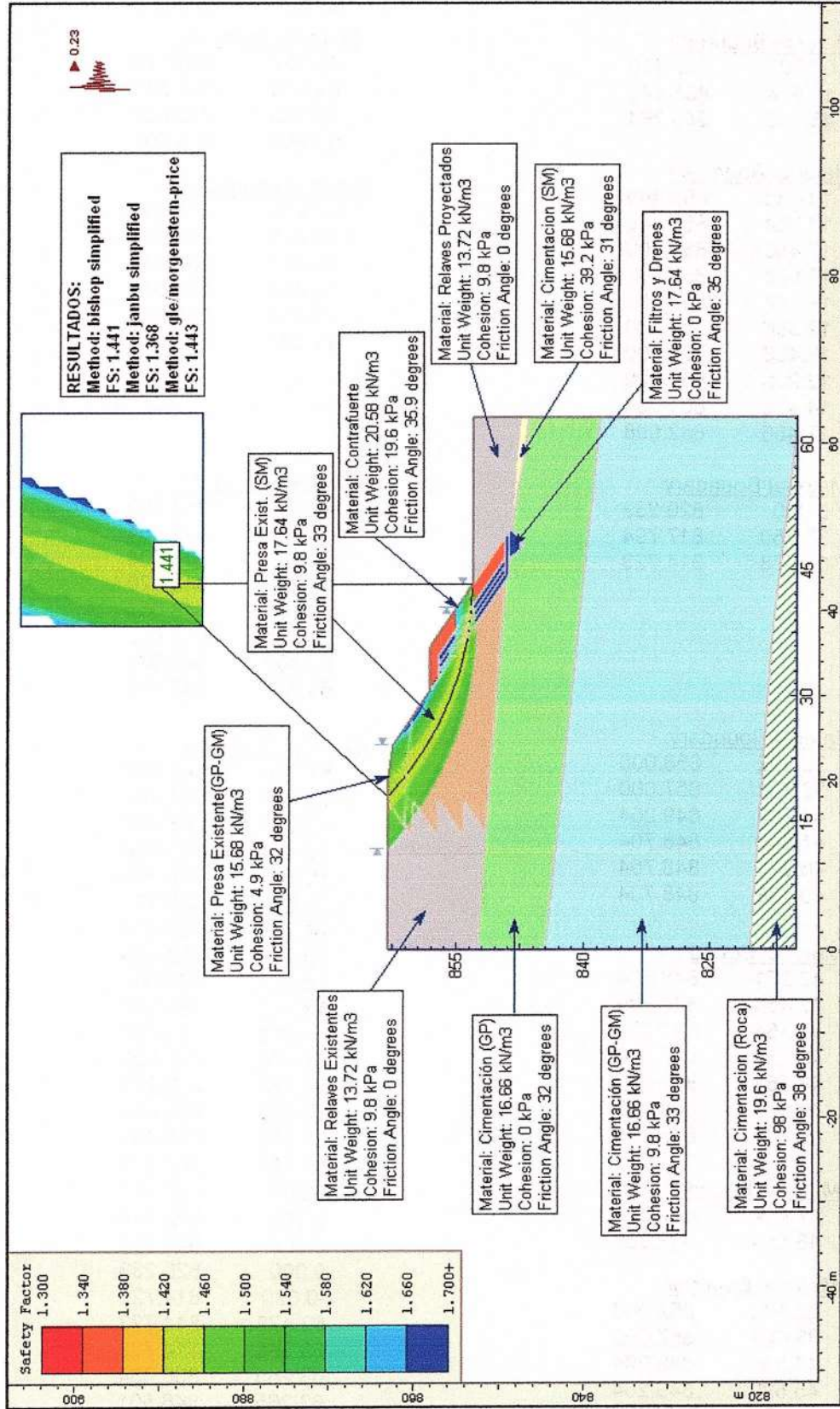
<u>Material Boundary</u>	
14.475	861.004
15.018	860.973
15.457	860.990
16.494	860.941
21.810	860.849
27.321	860.187

<u>Material Boundary</u>	
43.294	853.000
48.988	849.204
49.738	848.704
51.912	848.470
56.794	848.065
57.814	848.000
62.108	847.621
63.265	847.506

<u>External Boundary</u>	
63.265	847.506
63.265	853.000
43.294	853.000
35.794	858.000
30.602	858.000
27.321	860.187
24.101	862.334
20.435	862.883
19.497	863.000
19.323	863.000
17.962	863.000
17.466	862.998
14.188	862.986
13.600	862.984
12.758	862.981
11.794	862.974
0.000	862.974
0.000	852.440
0.000	844.365
0.000	820.233
-0.000	814.723
62.478	814.723
63.265	814.723
63.265	838.084
63.265	846.501

Estabilidad del Contrafuerte Depósito Lleno a Largo Plazo

B.2. Análisis en condición Sísmica (aceleración gravedad = 0.23 G) :



ANEXO 10B

ESTABILIDAD LOCAL – PRESA DE AMPLIACION

PRESA DE AMPLIACION DE RELAVES

C.1 Condición al Final de la Construcción - Análisis Estático:

Document Name

File Name: ANALISIS_ESTATICO (C.1)

Project Settings

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Failure Direction: Left to Right
Units of Measurement: SI Units
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
Groundwater Method: Water Surfaces
Data Output: Standard
Calculate Excess Pore Pressure: Off
Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off
Random Numbers: Pseudo-random Seed
Random Number Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Analysis Methods

Analysis Methods used:
Bishop simplified
GLE/Morgenstern-Price with interslice force function: Half Sine
Janbu simplified

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50

Material Properties

Material: Cuerpo de Presa

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20.58 kN/m³
Cohesion: 7.84 kPa
Friction Angle: 38.3 degrees
Water Surface: None

Material: Cimentación (GP)

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 16.66 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 32 degrees
Water Surface: None

Material: Cimentación (Roca)

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 19.6 kN/m³
Cohesion: 98 kPa
Friction Angle: 38 degrees
Water Surface: None

Material: Cimentación (SM)

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 15.68 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 36.3 degrees
Water Surface: None

Material: Cimentación (GP-GM)

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 16.66 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 36 degrees
Water Surface: None

Material: Filtros y Drenes

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 17.64 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 35 degrees
Water Surface: None

Material: Relaves Compactados Presa

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 17.64 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 32 degrees
Water Surface: None

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS: 1.617100
Center: 48.149, 862.867
Radius: 19.873
Left Slip Surface Endpoint: 30.364, 854.000
Right Slip Surface Endpoint: 47.660,
843.000
Resisting Moment=14457.2 kN-m
Driving Moment=8940.16 kN-m

Method: janbu simplified

FS: 1.520770
Center: 47.342, 861.418
Radius: 18.420
Left Slip Surface Endpoint: 30.481, 854.000
Right Slip Surface Endpoint: 47.660,
843.000
Resisting Horizontal Force=608.788 kN
Driving Horizontal Force=400.316 kN

Method: gle/morgenstern-price

FS: 1.604110
Center: 48.149, 862.867
Radius: 19.873
Left Slip Surface Endpoint: 30.364, 854.000
Right Slip Surface Endpoint: 47.660,
843.000
Resisting Moment=14341 kN-m
Driving Moment=8940.16 kN-m
Resisting Horizontal Force=597.884 kN
Driving Horizontal Force=372.721 kN

Valid / Invalid Surfaces

Method: bishop simplified

Number of Valid Surfaces: 2169
Number of Invalid Surfaces: 2682
Error Codes:
Error Code -101 reported for 53 surfaces
Error Code -1000 reported for 2629 surfaces

Method: janbu simplified

Number of Valid Surfaces: 2169
Number of Invalid Surfaces: 2682
Error Codes:
Error Code -101 reported for 53 surfaces
Error Code -1000 reported for 2629 surfaces

Method: gle/morgenstern-price

Number of Valid Surfaces: 2169
Number of Invalid Surfaces: 2682
Error Codes:
Error Code -101 reported for 53 surfaces
Error Code -1000 reported for 2629 surfaces

List of All Coordinates

Search Grid

46.535	860.693
62.675	860.693
62.675	875.191
46.535	875.191

Material Boundary

28.660	844.000
28.660	853.000
29.660	853.000
29.660	845.000
37.396	845.000
39.396	844.000
46.160	844.000

Material Boundary

18.413	845.253
23.831	844.747
25.900	844.630

Material Boundary

26.160	853.000
28.660	853.000

Material Boundary

49.925 843.265
59.160 843.116

Material Boundary

18.660 845.500
24.160 845.500
25.900 844.630
27.160 844.000
28.660 844.000
37.160 844.000
39.160 843.000
42.660 843.000
47.660 843.000

Material Boundary

42.660 843.000
45.660 841.800
46.460 841.800
47.660 843.000

Material Boundary

0.000 838.585
12.465 837.348
67.072 831.934

Material Boundary

46.271 848.704
47.454 847.520
47.754 847.220
48.254 847.220
48.554 847.520
49.561 848.526
49.738 848.704

Material Boundary

0.000 812.690
12.465 811.817
30.431 809.865
58.652 807.465

Material Boundary

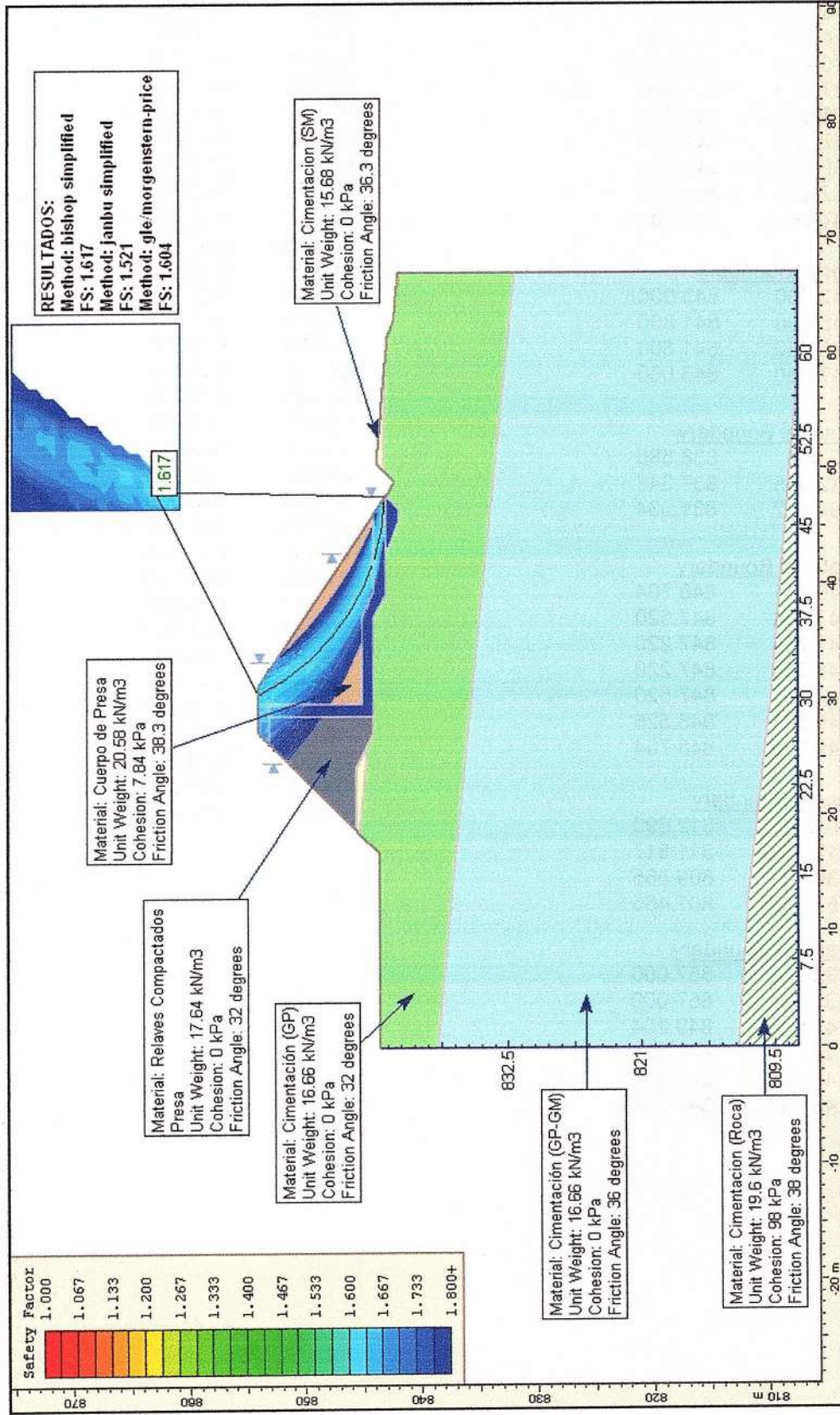
32.102 857.000
33.004 857.000
44.698 849.204
45.599 849.204
46.501 849.204
48.988 849.204

External Boundary

0.000 807.465
58.652 807.465
67.072 807.465
67.072 831.934
67.072 841.889
66.864 841.906
66.353 841.950
65.845 841.997
65.811 842.000
65.788 842.004
65.755 842.007
65.018 842.100
64.784 842.125
64.338 842.174
62.826 842.345
61.425 842.896
59.160 843.116
57.063 843.319
50.503 843.843
49.925 843.265
48.860 842.200
47.660 843.000
46.160 844.000
45.951 844.140
31.160 854.000
29.160 853.999
27.160 854.000
26.160 853.000
18.660 845.500
18.413 845.253
16.660 843.500
0.000 843.500
0.000 838.585
0.000 812.690

Estabilidad de la Presa de Ampliación al final de la construcción

C.1. Análisis en condición Estática:



C.2 Condición Al final de la construcción - Análisis Sísmico

(a.g = 0.23 G) :

Slide Analysis Information

Document Name

File Name: ANALISIS_SISMICO (C.2)

Project Settings

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Failure Direction: Left to Right
Units of Measurement: SI Units
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
Groundwater Method: Water Surfaces
Data Output: Standard
Calculate Excess Pore Pressure: Off
Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off
Random Numbers: Pseudo-random Seed
Random Number Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Analysis Methods

Analysis Methods used:
Bishop simplified
GLE/Morgenstern-Price with interslice force function: Half Sine
Janbu simplified

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50

Loading

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.23

Material Properties

Material: Presa de Ampliacion

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20.58 kN/m³
Cohesion: 11.76 kPa
Friction Angle: 36.8 degrees
Water Surface: None

Material: Cimentación (GP)

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 16.66 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 32 degrees
Water Surface: None

Material: Cimentacion (SM)

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 15.68 kN/m³
Cohesion: 39.2 kPa
Friction Angle: 31 degrees
Water Surface: None

Material: Cimentación (GP-GM)

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 16.66 kN/m³
Cohesion: 9.8 kPa
Friction Angle: 33 degrees
Water Surface: None

Material: Cimentacion (Roca)

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 19.6 kN/m³
Cohesion: 98 kPa
Friction Angle: 38 degrees
Water Surface: None

Material: Filtros y Drenes

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 17.64 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 35 degrees
Water Surface: None

Material: Relaves Compactados Presa

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 17.64 kN/m³
Cohesion: 7.86 kPa
Friction Angle: 30 degrees
Water Surface: None

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS: 1.063670
Center: 51.348, 869.971
Radius: 27.855
Left Slip Surface Endpoint: 28.527, 853.999
Right Slip Surface Endpoint: 48.811,
842.232
Resisting Moment=22922.9 kN-m
Driving Moment=21550.8 kN-m

Method: janbu simplified

FS: 1.006470
Center: 50.287, 869.043
Radius: 26.758
Left Slip Surface Endpoint: 28.159, 853.999
Right Slip Surface Endpoint: 48.657,
842.335
Resisting Horizontal Force=729.778 kN
Driving Horizontal Force=725.089 kN

Method: gle/morgenstern-price

FS: 1.062230
Center: 50.287, 869.043
Radius: 26.758
Left Slip Surface Endpoint: 28.159, 853.999
Right Slip Surface Endpoint: 48.657,
842.335
Resisting Moment=23460.3 kN-m
Driving Moment=22085.8 kN-m
Resisting Horizontal Force=752.632 kN
Driving Horizontal Force=708.538 kN

Valid / Invalid Surfaces

Method: bishop simplified

Number of Valid Surfaces: 1836
Number of Invalid Surfaces: 3015
Error Codes:
Error Code -113 reported for 166 surfaces
Error Code -1000 reported for 2849 surfaces

Method: janbu simplified

Number of Valid Surfaces: 1836
Number of Invalid Surfaces: 3015
Error Codes:
Error Code -113 reported for 166 surfaces
Error Code -1000 reported for 2849 surfaces

Method: gle/morgenstern-price

Number of Valid Surfaces: 1786
Number of Invalid Surfaces: 3065
Error Codes:
Error Code -111 reported for 50 surfaces
Error Code -113 reported for 166 surfaces
Error Code -1000 reported for 2849 surfaces

List of All Coordinates

Search Grid

47.105 869.043
68.317 869.043
68.317 887.604
47.105 887.604

Material Boundary

26.160 853.000
28.660 853.000

Material Boundary

28.660	844.000
28.660	853.000
29.660	853.000
29.660	845.000
37.396	845.000
39.396	844.000
46.160	844.000

Material Boundary

49.925	843.265
59.160	843.116

Material Boundary

18.660	845.500
24.160	845.500
25.900	844.630
27.160	844.000
28.660	844.000
37.160	844.000
39.160	843.000
42.660	843.000
47.660	843.000

Material Boundary

42.660	843.000
45.660	841.800
46.460	841.800
47.660	843.000

Material Boundary

0.000	838.585
12.465	837.348
67.072	831.934

Material Boundary

0.000	812.690
12.465	811.817
30.431	809.865
58.652	807.465

Material Boundary

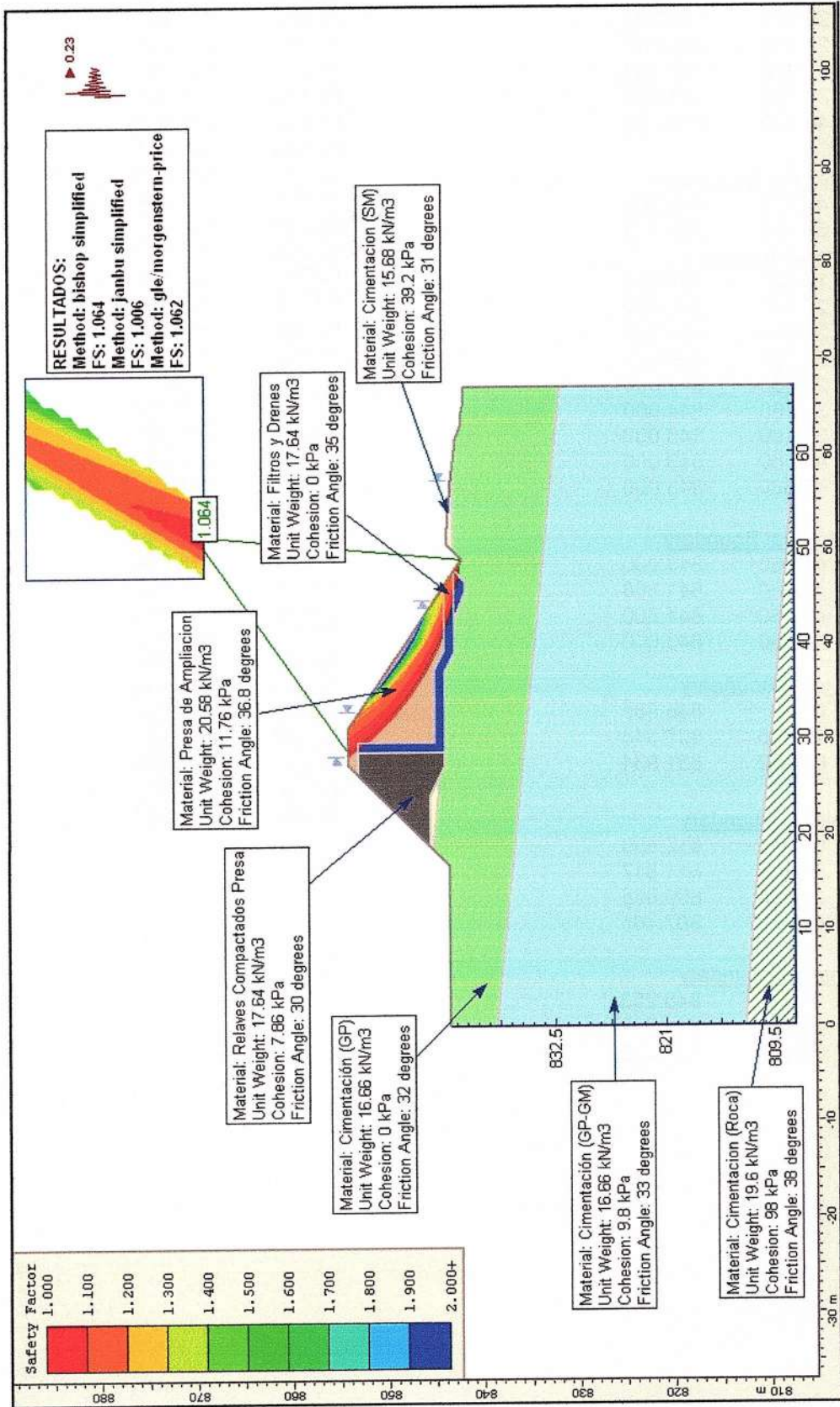
18.413	845.253
23.831	844.747
25.900	844.630

External Boundary

0.000	807.465
58.652	807.465
67.072	807.465
67.072	831.934
67.072	841.889
66.864	841.906
66.353	841.950
65.845	841.997
65.811	842.000
65.788	842.004
65.755	842.007
65.018	842.100
64.784	842.125
64.338	842.174
62.826	842.345
61.425	842.896
59.160	843.116
57.063	843.319
50.503	843.843
49.925	843.265
48.860	842.200
47.660	843.000
46.160	844.000
45.951	844.140
31.160	854.000
29.160	853.999
27.160	854.000
26.160	853.000
18.660	845.500
18.413	845.253
16.660	843.500
0.000	843.500
0.000	838.585
0.000	812.690

Estabilidad de la Presa de Ampliación al final de la construcción

C.2. Análisis en condición Sísmica (aceleración gravedad = 0.23 G) :



D.1 Condición Depósito Lleno a largo Plazo - Análisis Estático:

Document Name

File Name: ANALISIS_ESTATICO (C.1)

Project Settings

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Failure Direction: Left to Right
Units of Measurement: SI Units
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
Groundwater Method: Water Surfaces
Data Output: Standard
Calculate Excess Pore Pressure: Off
Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off
Random Numbers: Pseudo-random Seed
Random Number Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Analysis Methods

Analysis Methods used:
Bishop simplified
GLE/Morgenstern-Price with interslice force function: Half Sine
Janbu simplified

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50

Material Properties

Material: Relaves Existentes
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 13.72 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 32 degrees
Water Surface: None

Material: Cuerpo de Presa
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20.58 kN/m³
Cohesion: 7.84 kPa
Friction Angle: 38.3 degrees
Water Surface: None

Material: Cimentacion (SM)
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 15.68 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 36.3 degrees
Water Surface: None

Material: Cimentación (GP)
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 16.66 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 32 degrees
Water Surface: None

Material: Cimentación (GP-GM)
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 16.66 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 36 degrees
Water Surface: None

Material: Cimentacion (Roca)
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 19.6 kN/m³
Cohesion: 98 kPa
Friction Angle: 38 degrees
Water Surface: None

Material: Filtros y Drenes
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 17.64 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 35 degrees
Water Surface: None

Material: Relaves Compactados Presa
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 17.64 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 32 degrees
Water Surface: None

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS: 1.610730
Center: 48.745, 864.099
Radius: 21.189
Left Slip Surface Endpoint: 30.117, 853.999
Right Slip Surface Endpoint: 47.762, 842.932
Resisting Moment=15551.5 kN-m
Driving Moment=9654.92 kN-m

Method: janbu simplified

FS: 1.510950
Center: 45.663, 863.244
Radius: 20.420
Left Slip Surface Endpoint: 27.455, 854.000
Right Slip Surface Endpoint: 47.762, 842.932
Resisting Horizontal Force=945.804 kN
Driving Horizontal Force=625.967 Kn

Method: gle/morgenstern-price

FS: 1.601350
Center: 48.745, 864.099
Radius: 21.189
Left Slip Surface Endpoint: 30.117, 853.999
Right Slip Surface Endpoint: 47.762, 842.932
Resisting Moment=15460.9 kN-m
Driving Moment=9654.92 kN-m
Resisting Horizontal Force=605.604 kN
Driving Horizontal Force=378.184 kN

Valid / Invalid Surfaces

Method: bishop simplified

Number of Valid Surfaces: 2464
Number of Invalid Surfaces: 2387
Error Codes:
Error Code -1000 reported for 2387 surfaces

Method: janbu simplified

Number of Valid Surfaces: 2464
Number of Invalid Surfaces: 2387
Error Codes:
Error Code -1000 reported for 2387 surfaces

Method: gle/morgenstern-price

Number of Valid Surfaces: 2464
Number of Invalid Surfaces: 2387
Error Codes:
Error Code -1000 reported for 2387 surfaces

List of All Coordinates

Search Grid

44.635	863.244
65.184	863.244
65.184	880.347
44.635	880.347

Material Boundary

28.660	844.000
28.660	853.000
29.660	853.000
29.660	845.000
37.396	845.000
39.396	844.000
46.160	844.000

Material Boundary

0.000	843.700
16.860	843.700
18.413	845.253
18.660	845.500
26.160	853.000

Material Boundary

49.925 843.265
59.160 843.116

Material Boundary

18.660 845.500
24.160 845.500
25.900 844.630
27.160 844.000
28.660 844.000
37.160 844.000
39.160 843.000
42.660 843.000
47.660 843.000

Material Boundary

42.660 843.000
45.660 841.800
46.460 841.800
47.660 843.000

Material Boundary

0.000 838.585
12.465 837.348
67.072 831.934

Material Boundary

18.413 845.253
23.831 844.747
25.900 844.630

Material Boundary

0.000 812.690
12.465 811.817
30.431 809.865
58.652 807.465

Material Boundary

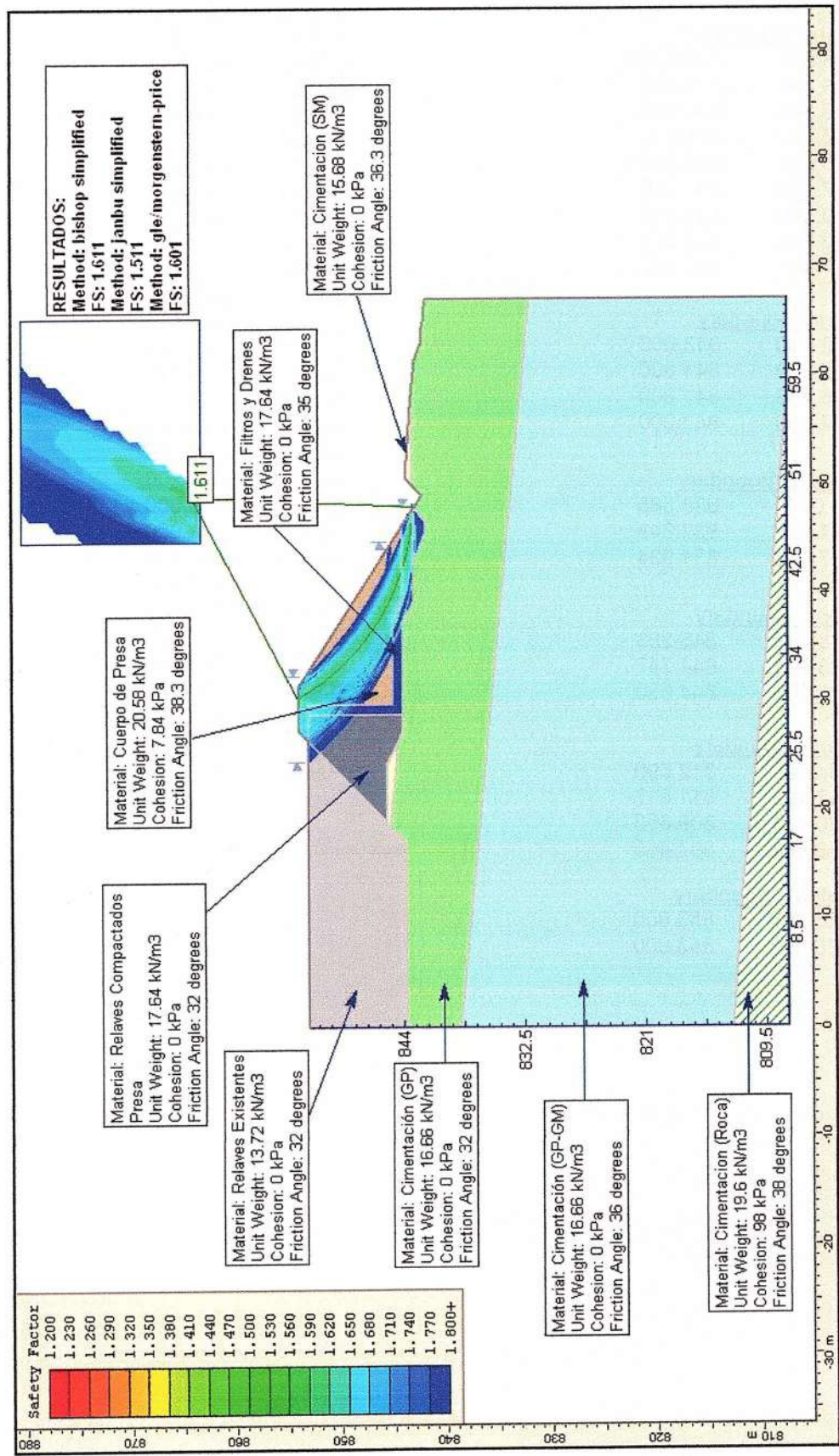
26.160 853.000
28.660 853.000

External Boundary

0.000 807.465
58.652 807.465
67.072 807.465
67.072 831.934
67.072 841.889
66.864 841.906
66.353 841.950
65.845 841.997
65.811 842.000
65.788 842.004
65.755 842.007
65.018 842.100
64.784 842.125
64.338 842.174
62.826 842.345
61.425 842.896
59.160 843.116
57.063 843.319
50.503 843.843
49.925 843.265
48.860 842.200
47.660 843.000
46.160 844.000
45.951 844.140
31.160 854.000
29.160 853.999
27.160 854.000
26.160 853.000
0.000 853.000
0.000 843.700
0.000 838.585
0.000 812.690

Estabilidad de la Presa de Ampliación con Depósito Lleno a Largo Plazo

D.1. Análisis en condición Estática:



D.2 Condición Deposito Lleno a largo plazo - Análisis Sísmico

(a.g = 0.23 G) :

Slide Analysis Information

Document Name

File Name: ANALISIS_SISMICO (D.2)

Project Settings

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Failure Direction: Left to Right
Units of Measurement: SI Units
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
Groundwater Method: Water Surfaces
Data Output: Standard
Calculate Excess Pore Pressure: Off
Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off
Random Numbers: Pseudo-random Seed
Random Number Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Analysis Methods

Analysis Methods used:

Bishop simplified
GLE/Morgenstern-Price with interslice force function: Half Sine
Janbu simplified

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50

Loading

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.23

Material Properties

Material: Relaves Existentes

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 13.72 kN/m³
Cohesion: 9.8 kPa
Friction Angle: 0 degrees
Water Surface: None

Material: Cimentacion (SM)

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 15.68 kN/m³
Cohesion: 39.2 kPa
Friction Angle: 31 degrees
Water Surface: None

Material: Presa de Ampliacion

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20.58 kN/m³
Cohesion: 11.76 kPa
Friction Angle: 36.8 degrees
Water Surface: None

Material: Cimentación (GP-GM)

Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 16.66 kN/m³
Cohesion: 9.8 kPa
Friction Angle: 33 degrees
Water Surface: None

Material: Cimentación (GP-GM)
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 16.66 kN/m³
Cohesion: 9.8 kPa
Friction Angle: 33 degrees
Water Surface: None

Material: Cimentacion (Roca)
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 19.6 kN/m³
Cohesion: 98 kPa
Friction Angle: 38 degrees
Water Surface: None

Material: Filtros y Drenes
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 17.64 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 35 degrees
Water Surface: None

Material: Relaves Compactados Presa
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 17.64 kN/m³
Cohesion: 7.86 kPa
Friction Angle: 30 degrees
Water Surface: None

Global Minimums

Method: bishop simplified
FS: 1.060460
Center: 50.084, 868.742
Radius: 26.484
Left Slip Surface Endpoint: 28.083, 853.999
Right Slip Surface Endpoint: 48.720, 842.293
Resisting Moment=23777.3 kN-m
Driving Moment=22421.7 kN-m

Method: janbu simplified
FS: 1.00000
Center: 49.295, 868.742
Radius: 26.455
Left Slip Surface Endpoint: 27.328, 854.000
Right Slip Surface Endpoint: 48.720, 842.293
Resisting Horizontal Force=837.842 kN
Driving Horizontal Force=838.112 kN

Method: gle/morgenstern-price
FS: 1.061150
Center: 50.084, 868.742
Radius: 26.484
Left Slip Surface Endpoint: 28.083, 853.999
Right Slip Surface Endpoint: 48.720, 842.293
Resisting Moment=23792.8 kN-m
Driving Moment=22421.7 kN-m
Resisting Horizontal Force=771.03 kN
Driving Horizontal Force=726.598 kN

Valid / Invalid Surfaces

Method: bishop simplified
Number of Valid Surfaces: 2763
Number of Invalid Surfaces: 2088
Error Codes:
Error Code -101 reported for 97 surfaces
Error Code -1000 reported for 1991 surfaces

Method: janbu simplified
Number of Valid Surfaces: 2763
Number of Invalid Surfaces: 2088
Error Codes:
Error Code -101 reported for 97 surfaces
Error Code -1000 reported for 1991 surfaces

Method: gle/morgenstern-price
Number of Valid Surfaces: 2693
Number of Invalid Surfaces: 2158
Error Codes:
Error Code -101 reported for 97 surfaces
Error Code -111 reported for 70 surfaces
Error Code -1000 reported for 1991 surfaces

List of All Coordinates

Search Grid

44.559	868.742
60.345	868.742
60.345	883.132
44.559	883.132

Material Boundary

26.160	853.000
28.660	853.000

Material Boundary

28.660	844.000
28.660	853.000
29.660	853.000
29.660	845.000
37.396	845.000
39.396	844.000
46.160	844.000

Material Boundary

49.925	843.265
59.160	843.116

Material Boundary

18.660	845.500
24.160	845.500
25.900	844.630
27.160	844.000
28.660	844.000
37.160	844.000
39.160	843.000
42.660	843.000
47.660	843.000

Material Boundary

42.660	843.000
45.660	841.800
46.460	841.800
47.660	843.000

Material Boundary

0.000	838.585
12.465	837.348
67.072	831.934

Material Boundary

0.000	812.690
12.465	811.817
30.431	809.865
58.652	807.465

Material Boundary

18.413	845.253
23.831	844.747
25.900	844.630

Material Boundary

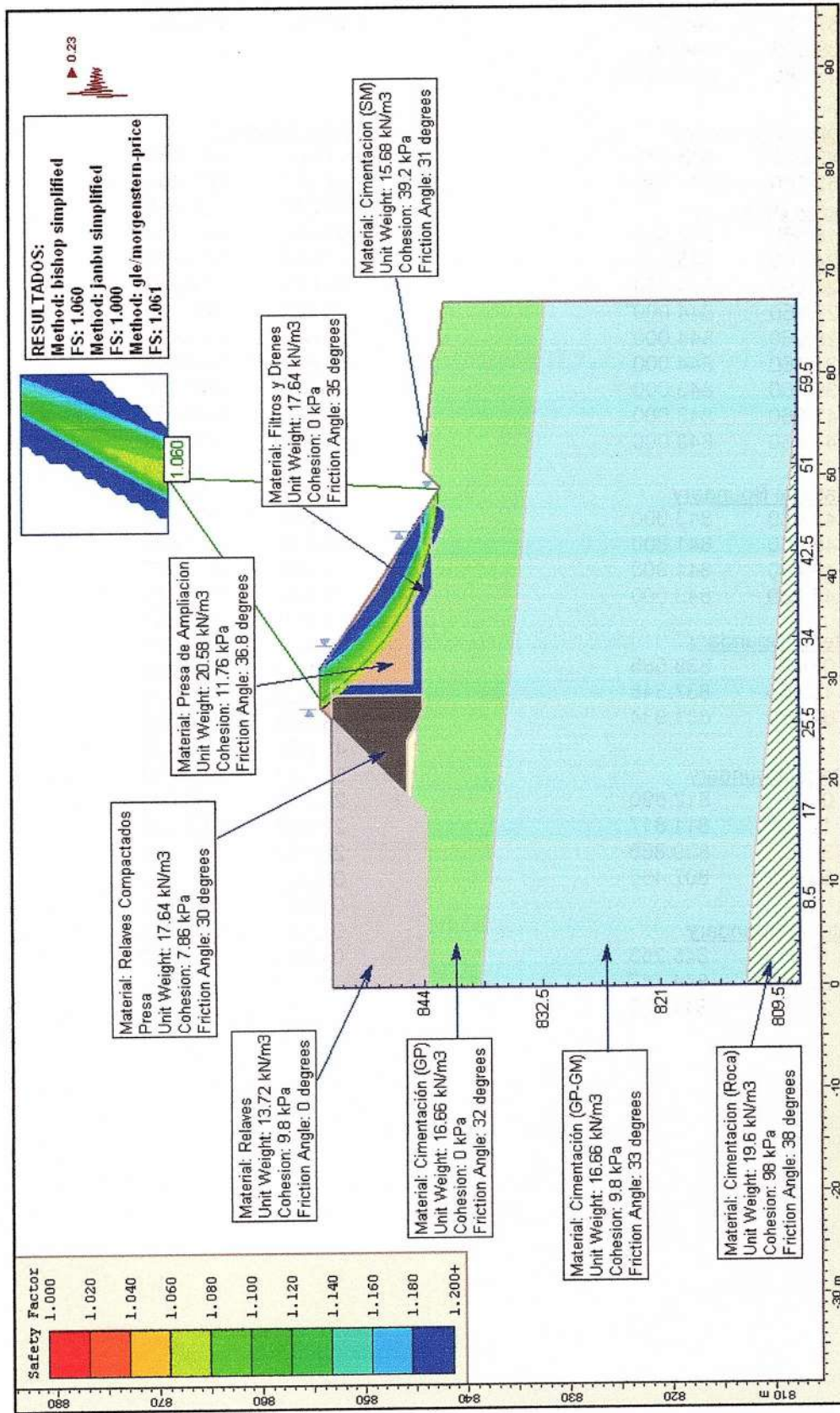
0.000	843.700
16.860	843.700
18.413	845.253
18.660	845.500
26.160	853.000

External Boundary

0.000	807.465
58.652	807.465
67.072	807.465
67.072	831.934
67.072	841.889
66.864	841.906
66.353	841.950
65.845	841.997
65.811	842.000
65.788	842.004
65.755	842.007
65.018	842.100
64.784	842.125
64.338	842.174
62.826	842.345
61.425	842.896
59.160	843.116
57.063	843.319
50.503	843.843
49.925	843.265
48.860	842.200
47.660	843.000
46.160	844.000
45.951	844.140
31.160	854.000
29.160	853.999
27.160	854.000
26.160	853.000
0.000	853.000
0.000	843.700
0.000	838.585
0.000	812.690

Estabilidad de la Presa de Ampliación Depósito Lleno a Largo Plazo

D.2. Análisis en condición Sísmica (aceleración gravedad = 0.23 G) :



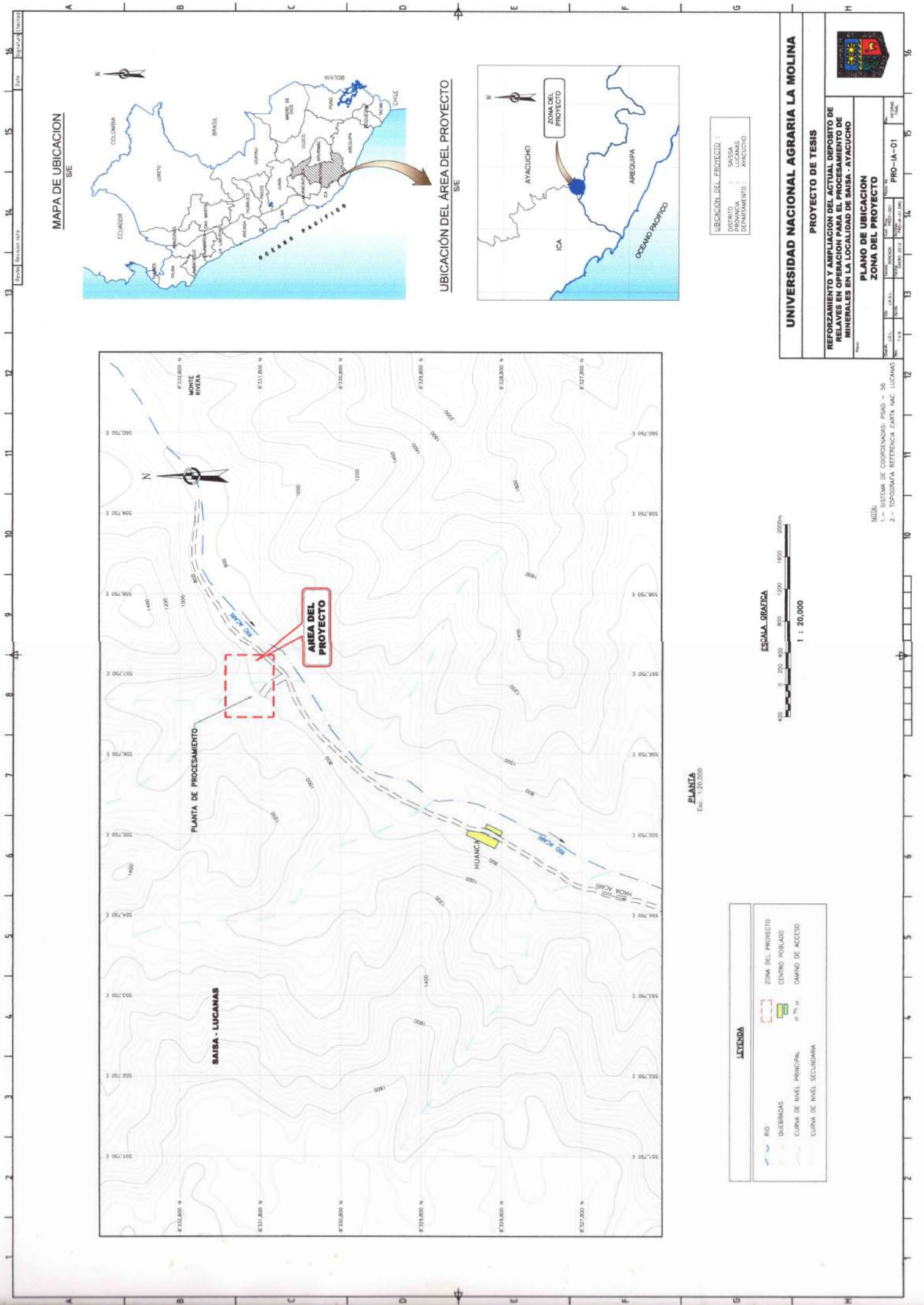
ANEXO 11

PLANOS

**PROYECTO DE TESIS
VOLUMEN 2: PLANOS**

INDICE GENERAL

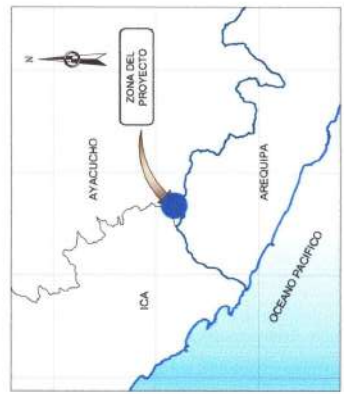
1. PLANO DE UBICACIÓN ZONA DEL PROYECTO	PRO-IA-01
2. PLANO TOPOGRAFICO	PRO-IA-02
3. PLANO GEOLOGICO REGIONAL	PRO-IA-03
4. PLANO GEOLOGICO LOCAL	PRO-IA-04
5. PLANO DE INVESTIGACIONES GEOTECNICAS	PRO-IA-05
6. SECCION GEOTECNICA 1-1'	PRO-IA-06
7. SECCION GEOTECNICA 2-2'	PRO-IA-07
8. SECCION GEOTECNICA 3-3'	PRO-IA-08
9. PLANO DE UBICACIÓN DE CANTERAS	PRO-IA-09
10. DIAGRAMA DE CANTERAS	PRO-IA-10
11. PLANO HIDROLOGICO	PRO-IA-11
12. DISPOSICION GENERAL DE OBRAS PROYECTADAS	PRO-IA-12
13. PRESA PROYECTADA - PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL	PRO-IA-13
14. PRESA PROYECTADA SECCIONES TRANSVERSALES PROG. 0+000 - 0+020	PRO-IA-14
15. PRESA PROYECTADA SECCIONES TRANSVERSALES PROG. 0+030 - 0+050	PRO-IA-15
16. PRESA PROYECTADA SECCIONES TRANSVERSALES PROG. 0+060 - 0+080	PRO-IA-16
17. PRESA PROYECTADA SECCIONES TRANSVERSALES PROG. 0+090 - 0+110	PRO-IA-17
18. PRESA PROYECTADA SECCIONES TRANSVERSALES PROG. 0+120 - 0+140	PRO-IA-18
19. PRESA PROYECTADA SECCIONES TRANSVERSALES PROG. 0+150 - 0+160	PRO-IA-19
20. PRESA PROYECTADA SECCIONES TRANSVERSALES PROG. 0+170 - 0+180	PRO-IA-20
21. PRESA PROYECTADA SECCIONES TRANSVERSALES PROG. 0+190 - 0+210	PRO-IA-21
22. PRESA PROYECTADA SECCIONES TRANSVERSALES PROG. 0+220 - 0+235.98	PRO-IA-22
23. VASO DE ALMACENAMIENTO PLANTA	PRO-IA-23
24. VASO DE ALMACENAMIENTO SECCION 1-1'	PRO-IA-24
25. VASO DE ALMACENAMIENTO SECCION 2-2'	PRO-IA-25
26. VASO DE ALMACENAMIENTO SECCION 3-3'	PRO-IA-26
27. CONTRAFUERTE ESTABILIZADOR - VISTA DE PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL	PRO-IA-27
28. CONTRAFUERTE ESTABILIZADOR SECCIONES TRANSVERSALES 0+000 - 0+020	PRO-IA-28
29. CONTRAFUERTE ESTABILIZADOR SECCIONES TRANSVERSALES 0+030 - 0+050	PRO-IA-29
30. CONTRAFUERTE ESTABILIZADOR SECCIONES TRANSVERSALES 0+060 - 0+080	PRO-IA-30
31. CONTRAFUERTE ESTABILIZADOR SECCIONES TRANSVERSALES 0+090 - 0+108.84	PRO-IA-31
32. SISTEMA DE DRENAJE - VISTA DE PLANTA	PRO-IA-32
33. SISTEMA DE DRENAJE Y SUBDRENAJE DEL DEPOSITO SECCIONES	PRO-IA-33
34. SISTEMA DE DRENAJE - CAJA DE CONCRETO	PRO-IA-34
35. POZA DE AGUAS DE INFILTRACION PLANTA, SECCIONES Y DETALLES	PRO-IA-35



MAPA DE UBICACION
S/E



UBICACION DEL AREA DEL PROYECTO
S/E



UBICACION DEL PROYECTO :
 DISTRITO : SAISA
 PROVINCIA : LUCANAS
 DEPARTAMENTO : AYACUCHO

PLANTA
Escala: 1:20,000



LEYENDA

	RIO
	QUEBRADAS
	ZONA DEL PROYECTO
	CENTRO POBLADO
	CURVA DE NIVEL PRINCIPAL
	CURVA DE NIVEL SECUNDARIA
	DAMINO DE ACCESO

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

PROYECTO DE TESIS

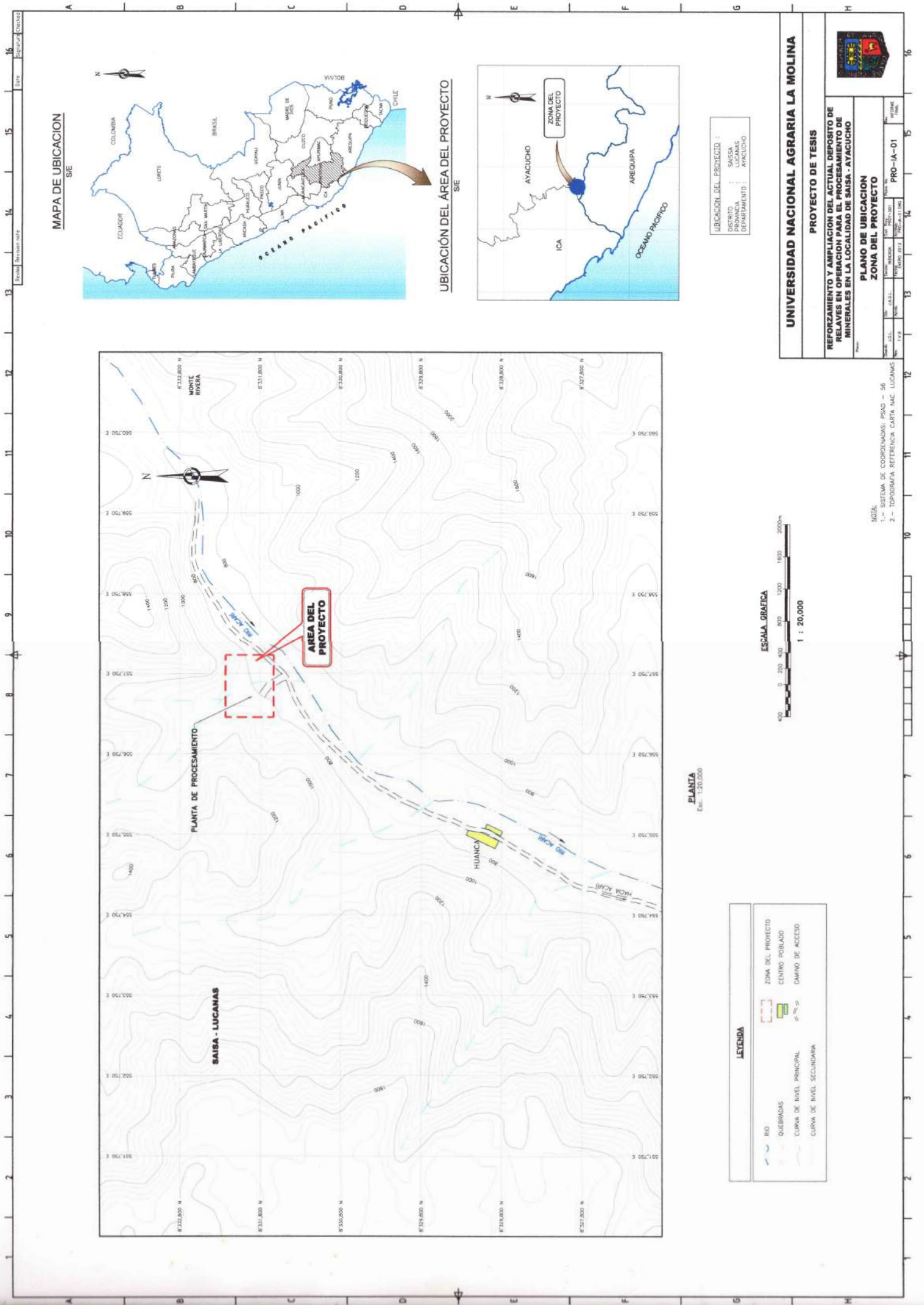
REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL DEPOSITO DE RELAYES EN OPERACION PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - AYACUCHO

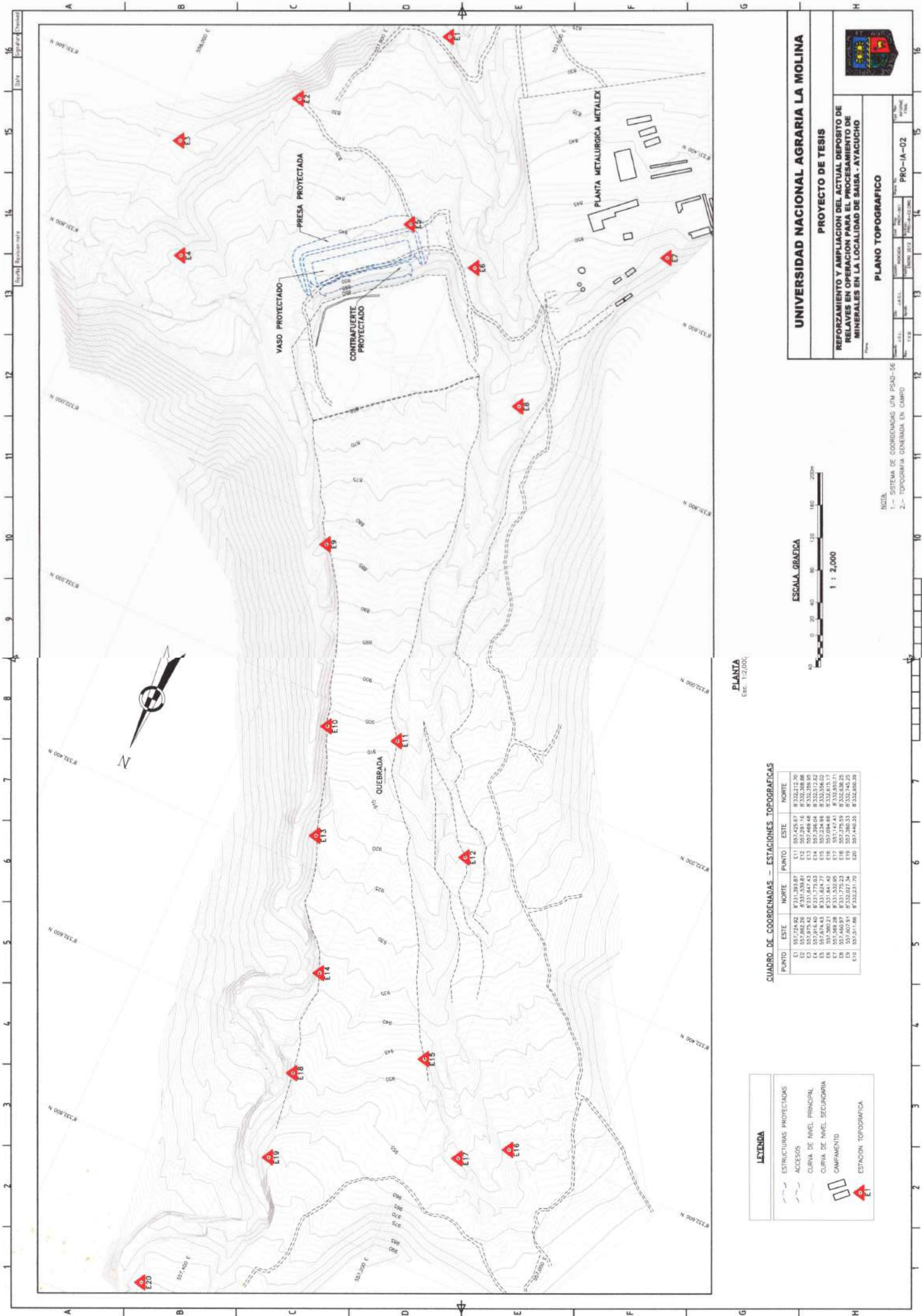
PLANO DE UBICACION ZONA DEL PROYECTO

MOZA:
 1.- SISTEMA DE COORDINADAS: PSAD - 56
 2.- TOPOGRAFIA REFERENCIA CARTA MAC LUCANAS



PRO-IA-01





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

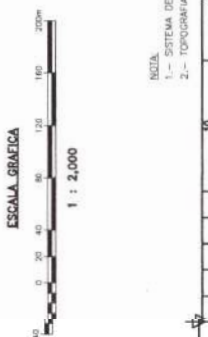
PROYECTO DE TESIS

REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL DEPOSITO DE RELAVES EN OPERACION PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - AYACUCHO

PLANO TOPOGRAFICO

TITULO: SAISA
AUTOR: J.A.L.
FECHA: 2013
Escala: 1:2000

PRO-IA-02



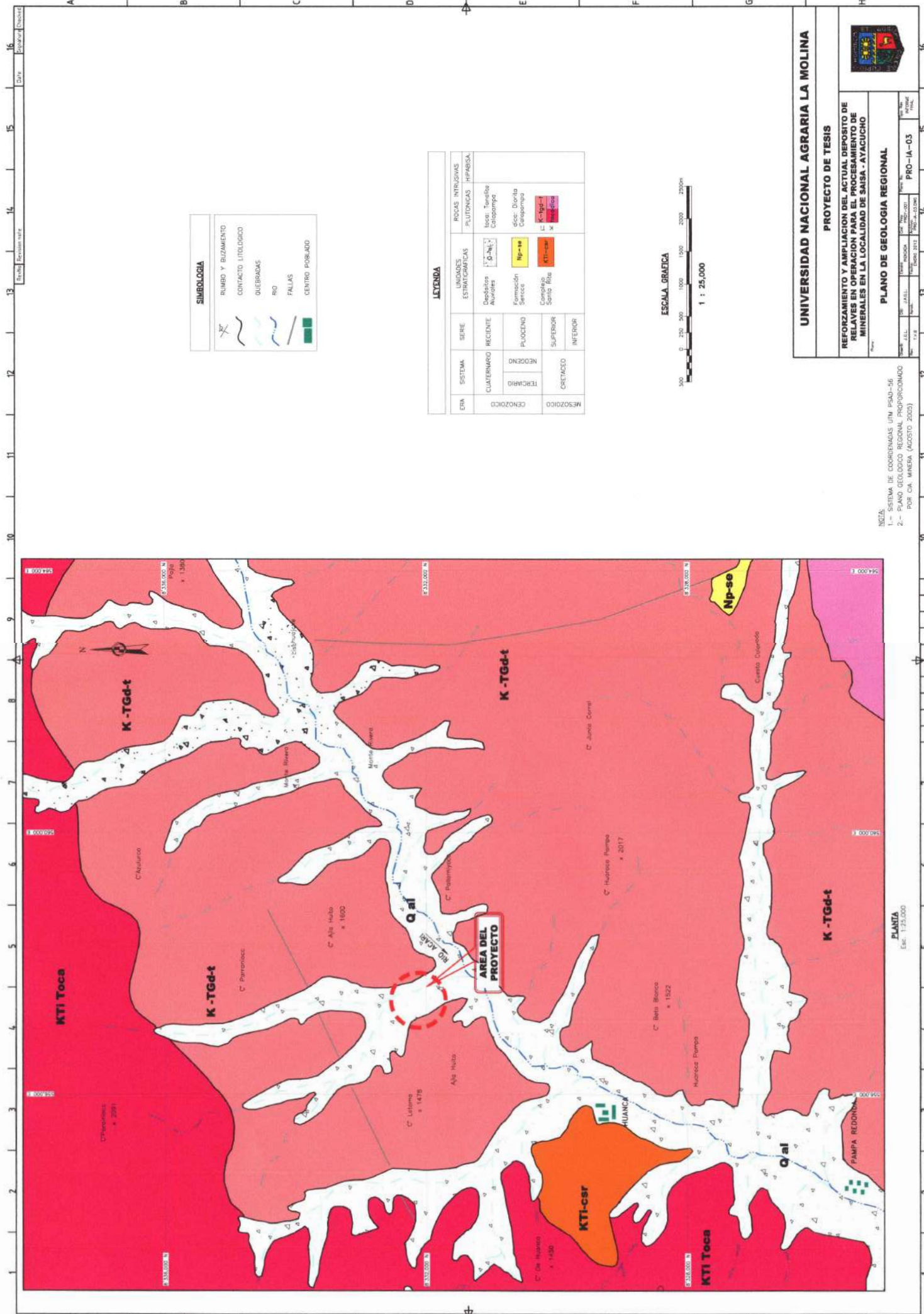
CUADRO DE COORDENADAS - ESTACIONES TOPOGRAFICAS

PUNTO	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
E1	557,728,92	8,532,289,97	557,729,16	8,532,292,90
E2	557,729,42	8,532,290,47	557,729,42	8,532,290,95
E3	557,775,42	8,532,287,43	557,775,42	8,532,287,43
E4	557,775,42	8,532,287,43	557,775,42	8,532,287,43
E5	557,775,42	8,532,287,43	557,775,42	8,532,287,43
E6	557,775,42	8,532,287,43	557,775,42	8,532,287,43
E7	557,775,42	8,532,287,43	557,775,42	8,532,287,43
E8	557,775,42	8,532,287,43	557,775,42	8,532,287,43
E9	557,775,42	8,532,287,43	557,775,42	8,532,287,43
E10	557,775,42	8,532,287,43	557,775,42	8,532,287,43
E11	557,775,42	8,532,287,43	557,775,42	8,532,287,43
E12	557,775,42	8,532,287,43	557,775,42	8,532,287,43
E13	557,775,42	8,532,287,43	557,775,42	8,532,287,43
E14	557,775,42	8,532,287,43	557,775,42	8,532,287,43
E15	557,775,42	8,532,287,43	557,775,42	8,532,287,43
E16	557,775,42	8,532,287,43	557,775,42	8,532,287,43
E17	557,775,42	8,532,287,43	557,775,42	8,532,287,43
E18	557,775,42	8,532,287,43	557,775,42	8,532,287,43
E19	557,775,42	8,532,287,43	557,775,42	8,532,287,43
E20	557,775,42	8,532,287,43	557,775,42	8,532,287,43

LEYENDA

- ESTRUCTURAS PROYECTADAS
- ACCESOS
- CURVA DE NIVEL PRINCIPAL
- CURVA DE NIVEL SECUNDARIA
- CAMPAMENTO
- ESTACION TOPOGRAFICA

NOTA:
1.- SISTEMA DE COORDENADAS UTM PSCS-56
2.- TOPOGRAFIA GERENIDA EN CAMPO

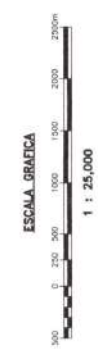


SIMBOLOGIA

	RUMBO Y BUZAMIENTO
	CONTACTO LITOLÓGICO
	QUEBRADAS
	RIO
	FALLAS
	CENTRO POBLADO

LEYENDA

ERA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES ESTRATIGRAFICAS	ROCAS INTRUSIVAS
CUATERNARIO	RECIENTE	PLUOCENO	Depositos Aluviales	locas: Tonello Colasampa
			Formación Saiza	locas: Danta Colasampa
TERCIARIO	NEOCENO	SUPERIOR	Compuh Santa Rita	locas: K-Tgd-t, K-TI-csr, K-TI-toca
			INFERIOR	
MESOZOICO	CRETACEO			



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

PROYECTO DE TESIS

REFORZAMIENTO Y APLICACION DEL ACTUAL DEPOSITO DE RELIEVES EN OPERACION PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAIZA - AYACUCHO

PLANO DE GEOLOGIA REGIONAL

Nombre: _____

Matrícula: _____

Fecha: _____

PRO-IA-03

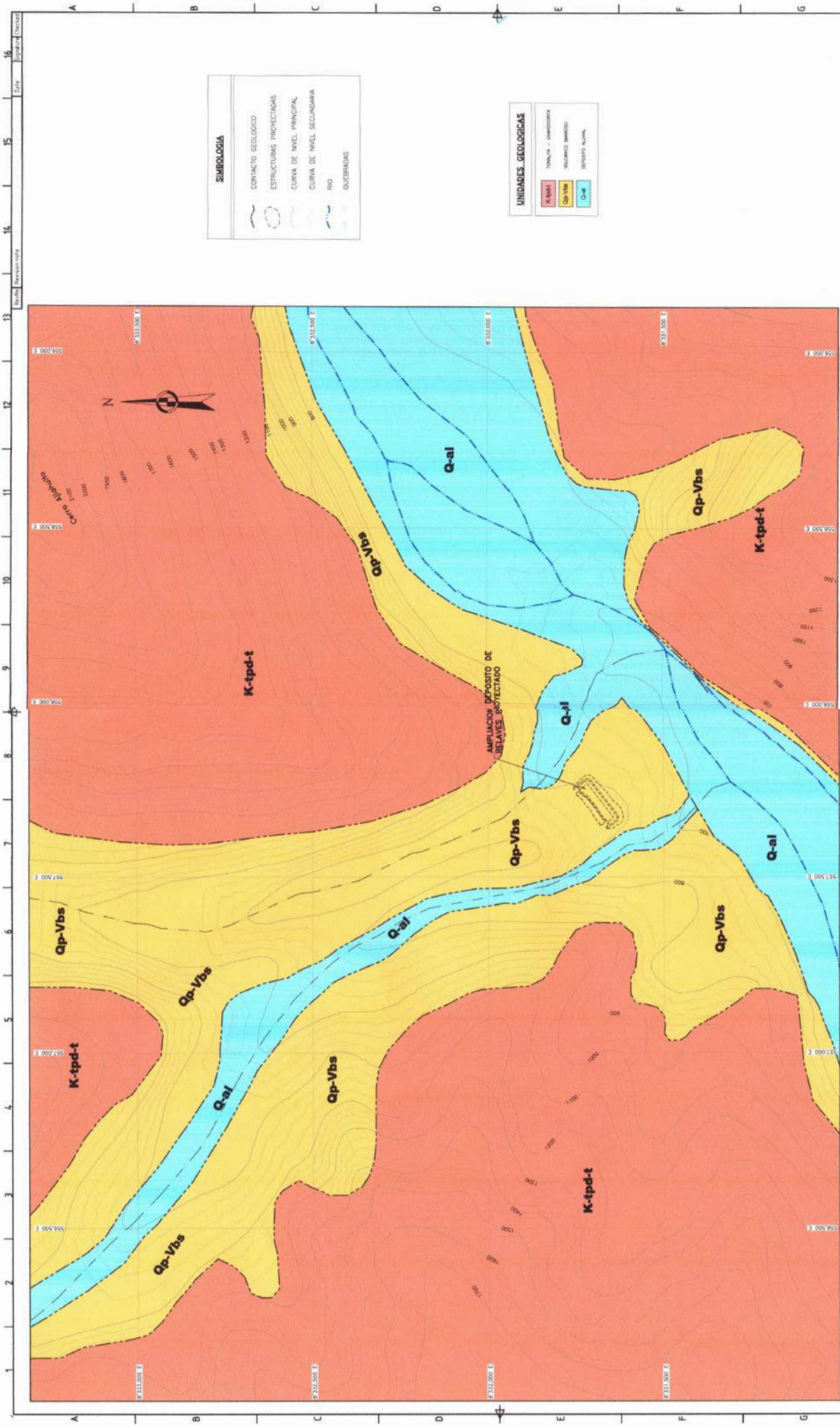
NOTA:

1.- SISTEMA DE COORDENADAS UTM PSAD-56

2.- PLANO GEOLOGICO REGIONAL PROPORCIONADO POR CIA MINERA (AGOSTO 2002)

PLANTA

Escala: 1:25,000



SIMBOLOGIA

	CONTACTO GEOLOGICO
	ESTRUCTURAS PROYECTADAS
	CURVA DE NIVEL PRINCIPAL
	CURVA DE NIVEL SECUNDARIA
	RIO
	QUEBRADAS

UNIDADES GEOLOGICAS

	K-tpd-t - TERCERA FORMACION
	Qp-Vbs - VALCABO VIEJO
	Q-al - QUEBRADAS ALTA

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

PROYECTO DE TESIS

REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL DEPOSITO DE RELAVES EN OPERACION PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - AYACUCHO

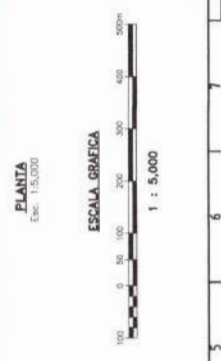
PLANO DE GEOLOGIA LOCAL

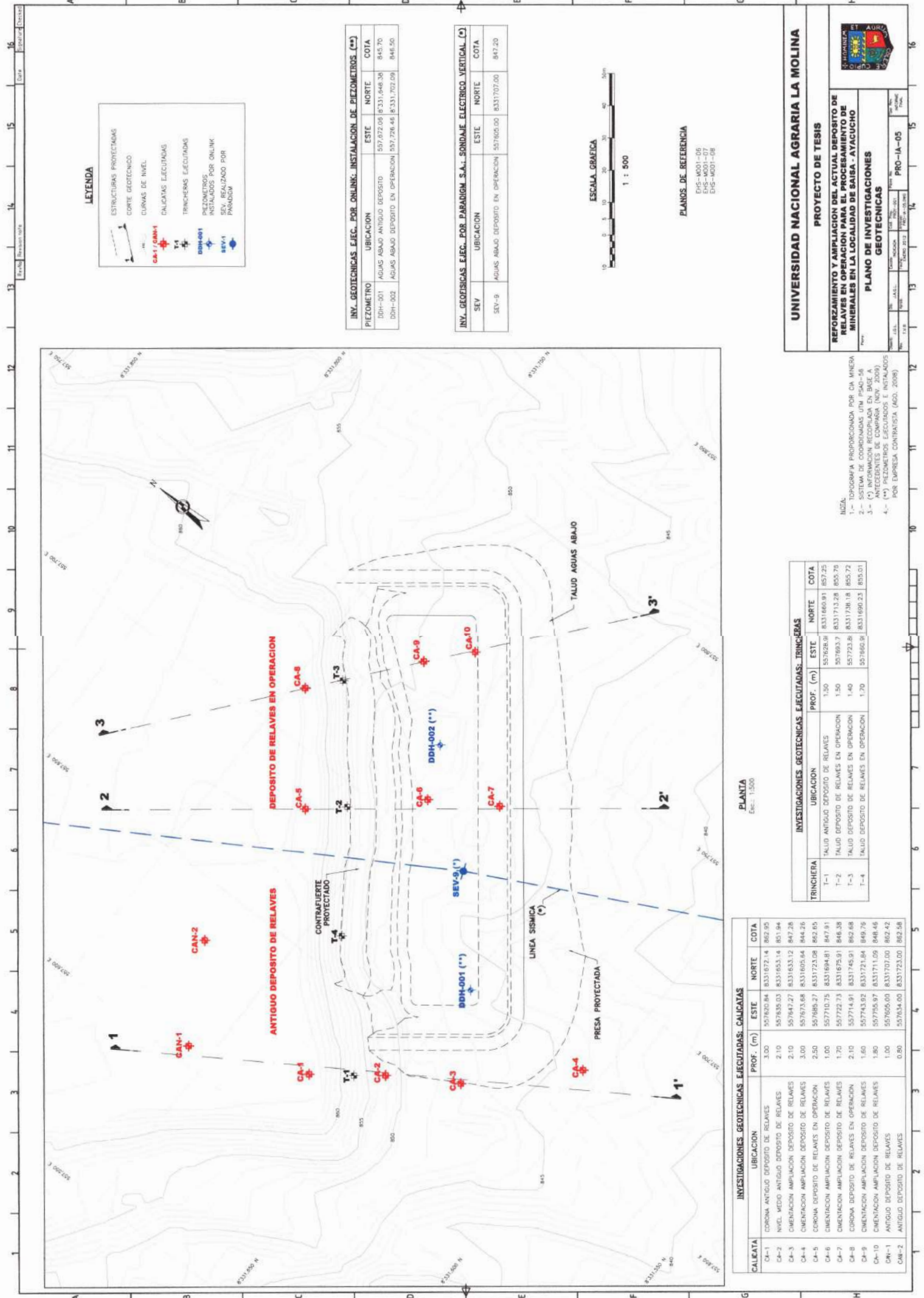
PRO-IA-04

NOTA:

1.- SISTEMA DE COORDENADAS UTM PSAO-56

2.- PLANO GEOLOGICO LOCAL PROPORCIONADO POR DIA MINERA (DICIEMBRE 2005)





LEYENDA

- ESTRUCTURAS PROYECTADAS
- CORTE GEOTECNICO
- CURVAS DE NIVEL
- CAJALITAS EJECUTADAS
- TRINCHERAS EJECUTADAS
- PIEZOMETROS INSTALADOS POR ONLINE
- SEV. REALIZADO POR PARADIGM

INV. GEOTECNICAS EJEC. POR ONLINE: INSTALACION DE PIEZOMETROS ()**

PIEZOMETRO	UBICACION	ESTE	NORTE	COTA
DDH-001	AGUAS ABAJO DEPOSITO	557,672.05	8331,646.36	845.70
DDH-002	AGUAS ABAJO DEPOSITO EN OPERACION	557,226.46	8331,702.09	846.50

INV. GEOTECNICAS EJEC. POR PARADIGM S.A.: SONDARJE ELECTRICO VERTICAL (*)

SEV	UBICACION	ESTE	NORTE	COTA
SEV-9	AGUAS ABAJO DEPOSITO EN OPERACION	557605.00	8331707.00	847.20



PLANOS DE REFERENCIA

- ENS-M001-06
- ENS-M001-07
- ENS-M001-08

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

PROYECTO DE TESIS

REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL DEPOSITO DE RELAVES EN OPERACION PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - AYACUCHO

PLANO DE INVESTIGACIONES GEOTECNICAS

PRO-IA-05

- NOTA: PROSPECTIVA PROPORCIONADA POR CIA MINERA
- 1.- SISTEMA DE COORDENADAS UTM PSAD-56
 - 2.- INFORMACION RECOLECTADA EN BASE A ANTECEDENTES DE COMPAÑIA (NOV. 2009)
 - 3.- INFORMACION RECOLECTADA EN BASE A ANTECEDENTES DE COMPAÑIA (NOV. 2009)
 - 4.- (***) PIEZOMETROS EJECUTADOS E INSTALADOS POR EMPRESA CONTRATISTA (AGO. 2008)

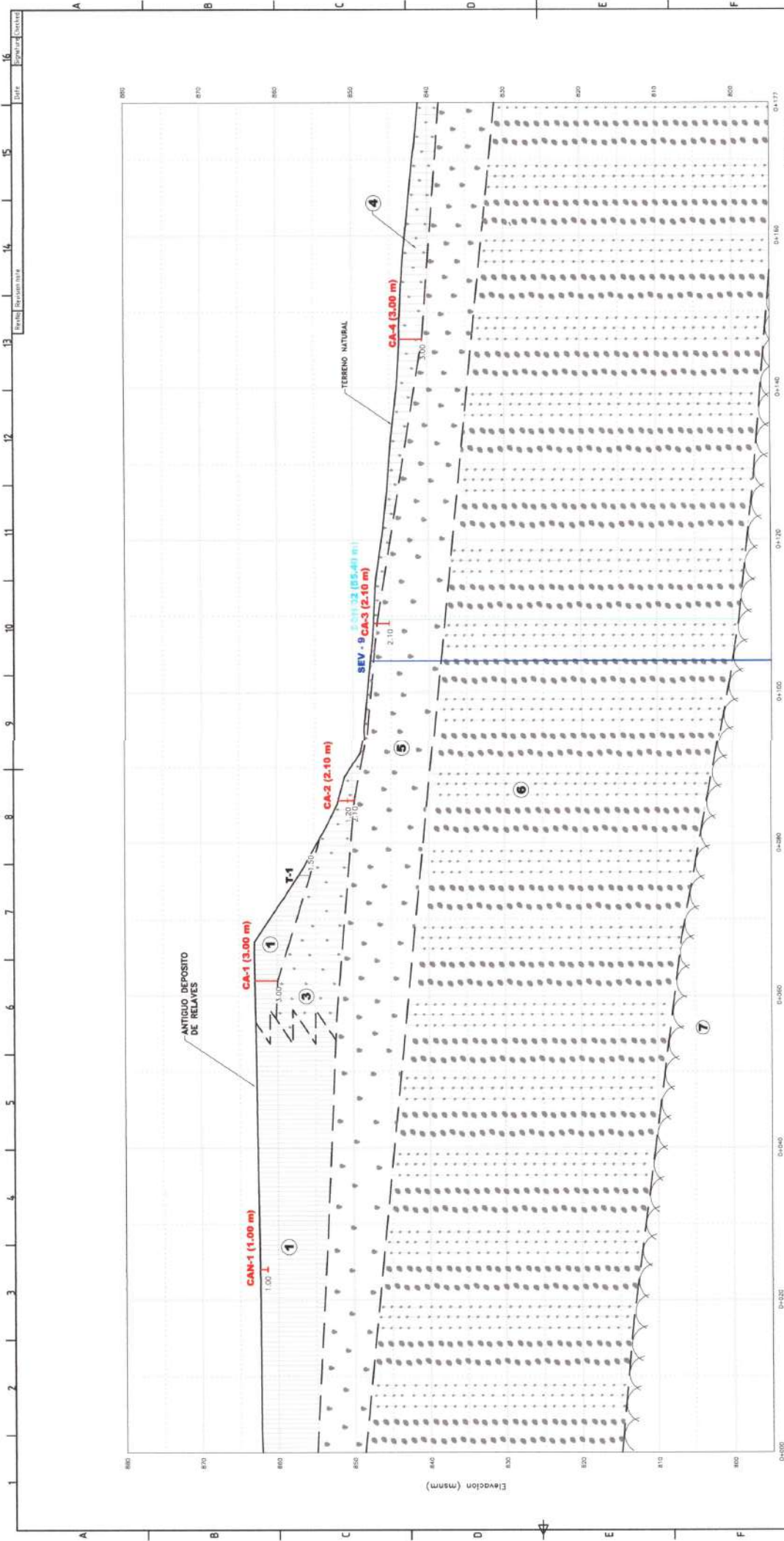
PLANTA
Esc: 1:500

INVESTIGACIONES GEOTECNICAS EJECUTADAS: CAJALITAS

CAJALITA	UBICACION	PROF. (m)	ESTE	NORTE	COTA
CA-1	CORONA ANTIGUO DEPOSITO DE RELAVES	3.00	557620.84	8331672.14	862.95
CA-2	NIVEL MEDIO ANTIGUO DEPOSITO DE RELAVES	2.10	557635.03	8331633.14	851.94
CA-3	ORIENTACION AMPLIACION DEPOSITO DE RELAVES	2.10	557647.27	8331633.12	847.26
CA-4	ORIENTACION AMPLIACION DEPOSITO DE RELAVES	3.00	557673.68	8331605.64	844.26
CA-5	CORONA DEPOSITO DE RELAVES EN OPERACION	2.50	557695.27	8331723.08	862.65
CA-6	CORONA AMPLIACION DEPOSITO DE RELAVES	1.00	557710.75	8331694.81	847.81
CA-7	ORIENTACION AMPLIACION DEPOSITO DE RELAVES	1.70	557722.73	8331675.91	846.38
CA-8	CORONA DEPOSITO DE RELAVES EN OPERACION	2.10	557714.91	8331745.91	862.68
CA-9	ORIENTACION AMPLIACION DEPOSITO DE RELAVES	1.60	557743.92	8331721.64	849.79
CA-10	ORIENTACION AMPLIACION DEPOSITO DE RELAVES	1.80	557755.97	8331711.09	848.48
DM-1	ANTIGUO DEPOSITO DE RELAVES	1.00	557605.00	8331707.00	862.42
CA-2	ANTIGUO DEPOSITO DE RELAVES	0.80	557634.00	8331723.00	862.58

INVESTIGACIONES GEOTECNICAS EJECUTADAS: TRINCHERAS

TRINCHERA	UBICACION	PROF. (m)	ESTE	NORTE	COTA
T-1	TALUD ANTIGUO DEPOSITO DE RELAVES	1.30	557626.91	8331660.91	857.25
T-2	TALUD DEPOSITO DE RELAVES EN OPERACION	1.50	557693.7	8331713.28	855.76
T-3	TALUD DEPOSITO DE RELAVES EN OPERACION	1.40	557723.8	8331738.18	855.72
T-4	TALUD DEPOSITO DE RELAVES EN OPERACION	1.70	557660.8	8331690.23	855.01



SIMBOLOGIA

- CA: CAJAS EJECUTADAS
- TR: TRINCHERAS EJECUTADAS
- PI: PIEZOMETRO EXISTENTE
- SE: SONDAGE ELECTRICO VERTICAL EJECUTADO

LEYENDA

1	RELAVES EXISTENTES	LMOS
2	PRESA EXISTENTE	GRAVA LIMOSA
3	PRESA EXISTENTE	ARENA LIMOSA
4	CIENENTACION PRESA EXISTENTE	ARENA LIMOSA
5	CIENENTACION PRESA EXISTENTE	GRAVAS MAL GRADUADAS, FRAGMENTOS HASTA 40 CM
6	CIENENTACION PRESA EXISTENTE	GRAVA LIMOSA MAL GRADUADA
7	CIENENTACION PRESA EXISTENTE	ROCA

PARAMETROS GEOTECNICOS DE LOS MATERIALES QUE CONFORMAN EL DEPOSITO DE RELAVES EXISTENTE Y SU CIENENTACION

ITEM DESCRIPCION	SUCS	RESISTENCIA NAT. (γ')	RESISTENCIA Drenado (γ')	RESISTENCIA No Drenado		
				c_u (T/m ²)	ϕ_u (gr)	
1 RELAVES EXISTENTES	ML	1.4	0.0	20*	1.6	0*
2 PRESA EXISTENTE	GP-GM	1.6	0.0	35*	0.5	32*
3 PRESA EXISTENTE	SM	1.8	0.0	34.7*	1.0	33*
4 CIENENTACION PRESA	SM	1.6	0.0	36.3*	4.0	31*
5 CIENENTACION PRESA	GP	1.7	0.0	32*	0.0	32*
6 CIENENTACION PRESA	GP-GM	1.7	0.0	36*	1.0	33*
7 CIENENTACION PRESA	ROCA	2.0	10.0	38*	10.0	38*

SECCION GEOTECNICA 1-1'
ESC. 1:250

PLANOS DE REFERENCIA
PRO-IA-03
PRO-IA-07
PRO-IA-08

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

PROYECTO DE TESIS

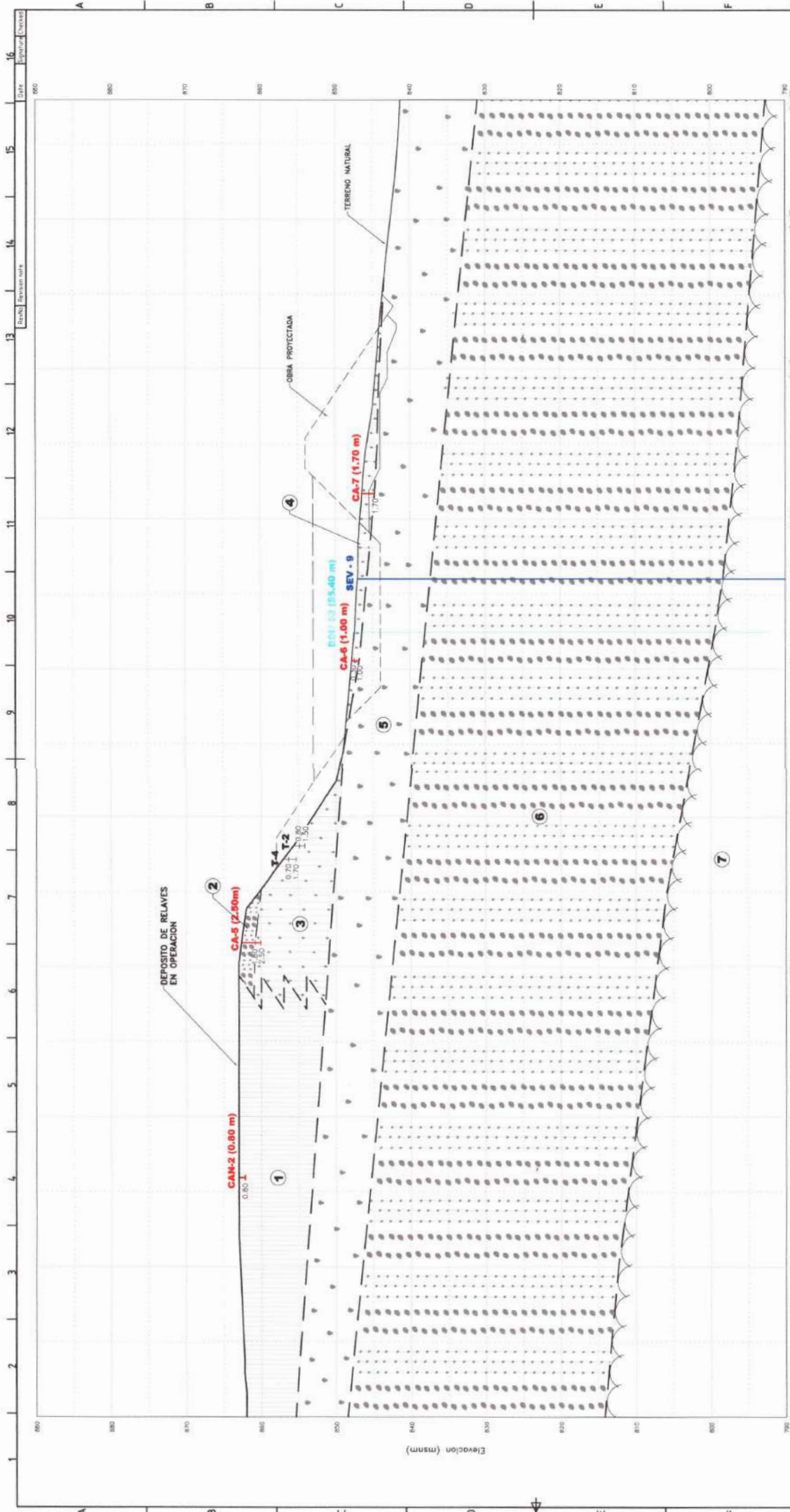
REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL DEPOSITO DE RELAVES EN OPERACION PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - AYACUCHO

SECCION GEOTECNICA 1-1'

NOTA:
1.- TOPOGRAFIA PROPORCIONADA POR CIA MINERA
2.- SISTEMA DE COORDENADAS UTM PSAD-56
3.- ADICIONALES (NOA 2008)
4.- PIEZOMETROS DDH-01 Y DDH-02 EJECUTADOS E INSTALADOS POR EMPRESA CONTRATISTA (AGO. 2008)



FECHA: 03.11.2012	FECHA: 03.11.2012	FECHA: 03.11.2012
PROYECTO: PRO-IA-06	FECHA: 03.11.2012	FECHA: 03.11.2012



SECCION GEOTECNICA 2-2'
ESC. 1:250

PARAMETROS GEOTECNICOS DE LOS MATERIALES QUE CONFORMAN EL DEPOSITO DE RELAVES EXISTENTE Y SU CIMENTACION

ITEM DESCRIPCION	SUCS	DENSIDAD NAT. (T/m ³)	RESISTENCIA		RESISTENCIA No. Demora	
			C' (T/m ²)	φ (°)	Cu (T/m ²)	φ (T/m ²)
1 RELAVES EXISTENTES	ML	1.4	0.0	20'	1.0	0'
2 PRESA EXISTENTE	GP-GU	1.6	0.0	35'	0.5	32'
3 PRESA EXISTENTE	SM	1.8	0.0	34.5'	1.0	33'
4 CIMENTACION PRESA	SM	1.6	0.0	36.5'	4.0	31'
5 CIMENTACION PRESA	GP	1.7	0.0	32'	0.0	32'
6 CIMENTACION PRESA	GP-GU	1.7	0.0	36'	1.0	33'
7 CIMENTACION PRESA	ROCA	2.0	10.0	38'	10.0	38'

SYMBOLOLOGIA

- CA-1/CA-2/CA-3/CA-4/CA-5/CA-6/CA-7/CA-8/CA-9 CALICIAS ELEGUADAS
- TR-1 TRINCHERAS ELEGUADAS
- SEV-9 PEZOMETRO EXISTENTE
- CONTRACIO GEOLÓGICO
- SONDAJE ELECTRICO VERTICAL ELEGUADO

LEYENDA

- 1 ML RELAVES EXISTENTES / LIMOS
- 2 GP-GU PRESA EXISTENTE / GRAVA LIMOSA
- 3 SM PRESA EXISTENTE / ARENA LIMOSA
- 4 SM CIMENTACION PRESA EXISTENTE / ARENA LIMOSA
- 5 GP CIMENTACION PRESA EXISTENTE / GRAVAS MAL GRADUADAS, FRAGMENTOS HASTA 40 CM
- 6 GP-GU CIMENTACION PRESA EXISTENTE / GRAVA LIMOSA MAL GRADUADA
- 7 ROCA BASAMENTO = ROCA

PLANOS DE REFERENCIA

PRO-IA-02
PRO-IA-06
PRO-IA-08

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

PROYECTO DE TESIS

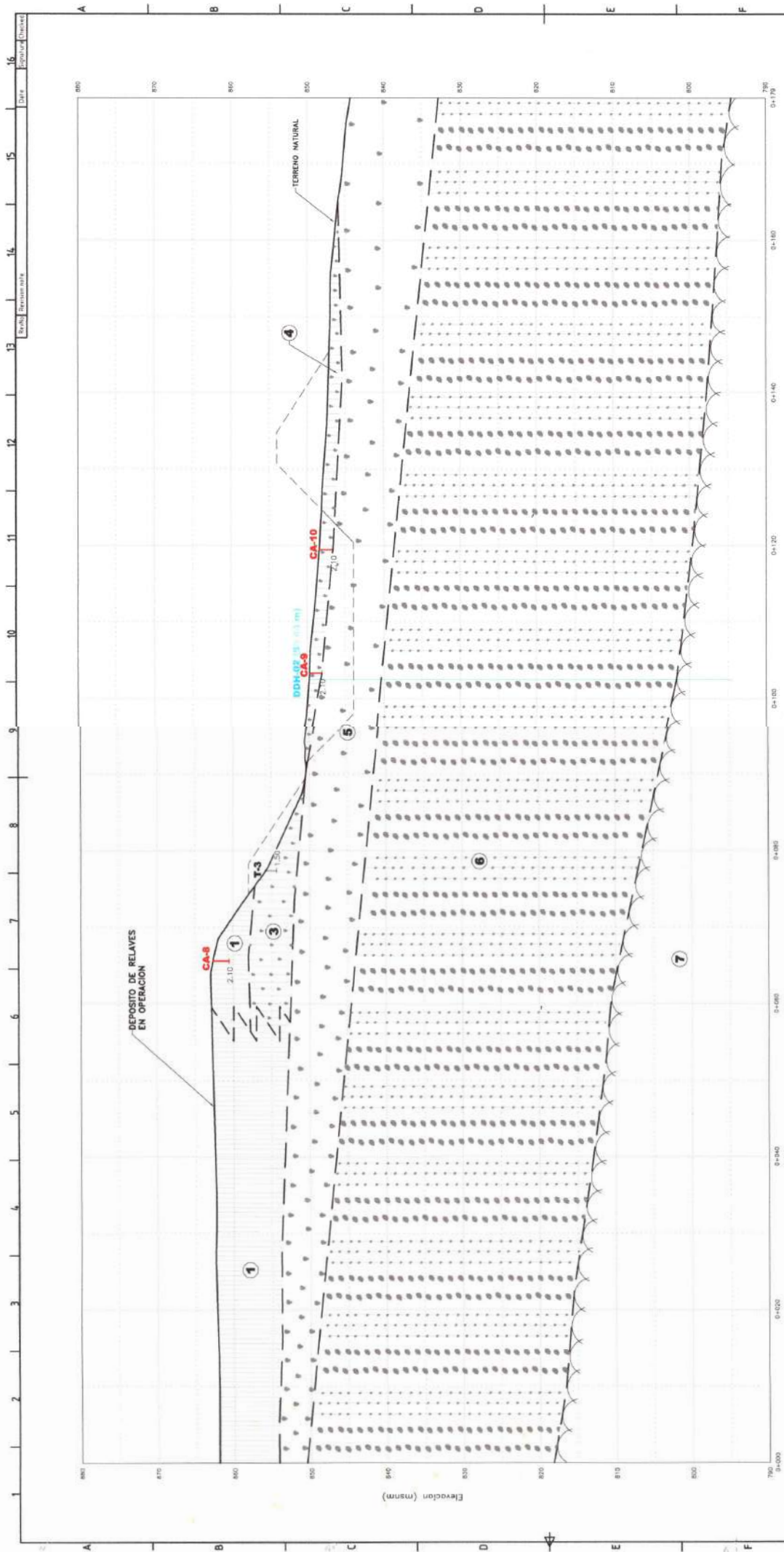
REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL DEPOSITO DE RELAVES EN OPERACION PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - AYACUCHO

SECCION GEOTECNICA 2-2'

PRO-IA-07

- NOTA:
- 1.- TOPOGRAFIA PROPORCIONADA POR CIA MINERA
 - 2.- SISTEMA DE COORDENADAS UTM PSAD-56
 - 3.- ANTIESTRUMENTO (NOV. 2008)
 - 4.- PEZOMETROS DDH-01 Y DDH-02 ELEGUADOS E INSTALADOS POR EMPRESA CONTRATISTA (AÑO. 2008)





SECCION GEOTECNICA 3-3'
ESC. 1:250

PARAMETROS GEOTECNICOS DE LOS MATERIALES QUE CONFORMAN EL DEPOSITO DE RELAVES EXISTENTE Y SU CIMENTACION

ITEM DESCRIPCION	SUCS	DENSIDAD (t/m ³)	RESISTENCIA		RESISTENCIA		No Drenado
			C' (t/m ²)	φ°	Cu (t/m ²)	φu°	
1 RELAVES EXISTENTES	ML	1.4	0.0	20°	1.0	0°	
2 PRESA EXISTENTE	GP-GM	1.6	0.0	34.7°	0.5	32°	
3 CIMENTACION PRESA EXISTENTE	SM	1.8	0.0	36.3°	4.0	31°	
5 CIMENTACION PRESA EXISTENTE	GP	1.7	0.0	32°	0.0	32°	
6 CIMENTACION PRESA EXISTENTE	GP-GM	1.7	0.0	36°	1.0	33°	
7 CIMENTACION PRESA EXISTENTE	ROCA	2.0	10.0	38°	10.0	38°	

- LEYENDA**
- ① ML RELAVES EXISTENTES : LIMOS
 - ② GP-GM PRESA EXISTENTE : GRAVA LIMOSA
 - ③ SM PRESA EXISTENTE : ARENA LIMOSA
 - ④ SM CIMENTACION PRESA EXISTENTE : ARENA LIMOSA
 - ⑤ GP CIMENTACION PRESA EXISTENTE : GRAVA MAL GRADUADA, FRAGMENTOS HASTA 40 CM
 - ⑥ GP-GM CIMENTACION PRESA EXISTENTE : GRAVA LIMOSA MAL GRADUADA
 - ⑦ ROCA BASAMENTO = ROCA

- SIMBLOGIA**
- CA-1 CALZADA EJECUTADA
 - TR-1 TRINCHERAS EJECUTADAS
 - DDM-02 PIEDROMETRO EXISTENTE
 - CONTOPO CONTACTO GEOLÓGICO
 - BBV BARRALES BASTOS INTRICA EJECUTADO

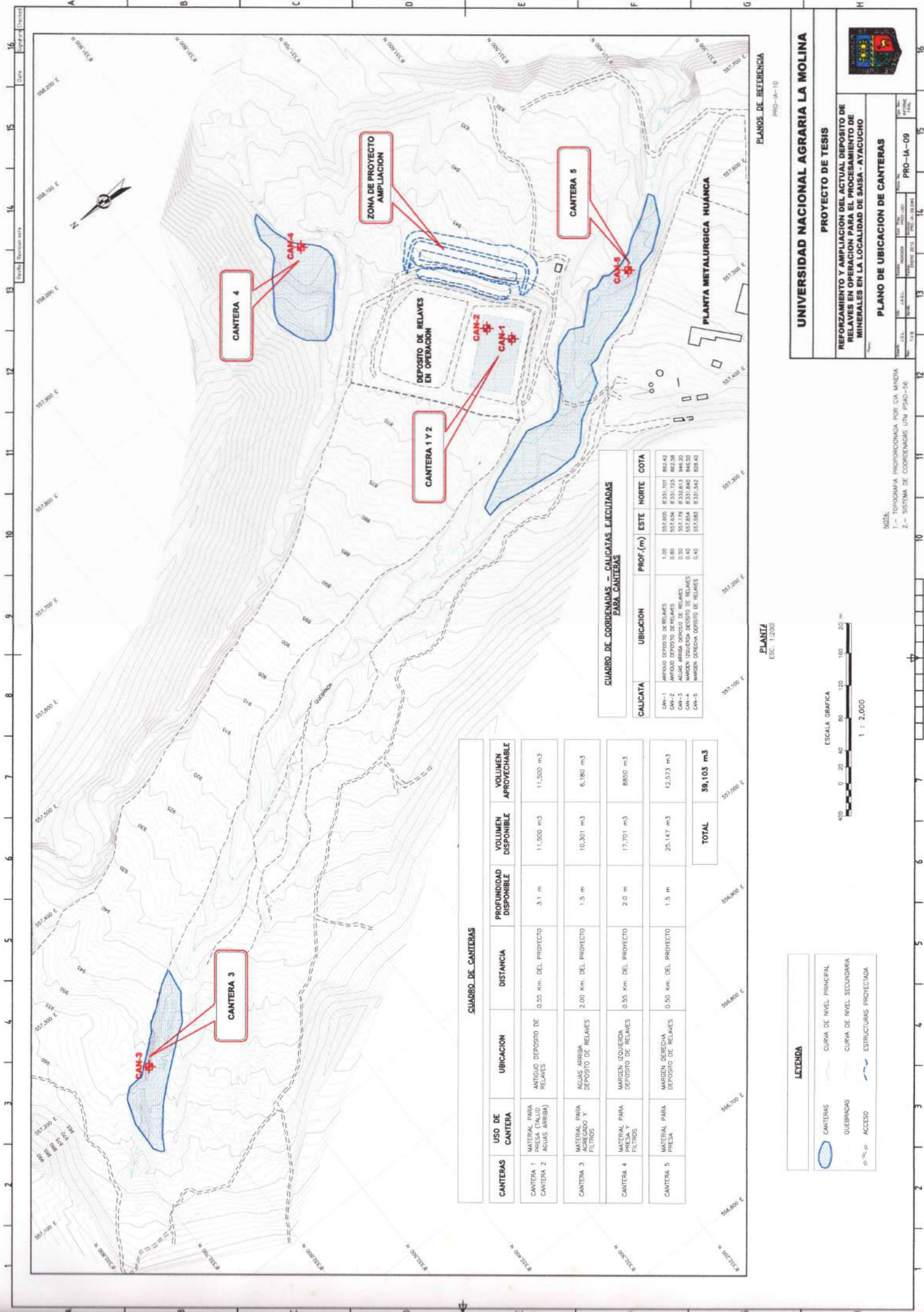
PLANOS DE REFERENCIA
PRO-IA-05
PRO-IA-07
PRO-IA-07

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

PROYECTO DE TESIS
REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL DEPOSITO DE RELAVES EN OPERACION PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - ATACACHO

SECCION GEOTECNICA 3-3'

NOTAS:
1.- TOPOGRAFIA PROPORCIONADA POR CIA MINERA
2.- SISTEMA DE COORDENADAS UTM PSC-56
3.- ANTERIORMENTE (NOV. 2008)
4.- PEZOMETROS DDH-01 Y DDH-02 EJECUTADOS E INSTALADOS POR EMPRESA CONTRATISTA (AÑO 2008)



SUABRO DE CANTERAS

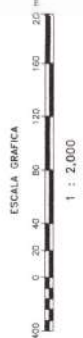
CANTERAS	USO DE CANTERA	UBICACION	DISTANCIA	PROFUNDIDAD DISPONIBLE	VOLUMEN DISPONIBLE	VOLUMEN APROVECHABLE
CANTERA 1 CANTERA 2	MATERIAL PARA PRESA (TALLO AGUAS ARRIBA)	ANTIGUO DEPÓSITO DE RELAVES	0.55 Km. DEL PROYECTO	3.1 m	11,500 m ³	11,500 m ³
CANTERA 3	MATERIAL PARA AGREGADO Y FILTROS	AGUAS ARRIBA DEPÓSITO DE RELAVES	2.00 Km. DEL PROYECTO	1.5 m	10,301 m ³	6,180 m ³
CANTERA 4	MATERIAL PARA FILTROS	MARGEN DERECHA DEPÓSITO DE RELAVES	0.55 Km. DEL PROYECTO	2.0 m	17,701 m ³	8850 m ³
CANTERA 5	MATERIAL PARA PRESA	MARGEN DERECHA DEPÓSITO DE RELAVES	0.50 Km. DEL PROYECTO	1.5 m	25,147 m ³	12,573 m ³
TOTAL					39,103 m³	

SUABRO DE COORDENADAS - CALCATAS E LIGUETADAS PARA CANTERAS

CALCATA	UBICACION	PROF. (m)	ESTE	NORTE	COTA
CAN-1	ANTIGUO DEPÓSITO DE RELAVES	1.00	557.805	8330.707	862.42
CAN-2	ANTIGUO DEPÓSITO DE RELAVES	0.80	557.634	8330.723	862.58
CAN-3	AGUAS ARRIBA DEPÓSITO DE RELAVES	0.50	557.179	8330.613	844.20
CAN-4	MARGEN DERECHA DEPÓSITO DE RELAVES	0.40	557.834	8330.840	844.50
CAN-5	MARGEN DERECHA DEPÓSITO DE RELAVES	0.40	557.986	8330.542	854.60

LEGENDA

	CANTERAS
	CURVA DE NIVEL PRINCIPAL
	CURVA DE NIVEL SECUNDARIA
	QUEBRADAS
	ACCESO
	ESTRUCTURAS PROYECTADA



PLANTA
ESC. 1:2000

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

PROYECTO DE TESIS

REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL DEPÓSITO DE RELAVES EN OPERACION PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - AYACUCHO

PLANO DE UBICACION DE CANTERAS

FECHA	ELABORADO	REVISADO	PROYECTO	FECHA	ELABORADO	REVISADO	PROYECTO
11/18	J.L.L.		PRO-IA-09	11/18	J.L.L.		PRO-IA-09

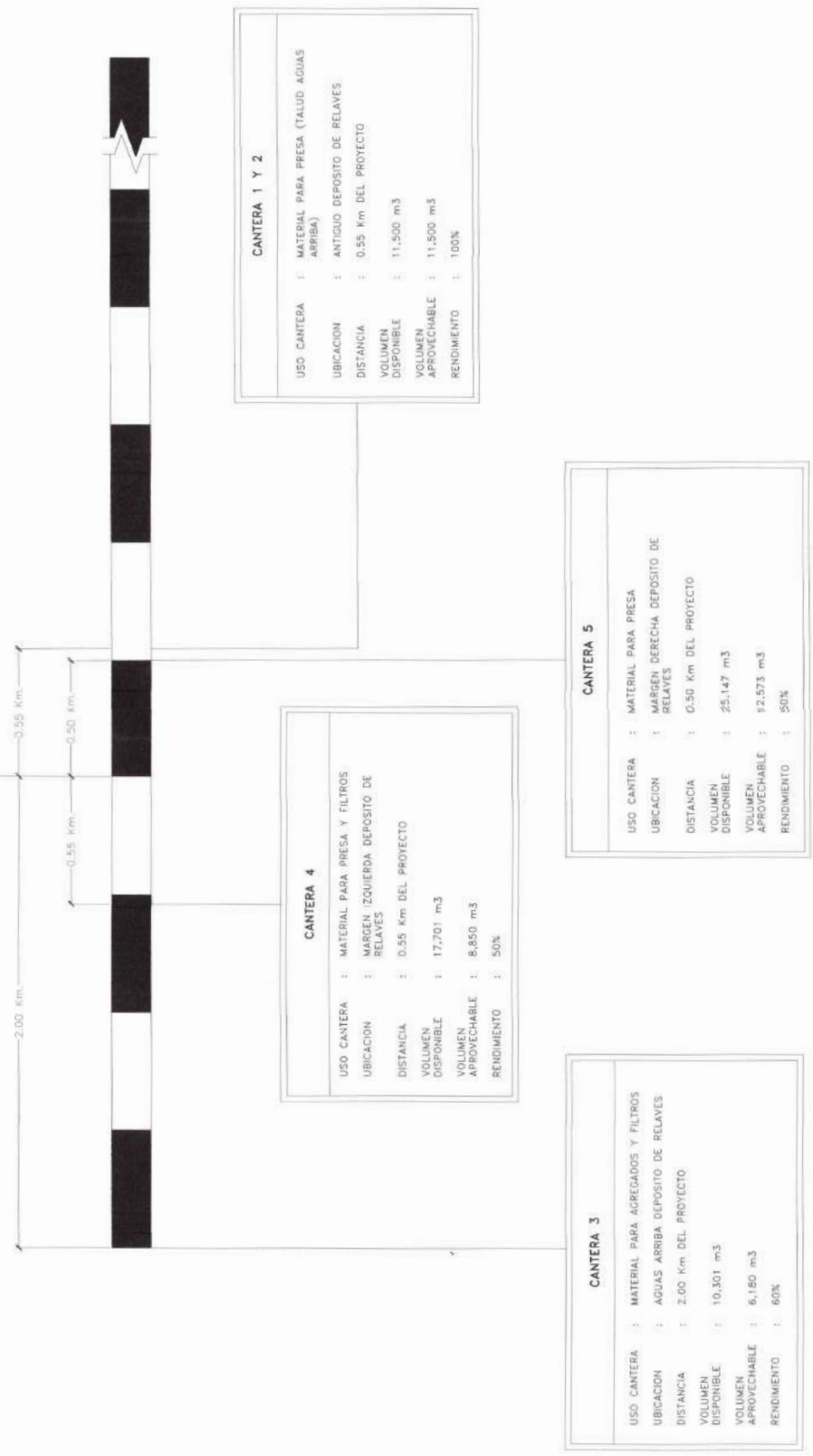


NOTA:
1.- TOPOGRAFIA PROPORCIONADA POR CIA MINERA
2.- SISTEMA DE COORDENADAS UTM PSAD-56

PLANOS DE REFERENCIA
PRO-IA-10

DIAGRAMA GENERAL DE CANTERAS

AMPLIACION DEPOSITO DE RELAVES PROYECTADO



CANTERA 1 Y 2

USO CANTERA : MATERIAL PARA PRESA (TALUD AGUAS ARRIBA)

UBICACION : ANTIQUO DEPOSITO DE RELAVES

DISTANCIA : 0.55 Km DEL PROYECTO

VOLUMEN DISPONIBLE : 11,500 m³

VOLUMEN APROVECHABLE : 11,500 m³

RENDIMIENTO : 100%

CANTERA 4

USO CANTERA : MATERIAL PARA PRESA Y FILTROS

UBICACION : MARGEN IZQUIERDA DEPOSITO DE RELAVES

DISTANCIA : 0.55 Km DEL PROYECTO

VOLUMEN DISPONIBLE : 17,701 m³

VOLUMEN APROVECHABLE : 8,850 m³

RENDIMIENTO : 50%

CANTERA 3

USO CANTERA : MATERIAL PARA AGREGADOS Y FILTROS

UBICACION : AGUAS ARRIBA DEPOSITO DE RELAVES

DISTANCIA : 2.00 Km DEL PROYECTO

VOLUMEN DISPONIBLE : 10,301 m³

VOLUMEN APROVECHABLE : 6,180 m³

RENDIMIENTO : 60%

CANTERA 5

USO CANTERA : MATERIAL PARA PRESA

UBICACION : MARGEN DERECHA DEPOSITO DE RELAVES

DISTANCIA : 0.50 Km DEL PROYECTO

VOLUMEN DISPONIBLE : 25,147 m³

VOLUMEN APROVECHABLE : 12,573 m³

RENDIMIENTO : 50%

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

PROYECTO DE TESIS

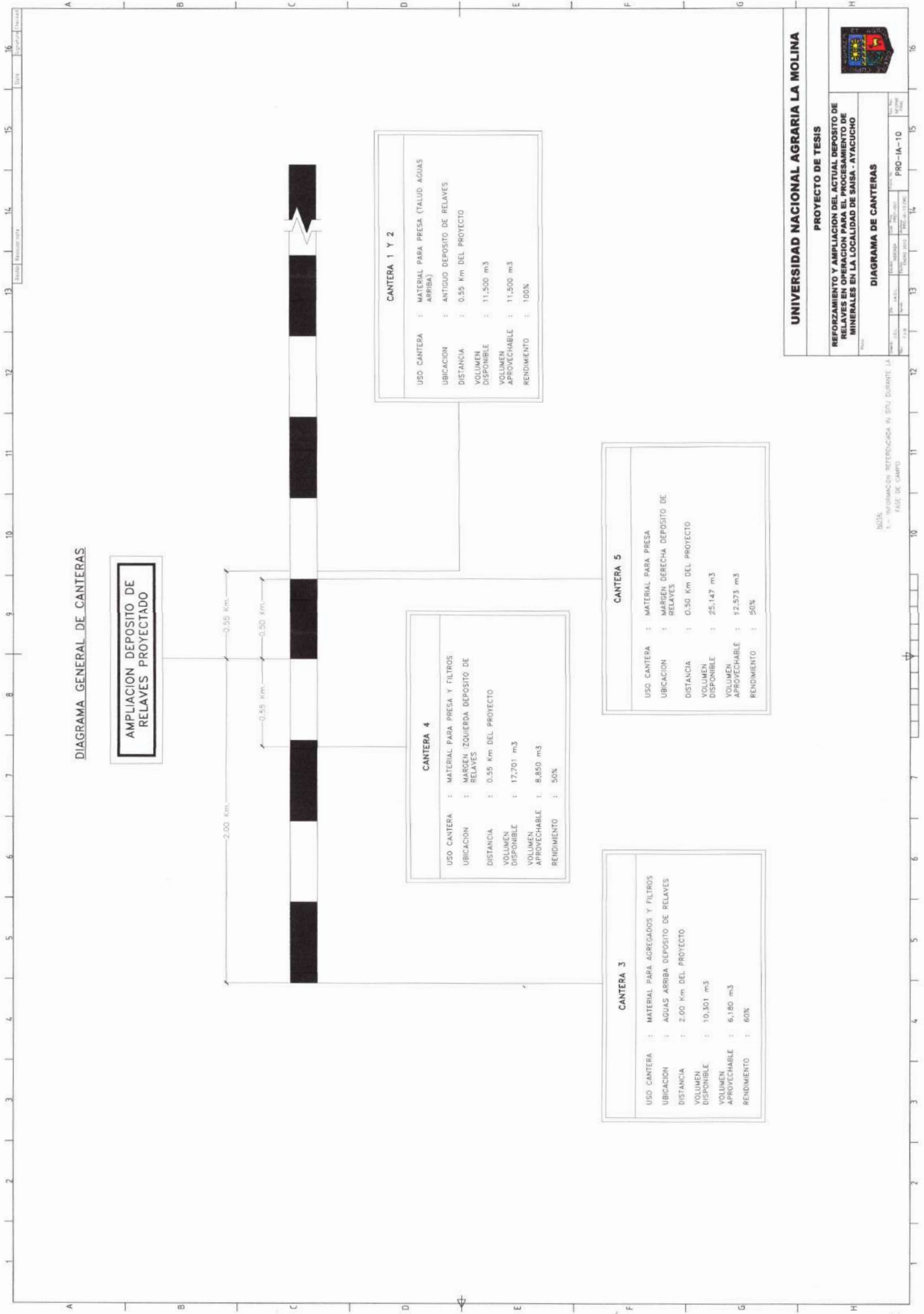
REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL DEPOSITO DE RELAVES EN OPERACION PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - AYACUCHO

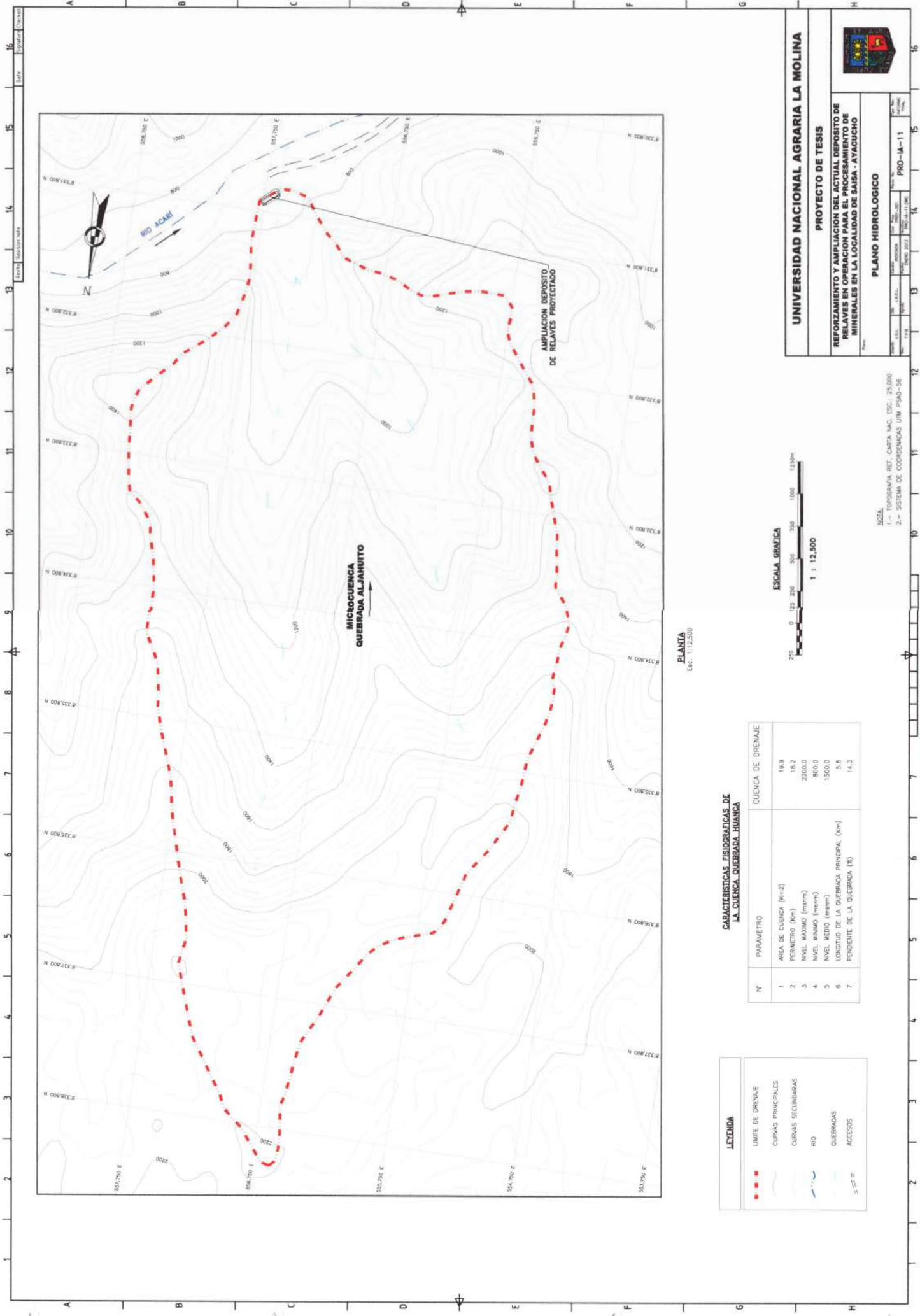
DIAGRAMA DE CANTERAS

FECHA: 12/01/2013	FECHA: 12/01/2013	FECHA: 12/01/2013	FECHA: 12/01/2013	FECHA: 12/01/2013
PROFESOR: DR. JOSÉ ANTONIO...	PROFESOR: DR. JOSÉ ANTONIO...	PROFESOR: DR. JOSÉ ANTONIO...	PROFESOR: DR. JOSÉ ANTONIO...	PROFESOR: DR. JOSÉ ANTONIO...
ALUMNO: JHONATAN...	ALUMNO: JHONATAN...	ALUMNO: JHONATAN...	ALUMNO: JHONATAN...	ALUMNO: JHONATAN...
TÍTULO: PRO-IA-10				



INDICAR INFORMACION REFERENCIAL IN SITU DURANTE LA FASE DE CAMPO



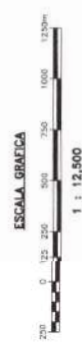


PLANTA
Escala: 1:12,500

CARACTERISTICAS FISIOGRAFICAS DE LA CUENCA QUEBRADA HUANCA

N°	PARAMETRO	CUENCA DE DRENAJE
1	AREA DE CUENCA (km ²)	19.9
2	PERIMETRO (km)	18.2
3	NIVEL MAXIMO (msnm)	2200.0
4	NIVEL MINIMO (msnm)	800.0
5	NIVEL MEDIO (msnm)	1500.0
6	LONGITUD DE LA QUEBRADA PRINCIPAL (km)	5.6
7	PENDIENTE DE LA QUEBRADA (%)	14.3

LEYENDA	
	LMITE DE DRENAJE
	CURVAS PRINCIPALES
	CURVAS SECUNDARIAS
	RIO
	QUEBRADAS
	ACCESOS



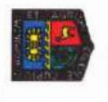
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

PROYECTO DE TESIS

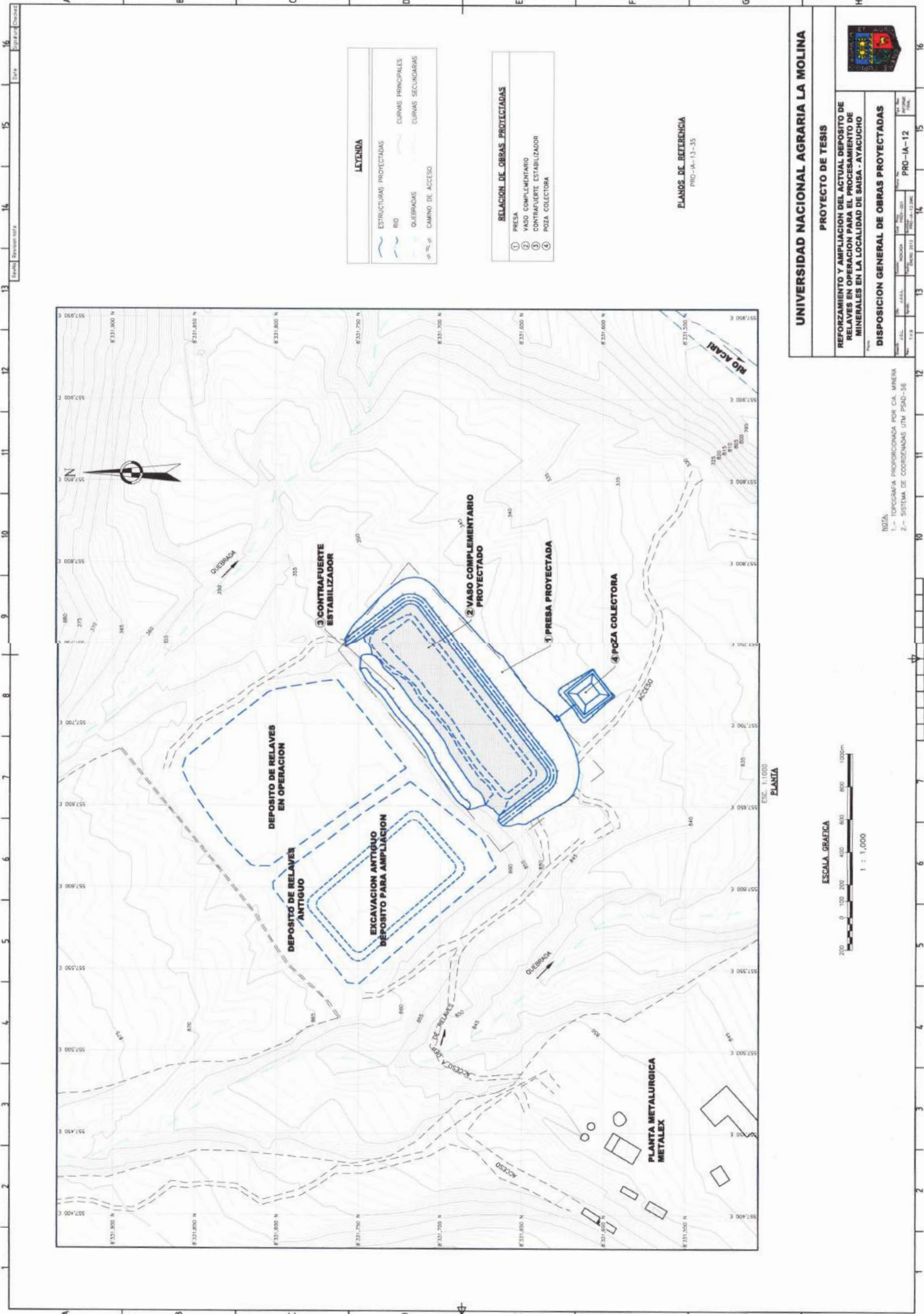
REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL DEPOSITO DE RELAVES PROTECTADO DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE BASA - AYACUCHO

PLANO HIDROLOGICO

SEGA
1.- TOPOGRAFIA RE.- CARTA NAC. ESC. 25,000
2.- SISTEMA DE COORDENADAS UTM PSAD-56



FECHA	1974	FECHA	1974
ELABORADO POR	ING. AGUILAR	REVISADO POR	ING. AGUILAR
PROYECTO	PRO-IA-11	FECHA DE APROBACION	



LEYENDA

	ESTRUCTURAS PROYECTADAS		CURVAS PRINCIPALES
	RIO		CURVAS SECUNDARIAS
	QUEBRADAS		CAMINO DE ACCESO

RELACION DE OBRAS PROYECTADAS

1	PRESA
2	VASO COMPLEMENTARIO
3	CONTRAFUERTE ESTABILIZADOR
4	POZA COLECTORA

PLANOS DE REFERENCIA
PRO-IA-13-35

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

PROYECTO DE TESIS

REFORMAZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL DEPOSITO DE RELAVES EN OPERACION PARA EL MANEJO DE RESIDUOS MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - AYACUCHO

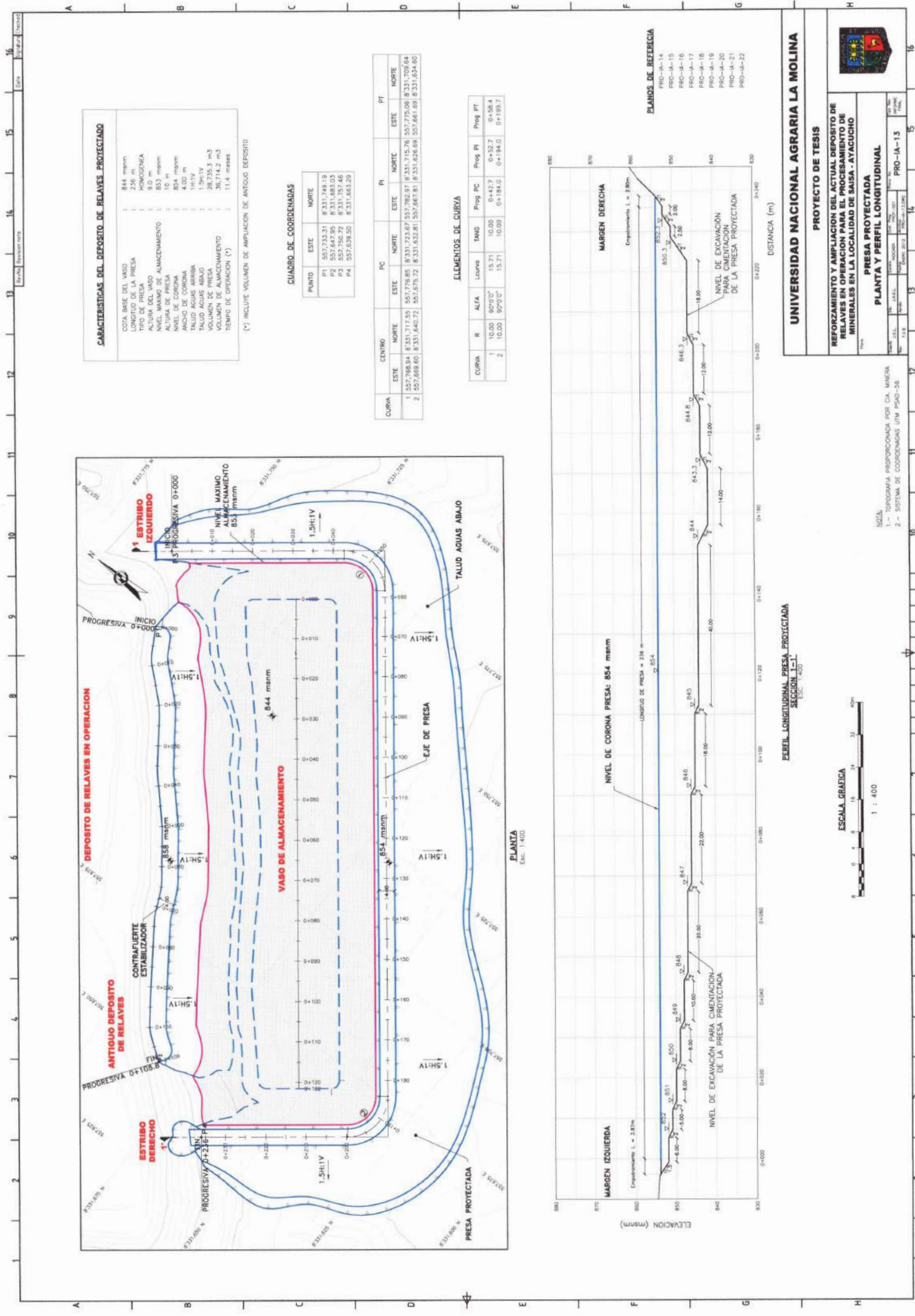
DISPOSICION GENERAL DE OBRAS PROYECTADAS



NOTA:
1.- TOPOGRAFIA PROPORCIONADA POR CIA. MINERA
2.- SISTEMA DE COORDENADAS UTM PSAD-56



PLANTA



CARACTERÍSTICAS DEL DEPOSITO DE RELAVES PROYECTADO

COTA BASE DEL VASO	844 msnm
LONGITUD DE LA PRESA	236 m
HORIZONTALIDAD	1:1
ALTIMETRIA DEL VASO	9.0 m
NIVEL MAXIMO DE ALMACENAMIENTO	853 msnm
ALTIMETRIA DE LA PRESA	10 m
NIVEL DE CORONA	854 msnm
TALUD AGUAS ARRIBA	1:1
TALUD AGUAS ABAJO	1.5H:1V
VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO	28735.5 m ³
VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO	36714.2 m ³
TIEMPO DE OPERACION (*)	11.4 meses

(*) INCLUYE VOLUMEN DE AMPLIACION DE ANTIGUO DEPOSITO

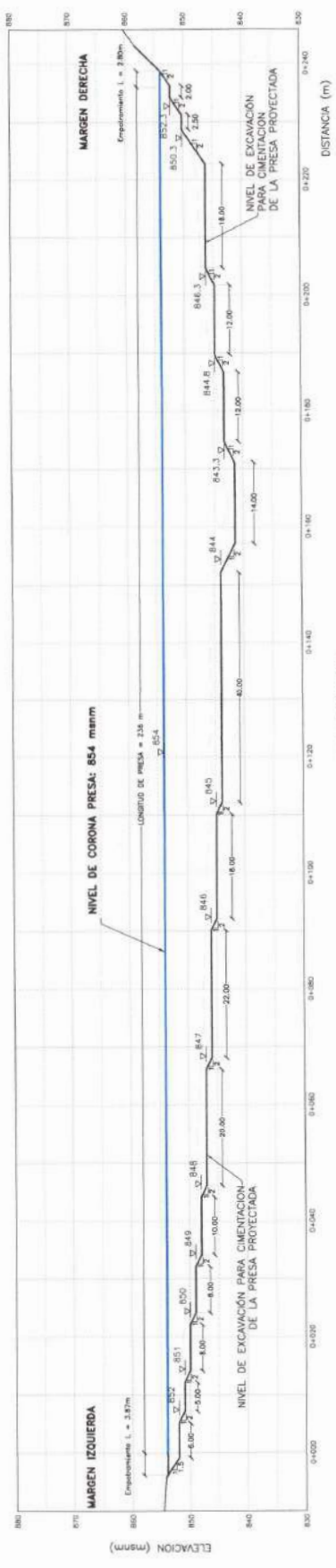
CUADRO DE COORDENADAS

PUNTO	ESTE	NORTE
P1	857,735.51	8131,749.15
P2	857,643.35	8131,483.03
P3	857,750.72	8131,757.46
P4	857,639.50	8131,663.29

CURVA	CENTRO		PC		PI		PT	
	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
1	857,798.84	8131,717.55	857,778.85	8131,723.67	857,792.87	8131,715.76	857,775.06	8131,709.84
2	857,699.60	8131,640.73	857,675.72	8131,632.81	857,667.81	8131,626.69	857,661.69	8131,634.00

ELEMENTOS DE CURVA

CURVA	R	ALFA	Longitud	TANG	Prog PC	Prog PI	Prog PT
1	10.00	90°0'0"	15.71	10.00	0+437.7	0+527.7	0+584.4
2	10.00	90°0'0"	15.71	10.00	0+184.0	0+194.0	0+199.7



PERFIL LONGITUDINAL PRESA PROYECTADA
SECCION 1-1
ESC. 1:400



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

PROYECTO DE TESIS

REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL DEPOSITO DE RELAVES EN OPERACION PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE BAISA - AYACUCHO

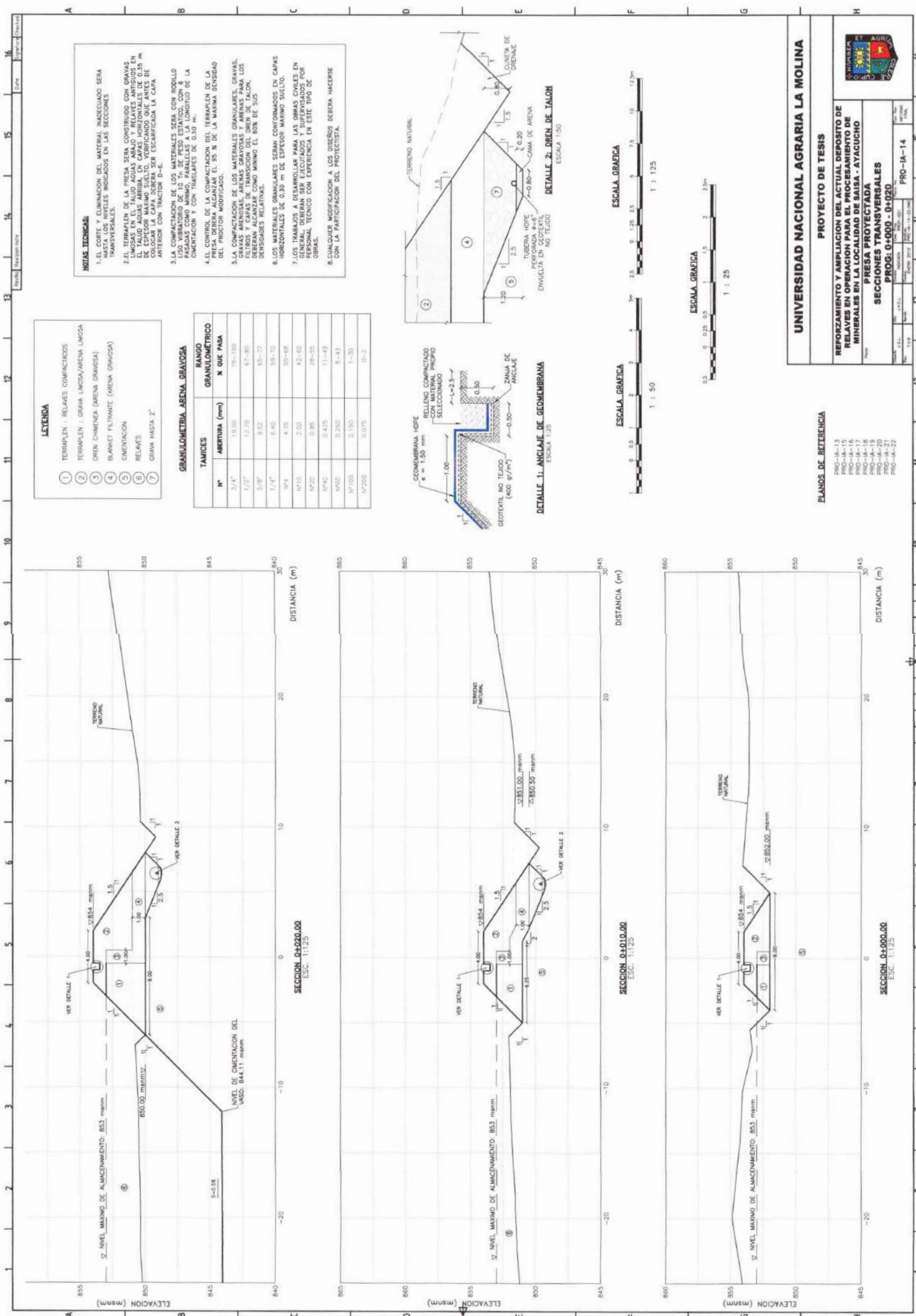
PRESA PROYECTADA
PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL

FECHA	15/05/2013	PROF. TIT.	PROF. TIT.
ALUMNO	DAVID SANCHEZ	PROF. TIT.	PROF. TIT.
GRUPO	1301	PROF. TIT.	PROF. TIT.
PROF. TIT.	PROF. TIT.	PROF. TIT.	PROF. TIT.

PRO-IA-13

NOTA:
1.- TOPOGRAFIA PROPORCIONADA POR CIA. MINERA
2.- SISTEMA DE COORDENADAS UTM PSAD-56





LEYENDA

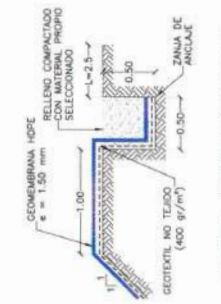
- 1 TERRAPLEN : RELAVES COMPACTADOS
- 2 TERRAPLEN : GRAVA LIMOSA/ARENA LIMOSA
- 3 DREN CHIMENEA (ARENA GRAVOSA)
- 4 BLANKET FILTRANTE (ARENA GRAVOSA)
- 5 ORIENTACION
- 6 RELAVES
- 7 GRAVA HASTA 2"

NOTAS TECNICAS:

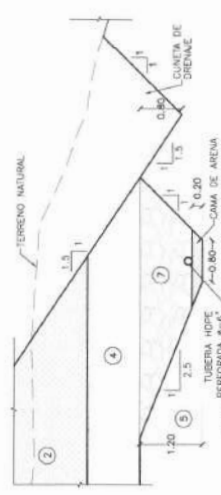
- EL CORTE Y ELIMINACION DEL MATERIAL MARCADURO SERA HASTA LOS NIVELES INDICADOS EN LAS SECCIONES TRANSVERSALES.
- ZEL TERRAPLEN DE LA PRESA SERA CONSTRUIDO CON GRAVAS LIMOSAS EN EL TALUD AGUAS ABAJO Y RELAVES ANTIQUOS EN EL TALUD AGUAS ARRIBA. EL ESPESOR DE LOS RELAVES DEBE DE SER MAYOR O IGUAL A LA ALTURA DEL RELAVE. ANTES DE COLOCAR LA CAPA DEBERA SER ESCARIFICADA LA CAPA ANTERIOR CON TRACTOR D-E.
- LA COMPACTACION DE LOS MATERIALES SERA CON RODILLO VIBRANTE EN PASOS DE 15 CM. LA COMPACTACION DEBERA PASARSE COMO MINIMO 5 PASELLES A LA LONGITUD DE LA ORIENTACION Y CON TRASELAFES DE 0.50 m.
- EL CONTROL DE LA COMPACTACION DEL TERRAPLEN DE LA PRESA DEBERA ALCANZAR EL 95 % DE LA MAXIMA DENSIDAD DEL PROCTOR MODIFICADO.
- LA COMPACTACION DE LOS MATERIALES GRANULARES, GRAVAS, GRAVAS FINOS Y ARENAS GRAVOSAS Y ARENAS PARA LOS RELAVES DEBERA ALCANZAR COMO MINIMO EL 80% DE SUS DENSIDADES RELATIVAS.
- LOS MATERIALES GRANULARES SERAN CONFORMADOS EN CAPAS HORIZONTALES DE 0.30 m DE ESPESOR MAXIMO SUELTO.
- LOS TRABAJOS A DESARROLLAR PARA LAS OBRAS CHILES EN GENERAL, DEBERAN SER ESCUDADOS Y SUPERVISADOS POR UN INGENIERO TECNICO CON EXPERIENCIA EN ESTE TIPO DE OBRAS.
- QUICUISEVER INSPECCIONES A LOS OBREROS DEBERA HACERSE CON LA PARTICIPACION DEL PROYECTISTA.

GRANULOMETRIA ARENA GRAVOSA

TAMICES	RANGO GRANULOMETRICO % QUE PASA
N°	ABERTURA (mm)
2/4"	19.00
1/2"	12.50
3/8"	9.50
1/4"	6.40
N°4	4.75
N°10	2.00
N°20	0.85
N°40	0.425
N°60	0.250
N°100	0.150
N°200	0.075



DETALLE 1: ANCLAJE DE GEOMEMBRANA
ESCALA 1:25



DETALLE 2: DREN DE TALON
ESCALA 1:50



PLANOS DE REFERENCIA

- PRO-IA-13
- PRO-IA-15
- PRO-IA-16
- PRO-IA-17
- PRO-IA-18
- PRO-IA-19
- PRO-IA-20
- PRO-IA-22

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

PROYECTO DE TESIS

REFORZAMIENTO Y AMBLIACION DEL ACTUAL DEPÓSITO DE TIERRAS Y MATERIAS MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - AYACUCHO

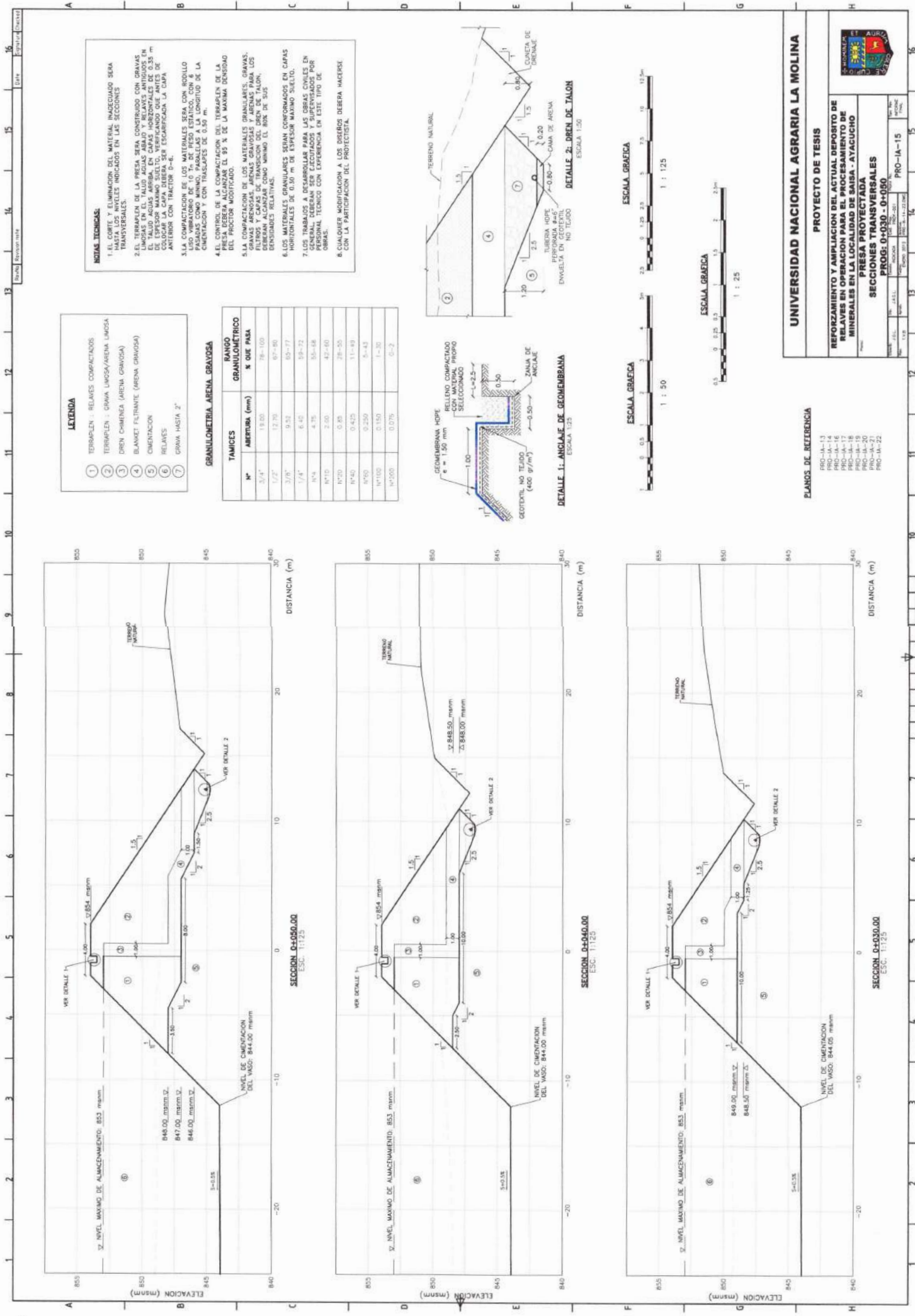
PRESA PROYECTADA

SECCIONES TRANSVERSALES

PRO: 0+000 - 0+020

PRO-IA-14





LEYENDA

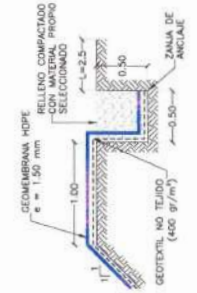
1. TERRAPLEN : RELAVES COMPACTADOS
2. TERRAPLEN : GRASA LIMOSA/ARENA LIMOSA
3. DREN CHIMENEA (ARENA GRAVOSA)
4. BLANKET FILTRANTE (ARENA GRAVOSA)
5. CIMENTACION
6. RELAVES
7. GRASA HICIA 2"

NOTAS TECNICAS

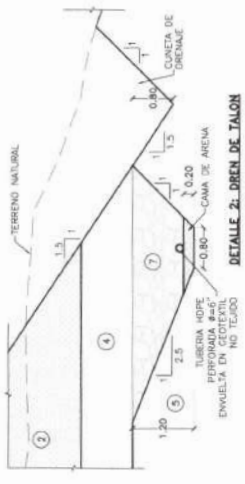
1. EL CORTE Y ELIMINACION DEL MATERIAL INACUADO SEHA REALIZARSE INDICADOS EN LAS SECCIONES TRANSVERSALES.
2. EL TERRAPLEN DE LA PRESA SEHA COMPACTADO CON GRAVAS LIMOSAS EN EL TALUD ACUADO Y RELAVES ANTIQUEDOS EN EL TALUD ACUADO. EL TALUD ACUADO DEBE SER ESCARIFICADO A UNA PROFUNDIDAD DE 0.30 m ANTES DE LA CONSTRUCCION DE LA CIMENTACION PARA COLOCAR LA CAPA DEBIDA DE ESCARIFICACION LA CIMA ANTERIOR CON TRACTOR D-6.
3. LA COMPACTACION DE LOS MATERIALES SEHA CON RODILLO LISO VIBRATORIO DE 10 Tn DE PESO ESTADICO, CON 6 PASOS EN LA CIMENTACION Y PASOS EN LA CIMENTACION Y CON TRACCIONES DE 0.15 m.
4. EL CONTROL DE LA COMPACTACION DE LA PRESA DEBERA ALCANZAR EL 95 % DE LA MAXIMA DENSIDAD DEL PROCTOR MODIFICADO.
5. LA COMPACTACION DE LOS MATERIALES GRANULARES, GRAVAS, GRAVAS ARENOSAS, ARENAS GRAVOSAS Y ARENAS PARA LOS RELAVES Y CIMENTACION DEBERA SER SUPERVISADA POR UN INGENIERO TECNICO COMO MIMMO EL ARA DE SUS DEPENDIENCIAS RELATIVAS.
6. LOS MATERIALES GRANULARES SEHAN CONFORMADOS EN CAPAS HORIZONTALES DE 0.30 m DE ESPESOR MAXIMO SUECTO.
7. LOS TRABAJOS A DESARROLLAR PARA LAS OBRAS CIVILES EN GENERAL DEBERAN SER EJECUTADOS Y SUPERVISADOS POR UN INGENIERO TECNICO CON EXPERIENCIA EN ESTE TIPO DE OBRAS.
8. CUALQUIER MODIFICACION A LOS DISEÑOS DEBERA HACERSE CON LA PARTICIPACION DEL PROYECTISTA.

GRANULOMETRIA ARENA GRAVOSA

TAMICES	ABERTURA (mm)	RANGO GRANULOMETRICO % QUE PASA
N° 4"	100	78-100
N° 10"	2.00	67-80
N° 20"	0.85	60-77
N° 40"	0.425	55-88
N° 60"	0.250	5-43
N° 100"	0.150	1-30
N° 200"	0.075	0-2



DETALLE 1: ANCLAJE DE GEOMEMBRANA
ESCALA 1:25



DETALLE 2: DREN DE TALON
ESCALA 1:50



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

PROYECTO DE TESIS

REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL DEPOSITO DE RELAVES EN OPERACION PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - ATACUCHO

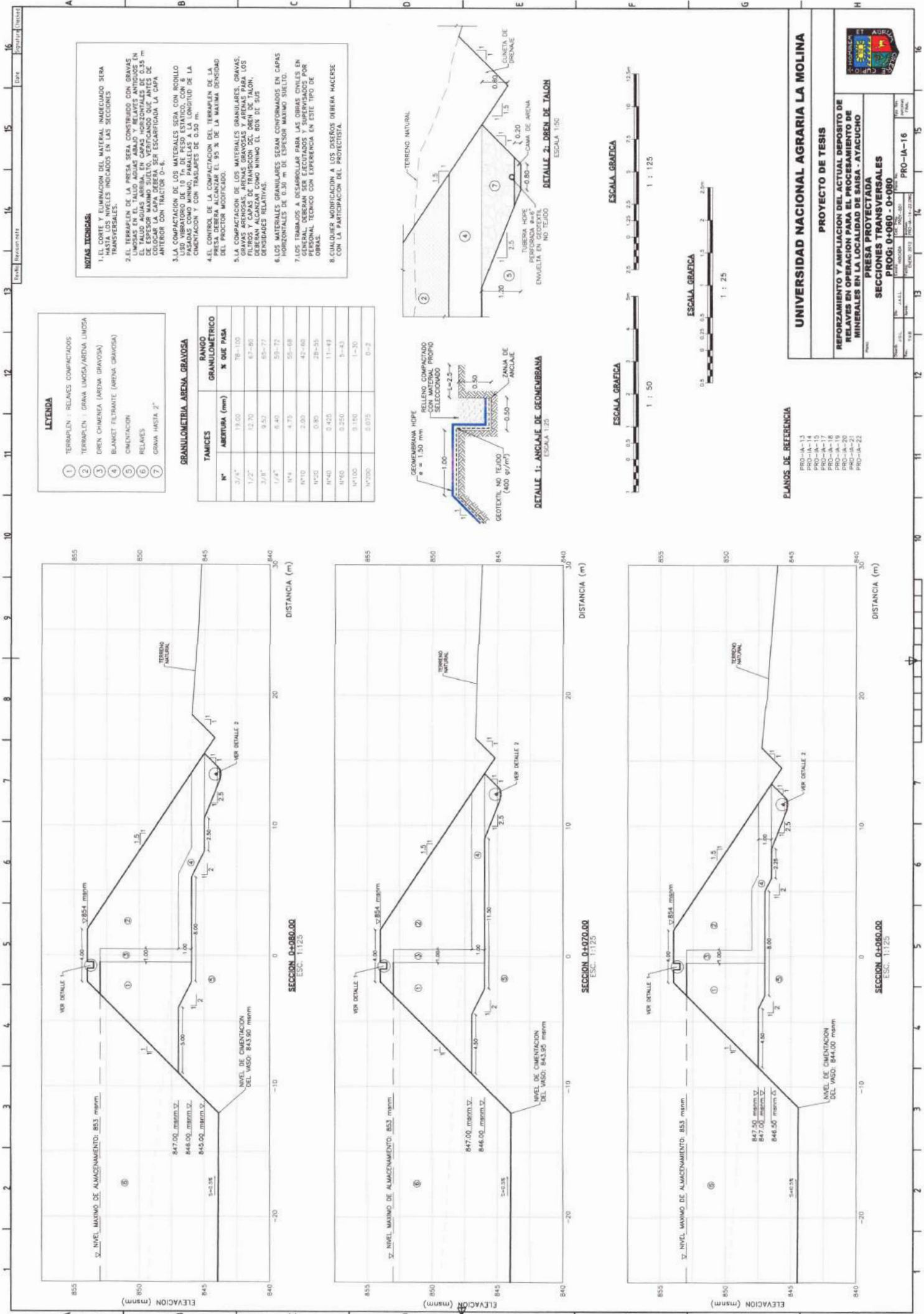
SECCIONES TRANSVERSALES

PROG: 0-030 - 0-090

PRO-IA-13
PRO-IA-14
PRO-IA-15
PRO-IA-16
PRO-IA-17
PRO-IA-18
PRO-IA-19
PRO-IA-20
PRO-IA-21
PRO-IA-22

PRO-IA-15

PLANOS DE REFERENCIA



LEYENDA

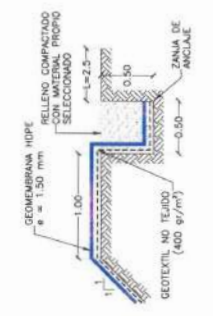
- 1 TERRAPLEN - RELAVES COMPACTADOS
- 2 TERRAPLEN - GRASA LIGADA/ARENA LIGADA
- 3 DREN CHIMENEA (ARENA GRAVOSA)
- 4 BLANQUET FILTRANTE (ARENA GRAVOSA)
- 5 CIMENTACION
- 6 RELAVES
- 7 GRASA HASTA 2"

GRANULOMETRIA ARENA GRAVOSA

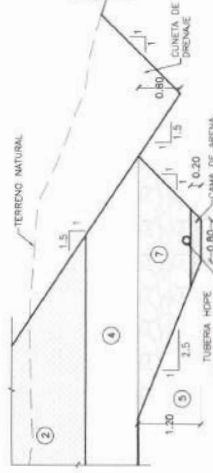
TAMICES	ABERTURA (mm)	RANGO GRANULOMETRICO % QUE PASA
N° 4	4.75	55-68
N° 10	2.00	45-60
N° 20	0.85	28-35
N° 40	0.425	11-18
N° 60	0.250	5-13
N° 100	0.150	1-30
N° 200	0.075	0-2

NOTAS TECNICAS

- EL CORTE Y ELIMINACION DEL MATERIAL INADECUADO SERA HASTA LOS NIVELES INDICADOS EN LAS SECCIONES TRANSVERSALES.
- EL TERRAPLEN DE LA PRESA SERA CONSTRUIDO CON GRAVAS GRANULOMERICAS Y ARENAS GRANULOMERICAS EN CAPAS HORIZONTALES DE 0.35 m DE ESPESOR MAXIMO SUELTO, VERIFICANDO QUE ANTES DE PASAR AL TERCER O AL CUARTO TERCIO DEL ESCAFIBRADO LA CAPA ANTERIOR CON TRACTOR D-4.
- COMPACTACION DE LOS MATERIALES SERA CON RODILLO LAMINARICO DE PESO ESTADICO CON PASADISOS COMO MINIMO, PARALELOS A LA LONGITUD DE LA CIMENTACION Y CON TRASLAPES DE 0.50 m.
- EL CONTROL DE LA COMPACTACION DEL TERRAPLEN DE LA PRESA DEBERA ALCANZAR EL 95 % DE LA MAXIMA DENSIDAD DEL PASTOR MODIFICADO.
- LA COMPACTACION DE LOS MATERIALES GRANULARES GRAVES, FILTROS Y CAPAS DE TRANSICION DEL DREN DE TALON, DEBERAN ALCANZAR COMO MINIMO EL 80% DE SUS DENSIDADES RELATIVAS.
- LOS MATERIALES GRANULARES SERAN CONFORMADOS EN CAPAS HORIZONTALES DE 0.30 m DE ESPESOR MAXIMO SUELTO.
- LOS TRABAJOS A DESARROLLAR PARA LAS OBRAS CIVILES EN EL DREN DE TALON DEBERAN SER REALIZADOS POR PERSONAL TECNICO CON EXPERIENCIA EN ESTE TIPO DE OBRAS.
- CUALQUIER MODIFICACION A LOS DISTROS DEBERA HACERSE CON LA PARTICIPACION DEL PROYECTISTA.



DETALLE 1: ANCLAJE DE GEOMEMBRA
ESCALA 1:25



DETALLE 2: DREN DE TALON
ESCALA 1:50



PLANOS DE REFERENCIA

- PRO-IA-13
- PRO-IA-14
- PRO-IA-15
- PRO-IA-17
- PRO-IA-18
- PRO-IA-19
- PRO-IA-20
- PRO-IA-21
- PRO-IA-22

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

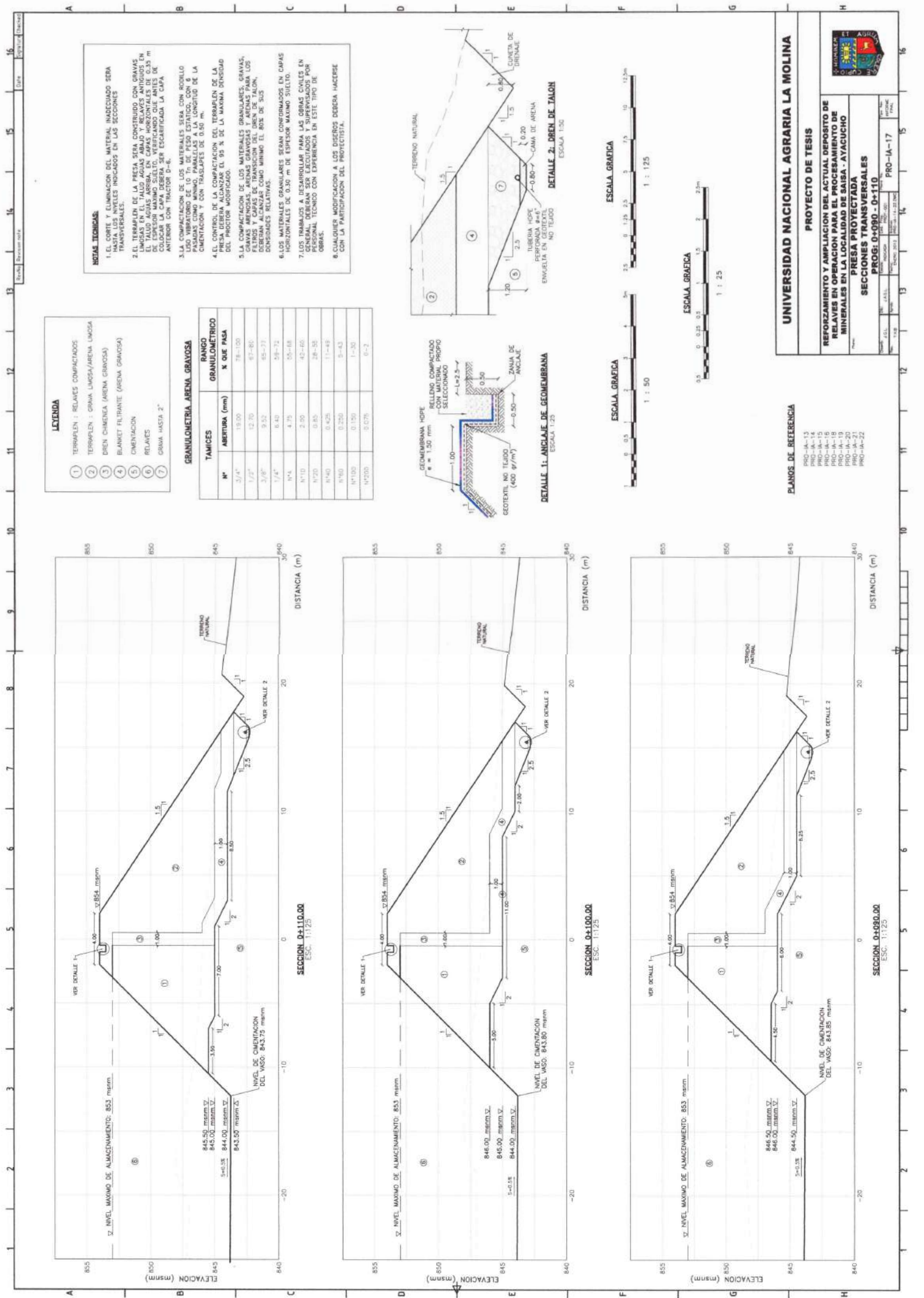
PROYECTO DE TESIS

REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL DEPOSITO DE RELAVES EN OPERACION PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - ATACUCHO

SECCIONES TRANSVERSALES

PROG: 0-060 - 0-080

PRO-IA-16



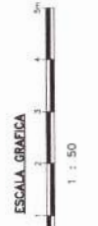
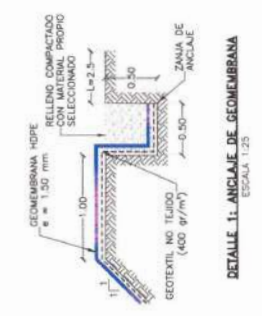
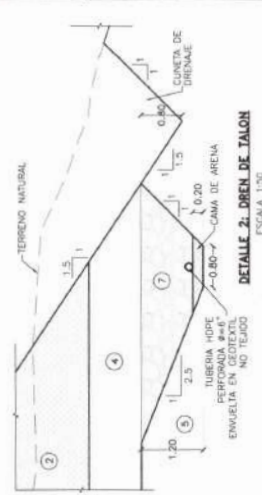
- LEYENDA**
- 1 TERRAPLEN : RELAVES COMPACTADOS
 - 2 TERRAPLEN : GRANA LINDA/ARENA LINDA
 - 3 DREN CHIMENEA (ARENA GRAVOSA)
 - 4 ELABORET FILTRANTE (ARENA GRAVOSA)
 - 5 CIMENTACION
 - 6 RELAVES
 - 7 GRANA HASTA 2"

GRANULOMETRIA ARENA GRAVOSA

TAMICES	RANGO GRANULOMETRICO % QUE PASA
N° 3/4"	78-100
N° 1/2"	67-80
N° 3/8"	65-77
N° 1/4"	58-72
N° 1/4"	47-58
N° 10	42-60
N° 20	38-55
N° 40	11-49
N° 60	5-43
N° 100	1-30
N° 200	0-2

NOTAS TECNICAS:

- EL CORTE Y ELIMINACION DEL MATERIAL INADECUADO SEHA HASTA LOS NIVELES INDICADOS EN LAS SECCIONES TRANSVERSALES.
- EL TERRAPLEN DE LA PRESA SEHA CONSTRUIDO CON GRANA LINDAS EN EL TALUD AGUAS ABAYD Y RELAVES ANTIQUOS EN EL TALUD AGUAS ARRIBA. EL TALUD AGUAS ARRIBA SEHA DE ESPESOR MAXIMO SLEITO, VERIFICANDO QUE ANTES DE COLOCAR LA CAPA DEBERA SER ESCARIFICADA LA CAPA ANTERIOR CON TRACTOR D-6.
- LA COMPACTACION DE LOS MATERIALES SEHA CON RODILLO VIBRANTE EN LAS CAPAS DE 15 CM. EL ESPESOR DE LAS PASADAS COMO MAXIMO, PARALELAS A LA LONGITUD DE LA CIMENTACION Y CON TRASLAPES DE 0.50 M.
- EL CONTROL DE LA COMPACTACION DEL TERRAPLEN DE LA PRESA DEBERA ALZANAR EL 95 % DE LA MAXIMA DENSIDAD DEL PROCTOR MODIFICADO.
- LA COMPACTACION DE LOS MATERIALES GRANULARES, GRANA, ARENA LINDA Y ARENA GRAVOSA SEHA VERIFICANDO QUE LOS DENSIDADES RELATIVAS DEBERAN ALZANAR COMO MINIMO EL 80% DE SUS DENSIDADES RELATIVAS.
- LOS MATERIALES GRANULARES SEHAN CONFORMADOS EN CAPAS HORIZONTALES DE 0.30 M DE ESPESOR MAXIMO SLEITO.
- LOS TRABAJOS A DESARROLLAR PARA LAS OBRAS CIVILES EN GENERAL DEBERAN SER EJECUTADOS Y SUPERVISADOS POR UN INGENIERO CIVIL TECNICO CON EXPERIENCIA EN ESTE TIPO DE OBRAS.
- CUALQUIER MODIFICACION A LOS DISEÑOS DEBERA HACERSE CON LA PARTICIPACION DEL PROYECTISTA.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

PROYECTO DE TESIS

REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL DEPOSITO DE RELAVES EN OPERACION PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - AYACUCHO

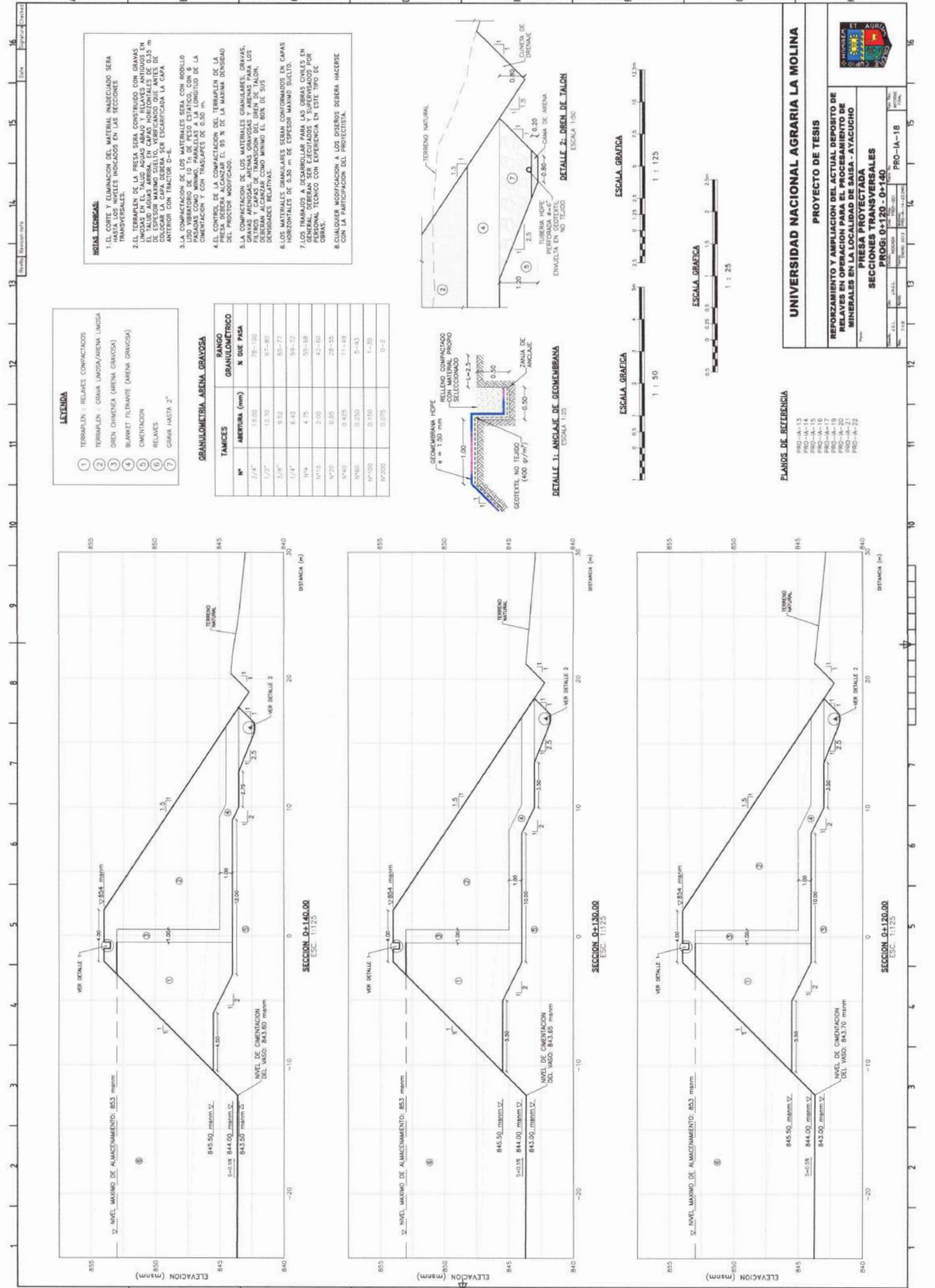
SECCIONES TRANSVERSALES

PROG: 0+080 - 0+110

- PLANOS DE REFERENCIA**
- PRO-IA-13
 - PRO-IA-14
 - PRO-IA-15
 - PRO-IA-16
 - PRO-IA-18
 - PRO-IA-19
 - PRO-IA-20
 - PRO-IA-21
 - PRO-IA-22



Nombre	Apellido	Nombre	Apellido	Nombre	Apellido
PRO-IA-17					

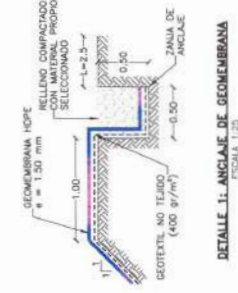


- NOTAS TÉCNICAS:**
- EL CORTE Y ELIMINACIÓN DEL MATERIAL INADICUADO SERÁ REALIZADA EN LOS PUNTOS INDICADOS EN LAS SECCIONES TRANSVERSALES.
 - EL TERRAPLEN DE LA PRESA SERÁ CONSTRUÍDO CON GRANAS LIMOSAS EN EL TALUD AGUAS ABAJO Y RELAVES ANTIGUOS EN EL TALUD AGUAS ARRIBA, EN CAPAS HORIZONTALES DE 0.30 m DE ESPESOR MÁXIMO, CON UN ANCHO DE TALLADO DE 0.30 m. LA CAPA DEBERÁ SER ESCARIFICADA LA CAPA ANTERIOR CON TRACTOR D-6.
 - LA COMPACTACIÓN DE LOS MATERIALES SERÁ CON RODILLO VIBRATORIO DE 10 Tn DE PESO ESTÁTICO, CON 8 PASOS DE COMPACTACIÓN POR CADA CAPA. EL ANCHO DE LA CIMENTACIÓN Y CON TRASLAPES DE 0.30 m.
 - EL CONTROL DE LA COMPACTACIÓN DEL TERRAPLEN DE LA PRESA DEBERÁ ALCANZAR EL 95 % DE LA MÁXIMA DENSIDAD DEL PROCTOR MODIFICADO.
 - LA COMPACTACIÓN DE LOS MATERIALES GRANULARES, GRAVAS, GRANAS ARENOSAS, ARENAS GRAVOSAS DEBERÁ SER REALIZADA EN CAPAS HORIZONTALES CON UN ANCHO DE TALLADO DE 0.30 m, Y DENSIDADES RELATIVAS.
 - LOS MATERIALES GRANULARES SERÁN CONFORMADOS EN CAPAS HORIZONTALES DE 0.30 m DE ESPESOR MÁXIMO SÚCITO.
 - LOS TRABAJOS A DESARROLLAR PARA LAS OBRAS CIVILES EN GENERAL, DEBERÁN SER EJECUTADOS Y SUPERVISADOS POR UN INGENIERO TECNICO CON EXPERIENCIA EN ESTE TIPO DE OBRAS.
 - CUALQUIER MODIFICACIÓN A LOS DISEÑOS DEBERÁ HACERSE CON LA PARTICIPACIÓN DEL PROYECTISTA.

- LEYENDA:**
- 1 TERRAPLEN : RELAVES COMPACTADOS
 - 2 TERRAPLEN : GRAMA LIMOSA/ARENA LIMOSA
 - 3 DREN CHIMENEA (ARENA GRAVOSA)
 - 4 BLANKET FILTRANTE (ARENA GRAVOSA)
 - 5 CIMENTACIÓN
 - 6 RELAVES
 - 7 GRAMA HASTA 2"

GRANULOMETRÍA ARENA GRAVOSA

TAMICES	ABERTURA (mm)	RANGO GRANULOMÉTRICO X QUE PASA
N° 4	4.75	75-100
N° 10	2.00	85-95
N° 20	0.85	90-95
N° 40	0.425	95-98
N° 60	0.25	98-99
N° 80	0.18	99-100
N° 100	0.15	100
N° 200	0.075	100



DETALLE 2.- DREN DE TALÓN
ESCALA 1:50



ESCALA GRÁFICA
1 : 50

ESCALA GRÁFICA
1 : 125

ESCALA GRÁFICA
1 : 25

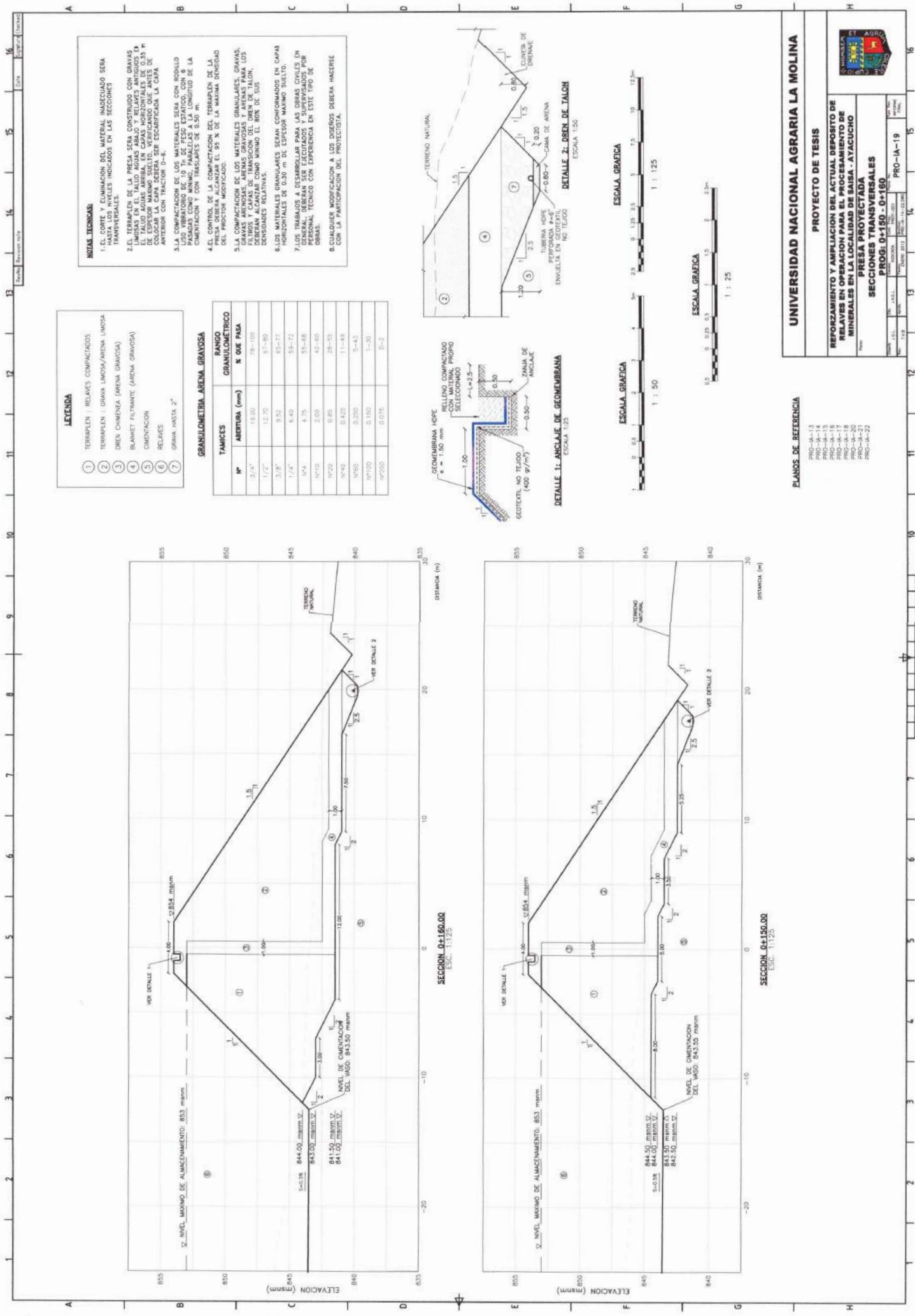
PLANOS DE REFERENCIA

- PROJ-IA-13
- PROJ-IA-14
- PROJ-IA-15
- PROJ-IA-16
- PROJ-IA-17
- PROJ-IA-18
- PROJ-IA-21
- PROJ-IA-22

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

PROYECTO DE TESIS
REFORZAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL ACTUAL DEPÓSITO DE RELAVES EN OPERACIÓN PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - ATACUCHO
PRESA PROTECTADA
SECCIONES TRANSVERSALES
PROJ. 01-120 - 0-140

TITULO: ...
 AUTOR: ...
 ASESOR: ...
 FECHA: ...
 INSTITUCIÓN: ...
 PROYECTO: ...



- LEYENDA**
- ① TERRAPLEN | RELAVES COMPACTADOS
 - ② TERRAPLEN | GRASA LIMOSA/ARENA LIMOSA
 - ③ DREN CHIMENEA (ARENA GRAVOSA)
 - ④ BLANQUET FILTRANTE (ARENA GRAVOSA)
 - ⑤ CIMENTACION
 - ⑥ RELAVES
 - ⑦ GRASA HASTA 2"

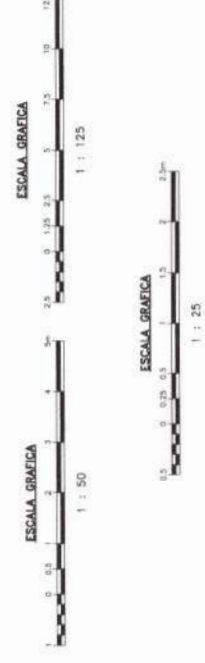
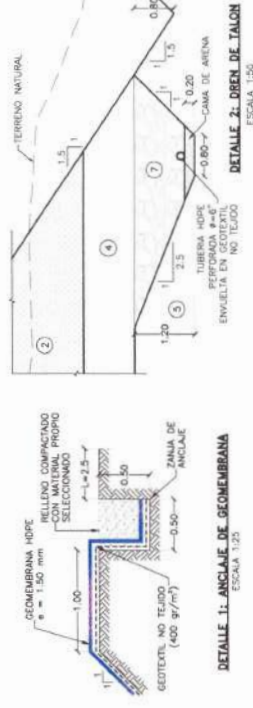
GRANULOMETRIA ARENA GRAVOSA

TAMICES	RANGO GRANULOMETRICO % QUE PASA
Nº	ABERTURA (mm)
3/6"	18.00
1/2"	12.70
3/8"	9.52
1/4"	6.40
Nº4	4.75
Nº10	2.00
Nº20	0.85
Nº40	0.425
Nº60	0.250
Nº100	0.150
Nº200	0.075

NOTAS TECNICAS:

- EL CORTE Y CIMENTACION DEL MATERIAL INDICADO SERA HASTA LOS NIVELES INDICADOS EN LAS SECCIONES TRANSVERSALES.
- EL TERRAPLEN DE LA PRESA SERA CONSTRUIDO CON GRASAS LIMOSAS EN EL TALUD AGUAS ABAJO Y RELAVES ANTERIORES EN GRASA LIMOSA/ARENA GRAVOSA. EL ESPESOR MAXIMO SUELO VERIFICANDO QUE ANTES DE COLOCAR LA CAPA DEBERA SER ESCARIFICADA LA CAPA ANTERIOR CON TRACTOR D-6.
- LA COMPACTACION DE LOS MATERIALES SERA CON RODILLO VIBROCOMPACTADOR EN PARALELOS A LA LONGITUD DE LA CIMENTACION Y CON TRASLAPES DE 0.50 m.
- EL CONTROL DE LA COMPACTACION DEL TERRAPLEN DE LA PRESA DEBERA ALCANZAR EL 95 % DE LA MAXIMA DENSIDAD DEL PROYON MODIFICADO.
- LA COMPACTACION DE LOS MATERIALES GRANULARES GRAVOSAS EN LOS FILTROS Y CAPAS DE TRANSICION DEL DREN DE TALON DEBERAN ALCANZAR COMO MINIMO EL 80% DE SUS DENSIDADES RELATIVAS.
- LOS MATERIALES GRANULARES DEBEN CONFORMARSE EN CAPAS HOMOGENEAS DE 0.30 m DE ESPESOR MAXIMO SUELO.
- LOS TRABAJOS A DESARROLLAR PARA LAS DRENAS DEBEN SER PERSONAL TECNICO CON EXPERIENCIA EN ESTE TIPO DE OBRAS.

B. CUALQUIER MODIFICACION A LOS DISEÑOS DEBERA HACERSE CON LA PARTICIPACION DEL PROYECTISTA.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

PROYECTO DE TESIS

REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL DEPOSITO DE RELAVES EN OPERACION PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - ATACUCHO

PRESA PROYECTADA

SECCIONES TRANSVERSALES

PROG: 0+150 - 0+160

PROF-A-13
PROF-A-14
PROF-A-15
PROF-A-16
PROF-A-17
PROF-A-18
PROF-A-19
PROF-A-20
PROF-A-21
PROF-A-22

PROF-A-19

PLANOS DE REFERENCIA

LEYENDA

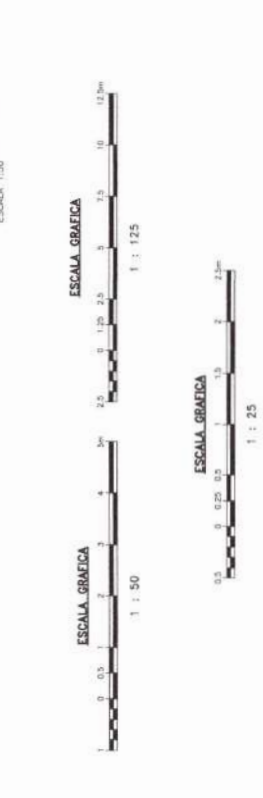
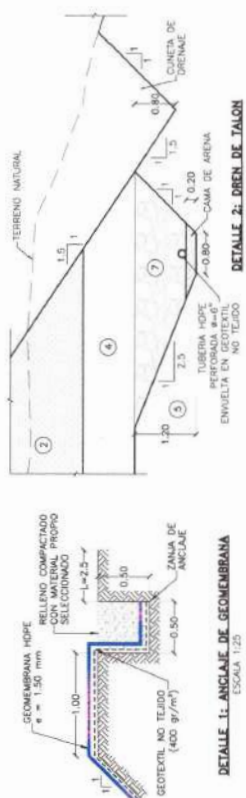
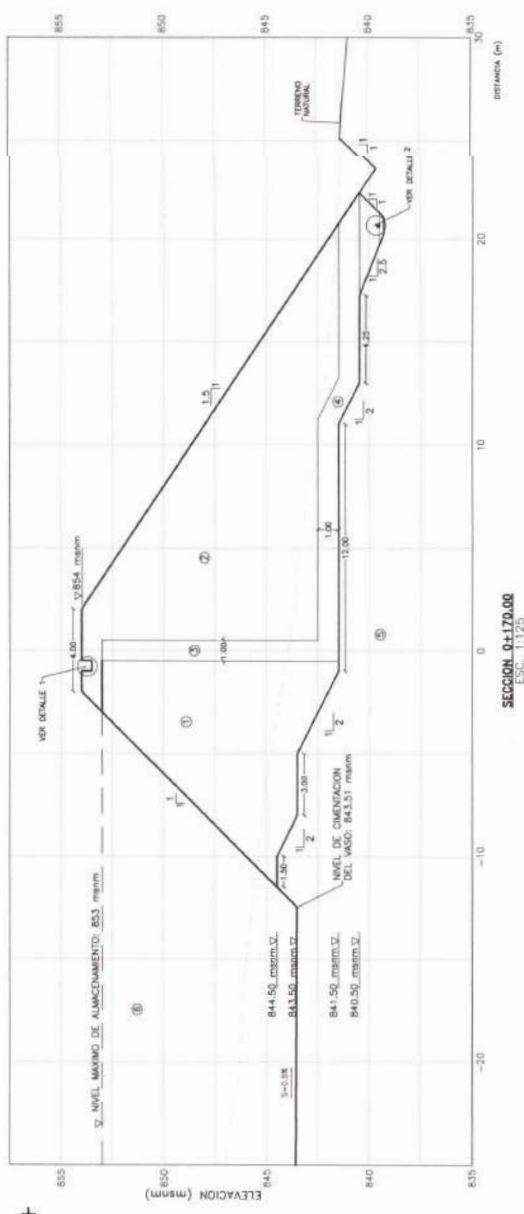
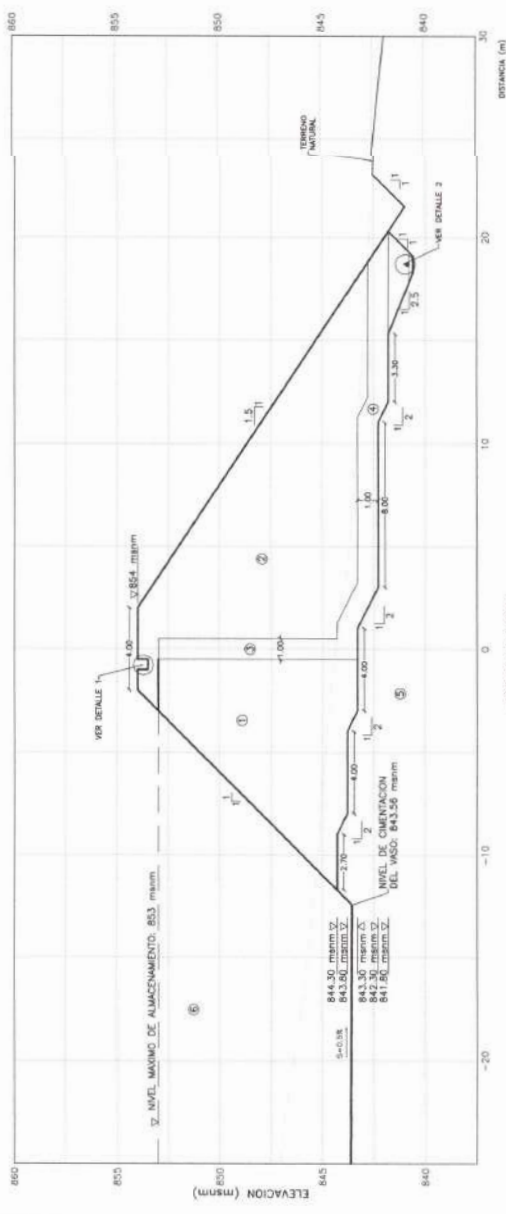
① TERRAPLEN - RELAVES COMPACTADOS
 ② TERRAPLEN - GRASA LIGSA/ARENA LIMPIA
 ③ DREN CHIMENEA (ARENA GRANOSA)
 ④ BLANQUET FILTRANTE (ARENA GRANOSA)
 ⑤ CIMENTACION
 ⑥ RELAVES
 ⑦ GRASA HASTA 2"

NOTAS TECNICAS:

1. EL CORTE Y ELIMINACION DEL MATERIAL INACABADO SEHA HASTA LOS NIVELES INDICADOS EN LAS SECCIONES TRANSVERSALES.
2. EL TERRAPLEN DE LA PRESA SEHA CONSTRUIDO CON GRAVAS UNIDAS EN EL TALUD AGUAS ABAJO Y RELAVES ANTIQUOS EN EL TALUD AGUAS ARRIBA. EL ESPESOR DE LA CAPA DE CEMENTACION DEBE DE SER DE 10 CM. EL ESPESOR DE LA CAPA DEBEN DE SER VERIFICADOS ANTES DE COLOCAR LA CAPA DEBEN DE SER VERIFICADOS ANTES DE LA ANTERIOR CON TRACTOR D-6.
3. LA COMPACTACION DE LOS MATERIALES SEHA CON RODILLO VIBRANTE EN LOS TALUDES Y CON PASADAZO EN LA CIMENTACION Y CON TRASLAVES DE 0.50 m.
4. EL CONTROL DE LA COMPACTACION DEL TERRAPLEN DE LA PRESA DEBE ALCANZAR EL 95 % DE LA MAXIMA DENSIDAD DEL PROCTOR MODIFICADO.
5. LA COMPACTACION DE LOS MATERIALES GRANULARES, GRAVAS, FILTROS Y CAPAS DE TRANSICION DEL DREN DE TALON, DEBERAN ALCANZAR COMO MINIMO EL 85% DE SUS DENSIDADES RELATIVAS.
6. LOS MATERIALES GRANULARES SEHAN CONFORMADOS EN CAPAS HORIZONTALES DE 0.30 m DE ESPESOR MAXIMO SUELO.
7. LOS TRABAJOS A DESARROLLAR PARA LAS OBRAS CIVILES EN EL TALON DEBEN SER REALIZADOS POR PERSONAL TECNICO CON EXPERIENCIA EN ESTE TIPO DE OBRAS.
8. CUALQUIER MODIFICACION A LOS DISEÑOS DEBEN HACERSE CON LA PARTICIPACION DEL PROYECTISTA.

GRANULOMETRIA ARENA GRANOSA

TAMICES	RANGO GRANULOMETRICO
Nº	ABERTURA (mm)
3/4"	19.00
1/2"	12.70
3/8"	9.50
1/4"	6.40
Nº10	1.75
Nº20	0.85
Nº40	0.425
Nº60	0.250
Nº100	0.150
Nº200	0.075



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

PROYECTO DE TESIS

REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL DEPÓSITO DE RELAVES EN LA LOCALIDAD DE SABA - AYACUCHO

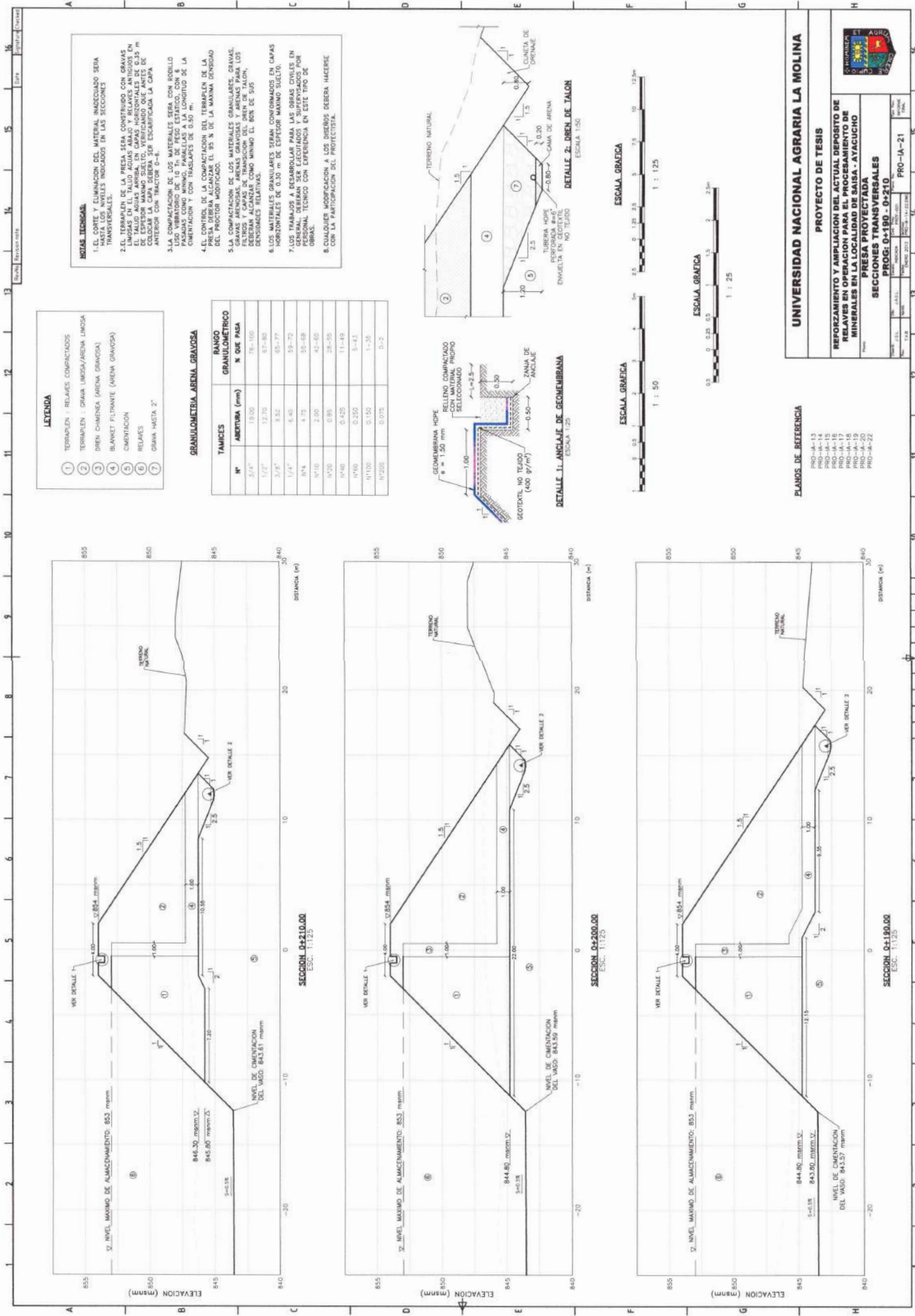
SECCIONES TRANSVERSALES

PROG. 0+170 - 0+180

PRO-IA-13
 PRO-IA-14
 PRO-IA-15
 PRO-IA-16
 PRO-IA-17
 PRO-IA-18
 PRO-IA-19
 PRO-IA-20
 PRO-IA-21
 PRO-IA-22

PLANOS DE REFERENCIA

PRO-IA-13
 PRO-IA-14
 PRO-IA-15
 PRO-IA-16
 PRO-IA-17
 PRO-IA-18
 PRO-IA-19
 PRO-IA-20
 PRO-IA-21
 PRO-IA-22



LEYENDA

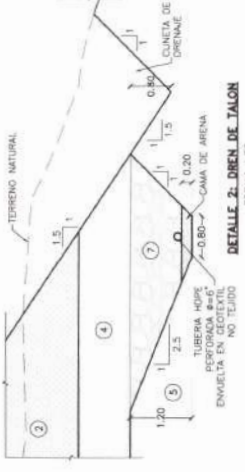
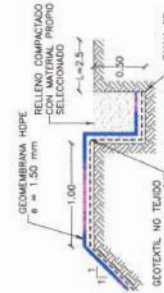
- 1 TERRAPLEN : RELAVES COMPACTADOS
- 2 TERRAPLEN : GRANA LIMOSA/ARENA LIMOSA
- 3 DREN CHIMENEA (ARENA GRAVOSA)
- 4 BLANQUET FILTRANTE (ARENA GRAVOSA)
- 5 OMBUTACION
- 6 RELAVES
- 7 GRANA HASTA 2'

GRANULOMETRIA ARENA GRAVOSA

TAMICES	RANCHO GRANULOMETRICO % QUE PASA
N° 3/4"	18.00
N° 1/2"	12.20
N° 3/8"	9.32
N° 1/4"	6.40
N° 3/16"	4.73
N° 1/8"	3.55
N° 1/16"	2.00
N° 3/32"	0.85
N° 1/16"	0.250
N° 1/32"	0.150
N° 1/64"	0.075
	0-2

NOTAS TECNICAS:

1. EL CORTE Y ELIMINACION DEL MATERIAL MANEJANDO SEHA HASTA LOS NIVELES INDICADOS EN LAS SECCIONES TRANSVERSALES.
2. EL TERRAPLEN DE LA PRESA SEHA CONSTRUO CON GRANA LIMOSAS EN EL TALUD ACUAS AMIO Y RELAVES ANTIQUOS EN EL TALUD DE LA CUNETA DE DRENAJE. EL ESPESOR DE ESTOS RELAVES DEBE SER DE 0.30 m. COLOCAR LA CAPA DEBERA SER ESCARIFICADA LA CAPA ANTERIOR CON TRACTOR D-E.
3. LA COMPACTACION DE LOS MATERIALES SEHA CON BOBILLO PASADO EN LA SUPERFICIE DE LA CAPA DE 0.30 m. PASADAS COMO MINIMO PAREJAS LA LONGITUD DE LA OMBUTACION Y CON TRASLAPES DE 0.30 m.
4. EL CONTROL DE LA COMPACTACION DEL TERRAPLEN DE LA PRESA DEBERA ALCANZAR EL 95 % DE LA MAXIMA DENSIDAD DEL PROCTOR MODIFICADO.
5. LA COMPACTACION DE LOS MATERIALES GRANULARES, GRAVAS, ARENAS Y TIERRAS DEBEN SER REALIZADAS EN LOS FILTROS Y CAPAS DE TRANSICION DEL DREN DE TALON, DEBERAN ALCANZAR COMO MINIMO EL 80% DE SUS DENSIDADES RELATIVAS.
6. LOS MATERIALES GRANULARES DEBERAN CONFORMADOS EN CAPAS HORIZONTALES DE 0.30 m DE ESPESOR MAXIMO SUELO.
7. LOS TRABAJOS A DESARROLLAR PARA LAS OBRAS CIVILES EN EL TALUD DE LA PRESA DEBERAN SER EJECUTADOS POR PERSONAL TECNICO CON EXPERIENCIA EN ESTE TIPO DE OBRAS.
8. CUALQUIER MODIFICACION A LOS DISEÑOS DEBERA HACERSE CON LA PARTICIPACION DEL PROYECTISTA.



PLANOS DE REFERENCIA

- PRO-A-13
- PRO-A-14
- PRO-A-15
- PRO-A-16
- PRO-A-17
- PRO-A-18
- PRO-A-19
- PRO-A-20
- PRO-A-21

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

PROYECTO DE TESIS

REFORZAMIENTO Y AMPLIACION PARA EL PROCESAMIENTO DE RELAVES EN OPERACION PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - AYACUCHO

SECCIONES TRANSVERSALES

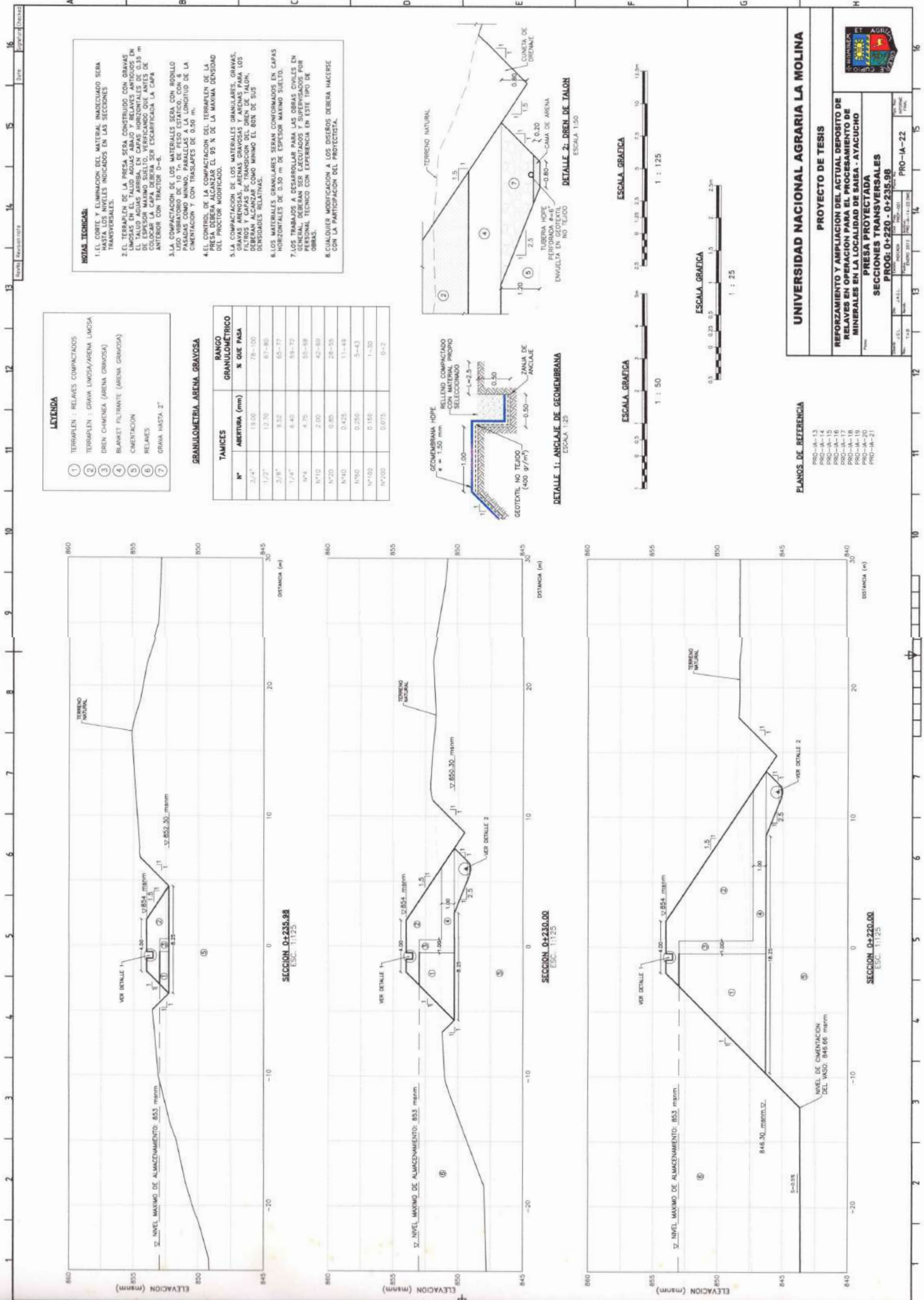
PROG: 0-190 - 0-210

Nombre: _____

Matrícula: _____

Fecha: _____

PRO-A-21



LEYENDA

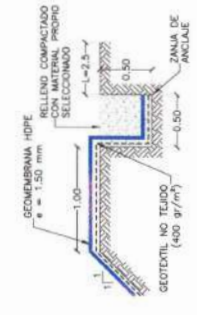
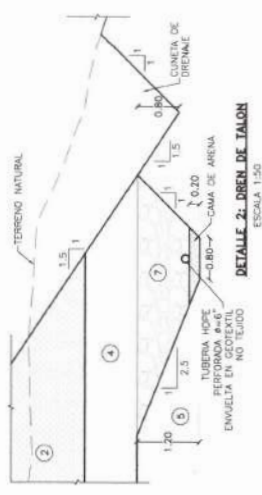
- ① TERRAPLEN : RELAVES COMPACTADOS
- ② TERRAPLEN : DRAVA LIMOSA/ARENA LIMOSA
- ③ DREN CHIMENEA (ARENA GROSOSA)
- ④ BLANKET FILTRANTE (ARENA GROSOSA)
- ⑤ RELAVES
- ⑥ GRAVA HASTA 2"
- ⑦

GRANULOMETRIA ARENA GRAVOSA

TAMICES	ABERTURA (mm)	RANGO GRANULOMETRICO % QUE PASA
N° 4"	119.00	78-100
1/2"	12.70	67-80
3/8"	9.52	65-77
1/4"	6.40	59-72
N° 4	4.75	55-59
N° 10	2.00	42-50
N° 20	0.85	28-35
N° 40	0.425	11-46
N° 80	0.250	5-43
N° 100	0.150	1-30
N° 200	0.075	0-2

NOTAS TECNICAS

- EL CORTE Y ADELLES INDICADOS EN LAS SECCIONES TRANSVERSALES.
- EL TERRAPLEN DE LA PRESA SERA CONSTRUIDO CON GRAVAS LIMOSAS EN EL TALUD AGUAS ABAJO Y RELAVES ANTIGUOS EN EL TALUD AGUAS ARRIBA. EN CAPAS HORIZONTALES DE 0.35 m DE ESPESOR. LAS GRAVAS DEBEN SER ESCURRICIASAS Y DE COLOCAR LA CAPA DEBERA SER ESCURRICIASA A LA CAPA ANTERIOR CON TRACTOR D-6.
- LA COMPACTACION DE LOS MATERIALES SERA CON RODILLO LIGERO VIBRATORIO DE 10 Tn DE PESO ESTATICO, CON 6 PASADAZOS COMO MINIMO, PARALELOS A LA LONGITUD DE LA OBRERA Y CON TIEMPO DE 0.59 m.
- SELECCION DE LA COMPACTACION DEL TERRAPLEN DE LA OBRERA DEBEN SER EL 95 % DE LA MANERA DEBIDA DEL PROCTOR MODIFICADO.
- LA COMPACTACION DE LOS MATERIALES GRANULARES, GRAVAS, GRAVAS AFINOSAS, ARENAS GRAVOSAS Y ARENAS PARA LOS FILTROS Y CAPAS DE TRANSICION DEL DREN DE TALON, DEBERAN SER HECHAS CON UN GRUPO RINHO EL BON DE SUS DENSIDADES RELATIVAS.
- LOS MATERIALES GRANULARES SERAN CONFORMADOS EN CAPAS HORIZONTALES DE 0.30 m DE ESPESOR MAXIMO SUJETO.
- LOS TRABAJOS A DESARROLLAR PARA LAS OBRAS CIVILES EN GENERAL DEBERAN SER EJECUTADOS Y SUPERVISADOS POR PERSONAL TECNICO CON EXPERIENCIA EN ESTE TIPO DE OBRAS.
- CUALQUIER MODIFICACION A LOS DISEÑOS DEBERA HACERSE CON LA PARTICIPACION DEL PROYECTISTA.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

PROYECTO DE TESIS

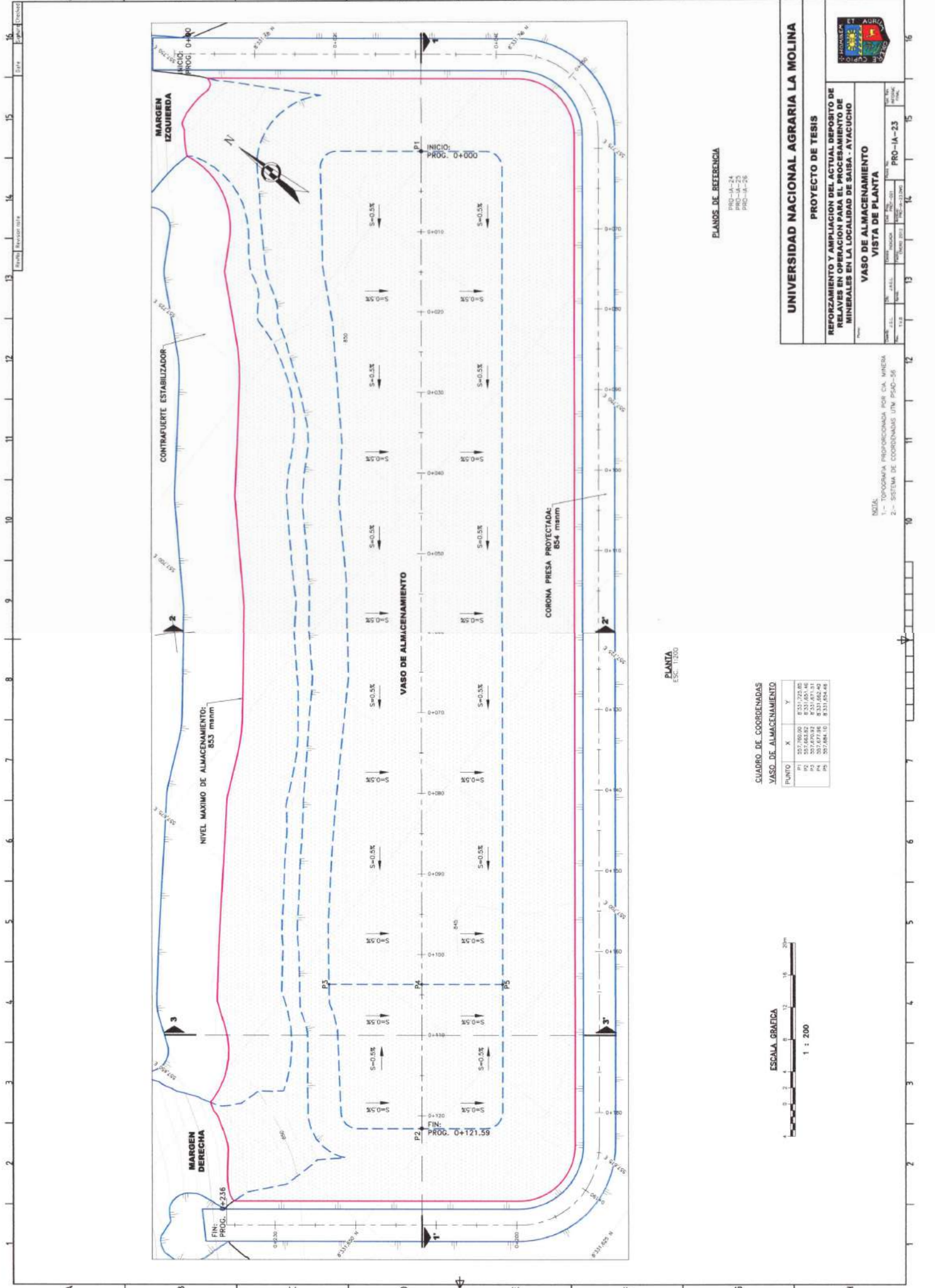
REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL DEPÓSITO DE RELAVES EN OPERACION PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - AYACUCHO

SECCIONES TRANSVERSALES

PROG: 0+220 - 0+235.98

PROG-IA-13
PROG-IA-14
PROG-IA-15
PROG-IA-16
PROG-IA-17
PROG-IA-18
PROG-IA-19
PROG-IA-20
PROG-IA-21

PROG-IA-22



PLANOS DE REFERENCIA
 PRO-IA-24
 PRO-IA-25
 PRO-IA-26

PLANTA
 ESC. 1:200

CUADRO DE COORDENADAS
 VASO DE ALMACENAMIENTO

PUNTO	X	Y
P1	207.760.00	8.331.720.48
P2	207.764.802	8.331.653.46
P3	207.767.396	8.331.652.91
P4	207.767.396	8.331.652.91
P5	207.764.110	8.331.654.48



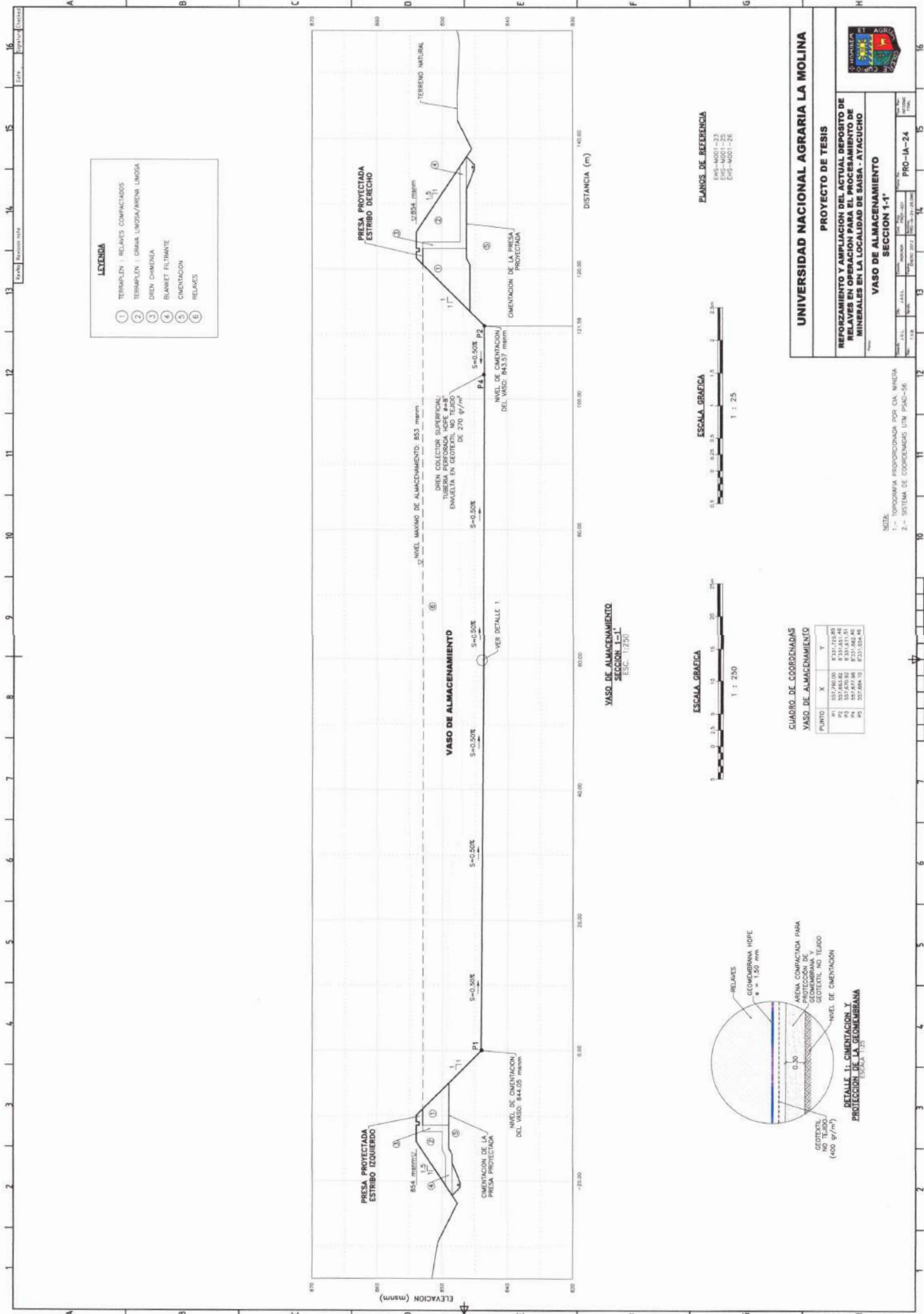
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

PROYECTO DE TESIS
REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL RESERVOIR DE RELAVES EN OPERACION PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - AYACUCHO

**VASO DE ALMACENAMIENTO
 VISTA DE PLANTA**

ET ALFA
 ET BETA
 ET GAMMA
 ET DELTA
 ET EPSILON
 ET ZETA
 ET ETA
 ET THETA
 ET IOTA
 ET KAPPA
 ET LAMDA
 ET MU
 ET NU
 ET XI
 ET OMIKRON
 ET PI
 ET RHO
 ET SIGMA
 ET TAU
 ET Upsilon
 ET PHI
 ET CHI
 ET PSI
 ET OMEGA

NOTA:
 1- TOPOGRAFIA PROPORCIONADA POR CIA. MINERA
 2- SISTEMA DE COORDENADAS UTM PSAD-56



- LEYENDA**
- ① TERRAPLEN : RELAVES COMPACTADOS
 - ② TERRAPLEN : GRASA LIMOSA/ARCILLA LIMOSA
 - ③ DREN CHROMIXA
 - ④ BLANKET FILTRANTE
 - ⑤ CIMENTACION
 - ⑥ RELAVES

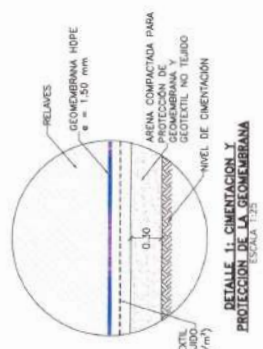
VASO DE ALMACENAMIENTO
SECCION 1-1
ESC: 1:250



PLANOS DE REFERENCIA
E/S-M001-23
E/S-M001-25
E/S-M001-26

CUADRO DE COORDENADAS
VASO DE ALMACENAMIENTO

PUNTO	X	Y
P1	357760.00	833170.80
P2	357760.82	833161.46
P3	357761.96	833160.40
P4	357761.96	833160.40
P5	357764.10	833162.48



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

PROYECTO DE TESIS

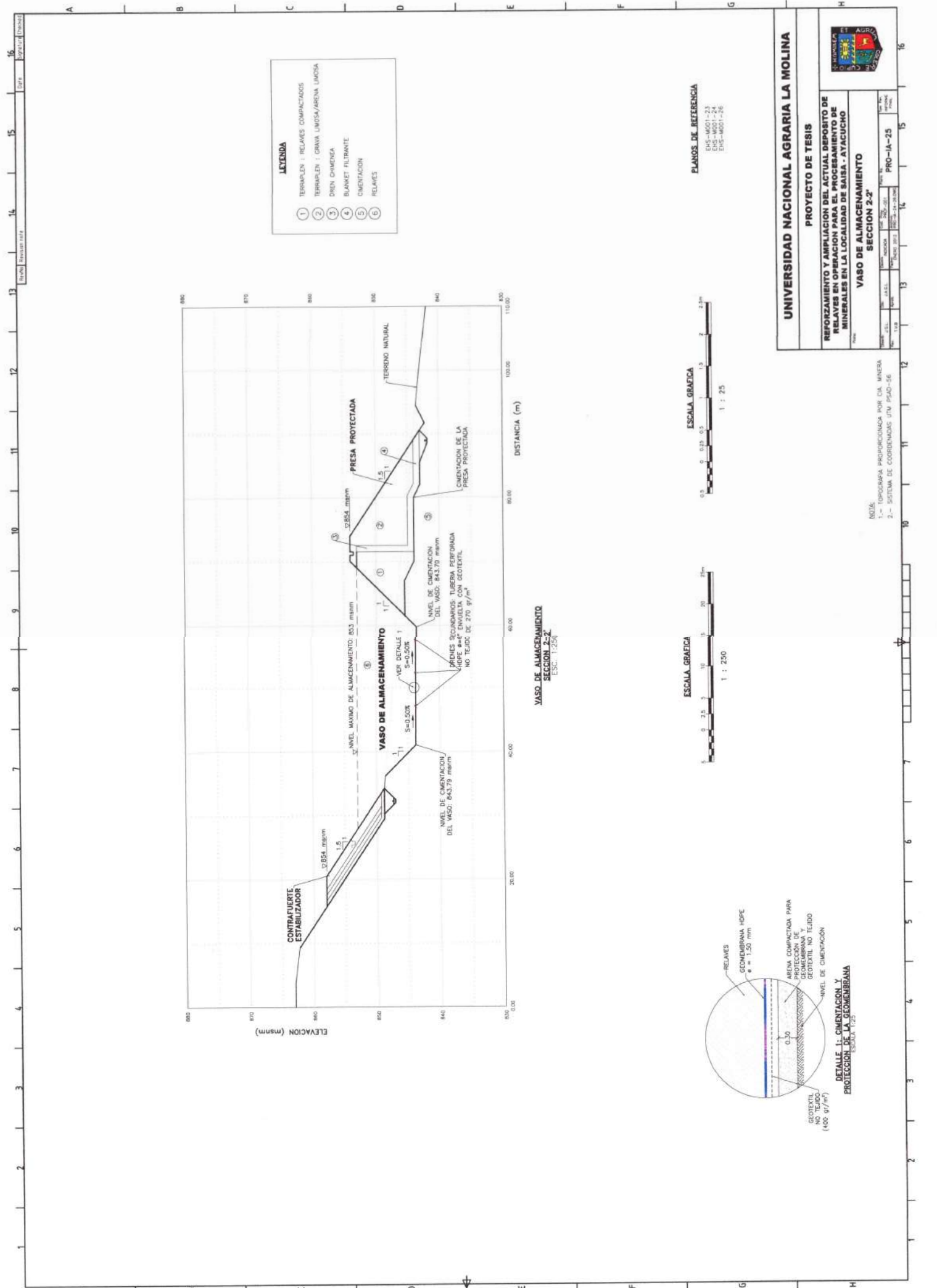
REFORZAMIENTO Y AMPLIACION PARA EL PROCESAMIENTO DE RELAVES EN OPERACION PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - ATACUCHO

VASO DE ALMACENAMIENTO

SECCION 1-1'

PRO-Ia-24

NOTA:
1.- TOPOGRAFIA PROPORCIONADA POR CIA. MINESA
2.- SISTEMA DE COORDENADAS UTM PSCA-56



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

PROYECTO DE TESIS

REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL DEPOSITO DE RELAVES EN OPERACION PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - YACUCHO

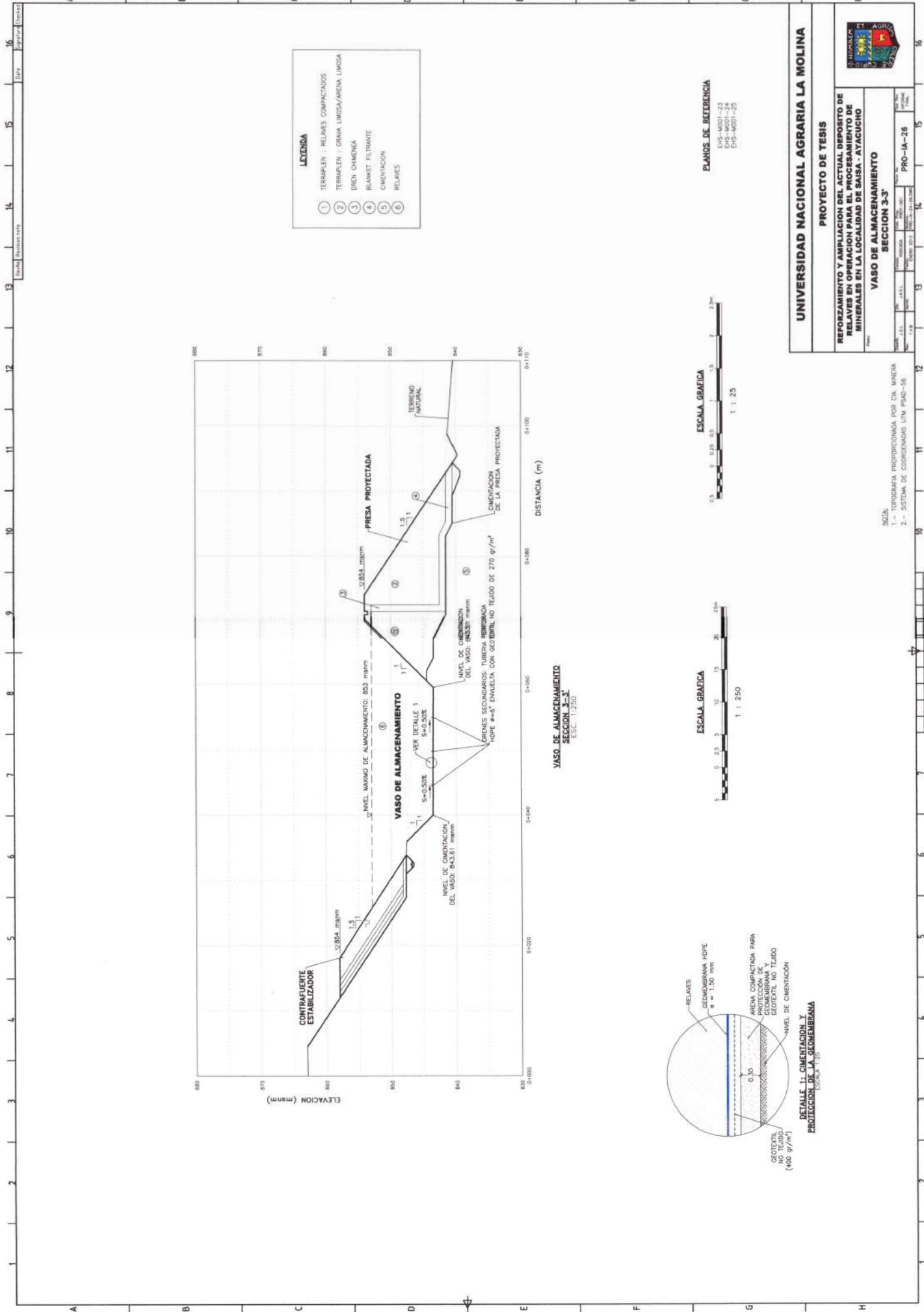
VASO DE ALMACENAMIENTO SECCION 2-2'

AUTOR	FECHA	REVISOR	FECHA	REVISOR	FECHA

PRO-IA-25

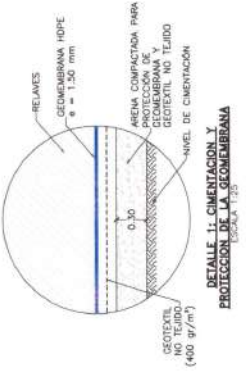
NOTA:

- 1.- TOPOGRAFIA PROPORCIONADA POR CIA. MINERA
- 2.- SISTEMA DE COORDENADAS UTM PZAD-56



- LEYENDA**
- 1 TERRAPLEN + RELAYES COMPACTADOS
 - 2 TERRAPLEN + GRASA LIMOSA/ARENA LIMOSA
 - 3 DRENE CHIMENEA
 - 4 BIANQUET FILTRANTE
 - 5 CIMENTACION
 - 6 RELAYES

PLANOS DE REFERENCIA
 EHS-M001-23
 EHS-M001-24
 EHS-M001-25



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

PROYECTO DE TESIS

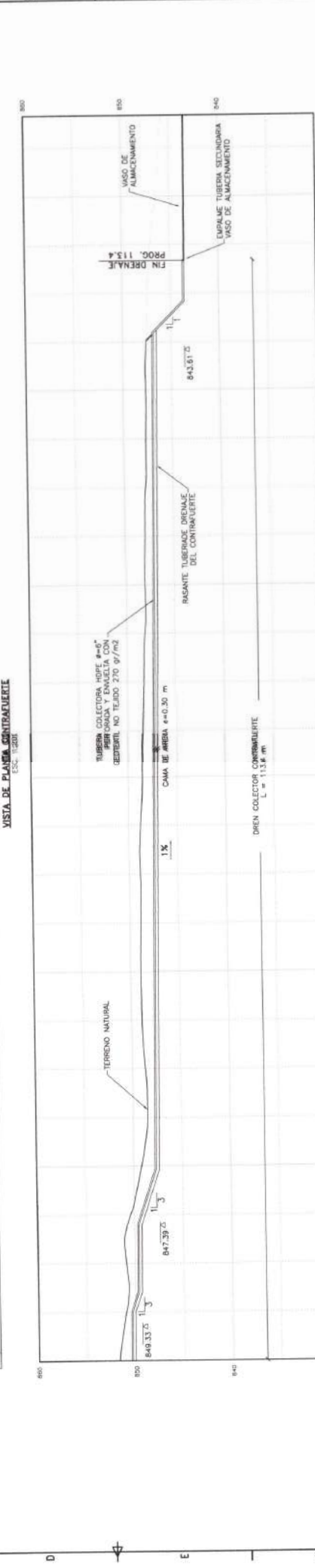
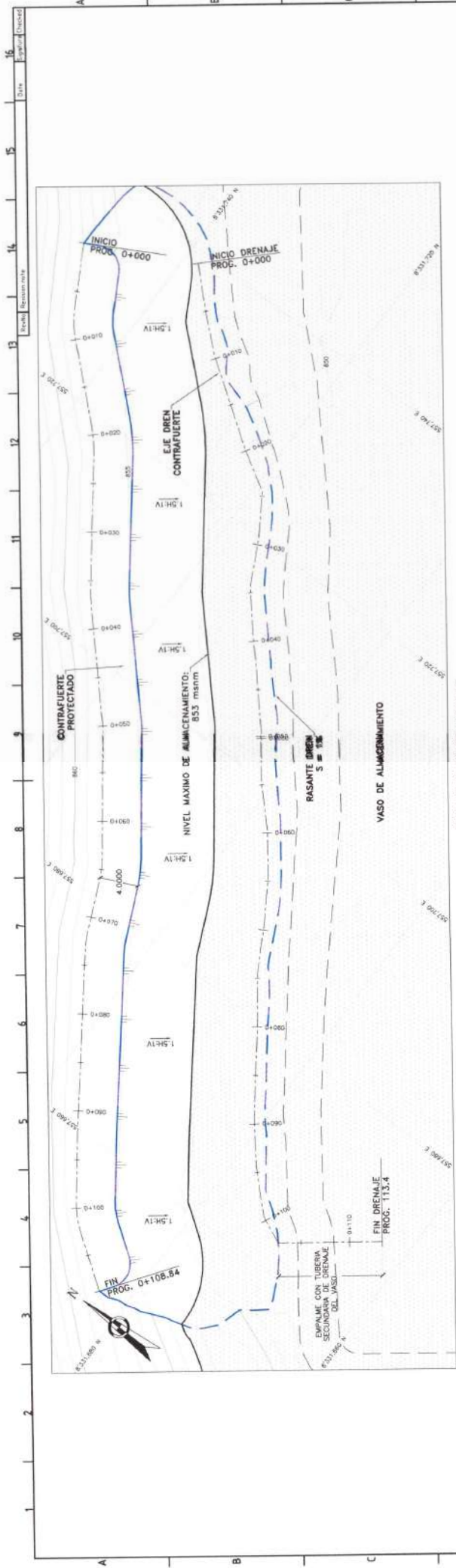
REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL DEPOSITO DE RELAYES EN OPERACION PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - AYACUCHO

VASO DE ALMACENAMIENTO

SECCION 3-3'

FECHA: 11/08	PROYECTO: PRO-1A-26
FECHA: 11/08	PROYECTO: PRO-1A-26
FECHA: 11/08	PROYECTO: PRO-1A-26
FECHA: 11/08	PROYECTO: PRO-1A-26

NOTA:
 1.- TOPOGRAFIA PROPORCIONADA POR CIA. MINERIA
 2.- SISTEMA DE COORDENADAS UTM PSAD-56



DISTANCIA (m)	COTA TERRENO	COTA RASANTE	PENDIENTE
0+000	850.37	850.91	1.00%
0+100	849.60	850.91	1.00%
0+200	849.23	850.41	1.00%
0+300	847.54	848.99	1.00%
0+400	847.59	848.57	1.00%
0+500	847.64	848.53	1.00%
0+600	847.29	848.03	1.00%
0+700	847.39	848.89	1.00%
0+800	847.34	848.83	1.00%
0+900	847.24	848.48	1.00%
0+1000	847.04	848.00	1.00%
0+1100	846.94	847.75	1.00%
0+1200	846.50	847.72	1.00%
0+1300	846.39	847.61	1.00%
0+1400	846.43	847.09	1.00%
0+1500	846.10	846.53	1.00%

PERFIL LONGITUDINAL DREN CONTRAFUERTE
ESC. 1:200

PLANOS DE REFERENCIA

PRO-A-28
PRO-A-29
PRO-A-30
PRO-A-31

ESCALA GRAFICA

1 : 200

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

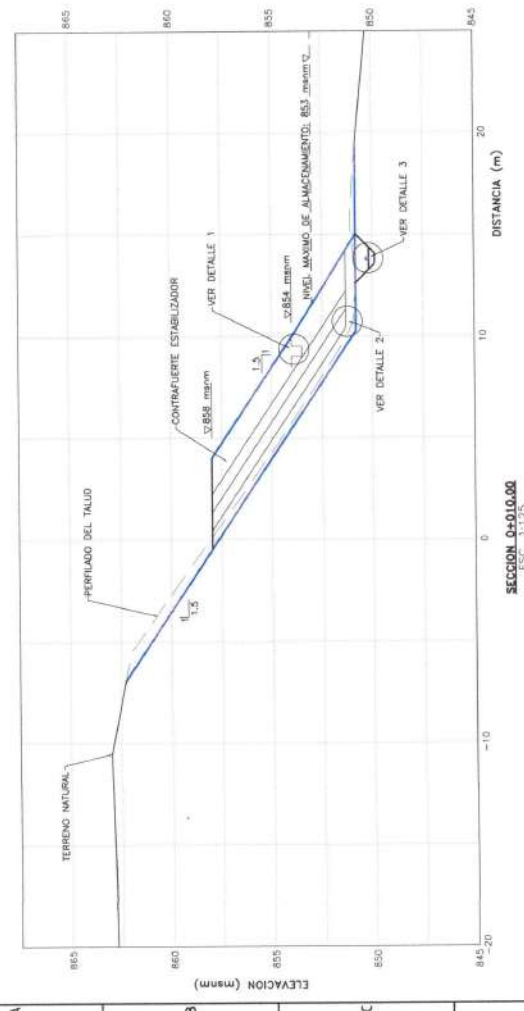
PROYECTO DE TESIS

REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL DEPOSITO DE RELAVES EN OPERACION PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - ATACUCHO

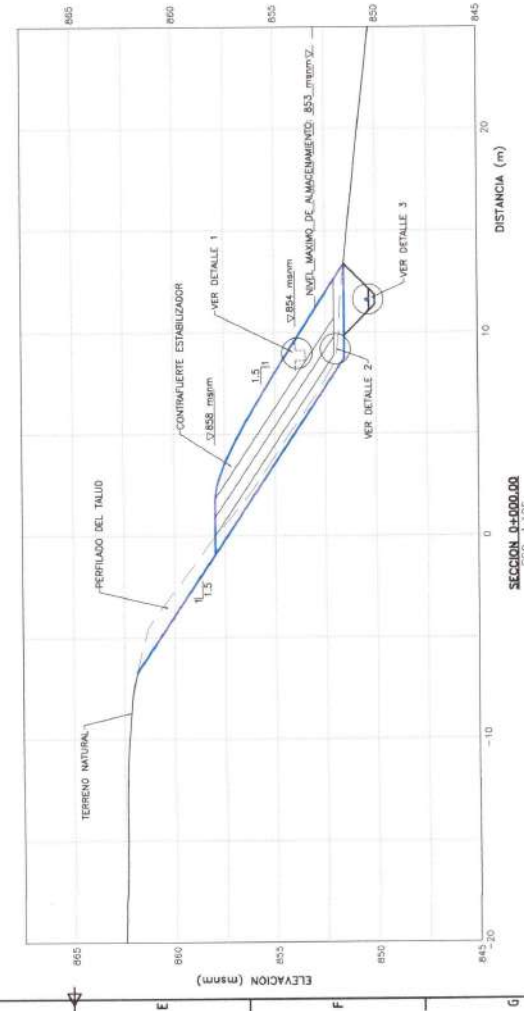
CONTRAFUERTE PARA ESTABILIZACION PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL

NOTA:
1.- TOPOGRAFIA PROPORCIONADA POR CIA. MINERA
2.- SISTEMA DE COORDENADAS UTM PSAD-56

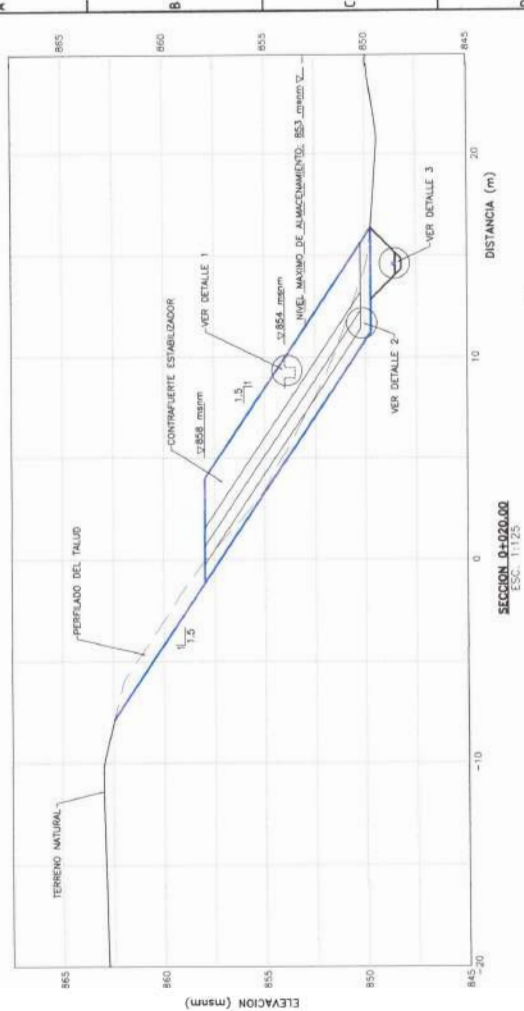
ALUMNO	FECHA	PROFESOR	FECHA
PRO-A-27			



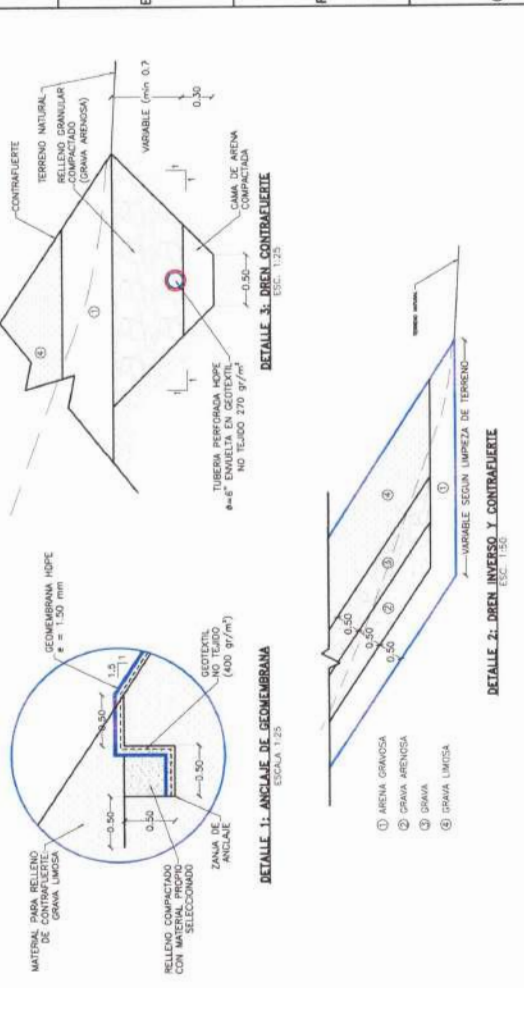
SECCION 0+0+10.00
ESC. 1:125



SECCION 0+0+00.00
ESC. 1:125



SECCION 0+0+20.00
ESC. 1:125



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

PROYECTO DE TESIS

REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL DEPOSITO DE RELAVES EN OPERACION PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - ATACUJO

CONTRAFUERTE PARA ESTABILIZACION

SECCIONES TRANSVERSALES: 0+000 - 0+020

PROG-IA-27
PROG-IA-28
PROG-IA-29
PROG-IA-30
PROG-IA-31

Esc. 1:125

Esc. 1:50

Esc. 1:25

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

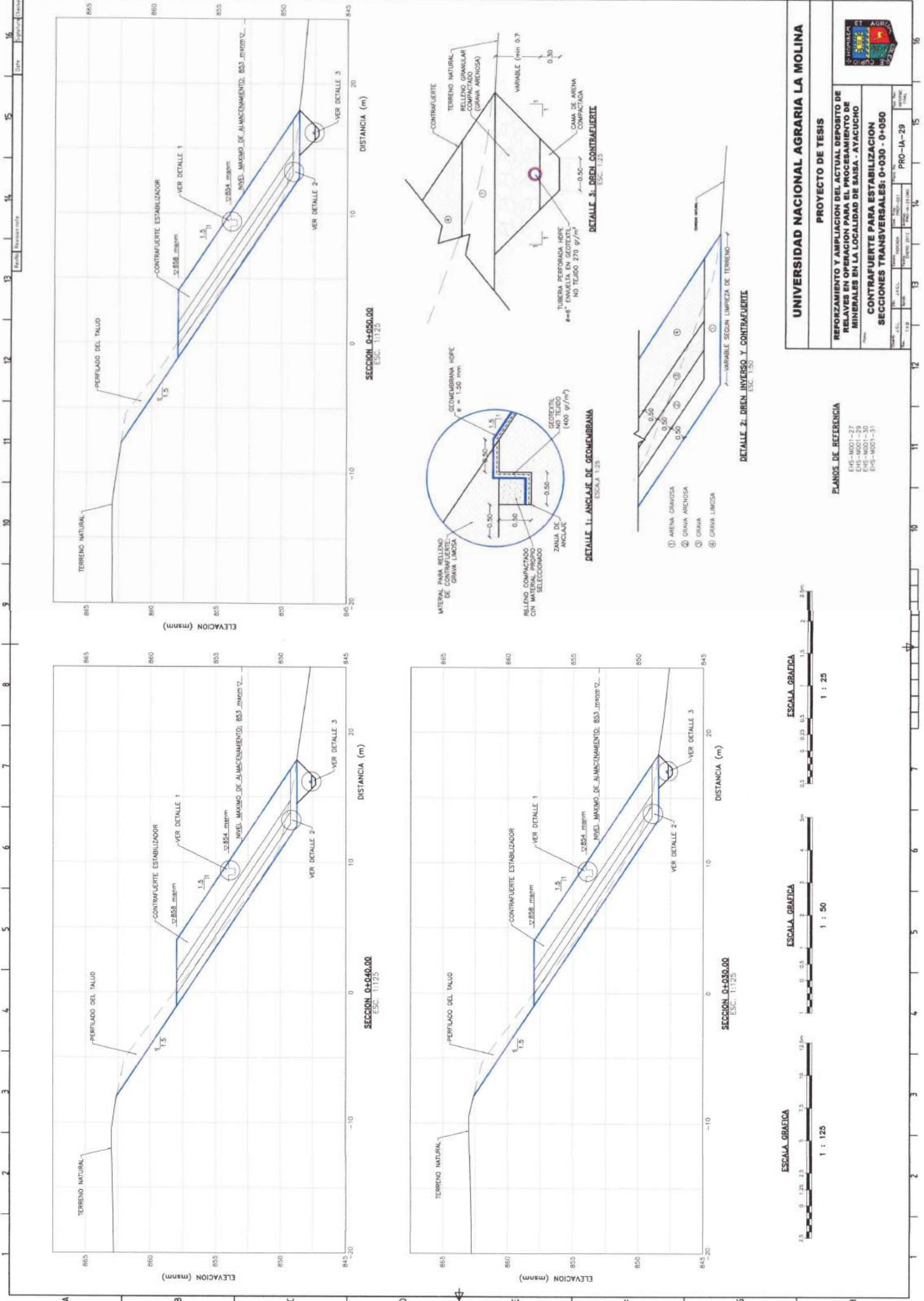
PROYECTO DE TESIS

REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL DEPOSITO DE RELAVES EN OPERACION PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - ATACUJO

CONTRAFUERTE PARA ESTABILIZACION

SECCIONES TRANSVERSALES: 0+000 - 0+020

PROG-IA-27
PROG-IA-28
PROG-IA-29
PROG-IA-30
PROG-IA-31



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

PROYECTO DE TESIS

REFORMA Y AMPLIACION DEL ACTUAL DEPOSITO DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - AYACUCHO

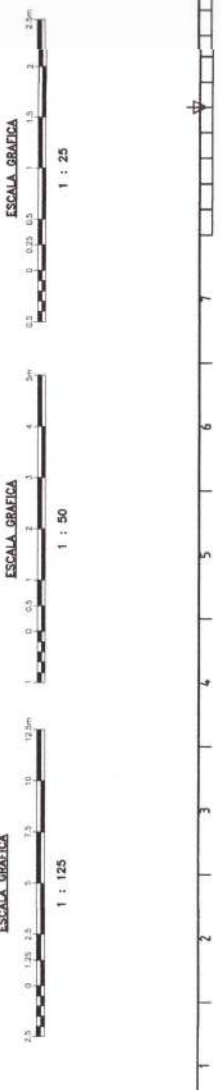
CONTRAFUERTE PARA ESTABILIZACION

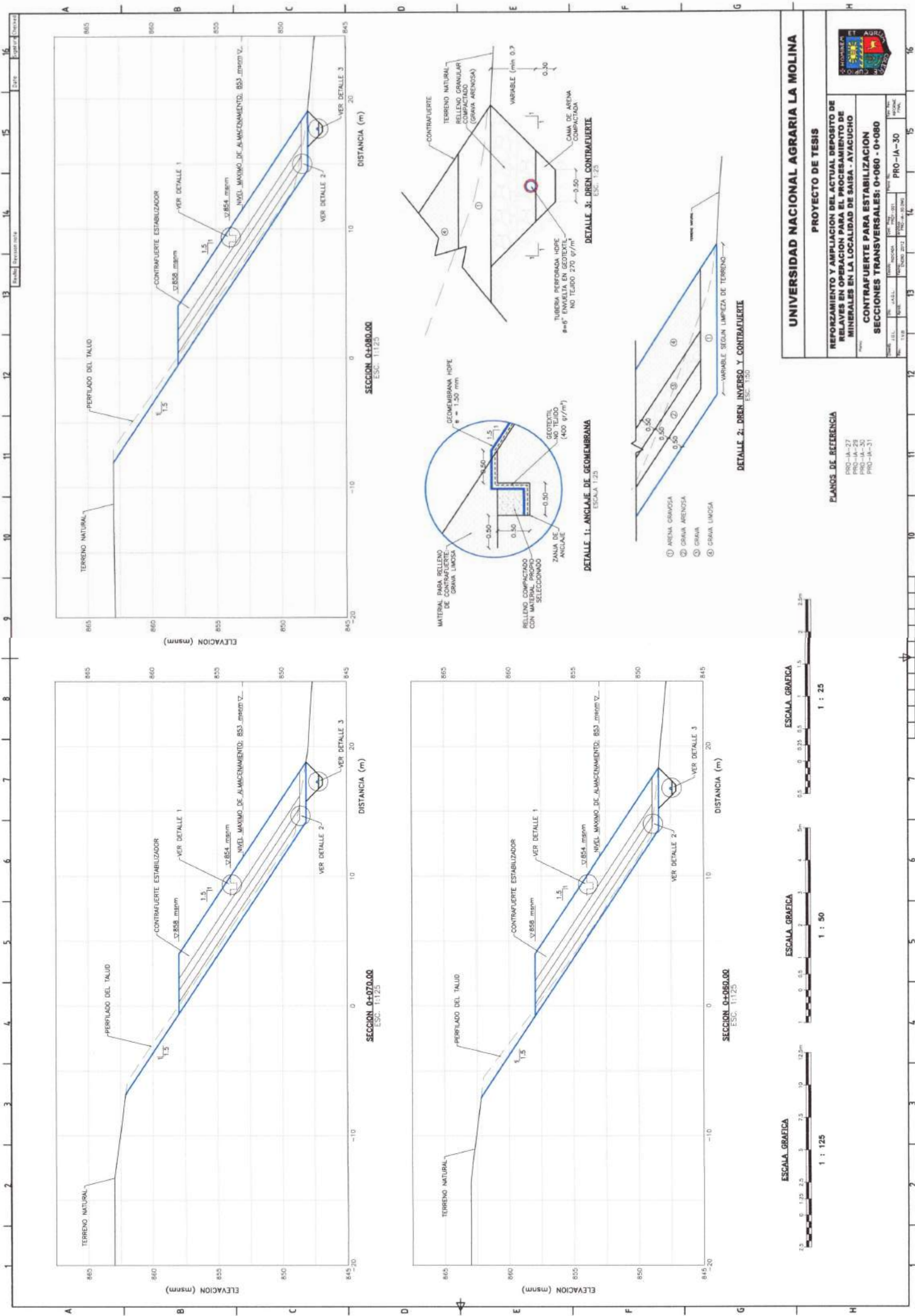
SECCIONES TRANSVERSALES: 0-030 - 0-050

AUTOR	FECHA	CARRERA	PROFESOR	TITULO
...

PLANOS DE REFERENCIA

ENS-M001-27
 ENS-M001-30
 ENS-M001-31





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

PROYECTO DE TESIS

REPOZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL DEPÓSITO DE RELAVES EN OPERACION PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - AYACUCHO

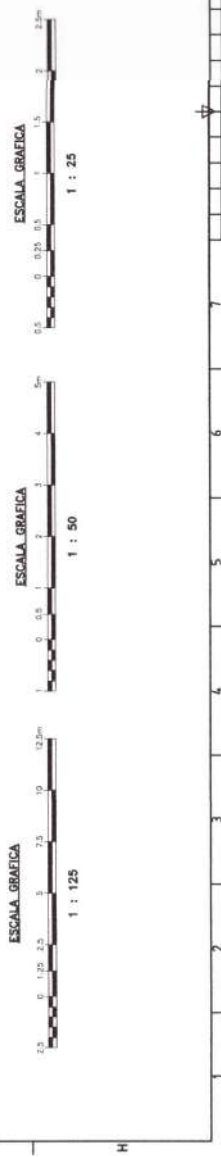
CONTRAFUERTE PARA ESTABILIZACION

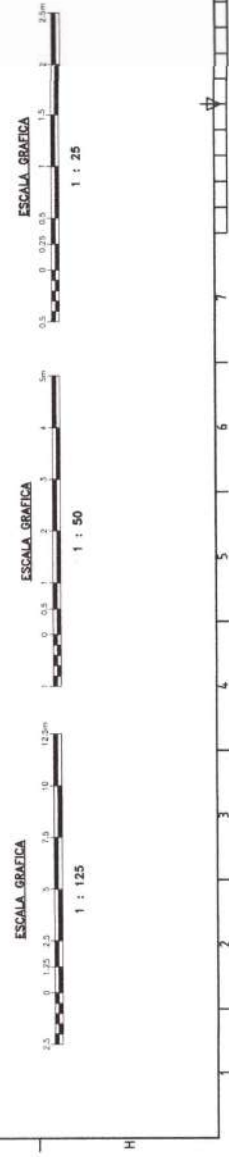
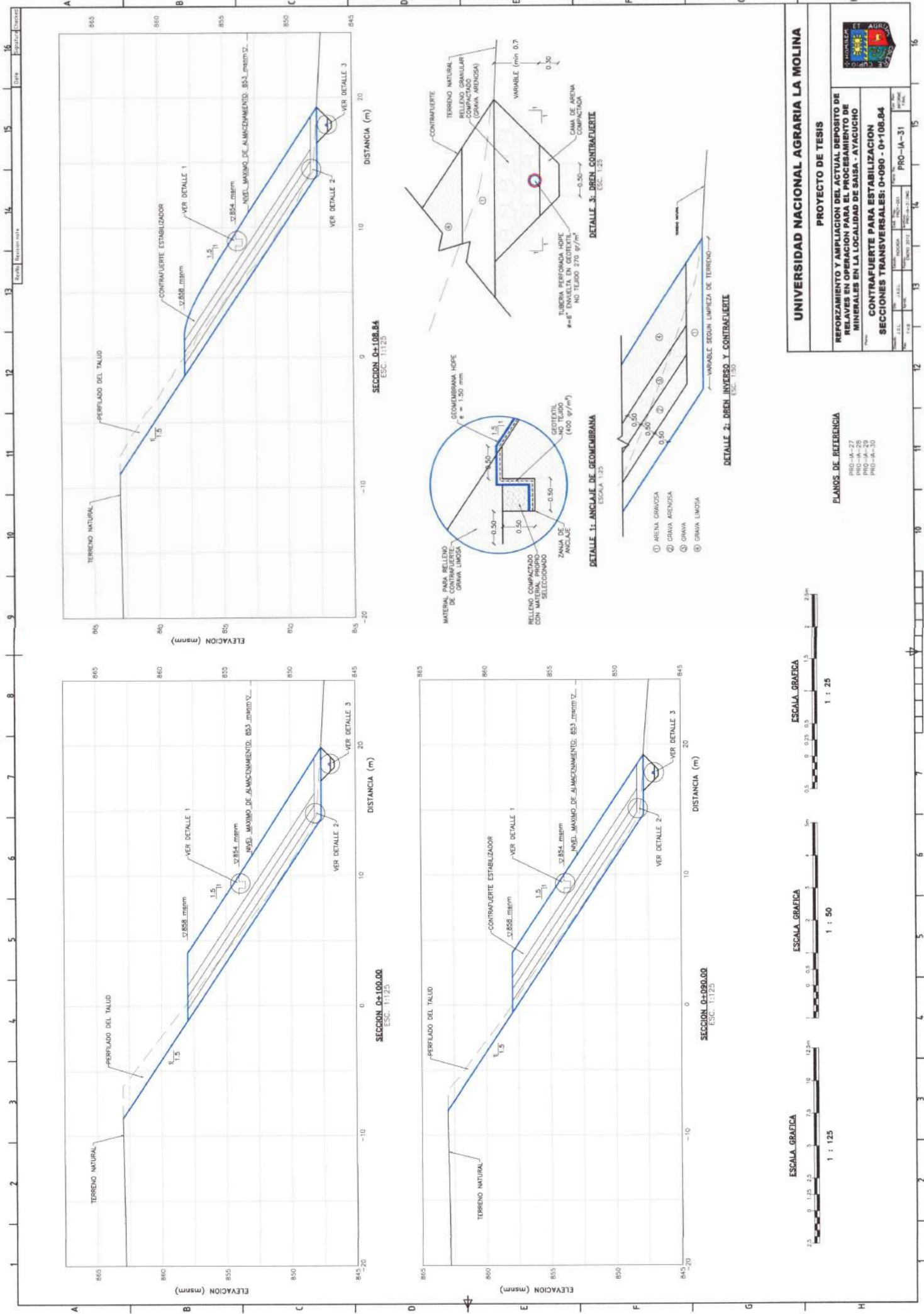
SECCIONES TRANSVERSALES: 0+060 - 0+080

FECHA	AUTOR	REVISOR	PROYECTO	FECHA	AUTOR	REVISOR	PROYECTO
15.08	ALAN	ALAN	UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA	15.08	ALAN	ALAN	UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
TÍTULO				FECHA			
ESTABILIZACION DE TALUD				15.08.2012			
AUTOR				PROYECTO			
ALAN				UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA			
REVISOR				PROYECTO			
ALAN				UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA			

PLANOS DE REFERENCIA

PRO-IA-27
 PRO-IA-28
 PRO-IA-30
 PRO-IA-31





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

PROYECTO DE TESIS

REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL DEPOSITO DE RELAVES EN OPERACION PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - AYACUCHO

CONTRAFUERTE PARA ESTABILIZACION

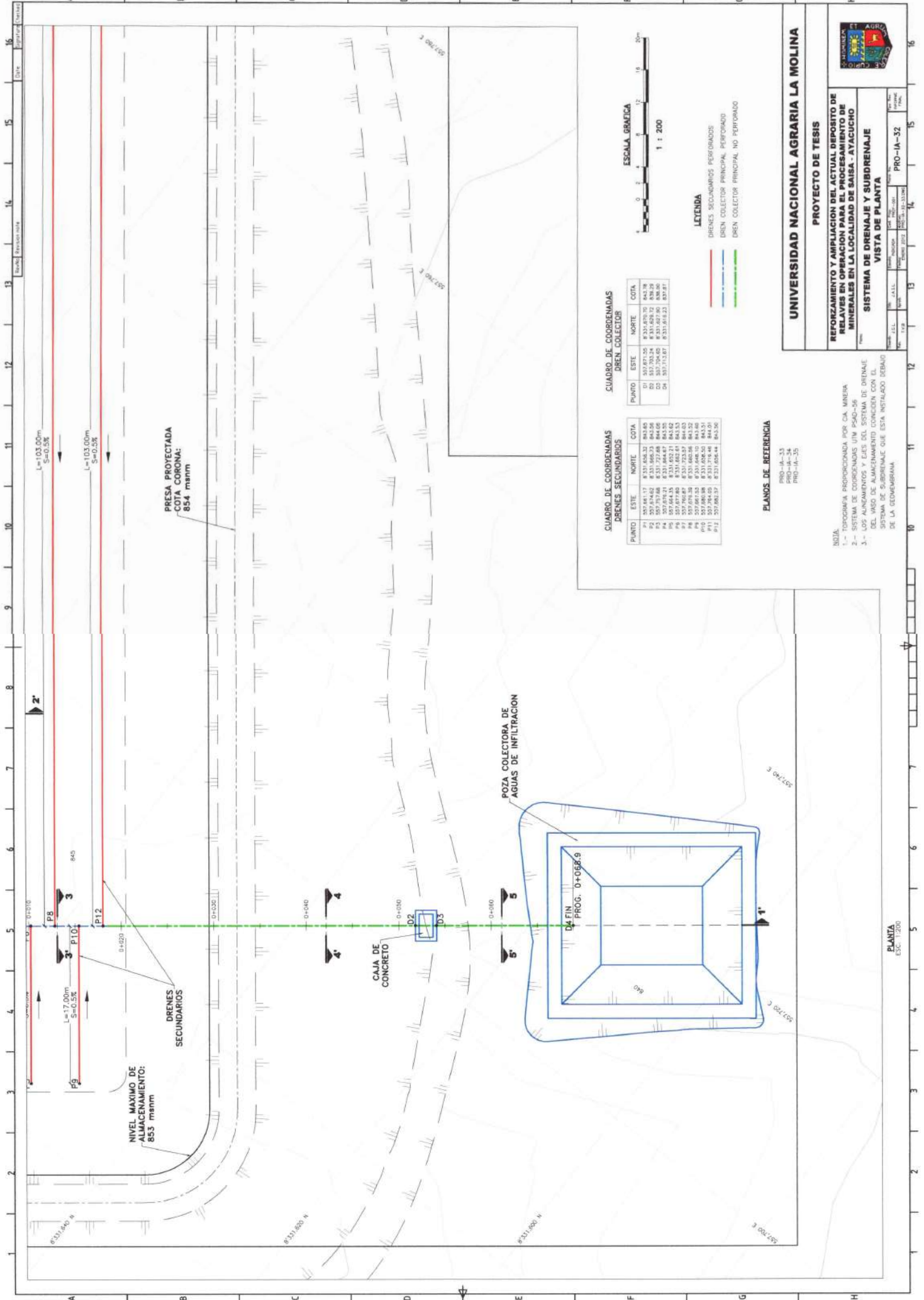
SECCIONES TRANSVERSALES: 0+090 - 0+108.84

PLANOS DE REFERENCIA

PRO-IA-27
PRO-IA-28
PRO-IA-29
PRO-IA-30

PRO-IA-31





CUADRO DE COORDENADAS DREÑES SECUNDARIOS

PUNTO	ESTE	NORTE	COTA
P1	357,853,17	8,331,656,33	843,50
P2	357,853,17	8,331,656,33	843,50
P3	357,853,17	8,331,656,33	843,50
P4	357,853,17	8,331,656,33	843,50
P5	357,853,17	8,331,656,33	843,50
P6	357,853,17	8,331,656,33	843,50
P7	357,853,17	8,331,656,33	843,50
P8	357,853,17	8,331,656,33	843,50
P9	357,853,17	8,331,656,33	843,50
P10	357,853,17	8,331,656,33	843,50
P11	357,853,17	8,331,656,33	843,50
P12	357,853,17	8,331,656,33	843,50

CUADRO DE COORDENADAS DREN COLECTOR

PUNTO	ESTE	NORTE	COTA
D1	357,853,17	8,331,656,33	843,50
D2	357,853,17	8,331,656,33	843,50
D3	357,853,17	8,331,656,33	843,50
D4	357,853,17	8,331,656,33	843,50

LEYENDA
 DREÑES SECUNDARIOS PERFORADOS
 DREN COLECTOR PRINCIPAL PERFORADO
 DREN COLECTOR PRINCIPAL NO PERFORADO



PLANOS DE REFERENCIA
 PRO-IA-33
 PRO-IA-34
 PRO-IA-35

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

PROYECTO DE TESIS

REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL DEPOSITO DE RELIEVES EN OPERACION PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - AYACUCHO

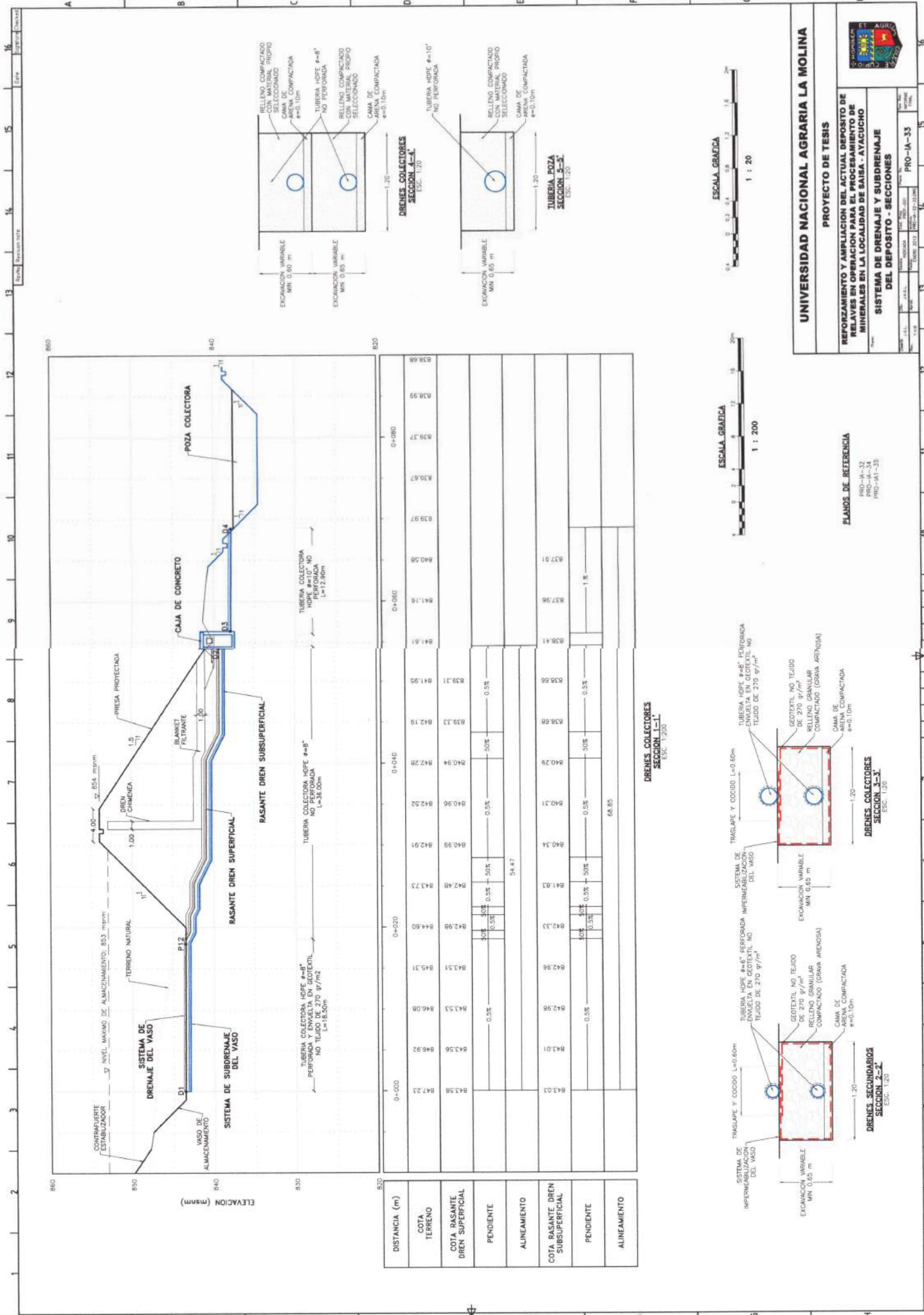
SISTEMA DE DRENAJE Y SUBDRENAJE VISTA DE PLANTA

INDICE
 1.- FOTOGRAFIA AEROFOTOGRAFICA POR CAL MANERA
 2.- SISTEMA DE COORDENADAS UTM PSC-83
 3.- LOS ALIQUOTADOS Y EJES DEL SISTEMA DE DRENAJE DEL VALLE DE ALMACENAMIENTO CONCEN CON EL SISTEMA DE SUBDRENAJE QUE ESTA INSTALADO DEBADO DE LA GEOMEBRANA

PLANTA
 ESC. 1:200

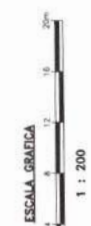


PRO-IA-32



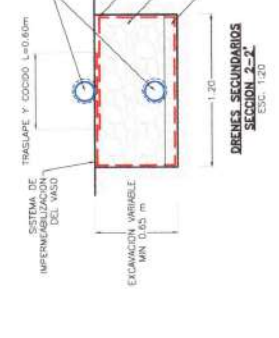
DISTANCIA (m)	0+000	0+020	0+040	0+060	0+080
COTA TERRENO	843.58	842.98	842.98	841.16	839.37
COTA RASANTE DREN SUPERFICIAL	843.58	842.98	842.98	841.16	839.37
PENDIENTE	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%
ALINEAMIENTO	54.87				
COTA RASANTE DREN SUBSUPERFICIAL	843.01	842.98	842.98	837.96	837.91
PENDIENTE	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%
ALINEAMIENTO	66.85				

DRENEOS COLECTORES
SECCION 1-1'
ESC. 1:200



ESCALA GRAFICA
1 : 200

ESCALA GRAFICA
1 : 20



DRENEOS COLECTORES
SECCION 2-2'
ESC. 1:20

DRENEOS COLECTORES
SECCION 3-3'
ESC. 1:20

DRENEOS COLECTORES
SECCION 5-5'
ESC. 1:20

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

PROYECTO DE TESIS

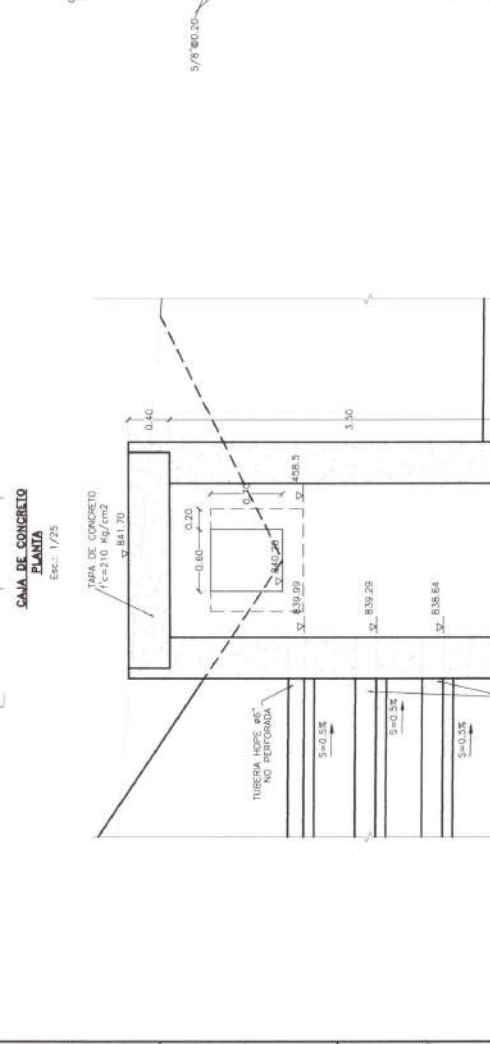
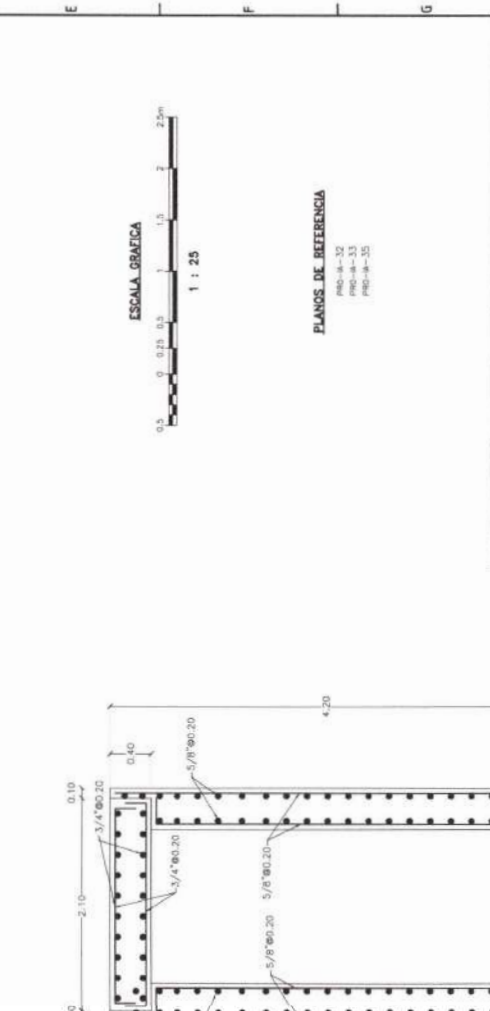
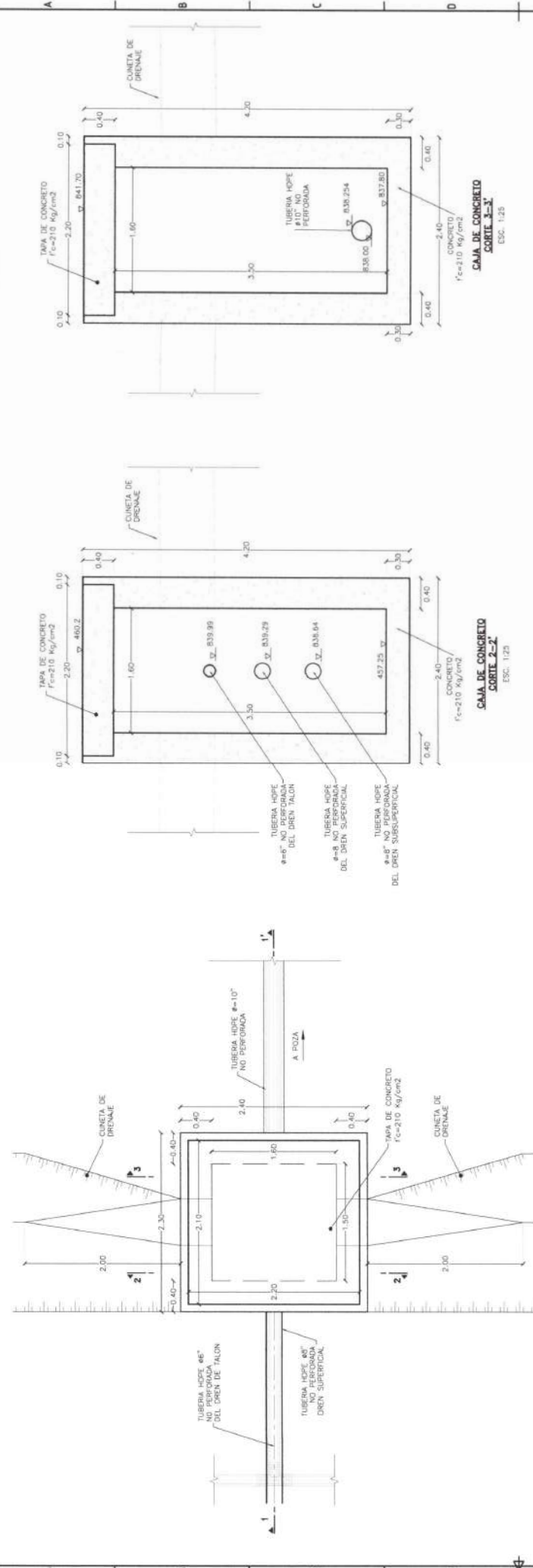
REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL DEPOSITO DE MINERALES PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE BAISA - AYACUCHO

SISTEMA DE DRENAJE Y SUBDRENAJE DEL DEPOSITO - SECCIONES

PRO-A-32
PRO-A-33
PRO-A-34
PRO-A-35

PLANOS DE REFERENCIA
PRO-A-32
PRO-A-33
PRO-A-34
PRO-A-35





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

PROYECTO DE TESIS

REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL DEPOSITO DE RELAVES EN OPERACION PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - AYACUCHO

SISTEMA DE DRENAJE CAJA DE CONCRETO

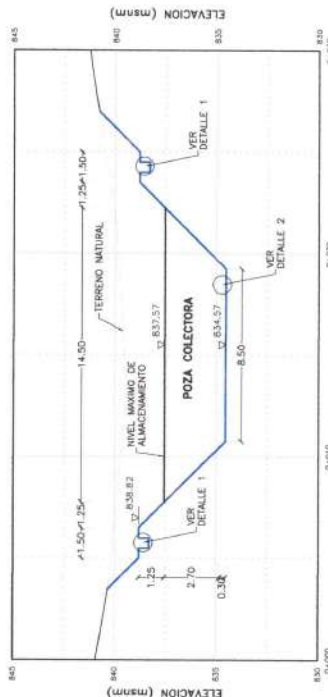
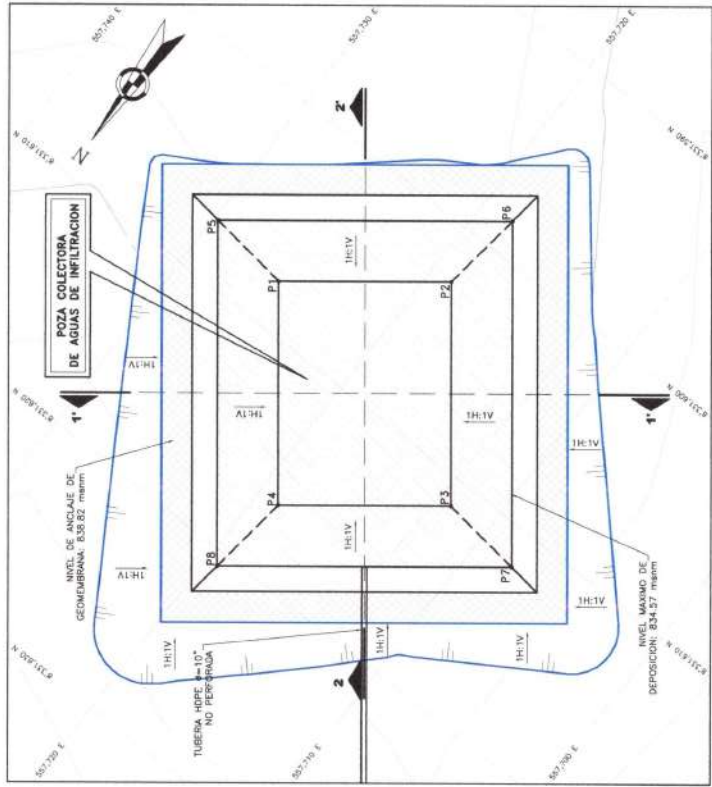
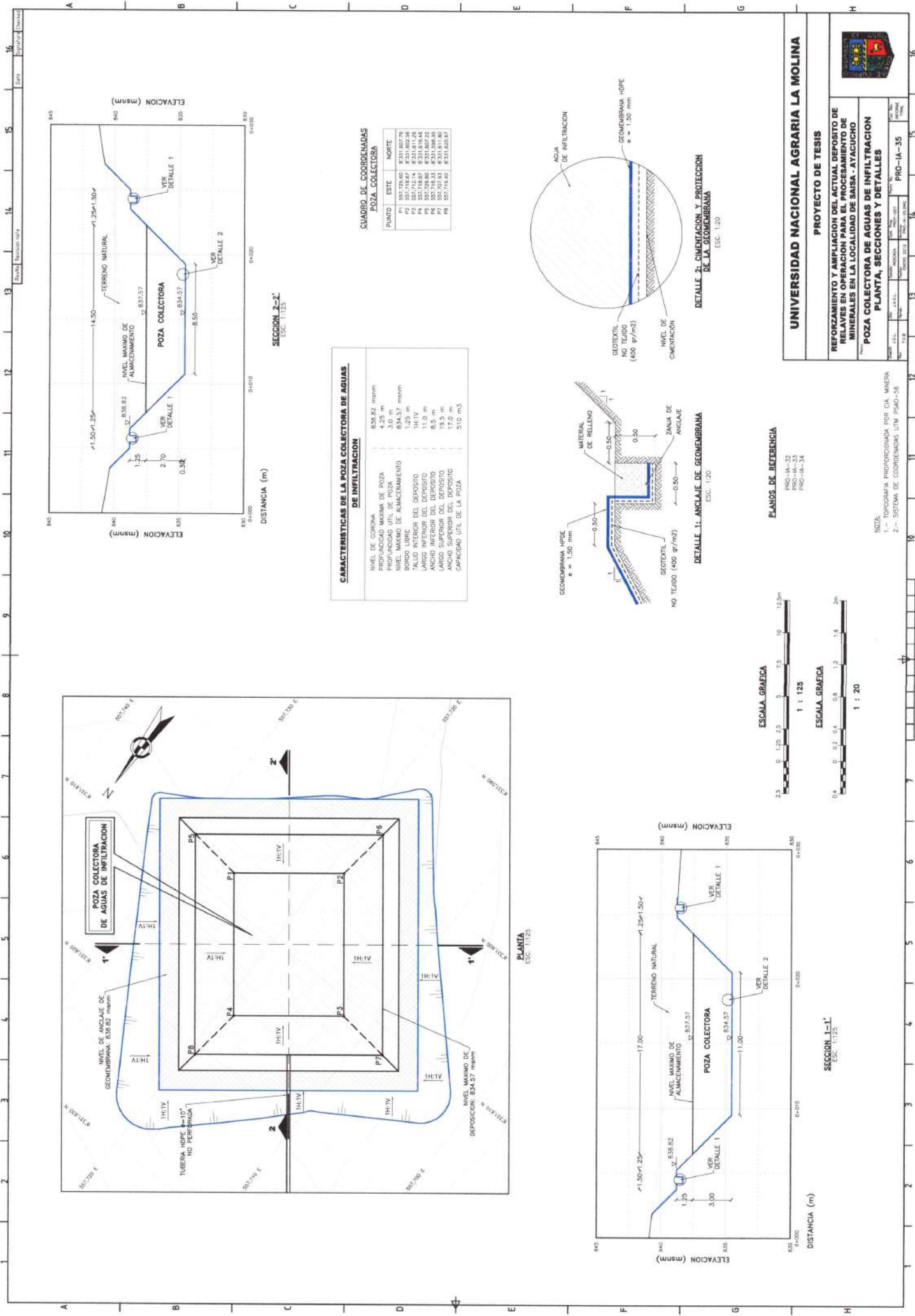
PROFESOR: DR. J.A.C. [Signature]

ALUMNO: [Signature]

FECHA: [Date]

PROYECTO: PRO-IA-34

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA



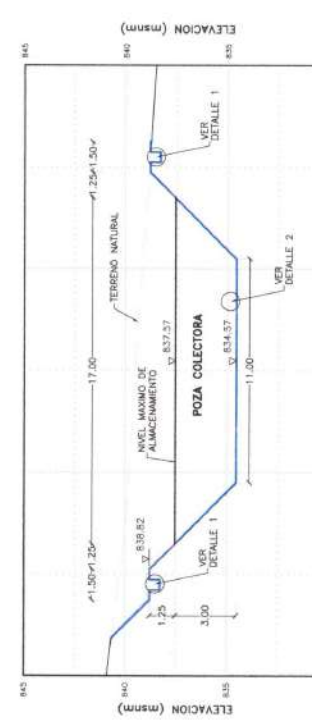
SECCION 1-1'
ESC. 1:25

CARACTERÍSTICAS DE LA POZA COLECTORA DE AGUAS DE INFILTRACION

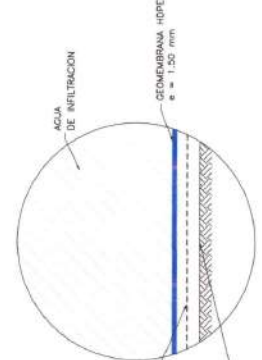
NIVEL DE CORONA	838.82 mmsnm
PROFUNDIDAD MÁXIMA DE POZA	4.25 m
NIVEL MÁXIMO ÚTIL DE POZA	3.0 m
NIVEL MÁXIMO DE ALMACENAMIENTO	834.57 mmsnm
ALZADO	1.25 m
TALUD INTERIOR DEL DEPOSITO	1:1.0
LARGO INTERIOR DEL DEPOSITO	8.5 m
ANCHO INTERIOR DEL DEPOSITO	18.5 m
ANCHO SUPERIOR DEL DEPOSITO	17.8 m
CAPACIDAD ÚTIL DE LA POZA	510 m ³

CUADRO DE COORDENADAS POZA COLECTORA

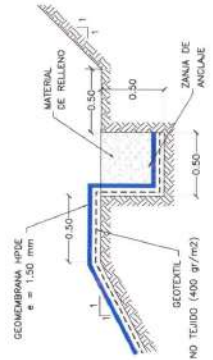
PUNTO	ESTE	NORTE
P1	857.726.60	8331.607.78
P2	857.726.60	8331.611.28
P3	857.712.14	8331.611.28
P4	857.718.87	8331.610.48
P5	857.718.87	8331.606.48
P6	857.718.83	8331.598.33
P7	857.701.93	8331.511.87
P8	857.701.93	8331.481.87



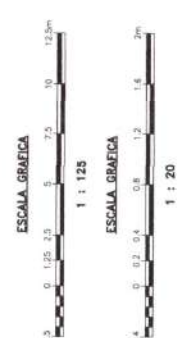
SECCION 2-2'
ESC. 1:25



DETALLE 2: CIMENTACION Y PROTECCION DE LA GEOMEMBRANA
ESC. 1:20



DETALLE 1: ANCLAJE DE GEOMEMBRANA
ESC. 1:20



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

PROYECTO DE TESIS

REFORMENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL DEPOSITO DE RELAVES EN OPERACION PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - AYACUCHO

POZA COLECTORA DE AGUAS DE INFILTRACION PLANTA, SECCIONES Y DETALLES

PROF. ASIST.	DOC. ASIST.	DOC. ASIST.	DOC. ASIST.
PROF. ASIST.	DOC. ASIST.	DOC. ASIST.	DOC. ASIST.
PROF. ASIST.	DOC. ASIST.	DOC. ASIST.	DOC. ASIST.
PROF. ASIST.	DOC. ASIST.	DOC. ASIST.	DOC. ASIST.

PRO-IA-35

NOTA:
1.- DIMENSIONES PROPORCIONADAS POR CIA. MINERA
2.- SISTEMA DE COORDENADAS UTM P260-7-81

ANEXO 12

COSTOS Y PRESUPUESTOS

ANEXO 12A

METRADOS

OBRA :

**“PROYECTO DE REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL
DEPÓSITO DE RELAVES EN OPERACIÓN PARA EL PROCESAMIENTO
DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - AYACUCHO”.**

REFERENCIA: PRO-IA-27-35

RESUMEN DE METRADOS SISTEMA DE DRENAJE

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
02	SISTEMAS DE DRENAJE		
02.01	SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS DE INFILTRACION DEL VASO		
02.01.01	CAMA DE ARENA	m3	4,44
02.01.02	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO	m3	24,42
02.01.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PERFORADA HDPE D=6" INC. GEOTEXTIL	m	360,00
02.01.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PERFORADA HDPE D=8" INC. GEOTEXTIL	m	18,50
02.01.05	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA NO PERFORADA HDPE D=8"	m	37,00
02.01.06	RELLENO PARA ESTRUCTURAS	m3	49,30
02.01.07	CAJA DE CONCRETO	und	1,00
02.02	SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS SUBTERRANEAS		
02.02.01	EXCAVACION PARA SISTEMA DE DRENAJE	m3	789,25
02.02.02	TRANSPORTE DE EXCEDENTES DE EXCAVACION A BOTADERO D = 1.0 KM	m3	947,10
02.02.03	ACONDICIONAMIENTO DE EXCEDENTES EN BOTADERO	m3	947,10
02.02.04	CAMA DE ARENA	m3	51,42
02.02.05	SUMINISTRO Y COLOCACION DE GEOTEXTIL NO TEJIDO DE 270 GR/M2	m2	1.614,26
02.02.06	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PERFORADA HDPE D = 6" INC. GEOTEXTIL	m	360,00
02.02.07	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PERFORADA HDPE D = 8" INC. GEOTEXTIL	m	18,50
02.02.08	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA NO PERFORADA HDPE D = 8"	m	37,00
02.02.09	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA NO PERFORADA HDPE D=10"	m	13,00
02.02.10	RELLENO GRANULAR COMPACTADO (GRAVA ARENOSA)	m3	250,92
02.02.11	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO	m3	81,24
02.02.12	RELLENO PARA ESTRUCTURAS	m3	7,82
02.03	SISTEMA DE DRENAJE DEL CONTRAFUERTE		
02.03.01	EXCAVACION PARA SISTEMA DE DRENAJE	m3	237,38
02.03.02	TRANSPORTE DE EXCEDENTES DE EXCAVACION A BOTADERO D = 1.0 KM	m3	284,85
02.03.03	ACONDICIONAMIENTO DE EXCEDENTES EN BOTADERO	m3	284,85
02.03.04	CAMA DE ARENA	m3	25,68
02.03.05	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PERFORADA HDPE D = 6" INC. GEOTEXTIL	m	116,00
02.03.06	RELLENO GRANULAR COMPACTADO (GRAVA ARENOSA)	m3	212,14
02.04	POZA COLECTORA DE AGUAS DE INFILTRACION		
02.04.01	EXCAVACION PARA POZA	m3	1.433,01
02.04.02	TRANSPORTE DE EXCEDENTES DE EXCAVACION A BOTADERO D = 1.0 KM	m3	1.719,61
02.04.03	ACONDICIONAMIENTO DE EXCEDENTES EN BOTADERO	m3	1.719,61
02.04.04	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO (POZA)	m3	0,52
02.04.05	EXCAVACION DE ZANJAS PARA ANCLAJE	m3	59,25
02.04.06	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOTEXTIL DE 270 gr/m2	m2	450,00
02.04.07	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOMEMBRANA e = 1.5 mm.	m2	450,00
02.04.08	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO (ZANJA DE ANCLAJE)	m3	59,25

OBRA :

**“PROYECTO DE REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL
DEPÓSITO DE RELAVES EN OPERACIÓN PARA EL PROCESAMIENTO
DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - AYACUCHO”.**

REFERENCIA: PRO-IA-27-35

02.01 SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS DE INFILTRACION DEL VASO

02.01.01 CAMA DE ARENA

Descripcion	Longitud (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Volumen (m3)
Dren Colector Superficial2	37,00	1,20	0,10	4,44

VOLUMEN DE ARENA **004,4 m3**

02.01.02 RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO

Descripcion	Longitud (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Volumen (m3)
Dren Colector Superficial2	37,00	1,20	0,55	24,42

VOLUMEN DE RELLENO **024,4 m3**

02.01.03 SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PERFORADA HDPE D = 6" INC. GEOTEXTIL

Descripcion	Longitud (m)
Drenes Sec.	360,00

LONGITUD **360,0 m**

02.01.04 SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PERFORADA HDPE D = 8" INC. GEOTEXTIL

Descripcion	Longitud (m)
Dren Colector Superficial1	18,50

LONGITUD **018,5 m**

02.01.05 SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA NO PERFORADA HDPE D = 8"

Descripcion	Longitud (m)
Tuberia1	37,00

LONGITUD **037,0 m**

02.01.06 RELLENO PARA ESTRUCTURAS

Descripcion	Longitud (m)	Area (m2)	Volumen (m3)
Dren Colector Superficial2	37,00	1,33	49,30

VOLUMEN DE RELLENO **049,3 m3**

OBRA :

**“PROYECTO DE REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL
DEPÓSITO DE RELAVES EN OPERACIÓN PARA EL PROCESAMIENTO
DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - AYACUCHO”.**

REFERENCIA: PRO-IA-27-35

02.02 SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS SUBTERRANEAS

02.02.01 EXCAVACION PARA EL SISTEMA DE DRENAJE

Descripcion	Longitud (m)	Area (m2)	Volumen (m3)
Drenes Sec.	360,00	1,20	432,90
Dren Colector Subsuperficial1	18,50	1,20	22,25
Dren Colector Subsuperficial2	37,00	3,25	120,25
Tuberia Poza	13,00	16,45	213,85

VOLUMEN **789,2 m3**

02.02.02 TRANSPORTE DE EXCEDENTES DE EXCAVACION A BOTADERO D = 1.0 Km.
02.02.03 ACONDICIONAMIENTO DE EXCEDENTES EN BOTADERO

Volumen (m3)	Factor Esponjamiento	Volumen Final (m3)
789,25	1,20	947,10

02.02.04 CAMA DE ARENA

Descripcion	Longitud (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Volumen (m3)
Drenes Sec.	360,00	1,20	0,10	43,20
Dren Colector Subsuperficial	55,50	1,20	0,10	6,66
Tuberia Poza	13,00	1,20	0,10	1,56

VOLUMEN DE ARENA **051,4 m3**

02.02.05 SUMINISTRO Y COLOCACION DE GEOTEXTIL NO TEJIDO DE 270 GR/M2

Descripcion	Longitud (m)	Perimetro geotextil	Area (m2)
Drenes Sec.	360,00	4,26	1.533,60
Dren Colector Subsuperficial 1	18,50	4,36	80,66

AREA DE GEOTEXTIL **1.614,3 m2**

02.02.06 SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PERFORADA HDPE D = 6" INC. GEOTEXTIL

Descripcion	Longitud (m)
Drenes Sec.	360,00

LONGITUD **360,0 m**

02.02.07 SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PERFORADA HDPE D = 8" INC. GEOTEXTIL

Descripcion	Longitud (m)
Dren Colector Subsuperficial1	18,50

LONGITUD **018,5 m**

OBRA :

**“PROYECTO DE REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL
DEPÓSITO DE RELAVES EN OPERACIÓN PARA EL PROCESAMIENTO
DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - AYACUCHO”.**

REFERENCIA: PRO-IA-27-35

02.02.08 SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA NO PERFORADA HDPE D = 8”

Descripcion	Longitud (m)
Drenes Sec.	37,00

LONGITUD **037,0 m**

02.02.09 SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA NO PERFORADA HDPE D = 10”

Descripcion	Longitud (m)
Tuberia Poza	13,00

LONGITUD **013,0 m**

02.02.10 RELLENO GRANULAR COMPACTADO (GRAVA ARENOSA)

Descripcion	Longitud (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Volumen (m3)
Drenes Sec.	360,00	1,20	0,55	237,60
Dren Colector Subsuperficial1	18,50	1,20	0,60	13,32

VOLUMEN DE RELLENO **250,9 m3**

02.02.11 RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO

Descripcion	Longitud (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Volumen (m3)
Dren Colector Subsuperficial2	37,00	1,20	0,60	26,64
Tuberia Poza	13,00	1,20	3,50	54,60

VOLUMEN DE RELLENO **081,2 m3**

02.02.12 RELLENO PARA ESTRUCTURAS

Descripcion	Longitud (m)	Area (m2)	Volumen (m3)
Drenes Sec.	360,00	0,42	152,10
Dren Colector Subsuperficial1	18,50	0,42	7,82
Dren Colector Subsuperficial2	37,00	0,49	18,13
Tuberia Poza	13,00	12,25	159,25

VOLUMEN DE RELLENO **007,8 m3**

OBRA :

**"PROYECTO DE REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL
DEPÓSITO DE RELAVES EN OPERACIÓN PARA EL PROCESAMIENTO
DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - AYACUCHO".**

REFERENCIA: PRO-IA-27-35

02.03 SISTEMA DE DRENAJE CONTRAFUERTE

02.03.01 EXCAVACION PARA SISTEMA DE DRENAJE

Seccion	Longitud (m)	Area (m2)	Volumen (m3)
0+000		3,09	0,00
0+010	5,39	1,40	12,08
0+020	11,71	3,06	26,10
0+030	12,65	1,60	29,52
0+040	7,81	2,79	17,15
0+050	10,02	2,94	28,70
0+060	11,84	2,45	31,92
0+070	14,13	2,26	33,25
0+080	6,59	1,87	13,60
0+090	10,00	1,92	18,93
0+100	8,31	1,61	14,65
0+103	3,73	1,85	6,45
0+106	3,00	1,50	5,03

VOLUMEN

237,4 m3

02.03.02 TRANSPORTE DE EXCEDENTES DE EXCAVACION A BOTADERO D = 1.0 KM

02.03.03 ACÓNDICIONAMIENTO DE EXCEDENTES EN BOTADERO

Volumen (m3)	Factor Esponjamiento	Volumen Final (m3)
237,38	1,20	284,85

02.03.04 CAMA DE ARENA

Descripcion	Longitud (m)	Area(m2)	Volumen (m3)
Dren Contrafuerte	107,0	0,24	25,68

VOLUMEN DE ARENA

025,7 m3

02.03.05 SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PERFORADA HDPE D = 6" INC. GEOTEXTIL

Descripcion	Longitud (m)
Dren Colector	116,00

LONGITUD

116,0 m

OBRA :

**"PROYECTO DE REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL
DEPÓSITO DE RELAVES EN OPERACIÓN PARA EL PROCESAMIENTO
DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - AYACUCHO".**

REFERENCIA: PRO-IA-27-35

02.03.06 RELLENO GRANULAR COMPACTADO (GRAVA ARENOSA)

Seccion	Longitud (m)	Area (m2)	Volumen (m3)
0+000		2,85	0,00
0+010	5,3874	1,16	10,79
0+020	11,7085	2,82	23,29
0+030	12,6483	1,36	26,48
0+040	7,8106	2,55	15,28
0+050	10,0184	2,70	26,30
0+060	11,8369	2,21	29,08
0+070	14,1262	2,02	29,86
0+080	6,5903	1,63	12,01
0+090	10,0026	1,68	16,53
0+100	8,3129	1,37	12,65
0+103	3,7267	1,61	5,56
0+106	3,00	1,26	4,31

VOLUMEN

212,1 m3

02.04 POZA COLECTORA DE AGUAS DE INFILTRACION

02.04.01 EXCAVACION DE POZA

Descripción	Volumen (m3)
Excavacion	1.433,01

02.04.02 TRANSPORTE DE EXCEDENTES DE EXCAVACION A BOTADERO D = 1.0 Km.

02.04.03 ACONDICIONAMIENTO DE EXCEDENTES EN BOTADERO

Descripcion	Vol. (m3)	Factor Esponjam.	Vol. final (m3)
Excavacion	1.433,01	1,20	1.719,61

VOLUMEN

1.433,0 m3

02.04.04 RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO

Descripcion	Vol (m3)
Relleno	0,52

VOLUMEN DE RELLENO

000,5 m3

02.04.05 EXCAVACION DE ZANJAS PARA ANCLAJE

Descripcion	Vol (m3)
Excavacion	59,25

VOLUMEN DE EXCAVACION

059,3 m3

OBRA :

**“PROYECTO DE REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL
DEPÓSITO DE RELAVES EN OPERACIÓN PARA EL PROCESAMIENTO
DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - AYACUCHO”.**

REFERENCIA: PRO-IA-27-35

02.04.06 SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOTEXTIL DE 270 GR/M2

02.04.07 SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOMEMBRANA e = 1.5 mm.

Descripcion	Longitud1 (m)	Longitud2 (m)	Alto (m)	Area (m2)
Fondo	11,00	8,50	-	93,50
Paño 1	19,50	11,00	4,25	64,81
Paño 2	19,50	11,00	4,25	64,81
Paño 3	17,00	8,50	4,25	54,19
Paño 4	17,00	8,50	4,25	54,19
Anclaje1	20,00	1,50	-	30,00
Anclaje2	20,00	1,50	-	30,00
Anclaje3	19,50	1,50	-	29,25
Anclaje4	19,50	1,50	-	29,25

AREA

450,0 m2

02.04.08 RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO (ZANJA DE ANCLAJE)

Descripcion	Vol (m3)
Relleno	59,25

VOLUMEN DE RELLENO

059,3 m3

OBRA : "PROYECTO DE REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL
DEPÓSITO DE RELAVES EN OPERACIÓN PARA EL PROCESAMIENTO
DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - AYACUCHO".

REFERENCIA: PRO-IA-27-31

RESUMEN DE METRADOS CONTRAFUERTE ESTABILIZADOR

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
03	CONTRAFUERTE		
03,01	PERFILADO Y COMPACTADO	m3	1.241,92
03,02	TRANSPORTE DE EXCEDENTES DE EXCAVACION A BOTADERO D = 1 KM	m3	1.490,30
03,03	ACONDICIONAMIENTO DE EXCEDENTES EN BOTADERO	m3	1.490,30
03,04	SUMINISTRO Y COLOCACION ARENA GRAVOSA	m3	1.125,88
03,05	SUMINISTRO Y COLOCACION GRAVA ARENOSA	m3	858,53
03,06	SUMINISTRO Y COLOCACION GRAVA	m3	858,53
03,07	TERRAPLEN CONTRAFUERTE GRAVA LIMOSA	m3	2.053,82

OBRA : "PROYECTO DE REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL DEPÓSITO DE RELAVES EN OPERACIÓN PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - AYACUCHO".

REFERENCIA: PRO-IA-27-31

03,01 PERFILADO Y COMPACTADO

Progresiva	Longitud (m)	Area (m2)	Volumen (m3)
0+000		7,80	
0+010	10,0	7,08	74,42
0+020	10,0	14,32	106,98
0+030	10,0	13,43	138,73
0+040	10,0	14,97	142,02
0+050	10,0	11,51	132,43
0+060	10,0	7,81	96,60
0+070	10,0	9,68	87,40
0+080	10,0	9,89	97,85
0+090	10,0	8,89	93,94
0+100	10,0	16,90	128,95
0+109	8,8	15,36	142,59

VOLUMEN 1.241,9 m3

03,02 TRANSPORTE DE EXCEDENTES DE EXCAVACION A BOTADERO D = 1.0 Km.

03,03 ACONDICIONAMIENTO DE EXCEDENTES EN BOTADERO

Volumen (m3)	Factor Esponj.	Volumen Final (m3)
1241,92	1,20	1490,30

03,04 SUMINISTRO Y COLOCACION ARENA GRAVOSA

Progresiva	Longitud (m)	Area (m2)	Volumen (m3)
0+000		7,66	
0+010	10,0	8,38	80,23
0+020	10,0	9,56	89,73
0+030	10,0	10,66	101,11
0+040	10,0	10,42	105,40
0+050	10,0	10,52	104,73
0+060	10,0	10,57	105,45
0+070	10,0	10,75	106,56
0+080	10,0	10,90	108,23
0+090	10,0	11,00	109,49
0+100	10,0	11,61	113,06
0+109	8,8	11,44	101,91

VOLUMEN ARENA GRAVOSA 1.125,9 m3

OBRA : "PROYECTO DE REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL
DEPÓSITO DE RELAVES EN OPERACIÓN PARA EL PROCESAMIENTO
DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - AYACUCHO".

REFERENCIA: PRO-IA-27-31

03,05 SUMINISTRO Y COLOCACION GRAVA ARENOSA

03,06 SUMINISTRO Y COLOCACION GRAVA

Progresiva	Longitud (m)	Area (m2)	Volumen (m3)
0+000		5,34	
0+010	10,0	6,01	56,77
0+020	10,0	6,99	65,01
0+030	10,0	8,17	75,77
0+040	10,0	7,88	80,23
0+050	10,0	7,93	79,04
0+060	10,0	8,17	80,50
0+070	10,0	8,44	83,07
0+080	10,0	8,63	85,35
0+090	10,0	8,70	86,64
0+100	10,0	8,88	87,89
0+109	8,8	8,83	78,26

VOLUMEN **858,5 m3**

03,07 TERRAPLEN CONTRAFUERTE GRAVA LIMOSA

Progresiva	Longitud (m)	Area (m2)	Volumen (m3)
0+000		9,55	
0+010	10,0	12,26	109,08
0+020	10,0	18,99	156,27
0+030	10,0	20,69	198,42
0+040	10,0	20,78	207,37
0+050	10,0	21,88	213,31
0+060	10,0	18,89	203,86
0+070	10,0	17,82	183,57
0+080	10,0	17,62	177,20
0+090	10,0	18,25	179,33
0+100	10,0	25,12	216,85
0+109	8,8	22,07	208,57

VOLUMEN DE RELLENO **2.053,8 m3**

OBRA : "PROYECTO DE REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL
DEPÓSITO DE RELAVES EN OPERACIÓN PARA EL PROCESAMIENTO DE
MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - AYACUCHO".

REFERENCIA: PRO-IA-23-26

RESUMEN DE METRADOS VASO DE ALMACENAMIENTO

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
04	VASO DE ALMACENAMIENTO		
04.01	EXCAVACION MASIVA EN SUELO CONGLOMERADO	m3	12.016,59
04.02	TRANSPORTE DE EXCEDENTES DE EXCAVACION A BOTADERO D = 1 KM	m3	14.419,90
04.03	ACONDICIONAMIENTO DE EXCEDENTES EN BOTADERO	m3	14.419,90
04.04	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONA DE EXCAVACION	m2	3.974,02
04.05	RELLENO CON ARENA COMPACTADA PARA PROTECCION DE GEOMEMBRAN	m3	823,50
04.06	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOMEMBRANA HDPE e=1.5 mm	m2	8.357,55
04.07	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOTEXTIL 400 gr/m2	m2	8.357,55
04.08	EXCAVACION DE ZANJA PARA ANCLAJE	m3	102,36
04.09	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO	m3	102,36

OBRA : "PROYECTO DE REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL
DEPÓSITO DE RELAVES EN OPERACIÓN PARA EL PROCESAMIENTO DE
MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - AYACUCHO".

REFERENCIA: PRO-IA-23-26

04,01 EXCAVACION MASIVA EN SUELO CONGLOMERADO

Progresiva	Longitud (m)	Area (m2)	Volumen (m3)
Inicio		0,00	
0+000	6,0	165,47	493,99
0+010	10,0	153,03	1592,49
0+020	10,0	141,01	1470,17
0+030	10,0	102,62	1218,16
0+040	10,0	85,21	939,17
0+050	10,0	85,47	853,40
0+060	10,0	84,98	852,28
0+070	10,0	82,14	835,62
0+080	10,0	84,60	833,72
0+090	10,0	67,36	759,83
0+100	10,0	55,53	614,46
0+110	10,0	70,92	632,27
0+120	10,0	71,20	710,61
0+122	1,6	69,37	111,75
Fin	2,8	0,00	98,66

VOLUMEN DE EXCAVACION **12.016,6 m3**

04.02 TRANSPORTE DE EXCEDENTES DE EXCAVACION A BOTADERO D = 1 KM

04.03 ACONDICIONAMIENTO DE EXCEDENTES EN BOTADERO

Volumen (m3)	Factor de Esponj.	Volumen Final (m3)
12016,59	1,20	14419,90

04.04 PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONA DE EXCAVACION

Progresiva	Longitud (m)	Long. Transv. (m)	Area (m2)
Inicio		0,00	
0+000	6,0	40,34	120,43
0+010	10,0	38,64	394,90
0+020	10,0	36,20	374,20
0+030	10,0	32,25	342,25
0+040	10,0	31,26	317,55
0+050	10,0	29,76	305,10
0+060	10,0	29,78	297,70
0+070	10,0	29,95	298,65
0+080	10,0	29,93	299,40
0+090	10,0	29,41	296,70
0+100	10,0	26,94	281,75
0+110	10,0	28,18	275,60
0+120	10,0	28,85	285,15
0+122	1,6	27,83	45,06
Fin	2,8	0,00	39,58

AREA DE PERFILADO **3.974,0 m2**

04.05 RELLENO CON ARENA COMPACTADA PARA PROTECCION DE GEOMEMBRANA

Area (m2)	Altura (m)	Volumen (m3)
2745,0	0,30	823,50

VOLUMEN DE RELLENO **823,5 m3**

OBRA :

**“PROYECTO DE REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL
DEPÓSITO DE RELAVES EN OPERACIÓN PARA EL PROCESAMIENTO DE
MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - AYACUCHO”.**

REFERENCIA: PRO-IA-23-26

04,06 SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOMEMBRANA HDPE e = 1.5 mm

04,07 SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOTEXTIL 400 gr/m²

Paño	Largo 1 (m)	Largo 2 (m)	Ancho (m)	Cantidad	Area (m ²)
1	121,6	22,55	-	1	2742,08
2	121,6	149,88	14,14	2	3838,7272
3	22,6	50,83	14,14	2	1037,5932
4	149,9	150,88	0,50	1	75,19
5	149,9	151,88	1,00	1	150,88
6	50,8	52,83	1,00	2	103,66
Zanja	409,4	-	1,00	1	409,42

AREA

8.357,6 m²

4,8 EXCAVACION DE ZANJA PARA ANCLAJE

4,9 RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO

Longitud (m)	Area (m ²)	Volumen (m ³)
409,4	0,25	102,36

VOLUMEN

102,4 m³

ANEXO 12B

PRESUPUESTO DEL PROYECTO

Presupuesto

"PROYECTO DE REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL DEPÓSITO DE RELAVES EN OPERACIÓN PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - AYACUCHO"

Presupuesto

0302003

Subpresupuesto **001 DEPÓSITO DE RELAVES HUANCA**
Lugar **AYACUCHO - LUCANAS - SAISA**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio US	Parcial US	Total US
01	OBRAS PROVISIONALES - TRABAJOS PRELIMINARES					15.457,68
01.01	CAMPAMENTO E INSTALACIONES PROVISIONALES					3.622,10
01.01.01	DORMITORIOS - COMEDOR - SSIH TRABAJADORES	m2	200,00	12,40	2.480,00	
01.01.02	DORMITORIOS - COMEDOR - SSIH STAFF TECNICO	m2	90,00	12,88	1.142,10	
01.02	PRELIMINARES DE OBRA					6.482,76
01.02.01	ALMACEN DE OBRA - CUATREMANA	m2	120,00	3,21	385,20	
01.02.02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	gh	1,00	6.097,56	6.097,56	
01.03	TRAZO Y REPLANTEO					5.557,87
01.03.01	RESPOQUE Y LIMPIEZA DE TERRENO	m2	15.293,77	0,23	3.517,57	
01.03.02	TRAZO Y REPLANTEO INICIAL	m2	15.293,77	0,28	4.376,44	
01.03.03	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA	m2	15.293,77	0,03	458,86	
02	SISTEMAS DE DRENAJE					18.726,61
02.01	SISTEMAS DE DRENAJE DE AGUAS DE INFILTRACION DEL VASO					3.984,29
02.01.01	CAMA DE ARENA	m3	4,44	2,02	8,97	
02.01.02	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO	m3	24,42	9,43	230,29	
02.01.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PERFORADA HOPE D=4" INCLUIDO GEOTEXTIL	m	360,00	8,53	3.070,90	
02.01.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PERFORADA HOPE D=8" INCLUIDO GEOTEXTIL	m	18,50	12,40	229,40	
02.01.05	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA NO PERFORADA HOPE D=8"	m	37,00	8,99	332,83	
02.01.06	RELLENO PARA ESTRUCTURAS	m3	49,30	0,58	28,59	
02.01.07	CAJA DE CONCRETO	#	1,00	83,12	83,12	
02.02	SISTEMAS DE DRENAJE DE AGUAS SUBTERRANEAS					8.412,28
02.02.01	EXCAVACION PARA SISTEMA DE DRENAJE	m3	289,25	0,81	236,29	
02.02.02	TRANSPORTE DE EXCEDENTES DE EXCAVACION A BOTADERO D= 1 KM	m3	947,10	0,45	426,30	
02.02.03	ACONDICIONAMIENTO DE EXCEDENTES EN BOTADERO	m3	947,10	0,21	198,89	
02.02.04	CAMA DE ARENA	m3	51,42	2,02	103,87	
02.02.05	SUMINISTRO Y COLOCACION DE GEOTEXTIL NO TEJIDO DE 270 GR/M2	m2	1.614,26	1,70	2.744,24	
02.02.06	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PERFORADA HOPE D=4" INCLUIDO GEOTEXTIL	m	300,00	8,53	2.559,00	
02.02.07	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PERFORADA HOPE D=8" INCLUIDO GEOTEXTIL	m	18,50	12,40	229,40	
02.02.08	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA NO PERFORADA HOPE D=8"	m	37,00	8,45	312,65	
02.02.09	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA NO PERFORADA HOPE D=10"	m	13,00	20,38	264,94	
02.02.10	RELLENO GRANULAR COMPACTADO (GRAVA ARENOSA)	m3	250,92	1,38	346,27	
02.02.11	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO	m3	81,24	0,42	34,12	
02.02.12	RELLENO PARA ESTRUCTURAS	m3	7,82	0,59	4,61	
02.03	SISTEMAS DE DRENAJE DEL CONTRAFUERTE					1.714,38
02.03.01	EXCAVACION PARA SISTEMA DE DRENAJE	m3	237,28	0,81	192,28	
02.03.02	TRANSPORTE DE EXCEDENTES DE EXCAVACION A BOTADERO D= 1 KM	m3	284,85	0,45	128,18	
02.03.03	ACONDICIONAMIENTO DE EXCEDENTES EN BOTADERO	m3	284,85	0,21	59,82	
02.03.04	CAMA DE ARENA	m3	25,68	2,02	51,87	
02.03.05	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PERFORADA HOPE D=4" INCLUIDO GEOTEXTIL	m	118,00	8,53	989,48	
02.03.06	RELLENO GRANULAR COMPACTADO (GRAVA ARENOSA)	m3	212,14	1,38	292,75	
02.04	POZA COLECTORA DE AGUAS DE INFILTRACION					4.615,66
02.04.01	EXCAVACION PARA POZA	m3	1.433,81	0,44	630,52	
02.04.02	TRANSPORTE DE EXCEDENTES DE EXCAVACION A BOTADERO D= 1 KM	m3	1.719,61	0,45	773,40	
02.04.03	ACONDICIONAMIENTO DE EXCEDENTES EN BOTADERO	m3	1.719,61	0,21	361,12	
02.04.04	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO	m3	0,52	0,42	0,22	
02.04.05	EXCAVACION DE ZANJA PARA ANCLAJE	m3	59,25	0,38	22,52	
02.04.06	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOTEXTIL NO TEJIDO DE 400 GR/M2	m2	450,00	1,67	751,50	
02.04.07	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOMEMBRIANA Y C.P.C. de 1,5 mm	m2	450,00	4,50	2.025,00	
02.04.08	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO (ZANJA DE ANCLAJE)	m3	59,25	0,86	50,96	
03	CONTRAFUERTE					9.184,05
03.01	PERFILADO Y COMPACTADO	m3	1.241,59	0,71	881,76	
03.02	TRANSPORTE DE EXCEDENTES DE EXCAVACION A BOTADERO D= 1 KM	m3	1.490,36	0,45	670,64	
03.03	ACONDICIONAMIENTO DE EXCEDENTES EN BOTADERO	m3	1.490,36	0,21	312,38	
03.04	SUMINISTRO Y COLOCACION ARENA GRAVIOSA	m3	858,50	1,47	1.262,04	
03.05	SUMINISTRO Y COLOCACION GRAVA ARENOSA	m3	858,53	1,47	1.262,04	
03.06	SUMINISTRO Y COLOCACION GRAVA	m3	858,53	1,47	1.262,04	
03.07	TERRAPLEN CONTRAFUERTE GRAVA LIMOSA	m3	2.053,92	1,73	3.552,57	
04	VASO DE ALMACENAMIENTO					75.618,38
04.01	EXCAVACION MASIVA EN SUELO CONGLOMERADO	m3	12.016,59	0,44	5.287,30	
04.02	TRANSPORTE DE EXCEDENTES DE EXCAVACION A BOTADERO D= 1 KM	m3	14.419,90	0,45	6.488,96	
04.03	ACONDICIONAMIENTO DE EXCEDENTES EN BOTADERO	m3	14.419,90	0,21	3.028,18	
04.04	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONA DE EXCAVACION	m2	3.074,00	0,83	2.559,63	
04.05	RELLENO CON ARENA COMPACTADA PARA PROTECCION DE GEOMEMBRIANA	m3	823,50	1,49	1.227,09	
04.06	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOMEMBRIANA HOPE de 1,5 mm	m2	8.357,55	4,50	37.608,98	
04.07	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOTEXTIL NO TEJIDO DE 400 GR/M2	m2	8.357,55	2,44	20.392,42	
04.08	EXCAVACION DE ZANJA PARA ANCLAJE	m3	102,36	0,38	38,90	
04.09	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO	m3	102,36	0,42	42,99	
05	PRESA DE AMPLIACION					55.720,49
05.01	EXCAVACION EN SUELO PARA CIMENTACION DE LA PRESA	m3	8.983,70	0,47	4.222,34	
05.02	TRANSPORTE DE EXCEDENTES DE EXCAVACION A BOTADERO D= 1 KM	m3	10.780,44	0,45	4.851,20	
05.03	ACONDICIONAMIENTO DE EXCEDENTES EN BOTADERO	m3	10.780,44	0,21	2.263,85	
05.04	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONA DE EXCAVACION	m2	6.936,22	0,63	4.369,82	
05.05	CONFORMACION DEL CUERPO DE PRESA CON RELAVÉ	m3	9.559,77	1,20	11.483,72	
05.06	CONFORMACION DEL CUERPO DE PRESA CON GRAVA LIMOSA	m3	14.284,96	1,31	18.713,30	
05.07	CONFORMACION DEL BLANQUEO FILTRANTE	m3	3.104,92	1,31	4.059,65	
05.08	CONFORMACION DEL DREN TIPO C/MIENEA	m3	1.115,09	1,71	1.894,54	
05.09	CONFORMACION DEL DREN TALON	m3	302,62	11,21	3.402,63	
Costo Directo						173.797,21
Gastos Generales Fijos (5%)						8.785,36
Gastos Generales Variables (15%)						26.356,08
Utilidad (10%)						17.570,72
Sub Total						226.410,37
IGV (18%)						41.115,49
COSTO TOTAL						269.524,86

SON: DOSCIENTOS SESENTA Y NUEVE MIL QUINIENTOS TREINTA Y CUATRO Y 86/100 DOLARES AMERICANOS

ANEXO 12C

PRECIOS UNITARIOS

Análisis de Precios Unitarios

"PROYECTO DE REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL DEPÓSITO DE RELAVES EN OPERACIÓN PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - AYACUCHO".

Presupuesto

0302003

Subpresupuesto 001 DEPÓSITO DE RELAVES METALEX

Partida 01.01.01

DORMITORIOS - COMEDOR - SSHH TRABAJADORES

Rendimiento	m2/DIA	M.O. 100.0000	EQ. 100.0000	Costo unitario directo por : m2	12.40	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.008000	4.75	0.04
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.080000	3.53	0.28
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.160000	3.19	0.51
					0.83	
Materiales						
0202000006	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.200000	1.12	0.22
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bis		0.800000	5.07	4.06
0238000000	HORMIGON (PUESTO EN OBRA)	m3		0.150000	1.52	0.23
0243040000	MADERA TORNILLO	p2		3.000000	1.28	3.83
0243040003	CASETA DE MADERA TORNILLO AREA TECHADA	m2		1.050000	3.05	3.20
					11.54	
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.000000	0.83	0.02
					0.02	

Partida 01.01.02

DORMITORIOS - COMEDOR - SSHH STAFF TECNICO

Rendimiento	m2/DIA	M.O. 100.0000	EQ. 100.0000	Costo unitario directo por : m2	12.69	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.008000	4.75	0.04
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	0.160000	3.53	0.56
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.160000	3.19	0.51
					1.11	
Materiales						
0202000006	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.200000	1.12	0.22
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bis		0.800000	5.07	4.06
0238000000	HORMIGON (PUESTO EN OBRA)	m3		0.150000	1.52	0.23
0243040000	MADERA TORNILLO	p2		3.000000	1.28	3.83
0243040003	CASETA DE MADERA TORNILLO AREA TECHADA	m2		1.050000	3.05	3.20
					11.54	
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.000000	1.11	0.03
					0.03	

Partida 01.02.01

ALMACEN DE OBRA - GUARDIANA

Rendimiento	m2/DIA	M.O. 100.0000	EQ. 100.0000	Costo unitario directo por : m2	3.21	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.008000	4.75	0.04
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.080000	3.53	0.28
0147010004	PEON	hh	3.0000	0.240000	3.19	0.77
					1.09	
Materiales						
0230040002	MALLA RASCHELL	m2		0.100000	2.13	0.21
0239130010	CASETA OFICINA	m2		0.200000	3.05	0.61
0239130011	CASETA SUPERVISION	m2		0.200000	3.05	0.61
0243040003	CASETA DE MADERA TORNILLO AREA TECHADA	m2		0.200000	3.05	0.61
02436000010002	MADERA EUCALIPTO ROLLIZO 3" X 2.80 m	pza		0.050000	0.91	0.05
					2.09	
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.000000	1.09	0.03
					0.03	

Partida 01.02.02

MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

Rendimiento	glb/DIA	M.O.	EQ.	Costo unitario directo por : glb	6.097.56	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US
Materiales						
0239130017	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	glb		1.000000	6.097.56	6.097.56
					6.097.56	

Análisis de Precios Unitarios

"PROYECTO DE REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL DEPÓSITO DE RELAVES EN OPERACION PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - AYACUCHO".

Presupuesto

0302003

Subpresupuesto	001 DEPOSITO DE RELAVES METALEX					
Partida	01.03.01 DESBROCE Y LIMPIEZA DE TERRRENO					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 2.500.0000	EQ. 2.500.0000	Costo unitario directo por : m2		0,23
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US
0349040033	Equipos TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP	hm	1,0000	0,003200	70,12	0,22
					0,22	
Partida	01.03.02 TRAZO Y REPLANTEO INICIAL					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 10.000.0000	EQ. 10.000.0000	Costo unitario directo por : m2		0,09
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US
	Mano de Obra					
0147010004	PEON	hh	2,0000	0,001600	3,19	0,01
0147030093	OPERARIO TOPOGRAFO	hh	1,0000	0,000800	3,96	0,01
					0,01	
	Materiales					
0229030007	CAL EN BOLSAS DE 25 kg	bis		0,010000	1,52	0,02
0243040000	MADERA TORNILLO	p2		0,050000	1,28	0,06
0254010001	PINTURA ESMALTE SINTETICO	gal		0,010000	0,15	0,08
					0,08	
	Equipos					
0349880003	TEODOLITO	hm	0,5000	0,000400	4,57	0,00
					0,00	
Partida	01.03.03 TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 3.500.0000	EQ. 3.500.0000	Costo unitario directo por : m2		0,03
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US
	Mano de Obra					
0147010004	PEON	hh	1,0000	0,002300	3,19	0,01
0147030093	OPERARIO TOPOGRAFO	hh	1,0000	0,002300	3,96	0,01
					0,02	
	Materiales					
0254010001	PINTURA ESMALTE SINTETICO	gal		0,010000	0,15	0,00
					0,00	
	Equipos					
0349190003	NIVEL TOPOGRAFICO CON TRIPODE	ne	0,5000	0,001100	3,05	0,01
0349880003	TEODOLITO	hm	0,5000	0,001100	4,57	0,01
					0,01	
Partida	02.01.01 CAMA DE ARENA					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 300.0000	EQ. 300.0000	Costo unitario directo por : m3		2,02
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US
	Mano de Obra					
0147010001	CAPATAZ	hh	0,1000	0,002700	4,75	0,01
					0,01	
	Materiales					
0205010003	ARENA DE RIO	m3		1,030000	0,91	0,94
					0,94	
	Equipos					
0349040006	CARGADOR RETROEXCAVADOR 62 HP 1 yd3	hm	1,0000	0,026700	39,94	1,07
					1,07	
Partida	02.01.02 RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 7.0000	EQ. 7.0000	Costo unitario directo por : m3		9,43
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US
	Mano de Obra					
0147010001	CAPATAZ	hh	0,1000	0,114300	4,75	0,54
0147010002	OPERARIO	hh	1,0000	1,142900	3,96	4,53
					5,07	
	Equipos					
0349030001	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 4 HP	hm	0,5000	0,571400	7,62	4,36
					4,36	

Análisis de Precios Unitarios

"PROYECTO DE REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL DEPÓSITO DE RELAVES EN OPERACIÓN PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - AYACUCHO".

Presupuesto

0302003

Subpresupuesto	001 DEPOSITO DE RELAVES METALEX	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PERFORADA HDPE D=6" INCLUIDO GEOTEXTIL				
Partida	02.01.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PERFORADA HDPE D=6" INCLUIDO GEOTEXTIL				
Rendimiento	m/DIA	MC. 120.0000	EQ. 120.0000	Costo unitario directo por : m	8.53	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1,0000	0,066700	3,96	0,26
0147010003	OFICIAL	hh	1,0000	0,066700	3,53	0,24
0147010004	PEON	hh	1,0000	0,066667	3,19	0,21
					0,71	
Materiales						
023010009	TUBERIA PERFORADA HDPE D= 6"	m		1,050000	6,99	7,34
023010010	GEOTEXTIL NO TEJIDO DE 270 GR/M2	m2		0,500000	0,91	0,46
					7,80	
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,000000	0,71	0,02
					0,02	
Partida	02.01.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PERFORADA HDPE D=8" INCLUIDO GEOTEXTIL				
Rendimiento	m/DIA	MC. 120.0000	EQ. 120.0000	Costo unitario directo por : m	12.40	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1,0000	0,066700	3,96	0,26
0147010003	OFICIAL	hh	1,0000	0,066700	3,53	0,24
0147010004	PEON	hh	1,0000	0,066667	3,19	0,21
					0,71	
Materiales						
023010010	GEOTEXTIL NO TEJIDO DE 270 GR/M2	m2		0,500000	0,91	0,46
023010011	TUBERIA PERFORADA HDPE D= 8"	m		1,050000	10,67	11,20
					11,66	
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,000000	0,71	0,02
					0,02	
Partida	02.01.05	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA NO PERFORADA HDPE D=8"				
Rendimiento	m/DIA	MC. 120.0000	EQ. 120.0000	Costo unitario directo por : m	8.99	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1,0000	0,066700	3,96	0,26
0147010003	OFICIAL	hh	1,0000	0,066700	3,53	0,24
0147010004	PEON	hh	1,0000	0,066667	3,19	0,21
					0,71	
Materiales						
023010012	TUBERIA NO PERFORADA HDPE D= 8"	m		1,050000	7,88	8,28
					8,28	
Partida	02.01.06	RELLENO PARA ESTRUCTURAS				
Rendimiento	m3/DIA	MC. 600.0000	EQ. 600.0000	Costo unitario directo por : m3	0.59	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0,1000	0,001300	4,75	0,01
					0,01	
Equipos						
0349030001	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 4 HP	hm	0,5000	0,006700	7,62	0,05
0349040006	CARGADOR RETROEXCAVADOR 62 HP 1 yd3	hm	1,0000	0,013300	39,94	0,53
					0,58	

Análisis de Precios Unitarios

"PROYECTO DE REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL DEPOSITO DE RELAVES EN OPERACIÓN PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - AYACUCHO".

Presupuesto

0302003

Subpresupuesto	001 DEPOSITO DE RELAVES METALEX					
Partida	02.01.07	CAJA DE CONCRETO				
Rendimiento	u/DIA	MO. 4.0000	EQ. 4.0000	Costo unitario directo por : u	83.12	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0,1000	0,200000	4,75	0,95
0147010002	OPERARIO	hh	1,0000	2,000000	3,96	7,92
0147010004	PEON	hh	2,0000	4,000000	3,19	12,77
					21,64	
Materiales						
0202000010	ALAMBRE NEGRO # 16	kg		0,150000	1,18	0,18
0202000015	ALAMBRE NEGRO # 8	kg		0,150000	1,18	0,18
0202010017	CLAVOS DE ALAMBRE PARA MADERA C/C DE 3"	kg		0,200000	1,07	0,21
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0,200000	0,91	0,18
0205030060	PIEDRA ZARANDEADA DE 1/2" PUESTO EN OBRA	m3		0,400000	2,44	0,98
0221000011	CEMENTO PORTLAND TIPO V	bs		4,700000	6,10	28,66
0239050000	AGUA	m3		0,080000	0,06	
0243040000	MADERA TORNILLO	p2		15,000000	1,28	19,16
					49,55	
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,000000	21,64	0,65
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40'	hm	0,5000	1,000000	3,66	3,66
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3	hm	0,5000	1,000000	7,62	7,62
					11,93	
Partida	02.02.01	EXCAVACION PARA SISTEMA DE DRENAJE				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 400.0000	EQ. 400.0000	Costo unitario directo por : m3	0,81	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0,1000	0,020000	4,75	0,01
					0,01	
Equipos						
0349040006	CARGADOR RETROEXCAVADOR 62 HP 1 yd3	hm	1,0000	0,020000	39,94	0,80
					0,80	
Partida	02.02.02	TRANSPORTE DE EXCEDENTES DE EXCAVACION A BOTADERO D= 1 KM				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 750.0000	EQ. 750.0000	Costo unitario directo por : m3	0,45	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0,1000	0,001067	4,75	0,01
					0,01	
Equipos						
0348040023	CAMION VOLQUETE 4 X 2 140-210 HP 6 m3	hm	0,5000	0,005333	51,83	0,28
0349040007	CARGADOR SOBRE LLANTAS 80-95 HP 1.5-1.75 yd3	hm	0,5000	0,005333	30,49	0,16
					0,44	
Partida	02.02.03	ACONDICIONAMIENTO DE EXCEDENTES EN BOTADERO				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 1.200.0000	EQ. 1.200.0000	Costo unitario directo por : m3	0,21	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0,1000	0,000667	4,75	0,00
					0,00	
Equipos						
0349040007	CARGADOR SOBRE LLANTAS 80-95 HP 1.5-1.75 yd3	hm	1,0000	0,006667	30,49	0,20
					0,20	

Análisis de Precios Unitarios

"PROYECTO DE REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL DEPÓSITO DE RELAVES EN OPERACIÓN PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - AYACUCHO".

Presupuesto

0302003

Subpresupuesto	001 DEPÓSITO DE RELAVES METALEX					
Tarifa	CAMA DE ARENA					
Rendimiento	m3/DIA	MO 300.0000	EQ. 300.0000	Costo unitario directo por : m3	2,02	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0,1000	0,002700	4,75 0,01	0,01
Materiales						
0205010003	ARENA DE RIO	m3		1,030000	0,91 0,94	0,94
Equipos						
0349040006	CARGADOR RETROEXCAVADOR 62 HP 1 yd3	hm	1,0000	0,026700	39,94 1,07	1,07
Partida	02.02.05 SUMINISTRO Y COLOCACION DE GEOTEXTIL NO TEJIDO DE 270 GR/M2					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 120.0000	EQ. 120.0000	Costo unitario directo por : m2	1,70	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1,0000	0,066700	3,96	0,26
0147010003	OFICIAL	hh	1,0000	0,066700	3,53	0,24
0147010004	PEON	hh	1,0000	0,066667	3,19 0,71	0,21
Materiales						
0230100010	GEOTEXTIL NO TEJIDO DE 270 GR/M2	m2		1,050000	0,91 0,96	0,96
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,000000	0,71 0,02	0,02
Partida	02.02.06 SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PERFORADA HDPE D=6" INCLUIDO GEOTEXTIL					
Rendimiento	m/DIA	MO 120.0000	EQ. 120.0000	Costo unitario directo por : m	8,53	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1,0000	0,066700	3,96	0,26
0147010003	OFICIAL	hh	1,0000	0,066700	3,53	0,24
0147010004	PEON	hh	1,0000	0,066667	3,19 0,71	0,21
Materiales						
0230100009	TUBERIA PERFORADA HDPE D= 6"	m		1,050000	6,99	7,34
0230100010	GEOTEXTIL NO TEJIDO DE 270 GR/M2	m2		0,500000	0,91 7,80	0,46
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,000000	0,71 0,02	0,02
Partida	02.02.07 SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PERFORADA HDPE D=8" INCLUIDO GEOTEXTIL					
Rendimiento	m/DIA	MO. 120.0000	EQ. 120.0000	Costo unitario directo por : m	12,40	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1,0000	0,066700	3,96	0,26
0147010003	OFICIAL	hh	1,0000	0,066700	3,53	0,24
0147010004	PEON	hh	1,0000	0,066667	3,19 0,71	0,21
Materiales						
0230100010	GEOTEXTIL NO TEJIDO DE 270 GR/M2	m2		0,500000	0,91	0,46
0230100011	TUBERIA PERFORADA HDPE D= 8"	m		1,050000	10,67 11,66	11,20
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,000000	0,71 0,02	0,02

Análisis de Precios Unitarios

"PROYECTO DE REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL DEPÓSITO DE RELAVES EN OPERACIÓN PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - AYACUCHO".

Presupuesto:

0302003

Subpresupuesto	001 DEPÓSITO DE RELAVES METALEX	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA NO PERFORADA HDPE D=8"				
Partida	02.02.08	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA NO PERFORADA HDPE D=8"				
Rendimiento	m/DIA	MC. 120.0000	EQ. 120.0000	Costo unitario directo por : m	9,45	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1,0000	0,066700	3,96	0,26
0147010003	OFICIAL	hh	1,0000	0,066700	3,53	0,24
0147010004	PEON	hh	3,0000	0,200000	3,19	0,64
					1,14	
Materiales						
0230100012	TUBERIA NO PERFORADA HDPE D= 8"	m		1,050000	7,88	8,28
					8,28	
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,000000	1,14	0,03
					0,03	
Partida	02.02.09	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA NO PERFORADA HDPE D=10"				
Rendimiento	m/DIA	MC. 120.0000	EQ. 120.0000	Costo unitario directo por : m	20,38	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1,0000	0,066700	3,96	0,26
0147010003	OFICIAL	hh	1,0000	0,066700	3,53	0,24
0147010004	PEON	hh	3,0000	0,200000	3,19	0,64
					1,14	
Materiales						
0230100014	TUBERIA NO PERFORADA HDPE D= 10"	m		1,050000	18,29	19,21
					19,21	
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,000000	1,14	0,03
					0,03	
Partida	02.02.10	RELLENO GRANULAR COMPACTADO (GRAVA ARENOSA)				
Rendimiento	m3/DIA	MC. 720.0000	EQ. 720.0000	Costo unitario directo por : m3	1,38	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0,1000	0,001100	4,75	0,01
0147010004	PEON	hh	2,0000	0,022222	3,19	0,07
					0,08	
Materiales						
0205000039	GRAVA ARENOSA MATERIAL DE CANTERA	m3		1,050000	0,91	0,96
					0,96	
Equipos						
0349040007	CARGADOR SOBRE LLANTAS 80-95 HP 1.5-1.75 yd3	hm	1,0000	0,011100	30,49	0,34
					0,34	
Partida	02.02.11	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO				
Rendimiento	m3/DIA	MC. 720.0000	EQ. 720.0000	Costo unitario directo por : m3	0,42	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0,1000	0,001100	4,75	0,01
0147010002	OPERARIO	hh	1,0000	0,011100	3,96	0,04
0147010004	PEON	hh	1,0000	0,011100	3,19	0,04
					0,09	
Equipos						
0349040007	CARGADOR SOBRE LLANTAS 80-95 HP 1.5-1.75 yd3	hm	1,0000	0,011100	30,49	0,34
					0,34	

Análisis de Precios Unitarios

Presupuesto		"PROYECTO DE REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL DEPOSITO DE RELAVES EN OPERACION PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - AYACUCHO".				
0302003						
Subpresupuesto	001 DEPOSITO DE RELAVES METALEX					
Partida	02.02.12 RELLENO PARA ESTRUCTURAS					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 600.0000	EQ. 600.0000	Costo unitario directo por : m3	0,59	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US
0147010001	Mano de Obra CAPATAZ	hh	0,1000	0,001300	4,75 0,01	0,01
0349030001	Equipos COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 4 HP	nm	0,5000	0,006700	7,62	0,05
0349040006	CARGADOR RETROEXCAVADOR 62 HP 1 yd3	hm	1,0000	0,013300	39,94 0,58	0,53
Partida	02.03.01 EXCAVACION PARA SISTEMA DE DRENAJE					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 400.0000	EQ. 400.0000	Costo unitario directo por : m3	0,81	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US
0147010001	Mano de Obra CAPATAZ	hh	0,1000	0,002000	4,75 0,01	0,01
0349040006	Equipos CARGADOR RETROEXCAVADOR 62 HP 1 yd3	hm	1,0000	0,020000	39,94 0,80	0,80
Partida	02.03.02 TRANSPORTE DE EXCEDENTES DE EXCAVACION A BOTADERO D= 1 KM					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 750.0000	EQ. 750.0000	Costo unitario directo por : m3	0,45	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US
0147010001	Mano de Obra CAPATAZ	hh	0,1000	0,001067	4,75 0,01	0,01
0348040023	Equipos CAMION VOLQUETE 4 X 2 140-210 HP 6 m3	nm	0,5000	0,005333	51,83	0,26
0349040007	CARGADOR SOBRE LLANTAS 80-95 HP 1.5-1.75 yd3	hm	0,5000	0,005333	30,49 0,44	0,16
Partida	02.03.03 ACONDICIONAMIENTO DE EXCEDENTES EN BOTADERO					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 1.200.0000	EQ. 1.200.0000	Costo unitario directo por : m3	0,21	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US
0147010001	Mano de Obra CAPATAZ	hh	0,1000	0,000667	4,75 0,00	
0349040007	Equipos CARGADOR SOBRE LLANTAS 80-95 HP 1.5-1.75 yd3	hm	1,0000	0,006667	30,49 0,20	0,20
Partida	02.03.04 CAMA DE ARENA					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 300.0000	EQ. 300.0000	Costo unitario directo por : m3	2,02	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US
0147010001	Mano de Obra CAPATAZ	hh	0,1000	0,002700	4,75 0,01	0,01
0205010003	Materiales ARENA DE RIO	m3		1,030000	0,91 0,94	0,94
0349040006	Equipos CARGADOR RETROEXCAVADOR 62 HP 1 yd3	hm	1,0000	0,026700	39,94 1,07	1,07

Análisis de Precios Unitarios

"PROYECTO DE REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL DEPÓSITO DE RELAVES EN OPERACIÓN PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - AYACUCHO".

Presupuesto

0302003						
Subpresupuesto	001 DEPOSITO DE RELAVES METALEX	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PERFORADA HDPE D=6" INCLUIDO GEOTEXTIL				
Partida	02.03.05					
Rendimiento	m/DIA	MO. 120.0000	EQ. 120.0000	Costo unitario directo por : m	8,53	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1,0000	0,066700	3,96	0,26
0147010003	OFICIAL	hh	1,0000	0,066700	3,53	0,24
0147010004	PEON	hh	1,0000	0,066667	3,19	0,21
					0,71	
Materiales						
0230100009	TUBERIA PERFORADA HDPE D=6"	m		1,050000	6,99	7,34
0230100010	GEOTEXTIL NO TEJIDO DE 270 GRM2	m2		0,500000	0,91	0,46
					7,80	
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,000000	0,71	0,02
					0,02	
Partida	02.03.06	RELLENO GRANULAR COMPACTADO (GRAVA ARENOSA)				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 720.0000	EQ. 720.0000	Costo unitario directo por : m3	1,38	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0,1000	0,001100	4,75	0,01
0147010004	PEON	hh	2,0000	0,022222	3,19	0,07
					0,06	
Materiales						
0205000039	GRAVA ARENOSA MATERIAL DE CANTERA	m3		1,050000	0,91	0,96
					0,96	
Equipos						
0349040007	CARGADOR SOBRE LLANTAS 80-95 HP 1.5-1.75 yd3	hm	1,0000	0,011100	30,49	0,34
					0,34	
Partida	02.04.01	EXCAVACION PARA POZA				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 1.200.0000	EQ. 1.200.0000	Costo unitario directo por : m3	0,44	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0,1000	0,000700	4,75	0,00
					0,00	
Equipos						
0349040007	CARGADOR SOBRE LLANTAS 80-95 HP 1.5-1.75 yd3	hm	1,0000	0,006700	30,49	0,20
0349040033	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP	hm	0,5000	0,003300	70,12	0,23
					0,43	
Partida	02.04.02	TRANSPORTE DE EXCEDENTES DE EXCAVACION A BOTADERO D=1 KM				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 750.0000	EQ. 750.0000	Costo unitario directo por : m3	0,45	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0,1000	0,001067	4,75	0,01
					0,01	
Equipos						
0349040023	CAMION VOLQUETE 4 X 2 140-210 HP 6 m3	hm	0,5000	0,005333	51,83	0,28
0349040007	CARGADOR SOBRE LLANTAS 80-95 HP 1.5-1.75 yd3	hm	0,5000	0,005333	30,49	0,16
					0,44	
Partida	02.04.03	ACONDICIONAMIENTO DE EXCEDENTES EN BOTADERO				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 1.200.0000	EQ. 1.200.0000	Costo unitario directo por : m3	0,21	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0,1000	0,000667	4,75	0,00
					0,00	
Equipos						
0349040007	CARGADOR SOBRE LLANTAS 80-95 HP 1.5-1.75 yd3	hm	1,0000	0,006667	30,49	0,20
					0,20	

Análisis de Precios Unitarios

Presupuesto		"PROYECTO DE REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL DEPÓSITO DE RELAVES EN OPERACIÓN PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - AYACUCHO".				
0302003						
Subpresupuesto	001 DEPOSITO DE RELAVES METALEX	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO				
Partida	02.04.04	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 720.0000	EQ. 720.0000	Costo unitario directo por : m3	0,42	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0,1000	0,001100	4,75	0,01
0147010002	OPERARIO	hh	1,0000	0,011100	3,96	0,04
0147010004	PEON	hh	1,0000	0,011100	3,19	0,04
					0,09	
Equipos						
0349040007	CARGADOR SOBRE LLANTAS 80-95 HP 1.5-1.75 yd3	hm	1,0000	0,011100	30,49	0,34
					0,34	
Partida	02.04.05	EXCAVACION DE ZANJA PARA ANCLAJE				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 750.0000	EQ. 750.0000	Costo unitario directo por : m3	0,38	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0,1000	0,001067	4,75	0,01
0147010002	OPERARIO	hh	1,0000	0,010667	3,96	0,04
0147010004	PEON	hh	1,0000	0,010667	3,19	0,03
					0,08	
Equipos						
0349040006	CARGADOR RETROEXCAVADOR 62 HP 1 yd3	hm	0,7000	0,007467	39,94	0,30
					0,30	
Partida	02.04.06	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOTEXTIL DE 270 GR/M2				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 120.0000	EQ. 120.0000	Costo unitario directo por : m2	1,67	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1,0000	0,066700	3,96	0,26
0147010003	OFICIAL	hh	1,0000	0,066700	3,53	0,24
0147010004	PEON	hh	1,0000	0,066667	3,19	0,21
					0,71	
Materiales						
0230100010	GEOTEXTIL NO TEJIDO DE 270 GR/M2	m2		1,050000	0,91	0,96
					0,96	
Partida	02.04.07	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOMEMBRANA HDPE e= 1.5 mm				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 120.0000	EQ. 120.0000	Costo unitario directo por : m2	4,50	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1,0000	0,066700	3,96	0,26
0147010003	OFICIAL	hh	1,0000	0,066700	3,53	0,24
0147010004	PEON	hh	1,0000	0,066667	3,19	0,21
					0,71	
Materiales						
0230100006	GEOMEMBRANA HDPE e= 1.5 mm	m2		1,030000	3,66	3,77
					3,77	
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,000000	0,71	0,02
					0,02	
Partida	02.04.08	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO (ZANJA DE ANCLAJE)				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 420.0000	EQ. 420.0000	Costo unitario directo por : m3	0,86	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0,1000	0,001900	4,75	0,01
0147010004	PEON	hh	2,0000	0,038095	3,19	0,12
					0,13	
Equipos						
0349040007	CARGADOR SOBRE LLANTAS 80-95 HP 1.5-1.75 yd3	hm	1,0000	0,019000	30,49	0,58
0349080012	ZARANDA MECANICA	hm	0,5000	0,009524	15,24	0,15
					0,73	

Análisis de Precios Unitarios

"PROYECTO DE REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL DEPÓSITO DE RELAVES EN OPERACIÓN PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - AYACUCHO".

Presupuesto

0302003						
Subpresupuesto	001 DEPOSITO DE RELAVES METALEX					
Partida	03.01 PERFILADO Y COMPACTADO					
Rendimiento	m3/DIA	MO: 750.0000	EQ: 750.0000	Costo unitario directo por : m3		0,71
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0,001067	4,75	0,01
0147010004	PEON	hh	2.0000	0,021333	3,19	0,07
					0,08	
Equipos						
0348040004	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 178-210 HP 3000 gl	hm	0.2000	0,002133	45,73	0,10
0349030007	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 ton	hm	0.5000	0,005333	39,63	0,21
0349040007	CARGADOR SOBRE LLANTAS 80-95 HP 1.5-1.75 yd3	hm	1.0000	0,010667	30,49	0,33
					0,64	
Partida	03.02 TRANSPORTE DE EXCEDENTES DE EXCAVACION A BOTADERO D= 1 KM					
Rendimiento	m3/DIA	MO: 750.0000	EQ: 750.0000	Costo unitario directo por : m3		0,45
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0,001067	4,75	0,01
					0,01	
Equipos						
0348040023	CAMION VOLQUETE 4 X 2 140-210 HP 6 m3	hm	0.5000	0,005333	51,83	0,28
0349040007	CARGADOR SOBRE LLANTAS 80-95 HP 1.5-1.75 yd3	hm	0.5000	0,005333	30,49	0,16
					0,44	
Partida	03.03 ACONDICIONAMIENTO DE EXCEDENTES EN BOTADERO					
Rendimiento	m3/DIA	MO: 1.200.0000	EQ: 1.200.0000	Costo unitario directo por : m3		0,21
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0,000667	4,75	0,00
					0,00	
Equipos						
0349040007	CARGADOR SOBRE LLANTAS 80-95 HP 1.5-1.75 yd3	hm	1.0000	0,006667	30,49	0,20
					0,20	
Partida	03.04 SUMINISTRO Y COLOCACION ARENA GRAVOSA					
Rendimiento	m3/DIA	MO: 600.0000	EQ: 600.0000	Costo unitario directo por : m3		1,47
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0,001333	4,75	0,01
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0,013333	3,96	0,05
0147010004	PEON	hh	1.0000	0,013333	3,19	0,04
					0,10	
Materiales						
0205010038	ARENA GRAVOSA	m3		1.050000	0,91	0,96
					0,96	
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.000000	0,10	
0349040007	CARGADOR SOBRE LLANTAS 80-95 HP 1.5-1.75 yd3	hm	1.0000	0,013333	30,49	0,41
					0,41	
Partida	03.05 SUMINISTRO Y COLOCACION GRAVA					
Rendimiento	m3/DIA	MO: 600.0000	EQ: 600.0000	Costo unitario directo por : m3		1,47
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0,001333	4,75	0,01
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0,013333	3,96	0,05
0147010004	PEON	hh	1.0000	0,013333	3,19	0,04
					0,10	
Materiales						
0205510001	GRAVA GRUESA PARA DRENAJE	m3		1.050000	0,91	0,96
					0,96	
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.000000	0,10	

Análisis de Precios Unitarios

"PROYECTO DE REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL DEPÓSITO DE RELAVES EN OPERACIÓN PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - AYACUCHO".

Presupuesto

0302003

Suopresupuesto 001 DEPOSITO DE RELAVES METALEX

Parida	TERRAPLEN CONTRAFUERTE GRAVA LIMOSA					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 600.0000	EQ. 600.0000	Costo unitario directo por : m3		1.72
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0,1000	0,001333	4,75	0,01
0147010002	OFERARIO	hh	1,0000	0,013333	3,96	0,05
0147010004	PEON	hh	1,0000	0,013333	3,19	0,04
Materiales						
0205510002	GRAVA LIMOSA	m3		1,030000	0,91	0,94
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,000000	0,10	
0349030007	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 ton	hm	0,5000	0,006667	39,63	0,26
0349040007	CARGADOR SOBRE LLANTAS 80-95 HP 1.5-1.75 yd3	hm	1,0000	0,013333	30,49	0,41
0,67						
EXCAVACION MASIVA EN SUELO CONGLOMERADO						
Parida	04.01	MO. 1.200.0000	EQ. 1.200.0000	Costo unitario directo por : m3		0.44
Rendimiento	m3/DIA					
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0,1000	0,000667	4,75	
0,00						
Equipos						
0349040007	CARGADOR SOBRE LLANTAS 80-95 HP 1.5-1.75 yd3	nm	1,0000	0,006667	30,49	0,20
0349040033	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP	nm	0,5000	0,003333	70,12	0,23
0,43						
TRANSPORTE DE EXCEDENTES DE EXCAVACION A BOTADERO D= 1 KM						
Parida	04.02	MO. 750.0000	EQ. 750.0000	Costo unitario directo por : m3		0.45
Rendimiento	m3/DIA					
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0,1000	0,001067	4,75	0,01
0,01						
Equipos						
0348040023	CAMION VOLQUETE 4 X 2 140-210 HP 6 m3	hm	0,5000	0,005333	51,83	0,28
0349040007	CARGADOR SOBRE LLANTAS 80-95 HP 1.5-1.75 yd3	hm	0,5000	0,005333	30,49	0,16
0,44						
ACONDICIONAMIENTO DE EXCEDENTES EN BOTADERO						
Parida	04.03	MO. 1.200.0000	EQ. 1.200.0000	Costo unitario directo por : m3		0.21
Rendimiento	m3/DIA					
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0,1000	0,000667	4,75	
0,00						
Equipos						
0349040007	CARGADOR SOBRE LLANTAS 80-95 HP 1.5-1.75 yd3	hm	1,0000	0,006667	30,49	0,20
0,20						
PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONA DE EXCAVACION						
Parida	04.04	MO. 750.0000	EQ. 750.0000	Costo unitario directo por : m2		0.63
Rendimiento	m2/DIA					
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0,1000	0,001067	4,75	0,01
0147010004	PEON	hm	2,0000	0,021333	3,19	0,07
0,08						
Equipos						
0348040004	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 178-210 HP 3000 gal	hm	0,2500	0,002667	45,73	0,12
0349030007	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 ton	nm	0,2500	0,002667	39,63	0,11
0349040007	CARGADOR SOBRE LLANTAS 80-95 HP 1.5-1.75 yd3	hm	1,0000	0,010667	30,49	0,33
0,56						

Análisis de Precios Unitarios

Presupuesto		"PROYECTO DE REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL DEPOSITO DE RELAVES EN OPERACION PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - AYACUCHO".				
Subpresupuesto		0302003				
Partida		001 DEPOSITO DE RELAVES METALEX				
Partida		04.05 RELLENO CON ARENA COMPACTADA PARA PROTECCION DE GEOMEMBRANA				
Rendimiento	m3/DIA	MO 850.0000	EQ. 850.0000	Costo unitario directo por : m3	1,49	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0,1000	0,000941	4,75	
0147010002	OPERARIO	hh	1,0000	0,009412	3,96	0,04
0147010004	PEON	hh	1,0000	0,009412	3,19	0,03
					0,07	
Materiales						
0205010003	ARENA DE RIO	m3		1,030000	0,91	0,94
					0,94	
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,000000	0,07	
0349030007	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 ton	hm	0,5000	0,004706	39,63	0,19
0349040007	CARGADOR SOBRE LLANTAS 80-95 HP 1.5-1.75 yd3	hm	1,0000	0,009412	30,49	0,29
					0,48	
Partida		04.06 SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOMEMBRANA HDPE e= 1.5 mm				
Rendimiento	m2/DIA	MO 120.0000	EQ. 120.0000	Costo unitario directo por : m2	4,50	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1,0000	0,066700	3,96	0,26
0147010003	OFICIAL	hh	1,0000	0,066700	3,53	0,24
0147010004	PEON	hh	1,0000	0,066667	3,19	0,21
					0,71	
Materiales						
0230100006	GEOMEMBRANA HDPE e= 1.5 mm	m2		1,030000	3,66	3,77
					3,77	
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,000000	0,71	0,02
					0,02	
Partida		04.07 SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOTEXTIL NO TEJIDO DE 400 GR/M2				
Rendimiento	m2/DIA	MO 120.0000	EQ. 120.0000	Costo unitario directo por : m2	2,44	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1,0000	0,066700	3,96	0,26
0147010003	OFICIAL	hh	1,0000	0,066700	3,53	0,24
0147010004	PEON	hh	3,0000	0,200000	3,19	0,64
					1,14	
Materiales						
0230100007	GEOTEXTIL NO TEJIDO DE 400 GR/M2	m2		1,030000	1,27	1,30
					1,30	
Partida		04.08 EXCAVACION DE ZANJA PARA ANCLAJE				
Rendimiento	m3/DIA	MO 750.0000	EQ. 750.0000	Costo unitario directo por : m3	0,36	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0,1000	0,010667	4,75	0,01
0147010002	OPERARIO	hh	1,0000	0,010667	3,96	0,04
0147010004	PEON	hh	1,0000	0,010667	3,19	0,03
					0,08	
Equipos						
0349040006	CARGADOR RETROEXCAVADOR 62 HP 1 yd3	hm	0,7000	0,007467	39,94	0,30
					0,30	

Análisis de Precios Unitarios

"PROYECTO DE REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL DEPOSITO DE RELAVES EN OPERACION PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - AYACUCHO".

Presupuesto

0302003

Subpresupuesto

001 DEPOSITO DE RELAVES METALEX

Partida	04.09	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 720.0000	EQ. 720.0000	Costo unitario directo por : m3	0,42	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0,1000	0,001100	4,75	0,01
0147010002	OPERARIO	hh	1,0000	0,011100	3,96	0,04
0147010004	PEON	hh	1,0000	0,011100	3,19	0,04
					0,09	
Equipos						
0349040007	CARGADOR SOBRE LLANTAS 80-95 HP 1.5-1.75 yd3	hm	1,0000	0,011100	30,49	0,34
					0,34	
Partida	05.01	EXCAVACION EN SUELO PARA CIMENTACION DE LA PRESA				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 1.200.0000	EQ. 1.200.0000	Costo unitario directo por : m3	0,47	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0,1000	0,00667	4,75	
					0,00	
Equipos						
0349040006	CARGADOR RETROEXCAVADOR 62 HP 1 yd3	hm	1,0000	0,00667	39,94	0,27
0349040007	CARGADOR SOBRE LLANTAS 80-95 HP 1.5-1.75 yd3	hm	1,0000	0,00667	30,49	0,20
					0,47	
Partida	05.02	TRANSPORTE DE EXCEDENTES DE EXCAVACION A BOTADERO D= 1 KM				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 750.0000	EQ. 750.0000	Costo unitario directo por : m3	0,45	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0,1000	0,001067	4,75	0,01
					0,01	
Equipos						
0348040023	CAMION VOLQUETE 4 X 2 140-210 HP 6 m3	hm	0,5000	0,005333	51,83	0,28
0349040007	CARGADOR SOBRE LLANTAS 80-95 HP 1.5-1.75 yd3	hm	0,5000	0,005333	30,49	0,16
					0,44	
Partida	05.03	ACONDICIONAMIENTO DE EXCEDENTES EN BOTADERO				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 1.200.0000	EQ. 1.200.0000	Costo unitario directo por : m3	0,21	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0,1000	0,00667	4,75	
					0,00	
Equipos						
0349040007	CARGADOR SOBRE LLANTAS 80-95 HP 1.5-1.75 yd3	hm	1,0000	0,00667	30,49	0,20
					0,20	
Partida	05.04	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONA DE EXCAVACION				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 750.0000	EQ. 750.0000	Costo unitario directo por : m3	0,63	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0,1000	0,001067	4,75	0,01
0147010004	PEON	hh	2,0000	0,021333	3,19	0,07
					0,08	
Equipos						
0348040004	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 178-210 HP 3000 gl	hm	0,2500	0,002667	45,73	0,12
0349030007	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 ton	hm	0,2500	0,002667	39,63	0,11
0349040007	CARGADOR SOBRE LLANTAS 80-95 HP 1.5-1.75 yd3	hm	1,0000	0,010667	30,49	0,33
					0,56	

Análisis de Precios Unitarios

"PROYECTO DE REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL DEPÓSITO DE RELAVES EN OPERACIÓN PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - AYACUCHO".

Presupuesto

0302003						
Subpresupuesto	001 DEPOSITO DE RELAVES METALEX					
Partida	05.05 CONFORMACION DEL CUERPO DE PRESA CON RELAVE					
Rendimiento:	m3/DIA	M.O. 1.200.0000	EC. 1.200.0000	Costo unitario directo por : m3	1,20	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0,1000	0,00667	4,75	
0147010004	PEON	hh	2,0000	0,013333	3,19	0,04
					0,04	
Materiales						
0205000040	MATERIAL DE RELAVE PROPIO	m3		1,050000	0,76	0,80
					0,80	
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,000000	0,05	
0348040004	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 178-210 HP 3000 gl	hm	0,2500	0,001667	45,73	0,08
0349030007	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 ton	hm	0,2500	0,001667	39,63	0,07
0349040007	CARGADOR SOBRE LLANTAS 80-95 HP 1,5-1,75 yd3	hm	1,0000	0,006667	30,49	0,20
					0,35	
Partida	05.06 CONFORMACION DEL CUERPO DE PRESA CON GRAVA LIMOSA					
Rendimiento:	m3/DIA	M.O. 1.200.0000	EC. 1.200.0000	Costo unitario directo por : m3	1,31	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0,1000	0,00667	4,75	
0147010004	PEON	hh	1,0000	0,00667	3,19	0,02
					0,02	
Materiales						
0205510002	GRAVA LIMOSA	m3		1,030000	0,91	0,94
					0,94	
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,000000	0,02	
0348040004	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 178-210 HP 3000 gl	hm	0,2500	0,001667	45,73	0,08
0349030007	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 ton	hm	0,2500	0,001667	39,63	0,07
0349040007	CARGADOR SOBRE LLANTAS 80-95 HP 1,5-1,75 yd3	hm	1,0000	0,006667	30,49	0,20
					0,35	
Partida	05.07 CONFORMACION DEL BLANKET FILTRANTE					
Rendimiento:	m3/DIA	M.O. 1.000.0000	EC. 1.000.0000	Costo unitario directo por : m3	1,31	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0,1000	0,008000	4,75	
0147010004	PEON	hh	1,0000	0,008000	3,19	0,03
					0,03	
Materiales						
0205000041	MATERIAL CLASIFICADO PARA FILTRO	m3		1,050000	0,91	0,96
					0,96	
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,000000	0,03	
0349030007	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 ton	hm	0,2500	0,002000	39,63	0,08
0349040007	CARGADOR SOBRE LLANTAS 80-95 HP 1,5-1,75 yd3	hm	1,0000	0,008000	30,49	0,24
					0,32	
Partida	05.08 CONFORMACION DEL DREN TIPO CIMENEA					
Rendimiento:	m3/DIA	M.O. 1.000.0000	EC. 1.000.0000	Costo unitario directo por : m3	1,31	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0,1000	0,008000	4,75	
0147010004	PEON	hh	1,0000	0,008000	3,19	0,03
					0,03	
Materiales						
0205000041	MATERIAL CLASIFICADO PARA FILTRO	m3		1,050000	0,91	0,96
					0,96	
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,000000	0,03	
0349030007	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 ton	hm	0,2500	0,002000	39,63	0,08
0349040007	CARGADOR SOBRE LLANTAS 80-95 HP 1,5-1,75 yd3	hm	1,0000	0,008000	30,49	0,24
					0,32	

Análisis de Precios Unitarios

"PROYECTO DE REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL DEPÓSITO DE RELAVES EN OPERACIÓN PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - AYACUCHO".

Presupuesto

0302003

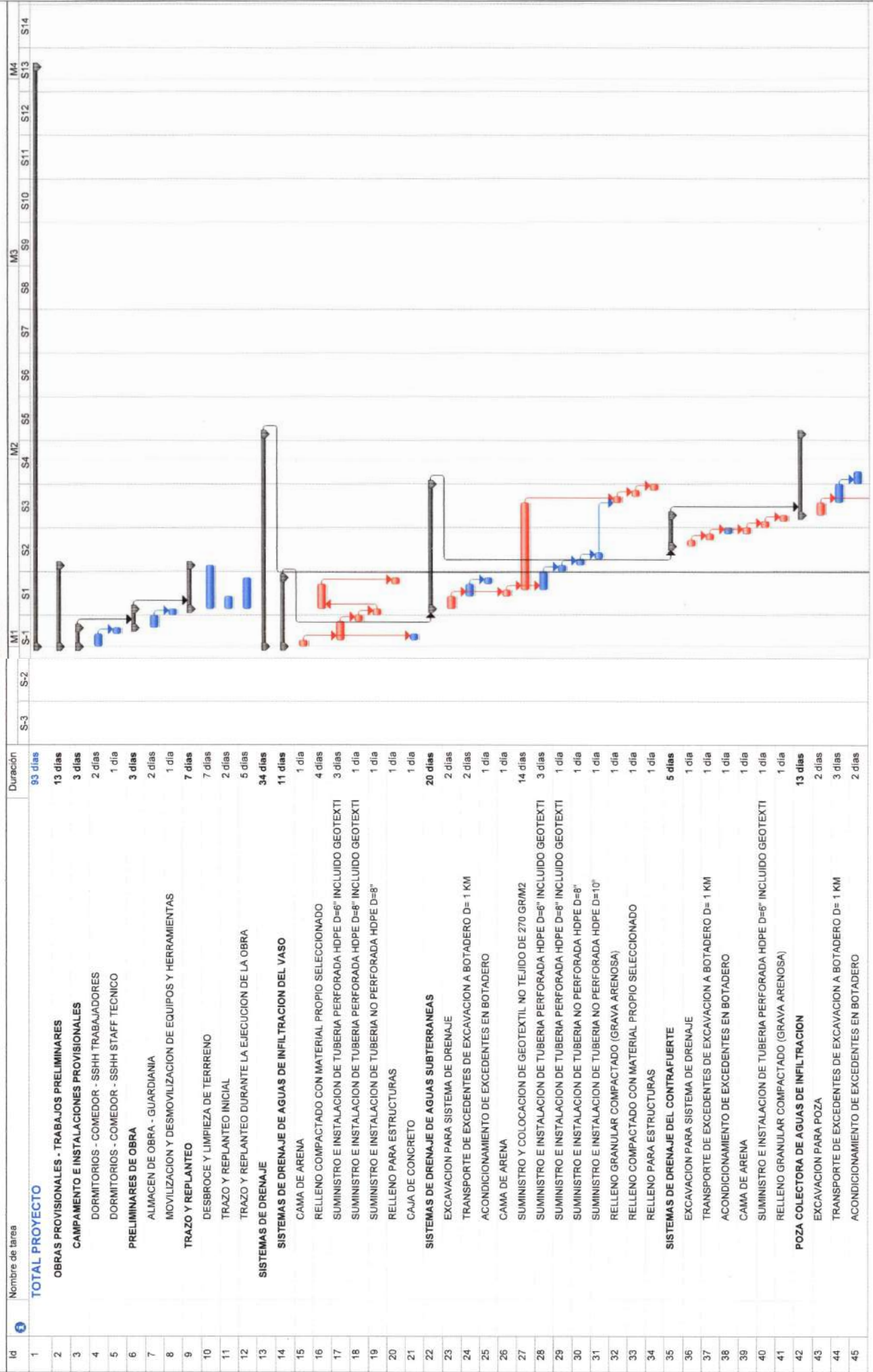
Subpresupuesto

001 DEPOSITO DE RELAVES METALEX

Partida	05.09	CONFORMACION DEL DREN TALON				
Rendimiento	m/DIA	MO. 1.000.0000	EQ. 1.000.0000	Costo unitario directo por : m		11,31
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US
	Mano de Obra					
0147010001	CAPATAZ	hh	0,1000	0,008000	4,75	
0147010004	PEON	hh	1,0000	0,008000	3,19	0,03
					0,03	
	Materiales					
230100009	TUBERIA HDPE D=6"	m		1,050000	6,99	10,96
230100010	GEOTEXTIL NO TEJIDO DE 270 GR/M2	m ²		0,500000	0,91	
205010003	ARENA DE RIO	m ³		0,230000	0,91	
205000041	MATERIAL CLASIFICADO PARA FILTRO	m ³		3,250000	0,91	
					10,96	
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,000000	0,03	
0349030007	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 ton	hm	0,2500	0,002000	39,63	0,08
0349040007	CARGADOR SOBRE LLANTAS 80-95 HP 1.5-1.75 yd ³	hm	1,0000	0,008000	30,49	0,24
					0,32	

ANEXO 12D
CRONOGRAMA

PROYECTO DE REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL DEPÓSITO DE RELAVES EN OPERACION PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - AYACUCHO
CRONOGRAMA DE OBRA



PROYECTO DE TESIS

ESPECIFICACIONES TECNICAS

INDICE GENERAL

I. CONDICIONES GENERALES	8
I.1.1 Objeto	8
I.1.2 Alcance de las Especificaciones Técnicas	8
I.1.3 Medidas de Seguridad	9
I.1.4 Validez de Especificaciones, Planos y Metrados	9
I.1.5 Consultas	10
I.1.6 Similitud de Materiales o Equipos	10
I.1.7 Inspección	10
I.1.8 Materiales y Mano de Obra.....	10
I.1.9 Trabajos.....	11
I.1.10 Cambios solicitados por el Contratista.....	11
I.1.11 Cambios Autorizados por el Propietario	11
I.1.12 Compatibilización de los Trabajos.....	12
I.1.13 Personal	12
I.1.14 Movilización	12
I.1.15 Conocimiento del terreno para la obra y accesos.....	12
I.1.16 Entrega del Terreno para la Obra	13
I.1.17 Materiales Básicos para la Obra.....	13
I.1.18 Entrega de la Obra Terminada	13
I.1.19 Normas y Especificaciones de Referencia.	14
1. OBRAS PROVISIONALES – TRABAJOS PRELIMINARES	15
1.1 CAMPAMENTO E INSTALACIONES PROVISIONALES	15
1.1.1 DESCRIPCION.....	15
1.1.2 MATERIALES.	18
1.1.3 MEDICION Y BASES DE PAGO.	18
1.2 PRELIMINARES DE OBRA	18

1.2.1	ALMACEN DE OBRA – GUARDIANIA	18
1.2.2	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS.....	19
1.3	TRAZO Y REPLANTEO	22
1.3.1	DESBROCE Y LIMPIEZA DE TERRENO.....	22
1.3.2	TRAZO Y REPLANTEO INICIAL	26
1.3.3	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA 26	
2.	<u>SISTEMAS DE DRENAJE</u>	28
2.1	SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS DE INFILTRACION DEL VASO	28
2.1.1	CAMA DE ARENA.....	28
2.1.2	RELLENO COMPACTADO COM MATERIAL PRÓPIO SELECCIONADO	29
2.1.2.2	Material	29
2.1.2.3	Equipos.....	30
2.1.2.4	Métodos de ejecución.....	30
2.1.2.5	Controles	30
2.1.2.6	Aceptación de los trabajos	30
2.1.2.7	Medición y formas de pago.....	31
2.1.3	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PERFORADA HDPE D = 6” INCLUIDO GEOTEXTIL	31
2.1.4	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PERFORADA HDPE D = 8” INCLUIDO GEOTEXTIL	31
2.1.5	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA NO PERFORADA HDPE D = 8”.....	31
2.1.5.1	Descripción de la partida.....	31
2.1.5.2	Materiales.....	35
2.1.5.3	Método de ejecución y controles.....	35
2.1.5.4	Medición y bases de pago	35
2.1.6	RELLENO PARA ESTRUCTURAS	36
2.1.6.1	Descripción de la partida.....	36
2.1.6.2	Material	36

2.1.6.3	Equipos.....	36
2.1.6.4	Métodos de ejecución.....	37
2.1.6.5	Controles	38
2.1.6.6	Aceptación de los trabajos	38
2.1.6.7	Medición y formas de pago.....	38
2.1.7	CAJA DE CONCRETO	39
2.1.7.1	Descripción de la partida.....	39
2.1.7.2	Modo de ejecución	39
2.1.7.3	Metrados y forma de pago.....	43
2.2	SISTEMA DE SUBDRENAJE DE AGUAS DE INFILTRACION DEL VASO	43
2.2.1	EXCAVACION PARA SISTEMA DE SUBDRENAJE.....	43
2.2.1.1	Descripción de la partida.....	43
2.2.1.2	Método de ejecución	44
2.2.1.3	Aceptación de los trabajos	45
2.2.2	TRANSPORTE DE EXCEDENTES DE EXCAVACION A BOTADERO D = 1 Km.	46
2.2.3	ACONDICIONAMIENTO DE EXCEDENTES EN BOTADERO.....	49
2.2.3.1	Descripción	49
2.2.3.2	MÉTODO DE EJECUCIÓN.....	49
2.2.3.3	Método de medición.....	50
2.2.3.4	Bases de pago	50
2.2.4	CAMA DE ARENA.....	50
2.2.5	SUMINISTRO Y COLOCACION DE GEOTEXTIL NO TEJIDO (270 gr/m2)	50
2.2.5.1	Descripción	51
2.2.5.2	Materiales	51
2.2.5.3	Método de ejecución	52
2.2.5.4	Controles y aceptación	54
2.2.5.5	Medición y forma de pago	57
2.2.6	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PERFORADA HDPE D = 6" INCLUIDO GEOTEXTIL.	57

2.2.7	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PERFORADA HDPE D = 8" INCLUIDO GEOTEXTIL	57
2.2.8	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA NO PERFORADA HDPE D = 8"	57
2.2.9	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA NO PERFORADA HDPE D = 10"	57
2.2.10	RELLENO GRANULAR COMPACTADO (GRAVA ARENOSA).....	58
2.2.10.1	Descripción de la partida.....	58
2.2.10.2	Material	58
2.2.10.3	Medición y bases de pago	59
2.2.11	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO	60
2.2.12	RELLENO PARA ESTRUCTURAS	60
2.3	SISTEMA DE DRENAJE DEL CONTRAFUERTE.....	60
2.3.1	EXCAVACION PARA SISTEMA DE DRENAJE	60
2.3.2	TRANSPORTE DE EXCEDENTES DE EXCAVACION A BOTADERO D = 1 Km.	60
2.3.3	ACONDICIONAMIENTO DE EXCEDENTES EN BOTADERO	61
2.3.4	CAMA DE ARENA.....	61
2.3.5	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PERFORADA HDPE D = 6" INCLUIDO GEOTEXTIL	61
2.3.6	RELLENO GRANULAR COMPACTADO (GRAVA ARENOSA).....	61
2.4	POZA COLECTORA DE AGUAS DE INFILTRACION.....	61
2.4.1	EXCAVACION PARA POZA.	61
2.4.1.1	Descripción de la partida.....	61
2.4.1.2	Método de construcción	62
2.4.1.3	Aprobación de los cimientos y tolerancia	62
2.4.1.4	Método de medición.....	62
2.4.1.5	Bases de pago	63
2.4.2	TRANSPORTE DE EXCEDENTES DE EXCAVACION A BOTADERO D=1.0 Km.	63

2.4.3	ACONDICIONAMIENTO DE EXCEDENTES EN BOTADERO.....	63
2.4.4	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO	63
2.4.5	EXCAVACION DE ZANJA PARA ANCLAJE.....	63
2.4.6	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOTEXTIL NO TEJIDO DE 400 gr/m2.	64
2.4.6.1	Descripción de la partida.....	64
2.4.7	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOMEMBRANA e=1.5 mm.	64
2.4.7.1	DESCRIPCION DE LA PARTIDA.....	64
2.4.7.2	MATERIALES.	64
2.4.7.3	Modo de empleo.....	66
2.4.7.4	Controles	69
2.4.7.5	Anclaje de la geomembrana	77
2.4.7.6	Medición y bases de pago	78
2.4.8	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO (ZANJA DE ANCLAJE).....	78
3.	<u>CONTRAFUERTE</u>	78
3.1	PERFILADO Y COMPACTADO	79
3.1.1	DESCRIPCION DE LA PARTIDA.....	79
3.1.2	EQUIPO	79
3.1.3	METODO DE CONSTRUCCION	79
3.1.4	ACEPTACION DE LOS TRABAJOS	80
3.1.5	MEDICION.....	80
3.1.6	PAGO.....	81
3.3	ACONDICIONAMIENTO DE EXCEDENTES EN BOTADERO	81
3.4	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ARENA GRAVOSA.....	81
3.5	SUMINISTRO Y COLOCACION DE GRAVA ARENOSA.....	81
3.6	SUMINISTRO Y COLOCACION DE GRAVA	81
3.6.1	DESCRIPCIÓN DE LA PARTIDA.....	81
3.6.2	FUENTE	82
3.6.3	CONTROL DE HUMEDAD.	83
3.6.4	COLOCACION Y COMPACTACION.....	83

3.6.5	CONTROLES	84
3.6.6	ACEPTACION DE LA PARTIDA.	85
3.6.7	MEDICION Y FORMA DE PAGO.	85
3.7	TERRAPLEN CONTRAFUERTE GRAVA LIMOSA	85
3.7.1	DESCRIPCIÓN DE LA PARTIDA.....	85
3.7.2	MATERIAL	86
3.7.3	CONTROL DE HUMEDAD	87
3.7.4	COLOCACION Y COMPACTACION	87
3.7.5	CONTROL DE CALIDAD	90
3.7.6	METRADO Y FORMA DE PAGO.....	93
4.	<u>VASO DE ALMACENAMIENTO</u>	93
4.1	EXCAVACION MASIVA EN SUELO CONGLOMERADO	93
4.1.1	DESCRIPCION DE LA PARTIDA.....	93
4.2	TRANSPORTE DE EXCEDENTES DE EXCAVACION A BOTADERO D = 1 Km.....	94
4.3	ACONDICIONAMIENTO DE EXCEDENTES EN BOTADERO	94
4.4	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONA DE EXCAVACION.....	94
4.4.1	DESCRIPCION DE LA PARTIDA.....	94
4.4.2	EQUIPO	94
4.4.3	METODO DE CONSTRUCCION	94
4.4.4	ACEPTACION DE LOS TRABAJOS	95
4.4.5	MEDICION.....	¡Error! Marcador no definido.
4.4.6	PAGO	96
4.5	RELLENO CON ARENA COMPACTADA PARA PROTECCION DE GEOMEMBRANA.....	96
4.5.1	DESCRIPCION DE LA PARTIDA.....	96
4.5.2	EQUIPO	96
4.5.3	ACEPTACION DE LOS TRABAJOS	97
4.5.4	MEDICION.....	¡Error! Marcador no definido.
4.5.5	PAGO	97
4.6	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOMEMBRANA HDPE E = 1.5 MM .	98
4.6.1	DESCRIPCION DE LA PARTIDA.....	98

4.7	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOTEXTIL NO TEJIDO DE 400 GR/M ²	98
4.7.1	DESCRIPCION DE LA PARTIDA.....	98
4.8	EXCAVACION DE ZANJA PARA ANCLAJE.....	98
4.9	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO	98
5.	<u>PRESA</u>	99
5.1	EXCAVACION EN SUELO PARA CIMENTACION DE LA PRESA.....	99
5.1.1	DESCRIPCION DE LA PARTIDA.....	99
5.1.2	MODO DE EJECUCION	99
5.1.3	CONTROLES	100
5.1.4	ACEPTACION DE LOS TRABAJOS	100
5.1.5	MEDICION Y FORMA DE PAGO	100
5.2	EXCAVACION EN SUELO PARA CIMENTACION DE LA PRESA.....	101
5.3	ACONDICIONAMIENTO DE EXCEDENTES EN BOTADERO	101
5.4	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONA DE EXCAVACION.....	101
5.5	CONFORMACION DEL CUERPO DE PRESA CON RELAVE.....	101
5.6	CONFORMACION DEL CUERPO DE PRESA CON GRAVA LIMOSA	101
5.6.1	DESCRIPCION DE LA PARTIDA.....	101
5.6.2	MATERIAL	103
5.6.3	CONTROL DE HUMEDAD	103
5.6.4	COLOCACION Y COMPACTACION.....	104
5.6.5	CONTROL DE CALIDAD.....	106
5.6.6	METRADO Y FORMA DE PAGO.....	109
5.7	CONFORMACION DEL BLANKET FILTRANTE.....	109
5.7.1	DESCRIPCION DE LA PARTIDA.....	109
5.7.2	MATERIALES	109
5.7.3	MODO DE EJECUCION	111
5.7.4	CONTROLES	112
5.7.5	ACEPTACION DE LOS TRABAJOS	112
5.7.6	MEDICION Y FORMA DE PAGO	112
5.8	CONFORMACION DEL DREN TIPO CHIMENEA	113
5.8.1	DESCRIPCION DE LA PARTIDA.....	113

5.8.2	FUENTE	113
5.8.3	CONTROL DE HUMEDAD	115
5.8.4	COLOCACION Y COMPACTACION.....	115
5.8.5	CONTROLES	117
5.8.6	ACEPTACION DE LA PARTIDA	117
5.8.7	MEDICION Y FORMA DE PAGO	117
5.9	CONFORMACION DEL DREN TALON.....	117
5.9.1	DESCRIPCION DE LA PARTIDA.....	117
5.9.2	MATERIALES	118
5.9.3	METODO DE CONSTRUCCION	118
5.9.4	MEDICION Y BASES DE PAGO	119

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

PROYECTO DE REFORZAMIENTO Y AMPLIACION DEL ACTUAL DEPÓSITO DE RELAVES EN OPERACIÓN PARA EL PROCESAMIENTO DE MINERALES EN LA LOCALIDAD DE SAISA - AYACUCHO

I. CONDICIONES GENERALES

I.1.1 Objeto

La finalidad de estas Especificaciones Técnicas es definir conjuntamente con los planos, los trabajos y la forma en que éstos se llevarán a cabo. El CONTRATISTA está obligado, a pesar de cualquier posible omisión en los planos o en las especificaciones, a ejecutar el trabajo designado de una manera eficiente y adecuada, teniendo en cuenta los métodos modernos de construcción aplicados a estos trabajos y su experiencia.

I.1.2 Alcance de las Especificaciones Técnicas

- a) Comprenden las normas y exigencias para la construcción de las estructuras, formando parte integrante del proyecto y complementando lo indicado en los planos respectivos.

- b) Precisan las condiciones y exigencias que constituyen las bases de pago para las obras que se ejecuten.

I.1.3 Medidas de Seguridad

El Contratista bajo responsabilidad, adoptará todas las medidas de seguridad necesarias para evitar accidentes a su personal, a terceros y a la misma Obra, debiendo cumplir con todas las disposiciones vigentes en el Reglamento Nacional de Construcciones, y demás dispositivos legales vigentes. El Contratista deberá mantener todas las medidas de seguridad en forma ininterrumpida, desde el inicio hasta la recepción de la Obra, incluyendo los eventuales períodos de paralizaciones por cualquier causal.

I.1.4 Validez de Especificaciones, Planos y Metrados

En el caso de existir divergencias entre los documentos del Proyecto:

- Los Planos tienen validez sobre las Especificaciones Técnicas, Metrados y Presupuestos.
- Las Especificaciones Técnicas tienen validez sobre Metrados y Presupuestos.
- Los Metrados tienen validez sobre los Presupuestos.

Los metrados son referenciales y la omisión parcial o total de una partida no dispensará al Contratista de su ejecución si está prevista en los Planos y/o las Especificaciones Técnicas.

Las Especificaciones se complementan con los Planos y Metrados respectivos en forma tal que, las Obras deben ser ejecutadas en su totalidad aunque estas figuren en uno solo de esos documentos, salvo orden expresa del "Supervisor" quien obtendrá previamente la aprobación por parte del Propietario.

Detalles menores de trabajos y materiales no usualmente mostrados en las Especificaciones, Planos y Metrados pero necesarios para la Obra deben ser ejecutados por el "Contratista", previa aprobación del "Supervisor".

I.1.5 Consultas

Todas las consultas relativas a la construcción, serán efectuadas al "Supervisor" mediante un Cuaderno de Obra, quien absolverá las respuestas por el mismo medio.

I.1.6 Similitud de Materiales o Equipos

Cuando las Especificaciones Técnicas o Planos indiquen "igual o similar", sólo el "Supervisor" decidirá sobre la igualdad o semejanza.

I.1.7 Inspección

Todo el material y la mano de obra empleada, estará sujeta a la Inspección por el "Supervisor" en la oficina, taller u obra, quien tiene el derecho a rechazar el material que se encuentre dañado, defectuoso o por la mano de obra deficiente, que no cumpla con lo indicado en los Planos o Especificaciones Técnicas.

Los trabajos mal ejecutados deberán ser satisfactoriamente corregidos y el material rechazado deberá ser reemplazado por otro aprobado, por cuenta del Contratista.

El Contratista deberá suministrar sin cargo para el Propietario ni su representante el "Supervisor"; todas las facilidades razonables, mano de obra y materiales adecuados para la inspección y pruebas que sean necesarias.

I.1.8 Materiales y Mano de Obra

Todos los materiales adquiridos o suministrados para las obras que cubren estas especificaciones, deberán ser nuevos, de primer uso, de utilización actual en el Mercado Nacional e Internacional, de la mejor calidad dentro de su respectiva clase.

Los materiales que se expendan envasados deberán entrar a la Obra en sus recipientes originales, intactos y debidamente sellados.

Los materiales deben ser guardados en la Obra en forma adecuada sobre todo siguiendo las indicaciones dadas por el Fabricante o manuales de instalaciones.

I.1.9 Trabajos

El Ingeniero Residente tiene que notificar por escrito al “Supervisor” de la Obra sobre la iniciación de sus labores para cada frente y/o etapa de trabajo.

Al inicio de la obra el Contratista podrá presentar al “Supervisor” las consultas técnicas para que sean debidamente absueltas.

Cualquier cambio durante la ejecución de la Obra que obligue a modificar el Proyecto Original será resuelto por la Entidad a través del Proyectista o el “Supervisor” para lo cual deberá presentarse un plano original con la modificación propuesta.

I.1.10 Cambios solicitados por el Contratista

El Contratista podrá solicitar por escrito y oportunamente cambios al Proyecto, para lo cual deberá sustentar y presentar los planos y especificaciones para su aprobación por el Propietario

I.1.11 Cambios Autorizados por el Propietario

El propietario podrá en cualquier momento a través del “Supervisor” por medio de una orden escrita hacer cambios en los planos o Especificaciones. Los cambios deberán ser consultados al Proyectista. Si dichos cambios significan un aumento o disminución en el monto del presupuesto de obra o en el tiempo requerido para la ejecución se hará el reajuste correspondiente de acuerdo a los procedimientos legales vigentes.

I.1.12 Compatibilización de los Trabajos

El "Contratista", para la ejecución del trabajo correspondiente, deberá verificar o programar cuidadosamente este proyecto con los correspondientes a los accesos, con el objeto de evitar interferencias en la ejecución de la construcción total. Si hubiese alguna interferencia deberá comunicarla por escrito al "Supervisor" de las Obras.

El Contratista necesariamente deberá mantener actualizado un programa de trabajo empleando el método CPM o similar.

I.1.13 Personal

El Contratista, antes de dar comienzo a la ejecución de la Obra, dará el nombre y número de colegiatura del Ingeniero Residente, quien se hará cargo de la dirección de la obra, así como su Curriculum Vitae para su aprobación por la Entidad o el "Supervisor".

I.1.14 Movilización

El Contratista bajo su responsabilidad movilizará a la obra y oportunamente, el equipo mecánico, materiales, insumos, equipos menores, personal y otros necesarios para la ejecución de la Obra.

I.1.15 Conocimiento del terreno para la obra y accesos

El Contratista tiene conocimiento expreso de las características y condiciones geográficas y climáticas del lugar para la obra; así como de sus accesos, de tal forma que con la debida anticipación prevea todo lo necesario para el inicio y avance de la obra de acuerdo al programa contractual, asegurando entre otros el transporte de materiales, insumos, equipos y explotación de canteras.

I.1.16 Entrega del Terreno para la Obra

El terreno será entregado según Acta pertinente, ratificándose la conformidad con lo indicado en los planos respectivos.

I.1.17 Materiales Básicos para la Obra

El Contratista tiene conocimiento expreso de la existencia de todos los materiales básicos en el lugar de la obra, o verá el modo de aprovisionarse, de tal forma que no haya pretexto para el avance de la obra de acuerdo a lo programado.

I.1.18 Entrega de la Obra Terminada

Al terminar todos los trabajos, el Contratista hará entrega de la obra al Propietario

Previamente el “Supervisor” hará una revisión final de todas las partes y se establecerá su conformidad de acuerdo a planos y Especificaciones Técnicas.

Se conformará una comisión técnica con personal del propietario y asesorada por el Supervisor para la verificación de todos los trabajos y la recepción de la obra por el propietario

Así mismo, previamente a la recepción de la obra, el Contratista deberá efectuar la limpieza general de toda el área utilizada para la ejecución de la obra incluyendo campamentos, instalaciones, depósitos, desechos, áreas libres, etc.

Las instalaciones y las estructuras definitivas serán sometidas a pruebas en las condiciones más desfavorables y por el tiempo que las Especificaciones lo señalen.

Se levantará un acta en donde se establezca la conformidad de la obra o se establezcan los defectos observados, dándose en este último caso un plazo al Contratista para la subsanación correspondiente. Vencido el cual, se hará una nueva inspección en donde se establezca la conformidad del “Supervisor”.

Si al realizarse la segunda inspección subsisten los defectos anotados en la primera inspección, el Propietario podrá contratar con terceros la subsanación por cuenta del Contratista sin perjuicio de la aplicación de las cláusulas que el Contrato de obra establezca.

I.1.19 Normas y Especificaciones de Referencia.

Todos los materiales, procedimientos de construcción y equipos, incluyendo la fabricación y pruebas de los mismos, se sujetarán a las últimas normas aplicables y a las especificaciones contenidas en la siguiente lista:

ASTM	American Society for Testing Materials
ACI	American Concrete Institute
ITINTEC	Instituto de Investigaciones Tecnológicas Industriales y de Normas Técnicas
RNE	Reglamento Nacional de Edificaciones

En todos los casos, se sobreentiende que serán de aplicación las especificaciones contenidas en la última edición de estas normas y que la SUPERVISION puede especificar, también, normas adicionales no incluidas en la lista dada líneas arriba.

El CONTRATISTA podrá proponer normas alternativas, especificaciones, materiales o equipos que sean equivalentes en todo respecto al especificado. Si por alguna razón, el CONTRATISTA propone alternativas o desviaciones de las normas especificadas o desea usar material o equipo no cubierto en las normas mencionadas, deberá indicar la naturaleza exacta del cambio y la razón por la que propone hacer dicho cambio y presentará las especificaciones completas y los resultados de las pruebas de los materiales y equipos a fin de obtener la correspondiente aprobación de la SUPERVISION y la decisión que tome ésta, con respecto a la aprobación de su uso, será aceptada por el CONTRATISTA.

Cuando se haga referencia a Especificaciones sobre materiales a ser suministrados por el

CONTRATISTA, éste deberá incluir además de las referidas especificaciones, todas las modificaciones aplicables y todas las especificaciones que hayan sido promulgadas y que se hallen en vigencia a la fecha de las propuestas. Cuando se da más de una especificación de referencia para un material dado, éste deberá suministrarse de conformidad con cualquiera de las especificaciones mencionadas a opción del CONTRATISTA y con aprobación de la SUPERVISION.

En los casos en que se especifiquen productos señalando la marca de fábrica, las referencias a los materiales se hacen con fines de comparación sólo en lo que respecta al tipo, diseño, naturaleza o calidad del artículo deseado y no impone una limitación en cuanto a la marca nombrada.

1. OBRAS PROVISIONALES – TRABAJOS PRELIMINARES

1.1 CAMPAMENTO E INSTALACIONES PROVISIONALES

1.1.1 DESCRIPCION.

Son las construcciones necesarias para instalar la infraestructura que permita albergar a trabajadores, insumos, maquinaria, equipos, etc., que se encargarán de realizar las obras en sus diferentes etapas.

El Proyecto debe incluir todos los diseños que estén de acuerdo con estas especificaciones y con el Reglamento Nacional de Edificaciones en cuanto a instalaciones sanitarias y eléctricas.

Teniendo en cuenta las condiciones particulares de la zona, el Contratista deberá proveer de un campamento conformado por ambientes de, comedores, cocinas, dormitorios, servicios higiénicos, oficinas, enfermería, talleres y los respectivos tanques sépticos para el tratamiento de las aguas servidas, y en general todas las estructuras necesarias que se requiera.

Además el Contratista, deberá construir en el área de las obras, oficinas y alojamiento necesario para el personal del Propietario y la Supervisión, totalmente equipados.

El campamento debe ubicarse en una zona segura, sin riesgo de desprendimientos de roca y en lo posible, en sitios protegidos del viento.

El Contratista antes de construir el campamento, deberá presentar los planos donde se muestre la ubicación de las instalaciones del Campamento de Obra, los que estarán sujetos a la aprobación de la Supervisión.

El Contratista deberá suministrar, hacer los arreglos necesarios y llevar a cabo el mantenimiento propio y adecuado del campamento durante todo el tiempo que dure la obra, de modo de presentarlo ordenado y bien cuidado en su aspecto interno y externo, con inmediaciones y condiciones general placenteras y saludables para todos sus ocupantes. El campamento deberá mantenerse limpio, con pendientes y declives adecuados donde se requiera, libre de malezas, arbustos y apropiadamente drenado. Se deberá suministrar personal calificado para la operación de todas las instalaciones.

El campamento debe contar con los siguientes servicios:

(i) Instalaciones para eliminación de desechos

El Contratista propondrá, en el área del proyecto, zonas para disponer de los desechos sólidos, las que se someterán a la aprobación de la Supervisión.

A medida que se depositen los desechos, deberán ser quemados ininterrumpidamente en lo posible y enterrados inmediatamente.

(ii) Suministro de agua, energía eléctrica.

El Contratista deberá tomar las medidas necesarias para el suministro y distribución del agua potable y de la energía requerida para las distintas instalaciones provisionales realizadas.

El Contratista deberá instalar los grupos generadores con una potencia adecuada para asegurar el suministro de energía a las obras en los frentes de trabajo, así como a instalaciones y campamento durante las 24 horas del día y será responsable por la distribución y conexiones correspondientes. Todo ello deberá ser ejecutado de acuerdo a las disposiciones y reglamentos del código eléctrico vigente.

(iii) Sanidad e higiene

El Contratista debe proveer adecuadas instalaciones sanitarias temporales para su personal como silos, pozos sépticos o baños químicos que deberá mantener limpias, ordenadas y desinfectadas hasta la terminación del trabajo. Luego deberá retirarlas completamente y desinfectar el área. Las instalaciones sanitarias deberán estar conformes con todas las disposiciones pertinentes emitidas por el Ministerio de Salud y según lo indique la Supervisión, para lo cual el Contratista presentará para la aprobación por la Supervisión, los esquemas y diseños de las instalaciones para el tratamiento de aguas servidas.

(iv) Radiocomunicación

El Contratista deberá instalar y mantener un adecuado sistema de comunicación de radio que cubra toda el área de las obras y en lo posible, comunicación entre Lima y su oficina matriz.

Los planes del Contratista sobre su sistema de comunicación, deberán ser presentados para la aprobación de la Supervisión antes del inicio de los trabajos.

(v) Áreas de almacenamiento, talleres y áreas de trabajo

Las áreas de almacenamiento deberán ubicarse y construirse en la zona de las obras, previa aprobación de la Supervisión.

Las áreas de trabajo serán entregadas al Contratista, debiendo correr por cuenta del Propietario, las expropiaciones de los terrenos sobre los cuales se construyan las obras proyectadas.

Al finalizar las obras permanentes, todas las construcciones provisionales de oficinas, talleres e instalaciones efectuadas por el Contratista, deberán desmontarse y retirarse del área de las obras, a menos que el Propietario disponga lo contrario, en cuyo caso, se establecerán los acuerdos económicos a que hubiera lugar. Al término de las obras, todas las pozas y otras excavaciones deberán rellenarse cuidadosamente de tal modo que el área quede limpia, en perfectas condiciones y a satisfacción de la Supervisión.

1.1.2. MATERIALES.

Los materiales para la construcción de todas las obras provisionales serán de preferencia desarmable y transportables, salvo que el Proyecto indique lo contrario.

1.1.3 MEDICION Y BASES DE PAGO.

El pago para la instalación del Campamento, bajo las condiciones estipuladas en esta Sección, será materia de pago en m². El Contratista está obligado a suministrar todos los materiales, equipos, herramientas e instalaciones con las cantidades y calidad indicadas en el proyecto, en esta especificación y todas las acciones y operaciones para el mantenimiento, limpieza, montaje y desmontaje de las obras hasta la conclusión de la obra. El Contratista deberá considerar todos los costos necesarios para la correcta ejecución de los trabajos especificados dentro del costo de la obra y según lo indique el Proyecto.

1.2 PRELIMINARES DE OBRA

1.2.1 ALMACEN DE OBRA – GUARDIANIA

Todos los materiales que serán empleados en la construcción proyectada, serán ubicados en un almacén en obra, el cual debe reunir todas las características técnicas para evitar el deterioro en su interior de materiales, insumos, herramientas, etc.

El pago para la instalación del almacén bajo las condiciones estipuladas en esta Sección, será materia de pago en m².

1.2.2 MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

1.2.2.1 Descripción de la Partida

Este ítem se refiere al traslado del equipo mecánico y herramientas, para que sea empleado en la construcción de la obra en sus diferentes etapas y su retorno una vez terminado el trabajo. El punto de inicio de la movilización de los equipos es la ciudad de Lima.

El traslado por vía terrestre del equipo pesado, se efectuará mediante camiones de cama baja, mientras que el equipo liviano (volquetes, cisterna etc.) lo hará por sus propios medios llevando el equipo liviano no autopropulsado.

El Contratista antes de transportar el equipo mecánico ofertado al sitio de la obra deberá proporcionar una lista de los equipos que se compromete a utilizar para la ejecución de los trabajos, garantizando la disponibilidad de los mismos en el momento de iniciarse las tareas respectivas. En la lista antes mencionada se debe indicar las características técnicas, marca, modelo y rendimiento de los equipos mencionados a movilizar. La cual será revisada por el Supervisor y de no encontrarlo satisfactorio en cuanto a su operatividad y antigüedad, deberá rechazarlo. En cuyo caso el Contratista deberá reemplazarlo por otro similar en buenas condiciones de operación. El rechazo del equipo no podrá generar ningún reclamo por parte del Contratista.

Si el Contratista opta por transportar un equipo diferente al ofertado en su propuesta (menor potencia, capacidad y año de fabricación), éste no será valorizado por el Supervisor, para efectos de la presente partida.

El Contratista es responsable de la movilización y desmovilización de sus equipos, para lo cual debe contar con la autorización de circulación de vehículos especiales que permita su circulación en la red vial nacional.

El contratista deberá mantener en obra el equipo necesario para finalizar cada una de las diferentes etapas constructivas dentro del período de ejecución previsto y no podrá, bajo ningún concepto, proceder a su retiro antes de la terminación de cada trabajo sin el previo reemplazo de la maquinaria correspondiente por otra de iguales o mejores características y / o rendimiento.

1.2.2.2 Equipos

El equipo mínimo para la construcción de las obras, será el equipo ofertado en la etapa de la adjudicación y estará de acuerdo al Cronograma de Avance de las Obras, con los cuales el Contratista deberá contar en número y capacidad suficiente para garantizar la ejecución de la misma, entre los equipos de más importancia se enumera a los siguientes:

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Tractor Caterpillar D-7 de 200 HP o similar	01
Cargador Frontal 930C de 100 HP o similar	02
Cargador Frontal – Retroexcavadora MF-86 HS de 100 HP o similar	01
Camión volquete de 12 m ³	05
Rodillo liso vibratorio de 10 Tn – 115 HP o similar	01
Camión Cisterna de 5000 galones mínimo	01
Rodillos de 2 - 3 Tn	02

Esta relación de equipo podrá ser adecuada por el Contratista para cumplir con las metas previstas, sin costo adicional.

1.2.2.3 Modo de ejecución

El Contratista deberá tomar las precauciones necesarias a lo largo de la ruta a fin de brindar seguridad al transporte de su propio equipo y del material.

Los equipos de trabajo deben contar con sus respectivas pólizas de seguros.

Si durante la ejecución de la obra, resultase que alguno de los equipos de trabajo fuese inapropiado, inseguro o insuficiente, el Contratista deberá reemplazarlo o complementarlo por su cuenta y a entera satisfacción de la Supervisión, sin que esto genere compensación alguna ni ampliación del plazo de ejecución o prorrogas por parte del Propietario.

El retiro de los equipos se efectuará de acuerdo a la terminación de los trabajos según los plazos del Cronograma de Construcción de la Obra y previa autorización de la Supervisión.

1.2.2.4 Aceptación de los equipos

Todos los equipos suministrados por el Contratista, ofertados en la propuesta adjudicada serán aceptados por la Supervisión, siempre y cuando se encuentren totalmente operativos y cumplan con los rendimientos promedios para estos trabajos. En el caso de que los equipos presentaran cierto grado de inoperatividad y que afecte el desarrollo de la ejecución de las obras, la Supervisión ordenará el cambio de inmediato al Contratista, siendo esto de responsabilidad del Contratista, costo que será asumido por el mismo.

1.2.2.5 Medición y forma de pago

Su forma de pago se desdoblará en fijar un máximo de 60% del monto global, para la fase de movilización, y el restante 40% para la fase de desmovilización al final de la obra, cuando la Supervisión ha constatado que no existe presente en obra ningún equipo o maquinaria del Contratista, y que éste ha cumplido con la limpieza final y la restauración del sitio antes ocupado.

Cuando el Contratista sólo cuente en obra con parte de la totalidad del equipo y maquinaria propuesto y ello no origine retrasos a la obra, la Supervisión podrá fraccionar el pago de la fase de movilización, de acuerdo al tiempo requerido para la construcción y al número de equipo y maquinaria presente. Caso contrario, si se afecta el desarrollo de la obra, la Supervisión puede optar por ignorar el porcentaje de incidencia del equipo presente, no valorizando esta actividad, y hacerla en la respectiva valorización del mes en que el Contratista dispuso en obra el complemento de los equipos que hicieron marchar la obra.

La movilización y desmovilización se medirá en forma global. El equipo a considerar en la medición será solamente el que ofertó el Contratista en el proceso de la adjudicación.

El pago por la desmovilización se realizará luego que el Contratista haya efectuado una limpieza final del sitio de la obra; y después que la Supervisión haya emitido la conformidad de las obras ejecutadas, y el Contratista haya cumplido en resanar y restaurar el sitio antes ocupado.

El pago de la partida movilización y desmovilización de equipos será global. En él se incluirá el flete por tonelada del equipo transportado desde Lima.

1.3 TRAZO Y REPLANTEO

1.3.1 DESBROCE Y LIMPIEZA DE TERRENO

1.3.1.1 Generalidades

Este trabajo consiste en el desbroce y limpieza del terreno natural en las áreas que ocuparán las obras del proyecto, que se encuentren cubiertas de rastrojo, maleza, pastos, etc., incluyendo la remoción de tocones, raíces, escombros y basuras, de modo que el terreno quede limpio y libre de toda vegetación y su superficie resulte apta para iniciar los demás trabajos.

El volumen obtenido por esta labor no se depositará por ningún motivo en lugares donde interrumpa alguna vía altamente transitada o zonas que sean utilizadas por la población como acceso a centros de importancia social, salvo si el supervisor lo autoriza por circunstancias de fuerza mayor.

1.3.1.2 Equipo

El equipo empleado para la ejecución de los trabajos de desbroce y limpieza deberá ser compatible con los procedimientos de ejecución adoptados y requiere la aprobación previa

del Supervisor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajuste al programa de ejecución de los trabajos y al cumplimiento de las exigencias de la especificación.

1.3.1.3 Requerimientos de construcción

Ejecución de los trabajos.

Los trabajos de desbroce y limpieza deberán efectuarse en todas las zonas señaladas en los planos o indicadas por el Supervisor y de acuerdo con procedimientos aprobados por éste, tomando las precauciones necesarias para lograr condiciones de seguridad satisfactorias.

Remoción de tocones y raíces.

En las áreas que vayan a servir de base de terraplenes o estructuras de contención o drenaje, los tocones, raíces y demás materiales inconvenientes a juicio del Supervisor, deberán eliminarse hasta una profundidad no menor de treinta centímetros (30 cm) por debajo de la superficie que deba descubrirse de acuerdo con las necesidades del proyecto.

Todas las oquedades causadas por la extracción de tocones y raíces se rellenarán con el suelo que haya quedado al descubierto al hacer la limpieza y éste se conformará y apisonará hasta obtener un grado de compactación similar al del terreno adyacente.

Remoción de Capa Vegetal.

La remoción de la capa vegetal se efectuará con anterioridad al inicio de los trabajos a un tiempo prudencial para que la vegetación no vuelva a crecer en los lugares donde se cimentarán las estructuras.

Remoción y disposición de materiales.

El resto de los materiales provenientes del desbroce y la limpieza deberá ser retirado del lugar de los trabajos, transportado y depositado en los lugares establecidos en los planos del proyecto o señalados por el Supervisor, donde dichos materiales deberán ser dispuestos

convenientemente, de tal manera que la acción de los elementos naturales no pueda dejarlos al descubierto.

Para el traslado de estos materiales se evitará la dispersión accidental durante el trayecto a la zona de disposición de materiales, los cuales por ningún motivo deben ser dispuestos sobre cursos de agua (escorrentía o freática), debido a la contaminación de las aguas, seres vivos e inclusive puede modificar el microclima. Por otro lado, tampoco deben ser dispuestos de manera que altere el paisaje natural.

Por ningún motivo se permitirá que los materiales de desecho se incorporen en los terraplenes, ni en sitios donde puedan ocasionar perjuicios ambientales.

Orden de las operaciones.

Los trabajos de desbroce y limpieza deben efectuarse con anterioridad al inicio de las operaciones de explanación. En cuanto las operaciones lo permitan, y antes de disturbar con maquinaria el terreno natural, deberán levantarse secciones transversales del terreno original, las cuales servirán para determinar el volumen del movimiento de tierras.

Si después de ejecutados el desbroce y la limpieza, la vegetación vuelve a crecer por motivos imputables al Contratista, éste deberá efectuar una nueva limpieza, a su costo, antes de realizar la operación constructiva subsiguiente.

1.3.1.4 Aceptación de los trabajos

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar que el Contratista disponga de todos los permisos requeridos.
- Comprobar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el Contratista.
- Verificar la eficiencia y seguridad de los procedimientos aplicados por el Contratista.

- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- Comprobar que la disposición de los materiales obtenidos de los trabajos de desbroce y limpieza se ajuste a las exigencias de la presente especificación y todas las disposiciones legales vigentes.
- Medir las áreas en las que se ejecuten los trabajos en acuerdo a esta especificación.

La actividad de desbroce y limpieza se considerará terminada cuando la zona quede despejada para permitir que se continúe con las siguientes actividades de la construcción.

1.3.1.5 Medición y Bases de Pago

La unidad de medida del área desbrozada y limpiada será el m², en su proyección horizontal, de área limpiada y desbrozada satisfactoriamente, dentro de las zonas señaladas en los planos o indicadas por el Supervisor.

Tampoco se medirán las áreas limpiadas y desbrozadas en zonas de préstamos o de canteras y otras fuentes de materiales que se encuentren localizadas fuera de la zona del proyecto, ni aquellas que el Contratista haya despejado por conveniencia propia, tales como vías de acceso, vías para acarreos, campamentos, instalaciones o depósitos de materiales.

El pago del desbroce y limpieza se hará al respectivo precio unitario del contrato, por todo trabajo ejecutado de acuerdo con esta especificación y aceptado a plena satisfacción por el Supervisor.

El precio deberá cubrir todos los costos de desmontar, destroncar, desraizar; disponer los materiales sobrantes de manera uniforme en los sitios aprobados por el Supervisor. El precio unitario no incluirá la carga, transporte, descarga y debida disposición de estos materiales.

Los precios unitarios deben cubrir los costos de materiales, mano de obra en trabajos diurnos y nocturnos, beneficios sociales, impuestos, tasas y contribuciones, herramientas, maquinaria pesada, y todos los gastos que demande el cumplimiento satisfactorio del contrato, incluyendo los imprevistos.

1.3.2 TRAZO Y REPLANTEO INICIAL

1.3.3 TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA

1.3.3.1 Descripción

En base a los planos del Proyecto, sus referencias y BMs, el Contratista realizará el trazo y replanteo inicial y general de la obra durante todo el periodo de ejecución de la misma, en el que de ser necesario se efectuarán los ajustes necesarios a las condiciones reales encontradas en el terreno. El Contratista será el responsable del replanteo topográfico que será revisado y aprobado por el Supervisor, así como del cuidado y resguardo de los puntos físicos, estacas y monumentación instalada durante el proceso constructivo.

El Contratista instalará puntos de control topográfico estableciendo en cada uno de ellos sus coordenadas geográficas en el sistema UTM. Para los trabajos a realizar dentro de esta sección el Contratista deberá proporcionar personal calificado, el equipo necesario y materiales que se requieran para el replanteo estacado, referenciación, monumentación, cálculo y registro de datos para el control de las obras.

La información sobre estos trabajos, deberá estar disponible en todo momento para su revisión y control por el Supervisor.

El personal, equipo y materiales deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- a) **Personal:** Se implementarán cuadrillas de topografía en número suficiente para tener un flujo ordenado de operaciones que permitan la ejecución de las obras de acuerdo a los programas y cronogramas. El personal deberá estar suficientemente tecnificado y calificado para cumplir de manera adecuada con sus funciones en el tiempo establecido.
- b) **Equipo:** Se deberá implementar el equipo de topografía necesario, capaz de trabajar dentro de los rangos de tolerancia especificados. Así mismo se deberá proveer el equipo de soporte para el cálculo, procesamiento y dibujo.

c) **Materiales:** Se proveerá suficiente material adecuado para la cimentación, monumentación, estacado, pintura y herramientas adecuadas. Las estacas deben tener área suficiente que permita anotar marcas legibles.

1.3.3.2 Consideraciones Generales

Antes del inicio de los trabajos se deberá coordinar con el Supervisor sobre la ubicación de los puntos de control geográfico, el sistema de campo a emplear, la monumentación, sus referencias, tipo de marcas en las estacas, colores y el resguardo que se implementará en cada caso.

Los formatos a utilizar serán previamente aprobados por el Supervisor y toda la información de campo, su procesamiento y documentos de soporte serán de propiedad del propietario una vez completados los trabajos. Esta documentación será organizada y sistematizada en medios electrónicos.

Los trabajos en cualquier etapa serán iniciados solo cuando se cuente con la aprobación escrita de la Supervisión.

Cualquier trabajo topográfico y de control que no cumpla con las tolerancias anotadas será rechazado. La aceptación del estacado por el Supervisor no releva al Contratista de su responsabilidad de corregir probables errores que puedan ser descubiertos durante el trabajo y de asumir sus costos asociados.

1.3.3.3 Aceptación de los trabajos

Los trabajos de replanteo, levantamientos topográficos y todo lo indicado en esta sección serán evaluados por la supervisión, y aceptados si se realizan de acuerdo a lo estipulado y respetando las tolerancias indicadas para estos tipos de trabajo.

1.3.3.4 Medición y base de pago

El trazo y replanteo topográfico se medirá por m².

Las cantidades medidas y aceptadas serán pagadas al precio de la partida del contrato. El pago constituirá compensación total por los trabajos prescritos en esta sección. Este precio

y pago, constituye compensación total por mano de obra, beneficios sociales, materiales, equipos, herramientas e imprevistos necesarios para completar la partida que corresponda, a entera satisfacción del Supervisor.

2. SISTEMAS DE DRENAJE

2.1 SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS DE INFILTRACION DEL VASO

2.1.1 CAMA DE ARENA

2.1.1.1 Descripción de la partida

Este trabajo consistirá en la provisión y colocación de arena seleccionada, como cama de apoyo de las tuberías de $\varnothing = 8''$ no perforadas. El espesor de la cama de arena se muestra en los planos del proyecto.

La cama debe ofrecer un apoyo firme continuo y homogéneo con una sola pendiente para cada tramo, donde se pueda posar adecuadamente la tubería. En general la cama se deberá conformar colocando una capa continua de material selecto, con un espesor de acuerdo a lo indicado en los planos permitiendo absorber o eliminar irregularidades que siempre quedan en el fondo de la zanja después de realizar la excavación. Si se presentara el caso de un material poco consistente en el fondo de la zanja se deberá llevar a cabo una sustitución de por lo menos 30 cm., dependiendo de la magnitud del problema.

Dicha sustitución se deberá efectuar con un material grueso como lastre o piedra bruta, hasta lograr proporcionar una buena consistencia.

En el caso de existir sumideros de agua o nivel freático alto, se recomienda una cama de piedra o piedrilla con suficiente espesor como para drenar el agua y así poder “trabajar en seco”.

La arena a utilizar deberá ser seleccionada libre de fragmentos que puedan dañar la tubería a instalar.

2.1.1.2 Medición y bases de pago

Esta partida se medirá por metro cúbico de material colocado y aprobado por la Supervisión. Las cantidades medidas y aceptadas serán pagadas al precio del contrato de la partida indicada. Este precio y pago, constituye compensación total por toda mano de obra, beneficios sociales, equipos, materiales, transporte y por todos los trabajos prescritos en esta especificación. El pago de la partida se realizará por m³, según lo ejecutado por el Contratista.

2.1.2 RELLENO COMPACTADO COM MATERIAL PRÓPIO SELECCIONADO

2.1.2.1 Descripción de la partida

Los rellenos aquí definidos se refieren al movimiento de tierras a ejecutar para rellenar la zanja del sistema de drenaje de aguas subterráneas, en el tramo donde se instalará la tubería No perforada de 18" de diámetro.

El material necesario para ejecutar estos rellenos, así como su proceso extracción, apilamiento y zarandeo está incluido dentro del precio unitario de esta partida.

2.1.2.2 Material

El material empleado para el relleno serán proveniente del corte si cumple con las exigencias expuestas más adelante, no debiendo contener materia orgánica, elementos inestables o de fácil alteración, ni otros elementos perjudiciales. El Supervisor dará la aprobación de la calidad del material a usar, el cual de ninguna manera deberá presentar características expansivas.

El material deberá ser de preferencia granular y deberá cumplir con los requisitos siguientes:

Tamaño máximo	3"
% que pasa la malla N° 200	< 25% en peso
Límite líquido	30%

Se deja a criterio del Supervisor la frecuencia de ejecución de las diversas pruebas para

garantizar la calidad de los materiales.

2.1.2.3 Equipos

Los equipos para el extendido, acomodo, humedecimiento y compactado de los rellenos deberán ser los apropiados para garantizar la ejecución de los trabajos de acuerdo con las exigencias de la presente especificación técnica.

2.1.2.4 Métodos de ejecución

La colocación del relleno se realizará mediante capas horizontales de no más de 0.20 m de espesor, compactadas a una densidad mínima de 95% de la M.D.S. obtenida del ensayo Proctor Modificado.

En ningún caso el relleno se podrá ejecutar cuando el suelo se encuentra sumergido en agua o exista agua subterránea.

El Contratista, con la aprobación de la Supervisión, realizará los trabajos necesarios para asegurar la buena calidad del suelo de fundación y evitar que falle el relleno.

2.1.2.5 Controles

El Contratista notificará por escrito al Supervisor, con suficiente anticipación, el inicio de la ejecución de los trabajos de relleno, para que éste realice los chequeos siguientes:

- ✓ Trabajos topográficos: verificación de cotas de cimentación, secciones transversales en terreno natural, excavado y con la estructura construida.
- ✓ Verifique el suelo y condiciones de fundación,
- ✓ Características del material a emplear como relleno
- ✓ Lugares donde serán colocados.

Contando con la aprobación del Supervisor, luego de las verificaciones realizadas, el Contratista recién podrá realizar los rellenos correspondientes.

2.1.2.6 Aceptación de los trabajos

La Supervisión dará por aceptado los trabajos cuando se haya terminado la colocación de capas necesarias de compactación y alcanzado el grado de densidad requerida para estos fines, siguiendo las indicaciones propuestas en los planos de obra correspondientes.

2.1.2.7 Medición y formas de pago

La unidad de medida para los rellenos compactados será el metro cúbico (m³) aceptado por el Supervisor y medidos en su posición final.

Los volúmenes serán determinados a partir de las secciones transversales tomadas antes y después de la realización de los trabajos de relleno, considerando las líneas de pago establecidas en el proyecto o por el Supervisor. Las cantidades medidas de la forma descrita anteriormente y aceptadas por el Supervisor, se pagarán al precio unitario de la partida indicada. Este precio y pago constituye compensación total por toda extracción, apilamiento, zarandeo, mano de obra, beneficios sociales, equipos, herramientas e imprevistos necesarios para culminar la partida a entera satisfacción del Supervisor.

2.1.3 SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PERFORADA HDPE D = 6" INCLUIDO GEOTEXTIL

2.1.4 SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PERFORADA HDPE D = 8" INCLUIDO GEOTEXTIL

2.1.5 SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA NO PERFORADA HDPE D = 8"

2.1.5.1 Descripción de la partida

Los trabajos a realizarse en las siguientes partidas consisten en el suministro e instalación de las tuberías que conforman el sistema de drenaje de aguas de infiltración del vaso, así como el forrado de las tuberías perforadas con geotextil, la instalación de uniones, codos, yees, y demás accesorios necesarios para la correcta instalación del sistema de drenaje.

Se ha proyectado dos tipos de drenajes, denominados dren secundario y dren colector. El primero estará compuesto por una tubería de HDPE perforada, corrugada en el exterior y lisa en su interior, de 6" de diámetro. Mientras que el segundo estará compuesto por una tubería de HDPE corrugadas de 8" de diámetro; perforada en el tramo correspondiente al

vaso y no perforada en el tramo que pasa por debajo de la presa hasta la poza colectora. En el tramo que va desde la caja receptora hasta la poza colectora se instalará una tubería de 10" de diámetro del tipo HDPE no perforada.

Las tuberías perforadas del dren colector y secundario irán envueltas en geotextil de 270 gr/m² de acuerdo a lo mostrado en los planos de diseño.

La tubería de Polietileno de Alta Densidad perforada, con pared lisa interior y exterior corrugada, debe cumplir con las normas AASHTO Clasificación Tipo "S".

La tubería fabricada bajo estas especificaciones debe cumplir con los requerimientos de métodos de prueba, dimensiones y marcas encontradas en las especificaciones técnicas del AASHTO M252 & M294 Y MP7-97. Los tubos y sus piezas especiales deben ser fabricados con resina virgen de PAD, conforme a los requerimientos de la ASTM D 3350.

Los valores mínimos de rigidez, según la prueba de platos paralelos, hechos de acuerdo con la ASTM D 2412 deben ser como siguen:

Diám. Nominal	Diám. Int. Prom	Diám. Ext. Prom.	R.A.
6" (150 mm)	6.00" (152 mm)	6.92" (175 mm)	50 lb (345 KN/mm ²)
8" (200 mm)	7.90" (200 mm)	9.11" (231 mm)	50 lb (345 KN/mm ²)

Los accesorios de la tubería no deberán impedir ni reducir la integridad del funcionamiento de la línea.

Las perforaciones de las tuberías deberán ser las siguientes:

Diám. int. nominal		Tipo de perforación	Longitud o diámetro de la ranura		Ancho de la ranura		Config de las perforaciones	Área de entrada mínima	
pulg	mm		pulg	mm	pulg	mm		pulg²/pie	cm²/m
6	150	Ranura	0,875	22,2	0,125	3,18	CD	5,11	108,24
8	200	Ranura	1,25	31,8	0,125	3,18	CD	5,86	124,03

- Las líneas de perforación se alternan con un giro de 60°

La instalación de esta tubería deberá ser de acuerdo a las recomendaciones de la Norma ASTM D 2321.

Manejo de tuberías.

La tubería corrugada está diseñada para soportar las condiciones particulares del manejo en el campo. Sin embargo, para evitar daños a la tubería se deben considerar las siguientes recomendaciones:

- ✓ Seguir los requisitos de seguridad
- ✓ No dejar caer la tubería.

Almacenaje de la tubería en la obra.

Para asegurar que las tuberías no sufran ningún daño durante el almacenaje, se recomienda seguir las siguientes pautas:

- ✓ Utilizar pedazos de madera o bloques para asegurar que la tubería no se desuse.
- ✓ No se debe apilar la tubería a más de 1.8 metros de altura.
- ✓ Tratar de que las longitudes de las tuberías sean soportadas equilibradamente, alternando campanas y espigas por fila de tuberías.
- ✓ Para prevenir daños a la campana o espiga cuando se mueva la tubería, no arrastre o golpee las terminaciones del tubo contra nada

Instalación.

Alineamiento y pendiente.

Los sistemas de tubería para drenaje están diseñados para proporcionar capacidad hidráulica basándose en el tamaño e inclinación de la tubería. El alineamiento o línea del tubo es la localización horizontal del mismo, mientras que la pendiente es la inclinación vertical del tubo. Para que un sistema de drenaje funcione como se diseñó, es importante instalar el tubo con la línea y pendiente adecuados según se muestra en los planos de obra.

Generalmente no se requieren prácticas especiales para mantener la línea y la pendiente, sin embargo, ciertas técnicas de instalación pueden aumentar en gran medida el desempeño del sistema y la velocidad de instalación. El alineamiento se establece con levantamiento de campo.

Ensamble de tubería corrugada.

Las uniones, codos, yees y demás accesorios para la instalación del sistema de drenaje, deberán ser de la misma característica de las tuberías para cual se esté utilizando, o las recomendadas por el fabricante. Es obligatorio que la junta sea ensamblada apropiadamente para que el producto se desempeñe de la manera esperada.

Las uniones para las tuberías perforadas serán del tipo estándar, y para las tuberías no perforadas del tipo ADS N-12 o similar, para evitar la fuga del agua a través de las uniones en la zona por debajo del cuerpo de presa.

Inspección en instalación de tuberías corrugadas en el campo.

Normalmente, una inspección visual es todo lo que se necesita para asegurarse de que se ha logrado una buena línea y pendiente. Es importante entender que bajo condiciones normales, cualquier deflexión será notada dentro los primeros treinta (30) días después de la instalación y generalmente dentro de los 2 a 3 días la mayoría de las deflexiones (aproximadamente 90-95%) serán notadas. Esto permite al Supervisor la oportunidad de revisar la tubería prontamente después de la instalación con la posibilidad de notar las deficiencias antes de que se termine el proyecto. La inspección debe ser realizada después de que el tubo ha sido colocado y rellenado, pero puede ser antes de que el relleno final haya sido colocado. A continuación se esbozan varios métodos de inspección comúnmente especificados para tuberías flexibles.

Inspección Visual.

Una inspección visual usualmente revelará líneas y pendientes inadecuadas así como deflexión excesiva.

2.1.5.2 Materiales

- ✓ Tubería HDPE Ø = 8" y 6"

Las tuberías perforadas de 6" y 8" serán del tipo ADS N-12 o Similar

Las propiedades físicas de la tubería de polietileno de alta densidad se indican en la siguiente tabla:

- ✓ Geotextil no tejido 270 gr/m².

Ver ítem 2.2.5

2.1.5.3 Método de ejecución y controles

La tubería deberá colocarse en el vaso siguiendo el alineamiento mostrado en los planos, mientras que las tuberías que van debajo de la presa se colocarán dentro de una zanja excavada con un relleno alrededor de esta tubería, que debe realizarse con material adecuado, tal como se indica en los planos del proyecto. La calidad del material de relleno y su compactado proveerán larga duración, resistencia ante el esfuerzo de servicio y soporte lateral contra la deflexión de la tubería.

Debe cuidarse que la tubería no se apoye sobre piedras para que no se generen cargas puntuales en la tubería.

2.1.5.4 Medición y bases de pago

La unidad de medida será el metro lineal, de tendido de tubería colocada, y aprobada por la Supervisión.

Las cantidades medidas y aceptadas serán pagadas al precio del contrato de la partida indicada. Este precio y pago, constituye compensación total por toda mano de obra, beneficios sociales, equipos, materiales (tuberías, uniones, codos, yees) y por todos los trabajos prescritos en esta especificación. El pago de la partida se realizará por (m), según lo ejecutado por el Contratista.

2.1.6 RELLENO PARA ESTRUCTURAS

2.1.6.1 Descripción de la partida

Los rellenos aquí definidos se refieren al movimiento de tierras a ejecutar para rellenar todos los espacios excavados no ocupados por las estructuras que conforman las obras proyectadas o para la protección de éstas. El material necesario para ejecutar estos rellenos, así como su proceso extracción, apilamiento y zarandeo está incluido dentro del precio unitario de esta partida.

2.1.6.2 Material

El material empleado para el relleno serán proveniente del corte si cumple con las exigencias expuestas más adelante, no debiendo contener materia orgánica, elementos inestables o de fácil alteración, ni otros elementos perjudiciales. El Supervisor dará la aprobación de la calidad del material a usar, el cual de ninguna manera deberá presentar características expansivas.

El material deberá ser de preferencia granular y deberá cumplir con los requisitos siguientes:

Tamaño máximo	3"
% que pasa la malla N° 200	< 25% en peso
Límite líquido	30%

Se deja a criterio del Supervisor la frecuencia de ejecución de las diversas pruebas para garantizar la calidad de los materiales.

2.1.6.3 Equipos

Los equipos para el extendido, acomodo, humedecimiento y compactado de los rellenos para estructuras deberán ser los apropiados para garantizar la ejecución de los trabajos de acuerdo con las exigencias de la presente especificación técnica.

El equipo de compactación deberá componerse de rodillos, apisonadores, compactadores vibratorios o apisonadores mecánicos u otro equipo aprobado por el Supervisor. La

compactación en zonas de difícil acceso, se podrá utilizar apisonadores manuales de más de 10 kg., de peso con una superficie para compactar de 15 x 15 cm. No se permitirá el uso de equipo pesado que pueda producir daño a las estructuras recién construidas.

2.1.6.4 Métodos de ejecución

La colocación del relleno se realizará mediante capas horizontales de no más de 0.20 m de espesor, compactadas a una densidad mínima de 95% de la M.D.S. obtenida del ensayo Próctor Modificado.

En ningún caso el relleno se podrá ejecutar cuando el suelo se encuentra sumergido en agua o exista agua subterránea. El Contratista, con la aprobación de la Supervisión, realizará los trabajos necesarios para asegurar la buena calidad del suelo de fundación y evitar que falle el relleno.

La humedad del material de relleno, será aquella que se determine en el laboratorio de campo, y será específica para cada tipo de material a emplear. En caso el material se encuentra en estado de saturación, el Contratista propondrá el método más adecuado para su utilización (aireación por venteo, mezclado con material seco, etc.) procedimiento que contará con la previa aprobación de la Supervisión para su realización.

Obtenida la humedad óptima, se procederá a la compactación hasta conseguir las densidades indicadas.

Al concluir cada jornada de trabajo, la superficie de la última capa deberá estar compactada a las densidades indicadas y nivelada con pendiente transversal adecuada, que garantice la evacuación de aguas superficiales sin peligro de erosión.

La adecuada realización de trabajos necesarios para la contención de las capas de relleno durante su construcción, tales como muros secos, es de absoluta responsabilidad del Contratista.

2.1.6.5 Controles

El Contratista deberá notificará por escrito al Supervisor, con suficiente anticipación, el inicio de la ejecución de los trabajos de relleno, para que éste realice los chequeos siguientes:

- ✓ Trabajos topográficos: verificación de cotas de cimentación, secciones transversales en terreno natural, excavado y con la estructura construida.
- ✓ Verifique el suelo y condiciones de fundación,
- ✓ Características del material a emplear como relleno
- ✓ Lugares donde serán colocados.
- ✓ Estado de las estructuras de concreto, si ya han pasado la etapa de curado y están aptas para aplicar los rellenos respectivos

Contando con la aprobación del Supervisor, luego de las verificaciones realizadas, el Contratista recién podrá realizar los rellenos correspondientes.

2.1.6.6 Aceptación de los trabajos

La Supervisión dará por aceptado los trabajos cuando se hayan terminado la colocación de capas necesarias de compactación y alcanzado el grado de densidad requerida para estos fines, siguiendo las indicaciones propuestas en los planos de obra correspondientes.

2.1.6.7 Medición y formas de pago

La unidad de medida para los rellenos y compactados en estructuras será el metro cúbico (m³) aceptado por el Supervisor y medidos en su posición final.

Los volúmenes serán determinados a partir de las secciones transversales tomadas antes y después de la realización de los trabajos de relleno, considerando las líneas de pago establecidas en el proyecto o por el Supervisor

El cálculo de los volúmenes de relleno se realizará mediante el método de áreas medias. No se consideran los volúmenes ocupados por las estructuras de concreto, tuberías de drenaje, camas de asiento y cualquier otro elemento de drenaje cubierto por el relleno.

No se medirán los rellenos en sobre excavaciones y excavaciones fuera de los límites establecidos por el Supervisor, efectuados por el Contratista, ya sea por error o por conveniencia para la operación de sus equipos.

En cuanto a las zonas donde se ha producido derrumbes se procederá de la siguiente manera:

- ✓ Si a criterio del Supervisor el derrumbe es imputable al Contratista: los volúmenes que demande rellenar la zona derrumbada correrá por cuenta del Contratista y deberá cumplir con la exigencia de densidad antes mencionadas.
- ✓ Si el derrumbe no es imputable al Contratista: los volúmenes que demande rellenar la zona derrumbada se cuantificará y se adicionará a los volúmenes de relleno de la estructura para su valorización correspondiente.

Las cantidades medidas de la forma descrita anteriormente y aceptadas por el Supervisor, se pagarán al precio unitario de la partida indicada. Este precio y pago constituye compensación total por toda extracción, apilamiento, zarandeo, mano de obra, beneficios sociales, equipos, herramientas e imprevistos necesarios para culminar la partida a entera satisfacción del Supervisor.

2.1.7 CAJA DE CONCRETO

2.1.7.1 Descripción de la partida

Los trabajos a realizar en esta partida consiste en la construcción de la caja receptora de concreto armado ($f_c=210 \text{ kg/cm}^2$), que se encargará de captar las agua provenientes del dren talón, sistema de drenaje y subdrenaje del vaso. Los detalles de su ubicación y dimensiones serán los que se indican en los planos de diseño.

2.1.7.2 Modo de ejecución

Excavación.

Igual al ítem 2.2.1

Concretos.

Los trabajos a realizar en este apéndice se refieren a la fabricación y colocación del concreto armado de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, que se colocarán en los muros y base.

El cemento a emplear en todo trabajo de concreto, será tipo V, con los requerimientos descritos en la Norma E.060 para ambientes agresivos

El contratista, para la realización de los presentes trabajos se ceñirá estrictamente a lo indicado en los planos del proyecto, en las presentes especificaciones y en las normas indicadas para estos tipos de trabajos.

Encofrado y desencofrado.

Los encofrados se refieren a la construcción de formas temporales para contener el concreto utilizado para la construcción de la caja de concreto de modo que ésta, al endurecer, adopte la forma indicada en los planos respectivos, tanto en dimensiones como en su ubicación dentro de la estructura.

Materiales.

Los encofrados a utilizar pueden ser de madera, metálicos o madera laminada o fibra prensada. El encofrado no deberá presentar deformaciones, defectos, irregularidades o puntos frágiles que puedan influir en la forma, dimensión o acabado de los elementos de concreto a los que sirve de molde.

Modo de ejecución.

El contratista, para la realización de los presentes trabajos se ceñirá estrictamente a lo indicado en los planos del proyecto, en las presentes especificaciones y en las normas indicadas para estos tipos de trabajos.

Acero de refuerzo $f_y=4200$ kg/cm² grado 60.

Este apéndice comprenderá el aprovisionamiento, almacenamiento, corte, doblado y colocación de las varillas de acero para el refuerzo en las estructuras que conforman la caja receptora, en conformidad con los planos correspondientes y con las indicaciones del Supervisor.

Materiales.

Las varillas para el refuerzo del concreto estructural, deberán estar de acuerdo con los requisitos AASHTO, y deberán ser probadas de acuerdo con AASHTO, en lo que respecta a las varillas N° 3 a N° 11 o conforme a las especificaciones del acero producido por SIDERPERU o ACEROS AREQUIPA del acero grado 60, según corresponda.

El alambre N° 16, para efectuar el atortolamiento, del acero de refuerzo deberá ser del tipo negro recocida.

Equipos.

Se requiere de equipo idóneo para el corte y doblado de las barras de refuerzo, los cuales no deberán producir ruidos por encima de los permisibles, que afecten la tranquilidad del personal de obra.

El empleo de equipo deberá contar con la autorización del Supervisor. Todo personal que manipule las varillas de acero deberá contar con guantes de protección.

Modo de ejecución.

-Colocación y Sujeción.

Antes de la colocación del acero de refuerzo, se deberá revisar que las varillas deberán estar exentas de moho, suciedad, lodo, escamas sueltas, pintura, aceite o cualquier otra

sustancia extraña que evite la buena adherencia entre el refuerzo y el concreto. Todo mortero seco adherido al acero deberá ser retirado.

Las varillas deberán ser colocadas con exactitud, de acuerdo con las indicaciones de los planos y deberán ser aseguradas firmemente en las posiciones señaladas, de manera que no sufran desplazamientos durante la colocación y fraguado del concreto. La posición del refuerzo dentro de los encofrados deberá ser mantenida mediante tirantes, soportes de metal, espaciadores o cualquier otro soporte aprobado. Los bloques deberán ser de mortero de cemento prefabricado, de calidad, forma y dimensiones aprobadas. Los soportes de metal que entren en contacto con el concreto, deberán ser galvanizados.

No se permitirá el uso de guijarros, fragmentos de piedra o ladrillos quebrantados, tubería de metal o bloques de madera.

Las barras de acero se colocarán de acuerdo a los recubrimientos especificados en los planos o en su defecto a los recubrimientos mínimos especificados en la Norma Peruana E.060

No se permitirá la colocación de concreto en estructuras cuyo refuerzo no haya sido revisado y aprobado por el Supervisor.

Controles.

Las varillas corrugadas a usar deberán tener impresas en forma clara las siglas o emblema de la empresa de la cual proceden, así como el grado a que corresponden y el diámetro nominal. Adicionalmente deberán contar con etiquetas que indiquen el lote correspondiente.

No se aceptarán las varillas que no estén identificadas o que presenten oxidación excesiva, grietas, corrosión o que al doblarse a temperatura ambiente (16 °C) se agrieten o rompan en la parte exterior de la zona doblada.

El acero de refuerzo deberá ser almacenado en forma ordenada y por encima del nivel del terreno, ya sea sobre plataformas, largueros u otros soportes adecuados, de manera que se

encuentre protegido contra daños mecánicos y deterioro superficial por efectos de la intemperie y ambiente corrosivos entre otros.

Asimismo, el acero no deberá estar expuesto a fenómenos atmosféricos, principalmente precipitación pluvial.

2.1.7.3 Metrados y forma de pago

La forma de pago de este ítem se efectuará por unidad de caja de concreto construida en obra, de tal manera que constituyan compensación plena por los servicios realizados.

Salvo que esté prescrito en contrario, los precios unitarios ofertados deberán incluir los costos de toda mano de obra, materiales (cemento, acero y madera para encofrado), equipos y herramientas que se requieren para asegurar la buena ejecución de los trabajos.

2.2 SISTEMA DE SUBDRENAJE DE AGUAS DE INFILTRACION DEL VASO

2.2.1 EXCAVACION PARA SISTEMA DE SUBDRENAJE

2.2.1.1 Descripción de la partida

Esta partida comprenderá toda excavación necesaria para la construcción del sistema de subdrenaje de las aguas de infiltración del vaso proyectado, y toda otra estructura donde se realice la misma labor; incluyendo el retiro de todo el material excavado. También comprenderá los trabajos de desbroce, limpieza superficial y perfilado del fondo de las excavaciones, sin considerar los trabajos de reemplazo de material. Todo el trabajo se realizará de acuerdo con las presentes especificaciones y en conformidad con los requisitos para las estructuras indicadas en los planos y según lo ordenado por el Supervisor.

Los trabajos de excavación se realizarán tanto en suelo como en bolonería, por lo cual el contratista deberá planear su ejecución de acuerdo a estos tipos de trabajos.

Dichos trabajos se realizarán con el apoyo de una excavadora, a la cual se le montará un martillo hidráulico. Para realizar la fragmentación de los bolones de gran tamaño.

2.2.1.2 Método de ejecución

El contratista notificará al Supervisor con suficiente anticipación el comienzo de los trabajos de excavación, de manera que puedan tomarse secciones transversales, medidas y elevaciones del terreno no alterado, para realizar los cálculos de volúmenes respectivos. No podrá removerse el terreno adyacente a las estructuras más allá del límite especificado en el método de medición y/o sin previa autorización del Supervisor.

Para realizar la excavación en suelo el Contratista se apoyará de una excavadora, mientras que para la excavación en bolonería se hará con un martillo hidráulico montado sobre excavadora (Picotón), el cual se empleará sólo para romper la bolonería de gran tamaño, a tamaños que puedan manipularse con equipos mecánicos adecuados (excavadora). Con lo cual se evitará que se produzcan sobre-excavaciones.

La excavación se realizará de acuerdo a la geometría de las estructuras a construir, al alineamiento y cotas indicadas en los planos del proyecto y/o de replanteo, utilizando una retroexcavadora; siendo obligación del Supervisor controlar estos trabajos topográficamente.

Deberán tener las suficientes dimensiones de modo que permitan construir en todo su ancho y largo las estructuras íntegras o bases de las estructuras indicadas.

La cota de la parte inferior de las bases, así como la ubicación de las tuberías, que se indican en los planos, podrán ser reajustadas de acuerdo al resultado obtenido en el replanteo. El Supervisor deberá ordenar por escrito los cambios en dimensiones, cotas de las bases y ubicación de las tuberías.

Para el caso de excavaciones profundas o de gran altura, donde el suelo a excavar no presente buena estabilidad, el Supervisor deberá ordenar la excavación con taludes concordantes con el ángulo de reposo del material, de manera de evitar derrumbes.

En ninguna etapa de la construcción se podrá depositar material proveniente de la excavación de manera que ponga en peligro la estabilidad de la excavación y/o de la

estructura a medio construir, ya sea por presión directa o indirecta debido a la sobrecarga de terraplenes contiguos al trabajo.

Toda sobre excavación por debajo de las cotas autorizadas, que sea atribuible al descuido del Contratista, será rellenada a su costo, cumpliendo con la especificación de relleno para estructuras y con la aprobación del Supervisor.

2.2.1.3 Aceptación de los trabajos

Después de la conclusión de cada excavación, el Contratista notificará por escrito este evento al Supervisor.

No se podrá continuar con la construcción de la estructura hasta que el Supervisor hubiera aprobado las cotas de fondo del sistema de drenaje.

2.2.1.4 Controles

La medición no incluirá volumen de excavación alguno realizado con anterioridad a que se tomen las elevaciones y mediciones del terreno natural no removido.

Tampoco se incluirá en la medición, el volumen de material removido por segunda vez ni la sobre excavación que pueda realizar el Contratista por facilidad para su trabajo.

Los derrumbes originados por causas imputables al Contratista, serán removidos a su costo y la sobre excavación y la eliminación a botadero, como resultado de este fenómeno, no será reconocida.

Los derrumbes originados por hechos fortuitos (no imputables al Contratista) se eliminarán previo seccionamiento y cálculo del volumen correspondiente, para efectos de transporte más no para ser contabilizado como excavación de estructuras.

2.2.1.5 Medición y base de pago

El volumen a pagar será el número de metros cúbicos, medido en su posición original, de material excavado de acuerdo con los planos e indicaciones del Supervisor. El cálculo del material excavado se realizará empleando el método de las áreas medias.

Las cantidades medidas de la forma descrita anteriormente y aceptadas por el Supervisor, se pagarán al precio unitario de la partida EXCAVACIÓN PARA SISTEMA DE DRENAJE. Este precio y pago constituye compensación total por toda mano de obra, beneficios sociales, materiales, equipos, herramientas, acomodo de material excavado dentro de la distancia libre de transporte, trabajos y materiales necesarios para la protección, contención sostenimiento, entibación, bombeo y/o desviación de aguas en las excavaciones e imprevistos necesarios para culminar la partida, a entera satisfacción del Supervisor.

El transporte de los materiales excavados y de derrumbes no imputables al Contratista, no utilizados en rellenos se pagará con la partida de eliminación de material excedente, según sea el caso.

2.2.2 TRANSPORTE DE EXCEDENTES DE EXCAVACION A BOTADERO D = 1 Km.

2.2.2.1 Generalidades

Bajo esta partida se considera el material excedente que requieren ser transportado desde los lugares donde se realiza la excavación, hasta el botadero autorizado por la Supervisión.

Incluye, también, los materiales provenientes de la remoción de la capa vegetal y otros materiales blandos, orgánicos y objetables, provenientes de las áreas en donde se vayan a realizar las excavaciones, hasta su disposición final.

Esta partida también incluye el carguío y descarguío de los volquetes.

Las distancias de transporte para la eliminación de estos materiales al botadero será de 1.0 Km.

2.2.2.2 Equipos

Los vehículos para el transporte de materiales estarán sujetos a la aprobación del Supervisor y deberán ser suficientes para garantizar el cumplimiento de las exigencias de

esta especificación y del programa de trabajo. Deberán estar provistos de los elementos necesarios para evitar contaminación o cualquier alteración perjudicial del material transportado y su caída sobre las vías empleadas para el transporte.

Todos los vehículos para el transporte de materiales deberán cumplir con las disposiciones legales referentes al control de la contaminación ambiental.

Ningún vehículo de los utilizados por el Contratista podrá exceder las dimensiones y las cargas admisibles por eje y totales fijadas en el Reglamento de Pesos y Dimensión Vehicular para Circulación en la Red Vial Nacional (D.S. 013-98-MTC).

Cada vehículo deberá, mediante un letrero visible, indicar su capacidad máxima, la cual no deberá sobrepasarse.

Los vehículos encargados del transporte deberán en lo posible evitar circular por zonas urbanas. Además, debe reglamentarse su velocidad, a fin de disminuir las emisiones de polvo al transitar por vías no pavimentadas y disminuir igualmente los riesgos de accidentalidad y de atropellamiento.

Todos los vehículos, necesariamente tendrán que humedecer su carga sea piedras o tierra, arena, etc. y demás, cubrir la carga transportada para evitar la dispersión de la misma. La cobertura deberá ser de un material resistente para evitar que se rompa o se rasgue y deberá estar sujeta a las paredes exteriores del contenedor o tolva, en forma tal que caiga sobre el mismo por lo menos 30 cm. a partir del borde superior del contenedor o tolva.

Todos los vehículos deberán tener incorporado a su carrocería, los contenedores o tolvas apropiados, a fin de que la carga depositada en ellos quede contenida en su totalidad en forma tal que se evite el derrame, pérdida del material húmedo durante el transporte. Esta tolva deberá estar constituido por una estructura continua que en su contorno no contenga roturas, perforaciones, ranuras o espacios, así también, deben estar en buen estado de mantenimiento.

El equipo de construcción y maquinaria pesada deberá operarse de tal manera que cause el mínimo deterioro a los suelos, vegetación y cursos de agua.

El lavado de los vehículos deberá efectuarse de ser posible, lejos de las zonas urbanas y de los cursos de agua.

Los equipos pesados para la carga y descarga deberán tener alarmas acústicas y ópticas, para operaciones en reverso en las cabinas de operación, no deberán viajar ni permanecer personas diferentes al operador.

Se prohíbe la permanencia de personal en la parte inferior de las cargas suspendidas.

2.2.2.3 Requerimiento de trabajo

La actividad de la presente especificación implica el transporte y carguío de los materiales a los sitios de utilización o desecho, según corresponda, de acuerdo con el proyecto y las indicaciones del Supervisor.

2.2.2.4 Aceptación de los trabajos

Los trabajos serán recibidos con la aprobación del Supervisor considerando:

(a) Controles.

- (1) Verificar el estado y funcionamiento de los vehículos de transporte.
- (2) Exigir al Contratista la limpieza de la superficie en caso de contaminación atribuible a la circulación de los vehículos empleados para el transporte de los materiales. Si la limpieza no fuere suficiente, el Contratista deberá remover la capa correspondiente y reconstruirla de acuerdo con la respectiva especificación, a su costo.

(b) Condiciones específicas para el recibo y tolerancias.

El Supervisor sólo medirá el transporte de materiales autorizados de acuerdo con esta especificación, los planos del proyecto y sus instrucciones. Si el Contratista utiliza para el

transporte una ruta diferente y más larga que la aprobada por el Supervisor, éste solamente computará la distancia indicada en el proyecto o la seleccionada por él.

2.2.2.5 Medición

Las unidades de medida para el transporte de materiales provenientes de excavaciones, será la siguiente:

La unidad de pago de esta partida será el metro cúbico (m³) trasladado, o sea, el volumen en su posición final de colocación, por la distancia de transporte.

El pago de las cantidades de transporte de materiales determinados en la forma indicada anteriormente, se hará al precio unitario pactado en el contrato, por unidad de medida, conforme a lo establecido en esta Sección y a las instrucciones del Supervisor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de mano de obra, equipo, herramientas, acarreo y, en general, todo costo relacionado para ejecutar correctamente los trabajos aquí contemplados. El precio unitario incluirá los costos por concepto de la carga, descarga, tiempos muertos y disposición del material, así como el esponjamiento del material. Los cuales se encuentran incluidos en los precios unitarios del ítem correspondiente.

2.2.3 ACONDICIONAMIENTO DE EXCEDENTES EN BOTADERO

2.2.3.1 Descripción

Esta partida comprende el extendido y compactado del material excedente de las excavaciones, en capas menores de 50 cm de espesor. Para esto se utilizará un tractor sobre orugas u otra maquinaria aprobada por la Supervisión.

2.2.3.2 Método de ejecución.

El acondicionamiento del material en los botaderos deberá realizarse de la siguiente forma:

El material deberá compactarse al 60-70% de la máxima densidad del Proctor modificado en capas menores de 50 cm de espesor.

Si el volumen es considerable, se deberá compactar a manera de terrazas, reforzando los taludes con muros de piedra o cualquier técnica adecuada, según las características del terreno lo cual deberá ser aprobado por la Supervisión.

El material suelto que sea susceptible a causar alteración de la calidad del aire por incremento de partículas, deberá ser humedecido previamente a la ejecución de la adecuación.

2.2.3.3 Método de medición

La unidad de medida será en metros cúbicos en su posición final y con la aprobación de la Supervisión.

2.2.3.4 Bases de pago

La cantidad determinada según el método de medición, será pagada al precio unitario de la partida acondicionamiento de excedentes en zona de botaderos de contrato.

El precio y pago constituye compensación total por toda mano de obra, beneficios sociales, equipos, herramientas e imprevistos necesarios para la realización de esta partida a entera satisfacción del Supervisor.

El transporte será pagado en la partida transporte de excedentes de excavación a botadero

2.2.4 CAMA DE ARENA

Ver ítem 02.01.01.

2.2.5 SUMINISTRO Y COLOCACION DE GEOTEXTIL NO TEJIDO (270 gr/m²)

2.2.5.1 Descripción

Este trabajo consistirá en la provisión y colocación de un Geotextil no tejido de 270 gr/m², para el control de finos, las tuberías del dren colector, dren secundario, así como el forrado de las zanjas con rellenos de grava arenosa del sistema de drenaje y subdrenaje de las aguas de infiltración; en todos los tramos donde se instalarán las tuberías perforadas. Los detalles de su colocación se muestran en los planos de diseño correspondiente.

Se usarán geotextiles elaborados con fibras sintéticas, del tipo No Tejidos. El geotextil escogido en el diseño deberá tener capacidad para dejar pasar el agua, reteniendo el suelo del sitio.

2.2.5.2 Materiales

Los geotextiles deberán ser no tejidos compuestos de fibras sintéticas. Las fibras deberán estar compuestas por no menos de 85% en peso de polipropileno, poliéster o poliamidas.

Los geotextiles deberán estar libres de defectos que afecten sus propiedades físicas y de filtración.

Los geotextiles deberán estar conforme a los requerimientos de la siguiente tabla (valores MARV).

Propiedades mecánicas	Unidad	Norma	Marv
Resistencia a la tracción "Grab Test"	N	ASTM D 4632	955
Elongación a la tracción "Grab Test"	%	ASTM D 4632	>50
Resistencia al punzonamiento	N	ASTM D 4833	450
Resistencia al estallido "Mullen Burst Test"	KPa	ASTM D 3786	2500
Resistencia al desgarre trapezoidal	N	ASTM D 4533	350
Propiedades hidráulicas			
Permeabilidad	cm/s	ASTM D 4491	0.3
Permisividad	s-l	ASTM D 4491	1.5
Flujo de agua	l/min/m ²	ASTM D 4491	4470
Tamaño de abertura aparente	mm	ASTM D 4751	0.15
Durabilidad			
Resistencia a los rayos UV	%	ASTM D 4355	70
Propiedades físicas			
Gramaje	gr/m ²	ASTM D 5261	270
Espesor	mm	ASTM D 5199	2.3

2.2.5.3 Método de ejecución

Los rollos de geotextil deberán ser provistos con envoltura para protección contra la humedad y la exposición a los rayos ultravioleta antes de su colocación. Los rollos deberán ser almacenados de tal modo de protegerlos de estos elementos. Si son almacenados a la intemperie, deberán colocarse elevados y protegidos con una cobertura impermeabilizante. En ningún momento el geotextil deberá estar expuesto a los rayos ultravioletas por un período que exceda los 14 días.

El contratista deberá manipular todos los geotextiles de manera de asegurar que no sean dañados. El área de instalación deberá ser preparada perfilándola y dejándola libre de obstrucciones que puedan dañar el geotextil. No se deberá permitir la presencia de piedras, excesivo polvo o humedad en el geotextil. El contratista no deberá operar ningún equipo directamente sobre el geotextil.

El geotextil deberá ser desenrollado tan suavemente como fuera posible sobre la superficie preparada, libre de arrugas y pliegues. En taludes, los rollos de geotextil deberán ser anclados en la corona y desenrollados hacia abajo. Si el viento pudiera levantar los geotextiles, estos deberán ser mantenidos en su lugar con sacos de arena u otro material que no dañe el geotextil.

Los geotextiles adyacentes deberán ser cosidos y traslapados. El traslape mínimo será de 50 cm.

Los geotextiles dañados deberán ser reparados inmediatamente. El área dañada más un adicional de 90 centímetros alrededor de dicha área, deberá ser limpiada de todo material de relleno. Se deberá hacer un parche de 90 centímetros más allá del perímetro del área dañada.

Condiciones normales de instalación del geotextil.

El geotextil se deberá colocar cubriendo totalmente la parte inferior y las paredes laterales de la excavación, evitando las arrugas del geotextil, acomodándolo para asegurar un buen contacto con la excavación y dejando por encima la cantidad de geotextil suficiente para que, una vez se acomode el material drenante, se cubra en su totalidad con un traslape de 0.50 m como mínimo y mediante la realización de costura industrial. En caso de que el ancho de la excavación sea menor a 0.30 m el traslape mínimo deberá ser igual al ancho de la excavación. Los tramos sucesivos del geotextil se traslaparán 0.5 m como mínimo y se deberá traslapar y coser el geotextil aguas arriba sobre el geotextil aguas abajo.

Elaboración de costuras.

Para obtener una buena calidad en las costuras se deben tener en cuenta los siguientes condicionamientos. Usualmente la costuras tanto realizadas en campo como las desarrolladas durante la manufactura deben considerar los siguientes aspectos que dependerán del diseño correspondiente y son:

1. Tipo de hilo: Kevlar, Aramida, Polietileno, Poliéster o Polipropileno. No se permitirán hilos elaborados 100% a partir de fibras naturales, e incluso Nylon. Cuando se propongan hilos compuestos por fibras sintéticas y fibras naturales, no se permitirán aquellos que tengan 10% o más en peso de fibras naturales. No se permitirán costuras elaboradas con alambres.

2. Densidad de la puntada: Mínimo de 150 a 200 puntadas por metro lineal.

3. Tensión del hilo: Debe ajustarse en campo de tal forma que no corte el geotextil, pero que sea suficiente para asegurar una unión permanente entre las superficies a coser. Si se hace la costura a mano, deberán tenerse los cuidados necesarios para que al pasar el hilo, el rozamiento no “funda” las fibras del geotextil. Deberán tenerse en cuenta los requerimientos del inciso 2 del presente numeral.

4. La resistencia a la tensión de la unión, debe ser mínimo el 90% de la resistencia a la tensión Grab del geotextil que se está cosiendo.
5. Tipo de costura. Dependiendo del esfuerzo solicitado y el tipo de geotextil, se pueden realizar diferentes configuraciones para asegurar la correcta transferencia de la tensión.
6. Cantidad de líneas de costura, que se determinarán también según diseño.

Controles.

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor adelantará los siguientes controles:

- ✓ Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el Contratista.
- ✓ Efectuar ensayos de control sobre el geotextil, en un laboratorio independiente al del fabricante. Los ensayos de control relacionados con el geotextil, deberán hacerse de conformidad con lo establecido en las normas.
- ✓ Verificar que cada rollo de geotextil tenga en forma clara la información del fabricante, el número del lote y la referencia del producto, así como la composición química del mismo, junto con una declaración del fabricante que deberá incluir la información que se exige para la conformidad del geotextil.
- ✓ Comprobar que durante el transporte y el almacenamiento, los geotextiles tengan los empaques que los protejan de la acción de los rayos ultravioleta, agua, barro, polvo, y otros materiales que puedan afectar sus propiedades.

2.2.5.4 Controles y aceptación

Muestreo en obra.

Esta actividad de carácter obligatorio, deberá desarrollarse para todo despacho de geotextiles que lleguen a la obra, para ser usados de acuerdo a los requerimientos establecidos por el diseño o donde el Supervisor hubiera aprobado su utilización y forma parte del proceso de aseguramiento del control de calidad de la construcción, desarrollado

independientemente del programa de control de calidad de la producción o manufactura. Para esto, deberá seguir lo establecido por las normas que se refieren a la metodología de muestreo para ensayos y la práctica para dar la conformidad de las especificaciones de los geosintéticos.

- ✓ Para el muestreo en obra se trabajarán rollos estándar con un área entre 400 y 600 m. En el caso de rollos con áreas diferentes, el total de metros cuadrados se deberá convertir a unidades de rollos equivalentes en relación con 500 m
- ✓ Para el muestreo del control de calidad en obra de los geotextiles, por cada envío o despacho de materiales, se deberá escoger al azar un número de rollos equivalente a la raíz cúbica de los rollos suministrados por cada envío o despacho, al que se le dará conformidad o aceptación por parte de la obra y a los que se les utilizará para el uso que trata esta especificación, teniendo en cuenta que si el número de rollos es mayor o igual a 1000, el número de muestras seleccionadas debe ser igual a 11.
- ✓ De cada rollo se deberán descartar las dos primeras vueltas de geotextil para el muestreo. Posteriormente, se deberá tomar una muestra como mínimo de un metro lineal por el ancho correspondiente al rollo, verificando que esté totalmente seca y limpia y se deberá empacar y enviar a un laboratorio distinto al del fabricante, debidamente identificada (número de lote, referencia del producto, etc.).

Declaración del fabricante del geotextil con respecto a su producto.

El Constructor suministrará al Supervisor, una declaración donde se establezca el nombre del fabricante, el nombre del producto, composición química relevante de los filamentos o cintas y otra información pertinente que describa totalmente al geotextil.

El fabricante es responsable de establecer y mantener un programa de control de calidad. Este deberá estar disponible cuando se requiera, mediante un documento que describa el programa de control de calidad de la producción.

La declaración del fabricante hace constar que el geotextil suministrado ofrece valores mínimos promedio por rollo “VMPR”, de acuerdo a lo establecido en su hoja de especificaciones de producto, obtenidos bajo el programa de control de calidad del fabricante. La declaración deberá ser extendida por una persona que tenga el reconocimiento legal, de tal forma que comprometa al fabricante.

Un error en el etiquetado o de presentación de los materiales, será razón suficiente para rechazar estos geotextiles.

Certificación del Fabricante.

Para asegurar la calidad de la materia prima, los procesos de fabricante y el producto final, se deberá exigir que el proveedor y el fabricante del geotextil no tejido a instalarse, posean la Certificación al Sistema de Gestión de Calidad ISO 9002.

Para asegurar que los procesos del fabricante del geotextil no tejido cumplan con normas internacionales de conservación del medio ambiente el fabricante del geotextil no tejido a instalarse deberá contar con el Certificación al Sistema de Gestión Ambiental ISO 14001.

Certificación del Producto.

Los materiales despachados a obra serán acompañados por un Certificado de calidad original del fabricante, listando las propiedades obtenidas en su laboratorio, para los lotes entregados así como el nombre del producto, numeración del lote, fecha de realización de los ensayos y las normas de ensayos correspondientes.

Aceptación.

La Supervisión podrá aceptar el producto si los valores indicados en el Certificado de Calidad del Fabricante cumplen con los valores especificados para la obra. Si se considera necesario evaluar muestras tomadas en obra, se deberá usar un laboratorio con

Certificación GAI- LAP, del Tipo A (Laboratorio independiente) o del Tipo C (Instituto), en ningún caso del Tipo B (Laboratorio del fabricante).

La aceptación del producto en este caso es determinada si los resultados promedio de todos los especímenes dentro de una muestra dada, igualan o superan los valores del Certificado de Calidad del Fabricante.

2.2.5.5 Medición y forma de pago

El geotextil será medido en metros cuadrados contabilizados de las secciones indicadas en los planos o de las indicadas por escrito por el ingeniero supervisor. Esto incluye los traslapes cosidos.

La partida medida de la forma anteriormente descrita, se pagará al precio unitario del contrato para la partida correspondiente. Este precio y pago, constituye compensación total por toda mano de obra, beneficios sociales, materiales, equipos, herramientas, traslado del materia a obra, almacenaje, manipuleo, colocación, extendido e imprevistos necesarios para culminar la partida a entera satisfacción del Supervisor.

**2.2.6 SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PERFORADA
HDPE D = 6" INCLUIDO GEOTEXTIL.**

**2.2.7 SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PERFORADA
HDPE D = 8" INCLUIDO GEOTEXTIL.**

**2.2.8 SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA NO PERFORADA
HDPE D = 8".**

**2.2.9 SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA NO PERFORADA
HDPE D = 10".**

Ver ítems 02.01.03, 02.01.04 y 02.01.05.

2.2.10 RELLENO GRANULAR COMPACTADO (GRAVA ARENOSA)

2.2.10.1 Descripción de la partida

Esta partida comprende los trabajos de relleno de las zanjas del dren del sistema de subdrenaje de las aguas de infiltración del vaso con arena gravosa, en los tramos donde se instalarán las tuberías perforadas. La arena gravosa deberá ser una masa limpia sin presencia de materia orgánica ni elementos perjudiciales.

Dichos rellenos se desarrollarán de acuerdo al tramo a ejecutar. Tal como se muestra en los planos de secciones del proyecto.

La colocación de material de filtro tiene por finalidad deprimir el nivel de agua y proporcionar un medio de alta permeabilidad con relación al terreno natural, y así evacuar las aguas producto de la deposición de los relaves.

Su ejecución se realizará de acuerdo con los alineamientos, cotas y dimensiones indicadas en el diseño.

2.2.10.2 Material

✓ Grava arenosa

El material para filtro será una grava arenosa, proveniente de las canteras N°s 3 y 4, ubicadas a unos 2.0 y 0.55 Km. respectivamente del área del proyecto.

El material debe presentar una granulometría tal, que permita desarrollar una permeabilidad 100 o más veces mayor que la del material a proteger, y que también debe impedir la fuga a través de su espesor, de las partículas muy finas del material que protege a fin de evitar tubificaciones.

Por lo tanto para cumplir la primera condición de permeabilidad, las características granulométricas se eligen atendiendo la siguiente relación: (según criterios de Terzaghi y Bertram).

$$\frac{D_{15}(\text{filtro})}{D_{15}(\text{suelo})} \geq 4 \text{ ó } 5$$

Y para cumplir la segunda condición sobre capacidad de retención o de impedir tubificación, la granulometría debe atender la relación:

$$\frac{D_{15}(\text{filtro})}{D_{85}(\text{suelo})} \leq 4 \text{ ó } 5$$

Adicionalmente la Marina de los EEUU (1971) recomienda la relación

$$\frac{D_{50}(\text{filtro})}{D_{50}(\text{suelo})} < 25$$

$$\frac{D_{15}(\text{filtro})}{D_{15}(\text{suelo})} < 40$$

El control de compactación de los drenes se realizará determinando la densidad relativa que nunca será menor de 80%. Este control se efectuará por capas de 0.30 cm de espesor compactadas, en un número mínimo de 03 pruebas, y la granulometría se harán cada 100 m³ de material y/o como lo determine la SUPERVISION.

2.2.10.3 Medición y bases de pago

Esta partida se medirá en metros cúbicos (m³) en su posición final. El cálculo de los volúmenes se obtendrá hasta donde sea posible a partir de las dimensiones indicadas en los planos del proyecto; en caso contrario se procederá de la siguiente manera:

En el caso de drenes con áreas transversales constantes indicadas o deducidas de los planos, el volumen se obtendrá a partir de dichas áreas.

En el caso de filtro con áreas transversales variables, el volumen se obtendrá del levantamiento de secciones transversales de la zona antes de iniciar los trabajos de relleno del dren y volviendo a contraseccionar una vez culminados éstos, para hallar el área ocupada por este material. Con estos datos se procederá a aplicar el método de las áreas medias para hallar el volumen correspondiente.

Estas áreas y niveles deberán contar con la aprobación del Supervisor.

Esta partida medida de la manera antes descrita, se pagará al precio unitario de la partida indicada del contrato. Este precio y pago constituye compensación total por toda mano de obra, leyes sociales, materiales, equipos, herramientas, colocación, acomodo y compactación en su posición final e imprevistos necesarios para la culminación de la partida a entera satisfacción del Supervisor.

2.2.11 RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO

Ver ítem 02.01.02

2.2.12 RELLENO PARA ESTRUCTURAS

Ver ítem 02.01.06

2.3 SISTEMA DE DRENAJE DEL CONTRAFUERTE

2.3.1 EXCAVACION PARA SISTEMA DE DRENAJE

Ver ítem 02.02.01

2.3.2 TRANSPORTE DE EXCEDENTES DE EXCAVACION A BOTADERO D = 1 Km.

Ver ítem 02.02.02

2.3.3 ACONDICIONAMIENTO DE EXCEDENTES EN BOTADERO

Ver ítem 02.02.03

2.3.4 CAMA DE ARENA

Ver ítem 02.02.04

2.3.5 SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PERFORADA HDPE D = 6" INCLUIDO GEOTEXTIL

Ver ítem 02.02.06

2.3.6 RELLENO GRANULAR COMPACTADO (GRAVA ARENOSA)

Ver ítem 02.02.10

2.4 POZA COLECTORA DE AGUAS DE INFILTRACION.

2.4.1 EXCAVACION PARA POZA.

2.4.1.1 Descripción de la partida

Esta partida comprenderá toda limpieza, excavación y perfilado necesario para la conformación de la poza de colectora de aguas de infiltración.

Todo el trabajo se realizará con el apoyo de equipo pesado, y de acuerdo con las presentes especificaciones y en conformidad con los requisitos para las estructuras indicadas en los planos y según lo ordenado por el Supervisor.

No se admitirá ningún reajuste por clasificación de material, sea cual fuere la calidad del material excavado, los precios unitarios incluyen las consideraciones pertinentes para cada estructura a excavar, incluyendo trabajos de excavación con la presencia del nivel freático.

2.4.1.2 Método de construcción

El contratista notificará al Supervisor con suficiente anticipación el comienzo de los trabajos de excavación, de manera que puedan tomarse secciones transversales, medidas y elevaciones del terreno no alterado, para realizar los cálculos de volúmenes respectivos. No podrá removerse el terreno adyacente a las estructuras más allá del límite especificado en el método de medición y/o sin previa autorización del Supervisor.

La excavación se realizará de acuerdo a la geometría de las estructuras a construir, al alineamiento y cotas indicadas en los planos del proyecto y/o de replanteo; siendo obligación del Supervisor controlar estos trabajos topográficamente.

En ninguna etapa de la construcción se podrá depositar material proveniente de la excavación de manera que ponga en peligro la estabilidad de la excavación y/o de la estructura a medio construir, ya sea por presión directa o indirecta debido a la sobrecarga de terraplenes contiguos al trabajo.

Toda sobre excavación por debajo de las cotas autorizadas, que sea atribuible al descuido del Contratista, será rellenada a su costo, cumpliendo con la especificación de relleno para estructuras y con la aprobación del Supervisor.

2.4.1.3 Aprobación de los cimientos y tolerancia

Después de la conclusión de cada excavación, el Contratista notificará por escrito este evento al Supervisor. No se podrá continuar con la siguiente actividad hasta que el Supervisor hubiera aprobado las cotas de rasante y la calidad del material para la fundación.

2.4.1.4 Método de medición

El volumen a pagar será el número de metros cúbicos, medido en su posición original, de material excavado de acuerdo con los planos e indicaciones del Supervisor. El cálculo del material excavado se realizará empleando el método de las áreas medias.

La medición no incluirá volumen de excavación alguno realizado con anterioridad a que se

tomen las elevaciones y mediciones del terreno natural no removido.

Tampoco se incluirá en la medición, el volumen de material removido por segunda vez ni la sobre excavación que pueda realizar el Contratista por facilidad para su trabajo.

Los derrumbes originados por causas imputables al Contratista, serán removidos a su costo y la sobre excavación y eliminación resultado de este fenómeno, no será reconocida.

2.4.1.5 Bases de pago

Las cantidades medidas de la forma descrita anteriormente y aceptadas por el Supervisor, se pagarán al precio unitario de la partida correspondiente. Este precio y pago constituye compensación total por toda mano de obra, beneficios sociales, materiales, equipos, herramientas, trabajos y materiales necesarios para culminar la partida, a entera satisfacción del Supervisor.

2.4.2 TRANSPORTE DE EXCEDENTES DE EXCAVACION A BOTADERO D=1.0 Km.

Ver ítem 02.02.02

2.4.3 ACONDICIONAMIENTO DE EXCEDENTES EN BOTADERO.

Ver ítem 02.02.03

2.4.4 RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO

Ver ítem 02.02.11

2.4.5 EXCAVACION DE ZANJA PARA ANCLAJE

Ver ítem 02.04.07

2.4.6 SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOTEXTIL NO TEJIDO DE 400 gr/m2.

2.4.6.1 Descripción de la partida

Esta partida comprenderá la provisión del material y la ejecución de todos los trabajos necesarios para la colocación del geotextil no tejido de 400 gr/m2 que servirá de apoyo de la geomembrana que impermeabilizará el área ocupada por la poza colectora. Estos trabajos se ejecutarán de acuerdo a lo indicado en los planos y las presentes especificaciones ítem 02.02.05.

2.4.7 SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOMEMBRANA e=1.5 mm.

2.4.7.1 Descripción de la partida.

Esta partida comprenderá la provisión del material y la ejecución de todos los trabajos necesarios para la colocación de la geomembrana para impermeabilizar el área ocupada por la poza colectora. Estos trabajos se ejecutarán de acuerdo a lo indicado en los planos y las presentes especificaciones.

2.4.7.2 Materiales.

La geomembrana que se colocará sobre la superficie de la poza de almacenamiento, deberá ser de Polietileno de Alta Densidad (HDPE – densidad > a 0.94 g/cm) de 1.5 mm. (60 mil) de espesor, lisa en una cara y texturada por la otra. La geomembrana deberá ser fabricada con material virgen (resinas) de primera calidad, de alto peso molecular y no deberá presentar más de 3% de material reprocesado. La geomembrana deberá ser fabricada específicamente como barrera de fluidos en estructuras hidráulicas. La geomembrana deberá ser durable y resistente a la degradación química y por rayos ultravioletas. El fabricante de la geomembrana deberá contar con certificación GAI-LAP para acreditar el cumplimiento de las especificaciones, los valores de las propiedades y los métodos de ensayo correspondientes:

La geomembrana deberá cumplir con las especificaciones técnicas siguientes:

Propiedad	Unidades	Valores Requeridos	Método de Prueba
------------------	-----------------	---------------------------	-------------------------

Espesor nominal			
Espesor mínimo promedio	mm	1.50	ASTM D
Resistencia a la tensión de rotura	mm	1.42	5994
Elongación de rotura	kN/m	42	
Resistencia a la tensión de fluencia	% kN/m	700 24	ASTM D 638 Tipo IV
Elongación a la fluencia	%	13	
Resistencia al desgarre trapezoidal	N N	203 536	ASTM D
Resistencia al punzonamiento	%	2-3	1004
Contenido de negro de humo		Ver nota	ASTM D
Dispersión de negro de humo	g/ml	0.940	4833
Densidad (mínimo promedio)	hr	300	ASTM D
	%	±1	1603/4218
			ASTM D
			5596
			ASTM D
			1505/792
			ASTM D
			5397 (ap.)
			ASTM D
			1204

Nota: La dispersión del negro de humo para 10 diferentes vistas: todas en categorías 1 y 2.

2.4.7.3 Modo de empleo

Almacenaje y manipuleo de la Geomembrana

Antes de proceder a descargar, se debe inspeccionar el equipo de transporte interno para verificar que no dañe el material de revestimiento. También se deberá inspeccionar el área de almacenamiento para verificar que la superficie sea suave, plana y esté libre de piedras y otros objetos que podrían cortar o perforar el revestimiento. El supervisor deberá

inspeccionar la descarga. No es necesario proteger los rollos de la geomembrana de las condiciones climáticas normales.

Inspección del material al pie de la obra

Los rollos o paquetes de material de revestimiento se deberán inspeccionar al pie de la obra. El material se deberá inspeccionar y comparar con las especificaciones del proyecto y con los documentos de compra para asegurar que se ha recibido el material correcto. El material también deberá ser inspeccionado para verificar si sufrió algún daño durante su embarque o descarga. Se deberán inspeccionar también las etiquetas de identificación de los rollos de material y se deberán registrar los números de lote y del rollo para su futura documentación. El número de rollo deberá ser único y se deberá usar para identificar los rollos durante las pruebas de control de calidad (CC) y para determinar qué paneles serán cortados de un rollo en particular.

Plano e Identificación del Panel de Revestimiento (Panel Layout)

Como parte de la planificación inicial del trabajo, los ingenieros deberán preparar un dibujo del plano de panel que muestre como se deberán ensamblar y unir los rollos o paquetes de material de revestimiento para formar el revestimiento final. A cada sección del revestimiento se le deberá asignar un número para futuras referencias.

Ocasionalmente, podría ser necesario cambiar la secuencia de colocación de los paneles; esto se hará sólo con conocimiento del supervisor.

Instalación del Revestimiento

En primer lugar, se deberá realizar una inspección visual de la superficie a ser cubierta para determinar si es apta para ser revestida. La aceptación de la superficie deberá quedar registrada y avalada por el supervisor.

En seguida, las láminas se deberán extender de acuerdo con el panel layout previamente aprobado. A cada panel se le deberá asignar un número de identificación y de referencia en el dibujo del plano, más el número de identificación del rollo del fabricante y la fecha en que se dispuso. A medida que el trabajo avanza, se deberán registrar los detalles de las

dimensiones y el número del rollo del fabricante para cada panel en la forma de registro del panel. El número de rollo identifica el material en cada panel y permite rastrear los informes de pruebas de control de calidad realizados por el fabricante de láminas.

Cuando estén en posición, se deberá revisar que los paneles no presenten daños físicos producidos, ya sea durante la fabricación o durante la instalación que podrían afectar adversamente el rendimiento del revestimiento acabado. Se deberá eliminar y descartar cualquier daño en la capa externa de los rollos que podría afectar el rendimiento. Se deberá registrar todas las áreas reparadas del revestimiento acabado en el dibujo del plano del panel y se deberá informar acerca de los daños y de la reparación.

Costura de montaje

El Instalador de geomembrana presentará al Supervisor, procedimientos detallados para soldar a bajas temperaturas, posiblemente incluyendo lo siguiente:

Pre calentamiento de la geomembrana

Aprovisionamiento de una tienda de campaña u otro dispositivo para prevenir la pérdida de calor durante la operación de soldadura y pérdidas rápidas de calor inmediatamente después de soldar.

Número de ensayos de soldadura para determinar parámetros adecuados de soldadura.

Ningún material de geomembrana debe ser soldado cuando la temperatura del paño será mayor de 75 grados C (170 grados F), medido con un termómetro infrarrojo o termocopla de superficie, a menos que sea previamente aprobado por el Supervisor. Esta aprobación se basará en recomendaciones del fabricante, y con demostración en el campo por el Instalador de geomembrana usando soldaduras de prueba para comprobar que las uniones cumplan con la especificación

La soldadura se efectuará principalmente utilizando equipos automáticos y técnicas de soldadura a fusión. La soldadura con extrusión se utilizará únicamente cuando la soldadura por fusión no es posible, tales como superficies irregulares donde el equipo de fusión no pueda desarrollar la velocidad requerida, penetraciones de tubería, parches, reparaciones, soldaduras cortas (menores al ancho del rollo), uniones en "T". En todo caso será el

Supervisor quien apruebe el método de soldadura de acuerdo a las dificultades en el terreno.

TABLA : PARAMETROS REFERENCIAL DE SOLDADURA

PARAMETRO REFERENCIAL PARA SOLDADURA POR CUÑA CALIENTE				
Fuente: Columbine				
MATERIAL	TEXTURA	ESPESOR	TEMPERATURA	VELOCIDAD
HDPE	Lisa	0.50	350°C	5,4 m/min
HDPE	Lisa	0.75	350°C	5,0 m/min
HDPE	Lisa	1.00	350°C	4,1 m/min
HDPE	Lisa	1.50	370°C	3,2 m/min
HDPE	Lisa	2.00	370°C	2,3 m/min
HDPE	Lisa	2.50	370°C	1,4 - 1,8 m/min
HDPE	Lisa	3.00	370°C	0,9 - 1,4 m/min
HDPE	Texturada	1.00	380 °C	2,4 m/min
HDPE	Texturada	1.50	400°C	2,0 m/min
HDPE	Texturada	2.00	400°C	1,2 m/min
HDPE	Texturada	2.50	400°C	0,75 -1,0 m/min
LLDPE	Lisa	0.50	325°C	5,4 m/min
LLDPE	Lisa	0.75	325°C	5,0 m/min
LLDPE	Lisa	1.00	335°C	4,1 m/min
LLDPE	Lisa	1.50	350°C	2,3 m/min

Nota 1: Esta tabla es aplicable a cuñas de Columbine y Concord.

Nota 2: Los parámetros de soldadura entra la Concord 900 y la Concord 905 son diferentes.

Bocas de pescado y arrugas excesivas en las uniones de soldaduras, serán minimizadas, y cuando sea necesario, serán cortadas en la cresta de las arrugas de regreso al paño, a manera de lograr un traslape plano. El corte se terminará con un “keyhole” (nominal 10 mm (1/2”), para minimizar la propagación de la rotura o grieta). El traslape debe ser posteriormente soldado. El corte tipo “keyhole” será posteriormente parchado con un parche redondo u ovalado del mismo material de geomembrana, extendiéndose un mínimo de 150 mm (6”) más allá del corte, en todas direcciones.

2.4.7.4 Controles

El representante Supervisor deberá ser notificado previo a todo trabajo de prueba o precalificación de soldadura

Soldaduras de prueba para precalificación.

Las soldaduras de prueba serán preparadas y probadas por el instalador de geomembrana para verificar que los parámetros de soldadura (velocidad, temperatura y presión del equipo de soldadura) son adecuados.

Soldaduras de prueba serán efectuadas por cada técnico en soldadura, y probadas de conformidad con ASTM D4437 al inicio de cada período de sellado. Las soldaduras de prueba se efectuarán bajo las mismas condiciones y con el mismo equipo y operador, como las soldaduras de producción. La soldadura de prueba tendrán un largo de aprox. 3.3 metros (10 pies) para soldadura de fusión, y 1 metro (3 pies) para soldadura de extrusión, con la soldadura centrada longitudinalmente. Como mínimo, se harán soldaduras de prueba por cada técnico, una vez cada 4 a 6 horas; ensayos adicionales pueden requerirse si hay cambios significativos en las condiciones ambientales.

Dos especímenes de 25 mm. (1") serán cortados con cortadora de cupones por el Instalador de geomembrana, de cada punta de la soldadura de prueba. Estos especímenes serán probados por el instalador de geomembrana usando un Tensiómetro de campo, probando ambos rieles para prueba de pelado (peel) y tensión (shear). Cada espécimen fallará en el material mismo y no en la soldadura. "Film Tear Bond" (falla F.T.D). Una separación de soldadura igual a o mayor del 10% del ancho de riel, será considerada una soldadura fallada.

Los valores mínimos de resistencia aceptable para soldaduras obtenidas para todos los especímenes probados, se listan en esta sección párrafos más adelante. Los cuatro especímenes deben pasar para que la soldadura de prueba sea aprobada.

Si una soldadura de prueba falla, una soldadura adicional será probada inmediatamente. Si la prueba adicional también falla, el aparato de prueba será rechazado y no utilizado durante pruebas de producción, hasta que las deficiencias hayan sido corregidas, y se haya efectuada una soldadura de prueba exitosa.

Una muestra de cada soldadura de prueba será marcada. La marca indicará la fecha, temperatura de la geomembrana, número de soldadora, técnico que efectuó el ensayo y descripción de que paso o fallo.

Ensayo No-Destructivo para Soldadura de campo

Todas las soldaduras de campo serán ensayadas de forma no-destructiva por el instalador de geomembrana sobre el largo completo de la soldadura antes que las soldaduras sean cubiertas. Cada soldadura será numerada o de alguna manera señalizada. La localización, fecha, unidad de prueba y el nombre del técnico que ejecuta las pruebas y los resultados de todas las pruebas no destructivas deben ser grabadas, y entregadas al Supervisor

Los ensayos deben efectuarse durante el desarrollo de los trabajos de soldadura de campo, y no al finalizar los trabajos, a menos que esta sea acordado previamente con el Supervisor. Todos los defectos encontrados durante los ensayos serán marcados y numerados inmediatamente. Todos los defectos encontrados deben ser reparados, re-ensayados y re-marcados para indicar que el defecto ha sido reparado adecuadamente.

Ensayos no-destructivos se harán utilizando cámara de vacío, equipo de presión de aire, o pruebas de chispa conductivas.

Ensayos no destructivos se realizarán por un técnico experimentado que conoce el uso del equipo mencionado. El instalador de geomembrana debe demostrarle al Supervisor todos los métodos de ensayo para verificar que los procedimientos de ensayo sean válidos.

La soldadura de extrusión será probada por el instalador de geomembrana utilizando la cámara de vacío de conformidad con ASTM D 4437 y ASTM D 5641 con el siguiente equipo y procedimientos:

El equipo para los ensayos de soldadura de extrusión incluirá pero no se limitará a: una unidad de cámara de vacío consistente en una caja rígida, una ventana visora transparente, un empaque suave de hule adherida a la base, un puerto de salida o una unidad de válvula y un manómetro de vacío; una unidad de bomba de vacío equipada con un regulador de presión y conexiones de tubería, una manguera de hule de presión/vacío con sus fittings y conexiones; un recipiente de plástico, una brocha ancha de pintura, y una solución con jabón líquido.

La bomba de vacío estará cargada y el tanque de presión será ajustado a aproximadamente 35 kPa (5 psig).

El instalador de geomembrana debe crear un sello libre de fugas entre el empaque y la superficie de la geomembrana, humedeciendo una tira de geomembrana de aproximadamente 0.3 m (12") por 1.2 m (48") (largo y ancho de la caja) con una solución jabonosa, colocando la caja sobre la superficie humedecida, y luego presionando la caja contra la membrana. El instalador de geomembrana entonces cerrará la válvula de sangrado, abrirá la válvula de vacío, y mantendrá la presión inicial de aproximadamente 35 kPa (5 psig) por aproximadamente 5 segundos. La geomembrana debe ser observada continuamente a través de la ventana visora, para detectar la presencia de burbujas de jabón, lo cual indica una fuga. Si no se ven burbujas después de 5 segundos, el área se considerará libre de fugas. La caja se despresurizará y se le moverá al siguiente área adyacente, con un traslape apropiado, y se repetirá el proceso.

Todas las áreas donde aparezcan burbujas de jabón, serán marcadas, reparadas y luego vueltas a probar.

En aquellas ubicaciones donde no se puedan efectuar pruebas destructivas, como en penetraciones de tubería, se sustituirán ensayos no-destructivos alternos de chispa

Todas las soldaduras que son probadas con cámara de vacío, serán marcadas con la fecha de prueba, nombre del técnico que efectuó la prueba, y los resultados de la misma.

Las soldaduras de doble fusión con un canal incluido, serán probadas por el instalador de geomembrana, por medio de presión de aire, de acuerdo con ASTM D 5820 y ASTM D4437, así como el siguiente equipo y procedimientos:

El equipo para pruebas de soldadura de doble fusión, consistir de, pero no se limitará a: una bomba de aire equipada con manómetro de presión, capaz de generar y sostener una presión de 210 kPa (30 psig), montada sobre una base acolchonada, para proteger la geomembrana; y un manómetro equipado con una aguja hueca y filuda, u otro dispositivo para alimentar presión.

Las actividades de Pruebas, se efectuarán por el instalador de geomembranas. Ambos extremos de la soldadura a ser probada, serán sellados, y una aguja u otro dispositivo aprobado, será insertada en el túnel creado por la soldadura de doble fusión. La bomba de aire se ajustará a una presión de 210 kPa (30 psig), y la válvula cerrada. Se dejarán dos minutos para que el aire inyectado se equilibre dentro del túnel, y se mantendrá la presión durante 5 minutos. Si la pérdida de presión no excede 28 kPa (4 psig) después de este período de 5 minutos, se considerará que la soldadura está libre de fugas. Relajar presión del extremo opuesto, verificando la pérdida de presión en la aguja, para asegurar haber probado la soldadura completa. La aguja u otro dispositivo aprobado para alimentar presión, serán removidos y el agujero de alimentación será sellado.

Si la pérdida de presión excede 28 kPa (4 psi) durante el período de prueba, o no se estabiliza la presión, el área defectiva será ubicada, reparado y vuelto a probar por el instalador de geomembrana.

Los resultados de las pruebas de presión, se anotarán sobre la membrana en el punto de prueba así como en un récord de pruebas de presión.

Pruebas destructivas de campo.

Una muestra para prueba destructiva por 150 mts lineales (500 pies lineales) de largo de soldadura, u otro largo de predeterminado de acuerdo con GRI GM 14, será tomada por el instalador de geomembrana de la ubicación determinada por el representante del Propietario. El Instalador de geomembrana será notificado por adelantado, sobre la ubicación de la muestra. Con el propósito de obtener resultados de pruebas previo a completar la instalación de la geomembrana, se tomarán muestras por el instalador de geomembranas conforme avanzan los trabajos de soldadura, y de conformidad con instrucciones emitidas por el representante del propietario.

Todas las muestras de campo serán marcadas con su número de muestra y número de soldadura. Se registrará el número de muestra, fecha, hora, ubicación y número de soldadura. El instalador de geomembrana reparará todos aquellos agujeros en la

geomembrana, que resulten de obtener muestras de soldadura. Todos los parches serán probados con cámara de vacío o con ensayos de chispa. Si un parche no pudiera ser instalado en forma permanente sobre un agujero de prueba durante el mismo día en que se efectuó la prueba, se instalará un parche por medio de soldadura puntual o soldadura con aire caliente sobre el agujero, hasta que se pueda instalar un parche permanente.

La muestra destructiva tendrá 300 mm (12”) de ancho por 1.00 metro (36”) de largo, con la soldadura centrada longitudinalmente. La muestra será cortada en tres secciones iguales y distribuida como sigue: Una sección se entregará al representante del propietario como muestra de archivo: Una sección al representante del propietario para muestreo de laboratorio de conformidad con lo especificado en el párrafo 5 que sigue abajo; una sección será retenida por el instalador de geomembranas para ensayos de campo según como se especifica en el párrafo 4 abajo.

Para pruebas de campo, el instalador de geomembranas cortará 10 especímenes idénticos de 25 mm (1”) de su muestra. El instalador de geomembranas probará cinco especímenes para hacer pruebas de resistencia a tensión de soldadura y cinco especímenes para pruebas de resistencia a pelado de soldadura. Las pruebas de pelado se efectuarán tanto en la porción interior como la porción exterior de la soldadura. Para que sea aceptable, 4 de 5 especímenes deben pasar los criterios establecidos en la sección 2.02 con menos de 10% de separación. Si 4 de 5 especímenes pasan, la muestra califica para ser probada por un laboratorio de pruebas si fuera requerido.

Si las especificaciones requieren de pruebas independientes de soldadura, estas se efectuarán de acuerdo con ASTM 5820 o ASTM D4437 ó GRI GM 6.

Reportes sobre los exámenes y pruebas serán preparados, y entregados al Supervisor.

Para soldaduras de campo, si falla una prueba de laboratorio, esto se considerará como un indicador de la posible insuficiencia del tramo completo de soldadura del cual se obtuvo la muestra. Tramos de ensayos destructivos adicionales serán tomados por el instalador de geomembrana en ubicaciones indicadas por el Ingeniero, típicamente 3.0 m (10 pies) a

cada lado de la muestra fallada, y se practicarán pruebas de soldadura en laboratorio. Si estas pruebas pasan, se considerará como un indicador de soldadura adecuada. Si las pruebas no pasan, se considerará como un indicador de soldadura inadecuada, y todas las soldaduras representadas por el punto de prueba destructiva serán reparadas por un tramo cobertor de soldadura con soldadura de extrusión en todos los lados del área cubierta. Todas las soldaduras del tramo de cubierta serán probadas con prueba de cámara de vacío, hasta que se compruebe la adecuación de las soldaduras. Tramos cobertores que excedan 50 metros de largo (150 pies), serán probados destructivamente.

Identificación de Defectos:

Los paños y soldaduras serán inspeccionados por el Instalador y el representante del propietario durante y después de su despliegue, para identificar todos los defectos, incluyendo agujeros, ampollas, materia prima no diseminada y señales de contaminación por materias extrañas.

Evaluación de Defectos:

Cada punto sospechoso de la membrana (tanto áreas soldadas como no soldadas), serán probadas por métodos no-destructivos utilizando uno de los métodos descritos anteriormente. Cada punto que no pase las pruebas no-destructivas, será marcado, numerado, medido y notificado diariamente en los planos de "instalación", y subsiguientemente reparado.

Si una muestra destructiva falla el ensayo del laboratorio de campo, el instalador de geomembrana reparará la soldadura entre las dos ubicaciones más cercanas que pasaron en ambos lados de la ubicación de la prueba destructiva que falló.

Soldaduras defectuosas, roturas o agujeros, serán reparados volviendo a efectuar la soldadura o aplicando una tira de parchado con soldadura de extrusión.

Volver a soldar puede consistir de:

-Remover la zona con soldadura defectuosa y volver a soldar el material original utilizando el equipo de soldar original; o

-Volver a soldar por extrusión a lo largo del traslape en la parte exterior del borde de la soldadura, dejado por el proceso de soldadura por fusión.

Ampollas, agujeros mayores, y contaminación por materia extraña, serán reparados por medio de parches y/o pegas de soldadura de extrusión. Cada parche se extenderá un mínimo de 150 mm. (6") más allá de los bordes de los defectos.

Todas las reparaciones serán medidas, ubicadas y anotadas.

Verificación de Reparaciones y Uniones:

Cada reparación será probada por métodos no-destructivos utilizando cámara de vacío o métodos de chispa eléctrica. Las pruebas que pasan la prueba no-destructiva, serán consideradas como prueba de una reparación exitosa. Las pruebas que fallen, serán vueltas a soldar y a probar hasta que resulte una prueba que pasa. El número, fecha, ubicación, técnico y resultado de la prueba de cada parche, serán anotados.

Informes Diarios de Instalación: Al inicio de cada día de trabajo, el Instalador le proveerá al Ingeniero los reportes diarios de todo el trabajo efectuado el día anterior. Estos reportes incluirán lo siguiente:

Cantidad total y ubicación de la geomembrana instalada.

Largo total de las soldaduras completadas, nombre de los técnicos que efectuaron las soldaduras, y número de la unidad de soldar.

Dibujos representando la geomembrana instalado en el día anterior, mostrando número de paños, número de soldaduras, y ubicación de pruebas destructivas y no-destructivas efectuadas.

Resultados de soldaduras de prueba para pre-calificación.

Resultados de pruebas no-destructivas, y resultados de pruebas de vacío efectuadas en reparaciones.

Los resultados de pruebas destructivas serán reportados previo a que se cubra la membrana o dentro de un plazo de 48 horas.

Table 1(b) – Seam Strength and Related Properties of Thermally Bonded Smooth and Textured High Density Polyethylene (HDPE) Geomembranes (S.I. Units)

Geomembrane Nominal Thickness	0.75 mm	1.0 mm	1.25 mm	1.5 mm	2.0 mm	2.5 mm	3.0 mm
Hot Wedge Seams⁽¹⁾							
shear strength ⁽²⁾ , N/25 mm.	250	350	438	525	701	876	1050
shear elongation at break ⁽³⁾ , %	50	50	50	50	50	50	50
peel strength ⁽²⁾ , N/25 mm	197	263	333	398	530	661	793
peel separation, %	25	25	25	25	25	25	25
Extrusion Fillet Seams							
shear strength ⁽²⁾ , N/25 mm	250	350	438	525	701	876	1050
shear elongation at break ⁽³⁾ , %	50	50	50	50	50	50	50
peel strength ⁽²⁾ , N/25 mm	170	225	285	340	455	570	680
peel separation, %	25	25	25	25	25	25	25

Table 1(a) – Seam Strength and Related Properties of Thermally Bonded Smooth and Textured High Density Polyethylene (HDPE) Geomembranes (English Units)

Geomembrane Nominal Thickness	30 mils	40 mils	50 mils	60 mils	80 mils	100 mils	120 mils
Hot Wedge Seams⁽¹⁾							
shear strength ⁽²⁾ , lb/in.	57	80	100	120	160	200	240
shear elongation at break ⁽³⁾ , %	50	50	50	50	50	50	50
peel strength ⁽²⁾ , lb/in.	45	60	76	91	121	151	181
peel separation, %	25	25	25	25	25	25	25
Extrusion Fillet Seams							
shear strength ⁽²⁾ , lb/in.	57	80	100	120	160	200	240
shear elongation at break ⁽³⁾ , %	50	50	50	50	50	50	50
peel strength ⁽²⁾ , lb/in.	39	52	65	78	104	130	156
peel separation, %	25	25	25	25	25	25	25

Notes for Tables 1(a) and 1(b):

1. Also for hot air and ultrasonic seaming methods
2. Value listed for shear and peel strengths are for 4 out of 5 test specimens; the 5th specimen can be as low as 80% of the listed values
3. Elongation measurements should be omitted for field testing

2.4.7.5 Anclaje de la geomembrana

Zanjas de anclaje

Para el anclaje de la geomembrana, se utilizará una zanja perimetral excavada en el terreno y rellena con el mismo material proveniente de dicha excavación; la superficie de apoyo de la zanja de anclaje es uno de los puntos de fijación del revestimiento por lo que debe estar nivelada y compactada, además debe estar libre de afloramientos rocosos, grietas, depresiones y cambios abruptos de pendientes. El Instalador verificará que el borde de entrada de las trincheras de anclaje sea redondeado para minimizar las formas agudas en el material de revestimiento y así evitar que los paneles se encuentren expuestos a una constante fatiga.

2.4.7.6 Medición y bases de pago

La geomembrana deberá ser medida en metros cuadrados contabilizados de las secciones indicadas en los planos y/o de las indicadas por escrito por la Supervisión. Este metrado excluye los traslapes. Las cantidades aceptadas de geomembrana deberán ser pagadas al precio unitario por metro cuadrado indicado en el contrato.

Las cantidades medidas y aceptadas serán pagadas al precio del contrato de la partida indicada. Este precio y pago, constituye compensación total por toda mano de obra, beneficios sociales, equipos propuestos por el contratista para esta partida, materiales, pruebas y por todos los trabajos prescritos en esta especificación. El pago de la partida se realizará por m², según lo ejecutado por el Contratista y de acuerdo al precio unitario pactado en el contrato.

2.4.8 RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO (ZANJA DE ANCLAJE)

Ver ítem 02.01.02

3. CONTRAFUERTE

3.1 PERFILADO Y COMPACTADO

3.1.1 Descripción de la partida

El trabajo comprende el conjunto de actividades de perfilado del talud, nivelación y compactación de la cimentación para el contrafuerte, luego de haber terminado con los trabajos de excavación comprendidos dentro del prisma donde ha de fundarse el contrafuerte estabilizador.

3.1.2 Equipo

El Contratista propondrá, en consideración del Supervisor, los equipos más adecuados para las operaciones por realizar, los cuales no deben producir daños innecesarios al talud del dique existente, así como a la cimentación del contrafuerte; y garantizarán el avance físico de ejecución, según el programa de trabajo, que permita el desarrollo de las etapas constructivas siguientes.

3.1.3 Método de construcción

Antes de iniciar el perfilado del talud aguas abajo del depósito existente, así como la zona de cimentación del contrafuerte, se requiere la aprobación, por parte del Supervisor, de los trabajos de trazo, replanteo, limpieza y excavación para la construcción del contrafuerte.

Al alcanzar el nivel de la cimentación en la excavación, se deberá escarificar en una profundidad mínima de ciento cincuenta milímetros (150 mm), conformar de acuerdo con las pendientes transversales especificadas y compactar, según las exigencias de compactación definidas en las presentes especificaciones.

Si los suelos encontrados a nivel de cimentación están constituidos por suelos inestables, el Supervisor ordenará las modificaciones que corresponden a las instrucciones del párrafo anterior, con el fin de asegurar la estabilidad de cimentación. En este caso el trabajo consiste en la eventual disgregación del material de la cimentación existente, el retiro o adición de materiales, la mezcla, humedecimiento o aireación, compactación y perfilado final de acuerdo con la presente especificación, conforme con las dimensiones, alineamientos y pendientes señalados en los planos del proyecto y las instrucciones del Supervisor.

La cota de cualquier punto de la cimentación conformada y terminada no deberá variar en más de diez milímetros (10mm) con respecto a la cota proyectada.

3.1.4 Aceptación de los trabajos

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- ✓ Comprobar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el Contratista.
- ✓ Verificar la eficiencia y seguridad de los procedimientos adoptados por el Contratista.
- ✓ Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- ✓ Verificar el alineamiento, perfil y sección de las áreas.
- ✓ Verificar la compactación de la cimentación.
- ✓ Medir las áreas de trabajo ejecutado por el Contratista en acuerdo a la presente especificación.
- ✓ Verificar el grado de compactación que en todo momento deberá ser, como mínimo, el noventa y cinco por ciento (95%) de la máxima densidad en el ensayo proctor modificado

El trabajo de perfilado del talud aguas abajo del depósito actual, perfilado, nivelación y compactación de la cimentación, se dará por terminado y aceptado cuando el alineamiento, el perfil, la sección y la compactación de la cimentación estén de acuerdo con los planos del proyecto, con éstas especificaciones y las instrucciones del Supervisor.

3.1.5 Medición

El perfilado del talud aguas abajo, perfilado, nivelación y compactado de la cimentación se medirá en metros cúbicos (m³), de acuerdo a los alineamientos, rasantes y secciones transversales indicadas en los planos y las presentes especificaciones; medida en su posición final. El trabajo contará con la aprobación del Supervisor.

3.1.6 Pago

El pago se efectuará al precio unitario del Contrato por metro cúbico (m³), entendiéndose que dicho pago constituirá compensación total por los trabajos prescritos en esta partida y cubrirá los costos de materiales, mano de obra en trabajos diurnos y nocturnos, herramientas, equipos pesados, transporte y todos los gastos que demande el cumplimiento satisfactorio del contrato, incluyendo los imprevistos.

3.3 ACONDICIONAMIENTO DE EXCEDENTES EN BOTADERO

Ver ítem 02.02.03.

3.4 SUMINISTRO Y COLOCACION DE ARENA GRAVOSA

3.5 SUMINISTRO Y COLOCACION DE GRAVA ARENOSA

3.6 SUMINISTRO Y COLOCACION DE GRAVA

3.6.1 Descripción de la partida.

Esta partida comprende los trabajos de colocación de la arena gravosa, grava arenosa y grava, materiales que forman parte del filtro inverso de acuerdo a los planos de diseño. La función de este filtro inverso es captar las filtraciones aguas abajo del dique existente. El filtro inverso que forma parte del contrafuerte, evitará la migración de finos y por consiguiente el fenómeno de tubificación (erosión interna). Asimismo permitirá drenar las aguas producto de las filtraciones en el talud aguas abajo del dique existente.

El filtro inverso estará conectado a un dren francés ubicado en el pie del contrafuerte. El dren francés en mención, está conformado por un geotextil no tejido de 270 gr/m², que envuelve al dren de grava que a su vez presenta una tubería perforada de HDPE, de 6" de diámetro, envuelta en geotextil no tejido de 270 gr/m².

Finalmente, el dren francés estará conectado a un dren secundario del sistema de drenaje del vaso.

3.6.2 Fuente

Las canteras estudiadas para aportar materiales para filtro se ubican a 0.55 y 2.00 Km. respectivamente del área del proyecto. Estas canteras disponen de volúmenes de arenas gravosas, gravas arenosas y gravas donde estos pueden ser aprovechados instalando una zaranda, para clasificar el material para el filtro.

Deberá ser responsabilidad del Contratista definir áreas de préstamo adecuadas, y planear sus operaciones de préstamo, de manera que el material esté disponible a medida que se requiera para el avance y término de la obra de acuerdo con el programa establecido. Todas las áreas de préstamo deberán tener aprobación de la Supervisión antes de que se permita al Contratista usar dicho material en la construcción del filtro.

El material de filtro consistirá en arenas gravosas, gravas arenosas y gravas, las cuales deben estar constituidas por granos sanos, durables y limpios. La granulometría deberá estar contenida dentro de los husos especificados a fin de garantizar la calidad y el buen funcionamiento de los drenes.

El material debe presentar una granulometría tal, que permita desarrollar una permeabilidad 100 o más veces mayor que la del material del terraplén a proteger, y que también debe impedir la fuga a través de su espesor, de las partículas muy finas del material que protege a fin de evitar tubificaciones.

Por lo tanto para cumplir la primera condición de permeabilidad, las características granulométricas se eligen atendiendo la siguiente relación: (según criterios de Terzaghi y Bertram).

$$\frac{D_{15}(\text{filtro})}{D_{15}(\text{suelo})} \geq 4 \text{ ó } 5$$

Y para cumplir la segunda condición sobre capacidad de retención o de impedir tubificación, la granulometría debe atender la relación:

$$\frac{D_{15} \text{ (filtro)}}{D_{85} \text{ (suelo)}} \leq 4 \text{ ó } 5$$

Adicionalmente la Marina de los EEUU (1971) recomienda la relación

$$\frac{D_{50} \text{ (filtro)}}{D_{50} \text{ (suelo)}} < 25$$

$$\frac{D_{15} \text{ (filtro)}}{D_{15} \text{ (suelo)}} < 40$$

$$\frac{D_{15} \text{ (filtro)}}{D_{15} \text{ (suelo)}} < 40$$

$$\frac{D_{15} \text{ (filtro)}}{D_{15} \text{ (suelo)}} < 40$$

Ello aunado a que además, el filtro no debe tener porcentajes de finos que pasen la malla N° 200 en una proporción mayor de 3 %.

3.6.3 Control de humedad

No se anticipa que la densidad de los materiales de filtro o dren dependa de la humedad; sin embargo, durante la construcción de los rellenos se podrá agregar agua en cantidades suficientes para fines de compactación y densificación.

3.6.4 Colocación y compactación

Para la construcción del filtro inverso se deberá seguir lo descrito en los planos de obra, para lo cual se deberá colocar la arena gravosa, grava arenosa y gravas, de la forma más homogénea y en capas continuas que no excedan los 30 cm. de espesor luego de su compactación.

La obtención de los materiales y su clasificación hecha en cantera deberán permitir un suministro continuo de ellos, a fin de evitar cualquier disminución de la velocidad o interrupción de los trabajos. En todo caso, su disponibilidad debe ser tal que permita hasta 10 días de colocación de materiales al ritmo máximo previsto.

Al momento de compactarlos, se tomarán las medidas necesarias para evitar su contaminación con el material de relleno. Por la misma razón, los camiones de transporte de los materiales deberán cruzar las zonas de drenes solamente por sitios de paso determinados.

Todos los materiales puestos que sean dudosos, debido a presencia de materiales extraños, serán eliminados y reemplazados por otros idóneos a costo del Contratista. La colocación de los drenes, así como la metodología de su producción y transporte, deberá tender a evitar toda segregación por lo cual el material se colocará en estado húmedo.

Con este fin, el Contratista deberá utilizar para su carguío volquetes con tolvas apropiadas que permitan depositar el material de una vez a todo el ancho del filtro en forma de un tapiz continuo. Sin embargo, lo que en general deberá cumplirse en el caso de los drenes, es limitar la altura de caída del material al mínimo.

Para el compactado de los materiales deberá usarse un rodillo liso vibratorio de 02 Tn de peso estático, la Supervisión fijará el número de pasadas y la energía de este último rodillo, después de conocer los resultados obtenidos en los terraplenes de prueba ejecutados por el Contratista. No debiendo ser menor de 6 pasadas del equipo de compactación.

Podrán utilizarse equipos vibratorios manuales para compactar los filtros y las zonas de difícil acceso o donde no sea posible la compactación directa con el rodillo correspondiente. En este caso deberá observarse que el espesor máximo de la capa será 10 cm. suelto, lo cual no construirá costo adicional por este trabajo.

El control de compactación de los filtros se realizará determinando la densidad relativa que nunca será menor de 80%. Este control se efectuará por capas de 0.30 cm de espesor compactadas, en un número mínimo de 03 pruebas, y la granulometría se harán cada 300 m³ de material y/o como lo determine la SUPERVISION.

3.6.5 Controles

Las pruebas a ejecutar deberán alcanzar como mínimo el 80% de su densidad relativa. De esta manera, a partir de los resultados controlados en las pruebas in-situ durante su construcción, se asegurará que las especificaciones técnicas estén siendo cumplidas.

Durante la elevación del cuerpo del terraplén, se deberá tener en cuenta que la colocación del filtro estará siempre por encima del material que conformará el cuerpo de presa, en una capa con respecto a la otra, para evitar que se contamine.

3.6.6 Aceptación de la partida.

La Supervisión dará por aceptado los trabajos siempre que los materiales del filtro inverso colocados por capas, hayan pasado las pruebas de compactación, y el material esté colocado en los lugares especificados en los planos, y además cumpla con las características indicadas.

3.6.7 Medición y forma de pago.

Esta partida se medirá por metro cúbico de volumen conformado y aprobado en campo por la Supervisión.

Las cantidades medidas y aceptadas serán pagadas al precio del contrato de la partida indicada. Este precio y pago, constituye compensación total por toda mano de obra, beneficios sociales, equipos, materiales (explotación en cantera y transporte a obra), y por todos los trabajos prescritos en esta especificación. El pago de la partida se realizará por m³, según lo ejecutado por el Contratista.

3.7 TERRAPLEN CONTRAFUERTE GRAVA LIMOSA

3.7.1 Descripción de la partida

Esta partida se refiere a la ejecución de los rellenos compactados del contrafuerte, con los materiales provenientes de las canteras N°s 4 y 5 ubicadas a 0.55 y 0.50 Km. de distancia respectivamente de distancia de la zona del proyecto. Dichos materiales se clasifican como una grava limosa, la cual se encuentra en estado natural, por lo que el contratista deberá explotar dichas canteras para la obtención del material en la conformación del contrafuerte. Dicha explotación consistirá en la extracción, acumulamiento, zarandeo, homogenizado, carguío, transporte hasta la obra, y todos los trabajos necesarios para la obtención del material para el contrafuerte.

Todos los materiales que se empleen en la construcción del contrafuerte deberán provenir de las canteras indicadas en el estudio; para lo cual deberán estar libres de raíces, materia orgánica, y otros elementos perjudiciales. Su empleo deberá ser autorizado por el Supervisor, quien de ninguna manera permitirá la construcción de terraplenes con materiales de características expansivas.

La Supervisión se reserva el derecho de modificar los límites o ubicaciones de las canteras o áreas de préstamo, dentro de los límites señalados para ellas, a fin de obtener material conveniente y minimizar las operaciones de limpieza y eliminación de sobretamaños. Todos los materiales que se utilicen para conformar el contrafuerte deberán ser comprobados en cuanto a su calidad a través de los ensayos correspondientes o como lo indique la Supervisión.

El Contratista es responsable de la calidad, cantidad suficiente y reserva diaria de los materiales necesarios para la ejecución de las obras.

El Contratista deberá presentar un programa general de construcción del contrafuerte, el cual deberá ser aprobado por la Supervisión.

El contratista deberá proteger el terraplén hasta la terminación y recepción final de toda la obra bajo contrato.

3.7.2 Material

Grava Limosa

El material para el contrafuerte será una grava Limosa con tamaño máximo de partículas de 3", proveniente de las canteras N°s 4 y 5.

El contratista velará porque el material, para la presa, no sea explotado en cantera con granulometría en extremo variable (tamaño máximo 3"). Para evitar ello, el contratista deberá verificar la granulometría del material a ser transportado desde la cantera, definir y ejecutar procedimientos de selección para proporcionar un mejor grado de uniformidad,

eliminando o desechando sectores de la cantera que presenten inadecuados materiales para su uso.

La Supervisión se reserva el derecho de rechazar sectores de cualquier área de préstamo que considere inadecuado para su uso en la conformación del cuerpo de presa. Asimismo se reserva el derecho de exigir al Contratista, ejecute una serie de ensayos granulométricos, con la finalidad de obtener una verificación o mejorar el rango de granulometría con el actualmente propuesto, a fin de ser aprobada por la Supervisión para formalizar su uso y permitir el rápido control durante la fase constructiva.

3.7.3 Control de humedad

Debido a la naturaleza del material, se encontrará que algunos sectores de explotación, dependen del grado de humedad existente para alcanzar el valor de compactación del 95% del Proctor Modificado. Por esta razón, será preciso confiar en los rellenos de prueba para determinar un procedimiento de como proveer agua en forma más correcta, al material para el contrafuerte; con el fin de lograr un máximo beneficio del trabajo de compactación. En general, cuando se requiera aplicar mayor humedad, esta deberá distribuirse uniformemente sobre la superficie total de cada capa del indicado material.

3.7.4 Colocación y compactación

Terraplenes de prueba

Estos terraplenes serán ejecutados para definir el número de pasadas mínimas necesarias del equipo de compactación propuesto por el Contratista, para ser utilizados en los trabajos de compactación del contrafuerte. Dichos ensayos se harán antes de comenzar los trabajos de terraplenado. Los ensayos tienen la finalidad de definir además del número de pasadas las condiciones de extracción y de colocación de los materiales, y el espesor de las capas.

Cuando las características de los materiales cambien de manera manifiesta serán ejecutados nuevos ensayos en otro terraplén, según indique la Supervisión. Para su ejecución, el Contratista deberá suministrar todo el material y los equipos necesarios para ejecutar las pruebas que la Supervisión ordene, ejecutando los ensayos de laboratorio correspondientes,

tales como: contenido de humedad, índice de plasticidad, porcentaje de compactación granulometría,

El método del terraplenado, el contenido de agua y el número de pasadas deberán adecuarse a los resultados de dichos ensayos.

Colocación y compactación del relleno.

a) Colocación.

El Supervisor sólo autorizará la colocación de los materiales en el terraplén cuando el terreno base esté adecuadamente preparado y consolidado de acuerdo a lo indicado en el ítem anterior.

La distribución y granulometría de los materiales en todo el contrafuerte serán tales que en cada uno de los terraplenes no se formen lentes, bolsones o capas de material que difieran sustancialmente en textura, granulometría y humedad del material vecino, debiendo por eso ser convenientemente homogenizado en las canteras.

Se deberá garantizar que las capas presenten adherencia y homogeneidad entre sí, para ello se deberá escarificar la capa base, con un escarificador de 5 a 6 dientes operativos como mínimo.

Será responsabilidad del Contratista asegurar un contenido de humedad que garantice el grado de compactación exigido en todas las capas del cuerpo del terraplén.

Si la superficie de la cimentación preparada o la superficie de cualquier capa compactada está demasiado seca para unirse en forma apropiada con la capa que se va a colocar encima deberá humedecerse y escarificarse hasta la profundidad necesaria para producir una superficie de unión apropiada.

Las zonas que por su reducida extensión, no permitan el empleo del equipo que normalmente se esté utilizando para la compactación, se compactarán con equipos apropiados para el caso, en tal forma que las densidades obtenidas no sean inferiores a las determinadas en esta especificación para la capa del terraplén masivo que se esté compactando.

Los fragmentos de rocas que tengan dimensiones mayores de 3" no se admitirán en el relleno. El contratista deberá retirarlos ya sea en las canteras o después de transportarlos al terraplén y antes de compactarlos.

El material deberá colocarse en capas continuas y horizontales de 30 cm de espesor compactado cuando se empleen equipos pesados. Los espesores para equipos livianos serán previamente autorizados por la Supervisión.

El material del relleno deberá ser obtenido mediante selección y zaranda, para luego ser transportado, colocado, extendido y compactado en tal forma que se evite la segregación.

b) Compactación.

El contenido de agua antes y durante la compactación se distribuirá uniformemente en cada capa de material. En general, la humedad media durante la construcción del terraplén se mantendrá dentro del rango - 1 a + 1% respecto al valor óptimo.

Cuando cada capa de material tenga la humedad necesaria se compactará con el número de pasadas obtenidas del terraplén de prueba hasta alcanzar un grado de compactación del 95% de la máxima densidad del Proctor Modificado y una humedad nunca fuera del rango del 2% ($\pm 1\%$) con respecto al contenido óptimo.

El equipo de compactación recorrerá la capa en el sentido paralelo al eje del contrafuerte, a una velocidad no mayor de 3 Km./hora excepto en las depresiones donde se deberá trabajar con el equipo que permita adaptarse mejor a las condiciones locales e incluso, compactando en el sentido más conveniente.

3.7.5 Control de calidad

El Contratista está obligado a suministrar, instalar y mantener en el lugar de la obra un laboratorio para los ensayos de mecánica de suelos satisfactoriamente equipado a fin de determinar y de verificar las características de los materiales y de la calidad de ejecución de los trabajos.

La Supervisión preparará las hojas que se requieran para los análisis estadísticos de los ensayos de campo y laboratorio.

El Contratista realizará los ensayos necesarios con muestras tomadas de las canteras o del material de relleno. De acuerdo a los resultados, se deberán variar los métodos de explotación, transporte, colocación y compactación a fin de conseguir un relleno que cumpla con los requisitos especificados.

Los resultados del control de la compactación del material de relleno deberán mantenerse siempre en el 95% de la máxima densidad del Proctor modificado. Este control, así como los correspondientes a la granulometría, se llevarán a cabo por cada 1500 m³ de material colocado y/o como lo determine la SUPERVISION, mientras que los controles de densidad in situ y contenido de humedad se efectuarán en cada capa, con 3 ensayos por cada 1000 m³ de material compactado o menos

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- ✓ Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo utilizado por el Contratista.
- ✓ Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados.
- ✓ Exigir el cumplimiento de las medidas de seguridad y mantenimiento de tránsito.
- ✓ Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- ✓ Comprobar que los materiales por emplear cumplan los requisitos de calidad exigidos en la Sección Requisitos de los Materiales.
- ✓ Verificar la compactación de todas las capas del terraplén.

- ✓ Realizar medidas para determinar espesores, levantar perfiles y comprobar la uniformidad de la superficie.

Calidad de los materiales.

De cada procedencia de los suelos empleados para la construcción de terraplenes y para cualquier volumen previsto, se tomarán cuatro (4) muestras y de cada fracción de ellas se determinarán:

- ✓ La Granulometría
- ✓ El límite de consistencia
- ✓ Abrasión.
- ✓ Contenido de materia orgánica.

Los ensayos para los materiales deberán efectuarse siguiendo los procedimientos estandarizados que se indican a continuación:

Ensayo	Procedimiento
Límite líquido	ASTM D-423
Límite plástico	ASTM D-424
Peso específico de sólidos	ASTM D-854
Granulometría por tamices y además por densímetro cuando se tenga alto porcentaje de finos (menor malla No. 200)	ASTM D-422
Humedad natural y de compactación	ASTM D-2216
Proctor modificado	ASTM T-180
Densidad relativa (densidades máxima, mínima)	ASTM D-2049
Densidad natural	ASTM D-1556

Durante la etapa de producción, el Supervisor examinará las descargas de los materiales y ordenará el retiro de aquellas que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo especificado.

Calidad del producto terminado.

Cada capa terminada de terraplén deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las secciones indicadas en los planos y pendientes establecidas.

Los taludes terminados no deberán acusar irregularidades a la vista, los mismos que serán “peinados” manual o mecánicamente (excavadora) de acuerdo a las inclinaciones indicadas en el proyecto.

Talud aguas abajo: 1.5 (H): 1(V)

Ancho de corona: 4.0 m.

Nivel de Corona: 858 msnm

La cota de cualquier capa, conformada, perfilada y compactada, no deberá variar en más de diez milímetros (10 mm) de la cota proyectada.

La colocación de cualquier capa de material, y su conformación, será luego de haberse aprobada la capa inferior, o según indique la Supervisión.

La Supervisión se reserva el derecho de ejercer todos los controles que ella juzgue necesarios para una buena ejecución de los rellenos en cualquier punto y en cualquier época que a su juicio deba hacerse.

El Contratista deberá facilitar estos controles y no podrá presentar ninguna clase de reclamo por las perturbaciones que los controles podrían producir en el normal avance de los trabajos, al igual que cuando la Supervisión tuviera que interrumpir ciertas operaciones en curso.

Al inicio de los trabajos y cada vez que se presenten modificaciones de cualquier orden, se aumentará el ritmo de los ensayos.

Según los resultados de los ensayos de contenido de humedad, de granulometría, de densidad y plasticidad ejecutadas en el sitio y en el laboratorio, la Supervisión podrá ordenar el levantamiento y reemplazo de las partes de los terraplenes encontrados defectuosas y a costo del Contratista.

3.7.6 Medrado y forma de pago

Esta partida se medirá por metro cúbico de volumen conformado en el contrafuerte.

El volumen a pagar será el número de metros cúbicos, medido antes y después de los trabajos que será determinado al término de la actividad de compactación del contrafuerte

Las cantidades medidas y aceptadas serán pagadas al precio del contrato de la partida indicada. Este precio y pago, constituye compensación total por toda mano de obra, beneficios sociales, equipos, materiales (explotación en cantera y transporte a obra), peinado del talud, extendido, escarificado, compactación terraplén de prueba y por todos los trabajos prescritos en esta especificación. El pago de la partida se realizará por m³, según lo ejecutado por el Contratista.

4. VASO DE ALMACENAMIENTO

4.1 EXCAVACION MASIVA EN SUELO CONGLOMERADO

4.1.1 Descripción de la partida

Esta partida comprenderá la ejecución de todos los trabajos necesarios para la excavación masiva en suelo conglomerado para la ampliación del vaso de almacenamiento. Estos trabajos se ejecutarán de acuerdo a lo indicado en los planos y las presentes especificaciones ítem 02.02.01.

4.2 TRANSPORTE DE EXCEDENTES DE EXCAVACION A BOTADERO D = 1 Km.

Ver ítem 02.02.02.

4.3 ACONDICIONAMIENTO DE EXCEDENTES EN BOTADERO

Ver ítem 02.02.03.

4.4 PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONA DE EXCAVACION

4.4.1 Descripción de la partida

El trabajo comprende el conjunto de actividades de perfilado, nivelación y compactación del área ocupada por el vaso, luego de haber terminado con los trabajos de excavación.

4.4.2 Equipo

El Contratista propondrá, en consideración del Supervisor, los equipos más adecuados para las operaciones por realizar, los cuales no deben producir daños innecesarios a la cimentación; y garantizarán el avance físico de ejecución, según el programa de trabajo, que permita el desarrollo de las etapas constructivas siguientes.

4.4.3 Método de construcción

Antes de iniciar el perfilado de la cimentación se requiere la aprobación, por parte del Supervisor, de los trabajos de trazo, replanteo, limpieza y excavación para la ampliación del vaso

Al alcanzar el nivel de la cimentación en la excavación, se deberá escarificar en una profundidad mínima de ciento cincuenta milímetros (150 mm), conformar de acuerdo con las pendientes transversales especificadas y compactar, según las exigencias de compactación definidas en las presentes especificaciones.

Si los suelos encontrados a nivel de cimentación están constituidos por suelos inestables, el Supervisor ordenará las modificaciones que corresponden a las instrucciones del párrafo anterior, con el fin de asegurar la estabilidad de cimentación. En este caso el trabajo consiste en la eventual disgregación del material de la cimentación existente, el retiro o adición de materiales, la mezcla, humedecimiento o aireación, compactación y perfilado final de acuerdo con la presente especificación, conforme con las dimensiones, alineamientos y pendientes señalados en los planos del proyecto y las instrucciones del Supervisor.

La cota de cualquier punto de la cimentación conformada y terminada no deberá variar en más de diez milímetros (10mm) con respecto a la cota proyectada.

4.4.4 Aceptación de los trabajos

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- ✓ Comprobar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el Contratista.
- ✓ Verificar la eficiencia y seguridad de los procedimientos adoptados por el Contratista.
- ✓ Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- ✓ Verificar el alineamiento, perfil y sección de las áreas.
- ✓ Verificar la compactación de la cimentación.
- ✓ Medir las áreas de trabajo ejecutado por el Contratista en acuerdo a la presente especificación.
- ✓ Verificar el grado de compactación que en todo momento deberá ser, como mínimo, el noventa y cinco por ciento (95%) de la máxima densidad en el ensayo proctor modificado

El trabajo de perfilado, nivelación y compactación de la cimentación, se dará por terminado y aceptado cuando el alineamiento, el perfil, la sección y la compactación de la cimentación estén de acuerdo con los planos del proyecto, con éstas especificaciones y las instrucciones del Supervisor.

4.4.5 Medición

El perfilado, nivelación y compactado de la cimentación se medirá en metros cuadrados (m²) de superficie perfilada y compactada de acuerdo a los alineamientos, rasantes y secciones transversales indicadas en los planos y las presentes especificaciones; medida en su posición final. El trabajo contará con la aprobación del Supervisor.

4.4.6 Pago

El pago se efectuará al precio unitario del Contrato por metro cuadrado (m²), entendiéndose que dicho pago constituirá compensación total por los trabajos prescritos en esta partida y cubrirá los costos de materiales, mano de obra en trabajos diurnos y nocturnos, herramientas, equipos pesados, transporte y todos los gastos que demande el cumplimiento satisfactorio del contrato, incluyendo los imprevistos. No se medirán ni se autorizarán pagos para los volúmenes de material colocado, perfilado, nivelado y compactado sobre plataforma excavada en roca.

4.5 RELLENO CON ARENA COMPACTADA PARA PROTECCION DE GEOMEMBRANA

4.5.1 Descripción de la partida

Esta partida comprenderá la ejecución de todos los trabajos necesarios para la ejecución de los rellenos con arena compactada que se colocará como cama de protección de la geomembrana del vaso.

4.5.2 Equipo

El Contratista propondrá, en consideración del Supervisor, los equipos más adecuados para las operaciones por realizar, los cuales no deben producir daños innecesarios a la

cimentación; y garantizarán el avance físico de ejecución, según el programa de trabajo, que permita el desarrollo de las etapas constructivas siguientes.

4.5.3 Aceptación de los trabajos

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- ✓ Comprobar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el Contratista.
- ✓ Verificar la eficiencia y seguridad de los procedimientos adoptados por el Contratista.
- ✓ Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- ✓ Verificar la compactación de la arena
- ✓ Medir las áreas de trabajo ejecutado por el Contratista en acuerdo a la presente especificación.
- ✓ Verificar el grado de compactación que en todo momento deberá ser, como mínimo, el setenta y cinco por ciento (75%) de la densidad relativa.

El trabajo del relleno compactado, se dará por terminado y aceptado cuando el alineamiento, el perfil, la sección y la compactación de la cimentación estén de acuerdo con los planos del proyecto, con éstas especificaciones y las instrucciones del Supervisor.

4.5.4 Medición

El relleno compactado se medirá en metros cúbicos (m³) de material compactado de acuerdo a los alineamientos, rasantes y secciones transversales indicadas en los planos y las presentes especificaciones; medida en su posición final. El trabajo contará con la aprobación del Supervisor.

4.5.5 Pago

El pago se efectuará al precio unitario del Contrato por metro cúbico (m³), entendiéndose que dicho pago constituirá compensación total por los trabajos prescritos en esta partida y cubrirá los costos de materiales, mano de obra en trabajos diurnos y nocturnos, herramientas, equipos pesados, transporte y todos los gastos que demande el cumplimiento

satisfactorio del contrato, incluyendo los imprevistos. No se medirán ni se autorizarán pagos para los volúmenes de material colocado, perfilado, nivelado y compactado sobre plataforma excavada en roca.

4.6 SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOMEMBRANA HDPE e = 1.5 mm

4.6.1 Descripción de la partida

Esta partida comprenderá la provisión del material y la ejecución de todos los trabajos necesarios para la colocación de la geomembrana que impermeabilizará el área ocupada por el vaso. Estos trabajos se ejecutarán de acuerdo a lo indicado en los planos y las presentes especificaciones ítem 02.04.07.

4.7 SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOTEXTIL NO TEJIDO DE 400 gr/m²

4.7.1 Descripción de la partida

Esta partida comprenderá la provisión del material y la ejecución de todos los trabajos necesarios para la colocación del geotextil no tejido de 400 gr/m² que servirá de apoyo de la geomembrana que impermeabilizará el vaso. Estos trabajos se ejecutarán de acuerdo a lo indicado en los planos y las presentes especificaciones ítem 02.04.06.

4.8 EXCAVACION DE ZANJA PARA ANCLAJE

Ver ítem 02.04.05.

4.9 RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO

Ver ítem 02.04.08.

5. PRESA

5.1 EXCAVACION EN SUELO PARA CIMENTACION DE LA PRESA

5.1.1 Descripción de la partida

Esta partida consiste en la excavación y limpieza masiva a tajo abierto de la capa superficial de suelo que no sea encuentre apta para la cimentación del cuerpo de presa, la cual deberá efectuarse con equipo pesado y conforme a posiciones, pendientes y dimensiones mostradas en los planos. En los planos se muestran las líneas de excavación asumidas, pero la excavación final podrá variar con respecto a las líneas mostradas según lo que se encuentre en obra. Quedando a criterio de la Supervisión la ubicación de la línea real de excavación. En caso que se haga necesario o deseable variar los taludes o las dimensiones de la excavación previamente establecida, cualquier aumento o disminución de las cantidades excavadas como resultado de tales cambios, será pagado a los precios unitarios aplicables ofertados.

Los materiales que resulten de la excavación serán transportados fuera de la zona de trabajo y acumulados en las zonas previstas para la eliminación de los escombros; zona definida como Botadero.

El Contratista no tendrá derecho a bonificación alguna por encima de los precios unitarios ofertados, en caso de excavación con presencia del nivel freático, excavaciones selectivas o por colocar materiales en las pilas de reserva y manipularlos desde ellas.

Todo daño a la obra existente debido a las operaciones del Contratista por sobre excavación más allá de las líneas de excavación deberán resanarse a expensas del Contratista.

5.1.2 Modo de ejecución

Para iniciar la excavación o despalme del área de emplazamiento del cuerpo de presa, el Contratista primero deberá proceder a definir el área de trabajo, y luego realizará el levantamiento de las secciones transversales del terreno natural. La excavación se realizará hasta los niveles indicados en los planos o lo indicado por la Supervisión.

La excavación final podrá variar con respecto a lo indicado en los planos, dependiendo directamente del tipo de material a encontrarse en obra, para lo cual el Supervisor será quien defina línea final de excavación.

5.1.3 Controles

El Contratista deberá tomar todas las precauciones posibles y usar los métodos de excavación más adecuados para evitar la excavación fuera de las líneas de excavación indicadas en los planos o según lo ordenado por el Ingeniero Supervisor.

Los derrumbes de masas de material que ocurran fuera de las líneas reales de excavación que no sean imputables al Contratista, deberán ser removidos y los vacíos correspondientes tendrán que rellenarse según lo que el Ingeniero Supervisor ordene.

Cualquier derrumbe o daño a instalaciones existentes que ocurra en el área de la obra y que el Ingeniero Supervisor considere que se deba a negligencia del Contratista, deberá ser reparado por cuenta del mismo.

El Contratista deberá, a criterio del Ingeniero Supervisor, rellenar las cavidades que queden como consecuencia de derrumbes o sobre excavación.

Al término de la excavación masiva del material, se realizará el seccionamiento transversal, para efectos del cálculo del movimiento de tierras.

5.1.4 Aceptación de los trabajos

Se dará por aceptado los trabajos, cuando el Contratista haya ejecutado la excavación masiva hasta los niveles especificados en los planos o lo que haya ordenado la Supervisión.

5.1.5 Medición y forma de pago

El material excavado será medido en metros cúbicos para su pago de acuerdo a las líneas de excavación mostradas en los planos. Dicho pago contemplará el material que realmente sea extraído bajo la dirección de la Supervisión.

El cálculo del material excavado se realizará empleando el método de las áreas medias.

Las cantidades medidas y aceptadas serán pagadas al precio del contrato de la partida indicada. Este precio y pago, constituye compensación total por toda mano de obra, beneficios sociales, equipos propuestos por el contratista para esta partida, materiales, y por todos los trabajos prescritos en esta especificación. El pago de la partida se realizará por m³, según lo ejecutado por el Contratista y de acuerdo al precio unitario pactado en el contrato.

5.2 EXCAVACION EN SUELO PARA CIMENTACION DE LA PRESA

Ver ítem 02.02.02.

5.3 ACONDICIONAMIENTO DE EXCEDENTES EN BOTADERO

Ver ítem 02.02.03.

5.4 PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONA DE EXCAVACION

Ver ítem 04.04.

5.5 CONFORMACION DEL CUERPO DE PRESA CON RELAVE

5.6 CONFORMACION DEL CUERPO DE PRESA CON GRAVA LIMOSA

5.6.1 Descripción de la partida

Esta partida se refiere a la ejecución de los rellenos compactados del cuerpo de la presa, con los materiales provenientes de las canteras N^os 1 y 2 ubicadas a 0.55 Km. de distancia del proyecto. Dichos materiales se clasifican como un limo a limo arcilloso, el cual se encuentra depositado en el antiguo depósito de relaves, por lo que el contratista deberá explotar dichas canteras para la obtención del material en la conformación del talud aguas arriba de la presa. Dicha explotación consistirá en la extracción, acumulamiento, zarandeo,

homogenizado, carguío, transporte hasta la obra, y todos los trabajos necesarios para la obtención del material para el cuerpo de presa correspondiente al talud aguas arriba.

Los materiales que conformarán el cuerpo de la presa pero para el talud aguas abajo, serán provenientes de las canteras N°s 4 y 5 ubicadas a 0.55 y 0.50 Km. de distancia del proyecto. Dichos materiales se clasifican como una grava limosa – arena limosa, los cuales se encuentran depositados en estado natural, por lo que el contratista deberá explotar dichas canteras para la obtención del material en la conformación del talud aguas abajo de la presa. Dicha explotación consistirá en la extracción, acumulamiento, zarandeo, homogenizado, carguío, transporte hasta la obra, y todos los trabajos necesarios para la obtención del material para el cuerpo de presa correspondiente al talud aguas abajo.

Todos los materiales que se empleen en la construcción del cuerpo de presa deberán provenir de las canteras indicadas en el estudio; para lo cual deberán estar libres de raíces, materia orgánica, y otros elementos perjudiciales. Su empleo deberá ser autorizado por el Supervisor, quien de ninguna manera permitirá la construcción de terraplenes con materiales de características expansivas.

La Supervisión se reserva el derecho de modificar los límites o ubicaciones de las canteras o áreas de préstamo, dentro de los límites señalados para ellas, a fin de obtener material conveniente y minimizar las operaciones de limpieza y eliminación de sobretamaños. Todos los materiales que se utilicen para conformar el cuerpo de presa deberán ser comprobados en cuanto a su calidad a través de los ensayos correspondientes o como lo indique la Supervisión.

El Contratista es responsable de la calidad, cantidad suficiente y reserva diaria de los materiales necesarios para la ejecución de las obras.

El Contratista deberá presentar un programa general de construcción de la presa, el cual deberá ser aprobado por la Supervisión.

El contratista deberá proteger el terraplén hasta la terminación y recepción final de toda la obra bajo contrato.

5.6.2 Material

Grava Limosa

El material para la presa, correspondiente al talud aguas abajo, será una grava Limosa con tamaño máximo de partículas de 3", proveniente de las canteras N°s 4 y 5.

El contratista velará porque el material, para la presa, no sea explotado en cantera con granulometría en extremo variable (tamaño máximo 3"). Para evitar ello, el contratista deberá verificar la granulometría del material a ser transportado desde la cantera, definir y ejecutar procedimientos de selección para proporcionar un mejor grado de uniformidad, eliminando o desechando sectores de la cantera que presenten inadecuados materiales para su uso.

La Supervisión se reserva el derecho de rechazar sectores de cualquier área de préstamo que considere inadecuado para su uso en la conformación del cuerpo de presa. Asimismo se reserva el derecho de exigir al Contratista, ejecute una serie de ensayos granulométricos, con la finalidad de obtener una verificación o mejorar el rango de granulometría con el actualmente propuesto, a fin de ser aprobada por la Supervisión para formalizar su uso y permitir el rápido control durante la fase constructiva.

Relaves antiguos

El material para la presa, correspondiente al talud aguas arriba, será un limo arcilloso, proveniente de las canteras N°s 1 y 2.

5.6.3 Control de humedad

Debido a la naturaleza del material, se encontrará que algunos sectores de explotación, dependen del grado de humedad existente para alcanzar el valor de compactación del 95% del Proctor Modificado. Por esta razón, será preciso confiar en los rellenos de prueba para determinar un procedimiento de como proveer agua en forma más correcta, al material para el cuerpo de presa; con el fin de lograr un máximo beneficio del trabajo de compactación. En general, cuando se requiera aplicar mayor humedad, esta deberá distribuirse uniformemente sobre la superficie total de cada capa del indicado material.

5.6.4 Colocación y compactación

Terraplenes de prueba

Estos terraplenes serán ejecutados para definir el número de pasadas mínimas necesarias del equipo de compactación propuesto por el Contratista, para ser utilizados en los trabajos de compactación del cuerpo de la presa. Dichos ensayos se harán antes de comenzar los trabajos de terraplenado. Los ensayos tienen la finalidad de definir además del número de pasadas las condiciones de extracción y de colocación de los materiales, y el espesor de las capas.

Cuando las características de los materiales cambien de manera manifiesta serán ejecutados nuevos ensayos en otro terraplén, según indique la Supervisión. Para su ejecución, el Contratista deberá suministrar todo el material y los equipos necesarios para ejecutar las pruebas que la Supervisión ordene, ejecutando los ensayos de laboratorio correspondientes, tales como: contenido de humedad, índice de plasticidad, porcentaje de compactación granulometría,

El método del terraplenado, el contenido de agua y el número de pasadas deberán adecuarse a los resultados de dichos ensayos.

Colocación y compactación del relleno.

a) Colocación.

El Supervisor sólo autorizará la colocación de los materiales en el terraplén cuando el terreno base esté adecuadamente preparado y consolidado de acuerdo a lo indicado en el ítem anterior.

La distribución y granulometría de los materiales en todo el cuerpo de la presa serán tales que en cada uno de los terraplenes no se formen lentes, bolsones o capas de material que difieran sustancialmente en textura, granulometría y humedad del material vecino, debiendo por eso ser convenientemente homogenizado en las canteras.

Se deberá garantizar que las capas presenten adherencia y homogeneidad entre sí, para ello se deberá escarificar la capa base, con un escarificador de 5 a 6 dientes operativos como mínimo.

Será responsabilidad del Contratista asegurar un contenido de humedad que garantice el grado de compactación exigido en todas las capas del cuerpo del terraplén.

Si la superficie de la cimentación preparada o la superficie de cualquier capa compactada está demasiado seca para unirse en forma apropiada con la capa que se va a colocar encima deberá humedecerse y escarificarse hasta la profundidad necesaria para producir una superficie de unión apropiada.

Las zonas que por su reducida extensión, no permitan el empleo del equipo que normalmente se esté utilizando para la compactación, se compactarán con equipos apropiados para el caso, en tal forma que las densidades obtenidas no sean inferiores a las determinadas en esta especificación para la capa del terraplén masivo que se esté compactando. Los fragmentos de rocas que tengan dimensiones mayores de 3" no se admitirán en el relleno. El contratista deberá retirarlos ya sea en las canteras o después de transportarlos al terraplén y antes de compactarlos.

El material deberá colocarse en capas continuas y horizontales de 30 cm de espesor compactado cuando se empleen equipos pesados. Los espesores para equipos livianos serán previamente autorizados por la Supervisión. El material del relleno deberá ser obtenido mediante selección y zaranda, para luego ser transportado, colocado, extendido y compactado en tal forma que se evite la segregación.

b) Compactación.

El contenido de agua antes y durante la compactación se distribuirá uniformemente en cada capa de material. En general, la humedad media durante la construcción del terraplén se mantendrá dentro del rango - 1 a + 1% respecto al valor óptimo.

Cuando cada capa de material tenga la humedad necesaria se compactará con el número de pasadas obtenidas del terraplén de prueba hasta alcanzar un grado de compactación del 95% de la máxima densidad del Proctor Modificado y una humedad nunca fuera del rango del 2% ($\pm 1\%$) con respecto al contenido óptimo.

El equipo de compactación recorrerá la capa en el sentido paralelo al eje de la presa, a una velocidad no mayor de 3 Km./hora excepto en las depresiones donde se deberá trabajar con el equipo que permita adaptarse mejor a las condiciones locales e incluso, compactando en el sentido más conveniente.

5.6.5 Control de calidad

El Contratista está obligado a suministrar, instalar y mantener en el lugar de la obra un laboratorio para los ensayos de mecánica de suelos satisfactoriamente equipado a fin de determinar y de verificar las características de los materiales y de la calidad de ejecución de los trabajos.

La Supervisión preparará las hojas que se requieran para los análisis estadísticos de los ensayos de campo y laboratorio.

El Contratista realizará los ensayos necesarios con muestras tomadas de las canteras o del material de relleno. De acuerdo a los resultados, se deberán variar los métodos de explotación, transporte, colocación y compactación a fin de conseguir un relleno que cumpla con los requisitos especificados.

Los resultados del control de la compactación del material de relleno deberán mantenerse siempre en el 95% de la máxima densidad del Proctor modificado. Este control, así como los correspondientes a la granulometría, se llevarán a cabo por cada 1500 m³ de material colocado y/o como lo determine la SUPERVISION, mientras que los controles de densidad in situ y contenido de humedad se efectuarán en cada capa, con 3 ensayos por cada 1000 m³ de material compactado o menos

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- ✓ Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo utilizado por el Contratista.
- ✓ Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados.

- ✓ Exigir el cumplimiento de las medidas de seguridad y mantenimiento de tránsito.
- ✓ Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- ✓ Comprobar que los materiales por emplear cumplan los requisitos de calidad exigidos en la Sección Requisitos de los Materiales.
- ✓ Verificar la compactación de todas las capas del terraplén.
- ✓ Realizar medidas para determinar espesores, levantar perfiles y comprobar la uniformidad de la superficie.

Calidad de los materiales.

De cada procedencia de los suelos empleados para la construcción de terraplenes y para cualquier volumen previsto, se tomarán cuatro (4) muestras y de cada fracción de ellas se determinarán:

- ✓ La Granulometría
- ✓ El límite de consistencia
- ✓ Abrasión.
- ✓ Contenido de materia orgánica.

Los ensayos para los materiales deberán efectuarse siguiendo los procedimientos estandarizados que se indican a continuación:

Ensayo	Procedimiento
Límite líquido	ASTM D-423
Límite plástico	ASTM D-424
Peso específico de sólidos	ASTM D-854
Granulometría por tamices y además por densímetro cuando se tenga alto porcentaje de finos (menor malla No. 200)	ASTM D-422
Humedad natural y de compactación	ASTM D-2216
Proctor modificado	ASTM T-180
Densidad relativa (densidades máxima, mínima)	ASTM D-2049
Densidad natural	ASTM D-1556

Durante la etapa de producción, el Supervisor examinará las descargas de los materiales y ordenará el retiro de aquellas que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo especificado.

Calidad del producto terminado.

Cada capa terminada de terraplén deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las secciones indicadas en los planos y pendientes establecidas.

Los taludes terminados no deberán acusar irregularidades a la vista, los mismos que serán “peinados” manual o mecánicamente (excavadora) de acuerdo a las inclinaciones indicadas en el proyecto.

Talud aguas abajo: 1.5 (H): 1(V)

Talud aguas arriba: 1.0 (H): 1(V)

Ancho de corona: 4.0 m.

Nivel de Corona: 854 msnm

La cota de cualquier capa, conformada, perfilada y compactada, no deberá variar en más de diez milímetros (10 mm) de la cota proyectada.

La colocación de cualquier capa de material, y su conformación, será luego de haberse aprobada la capa inferior, o según indique la Supervisión.

La Supervisión se reserva el derecho de ejercer todos los controles que ella juzgue necesarios para una buena ejecución de los rellenos en cualquier punto y en cualquier época que a su juicio deba hacerse.

El Contratista deberá facilitar estos controles y no podrá presentar ninguna clase de reclamo por las perturbaciones que los controles podrían producir en el normal avance de los trabajos, al igual que cuando la Supervisión tuviera que interrumpir ciertas operaciones en curso.

Al inicio de los trabajos y cada vez que se presenten modificaciones de cualquier orden, se aumentará el ritmo de los ensayos.

Según los resultados de los ensayos de contenido de humedad, de granulometría, de densidad y plasticidad ejecutadas en el sitio y en el laboratorio, la Supervisión podrá ordenar el levantamiento y reemplazo de las partes de los terraplenes encontrados defectuosas y a costo del Contratista.

5.6.6 Medrado y forma de pago

Esta partida se medirá por metro cúbico de volumen conformado en el terraplén. El volumen a pagar será el número de metros cúbicos, medido antes y después de los trabajos que será determinado al término de la actividad de compactación del terraplén.

Las cantidades medidas y aceptadas serán pagadas al precio del contrato de la partida indicada. Este precio y pago, constituye compensación total por toda mano de obra, beneficios sociales, equipos, materiales (explotación en cantera y transporte a obra), peinado del talud, extendido, escarificado, compactación terraplén de prueba y por todos los trabajos prescritos en esta especificación. El pago de la partida se realizará por m³, según lo ejecutado por el Contratista.

5.7 CONFORMACION DEL BLANKET FILTRANTE

5.7.1 Descripción de la partida

Esta partida constituye una parte vital y básica respecto a la estabilidad de la Presa y por lo tanto deberá construirse en la forma más adecuada. El blanket se ubicará debajo del cuerpo de presa, y se construirá con arena gravosa, tal como se muestra en los planos del proyecto. La finalidad del material es drenar toda el agua captada por el dren chimenea hacia el dren talón.

5.7.2 Materiales

El material del blanket estará conformado por una arena gravosa que cumpla con los límites de granulometría que se especifican más adelante, en esta sección.

El material de filtro debe presentar una granulometría tal, que permita desarrollar una permeabilidad 100 o más veces mayor que la del material del terraplén a proteger, y también debe impedir la fuga a través de su espesor, de las partículas muy finas del material que protege a fin de evitar tubificaciones.

Por lo tanto para cumplir con la primera condición de permeabilidad, las características granulométricas se eligen atendiendo la siguiente relación: (según criterios de Terzaghi y Bertram).

$$\frac{D_{15}(\text{filtro})}{D_{15}(\text{suelo})} \geq 4 \text{ ó } 5$$

Y para cumplir la segunda condición sobre capacidad de retención o de impedir tubificación, la granulometría debe atender la relación:

$$\frac{D_{15}(\text{filtro})}{D_{85}(\text{suelo})} \leq 4 \text{ ó } 5$$

Adicionalmente la Marina de los EEUU (1971) recomienda la relación

$$\frac{D_{50}(\text{filtro})}{D_{50}(\text{suelo})} < 25$$

$$\frac{D_{15}(\text{filtro})}{D_{15}(\text{suelo})} < 40$$

Ello aunado a que además, el filtro no debe tener porcentajes de finos que pasen la malla N° 200 en una proporción mayor de 3 %.

La granulometría que debe tener el material de arena gravosa del blanket deberá de estar comprendido en el siguiente rango de valores:

TAMICES		RANGO GRANULOMÉTRICO
Nº	Abertura (mm)	% que pasa
3/4 "	19.00	78 - 100
1/2 "	12.70	67 - 80
3/8 "	9.525	65 - 77
1/4 "	6.40	59 - 72
Nº 4	4.750	55 - 68
Nº 10	2.000	42 - 60
Nº 20	0.850	28 - 55
Nº 40	0.425	11 - 49
Nº 60	0.250	5 - 43
Nº 100	0.150	1 - 30
Nº 200	0.075	0 - 2

5.7.3 Modo de ejecución

Para la construcción del blanket se deberá seguir lo descrito en los planos de obra. La obtención de los materiales y su clasificación hecha en cantera deberán permitir un suministro continuo de ellos, a fin de evitar cualquier disminución de la velocidad o interrupción de los trabajos. En todo caso, su disponibilidad debe ser tal que permita hasta 10 días de colocación de materiales al ritmo máximo previsto.

Al momento de compactarlos, se tomarán las medidas necesarias para evitar su contaminación con el material de relleno por efecto de haber usado el mismo equipo de compactación en ambos. Para compactar los drenes, se usará según convenga el mismo rodillo utilizado para compactar el material de relleno o en su defecto solo el rodillo liso vibratorio después de haberlo limpiado convenientemente. Por la misma razón, los camiones de transporte de los materiales deberán cruzar las zonas de drenes solamente por sitios de paso determinados.

Para el compactado de los drenes deberá usarse un rodillo liso vibratorio, la Supervisión fijará el número de pasadas y la energía de este último rodillo, después de conocer los

resultados obtenidos en los terraplenes de prueba ejecutados por el Contratista. Podrán utilizarse equipos vibratorios manuales para compactar los drenes y las zonas de difícil acceso o donde no sea posible la compactación directa con el rodillo correspondiente. En este caso deberá observarse que el espesor máximo de la capa será 10 cm.

El control de compactación de los drenes se realizará determinando la densidad relativa que nunca será menor de 80%. Este control se efectuará por capas de 0.30 m. compactadas, y la granulometría se harán cada 300 m³ de material y/o como lo determine la SUPERVISION.

5.7.4 Controles

Las pruebas a ejecutar deberán alcanzar como mínimo el 80% de su densidad relativa. De esta manera, a partir de los resultados controlados en las pruebas in-situ durante su construcción, se asegurará que las especificaciones técnicas estén siendo cumplidas.

5.7.5 Aceptación de los trabajos

La Supervisión dará por aceptado los trabajos siempre que los materiales de filtro colocados por capas, hayan pasado las pruebas de compactación, y el material esté colocado en los lugares especificados en los planos, y además cumpla con las características indicadas en estas especificaciones técnicas.

5.7.6 Medición y forma de pago

Esta partida se medirá por metro cúbico de volumen conformado y aprobado en campo por la Supervisión.

Las cantidades medidas y aceptadas serán pagadas al precio del contrato de la partida indicada. Este precio y pago, constituye compensación total por toda mano de obra, beneficios sociales, equipos, materiales (explotación en cantera y transporte a obra), y por todos los trabajos prescritos en esta especificación. El pago de la partida se realizará por m³, según lo ejecutado por el Contratista.

5.8 CONFORMACION DEL DREN TIPO CHIMENEA

5.8.1 Descripción de la partida

Esta partida comprende los trabajos de colocación de la arena gravosa como filtro tipo chimenea de la presa. La función de este filtro será captar las aguas de infiltración del material del cuerpo de presa. El dren tipo chimenea será construido en forma paralela con el terraplén con un ancho de 1.0 m y deberá colocarse de acuerdo a lo mostrado en los planos del proyecto.

5.8.2 Fuente

Las canteras estudiadas para aportar materiales para filtro se ubican a 0.55 y 2.00 Km. distantes del proyecto. Estas canteras disponen de volúmenes de arenas gravosas, donde estos pueden ser aprovechados, en caso de instalar una zaranda, para clasificar el material para el filtro.

Deberá ser responsabilidad del Contratista definir áreas de préstamo adecuadas, y planear sus operaciones de préstamo, de manera que el material esté disponible a medida que se requiera para el avance y término de la obra de acuerdo con el programa establecido. Todas las áreas de préstamo deberán tener aprobación de la Supervisión antes de que se permita al Contratista usar dicho material en la construcción del filtro.

El material de filtro consistirá en una arena gravosa, el cual deberá estar constituido por granos sanos, durables y limpios. La granulometría deberá estar contenida dentro de los husos especificados a fin de garantizar la calidad y el buen funcionamiento de los drenes.

El material debe presentar una granulometría tal, que permita desarrollar una permeabilidad 100 o más veces mayor que la del material del terraplén a proteger, y que también debe impedir la fuga a través de su espesor, de las partículas muy finas del material que protege a fin de evitar tubificaciones.

Por lo tanto para cumplir la primera condición de permeabilidad, las características granulométricas se eligen atendiendo la siguiente relación: (según criterios de Terzaghi y Bertram).

$$\frac{D_{15}(\text{filtro})}{D_{15}(\text{suelo})} \geq 4 \text{ ó } 5$$

Y para cumplir la segunda condición sobre capacidad de retención o de impedir tubificación, la granulometría debe atender la relación:

$$\frac{D_{15}(\text{filtro})}{D_{85}(\text{suelo})} \leq 4 \text{ ó } 5$$

Adicionalmente la Marina de los EEUU (1971) recomienda la relación

$$\frac{D_{50}(\text{filtro})}{D_{50}(\text{suelo})} < 25$$

$$\frac{D_{15}(\text{filtro})}{D_{15}(\text{suelo})} < 40$$

Ello aunado a que además, el filtro no debe tener porcentajes de finos que pasen la malla N° 200 en una proporción mayor de 3 %.

La granulometría que debe tener el material areno gravoso del dren deberá de estar en el siguiente rango de valores:

TAMICES		RANGO GRANULOMÉTRICO
Nº	Abertura (mm)	% que pasa
3/4 "	19.00	78 - 100
1/2 "	12.70	67 - 80
3/8 "	9.525	65 - 77
1/4 "	6.40	59 - 72
Nº 4	4.750	55 - 68
Nº 10	2.000	42 - 60
Nº 20	0.850	28 - 55
Nº 40	0.425	11 - 49
Nº 60	0.250	5 - 43
Nº 100	0.150	1 - 30
Nº 200	0.075	0 - 2

5.8.3 Control de humedad

No se anticipa que la densidad de los materiales de filtro o dren dependa de la humedad; sin embargo, durante la construcción de los rellenos se podrá agregar agua en cantidades suficientes para fines de compactación y densificación.

5.8.4 Colocación y compactación

Para la construcción del dren chimenea se deberá seguir lo descrito en los planos de obra, para lo cual se deberá colocar la arena gravosa de la forma más homogénea y en capas continuas que no excedan los 30 cm. de espesor luego de su compactación.

La obtención de los materiales y su clasificación hecha en cantera deberán permitir un suministro continuo de ellos, a fin de evitar cualquier disminución de la velocidad o

interrupción de los trabajos. En todo caso, su disponibilidad debe ser tal que permita hasta 10 días de colocación de materiales al ritmo máximo previsto.

Al momento de compactarlos, se tomarán las medidas necesarias para evitar su contaminación con el material de relleno. Por la misma razón, los camiones de transporte de los materiales deberán cruzar las zonas de drenes solamente por sitios de paso determinados.

Todos los materiales puestos que sean dudosos, debido a presencia de materiales extraños, serán eliminados y reemplazados por otros idóneos a costo del Contratista. La colocación de los drenes, así como la metodología de su producción y transporte, deberá tender a evitar toda segregación por lo cual el material se colocará en estado húmedo.

Con este fin, el Contratista deberá utilizar para su carguío volquetes con tolvas apropiadas que permitan depositar el material de una vez a todo el ancho del dren en forma de un tapiz continuo. Sin embargo, lo que en general deberá cumplirse en el caso de los drenes, es limitar la altura de caída del material al mínimo.

Para el compactado de los drenes deberá usarse un rodillo liso vibratorio de 02 Tn de peso estático, la Supervisión fijará el número de pasadas y la energía de este último rodillo, después de conocer los resultados obtenidos en los terraplenes de prueba ejecutados por el Contratista. No debiendo ser menor de 6 pasadas del equipo de compactación.

Podrán utilizarse equipos vibratorios manuales para compactar los drenes y las zonas de difícil acceso o donde no sea posible la compactación directa con el rodillo correspondiente. En este caso deberá observarse que el espesor máximo de la capa será 10 cm. Suelto, Lo cual no construirá costo adicional por este trabajo.

El control de compactación de los drenes se realizará determinando la densidad relativa que nunca será menor de 80%. Este control se efectuará por capas de 0.30 cm de espesor compactadas, en un número mínimo de 03 pruebas, y la granulometría se harán cada 300 m³ de material y/o como lo determine la SUPERVISION.

5.8.5 Controles

Las pruebas a ejecutar deberán alcanzar como mínimo el 80% de su densidad relativa. De esta manera, a partir de los resultados controlados en las pruebas in-situ durante su construcción, se asegurará que las especificaciones técnicas estén siendo cumplidas.

Durante la elevación del cuerpo del terraplén, se deberá tener en cuenta que la colocación del filtro estará siempre por encima del material que conformará el cuerpo de presa, en una capa con respecto a la otra, para evitar que se contamine.

5.8.6 Aceptación de la partida

La Supervisión dará por aceptado los trabajos siempre que los materiales de filtro colocados por capas, hayan pasado las pruebas de compactación, y el material esté colocado en los lugares especificados en los planos, y además cumpla con las características indicadas.

5.8.7 Medición y forma de pago

Esta partida se medirá por metro cúbico de volumen conformado y aprobado en campo por la Supervisión.

Las cantidades medidas y aceptadas serán pagadas al precio del contrato de la partida indicada. Este precio y pago, constituye compensación total por toda mano de obra, beneficios sociales, equipos, materiales (explotación en cantera y transporte a obra), y por todos los trabajos prescritos en esta especificación. El pago de la partida se realizará por m³, según lo ejecutado por el Contratista.

5.9 CONFORMACION DEL DREN TALON

5.9.1 Descripción de la partida

Esta partida se refiere a los trabajos necesarios para la construcción de un dren al pie del talud aguas abajo del cuerpo de presa (dren talón). Su función será coleccionar las aguas captadas por los drenes chimenea y blanket y conducir las a la poza de almacenamiento. El dren talón tendrá la forma y dimensiones que se indican en el detalle de los planos de

secciones. Las pendientes y longitudes se ejecutarán de acuerdo a lo especificado en los planos. En el dren talón se colocará una tubería corrugada de HDPE perforada de 6" de diámetro envuelta en geotextil. Quien colectara las aguas de infiltración provenientes de los drenes y las conducirá hacia la poza de almacenamiento ubicada aguas abajo de la presa.

5.9.2 Materiales

Los materiales utilizados para la conformación del dren talón consisten en grava hasta 2", arena seleccionada, tubería HDPE corrugada de 6" perforada y geotextil de 270 gr/m², cuyas características se indican en los ítems 02.01.01, 02.01.03 y 02.02.05.

5.9.3 Método de construcción

La tubería deberán colocarse siguiendo las cotas y pendientes indicadas en los planos, sobre una cama de arena seleccionada de 0.20 m de espesor. Para luego colocar sobre ella, el relleno que cubrirá la tubería; la cual consistirá de una grava hasta 2". La tubería previamente a su colocación deberá ser envuelta en un geotextil del tipo no tejido de 270 gr/m², y los traslapes del geotextil deberán ser cosidos, con una longitud mínima de 10 cm. La unión entre las tuberías de polietileno de alta densidad, se ejecutará siguiendo los procedimientos de instalación y unión que especifique el fabricante, pudiendo realizarse por unión con anillos de jebe, por coplas o por termofusión.

El relleno se colocará hasta la mitad de la tubería para compactarlo paralelamente a ambos costados, para luego proceder a rellenar y compactar hasta alcanzar las dimensiones especificadas en los planos.

La calidad del material de relleno y su compactado en capas requiere ser no menor del 80 % de la densidad relativa del material para proveer larga duración, resistencia ante el esfuerzo de servicio y soporte lateral contra la deflexión de la tubería.

Debe cuidarse que la tubería no se apoye sobre piedras para que no se generen cargas puntuales en la tubería. No se permitirá que piedras mayores a 3" entren en contacto con la tubería.

5.9.4 Medición y bases de pago

La unidad de medida será el metro lineal, de dren talón colocado y aprobado por la Supervisión, que incluye la envoltura con geotextil de la tubería y la zanja trapezoidal, el relleno compactado con arena gravosa, la cama de apoyo de la tubería, y el tendido de la tubería a lo largo del dren talón.

Las cantidades medidas y aceptadas serán pagadas al precio del contrato de la partida indicada. Este precio y pago, constituye compensación total por toda mano de obra, beneficios sociales, equipos, materiales, herramientas, selección, extracción, carguío y transporte del material desde la cantera hasta el lugar de colocación en obra, perfilado y compactado de la superficie de apoyo e imprevistos necesarios para completar la partida a entera satisfacción del Supervisor. El pago de la partida se realizará por metro lineal, según lo ejecutado por el Contratista.