

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES DE  
RELLENO EN LA PRESA DE RELAVES PALLANCATA - AYACUCHO**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**Para optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO CIVIL**

**CARLOS ALBERTO RIVAS ZEVALLOS**

**Lima- Perú**

**2013**

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b>	<b>3</b>
<b>LISTA DE CUADROS</b>	<b>4</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>5</b>
<b>LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS</b>	<b>6</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>7</b>
<b>CAPITULO I: ESTADO DEL ARTE – ANTECEDENTES.....</b>	<b>8</b>
<b>CAPITULO II: CONCEPTOS DE CALIDAD Y MECÁNICA DE SUELOS .....</b>	<b>10</b>
<b>2.1 CONCEPTOS DE CALIDAD .....</b>	<b>10</b>
2.1.1 Definición de Calidad .....	10
2.1.2 Gestión y Ventajas de la Calidad .....	10
2.1.3 Tipos de Calidad y Costos de la No Calidad .....	11
2.1.4 Procedimientos de control de calidad .....	11
<b>2.2 CONCEPTOS DE MECÁNICA DE SUELOS .....</b>	<b>14</b>
2.2.1 Compactación de Suelos .....	14
2.2.2 Permeabilidad de Suelos .....	15
2.2.3 Límites de Consistencia .....	16
<b>CAPITULO III: USO DE LOS PROCEDIMIENTOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES DE RELLENO EN LA PRESA DE RELAVES PALLANCATA</b>	
<b>18</b>	
<b>3.1 TOMA E IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS.....</b>	<b>18</b>
3.1.1 Toma de muestras.....	18
3.1.2 Identificación de muestras .....	18
<b>3.2 REPORTES DE OBRA.....</b>	<b>19</b>
3.2.1 Reportes diarios.....	19
3.2.2 Reportes semanales .....	20
3.2.3 Reportes mensuales .....	26
<b>3.3 FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD.....</b>	<b>27</b>
3.3.1 Formatos de Laboratorio.....	27
3.3.2 Formatos de aprobación de trabajos.....	27
<b>3.4 CONTROL Y FRECUENCIA DE ENSAYOS.....</b>	<b>27</b>
<b>3.5 EQUIPOS PARA PRUEBAS.....</b>	<b>29</b>
<b>3.6 PROCEDIMIENTOS DE APROBACIÓN DE TRABAJOS .....</b>	<b>30</b>

3.6.1	Procedimiento para los Ensayos de Laboratorio y Campo .....	30
3.6.2	Aprobación de trabajos .....	37
<b>CAPITULO IV: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DE CALIDAD .....</b>		<b>44</b>
4.1	ANÁLISIS DEL CONTROL Y FRECUENCIAS DE ENSAYOS.....	44
4.2	ANÁLISIS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO.....	45
4.1	ANÁLISIS DE LA APROBACIÓN DE TRABAJOS .....	47
<b>CAPITULO V: APLICACIÓN EN LA PRESA DE RELAVES PALLANCATA</b>		<b>50</b>
5.1	CONFORMACIÓN Y COLOCACIÓN DEL MATERIAL TIPO 1 .....	50
5.2	CONFORMACIÓN Y COLOCACIÓN DEL MATERIAL TIPO 2 .....	52
5.3	CONFORMACIÓN Y COLOCACIÓN DEL MATERIAL TIPO 3 .....	52
5.4	CONFORMACIÓN Y COLOCACIÓN DEL MATERIAL TIPO 5 .....	53
5.5	CONFORMACIÓN Y COLOCACIÓN DEL MATERIAL TIPO 6 .....	53
5.6	CONFORMACIÓN Y COLOCACIÓN DEL MATERIAL TIPO 7 .....	54
5.7	CONFORMACIÓN Y COLOCACIÓN DEL MATERIAL TIPO 8 .....	55
5.8	PROBLEMAS ENCONTRADOS EN LOS ENSAYOS.....	55
<b>CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>		<b>57</b>
6.1	CONCLUSIONES.....	57
6.2	RECOMENDACIONES.....	58

## **BIBLIOGRAFIA**

## **ANEXOS**

ANEXO A: FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD

ANEXO B: ENSAYOS DE MATERIALES

ANEXO C: PANEL FOTOGRÁFICO

ANEXO D: PLANOS

## RESUMEN

El trabajo está enfocado a presentar de manera secuencial los procedimientos utilizados para el control de calidad de los materiales de relleno empleados en la construcción de la Presa de Relaves Pallancata-Ayacucho.

En la construcción de dicha presa se utilizaron siete tipos de relleno para las distintas estructuras siendo la grava arcillosa y el enrocado (enrocado grueso y enrocado fino) los que se emplearon en mayor cantidad como elementos de soporte en el dique principal de la presa, el enrocado de protección se empleó en un dique secundario llamado Patococha, la grava limpia fue utilizado como material de filtro en los subdrenajes principales y secundarios de la obra.

Otro de los materiales de relleno fue el que se usó en las carpetas de rodadura del dique principal de la presa y del dique Patococha y en el acceso hacia el canal de derivación de la presa; por último el material producto del corte de excavación de la presa fue empleado como relleno en la construcción de las plataformas de los canales de derivación, en las zanjas de anclaje y en todo relleno no estructural.

Todos estos materiales de relleno que se colocaron en obra aprobaron el control de calidad cumpliendo y superando los valores mínimos exigidos en los ensayos de laboratorio y de campo indicados tanto en los planos como en las especificaciones técnicas, tales ensayos se ejecutaron de acuerdo a la normas ASTM.

Se presenta también en este informe cómo es que estos materiales fueron colocados en obra, describiendo los problemas y las particularidades que presentaron cada uno de ellos indicando las soluciones y las recomendaciones del caso.

El presente trabajo servirá para ser utilizado como referencia en el control de calidad de materiales de relleno ya sea en la construcción de una presa, en la construcción de una carretera o cualquier otra obra donde se requiera colocar determinado tipo de relleno.



## LISTA DE FIGURAS

Figura N° 2.1.- Curva de compactación	14
Figura N° 3.1.- Etiqueta de muestreo de cantera de suelos	18
Figura N° 5.1.-Conformación y colocación del material tipo 1	50
Figura N° 5.2.-Engrampes de las capas de relleno	51
Figura N° 5.3.-Contacto de material tipo 1 y tipo 2	52
Figura N° 5.4.-Colocación de material tipo 6	54

## LISTA DE CUADROS

Cuadro N°2.1.- Clasificación de los suelos según la permeabilidad “k”	15
Cuadro N°2.2.- Descripción de suelos según su consistencia	16
Cuadro N°2.3.- Característica de los suelos según el índice plástico	17
Cuadro N°3.1.- Reporte diario de calidad	19
Cuadro N°3.2.-Resumen de ensayos del material tipo 1	20
Cuadro N°3.3.-Resumen de ensayos del material tipo 2	21
Cuadro N°3.4.-Resumen de ensayos para material tipo 3	22
Cuadro N°3.5.-Resumen de ensayos del material tipo 5	23
Cuadro N°3.6.-Resumen de ensayos del material tipo 6	23
Cuadro N°3.7.-Resumen de ensayos del material tipo 7	24
Cuadro N°3.8.-Resumen de ensayos del material tipo 8	24
Cuadro N°3.9.-Informe semanal de calidad	25
Cuadro N°3.10.- Índice de Dossier de Calidad	26
Cuadro N°3.11.- Formatos de ensayos de laboratorio	27
Cuadro N°3.12.-Formatos de aprobaciones de Campo	27
Cuadro N°3.13- Ensayos a realizarse por tipo de material	28
Cuadro N°3.14- Frecuencia de ensayos	28
Cuadro N°3.15.- Ensayos de Proctor y Peso específico - MT1	30
Cuadro N°3.16.- Ensayo Límites de consistencia - MT1	31
Cuadro N°3.17.- Ensayos de Permeabilidad - MT1	33
Cuadro N°3.18.-Ensayos de Análisis Granulométrico - MT2	33
Cuadro N°3.19.-Ensayos de Reemplazo de Agua - MT2	34
Cuadro N°3.20.-Ensayos de Granulometría - MT3	34
Cuadro N°3.21.-Ensayos de Reemplazo de Agua - MT3	34
Cuadro N°3.22.-Ensayos de Durabilidad y Abrasión - MT3	34
Cuadro N°3.23.-Ensayos de Análisis Granulométrico - MT5	35
Cuadro N°3.24.-Ensayo de Análisis Granulométrico - MT6	35
Cuadro N°3.25.-Ensayo Proctor y Peso Específico - MT7	35
Cuadro N°3.26.-Ensayo Proctor y Peso específico - MT8	36
Cuadro N°3.27.-Límites de Consistencia - MT8	36

## LISTA DE SIMBOLOS Y SIGLAS

ASTM:	American Society for Testing and Materials
G.C. :	Grado de compactación
IP :	Índice de plasticidad
LL :	Límite Líquido
LP :	Límite Plástico
LR :	Límite de Retracción
MDS :	Máxima Densidad Seca
MT1 :	Material tipo 1
MT2 :	Material tipo 2
MT3 :	Material tipo 3
MT5 :	Material tipo 5
MT6 :	Material tipo 6
MT7 :	Material tipo 7
MT8 :	Material tipo 8
OCH :	Óptimo Contenido de Humedad
PR :	Presa de relaves
RT1 :	Relleno tipo 1
tn :	toneladas
Yd :	Densidad seca del suelo
Ymáx:	Máxima densidad seca obtenida en el laboratorio

## INTRODUCCIÓN

La calidad en un proyecto de construcción es de suma importancia para garantizar que el trabajo realizado esté en concordancia con los planos y especificaciones técnicas del proyecto.

Dentro de las construcciones civiles en la industria minera se encuentran las presas de relaves; los materiales de relleno utilizados para la construcción de estas presas tienen alta importancia ya que forman parte de la estructura principal y se requiere que estos cumplan con los estándares de calidad que cada vez son más exigentes dentro de la minería.

Por tal razón, este trabajo tiene como objetivo establecer los procedimientos de control de calidad para los materiales de relleno, con dichos procedimientos se van a cumplir las especificaciones técnicas tal que garantice la funcionalidad y durabilidad de los componentes que forman parte de la construcción de una presa.

Para la elaboración de este trabajo se han desarrollado seis capítulos que se describen a continuación:

En el primer capítulo se proporciona información acerca del estado del arte y los antecedentes referidos al tema.

En el segundo capítulo se describe la teoría de calidad y mecánica de suelos que se han utilizado para realizar este informe.

El tercer capítulo muestra la secuencia para el control de calidad de los materiales de relleno en la construcción de la presa de relaves.

El cuarto capítulo muestra el análisis realizado de los resultados de los procedimientos de control de calidad.

En el quinto capítulo se muestra la aplicación en la Presa de Relaves Pallancata, donde se indicarán los problemas encontrados y cómo se dio solución a estos.

Por último en el sexto capítulo se dan a conocer las conclusiones y recomendaciones propias de lo realizado en el presente trabajo.

## **CAPITULO I: ESTADO DEL ARTE – ANTECEDENTES**

Las construcciones civiles para la industria minera en la actualidad en el Perú se están ejecutando en mayor cantidad ya sea por la aparición de nuevas minas o ampliación de las existentes.

Dentro de las construcciones civiles en una mina, se encuentran las presas de relaves, las cuales están contempladas en su programa medioambiental para depósito de sus relaves.

Proyectos como el Depósito de Relaves Pichita Caluga ubicado en la provincia de San Ramón Chanchamayo-Junín en el cual se construyó un dique de arranque con material del tipo grava arcillosa con limo se realizó el control de calidad de las capas de relleno exigiendo un grado de compactación del 95% del Proctor estándar.

Por otro lado, Compañía Minera Suyamarca encarga realizar la construcción de la Presa de Relaves Pallancata, ubicada en la comunidad de Pallancata, departamento de Ayacucho a una altitud de 4580 m.s.n.m.; dicho proyecto comprende el movimiento de tierras, instrumentación geotécnica, sistemas de drenaje, construcción de canales, impermeabilización y otros.

Los componentes de la construcción de esta presa de relaves son el dique principal constituido por materiales de relleno compactados (presa mixta de material arcilloso y rocas), el dique Patococha (dique utilizado para desvío de las aguas de la Laguna Patococha ubicada aguas arriba de la presa), la poza colectora de filtraciones ubicada aguas debajo de la presa, sistemas de subdrenajes, canales de coronación de mampostería de piedra revestida con concreto, botaderos de desmonte y material orgánico, el depósito de relaves y por último los accesos.

Dentro de las actividades correspondientes al movimiento de tierras está la conformación y colocación de materiales de relleno. En este proyecto se utilizaron siete tipos de materiales de relleno en las distintas construcciones que formaron parte de la presa, se denominó material tipo 1 a la grava arcillosa y se empleó en la construcción del dique principal de la presa, en el dique Patococha, en las zanjas de anclaje, en las zanjas de subdrenaje y en la poza de filtraciones; al enrocado fino se le nombró material tipo 2 y se utilizó en el dique

principal y en el dique Patococha; al enrocado grueso se le llamó material tipo 3 y se utilizó en el dique principal de la presa y los diques ubicados en los botaderos. Al material tipo 5 se le denominó Rip Rap y se usó en el dique Patococha como enrocado de protección; el material tipo 6 se utilizó en los sistemas de subdrenaje como filtro; el material tipo 7 se utilizó para las carpetas de rodadura y el material tipo 8 se utilizó en las plataformas de los canales de derivación y en el relleno de zanja de anclaje.

Los materiales tipo 2, tipo 3 y tipo 5 fueron extraídos de la Cantera de Roca 1 y Cantera de roca Selene, la Cantera de Suelos con una potencia de 600 000 m<sup>3</sup> proporcionó la grava arcillosa es decir el material tipo 1, la Cantera de Roca 2 se utilizó para extraer material a usar en la carpeta de rodadura de los diques y el acceso hacia los canales de derivación, el filtro se obtuvo de la Cantera Aniso ubicada fuera de la instalación minera y el material tipo 8 fue obtenido del corte producto de excavación de la presa.

Para el correcto funcionamiento de esta presa de relaves se deberá contar principalmente con un buen diseño y una buena construcción de la misma, por lo que la minería exige altos estándares para quien sea el encargado de realizar la construcción, como parte de estos estándares se encuentran los programas de control de calidad los cuales serán implementados por el constructor.

El cliente exigirá entre otros documentos antes del inicio de obra el plan de calidad de movimiento de tierras en el cual se indicarán los parámetros a controlar de los materiales de relleno.

Si bien existen los programas de control de calidad, estos en la práctica no son aplicados rigurosamente o se le da poca importancia, así se tiene que el procedimiento de trabajo o un ensayo que se aplica a un material no siempre son ejecutados, de ahí la elaboración de este informe para cumplir con las especificaciones técnicas de un proyecto.

## CAPITULO II: CONCEPTOS DE CALIDAD Y MECÁNICA DE SUELOS

### 2.1 CONCEPTOS DE CALIDAD

#### 2.1.1 Definición de Calidad

La calidad consiste en entregar al cliente un producto o servicio que cumpla con los requisitos, características o especificaciones que este ha solicitado, de tal forma de satisfacerlo o cumplir sus expectativas.

Otra definición según la Norma ISO 9000 indica que la calidad es el grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos.

#### 2.1.2 Gestión y Ventajas de la Calidad

La gestión de la calidad agrupa tres funciones importantes: la planificación, el aseguramiento y el control de la calidad.

**Planificación:** consiste en desarrollar un plan de gestión de calidad en el cual se indicarán la política de calidad, la organización, las responsabilidades, los procedimientos y recursos que se utilizarán para implementar este plan.

**Aseguramiento de la calidad:** en un sistema planificado de actividades que proporciona al cliente la seguridad de que un producto o servicio ha sido realizado de acuerdo a las especificaciones técnicas. El aseguramiento de la calidad es ejecutada generalmente por la supervisión del proyecto.

**Control de calidad:** se refiere a los ensayos, observaciones y actividades relacionadas que se realizan en un proyecto con el fin de cumplir con las especificaciones técnicas, el control de calidad es función de quien va ejecutar el proyecto.

#### Ventajas de los sistemas de calidad

Entre las principales ventajas de los sistemas de calidad se tiene:

- Mejora de los procesos de construcción.
- Especialización del personal en trabajos específicos.
- Reducción de costos al no rehacer trabajos.
- Incremento de la calidad del producto o servicio ofrecido.
- Expansión hacia nuevos mercados.

-Mejora de la eficiencia de proveedores y subcontratistas.

-Mejora continua de los procesos.

### 2.1.3 Tipos de Calidad y Costos de la No Calidad

#### Tipos de Calidad:

**Calidad deseada por el cliente:** son aquellas necesidades implícitas o explícitas del cliente, son las expectativas que tiene el cliente de su producto final y que deberían verse plasmados en el proyecto.

**Calidad programada:** Es la calidad implícita y explícita descrita en los documentos del proyecto y el expediente técnico.

**Calidad conseguida:** Es el nivel de calidad alcanzado al culminar el proyecto, y dependerá del trabajo del contratista y el supervisor.

#### Costos de la No calidad

Los costos de la no calidad son aquellos gastos innecesarios relacionados a trabajos mal realizados, trabajos reparados o trabajos que se hicieron de nuevo debido a que en una primera oportunidad no se realizaron correctamente.

### 2.1.4 Procedimientos de control de calidad

Se presentan a continuación los procedimientos para el control de calidad:

#### 2.1.4.1 Procedimiento para la toma e identificación de muestras

La toma e identificación de muestras se realizará tal como se describe a continuación:

**Toma de muestras:** la muestra será extraído de la cantera o pila de acopio realizando una calicata o retirando material acopiado, en el laboratorio se procederá a realizar un trabajo consistente en cuarteos. Se tomará en cuenta también evitar la segregación del material y la contaminación con material orgánico o elementos indeseados.

**Identificación de muestras:** se realizará la recolección del material de tal forma que no se permita la pérdida de material fino como los sacos de polipropileno, debe evitarse derramar material durante su transporte. Las muestras deben



estar etiquetados para ser llevados al laboratorio, debe estar identificado con las siguientes características:

- Nombre de la obra.
- Fecha y hora de muestreo.
- Tipo de material (depende del análisis a realizar).
- Código de muestra. Se codificará de la siguiente manera: PR/RT1- 001 A

Donde:

PR: Presa de relaves (colocar iniciales de la obra)

RT1: Relleno tipo 1 (nombre del material a ensayar).

001: Número correlativo de muestra. Si se toman varias muestras del mismo acopio de material, se colocará las letras A, B, C por cada muestra adicional respectivamente.

- Coordenadas, profundidad, elevación, o ambas.
- Ubicación de la muestra.
- Nombre o iniciales del técnico que toma la muestra.
- Ensayos que se realizarán con las muestras.
- Observaciones adicionales.

Todas las muestras que se ensayen deberán ser registradas. Este registro contendrá la información y el resultado de la muestra, se colocará una vez que el laboratorio informe del mismo.

#### **2.1.4.2 Reportes de obra**

Los reportes de obra son documentos donde se indican las actividades de control de calidad que se realizan en la obra, los reportes pueden ser diarios, semanales y mensuales y deben ser entregados al supervisor de obra.

#### **2.1.4.3 Formatos de control de calidad**

Los formatos de control de calidad o protocolos de aprobación son documentos en el cual se garantiza que un trabajo se ha realizado de acuerdo a lo indicado en las especificaciones técnicas, estos serán realizados en coordinación con el cliente. Los protocolos de aprobación contendrán los requisitos que tienen que cumplir determinada actividad que están indicados en los planos y especificaciones técnicas para ser visados durante una inspección.

#### **2.1.4.4 Controles y frecuencias de ensayos**

El control está referido a los ensayos que deben realizarse para un determinado material ya sea ensayo de granulometría, permeabilidad, etc. La frecuencia de ensayos indica cada cuanta cantidad de material se va realizar determinado ensayo. El control y la frecuencia de ensayos serán de acuerdo a lo indicado en las especificaciones técnicas.

#### **2.1.4.5 Equipos**

Los equipos que se usarán serán los necesarios para realizar los ensayos de laboratorio y de campo indicado en las especificaciones técnicas. Los equipos deben estar en buenas condiciones y contar con certificado de calibración.

#### **2.1.4.6 Procedimientos para las inspecciones y/o aprobaciones**

El personal de control de calidad aprobará la calidad y/o condición de los materiales para su uso así como los trabajos y procedimientos antes de que el subsiguiente trabajo tenga a lugar. Se seguirá el siguiente procedimiento:

-Cuando se tiene un trabajo culminado o se va hacer uno nuevo, el supervisor de construcción avisa al supervisor de control de calidad para realizar la inspección requerida.

-El personal de control de calidad ejecutará los ensayos, pruebas e inspección que requiere ese trabajo.

-Los resultados de los ensayos, pruebas e inspección se informará al supervisor de obra para su verificación haciéndole llegar los protocolos de aprobación.

-El supervisor de obra dará paso a continuar o rehacer los trabajos de acuerdo a los resultados obtenidos de las pruebas, ensayos e inspección; si todo está correcto se culmina la inspección y se firma el protocolo de aprobación del trabajo.

#### **Procedimientos para ensayos de laboratorio y campo**

Los ensayos serán realizados por el técnico de laboratorio, los resultados serán entregados al supervisor de control de calidad para la revisión, en caso que exista un error de cálculo, se volverá a hacer el ensayo o se reinstruirá si es necesario sobre el procedimiento. Una vez aprobado por el supervisor de control

de calidad los ensayos son entregados al supervisor del proyecto para conocimiento y aprobación.

## 2.2 CONCEPTOS DE MECÁNICA DE SUELOS

### 2.2.1 Compactación de Suelos

La compactación de un suelo es el proceso mediante el cual se reduce el volumen del suelo debido a la expulsión de aire que forma parte de este reduciéndose los vacíos del suelo. Generalmente este proceso es realizado por medios mecánicos.

El objetivo es mejorar las propiedades del suelo de tal forma que este se comporte adecuadamente a lo largo de la vida útil de la obra en que sea utilizado.

#### Curva de compactación

La curva de compactación es un gráfico que relaciona la densidad seca con el contenido de humedad de un suelo, el fin de esta curva es obtener la máxima densidad seca (MDS) al cual le corresponde un óptimo contenido de humedad (OCH), ver figura N°2.1

Esta curva es obtenida en el laboratorio a través del ensayo de Proctor, el valor de MDS obtenido servirá para comparar el grado de compactación del suelo.

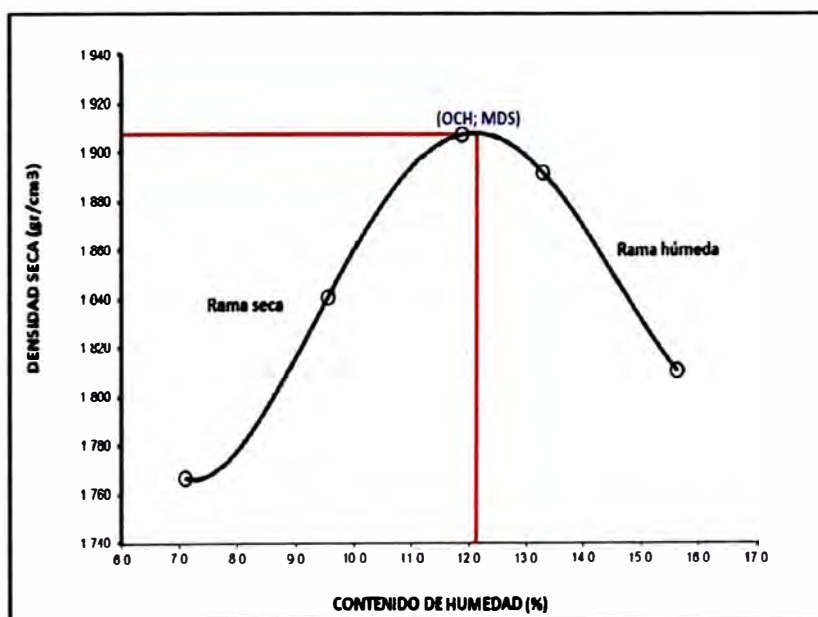


Figura N° 2.1.- Curva de compactación

## Grado de compactación

El grado de compactación de un suelo sirve para medir la calidad del proceso de compactación de un suelo, se mide a partir de la densidad seca obtenida en campo comparada con la máxima densidad obtenida en el laboratorio, es expresada en porcentaje.

$$G.C.(%)=(Y_d/Y_{m\acute{a}x})\times 100$$

Donde:

G.C.: Grado de compactación

$Y_d$ : densidad seca del suelo

$Y_{m\acute{a}x}$ : máxima densidad seca obtenida en el laboratorio

## Control de compactación en campo

Para obtener la densidad seca de un suelo en el terreno existen diferentes métodos, tales como el método volumétrico, método nuclear del jabón de jebe, método del densímetro nuclear y método del cono de arena siendo estos dos últimos los más usados.

### 2.2.2 Permeabilidad de Suelos

La permeabilidad de un suelo se define como la facilidad con que el agua fluye a través de sus poros, también se define como la velocidad con que el agua puede penetrar en una masa de suelo y escurrir dentro de esta.

Los factores que afectan la permeabilidad de un suelo son: la composición de suelo, la relación de vacíos, el tamaño de los granos, la textura del suelo, la distribución de los granos, el grado de compactación y el grado de saturación.

A continuación se presenta un cuadro de valores de la permeabilidad de acuerdo al tipo de suelo:

**Cuadro N°2.1.- Clasificación de los suelos según la permeabilidad “k”**

Grado de permeabilidad	Valores de k (cm/s)	Tipo de suelo
Muy permeable	$> 10^{-1}$	Grava y arena gruesa
Medianamente permeable	$10^{-1}$ a $10^{-3}$	Arena mediana
Poco permeable	$10^{-3}$ a $10^{-5}$	Arena fina limosa
Muy poco impermeable	$10^{-5}$ a $10^{-7}$	Limo
Prácticamente impermeable	$10^{-8}$ a $10^{-12}$	Arcilla

Fuente: Dra. María Graciela Fratelli

### 2.2.3 Límites de Consistencia

Los límites de consistencia son utilizados para conocer las características de los suelos finos. Son rangos de humedades que nos indican la plasticidad de un suelo. Se pasa a describir los límites utilizados comúnmente:

-Límite líquido (LL): es el contenido de humedad en el cual es suelo pasa de un estado semilíquido a plástico.

-Límite Plástico (LP): es el estado en donde el suelo pasa de un estado plástico a semisólido.

-Límite de Retracción (LR): Cuando el suelo pasa de un estado semisólido a un estado sólido y deja de contraerse al perder humedad.

El cuadro N°2.2 se hace una descripción de los suelos según su estado límite:

**Cuadro N°2.2.- Descripción de suelos según su consistencia**

Estado	Descripción	Límite
Líquido	Una pasta, sopa de guisantes a mantequilla un líquido viscoso	
_____	_____	Límite líquido (LL)
Plástico	Mantequilla blanda a masilla dura; se deforma pero no se agrieta	
_____	_____	Límite Plástico (LP)
Semisólido	Queso, se deforma permanentemente pero se agrieta	
_____	_____	Límite Retracción (LR)
Sólido	Caramelo duro, falla completamente al deformarse	

Fuente: Sowers, George B.

Un parámetro utilizado en la mecánica de suelos es el Índice de Plasticidad que se define como:  $IP=LL - LP$ , el cual indica el porcentaje de humedad que debe tener un suelo para conservarse en estado plástico.

El cuadro N°2.3 presenta la característica del suelo de acuerdo al índice plástico:

**Cuadro N°2.3.- Característica de los suelos según el índice plástico**

<b>Índice Plástico</b>	<b>Característica</b>
0 - 3	No plástico
3 - 15	Ligeramente plástico
15 - 30	Baja plasticidad
> 30	Alta plasticidad

Fuente: Sowers, George B.

### CAPITULO III: USO DE LOS PROCEDIMIENTOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES DE RELLENO EN LA PRESA DE RELAVES PALLANCATA

Se realizaron los siguientes procedimientos de control de calidad en la obra Construcción de la Presa de Relaves Pallancata:

#### 3.1 TOMA E IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS

##### 3.1.1 Toma de muestras

Las muestras se tomaron realizando el cuarteo del material tanto de canteras como de material a pie de obra. Para el caso de muestras de rocas se utilizó una excavadora para la selección del material debido al tamaño.

La toma de muestras se hizo para realizar los ensayos del control de materiales de relleno, los cuales son: Contenido de Humedad, Análisis Granulométrico, Densidad in situ Cono de Arena, Densidad in situ Densímetro Nuclear, Durabilidad, Densidad in situ Reemplazo de Agua, Abrasión de los Ángeles.

##### 3.1.2 Identificación de muestras

La identificación de muestras se realizó cada vez que se realizaba la extracción de muestras de cantera o de material acopiado en las áreas de trabajo, la figura 3.1 presenta un registro de la identificación de una muestra del material tipo 1 tomada por el técnico de laboratorio de la cantera de suelos:

REGISTRO PARA IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS			
Proyecto	"Construcción de la Presa de Relaves Pallancata"		
Número de muestra	LAB HAZ-001		
Código de muestra	LAB HAZ-001-M-038		
Coordenadas UTM	N 8376618.46	E 699801.80	H 4656.42 m.s.n.m.
Procedencia	CANTERA DE SUELOS		
Localización	Cantera de suelos Pallancata		
Descripción del material	Material tipo 1 - Grava arcillosa		
Fecha de muestreo	22/09/2011	Hora	08:45 a.m.
Muestrado por	Marcelino Alave		
Ensayos a realizar (ASTM)	A.G., PE, C.H., LA		
Observaciones	subanguloso a redondeado		
Tamaño del material	Bolonería > 6" 3%	Piedra	Grava > 3"
	Grava < 3" 100%	Fino 33%	
Resultados	CUMPLE		NO CUMPLE
Recomendaciones			

Figura N° 3.1.- Etiqueta de muestreo de cantera de suelos







Con esta información se conoce el cumplimiento de frecuencia de ensayos y de las especificaciones técnicas, también se conoce la variación de humedad, de los límites de consistencia y de la densidad máxima que tiene la cantera de suelos.

**Cuadro N°3.3.-Resumen de ensayos del material tipo 2**

MATERIAL DE RELLENO TIPO - 2																			
																Fecha de Revisión:	23-Jul-11		
Prueba No.	A la Fecha	Area de Trabajo	Ubicación			ABRAS.	DURAB.	ANALISIS GRANULOMETRICO % PASA											
			X	Y	Cota			%	%	12"	6"	3"	1"	3/4"	1/2"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 200
RT 2 - LAB - 001	13-Jan-11	Presa de relave	-	-	-	-	-	100.00	100.00	74.20	48.70	43.30	35.80	24.70	19.30	13.20	8.10		
RT 2 - LAB - 002	23-Feb-11	Presa de relave	700,932.77	8,378,766.14	4584.78	20.4	8.67	100.00	95.30	84.10	49.40	43.40	35.60	24.20	17.10	10.50	6.70		
RT 2 - LAB - 003	06-Mar-10	Presa de relave	-	-	-	20.5	7.02	100.00	100.00	91.20	64.70	58.50	47.00	24.40	16.00	8.00	4.40		
RT 2 - LAB - 004	19-Mar-10	Presa de relave	-	-	-	-	-	100.00	85.60	76.80	53.20	48.30	40.80	24.50	16.50	8.80	4.90		
RT 2 - LAB - 005	27-May-11	Presa de relave	-	-	-	-	-	100.00	97.10	91.90	70.80	63.20	49.90	16.30	10.00	5.30	3.00		
RT 2 - LAB - 006	10-Jun-11	Presa de relave	700,958.00	8,378,706.00	4,590.00	-	-	100.00	97.30	84.70	61.60	53.10	41.40	22.10	14.60	7.90	4.90		
RT 2 - LAB - 007	18-Jun-11	Presa de relave	700,958.00	8,378,706.00	4,590.00	-	-	100.00	99.20	87.40	62.30	56.30	46.30	25.90	18.30	9.30	5.10		
RT 2 - LAB - 008	04-Jul-11	Presa de relave	-	-	-	-	-	100.00	96.80	86.00	62.50	54.20	42.20	20.60	12.30	6.70	3.10		
RT 2 - LAB - 009		Presa de relave	-	-	-	-	-	100.00	100.00	96.90	83.30	74.20	59.90	30.80	21.60	13.20	8.90		
RT 2 - LAB - 010		Presa de relave	-	-	-	-	-	100.00	100.00	85.30	63.20	53.70	43.80	26.70	19.00	9.90	4.90		
RT 2 - LAB - 011																			
RT 2 - LAB - 012																			
RT 2 - LAB - 013																			
RT 2 - LAB - 014	23-Jul-11	Presa de relave						100.00	96.60	89.70	64.70	52.00	40.30	18.20	11.90	6.80	4.4		
ESPECIFICACIÓN								MAX	40	100	100	100	85		35	26	14	7	
								MIN			92	83	60		15	0	0	0	
PROMEDIO HASTA LA FECHA								20	8	100	97	86	62	55	44	23	16	9	5
Frecuencia Especificada		Vol. m3	Nº Ensayos requeridos	Nº Ensayos efectuados	Déficit														
Durabilidad	1/5000 m3	2317.28	0	2	Conforme														
Granulometría	1/2500 m3		0	10	Conforme														
Reemplazo de agua	1/5000 m3		0	0	Conforme														
Abrasión	1/5000 m3		0	2	Conforme														

Fuente: elaboración propia

La cantidad de ensayos realizados superaron hasta esa fecha lo exigido en las especificaciones.

**Cuadro N°3.4.-Resumen de ensayos para material tipo 3**

MATERIAL DE RELLENO TIPO -3																				No. De Revisión :																														
																				Fecha de Revisión: 20-Mar-11																														
Prueba No.	A la Fecha	Area de Trabajo	Ubicación			Límites de Atterberg			M.C. ABRAS. DURAB.			ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO % PASA								PESO ESPEC	Compacción Laboratorio		Metodo																											
			X	Y	Cota	LL %	PL %	P	%	%	%	39"	36"	24"	12"	6"	3"	1"	N° 4		N° 10	N° 40	gr./cm <sup>3</sup>	MCS gr./cm <sup>3</sup>	+0 %	698	1557																							
RT3-LAB-001	11-Feb-11	Presa de relave	-	-	-	-	-	-	10			100.00	100.00	43.41	34.57	13.45	2.53	0.67	0.21	0.14	0.06	2.48	-	-	-	-																								
RT3-LAB-002	20-Feb-11	Presa de relave	-	-	-	-	-	-	9			100.00	100.00	70.83	52.38	30.13	8.56	3.40	1.78	1.14	0.50	2.48	-	-	-	-																								
RT3-LAB-003	03-Mar-11	Presa de relave	-	-	-	-	-	-	9	20.4	8.67	100.00	100.00	92.20	68.00	46.00	34.50	31.60	29.40	20.20	11.17	-	-	-	-																									
RT3-LAB-004	03-Mar-11	Presa de relave	-	-	-	-	-	-	7	20.5	7.02	100.00	100.00	100.00	82.32	48.30	33.35	12.44	3.66	2.23	0.30	-	2.11	-	-	-																								
RT3-LAB-005	22-Mar-11	Presa de relave	-	-	-	-	-	-	11	-	-	100.00	100.00	97.00	85.50	63.80	47.30	26.80	11.90	9.00	5.90	-	2.15	-	-	-																								
RT3-LAB-006	26-Apr-11	Presa de relave	-	-	-	-	-	-				100.00	100.00	99.00	85.2	65.00	45.00	23.60	8.40	6.80	4.90	-	-	-	-																									
ESPECIFICACIÓN			MAX.						40			100	100	100	100	75	60	40	20	16	8																													
			MIN.									-	95	81	60	40	30	10	0	0	0																													
PROMEDIO HASTA LA FECHA									9	20	8	100	100	94	68	44	29	16	9	7	4																													
OBSERVACIONES:																																																		
<table border="1"> <tr> <th colspan="2">COMENTARIO</th> </tr> <tr> <td colspan="2">Máxima densidad seca se determino mediante reemplazo de agua realizando en hoyo de 3 x 3 m y una profundidad de 1 m aproximadamente</td> </tr> </table>										COMENTARIO		Máxima densidad seca se determino mediante reemplazo de agua realizando en hoyo de 3 x 3 m y una profundidad de 1 m aproximadamente		<table border="1"> <tr> <th colspan="2">Frecuencia Especificada</th> </tr> <tr> <td>Durabilidad</td> <td>1/30000 m3</td> </tr> <tr> <td>Granulometría</td> <td>1/30000 m3</td> </tr> <tr> <td>Reemplazo de agua</td> <td>1/30000 m3</td> </tr> <tr> <td>Abrasion</td> <td>1/30000 m3</td> </tr> </table>					Frecuencia Especificada		Durabilidad	1/30000 m3	Granulometría	1/30000 m3	Reemplazo de agua	1/30000 m3	Abrasion	1/30000 m3	<table border="1"> <tr> <th>Vol. m3</th> <th>N° Ensayos requeridos</th> <th>N° Ensayos efectuados</th> <th>Déficit</th> </tr> <tr> <td rowspan="4">23194.86</td> <td>0</td> <td>2</td> <td>Conforme</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>6</td> <td>Conforme</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>2</td> <td>Conforme</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>2</td> <td>Conforme</td> </tr> </table>					Vol. m3	N° Ensayos requeridos	N° Ensayos efectuados	Déficit	23194.86	0	2	Conforme	0	6	Conforme	0	2	Conforme	0	2	Conforme
COMENTARIO																																																		
Máxima densidad seca se determino mediante reemplazo de agua realizando en hoyo de 3 x 3 m y una profundidad de 1 m aproximadamente																																																		
Frecuencia Especificada																																																		
Durabilidad	1/30000 m3																																																	
Granulometría	1/30000 m3																																																	
Reemplazo de agua	1/30000 m3																																																	
Abrasion	1/30000 m3																																																	
Vol. m3	N° Ensayos requeridos	N° Ensayos efectuados	Déficit																																															
23194.86	0	2	Conforme																																															
	0	6	Conforme																																															
	0	2	Conforme																																															
	0	2	Conforme																																															

Fuente: elaboración propia

De igual forma que el material anterior, los ensayos ejecutados superaron a los requeridos hasta esa fecha. Se cumplió además con las especificaciones técnicas en cuanto a la granulometría.







**-Informe semanal de calidad:** se realizó informes indicando un resumen de las actividades de control de calidad, el personal encargado de calidad, las acciones futuras, las restricciones.

**Cuadro N°3.9.-Informe semanal de calidad**

PROYECTO : <b>CONSTRUCCIÓN DE LA PRESA DE RELAVES PALLANCATA</b>					
ELABORO : <b>CARLOS RIVAS ZEVALLOS</b>				<b>ORCINA DE CALIDAD</b>	
SEMANA <b>DEL DOMINGO 08 DE MAYO AL SABADO 14 DE MAYO</b>					
<b>ACTIVIDADES DESARROLLADAS</b>	01	Ensayo de control de compactación con cono de arena del material tipo 1 en la capa nivelante N° 11 de la Presa de Relaves, los resultados fueron mayores a los especificados; se contó con la conformidad del supervisor QA.			
	02	Vaciado de concreto armado en el Subdrenaje Principal n° 3 tramos 04,05,06 y07, se extrajeron muestras para probetas, se contó con la conformidad del supervisor QA.			
	03	Ensayos de control de compactación con cono de arena del material tipo 1 en la capas N° 18,21,24,25,28 de la Presa de Relaves, los resultados fueron mayores a los especificados; se contó con la conformidad del supervisor QA.			
	04	Ensayos de control de compactación con cono de arena del material tipo 1 en la capas N° 16, 17, 19,20,22,23,26, 27 de la Presa de Relaves, los resultados fueron mayores a los especificados; se realizaron en el turno noche.			
	05	Vaciado de concreto ciclópeo como relleno entre ducto y terreno naural en el Subdrenaje Principal n° 3, se extrajeron muestras para probetas.			
	06	Se obtuvieron 04 muestras de material tipo 1, provenientes de la Cantera de Suelos para realizar ensayos de laboratorio			
	07	Ensayos de control de compactación con cono de arena del material tipo 1 en la capas de relleno nivelante 01,02,03 ubicado al costado del Subdrenaje Principal n° 1 de la Presa de Relaves, los resultados obtenidos están de acuerdo con las especificaciones.			
<b>PERSONAL</b>	<b>PERSONAL EN OBRA</b>				
	Jefe de calidad: Percy Portal Martínez.				
	Asistente de calidad: Carlos Rivas Zevallos				
	Laboralista: Bach. Wagner Silver Viza Colana				
	Ayudante de Laboratorio: Wilfredo arando Lancho				
<b>PERSONAL DE DESCANSO</b>	<b>PERSONAL DE DESCANSO</b>				
	Laboralista: Bach. Marcelino Alave Vargas				
<b>ESTATUS DE RNC</b>	ITEM	N° NCR	EMISIÓN	DESCRIPCIÓN	ESTATUS
	1	001	19-nov-10	Ausencia de Supervisor QC y trabajos de relleno en Dique Patococha sin control de calidad	Abierto
<b>ESTATUS DE SVR</b>	ITEM	N° SVR	EMISIÓN	DESCRIPCIÓN	ESTATUS
	1	001	27-nov-10	Almacenamiento inapropiado de tuberías HDPE, tipo ADS	Convertido en NCR 003
<b>PREVISION DE TEMAS FUTUROS</b>	1.- Ensayos en proceso: Material tipo 1 (ensayo numero 09)				
<b>RESTRICCIONES</b>	1.- Se solicita a la supervisión de construcción CMS, alcanzar los certificados de calidad de los materiales que suministra al contratista, como son: tuberías HDPE y accesorio, geotextil y geomembrana.				
<b>ANEXOS</b>	1.- Panel fotográfico.				

Fuente: elaboración propia



### 3.2.3 Reportes mensuales

Se realizó la entrega del Dossier de Calidad el cual es una recopilación de los protocolos de campo y ensayos de laboratorio. El Cuadro N° 3.10 presenta el índice de dicho Dossier.

**Cuadro N°3.10.- Índice de Dossier de Calidad**

ACTIVIDAD	FORMATO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
<b>PROTOCOLOS DE APROBACIÓN</b>			
<b>CONFORMACIÓN Y COMPACTACIÓN DE RELLENOS</b>			
<b>MATERIAL TIPO 1</b>			
<b>Presa de Relave-Plataforma del Dique Principal</b>			
Conformación y compactación de materiales de relleno	PR-CQC-F06	CCMR 023 - PR1	Capa N° 88- Material tipo 1 (Presa de Relave - Dique Principal)
Conformación y compactación de materiales de relleno	PR-CQC-F06	CCMR 022 - PR1	Capa N° 87- Material tipo 1 (Presa de Relave - Dique Principal)
<b>MATERIAL TIPO 2</b>			
Conformación y compactación de materiales de relleno	PR-CQC-F06	CCMR 015 - PR2	Capa N° 72- Material tipo 2 (Presa de Relave)
Conformación y compactación de materiales de relleno	PR-CQC-F06	CCMR 014 - PR2	Capa N° 71- Material tipo 2 (Presa de Relave)
<b>MATERIAL TIPO 3</b>			
Conformación y compactación de materiales de relleno	PR-CQC-F06	CCMR 07 - PR3	Capa N° 30 - Material tipo 3 (Presa de Relave)
Conformación y compactación de materiales de relleno	PR-CQC-F06	CCMR 06 - PR3	Capa N° 29 - Material tipo 3 (Presa de Relave)
<b>INFORME DE PRUEBAS DE LABORATORIO</b>			
<b>MATERIAL TIPO 1</b>			
Material de relleno tipo 01 - Cantera de suelo	PR-CQC-LAB-F02	LAB-041	Análisis granulométrico
Material de relleno tipo 01 - Cantera de suelo	PR-CQC-LAB-F05	LAB-041	Relación densidad Vs Humedad (Proctor)
Material de relleno tipo 01 - Cantera de suelo	PR-CQC-LAB-F04B	LAB-041	Corrección de Proctor por grava
Material de relleno tipo 01 - Cantera de suelo	PR-CQC-LAB-F04	LAB-041	Peso específico del agregado grueso
Material de relleno tipo 01 - Cantera de suelo	PR-CQC-LAB-F03	LAB-041	Límites de consistencia
Material de relleno tipo 01 - Cantera de suelo	PR-CQC-LAB-F01	LAB-041	Contenido de humedad
<b>MATERIAL TIPO 2</b>			
Material de relleno tipo 02	PR-CQC-LAB-F02	LAB-012	Análisis granulométrico
<b>PRUEBAS DE CAMPO – ENSAYOS DE DENSIDAD IN SITU</b>			
<b>PRESA DE RELAVE</b>			
<b>MATERIAL TIPO 1</b>			
<b>Plataforma del Dique Principal</b>			
Compactación de material de relleno tipo 1	PR-CQC-LAB-F07	EDN 016 - PR1	Capa N° 88- Material tipo 1 (Presa de Relave - Dique Principal)
Compactación de material de relleno tipo 1	PR-CQC-LAB-F07	EDN 015 - PR1	Capa N° 87- Material tipo 1 (Presa de Relave - Dique Principal)
<b>MATERIAL TIPO 8</b>			
Compactación de material de relleno tipo 8	PR-CQC-LAB-F07	EDN 01 - CMI	Capa N° 10- Material tipo 8 (Plataforma de Canal Margen Izquierdo)

Fuente: elaboración propia

### 3.3 FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD

Los formatos utilizados en la construcción de la Presa de Relaves Pallancata son:

#### 3.3.1 Formatos de Laboratorio

Cuadro N°3.11.- Formatos de ensayos de laboratorio

Ítem	Código	Descripción	Norma
1	PR-CQC-LAB-F01	Contenido de humedad	ASTM D2216
2	PR-CQC-LAB-F02	Análisis granulométrico	ASTM D422
3	PR-CQC-LAB-F03	Límites de consistencia	ASTM D4318
4	PR-CQC-LAB-F04	Peso específico del agregado grueso	ASTM C127
5	PR-CQC-LAB-F05	Proctor Estándar	ASTM D698
6	PR-CQC-LAB-F06	Corrección de Proctor por grava	ASTM D4718
7	PR-CQC-LAB-F07	Control de compactación in situ con densímetro nuclear	ASTM D2922
8	PR-CQC-LAB-F08	Densidad In Situ por reemplazo de agua	ASTM D5030
9	PR-CQC-LAB-F09	Densidad IN SITU Cono de Arena	ASTM D1556

Fuente: elaboración propia

#### 3.3.2 Formatos de aprobación de trabajos.

Cuadro N°3.12.-Formatos de aprobaciones de Campo

Ítem	Código	Descripción
1	PR-CQC-F06	Conformación y compactación de rellenos

Fuente: elaboración propia

El Anexo A presenta los formatos de laboratorio y de aprobación de trabajos.

### 3.4 CONTROL Y FRECUENCIA DE ENSAYOS

La frecuencia de los ensayos de laboratorio y campo de los materiales de relleno se ejecutó según lo indicado en las siguientes tablas:



**Cuadro N°3.13- Ensayos a realizarse por tipo de material**

Norma	Ensayo	Material							
		Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 5	Tipo 6	Tipo 7	Tipo 8	
ASTM D2216	Contenido de Humedad	x					x	x	
ASTM D422	Granulometría	x	x	x	x	x	x	x	
ASTM D4318	Límites de Atterberg	x					x	x	
ASTM D2922 y D3017	Densidades in situ mediante Densímetro Nuclear	x					x	x	
ASTM D698	Proctor Estándar	x					x	x	
ASTM C131	Abrasión		x	x					
ASTM C88	Durabilidad		x	x					
ASTM D5030	Densidad in situ por reemplazo de agua		x	x					
ASTM D5084	Ensayo de permeabilidad	x							

Fuente: elaboración propia

**Cuadro N°3.14- Frecuencia de ensayos**

Ensayo	Material							
	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 5	Tipo 6	Tipo 7	Tipo 8	
Contenido de Humedad	1/capa o 1/2500 m3	N/A	N/A	N/A	N/A	1/material o 1/200 m3	1/material o 1/200 m3	
Granulometría	1/capa o 1/2500 m3	1/material o 1/5000 m3	1/material o 1/30000 m3	1/material o 1/1000 m3	1/material o 1/500 m3	1/material o 1/200 m3	1/material o 1/200 m3	
Límites de Atterberg	1/capa o 1/2500 m3	N/A	N/A	N/A	N/A	1/material o 1/200 m3	1/material o 1/200 m3	
Proctor Estándar	1/capa o 1/2500 m3	N/A	N/A	N/A	N/A	1/material o 1/500 m3	1/material o 1/500 m3	
Permeabilidad	1/material o 1/10000 m3	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
Abrasión	N/A	1/material o 1/10000 m3	1/material o 1/30000 m3	N/A	N/A	N/A	N/A	
Durabilidad	N/A	1/material o 1/10000 m3	1/material o 1/30000 m3	N/A	N/A	N/A	N/A	
Densidades in situ mediante Densímetro Nuclear	1/capa o 1/1000 m2	N/A	N/A	N/A	N/A	1/material o 1/100 m3	1/material o 1/100 m3	

Ensayo	Material						
	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 5	Tipo 6	Tipo 7	Tipo 8
Densidad <i>in situ</i> por reemplazo de agua	N/A	1/material o 1/10000 m <sup>3</sup>	1/material o 1/30000 m <sup>3</sup>	N/A	N/A	N/A	N/A

Fuente: elaboración propia

Tipo 1: Grava arcillosa

Tipo 2: Enrocado fino

Tipo 3: Enrocado

Tipo 5: Enrocado de protección Rip Rap

Tipo 6: Grava limpia para filtro

Tipo 7: Material para carpeta de rodadura

Tipo 8: Relleno común

El tipo y la frecuencia de ensayos presentados en las tablas permiten realizar una programación de estos a lo largo de la obra, se coordinará continuamente con los encargados de producción los avances de cada tipo de material para saber el tiempo en que se realicen los ensayos.

Se puede anticipar que para la aprobación de capas del material tipo 2 y tipo 3 solo se requerirá de inspección visual dado que la frecuencia de ensayo es grande en comparación con la cantidad de material colocado en una capa, esto nos otorgará una holgura en cuanto a la programación de ensayos.

De estos cuadros se observa que el material tipo 1, tipo 7 y tipo 8 se exigen los mismos ensayos salvo el de permeabilidad que solo es para el material tipo 1, lo que varía es la frecuencia de ensayo. Se nota también que para el material tipo 5 y tipo 6 solo se requiere de ensayos de granulometría y en los materiales tipo 2 y tipo 3 se requieren los mismos ensayos pero lo que varía es la frecuencia de ensayo.

### 3.5 EQUIPOS PARA PRUEBAS

Los principales equipos utilizados en el laboratorio de la obra son: Juego de tamices, balanzas mecánicas y electrónicas, moldes y martillo para ensayo Proctor, Copa de Casagrande para límite líquido, horno eléctrico.

Para las muestras en campo se requerirá de:

- Retroexcavadora (para extraer muestras de enrocado)
- Equipo para realizar la toma de muestra, y posterior traslado al laboratorio
- Densímetro nuclear o cono de arena.

### 3.6 PROCEDIMIENTOS DE APROBACIÓN DE TRABAJOS

#### 3.6.1 Procedimiento para los Ensayos de Laboratorio y Campo

Los ensayos de laboratorio y campo realizados para los materiales de relleno utilizados en la construcción de la Presa de Relaves Pallancata se realizaron de acuerdo a lo indicado en el Cuadro N° 3.13. Los ensayos fueron realizados en el laboratorio de Mecánica de Suelos ubicado en obra y en laboratorio externo para las pruebas de permeabilidad, durabilidad y abrasión; todos los ensayos tuvieron la aprobación del Supervisor de control de calidad y verificados por el supervisor de Aseguramiento de Calidad.

A continuación se presentan cuadros N°3.15 al 3.24 de los ensayos de los materiales de relleno:

#### Material tipo 1

**Cuadro N°3.15.- Ensayos de Proctor y Peso específico - MT1**

N° Ensayo	MDS (gr./cm <sup>3</sup> )	OCH (%)	MDS corregido (gr./cm <sup>3</sup> )	OCH corregido (%)	Peso específico del agregado grueso (gr/cm <sup>3</sup> )
1	1.841	13.20	1.946	11.50	2.23
2	1.824	13.70	1.942	11.90	2.24
3	1.835	13.80	1.945	11.90	2.25
4	1.833	14.30	1.890	12.50	2.23
5	1.808	14.50	1.867	13.20	2.21
6	1.832	14.60	1.893	12.20	2.21
7	1.805	14.60	1.891	12.30	2.27
8	1.854	14.20	1.916	13.00	2.24
9	1.826	15.20	1.909	12.40	2.28
10	1.874	12.90	1.972	11.80	2.26
11	1.848	14.40	1.945	12.30	2.23
12	1.849	14.50	1.947	12.20	2.22
13	1.889	13.50	1.964	12.20	2.26
14	1.856	13.70	1.935	12.10	2.23
15	1.886	12.30	1.974	11.60	2.28

**Cuadro N°3.15.-Enayos de Proctor y Peso Específico- MT1**

16	1.889	12.90	1.947	12.20	2.25
17	1.886	12.30	1.969	11.70	2.21
18	1.877	11.90	1.979	11.20	2.30
19	1.857	13.10	1.945	11.50	2.26
20	1.907	12.00	1.976	10.80	2.24
21	1.895	12.00	1.973	10.40	2.26
22	1.916	12.00	2.007	10.40	2.33
23	1.860	13.20	1.947	11.50	2.24
24	1.896	12.60	1.947	11.50	2.26
25	1.902	12.80	1.968	11.30	2.24
26	1.865	12.50	1.944	11.10	2.32
27	1.908	12.10	1.990	10.40	2.27
28	1.890	12.90	1.971	10.90	2.29
29	1.883	12.90	1.961	11.00	2.29
30	1.879	12.40	1.949	12.50	2.25
31	1.866	12.60	1.956	10.90	2.23
32	1.879	12.00	1.954	10.40	2.25
33	1.898	12.00	1.946	11.00	2.21
34	1.881	13.20	1.935	11.40	2.21
35	1.898	12.10	1.964	10.90	2.28
36	1.868	13.00	1.941	11.60	2.28
37	1.899	11.80	1.952	10.60	2.23
38	1.913	12.30	1.966	11.50	2.25
39	1.942	11.00	1.984	10.50	2.20
40	1.929	10.90	1.980	10.20	2.24
41	1.895	12.10	1.976	10.40	2.27
42	1.893	12.70	1.959	10.90	2.24
43	1.918	11.80	1.964	10.50	2.23
<b>PROMEDIO</b>			<b>1.95</b>	<b>11.45</b>	<b>2.25</b>

Fuente: elaboración propia

Se tiene un promedio de 1.95 gr/cm<sup>3</sup> y 11.45% para la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad respectivamente.

**Cuadro N°3.16.- Ensayo Límites de consistencia - MT1**

N° ENSAYO	Límite Líquido (%)	Límite Plástico (%)	Índice de Plasticidad (%)
1	33	16	17
2	33	18	15
3	31	17	14
4	34	21	13

<b>Cuadro N°3.16.- Ensayo Límites de Consistencia- MT1</b>			
5	37	22	15
6	35	21	14
7	35	20	15
8	38	22	16
9	37	24	13
10	30	20	10
11	34	20	14
12	40	22	18
13	36	20	16
14	35	21	14
15	30	16	14
16	36	17	19
17	36	17	19
18	34	19	15
19	35	19	16
20	31	16	15
21	30	16	14
22	32	16	16
23	33	16	17
24	32	16	16
25	32	15	17
26	27	16	11
27	30	14	16
28	31	20	11
29	31	17	14
30	32	17	15
31	33	17	16
32	34	16	18
33	32	12	20
34	31	20	11
35	32	15	16
36	32	20	12
37	30	16	14
38	30	20	11
39	31	17	14
40	30	18	13
41	32	18	13
42	31	18	12
43	32	20	12
<b>PROMEDIO</b>	<b>33</b>	<b>18</b>	<b>15</b>

Fuente: elaboración propia



De acuerdo a los valores de IP se puede considerar al material como ligeramente plástico según lo indicado en el cuadro N°2.3.

**Cuadro N°3.17.- Ensayos de Permeabilidad - MT1**

N° Ensayo	Permeabilidad (cm/s)
1	4.58E-04
2	2.35E-06
3	4.60E-06
4	1.20E-07
5	1.50E-07
6	2.42E-06
7	2.99E-06
8	1.25E-06
9	2.38E-07
10	3.10E-06
11	4.20E-06

Fuente: elaboración propia

**Material tipo 2.-**

**Cuadro N°3.18.-Ensayos de Análisis Granulométrico - MT2**

N° Ensayo	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO % PASA									
	12"	6"	3"	1"	3/4"	1/2"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 200
1	100.00	100.00	74.20	48.70	43.30	35.80	24.70	19.30	13.20	8.10
2	100.00	95.30	84.10	49.40	43.40	35.60	24.20	17.10	10.50	6.70
3	100.00	100.00	91.20	64.70	58.50	47.00	24.40	16.00	8.00	4.40
4	100.00	85.60	76.80	53.20	48.30	40.80	24.50	16.50	8.80	4.90
5	100.00	97.10	91.90	70.80	63.20	49.90	16.30	10.00	5.30	3.00
6	100.00	97.30	84.70	61.60	53.10	41.40	22.10	14.60	7.90	4.90
7	100.00	99.20	87.40	62.30	56.30	46.30	25.90	18.30	9.30	5.10
8	100.00	96.80	86.00	62.50	54.20	42.20	20.60	12.30	6.70	3.10
9	100.00	100.00	96.90	83.30	74.20	59.90	30.80	21.60	13.20	8.90
10	100.00	100.00	85.30	63.20	53.70	43.80	26.70	19.00	9.90	4.90
11	100.00	100.00	83.00	55.60	49.20	40.20	26.70	15.40	7.50	2.90
12	100.00	97.80	89.60	54.30	45.00	36.10	12.70	9.10	6.00	3.80
13	100.00	98.80	93.70	62.60	52.70	40.60	19.70	15.10	10.00	6.00
14	100.00	96.60	89.70	64.70	52.00	40.30	18.20	11.90	6.80	4.40
15	100.00	97.70	90.00	74.20	61.10	57.50	28.40	17.90	12.70	4.60
16	100.00	98.10	87.40	63.50	55.20	40.70	23.30	17.30	10.90	6.40
17	100.00	95.70	86.80	61.10	49.90	39.00	19.70	13.70	8.10	4.70
18	100.00	97.80	84.00	53.90	44.70	36.70	17.80	13.40	8.70	5.40
19	100.00	98.50	90.00	68.20	55.00	43.90	17.60	11.30	6.00	2.80
Especificación										
Máx.	100	100	100	85			35	26	14	7
Mín	-	92	83	60			15	0	0	0

Fuente: elaboración propia

Los ensayos N° 11,12 y 18 no se encuentran dentro del huso granulométrico por lo tanto ese material no pasa el control de calidad.

El Cuadro N° 3.19 presenta los valores de la densidad del material rocoso mediante el ensayo de reemplazo de agua.

**Cuadro N°3.19.-Ensayos de Reemplazo de Agua - MT2**

N° Ensayo	MDS (gr./cm <sup>3</sup> )
1	2.033
2	2.121

Fuente: elaboración propia

### Material tipo 3.-

**Cuadro N°3.20.-Ensayos de Granulometría - MT3**

N° Ensayo	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO % PASA									
	39"	36"	24"	12"	6"	3"	1"	N° 4	N° 10	N° 40
1	100.00	100.00	43.41	34.57	13.45	2.53	0.67	0.21	0.14	0.06
2	100.00	100.00	70.83	52.38	30.13	8.56	3.40	1.78	1.14	0.50
3	100.00	100.00	92.20	68.00	46.00	34.50	31.60	29.40	20.20	11.17
4	100.00	100.00	100.00	82.32	48.30	33.35	12.44	3.66	2.23	0.90
5	100.00	100.00	97.00	85.50	63.80	47.30	26.80	11.90	9.00	5.90
6	100.00	100.00	99.00	85.2	65.00	46.00	23.60	8.40	6.80	4.90
Especificación										
Máx.	100	100	100	100	75	60	40	20	16	8
Mín	-	96	81	60	40	30	10	0	0	0

Fuente: elaboración propia

Todos los ensayos de granulometría cumplieron con la especificación técnica.

**Cuadro N°3.21.-Ensayos de Reemplazo de Agua - MT3**

N° Ensayo	MDS (gr./cm <sup>3</sup> )
1	2.114
2	2.154

Fuente: elaboración propia

**Cuadro N°3.22.-Ensayos de Durabilidad y Abrasión - MT3**

N° Ensayo	Abrasión (%)	Durabilidad (%)
1	20.4	8.67
2	20.5	7.02
3	20.3	7.58
<b>PROMEDIO</b>	<b>20.4</b>	<b>7.76</b>

Fuente: elaboración propia

### Material tipo 5.-

**Cuadro N°3.23.-Ensayos de Análisis Granulométrico - MT5**

N° Ensayo	ANALISIS GRANULOMETRICO % PASA			
	8"	4"	2"	1"
1	100.00	54.70	40.00	6.50
2	100.00	52.10	38.30	5.30
Especificación				
Máx.	100	60	50	8
Mín	-	48	0	0

Fuente: elaboración propia

### Material tipo 6.-

**Cuadro N°3.24.-Ensayo de Análisis Granulométrico - MT6**

N° Ensayo	ANALISIS GRANULOMETRICO % PASA									
	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 20	N° 40	N° 200
1	100.00	99.50	97.40	87.50	76.90	46.70	28.30	18.40	12.70	3.70
2	100.00	99.50	97.40	87.30	77.80	49.30	30.00	19.70	13.50	3.90
3	100.00	98.50	93.40	74.60	54.40	16.70	10.60	8.90	5.40	0.50
4	100.00	98.60	93.60	75.30	57.50	22.20	13.80	10.30	7.80	3.40
5	100.00	98.00	93.90	78.20	61.10	25.70	16.80	13.00	10.10	4.30
6	100.00	99.80	95.80	80.10	63.20	26.30	17.20	13.30	10.40	5.00
Especificación										
Máx.	100									5
Mín	-									0

Fuente: elaboración propia

Los valores del ensayo granulométrico se ajustan a los requerimientos de tamaño máximo (1 ½) y porcentaje de finos < 5%.

### Material tipo 7.-

**Cuadro N°3.25.-Ensayo Proctor y Peso Especifico - MT7**



N° Ensayo	MDS (gr./cm <sup>3</sup> )	OCH (%)	MDS corregido (gr./cm <sup>3</sup> )	OCH corregido (%)	Peso específico del agregado grueso (gr/cm <sup>3</sup> )
1	1.918	13.40	2.040	10.30	2.37
2	1.788	17.20	1.864	14.80	2.33
3	1.745	17.60	1.868	14.80	2.39
4	1.704	17.70	1.821	15.20	2.42
<b>PROMEDIO</b>			<b>1.90</b>	<b>13.78</b>	<b>2.37</b>

Fuente: elaboración propia

Se obtiene un promedio de 1.90 gr/cm<sup>3</sup> y 13.78% para la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad respectivamente del ensayo Proctor.

### Material tipo 8.-

Cuadro N°3.26.-Ensayo Proctor y Peso específico - MT8

N° Ensayo	MDS (gr./cm <sup>3</sup> )	OCH (%)	MDS corregido (gr./cm <sup>3</sup> )	OCH corregido (%)	Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )
1	1.858	13.60	1.956	11.30	2.31
2	1.875	12.90	1.943	11.70	2.24
3	1.887	13.20	1.998	10.00	2.35
4	1.911	11.20	1.972	10.60	2.15
5	1.908	11.80	1.991	10.50	2.42
6	1.856	13.30	1.945	11.00	2.28
<b>PROMEDIO</b>			<b>1.97</b>	<b>10.85</b>	<b>2.29</b>

Fuente: elaboración propia

Se obtiene un promedio de 1.97 gr/cm<sup>3</sup> y 10.85% para la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad respectivamente del ensayo Proctor.

Cuadro N°3.27.-Límites de Consistencia - MT8

N° Ensayo	Límite Líquido (%)	Límite Plástico (%)	Índice de Plasticidad (%)
1	32	25	7
2	33	23	10
3	32	22	10
4	32	22	10
5	25	19	6
6	33	20	12
<b>PROMEDIO</b>	<b>31</b>	<b>22</b>	<b>9</b>

Fuente: elaboración propia

En el Anexo B ver los ensayos de laboratorio de los materiales de relleno.

## 3.6.2 Aprobación de trabajos

### 3.6.2.1 Conformación y colocación de Materiales de Rellenos

#### Conformación del Material Tipo 1

Previa a la conformación de los materiales se contó con:

1.-Pruebas de laboratorio:

Análisis Granulométrico: las muestras cayeron dentro del huso granulométrico indicado en las especificaciones técnicas:

Diámetro de Partícula	% Pasa (Peso)
76.2 mm (3")	100
38.1 mm (1 1/2")	65 - 100
25.4 mm (1")	55 - 90
4.75 mm (N° 4)	40 - 70
2.00 mm (N° 10)	35 - 60
0.075 mm (N° 200)	18 - 35

-Ensayo de Proctor Estándar

-Corrección de Proctor por grava

-Peso específico del agregado grueso

-Límite de consistencia: de acuerdo a especificación se requiere obtener un Índice plástico mayor a 10.

-Contenido de humedad

2.- Protocolos de aprobación del terreno de fundación o de la capa de relleno colocada anteriormente.

Cumpliendo los dos puntos anteriores, se pasó a la colocación del material en campo teniendo en cuenta algunas consideraciones:

1.- Se colocaron capas de 30 cm de relleno de material tipo 1.

2.- Se realizaron las pruebas de compactación mediante el uso del cono de arena o densímetro nuclear, el grado de compactación resultó igual o mayor de 95% de la máxima densidad seca.

3.- En cuanto a la humedad se cayó dentro del rango de  $\pm 3\%$  del contenido óptimo de humedad obtenido en los ensayos realizados en el laboratorio.

4.- Cumpliendo los puntos anteriores que son supervisados por los encargados de control de calidad y verificados por personal de aseguramiento de calidad, se realizó el protocolo de aprobación de la capa de relleno.

## Conformación del material tipo 2

Previa a la conformación de los materiales se contó con:

1.-Pruebas de laboratorio:

Análisis Granulométrico: las muestras estuvieron dentro del huso granulométrico indicado en las especificaciones técnicas.

<b>Diámetro de Partícula</b>	<b>% Pasa (Peso)</b>
304.8 mm (12")	100
152.4 mm (6")	92 – 100
76.2 mm (3")	83 – 100
25.4 mm (1")	60 – 85
4.75 mm (N° 4)	15 – 35
2.00 mm (N° 10)	0 – 26
0.425 mm (N° 40)	0 – 14
0.075 mm (N° 200)	0 – 7

-Prueba de Abrasión Los Ángeles, no tuvo más del 40% de pérdidas durante la prueba.

-Ensayo de durabilidad

2.- Protocolos de aprobación del terreno de fundación o capa de relleno aprobada anteriormente.

Cumpliendo los dos puntos anteriores, se pasara a la colocación del material en campo teniendo en cuenta algunas consideraciones:

1.- Se realizó capas de 30 y 50 cm de espesor.

2.- De acuerdo a la frecuencia de ensayo, se realizó el ensayo de reemplazo de agua.

3.- Se verificó que la capa cumpla con los límites según diseño.

4.- Cumpliendo los puntos anteriores que son supervisados por los encargados de control de calidad y verificados por personal de aseguramiento de calidad, se procede a realizar el protocolo de aprobación de la capa de relleno.

### Conformación del material tipo 3

Previa a la conformación de los materiales se contó con:

1.-Pruebas de laboratorio:

Análisis Granulométrico: las muestras estuvieron dentro del huso granulométrico indicado en las especificaciones técnicas.

<b>Diámetro de Partícula</b>	<b>% Pasa (Peso)</b>
990.6 mm (39")	100
915.0 mm (36")	96 – 100
610.0 mm (24")	81 – 100
304.8 mm (12")	60 – 100
152.4 mm (6")	40 – 75
76.2 mm (3")	30 – 60
25.4 mm (1")	10 – 40
4.75 mm (N° 4)	0 – 20
2.00 mm (N° 10)	0 – 16
0.425 mm (N° 40)	0 – 8

-Prueba de Abrasión Los Ángeles, no tuvo más del 40% de pérdidas durante la prueba.

-Ensayo de durabilidad

2.- Protocolos de aprobación del terreno de fundación o capa de relleno aprobada anteriormente.

Cumpliendo los dos puntos anteriores, se pasara a la colocación del material en campo teniendo en cuenta algunas consideraciones:

- 1.- Se realizó capas de 100 cm de espesor.
- 2.- De acuerdo a la frecuencia de ensayo, se realizó el ensayo de reemplazo de agua.
- 3.- Se verificó que la capa cumpla con los límites según diseño.
- 4.- Cumpliendo los puntos anteriores que son supervisados por los encargados de control de calidad y verificados por personal de aseguramiento de calidad, se procede a realizar el protocolo de aprobación de la capa de relleno.

### **Conformación del material tipo 5**

Previa a la conformación de los materiales se contó con:

1.-Pruebas de laboratorio:

Análisis Granulométrico: las muestras estuvieron dentro del huso granulométrico indicado en las especificaciones técnicas.

<b>Diámetro de Partícula</b>	<b>% Pasa (Peso)</b>
200 mm	100
100 mm	48 – 60
50 mm	0 – 50
25 mm	0 – 8

2.- Protocolos de aprobación del terreno de fundación o capa de relleno aprobada anteriormente.

Cumpliendo los dos puntos anteriores, se pasara a la colocación del material en campo teniendo en cuenta algunas consideraciones:

- 1.- Se realizó capas de 20 cm de espesor.
- 2.- Se verificó que la capa cumpla con los límites según diseño.
- 3.- Cumpliendo los puntos anteriores que son supervisados por los encargados de control de calidad y verificados por personal de aseguramiento de calidad, se procede a realizar el protocolo de aprobación de la capa de relleno.

### **Conformación del material tipo 6**

Previa a la conformación de los materiales se contó con:

### 1.-Pruebas de laboratorio:

Análisis Granulométrico: las muestras estuvieron dentro de lo indicado en las especificaciones técnicas: tamaño máximo de 38.1 mm (1 ½”), la fracción gruesa mayor a 50% y el contenido de finos menor a 5%, además del coeficiente de uniformidad mayor a 4 y el coeficiente de curvatura entre 1 y 3.

### 2.- Protocolos de aprobación del terreno de fundación.

Cumpliendo los dos puntos anteriores, se pasara a la colocación del material en campo teniendo en cuenta algunas consideraciones:

- 1.- Se realizó capas de 70 y 90 cm de espesor.
- 2.- Se verificó que la capa cumpla con los límites según diseño.
- 3.- Cumpliendo los puntos anteriores que son supervisados por los encargados de control de calidad y verificados por personal de aseguramiento de calidad, se procede a realizar el protocolo de aprobación de la capa de relleno.

### Conformación del material tipo 7

Previa a la conformación de los materiales se contó con:

### 1.-Pruebas de laboratorio:

Análisis Granulométrico: las muestras cayeron dentro del huso granulométrico indicado en las especificaciones técnicas:

<b>Diámetro de Partícula</b>	<b>%</b>	<b>Pasa</b>
50.8 mm (2")	100	
25.4 mm (1")	75 – 95	
9.5 mm (3/8")	40 – 75	
4.75 mm (N° 4)	30 – 60	
2.00 mm (N° 10)	20 – 45	
0.425 mm (N° 40)	15 - 30	
0.075 mm (N° 200)	5 - 15	

-Ensayo de Proctor Estándar

-Límite de consistencia

-Contenido de humedad

2.- Protocolos de aprobación del terreno de fundación o de la capa de relleno colocada anteriormente.

Cumpliendo los dos puntos anteriores, se pasó a la colocación del material en campo teniendo en cuenta algunas consideraciones:

- 1.- Se colocaron capas de 20 cm de relleno de material tipo 7.
- 2.- Se realizaron las pruebas de compactación mediante el uso del cono de arena o densímetro nuclear, el grado de compactación resultó igual o mayor de 95% de la máxima densidad seca.
- 3.- En cuanto a la humedad se cayó dentro del rango de  $\pm 3\%$  del contenido óptimo de humedad obtenido en los ensayos realizados en el laboratorio.
- 4.- Cumpliendo los puntos anteriores que son supervisados por los encargados de control de calidad y verificados por personal de aseguramiento de calidad, se realizó el protocolo de aprobación de la capa de relleno.

### **Conformación del material tipo 8**

Previa a la conformación de los materiales se contó con:

1.-Pruebas de laboratorio:

- Análisis Granulométrico: las muestras cumplieron lo indicado en las especificaciones técnicas: tamaño máximo de 3”.
- Ensayo de Proctor Estándar
- Límite de consistencia
- Contenido de humedad

2.- Protocolos de aprobación del terreno de fundación o de la capa de relleno colocada anteriormente.

Cumpliendo los dos puntos anteriores, se pasó a la colocación del material en campo teniendo en cuenta algunas consideraciones:

- 1.- Se colocaron capas de 30 cm de relleno de material tipo 8.
- 2.- Se realizaron las pruebas de compactación mediante el uso del cono de arena o densímetro nuclear, el grado de compactación resultó igual o mayor de 95% de la máxima densidad seca.

- 3.- En cuanto a la humedad se cayó dentro del rango de  $\pm 3\%$  del contenido óptimo de humedad obtenido en los ensayos realizados en el laboratorio.
- 4.- Cumpliendo los puntos anteriores que son supervisados por los encargados de control de calidad y verificados por personal de aseguramiento de calidad, se realizó el protocolo de aprobación de la capa de relleno.



## **CAPITULO IV: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DE CALIDAD**

### **4.1 ANÁLISIS DEL CONTROL Y FRECUENCIAS DE ENSAYOS**

De acuerdo a lo presentado en el cuadro N°3.13 y el cuadro N°3.14, se tiene:

-Los ensayos granulométricos se realizan para todos los tipos de relleno, en el caso de los ensayos de límites de consistencia se aplican para los materiales arcillosos como el material tipo 1 y tipo 8; los ensayos de permeabilidad solo se realizan para el material tipo 1 ya que este que forma parte del dique principal y se requiere que no exista filtraciones en él.

-En el caso del material tipo 2 y tipo 3 alguna de las capas de relleno para ser aprobadas solo requerirán de una inspección visual debido a la alta frecuencia en los ensayos requeridos.

-Para los materiales de relleno tipo 5 y tipo 6 solo se requerirá de ensayos de granulometría aprobados antes de su colocación en obra, por lo tanto para pasar el control de calidad bastará una inspección visual en el terreno.

-La cantidad de ensayos realizados de acuerdo a la frecuencia pueden ser ajustados ya sea en mayor o menor cantidad en medida del avance o la cantidad de material colocado en obra o si se encuentran observaciones a estos y se piden realizar ensayos extras.

-Los cuadros de controles y frecuencias permitirán realizar la programación de ensayos, los cuales pueden ser diarios, semanales o mensuales a lo largo del tiempo que dure la obra. Se tiene que conocer el tiempo que toma realizar los ensayos y si se pueden realizar en el laboratorio de obra o en un laboratorio externo.

-Con el cuadro de controles y frecuencias también se puede conocer la cantidad de personal que se necesitará en el laboratorio, los conocimientos que debe tener el laboratorista acerca de los ensayos y si está autorizado como es el caso del manejo de densímetro nuclear.

## 4.2 ANÁLISIS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

De acuerdo a los resultados de los ensayos se tiene que:

El material tipo 1, es decir la grava arcillosa, de acuerdo a los ensayos de densidad de campo realizados, se tiene que con un MDS que varía entre 1.87 gr/cm<sup>3</sup> y 2.00 gr/cm<sup>3</sup> y un OCH entre 10.20% y 13.20 % indicados en el Cuadro N° 3.15 este material ha sido compactado con un rodillo liso vibratorio de 10 tn de peso mediante 08 ciclos de compactación superando el grado de compactación de 95% y pasando el control de calidad.

En el Cuadro N° 3.16 los valores del Índice de Plasticidad de todos los ensayos realizados al material tipo 1, son iguales o superan el valor de 10% indicado en las especificaciones técnicas, de acuerdo a esto el material cumple, pasa el control de calidad.

El material tipo 1 de acuerdo los valores de permeabilidad del Cuadro N°3.17 cumplió con las especificaciones superando lo exigido de un valor menor a 10<sup>-5</sup> cm/s, por lo tanto en cuanto a este ensayo pasa el control de calidad.

Según el Cuadro N° 3.18 los ensayos de granulometría para el material tipo 2 se encuentran dentro del huso granulométrico indicado en las especificaciones técnicas a excepción de los ensayos N° 11,12 y 18.

Según el Cuadro N° 3.20 los ensayos de granulometría para el material tipo 3 se encuentran dentro del huso granulométrico indicado en las especificaciones técnicas.

De acuerdo a los valores presentados en el Cuadro N°3.22 la abrasión del material rocoso con un promedio de 20.4% no supera el 40% indicado en las especificaciones técnicas, por lo tanto cumple con este ensayo para ser utilizado como relleno estructural.

En el material tipo 5 los valores del análisis granulométrico presentados en el Cuadro N°3.23 indican que los ensayos realizados se encuentran dentro del huso granulométrico, de acuerdo a las especificaciones técnicas el material pasa el control de calidad y puede ser utilizado como enrocado de protección en el Dique Patococha.

Los valores del análisis granulométrico del material tipo 6 presentados en el Cuadro N°3.24 indican que todos los ensayos realizados se encuentran dentro del huso granulométrico presentado en las especificaciones técnicas que indica que solo se requiere como control de calidad este ensayo por lo tanto el material pasa y puede ser utilizado como filtro para el sistema de subdrenes de la obra.

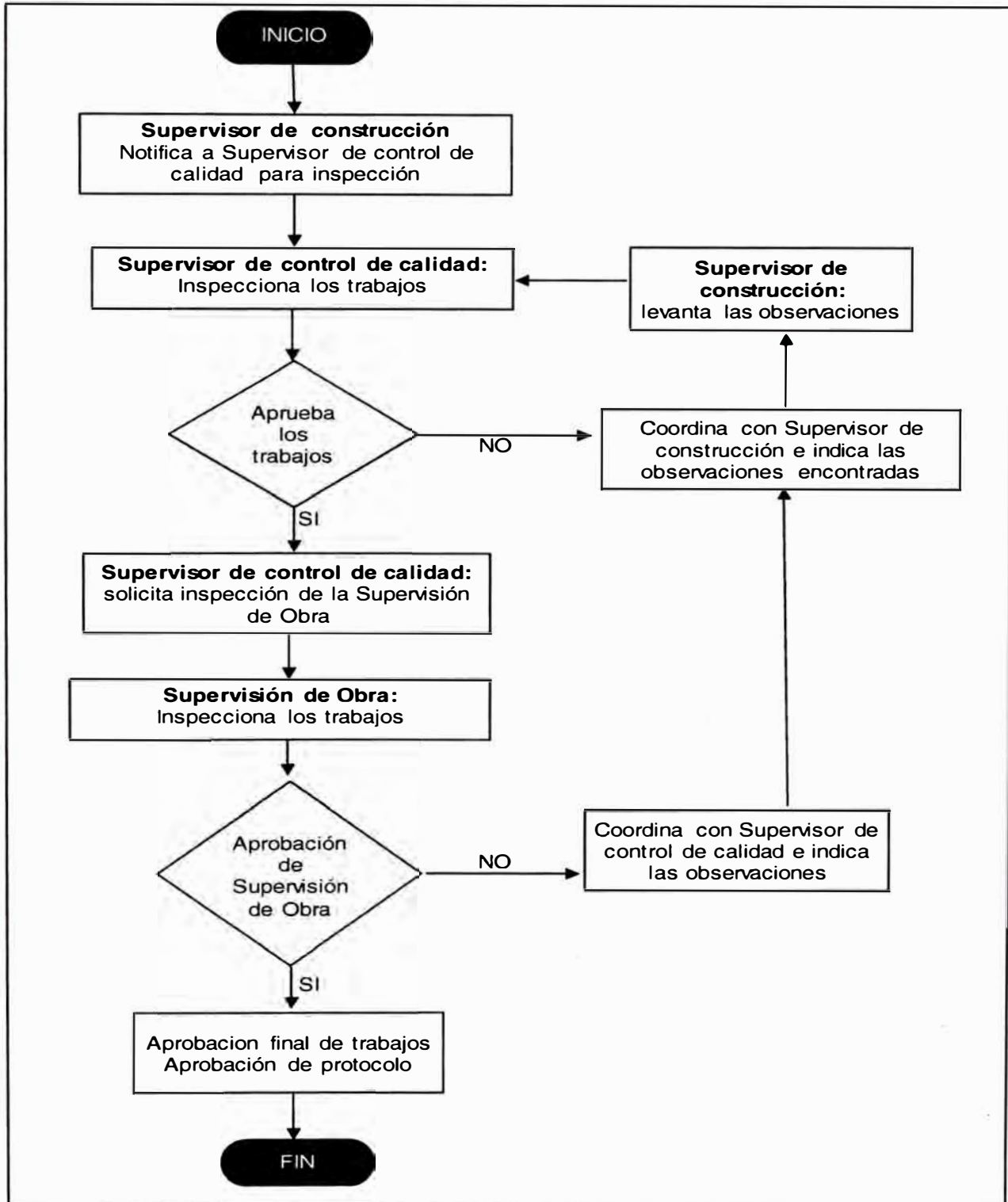
En cuanto al material tipo 7, de acuerdo a los ensayos de densidad de campo realizados, se tiene que con una humedad que varía entre 10.3% y 15.2% y una máxima densidad seca entre 1.82 gr/cm<sup>3</sup> y 2.04 gr/cm<sup>3</sup> este material ha sido compactado con un rodillo liso vibratorio de 10 tn de peso mediante 08 ciclos de compactación superando el grado de compactación de 95% y pasando el control de calidad.

En el material tipo 8, de acuerdo a los ensayos de densidad de campo realizados, se tiene que con una humedad que varía entre 10.00% y 11.70% y una máxima densidad seca entre 1.943 gr/cm<sup>3</sup> y 1.998 gr/cm<sup>3</sup> este material ha sido compactado con un rodillo liso vibratorio de 10 tn mediante 08 ciclos de compactación superando el grado de compactación de 95% y pasando el control de calidad.

### 4.3 ANÁLISIS DE LA APROBACIÓN DE TRABAJOS

Se presenta el diagrama de flujo para la aprobación de trabajos:

#### DIAGRAMA DE FLUJO DE APROBACIÓN DE TRABAJOS



Se desprende de este diagrama que:

- Debe existir coordinación entre el supervisor de construcción, el supervisor de control de calidad y el supervisor de obra. Es importante respetar la secuencia para la aprobación de los trabajos ya que de no darse el caso estos no serán reconocidos y tendrán que volver a ejecutarse.

-El procedimiento para la aprobación de trabajos debe ser de conocimiento de los encargados de construcción ya sean los ingenieros, maestros de obra, capataces, jefes de grupo, etc.

-Al iniciarse un trabajo nuevo o continuar uno, se requiere de la inspección y aprobación del supervisor de control de calidad para que este dé la buena conformidad de los trabajos o indique las correcciones que se deban hacer antes de la aprobación final del supervisor del proyecto.

-Si un trabajo no estuviera de acuerdo a planos y especificaciones se tendría que corregir, modificar o rehacer lo ya realizado, teniendo como consecuencia pérdida de tiempo y aumento de los costos.

-Al realizar una inspección de calidad en un trabajo repetitivo y encontrar errores se espera que estos vayan desapareciendo o se eliminen por completo para las siguientes inspecciones, como consecuencia de esto se tendrá personal mucho más calificado y competente.

-Se puede observar que los trabajos al ser aprobados, son finalizados mediante un protocolo, el cual garantiza la calidad del trabajo ante una posible auditoría.

-Para el caso de la conformación y colocación de los materiales de relleno presentados en el índice 3.6.2.1 se debe tener en cuenta que:

Todos los materiales de relleno tendrán que contar con los ensayos previos de laboratorio indicados en las especificaciones técnicas.

Se requiere contar con la aprobación del terreno de fundación o de la capa de relleno colocada anteriormente previo a la colocación de la nueva capa.

En cuanto a las pruebas de campo se realizará el ensayo de densidad in situ mediante cono de arena o densímetro nuclear para los materiales tipo 1, tipo 7 y

tipo 8. Para el caso del enrocado (material tipo 2 y tipo 3) se realizará el ensayo de densidad in situ mediante reemplazo de agua.

El supervisor de control de calidad y el supervisor de aseguramiento de calidad de acuerdo a inspección visual y resultados de pruebas de campo darán la conformidad de las capas de relleno cediendo paso a un nuevo trabajo.



## CAPITULO V: APLICACIÓN EN LA PRESA DE RELAVES PALLANCATA

### 5.1 CONFORMACIÓN Y COLOCACIÓN DEL MATERIAL TIPO 1

-El material de relleno al cumplir con todos los ensayos de laboratorio, se llevó a obra para su colocación. A continuación se presentan las características y particularidades para este tipo de material en su conformación y colocación:

-Se colocaron capas de 30 cm de espesor en la construcción del dique de la presa, asimismo se utilizó rodillos lisos vibratorios de 10 tn para la compactación en sentido paralelo al eje de la presa. Mediante 08 ciclos de compactado se logró superar el grado mínimo de compactación de 95% exigido en las especificaciones técnicas. Para el control de humedad no fue necesario agregar agua al material ya que la cantera presentaba la humedad dentro de los rangos permitidos.



Figura N° 5.1.-Conformación y colocación del material tipo 1

-Entre capa y capa para mejorar la adherencia se realizó un escarificado de 5 cm de espesor mediante motoniveladora.

-En los estribos se tuvo especial cuidado en los engrampes, estos deben estar limpios, se debe desechar todo material suelto hasta encontrar material firme. Es recomendable no dejar liso los estribos mediante la compactación con el fin de que exista adherencia con la capa que va estar por encima. La figura 5.2 presenta las dimensiones que deben tener los engrampes.

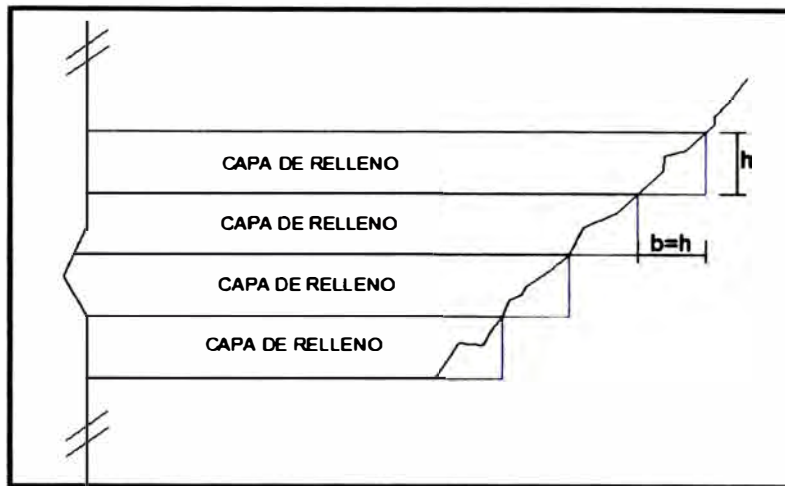


Figura N° 5.2.-Engrampes de las capas de relleno

-Al estar concluida una capa mediante inspección visual se verificó que no exista problemas de segregación de materiales, caso contrario se pidió retirar la zona afectada y colocar material en buenas condiciones. También se pidió retirar las piedras grandes mayores a 6" ya que solo se permitía un 5% de estas (la impermeabilidad del material se ve afectado si ocurre esto), para ello el problema se controló verificando que se realice el coneo adecuado en cantera y en caso llegaran a obra se retiraron manualmente cuando se realizó la conformación de la capa.

-Cuando se realizó la colocación de capas en temporada de lluvias aparecieron filtraciones en capas que ya habían sido colocadas, se tuvo que realizar drenes con material de filtro y geotextil y conectarlos a la red de subdrenaje.

-En la época de heladas, cuando el material estuvo a  $-2^{\circ}\text{C}$  ya no se pudo compactar, se tuvo que esperar a que descongele y removerlo con la motoniveladora.

-Para el cuidado de las capas de relleno y del material acumulado en época de lluvias se colocaron mantas de plástico con el fin de evitar filtraciones y malograr el material. Cuando de todas maneras penetró agua en las capas se tuvo que cortar el material afectado generalmente un espesor de 5 cm.

-Cada tres metros de conformación de material se perfiló el talud del dique con el uso de la excavadora, se retiraron las piedras sobresalientes manualmente dejando la superficie con piedras menores a 1".



-Se verificó que las capas cumplan con las dimensiones, pendientes indicadas en los planos mediante revisión de la topografía.

## 5.2 CONFORMACIÓN Y COLOCACIÓN DEL MATERIAL TIPO 2

-En la construcción del dique de la presa se conformaron y colocaron capas de 30 y 50 cm de espesor. Se optó por colocar capas de 30 cm para que se construya al nivel con las capas de material tipo 1 y se pueda compactar la zona de contacto. La conformación se realizó con tractor de orugas y la compactación con rodillo liso vibratorio de 10 tn realizando 04 ciclos de compactación.

-La zona de contacto entre el material tipo 1 y tipo 2 debe respetar los límites de diseño por lo tanto no debe haber intromisión de uno u otro material. La figura 5.3 presenta el contacto entre los materiales.



Figura N° 5.3.-Contacto de material tipo 1 y tipo 2

-Mediante inspección visual en algunos casos se tuvo que verificar la granulometría del material, se pudo encontrar la presencia de material fino en exceso en la colocación del material, con el fin de no retirar toda la capa se tomó como medida remover el material y agregar agua para que el material fino se asiente y se pierda. También se controló la calidad del material en cantera y se evitó que sucediera otra vez este problema.

-Al igual que en el material tipo 1 se controló los engrampes, asimismo la topografía.

## 5.3 CONFORMACIÓN Y COLOCACIÓN DEL MATERIAL TIPO 3

-En la construcción del dique de la presa se conformaron y colocaron capas de 100 cm de espesor. La conformación se realizó con tractor de orugas, caso

excepcional con excavadora y la compactación con rodillo liso vibratorio de 10 tn realizando 04 ciclos de compactación.

-Mediante inspección visual se verificó que no exista segregación del material, se requirió que la capa tenga uniformidad, es decir no exista rocas grandes o material fino acumulados solo en una zona de toda la superficie de trabajo; esto se controló en cantera al momento de seleccionar material y en obra en la conformación.

-Al igual que en el material tipo 2 se controló los engrampes, asimismo la topografía.

#### **5.4 CONFORMACIÓN Y COLOCACIÓN DEL MATERIAL TIPO 5**

-La capa que se colocó fue de 20 cm en la construcción del dique Patococha, previo aprobación de los ensayos de granulometría aprobados.

Para ello primero se realizó un escarificado en la cara del dique para que la roca se adhiera al material arcilloso.

Las rocas de tamaño de 8" fueron colocadas manualmente, y los espacios dejados entre roca fueron rellenos con fragmentos de roca más pequeños.

La selección del material fue de la Cantera de roca Selene debido a que presentaban caras planas, ideal para este tipo de trabajos.

Se verificó que cumpla con las dimensiones indicada en los planos.

No se tuvo mayor inconveniente con este tipo de material.

#### **5.5 CONFORMACIÓN Y COLOCACIÓN DEL MATERIAL TIPO 6**

-La colocación de este material se realizó en los sistemas de subdrenajes ya que fue utilizado como filtro. La procedencia fue de la cantera Aniso ubicada fuera de las instalaciones mineras.

-Se verificó que el material no contenga impurezas, material orgánico, basura o cualquier otro que perjudique la calidad del mismo.



**Figura N° 5.4.-Colocación de material tipo 6**

-Se controló mediante topografía el espesor que debería tener, indicado en los planos.

-El material funcionó correctamente como filtro, no se tuvo mayores problemas en su colocación.

### **5.6 CONFORMACIÓN Y COLOCACIÓN DEL MATERIAL TIPO 7**

-El material de relleno al cumplir con todos los ensayos de laboratorio, se llevó a obra para su colocación, se presentan las características y particularidades para este tipo de material en su conformación y colocación:

-Se colocaron capas de 20 cm de espesor en la construcción de la carpeta de rodadura del dique de la presa y del dique Patococha, también se utilizó en el acceso hacia los canales de derivación.

Para la compactación se utilizó rodillos lisos vibratorios, mediante 08 ciclos de compactado se logró superar el grado mínimo de compactación de 95% exigido en las especificaciones técnicas. Para el control de humedad no fue necesario agregar agua al material ya que la cantera presentaba la humedad dentro de los rangos permitidos.

-Al estar concluida una capa mediante inspección visual se verificó que no exista problemas de segregación de materiales, caso contrario se pidió retirar la zona afectada y colocar material en buenas condiciones.

-Se verificó que las capas cumplan con las dimensiones, pendientes indicadas en los planos mediante revisión de la topografía.

## 5.7 CONFORMACIÓN Y COLOCACIÓN DEL MATERIAL TIPO 8

-El material de relleno al cumplir con todos los ensayos de laboratorio, se llevó a obra para su colocación, se presentan las características y particularidades para este tipo de material en su conformación y colocación:

-Se colocaron capas de 30 cm de espesor en la construcción de los accesos y las plataformas de los canales de derivación. Para la compactación se utilizó rodillos lisos vibratorios, mediante 08 ciclos de compactado se logró superar el grado mínimo de compactación de 95% exigido en las especificaciones técnicas. Para el control de humedad no fue necesario agregar agua al material ya que la cantera presentaba la humedad dentro de los rangos permitidos. En la compactación del material de las zanjas de anclaje se utilizó compactadores manuales vibratorios (canguros).

-El material no requirió que se le agregue agua para su compactación ya que cumplía con los rangos de humedad permitidos en las especificaciones técnicas.

-Al estar concluida una capa mediante inspección visual se verificó que no exista problemas de segregación de materiales, caso contrario se pidió retirar la zona afectada y colocar material en buenas condiciones.

-Retiraron toda presencia de material orgánico que se encontró en el material.

-Se verificó que las capas cumplan con las dimensiones, pendientes indicadas en los planos mediante revisión de la topografía.

## 5.8 PROBLEMAS ENCONTRADOS EN LOS ENSAYOS

-En determinado momento no se contó con la presencia del técnico de laboratorio que tenía licencia para manejar el densímetro nuclear, por lo tanto el control tomó más tiempo al utilizar el cono de arena ya que se realizaban en simultáneo la colocación de las capas de relleno del dique de la presa, las capas en la zanja de anclaje, las capas de material tipo 8 en las plataformas de los canales de derivación, por lo tanto es importante prever la cantidad suficiente de personal de laboratorio.

-Los ensayos de permeabilidad para los suelos arcillosos y los ensayos de durabilidad y abrasión para las rocas se realizaron en laboratorios externos, el tiempo de entrega de resultados estuvo de acuerdo a la logística del laboratorio

y demoraron hasta un mes, por tal razón hay que coordinar con anticipación el trámite para los ensayos.

-Algunos de los ensayos de granulometría del material tipo 2 no cumplieron con la especificación, es decir no cayó dentro del huso granulométrico por lo tanto al material no se le pudo dar uso como relleno.

-Los equipos utilizados no tuvieron problemas, funcionaron correctamente, lo que hay que considerar son los insumos que se necesitan y pedirlos anticipadamente, por ejemplo el carburo de calcio que se utiliza en el Speedy no debe faltar ya que controlar la humedad de manera inmediata es primordial en la aprobación de capas de relleno.

## CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 CONCLUSIONES

1. El material tipo 1, es decir la grava arcillosa, de acuerdo a los ensayos de densidad de campo realizados, con un MDS que varió entre 1.87 gr/cm<sup>3</sup> y 2.00 gr/cm<sup>3</sup> y un OCH entre 10.20% y 13.20 %. Este material ha sido compactado con un rodillo liso vibratorio de 10 tn de peso mediante 08 ciclos de compactación superando el grado de compactación de 95% y pasando el control de calidad.
2. De los resultados del ensayo de límite de consistencia, se obtuvo un Índice de Plasticidad promedio de 15% por lo tanto el material tipo 1 es ligeramente plástico según clasificación de Sowers (Cuadro N°2.3), además superó el valor de 10% indicado en las especificaciones técnicas, por lo tanto pasó el control de calidad respecto a este ensayo.
3. De acuerdo a la permeabilidad el material tipo 1 cumplió con las especificaciones técnicas superando lo exigido de un valor menor a 10<sup>-5</sup> cm/s, por lo tanto pasó el control de calidad.
4. El ensayo de abrasión realizado válido tanto para el material tipo 2 como para el material tipo 3 con un valor entre 20.3% y 20.5% no superó el 40% indicado en las especificaciones, por lo tanto pasó el control de calidad respecto a este ensayo.
5. En el material tipo 5 los valores del análisis granulométrico presentados en el Cuadro N°3.23 se encuentran dentro del huso granulométrico de las especificaciones técnicas, por lo tanto pasó el control de calidad y se utilizó como relleno en la construcción del dique Patococha.
6. Los valores del análisis granulométrico del material tipo 6 presentados en el Cuadro N°3.24 se encuentran dentro del huso granulométrico de acuerdo a las especificaciones técnicas pasó el control de calidad y se utilizó como filtro para el sistema de subdrenes de la obra sin presentar problema alguno.
7. En cuanto al material tipo 7, de acuerdo a los ensayos de densidad de campo realizados, con una humedad que varió entre 10.3% y 15.2% y



una máxima densidad seca entre 1.82 gr/cm<sup>3</sup> y 2.04 gr/cm<sup>3</sup>. Este material ha sido compactado con un rodillo liso vibratorio de 10 tn de peso mediante 08 ciclos de compactación superando el grado de compactación de 95% y pasando el control de calidad.

8. En el material tipo 8, de acuerdo a los ensayos de densidad de campo realizados, con una humedad que varió entre 10.0% y 11.7% y una máxima densidad seca entre 1.943 gr/cm<sup>3</sup> y 1.998 gr/cm<sup>3</sup>. Este material ha sido compactado con un rodillo liso vibratorio de 10 tn mediante 08 ciclos de compactación superando el grado de compactación de 95% y pasando el control de calidad.

## 6.2 RECOMENDACIONES

1. Realizar coordinadamente los ensayos que se realizan en laboratorios externos, con la debida anticipación para cumplir con la frecuencia de ensayos, tal como es el caso de los ensayos de durabilidad y de permeabilidad.
2. Tener personal capacitado en el laboratorio con conocimiento de los diversos ensayos, también que cuenten con autorización y manejo del densímetro nuclear para facilidad del control de compactación en campo.
3. Contar con la cantidad de personal, equipo e insumos necesarios para que no se vea afectado el tiempo de ejecución de ensayos de laboratorio y de campo.
4. Realizar periódicamente charlas de capacitación acerca de los procedimientos de calidad a todo el personal involucrado en la obra.
5. Para no afectar la calidad de la compactación del relleno en el caso de lluvias o caída de nieve se recomienda cubrir el área de trabajo con un material impermeable.
6. En el tiempo de heladas se recomienda compactar el material de relleno a una temperatura mayor a -2°C para que no se vea afectado el proceso de compactación.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Bowles Joseph E., "Manuel de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil", Editorial McGraw Hill, Bogotá, 1981.
2. Das, Braja M.; "Fundamentos de Ingeniería Geotécnica", Editorial Thomsom, México DF, 2001.
3. Fratelli, Graciela María; "Suelos, Fundaciones y Muros", Caracas 1993.
4. Norma Internacional ISO 9001, Cuarta edición, 2008.
5. Sowers, George B.; "Introducción a la Mecánica de Suelos y Cimentaciones", Editorial Limusa, México DF, 1994.
6. Ubillus Calmet, Juan Carlos, "La Calidad en los Proyectos y los SIG", Lima- Perú, 2012.
7. Villanueva Jiménez, Aquiles Martín, "Diseño de presa de relaves Alpamarca y el uso de materiales de mina como cuerpo de presa". Tesis para optar Título Profesional FIC-UNI. Lima, Perú, 2006.

## **ANEXO A:**

# **FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD**

# **FORMATOS DE APROBACIÓN DE TRABAJOS**

**PROTOCOLO DE APROBACIÓN**  
Aprobación No. **CCMR -**

Código de Control Nro.  
PR-CQC-F06

Obra: Construcción de Presa de Relave Pallancata Fecha: \_\_\_\_\_

Elaborado por: \_\_\_\_\_

Localización: \_\_\_\_\_ Actividad: **Conformación y compactación de materiales de relleno**

Adjunto: \_\_\_\_\_ Detalle: \_\_\_\_\_

La siguiente actividad está concluida y ejecutada conforme con las Especificaciones Técnicas y Planos :	OK	N/A
1. El material de relleno fue aprobado		
2. El material usado para el relleno es de Tipo ...		
3. El material proviene de: Cantera, propio, otros.		
4. Cumple con el espesor de la capa _____ cm		
5. Se han tomado las pruebas de compactación.		
6. Las pruebas superan el grado de compactación mínima _____ Proctor estandar/Proctor Modificado.		
7. La capa se logra compactar con rodillo liso de 10 tn y _____ ciclos de rodillado		

Clima : Despejado       Turno: Dia       Hora: \_\_\_\_\_  
 Soleado       Noche   
 Nublado

AREA	m2		
LONGITUD	m		
PUNTO	m N	m E	COTA
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			

**NM**



CROQUIS

**OBSERVACIONES:**

EJECUTÓ	REVISÓ	APROBÓ	VERIFICÓ
NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA
FECHA	FECHA	FECHA	FECHA

# **FORMATOS DE LABORATORIO**

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b> ASTM D 4643 / D 2216		Código de Control Nro. PR-CQC-LAB-F01
Origen: _____	Fecha muestreo: _____	Capa: _____
Descripción: _____		Curva No. _____
Muestreado por: _____		

Condiciones de Secado: 60°C / 110°C

Método: Horno ( O )

Microonda ( M )

Muestra No.	Ubicación	Profundidad	Muestra o ensayo	1	2	3	4
RECIPIENTE No							
Pr Ph A							
Pr Ps B							
Pr C							
P. GUA D = A - B							
Ps E = B - C							
% DE HUMEDAD (D/E) * 100							
CLASIFICACION SUCS							
OBSERVACIONES							

Muestra No.	Ubicación	Profundidad	Muestra o ensayo	5	6	7	8
RECIPIENTE No							
Pr Ph A							
Pr Ps B							
Pr C							
P. GUA D = A - B							
Ps E = B - C							
% DE HUMEDAD (D/E) * 100							
CLASIFICACION SUCS							
OBSERVACIONES							
P = PESO DEL RECIPIENTE P <sub>h</sub> = PESO HUMEDO P <sub>s</sub> = PESO SECO							

EJECUTÓ	REVISÓ	APROBÓ	VERIFICÓ
NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA
FECHA	FECHA	FECHA	FECHA



**ANALISIS GRANULOMETRICO  
ASTM D 422 / C136**

Código de Control Nro.  
PR-CQC-LAB-F02

Obra: \_\_\_\_\_ Fecha muestreo: \_\_\_\_\_ Muestra No. \_\_\_\_\_  
 Localización X = \_\_\_\_\_ Y = \_\_\_\_\_ Cota m.s.n.m. \_\_\_\_\_ Capa \_\_\_\_\_  
 Descripción: \_\_\_\_\_ Curva No. \_\_\_\_\_  
 Muestreado por: \_\_\_\_\_

Tamaño Tamiz	Peso Reten. Acumulado	% Retenido	% Pasa	Espec. fíic.	
4.75"					Cantidad de suelo que pasa el tamiz No. 4 (Compactación AASHTO): (1-contenido de humedad (-No. 4)/100*(6000g ó 13.231 lb)*(-No. 4)*(-2"))
7.5"					
15"					
30"					Cantidad de Suelo entre los tamices 3/4" y No. 4 (Compactación AASHTO): 1.01*(6000 ó 13.231 lb)*[(-2")-(No.4)]*(-2")
60"					
120"					
240"					Condiciones de Secado y Lavado del suelo Retenido en la malla
480"					Condiciones de Secado y Lavado de la fracción de suelo que pasa la malla
960"					Corrección del suelo húmedo que pasa la malla
1920"					
3840"					
7680"					
15360"					
30720"					
61440"					
122880"					
245760"					
491520"					
983040"					
1966080"					
3932160"					
7864320"					
15728640"					
31457280"					
62914560"					
125829120"					
251658240"					
503316480"					
1006632960"					
2013265920"					
4026531840"					
8053063680"					
16106127360"					
32212254720"					
64424509440"					
128849018880"					
257698037760"					
515396075520"					
1030792151040"					
2061584302080"					
4123168604160"					
8246337208320"					
16492674416640"					
32985348833280"					
65970697666560"					
131941395333120"					
263882790666240"					
527765581332480"					
1055531162664960"					
2111062325329920"					
4222124650659840"					
8444249301319680"					
16888498602639360"					
33776997205278720"					
67553994410557440"					
135107988821114880"					
270215977642229760"					
540431955284459520"					
108086391056891840"					
216172782113783680"					
432345564227567360"					
864691128455134720"					
1729382256910269440"					
3458764513820538880"					
6917529027641077760"					
13835058055282155520"					
27670116110564311040"					
55340232221128622080"					
110680464422257244160"					
221360928844514488320"					
442721857689028976640"					
885443715378057953280"					
1770887430756115906560"					
3541774861512231813120"					
7083549723024463626240"					
14167099446048932512480"					
28334198892097865024960"					
56668397784195730049920"					
11333679556839146099840"					
22667359113678292199680"					
45334718227356584399360"					
90669436454713168798720"					
181338872909426337597440"					
362677745818852675194880"					
725355491637705350389760"					
1450710983275410700779520"					
2901421966550821401559040"					
5802843933101642803118080"					
11605687866203285606236160"					
23211375732406571212472320"					
46422751464813142424944640"					
92845502929626284849889280"					
18569100585925256969778560"					
37138201171850513939557120"					
74276402343701027879114240"					
148552804687402055748224480"					
29710560937480411149644960"					
5942112187496082229928960"					
11884224374992164459857920"					
23768448749984328919715840"					
47536897499968657839431680"					
95073794999937315678863360"					
190147589999874631357576720"					
380295179999749262715153440"					
760590359999498525430306880"					
1521180719998976510860613760"					
3042361439997953021721227520"					
6084722879995906043442455040"					
12169445759991812086884910080"					
24338891519983624173777820160"					
48677783039967248347555640320"					
97355566079934496695111280640"					
194711132159868993390225561280"					
389422264319737986780451122560"					
778844528639475973560902245120"					
155768905727945194712180450240"					
311537811455890389424360900480"					
623075622911780778848721800960"					
1246151245823561557697443601920"					
2492302491647123115394887203840"					
4984604983294246230789774407680"					
9969209966588492461579548815360"					
19938419933176984923159097630720"					
39876839866353969846318195261440"					
79753679732707939692636390522880"					
15950735946541587938527278104560"					
31901471893083175877054556209120"					
63802943786166351754409112418240"					
127605887572332703508818224836480"					
255211775144665407017636449672960"					
510423550289330814035272899345920"					
1020847100578661628070545798691840"					
2041694201157323256141091597383680"					
4083388402314646512282083194767360"					
8166776804629293024564166389534720"					
1633355360925858604912833277908480"					
3266710721851717209825666555816960"					
6533421443703434419651333111633920"					
13066842887406868839302666223267840"					
26133685774813737678605332446535680"					
52267371549627475357210664893071360"					
10453474309925495071444133786142720"					
20906948619850990142888867572284480"					
4181389723970198028577773514456960"					
8362779447940396057155549028913920"					
16725558895880792114311109857827840"					
33451117791761584228622219715655680"					
66902235583523168457244439431311360"					
13380447116704633691448888886262720"					
26760894233409267382897777772525440"					
53521788466818534765795555545050880"					
107043576933637069515591111110101760"					
214087153867274139031182222220203520"					
428174307734548278062364444440407040"					
856348615469096556124728888880814080"					
171269723093819311248495777777628160"					
342539446187638622496991555555256320"					
6850788923752772449939831111105126640"					
1370157784750554489879662222201025280"					
2740315569501108979659324444402050560"					
54806311390022179593196488888041011120"					
10961262278004435918639297777762222240"					
21922524556008871837278595555524444480"					
4384504911201774367455719111104888960"					
87690098224035487349114382222209777920"					
17538019644807097469828764444419555840"					
35076039289614194939657528888839111680"					
70152078579228389879315057777778223360"					
140304157158456779758630115555556446720"					
280608314316913559517260231111101291440"					
561216628633827119034520462222202582880"					
112243325726765438069040892444445166560"					
224486651453530876138081784888891333120"					
44897330290706175227616356977778266240"					
897946605814123504552327139555565324480"					
17958932116282470091046547911111010664960"					
35917864232564940182093095822222021329920"					
71835728465129880364186191644444422659840"					
14367145693025976072837238328888845319680"					
28734291386051952145674476657777810639360"					
574685827721039042913495533155556212778880"					
1149371655442078085826990666311111025557760"					
2298743310884156171653981332622220511155520"					
459748662176831234330796266524444410223040"					
919497324353662468661592533048888820446080"					
183899464707132493732318506609777740892160"					
3677989294142649874646370132195555817784320"					
735597858828529974929274026439111163568640"					
147119571765705994958548052868222327137280"					
2942391435314119899170961057364446544560"					

**LÍMITES DE CONSISTENCIA  
ASTM D 4318**

Código de Control Nro.  
PR-CQC-LAB-F03

Muestra No. \_\_\_\_\_  
 Fecha muestreo: \_\_\_\_\_  
 Localización: X = \_\_\_\_\_ Y = \_\_\_\_\_ Cota m.s.n.m. \_\_\_\_\_  
 Descripción: \_\_\_\_\_  
 Capa (m) \_\_\_\_\_  
 Curva No. \_\_\_\_\_

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**

**LÍMITE LÍQUIDO**

Muestra o ensayo	1	2	3	4
No DE GOLPES				
RECIPIENTE No				
Pr + Ph				
Pr + Ps				
P AGUA				
Pr				
Ps				
% DE HUMEDAD				

**LÍMITE PLÁSTICO**

RECIPIENTE No				
Pr + Ph				
Pr + Ps				
P AGUA				
Pr				
Ps				
% DE HUMEDAD				

CONTENIDO DE HUMEDAD

No DE GOLPES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

**RESULTADOS**

HUMEDAD NATURAL %: \_\_\_\_\_

LÍMITE LÍQUIDO %: \_\_\_\_\_

LÍMITE PLÁSTICO %: \_\_\_\_\_

ÍNDICE DE PLASTICIDAD %: \_\_\_\_\_

No. Golpes	Factor K
20	0.974
21	0.979
22	0.985
23	0.990
24	0.995
25	1.000
26	1.005
27	1.009
28	1.014
29	1.018
30	1.022

**OBSERVACIONES**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

PR = PL O DEL RECIPIENTE	TEMPERATURA DE SECADO	AGUA USADA
PH = PL O HUMEDO	PREPARACION DE LA MUESTRA 60° C AMBIENTE	DESTILADA
PS = PL O SECO	CONTENIDO DE HUMEDAD 60° C 110° C	POTABLE OTRA

EJECUTÓ	REVISÓ	APROBÓ	VERIFICÓ
NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA
FECHA	FECHA	FECHA	FECHA

**Título:** PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO  
ASTM C127

Código de control Nro.  
PR-CQC-LAB-F04

Nro de Revisión: \_\_\_\_\_ Registro: \_\_\_\_\_ Fecha de Revisión: \_\_\_\_\_

Página: 1 de 1

hora: \_\_\_\_\_ Fecha muestreo: \_\_\_\_\_ Muestra No. \_\_\_\_\_  
 Escala: X = \_\_\_\_\_ Y = \_\_\_\_\_ Cota m.s.n.m. 0.00 \_\_\_\_\_  
 Descripción: \_\_\_\_\_ Curva No. \_\_\_\_\_  
 Muestreado por: \_\_\_\_\_

o. De Partículas > 3 pulg.				
o. Bandeja				
Agregado Saturado Superficial Seco + Tara				
Agregado Seco + Tara				
Peso de Tara				
Agregado Saturado Superficial Seco	B			
Agregado Seco	A			
Agregado + Canastilla sumergida				
Peso Canastilla sumergida				
Agregado Saturado Sumergido	C			
Temperatura del Agua				
Factor de Corrección				
Peso Especifico Aparente	(A / (A-C))			
Gravedad Especifica Bulk SSS	(B / (B-C))			
Gravedad Especifica Bulk	(A / (B-C))			
Absorción				
Porcentaje Retenido No. 4				
Porcentaje Pasa No. 4				
Peso Agregado que Pasa No. 4				
Peso Especifico Promedio				

OBSERVACIONES

EJECUTÓ	REVISÓ	APROBÓ	VERIFICÓ
NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA
FECHA	FECHA	FECHA	FECHA





Titulo: **CORRECCION DE PROCTOR POR GRAVA  
ASTM D 4718**

Código de control Nro.  
PR-CQC-LAB-F06

de Revisión: Registro: Fecha de Revisión:

Página: 1 de 1

a: Fecha muestreo: Muestra No.  
 alizació X = Y= Cota m.s.n.m.  
 :cnpcid

**PROCEDIMIENTO.**

**Corrección para el Contenido de Humedad (MC) - Muestra Total**

+3/4" \_\_\_\_\_ % Retenido en 3/4" (\*1)

C.H. \_\_\_\_\_

-3/4" \_\_\_\_\_ Pasante en 3/4"

C.H. \_\_\_\_\_

C.H. Corregido = ( ) + ( ) = %

**Corrección para Máxima Densidad Seca de Muestra Total**

gr/cm3 Valor del Proctor sin corrección  
(Ver curva adjunta)

$$DCS = [ 100 * (Df) * (Gm) * (Dw) ] / [ (Df * Pc) + (Gm * Dw * Pf) ]$$

DSC =	Corrección de peso unitario seco del Material Total calculado	=	_____	gr/cm3
Df =	Optima Densidad Seca Fracción Fina	=	_____	
Gm =	Peso Especifico de Grava	=	_____	
Dw =	Peso Unitario de Agua	=	_____	1
Pc =	Porcentaje de Sobretamaño > 3/4	=	_____	%
Pf =	Porcentaje de Fracción Fina < 3/4	=	_____	%

\_\_\_\_\_ Df Gm Dw Df Pc Gm Dw Pf

DCS =

DCS =

C.H. Corregido \_\_\_\_\_ %

Densidad Seca Corregida \_\_\_\_\_ gr/cm3

Si el valor del porcentaje retenido en la malla 3/4" es mayor a 30%, la corrección no es valida por este método.

Realizar calculo usando el porcentaje retenido de 3/4" como 30% y como pasante en la malla 3/4" usar 70%.

**NOTA / COMENTARIOS / OBSERVACIONES:**

**APROBACION:**

EJECUTÓ	REVISÓ	APROBÓ	VERIFICÓ
NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA
FECHA	FECHA	FECHA	FECHA





**Densidad In Situ por reemplazo de agua  
ASTM D 5030**

Código de Control Nro.  
PR-CQC-LAB-F08

Obra \_\_\_\_\_ Fecha muestreo: \_\_\_\_\_ Muestra No. \_\_\_\_\_  
 Localización X = \_\_\_\_\_ Y = \_\_\_\_\_ Cota m.s.n.m. \_\_\_\_\_ Prueba No. \_\_\_\_\_  
 Descripción: \_\_\_\_\_

Densimetro Nuclear	Profundidad (m)	Densidad Seca gr/cm3	Humedad %	Densidad Seca gr/cm3	Humedad %	Densidad Seca Promedio gr/cm3	Humedad Promedio %
I							
II							
III							
IV	Promedio del ensayo en las ubicaciones (I, II, III)						
V	Promedio de Densidad Húmeda (Densidad Seca (IV) * (1 + (Humedad (IV) / 100))						

	INICIAL	FINAL	NETO	
a. Litros de agua usados para llenar el anillo				lt
b. Nivel de agua marcado en la estructura				cm
c. Litros de agua usados para llenar el anillo + hoyo				lt
				lt
Relleno				lt
				lt
c. Litros de agua usados para llenar el anillo + hoyo				lt
x. Litros de agua usados para llenar el hoyo (c-a)				
d. Peso de tara (para el material extraído del hoyo)				Kg
e. Material extraído del hoyo - Medidas con una catidad de _____ Kg (incluye tara)				
f. Peso de material y tara	Cantidad _____	* _____	Kg =	Kg
g. Peso adicional de material y tara				Kg
h. Peso total de material y tara (f+g)				Kg
i. Peso de la tara en las medidas	Cantidad _____	* _____	Kg =	Kg
j. Peso de material (h-i)				Kg
k. Peso Húmedo de la muestra + tara	_____ g	Tara No. _____		
l. Peso Seco de la muestra + tara	PROVIENE DEL ENSAYO ASTM D 2216 Y D 422 DE LA MUESTRA DE LABORATORIO CORRESP. _____			
m. Peso Seco de la muestra				
n. Peso del agua en la muestra	_____ g (k - l)			
p. Contenido de humedad de la muestra (n / m)				

**CALCULOS**

q. Volumen del Hoyo	_____ Lt * 1000 cm3 =		cm3
r. Densidad húmeda de la muestra ( j * 1000 / q )			gr/cm3
s. Densidad Seca de la muestra ( r / ( 1.0 + (p /100 )))			gr/cm3
t. Máx. Densidad Seca de Laboratorio Proctor Estandar No. _____ Optimo contenido de Humedad (%) =			gr/cm3
u. Porcentaje de compactación - Muestra Total ( s / t )			%
v. Diferencia entre el Densimetro nuclear y el Ensayo de Reemplazo de agua ( V - r ). Densidad			gr/cm3
w. Diferencia entre el Densimetro nuclear y el Ensayo de Reemplazo de agua ( IV- p ). Humedad			%
Densimetro nuclear No. _____ Estadístico D: _____ H: _____			
Pesos retenidos (netos e incluye tara)	Malla 2 pulg. (Kg) _____	Malla 3 pulg. (Kg) _____	Malla 4 pulg. (Kg) _____
	Malla 6 pulg. (Kg) _____	Malla __ pulg. (Kg) _____	Otros _____

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

EJECUTÓ	REVISÓ	APROBÓ	VERIFICÓ
NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA
FECHA	FECHA	FECHA	FECHA

**ENSAYO DE DENSIDAD EN SITIO CONO DE ARENA  
ASTM D 1556**

Código de Control Nro.  
PR-CQC-LAB-F09

N<sup>o</sup> de Revisión:

Fecha de Revisión:

Página 1 de 1

Ciudad: \_\_\_\_\_ Fecha muestreo: \_\_\_\_\_ Capa: \_\_\_\_\_  
 Descripción: \_\_\_\_\_ Prueba No. \_\_\_\_\_

<b>PRUEBA No.</b>				
Alto Inicial de Arena (gr)				
Alto Final de Arena (gr)				
Alto de Arena Usada (gr)				
Alto de Arena en el Cono y la Plancha (gr)				
Alto de Arena para llenar el Hueco (gr)				
Densidad de Arena (gr/cm <sup>3</sup> )				
Altura del Hueco (cm)				
Peso de la Muestra Humeda (gr)				
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )				
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )				
Peso de Tara				
Peso Humedo + Tara (gr)				
Peso Seco + Tara (gr)				
Peso (gr)				
Peso de Agua (gr)				
Peso Suelo Seco (gr)				
Contenido de Humedad (%)				
Índice De la Curva de Compactación				
Densidad Seca Máxima (gr/cm <sup>3</sup> )				
Contenido de Humedad Optimo (%)				
Compactación				
Observaciones / FALLA				
Mediciones con Densímetro Nuclear				
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )				
Contenido de Humedad (%)				

No. PRUEBA	No. CONO	No. JARRO	No. FRASCO	UBICACIÓN DE LA PRUEBA			
				X	Y	COTA	CAPA

**OBSERVACIONES**

---



---



---

EJECUTÓ	REVISÓ	APROBÓ	VERIFICÓ
NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA
FECHA	FECHA	FECHA	FECHA

**ANEXO B:**

**ENSAYOS DE MATERIALES**

# **ENSAYOS DEL MATERIAL TIPO 1**

<b>Título:</b>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 4643 / D 2216</b>		<b>Código de control Nro.</b> PR-CQC-LAB-F01
<b>Número de revisión:</b>	026	<b>Registro:</b>	LAB - 026
		<b>Fecha de revisión:</b>	
			<b>Página:</b> 1 de 1

<b>Objeto:</b>	CONSTRUCCIÓN PRESA DE RELAVE - UO PALLANCATA	<b>Fecha muestreo:</b>	29-jul-11	<b>Muestra No.</b>	PR/RT 1 - M - 026
<b>Descripción:</b>	MATERIAL TIPO 1 - GRAVA ARCILLOSA			<b>Curva No.</b>	RT 1 - PS - 026 - MDS
<b>Muestreado por:</b>	Alave Vargas M.			<b>Fecha ensayo:</b>	27-jul-11
<b>Condiciones de Secado:</b>	110°C (X)	<b>Método:</b>	Horno (X)	<b>Microonda</b>	( )
<b>Tiempo de Secado:</b>	24 HORAS				

<b>Muestra No.</b>	PR/RT 1 - M - 026			
<b>Ubicación</b>	X = 699763	Y = 8376586	<b>Cota m.s.n.m.</b>	4672.00
<b>Profundidad</b>				

<b>RECIPIENTE No</b>		<b>001</b>	<b>002</b>	
<b>F - Ph</b>	A	2067.0	2146.0	
<b>F - Ps</b>	B	1906.0	1968.0	
<b>F</b>	C	314.0	321.0	
<b>AGUA</b>	D = A - B	161.0	178.0	
<b>F</b>	E = B - C	1592.0	1647.0	
<b>DE HUMEDAD</b>	(D/E) * 100	10	11	<b>PROMEDIO = 10 %</b>

**SERVACIONES:** SE TOMO MUESTRA PARA HUMEDAD NATURAL DEL CARGUÍO EN CANTERA SUELOS TIPO 1.

<b>Muestra No.</b>	PR/RT 1 - M - 026			
<b>Ubicación</b>	X = 699763	Y = 8376586	<b>Cota m.s.n.m.</b>	4672.00
<b>Profundidad</b>				
<b>Humedad Natural</b>	Mayor a tamiz > 3/4"			

<b>RECIPIENTE No</b>		<b>001</b>	<b>002</b>	
<b>+ Ph</b>	A	2658.0	1897.0	
<b>+ Ps</b>	B	2534.0	1821.0	
	C	321.0	322.0	
<b>AGUA</b>	D = A - B	124.0	76.0	
<b>F</b>	E = B - C	2213.0	1499.0	
<b>DE HUMEDAD</b>	(D/E) * 100	6	5	<b>Promedio 6.00 %</b>

**SERVACIONES:** Contenido humedad natural de grava pasante tamiz 3" y retenido en tamiz 3/4" para corrección de proctor por grava.  
Ensayo de realizo en coordinación con supervisor CQA.

**h** = PESO DEL RECIPIENTE

**h<sub>h</sub>** = PESO HUMEDO

**s** = PESO SECO

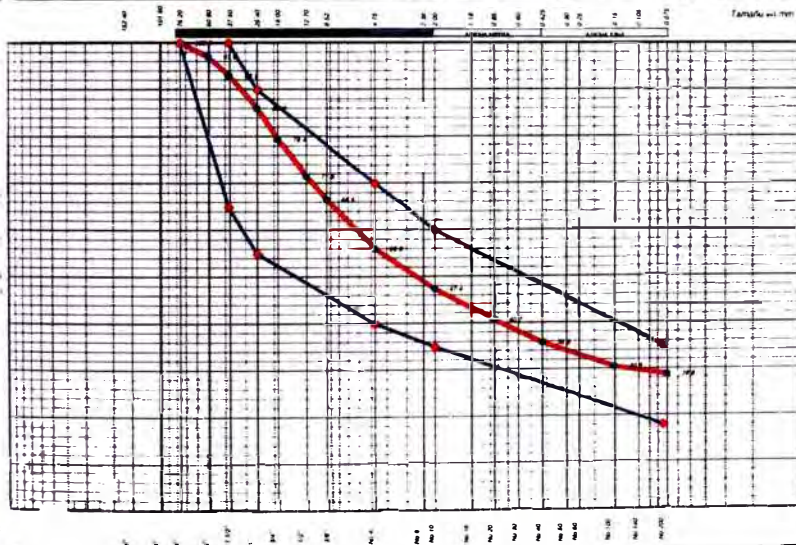


**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO  
ASTM D 422 / C136**

GESTIÓN DE CONTROL DE CALIDAD

División: 026	Registro: RT 1 - 026	Fecha de revisión:	Código de control Nro. PR-CQC-LAB-F02
CONSTRUCCIÓN PRESA DE RELAVE - UO PALLANCATA			Página: 1 de 1
Localización: X = 699763 Y = 8376586	Fecha muestreo: 29-jul-11	Muestra No. PR/RT 1 - M - 026	
Descripción: MATERIAL TIPO 1 - GRAVA ARCILLOSA	Cota m.s.n.m. 4672.00	Curva No. RT 1 - PS - 026 - MDS	
Muestreado por: Alave Vargas M.		Fecha ensayo: 31-jul-11	

Tamaño Malla	Peso Reten. Acumulado	% Retenido	% Pasa	Especificación Relleno Tipo 1	Comentarios
8"					Cantidad de suelo que pasa el tamiz No. 4 (Compactación ASTM):
6"					[1 - contenido de humedad (-No. 4)/100*(6000g o 13.231 lb)]*(-No. 4)*(-2%)
4"					100.0
3"	0.0	0.0	100.0	100 - 100	
2"	991.0	3.0	97.0		1.01*(6000 o 13.231 lb)*[(-2%)-(-No. 4)](2%)
1.75"	2342.0	7.1	92.9	65 - 100	
1.5"	4610.0	14.0	86.0	55 - 90	
1.18"	6794.0	20.6	79.4		Condiciones de Secado y Lavado del suelo Retenido en la malla N° 4
1.06"	9428.0	28.5	71.5		
0.85"	11068.0	33.5	66.5		Condiciones de Secado y Lavado de la fracción de suelo que pasa la malla N° 4
No. 4	14517.0	44.0	56.0	40 - 70	
No. 8					Corrección del suelo húmedo que pasa la malla N° 4:
No. 10	242.7	52.6	47.4	35 - 60	
No. 16					Peso suelo Húmedo que pasa malla N° 4 (gr.) 19,121.0
No. 20	431.0	59.3	40.7		Peso suelo seco que pasa malla N° 4 (gr.) 18,510.6
No. 30					Peso suelo seco retenido malla N° 4 (gr.) 14,517.0
No. 40	569.8	64.2	35.8		Peso suelo seco total (gr.) 33,027.6
No. 50					
No. 60	657.4	67.3	32.7		Condiciones de la fracción de suelo seco que pasa la malla:
No. 100	717.8	69.5	30.5		
No. 140					% suelo seco que pasa/peso de la fracción de suelo seco que pasa
No. 200	765.7	71.2	28.8	18 - 35	
Alfilla	769.4	71.3	28.7		



CLASIFICACION SUCS:	GC	AASHTO	
Proveniencia:	CANTERA SUELOS		
Contenido de humedad de la fracción de Suelo seco que pasa la malla N° 4:	% de suelo seco que pasa la malla No. 200		
No. Tara	001	No. Tara	002
Peso Humedo + Tara	1946.0	Peso Seco + Tara	1894.0
Peso Seco + Tara	1894.0	P. Seco Lavado + Tara	1082.7
Peso de Tara	317.0	Peso de Tara	317.0
Peso del Agua	52.0	Suelo Seco (-No. 200) g	811.3
Peso Seco	1577.0	Suelo Seco (+No. 200) g	765.7
Cont. de humedad %	3	Suelo Seco (-No. 200) %	28.8

CONSIDERACIONES: SE REALIZO MUESTREO DEL CARGUO DEL CANTERA DE SUELOS (RELLENO TIPO 1), RECOLECTANDO APROXIMADAMENTE 120 Kg EN TRES PUNTOS DIFERENTES.



**Título:** **LÍMITES DE CONSISTENCIA**  
**ASTM D 4318**

**Código de control Nro.:** PR-CQC-LAB-F03

**Nro de revisión:** 026      **Registro:** LAB - 026      **Fecha de revisión:**      **Página:** 1 de 1

**Obra:** CONSTRUCCIÓN PRESA DE RELAVE - UO PALLANCATA      **Fecha muestreo:** 29-jul-11      **Muestra No.:** PR/RT 1 - M - 026

**Localización X =** X = 699763      Y = 8376586      **Cola m.s.n.m.:** 4672.00

**Descripción:** MATERIAL TIPO 1 - GRAVA ARCILLOSA      **Curva No.:** RT 1 - PS - 026 - MDS

**Muestreado por:** Alave Vargas M.

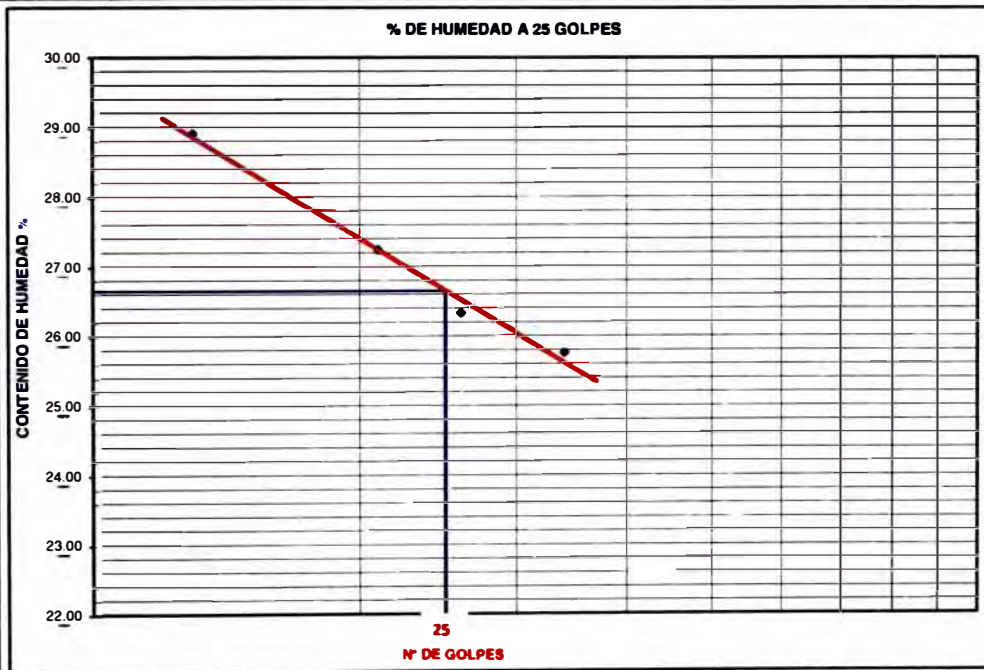
**LÍMITES DE CONSISTENCIA**

**LÍMITE LÍQUIDO**

Muestra o ensayo	1	2	3	4
No DE GOLPES	34	26	21	13
RECIPIENTE No	I	II	III	IV
Pr + Ph	48.28	47.48	49.01	47.98
Pr + Ps	44.40	43.83	44.73	43.90
P. AGUA	3.88	3.65	4.28	4.08
Pr	29.34	29.97	29.02	29.79
Ps	15.06	13.86	15.71	14.11
% DE HUMEDAD	25.8	26.3	27.2	28.92

**LÍMITE PLÁSTICO**

RECIPIENTE No	I	II	III	IV	PROMEDIO
Pr + Ph	32.38	33.91	34.5	33.39	
Pr + Ps	31.91	33.38	33.5	32.79	
P. AGUA	0.47	0.53	1.00	0.60	
Pr	29.09	29.87	27.5	28.89	
Ps	2.82	3.51	6.00	3.90	
% DE HUMEDAD	16.7	15.1	16.7	15.4	15.95



**RESULTADOS:**

HUMEDAD NATURAL	10	%
LÍMITE LÍQUIDO	27	%
LÍMITE PLÁSTICO	16	%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	11	%

No. Golpes	Factor K
20	0.974
21	0.979
22	0.985
23	0.990
24	0.995
25	1.000
26	1.005
27	1.009
28	1.014
29	1.018
30	1.022

**OBSERVACIONES:** Material procede de cantera suelo, ensayo se efectuó con material pasante tamiz N° 40, se saturó por 24 horas antes de realizar ensayo.

Pr = PESO DEL RECIPIENTE	TEMPERATURA DE SECADO: HORNO: ( X ) 110° C ( X )	AGUA USADA:
Ph = PESO HUMEDO	TIEMPO DE SECADO: 24 HORAS	DESTILADA: ( X ) OTRA:
Ps = PESO SECO	PREPARACION DE LA MUESTRA: se saturó material por 24 Horas pasante tamiz N° 40	POTABLE:

<b>Título:</b> PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO ASTM C127			Código de control Nro. PR-CQC-LAB-F04	
Fecha de Revisión: 026	Registro: LAB - 026	Fecha de Revisión:		Página: 1 de 1
Clase: CONSTRUCCIÓN PRESA DE RELAVE - UO PALLANCATA		Fecha muestreo: 29-jul-11	Muestra No. PR/RT 1 - M - 026	
Localización X = X = 699763 Y = 8376586		Cota m.s.n.m. 4672.00		
Descripción: MATERIAL TIPO 1 - GRAVA ARCILLOSA		Curva No. RT 1 - PS - 026 - MDS		
Muestreado por: Alave Vargas M.		Fecha ensayo: 01-ago-11		

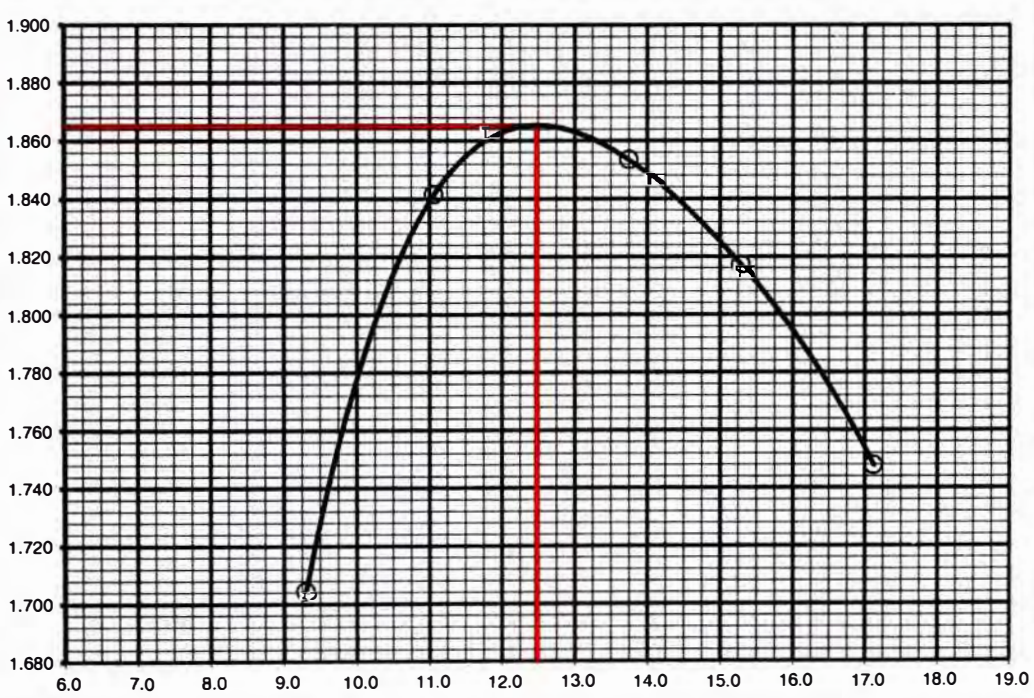
TAMÑO MAXIMO 3 pulg.		< 1 1/2"	> 1 1/2"	Peso total de la muestra y porcentajes de cada traccion	
N Bandeja		001	002	Peso Total	12162
Agregado Saturado Superficial Seco + Tara		6098	6064	Peso < 11/2"	6098
Agregado Seco + Tara		5850	5880	Peso > 11/2"	6064
Peso de Tara		0	0	% < 11/2"	50.14
Agregado Saturado Superficial Seco	B	6,098.0	6,064.0	% > 11/2"	49.86
Agregado Seco	A	5,850.0	5,880.0	Expresiones para obtener el valor verdadero P. E.	
Agregado + Canastilla sumergida		4847	4857	$G_{pr} = \frac{1}{\frac{P_1}{100G_1} + \frac{P_2}{100G_2} + \frac{P_n}{100G_n}}$ $A = \frac{P_1 \cdot A_1}{100} + \frac{P_2 \cdot A_2}{100} + \frac{P_n \cdot A_n}{100}$	
Peso Canastilla sumergida		1298	1296		
Agregado Saturado Sumergido	C	3,549.0	3,561.0		
Temperatura del Agua		23°C	22°C		
Factor de Corrección		1	1		
Peso Especifico Aparente	(A / (A-C))	2.542	2.536	2.539	
Gravedad Especifica Bulk SSS	(B / (B-C))	2.392	2.423	2.407	
Gravedad Especifica Bulk	(A / (B-C))	2.295	2.349		
Absorción		4	3	4	
Porcentaje Retenido No. 4		44.0	44.0		
Porcentaje Pasa No. 4		56	56		
Peso Agregado que Pasa No. 4		19121	19121		
Peso Especifico Promedio		2.410	2.436		

**BSERVACIONES** Muestra se saturo durante 24 horas para realizar ensayo de gravedad especifica, material del ensayo pasante tamiz 3" y retenido en tamiz 3/4".  
Muestra procede de cantera de suelos - pallancata.



<b>Título:</b> <b>RELACION DENSIDAD Vs HUMEDAD (Proctor)</b> <b>ASTM D 698 / 1557</b>			<b>Código de control:</b> PR-CQC-LAB-F05		
<b>No de revisión:</b> 026	<b>Registro:</b> LAB - 026	<b>Fecha de revisión:</b>	<b>Página:</b> 1 de 2		
<b>Para:</b> CONSTRUCCIÓN PRESA DE RELAVE - UO PALLANCATA			<b>Fecha de muestreo:</b> 29-Jul-11		
<b>Localización:</b> X = 699763 Y = 8376586		<b>Cota m.s.n.m.</b> 4672.00			
<b>Descripción:</b> MATERIAL TIPO 1 - GRAVA ARCILLOSA			<b>Muestra No.</b> PR/RT 1 - M - 026		
<b>Muestreado por:</b> Alave Vargas M.			<b>Curva No.</b> RT 1 - PS - 026 - MDS		

DETERMINACION	UND.	1	2	3	4	5
Grava Agregada	%	6%	8%	10%	12%	14%
Peso Molde + material húmedo	gr.	10272.0	10660.0	10794.0	10766.0	10664.0
Peso del molde + Base	gr.	6308.0	6308.0	6308.0	6308.0	6308.0
Peso de material húmedo	gr.	3964.0	4352.0	4486.0	4458.0	4356.0
Volumen del molde	cm3	2128.0	2128.0	2128.0	2128.0	2128.0
Densidad húmeda	gr./cm3	1.863	2.045	2.108	2.095	2.047
Peso cápsula + material húmedo	gr.	803.0	819.0	897.0	1006.0	1072.0
Peso cápsula + material seco	gr.	742.0	746.0	799.0	884.0	928.0
Peso del agua	gr.	61.0	73.0	98.0	122.0	144.0
Número de cápsula	#	001	002	003	004	005
Peso de la cápsula	gr.	86.0	86.0	86.0	86.0	87.0
Peso de suelo seco	gr.	656.0	660.0	713.0	798.0	841.0
Contenido de agua	%	9.3	11.1	13.7	15.3	17.1
Densidad seca	gr./cm3	1.704	1.841	1.853	1.817	1.748
Tipo molde "6" diámetro		Volumen Molde		T° Secado		Peso molde + Base
Método A B C <b>X</b>		2128.00 cc		110°C		6308 gr.
Clasificación SUCS:					ASTM 698/1557	



DENSIDAD MAXIMA (gr/cm3) <b>1.865</b>
HUMEDAD OPTIMA % <b>12.5</b>
CORREGIDO DENSIDAD MAXIMA (gr/cm3) <b>1.944</b>
HUMEDAD OPTIMA % <b>11.1</b>

**OBSERVACIONES:** Muestra se tomo de cantera suelo tipo 1, del carguío en coordinación con supervisor CQA, recolectando tres muestra de diferentes puntos del carguío, Aproximadamente 120 Kg. En total.

<b>Título: CORRECCION DE PROCTOR POR GRAVA ASTM D 4718</b>			<b>Código de control:</b> PR-CQC-LAB-F06
<b>Nº de revisión:</b> 026	<b>Registro:</b> LAB - 026	<b>Fecha de revisión:</b>	<b>Página:</b> 2 de 2
<b>Lugar:</b> CONSTRUCCIÓN PRESA DE RELAVE - UO PALLANCATA	<b>Fecha de muestreo:</b> 29-Jul-11		
<b>Localización:</b> X = 699763 Y = 8376586	4,672.00		
<b>Descripción:</b> MATERIAL TIPO 1 - GRAVA ARCILLOSA	<b>Muestra No.:</b> PR/RT 1 - M - 026		
<b>Muestreado por:</b> Alave Vargas M.	<b>Curva No.</b> RT 1 - PS - 026 - MDS		

## A Corrección para el Contenido de Humedad (MC) - Muestra Total

3/4 "	<u>20.6</u>	% retenido en 3/4"	(Nota 1)
C.H.	<u>6</u>	%	
3/4 "	<u>79.40</u>	% pasante en 3/4"	
C.H.	<u>12.5</u>	%	
C.H. Corregido =		$(0.206 \times 0.060) + (0.794 \times 0.1248)$	= <b>11.1 %</b>

## I Corrección para Máxima Densidad Seca de Muestra Total

1.865 gr/cm3 Valor del Proctor sin corrección  
(Ver curva adjunta)

$$CS = [100 * (Df) * (Gm) * (Dw)] / [(Df * Pc) + (Gm * Dw * Pf)]$$

SC =	Corrección de peso unitario seco del Material Total calculado	=	gr/cm3
f =	Optima Densidad Seca Fracción Fina	=	1.865 gr/cm3
m =	Peso Especifico de Grava	=	2.32 gr/cm3
w =	Peso Unitario de Agua	=	1
c =	Porcentaje de Sobretamaño >3/4	=	20.6 %
f =	Porcentaje de Fracción Fina <3/4	=	79.4 %

$$CS = \frac{100 * (1.865) * (2.322) * (1)}{[(1.865 * 20.6) + (2.322 * 1 * 79.4)]}$$

$$CS = 1.944 \text{ gr/cm3}$$

C.H. Corregido	<u>11.1</u>	%
Densidad Seca Corregida	<u>1.944</u>	gr/cm3

OBSERVACIONES: 0





**ENSAYO DE PERMEABILIDAD**  
**(Permeámetro de pared flexible) NTP 339.156**

Cliente :	HAZCO ENVIRONMENTAL DEL PERÚ S.A.	Expediente :	11-295
Proyecto :	CONSTRUCCIÓN DE LA PRESA DE RELAVE U.O. PALLANCATA AYACUCHO		
Muestra :	M-6 LAB EXT.006	Profundidad:	-----
		Fecha :	26-Sep-2011

**CARACTERÍSTICAS DEL ESPÉCIMEN**

		Inicial	Final
Diámetro	cm	5.00	5.00
Altura	cm	5.00	5.00
Peso esp. sólidos	$G_s$	2.67	
Humedad	$w$ %	10.80%	17.72%
Saturación	$S_r$ %	60.2%	98.8%
Relacion de vacíos	$e$	0.48	0.48
Porosidad	$n$ %	32.4%	32.4%
Densidad	$\gamma$ g/cm <sup>3</sup>	2.00	2.13
Densidad seca	$\gamma_d$ g/cm <sup>3</sup>	1.81	1.81
Tipo de muestra		REMOLDEADA	
Presión aplicada	kg/cm <sup>2</sup>	3.700	
Presión de confinamiento	$\sigma_3$ kg/cm <sup>2</sup>	4.70	
Gradiente hidráulico	$i$	100.00	

**COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD**

$$k_{20} = 2.42 \times 10^{-6} \text{ cm/s}$$



**ENSAYO DE PERMEABILIDAD**  
**(Permeámetro de pared flexible) NTP 339.156**

Cliente :	HAZCO AMBIENTAL DEL PERÚ S.A.	Expediente :	11-295
Proyecto :	CONSTRUCCIÓN DE LA PRESA DE RELAVE U.O. PALLANCATA AYACUCHO		
Muestra :	M-7 LAB EXT.007	Profundidad:	-----
		Fecha :	26-Sep-2011

**CARACTERÍSTICAS DEL ESPÉCIMEN**

		Inicial	Final
Diámetro	cm	5.00	5.00
Altura	cm	5.00	5.00
Peso esp. sólidos	$G_s$	2.66	
Humedad	$w$ %	10.93%	17.56%
Saturación	$S_r$ %	61.2%	98.4%
Relacion de vacíos	$e$	0.47	0.47
Porosidad	$n$ %	32.2%	32.2%
Densidad	$\gamma$ g/cm <sup>3</sup>	2.00	2.12
Densidad seca	$\gamma_d$ g/cm <sup>3</sup>	1.80	1.80
Tipo de muestra		REMOLDEADA	
Presión aplicada	kg/cm <sup>2</sup>	3.700	
Presión de confinamiento	$\sigma_3$ kg/cm <sup>2</sup>	4.70	
Gradiente hidráulico	$i$	100.00	

**COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD**

$$k_{20} = 2.99 \times 10^{-6} \text{ cm/s}$$

## **ENSAYOS DEL MATERIAL TIPO 2**

**Título:** ANALISIS GRANULOMETRICO  
ASTM D 422 / C136

Código de control Nro.  
PR-CQC-LAB-F02

Nº de revisión: 016

Registro: LAB - 016

Fecha de revisión:

Página: 1 de 1

**Objeto:** CONSTRUCCIÓN PRESA DE RELAVE PALLANCATA

Fecha muestreo: 27-ago-11

Muestra No. PR/RT 2 - 016

Localización: X = Y =

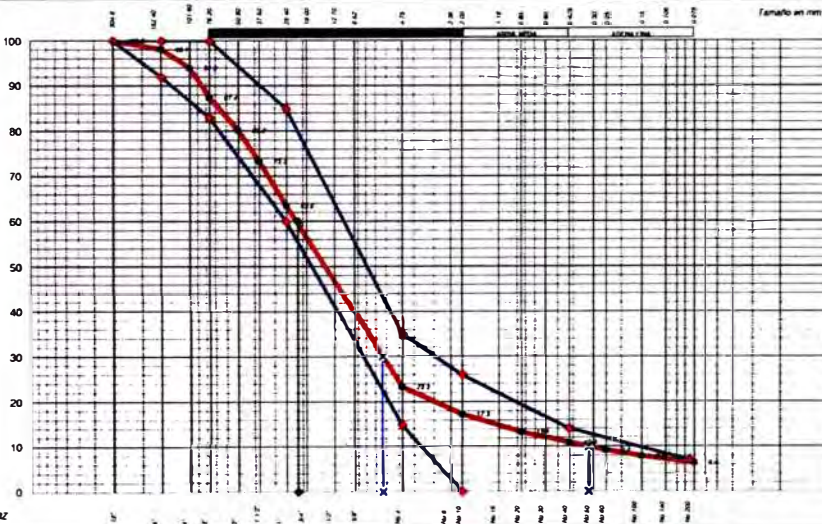
Cota m.s.n.m. 4567.70

Descripción: MATERIAL TIPO 2 - ENROCADO FINO

Curva No.

Muestreado por: Alave Vargas M.

Tamaño Tamiz	Peso Reten. Acumulado	% Retenido	% Pasa	Especificación Tipo 2		Cantidad de suelo que pasa el tamiz No. 4 (Compactación ASTM): [1-contenido de humedad (No.4/100*(6000g ó 13.231 lb))*(No. 4)*(-2)]
12"	0.0	0.0	100.0	100	100	
6"	3294.0	1.9	98.1	92	100	
4"	10174.0	6.0	94.0			100.0
3"	21378.0	12.6	87.4	83	100	
2"	33545.0	19.8	80.2			1.01*(6000 ó 13.231 lb)*((-2))*(-No.4)*(-2)
1 1/2"	45341.0	26.7	73.3			
1"	61848.0	36.5	63.5	60	85	
3/4"	75926.0	44.8	55.2			Condiciones de Secado y Lavado del suelo Retenido en la malla N° 4
1/2"	100633.0	59.3	40.7			
3/8"	111645.0	65.8	34.2			Condiciones de Secado y Lavado de la fracción de suelo que pasa la malla N°4
No. 4	130188.0	76.7	23.3	15	35	
No. 8						Corrección del suelo húmedo que pasa la malla N° 4:
No. 10	928.0	82.7	17.3	0	28	
No. 16						Peso suelo Húmedo que pasa tamiz N° 4 (gr ) 41,159.0
No. 20	1532.0	86.6	13.4			Peso suelo seco que pasa tamiz N° 4 (gr ) 39,444.0
No. 30						Peso suelo seco retenido sobre tamiz N° 4 (gr.) 130,188.0
No. 40	1910.0	89.1	10.9	0	14	Peso suelo seco total (g) 169,632.0
No. 50						
No. 60	2169.0	90.8	9.2			Condiciones de la fracción de suelo seco que pasa la malla:
No. 100	2373.0	92.1	7.9			% suelo seco que pasa/peso de la fracción de suelo seco que pasa
No. 140						
No. 200	2602.0	93.6	6.4	0	7	
Piabillo	2605.0	93.6	6.4			



CLASIFICACION SUCS: GP - GM AASHTO

Proveniencia: CANTERA ROCA SELENE

Contenido de humedad de la fracción de Suelo seco que pasa la malla N° 4: % de suelo seco que pasa la malla No. 200

No. Tara	001	No Tara	002
Peso Humedo + Tara	4229.0	Peso Seco + tara	4073.0
Peso Seco + Tara	4073.0	P. Seco Lavado+ tara	3087.0
Peso de Tara	485.0	Peso de Tara	485.0
Peso del Agua	156.0	Suelo Seco (-No. 200) g	986.0
Peso Seco	3588.0	Suelo Seco (+No. 200) g	2602.0
Cont. de humedad %	4	Suelo Seco (-No. 200) %	6.4

Observaciones: Muestreo se realizo en extendido de material tipo 2 en capa 55 dique principal, en coordinacion con supervision.  
Material zarandeado procede de cantera roca 1.

<b>TÍTULO:</b>	<b>ENSAYO REEMPLAZO DE AGUA ASTM D 5030</b>			<b>Código de Control Nro.</b> PR-CQC-LAB-F08		
<b>Número Revisión:</b>	0			<b>Fecha de Revisión:</b>		
				Página 1 de 1		
<b>Objeto:</b>	CONSTRUCCION PRESA DE RELAVES - UO PALLANCATA		<b>Fecha de Ensayo:</b>	16 de agosto de 2011		
<b>Descripción:</b>	RELLENO TIPO 2		<b>Capa N°</b>	43		
<b>Elaborado por:</b>	Alvaro Vargas M		<b>Registro N°</b>	ERA - 001		
			<b>Referencia:</b>	capa N° 43		
<b>Baliles agua</b>						
	<b>Inicial</b>	<b>Final</b>	<b>NETO</b>			
<b>Baliles de Agua en Hoyo Excavada</b>	Litros	Litros	<b>335.800</b>	Litros		
Bal 1	0.0	50.000	50.000			
Bal 2	50.0	100.000	50.000			
Bal 3	100.0	150.000	50.000			
Bal 4	150.0	200.000	50.000			
Bal 5	200.0	250.000	50.000			
Bal 6	250.0	300.000	50.000			
Bal 7	300.0	335.800	35.800			
<b>Baliles de Agua en Marco de Hierro (1.00 x 1.00 x 0.05 m.)</b>	0.050		<b>50.000</b>	Litro		
Bal 1	335.800	355.800	20.000			
Bal 2	355.800	375.800	20.000			
Bal 3	375.800	385.800	10.000	Litro		
<b>Baliles agua Total Hoyo + Marco</b>			<b>385.800</b>	Litro		
<b>Agua neta usada en el hoyo</b>			<b>335.800</b>	litro (dm3)		
<b>Caracterización de peso del material extraído del hoyo</b>						
Pe 1	26.787	29.923	24.227	Kg.		
Pe 2	28.088	26.685	28.346	Kg.		
Pe 3	25.188	29.724	27.103	Kg.		
Pe 4	27.616	28.094	27.452	Kg.		
Pe 5	26.302	26.921	19.032	Kg.		
Pe 6	29.842	29.573	13.567	Kg.		
Pe 7	14.217	27.972	9.592	Kg.		
Pe 8	12.032	27.023		Kg.		
Pe 9	24.573	26.12		Kg.		
Pe 10	23.231	28.134		Kg.		
Pe 11	11.114	28.140		Kg.		
	<b>248.99</b>	<b>308.31</b>	<b>149.32</b>			
<b>Peso Total de Muestra</b>			<b>706.62</b>	kg		
<b>Contenido de Humedad ponderado de todo el material extraído del hoyo</b>						
Malla divisoria de granulometría de campo y Laboratorio			3 pulg # 4			
<i>(Promedio ponderado respecto de la granulometría Ensayo Múltiple y protocolo complementario de Contenido de Humedad)</i>						
Contenido de Humedad material RETENIDO tamiz: N°	3 pulg		1 %	(promedio simple)		
Contenido de Humedad material PASANTE tamiz: N°	3 pulg		3 %	(promedio simple)		
Contenido de Humedad material PASANTE tamiz: N°	# 4		6 %	(promedio simple)		
Porcentaje RETENIDO material retenido tamiz: N°	3 pulg		14.75 %			
Porcentaje PASANTE material pasante tamiz: N°	3 pulg		59.15 %			
Porcentaje PASANTE material pasante tamiz: N°	# 4		26.10 %			
<b>Círculo promedio ponderado del Contenido de Humedad =</b>			<b>3.53 %</b>			
<b>CÁLCULOS</b>						
Volumen del hoyo	=	335.800		335800.0 cm3		
Humedad HUMEDA muestra total	=	706.618	706618	2.104 g/cm3		
Humedad SECA muestra total	=			2.033 g/cm3		
<b>N° PRUEBA</b>	<b>N° CAPA</b>	<b>COORDENADAS UTM</b>			<b>HORA</b>	<b>UBICACIÓN</b>
		<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>	<b>Cota (m.s.n.m.)</b>		
001	043	699720	8375971	4559.40	09:00 a.m.	RELLENO TIPO 2
<b>Observaciones:</b>						
El ensayo se realizó utilizando un marco de madera 100 x 100 cm. Forma cuadrada, con una profundidad de hoyo excavado 58.40 cm. Del nivel del plataforma compactada, altura del marco 5 cm. Total de agua empleada 385.800 Lts. Material extraído del hoyo 706.618 Kg, retenido sobre tamiz 3" = 104.203 Kg. (Pasante tamiz 3" = 417.953 Kg. Pasante tamiz # 4 = 184.462 Kg.), material procede de cantera roca 1.						

## ENSAYOS DE ABRASIÓN Y DURABILIDAD

<b>N° ENSAYO</b>	<b>ABRASIÓN (%)</b>	<b>DURABILIDAD (%)</b>
1	20.4	8.67
2	20.5	7.02
3	20.3	7.58
<b>PROMEDIO</b>	<b>20.4</b>	<b>7.76</b>

Fuente: elaboración propia

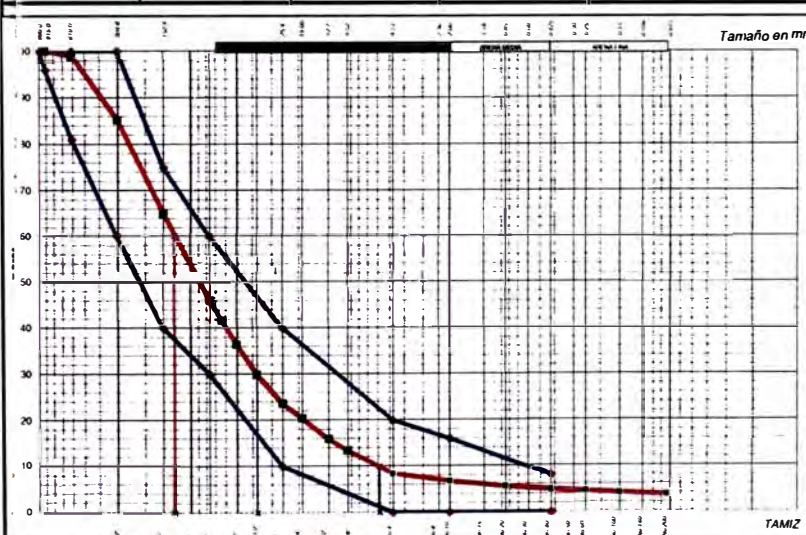
Referencia: Laboratorio de Mecánica de Suelos UNI

# **ENSAYOS DEL MATERIAL TIPO 3**



<b>Título:</b> ANALISIS GRANULOMETRICO ASTM D 422 / C136		<b>Código de control Nro.</b> PR-CQC-LAB-F02	
<b>Número de revisión:</b> 1	<b>Registro:</b> LAB-006	<b>Fecha de revisión:</b>	<b>Página:</b> 1 de 1
<b>Objeto:</b> CONSTRUCCIÓN PRESA DE RELAVE - UO PALLANCATA		<b>Fecha ensayo:</b> 26/04/2011	<b>Muestra No.</b> PR/RT 3 - 006
<b>Localización:</b> E = 699757 N = 8375886		<b>Cota m.s.n.m.</b>	
<b>Distribución:</b> MATERIAL TIPO 3 - ENROCADO		<b>Curva No.</b> N/A	
<b>Muestreado por:</b> Alave Vargas M.			

Tamaño Tamiz	Peso Reten. Acumulado	% Retenido	% Pasa	Especificación de Tipo 3	Cantidad de suelo que pasa el tamiz No. 4 (Compactación ASTM): [(1-contenido de humedad (-No 4)/100*(6000g ó 13 231 lb)*(-No 4)^(-2*))]
39"	0.0	0.0	100.0	100	
36"	0.0	0.0	100.0	95 100	
24"	182200.0	1.0	99.0	81 100	100.0
12"	2688000.0	14.8	85.2	60 100	
6"	6377400.0	35.0	65.0	40 75	1.01*(6000 ó 13 231 lb)^(-2)*(-No 4)^(-2*)
3"	9844000.0	54.0	46.0	30 60	
2 1/2"	18179.0	58.3	41.7		
2"	40463.0	63.6	36.4		Condiciones de Secado y Lavado del suelo Retenido en la malla N° 4
1 1/2"	68085.0	70.1	29.9		
1"	94533.0	76.4	23.6	10 40	
3/4"	108194.0	79.6	20.4		Condiciones de Secado y Lavado de la fracción de suelo que pasa la malla N°4
1/2"	126951.0	84.1	15.9		
3/8"	137883.0	86.6	13.4		Conexión del suelo húmedo que pasa la malla N° 4
No. 4	158597.0	91.6	8.4	0 20	
No. 8					
No. 10	408.0	93.2	6.8	0 18	
No. 16					Peso suelo Húmedo que pasa tamiz N° 4 (gr.) 37.810 0
No. 20	689.0	94.4	5.6		Peso suelo seco que pasa tamiz N° 4 (gr.) 35,667.5
No. 30					Peso material retenido tamiz 3"(gr.) 9 ,844,000.0
No. 40	855.0	95.1	4.9	0 8	Peso material que pasa el tamiz 3" (gr.) 8,369 ,500.0
No. 50					Fracción trabajada pasante en tamiz 3" (gr.) 194264.5
No. 60	969.0	95.5	4.5		Peso muestra total (gr.) 18,213,500.0
No. 100	1062.0	95.9	4.1		Condiciones de la fracción de suelo seco que pasa la malla:
No. 140					
No. 200	1164.0	96.3	3.7		% suelo seco que pasa/peso de la fracción de suelo seco que pasa
Platillo	1168.0	96.3	3.7		



<b>CLASIFICACION SUCS:</b> AASHTO.			
<b>Proveniencia:</b> CANTERA ROCA 1			
<b>Contenido de humedad de la fracción de Suelo seco que pasa la malla N° 4:</b>	<b>% de suelo seco que pasa la malla No. 200 :</b>		
No. Tara	001	No. Tara	002
Peso Humedo + Tara	2206.0	Peso Seco + Tara	2081.0
Peso Seco + Tara	2081.0	P. Seco Lavado +Tara	1164.0
Peso de Tara	0.0	Peso de Tara	0.0
Peso del Agua	125.0	Suelo Seco (-No. 200) g	917.0
Peso Seco	2081.0	Suelo Seco (+No. 200) g	1164.0
Cont. de humedad %	6	Suelo Seco (-No. 200) %	3.7

**Observaciones:** SE TOMO LA MUESTRA EN ACOPIO DEL DIQUE DE PRESA CON AYUDA DE EXCAVADORA. PROCEDIENTE DE CANTERA SELENE Cu = 22.24 C/c = 1.83

<b>Título:</b>	<b>ENSAYO REEMPLAZO DE AGUA ASTM D 5030</b>	<b>Código de Control Nro.</b> PR-CQC-LAB-F08
<b>No de Revisión:</b>	<b>Fecha de Revisión:</b>	<b>Página 1 de 1</b>
<b>Lugar:</b>	CONSTRUCCIÓN PRESA DE RELAVE PALANCATA	<b>Fecha de Ensayo:</b> 22 de marzo de 2011
<b>Descripción:</b>	MATERIAL TIPO 3 - ENROCADO	<b>Capa N°</b> 13
<b>Operador:</b>	Alave Vargas M.	<b>Registro N°</b> ERA - 002
		<b>Referencia.</b> capa N° 13

**Arriles agua**

	Inicial	Final	NETO	
<b>Arriles de Agua en Hoyo Excavada</b>			<b>5717.000</b>	Litro
Arril 1	0.0	900.000	900.000	
Arril 2	900.0	2000.000	1100.000	
Arril 3	2000.0	2900.000	900.000	
Arril 4	2900.0	3700.000	800.000	
Arril 5	3700.0	5717.000	2017.000	
<b>Arriles de Agua en Marco de Fierro (3 x 3 x 0.05 m.) = 0.45 m3</b>		450.000	<b>450.000</b>	Litro
Arril 1	5717.000	5867.000	150.000	
Arril 2	5867.000	6017.000	150.000	
Arril 3	6017.000	6167.000	150.000	Litro
<b>Arriles agua Total Hoyo + Marco</b>			<b>6167.000</b>	Litro
<b>Agua neta usada en el hoyo</b>			<b>5717.000</b>	litro (dm3)

**Cuantificación de peso del material extraído del hoyo**

1		1672.900	Kg.
2		2173.700	Kg.
3		1693.200	Kg.
4		1334.800	Kg.
5		109.800	Kg.
6		1327.800	Kg.
7		1337.100	Kg.
8		1392.400	Kg.
9		2213.800	Kg.
<b>Total</b>		<b>13255.500</b>	<b>kg</b>

**Contenido de Humedad ponderado de todo el material extraído del hoyo**

Talla divisoria de granulometría de campo y Laboratorio

3 pulg

Contenido de Humedad material RETENIDO malla	3 pulg	4.54 %	(promedio simple)
Contenido de Humedad material PASANTE malla	3 pulg	11.14 %	(promedio simple)
Porcentaje RETENIDO de material pasante malla	3 pulg	52.69 %	
Porcentaje PASANTE de material pasante malla	3 pulg	47.31 %	

**Cálculo promedio ponderado del Contenido de Humedad =**

**7.66 %**

**CALCULOS**

Volumen del hoyo	=	5717.0		5717000.0 cm3
Densidad HUMEDA muestra total	=	13255.500	13255500	2.319 g/cm3
Densidad SECA muestra total	=			2.154 g/cm3

N° PRUEBA	N° CAPA	COORDENADAS UTM			HORA	UBICACIÓN
		ESTE	NORTE	Cota (m.s.n.m.)		
2	013	6999711,008	8375932,258	4555.04	02:30 p.m.	RELLENO ENROCADO EN DIQUE DE LA PRESA

**OBSERVACIONES:** El ensayo se realizó utilizando un marco de acero 3.00 x 3.00 m. Forma cuadrada, profundidad de hoyo excavada 1.02 m. De nivel del plataforma de relleno, altura del marco 5.00 cm. Total de agua empleada 6167.000 Lts. Material extraído del hoyo 13255.500 Kg. Humedad del materia pasante tamiz 3" = 11.14% , peso de material 6271.100 Kg. y retenido a tamiz 3" = 4.5%, peso de material 6984.400 Kg.

## ENSAYOS DE ABRASIÓN Y DURABILIDAD

<b>N° ENSAYO</b>	<b>ABRASIÓN (%)</b>	<b>DURABILIDAD (%)</b>
1	20.4	8.67
2	20.5	7.02
3	20.3	7.58
<b>PROMEDIO</b>	<b>20.4</b>	<b>7.76</b>

Fuente: elaboración propia

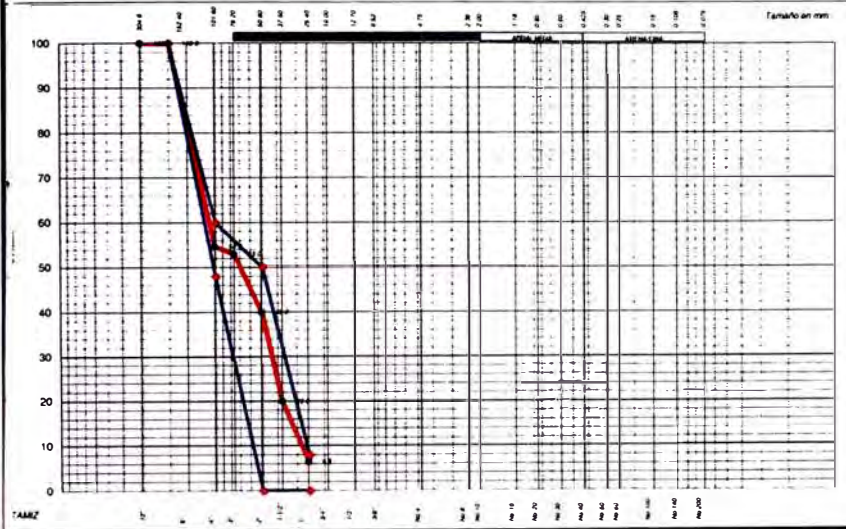
Referencia: Laboratorio de Mecánica de Suelos UNI

# **ENSAYOS DEL MATERIAL TIPO 5**



<b>Título:</b> ANALISIS GRANULOMETRICO ASTM D 422 / C136		<b>Código de control Nro.</b> PR-CQC-LAB-F02	
<b>Edición de revisión:</b> 01	<b>Registro:</b> LAB - 001	<b>Fecha de revisión:</b> 06-10-11	<b>Página:</b> 1 de 1
<b>Objeto:</b> CONSTRUCCIÓN PRESA DE RELAVE PALLANCATA	<b>Fecha muestreo:</b> 06-oct-11	<b>Muestra No.</b> PR/RT 5 - 001	
<b>Localización:</b> CANTERA DE ROCA 1	<b>Cota m.s.n.m.</b>		
<b>Descripción:</b> MATERIAL TIPO 5- ENROCADO RIP RAP	<b>Curva No.</b>		
<b>Investigado por:</b> Alave Vargas Marcelino			

Tamaño Tamiz	Peso Reten. Acumulado	% Retenido	% Pasa	Especificación Tipo 2		Cantidad de suelo que pasa el tamiz No. 4 (Compactación ASTM):
12"	0.0	00	100.0			[1-contenido de humedad (-No. 4)/100*(6000g ó 13.231 lb)]*(-No. 4)*(-2')
8"	0.0	0.0	100.0	100	100	
4"	10500.0	45.3	54.7	48	60	0.0
3"						1.01*(6000 ó 13.231 lb)*[(-2')*(-No.4)]*(-2')
2"	14796.0	60.0	40.0	0	50	
1 1/2"						
1"	17415.0	93.5	6.5	0	8	
No. 10						



<b>CLASIFICACION SUCS:</b> AASHTO	
<b>Proveniencia:</b> CANTERA SELENE	
<b>Contenido de humedad de la fracción de Suelo seco que pasa la malla N° 4:</b>	<b>% de suelo seco que pasa la malla No 200 :</b>
<b>No. Tara</b> 001	<b>No. Tara</b> 002
<b>Peso Humedo + Tara</b>	<b>Peso Seco + tara</b>
<b>Peso Seco + Tara</b>	<b>P. Seco Lavado+ tara</b>
<b>Peso de Tara</b>	<b>Peso de Tara</b>
<b>Peso del Agua</b>	<b>Suelo Seco (-No. 200) g</b>
<b>Peso Seco</b>	<b>Suelo Seco (+No. 200) g</b>
<b>Cont. de humedad %</b>	<b>Suelo Seco (-No. 200) %</b>

**OBSERVACIONES:** Muestra de material de acopio procedente de cantera de roca Selene

# **ENSAYOS DEL MATERIAL TIPO 6**





# **ENSAYOS DEL MATERIAL TIPO 7**

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 4643 / D 2216</b>			<i>GESTIÓN DE CONTROL DE CALIDAD</i>	
Nro. Provisión: 001			Registro: LAB - 001	
Fecha de revisión:			Código de control Nro. PR-CQC-LAB-F01	
			Página: 1 de 1	
Obra: CONSTRUCCIÓN PRESA DE RELAVE PALLANCATA			Fecha muestreo: 12-oct-11	
Descripción: MATERIAL TIPO 7 - CARPETA DE RODADURA			Muestra No. PRVRT 7 - M - 001	
Muestreado por: Alave Vargas M.			Curva No. RT 7 - PS - 001 - MDS	
Condiciones de Secado: 110°C ( X )		Método: Horno ( X )		Microonda ( )
TIEMPO DE SECADO: 24 HORAS				
Muestra No.	PRVRT 7 - M - 001			
Ubicación	E =	N =	Cota m.s.n.m.	0.00
Profundidad				
RECIPIENTE No	004	006		
Pr. + 1 A	1875.0	1946.0		
Pr. + 2 B	1725.0	1786.0		
Pr. C	314.0	321.0		
P. A IA D = A - B	150.0	160.0		
Ps E = B - C	1411.0	1465.0		
% HUMEDAD (D/E) * 100	11	11	PROMEDIO =	11 %
OBSERVACIONES: Muestra tomado del acopio para humedad natural, indica humedad en que se encuentra material acopiado en cantera.				
Muestra No.	PRVRT 7 - M - 001			
Ubicación	E =	N =	Cota m.s.n.m.	0.00
Profundidad				
Humedad Natural	Mayor a tamiz > 3/4"			
RECIPIENTE No	001	002		
Pr. + 1 A	2161.0	2154.0		
Pr. + 2 B	2103.0	2084.0		
Pr. C	320.0	314.0		
P. UA D = A - B	58.0	70.0		
Ps E = B - C	1783.0	1770.0		
% HUMEDAD (D/E) * 100	3	4	Promedio	4 %
OBSERVACIONES: Humedad natural de grava mayor a 3/4" y pasante tamiz 3" para corrección proctor por grava.				
Muestra procede de cantera suelos.				
PESO DEL RECIPIENTE				
PESO HUMEDO				
PESO SECO				



**Título:** ANALISIS GRANULOMETRICO  
ASTM D 422 / C136

**Código de control Nro.** PR-CQC-LAB-F02

**Nº de revisión:** 001      **Registro:** LAB - 001      **Fecha de revisión:**      **Página:** 1 de 1

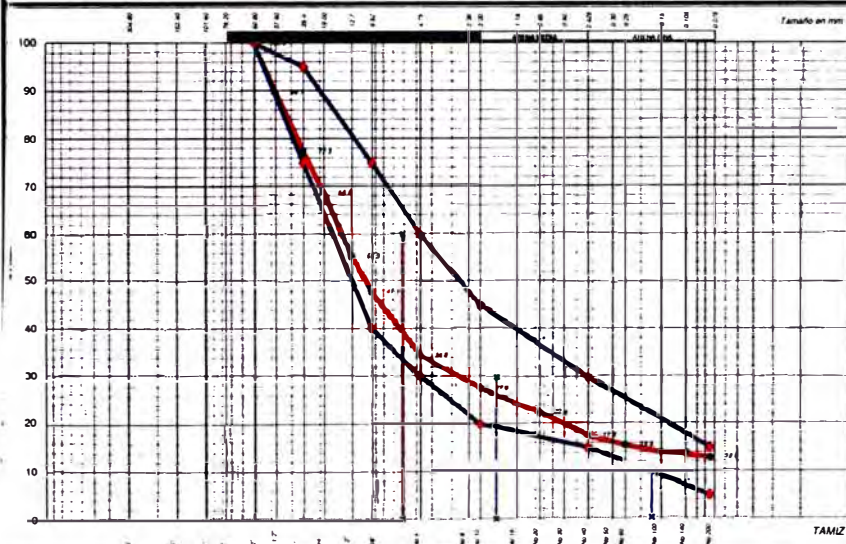
**Objeto:** CONSTRUCCIÓN PRESA DE RELAVE PALLANCATA      **Fecha muestreo:** 12-oct-11      **Muestra No.** PR/RT 7 - M - 001

**Localización:** E =      N =      **Cota m.s.n.m.**

**Descripción:** MATERIAL TIPO 7 - CARPETA DE RODADURA      **Curva No.** RT 7 - PS - 001 - MDS

**Muestreado por:** Alave Vargas M.

Tamaño Tamiz	Peso Reten. Acumulado	% Retenido	% Pasa	Especificación Tipo 1	Cantidad de suelo que pasa el tamiz No. 4 (Compactación ASTM)
6"					[1-contenido de humedad (-No. 4)/(100*(6000g o 13.231 lb)*(1-No. 4)/(2"))]
4"					100.0
3"	0.0	0.0	100.0		
2 1/2"	0.0	0.0	100.0		
2"	0.0	0.0	100.0	100      100	1.01*(6000 ó 13.231 lb)/(1-(2")-(No. 4))/(1-(2"))
1 1/2"	2512.0	10.3	89.7		
1"	5567.0	22.7	77.3	75      95	
3/4"	7690.0	31.4	68.6		Condiciones de Secado y Lavado del suelo Retenido en la malla N° 4
1/2"	10954.0	44.7	55.3		
3/8"	12810.0	52.3	47.7	40      75	Condiciones de Secado y Lavado de la fracción de suelo que pasa la malla N° 4
No. 4	16003.0	65.4	34.6	30      60	
No. 8					Corrección del suelo húmedo que pasa la malla N° 4:
No. 10	272.0	72.4	27.6	20      45	
No. 16					Peso suelo Húmedo que pasa tamiz N° 4 (gr.)      8,671.0
No. 20	477.0	77.6	22.4		Peso suelo seco que pasa tamiz N° 4 (gr.)      8,476.5
No. 30					Peso suelo seco retenido sobre tamiz N° 4 (gr.)      16,003.0
No. 40	666.0	82.5	17.5	15      30	Peso suelo seco total (gr.)      24,479.5
No. 50					
No. 60	745.0	84.5	15.5		Condiciones de la fracción de suelo seco que pasa la malla:
No. 100	805.0	86.0	14.0		
No. 140					% suelo seco que pasa/peso de la fracción de suelo seco que pasa
No. 200	847.0	87.1	12.9	5      15	
Platillo	848.0	87.1	12.9		



**CLASIFICACION SUCS:** GM      AASHTO

**Proveniencia:** Cantera Roca 2

**Contenido de humedad de la fracción de Suelo seco que pasa la malla No. 4:**      % de suelo seco que pasa la malla No. 200:

No. Tara	001	No. Tara	002
Peso Humedo + Tara	1699.0	Peso Seco + Tara	1668.0
Peso Seco + Tara	1668.0	P. Seco Lavado + Tara	1164.0
Peso de Tara	317.0	Peso de Tara	317.0
Peso del Agua	31.0	Suelo Seco (-No. 200) g	504.0
Peso Seco	1351.0	Suelo Seco (+No. 200) g	847.0
Cont. de humedad %	2	Suelo Seco (-No. 200) %	12.9

**OBSERVACIONES:** Muestra tomado del acopio en cantera roca 2, para realizar ensayo se seco en aire libre, Mayores a 2" es igual a 7% del peso total de muestra ensayado.

Título: **PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO  
ASTM C127**

Código de control Nro.  
PR-CQC-LAB-F04

Número de Revisión: 001

Registro: LAB - 001

Fecha de Revisión:

Página: 1 de 1

Lugar: CONSTRUCCIÓN PRESA DE RELAVE PALLANCATA

Fecha muestreo: 12-oct-11

Muestra No.

PR/RT 7 - M - 001

Realización X =

E =

N =

Cota m.s.n.m.

0.00

Descripción:

MATERIAL TIPO 7 - CARPETA DE RODADURA

Curva No.

RT 7 - PS - 001 - MDS

Preparado por: Alave Vargas M.

<b>De Partículas &gt; 3/4 pulg.</b>			
Bandeja		001	002
Agregado Saturado Superficial Seco + Tara		5139.0	6624.0
Agregado Seco + Tara		4979.0	6405.0
Peso de Tara		0	0
Agregado Saturado Superficial Seco	B	5,139.0	6,624.0
Agregado Seco	A	4,979.0	6,405.0
Agregado + Canastilla sumergida		4344.0	5201.0
Peso Canastilla sumergida		1296.0	1295.0
Agregado Saturado Sumergido	C	3,048.0	3,906.0
Temperatura del Agua		23°C	23°C
Factor de Corrección		1	1
Peso Especifico Aparente	(A / (A-C))	2.578	2.563
Gravedad Especifica Bulk SSS	(B / (B-C))	2.458	2.437
Gravedad Especifica Bulk	(A / (B-C))	2.381	2.357
Absorción		3	3
Porcentaje Retenido No. 4		65.4	65.4
Porcentaje Pasa No. 4		34.6	34.6
Peso Agregado que Pasa No. 4		8671	8671
Peso Especifico Promedio		2.472	2.452

OBSERVACIONES: Material utilizado para ensayo pasante tamiz 3" y retenido en tamis 3/4". resultado corresponde promedio de los dos ensayos.



**Título:** RELACIÓN DENSIDAD Vs HUMEDAD (Proctor)  
ASTM D 698 / 1557

**Código de control:** HDP-PR-CQC-LAB-F05

**Nº de revisión:** 001    **Registro:** LAB - 001    **Fecha de revisión:**    **Página:** 1 de 2

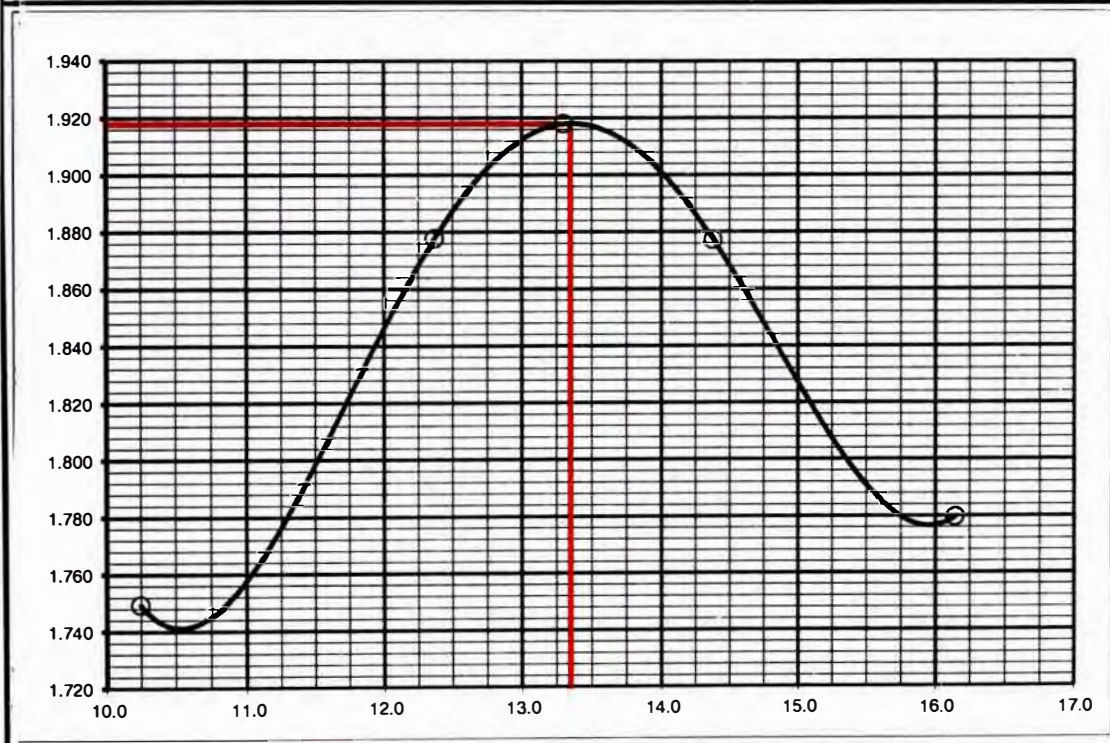
**Lugar:** CONSTRUCCIÓN PRESA DE RELAVE PALLANCATA    **Fecha de muestreo:** 12-Oct-11

**Localización:** E =    N =    **Cota m.s.n.m.:** 0

**Descripción:** MATERIAL TIPO 7 - CARPETA DE RODADURA    **Muestra No.:** PR/RT 7 - M - 001

**Muestreado por:** Alave Vargas M.    **Curva No.:** RT 7 - PS - 001 - MDS

DETERMINACIÓN	UNIDAD	1	2	3	4	5
Agua Agregada	%	6%	8%	10%	12%	14%
Peso Molde + material húmedo	gr.	10409.0	10795.0	10929.0	10874.0	10703.0
Peso del molde	gr.	6305.0	6305.0	6305.0	6305.0	6305.0
Peso de material húmedo	gr.	4104.0	4490.0	4624.0	4569.0	4398.0
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2128.00	2128.00	2128.00	2128.00	2128.00
Densidad húmeda	gr./cm <sup>3</sup>	1.929	2.110	2.173	2.147	2.067
Número de cápsula	#	002	003	004	005	005
Cápsula + material húmedo	gr.	763.0	813.0	905.0	986.0	8564.0
Cápsula + material seco	gr.	700.0	733.0	809.0	873.0	7386.0
Peso del agua	gr.	63.0	80.0	96.0	113.0	1178.0
Peso de la cápsula	gr.	85.0	86.0	87.0	87.0	87.0
Peso de suelo seco	gr.	615.0	647.0	722.0	786.0	7299.0
Contenido de agua	%	10.2	12.4	13.3	14.4	16.1
Densidad seca	gr./cm <sup>3</sup>	1.749	1.878	1.918	1.877	1.780
Tamaño molde	"6" diámetro	Volumen Molde		Tº Secado	Peso molde	
Número	A B	2128.00	CC	110°C	6305	gr.
Clasificación SUCS: Gravas arcillosas					ASTM	698/1557



DENSIDAD MAXIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1.918</b>
HUMEDAD OPTIMA %	<b>13.4</b>
CORREGIDO DENSIDAD MAXIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>2.040</b>
HUMEDAD OPTIMA %	<b>10.3</b>

**OBSERVACIONES:** Curva de proctor estándar corresponde material procedente de cantera roca 2, ensayo realizado con material pasante tamiz 3/4".



<b>Título:</b> <b>CORRECCION DE PROCTOR POR GRAVA ASTM D 4718</b>			<b>Código de control:</b> PR-CQC-LAB-F06
<b>N.º de revisión:</b> 001	<b>Registro:</b> LAB - 001	<b>Fecha de revisión:</b>	<b>Página:</b> 2 de 2
<b>Cra</b>	CONSTRUCCIÓN PRESA DE RELAVE PALLANCATA		<b>Fecha de muestreo:</b> 12-Oct-11
<b>Localización</b>	=		
<b>Descripción</b>	MATERIAL TIPO 7 - CARPETA DE RODADURA	<b>Muestra No.:</b> PR/RT 7 - M - 001	
<b>Muestreado por:</b>	Alave Vargas M.	<b>Curva No.</b> RT 7 - PS - 001 - MDS	

## A Corrección para el Contenido de Humedad (MC) - Muestra Total

3/4 "	<u>31.4</u>	% retenido en 3/4"	(Nota 1)
C.H.	<u>4</u>	%	
3/4 "	<u>68.6</u>	% pasante en 3/4"	
C.H.	<u>13.4</u>	%	
C.H. Corregido =		$(0.188 \times 0.020) + (0.812 \times 0.152)$	= <b>10.3 %</b>

## B Corrección para Máxima Densidad Seca de Muestra Total

1.918 gr/cm3 Valor del Proctor sin corrección  
(Ver curva adjunta)

$$ICS = [100 * (Df) * (Gm) * (Dw)] / [(Df * Pc) + (Gm * Dw * Pf)]$$

ICS =	Corrección de peso unitario seco del Material Total calculado	=	gr/cm3
Pf =	Optima Densidad Seca Fracción Fina	=	1.918 gr/cm3
Gm =	Peso Especifico de Grava	=	2.369 gr/cm3
Dw =	Peso Unitario de Agua	=	1
Pc =	Porcentaje de Sobretamaño >3/4	=	31.4 %
Df =	Porcentaje de Fracción Fina <3/4	=	68.6 %

$$ICS = \frac{100 * (1.918) * (2.369) * (1)}{[(1.918 * 31.4) + (2.369 * 1 * 68.6)]}$$

$$ICS = 2.040 \text{ gr/cm3}$$

C.H. Corregido	<u>10.3</u>	%
Densidad Seca Corregida	<u>2.040</u>	gr/cm3

**OBSERVACIONES:** se corrigió optimo humedad de compactación con humedad natural del material y máxima densidad seca con gravedad específica del grava mayor 3/4".

# **ENSAYOS DEL MATERIAL TIPO 8**

<b>Título</b>		<b>CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 4643 / D 2216</b>		<b>Código de control Nro.</b> PR-CQC-LAB-F01	
<b>Nro de revisión:</b>		<b>Registro:</b> LAB-003	<b>Fecha de revisión:</b>		<b>Página:</b> 1 de 1
<b>Obra:</b>		CONSTRUCCIÓN PRESA DE RELAVE - UO PALLANCATA		<b>Fecha muestreo:</b> 19-Jun-11	<b>Muestra No.</b> PR/RT 8 - M - 003
<b>Descripción:</b>		MATERIAL TIPO 8 - RELLENO COMUN		<b>Curva No.</b>	RT 8 - PS - 003 - MDS
<b>Muestreado por:</b>		Alave Vargas M.		<b>Fecha de ensayo:</b> 19/06/11	
<b>Condiciones de Secado:</b>		110°C ( X )	<b>Método :</b> Homo ( X )		Microonda ( )
<b>TIEMPO DE SECADO:</b>		24 HORAS			
<b>Muestra No.</b>		PR/RT 8 - M - 003			
<b>Ubicación</b>		E = 700440	N = 8376278	Cota m.s.n.m. 4615 msnm	
<b>Profundidad</b>					
<b>RECIPIENTE No</b>		<b>004</b>	<b>006</b>		
Pr + F	A	2102.0	1985.0		
Pr + F	B	1934.0	1822.0		
Pr	C	317.0	317.0		
P AG 4	D = A - B	168.0	163.0		
Ps	E = B - C	1617.0	1505.0		
<b>% DE HUMEDAD (D/E) * 100</b>		10.4 %	10.8 %	<b>PROMEDIO = 10.6 %</b>	
<b>OBSERVACIONES:</b> Resultado contenido humedad natural indica humedad en que se encuentra material relleno en acopio.					
<b>Muestra No.</b>		PR/RT 8 - M - 003			
<b>Ubicación</b>		E = 700440	N = 8376278	Cota m.s.n.m. 4615 msnm	
<b>Profundidad</b>					
<b>Humedad Natural</b>		Grava >3/4" Correccion de Proctor			
<b>RECIPIENTE No</b>		<b>001</b>	<b>002</b>		
Pr + γ	A	2234.0	1978.0		
Pr + γ	B	2192.0	1932.0		
Pr	C	321.0	315.0		
P A JA	D = A - B	42.0	46.0		
Ps	E = B - C	1871.0	1617.0		
<b>% DE HUMEDAD (D/E) * 100</b>		2.2 %	2.8 %	<b>Promedio 2.5 %</b>	
<b>OBSERVACIONES:</b> Contenido humedad natural de grava mayor a tamiz 3/4" para correccion proctor standar por sobre tamaño.					
<b>Pr + γ PESO DEL RECIPIENTE</b>					
<b>Pr + γ PESO HUMEDO</b>					
<b>Ps PESO SECO</b>					

**Título:** ANALISIS GRANULOMETRICO ASTM D 422 / C136 Código de control Nro. PR-CQC-LAB-F02

**Fecha de revisión:** Registro: LAB-003 Fecha de revisión: Página: 1 de 1

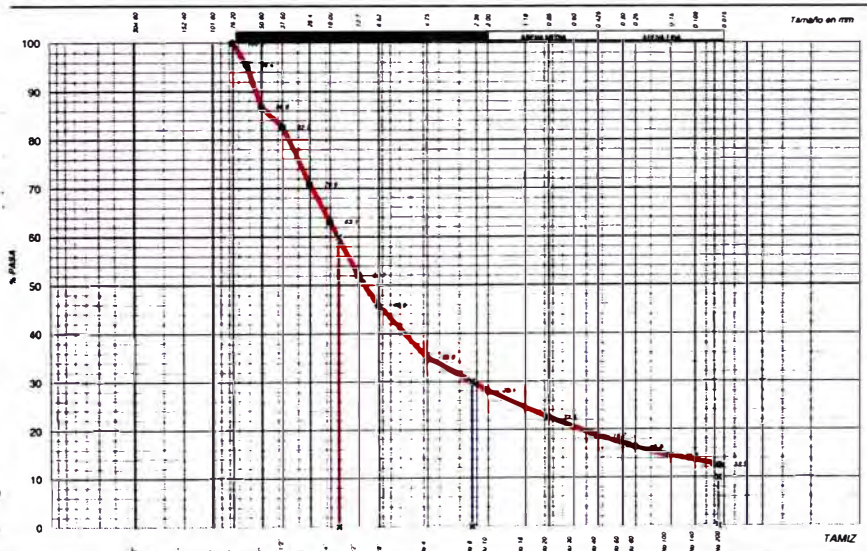
**Lugar:** CONSTRUCCIÓN PRESA DE RELAVE - UO PALLANCATA Fecha muestreo: 19-jun-11 Muestra No. PR/RT 8 - M - 003

**Realización:** E = 700440 N = 8376278 Cota m.s.n.m. 4615 msnm

**Descripción:** MATERIAL TIPO 8 - RELLENO COMUN Curva No. RT 8 · PS - 003 - MDS

**Muestreado por:** Alave Vargas M.

Tamaño Tamiz	Peso Reten. Acumulado	% Retenido	% Pasa	Especificación	Cantidad de suelo que pasa el tamiz No. 4 (Compactación ASTM):
6"					[1-contenido de humedad (-No. 4)/100*(6000g ó 13 231 lb)*(-No. 4)*(-2%)
4"					100.0
3"	0.0	0.0	100.0		
2 1/2"	1230.0	4.4	95.6		
2"	3643.0	13.1	86.9		1.01*(6000 ó 13 231 lb)*[(-2%)-(No. 4)]*(-2%)
1 1/2"	4809.0	17.3	82.7		
1"	8109.0	29.1	70.9		
3/4"	10265.0	36.9	63.1		Condiciones de Secado y Lavado del suelo Retenido en la malla N° 4
1/2"	13341.0	47.9	52.1		Condiciones de Secado y Lavado de la fracción de suelo que pasa la malla N°4
3/8"	15064.0	54.1	45.9		
No. 4	18111.0	65.0	35.0		Corrección del suelo húmedo que pasa la malla N° 4:
No. 8					
No. 10	296.0	71.9	28.1		
No. 16					Peso suelo Húmedo que pasa tamiz N° 4 (gr.) <u>10,418.0</u>
No. 20	533.0	77.5	22.5		Peso suelo seco que pasa tamiz N° 4 (gr.) <u>9,740.8</u>
No. 30					Peso suelo seco retenido sobre tamiz N° 4 (gr.) <u>18,111.0</u>
No. 40	698.0	81.3	18.7		Peso suelo seco total (gr.) <u>27,851.8</u>
No. 50					
No. 60	803.0	83.8	16.2		Condiciones de la fracción de suelo seco que pasa la malla:
No. 100	878.0	85.5	14.5		% suelo seco que pasa/peso de la fracción de suelo seco que pasa
No. 140					
No. 200	961.0	87.5	12.5		
Platillo	964.0	87.6	12.4		



**CLASIFICACION SUCS:** GC AASHTO

**Proveniencia:** CANTERA DE ROCA 2

**Contenido de humedad de la fracción de Suelo seco que pasa la malla N° 4:** % de suelo seco que pasa la malla No. 200 :

No. Tara	001	No. Tara	002
Peso Humedo + Tara	1917.0	Peso Seco + tara	1813.0
Peso Seco + Tara	1813.0	P. Seco Lavado + tara	1278.0
Peso de Tara	317.0	Peso de Tara	317.0
Peso del Agua	104.0	Suelo Seco (-No. 200) g	535.0
Peso Seco	1496.0	Suelo Seco (+No. 200) g	961.0
Cont. de humedad %	7	Suelo Seco (-No. 200) %	12.5

**OBSERVACIONES:** Muestreo se realizo en coordinación con supervisor CQA. tamaños mayores retenidos sobre tamiz 3" es = 5% del peso total ensayado.  
Muestra corresponde cantera roca 2



<b>Título:</b> <b>LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318</b>		<b>Código de control Nro.</b> HDP-PR-CQC-LAB-F03	
<b>No de revisión:</b>	<b>Registro:</b> LAB-003	<b>Fecha de revisión:</b>	<b>Página:</b> 1 de 1
<b>Para:</b> CONSTRUCCIÓN PRESA DE RELAVE - UO PALLANCATA		<b>Fecha muestra:</b> 19-jun-11	<b>Muestra No.</b> PR/RT 8 - M - 003
<b>Calificación X =</b>	E = 700440      N = 8376278	<b>Cola m.s.n.m.</b>	4615      msnm
<b>Descripción:</b> MATERIAL TIPO 8 - RELLENO COMUN		<b>Curva No.</b>	RT 8 - PS - 003 - MDS
<b>Muestreado por:</b> Alave Vargas M.		<b>Fecha de ensayo:</b>	21/06/11

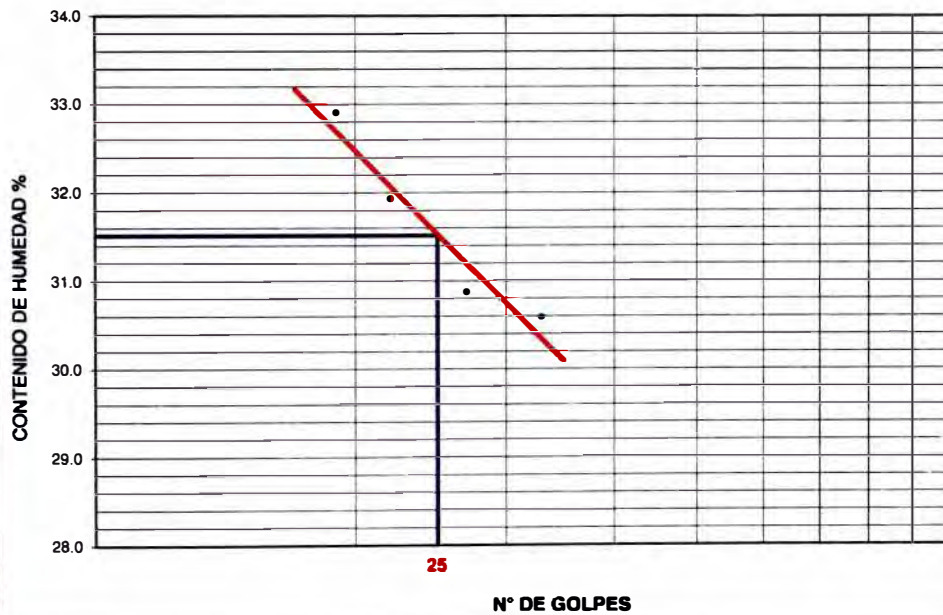
**LÍMITES DE CONSISTENCIA**

**LÍMITE LÍQUIDO**

Muestra o ensayo	1	2	3	4	PROM.
Nº DE GOLPES	33	27	22	19	%
RECIPIENTE No	I	II	III	VI	
Pr + Ph	49.13	48.05	48.61	43.90	
Pr + Ps	44.48	43.77	43.87	40.41	
AGUA	4.65	4.28	4.74	3.49	
Pr	29.28	29.91	29.03	29.81	
Ps	15.20	13.86	14.84	10.60	
% DE HUMEDAD	30.6	30.9	31.9	32.9	31.6

**LÍMITE PLÁSTICO**

RECIPIENTE No	I	III	II	
Pr + Ph	31.63	33.98	33.77	
Pr + Ps	31.18	33.26	33.00	
AGUA	0.45	0.72	0.77	
Pr	29.10	29.88	29.53	
Ps	2.08	3.38	3.47	
% DE HUMEDAD	21.6	21.3	22.2	<b>PROMEDIO 21.7 %</b>



**RESULTADOS**

HUMEDAD NATURAL %:	11
LÍMITE LÍQUIDO %:	31.5
LÍMITE PLÁSTICO %:	21.7
ÍNDICE DE PLASTICIDAD %:	9.8

No. Golpes	Factor K
20	0.974
21	0.979
22	0.985
23	0.990
24	0.995
25	1.000
26	1.005
27	1.009
28	1.014
29	1.018
30	1.022

**OBSERVACIONES:** Muestra ensayada con material pasante tamiz # 40, saturado por 24 horas.

Material procede de cantera roca 2

<b>Pr = PESO DEL RECIPIENTE</b>	<b>TEMPERATURA DE SECADO:</b> HORNO: ( X )      110° C ( X )	<b>AGUA USADA:</b>
<b>Ph = PESO HUMEDO</b>	<b>TIEMPO DE SECADO:</b> 24 HORAS	<b>DESTILADA:</b> ( X ) <b>OTRA:</b>
<b>Ps = PESO SECO</b>	<b>PREPARACION DE LA MUESTRA:</b> Se saturo po 24 Horas material pasante tamiz N° 40	<b>POTABLE:</b>

No: **PESO ESPECIFICO DEL AGRÉGADO GRUESO  
ASTM C127**

Código de control Nro.  
PR-CQC-LAB-F04

Fecha de Revisión:

Registro: LAB-003

Fecha de Revisión:

Página: 1 de 1

Objeto: CONSTRUCCIÓN PRESA DE RELAVE PALLANCATA

Fecha muestreo: 19-jun-11 Muestra No. PR/RT 8 - M - 003

Identificación X = E = 700440 N = 8376278

Cota m.s.n.m. 4615 msnm

Descripción: MATERIAL TIPO 8 - RELLENO COMUN

Curva No. RT 8 - PS - 003 - MDS

Elaborado por: Alave Vargas M.

Fecha de ensayo: 22/06/11

TAMAYO TAMAÑO > 3/4 pulg.		< 11/2"	> 11/2"		
Bandeja		001	002		
Agregado Saturado Superficial Seco + Tara		7353	5309		
Agregado Seco + Tara		7086	5136		
Peso de Tara		0	0		
Agregado Saturado Superficial Seco B		7,353.0	5,309.0		
Agregado Seco A		7,086.0	5,136.0		
Agregado + Canastilla sumergida		5637	4423		
Peso Canastilla sumergida		1297	1298		
Agregado Saturado Sumergido C		4,340.0	3,125.0		
Temperatura del Agua		23°C	23°C		
Factor de Corrección		1	1		
Peso Especifico Aparente (A / (A-C))		2.580	2.554	2.567	
Densidad Especifica Bulk SSS (B / (B-C))		2.440	2.431	2.436	
Densidad Especifica Bulk (A / (B-C))		2.352	2.352	2.352	
Absorción		4	3	4	
Porcentaje Retenido No. 4		65.0	65.0		
Porcentaje Pasa No. 4		35	35		
Peso Agregado que Pasa No. 4		10418	10418		
Peso Especifico Promedio		2.458	2.445		

## OBSERVACIONES

PARA ENSAYO SE USO EL MATERIAL PASANTE TAMIZ 3" Y RETENIDO EN TAMIZ 3/4"

SE SATURO POR 24 HORAS PARA REALIZAR ENSAYO. DESPUES DEL ENSAYO SECADO EN HORNO A 110° C. DURANTE 24 HORAS



**Título:** RELACION DENSIDAD Vs HUMEDAD (Proctor)  
ASTM D 698 / 1557

**Código de control:**  
HDP-PR-CQC-LAB-F05

**Nro de revisión:**

Registro: LAB-003

Fecha de revisión:

Página: 1 de 2

**Obra** CONSTRUCCIÓN PRESA DE RELAVE - UO PALLANCATA

**Fecha de muestreo:** 19-Jun-11

**Localización** E = 700440 N = 8376278

**Cota m.s.n.m.** 4615 msnm

**Descripción** MATERIAL TIPO 8 - RELLENO COMUN

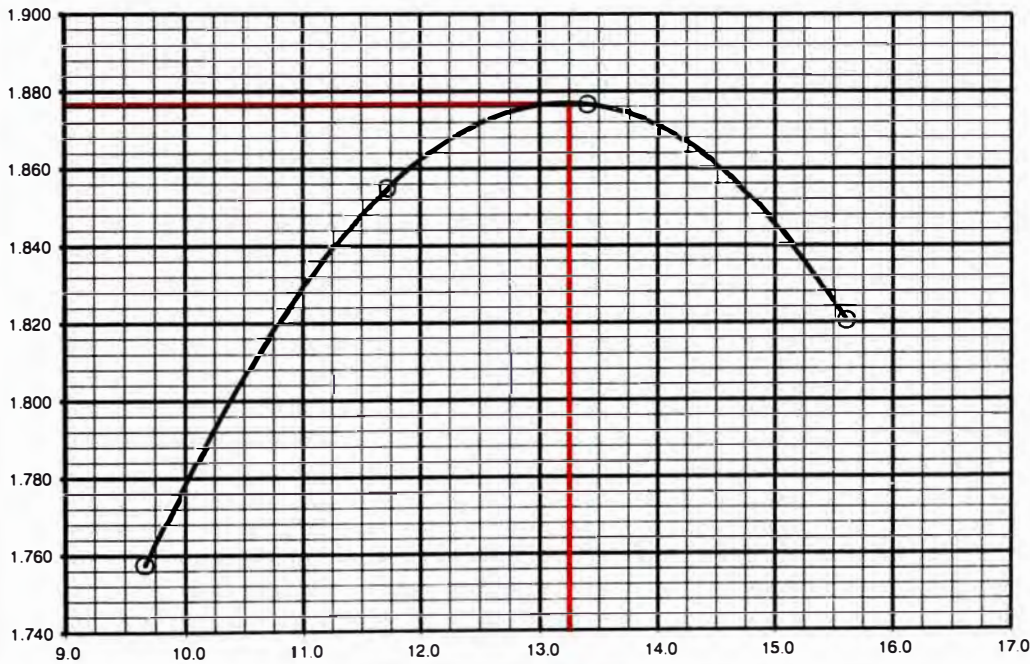
**Muestra No.** PR/RT 8 - M - 003

**Muestreado por:** Alave Vargas M.

**Curva No.** RT 8 - PS - 003 - MDS

DETERMINACIÓN	UNIDAD	1	2	3	4	5
Agua Agregada	%	4%	6%	8%	10%	12%
Peso Molde + material húmedo	gr.	10419.0	10728.0	10847.0	10796.0	
Peso del molde	gr.	6310.0	6310.0	6310.0	6310.0	
Peso de material húmedo	gr.	4109.0	4418.0	4537.0	4486.0	
Volumen del molde molde	cm3	2132.00	2132.00	2132.00	2132.00	
Densidad húmeda	gr./cm3	1.927	2.072	2.128	2.104	
Cápsula	N°	2	3	4	5	
Cápsula + material húmedo	gr.	699.0	620.0	653.0	769.0	
Cápsula + material seco	gr.	645.0	564.0	586.0	677.0	
Peso del agua gr.	gr.	54.0	56.0	67.0	92.0	
Peso de la cápsula	gr.	86.0	86.0	86.0	87.0	
Peso de suelo seco	gr.	559.0	478.0	500.0	590.0	
Contenido de agua	%	9.7	11.7	13.4	15.6	
Densidad seca	gr./cm3	1.758	1.855	1.877	1.820	

<b>Tipo molde</b>	"6" diámetro		<b>Volumen Molde</b>		<b>T° Secado</b>	<b>Peso molde</b>	
<b>Metodo</b>	A	B	2132.00	CC	110°C	6310	gr
<b>Clasificación SUCS:</b>	GM					ASTM	698/1557



<b>DENSIDAD MAXIMA (gr/cm3)</b>	<b>1.877</b>
<b>HUMEDAD OPTIMA %</b>	<b>13.2</b>
<b>CORREGIDO</b>	
<b>DENSIDAD MAXIMA (gr/cm3)</b>	<b>1.998</b>
<b>HUMEDAD OPTIMA %</b>	<b>10.0</b>

**OBSERVACIONES:** Ensayo se realizo con material pasante tamiz 3/4"  
Muestra procede de cantera roca 2.

**Título:** **CORRECCION DE PROCTOR POR GRAVA  
ASTM D 4718**

**Código de control:**  
HDP-PR-CQC-LAB-F06

Nro de revisión:

Registro: LAB-003

Fecha de revisión:

Página: 2 de 2

**Obra** CONSTRUCCIÓN PRESA DE RELAVE - UO PALLANCATA

**Fecha de muestreo:** 19-Jun-11

**Localización** E = 700440 N = 8376278

**Cota m.s.n.m.** 4615 msnm

**Descripción** MATERIAL TIPO 8 - RELLENO COMUN

**Muestra No.:** PR/RT 8 - M - 003

**Muestreado por:** Alave Vargas M.

**Curva No.** RT 8 - PS - 003 - MDS

**A. Corrección para el Contenido de Humedad (MC) - Muestra Total**

3/4 " 30 % retenido en 3/4" (Nota 1)  
C.H. 3 %

3/4 " 70.0 % pasante en 3/4"  
C.H. 13.2 %

C.H. Corregido =  $(0.3 \times 0.025) + (0.7 \times 0.13248) = 10.0 \%$

**B. Corrección para Máxima Densidad Seca de Muestra Total**

1.877 gr/cm3 Valor del Proctor sin corrección  
(Ver curva adjunta)

$$DCS = [100 * (Df) * (Gm) * (Dw)] / [(Df * Pc) + (Gm * Dw * Pf)]$$

DSC =	Corrección de peso unitario seco del Material Total calculado	=	gr/cm3
Df =	Optima Densidad Seca Fracción Fina	=	1.877 gr/cm3
Gm =	Peso Específico de Grava	=	2.352 gr/cm3
Dw =	Peso Unitario de Agua	=	1
Pc =	Porcentaje de Sobretamaño >3/4	=	30 %
Pf =	Porcentaje de Fracción Fina <3/4	=	70 %

$$DCS = \frac{100 * (1.877) * (2.352) * (1)}{[(1.877 * 30) + (2.35172859002929 * 1 * 70)]}$$

DCS = 1.998 gr/cm3

C.H. Corregido 10.0 %  
Densidad Seca Corregida 1.998 gr/cm3

OBSERVACIONES:

**ANEXO C:**

**PANEL FOTOGRAFÍCO**



## PANEL FOTOGRÁFICO



Foto N°01.- Vista general de la Presa de Relaves Pallancata



Foto N°02.- Vaso del depósito de relaves





Foto N°03.- Conformación de material tipo 1, 2 y 3



Foto N°04.- Compactación de material tipo 3





Foto N°05.- Compactación del material tipo 1 en el dique de la presa



Foto N°06.- Zarandeo en cantera de roca- material tipo 2





Foto N°07.- Colocación de filtro en subdrenaje-Material tipo 6

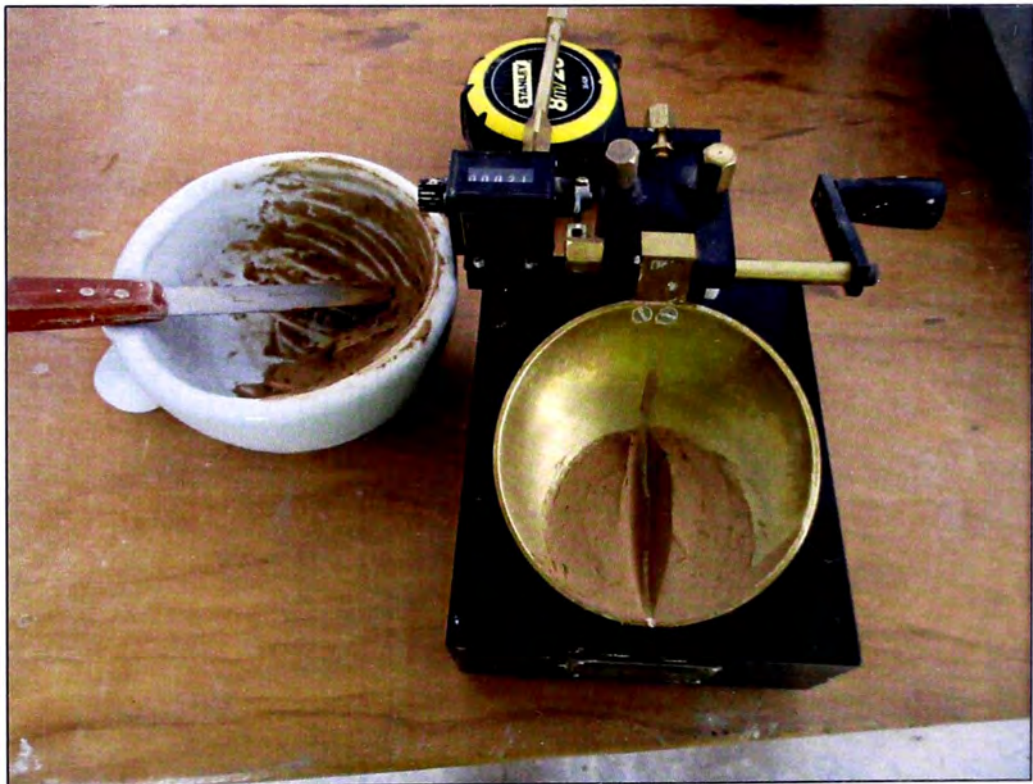


Foto N°08.- Ensayo de límite líquido para material tipo 1





Foto N°09.- Control de compactación en campo con cono de arena-MT1



Foto N°10.- Ensayo de densidad in situ por reemplazo de agua- MT3





Foto N°11.- Muestreo de material tipo 1



Foto N°12.- Muestreo de material tipo 6- Filtro para subdrenaje





Foto N°13.- Plataforma del canal de derivación margen derecha-MT8



Foto N°14.- Escarificado del material tipo 1 compactado





Foto N°15.- Carguío de material tipo 3 en cantera de roca



Foto N°16.- Ensayo de densidad in situ con densímetro nuclear- MT8





Foto N°17.- Compactación del material tipo 1 en el Dique Patococha



Foto N°18.- Relleno tipo 1 en zanja de anclaje de geomenbrana





Foto N°19.- Material tipo 1 y tipo 2 en Dique Patococha

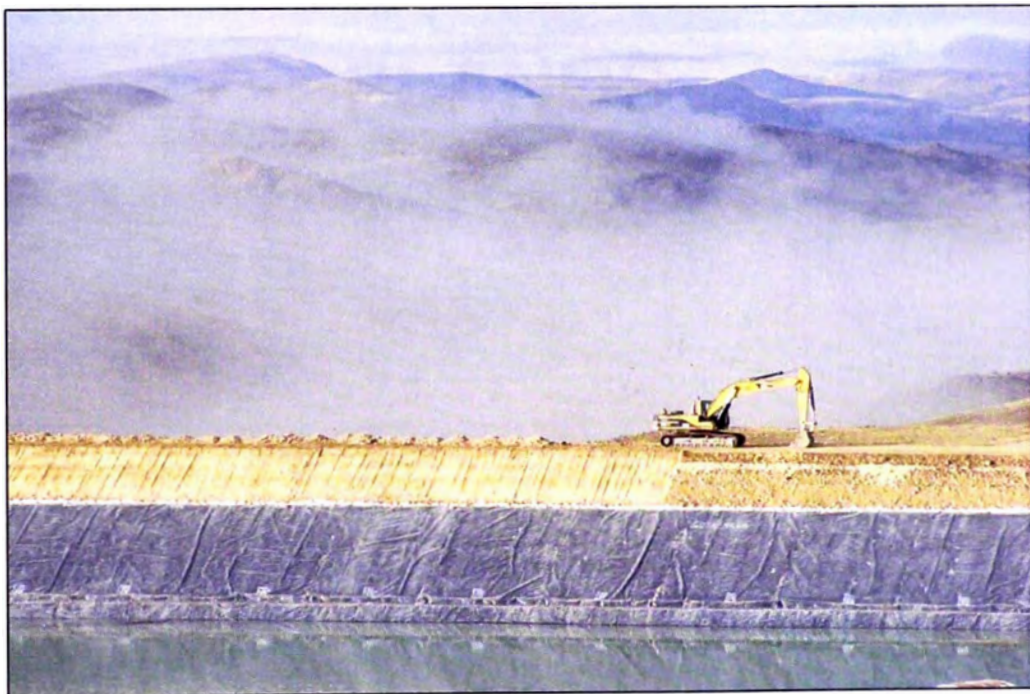


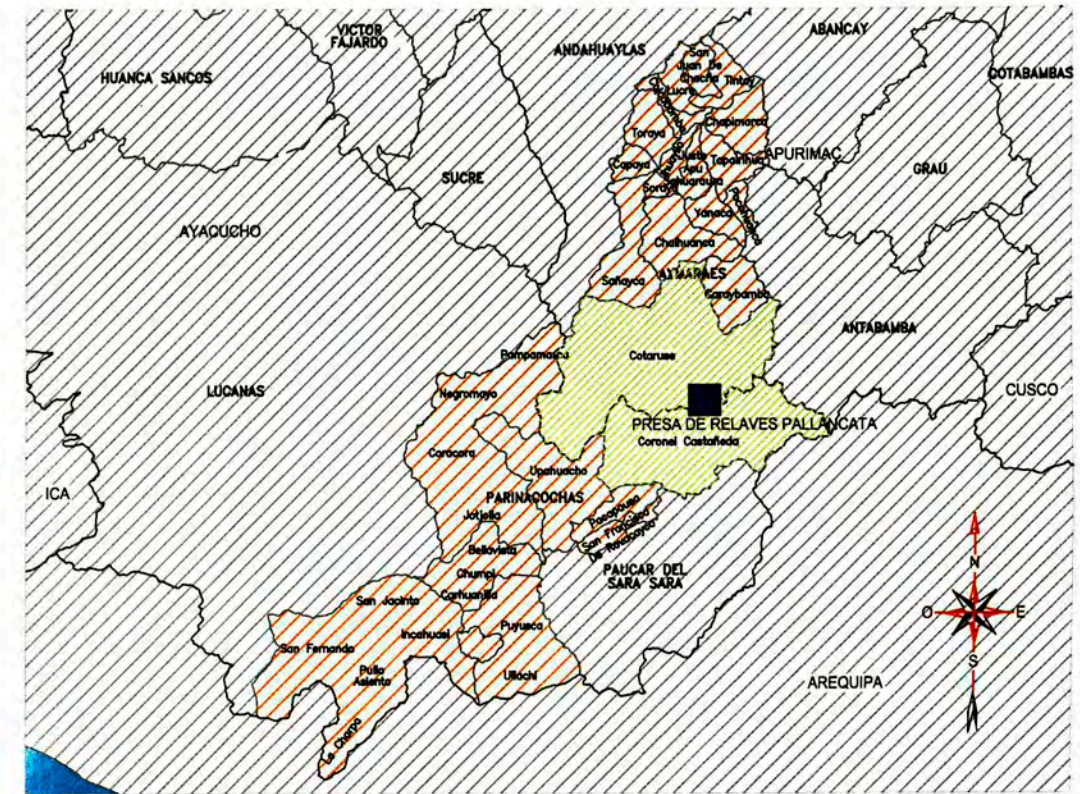
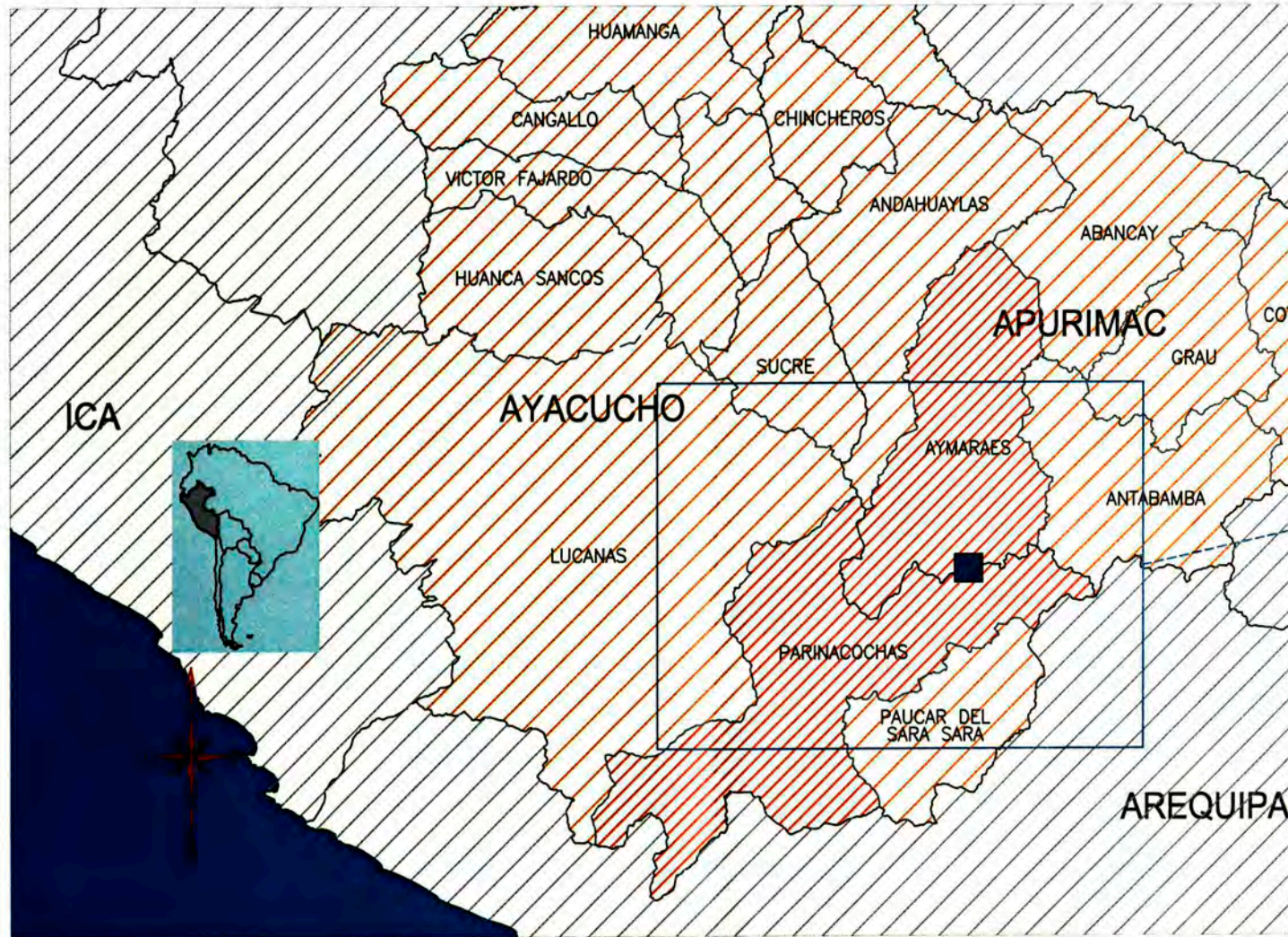
Foto N°20.- Perfilado del talud del dique de la presa

**ANEXO D:**


**PLANOS**



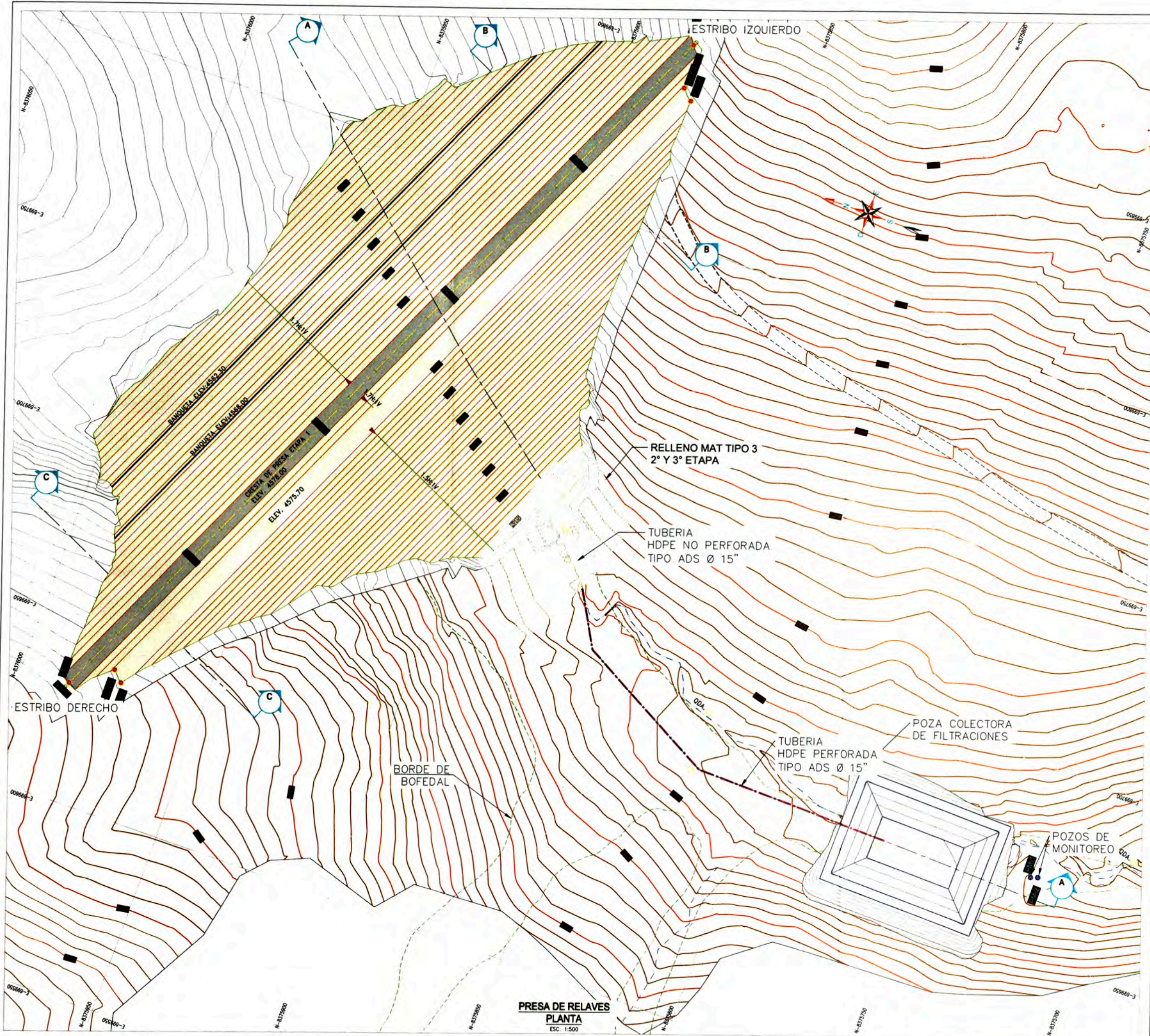
# PRESA DE RELAVES PALLANCATA



## MAPA DE UBICACIÓN PLANTA

 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL TITULACIÓN PROFESIONAL			
PROYECTO: PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES DE RELLENO EN LA PRESA DE RELAVES PALLANCATA - AYACUCHO			
PLANO: UBICACIÓN DE LA PRESA DE RELAVES PALLANCATA			
REALIZADO POR: BACH. RIVAS ZEVALLOS CARLOS A.	REVIZADO POR: ING. LUIS GONZALES HÍJAR	ESCALA: INDICADA FECHA: FEBRERO - 2013	PLANO: 01



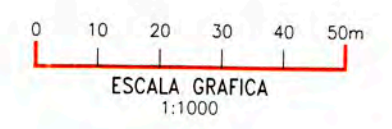


LEYENDA	
	CURVAS MAESTRAS
	CURVAS SECUNDARIAS
	CURVAS MAESTRAS FINALES APROXIMADAS
	CURVAS SECUNDARIAS FINALES APROXIMADAS
	RIOS
	QUEBRADAS
	LAGUNA
	BOFEDAL
	ROCA
	LIMITE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
	ACCESOS EXISTENTES
	ACCESOS HABILITADOS
	ESTRUCTURAS
	PUNTO TOPOGRAFICO
	SENTIDO DE FLUJO
	TUBERIA HDPE SIN PERFORAR TIPO ADS Ø 15" EMBEBIDA EN CONCRETO
	TUBERIA HDPE PERFORADA TIPO ADS Ø 15"

PUNTOS DE CONTROL TOPOGRAFICO PRESA DE RELAVES				
NRO PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCION
1	699631.75	8375886.44	4578.00	PE1-1
2	699851.88	8375885.04	4578.00	PE1-2
3	699639.19	8375975.96	4575.70	PE1-3
4	699840.01	8375883.45	4575.70	PE1-4
5	699636.41	8375973.11	4575.70	PE1-5
6	699837.32	8375880.56	4575.70	PE1-6

PUNTOS DE CONTROL TOPOGRAFICO				
ITEM	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCION
01	700340.02	8376592.98	4641.47	P1
02	700280.54	8376655.44	4632.64	P3

- NOTAS:
- EL LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO ESTA REFERIDO AL DATUM PSAD 56, SISTEMA DE COORDENADAS UTM, ZONA 18S.
  - DIMENSIONES Y NIVELES MOSTRADAS EN METROS, SALVO INDICACION.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
TITULACIÓN PROFESIONAL

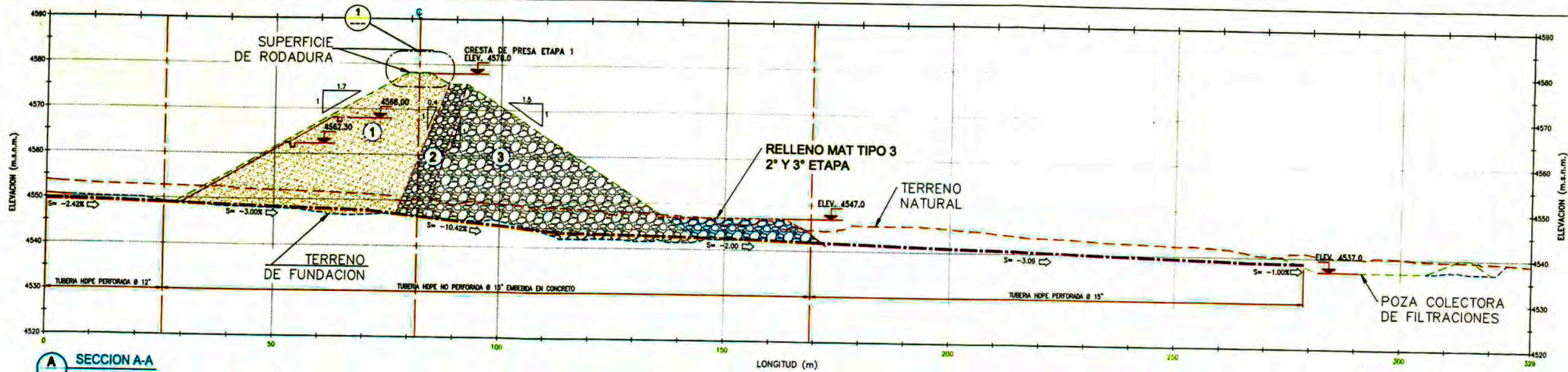
PROYECTO: PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES DE RELLENO EN LA PRESA DE RELAVES PALLANCATA - AYACUCHO

PLANO: PLANTA DE LA PRESA DE RELAVES PALLANCATA

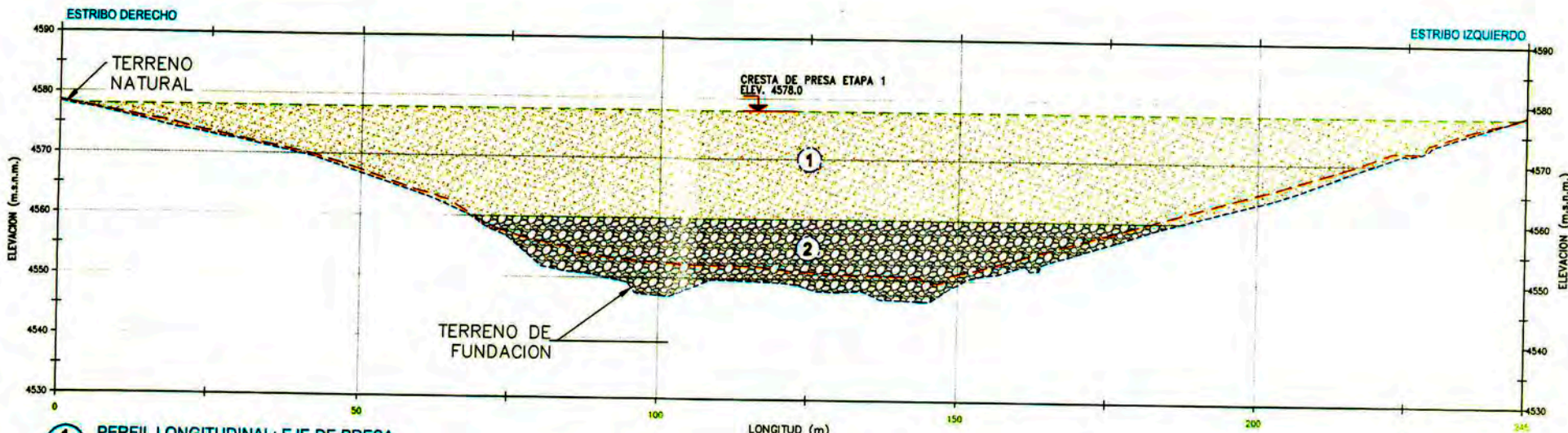
REALIZADO POR: BACH. RIVAS ZEVALLOS CARLOS A.	REVIZADO POR: ING. LUIS GONZALES HÚJAR	ESCALA: INDICADA FECHA: FEBRERO - 2013	PLANO: 02
--	---	---	--------------

PRESA DE RELAVES  
PLANTA  
ESC. 1:500

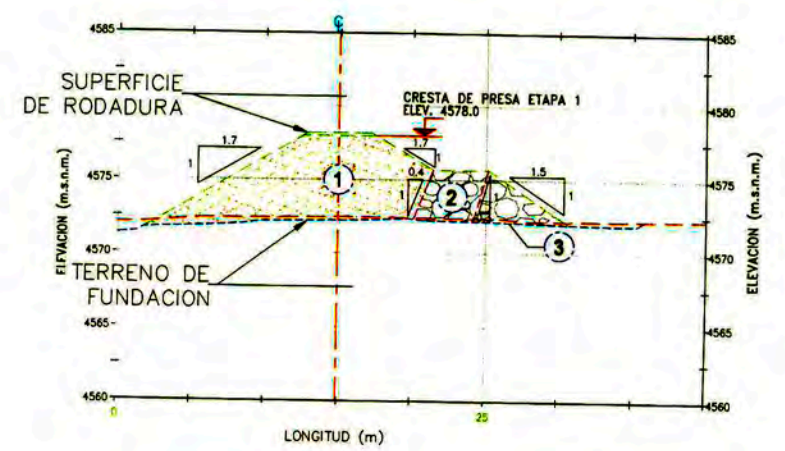




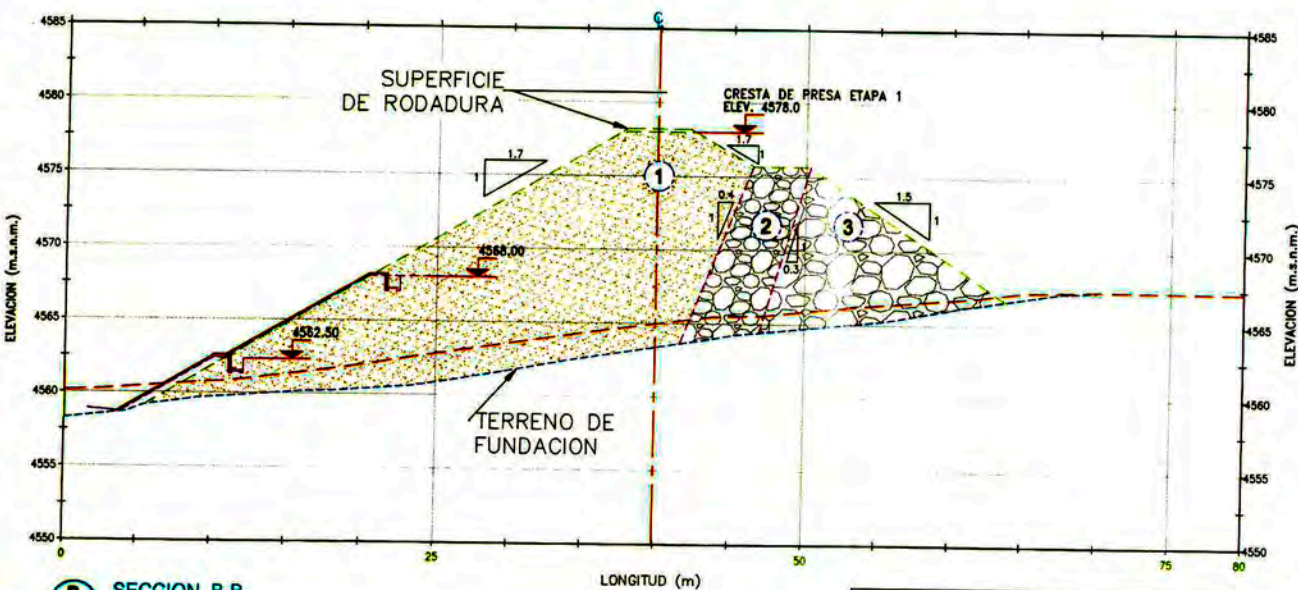
**A SECCION A-A**  
ESC. 1:500



**1 PERFIL LONGITUDINAL: EJE DE PRESA**  
ESC. 1:500



**C SECCION C-C**  
ESC. 1:250

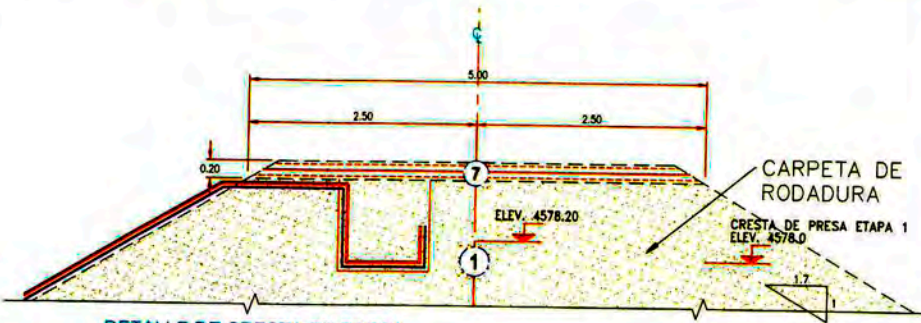


**B SECCION B-B**  
ESC. 1:250

LEYENDA	
---	TERRENO NATURAL
---	TERRENO DE FUNDACION
→	SENTIDO DE FLUJO
---	TUBERIA HDPE SIN PERFORAR TIPO ADS Ø 15" EMBEDIDA EN CONCRETO
---	TUBERIA HDPE PERFORADA TIPO ADS Ø 15"
---	TUBERIA HDPE PERFORADA TIPO ADS Ø 12"

- NOTAS:
- EL LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO ESTA REFERIDO AL DATUM PSAD 56, SISTEMA DE COORDENADAS UTM, ZONA 18S.
  - DIMENSIONES Y NIVELES MOSTRADAS EN METROS, SALVO INDICACION.
  - LA ESCALA GRAFICA MOSTRADA ES PARA EL FORMATO A-1, PARA A-3 CONSIDERAR EL DOBLE.
  - LA CARPETA DE RODADURA PARA LA ETAPA 1 TENDRA UN ESPESOR DE 0.20m, ELEV. 4578.20.

CUADRO DE MATERIALES							
TIPO DE MATERIAL	FUNCION	DESCRIPCION	TAMAÑO MAXIMO (mm)	ESPESOR DE CAPA (m)	EQUIPO DE COMPACTACION	CICLOS	CANTERA
1	RELLENO PRESA Y APOYO DE GEOMEMBRANA	MORRENA: GRAVA, ARENA Y FINOS	150	0.30	RODILLO VIBRATORIO DE 10 t	8	CANTERA DE SUELOS
2	TRANSICION	ENROCADO FINO: GRAVA, ARENA SELECCIONADOS	300	0.50	RODILLO VIBRATORIO DE 10 t	4	CANTERA DE ROCA N°1
3	ENROCADO	ENROCADO DE BUENA CALIDAD	1000	1.00	RODILLO VIBRATORIO DE 10 t	4	CANTERA DE ROCA N°1
7	CARPETA DE RODADURA	GRAVA, ARENAS Y FINOS	50.8	0.20	RODILLO VIBRATORIO DE 10 t	8	CANTERA DE ROCA N°2



**1 DETALLE DE CRESTA DE PRESA**  
ESC. 1:40

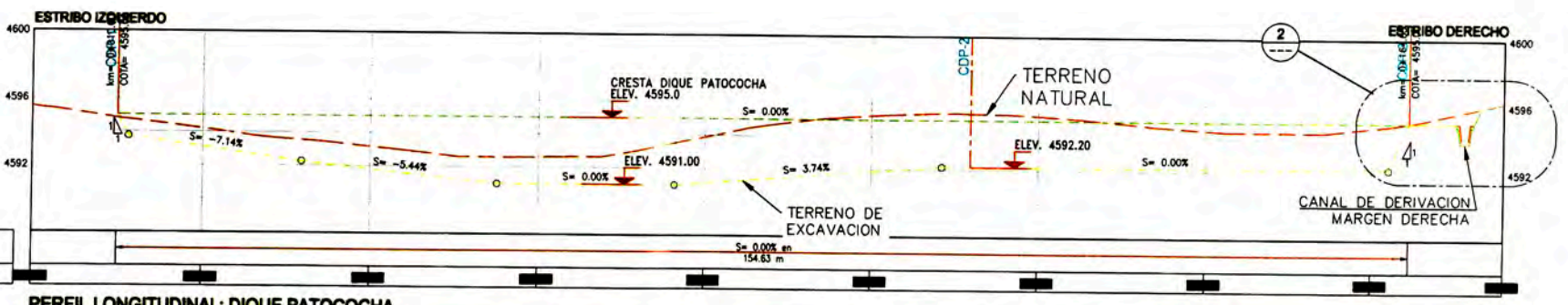
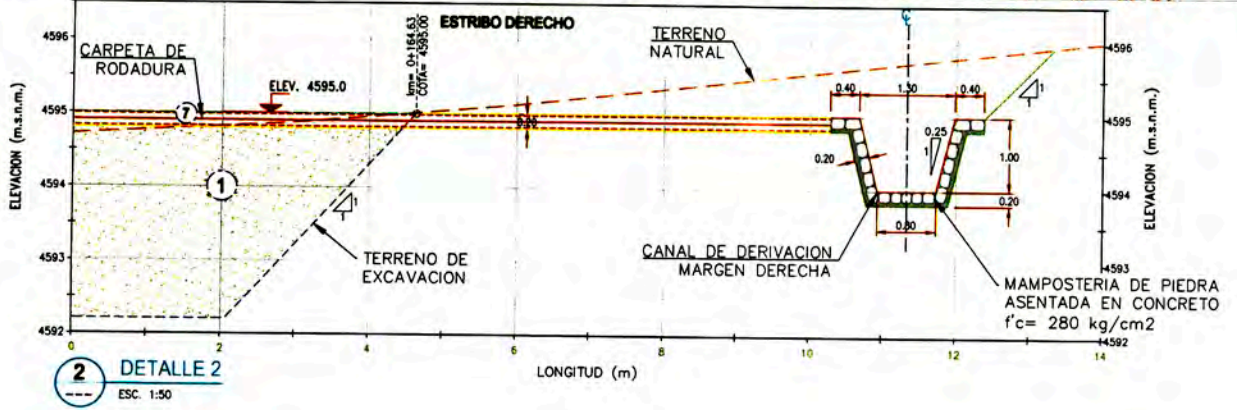
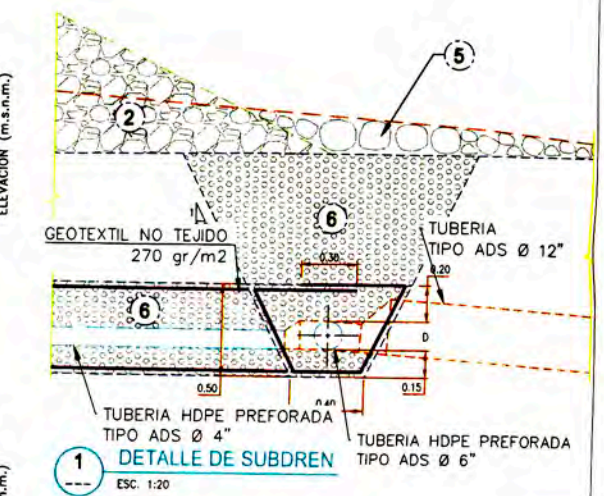
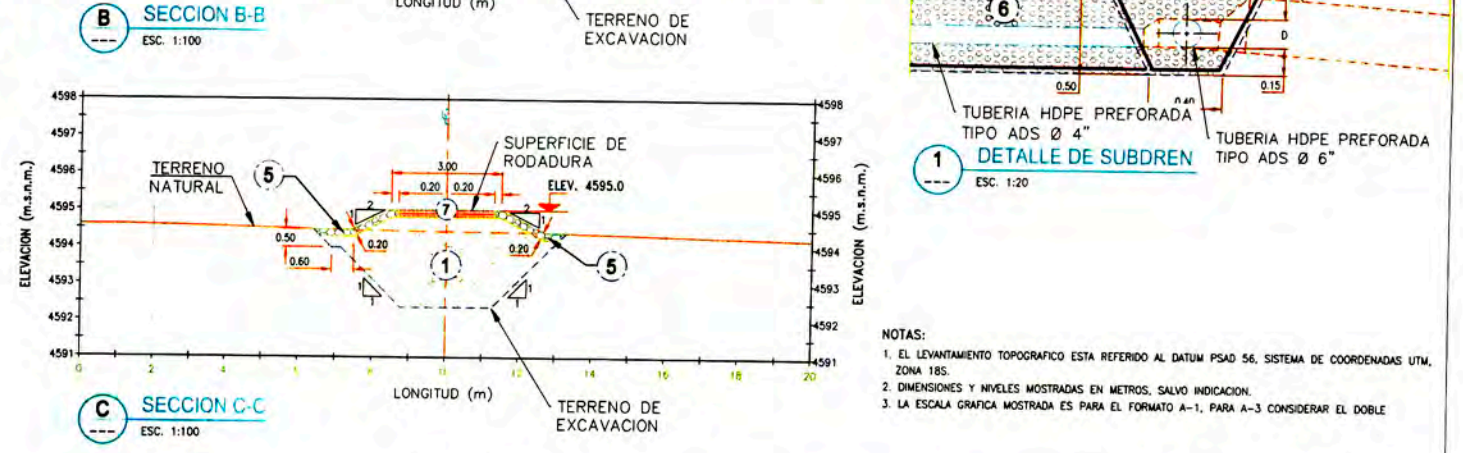
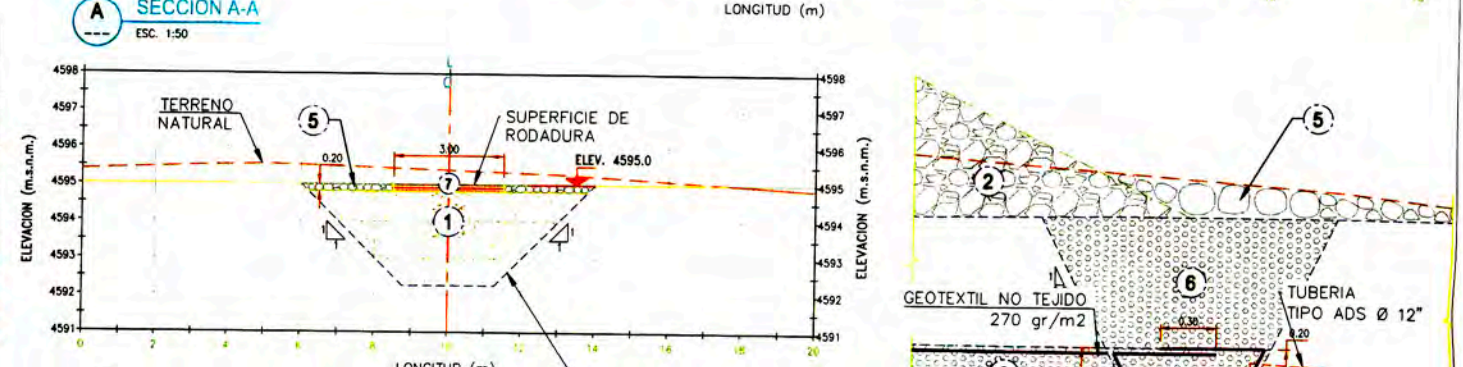
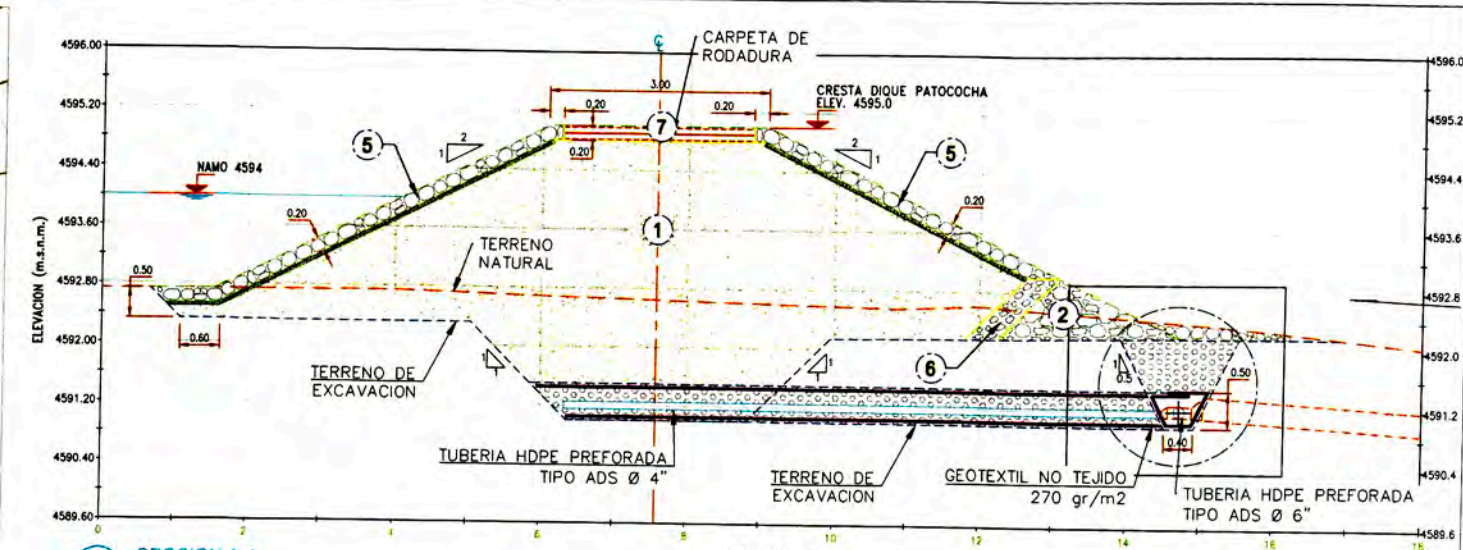
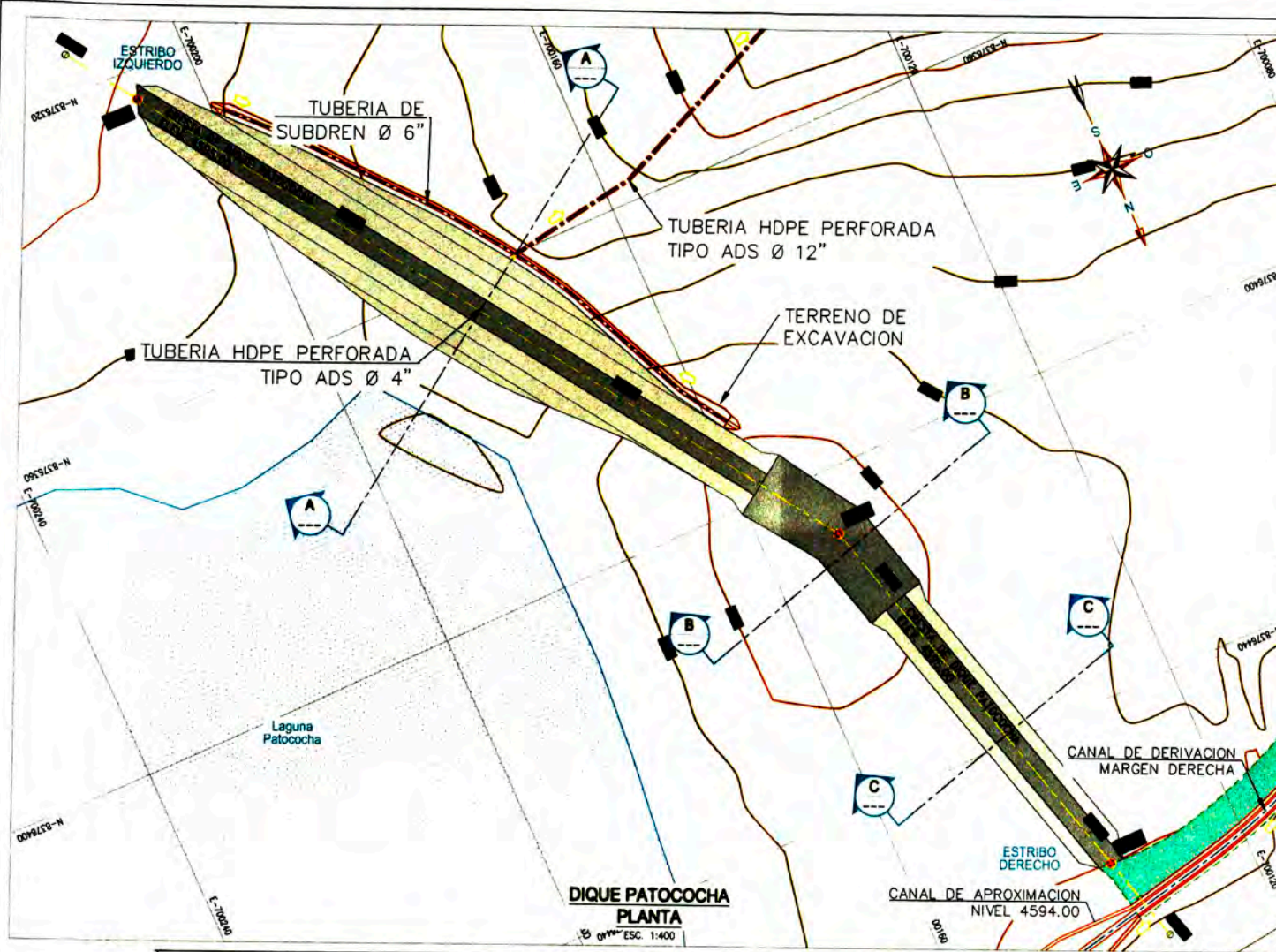
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
TITULACIÓN PROFESIONAL

PROYECTO: PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES DE RELLENO EN LA PRESA DE RELAVES PALLANCATA - AYACUCHO

PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES DE LA PRESA DE RELAVES PALLANCATA

REALIZADO POR: BACH. RIVAS ZEVALLOS CARLOS A.	REVIZADO POR: ING. LUIS GONZALES HÚJAR	ESCALA: INDICADA FECHA: FEBRERO - 2013	PLANO: 03
--	---	---	--------------





NOTAS:  
 1. EL LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO ESTA REFERIDO AL DATUM PSAD 56, SISTEMA DE COORDENADAS UTM, ZONA 18S.  
 2. DIMENSIONES Y NIVELES MOSTRADOS EN METROS, SALVO INDICACION.  
 3. LA ESCALA GRAFICA MOSTRADA ES PARA EL FORMATO A-1, PARA A-3 CONSIDERAR EL DOBLE

CUADRO DE MATERIALES							
TIPO DE MATERIAL	FUNCION	DESCRIPCION	TAMARO MAXIMO (mm)	ESPOSOR DE CAPA (m)	EQUIPO DE COMPACTACION	CICLOS	CANTERA
1	RELLENO DE PRESA Y DIQUE	MORRENA: GRAVA, ARENA Y FINOS	150	0.30	RODILLO VIBRATORIO DE 10 t	8	CANTERA DE SUELO
2	ENROCADO FINO	ENROCADO FINO: GRAVA, ARENA SELECCIONADOS	300	0.30	RODILLO VIBRATORIO DE 10 t Y COMPACTADORES PEQUEÑOS	4	CANTERA DE ROCA N°1
5	ENROCADO DE PROTECCION (RIPRAP)	ROCA SELECCIONADA	150	---	COLOCADO AL VOLTEO Y ACOMODADO A MANO	---	CANTERA SELENE
6	FILTRO	GRAVA LIMPIA	38.1	---	COLOCADO AL VOLTEO	---	CANTERA ANISO
7	CARPETA DE RODADURA	GRAVA, ARENAS Y FINOS	50.8	0.20	RODILLO VIBRATORIO DE 10 t	8	CANTERA DE SUELOS

LEYENDA	
	CURVAS MAESTRAS
	CURVAS SECUNDARIAS
	CURVAS MAESTRAS FINALES APROXIMADAS
	CURVAS SECUNDARIAS FINALES APROXIMADAS
	RIOS
	QUEBRADAS
	LAGUNA
	BORDEAL
	ROCA
	LIMITE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
	TUBERIA DE SUBDRENAL Ø 6"
	ACCESOS HABILITADOS
	ESTRUCTURAS
	PUNTO TOPOGRAFICO
	SENTIDO DE FLUJO

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
 TITULACIÓN PROFESIONAL

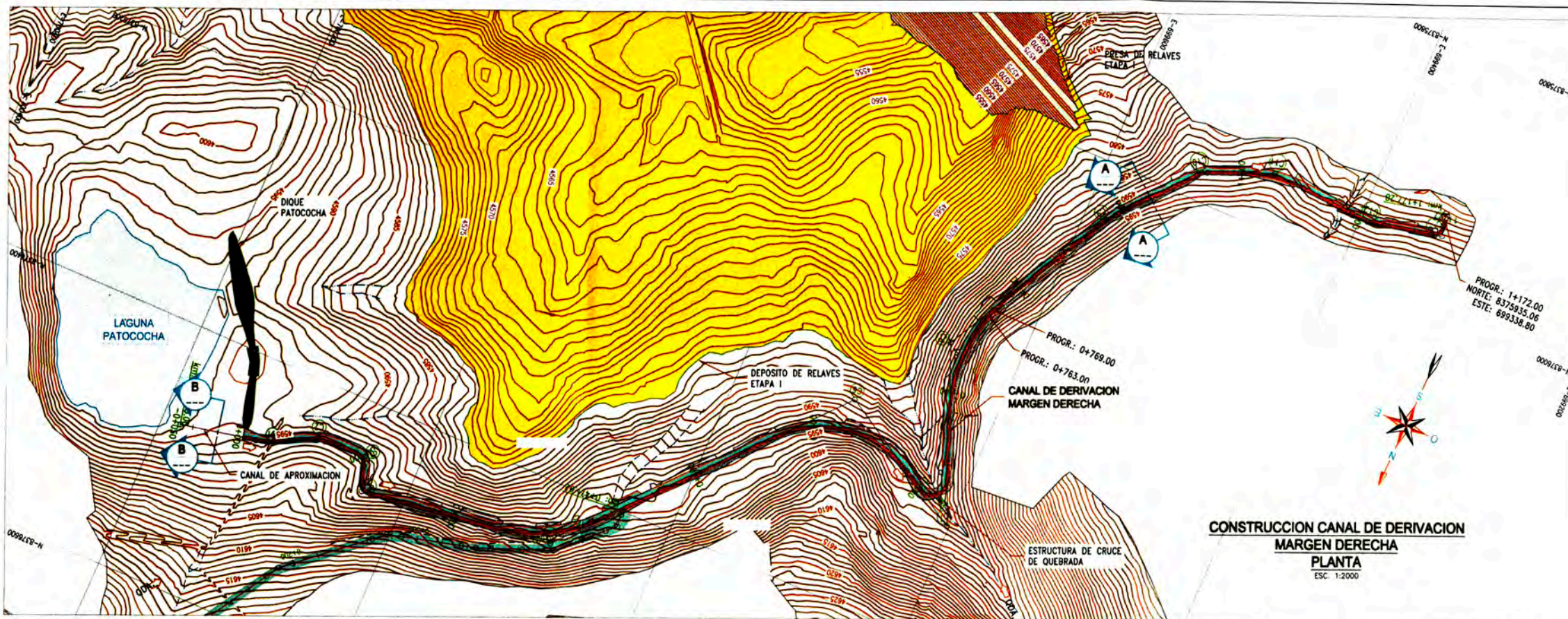
PROYECTO: PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES DE RELLENO EN LA PRESA DE RELAVES PALLANCATA - AYACUCHO

PLANO: PLANTA, PERFIL LONGITUDINAL Y SECCIONES DEL DIQUE PATOCOCHA

REALIZADO POR: BACH. RIVAS ZEVALLOS CARLOS A.	REVIZADO POR: ING. LUIS GONZALES HÚJAR	ESCALA: INDICADA FECHA: FEBRERO - 2013	PLANO: 04
--	---	---	--------------

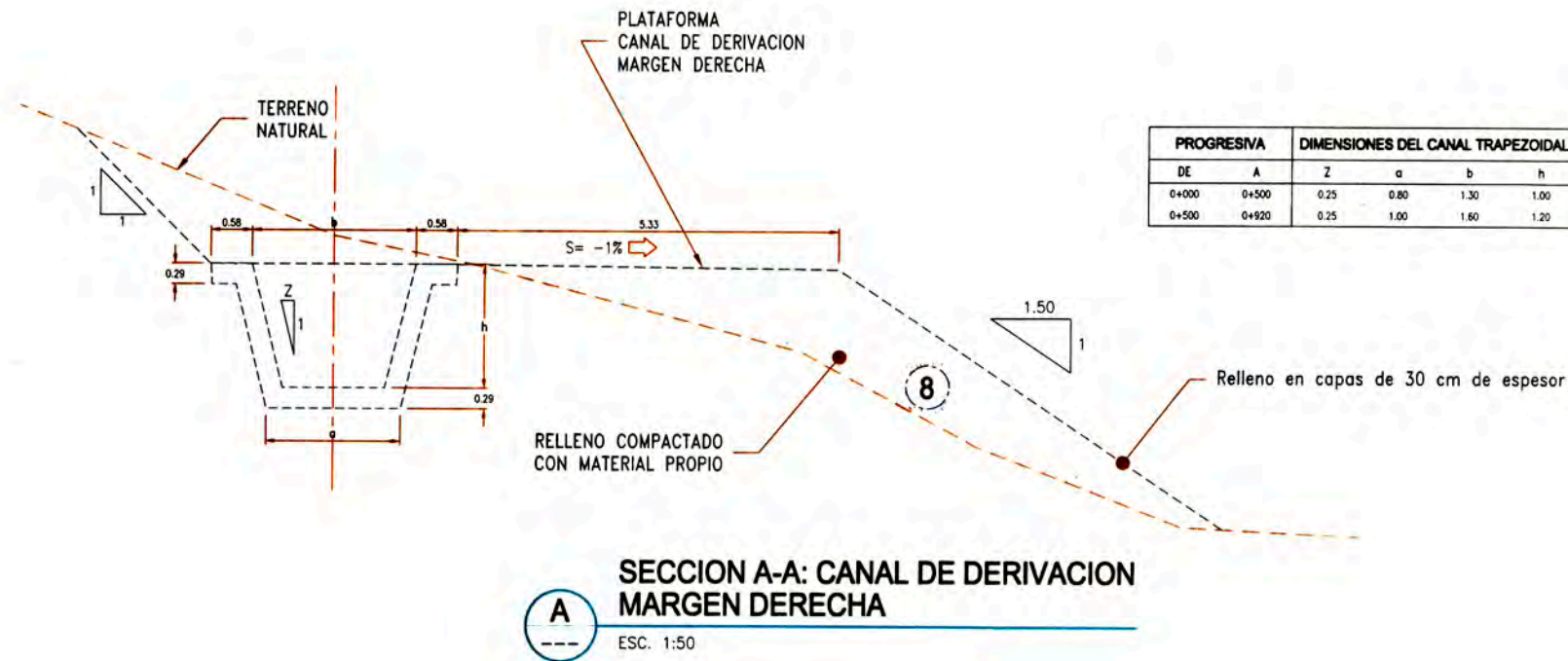
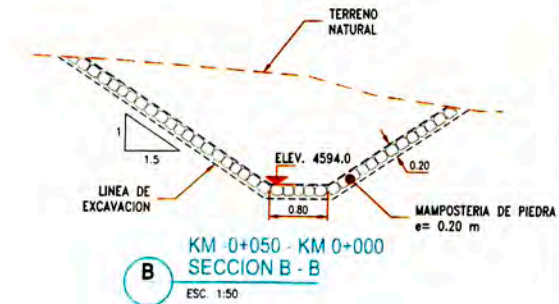
PERFIL LONGITUDINAL: DIQUE PATOCOCHA  
 km 0+000 - km 0+176  
 ESC. H: 1:400  
 ESC. V: 1:200





LEYENDA	
	CURVAS MAESTRAS
	CURVAS SECUNDARIAS
	CURVAS MAESTRAS FINALES APROXIMADAS
	CURVAS SECUNDARIAS FINALES APROXIMADAS
	RIOS
	QUEBRADAS
	LAGUNA
	BOFEDAL
	ROCA
	LIMITE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
	ACCESOS EXISTENTES
	ACCESOS HABILITADOS
	ESTRUCTURAS
	PUNTO TOPOGRAFICO
	SENTIDO DE FLUJO

**CONSTRUCCION CANAL DE DERIVACION MARGEN DERECHA PLANTA**  
ESC. 1:2000



**SECCION A-A: CANAL DE DERIVACION MARGEN DERECHA**

ESC. 1:50

**NOTAS:**

- EL LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO ESTA REFERIDO AL DATUM PSAD 56, SISTEMA DE COORDENADAS UTM, ZONA 18S.
- DIMENSIONES Y NIVELES MOSTRADAS EN METROS, SALVO INDICACION.



CUADRO DE MATERIALES							
TIPO DE MATERIAL	FUNCION	DESCRIPCION	TAMAÑO MAXIMO (mm)	ESPESOR DE CAPA (m)	EQUIPO DE COMPACTACION	CICLOS	CANTERA
8	RELLENO	GRAVA, ARENAS Y ARCILLAS	50.8	0.30	RODILLO VIBRATORIO DE 10 t	8	OBTENIDO DE CORTES Y EXCAVACION

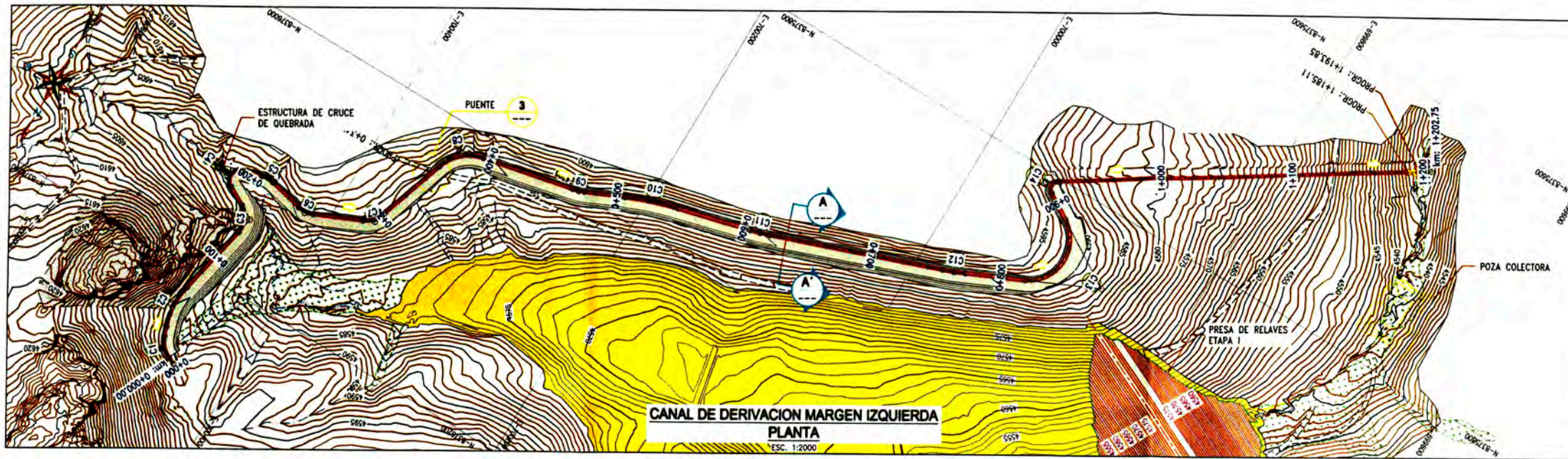
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
TITULACIÓN PROFESIONAL

PROYECTO: PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES DE RELLENO EN LA PRESA DE RELAVES PALLANCATA - AYACUCHO

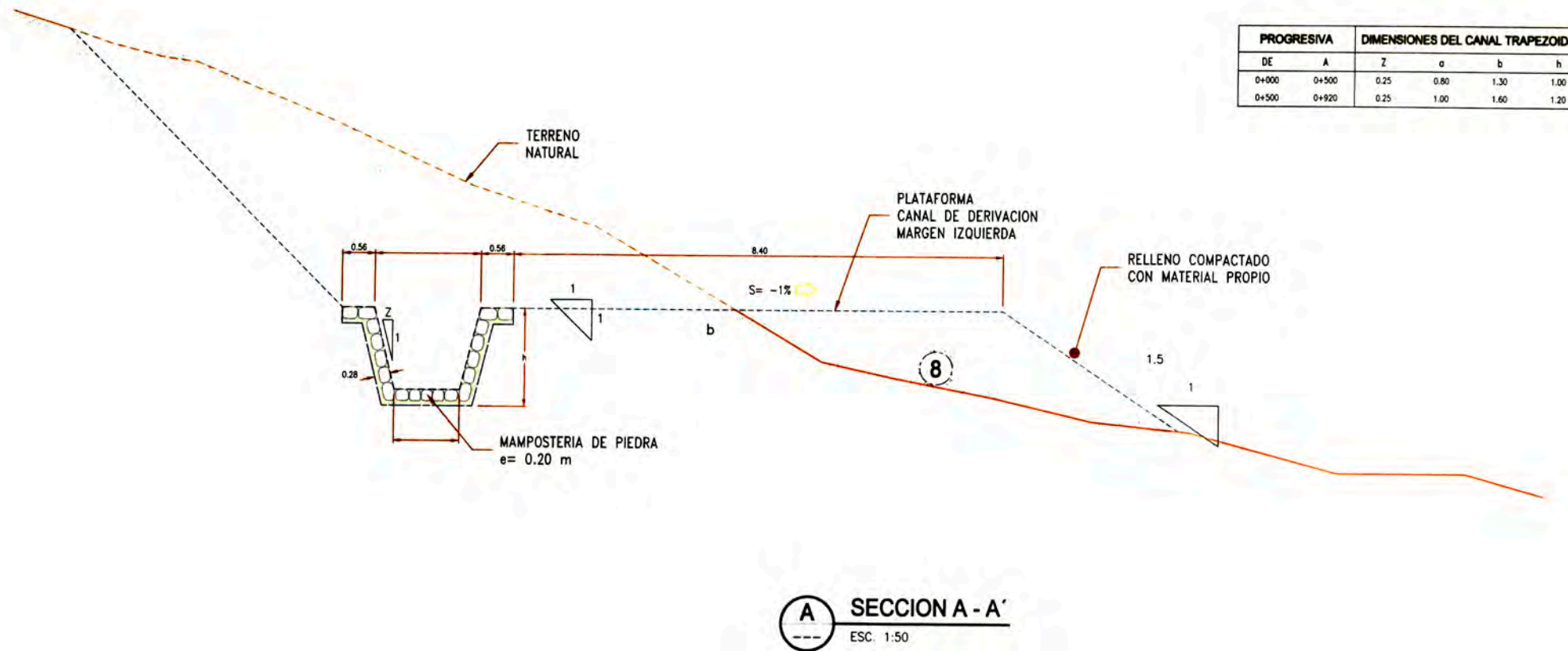
PLANO: PLATAFORMA DEL CANAL DE DERIVACION MARGEN DERECHA-PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL

REALIZADO POR: BACH. RIVAS ZEVALLOS CARLOS A.	REVIZADO POR: ING. LUIS GONZALES HÚJAR	ESCALA: INDICADA	PLANO: 05
		FECHA: FEBRERO - 2013	





LEYENDA	
	CURVAS MAESTRAS
	CURVAS SECUNDARIAS
	CURVAS MAESTRAS FINALES APROXIMADAS
	CURVAS SECUNDARIAS FINALES APROXIMADAS
	RIOS
	QUEBRADAS
	LAGUNA
	BOFEDAL
	ROCA
	LIMITE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
	ACCESOS EXISTENTES
	ACCESOS HABILITADOS
	ESTRUCTURAS
	PUNTO TOPOGRAFICO
	SENTIDO DE FLUJO



NOTAS:

1. EL LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO ESTA REFERIDO AL DATUM PSAD 56, SISTEMA DE COORDENADAS UTM, ZONA 18S.
2. DIMENSIONES Y NIVELES MOSTRADAS EN METROS, SALVO INDICACION.



**A** SECCION A - A'  
ESC. 1:50

CUADRO DE MATERIALES							
TIPO DE MATERIAL	FUNCION	DESCRIPCION	TAMAÑO MAXIMO (mm)	ESPESOR DE CAPA (m)	EQUIPO DE COMPACTACION	CICLOS	CANTERA
8	RELLENO	GRAVA, ARENAS Y ARCILLAS	50.8	0.30	RODILLO VIBRATORIO DE 10 t	8	OBTENIDO DE CORTES Y EXCAVACION

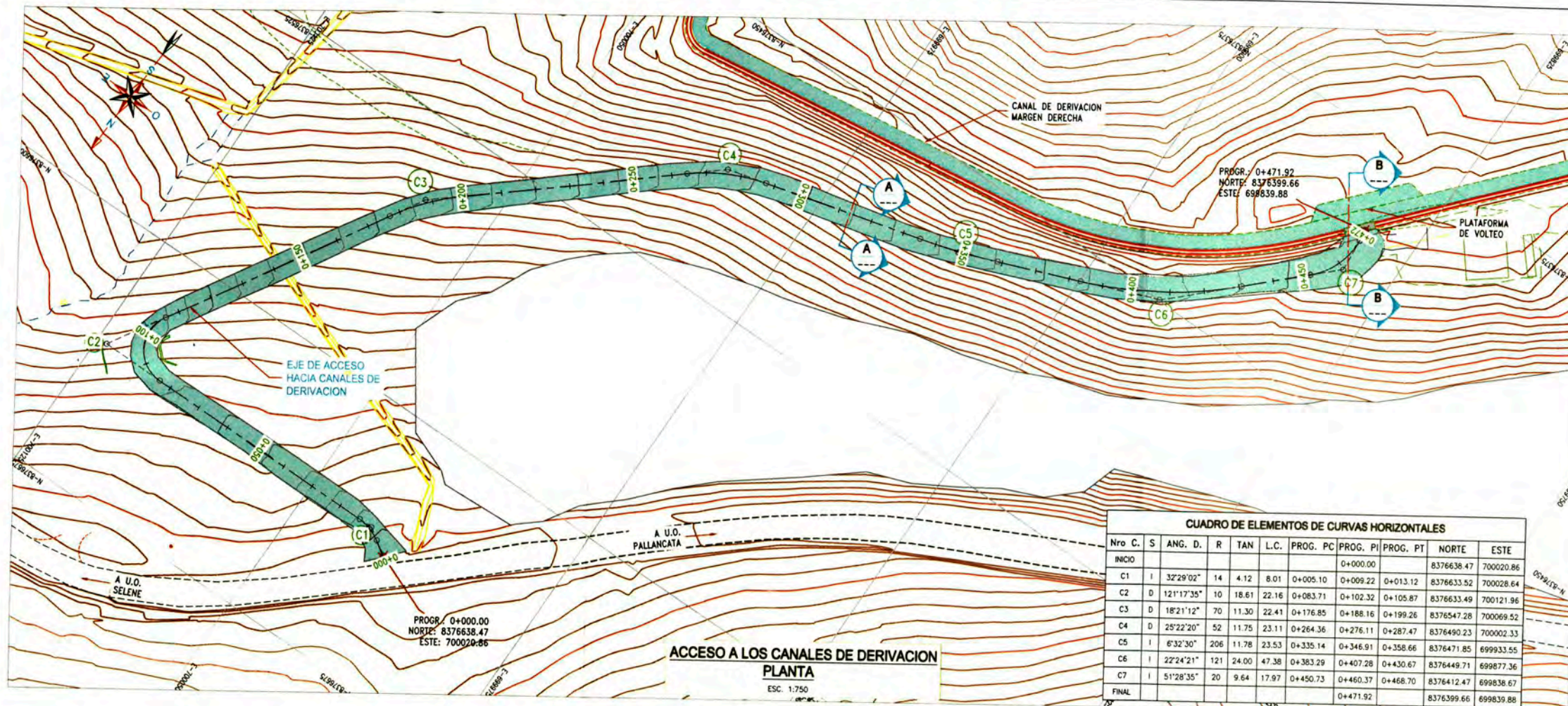
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
TITULACIÓN PROFESIONAL

PROYECTO: PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES DE RELLENO EN LA PRESA DE RELAVES PALLANCATA - AYACUCHO

PLANO: PLATAFORMA DE CANAL DE DERIVACIÓN MARGEN IZQUIERDA-PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL

REALIZADO POR: BACH. RIVAS ZEVALLOS CARLOS A.	REVIZADO POR: ING. LUIS GONZALES HUIAR	ESCALA: INDICADA FECHA: FEBRERO - 2013	PLANO: <b>06</b>
--	---	---	---------------------

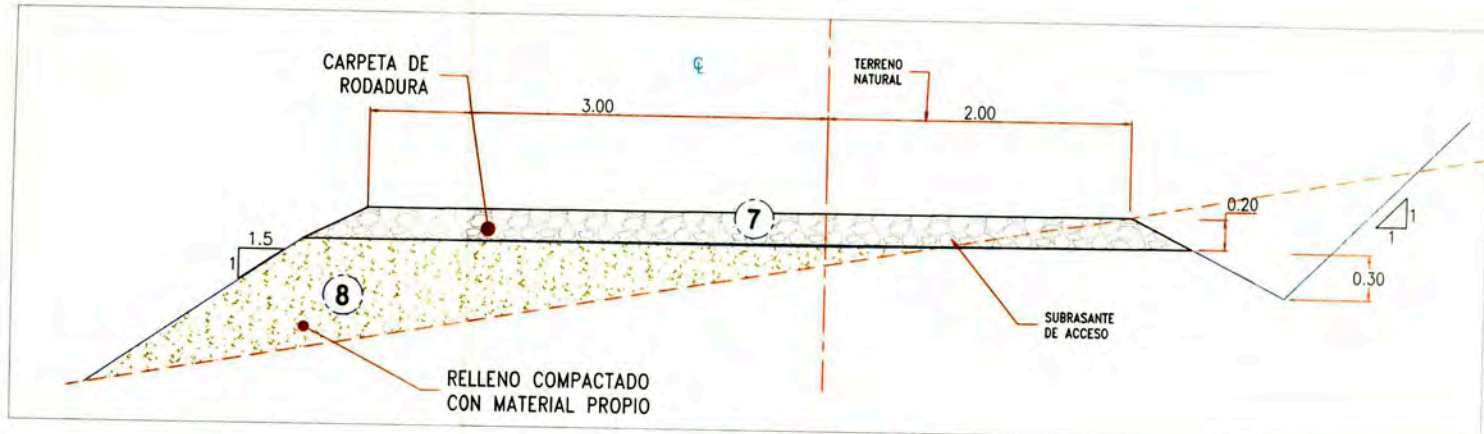
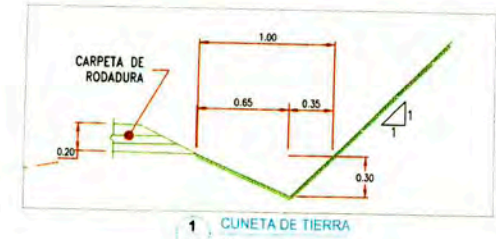




Nro	C.	S	ANG. D.	R	TAN	L.C.	PROG. PC	PROG. PI	PROG. PT	NORTE	ESTE
							0+000.00	0+009.22	0+013.12	8376638.47	700020.86
C1	I		32°29'02"	14	4.12	8.01	0+005.10	0+009.22	0+013.12	8376633.52	700028.64
C2	D		121°17'35"	10	18.61	22.16	0+083.71	0+102.32	0+105.87	8376633.49	700121.96
C3	D		18°21'12"	70	11.30	22.41	0+176.85	0+188.16	0+199.26	8376547.28	700069.52
C4	D		25°22'20"	52	11.75	23.11	0+264.36	0+276.11	0+287.47	8376490.23	700002.33
C5	I		6°32'30"	206	11.78	23.53	0+335.14	0+346.91	0+358.66	8376471.85	699933.55
C6	I		22°24'21"	121	24.00	47.38	0+383.29	0+407.28	0+430.67	8376449.71	699877.36
C7	I		51°28'35"	20	9.64	17.97	0+450.73	0+460.37	0+468.70	8376412.47	699838.67
FINAL							0+471.92			8376399.66	699839.88

ACCESO A LOS CANALES DE DERIVACION  
PLANTA  
ESC. 1:750

	CURVAS MAESTRAS
	CURVAS SECUNDARIAS
	CURVAS MAESTRAS FINALES APROXIMADAS
	CURVAS SECUNDARIAS FINALES APROXIMADAS
	RIOS
	QUEBRADAS
	LAGUNA
	BOFEDAL
	ROCA
	LIMITE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
	ACCESOS EXISTENTES
	ACCESOS HABILITADOS
	ESTRUCTURAS
	PUNTO TOPOGRAFICO
	SENTIDO DE FLUJO



A SECCION A-A  
1:50

- NOTAS:
- EL LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO ESTA REFERIDO AL DATUM PSAD 56 SISTEMA DE COORDENADAS UTM, ZONA 18S.
  - DIMENSIONES Y NIVELES MOSTRADAS EN METROS, SALVO INDICACION.



TIPO DE MATERIAL	FUNCION	DESCRIPCION	TAMAÑO MAXIMO (mm)	ESPESOR DE CAPA (m)	EQUIPO DE COMPACTACION	CICLOS	CANTERA
7	CARPETA DE RODADURA	GRAVA, ARENAS Y FINOS	75.0	0.20	RODILLO VIBRATORIO DE 10 t	8	CANTERA DE ROCA N°2
8	RELLENO	GRAVA, ARENAS Y ARCILLAS	50.8	0.30	RODILLO VIBRATORIO DE 10 t	8	OBTENIDO DE CORTES Y EXCAVACION

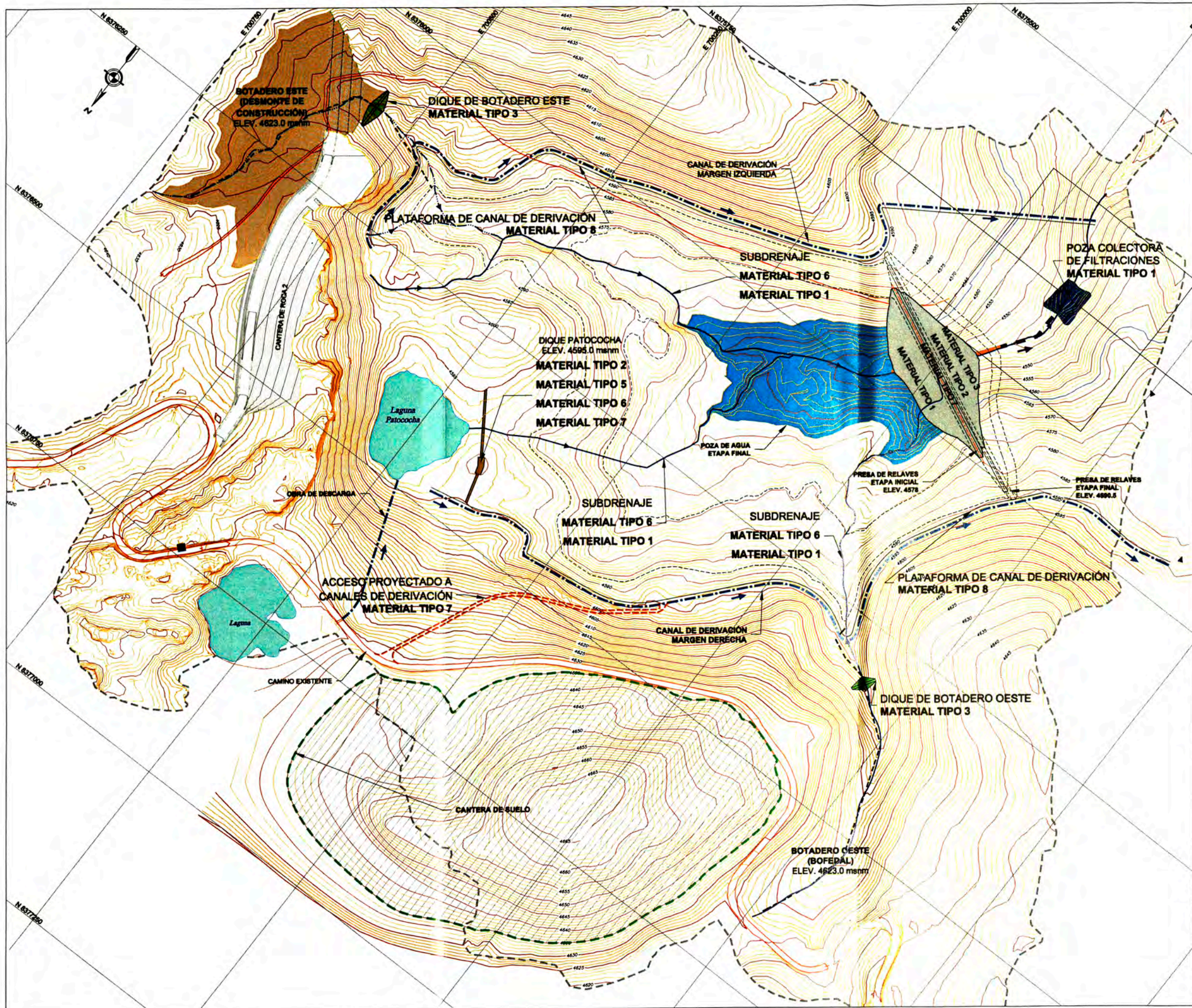
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
TITULACIÓN PROFESIONAL

PROYECTO: PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES DE RELLENO EN LA PRESA DE RELAVES PALLANCATA - AYACUCHO

PLANO: ACCESO A CANALES DE DERIVACION

REALIZADO POR: BACH. RIVAS ZEVALLOS CARLOS A  
REVIZADO POR: ING. LUIS GONZALES HÚJAR  
ESCALA INDICADA: FEBRERO - 2013  
PLANO: 07





**LEYENDA:**

- TOPOGRAFÍA DEL TERRENO EXISTENTE
- TOPOGRAFÍA PROYECTADA
- POZA DEL DEPÓSITO DE RELAVES
- CAMINO DE ACCESO PROYECTADO
- SUBDRENAJES
- CANALES PROYECTADOS
- TUBERÍA HDPE Ø 12"
- TUBERÍA HDPE SIN PERFORAR TIPO ADS Ø 15" EMBEBIDA EN CONCRETO
- TUBERÍA HDPE PERFORADA TIPO ADS Ø 15"
- LÍMITE DE CANTERA DE SUELO
- SENTIDO DE FLUJO

TIPO DE RELLENO	CARACTERÍSTICA
MATERIAL TIPO 1	GRAVA ARCILLOSA
MATERIAL TIPO 2	ENROCADO FINO
MATERIAL TIPO 3	ENROCADO
MATERIAL TIPO 5	ENROCADO DE PROTECCIÓN
MATERIAL TIPO 6	GRAVA LIMPIA PARA FILTRO
MATERIAL TIPO 7	MATERIAL PARA CARPETA DE RODADURA
MATERIAL TIPO 8	RELLENO COMÚN



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
 TITULACIÓN PROFESIONAL

PROYECTO: PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES DE RELLENO EN LA PRESA DE RELAVES PALLANCATA - AYACUCHO

PLANO: DISTRIBUCIÓN DE MATERIALES DE RELLENO EN LAS OBRAS CIVILES DE LA PRESA PALLANCATA

REALIZADO POR: BACH. RIVAS ZEVALLOS CARLOS A.	REVIZADO POR: ING. LUIS GONZALES HÚJAR	ESCALA: INDICADA FECHA: FEBRERO - 2013	PLANO: 08
--	---	---	--------------