

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**"DISEÑO HIDRÁULICO DEFINITIVO DE LA RÁPIDA JACHACIRCA
PROYECTO ESPECIAL PASTO GRANDE - MOQUEGUA"**

Presentada por:
ANGEL FRANCISCO CERNA PEREZ

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:
INGENIERO AGRÍCOLA

Lima - Perú

2017

DEDICATORIA

A mis queridos Padres: Guillermo y María con mucho cariño les brindo mi eterno agradecimiento por sus consejos y constante apoyo durante mi vida estudiantil, posibilitando la culminación de mis estudios, para mi éxito profesional.

A mi esposa Vilma y mi hijo Ángel Sebastián. Que supieron perdonar el tiempo que les he robado y por el cariño y amor que me brindan.

A mis hermanos: Eduardo, Rosa, Elmer y Wilson.

AGRADECIMIENTO

Al Ing. Antonio Enciso Gutiérrez, profesor de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad Nacional Agraria “La Molina”, asesor de esta tesis.

Al Ing. Oscar Barcés Flor, por su valiosa colaboración durante su gestión como Director ejecutivo del Proyecto Especial pasto Grande para la ejecución del presente trabajo.

A todas las personas que de una y otra manera han colaborado en la realización de la presente tesis.

Por último mi gratitud y agradecimiento al Proyecto Especial Pasto Grande, por las facilidades prestadas para la ejecución y culminación de la presente.

RESUMEN

La Rápida Jachacirca es parte del Canal Pasto Grande, como sistema de conducción en el esquema hidráulico del Proyecto Especial Pasto Grande en el Departamento de Moquegua. La rápida Jachacirca se ubica dentro del esquema hidráulico del PEPG entre el portal de salida del túnel Jachacuesta y el Embalse Humalso en la provincia de Mariscal Nieto, departamento de Moquegua a 4,500 m.s.n.m. Se han diseñado los siguientes componentes hidráulicos de la rápida Jachacirca: Un tramo de canal rectangular, la transición de entrada y sección de control, los tres tramos inclinados de sección trapezoidal de la rápida, la trayectoria, el tramo pronunciado de ingreso a la poza, la poza disipadora de sección rectangular y un canal sin revestir con una sección de control terminal. Utilizando el software desarrollado por el U.S. Bureau of Reclamation, se ha simulado el escurrimiento y calculado las características del perfil hidráulico: velocidad, tirante, elevación del nivel de energía y tirantes conjugados antes y después del resalto hidráulico. Además, se han realizado las siguientes verificaciones al diseño hidráulico de la rápida, como: Verificación de flotación por efecto de la subpresión, Verificación del resalto hidráulico, Verificación de la Fuerza de deslizamiento, Verificación al efecto de tubificación y Verificación a la posibilidad de producción de ondas en la rápida. El diseño hidráulico de la rápida Jachacirca permite concluir que a lo largo de los tres tramos inclinados de la sección trapezoidal de la rápida, se garantiza que no se presentará flujo inestable, a pesar de poseer una gran longitud, de contar con dos ángulos horizontales y tres tramos inclinados con pendientes suaves. La poza diseñada, controla el resalto hidráulico y no tiene problemas de flotación por efecto de la subpresión, debido a la presencia del nivel freático elevado. Asimismo, en el diseño hidráulico dentro de lo posible se debe evitar la presencia de curvas horizontales en el trazo de la conducción. Se recomienda que en otros estudios similares se desarrollen todas las verificaciones realizadas en la presente tesis.

Palabras Clave: Rápida, canal, diseño, hidráulica, flujo, subpresión

ABSTRACT

Jachacirca Rapid is part of the Pasto Grande Canal, as a supply system in the hydraulic scheme of the Pasto Grande Special Project in the Department of Moquegua.Jachacirca Rapid is located within the hydraulic scheme of the PGSP between the exit portal of the Jachacuesta tunnel and the Humalso Reservoir in the province of Mariscal Nieto, department of Moquegua at 4,500 m.a.s.l.The following hydraulic components of the Jachacirca Rapid have been designed: a rectangular canal section, the input transition and control section, the three inclined trapezoidal sections of the rapid, the path, the steep entrance to the pond, the sink of rectangular section and an uncoated canal with a terminal control section.Using the software developed by the U.S. Bureau of Reclamation, it has simulated the runoff and calculated the characteristics of the hydraulic profile: speed, strut, elevation of energy level and conjugated struts before and after the hydraulic jump.In addition, the following verifications have been made to the hydraulic design of the rapid, such as: Verification of flotation by effect of underpressure, Verification of hydraulic jump, Verification of the sliding force, Verification to the effect of piping and Verification to the possibility of production of waves in the rapid.The hydraulic design of the Jachacirca Rapid allows to conclude that along the three inclined sections of the trapezoidal section of the rapid, it is guaranteed that there will be no unstable flow, despite having a great length, to have two horizontal angles and three inclined sections with soft slopes.The pond designed, controls the hydraulic jump and has no flotation problems by the effect of the underpressure, due to the presence of the high-water table. Likewise, in the hydraulic design the presence of horizontal curves in the direction of the supply must be avoided as far as possible.It is recommended that in other similar studies all the verifications performed in the present thesis be developed.

Key words: Rapid, canal, design, hydraulics, flow, underpressure.

INDICE GENERAL

TÍTULO.....	i
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
INDICE GENERAL.....	viii
TABLAS.....	xi
FIGURAS	xi
ANEXOS.....	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 GENERALIDADES	1
1.2 ANTECEDENTES	2
1.2.1 I Etapa – Fase I	2
1.2.2 I Etapa – Fase II.....	3
1.2.3 II Etapa	3
1.3 OBJETIVOS	4
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1 DESCRIPCIÓN DE RÁPIDAS	5
2.2 CONSIDERACIONES DE DISEÑO HIDRÁULICO.....	6
2.2.1 Coeficiente de Rugosidad de Manning.....	6
2.2.2 Transiciones.....	6
2.2.3 Tramo Inclinado	8
2.2.4 Trayectoria.....	10
2.2.5 Poza Disipadora.....	11
2.2.6 Formación de Ondas.....	14
2.3 PROCEDIMIENTO DE DISEÑO	15
2.5 INFORMACIÓN BÁSICA	18
2.5.1 Diagnóstico Físico y Agrosocioeconómico.....	18

2.5.2 Recursos Humanos	19
2.5.3 Recurso Suelo.....	19
2.5.4 Recurso Agua	20
2.5.5 Climatología	20
2.5.6 Hidrología.....	21
III. MATERIALES Y MÉTODOS	25
3.1 MATERIALES	25
3.1.1 Descripción de la zona en estudio	25
3.1.2 Información Disponible.....	25
3.1.3 Equipos y Softwares.....	26
3.2 MÉTODOS	26
3.2.1 Ubicación.....	26
3.2.2 Topografía	27
3.2.3 Geología	27
3.2.3.1 Generalidades.....	27
3.2.3.2 Escenario Geológico	28
3.2.4 Geotecnia.....	28
3.2.4.1 Trabajos Realizados	28
3.2.4.2 Metodología de Trabajo y Criterios de Interpretación.....	28
3.2.4.3 Características Geotécnicas de los Materiales de Cimentación	29
3.2.4.4 Evaluación del Comportamiento del Material de Cimentación	30
3.2.5 Diseño Hidráulico.....	32
3.2.5.1 Disposición de Obra.....	32
3.2.5.2 Canal Rectangular	32
3.2.5.3 Transición y Sección de Control.....	34
3.2.5.4 Diseño Hidráulico de los Tramos Inclinados.....	37
3.2.5.5 Poza Disipadora	46
3.2.5.6 Canal sin Revestir y sección de Control Terminal.....	50
3.2.5.7 Verificación del Resalto hidráulico.....	52
3.2.5.8 Verificación de la Fuerza de Deslizamiento	55
3.2.5.9 Verificación al efecto de Tubificación.....	59
3.2.5.10 Verificación de producción de Ondas	62
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	73
4.1 TRAZO Y SECCIÓN DE LA RÁPIDA	73

4.1.1 Alternativa de Sección Trapezoidal.....	74
4.1.2 Alternativa de Sección Rectangular	74
4.2 CRITERIOS DE DISEÑO	75
4.2.1 Aspectos Geológicos - Geotécnicos	75
4.2.2 Aspectos Hidráulicos.....	76
4.3 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS PROYECTADAS	79
4.3.1 Canal Rectangular: Km 46+245.674 – Km 46+254.774	80
4.3.2 Rápida: Km 46+254.774 – Km 47+652.50	80
4.3.3 Canal de Descarga sin Revestir: Km 47+652.50 – Km 47+853.92	82
4.3.4 Zanja sin revestir: Km 47+852.92 – Km 48+000.....	83
4.4 PRESUPUESTO DE LA OBRA	83
4.4.1 Metrados	83
4.4.1.1 Obras Preliminares y Obras Provisionales.....	83
4.4.1.2 Movimiento de Tierras.....	83
4.4.1.3 Concreto y Otros	84
4.4.1.4 Tubería y Misceláneos	84
4.4.2 Análisis de Precios	84
4.4.2.1 Salario de Mano de obras.....	84
4.4.2.2 Precios de los Materiales de Construcción y equipo.....	84
4.4.2.3 Análisis de Precios Unitarios	84
4.4.3 Presupuesto.....	85
4.4.4 Especificaciones Técnicas	85
4.4.5 Cronograma de Avance de Obra	85
V. CONCLUSIONES	86
VI. RECOMENDACIONES	87
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	88
VIII. ANEXOS	
ANEXO 01: Especificaciones Técnicas	
ANEXO 02: Listado de programa de Cómputo	
ANEXO 03: Investigaciones Geotécnicas Ejecutadas	
ANEXO 04: Tablas y figuras	
ANEXO 05: Planos	

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 01: Disposición longitudinal de los tramos inclinados	38
Tabla N° 02: Coordenadas en el plano vertical del empalme entre el Tramo I y el Tramo II	41
Tabla N° 03: Coordenadas en el plano vertical del empalme entre la transición y el tramo pronunciado de ingreso a la poza	46
Tabla N° 04: Altura de los muros en los tres tramos inclinados	47
Tabla N° 05: Resumen de costos comparativos en sección trapezoidal	75
Tabla N° 06: Resumen comparativo en sección rectangular.....	76

INDICE DE FIGURAS

Figura N° 01: Sección rectangular al inicio del tramo	34
Figura N° 02: Sección rectangular al final del tramo	34
Figura N° 03: Perfil longitudinal del tramo de sección rectangular	35
Figura N° 04: Sección rectangular al inicio de la transición	36
Figura N° 05: Sección trapezoidal al final de la transición	36
Figura N° 06: Perfil longitudinal de la transición y sección de control	37
Figura N° 07: Empalme entre el tramo I y el tramo II	42
Figura N° 08: Empalme entre el tramo II y el tramo III.....	43
Figura N° 09: Transición y empalme con el tramo pronunciado de ingreso a la poza disipadora	44
Figura N° 10: Poza disipadora con nivel freático a nivel del fondo del canal sin revestir	50
Figura N° 11: Poza disipadora con nivel freático igual al tirante normal del canal sin revestir	51
Figura N° 12: : Canal sin revestir y sección de control terminal para verificación de sumergencia con $Q = 11\text{m}^3/\text{s}$	52
Figura N° 13: Sección de control terminal para verificación de sumergencia con $Q = 11\text{m}^3/\text{s}$	53
Figura N° 14: Poza disipadora para a verificación de sumergencia con $Q = 6 \text{ m}^3/\text{s}$	54

Figura N° 15: Canal sin revestir y sección de control terminal para verificación de sumergencia con $Q = 6\text{ m}^3/\text{s}$	54
Figura N° 16: Sección de control terminal para verificación de sumergencia con $Q = 6\text{ m}^3/\text{s}$	54
Figura N° 17: Poza disipadora para a verificación de sumergencia con $Q = 2\text{ m}^3/\text{s}$	55
Figura N° 18: Canal sin revestir y sección de control terminal para verificación de sumergencia con $Q = 2\text{ m}^3/\text{s}$	56
Figura N° 19: Sección de control terminal para verificación de sumergencia con $Q = 2\text{ m}^3/\text{s}$	56
Figura N° 20: Esquema de las fuerzas para la verificación de posible deslizamiento ...	57
Figura N° 21: Esquema para la verificación al efecto de la tubificación en el tramo I ..	61
Figura N° 22: Esquema para la verificación al efecto de la tubificación en el tramo II .	62
Figura N° 23: Esquema para la verificación al efecto de la tubificación en el tramo III.	63

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 01

Especificaciones Técnicas de Construcción

ANEXO 02

Listado del programa de cómputo desarrollado por el “US Bureau of Reclamation” para determinar perfiles hidráulicos en canales de sección rectangular, Trapezoidal, circular y de tipo modified horseshoe.

ANEXO 03

Investigaciones Geotécnicas Ejecutadas

- Registro de excavación manual (descripción visual)
- Ensayo de Penetración Estándar S. P. T.
- Determinación del contenido de humedad
- Registro de pruebas de permeabilidad Lefranc
- Análisis Granulométrico – Mecánico
- Curva Granulométrica
- Determinación de Límites de Atterberg

- Peso Específico (Método del Picnómetro o Matraz)
- Peso Específico Saturado
- Ensayo de Densidad in situ
- Ensayo de Densidad Relativa

ANEXO 04

Relación de Tablas y Figuras

Tablas Nº

- 1 - III Labores exploratorias ejecutadas
- 2 - III Ensayos ejecutados
- 3 - III Simulación del Escurrimiento. Para $Q=2 \text{ m}^3/\text{s}$, $n = 0.010$
- 4 - III Simulación del Escurrimiento. Para $Q=6 \text{ m}^3/\text{s}$, $n = 0.010$
- 5 - III Simulación del Escurrimiento. Para $Q=11 \text{ m}^3/\text{s}$, $n = 0.010$
- 6 - III Simulación del Escurrimiento. Para $Q=11 \text{ m}^3/\text{s}$, $n = 0.018$
- 7 - III Relaciones de flujo según criterios de Lane
- 1 - IV Estudio de Alternativas - Rápida Jachacirca
- 2 - IV Características Hidráulicas y de Construcción
- 3 - IV Presupuesto
- 4 - IV Costo de la hora – hombre en construcción civil
- 5 - IV Precios y cantidades de insumos requeridos
- 6 - IV Análisis de precios unitarios
- 7 - IV Metrado de acero de refuerzo
- 8 - IV Características de las barras de construcción
- 9 - IV Fórmula Polinómica
- 10 - IV Cronograma de Desembolsos

Figuras Nº

- 1 Características de los estanques amortiguadores para números de Froude mayores de 4.5, cuando las velocidades de llegada no exceden de 15 m/s.
- 2 Criterios para flujo no estable (con ondas)
- 3 Forma y criterios de pendiente para un flujo no estable (con ondas).
- 4 Rasante, superficie de agua y perfiles de energía para $Q = 11 \text{ m}^3/\text{s}$
- 5 Rasante, superficie de agua y perfiles de energía para $Q = 6 \text{ m}^3/\text{s}$
- 6 Rasante, superficie de agua y perfiles de energía para $Q = 2 \text{ m}^3/\text{s}$
- 7 Estudio de Alternativas – Rápida Jachacirca
- 8 Cronograma de ejecución.

ANEXO 05

Planos

1. Plano N° PU-01 - Rápida Jachacirca - Plano de Ubicación y Canteras.
2. Plano N° PG-01 - Planta y Perfil – Geológico y Geotécnico de La Rápida Jachacirca.
3. Plano N° PST-01 - Secciones Típicas.
4. Plano N° RJ-01 - Plano de Formas - Rápida Jachacirca - Planta General y Perfil Longitudinal.
5. Plano N° RJ-02 - Plano de Formas - Planta y Perfil Longitudinal.
6. Plano N° PJ-03 - Plano de Formas - Rápida Jachacirca - Planta y Perfil Longitudinal - Secciones Y Detalles.
7. Plano N° PJ-04 - Plano de Formas - Rápida Jachacirca – Secciones.
8. Plano N° PJ-05 Plano de Armadura - Rápida Jachacirca - Secciones A, B, C, D, E F, G, H, I.
9. Plano N° PJ-06 Plano de Armadura - Rápida Jachacirca - Secciones Longitudinal J, K y L.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 GENERALIDADES

La agricultura, considerada como una actividad primaria, siempre ha sido un buen índice del grado de desarrollo de un pueblo, porque es el sustento y la base de toda economía, no se conocen culturas que con una agricultura incipiente hayan alcanzado un alto grado de progreso. Es pues menester de los gobernantes que esta actividad este bien llevada, sin descuidar otras también importantes como la educación, salud, transporte, etc.

Nuestro país con una extensión territorial grande con respecto a su población no alcanza su auto abastecimiento debido a que la relación: área agrícola hombre es baja; de allí el afán de extender nuestra frontera agrícola realizando Irrigaciones.

La aridez típica de la zona sur del país, se expresa drásticamente en el ámbito del Proyecto Especial Regional Pasto Grande, la disponibilidad del agua superficial no cubre la demanda actual de los valles, de Moquegua e Ilo de allí la importancia de la construcción de la Rápida Jachacirca como parte integrante del sistema de conducción del Canal Pasto Grande que integrado al esquema hidráulico del Proyecto van a satisfacer las demandas de agua para uso agroenergético y agua potable de las ciudades de Moquegua e Ilo.

La Rápida Jachacirca es parte Canal Pasto Grande como sistema de conducción, inmediatamente aguas abajo del portal de salida del túnel Jachacuesta que conforman las obras consideradas en las tres etapas, fase I del Proyecto Pasto Grande, cuyo objetivo principal es trasvasar las aguas de las sub cuencas de los ríos Vizcachas, Chilota y los excedentes del río Huamajalso, todos ellos afluentes del río Tambo, hacia la cuenca del río Moquegua, para fines multi propósitos anteriormente mencionados.

1.2 ANTECEDENTES

El Proyecto Especial Regional Pasto Grande, es uno de los proyectos de irrigación que el Gobierno regional de Moquegua, viene impulsando, el cual consiste en la integración de los afluentes del río Tambo con la cuenca del río Moquegua, mediante la utilización racional y planificada de los recursos hídricos y agrológicos para el desarrollo Agrícola, energético y del agua potable en las ciudades de Moquegua e Ilo. El Proyecto Especial Regional Pasto Grande en 1986 estableció las siguientes metas:

- Mejoramiento de 2,620 ha de terreno agrícolas ubicadas en los valles de Moquegua e Ilo.
- Incorporación a la frontera agrícola de 4,400 ha, de tierras nuevas ubicadas en las Lomas de Ilo.
- Generación de energía mediante la construcción de dos Centrales Hidroeléctricas de 48.1 MW de potencia instalada.
- Suministro de agua potable para uso doméstico e industrial en las ciudades de Moquegua y Samegua y en la Provincia de Ilo, para satisfacer la demanda proyectada hasta el año 2025. Para llegar a estos objetivos, se planteó el desarrollo del proyecto dividido en dos etapas, estando la primera etapa dividida a su vez en dos fases.

El esquema hidráulico y las metas de cada etapa y fase se presentan a continuación:

1.2.1 I Etapa - Fase I:

- Embalse Pasto Grande, como obra de regulación del río Vizcachas.
- Canal Pasto Grande de 39.1 Km. de longitud y 4.5 m³/s de capacidad.
- Túnel Jachacuesta de 7.8 Km. de longitud y 5 m³/s de capacidad.
- Canal Jachacirca de 7.6 Km. de longitud y 5 m³/s de capacidad.
- Ampliación del Canal Huamajalzo hasta una capacidad de 5 m³/s con la construcción de estas obras, se consigue el mejoramiento de 2,620 ha de los valles de Moquegua e Ilo.

1.2.2 I Etapa - Fase II:

- Bocatoma Osmore como estructura de derivación en el río Moquegua con capacidad de captación de 3.6 m³/s.
- Canal Osmore de 68.3 Km. de longitud y 3.6 m³/s de capacidad para la conducción desde la captación hasta la cabecera de las Lomas de Ilo.
- Canales de distribución Ilo Norte e Ilo Sur de 14 y 13.5 Km. de longitud y 1.9 y 1.7 m³/s de capacidad, respectivamente.
- Canal Agua potable Ilo de 9 Km. De longitud y 0.5 m³/s de capacidad con la construcción de estas obras se incorporan 2,070 ha de tierras nuevas en las Lomas de Ilo y se asegura el suministro de agua potable a la provincia de Ilo.

1.2.3 II Etapa:

- Derivación Chilota como obra de afianzamiento, que incluye la construcción de una captación, dos plantas de bombeo y un canal de conducción de 5.25 Km. de longitud y 0.70 m³/s de capacidad.
- Canal de 68.3 Km. de longitud y 3.6 m³/s de capacidad para la conducción desde la captación hasta la cabecera de la Lomas de Ilo.

SISA.(1992).A fin de dar sustentación técnica económica que permita la implementación de las obras de la I Etapa - Fase 2 y II Etapa del referido Proyecto definen los alcances de las obras anteriormente mencionadas en los términos siguientes:

- Mejoramiento de riego de 2,593 ha en los valles de Moquegua e Ilo.
- Incorporación de 6,687 ha de tierras nuevas en las Pampas de Estuquiña, de Hospicio y Lomas de Ilo.
- Suministros de agua potable para uso urbano e industrial de las ciudades de Moquegua y Samegua y de la provincia de Ilo, para atender los requerimientos proyectados hasta el año 2,025.
- Generación de 345 GW-h de energía hidroeléctrica mediante la construcción de tres centrales hidroeléctricas.

Para lograr estas metas se requerirá de la construcción de las siguientes obras:

- a. Canal de Pasto Grande.
- b. Derivación de Chilota

- c. Túnel Jachacuesta
- d. Rápida Jachacirca
- e. Embalse Huamajalso
- f. Ampliación Canal Huamajalso
- g. Bocatoma Torata
- h. Canal Moquegua – Ilo
- i. Canal Ilo – Norte
- j. Central Hidroeléctrica N° 1
- k. Central Hidroeléctrica N° 3
- l. Central Hidroeléctrica N° 6. Ampliación.

1.3 OBJETIVOS

Realizar el Diseño Hidráulico Definitivo para la construcción de la Rápida Jachacirca.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 DESCRIPCION DE RÁPIDAS

B.R.(1978). Las rápidas (Chutes) son usadas para conducir agua desde una elevación mayor a una más baja. La estructura puede consistir de una entrada, un tramo inclinado, un disipador de energía y una transición de salida. El tramo inclinado puede ser un tubo o una sección abierta. Las rápidas son similares a las caídas, excepto que ellas transportan el agua sobre distancias más

La parte de la entrada de la estructura transiciona el flujo desde el canal aguas arriba de la estructura hacia el tramo inclinado. Debe proveer un control para impedir la aceleración del agua y la erosión en el canal. El control es logrado por la combinación de una retención, un vertedero o un control noch en la entrada. La entrada usada debería ser simétrica con respecto al eje de la rápida, permitir el paso de la capacidad total del canal aguas arriba hacia la rápida con el tirante normal de aguas arriba y donde sea requerido, permitir la evacuación de las aguas del canal cuando la operación de la rápida sea suspendida. Debería tener uñas para proveer una suficiente longitud de camino de percolación, calculado según el método de Lane.

Las pérdidas de carga a través de la entrada podrían ser despreciadas en el caso que sean lo suficientemente pequeñas que no afecten el resultado final. De otra manera, las pérdidas a través de la entrada deberían ser calculadas y usadas en la determinación del nivel de energía en el inicio del tramo inclinado. Si la pendiente del fondo de la entrada es suave puede asumirse que el flujo crítico ocurre donde la pendiente suave de la entrada cambia a la pendiente más fuerte del tramo inclinado. En el caso que la pendiente de la entrada sea suficientemente pronunciada para soportar una velocidad mayor que la velocidad crítica, debería calcularse dicha velocidad y tirante correspondiente, para determinar la gradiente de energía al inicio del tramo inclinado.

El tramo inclinado con tubo o canal abierto, generalmente sigue la superficie original del terreno y se conecta con el disipador de energía en el extremo más bajo. Muchos libros sobre mecánica de fluidos discuten el comportamiento del agua en pendientes pronunciadas y en saltos hidráulicos y derivan las ecuaciones usadas para determinar las características del flujo bajo esas condiciones. Algunas de las soluciones son obtenidas por tanteo. El uso de una computadora y programas, hace estas soluciones menos tediosas.

Pozas disipadoras o salidas con obstáculos (baffled outlets) son usadas como disipadores de energía en este tipo de estructuras.

Una transición de salida es necesaria para transicionar el flujo entre el disipador de energía y el canal aguas abajo. Si es necesario proveer el tirante de aguas abajo (tailwater) al disipador de energía, la superficie de agua en la salida debe ser controlada. Si se construye una transición de salida de concreto y cuando no hay control del flujo después en el canal, la transición puede ser usada para proveer el remanso elevando el piso de la transición en el sitio de la uña.

El tirante de aguas abajo también puede ser provisto por la construcción de un control dentro de la transición de salida. La pérdida de carga en la transición de salida es despreciable.

2.2 CONSIDERACIONES DE DISEÑO HIDRÁULICO

2.2.1 Coeficiente de Rugosidad de Manning

En el cálculo de las características de flujo en una estructura de este tipo son usados valores conservadores del coeficiente de rugosidad de Manning “n”. Cuando se calcula la altura de muros en una rápida de concreto, se asume valores de $n = 0.014$ y en el cálculo de niveles de energía valores de $n = 0.010$.

2.2.2 Transiciones

Las transiciones en una rápida abierta, deben ser diseñadas para prevenir la formación de ondas. Un cambio brusco de sección, sea convergente o divergente, puede producir ondas que podrían causar perturbaciones, puesto que ellas viajan a través del tramo inclinado y el disipador de energía. Para evitar la formación de ondas, la cotangente del ángulo de

deflexión de la superficie de agua en el plano de planta desarrollado de cada lado de una transición no debería ser menor que 3.375 veces el número de FROUDE (F). Esta restricción sobre ángulos de deflexión se aplicaría para cada cambio de sección hecha en la entrada, en el tramo inclinado o en la poza disipadora. Si esta restricción no controla el ángulo de deflexión, el máximo ángulo de deflexión de la superficie de agua en la transición de entrada puede ser aproximadamente 30° . El ángulo de la superficie de agua con el eje en la transición de salida puede ser aproximadamente 25° como máximo. El máximo ángulo de deflexión es calculado como sigue:

$$\text{Cotang } \alpha = 3.375 F \quad (1)$$

Dónde:

$$F = \frac{V}{\sqrt{(1-K)gd\cos\theta}} \quad (2)$$

d = tirante de agua normal al piso de la rápida; usando d = área de la sección /ancho superior de la sección.

g = aceleración de la gravedad (9.81 m/s^2 , o sea 32.2 ps/s^2);

K = un factor de aceleración, determinado abajo:

- Con el piso de la transición en un plano, K = 0
- Con el piso de la transición en una curva circular:

$$K = \frac{V^2}{gRC\cos\theta} \quad (3)$$

- Con el piso de la transición en una curva parabólica:

$$K = \frac{(Tg\theta_L - Tg\theta_o)2h_v\cos^2\theta_o}{L_T} \quad (4)$$

El Bureau of Reclamation limita el valor de K hasta un máximo de 0.5, para asegurar una presión positiva sobre el piso.

Puede ser usado el promedio de los valores de F en el inicio y final de la transición.

En (3) y (4):

h_v = Carga de velocidad en el origen de la trayectoria (m);

L_T = Longitud de la trayectoria (m);

R = Radio de curvatura del piso (m);

V = Velocidad en el punto que está siendo considerado (m/s);

θ = Angulo de la gradiente del piso en el punto que está siendo considerado;

θ_0 = Angulo de la gradiente del piso en el inicio de la trayectoria;

θ_L = Angulo de la gradiente del piso en el final de la trayectoria L

El ángulo acampanado y los anchos para varios puntos a lo largo de la transición pueden ser calculados y trazados. Una cuerda que se aproxima a la curva teórica puede ser dibujada para determinar el acampamiento a ser usado. Limitando el ángulo de acampanamiento en una transición de entrada, se minimiza la posibilidad de separación y el inicio de flujo pulsante en aquella parte de la estructura.

Las transiciones de entrada asimétricas y cambios de alineamiento inmediatamente aguas arriba de la estructura, deben evitarse por que pueden producir ondas cruzadas o flujo transversal que continuará en el tramo inclinado.

2.2.3 Tramo Inclinado

En el tramo inclinado, la sección usual para una rápida abierta es rectangular, pero las características de flujo de otras formas de sección, deben ser consideradas donde la supresión de ondas es una importante parte del diseño. La economía y facilidad de construcción son siempre consideradas en la elección de una sección. Cuando es necesario incrementar la resistencia del tramo inclinado al deslizamiento, se usan “uñas” para mantener la estructura dentro de la cimentación.

Para rápidas menores de 9 m (30 ps) de longitud, la fricción en la rápida puede ser despreciable. La ecuación de BERNOULLI es usada para calcular las variables de flujo al final del tramo inclinado.

La ecuación:

$$d_1 + hv_1 + Z = d_2 + hv_2 \quad (5)$$

Es resuelta por tanteo. La distancia Z es el cambio en la elevación del piso. Para tramos inclinados de longitud mayor de 9 m (30 ps), se incluyen las pérdidas por fricción y la ecuación será:

$$d_1 + hv_1 + Z = d_2 + hv_2 + h_f \quad (6)$$

En las ecuaciones (5) y (6):

d_1 = Tirante en el extremo aguas arriba del tramo (m)

hv_1 = Carga de velocidad en el extremo aguas arriba del tramo (m)

d_2 = Tirante en el extremo aguas abajo del tramo (m)

hv_2 = Carga de velocidad en el extremo aguas abajo del tramo (m)

La cantidad h_f , es la pérdida por fricción en el tramo y es igual a la pendiente de fricción promedio S_a . En el tramo, multiplicado por la longitud del tramo L. El coeficiente n de MANNING es asumido en 0.010. La pendiente de fricción S_f , en un punto del tramo inclinado es calculado como:

$$S = \frac{n^2 V^2}{R^{4/3}}$$

Dónde:

R = Radio hidráulico del tramo inclinado (m).

Usando la ecuación (5) o la (6), se asume d_2 y se calculan y comparan los niveles de energía. Deben hacerse tanteos adicionales hasta balancear los dos niveles de energía.

Otra forma de la ecuación en que la fricción es considerada es:

$$L = \frac{(d_{1+} + h_{V1}) - (d_2 + h_{V2})}{S_a - S} \quad (7)$$

Dónde:

S_a = Pendiente de fricción promedio

S = Pendiente de fondo del tramo inclinado

Usando la ecuación (7), se usa un procedimiento, en el cual se asumen pequeños cambios de energía y se calcula el correspondiente cambio en longitud. Este procedimiento es repetido hasta que el total de los incrementos de longitud sea igual a la longitud del tramo que está siendo considerado. Mientras menor sea el incremento de longitud, mayor será la precisión.

La altura de los muros en el tramo inclinado de sección abierta sería igual al máximo tirante calculado en la sección, más un borde libre, o a 0.4 veces el tirante crítico en el tramo inclinado, más el borde libre cualquiera que sea mayor. El borde libre mínimo recomendado para tramos inclinados de rápidas en canales abiertos (con una capacidad < 2.8 m³/s, o sea < 100 ps³/s es 0.30 m (12 pulgadas). El tirante y el borde libre son medidos perpendicularmente al piso del tramo inclinado.

En velocidades mayores que 9 m/s (30 ps/s), el agua puede incrementar su volumen, debido al aire incorporado que está siendo conducido. El borde libre recomendado para los muros resultará de suficiente altura para contener este volumen adicional.

2.2.4 Trayectoria

Cuando el disipador de energía es una poza, un corto tramo pronunciado debe conectar la trayectoria con la poza disipadora. La pendiente de este tramo sería entre 1.5:1 y 3:1, con una pendiente de 2:1 preferentemente. Pendientes más suaves pueden ser usadas en casos especiales, pero no se deben usar pendientes más suaves que 6:1. Se requiere de una curva vertical entre el tramo inclinado y el tramo con pendiente pronunciada. Una curva parabólica resultaría en un valor de K constante en la longitud de la curva y es

generalmente usado. Una trayectoria parabólica puede ser determinada de la siguiente ecuación:

$$Y = XTg\theta_o + \frac{(Tg\theta_L - Tg\theta_o)X^2}{2L_T} \quad (8)$$

Dónde:

X = Distancia horizontal desde el origen hacia un punto de la trayectoria (m)

Y = Distancia vertical desde el origen hacia el punto X en la trayectoria (m)

L_T = Longitud horizontal desde el origen hacia el fin de la trayectoria (m)

θ_L = Angulo de inclinación del tramo inclinado al comienzo de la trayectoria

θ_o = Angulo de inclinación del tramo inclinado al final de la trayectoria.

Puede seleccionarse una longitud de trayectoria (L_T) que resulte en un valor $K = 0.5$ o menos, cuando es sustituida dentro de la ecuación (4). La longitud L_T es usada entonces en el cálculo de Y, usando la ecuación (8).

La trayectoria debería terminar en la intersección de los muros del tramo inclinado por los muros de la poza disipadora o aguas arriba de este punto. Una curva de gran longitud de radio, ligeramente más suave que la trayectoria calculada, podría usarse. Si es posible la trayectoria debe coincidir con cualquiera que sea la transición requerida.

Las variables de flujo en la trayectoria y en el tramo corto de pendiente pronunciada son calculados de la misma manera como fueron calculados en el tramo inclinado. Se asume una elevación para el piso de la poza disipadora y se calcula el gradiente de energía en la unión del tramo inclinado y el piso de la poza.

Las variables de flujo de este punto son usados como las variables aguas arriba del salto hidráulico en el diseño de la poza disipadora.

2.2.5 Poza disipadora

En una poza disipadora el agua fluye desde el tramo corto de pendiente pronunciada a una velocidad mayor que la velocidad crítica. El cambio abrupto en la pendiente, donde la

pendiente suave del piso de la poza disipadora se une con el tramo corto de pendiente pronunciada, fuerza al agua hacia un salto hidráulico y la energía es disipada en la turbulencia resultante. La poza disipadora es dimensionada para contener el salto. Para que una poza disipadora opere adecuadamente el número de Froude debería estar entre 4.5 y 15, donde el agua ingresa a la poza disipadora. Estudios especiales o pruebas de modelos se requieren para estructuras con número de Froude fuera de este rango. Si el número de Froude es menor que 4.5 no ocurriría un salto hidráulico estable. Si el número de Froude es mayor que 10, una poza disipadora no sería la mejor alternativa para disipar energía. Las poza disipadoras requieren de un tirante de aguas abajo para asegurar que el salto ocurra donde la turbulencia puede ser contenida.

Las pozas disipadoras usualmente tienen una sección transversal rectangular, muros paralelos y un piso a nivel. Las siguientes ecuaciones se aplican a este tipo de poza, para determinar el ancho de la poza y el tirante después del salto. A veces son usadas pozas con muros divergentes, que requieren atención especial. Para caudales hasta 2.8 m³/s (100ps³/s), la ecuación:

$$B = \frac{18.78\sqrt{Q}}{Q + 10.11}$$

Dónde:

B = Ancho de la poza (m);

Q = Caudal (m³/s)

Puede usarse a fin de determinar el ancho de una poza para cálculos iniciales.

El tirante de agua después del salto hidráulico puede ser calculado de la fórmula:

$$d_2 = -\frac{d_1}{2} + \sqrt{\frac{2V_1^2 d_1}{g} + \frac{d_1^2}{4}}$$

Dónde:

d_1 = Tirante antes del salto (m)

V_1 = Velocidad antes del salto (m/s)

d_2 = Tirante después del salto (m)

g = Aceleración de la gravedad (9.81 m/s^2)

La cota del nivel de energía, después del salto hidráulico debería balancearse con la cota del nivel de energía en el canal, aguas abajo de la estructura. Si las cotas no están balanceadas debería asumirse una nueva elevación para el piso de la poza o un nuevo ancho de poza y volverse a calcular los niveles de energía. Los tanteos se repiten hasta que el balance sea obtenido.

Las cotas seleccionadas deben ser revisadas para asegurar que la poza disipadora operará efectivamente, también con caudales menores al caudal de diseño. Los diseños son normalmente verificados por un tercio de caudal de diseño.

Si la revisión indica que sea necesario, el piso de la poza debería ser bajado o también se podría asumir un ancho diferente de la poza, para luego repetir el procedimiento de diseño. La longitud mínima de poza (L_p) para estructuras usadas en canales es normalmente 4 veces d_2 . El borde libre es medido sobre el nivel máximo de energía después del salto hidráulico.

Cuando la poza disipadora descarga intermitentemente o descarga hacia un cauce natural u otro no controlado, debería construirse un control dentro de la salida de la poza, para proveer el tirante de aguas abajo necesario. El tirante crítico en la sección de control debe ser usada para determinar el nivel de energía después. Cuando la poza descarga hacia un canal controlado, el tirante en el canal debe ser calculado con el valor n del canal, reducido en un 20 por ciento y este tirante usado para determinar el nivel de energía después. Si se usa una poza con paredes divergentes, el ángulo de flexión de los muros laterales no debería exceder el ángulo permitido en los muros de la sección inclinada. Lloraderos con filtro de grava pueden ser usados para aliviar la presión hidrostática sobre el piso y los muros de la poza disipadora y transición de la salida.

Bloques en el plano inclinado y el piso son provistos, para romper el flujo en chorro y para estabilizar el salto hidráulico.

Si una transición de salida de concreto no es provista, entonces se requerirá de un sólido umbral terminal. La cara aguas arriba del umbral debería tener una pendiente 2:1 y la cara después debería ser vertical. La cota de la cima del umbral debería ser colocada para proveer el tirante de aguas abajo para el salto hidráulico.

2.2.6 Formación de Ondas

Las ondas en una rápida son objetables, porque ellas pueden sobrepasar los muros de la rápida y causar ondas en el disipador de energía. Una poza disipadora no sería un disipador de energía efectivo con este tipo de flujo porque no puede formarse un salto hidráulico estable.

Estas ondas generalmente se forman en rápidas, que son más largas que aproximadamente 60 m, y tienen una pendiente de fondo más suave que 20° . La máxima altura de onda que puede esperarse es 2 veces el tirante normal para la pendiente, y la capacidad máxima del flujo momentáneo inestable y pulsátil es 2 veces la capacidad normal. Flujo transversal u ondas cruzadas pueden también desarrollarse en una rápida. Estas ondas causadas por:

- Transiciones abruptas de una sección del canal a otra.
- Estructuras asimétricas.
- Curvas o ángulos en el alineamiento de la rápida.

La probabilidad de que estas ondas sean generadas en la estructura puede ser reducida siguiendo las recomendaciones concernientes a ángulos de deflexión y simetría hechas en las secciones pertenecientes a las transiciones, y evitando los cambios de dirección en la estructura.

Algunas secciones de la rápida son más probables a sufrir ondas que otras secciones. Secciones poco profundas y anchas (tipo plato) parecen ser particularmente susceptibles a flujo transversal, mientras que secciones profundas y angostas resisten tanto el flujo transversal como el flujo inestable y pulsátil. Las secciones de rápida que teóricamente

pueden prevenir la formación de ondas han sido desarrolladas. La forma triangular previene tanto las ondas cruzadas como el flujo no estable.

2.3 PROCEDIMIENTO DE DISEÑO

El procedimiento detallado a continuación ha sido tomado de B.R.(1978)

- a. Seleccionar y diseñar el tipo de entrada a ser usada.
- b. Determinar la gradiente de energía en el inicio de la sección de la rápidas.
- c. Calcular las variables de flujo en la sección de la rápidas.
- d. Diseñar la trayectoria y la parte pronunciada de la sección de la rápidas.
- e. Asumir una elevación para el piso de la poza disipadora y calcular las características de flujo aguas arriba del salto hidráulico determinar d_2 y el gradiente de energía después del salto.
- f. Determinar el gradiente de energía en el canal después de la estructura y comparar con el gradiente de energía después del salto hidráulico.
- g. Puede ser necesario asumir una nueva elevación del fondo de la poza y recalcular los valores arriba mencionados varias veces, antes de que se obtenga una coincidencia de niveles de energía.
- h. Revisar por operación adecuada con capacidades parciales.
- i. Determinar la longitud de la poza y la altura de los muros de la poza.
- J. Diseñar los bloques de la rápidas y del piso, y el umbral terminal o transición de salida como se requiera.
- K. Verificar la posibilidad de la producción de ondas en la estructura.
- L. Proporcionar protección en el canal después, si es requerido.

2.4 PROGRAMA DE COMPUTADORA

Un programa de cómputo ha sido desarrollado por el “US Bureau of Reclamation” para determinar perfiles hidráulicos en canales de sección rectangular, trapezoidal, circular y de tipo “modified horseshoe”, el programa calcula curvas de remanso en canales de sección rectangular o trapezoidal y el tirante conjugado en las pozas disipadoras de sección trapezoidal y rectangular. Un canal de sección de tipo “modified horseshoe” se ha definido como una forma con el lado superior semi-circular, lados verticales (cualquier altura) y fondo que puede ser plano o tener la forma de una letra V invertida no puede exceder la altura de los lados. El programa calcula la velocidad, el tirante de agua y la elevación del nivel de energía en cada sección.

En cuanto se calcula el perfil hidráulico del agua, se asume que el tirante del agua esta perpendicular a la pendiente del fondo y que la distancia entre las secciones es igual a la distancia medida sobre la misma pendiente del fondo. Cuando se calcula una curva de remanso, se asume que el tirante del agua es medido en sentido vertical y que la distancia entre las secciones es igual a la distancia medida en sentido horizontal. El programa permite cambios de forma en cada sección pero no incluye una perdida ocasionada por dicho cambio. Se usa el método de tanteo. Como consecuencia los datos de entrada tienen que ser razonables. Si el tirante es extremadamente pequeño junto con una alta velocidad, los números de tanteo resultaran excesivos. Una situación similar podría ocurrir si la distancia entre las secciones es demasiado grande. Si está previsto que el grado de cambio en el tirante o la velocidad será grande, las secciones tienen que ser tomadas más cerca de lo normal.

El programa es limitado a tirante menores que el tirante crítico, cuando se está calculando un perfil hidráulico, y a tirantes mayores que al tirante crítico para cálculos de curvas de remanso.

Se asume que si el tirante excede 0.9 veces la altura de una sección circular o de tipo “modified horseshoe”, el flujo resultará inestable. Cuando esa condición ocurre, aparece el mensaje en la pantalla diciendo, que el tirante es más que 0.9 veces la altura de la estructura. La ejecución del programa continuará, a menos que el tirante de agua sea menor que el tirante crítico.

Cuando se calcula el perfil hidráulico del agua se verifica si es factible una solución. Si la carga disponible es insuficiente como para superar las pérdidas incurridas, un mensaje apropiado aparecerá en la pantalla y la ejecución será terminada.

La información básica de entrada requerida es:

- a. La forma del canal en la sección inicial. Habrá que ingresar una de las siguientes letras:
 - R para sección rectangular
 - T para una sección trapezoidal
 - C para una sección circular

- M para una sección de tipo “Modified horseshoe”
 - b. La descarga asumida Q (m^3/s)
 - c. El valor “N” de Manning
 - d. La estación inicial D1 (m). Cuando se trata del cálculo de curva de remanso, el tirante inicial tiene que superar el tirante crítico. Si se calcula un perfil hidráulico el tirante inicial tiene que ser menor que el tirante crítico.
 - e. La estación inicial Z1 (m). Cuando se trata del cálculo de una curva de remanso, debe iniciarse con la estación aguas abajo.
 - f. La elevación inicial del fondo E1 (m.s.n.m.)
 - g. La pendiente inicial del fondo T1(m/m)
 - h. Datos adicionales, requeridos para describir la sección inicial:
 - Para secciones rectangulares, el ancho inicial W1 (m)
 - Para secciones trapezoidales, el ancho inicial W1 (m) y el talud inicial Z (horizontal/vertical)
 - Para secciones circulares, el diámetro inicial D8 (m)
 - Para secciones de tipo “modified horseshoe”, debe ingresar el ancho inicial W1 (m), la altura inicial D7 (m) y la altura inicial de la forma V invertida (si el piso es plano entra cero).
 - i. Dimensiones de cada nueva sección tienen que ser ingresadas. Los datos tienen que estar en la misma secuencia que la dirección del flujo, salvo en el caso de calcular una curva de remanso. El primer ítem en las siguientes listas (R,T,C, o M) representa la forma de la sección.
 - Para secciones rectangulares entra: R, estación Z₂ (m), elevación del fondo E₂ (m.s.n.m.), ancho W₂ (m), pendiente del fondo T₂ (m/m).
 - Para secciones trapezoidales entra: T estación Z₂ (m), elevación del fondo E₂ (m.s.n.m.), ancho W₂ (m), talud Z (horizontal / vertical), pendiente de fondo T₂ (m/m).
 - Para secciones circulares entra C, estación Z₂ (m), elevación del fondo E₂ (m.s.n.m.), diámetro D8 (m), y pendiente del fondo T₂ (m/m).

- Para secciones de tipo “modified horseshoe” entra: M, estación Z₂ (m), elevación del fondo E₂ (m.s.n.m.), ancho W₂ (m) altura de “Springline”, altura de V invertida (m), y la pendiente de fondo T₂ (m/m).
- j. El último dato de entrada tiene que ser la palabra FIN.

La información de salida consiste de los siguientes datos:

- La información básica de entrada para la sección inicial, o sea:
 - La descarga Q (m³/s)
 - El coeficiente de rugosidad según Manning N
 - El tirante inicial (m)
 - El ancho inicial W₁ (m)
- La estación Z₂ (m)
- La elevación del fondo E₂ (m.s.n.m.)
- La velocidad (m/s)
- La cota del nivel de energía (m.s.n.m.)
- El tirante (m)
- El tirante conjugado (m) y la velocidad correspondiente (m/s)⁽¹⁾
- El listado del programa se muestra en el Anexo II.

2.5 INFORMACIÓN BÁSICA

2.5.1 Diagnóstico Físico y Agrosocioeconómico

El proyecto Pasto Grande se ubica íntegramente en la sub región Moquegua, Región José Carlos Mariátegui, tanto en sus recursos como en su infraestructura y áreas agrícolas. El contexto Subregional, el ámbito del proyecto incluye las actualmente utilizadas en los valles de Moquegua e Ilo, así como las tierras eriazas de las Pampas de Lomas de Ilo, San Antonio, Hospicio y Jahuay, en términos de ubicación política, abarca los distritos de Moquegua , Samegua y Carumas en la Provincia de Mariscal Nieto y todos los distritos de la provincia de Ilo.

El área actual de índole agrícola de aproximadamente 2,600 ha, pero el área potencial es de 16,000 ha de los cuales el 75 por ciento corresponde a las Lomas de Ilo.

Según los estudios agrológicos, en las áreas actualmente en producción predominan las tierras de clase 2 y 3 que, en conjunto representan el 70 por ciento en cambio, en las nuevas predominan la clase 3, con el 62 por ciento del total con aptitud para el riego.

La aridez típica de la zona sur del país, se expresa drásticamente en el ámbito del Proyecto Pasto Grande: la disponibilidad del agua superficial no cubre la demanda actual de los valles de Moquegua e Ilo, el uso del agua subterránea es mínimo en Moquegua, en tanto que en Ilo representa el 50 por ciento de la demanda total. En el valle la escasez de agua es más marcada por lo que a veces se recurre a la compra de agua potable.

2.5.2 Recursos Humanos

En términos de recursos humanos, según información estimada por el INEI a junio del 2016 la población en el ámbito del Proyecto se estima en 182,333 habitantes con una densidad de 11.6 habitantes por K m² del total, el 94 por ciento se ubica en área urbana.

La Población Económicamente Activa (PEA) se estima en 56 por ciento de la población total, de los cuales el 96.2 por ciento representó la población económicamente activa ocupada y el 3.8 por ciento a la población económicamente activa. (Caracterización del Departamento de Moquegua, BCRP)

2.5.3 Recurso Suelo

En las lomas de Ilo, los suelos son ligeros a moderadamente finos, con influencia eólica . En las pampas de Hospicio, los suelos son ligeros sin estructura, mezclados ocasionalmente con sales y yeso en forma de costras salinas. En las pampas de San Antonio, los suelos son ligeros a medianamente ligeros, con abundante modificación textural a partir de los 30 cm.

En las pampas de Jahuay, el material es ligero a medianamente ligero gravoso, y superficialmente existe una capa de material pumicio, que protege al suelo de la evaporación y mantiene la humedad por períodos largos.

2.5.4 Recurso Agua

La principal fuente de agua disponible es la escorrentía superficial de los afluentes del río Moquegua, que se alimenta con las precipitaciones y deshielo en la parte alta de la cuenca y que constituye la fuente más importante de abastecimiento hídrico de los valles Torata - Moquegua e Ilo.

En segundo lugar, y como complemento de este recurso, están las aguas subterráneas que se explotan en la parte alta de la cuenca del río Torata, en Titijones y en los acuíferos de los Huaracane y Torata, a 2 Km al oeste de la ciudad de Moquegua y tiene como afluente adicional en su margen izquierda, el río Tumilaca. Es conocido sucesivamente con los nombres de río Moquegua, Osmore y en su desembocadura, como río Ilo.

2.5.5 Climatología

a. Precipitación

La precipitación en las cuencas que abarca el proyecto, varía desde escasos milímetros en la costa, hasta 546 mm anuales en la parte alta de la cuenca del río Vizcachas en la estación Pasto Grande.

La cuenca húmeda se desarrolla a partir de los 3,000 m.s.n.m., presentando precipitaciones anuales desde 278 mm. En la estación Quellaveco (3,550 m.s.n.m.), hasta 391 mm en la estación Titijones (4,420 m.s.n.m.).

b. Temperatura

La temperatura mensual en el área del proyecto es variable con la altitud, observándose temperatura media de 18.6° C en Punta de Coles a 3,052 m.s.n.m.

En altitudes mayores, la temperatura máxima varía entre 9 y 18° C y la mínima entre -7 a -11 °C.

c. Humedad Relativa

La humedad relativa, guarda estrecha relación con el régimen termo-pluviométrico y con la altura. En las partes bajas la humedad relativa fluctúa alrededor del 80 por ciento, en las

partes intermedias varía entre 50 y 70 por ciento, mientras que en las partes altas se observa una variación entre 30 a 60 por ciento.

d. Evaporación

La evaporación media anual en la parte baja (Estación Punta Coles), es de 1972 mm., mientras en la parte intermedia es de 2,197 mm. En Pasto Grande y Huamajalso la evaporación media mensual varía entre 122 a 167 mm, con un promedio anual de 1,838 mm.

e. Horas de sol

En la zona de Ilo, la luminosidad media mensual varía de 2.5 a 8.4 horas /día, mientras que en el valle de Moquegua estos valores son mayores, observándose luminosidades entre 6.8 y 8.9 horas/día.

f. Radiación solar

La radiación solar en el valle de Moquegua, es alta, generando un proceso de intercambio de energía que da lugar a tasas de evaporación y evapotranspiración también altas.

La radiación solar medida varía entre 2,500 y 4,700 cal-gr/cm²

g. Vientos

Los vientos en la zona costera son suaves, variando a brisas ligeras con velocidades de 4 a 7m/s (14 a 25 Km/hora), que no son perjudiciales para las diferentes actividades que se realizan en la región.

2.5.6 Hidrología

El proyecto Pasto Grande aprovecha los recursos hídricos superficiales de los ríos Vizcachas, Chilota y Carumas como cuencas de trasvase, y de los ríos Tumilaca, Torata y Huaracane como cuencas propias. Estos últimos conforman el río Moquegua, también llamado río Osmore.

Como recurso adicional, se cuenta con la explotación de las aguas subterráneas de pozos existentes en el valle de Moquegua.

El análisis hidrológico que permite la evaluación de la disponibilidad de estos recursos hídricos para la determinación de los alcances del proyecto, ha merecido una especial atención del estudio. Asimismo, se ha contemplado la determinación de los eventos hidrológicos extraordinarios y la evaluación de la capacidad de transporte de sedimentos, ya que serán factores que repercutirán en el diseño de las obras de ingeniería del proyecto.

a. Río Vizcachas

El río Vizcachas nace en las cercanías del “Divortium Acuarium” de la cuenca del río Ilave, por encima de los 4,800 m.s.n.m., por la afluencia de los ríos Patara y Tocco en las pampas de Pasto Grande.

Las descargas del río Vizcachas medidas en la estación Limnigráfica Pasto Grande, operada por la Southern Corporation, tiene una serie histórica de registros de 31 años, desde 1956 hasta 1986. Actualmente la estación esta desactivada por la construcción del embalse de Pasto Grande.

Entre los años 1983-1985, las descargas medidas en la estación indicada, resultan menores a los afluentes naturales al sistema, debido a las pérdidas por evaporación, evapotranspiración e infiltración que ocurren en las pampas, por la presencia de bofedales, pérdidas que con la construcción del embalse se han incrementado.

Para evaluar la disponibilidad del recurso que ingresa al embalse, se han generado una serie denominada Pasto Grande más Tocco, la misma que ha corregido los valores medidos a la salida (Estación Pasta Grande), descontando las pérdidas en las Pampas. Estas pérdidas han sido estimadas mediante la ejecución de balances hídricos diarios con mediciones efectuadas en los afluentes del sistema entre Mayo de 1983 y Julio de 1985.

b. Río Chilota

El río Chilota, afluente de la margen izquierda del río Vizcachas, nace en las cercanías de la localidad de Culco Chico, donde recibe las descargas del río Chilota al Proyecto Pasto Grande, fue definido dentro del “Estudio de las Disponibilidades Hídricas en las Subcuencas de Chilota y Chicune”, efectuado por el INADE en 1985, a través de la aplicación de un modelo de balance hidrológico que ha sido utilizado en diferentes

proyectos de la sierra del Perú por el Plan Meris, conforme a recomendaciones de la Misión Técnica Alemana.

c. Río Carumas

El río Carumas, nace en las pampas de Humalso en la cota 4,500 m.s.n.m., como consecuencias de precipitaciones y de afloramiento de manantiales que, según hipótesis geológicas, proviene del acuífero Capillune.

La estimulación de las disponibilidades de agua del río Carumas al Proyecto Pasto Grande, fue definida en el “Estudio Definitivo de Mejoramiento de Riego en el Valle de Carumas”, efectuado por el INAF en 1,984, a través de la aplicación de un modelo similar al descrito en el acápite anterior.

d. Río Torata

El río Torata se origina de los deshielos de la cordillera en la zona de Titijones, cuyas descargas, al juntarse con las de la quebrada de Condoriquina, conforman el río Cuajone que, aguas abajo de Ichupampa, es llamado río Torata.

e. Río Tumilaca

El río Tumilaca, se forma por la confluencia de los ríos Coscori y Capillune.

e. Río Huaracane

Río Huaracane, se forma de la confluencia de los ríos Chujulay y Otora.

e. Aguas Subterráneas

Según los inventarios disponibles de pozos, a la fecha, se cuenta en el valle de Moquegua con 71 pozos, de los cuales 13 son tubulares y el resto a tajo abierto. En el valle de Ilo, se han reportado 62 pozos, de los cuales 2 son tubulares, 54 a tajo abierto y 6 mixtos.

Según evaluaciones realizadas por la Dirección General de Aguas, Suelos e Irrigaciones, se considera que las reservas totales de aguas subterráneas en el sector de Moquegua, son del orden de 11'700,000 m³; y en el sector Ilo, son de 2'800,000 m³.

Por otro lado, se ha efectuado el análisis de máximas avenidas para los ríos Torata, Tumilaca, Huaracane y Moquegua, encontrándose caudales de retorno para un período de 100 años de 34, 108, 85, y 160 m³/s, respectivamente.

También, se han calculado por diferentes fórmulas, los volúmenes de sedimentos esperados en los embalses de Pasto Grande y Huamajalzo, para una vida útil de 50 años, encontrándose valores de 5 y 1 MMC, respectivamente.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MATERIALES

3.1.1 Descripción de la zona en estudio

El área donde se ubica la rápida en estudio está desde el portal de salida del túnel Jachacuesta hasta la naciente del río Humalso, es decir en la subcuenca del río Carumas en las pampas de Humalso. Esta zona se caracteriza por la presencia de cerros bajos que limitan a la depresión y a una llanura constituida por un deposito fluvioglacial.

3.1.2 Información Disponible

1. Cartas del Instituto Geográfico Nacional a escala 1:100,000 y 1:250,000
2. Restitución Aeroftogramétrica a escala 1:10,000 y 1:25,000
3. Planimetría a escala 1:2,500 del emplazamiento de la rápida Jachacirca. Trazo del eje de la conducción y secciones transversales cada 20 m efectuados por el Proyecto Pasto Grande. Incluye el suministro de planos en borrador de la planta y perfil del trazo de la rápida y secciones transversales cada 20 m. Los trabajos topográficos de campo realizados por el Proyecto Pasto Grande, han consistido en el trazado de una poligonal, el que ha sido materializado en el campo con PI's y sobre la cual se han replanteado las curvas y se han levantado las secciones transversales cada 20 m. siguiendo el trazo.
4. AMSA.(1993). Incluye el suministro de planos en borrador del diseño estructural de la rápida Jachacirca los cuales han permitido hacer el metrado del acero estructural de la rápida Jachacirca.
5. GEOTÉCNICA.(1993). Incluye los resultados de las investigaciones geotécnicas realizadas a lo largo del trazo de la rápida Jachacirca, cuyos aspectos principales han sido considerados en los criterios de diseño de la rápida Jachacirca.

3.1.3 Equipos y Softwares

En el presente estudio se utilizaron se han utilizado los siguientes equipos y softwares:

a. Equipos

- Equipo Topográfico
 - Teodolito kern
 - Nivel de ingeniero Wild
 - Miras plegables
 - Jalones
 - Wincha de 50 y 5 m.
- Equipo de Cómputo
 - CPU
 - Monitor
 - Teclado
 - Mouse

b. Programas de cómputo

- Software “Water Surface Profile” del Bureau of Reclamation
- Software Auto Cad (2010)

3.2 MÉTODOS

En el presente acápite se detalla el procedimiento para cumplir con el objetivo planteado en la presente tesis:

Se hizo el reconocimiento de la ubicación donde se emplazó el trazo de la rápida Jachacirca, se hicieron los levantamientos topográficos necesarios, se evaluó el material sobre el cual se cimentará la estructura a diseñar, se investigaron las canteras necesarias para su construcción y luego se procedió a realizar los cálculos hidráulicos necesarios.

3.2.1 Ubicación

El área donde se ubica la rápida en estudio está aguas abajo del portal de salida del túnel Jachacuesta hasta la naciente del río Humalso, es decir en la subcuenca del río

Carumas (Pampas de Humalso), por encima del nivel del embalse de Huamajalso, en la Provincia de Mariscal Nieto, Departamento de Moquegua a 4,500 m.s.n.m.. Dentro del esquema hidráulico del Proyecto Pasto Grande el área de la obra se ubica entre el túnel Jachacuesta y el embalse de Huamajalso.

Geográficamente, se ubica entre los meridianos 70° 31' y 70° 32' de longitud Oeste y entre los paralelos 16° 48' y 16° 49' de latitud Sur aproximadamente.

El acceso al área de la obra es a través de las siguientes vías principales:

- Carretera Moquegua – Cuajone – Pasto Grande, de 128 Km de longitud de los cuales 45 Km corresponden a carretera asfaltada, 77 Km a carretera afirmada y 6 km a trocha.
- Carretera Moquegua - Cuajone – Titijones – Huamajalso de 130 km de longitud, de los cuales 45 km corresponden a carretera asfaltada y 65 Km corresponden a carretera afirmada.
- Carretera Moquegua, Torata, Huamajalso.

3.2.2 Topografía

Se cuenta con la siguiente información cartográfica del Instituto Geográfico Nacional:

- Carta Nacional a escala 1:250,000, láminas SE 19 - 1, SE 19 - 2 y SE 19 - 5.
- Carta Nacional a escala 1:100,000, láminas 36-t, 35-t, 35-u, 34-u, y 34-v.
- Restitución Aerofotogramétrica escala 1: 25,000
- Restitución Aerofotogramétrica escala 1: 10,000 del área de los valles de Moquegua e Ilo.

Además se cuenta con los siguientes levantamientos topográficos:

6. Planimetría del área donde se emplaza la rápida a escala 1: 2500
7. Levantamiento del trazo de la conducción a escala 1: 1,000

3.2.3 Geología

3.2.3.1 Generalidades

Para evaluar las condiciones geotécnicas de la cimentación de la rápida Jachacirca, se ha ejecutado un programa de exploraciones, cuyos resultados con su interpretación y evaluación están contenidos en el siguiente acápite.

3.2.3.2 Escenario Geológico

El trazo de la rápida Jachacirca está en la depresión de Huamajalso. Esta unidad geomorfológica se caracteriza por la presencia de cerros bajos que limitan la depresión y una llanura que desciende con 2 grados hacia el sur.

La llanura de la depresión esté constituida principalmente por depósito fluvioglacial y localmente por turbas recientes (bofedales). El depósito fluvial está constituido por arena limosa de naturaleza tobácea (piedra pomez)

3.2.4 Geotecnia

3.2.4.1 Trabajos Realizados

GEOTECNICA. (1993). La calidad de la cimentación fue evaluada por 4 sondeos manuales y una calicata, ubicados entre las progresivas 46+850 al 48+000. Las labores exploratorias ejecutadas, se muestran en la Tabla N° 1- III del Anexo 04. Asimismo, los ensayos ejecutados tanto en el campo como en el laboratorio se muestran en la Tabla N° 2 – III del Anexo 04.

3.2.4.2 Metodología de Trabajo y Criterios de Interpretación

Las labores Exploratorias fueron ejecutadas con sondas manuales (sondeos) y herramientas manuales (calicatas).

- **Ensayos de SPT**

B.R. (1974). El ensayo de SPT fue ejecutado siguiendo los procedimientos establecidos por las normas aceptada por la Ingeniería Práctica. La prueba fue realizada por un martillo de 140 lbs, con una caída libre de 30 pulgadas y utilizando un muestreador partido. El ensayo consiste en hincar el muestreador una profundidad de 45 cm con los golpes de martillo. El valor de N es igual al número de golpes requeridos para penetrar el muestreador los últimos 30 cm.

Los valores de N de SPT, fueron transformados en densidades relativas con las expresiones de Gibbs y Holtz (1957), y el ángulo de fricción interna con la expresión aproximada de Meyerhof ($\phi = 25 + 0.15 D_r$) propuesto para arenas con más de 5 por ciento de finos.

Los suelos granulares de la cimentación de la rápida Jachacirca contiene considerable porcentaje de finos.

- Ensayos de Permeabilidad

Los ensayos de permeabilidad ejecutados, fueron del tipo Lefranc de carga constante y carga variable, con infiltración de agua.

El procedimiento de cálculo de los ensayos está indicado en los registros respectivos.

- Ensayos de Densidad Natural

La densidad del terreno fue determinado con el método del cono de arena. El procedimiento de ejecución y evaluación están indicados en las planillas respectivas.

- Ensayos de Laboratorio

Los ensayos realizados en el laboratorio fueron de propiedades índices: granulometría, límites de Atterberg, humedad natural, peso específico. Estas pruebas fueron ejecutadas por los equipos de laboratorio de campo.

3.2.4.3 Características Geotécnicas de los Materiales de Cimentación

El material de cimentación es de origen fluvioglacial; los elementos que lo constituyen son la arena, grava y en menor proporción finos no plásticos. En el perfil del suelo explorado se puede identificar la presencia de dos estratos. El estrato superior de 2.3 a 3 m de espesor, está constituido por la arena con abundante grava fina y arena y algo de fino y gravas limpias. En el sondeo 46+860 y calicata 47+500 el estrato está constituido por gravas bien graduadas limpias (GW). En el resto de los sondeos, la presencia de finos llega hasta el 10 por ciento y los suelos se han clasificado como SP-SM (47+100), SW-SM (47+350) y GW-GM (47+980). El estrato tiene 3 m de espesor en el sector de la rápida, disminuyendo gradualmente hasta llegar con 2.30 m en su extremo inferior.

El estrato inferior está constituido por abundantes finos y algo de gravas. En los sondeos 46+860 y 47+500, el suelo es una arena arcillosa, con límite líquido de 25 e índice de plasticidad de 8. En los sondeos 47+100, 47+350 y 47+980 el suelo se ha clasificado como arena limosa con algo de grava (SM). El sondeo 47+980, atravesó un lente de turba entre los 2.30 y 3.0 m de profundidad.

No existe una relación entre el perfil litoestatigráfico y la compacidad medida con el SPT. En los sondeos 46+860 y 47+100, existe una capa superior a los 3.5 m de espesor con valores de N entre 7 y 15; mientras que los sondeos 47+350 y 47+980 no han atravesado esta capa, con valores de N de 8 y 13, hasta la profundidad de 4.50 m. El estrato explorado, con los dos primeros sondeos desde los 3.50 m de profundidad, tienen valores de N 22 y 27.

La densidad natural seca del suelo es baja (0.92 y 1.37 gr/cm), indicando una porosidad alta (37-58 por ciento) y peso específico bajo (2.18).

3.2.4.4 Evaluación del Comportamiento del Material de Cimentación

a. Capacidad de Carga y Asentamiento

El estrato superior de la cimentación está medianamente denso a denso y con porosidad alta con lo que se espera que ocurran asentamientos con las cargas aplicadas por las estructuras; en consecuencia es recomendable mejorar sus características.

El estrato propenso al asentamiento, tiene espesor variable; en los sondeos iniciales, el espesor debajo de la estructura es igual a 2.00 m y en el sondeo 47+350 se ha estimado de 4.00 m. En los suelos no coherentes, la presión admisible está controlada por el asentamiento, que se determinan utilizando los valores N del SPT.

Para calcular la presión admisible por asentamiento se ha tenido en cuenta las consideraciones siguientes: profundidad de cimentación de 2.00 y 4.00 m, ancho de zapata de 3.00 m y nivel freático en la base de la cimentación. Considerando estos parámetros, se ha calculado que el suelo tiene presiones admisibles de 1.0 a 1.4 Kg/cm² para un asentamiento máximo permisible de 2.5 cm. Si las cargas fueran mayor, será necesario mayor las propiedades del suelo.

Para el estrato superior, se ha estimado un ángulo de fricción interna de 34°. Con este ángulo la capacidad de fricción del suelo por corte es superior a 5 Kg/cm.

b. Licuefacción

En el sondeo ubicado en el Km 47+100, a la profundidad de 3.15 a 3.45 m, la arena tiene un valor N de SPT igual 7. Este valor está por debajo del valor crítico de N que separa los suelos licuables a no licuables. El valor NC fue estimado por la siguiente formula:

$$N_c = \tilde{N} [1 + 0.125(ds - 3) - 0.05(dw - 2)]$$

Dónde:

\tilde{N} = 10 para un sismo de intensidad VIII MM

ds = 3.20 m profundidad del estrato

dw = 2.00 m profundidad del nivel freático

Nc = 10.25

Los valores de N medidos, están muy cerca del Nc, por lo que es recomendable efectuar un tratamiento del suelo.

c. Taludes de excavación

El perfil litológico del suelo es heterogéneo, en efecto se tiene desde gravas limpias, hasta arenas sucias con 24 ciento de finos no plásticos. Es decir existen suelos finamente friccionantes y con cierto nivel de cohesión.

Los suelos tienen ángulos de fricción de 35 a 38%, lo que le permite mantenerse con taludes de 1.5 : 1 a 1.25 : 1 (H:V).

d. Canteras

Se han evaluado y analizado la existencia de las siguientes canteras utilizadas para el análisis de los costos de agregados para el concreto simple, armado y mampostería:

- Cantera Chilota

De esta cantera se obtendrá material para agregados para concreto. Se encuentra ubicada a 19 Km del centro de gravedad de la obra.

El área investigada es de aproximadamente 1,000 m. por 1,000 m. con profundidad de 1 m., lo que corresponde a cerca de 1'000,000 m³ de material para concreto.

3.2.5 Diseño Hidráulico

Para determinar las características del flujo en la rápida se utilizó el Software “Water Surface Profile” del Bureau of Reclamation. Este programa utiliza la fórmula de Manning y emplea el método de tanteo.

3.2.5.1 Disposición de la Obra

Esta obra se ubica aguas abajo del túnel Jachacuesta, la cual después de salvar un desnivel de 38 m entregará el caudal al embalse Huamajalzo. Su inicio es el portal de salida del túnel en la progresiva KM 46+245.67

Se tiene la siguiente secuencia de estructuras hidráulicas:

- Canal de sección rectangular
- Transición y sección de control de entrada a la rápida
- Rápida
- Poza disipadora
- Canal sin revestir y sección de control terminal.

El caudal de diseño de la obra es de 11 m³/s según el esquema hidráulico del estudio “Complementación del estudio de Factibilidad Fase 1 – Etapa II del Proyecto Pasto Grande, el caudal considerado es de 10 m³/s, sin embargo se ha considerado 1 m³/s mas como consecuencia de los aportes producidos mediante filtraciones, en la quebrada de Huarintampaña hacia el túnel Jacahacuesta.

Todas las conducciones serán de concreto armado, a excepción del canal sin revestir que empieza después de la poza disipadora de la rápida.

Al término de las obras hidráulicas descritas (ver Plano N° RJ-01 Planta General y Perfil Longitudinal), el flujo continúa por una zanja que llega hasta los bofedales que dan inicio al río Huamajalzo. En la sección de control terminal del canal sin revestir se ha previsto un enrocado de protección que evitará la erosión de este canal, aguas arriba de esta estructura.

3.2.5.2 Canal Rectangular

Considerando la necesidad de espacio para la entrada o salida de vehículos para realizar mantenimiento del túnel Jachacuesta, se ha considerado un tramo de 9.10 m de longitud de sección rectangular con las mismas características en cuanto a base y pendiente del túnel.

En la margen izquierda del canal rectangular se ha previsto el afirmado de un área de 20 x 20 m para las maniobras del equipo de izaje de los vehículos de mantenimiento del túnel. A continuación se presentan las características hidráulicas del túnel Jachacuesta y sección del canal rectangular.

Túnel Jachacuesta

$$Q = 11 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$b = 2.80 \text{ m}$$

$$n = 0.014$$

$$S = 0.002178$$

$$Z = 0$$

$$y = 1.47 \text{ m}$$

$$V = 2.67 \text{ m/s}$$

$$hv = 0.36 \text{ m}$$

$$F = 0.70$$

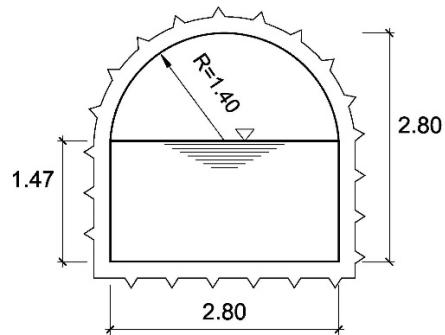


Figura N° 01: Sección rectangular al inicio del tramo

Canal Rectangular

$$Q = 11 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$b = 2.80 \text{ m}$$

$$n = 0.014$$

$$S = 0.002178$$

$$Z = 0$$

$$y = 1.47 \text{ m}$$

$$V = 2.67 \text{ m/s}$$

$$hv = 0.36 \text{ m}$$

$$F = 0.70$$

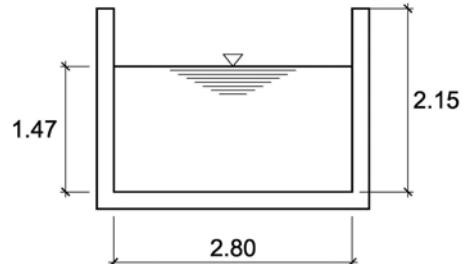


Figura N° 02: Sección rectangular al final del tramo

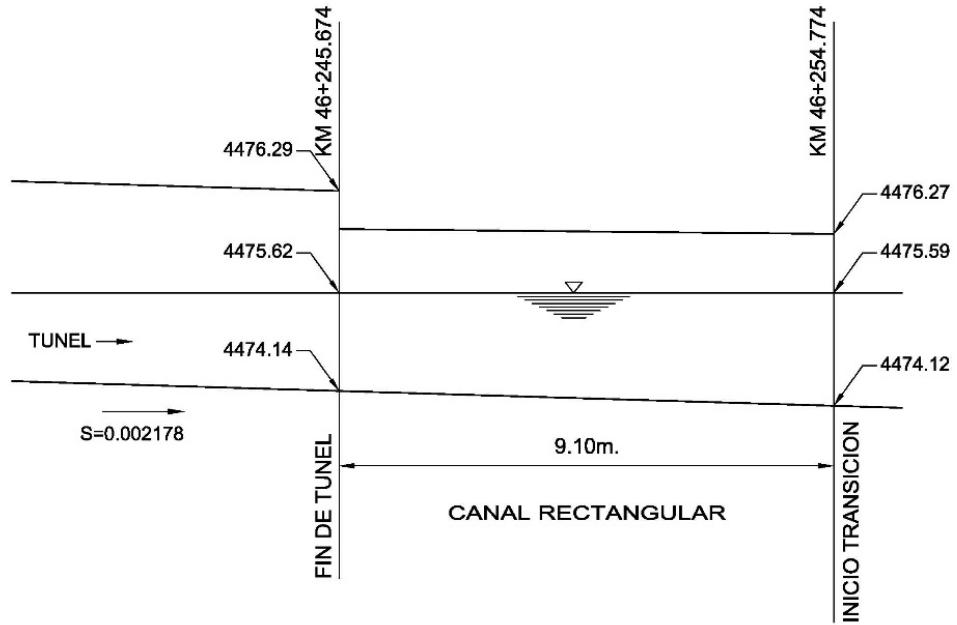


Figura N° 03: Perfil longitudinal del tramo de sección rectangular

3.2.5.3 Transición y Sección de Control

La transición de entrada hacia la rápida está diseñada para proporcionar un control para el canal aguas arriba. El ancho de la sección de control se toma igual al ancho de la rápida de esta manera la transición se sitúa en la zona de régimen subcrítico.

En el estudio de alternativas (Ver Tabla N° 3 – III del Anexo 04) de la Rápida Jachacirca se recomendó la rápida de sección trapezoidal con talud $Z=1.5$ y base $B=1.00$.

Canal Rectangular

$$Q = 11 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$b = 2.80 \text{ m}$$

$$n = 0.014$$

$$S = 0.002178$$

$$y = 1.47 \text{ m}$$

$$V = 2.67 \text{ m/s}$$

$$h_v = 0.36 \text{ m}$$

$$D = 2.15 \text{ m}$$

$$T = 2.80 \text{ m}$$

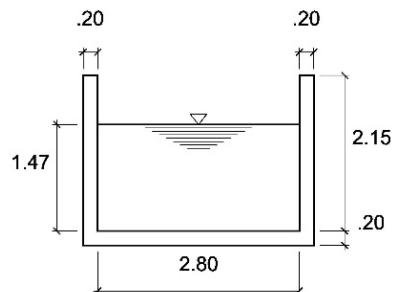


Figura N° 04: Sección rectangular al inicio de la transición

Rápida Trapezoidal

$$Q = 11 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$b = 1.00 \text{ m}$$

$$Z = 1.5$$

$$y_c = 1.32 \text{ m}$$

$$V_c = 2.79 \text{ m/s}$$

$$h_{vc} = 0.397 \text{ m}$$

$$D = 2.05 \text{ m}$$

$$T_c = 4.96 \text{ m}$$

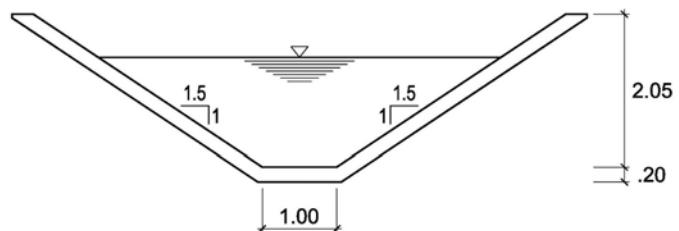


Figura N° 05: Sección trapezoidal al final de la transición

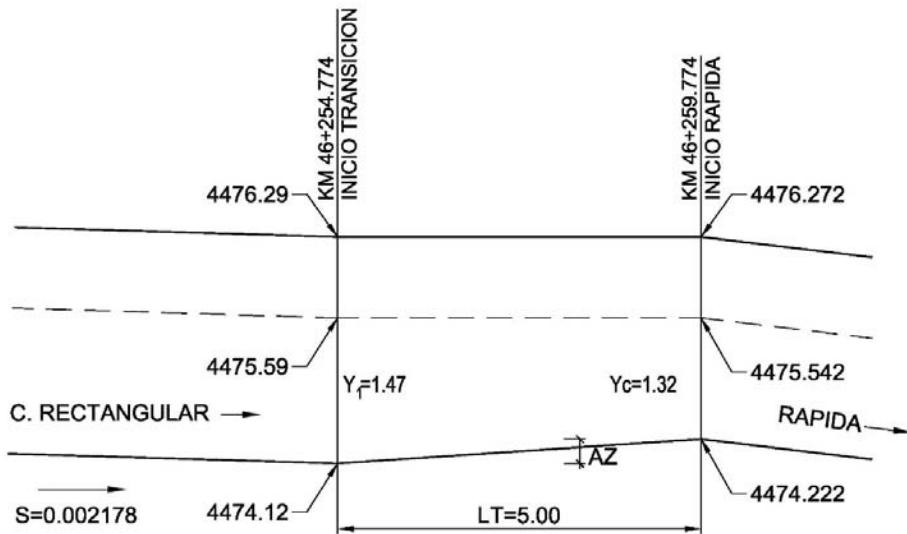


Figura N° 06: Perfil longitudinal de la transición y sección de control

Asumiendo que el tirante crítico y_c se producirá en el punto 2, igualamos los niveles de energía entre el punto 1 y 2

$$y_1 + h_{v1} = y_c + h_{vc} + 0.30 (h_{vc} + h_{v1}) + \Delta Z$$

$$\Delta Z = y_1 + 1.30 h_{v1} - y_c - 1.30 h_{vc}$$

$$\Delta Z = 0.102$$

Longitud de la transición (LT)

$$L_T = \frac{(T_c - T)}{2Tg15^\circ} = \frac{(4.96 - 2.80)}{2 \times 0.268} = 4.02 = 5.00$$

$$L_T = 5.00 \text{ m}$$

3.2.5.4 Diseño Hidráulico de Los Tramos inclinados

El perfil longitudinal de la rápida ha sido definido por las características topográficas del terreno, de esta manera ha quedado establecido tres tramos con diferentes pendientes. Estos tramos son de sección trapezoidal con talud $Z= 1.5$ y ancho de base $b = 1.00$ m, tal como se recomienda en el estudio de alternativas (Ver Tabla N° 3 – III del Anexo 04) de la Rápida Jachacirca.

a. Disposición Longitudinal de los Tramos Inclinados

Para realizar la simulación del escurrimiento se han establecido tramos que se detallan de la siguiente manera:

Tabla N° 01: Disposición longitudinal de los tramos inclinados

PROGRESIVA	TRAMO HORIZONTAL	PENDIENTES (M/M)	DIFERENCIA ALTURA	COTA (M.S.N.M.)
46+259.774	640.226	0.007217	4.621	4474.222
46+900	210.00	0.0557	11.697	4469.601
47+110	515.00	0.0345	17.767	4457.904
47+625				4440.137
	1365.226		34.085	

Habiendo considerado paños modulares de 9.10 m en el sentido de la rasante; en función a la longitud de las varillas de acero de construcción, dos paños de ajuste en cada tramo. Además la trayectoria y la curva entre los tres tramos, estos quedan con las medidas siguientes:

Tramo I

De 639.226 m (con 68 paños de 9.10+2 paños de 10.21 m)

Tramo II

De 212.058 m (con 21 paños de 9.10+2 paños de 10.48 m)

Tramo III

De 513.942 m (con 54 paños de 9.10+2 paños de 11.27 m)

Ver PLANO N° RJ-01: Planta General y Perfil Longitudinal

b. Simulación del Escurrimiento

Mediante el programa “Water Surface Profile” del Bureau of Reclamation, se ha simulado el escurrimiento en la rápida para los siguientes caudales: 2 m³/s, 6 m³/s y 11 m³/s (caudal de diseño).

En todos los casos se han efectuado corridas del programa para n = 0.010 para estimar las velocidades máximas probables. Para el caudal de diseño Q = 11 m³/s, se ha realizado la corrida del programa con n = 0.018 para conocer los tirantes máximos. En las tablas N° 5 – III y N° 6 – III del Anexo 04, muestran los resultados del programa para los casos mencionados.

c. Cálculo de la Trayectoria entre el Tramo I y II

Entre el final del tramo I con pendiente S₁=0.007217 y el inicio del tramo II con pendiente S₂ = 0.0557 es necesario diseñar una trayectoria teniendo en cuenta el cambio de pendiente, para ello se han utilizado los resultados del Tabla N° 5 – III del Anexo 04 con Q = 11 m³/s y n=0.010.

Longitud de la Trayectoria

$$L_T = \frac{(Tg\theta_L - Tg\theta_o)x2h_{vo}x\cos^2\theta_o}{K}$$

Dónde:

L_T = m Longitud mínima de la trayectoria

θ_o = Angulo de inclinación del tramo inclinado en el origen de la trayectoria

θ_L = Angulo de inclinación del tramo inclinado al final de la trayectoria

h_{vo} = Carga de velocidad en el origen de la trayectoria

K = Factor de aceleración. El Bureau Reclamation limita el valor de K hasta un máximo de 0.5 para asegurar presión positiva en el piso.

Datos:

$$\theta_o = \text{ArcTg } 0.007217 = 0.41^\circ$$

$$\theta_L = \text{ArcTg } 0.00557 = 3.19^\circ$$

$$V = 5.29 \text{ m/s}$$

$$h_{vo} = V^2/2g = 1.43 \text{ m}$$

$$K = 0.5$$

$$L_T = \frac{(0.0557 - 0.007212)x2x1.43x0.999}{0.5} = 0.28$$

Por lo tanto podemos tomar $L_T = 2.00 \text{ m}$

Ecuación de la trayectoria

$$Y = XTg\theta_o + \frac{(Tg\theta_L - Tg\theta_o)X^2}{2L_T}$$

Dónde:

X = Distancia horizontal desde el punto de origen a un punto de la trayectoria.

Y = Distancia vertical desde el punto de origen al punto X de la trayectoria.

L_T = Longitud horizontal desde el origen hasta el final de la trayectoria

θ_o = Angulo de inclinación del tramo inclinado en el origen de la trayectoria.

θ_L = Angulo de inclinación del tramo inclinado al final de la trayectoria.

Reemplazando:

$$Y = 0.007217 X + 0.01212 X^2$$

Las coordenadas en el plano vertical serán las siguientes:

Tabla N° 02: Coordenadas en el plano vertical del empalme entre el Tramo I y Tramo II

PROGRESIVA	ΔX (m)	X (m)	Y (m)	COTA (m.s.n.m.)	
46+899	1	0	0	4469.608	Inicio de trayectoria
46+900	1	1	0.0193	4469.589	
46+901		2	0.0629	4469.545	Fin de trayectoria

2. Calculo de la progresiva de inicio de la trayectoria

$$S_1 \times m + S_2 \times n = Y_{LT}$$

$$m + n = L_T$$

Reemplazando:

$$0.007217 m + 0.0557 n = 0.0629$$

$$m + n = 2 \rightarrow m = 2 - n$$

$$0.007217 \times (2-n) + 0.0557n = 0.0629$$

$$0.048483n = 0.048466$$

$$n = 0.999 = 1$$

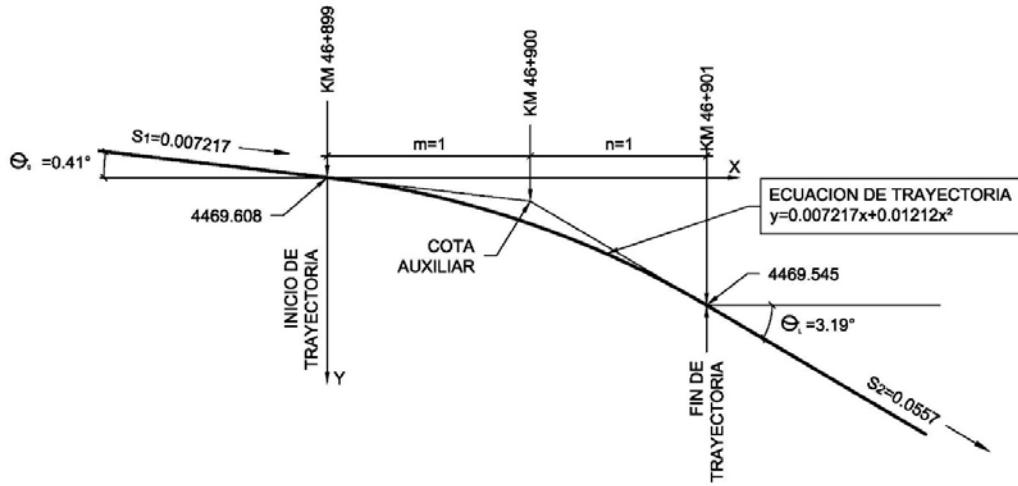


Figura N° 07: Empalme entre Tramo I y Tramo II

d. Cálculos de la Curva entre el Tramo II y III

$$R = \frac{2qV}{p} \text{ ó } \frac{2dV^2}{p} \text{ (ps)}$$

Dónde:

R = Radio de curvatura mínima medido en pies

q = La descarga en pies cúbicos por segundo por pie de ancho

V = Velocidad de pies por segundo

d = Tirante en pies

p = Presión dinámica normal ejercida sobre el piso, en libras por pie cuadrado

p = 100; Rmín = 10 d

Datos: (Tabla N° 5 - III del Anexo 04)

$$d = 0.55 \text{ m}$$

$$\rightarrow d = 1.8 \text{ ps}$$

$$V = 10.87 \text{ m/s}$$

$$\rightarrow V = 35.66 \text{ ps/s}$$

$$R = 2dV^2/100 \rightarrow R = 0.02 dV^2 \rightarrow R = 0.02 \times 18 \times (35.66)^2 = 45.78 \text{ ps}$$

$$R = 13.95 \text{ m}$$

$$R = 100 \text{ m}$$

$$L = \frac{R\theta\pi}{180} \rightarrow \frac{100 \times 1.21^\circ \times \pi}{180} = 2.116 \text{ m}$$

$$L/2 = 1.058 \text{ m}$$

$$T = R \operatorname{Tg} \theta/2 \rightarrow T = 1.058 \text{ m}$$

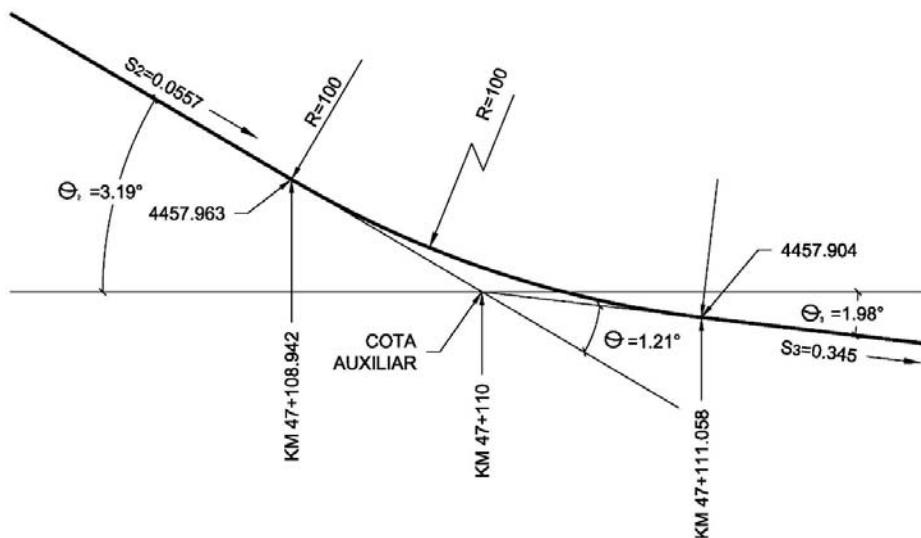


Figura N° 08: Empalme entre Tramo II y Tramo III

e. Cálculo de la Transición antes de la Poza Disipadora (Km 47+625 – 47+630)

Debido al cambio de sección de la poza, se ha diseñado una transición que pasa de una sección trapezoidal a rectangular para evitar la producción de ondas que podrían causar

perturbaciones, por esta razón, la cotangente del ángulo de deflexión de la superficie de agua en el plano de planta desarrollado a cada lado de la transición no debería ser menor que 3.375 veces el número de Froude.

Datos: (Tabla N° 5 - III del Anexo 04)

$$d_1 = 0.61$$

$$d_2 = 0.38$$

$$F_1 = 4.71$$

$$F_2 = 5.02$$

$$\text{Cot } \alpha = 3.375 \times (F_1 + F_2)/2$$

Reemplazando:

$$\text{Cot } \alpha = 3.375 \times (4.71 \times 5.02)/2 = 16.41$$

$$L_T = \frac{(T_1 - T_2)}{2} \times \text{Cot } \alpha$$

$$L_T = \frac{(3 - 2.83)}{2} \times 16.41 = 1.39$$

Por lo tanto podemos tomar: $L_T = 5.00$

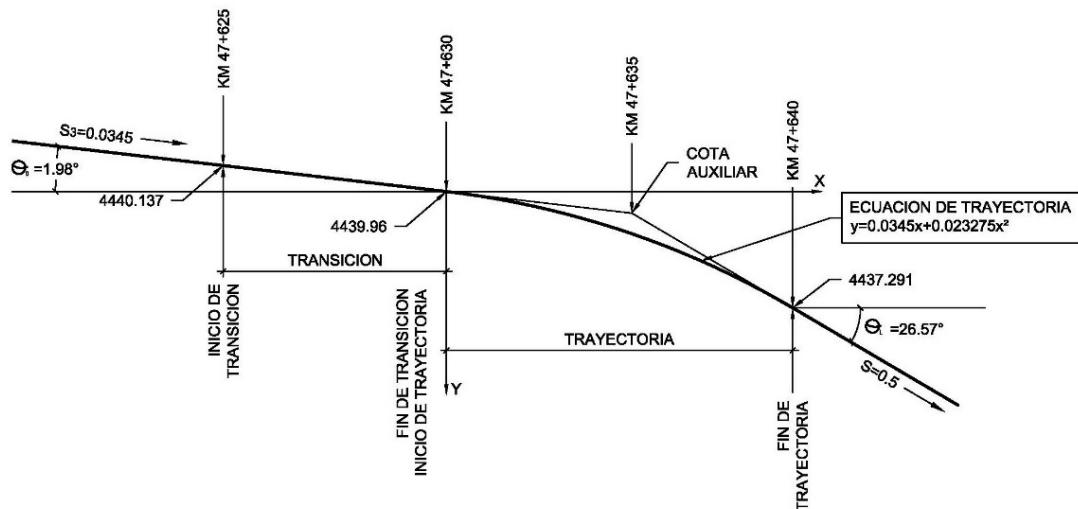


Figura N° 09: Transición y empalme de tramo pronunciado de ingreso a la poza disipadora

f. Calculo de la Trayectoria de Entrada a la Poza

Entre el final del tramo III con pendiente $S_3 = 0.0345$ y el tramo inclinado de la poza con pendiente 0.5, es necesario diseñar una trayectoria teniendo en cuenta el fuerte cambio de pendiente habiéndose utilizado los datos de la corrida presentado en la Tabla N° 5 - III del Anexo 04.

Datos:

$$\theta_a = \text{ArcTg } 0.0345 = 1.976^\circ$$

$$\theta_L = \text{Arc Tg } 0.5 = 26.565^\circ$$

$$V = 9.68 \text{ m/s} \rightarrow h_{v_0} = V^2/2g = (9.68)^2/19.62 = 5.07$$

Longitud de la trayectoria:

$$L_T = \frac{(Tg\theta_L - Tg\theta_a)x_2 h_{v_0} x \cos^2\theta_a}{K}$$

$$L_T = \frac{(0.5 - 0.045)x_2 x 5.07 x 0.998}{0.5} = 9.42 = 10m$$

$$L_T = 10 \text{ m}$$

Ecuación de la trayectoria:

$$Y = X T g \theta_a + \frac{(Tg\theta_L - Tg\theta_a)X^2}{2L_T}$$

Reemplazando:

$$Y = 0.0345X + 0.023275X^2$$

Las coordenadas en el plano vertical serán las siguientes:

Tabla N° 03: Coordenadas en el plano vertical del empalme entre la transición y el tramo pronunciado de ingreso a la poza

PROGRESIVA	ΔX (m)	X (m)	Y (m)	COTA (m.s.n.m.)	
47+630		0	0	4439.964	INICIO DE TRAYECTORIA
47+632.50	2.5	2.5	0.232	4439.732	
47+635	2.5	5	0.754	4439.210	
47+637.50	2.5	7.5	1.568	4438.396	
47+640	2.5	10	2.673	4437.291	FIN DE TRAYECTORIA

g. Altura de Muros

Para determinar la altura de muros de la rápida, primero se ha determinado el borde libre en diferentes puntos de cada tramo de la rápida, utilizando la siguiente formula:

$$bl = 2 + 0.025V^3\sqrt{d} \text{ (pies)}$$

Dónde:

V = Velocidad en pies por segundo

d = Tirante en pies

Los datos utilizados son los obtenidos de la corrida para $Q = 11 \text{ m}^3/\text{s}$ y $n = 0.018$, los cuales se presentan en el Tabla N° 6 – III del Anexo 04. Los bordes libres obtenidos incrementados a sus respectivos tirantes dan como resultado, las alturas de los muros de la rápida en esos puntos. A continuación se presentan un cuadro resumen, con las alturas de los muros en la rápida.

Tabla N° 04: Altura de muros en los tres tramos inclinados

PROGRESIVAS			ALTURA DE MUROS		
DE KM	AL	KM	(m)		
46+259.774		46+269.987	2.05	-	1.90
46+269.987		46+901		1.90	
46+901		46+927.678	1.90	-	1.60
46+927.678		47+625		1.60	
47+625		47+630	1.60	-	1.40
47+630		47+640		1.40	

3.2.5.5 Poza Disipadora

Se sitúa al final de la rápida y tiene por objeto anular la velocidad que tiene alto poder erosivo, de manera que el flujo por el canal sin revestir sea con velocidad menor.

a. Longitud de la Poza

Se ha adoptado el tipo II del USBR, el cual es apropiado para pozas con número de Froude mayores de 4.5 y cuando las velocidades de llegada no exceden los 15 m/s, permite reducir la longitud de la poza mediante dientes amortiguadores.

Datos: (de la corrida para $Q = 11 \text{ m}^3/\text{s}$, $n = 0.010$ de la Tabla N° 5 – III del Anexo 04)

$$F = 7.86, V = 13.04 \text{ m/s}$$

$$d^2 = 2.99 \rightarrow d^2 = 9.79 \text{ ps}$$

$$L_p/9.79 = 2.62$$

$$L_p = 9.79 \times 2.62 = 25.65 \text{ ps}$$

$$L_p = 7.82 = 8.00 \text{ m}$$

Por lo tanto podemos tomar: $L_p = 8.00 \text{ m}$

b. Altura de la Poza

Se efectuará el cálculo para el caudal de diseño $Q=11 \text{ m}^3/\text{s}$ y $n=0.010$ (la corrida se presenta en la Tabla N° 5 – III del Anexo 04)

Datos:

$$d_2 = 2.99 \text{ m} \rightarrow d_2 = 9.79 \text{ ps}$$
$$V = 13.04 \text{ m/s} \rightarrow V_1 = 42.78 \text{ ps/s}$$

Cálculo del borde libre:

$$bl = 0.1 \times (V_1 + d_2) \text{ en (ps)} \text{ o}$$
$$bl = 1/3 d_2 \text{ en (m) reemplazando}$$
$$bl = 1/3 \times 2.99 = 0.99 \text{ m}$$
$$H = bl + d_2 \rightarrow H = 2.99 + 0.99 = 3.98 = 4.00$$

Por lo tanto se adopta $H = 4.00 \text{ m}$

c. Dimensiones de los Dientes Amortiguadores

Los bloques del tramo inclinado de la poza tienen las siguientes dimensiones:

$$\text{Altura} = d_1 = 0.281 = 0.30 \text{ m}$$
$$\text{Ancho} = d_1 = 0.281 = 0.30 \text{ m}$$
$$\text{Separación} = d_1 = 0.281 = 0.30 \text{ m}$$

Los bloques del tramo inclinado de la poza quedan distribuidos así:

5 bloques de 0.30 de ancho	= 1.50
4 espacios de 0.30	= 1.20
2 espacios de 0.30/2	= 0.30
Total:	<hr/> 3.00 m

Los dientes amortiguadores de la poza tienen las siguientes dimensiones:

$$\text{Altura} = h_3 = 0.54 = 0.55$$
$$\text{Ancho} = 0.75 h_3 = 0.75 \times 0.54 = 0.405 = 0.375$$
$$\text{Separación} = 0.75 h_3 = 0.75 \times 0.54 = 0.405 = 0.375$$

Datos :

$$d_1 = 0.28 = 0.922 \text{ ps}$$

$$d_2 = 2.99 \text{ m}$$

$$h_3/d_1 = 1.90 \rightarrow h_3/0.935 = 1.90 \rightarrow h_3 = 1.776 \text{ ps}$$

$$h_3 = 0.54$$

$$\text{Ancho de la cresta} = 0.2 \cdot h_3 = 0.2 \times 0.54 = 0.11 = 0.10 \text{ m}$$

Los dientes amortiguadores quedan distribuidos de la manera siguiente:

$$4 \text{ dientes de } 0.375 \text{ de ancho} = 1.5$$

$$3 \text{ espacios de } 0.375 = 1.125$$

$$2 \text{ espacios de } 0.375/2 = \underline{\underline{0.375}}$$

$$\text{Total:} = 3.00 \text{ m}$$

d, Profundidad de la Poza

Datos:

$$d_2 = 2.985 \text{ m} \text{ (tirante conjugado para } Q = 11 \text{ m}^3/\text{s} \text{ y } n = 0.010)$$

$$d_o = 1.496 \text{ m} \text{ (tirante del canal sin revestir)}$$

$$p = 1.1 \cdot d_2 - d_o$$

Reemplazando:

$$p = 1.1 \times (2.985 - 1.495) = 1.765 = 1.77 \text{ m}$$

Se adopta:

$$p = 1.77 \text{ m}$$

e. Verificación de Flotación de la Poza por efecto de Sub presión:

Considerando que el N.F. se encuentra al mismo nivel que el fondo del canal sin revestir.

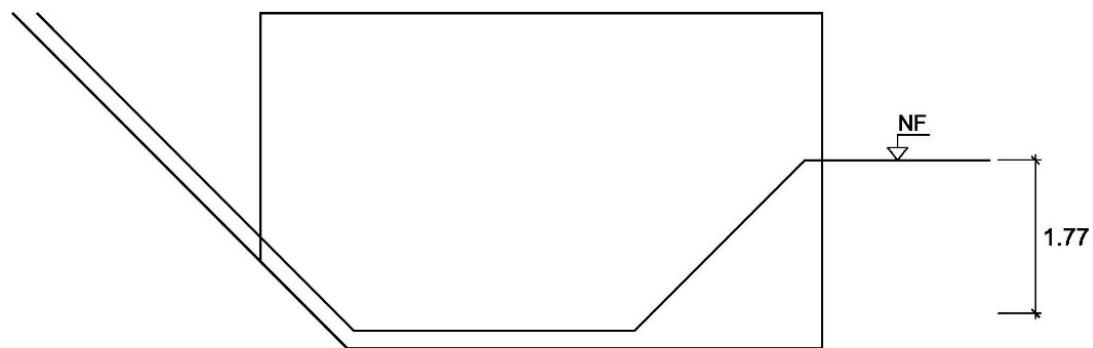


Figura N° 10: Poza disipadora con el nivel freático a nivel del fondo del canal sin revestir

Volumen de concreto: $V_c = 46.35 \text{ m}^3$

Volumen de agua desplazado: $V_a = 67.51 \text{ m}^3$

Peso específico del concreto: $\gamma_c = 2,500 \text{ Kg/m}^3$

Peso específico del agua: $\gamma_a = 1,000 \text{ Kg/m}^3$

Factor de seguridad:

$$F = \frac{46.35 \times 2.5}{67.51 \times 1} = \frac{115.875 \text{ tn}}{67.51 \text{ tn}} = 1.72$$

Considerando que el NF se encuentra hasta el nivel del d_o del canal sin revestir.

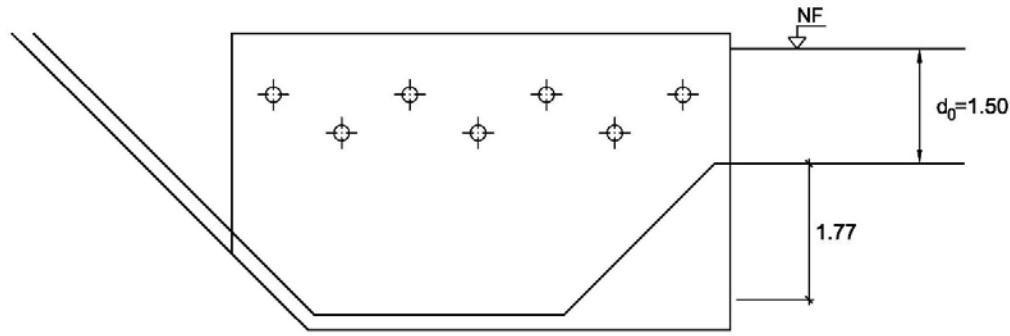


Figura N° 11: Poza disipadora con el nivel freático igual al tirante normal del canal sin revestir

Volumen del concreto: $V_c = 46.35 \text{ m}^3$

Volumen del agua desplazado: $V_a = 118.65 \text{ m}^3$

Factor de seguridad:

$$F = \frac{46.35 \times 2.5}{118.65 \times 1} = \frac{115.875 \text{ tn}}{118.65 \text{ tn}} = 0.98$$

Considerando que se han instalado lloradores por encima del fondo del canal sin revestir, este caso no se va producir.

3.2.5.6 Canal sin Revestir y Sección de Control Terminal

Con la finalidad de conducir el flujo en régimen subcrítico desde la poza de disipación hasta el bofedal (origen del río Huamajalzo). Se ha diseñado el canal sin revestir con las siguientes características:

$$Q = 11 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$b = 3 \text{ m}$$

$$Z = 3$$

$$b = 0.030$$

$$s = 0.001$$

$$d_o = 1.5 \text{ m}$$

$$V_o = 0.98 \text{ m/s}$$

Sección de control:

En la progresiva va 47+ 842.50 del canal sin revestir se ha diseñado una sección de control de tal manera de asegurar que el flujo aguas arriba de esta estructura se encuentre en régimen subcrítico habiéndose previsto enrocar 10 m aguas arriba y 10 m aguas abajo de esta estructura (ver PLANO N° 05 y 06: Plano de Formas - Planta y Perfil Longitudinal - Secciones y Detalles)

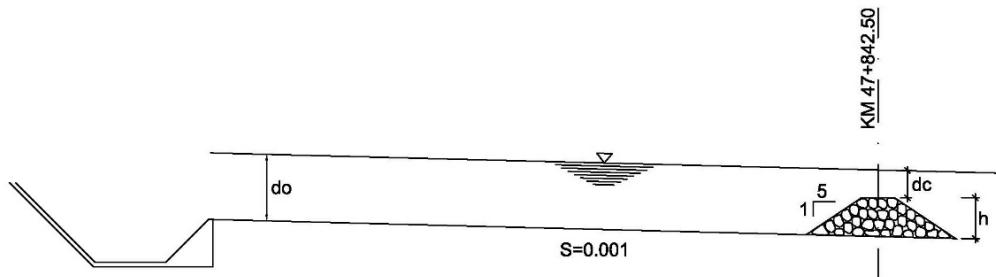


Figura N° 12: Canal sin revestir y sección de control terminal para verificación de sumergencia con $Q = 11 \text{ m}^3/\text{s}$

Datos:

$$d_o = 1.50 \text{ m}$$

$$V_o = 0.98 \text{ m/s}$$

$$h_{v_o} = 0.049 \text{ m}$$

Asumiendo que se produce el tirante crítico d_c en la progresiva 47+ 842.50 igualamos los niveles de energía.

$$d_o + h_{v_o} = d_c + h_{v_c} + h$$

$$\text{para } h = 0.75 \text{ m}$$

$$d_c = 0.558 \text{ m}$$

$$h_{v_c} = 0.236 \text{ m}$$

$$1.50 + 0.049 = 0.558 + 0.236 + 0.75$$

$$1.545 = 1.544$$

Por lo tanto: $h = 0.75 \text{ m}$

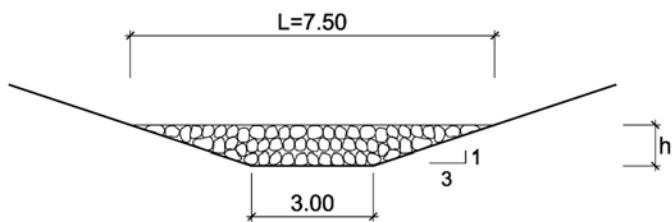


Figura N° 13: Sección de control terminal para verificación de sumergencia con $Q= 11 \text{ m}^3/\text{s}$

3.1.2.1 Verificación del Resalto Hidráulico

Para $Q = 6 \text{ m}^3/\text{s}$, $n = 0.010$ (ver corrida – Tabla N° 4 - III del Anexo 04)

Datos:

$$d_2 = 2.09 \text{ m}$$

$$F_1 = 8.99$$

Profundidad de la poza

$$p = 1.1 d_2 - d_o$$

$$p = 1.1 \times (2.09 - 1.12) = 1.179 \text{ m}$$

$$1.77 > 1.18$$

Canal sin revestir

$$Q = 6 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$b = 3 \text{ m}$$

$$Z = 3$$

$$n = 0.030$$

$$S = 0.001$$

$$d_o = 1.12 \text{ m}$$

$$V_o = 0.84 \text{ m/s}$$

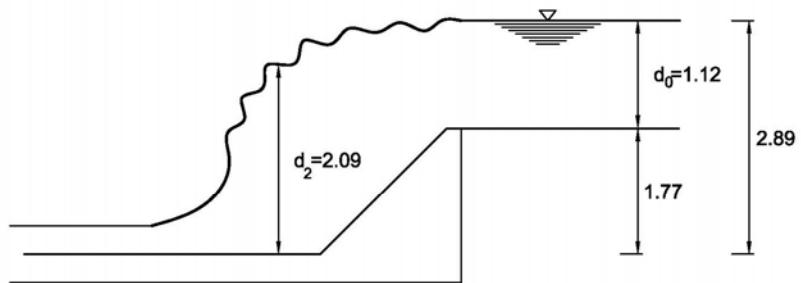


Figura N° 14: Poza disipadora para verificación de sumergencia con $Q= 6 \text{ m}^3/\text{s}$

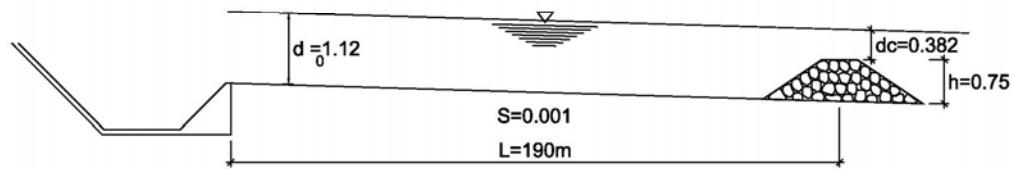


Figura N° 15: Canal sin revestir y sección de control terminal para verificación de sumergencia con $Q= 6 \text{ m}^3/\text{s}$

Por lo tanto: El resalto hidráulico se encuentra sumergido

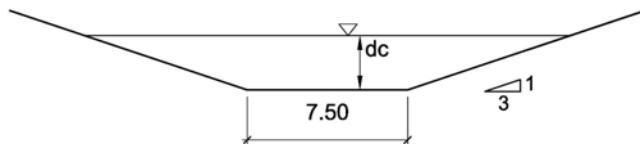


Figura N° 16: Sección de control terminal para verificación de sumergencia con $Q= 6 \text{ m}^3/\text{s}$

$$\Delta Z = h + dc - d_0 \rightarrow \Delta Z = 0.75 + 0.382 - 1.124 = 0.008$$

$$l = \frac{2\Delta Z}{S} \rightarrow l = \frac{2 \times 0.008}{0.001} = 16$$

$$\frac{l - l_1}{\Delta Z_1} = \frac{l}{\Delta Z}$$

En la poza el $d_0 = 1.12$ por lo tanto el resalto se encuentra sumergido.

Para $Q = 2 \text{ m}^3/\text{s}$ $n = 0.010$ (Ver corrida - Tabla N° 3 - III del Anexo 04)

Datos:

Canal sin revestir

$$d_2 = 1.08$$

$$Q = 2 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$F_1 = 10.82$$

$$b = 3 \text{ m}$$

$$Z = 3$$

$$n = 0.030$$

$$S = 0.001$$

$$d_o = 0.65 \text{ m}$$

$$V_o = 0.62 \text{ m/s}$$

Profundidad de la poza:

$$p = 1.1x(d_2 - d_o) = 0.54$$

$$1.77 > 0.54$$

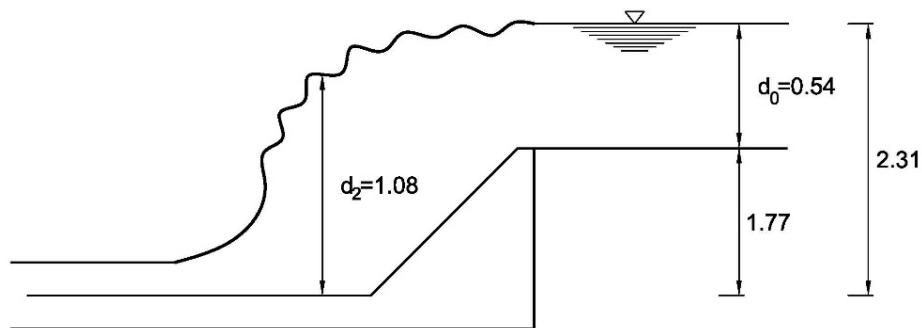


Figura N° 17: Poza disipadora para verificación de sumergencia con $Q = 2 \text{ m}^3/\text{s}$

Por lo tanto el resalto hidráulico se encuentra sumergido

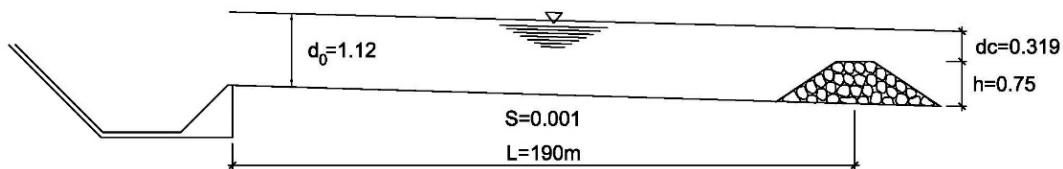


Figura N° 18: Canal sin revestir y sección de control terminal para verificación de sumergencia con $Q = 2 \text{ m}^3/\text{s}$

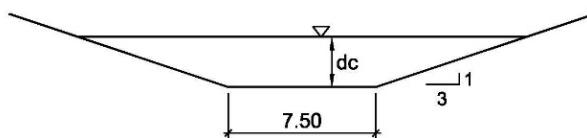


Figura N° 19: Sección de control terminal para verificación de sumergencia con $Q = 2 \text{ m}^3/\text{s}$

$$\Delta Z = h + dc - d_0 \rightarrow \Delta Z = 0.75 + 0.319 - 0.65 = 0.42$$

$$l = \frac{2\Delta Z}{S} \quad l = \frac{2 \times 0.42}{0.001} = 840$$

$$\frac{l - L}{\Delta Z_1} = \frac{l}{\Delta Z} \rightarrow \Delta Z_1 = \frac{\Delta Z(l - L)}{l} = \frac{0.42 \times (840 - 190)}{840} = 0.325$$

Por lo tanto: El resalto hidráulico se encuentra sumergido.

3.2.5.8 Verificación de la Fuerza de Deslizamiento

a, Calculo de la fuerza de deslizamiento al inicio del tramo I de la rápida (1^{er} paño)

En el caso de flujo rápidamente variado se presentan las siguientes condiciones sobre el primer paño.

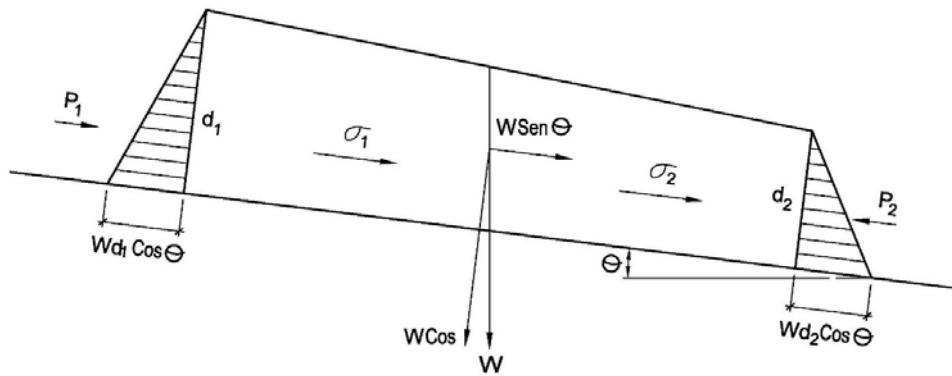


Figura N° 20: Esquema de las fuerzas para verificación de posible deslizamiento

En el sentido de la base se tendrá:

$$F = Q\omega/g (V_2 - V_1) + P_1 + \omega \operatorname{Sen} \theta - P_2$$

Fuerza Cinética:

$$F_v = Q \omega/g (V_2 - V_1); \quad (1)$$

Fuerza de Presión:

$$F_p = \omega \operatorname{Cos} \theta/2 [d_1^2(b+T_1)/2 - d_2^2(b+T_2)/2] \quad (2)$$

Fuerza peso de agua:

$$F_w = \omega/2L [(b+T_1)/2d_1 + (b+T_2)/2d_2] \operatorname{Sen} \theta \quad (3)$$

Por lo tanto:

$$F = F_v + F_p + F_w \quad (4)$$

Para $Q = 11 \text{ m}^3/\text{s}$ y $n = 0.010$ (ver Tabla N° 3 Tabla N° 5 - III del Anexo 04)

Datos:

$$d_1 = 1.32; \quad V_1 = 2.80; \quad T_1 = 5.46; \quad b = 1.50; \quad D_1 = 2.05$$

$$d_2 = 0.94; \quad V_2 = 4.89; \quad T_2 = 4.98; \quad b = 1.50; \quad D_2 = 1.90$$

$$s_1=0.007217 \rightarrow \theta_1=0.413^\circ; L=10.21; e=0.10$$

Reemplazando en (4)

$$F=728.85 + 850.65 + 306.98 = 1886.48 \text{ Kg}$$

$$F=1.89 \text{ Tn}$$

Cálculo del factor de seguridad al deslizamiento:

$$\frac{Wx \cos \theta_1 x 0.35}{F} \quad (5)$$

Datos:

$$F=1.89 \text{ Tn}$$

$$W=65.56 \text{ Tn}$$

$$\theta_1=0.413^\circ$$

Reemplazando en (5)

$$\frac{65.56 \times 0.999 \times 0.35}{1.89} = 12.13$$

Por lo tanto la estructura no necesita anclajes

b. Calculo de la fuerza de deslizamiento al inicio del tramo II de la rápida (1^{er}. paño)

$$F=F_V+F_P+F_W \quad (4)$$

Para: $Q=11 \text{ m}^3/\text{s}$ y $n=0.010$ (ver corrida - Tabla N° 5 - III del Anexo 04)

Datos:

$$d_1=0.81; V_1=6.16; T_1=4.17; D_1=1.90$$

$$d_2 = 0.76; V_2 = 6.68; T_2 = 3.90; D_2 = 1.80$$

$$s_2 = 0.0557 \rightarrow \theta_2 = 3.19^\circ; L = 10.48; e = 0.15$$

Reemplazando en (4)

$$F = 1,065.24 + 3257.98 + 1,364.41 = 2,687.62 \text{ Kg}$$

$$F = 2.69 \text{ Tn}$$

Calculo del factor de seguridad al deslizamiento:

$$\frac{W \times \cos \theta_2 \times 0.35}{F} \quad (5)$$

Datos:

$$F = 2.69 \text{ Tn}$$

$$W = 58.17 \text{ Tn}$$

$$\theta_2 = 3.19^\circ$$

Reemplazando en (5)

$$\frac{58.17 \times 0.998 \times 0.35}{2.69} = 7.55$$

Por lo tanto la estructura no necesita anclajes

c. Calculo de la fuerza de deslizamiento al inicio del tramo III de la rápida (1^{er} paño):

$$F = F_V + F_P + F_W \quad (4)$$

Para: $Q = 11 \text{ m}^3/\text{s}$ y $n = 0.010$ (ver corrida - Tabla N° 5 - III del Anexo 04)

Datos:

$$d_1 = 0.55; V_1 = 10.88; T_1 = 3.15; D_1 = 1.60$$

$$d_2 = 0.55; V_2 = 10.88; T_2 = 3.15; D_2 = 1.60$$

$$s_3 = 0.0345 \rightarrow \theta_3 = 1.98^\circ; L = 11.27; e = 0.15$$

Reemplazando en (4)

$$F = 0 + 0 + 497.20 = 497.20 \text{ Kg}$$

$$F = 0.50 \text{ Tn}$$

Calculo del factor de seguridad al deslizamiento

$$\frac{W \times \cos \theta_3 \times 0.35}{F} \quad (5)$$

Datos:

$$F = 0.50 \text{ Tn}$$

$$W = 46.81 \text{ Tn}$$

$$\theta_3 = 1.98^\circ$$

Reemplazando en (5)

$$\frac{46.81 \times 0.999 \times 0.35}{0.50} = 32.73$$

Por lo tanto la estructura no necesita anclajes

3.2.5.9 Verificación al efecto de Tubificación

Por el Método de Percolación de Lane

$$C = \frac{L}{H}$$

Dónde:

C = Factor de Percolación

L = La tercera parte de la longitud horizontal de percolación

H = Carga efectiva

La relación de flujo para la Grava media (Material de cimentación de la rápida) C = 3.5
 (Ver Tabla N° 7 – III del Anexo 04)

a. Verificación al Efecto de Tubificación: Tramo I

Datos: (de la corrida - Tabla N° 5 - III del Anexo 04)

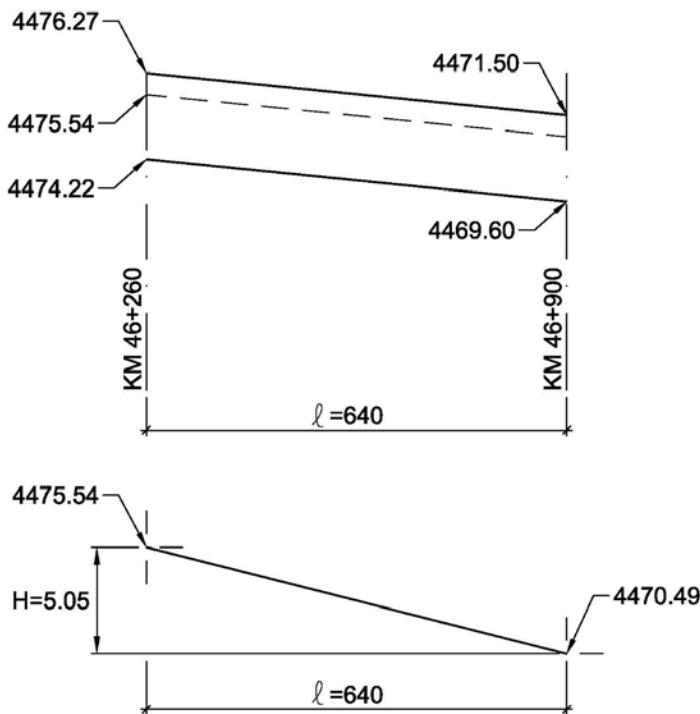


Figura N° 21: Esquema para verificación al efecto de tubicación al tramo I

Por lo tanto

$$L = I/3 = 640/3 = 213.33 \quad C = 213.33/5.05 = 42.18$$

$$L \geq C \times H \quad C = 3.5 \text{ (Grava media)}$$

$$213.3 > 3.5 \times 5.05 = 17.675$$

Por lo tanto en el primer tramo no se produce tubificación

b. Verificación al Efecto de Tubificación: Tramo II

Datos: de la corrida en la Tabla N° 5 - III del Anexo 04

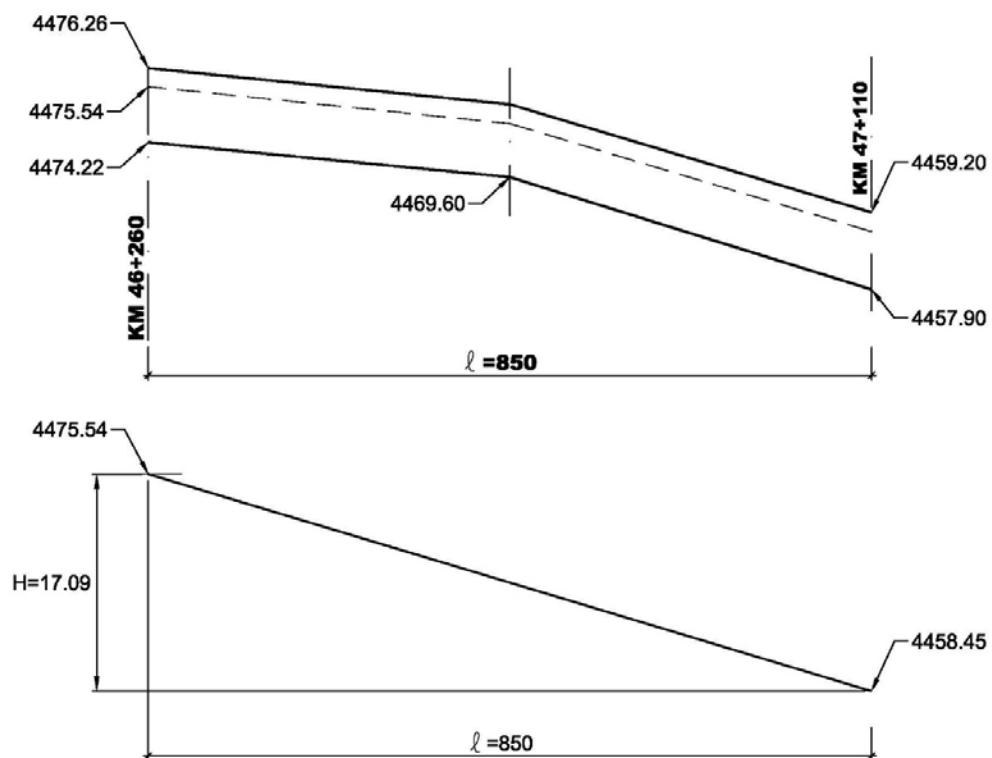


Figura N° 22: Esquema para verificación al efecto de tubicación al tramo II

$$l/3 = 850/3 = 283.33 \quad C = 283.17/17.09 = 16.57$$

$$L \geq C \times H \quad C = 3.5 \text{ (Grava media)}$$

$$283.33 > 3.5 \times 17.09 = 170.90$$

$$283.33 > 170.90$$

Por lo tanto en el segundo tramo no se produce tubificación

c. Verificación al Efecto de Tubificación : Longitud Total de la Rápida

Datos: de la corrida en la Tabla N° 5 - III del Anexo 04

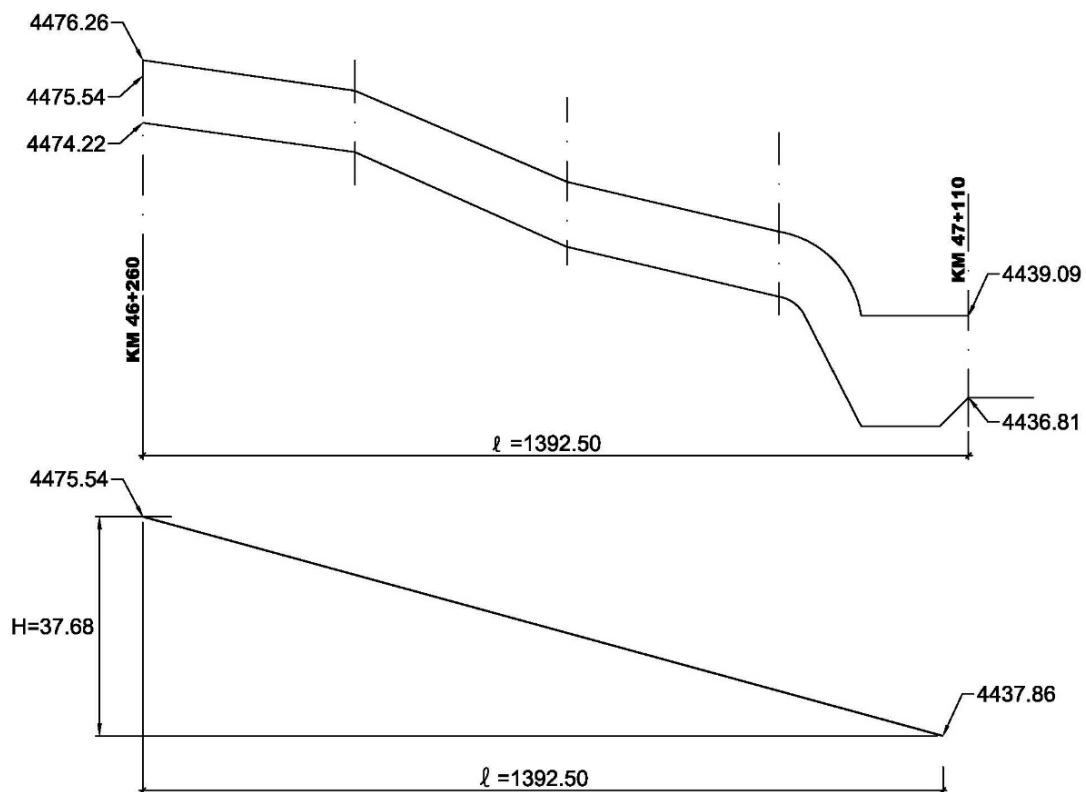


Figura N° 23: Esquema para verificación al efecto de tubificación al tramo III

$$L = I/3 = 1392.50/3 = 464.17 \quad C = 464.17/37.68 = 12.32$$

$$L \geq C \times H \quad C = 3.5 \text{ (Grava media)}$$

$$464.17 > 3.5 \times 37.09 = 131.88$$

$$464.17 > 131.88$$

Por lo tanto en la longitud total de la rápida no se produce tubificación.

3.2.5.10 Verificación de producción de Ondas

Se ha utilizado la metodología del U.S.B.R. en base al cálculo de los números de Vedernikov (V) y Montuori (M) y su comparación con valores límite.

$$\underline{V} = \frac{2}{3} x \frac{b}{W_p} x \frac{V}{\sqrt{g d \cos \theta}}$$

$$\underline{M}^2 = \frac{V^2}{g S L C O S \theta}$$

Dónde:

V = Es el número de Vedernikov

M = Es el número de Montuori

b = Es el ancho del fondo de la sección de la rápida (m)

d = es el tirante promedio del agua del agua en la sección de la rápida (área del prisma de agua/ancho superior del prisma de agua) (m)

g = Es la aceleración de la gravedad (9.81 m/s²)

L = Es la longitud del tramo bajo consideración (m)

S= Es la pendiente promedio del gradiente de energía, se obtiene de las corridas del perfil hidráulico.

V = Es la velocidad correspondiente al tirante d (m/s)

W_p= Es el perímetro mojado (m)

θ = Es el ángulo de la inclinación de la línea de gradiente de energía.

a.1 Análisis de Producción de Ondas para Q = 11m³/s y n = 0.010 (corrida de la Tabla

Nº 5 - III del Anexo 04), con 3 tramos: L₁ = 640 m; L₂ = 210 m y L₃ = 520 m.

Para el tramo I se tendrá: ver Figura Nº 4 del Anexo 04.

L₁ = 640 m

b = 1 m

Z = 1.5

d₁ = 1.32 m

d₂ = 0.89 m

T₁ = 4.96 m

T₂ = 3.67 m

$$A_1 = 3.93 \text{ m}^2$$

$$A_2 = 2.08 \text{ m}^2$$

$$A_1 / T_1 = 0.79 \text{ m}$$

$$A_2 / T_2 = 0.57 \text{ m}$$

$$d = 0.68 \text{ m}$$

$$A = 1.37 \text{ m}^2$$

$$V = 8.01 \text{ m/s}$$

$$E.G.ELEV.1 = 4475.941 \text{ m}$$

$$E.G.ELEV.2 = 4471.918 \text{ m}$$

$$SL_1 = 4.02 \text{ m}$$

$$S_1 = 0.006286$$

$$\theta = 0.36^\circ$$

$$W_p = 3.45 \text{ m}$$

$$\cos \theta = 0.999$$

$$d/W_p = 0.20$$

$$\tan \theta = 0.006$$

$$\underline{V} = \frac{2}{3} x \frac{b}{W_p} x \frac{V}{(g d \cos \theta)^{1/2}} = 0.60 \quad \underline{M}^2 = \frac{V^2}{g S L C O S \theta} = 1.62$$

Llevando estos resultados sobre la Figura N° 2 y 3 del Anexo 04, se obtiene un punto en la zona de flujo estable (sin ondas).

Para el tramo II se tendrá: ver Figura N° 4 del Anexo 04.

$$L_1 = 850 \text{ m}$$

$$b = 1 \text{ m}$$

$$Z = 1.5$$

$$d_1 = 1.32 \text{ m}$$

$$d_2 = 0.55 \text{ m}$$

$$T_1 = 4.96 \text{ m}$$

$$T_2 = 2.66 \text{ m}$$

$$A_1 = 3.93 \text{ m}^2$$

$$A_2 = 1.01 \text{ m}^2$$

$A_1 / T_1 = 0.79 \text{ m}$
 $A_2 / T_2 = 0.38 \text{ m}$
 $d = 0.59 \text{ m}$
 $A = 1.11 \text{ m}^2$
 $V = 9.95 \text{ m/s}$
 $E.G.ELEV.1 = 4475.941 \text{ m}$
 $E.G.ELEV.2 = 4464.504 \text{ m}$
 $SL_2 = 11.44 \text{ m}$
 $S_1 = 0.0134553$
 $\theta = 0.77^\circ$
 $W_p = 3.12 \text{ m}$
 $\cos \theta = 0.999$
 $d/W_p = 0.19$
 $\tan \theta = 0.013$

$$\underline{V} = \frac{2}{3} x \frac{b}{W_p} x \frac{V}{(g d \cos \theta)^{1/2}} = 0.88 \quad \underline{M}^2 = \frac{V^2}{g S L C O S \theta} = 0.88$$

De igual manera en la Figura N° 2 y 3 del Anexo 04, se obtiene un punto en la zona sin ondas.

Para el tramo III se tendrá: (ver Figura N° 4 del Anexo 04)

$L_1 = 1365 \text{ m}$
 $b = 1 \text{ m}$
 $Z = 1.5$
 $d_1 = 1.32 \text{ m}$
 $d_2 = 0.61 \text{ m}$
 $T_1 = 4.96 \text{ m}$
 $T_2 = 2.83 \text{ m}$
 $A_1 = 3.93 \text{ m}^2$
 $A_2 = 1.17 \text{ m}^2$
 $A_1 / T_1 = 0.79 \text{ m}$
 $A_2 / T_2 = 0.41 \text{ m}$

$$d = 0.60 \text{ m}$$

$$A = 1.14 \text{ m}^2$$

$$V = 9.63 \text{ m/s}$$

$$E.G.ELEV.1 = 4475.941 \text{ m}$$

$$E.G.ELEV.2 = 4445.316 \text{ m}$$

$$SL_3 = 30.625 \text{ m}$$

$$S_3 = 0.0224359$$

$$\theta = 1.29^\circ$$

$$W_p = 3.17 \text{ m}$$

$$\cos \theta = 0.999$$

$$d/W_p = 0.19$$

$$\tan \theta = 0.022$$

$$\underline{V} = \frac{2}{3} x \frac{b}{W_p} x \frac{V}{(g d \cos \theta)^{1/2}} = 0.83 \quad \underline{M}^2 = \frac{V^2}{g S L C O S \theta} = 0.31$$

De igual forma en la Figura N° 2 y 3 del Anexo 04, se obtiene un punto en la zona sin ondas.

b.1 Análisis de Producción de Ondas para $Q = 6 \text{ m}^3/\text{s}$ y $n = 0.010$ (corrida Tabla N° 4 - III del Anexo 04), con 3 tramos: $L_1 = 640 \text{ m}$; $L_2 = 210 \text{ m}$ y $L_3 = 520 \text{ m}$.

Para el tramo I: ver Figura N° 5 del Anexo 04.

$$L_1 = 640 \text{ m}$$

$$b = 1 \text{ m}$$

$$Z = 1.5$$

$$d_1 = 0.98 \text{ m}$$

$$d_2 = 0.67 \text{ m}$$

$$T_1 = 3.94 \text{ m}$$

$$T_2 = 3.00 \text{ m}$$

$$A_1 = 2.42 \text{ m}^2$$

$$A_2 = 1.33 \text{ m}^2$$

$$A_1 / T_1 = 0.61 \text{ m}$$

$$A_2 / T_2 = 0.44 \text{ m}$$

$$d = 0.53 \text{ m}$$

$$A = 0.95 \text{ m}^2$$

$$V = 6.32 \text{ m/s}$$

$$E.G.ELEV.1 = 4475.515 \text{ m}$$

$$E.G.ELEV.2 = 4471.308 \text{ m}$$

$$SL_1 = 4.21 \text{ m}$$

$$S_1 = 0.006573$$

$$\theta = 0.38^\circ$$

$$W_p = 2.91 \text{ m}$$

$$\cos \theta = 0.999$$

$$d/W_p = 0.18$$

$$\tan \theta = 0.007$$

$$\underline{V} = \frac{2}{3} x \frac{b}{W_p} x \frac{V}{(g d \cos \theta)^{1/2}} = 0.64$$

$$\underline{M}^2 = \frac{V^2}{g S L C O S \theta} = 0.97$$

Llevando estos resultados a la Figura N° 2 y 3 del Anexo 04 se obtiene un punto en la zona sin ondas.

Para el tramo II se tendrá: (Ver Figura N° 5 del Anexo 04)

$$L_1 = 850 \text{ m}$$

$$b = 1 \text{ m}$$

$$Z = 1.5$$

$$d_1 = 0.98 \text{ m}$$

$$d_2 = 0.40 \text{ m}$$

$$T_1 = 3.94 \text{ m}$$

$$T_2 = 2.19 \text{ m}$$

$$A_1 = 2.42 \text{ m}^2$$

$$A_2 = 0.63 \text{ m}^2$$

$$A_1 / T_1 = 0.61 \text{ m}$$

$$A_2 / T_2 = 0.29 \text{ m}$$

$$d = 0.45 \text{ m}$$

$$A = 0.76 \text{ m}^2$$

$$V = 7.93 \text{ m/s}$$

$$E.G.ELEV.1 = 4475.515 \text{ m}$$

$$E.G.ELEV.2 = 4462.864 \text{ m}$$

$$SL_2 = 12.65 \text{ m}$$

$$S_1 = 0.0148835$$

$$\theta = 0.85^\circ$$

$$W_p = 2.63 \text{ m}$$

$$\cos \theta = 0.999$$

$$d/W_p = 0.17$$

$$\tan \theta = 0.015$$

$$\underline{V} = \frac{2}{3} x \frac{b}{W_p} x \frac{V}{(g d \cos \theta)^{1/2}} = 0.96$$

$$\underline{M}^2 = \frac{V^2}{g S L C O S \theta} = 0.51$$

Llevando estos resultados a la Figura N° 2 y 3 del Anexo 04 se obtiene un punto en la zona sin ondas.

Para el tramo III se tendrá: (Ver Figura N° 5 del Anexo 04)

$$L_1 = 1365 \text{ m}$$

$$b = 1 \text{ m}$$

$$Z = 1.5$$

$$d_1 = 0.98 \text{ m}$$

$$d_2 = 0.45 \text{ m}$$

$$T_1 = 3.94 \text{ m}$$

$$T_2 = 2.34 \text{ m}$$

$$A_1 = 2.42 \text{ m}^2$$

$$A_2 = 0.74 \text{ m}^2$$

$$A_1 / T_1 = 0.61 \text{ m}$$

$$A_2 / T_2 = 0.32 \text{ m}$$

$$d = 0.47 \text{ m}$$

$$A = 0.80 \text{ m}^2$$

$$V = 7.51 \text{ m/s}$$

$$E.G.ELEV.1 = 4475.515 \text{ m}$$

$$E.G.ELEV.2 = 4443.886 \text{ m}$$

$$SL_3 = 31.63 \text{ m}$$

$$S_3 = 0.02317143$$

$$\theta = 1.33^\circ$$

$$W_p = 2.69 \text{ m}$$

$$\cos \theta = 0.999$$

$$d/W_p = 0.17$$

$$\tan \theta = 0.023$$

$$\underline{V} = \frac{2}{3} x \frac{b}{W_p} x \frac{V}{(g d \cos \theta)^{1/2}} = 0.87$$

$$\underline{M}^2 = \frac{V^2}{g S L C O S \theta} = 0.18$$

Llevando estos resultados a la Figura N° 2 y 3 del Anexo 04 se obtiene un punto en la zona sin ondas.

c.1 Análisis de Producción de Ondas para $Q = 2 \text{ m}^3/\text{s}$ y $n = 0.010$ (corrida de la Tabla N° 3 - III del Anexo 04), con 3 tramos: $L_1 = 640 \text{ m}$; $L_2 = 210 \text{ m}$ y $L_3 = 520 \text{ m}$.

Para el tramo I: ver Figura N° 6 del Anexo 04.

$$L_1 = 640 \text{ m}$$

$$b = 1 \text{ m}$$

$$Z = 1.5$$

$$d_1 = 0.56 \text{ m}$$

$$d_2 = 0.38 \text{ m}$$

$$T_1 = 2.67 \text{ m}$$

$$T_2 = 2.14 \text{ m}$$

$$A_1 = 1.02 \text{ m}^2$$

$$A_2 = 0.60 \text{ m}^2$$

$$A_1 / T_1 = 0.38 \text{ m}$$

$$A_2 / T_2 = 0.28 \text{ m}$$

$$d = 0.33 \text{ m}$$

$$A = 0.49 \text{ m}^2$$

$$V = 4.04 \text{ m/s}$$

$$E.G.ELEV.1 = 4474.974 \text{ m}$$

$$E.G.ELEV.2 = 4470.557 \text{ m}$$

$$SL_1 = 4.42 \text{ m}$$

$$S_1 = 0.006902$$

$$\theta = 0.40^\circ$$

$$W_p = 2.19 \text{ m}$$

$$\cos \theta = 0.999$$

$$d/W_p = 0.15$$

$$\tan \theta = 0.007$$

$$\underline{V} = \frac{2}{3} x \frac{b}{W_p} x \frac{V}{(g d \cos \theta)^{1/2}} = 0.68 \quad \underline{M}^2 = \frac{V^2}{g S L C O S \theta} = 0.38$$

Llevando estos resultados a la Figura: 2 y 3 del Anexo 04, se obtiene un punto en la zona sin ondas.

Para el tramo II: se tendrá (Ver Figura N° 6 del Anexo 04)

$$L_1 = 850 \text{ m}$$

$$b = 1 \text{ m}$$

$$Z = 1.5$$

$$d_1 = 0.56 \text{ m}$$

$$d_2 = 0.22 \text{ m}$$

$$T_1 = 2.67 \text{ m}$$

$$T_2 = 1.65 \text{ m}$$

$$A_1 = 1.02 \text{ m}^2$$

$$A_2 = 0.29 \text{ m}^2$$

$$A_1 / T_1 = 0.38 \text{ m}$$

$$A_2 / T_2 = 0.17 \text{ m}$$

$$d = 0.28 \text{ m}$$

$$A = 0.39 \text{ m}^2$$

$$V = 5.07 \text{ m/s}$$

E.G.ELEV.1= 4474.974 m

E.G.ELEV.2= 4460.597 m

SL₂= 14.38 m

S₁ = 0.0169141

θ = 0.97°

W_p= 2.00 m

Cos θ =0.999

d/Wp = 0.14

Tangθ = 0.017

$$\underline{V} = \frac{2}{3} x \frac{b}{W_p} x \frac{V}{(g \bar{d} \cos \theta)^{1/2}} = 1.02$$

$$\underline{M}^2 = \frac{V^2}{g S L C O S \theta} = 0.18$$

Llevando estos resultados a la Figura N° 2 y 3 del Anexo 04 se obtiene un punto en la zona sin ondas.

Para el tramo III se tendrá: (Ver Figura N° 6 del Anexo 04)

L₁ = 1365 m

b = 1 m

Z = 1.5

d₁ = 0.56 m

d₂ = 0.25 m

T₁ = 2.67 m

T₂ = 1.74 m

A₁= 1.02 m²

A₂= 0.34 m²

A₁ / T₁ = 0.38 m

A₂ / T₂ = 0.19 m

d = 0.29 m

A = 0.41 m²

V = 4.84 m/s

E.G.ELEV.1= 4474.974m

E.G.ELEV.2= 4442.161 m

SL₃= 32.81 m

S₃ = 0.02403883

$$\theta = 1.38^\circ$$

$$W_p = 2.04 \text{ m}$$

$$\cos \theta = 0.999$$

$$d/W_p = 0.14$$

$$\tan \theta = 0.024$$

$$\underline{V} = \frac{2}{3} x \frac{b}{W_p} x \frac{V}{(g d \cos \theta)^{1/2}} = 0.94 \quad \underline{M}^2 = \frac{V^2}{g S L C \cos \theta} = 0.07$$

Llevando estos resultados a la Figura N° 2 y 3 del Anexo 04, se obtiene un punto en la zona sin ondas.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 TRAZO Y SECCIÓN DE LA RÁPIDA

A partir de la poligonal abierta desde el eje del Túnel Jachacuesta (portal de salida), aguas abajo, hasta el punto más bajo de las pampas de Huamajalso, siendo este el inicio del bofedal (filtraciones que dan inicio al río Huamajalso) y las secciones transversales cada 20 m. tomadas en el eje del trazo, se presentan las coordenadas , ángulos y distancias en el Plano N° 02 – Rápida Jachacirca - Planta general y Perfil Longitudinal.

Debido a las condiciones topográficas, en el trazo definitivo de la rápida no se pudo evitar dos curvas, la primera con un ángulo de $11^{\circ} 23' 16''$ I. y el segundo con un ángulo de $05^{\circ} 40' 00''$ D., ubicados en el tramo inclinado I (KM 46+259.774 – KM 46+899.00), de menor pendiente ($s_i = 0.007217$) de la rápida.

Los criterios que se establecieron para definir el trazo de la rápida fueron:

- a) Aspectos de seguridad: dotar a la conducción , de adecuadas condiciones de seguridad, en especial en los tramos inclinados de mayor pendiente y la ubicación de la poza disipadora, es decir entre las progresivas KM 46+899.00 – KM 47+652.50.
- b) Reemplazar el canal existente, producto de las filtraciones originadas por la construcción del Túnel Jachacuesta, por una nueva conducción que garantice el comportamiento hidráulico y estructural de la misma.
- c) Aspectos Constructivos: tener en cuenta que durante la construcción de la rápida debe efectuarse el desvío de las filtraciones existentes.

Para efectos de comparación de la sección más económica de la rápida se ha simulado mediante el programa de cómputo "Water Surface Profile" del U. S. Bureau of Reclamation. Determinándose en el perfil longitudinal tres tramos: Tramo I de 639 m., el Tramo II de 210m., y el tramo III de 516 m. con las pendientes: $s_1 = 0.007217$, $s_2 = 0.0057$ y $s_3 = 0.0345$ respectivamente. Asimismo un cuarto tramo que comprende la trayectoria y la poza disipadora.

Para las comparaciones se establecieron las siguientes alternativas:

4.1.1 Alternativa de Sección Trapezoidal

Con talud $Z = 1.5$ con las variantes

$b = 1.00$ m., $b = 2.00$ m., $b = 3.00$ m. y Poza disipadora con las variantes

$b = 2.00$ m., $b = 3.00$ m. y $b = 4.00$ m.

Los resultados de la evaluación arrojan los siguientes costos (Ver Tabla N° 1 – IV y Figura N° 7 del Anexo 04)

Tabla N° 05: Resumen de costos comparativos en sección trapezoidal

ALTERNATIVA : SECCION TRAPEZOIDAL	COSTO S/.
TRAMO INCLINADO $Z = 1.5$	
$b = 1.00$ m.	1'630,297.31
$b = 2.00$ m.	1'767,343.27
$b = 3.00$ m.	1'897,121.89
POZA DISIPADORA $Z = 1.5$	
$b = 2.00$ m.	99,830.09
$b = 3.00$ m.	99,758.47
$b = 4.00$ m.	87,569.06

4.1.2 Alternativa de Sección Rectangular:

Con las variantes: $b = 1.00$ m., $b = 2.00$ m., $b = 3.00$ m. y Poza disipadora con las variantes: $b = 2.00$ m., $b = 3.00$ m. y $b = 4.00$ m.

Los resultados de la evaluación arrojan los siguientes resultados (Ver Tabla N° 1 - IV del Anexo 04)

Tabla N° 06: Resumen comparativo en sección rectangular

ALTERNATIVA: SECCION RECTANGULAR	COSTO S/.
TRAMO INCLINADO	
b = 1.00 m.	4'239,766.11
b = 2.00 m.	4'000,512.07
b = 3.00 m.	3'089,811.05
POZA DISIPADORA	
b = 2.00 m.	135,528.31
b = 3.00 m.	77,346.48
b = 4.00 m.	69,639.45

Después de haber determinado sus características hidráulicas y de construcción, para todos los casos con $Q = 11 \text{ m}^3/\text{s}$, se realizó el metrado de las partidas importantes como: movimiento de tierra, concreto reforzado, acero de refuerzo encofrado vertical, concreto para solados (Tabla N° 1 – IV del Anexo 04)

De los cuadros resúmenes de costos directos de cada alternativa, ejecutados con precios unitarios de Noviembre del 2009 se concluye que la rápida con tramos inclinados de sección trapezoidal con talud $Z = 1.5$ y $b = 1.00 \text{ m.}$, con poza disipadora de sección rectangular es la alternativa escogida para el diseño de la Rápida Jachacirca.

4.2 CRITERIOS DE DISEÑO

4.2.1 Aspectos Geológicos - Geotécnicos

Los aspectos geológicos-geotécnicos, que son de interés para la elaboración de los diseños definitivos, son los siguientes:

- En tramos donde la caja se excave en suelo, se adoptará un talud de excavación de 1.5:1
- Se han encontrado suelos con peligro de licuefacción o colapso por lo tanto por lo tanto es necesario mejorar la cimentación de la rápida mediante el remplazo por material granular (filtro)
- El revestimiento podrá fabricarse con cemento normal tipo I, ya que no se han encontrado contenido de sales totales, cloruros o sulfatos que restrinjan su uso.
- para el diseño de las estructuras, se considera una capacidad de carga de 1 Kg/cm².

4.2.2 Aspectos Hidráulicos

Los cálculos hidráulicos de la rápida se hicieron en base a los niveles de agua proporcionados por el Proyecto Especial Pasto Grande.

Nivel de agua Km 46+245.674 4475.62 m.s.n.m.

Nivel de agua Km 48+000.000 4436.46 m.s.n.m.

A partir del caudal $Q = 10 \text{ m}^3/\text{s}$ suministrado por la Dirección de Estudios, se ha considerado $1\text{m}^3/\text{s}$ más como consecuencia de los aportes producidos por filtraciones hacia el túnel Jachacuesta. Determinándose como caudal de diseño $Q = 11 \text{ m}^3/\text{s}$.

Con esta información se han determinado las características hidráulicas y de construcción de los tramos de conducción (Ver Tabla N° 2 - IV del Anexo 04)

El procedimiento de diseño de la rápida Jachacirca fue el siguiente:

1., Se determinó la entrada a la rápida mediante el diseño de una transición, Km 46+254.774 – Km 46+259.774, que pasa de una sección rectangular a la sección trapezoidal, para proporcionar un control aguas arriba, en el canal de sección rectangular.

2. Se calculó la gradiente de energía en el inicio de la sección de la rápida para determinar la sección de control, que asegure el flujo subcrítico aguas arriba de la sección de la rápida.

3. Se calculó las variables de flujo en la sección de la rápida, se determinó la altura de los muros en los tramos inclinados utilizando el valor de Manning $N = 0.018$, mediante la simulación del escurrimiento utilizando el programa de cómputo del U.S. Bureau of Reclamación (Ver Tabla Nº 6 – III del Anexo 04)
4. Se diseñó la trayectoria en el Km 46+899.00 – Km 46+901.00, la curva en el Km 47+108.942 – Km 47+111.058, la transición en el Km 46+625 – Km 46+630 para pasar de la sección trapezoidal a la sección rectangular y la trayectoria de entrada a la poza en el Km 47+630 – Km 47+640 de la rápida.
5. Se diseñó la poza disipadora Km 47+ 47+640 – Km 47+652.50, determinándose que con la poza de sección rectangular de base $b = 3.00\text{m}$. y con el nivel 44.35.04 m. s. n. m. se logra equilibrar los niveles de energía.
6. Se revisó para la operación adecuada, para los caudales $Q = 6 \text{ m}^3/\text{s}$ y $Q = 2 \text{ m}^3/\text{s}$ (Ver Tabla Nº 3 – III y 4 – III del Anexo 04)
7. Se calculó la longitud de la poza y la altura de los muros la poza utilizando los parámetros hidráulicos de la simulación con el coeficiente de rugosidad de Manning $N = 0.010$. Determinándose que la poza corresponde al tipo de poza disipadora de energía para números de Froude mayores de 4.5, cuando la velocidad de llegada no exceden los 15 m/s.(Ver Figura Nº 1 del Anexo 04)
8. Se diseñaron los bloques del piso de la poza y el umbral terminal (Ver Figura Nº 1 del Anexo 04)
9. Se diseñó la transición de salida Km 47+ 652.50 - Km 47+662.50, para pasar de la poza disipadora a la sección trapezoidal en el canal sin revestir, utilizando enrocado Asimismo se diseñó en el tramo de canal sin revestir, la sección de control terminal Km 47+932.50 - Km 47+893.52, de igual manera utilizando enrocado, para asegurar que el
10. tramo de canal sin revestir aguas arriba de esta sección de control, se encuentre el flujo en régimen subcrítico.
11. Se verificó la posible flotación de la poza disipadora por efecto de la subpresión.

- Considerando que el Nivel Freático se encuentra en el mismo nivel del fondo del canal sin revestir se determinó que no se produciría flotación.
- Considerando que el Nivel Freático se encuentra en el mismo nivel de la superficie del agua del canal sin revestir. Se determinó que se produciría flotación, razón por la cual se diseñaron lloradores en los muros de la poza disipadora por encima del canal sin revestir para impedir que se produzca el efecto de subpresión.

12. Verificación del resalto hidráulico: entre el inicio del canal sin revestir Km 47+662.50 y el Km 47893.52, y el inicio de la sección de control terminal. Determinándose que para los caudales $Q = 6 \text{ m}^3/\text{s}$ y $Q = 2 \text{ m}^3/\text{s}$, el resalto hidráulico se encuentra sumergido.

13. Verificación de la fuerza de deslizamiento: Se determinó mediante los parámetros hidráulicos obtenidos de la simulación del escurrimiento para el caudal $Q = 11 \text{ m}^3/\text{s}$ y el coeficiente de Manning $N = 0.010$, en los primeros paños de los tramos inclinados de la rápida no se produciría deslizamiento por efecto de la fuerza resultante. Razón por la cual no fue necesario el diseño de anclajes.

14. Verificación al efecto de tubificación : Mediante las relaciones de flujo según criterios de Lane (Ver Tabla Nº 7 – III del Anexo IV), para el primer tramo (Km 46+259.744 – Km 46+899) , los dos primeros (Km 46+259.744 – km 47+108.94) , los tres tramos inclinados y la poza disipadora (Km 46+259.744 – Km 47+625.50). Utilizando los parámetros hidráulicos obtenidos de la simulación del escurrimiento para el caudal $Q = 11 \text{ m}^3/\text{s}$ y el coeficiente de Manning $n = 0.010$. Se determinándose que no se produciría el efecto de tubificación , razón por la cual no fue necesario el diseño de pantallas interceptoras de flujo.

15. Verificación de la posibilidad de la producción de ondas: Mediante la metodología del U.S.Bureau Reclamación , en base al cálculo de los números de Vedernikov V y de Montuori M, con los resultados obtenidos de la simulación para los caudales $Q = 11 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q = 6 \text{ m}^3/\text{s}$ y $Q = 2 \text{ M}^3/\text{s}$,utilizando el coeficiente de Manning $N = 0.010$. Se determinó para los tramos entre los Km 46+259.744- km 46+899, Km 46+899 – km

47+108.942 y Km 47+108.942 – Km 47+108.942 – Km 47+625. , que no se produciría flujo inestable y pulsátil. (Ver Figuras N° 2 y 3 del Anexo 04).

4.3 DESCRIPCION DE LAS OBRAS PROYECTADAS

Las obras de la Rápida Jachacirca se inician en el portal de salida del Túnel Jachacuesta en la elevación 4,474.14 m.s.n.m. y terminan en la zanja sin revestir el cual descarga el bofedal que da inicio al río Huamajalzo a la elevación de 4,436.46 m.s.n.m.

La conducción se desarrolla a lo largo de 1,745 m. de longitud. Esta presenta diversos tipos de estructuras requeridas por las características hidráulicas impuestas principalmente por el desnivel de 38 m. que deben descender las aguas en una distancia relativamente corta.

La conducción cuenta en su margen izquierda, con un camino de servicio de 4.50 m de ancho, con afirmado de 0.20 m. de espesor y en la margen derecha con una berma de 1.00 m. de ancho. Asimismo paralelamente al camino de servicio y la berma corre en el sentido del flujo, una cuneta pluvial de sección triangular de concreto simple de 0.10m de espesor. Estas cunetas se inician en el portal de salida del túnel y entregan el agua, producto de las lluvias en la estructura de control por las dos márgenes mediante tuberías de concreto.

El tramo de concreto armado de esta conducción se apoya sobre un solado de concreto simple de 0.10 m. de espesor, la cual a su vez se encuentra cimentado sobre gravilla de 1 / 2” a 1” de diámetro en un espesor mínimo de 0.50 m de profundidad. Este material se utilizó como reemplazo del original, debido a que este es material de origen fluvoglacial, en el cual mediante los estudios geotécnicos se determinó el tratamiento del suelo, porque estos podrían presentar asentamientos o colapsar sobre todo en la progresiva 47+100 por presentar valores por debajo del valor crítico en el ensayo de S. P. T.

Partiendo desde aguas arriba, las obras pueden ser divididas en los siguientes tramos:

- Canal Rectangular
- Rápida
- Canal de descarga sin revestir
- Zanja sin revestir

4.3.1 Canal Rectangular: Km 46+245.674 – Km 46+254.774

El canal rectangular es una obra nueva entre el portal de salida del Túnel Jachacuesta y la transición de entrada de la rápida, tiene una longitud de 9.096 m., es de concreto armado de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ con muros y base de 0.20 m. de espesor, cimentado sobre material de reemplazo de 0.50 m de profundidad. La sección del canal rectangular tiene 2.80 m de base, muros de 2.15 m. de altura y pendiente del fondo de 0.2178 %, igual a la pendiente del túnel.

4.3.2 Rápida: Km 46+254.774 - Km 47+652.50

Todo este tramo de conducción es de concreto armado de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, sobre un solado de concreto simple. La Rápida Jachacirca tiene las siguientes estructuras:

- Transición de entrada: Km 46+254.774 - Km 46+259.774

Es una estructura tipo broken - back, divergente para prevenir la formación de ondas al pasar de la sección rectangular a la trapezoidal de la rápida, tiene 5.0 m. de longitud, con muros y base de 0.20 m. de espesor, el perímetro de la sección trapezoidal está cimentada sobre material de reemplazo con 0.50 m. de profundidad. La sección de la transición de entrada varía de la sección rectangular de base $b = 2.80 \text{ m.}$ a la sección trapezoidal de base $b = 1.0 \text{ m.}$ con talud $Z = 1.5$, variando también la altura de 2.15 m. en el canal rectangular a 2.05 m. en la sección trapezoidal. En el sentido del flujo el nivel del fondo sube 0.10 m. en la sección trapezoidal de la rápida.

- Tramos inclinados: Km 46+259.774 - Km 47+625.00

Esta conducción tiene sección trapezoidal de base constante $b = 1.0 \text{ m.}$ y talud $Z = 1.5$, que une la transición de entrada de la rápida con la transición de entrada a la poza disipadora, tiene 365.226 m. de longitud total, cimentada en todo su perímetro trapezoidal exterior sobre material de reemplazo con 0.50 m. de profundidad. El tramo inclinado consta de tres tramos:

Tramo I: tiene pendiente de fondo $s = 0.72 \text{ %}$, con 0.10 m de espesor en toda su sección. Este tramo tiene 68 paños de 9.10 m. y 2 paños de 10.21 m., variando la profundidad de la sección trapezoidal de 2.05 m. a 1.90 m. en el sentido del flujo. La base del tramo I se une con la base del tramo II mediante una trayectoria parabólica de 2.0 m. de longitud.

Tramo II: Con pendiente de fondo $s = 5.57\%$, tiene 0.15 m. de espesor en toda su sección. Este tramo tiene 21 paños de 9.10 m y 2 paños de 11.27 m., variando la profundidad de la sección trapezoidal de 1.90 m. a 1.60 m. La base del tramo II se une con la base del tramo III mediante una curva de 2.116 m. de longitud.

Tramo III: Con pendiente de fondo $s = 3.45\%$, tiene 0.15 m. de espesor en toda su sección. Este tramo tiene 54 paños de 9.10 m. y 2 paños de 11.27 m., la profundidad de la sección mide 1.60 m. y es constante en toda su longitud.

- Transición: Km 47+625.00 - Km 47+630.00

Esta estructura es de tipo broken - back, convergente, permite pasar de la sección trapezoidal del tramo inclinado a la sección rectangular de la trayectoria de entrada a la poza disipadora.

Tiene 5.0 m. de longitud, con muros y base de 0.20 m. de espesor, el perímetro exterior de la sección trapezoidal se encuentra cimentada sobre el material de reemplazo de 0.50 m. de profundidad. La altura de los muros de la transición varía de 1.60 m. a 1.40 m.

- Trayectoria y Poza disipadora de energía: Km 47+630 – Km 47+652.50

Esta estructura se inicia en la trayectoria parabólica, que es un tramo de sección rectangular de 3.0 m. de ancho, la trayectoria permite el paso desde una pendiente de 3.45 % en su inicio hasta una pendiente de 50 % de llegada a la poza sin que ocurra el despegue de la lámina vertiente y consiguientes efectos de cavitación.

La trayectoria está conformada por un paño de 10 m. de longitud, la base y los muros tienen un espesor de 0.20 m., cimentado sobre el material de reemplazo que varía de 0.50 m. hasta 4.0 m. de profundidad en el inicio de la poza.

La poza disipadora tiene 3.0 m. de ancho por 4.0 m. de altura y longitud de 8.0 m. Los muros laterales son de ancho variable de 0.20 m. en la parte superior y 0.40 m. en la base. La losa de la poza varía en su espesor de 0.40 m. en su inicio hasta 3.74 m. El final de la poza tiene un umbral terminal que tiene una altura de 1.77 m. de 50 por ciento de subida hasta el nivel de fondo del canal de descarga sin revestir. En la parte final de la poza tienen dos aletas de 6.79 m. de longitud, los muros de estas aletas varían de 4.40 m. hasta

0.80 m. de altura, el espesor varía de 0.20 m. en la parte superior hasta 0.50 m. en la base. Los muros tienen una zapata que varían de 0.40 m. a 0.25 m. de espesor y la altura varía de 2.50 m. hasta 0.70 m.

La poza lleva en el piso bloques de impacto diseñado de acuerdo a estándares del USBR para disipadores tipo II de longitud reducida. Al final de la poza el umbral terminal de 1.77 m. de altura permite producir una altura de agua suficiente para la producción del resalto hidráulico.

Se recomienda que el relleno en los lados posteriores de los muros se mantenga en las cotas o alturas indicadas en los planos; siendo conveniente además que el relleno se haga simultáneamente en ambos lados.

4.3.3 Canal de Descarga sin Revestir: Km 47+652.50 - Km 47+853.92

Luego de la poza, el flujo a un régimen sub crítico en el canal de descarga sin revestir, el cual tiene una longitud total de 201.42 m. Este canal de sección trapezoidal, tiene una profundidad de 2.80 m con ancho de base $b = 3.0\text{ m.}$, talud $Z = 3$ y 0.1% de pendiente de fondo. Este tramo de conducción se inicia en la transición de salida de la poza disipadora y termina en la estructura de control terminal.

- Transición: Km 47+853.92 – Km 47+863.92

Esta estructura de enrocado permite unir la poza disipadora de energía con el canal de descarga sin revestir, tiene una longitud de 10.0 m., de sección trapezoidal con una profundidad 2.10 m., talud $Z = 3$, el ancho de la base $b = 3.0\text{ m.}$ El espesor del enrocado es de 0.50 m. de espesor. Todo el perímetro exterior de la sección trapezoidal enrocada está sobre grava arenosa de 0.50 m. de espesor.

- Sección de control terminal: Km 47+832.50 – Km 47+853.92

Es un estructura de enrocado de 21.42 m. de longitud, de sección trapezoidal de 3.0m. de base, talud $Z = 3$ y 2.87 m. de profundidad. El enrocado tiene 0.50 m. de espesor y esta sobre grava arenosa de 0.50 m. de espesor en todo el perímetro de sección trapezoidal. Esta estructura tiene en la progresiva Km 47+842.50 una elevación sobre el fondo de sección trapezoidal, de 0.75 m. de altura, 1.0 m. de ancho en la base superior y taludes en ambos lados $Z = 5$. En el sentido del flujo, esto permite tener flujo en régimen sub crítico en todo este tramo de conducción.

4.3.4 Zanja si revestir: Km 47+852.92 - Km 48+000

Este tramo de conducción tiene sección trapezoidal, con ancho de base $b = 3.0$ m. Talud $Z = 3$, altura variable y pendiente de fondo de 0.1 %. Esta zanja termina en el bofedal, donde inicia del río Huamajalzo.

4.4. PRESUPUESTO DE LA OBRA

4.4.1 Metrados

Para el metrado de esta obra se ha adoptado los siguientes criterios:

4.4.1.1 Obras Preliminares y Obras Provisionales

Las partidas consideradas son las siguientes:

- Movilización y desmovilización
- Campamento provisional
- Construcción de caminos de acceso
- Mantenimiento de caminos de acceso

4.4.1.2 Movimiento de Tierras

El movimiento de tierra comprende a su vez el corte y el relleno y se mide en m^3 , se calcula mediante el método de las áreas medias. Además se han considerado otras partidas complementarias. Las partidas ejecutadas son las siguientes:

- Excavación masiva en material saturado
- Excavación de caja de canal material suelto
- Excavación para estructuras en material suelto
- Relleno compactado con material transportado
- Relleno con filtro
- Relleno para afirmado
- Relleno compactado para estructuras
- Enrocado para obras de arte
- Relleno grava arenosa para obras de arte
- Bombeo de agua.

4.4.1.3 Concreto y Otros

Las partidas ejecutadas son las siguientes:

- Concreto simple $f'_c = 100 \text{ Kg/cm}^2$
- Concreto armado $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ para estructuras
- Mortero epóxico 3 mm de espesor
- Encofrado plano
- Acero de refuerzo $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$

4.4.1.4 Tubería y Misceláneos

- Tubería de concreto armado, $\varnothing=0.45 \text{ m}$
- Junta de construcción con tapajunta de 9"
- Junta de dilatación con tapajunta de 9"

La suma total del metrado para cada partida específica considerada se presenta en el resumen de metrados. (Tabla N° 3 – IV del Anexo 04)

4.4.2 Análisis de Precios

4.4.2.1 Salario de Mano de Obra

Las remuneraciones de los trabajadores de construcción civil vigente desde Junio del 2,016, ascienden a S/. 20.07 y S/. 16.47 diarios para operario y oficial, respectivamente. (Tabla N° 4 – IV del Anexo 04)

En cuanto al peón, el salario diario de este asciende a S/. 14.81

4.4.2.2 Precios de los Materiales de Construcción y Equipo

En la Tabla N° 5 – IV del Anexo 04, se muestran los precios de los materiales de construcción y el alquiler de equipo, respectivamente; los mismos que corresponden a precios sin la inclusión de fletes.

4.4.2.3 Análisis de precios Unitarios

El cálculo de los precios unitarios de las partidas específicas descritas en los ítem 5.1.1., 5.1.2, se muestran en la Tabla N° 6 – IV del Anexo 04.

4.4.3 Presupuesto

El presupuesto para la construcción de la rápida Jachacirca a precios de Diciembre del 2,016, asciende a S/. 6'984,748.49 (Ver Tabla N° 3 – IV del Anexo 04)

4.4.4 Especificaciones Técnicas

Las especificaciones para la construcción de las obras de la rápida Jachacirca se describen en el Anexo I.

4.4.5 Cronograma de Avance de Obra

El cronograma de avance de obra ha sido elaborado de acuerdo a los principios básicos de la programación de obras; para esto se ha seguido un procedimiento analítico y que ha permitido calcular:

- El rendimiento de la mano de obra.
- Tiempo de ejecución de cada actividad por unidad de producción, cuantificando para una brigada de trabajo.
- El tiempo total de ejecución de cada actividad para el número de brigadas utilizadas en la obra y en todos los frentes.
- Demanda de mano de obra calificada para la ejecución de las obras.

Con la información cuantificada se efectuó el análisis de la demanda y oferta de mano de obra y teniendo en cuenta los costos de los jornales, se decidió los tiempos de ejecución de las actividades elaborándose el cronograma de avance de obra que se muestra en la Figura N° 8 del Anexo 04.

V. CONCLUSIONES

El diseño hidráulico de la Rápida Jachacirca permite concluir lo siguiente:

1. A lo largo de los tres tramos inclinados de la sección trapezoidal de la rápida, se garantiza que no se presentará flujo instable, a pesar de pose una gran longitud, de contar con dos ángulos horizontales y tres tramos inclinados con pendientes suaves.
2. La poza diseñada, controla el resalto hidráulico y no tiene problemas de flotación por efecto de la subpresión, debido a la presencia del nivel freático elevado.

VI. RECOMENDACIONES

En el diseño hidráulico de este tipo de estructuras se recomienda:

1. En lo posible el trazo de la conducción no debe tener curvas horizontales.
2. Se recomienda que en otros estudios similares se deben desarrollar todas las verificaciones realizadas en la presente tesis.

VII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 AMSA Consultores.(1993).Remodelación y Ampliación del canal Huamajalso – Diseño Definitivo de la rápida Jachacirca y Ampliación de la Rápida Chilligua. Informe final. Moquegua. 42 p.
- 2 AMSA Consultores.(1993).Criterios de Diseño Estructural.Moquegua.40 p.
- 3 Arteaga.E.(2008). Presas Derivadoras.6 p
- 4 BUREAU OF RECLAMATION.(1974).Manual de Tierras. Madrid - España.800 p.
- 5 BUREAU OF RECLAMATION.(1978).Design of Small Canal Structures. Denver Colorado U.S.A.435 p.
- 6 BUREAU OF RECLAMATION.(1987).Design of Small Dams. U.S. Washington DC. 860 p.
- 7 GEOTÉCNICA S.A.(1993).Investigaciones Geoténicas Complementarias – Canal Pasto Grande – Rápida Jachacirca.1993. Informe Final. Moquegua.313 p.
- 8 Servicios de Ingeniería S.A.(1992).Complementación y Actualización del Estudio de Factibilidad del Proyecto Agro energético Pasto Grande. Volumen 1. Moquegua.57 p.
- 9 VEN TE CHOW.(1982). Hidráulica de los Canales Abiertos .México D.F.667 p.

ANEXO 01:
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ESPECIFICACIONES TECNICAS

1. GENERALIDADES

1.1 Normas Técnicas y Requisitos a adoptarse en la Construcción de la Obra

La construcción de la obra se efectuará en conformidad con las Especificaciones Técnicas, las que hacen referencia en las secciones pertinentes de las siguientes normas internacionales.

A.C. I. (American Concrete Institute)

U. S. B. R. (U. S. Bureau of Reclamation)

S. T. M. (American Society of Testing Materials)

Deberá además ser indispensable el cumplimiento de los Reglamentos, Códigos y Normas Nacionales vigentes necesarias para el tipo de obra a ejecutar.

Podrán adaptarse, previa aprobación de la Supervisión otras normas de aceptación internacional, siempre que se garantice la misma calidad de la obra.

1.2 Complementos de las Especificaciones

En el caso de obras complementarias y / o modificaciones al Proyecto, así como restaciones no previstas en las presentes Especificaciones y que fueran requeridas al Contratista durante el desarrollo de los trabajos, valdrán las disposiciones que el Supervisor dará en cada caso.

El supervisor tendrá la facultad durante el curso de la ejecución de las obras; modificar; complementar o adaptar a situaciones reales las presentes Especificaciones, con el fin de asegurar la mejor ejecución de los trabajos de acuerdo a lo previsto en las bases técnicas del Proyecto.

Cualquier modificación en los trabajos deberá ser cubierta por una orden de variación, aprobada por la Supervisión y refrendada por el P. E. P. G.

2. OBRAS PRELIMINARES

2.1 Objeto

El Contratista deberá construir, instalar y mantener las obras preliminares y temporales necesarias para la ejecución completa de los trabajos. Estos trabajos consistirán en lo siguiente:

- Suministrar y transportar al sitio de la obra todos los equipos de construcción necesarios: maquinaria, repuestos, utensilios y demás accesorios.
- Construir y mantener los accesos necesarios a los frentes de trabajo.
- Construir las instalaciones provisionales tales como: depósitos, talleres, sitios de alojamiento y cualquier otra instalación requerida por la obra.
- Instalar los equipos, maquinarias, etc. En el lugar de su utilización.
- Construir, mantener y operar los campamentos para el personal de obra, mientras dure la ejecución de ésta.
- Limpiar todas las áreas que fueron ocupadas durante la construcción de la obra.

2.2 Instalaciones Provisionales

Es obligación del Contratista, el suministro, mantenimiento y operación de todas las instalaciones provisionales y la zona de trabajo, deben tener la capacidad suficiente y necesaria para garantizar la mayor calidad posible de ejecución de la obra.

El Contratista deberá dotar a sus instalaciones provisionales según sea el caso, de los correspondientes servicios de suministro de agua, electricidad, instalaciones sanitarias, disposición de aguas servidas, etc.

2.3 Ubicación de Instalaciones Provisionales

Para la ubicación de las instalaciones provisionales, el Contratista podrá utilizar las áreas perimétricas indicadas y aprobadas por el supervisor, debiendo para tal fin habilitar dichas áreas sin causar daño a las laderas interesadas.

Los planos para las instalaciones provisionales, que el Contratista pretende construir, serán sometidas para la aprobación del Supervisor antes de su construcción.

2.4 Oficinas de Campo

El Contratista deberá construir y mantener dentro del área de la obra: oficinas adecuadas, áreas de alojamiento y servicios generales, para el personal de la Supervisión y PEPG, en número suficiente, los que deberán tener el confort requerido para el mencionado nivel jerárquico.

2.5 Abastecimiento de Agua

El Contratista deberá construir todas las captaciones de agua requeridas para la obra y el sistema de abastecimiento de agua que será adecuado para el uso doméstico y para el empleo en la construcción.

El agua utilizada para el consumo doméstico deberá estar libre de contaminación, y cumplir con los requisitos de agua potable del Ministerio de salud Pública.

El agua utilizada para las obras, abarca todos los frentes de trabajo e instalaciones provisionales, de tal manera de asegurar en todo momento suficiente presión y volumen de agua para las necesidades de la obra, (perforación, lavado de roca, inyecciones, preparación de concreto, etc.).

2.6 Evacuación de Desagüe

El Contratista construirá las instalaciones de desagüe, necesarios para los campamentos, talleres y otras áreas de conformidad con los reglamentos locales; los planos para el sistema de desagüe deberán ser aprobados por la Supervisión antes de su construcción.

2.7 Caminos de Acceso a los Frentes de trabajo

El Contratista construirá los caminos de acceso permanentes posibles que pudieran necesitarse para llegar a los frentes de trabajo.

Los trazos de estos caminos deberán ser estacados en el campo por el Contratista. La construcción de los caminos no se iniciarán antes que la ubicación, trazo, pendientes y secciones que sean aprobados por la Supervisión.

2.8 Suministro de Energía Eléctrica

El abastecimiento y distribución de energía eléctrica para las necesidades del Contratista en la obra, para la construcción, funcionamiento de talleres y campamentos, deberá conformar con el Código Eléctrico Nacional.

El Contratista podrá utilizar unidades Diesel en cada uno de los frentes de trabajo u otros sistemas que pueda proponer.

El Contratista suministrará los planos de sus instalaciones eléctricas al Supervisor para su aprobación, antes iniciar el trabajo.

2.9 Alojamiento del Personal

El Contratista deberá proveer alojamiento adecuado a su personal que labora en la obra, así como el suministro eléctrico, agua e instalaciones sanitarias.

2.10 Equipos Básicos

El Contratista deberá tener en el sitio de la obra los equipos de construcción y maquinaria de capacidad suficiente, que garanticen la calidad posible de la ejecución de la obra, siendo responsable de la eficiencia y seguridad de ellos, (los cuales se enumeran a continuación).

- Excavadoras – cargadoras.
- Volquetes para el transporte de los materiales.
- Compresores de capacidad y número suficiente para los trabajos y con una unidad de reserva.
- Tanques de petróleo.
- Tubería de aire, y agua, en cantidad suficiente.
- Bombas para captación de agua.
- Mezcladoras de concreto.
- Grupos electrógenos, con sus unidades de reserva.
- Vibradores de Ø 3” en número suficiente con unidades de reserva.
- Afiladores de barrenos, stock de barrenos, herramientas, repuestos, etc.
- Motoniveladora.
- Bombas de concreto.
- Camiones y camionetas de servicio en número suficiente.
- Equipo de inyección.
- Cargadores frontales, etc
- Equipos de gunita.

El Contratista deberá presentar junto a su oferta, una lista completa de los equipos y maquinarias previstas por él, con las condiciones de sus sitios de utilización en la obra y sus características técnicas.

En el transcurso de los trabajos, el Contratista podrá solo cambiar un tipo o maquinaria por otro, previa autorización de la Supervisión. No podrá retirar de la obra cualquier equipo o maquinaria, antes de la terminación de los trabajos sin el consentimiento expreso y por escrito del Supervisor y refrendado por P. E. P. G.

2.11 Disposiciones para Medición y Pago de los Trabajos

Las presentes disposiciones tienen por objeto fijar la forma de medir los trabajos comprendidos en este capítulo, para fines de pago.

En los precios correspondientes a las partidas de las tablas de cantidades y precios, están incluidos materiales, mano de obra , leyes sociales , equipo, maquinarias y cualquier otro concepto necesario para la correcta y completa ejecución de los trabajos, en conformidad a las Especificaciones Técnicas.

Las obras preliminares y temporales se pagarán de acuerdo a las unidades indicadas en las partidas correspondientes y a los precios globales, para dicho efecto se harán las estimaciones progresivas del porcentaje de la obra ejecutada, hasta cubrir el monto total de cada partida.

En los precios de las obras preliminares y temporales están incluidos: el desmontaje de las instalaciones provisionales y la limpieza de todas las áreas que fueron ocupadas durante la construcción de la obra principal.

3. MOVIMIENTO DE TIERRAS EN SUPERFICIE

3.1 Generalidades

De acuerdo a las Especificaciones contenidas en este capítulo, el Contratista tendrá que aplicarlas para la ejecución de todas las excavaciones en superficie, las previstas en los planos o como se ordene por la Supervisión.

Las excavaciones serán efectuadas según los ejes, rasantes y niveles indicados por los planos, según indique el Supervisor y éstas se llevarán a cabo con medios apropiados, elegidos por el Contratista en forma y dimensiones aprobadas por la Supervisión.

Las condiciones que se encuentren durante la excavación podrá requerir la variación de las líneas de excavación de diseño indicadas en los planos. El Supervisor podrá por lo tanto establecer nuevos ejes, gradientes y niveles para la excavación difieren de los indicados en los planos.

La excavación excesiva o la sobre excavación efectuada por el contratista por cualquier motivo o razón, a excepción de la que sea ordenada por la Supervisión será por cuenta del Contratista. Toda sobre excavación será rellenada donde se requiera para completar el trabajo de acuerdo a las instrucciones de la Supervisión, con materiales suministrados y colocados por cuenta del Contratista . Los cambios de niveles o líneas de excavación de aquellos indicados en los planos previa autorización de la Supervisión serán efectuados por el Contratista, y por estos trabajos adicionales al Contratista le será reconocido con los mismos precios unitarios.

3.2 Clasificación de las Excavaciones

Par los fines de medición, las excavaciones en superficie serán clasificados según el tipo de material excavado.

3.2.1 Clasificación según el Tipo de Material Excavado

- Excavación en roca fija.- La excavación en roca, consiste en la remoción de todos los materiales que no pueden ser removidos a mano, por pala mecánica, o por equipos de movimiento de tierras, sin continuos y sistemáticos disparos o voladuras, barrenos y acuñamientos.

La remoción de piedras o bloques de rocas individuales de más de un metro cúbico de volumen será clasificado como excavación en roca.

Cuando se encuentra material al que el Contratista quiera clasificar como excavación en roca, estos materiales deberán ser puestos al descubierto, cubicados y expuestos para hacer su correspondiente clasificación.

- Excavación en roca descompuesta.- La excavación en roca descompuesta consiste en la remoción de todos los materiales que pueden ser removidos a mano, pala mecánica o equipo pesado de movimiento de tierra de una capacidad menor de la de un Caterpillar D8 tractor con escarificador, sin tener que recurrir a disparos y acuñamientos , pero con uso adicional de pequeñas cargas explosivas; la remoción de piedras o bloques de rocas individuales de menos de 1 metro cúbico de volumen, será clasificada también como excavación en roca descompuesta.

El Contratista deberá proceder a la excavación de roca descompuesta después que este material haya sido examinado, cubicado y clasificado.

- Excavación en material suelto.- La excavación consiste en el levantamiento de todos los materiales que pueden ser removidos a mano, con excavadora, o con equipos de movimiento de tierras sin escarificar.

- El Contratista deberá proceder a las excavaciones en material suelto, después que haya procedido a la limpieza y al levantamiento de secciones transversales (cubicación).

3.3 Aviso a la Supervisión

El Contratista comunicará a la Supervisión cada vez que encuentre roca suelta o roca fija en la excavación.

Si el Contratista dejara de avisar a la Supervisión sobre la presencia de roca en las excavaciones, esta será medida y pagada como material suelto.

Corresponde a la Supervisión la labor de clasificación y valorización de los metrados ejecutados.

3.4 Prescripciones para Excavaciones en Roca

3.4.1 Uso de Explosivos

En el curso de las excavaciones en roca, los métodos y medios de almacenaje, transporte y utilización de los explosivos, tendrán que ser aprobados por el Supervisor.

El Contratista deberá tomar las medidas necesarias para no perjudicar la vida, o los bienes de terceras personas como también la seguridad de las obras.

El Contratista deberá observar todas las leyes y normas peruanas relativas al transporte, almacenaje y empleo de explosivos.

El explosivo se usará en cantidad y potencia tales que no cause exceso de fisuración o daños en la roca en proximidad de las líneas de excavación.

Particular cuidado se tomará al ejecutar explosiones en proximidad de rocas de cimentación, taludes de trincheras, y de la espalda talud abajo del canal, que podrían causar la disminución de su resistencia mecánica natural por causa de explosión dentro de las posibilidades prácticas.

La aprobación por parte del Supervisor de los métodos de explosión, de la cantidad y potencia de los explosivos no exime de su responsabilidad al Contratista en lo que se refiere a eventuales daños aportados a la obra y / o terceras personas debido al mal empleo de explosivos.

3.4.2 Excavación en Roca sin Explosivos

La excavación en las cercanías de estructuras de instalaciones existentes o donde sea expresamente requerido, serán ejecutadas sin empleo de explosivos.

No será admitido el empleo de explosivos a distancias tales que pongan en peligro las estructuras ya ejecutadas u otros tipos de instalaciones.

3.4.3 Prescripciones para Excavaciones en material Suelto

Las pendientes de los taludes de excavación serán determinadas para cada tipo de material. Cuando la excavación de las zanjas se deban ejecutar en materiales constituidos por detritos de ladera, se ejecutarán bermas de 3 m. de ancho por cada 10 m. de altura y los terrenos deberán ser regularizados.

Los bloques aislados de rocas que sobresalgan de los perfiles de los taludes de excavación de desmonte y el canal, podrán ser dejados en su posición original si el Supervisor lo aprueba.

3.4.4 Protección de las Excavaciones

a. Protección Provisional

El Contratista durante las excavaciones y hasta el momento que sean rellenados y / o revestidas, tomará todas las medidas técnicamente correctas y adecuadas con el objeto de asegurar la estabilidad de las superficies, empleando donde sea necesario, apuntalamiento y armadura, en cantidades suficientes para garantizar la seguridad del trabajo. La Supervisión podrá ordenar el empleo de armaduras adicionales a las ya empleadas por el Contratista, cuando juzguen que existen peligros para la seguridad de los trabajadores, o para la buena conservación de las obras permanentes.

Después de terminada la obra, deberá ser removida toda protección o armadura de carácter provisional que haya quedado en el sitio siempre y cuando la Supervisión no considere lo contrario.

3.4.5 Desagües

Durante el curso de las excavaciones, el Contratista tomará todas las medidas necesarias para evitar inundaciones y eliminar escurrimientos superficiales de agua que puedan dañar estructuras, producir derrumbes y obstruir áreas de trabajo y acceso. Las aguas de filtración de la Napa Freática o de manantiales que comprometen las excavaciones, serán eliminadas por medio de pequeños diques, canaletas de drenaje y si fuera necesario, por medio de bombas, descargándolas a una distancia tal que no se represe en el área de trabajo.

3.4.6 Descarga de Material de Excavación

El material de excavación será descargado generalmente talud debajo de las excavaciones ejecutadas, con el objeto de reducir en lo posible las operaciones de transporte, cuando no sea posible o por orden del Supervisor el material será transportado a lugares aprobados para las ampliaciones de áreas de trabajo y otras construcciones necesarias.

La descarga de los materiales se hará de modo tal que no estorbe el flujo de los cursos de agua naturales, drenajes y ubicándose de manera tal que no afecte la apariencia de la zona, ni el acceso u operación a las estructuras terminadas.

Si fuera necesario, estos depósitos serán nivelados y recortados a dimensiones razonables y en formas regulares

Para asegurar el drenaje e impedir la formación de aguas estancadas. Se establecerá precios compensatorios en caso de requerirse transporte, para eliminar el material siempre y cuando el Supervisor lo apruebe.

3.4.7 Derrumbes y Sobre – Excavaciones

Los derrumbes de materiales que ocurran en las obras y los ocasionados fuera de las líneas fijadas para las excavaciones, serán removidas y los taludes serán regularizados llenando si es necesario los vacíos, según disposiciones del Supervisor. La limpieza de los derrumbes será motivo de un acuerdo para fijar el precio compensatorio, siempre y cuando la causa de éstos (derrumbes) sean ajenas a la voluntad del Contratista y debidamente verificadas por la Supervisión.

El Contratista tomará las precauciones razonables para evitar el quebrantamiento de la roca, o derrumbe fuera de las líneas de excavación indicadas en los planos y aprobados por la Supervisión.

Cuando el derrumbe o sobre – excavación ocurra en una zona destinada a estar en contacto con el concreto o el revestimiento, los espacios dejados deberán ser rellenados con concreto de la misma calidad de la estructura en directo contacto.

3.5 Medición y Pago

Los materiales que se vayan a excavar en superficie se medirán de común acuerdo entre la Supervisión y el Contratista, mediante procedimiento topográficos tomando secciones transversales del terreno antes y después de la excavación, y se calculará los volúmenes en m³ entre las secciones y la línea de excavación teórica indicada en los planos o la ordenada por la Supervisión.

La valorización por m³ de excavación será reconocida al precio unitario de acuerdo a la clasificación del material, lo cual estará a cargo de la Supervisión.

3.6 Clasificación según el Tipo de Excavación

3.6.1 Excavación para Plataforma

Se entenderá por excavación para plataforma las partes de las excavaciones comprendidas entre la superficie del terreno natural o desmontado, según sea el caso, hasta el nivel del borde superior del prisma del canal; así como cualquier otro tipo de excavación que no sea definido específicamente como “excavación refine de caja de canal”, “excavación para estructura” o “excavación para zanja de drenaje o cuneta”.

El material extraído de estas excavaciones será colocado en las posiciones indicadas en los planos, o en donde lo indique el Supervisor, hasta una distancia no mayor de 500 metros. Asimismo este material podrá ser utilizado para la ejecución de los rellenos en caso de que se reúna las características requeridas a juicio del Supervisor.

3.6.2 Excavación de Caja de Canal

Bajo esta especificación se considera las operaciones de excavación de la caja de canal en cualquier tipo de material descrito, entendiéndose por ésta la parte del mismo, por debajo de la plataforma, en la cual quedará alojada la sección hidráulica, incluyendo el borde libre, hasta llegar a las secciones definitivas de corte de caja de canal o “prisma”. En esta especificación están también incluidos los trabajos de perfilado de los taludes y del fondo de la excavación y el acomodo del material de excavación en los taludes exteriores del terraplén, o donde lo indique el Supervisor hasta una distancia de 500 m.

El material extraído de la excavación se podrá utilizar en los rellenos previa autorización del Supervisor.

En caso de sobre – excavación de la caja del canal en material común y roca suelta, cualquier excavación menor y roca suelta, cualquier excavación menor de 0.50 m. será rellenada a cuenta del Contratista con concreto pobre.

Las sobre excavaciones mayores de 0.50 m. serán también llenadas por cuenta del Contratista con concreto o con relleno compactado que garantice las condiciones previstas en el diseño.

3.6.3 Excavación para Estructuras

Estos trabajos se refieren a la excavación que deberá realizarse para cimentación de estructuras, hasta los niveles indicados en los planos.

El método de excavación no deberá producir daños a los estratos previstos para cimentaciones, de forma tal que se reduzca su capacidad portante, o su densidad.

La profundidad y taludes de excavación se guiarán por las indicaciones del diseño. Estos sin embargo, estarán sujetos a las características que se encuentren en el subsuelo, debiendo ser aprobados en última instancia por el Supervisor.

La cimentación deberá estar limpia de todo material descompuesto y material suelto, raíces y todas las demás intrusiones que pudieran perjudicarla. En todo caso siempre es responsabilidad del Contratista proteger los cimientos contra daños de toda índole.

El acomodo de material excedente de la excavación que no sea utilizado para los rellenos de la estructura, se realizará en los taludes exteriores de la Rápida.

El Contratista deberá tomar las precauciones para mantener las excavaciones libres de agua y asegurar la estabilidad de los taludes.

Para la medición y pago se tendrá en cuenta la clasificación según el tipo de material excavado:

- Material suelto
- Material roca descompuesta
- Material roca fija

3.7 Uso de Explosivos y Voladuras

El Contratista observará todas las reglas y reglamentos referentes al manejo y uso de explosiones dados por las autoridades y que tengan justificación sobre este asunto. Antes de preparar las cargas para el disparo se izarán banderas rojas en las zonas en que se van las voladuras y por lo menos dos minutos antes del disparo se hará sonar una fuerte sirena. El momento en que se van a efectuar las voladuras será determinado con anticipación, con el fin de no interrumpir innecesariamente los demás trabajos.

Las voladuras no se harán a distancias menores de 30 m. de estructuras de concreto, parcial o íntegramente construidas.

Antes de ejecutar los disparos el Contratista obtendrá de la Supervisión la aprobación necesaria para tales trabajos.

La aprobación por la Supervisión no exime al Contratista de la responsabilidad de cuantos trabajos haga con los explosivos. Todo daño causados por los trabajos con explosivos será reparado por cuenta del Contratista.

Se implantará el Reglamento de Seguridad vigente en el Perú para las descargas de dinamita, fulminantes y empleo de explosivos, que deberá ser conocido por todo el personal que labora con ellos.

3.8 Disposiciones de los Materiales de Excavación

Si el material extraído de la excavación del canal, fuera apropiado para la construcción de otras obras, localizados en diferentes sitios, el Supervisor podrá ordenar al Contratista su transporte a la zona de utilización, a medida que se vaya efectuando la excavación o si lo estima conveniente su apilamiento en un lugar adecuado.

3.9 Rellenos

3.9.1 Descripción

El presente ítem contiene las Especificaciones Técnicas a ser aplicadas por el Contratista en la ejecución de las operaciones de explotación de canteras o áreas de préstamo, de preparación de las superficies de fundación, de formación y compactación de rellenos,

de conformidad con los planos y / las indicaciones del Supervisor.

3.9.2 Generalidades

Los rellenos tendrán que ser construidos según el trazo, alineamientos y secciones transversales, indicadas en los planos por el Supervisor.

El Supervisor tendrá la facultad de aumentar o disminuir el ancho de la fundación, o los taludes y ordenar cualquier otro cambio en las secciones de los rellenos, si lo juzga necesario, para mejorar la estabilidad de las estructuras o por razones económicas.

El Contratista deberá quitar el material de relleno que hubiera sido colocado fuera de los perfiles prescritos, si así ordenase el Supervisor.

3.9.3 Compactación de superficie

Una vez realizados los trabajos de “limpieza y desbroce”, e inmediatamente antes de colocar el material para el terraplén, la superficie sobre la cual se apoya el relleno compactado se preparará en función de la clase de material que se encuentre en la superficie de cimentación.

Si en la superficie de cimentación hubiera materiales terrosos, que al excavarse fueran clasificados como excavación común, la superficie se preparará humedeciéndola con agua, hasta 30 litros por m^2 y apisonándola con tres pasadas de vibradores, tipo “pata de cabra”, o con rodillo vibrador liso.

Si la superficie en la que se vierte el material estuviere con concreto deberá escarificarse previamente y humedecerse.

Si en la superficie de cimentación hubiere roca suelta o fija, la superficie se preparará regándola con agua, hasta 15 litros por m^2 de superficie.

La superficie rocosa en la que se vierte el material de relleno deberá estar húmeda.

3.9.4 Rellenos Compactados para canal

a. Descripción

Esta especificación se aplicará a los rellenos para canal revestido.

b. Materiales

Estos rellenos se construirán con los materiales provenientes de las excavaciones del canal o de las áreas de préstamo indicadas en los planos y / o aprobados por el Supervisor.

Todos los materiales adecuados para relleno compactado podrán usarse siempre y cuando no tengan limos, ramas de árboles, raíces de plantas, basura, etc.

El contenido de materia orgánica no podrá ser superior al 5 % y el material que pasa la malla Nº 40 tendrá un límite Líquido máximo de 40 % y un índice de plasticidad máximo de 10 %.

c. Colocación

El material será colocado una vez compactada la superficie de fundación en capas de espesor uniformes de 0.30 m. extendiéndolo y distribuyéndolo sobre la zona del terraplén, de cuadro a los alineamientos y cotas establecidas.

La superficie de la capa será horizontal y uniforme.

Antes de colocar cualquier capa, la compactación de la precedente tendrá que ser chequeada por el Supervisor y su superficie escarificada y humedecida superficialmente para aumentar la adherencia a la capa siguiente.

d. Compactación

La densidad (seca), de la fracción de suelo de material cohesivo compactado no deberá ser menor que el 95 % de la densidad máxima del Proctor Modificado.

En el caso de material granular la densidad relativa será superior al 80 %.

El óptimo contenido de humedad será obtenido en laboratorio para cada material de relleno a usarse. Antes de iniciar la compactación deberá verificarse que el material a usarse. Antes de iniciar la compactación deberá verificarse que el material a usarse en obra tenga un contenido de humedad con más o menos 2 % de tolerancia con respecto a la humedad óptima. La humedad deberá mantenerse uniforme en cada capa.

El traslape lateral de cada pasada del equipo de compactación no debe ser menor de 0.50 m En los casos en que fuera requerida o algún tipo de ensayo especial para el control del contenido de humedad y grado de compactación, éste será acordado con el Supervisor.

3.9.5 Clasificación de los Rellenos según la Procedencia del Material Compactado

a. Material Propio

Se denominará material propio al proveniente de las excavaciones del canal, el cual a medida que se vaya efectuando la excavación podrá ser colocado como relleno de berma o terraplén de canal en los tramos requeridos.

b. Material de Préstamo Lateral

Este material se refiere a los provenientes de las áreas establecidas en los planos situados paralelamente a la franja que ocupará el canal. Las áreas de préstamo lateral tendrán un ancho a definirse según la situación particular, habiéndose previsto primero la eliminación del material con vegetación, o material extraño si es que fuera necesario, para su posterior empuje con tractor para formar el terraplén del canal.

c. Material de Cantera

Se refiere a los materiales provenientes de áreas previamente seleccionados e indicadas en los planos de diseño y/o fijados por el Supervisor, empleados para rellenos compactados.

3.9.6 Rellenos sin Compactar

a. Descripción

Se usarán para conformar bordes de protección o donde le indiquen los planos y/o el Supervisor.

b. Material

Estará constituido por materiales provenientes de las excavaciones del canal.

c. Colocación

El material se colocará por “volquetadas” esparciéndolo según los alineamientos y normas establecidas. Las capas serán horizontales y uniformes.

d. Esparcido

Se espera que sólo sea necesario esparcir el material con equipo de arrastre y dispersión y no se establece ningún requisito en lo que se refiere a la compactación de estos

rellenos.

3.9.7 Rellenos para Estructuras

a. Descripción

Los rellenos se harán necesarios en todos aquellos lugares donde se hubiera erigido fundaciones o cualquier otra estructura en las cotas de cimentaciones abiertas, siempre que estos terrenos hayan de ser llenados hasta la altura indicada en los planos, o cuando las cotas de terreno son inferiores a aquellas que debe tener para la correcta ejecución de una estructura específica.

b. Material

Estos rellenos se construirán con materiales obtenidos de las excavaciones realizadas o de áreas de préstamo adecuadas, siempre y cuando no contengan ramas de árboles, raíces de plantas, arbustos, basura, materia orgánica, etc.

c. Colocación del Material y Compactación

El material se colocará en capas uniformes de 15 cm. distribuyéndolo sobre la zona a ser rellenada de acuerdo a los alineamientos y cotas establecidas.

La superficie de la capa será horizontal y uniforme. La compactación se efectuará con compactadoras manuales hasta alcanzar la densidad mínima de 95 % del Proctor Modificado para materiales cohesivos; y la densidad relativa para materiales granulares no será inferior al 80 %.

La tolerancia en la humedad del material será de $\pm 2\%$ respecto al contenido de humedad óptima del ensayo de Proctor Modificado.

d. Clasificación de los Rellenos para Estructuras según la Procedencia del Material

a1. Relleno Común para Estructuras

Se definen así los rellenos ejecutados con material que cumplan con las condiciones indicadas en el punto 4.9.7.2, provenientes de las excavaciones realizadas.

b1. Relleno para Estructuras con Material de Préstamo

Se define así a los rellenos ejecutados con materiales provenientes de las canteras indicadas en los planos de diseño y/o Supervisor.

Se empleará solo cuando las características del material proveniente de la excavación de la estructura no cumpla con lo exigido por las Especificaciones o requisitos.

3.9.8 Relleno con Afirmado

a. Descripción

En caso necesario, se colocará como capa de rodadura de camino de servicio de canal, para el mejoramiento de los caminos de acceso o nuevos o existentes, y/o en los lugares indicados por el Supervisor.

b. Material

Su procedencia será de las canteras aprobadas por el Supervisor.

c. Granulometría

La línea granulométrica deberá quedar dentro de los límites siguientes:

<u>Malla N°</u>	<u>Porcentaje que pasa</u>
-----------------	----------------------------

3"	100 - 100
1 ½"	100 - 70
1"	90 - 55
3 / 4"	80 - 45
3 / 8"	70 - 30
Nº 4	65 - 25
Nº 10	60 - 15
Nº 40	12 - 48
Nº 200	2 - 16

d. Límites de Atterberg

Límite líquido : 30%

Límite de plasticidad : 6% IP 9

e. Colocación y Compactación

El material se colocará en capas horizontales uniformes con un espesor de 0.20 m según los alineamientos y cotas establecidas o las indicadas por el Supervisor.

La densidad requerida será del 95 % del Proctor Modificado, con un porcentaje de variación de la humedad óptima entre -1% y +2%

3.9.9 Relleno de Grava Arenosa Natural sin Compactar

a. Descripción

Será utilizado en lugares indicados en los planos de diseño y/o aquellos lugares donde se necesita una protección contra la erosión del agua, indicadas por el Supervisor.

b. Material

Su procedencia será de las canteras indicadas en la Memoria Descriptiva, en los planos de diseño y los aprobados por el Supervisor.

c. Granulometría

La línea granulométrica debe quedar entre los siguientes límites:

<u>Malla Nº</u>	<u>Porcentaje que pasa</u>
3"	100 - 90
1 1 / 2"	100 - 66
1"	88 - 50
3 / 4"	80 - 40
3 / 8"	68 - 22
Nº 4	60 - 15
Nº 10	56 - 10
Nº 40	42 - 4
Nº 200	4 - 0

d. Colocación

El material será acomodado a mano en los lugares y espesores indicados en los planos.

3.9.10 Relleno de Grava Arenosa Natural Compactada

a. Descripción

Se usarán en los lugares indicados en los indicados en los diseños, generalmente como material de mejoramiento de la cimentación, en los casos donde así se requiera.

b. Material

Será de los lugares indicados en el punto 4.9.9.2

c. Granulometría

La línea granulométrica del material estará entre los límites indicados en el caso 4.9.9.3

d. Colocación y Compactación

El material será colocado en capas de 0.30 m. y será compactado hasta alcanzar una densidad relativa mínima de 80%.

3.10 Transporte de Material

3.10.1 Descripción

El precio unitario considera el transporte de 1 metro cúbico de material colocado final a la distancia de hasta 5 Km.

La medida del transporte será el producto del volumen del material colocado al final, en m^3 , por la distancia en Km. Más corta desde el centro de gravedad de la cantera o áreas de préstamo aprobadas, hasta el centro de gravedad del área de trabajo, a lo largo del camino de acceso aprobado ($m^3 \times Km$).

El transporte se clasifica en:

a. Transporte de Material Suelto

Incluye materiales para relleno común, arcilloso, impermeable. El factor de esponjamiento considerado es 1.2.

b. Transporte de Roca Descompuesta

Su factor de esponjamiento es 1.5.

c. Transporte de Roca Fija

Con un factor de esponjamiento de 2.00

4. CONCRETO EN SUPERFICIE

4.1 Descripción

Esta sección se refiere a las prescripciones técnicas requeridas para todas las construcciones de concreto incorporadas en las obras, tal como especifica en esta sección y como lo indican en los planos. Los trabajos incluyen el suministro de equipo, materiales y mano de obra necesarios para la dosificación, mezclado; transporte, colocación, acabado y curado del concreto; encofrados; suministro y colocación del acero de refuerzo y accesorios especificados.

4.2 Requisitos del Concreto

Los trabajos de concreto se ejecutarán de conformidad a las Especificaciones Técnicas, establecidas por los siguientes códigos y normas:

- Reglamento Nacional de Construcciones
- ACI 318.77 Building Code Requirements
- Concrete Manual – Bureau of Reclamation (Octava Edición)
- ASTM
- La calidad del concreto cumplirá con los requisitos de resistencia a la rotura (f'_c) especificada, y durabilidad establecidas en los planos.
- La resistencia especificada a la rotura a la compresión, en Kg/cm^2 , se determinará por medio de ensayos de cilindros estándar de 15 x 30 cm., fabricados y ensayados de acuerdo con la norma ASTM C-39, a los 7 y 28 días de edad. El número de muestras deberá ser fijada por el Supervisor.

4.3 Materiales

4.3.1 Cemento

El cemento Portland para todo el concreto, mortero debe cumplir con los requisitos de las Especificaciones ASTM C-150 Tipo I.

Se efectuarán pruebas de falsa fragua de acuerdo con las Especificaciones ASTM C-151.

El cemento se muestreará según el intervalo que indique el Supervisor. Cada muestra probada según disponga el Supervisor; por fineza, el tiempo de fragua, pérdida de ignición, resistencia a la compresión, contenido de aire, falsa fragua, análisis químico, incluyendo álcalis y composición. El porcentaje total de álcalis no será mayor del 0.6%.

Cada lote de cemento en bolsa será almacenado para permitir el acceso necesario para su inspección o identificación y adecuadamente protegido de la humedad. El cemento estará libre de grumos o endurecimientos debido a un almacenaje prolongado.

En caso que se encuentre que el cemento contiene grumos por haberse extendido el tiempo de almacenaje o contenga materiales extraños, el cemento será tamizado por una malla N° 100 estándar.

Cualquier volumen de cemento mantenido en el almacenaje por el Contratista por períodos superiores a los 90 días será probado por cuenta del Contratista antes de su empleo y si se encuentra que no es satisfactorio, no se permitirá su uso en la obra y el costo de nuevo del nuevo cemento será cubierto por el Contratista.

El Supervisor puede solicitar los certificados de pruebas de cemento en la fábrica en cualquier momento durante el progreso de la obra e indicar su conformidad sobre el acuerdo a lo que está recibiendo; sin embargo, la aceptación del cemento en planta, no elimina el derecho del Supervisor, de probar el cemento en cualquier momento durante la ejecución de la obra.

4.3.2 Agregados Finos (Arenas)

La arena para la mezcla del concreto y para sus usos como mortero “grout” será arena limpia, de origen natural, con un tamaño máximo de partículas de 3/16”. La arena consistirá de fragmentos de rocas, duros, fuertes, densos y durables, y deberá ser bien graduada. El porcentaje de material que pasa el tamiz N° 200 (Designación ASTM C-117) no excederá del 3 % en peso.

En la tabla I de esta especificación se señalan las características que deberá cumplir y los ensayos a efectuarse para la selección y empleo del agregado fino.

El agregado fino cumplirá con la norma ASTM C 33 – 78.

El porcentaje total de sustancias deletéreas no excederá del 2.5 % en peso.

El Supervisor muestreará y hará las pruebas necesarias para el agregado fino según sea empleado en la obra.

4.3.3 Agregado Grueso

El agregado para la mezcla del concreto consiste en tamaños de agregados comprendidos entre 3/16" y 3" de tamaño natural.

El agregado grueso para concreto será grava natural limpia o piedra triturada.

Los agregados gruesos consistirán de fragmentos de roca ígnea duros, fuertes, densos y durables, sin estar cubiertos de otros materiales.

El porcentaje total de sustancias deletéreas no excederá del 2.5 % en peso.

Los agregados gruesos deberán cumplir los requisitos de las pruebas siguientes, que pueden ser efectuadas por el Supervisor cuando lo considere necesario.

ASTM C – 33, C – 131, ASTM C – 88, ASTM – 127, C-289.

Los tamaños nominales para el agregado grueso serán los siguientes:

Nominal	Campo del tamaño	Porcentaje mínimo por peso retenido en Mallas indicadas
3 / 4"	3/16" a 3 / 4"	70% de 3 / 8"
1 1 / 2"	3 / 4" a 1 1 / 2"	30% de 1 1 / 4"
3"	1 1 / 2" a 3"	30% de 2 1 / 2"

El Supervisor muestreará y hará pruebas necesarias para el agregado grueso, según sea empleado en obra.

El tamaño máximo de agregado grueso a utilizarse en concreto para estructuras será de 2 1 / 2".

En la Tabla II de las presentes especificaciones se señalan las características que deberá cumplir y los ensayos a efectuarse para la selección y empleo del agregado grueso.

De encontrar que los agregados gruesos provenientes de canteras ubicadas en la zona del proyecto no cumplen con las especificaciones aquí exigidas; pero que, pruebas especiales o la experiencia, indican que producen concreto de la resistencia y durabilidad adecuadas, pueden ser utilizados con la autorización del Supervisor.

4.3.4 Agua

El agua que se emplea para mezcla y cuando del concreto estar 0 limpia y libre de cantidades dañinas de sales, aceites, ácidos, álcalis, materia orgánica o mineral y otras impurezas que, en la opinión del supervisor, puedan reducir la resistencia, durabilidad o calidad del concreto.

El agua no contendrá más de 250 ppm. Del ión cloro, ni mas de 250 ppm. De sales de sulfato expresados como SO₄. La mezcla no contendrá más de 500 mg. de sulfatos expresados como SO₄, incluyendo todos los componentes de la mezcla, con excepción de los sulfatos del cemento.

La cantidad total de sales solubles del agua no excederán de 1,500 ppm., las sales en suspensión no excederán de 1,000 ppm. Y las sales de magnesio, expresadas como Mg, no excederán de 150 ppm.

El agua para el curado del concreto no debe tener un pH mas bajo de 5.

4.4.5 Aditivos

El uso de aditivos en el concreto, tales como aceleraciones, endurecedores, productos para incorporación de aire, etc., pueden ser permitidos o requeridos por el Supervisor, cuando su empleo se justifique en la obra. En cada caso será necesario que el Supervisor indique por escrito la cantidad y tipo de aditivos que deben ser usados.

El Contratista someterá muestras de los aditivos propuestos para aprobación del Supervisor. El Supervisor puede necesitare pruebas de estas muestras en cualquier momento durante la ejecución de la obra.

Cuando se requiera o se permita el uso de aditivos, estos cumplirán con las normas apropiadas señaladas.

- Aditivos incorporadores de aire ASTM 260
- Aditivos aceleradores, retardadores o reducidores de agua ASTM 494
- Aditivos puzolánicos ASTM 618

Los aditivos tendrán la misma composición y se emplearán con las proporciones señaladas en el diseño de la mezcla. No se permitirá el empleo de aditivos que contengan cloruro de calcio en zonas en donde se embeban elementos galvanizados o aluminio.

4.4 Mezcla

4.4.1 Diseño y Proporción de Mezclas

El Contratista diseñará las mezclas de concreto de peso o volumen para cumplir con los requisitos de resistencia, durabilidad, impermeabilidad y buenas condiciones de todas las obras de concreto autorizadas.

El concreto terminado deberá tener la resistencia mínima a la compresión a los 28 días de vaciado que indica en el cuadro siguiente:

CLASE DE CONCRETO

Resistencia Kg/ cm ² f' c	Dosaje mínimo Cemento Kg/cm ³	Tamaño Máx. de agregado	Empleo
100	200	2"	Uso de soleras (estructura)
210	400	3 / 4"	Para estructuras armadas
210	350	1 / 2"	Mortero para estructuras.

El Contratista suministrará al Supervisor las proporciones de las mezclas, necesarias para cumplir con los requisitos de resistencia, durabilidad, impermeabilidad y buenas condiciones de todas las obras de concreto autorizadas. El supervisor podrá variar

las proporciones de la mezcla de tiempo, en tiempo, según sea necesario de acuerdo a las condiciones existentes.

Las proporciones de la mezcla no serán alteradas, salvo que cuenten con el consentimiento escrito del Supervisor. Los materiales propuestos para la fabricación de concreto serán seleccionados por el Contratista , con suficiente anticipación del tiempo en que serán requeridos en la obra y se entregarán al Supervisor. Los materiales propuestos para la fabricación de concreto serán seleccionados por el Contratista, con suficiente anticipación del tiempo en que serán requeridos en la obra y se entregarán al Supervisor muestras adecuadas de los materiales propuestos por lo menos 15 días anticipadamente al tiempo que serán empleados en la mezcla para la preparación del concreto.

Estas muestras serán en suficiente cantidad para permitir efectuar el número de pruebas que sea necesario para determinar la conveniencia y las proporciones de los materiales.

La determinación de la resistencia a la compresión a la compresión, en Kg/cm² se efectuará en cilindros de prueba de 6” x 12”, de acuerdo con el “Método Estándar de Pruebas para Resistencia a la Compresión de Cilindros Moldeados de Concreto”, designación ASTM C – 39.

El Contratista proporcionará facilidades aprobados para el muestreo del concreto. El Contratista podrá utilizar proporciones de mezcla que produzcan concreto de la misma calidad, pero con menor economía que las proporciones determinadas por el Supervisor; siempre y cuando se cuente con el consentimiento escrito del Supervisor y que cualquier resultado del aumento de costo proveniente de estos cambios sean por cuenta del Contratista.

Para un determinado contenido fijo de mortero, el contenido de agua de la mezcla será la mínima necesaria para producir concreto que tenga la consistencia deseada con mezcla eficiente, y el Contratista cooperará plenamente con el Supervisor en este aspecto. La expresión “consistencia “se utilizará de aquí en adelante para indicar la fluidez del concreto cuando este sea medido por prueba del asentamiento o “slump” (ASTM C - 143).

4.4.2 Mezclado

El Contratista proporcionará equipo de mezclado, del tipo de dosificación por lotes.

El equipo de dosificación proporcionará las facilidades adecuadas para medición exacta y control de cada uno de los materiales que componen la mezcla.

De preferencia se emplearán mezcladores que pesen los agregados que intervienen en la mezcla, así como el cemento será pesado con precisión de 1% por peso, o por bolsa. En este último caso, las bolsas serán de 42.5 Kilos netos y las tandas serán proporcionadas para contener un número entero de bolsas. Todos los agregados serán incluidos en la mezcla con una precisión de 2% en peso, haciendo la debida compensación para la humedad libre y absorbida que contengan los agregados.

El agua será mezclada por peso, volumen o medidas con una precisión de 1% de peso. Los aditivos serán incluidos en la mezcla según especifique el Supervisor.

La relación agua - cemento, no deberá variar durante las operaciones de mezcla por más de ± 0.02 de los valores indicados por el supervisor.

Cuando sea necesario cargar la en la mezcla los aditivos (incorporación de aire, químicos o cloruro de calcio), estos serán cargados como solución y dispersados automáticamente o por algún aditamento de medida.

Los aditivos (incorporación de aire, químicos o cloruro de calcio), estos serán cargados como solución y dispersados automáticamente o por algún aditamento de medida.

Los aditivos en polvo serán pesados o medidos por volumen según la recomendación del fabricante. La precisión de medida de cualquier aditivo estará dentro del 3%.

El tiempo de mezcla para cada tanda de concreto después de que todos los materiales, incluyendo el agua, se encuentren en el tambor, será no menor de 1.5 minutos para mezcladores de 1.5 yardas cúbicas de capacidad o menos, y no menor de 2 minutos para mezcladoras de más de 1.5 yardas cúbicas. El tiempo de mezcla será aumentado en 15" para cada yarda cúbica adicional o fracción de yarda cúbica. El tiempo de mezcla será aumentado si la operación de carguío y mezcla deja de producir una tanda uniforme.

La mezcladora girará a una velocidad uniforme por lo menos de doce revoluciones completas por minuto después de que todos los materiales, incluyendo el agua se encuentren en el tambor. Las mezcladoras no serán cargadas en exceso de su capacidad indicada. Cada tanda de concreto, será vaciado de la mezcladora antes de volver a cargar ésta, y el interior del tambor será mantenido limpio y libre de acumulación de concreto endurecido o mortero.

El tiempo de mezclado podrá prolongarse mas allá del período mínimo especificado, siempre y cuando el concreto no se convierta en una sustancia muy rígida para su colocación efectiva y consolidación, o no adquiera un exceso de finos debido a la acción moledora entre los materiales en la mezcladora. La variación de las mezclas con el aumento de agua adicional cemento, arena o una combinación de estos materiales estará prohibida.

Cualquier mezcla que por haberse mantenido durante mucho tiempo en la mezcladora, se haya convertido en muy densa para su colocación efectiva y consolidación, será eliminada. Cada mezcladora estará equipada con un aditamento operado mecánicamente de tiempo y señalización que indicará y asegurará la terminación del período necesario de mezcla y además contará las tandas.

Cuando se autorice el empleo de mezcladoras o camiones mezcladores de concreto, el equipo y los métodos a emplearse estarán sujetos a la aprobación del Supervisor . El concreto manufacturado de esta forma deberá cumplir en todo aspecto con las especificaciones y el uso del equipo de pesado y mezclado deberá conformar los requisitos de las especificaciones y el uso del equipo para la mezcla y transporte del concreto deberá conformar los requisitos de las especificaciones y el uso del equipo para la mezcla y transporte del concreto deberá cumplir con las partes aplicables en las especificaciones ASTM C – 94 “Especificaciones para Concreto Pre – Mezclado”.

El Supervisor podrá en cualquier momento reducir el tamaño de las tandas, ajustar la secuencia de mezclado, tiempo de mezclado y en general hacer todos los cambios que considere necesario para obtener concreto de la calidad especificada.

4.4.3 Transporte y Colocación del concreto

El concreto será transportado de la planta mezcladora al lugar de la obra en la forma práctica más rápida por métodos que impidan la separación o pérdida de ingredientes y en una manera que asegure que se obtenga la calidad requerida para el concreto.

El equipo de transporte será de un tamaño y diseño tal, que asegure el flujo continuo de concreto en el punto de entrega que sea aprobado por el Supervisor.

El equipo de conducción y las operaciones cumplirán con las siguientes especificaciones:

- a) Mezcladoras portátiles, agitadores y unidades no agitadoras y su forma de operación cumplirán con los requisitos aplicables de las “Especificaciones para Concreto Pre – Mezclado”.
- b) Los transportadores de faja serán horizontales o tendrán una pendiente tal, que impide la segregación o pérdidas. Se utilizará un arreglo especial en el extremo de descarga para impedir la separación.
- c) Las canaletas o “chutes” serán de metal o revestidos de metal y tendrán una pendiente que no exceda a uno vertical a uno horizontal y no menos de uno vertical a tres horizontal.
- d) Los equipos de bombeo o conducción neumática serán del tipo conveniente y adecuada capacidad de bombeo. El equipo será limpiado después del final de cada operación.

La conducción neumática será controlada para evitar la segregación en el concreto descargado.

Antes de vaciar el concreto, los encofrados y el acero de refuerzo deberá ser inspeccionados y aprobados por el Supervisor en cuanto a la posición, estabilidad y limpieza. El concreto endurecido y los materiales extraños deberán ser removidos de las superficies interiores de los equipos de transporte.

El encofrado deberá estar terminado y deberá haberse asegurado en sitio; los anclajes material para juntas de dilatación y otros materiales empotrados deberán estar en su lugar; y la preparación completa para el vaciado haber sido aprobada por el Supervisor.

No será permitido añadir agua a la mezcla de concreto, después de la descarga desde la mezcladora, sea durante la carga de la bomba, sea a la salida desde la tubería de transporte de concreto.

Las superficies de roca contra las que será colocado el concreto, serán limpiadas a chorro de aire – agua y estarán libres de aceites, desmonte, viruta, arena, arena, grava y fragmentos sueltos de roca y otros materiales o capas dañinas al concreto. El concreto no se vaciará en agua corriente o estancada y todas las filtraciones que aparezcan en los frentes rocosos contra los que se vaciará el concreto, serán controladas antes de iniciar el vaciado. No deberá efectuarse ningún vaciado de concreto hasta que la aprobación del Supervisor haya sido obtenida.

Todo el concreto deberá ser vaciado en la presencia del Supervisor.

El concreto deberá ser depositado lo más cerca posible de su posición de modo que el flujo se reduzca a un mínimo. Los “chutes” y canaletas se utilizarán para caídas mayores de 1.50 m. El concreto será vaciado a un ritmo tal, que todo el concreto de la misma tanda sea depositado sobre concreto plástico que no haya tomado su fragua inicial aún.

El concreto será efectuado en forma continua hasta la terminación del vaciado o en capas de un espesor tal, que ningún concreto que haya endurecido suficientemente como para causar la formación de vetas o planos de debilidad dentro de la sección. Si la sección no puede vaciarse en forma continua, se ubicarán juntas de construcción en las ubicaciones que se indiquen en los planos o que sean aprobados por el Supervisor. El vaciado será llevado a cabo a un ritmo tal, que el concreto fresco, sea todavía plástico. El concreto que se haya endurecido parcialmente o haya sido contaminado por sustancias extrañas no será depositado.

Los aditamentos en los encofrados serán retirados cuando el vaciado de concreto haya llegado a una elevación que indique que su servicio ya no sea necesario. Podrán permanecer empotrados en el concreto solo si son fabricados de metal o concreto y se haya obtenido la aprobación del Supervisor.

La colocación o vaciado de concreto en elementos apoyados no se iniciará hasta que el concreto vaciado anteriormente en las columnas y muros de apoyo deje de ser plástico.

El concreto será depositado tan cerca como sea posible de su posición final para evitar la segregación debido al manipuleo y flujo del concreto. El concreto no estará sujeto a ningún procedimiento que produzca segregación.

Ningún concreto se colocará dentro o a través de agua, salvo en casos muy excepcionales y previa aprobación escrita del Supervisor en cuyo caso el colocado se efectuará usando tubos trompa.

Todos los vaciados de concreto serán plenamente compactados en su lugar por medio de vibradores del tipo de inmersión aprobados , complementando por la distribución hecha por los albañiles con herramientas a mano, tales como esparcimiento, enrasado y apisonado, conforme sea necesario.

La duración de la vibración estará limitada al mínimo necesario para producir la consolidación satisfactoria sin causar segregación. Los vibradores no serán empleados para lograr el desplazamiento horizontal del concreto dentro de los encofrados. El propósito de la vibración es para asegurar que el concreto esté bien trabajando alrededor de los refuerzos de acero, de los materiales empotrados y de las esquinas de los encofrados, eliminando todos los bolsillos de aire o piedra, que puedan causar vacíos “cangrejeras” o planos de debilidad.

Los vibradores serán insertados y retirados en varios puntos, a distancias variables de 45 cm. A 75 cm. En cada inmersión la duración será suficiente para consolidar el concreto, pero no tan larga que cause la segregación, generalmente la duración estará entre los 5 y 15 segundos de tiempo. Se mantendrá un vibrador de repuesto en la obra durante todas las operaciones de concreto.

No se podrá iniciar el vaciado de una nueva capa antes de que la capa inferior haya sido completamente vibrada.

El Contratista, a solicitud del Supervisor someterá periódicamente los vibradores a pruebas de control.

4.4.4 Temperatura

El concreto, cuando es vaciado siempre deberá tener una temperatura mínima de 10 °C. Esto se logrará protegiendo cuidadosamente todos los materiales durante su transporte y almacenaje.

4.4.5 Juntas de Construcción para Estructuras

La ubicación de juntas de construcción se indica en los planos o serán señaladas por el Supervisor en la obra. Todo cambio en el tipo o ubicación de las juntas de construcción estará sujeto a la aprobación por el Supervisor.

Las juntas de construcción, tanto horizontales como verticales, serán limpiadas por medio de un arenado húmedo de todas las materias sueltas o extrañas para exponer partículas limpias de agregado grueso, las cuales serán lavadas con chorro de agua y aire inmediatamente antes de vaciar nuevas masas de concreto sobre estas juntas. Después de limpiar satisfactoriamente la superficie y lavarlas, las juntas horizontales de construcción serán cubiertas, cuando sea practicable, con una capa de mortero de aproximadamente 1 / 2" de grosor. El mortero será el mismo que el que se emplea en la mezcla del concreto, incluyendo arena y aditivos y omitiendo solamente el agregado grueso.

Las superficies de concreto sobre las cuales se deberá vaciar concreto y sobre las cuales se deberá adherirse el nuevo concreto y que se conviertan tan rígidas que no se pueda incorporar integralmente al concreto anteriormente vaciado sean consideradas como juntas de construcción.

El acero de refuerzo y malla soldada de alambre que refuerce la estructura será continuado a través de las juntas. Las llaves en el concreto y varillas de anclaje inclinadas serán construidas o colocadas según indique el Supervisor. Las llaves longitudinales tendrán por lo menos 1 1 / 2" de espesor y se efectuarán en todas las juntas de muros y entre muros y losas o zapatas.

4.4.6 Juntas de Dilatación

No se permitirá la continuación de acero de refuerzo y otros materiales de metal empotrados, adheridos al concreto, anclados en pisos, a través de las juntas de dilatación. El material de relleno premoldeado para juntas de dilatación será del tipo necesario de acuerdo a las especificaciones del proyecto (ASTM 1850 Especificaciones para material de relleno de juntas de dilatación preformado y para el tipo de masilla bituminosa)

4.4.7 Juntas de Construcción para Canales

La ubicación de las juntas de construcción deberán ser aprobados por el Supervisor antes de iniciarse el vaciado.

Al interrumpirse el vaciado, las superficies expuestas del concreto deberán protegerse

de la introducción de materias extrañas. Especial cuidado deberá ponerse para la colocación del concreto en la proximidad de los refuerzos, en las capas de recubrimiento entre los refuerzos, y el encofrado, para evitar desplazamientos de los refuerzos mismos y en proximidad de los sellos.

Antes de reanudar los vaciados de las fases sucesivas del revestimiento, se deberá limpiar y cincelar perfectamente y humedecer la superficie del concreto ya endurecido, con el fin de obtener un buen contacto entre el concreto de las diferentes fases y evitar filtraciones a través de la junta de construcción.

Particular cuidado se deberá poner en la vibración para obtener un perfecto relleno sin deformar los encofrados. El vaciado del piso deberá venir alisado para lograr una superficie con grado de acabado f3. En los canales con tipo de revestimiento mixto se ejecutará antes la parte en concreto y sucesivamente la mampostería con mortero.

4.4.8 Material Empotrado

Todos los anclajes, tuberías y otros materiales empotrados que se requieren para fijar estructuras o materiales al concreto serán colocados antes de iniciar el vaciado de éste.

Todos los materiales serán ubicados con precisión y fijados para prevenir desplazamientos. Los vacíos en las mangas, tuberías o cajuelos de anclaje serán llenados temporalmente con material de fácil remoción para impedir el ingreso del concreto en estos vacíos. El Contratista programará el vaciado del concreto conforme sea necesario para acomodar la instalación de trabajos metálicos y equipos que deberán ser empotrados en este o que serán instalados en conjunto o subsiguientemente por otros, bien sea que estos materiales metálicos y equipos sean instalados por el Contratista o por terceros.

4.4.9 Acabado de la Superficie del Concreto

Las superficies expuestas de concreto serán uniformes y libres de vacíos, aletas y defectos similares. Los defectos menores serán reparados rellenando con mortero y enrasando según indique el Supervisor. Los defectos más serios serán picados a la profundidad indicada, llenados con concreto firme o mortero compactado y luego enrasado para formar superficie llana, según lo indique el Supervisor, estén más allá de los límites de la práctica aceptada, sean causales de rechazo de la estructura.

Las superficies que no estén expuestas al término de la obra serán niveladas y terminadas en forma que produzcan superficie uniformes con irregularidades que no excedan 3 / 8".

4.4.10 Jurado y Protección contra Congelamiento

El curado recién colocado deberá ser protegido de un secado prematuro y de temperaturas excesivamente frías, además deberá mantenerse con una pérdida mínima de humedad, a una temperatura relativamente constante, durante el período de tiempo necesario para la hidratación del cemento y para el endurecimiento debido del concreto. El curado inicial deberá seguir inmediatamente a las operaciones de acabado. El curado se continuará durante 7 días teniéndose especial cuidado de las primeras 48 horas. De autorizarse el empleo de puzolanas o cemento puzolánico, el curado se extenderá a las 14 días.

El Contratista deberá proteger todo el concreto que se coloque en la superficie contra las heladas. Cuando la temperatura no baje de 5 °C, generalmente bastará con protección de paja con lona impermeable.

Cuando la temperatura del ambiente es baja el concreto debe colocarse a una temperatura no menor de 10 ° C el que se mantendrá no menos de 3 días.

Posteriormente, el concreto debe protegerse hasta cumplir el plazo de curado especificado. En general, 7 días de protección es un tiempo prudente en la mayoría de los casos. Sin embargo, al finalizar el curado debe controlarse la temperatura del concreto para evitar que estos lleguen a temperaturas de congelamiento que podrían producir agrietamientos en las estructuras, por lo que se deben tomar medidas precautorias.

Dado que en los 3 primeros días se desarrolla el mayor calor generado por la hidratación del cemento, este calor debe adecuadamente conservado usando coberturas apropiadas.

Los encofrados metálicos que pueden calentarse por el sol y todos los encofrados de

madera en contacto con concreto durante el período final de curado deberán mantenerse húmedos. Si se requiere remover los encofrados durante el período de curado, deberá emplearse uno de los métodos de curado, o materiales indicados anteriormente, de inmediato. Este tipo de curado deberá continuarse por el resto de período de curado.

4.4.11 Tolerancia par la Construcción de Concreto

Las tolerancias para la construcción del concreto, deberán conformar a las indicadas en ese párrafo; pero en general deberán cumplir con las tolerancias establecidas en las normas de ACI - 341 – 63 “Práctica recomendada para encofrados de concreto”.

La variación en las dimensiones de la sección transversal de las losas, muros, columnas y estructuras similares serán de: - 1 / 4" + 1 / 2"

Variaciones de la vertical en las superficies de columnas, pilares, muros y otras estructuras similares:

- Hasta una altura de 3 m.: 1 / 4"
- Hasta una altura de 6 m.: 3 / 8"

4.4.12 Pruebas

El Supervisor efectuará las pruebas necesarias de los materiales y agregados, de los diseños propuestos de mezcla y del concreto resultante, para verificar el cumplimiento con los requisitos técnicos de las especificaciones de la obra.

Las pruebas comprenderán lo siguiente:

- a) Pruebas de los materiales propuestos por el Contratista para verificar su cumplimiento con las especificaciones.
- b) Verificación y pruebas de los diseños de mezcla propuesto por el Contratista.
- c) Obtención de muestras de materiales en las plantas o en lugares de almacenamiento durante la obra y pruebas para ver su cumplimiento con las especificaciones.
- d) Pruebas de resistencia del concreto.

4.4.13 Concreto para Rellenos

El concreto para relleno será empleado en llenar ciertas cimentaciones, áreas sobre excavadas y en cualquier otro lugar donde le indique el Supervisor. El concreto de relleno será similar al concreto en general a excepción de que podrán contener menor cantidad de cemento, según disponga el Supervisor y que el período de curado puede reducirse a la mitad y solamente se continuará hasta que esté cubierto por otras masas de concreto. En todo aspecto el concreto de relleno estará en conformidad con las indicaciones aplicables en el párrafo 5.3. El concreto de relleno será de tipo A-3 especificado en el párrafo 5.4.1, $f'_c = 100 \text{ Kg/cm}^2$.

4.4.14 Tiempo para Permitir Flujo de Agua y Cargas

No se permitirá que el flujo de agua fluya sobre el concreto fresco antes de tres días después del tiempo vaciado.

El tiempo oportuno para aplicar carga al concreto se determinará en cada caso. En general, como principio el tiempo para aplicar cargas es cuando el concreto ha adquirido la resistencia específica f'_c (resistencia del concreto a la compresión a los 28 días).

4.4.15 Laboratorio en Obra

Debido a la naturaleza del trabajo, los materiales a usarse para preparar el concreto, y el concreto mismo, deberá ser de la misma calidad especificada, asegurando desde un principio la bondad de los materiales.

En el lugar de trabajo el Contratista establecerá un Laboratorio de Campo por su propia cuenta, que cuenta como mínimo con: Prensa para pruebas de compresión de concreto, equipo de slump, juego de tamices, horno, balanzas, etc., o un laboratorio tipo "B" (Ver USBR Concrete Manual), siempre que no se den instrucciones contrarias, los ensayos de concreto se efectuarán como se indica en las normas o especificaciones de la American Society for Testing Materials (ASTM).

4.4.16 Diario

Independientemente del Cuaderno de Obra, el Contratista llevará un registro diario de los trabajos de concreto contenido las siguientes anotaciones:

- Nombres de los Ingenieros del Contratista, responsables de las diferentes Fases

de Trabajo de Concreto, también nombres de sus ayudantes.

- Temperatura del medio ambiente, agua, cemento, agregados, concreto y humedad del aire y tipo de clima.
- Entrega en el lugar de trabajo de los materiales de concreto (cantidad, marcas de cemento, etc.).
- Inspecciones, ensayos, etc, y sus resultados.
- Fecha y hora de la iniciación y terminación de las diferentes partes de los trabajos de concreto, así como el encofrado y desencofrado.
- Cantidad de cemento, arena, piedra y aditivos usados para cada sección de trabajo y el número y tipo de las muestras tomadas.

4.4.17 Medición y Pago

El volumen de concreto a ser pagado será el número de metro cúbicos de la clase estipulada, medido en sitio y aceptado por el Supervisor. La medición se efectuará sobre la base del concreto ubicado dentro de las líneas indicadas en los planos y las líneas de excavación de diseño cuando el concreto se aplique directamente a la fundación.

Los pagos indicados constituirán la compensación total para todos los gastos de mano de obra, materiales, equipo, mezclado, transporte y otros gastos relacionados con el trabajo del concreto, como los de laboratorio. No se pagará en forma separada los gastos de suministrar e instalar materiales empotrados en el concreto.

Para medir el concreto el concreto para el pago se deducirá el volumen de todas las aberturas, cajuelas, ductos, tuberías empotrados, trabajo de material metálico, etc. Que tenga un área de sección transversal mayor de 650 m².

No se reconocerá pago alguno por concreto o materiales de este que haya n sido desperdiciados o empleados por el Contratista o rechazados por el supervisor en las siguientes condiciones:

En operaciones de acabados no solicitadas, ni ordenadas, reemplazo de concreto dañado o defectuoso; concreto adicional para sobre-excavaciones según sea determinado por el Supervisor.

4.5 Encofrados

4.5.1 Diseño, Construcción y Tratamiento

Los encofrados serán construidos de madera tal, que permitan obtener superficies expuestas de concreto, con textura uniforme libre de aletas, salientes u otras irregularidades y defectos que se consideran impropios para este tipo de trabajo. Los encofrados deberán ser adecuadamente fuertes, rígidos y durables para soportar todos los esfuerzos que se le impongan, y para permitir todas las operaciones incidentales al vaciado y compactación del concreto sin sufrir ninguna deformación de flexión o daños que podrían afectar la calidad del trabajo del concreto.

Los encofrados serán construidos precisamente para producir concreto de la forma, dimensiones y elevaciones requeridas por los planos. Los encofrados para las superficies de concreto que serán expuestas a la vista deberán. En cuanto sea practicable, ser construidos de tal manera que las marcas dejadas por el encofrado sean simétricas y se conformen a las líneas generales de la estructura según lo apruebe el Supervisor.

La utilización de pequeños paneles de encofrados que resulten en trabajos de “parchados” no será permitida.

Los encofrados serán construidos de manera que no se escape el mortero por las uniones en la madera o metal, cuando el concreto sea vaciado. Cualquier calafateo que sea necesario será efectuado con materiales aprobados. Solo se permitirá el parchado de huecos cuando lo apruebe el Supervisor. Se proveerán aperturas adecuadas en los encofrados para la inspección y limpieza; para la colocación y compactación de concreto; y para el formato y procesamiento de construcción.

Las aberturas temporales de existir en el concreto para los efectos de construcción, serán enmarcadas nítidamente dejando una provisión para las llaves cuando sea necesario.

El Contratista deberá obtener la aprobación del Supervisor de los encofrados construidos antes de comenzar el vaciado de concreto.

El diseño e ingeniería de los encofrados, así como su construcción será de la responsabilidad plena del Contratista. El encofrado será diseñado para las cargas y presiones laterales indicadas, así como para las cargas de viento especificadas por la

carga reinante en el área.

Los encofrados para la superficie de concreto que estarán expuestas a la superficie cuando esté terminado serán revestidos interiormente por triplay o acero. Las uniones de metal tales como abrazaderas metálicas o pernos aprobados para encofrados serán empleados para sostener los encofrados.

Todas las esquinas en el concreto en el concreto serán formadas con medias cañas a menos que se especifique de otra manera en los planos.

No se utilizarán los encofrados que en la opinión del Supervisor no produzcan los resultados los resultados requeridos por estas Especificaciones.

Antes de utilizar los encofrados en contacto con el concreto serán limpiados de tierra, concreto endurecido y otras sustancias dañinas. Todos los encofrados serán retirados en el tiempo y manera que no pongan en peligro la seguridad del concreto o dañen sus superficies. Cualquier daño causado al concreto en el desencofrado será reparado a satisfacción del Supervisor.

El apuntalamiento y encofrado que soporte las vigas y losas de concreto u otro miembro de las estructuras sujetos a esfuerzos de flexión directa no serán retirados, o aflojados antes de los 14 días posteriores al vaciado del concreto, amenos que las pruebas efectuadas en cilindro indiquen su resistencia sea no menor de 165 Kilos por 1cm², a la compresión, cuando sea curado en condiciones similares a las afecta a las estructuras. En casos especiales el Supervisor podrá aumentar el tiempo necesario para desencofrar a los 28 días. El encofrado será costruído de tal manera que asegure que la superficie de concreto cumpla las tolerancias de las Especificaciones ACI-347 “Practica recomendada para encofrados de concreto”.

4.5.2 Medición y Pago

Los pagos que se indican constituirán la compensación para todos los gastos de encofrados, especificados en el acápite anterior, incluyendo todos los sistemas de fijación, soportes, apuntalamiento, andamios para la colocación, desplazamiento de los mismos desencofrados.

La unidad de medida para el encofrado será el metro cuadrado y las dimensiones, las correspondientes a las superficies de contacto según los planos.

4.5.3 Acabados

a. Generalidades

Las desviaciones permitidas en verticalidad, el nivel y el alineamiento, perfil, cotas y dimensiones que se indican en los planos, tal como se determinan en estas especificaciones (numeral 4.4.11), se definen como “tolerancia” y deben diferenciarse de las irregularidades en el terminado, tal como se describen aquí.

Las clases de acabado y los requisitos para acabado de superficies de concreto, serán tal como se indican en los planos y como se especifica a continuación.

En caso que los acabados no estén definitivamente especificados aquí o en los planos de construcción, los acabados que se usen serán los especificados para superficies adyacentes similares.

Las irregularidades de las superficies se clasifican aquí como abruptas o graduales.

Los desalineamientos causados por encofrados o revestimientos desplazados o mal colocados, secciones o nudos sueltos o madera defectuosa, serán considerados como irregularidades graduales y serán comprobadas usando plantillas de muestra que consisten en una regla derecha o su equivalente para las superficies curvas.

La longitud de la plantilla será de 1.50 m. para la prueba de superficies formadas con encofrados y de 3.0 m. para la prueba de superficies no formadas con encofrados.

b. Clases de Acabados

Las clases de acabados para superficies de concreto formado con encofrados están designados mediante el uso de los símbolos F1 y F2, y para superficies sin encofrados con U1 y U2 y U3.

Normalmente no se requerirá el pasado de yute ni el limpiado con chorro de arena de las superficies formados con encofrados.

Tampoco se requerirá el esmerilado de sus superficies. A menos que se especifique lo

contrario o se indique en los planos, las clases de terminado serán como sigue:

F1. El acabado F1 se aplica a las superficies formadas con encofrados sobre o contra las cuales se colocará material de relleno o concreto y que queden expuestas a la vista después de terminado el trabajo.

La superficie no requerirá ningún tratamiento después de la remoción de encofrados, excepto en el caso de concreto defectuoso o que requiera reparación y el relleno y el relleno de huecos que queden después de quitar los sujetadores de los extremos de las varillas y para curado especificado.

La corrección de las irregularidades de la superficie sólo se requerirá en el caso de depresiones y sólo para aquellas que excedan 2 cm. Al ser medidas en la forma prescrita anteriormente.

F2. El acabado F2 se aplica a todas las superficies formadas con encofrados que no queden permanentemente tapadas con material de relleno o concreto. Las irregularidades de la superficie, medidas tal como se describe anteriormente, no excederán 0.5 cm. Para irregularidades abruptas y 1 cm. para irregularidades graduales.

U1. Acabado U1 (acabado enrasado) se aplica a las superficies no formadas con encofrados que se van a cubrir con material de relleno o concreto.

El acabado U1 también se aplica como la primera etapa del terminado U2 y U3.

Las operaciones de terminado consistirán en una nivelación y enrasado suficiente para producir superficies parejas y uniformes. Las irregularidades de la superficie, medidas tal como se describe anteriormente, no excederán 1 cm.

U2. El acabado U2 (acabado frotachado) se aplica a las superficies conformadas sin encofrados y que no van a quedar permanentemente cubiertas con material de relleno o concreto. El acabado U2 también se utiliza como la segunda etapa del terminado U3. El frotachado puede hacerse usando equipo manual o mecánico.

El frotachado se comenzará tan pronto como la superficie enrasada se haya endurecido suficientemente, y será el mínimo necesario para producir una superficie que esté libre

de marcas de enrasado y que sea de una textura uniforme. Si se va a aplicar el acabado U3, el frotachado continuará hasta que una pequeña cantidad de mezcla, sin exceso de agua salga a la superficie, cuyas medidas tales como se describe anteriormente, no excederán de 0.5 cm. Las juntas y bordes serán trabajadas con bruñas, tal como se indica en los planos de construcción.

U3. El acabado U3 (acabado planchado) se aplica al revestimiento del canal.

Cuando la superficie frotachada se ha endurecido lo suficiente para evitar que el exceso del material fino suba a la superficie, se terminará el acabado con una sola plancha con plana de metal, la cual se hará con una presión firme que aplane la textura arenosa de la superficie frotachada y produzca una superficie uniforme y densa, libre de defectos y marcas del planchado.

La irregularidades de la superficie, medidas tal como se describe anteriormente, no excederán de 0.5 cm.

d. Aberturas Temporales

Se proveerán aberturas temporales en la base de los encofrados de las columnas y muros o en cualquier otro punto que sea necesario para facilitar la limpieza e inspección inmediatamente antes de vaciar el concreto, los encofrados de los muros u otras secciones de considerable altura estarán provistos de aberturas u otros dispositivos para asegurar el exacto emplazamiento, compactación y control del concreto, evitando la segregación.

e. Desencofrado

Se sacarán los encofrados tan pronto como esto pueda hacerse sin dañar el concreto.

El Contratista asumirá la plena responsabilidad para controlar que transcurra suficiente tiempo para que el concreto frague lo suficiente, antes de quitar el encofrado.

5. ACERO DE REFUERZO

5.1 Suministro e Instalación

El Contratista deberá suministrar, detallar, fabricar e instalar todas las varillas de acero de refuerzo necesarias para completar las estructuras de concreto armado.

Todas las varillas de refuerzo se conformarán a los requisitos de la especificación ASTM a 615 varillas de acero, grado 60 (Especificaciones para varillas de acero de refuerzo de concreto).

El acero deberá tener un límite de fluencia de 4,200 Kg/cm².

Las varillas de acero de refuerzo serán habilitadas en taller o en el campo. El Contratista será el 163nico y total responsable del detalle, suministro doblado y colocación de todo el acero de refuerzo.

Antes de efectuar la colocación de varillas y la superficie de cualquier soporte metálico de varilla será limpiada de todos los óxidos y escamas, suciedad, grasa y cualquier otra sustancia ajena que en la opinión del Supervisor, sea rechazable.

El óxido grueso en forma de escamas que pueda removese por escobillado con crudos o cualquier tratamiento equivalente deberá removese totalmente.

Después de la colocación las varillas de refuerzo se mantendrán en condiciones de limpieza hasta que estén totalmente empotradadas en concreto.

Todos los detalles y habilitación serán efectuados de acuerdo a la especificación ACI – 315 “Manual de Prácticas Normales para Detallar Estructuras de Concreto”.

Todos los anclajes y traslapes de las varillas satisfacerán los requisitos de la especificación ACI – 318 “Requisitos del Código de Edificación para Concreto Armado”.

En caso de requerirse soldadura, deberá solicitarse la autorización del Supervisor y se utilizarán electrodos de bajo contenido de hidrógeno del tipo EXX 16 ó EXX 18, debiendo los electrodos estar secos en el momento de su uso, y, la temperatura de precalentamiento y pase deberá cumplir con las normas AWS D 1.0 “Code for Welding in Building Construction” y AWS D 12.1 “Recommended Practice for Welding Reinforcing Steel, Metal insert and Connections in Reinforced Construction” del American Welding Society.

El Supervisor tiene el derecho de solicitar al Contratista que proporcione, corte , doble y coloque una cantidad razonable de acero adicional y misceláneo, según encuentre necesario para completar las estructuras.

Antes y después de la colocación, las varillas de refuerzo se mantendrán en condiciones de limpieza hasta que estén totalmente empotradadas en concreto.

Las varillas de refuerzo serán colocadas con precisión y firmemente aseguradas en su posición de modo que no sean desplazadas durante el vaciado del concreto.

5.1 Tolerancias

Las tolerancias de fabricación para acero de refuerzo serán las siguientes:

a) las varillas utilizadas para refuerzo de concreto cumplirán los siguientes requisitos para tolerancia de fabricación:

- Longitud de corte : $\pm 1''$
- Estribo, espirales y soportes : $\pm 1 / 2''$
- Dobleces : $\pm 1 / 2''$

b) Las varillas serán colocadas siguiendo las siguientes tolerancias:

- Cobertura de concreto a la superficie : $\pm 1 / 4''$
- Espaciamiento mínimo entre varillas : $\pm 1 / 4''$
- Varillas superiores en losa y vigas:
- Miembros de 8" de profundidad o menos : $\pm 1 / 4''$
- Miembros de más de 8" pero inferiores a 24" de profundidad : $\pm 1 / 4''$
- Miembros de más de 24" de profundidad : $\pm 1''$

c) Las varillas pueden moverse según sea necesario, para evitar la interferencia con otras varillas de refuerzo de acero, conduit, o materiales empotrados.

Si las varillas se mueven más de un diámetro o lo suficiente para exceder esas tolerancias, el resultado de la ubicación de las varillas estará sujeto a aprobación por el supervisor.

5.2 Medición y Pago

La medición para el pago de refuerzo de varillas de acero, será la cantidad de kilos de refuerzos colocados según se muestra en los planos o según lo indique el Supervisor. La cantidad de refuerzo a ser pagado será computado en base al peso nominal de los diversos tamaños colocados según se muestra en las listas aprobadas de varillas o según lo indique el Supervisor.

La longitud utilizada para calcular los pesos incluirá los traslapes indicados en las listas

de doblado de varillas o según sea indicado por el Supervisor.

El peso de los anclajes, soportes, espaciadores, así como el refuerzo colocado y los traslapes hechos para la conveniencia del Contratista, no serán medidos para el pago.

El pago del acero de refuerzo será efectuado según el precio unitario por kilogramo, colocado de acero de refuerzo indicado en la propuesta del contratista, el pago será la compensación total por mano de obra, herramientas, equipos, transporte e imprevistos necesarios para ejecutar el trabajo de acuerdo a lo especificado y los planos incluyendo provisión de acero, doblado, colocado, etc., no incluyendo los desperdicios por los cortes correspondientes.

TABLA I:

RELACION DE ENSAYOS DE LABORATORIO PARA ARENA UTILIZADA EN LA PREPARACION DEL CONCRETO

ENSAYO	METODO	ESPECIFICACIONES	OBSERVACIONES	FRECUENCIA DE ENSAYOS
1. Distribución granulométrica	ASTM - C - 136	Malla % en peso que pasa 3/8 a 100 Nº 4: 95 a 100 Nº 8: 80 a 100 Nº 16: 50 a 85 Nº 30: 25 a 60 Nº 50: 10 a 30 Nº 100: 2 a 10	La suma de los pesos del material retenidos en dos mallas consecutivas no excederá al 45%. Cuando se emplee más de 250 Kg. de cemento por m ³ de concreto con aire incorporado, el mínimo porcentaje que pasa la malla Nº 50 puede reducirse a 5% y el de malla 100 a 0%	Cada 50 m ³
2. Módulo de fineza	ASTM - C - 136	De 2.3 a 3.1	La variación del módulo no excederá en 0.2 de asumida en el diseño de mezclas.	Cada 50 m ³
3. Cantidad de material que pasa la malla 200	ASTM - C - 117	Máx. 3%		Cada 50 m ³ de concreto
4. Determinación de partículas livianas (origen volcánico)	ASTM - C - 123	Máx. 1%		Por cantera
5. Intemperismo (cinco ciclos en SO ₄ Na)	ASTM - C - 88	Máx. 10% perdida en peso		Por cantera
6. Determinación de impurezas orgánicas.	ASTM - C - 40	Color más claro que el standard		Por cantera
7. Contenido de sulfatos				Por cantera
8. Contenido de cloruros				Por cantera
9. Gravedad específica	ASTM - C - 128			Por cantera
10. Absorción	ASTM - C - 128			Diario

El Supervisor solicitará pruebas adicionales cuando se requiera en cualquier momento durante la ejecución de la obra

**TABLA
2**

**RELACION DE ENSAYOS DE LABORATORIO PARA AGREGADO GRUESO
UTILIZADO EN LA PREPARACION DEL CONCRETO**

ENSAYO	METODO	ESPECIFICACIONES	OBSERVACION	FRECUENCIA DE ENSAYOS
1. Distribución Granulométrica Cantidad de material que pasa la malla Nº 200	ASTM - C - 136 ASTM - C - 117	Ver Tabla 1 Máx. 1%		Cantera/cada 1000 m ³ Cantera/cada 1000 m ³
2. Intemperismo		Máx. 12% perdida		
3. Carbón lignito	ASTM - C - 123	Máx. 0.5%		Por cantera
4. Abrasión	ASTM – C - 131			Por cantera
5. Lutitas ligeras (2.4 sp. Gr. SSD)	ASTM - C - 123	Máx. 3%		
6. Gravedad específica	ASTM - C – 127			Por cantera
7. Peso unitario	ASTM - C - 29			Por cantera
8. Contenido de sulfatos		Máx. 0.1%		Por cantera
9. Contenido de cloruros		Máx. 0.1%		Por cantera

El Supervisor solicitará pruebas adicionales cuando se requiera en cualquier momento durante la ejecución de la obra.

ANEXO 02:
LISTADO DEL PROGRAMA DE
CÓMPUTO

ANEXO II

01 DE 11

LISTADO DEL PROGRAMA DE COMPUTO PARA DETERMINAR PERFILES DE LASUPERFICIE DEL AGUA EN CANALES (US BUREAU OF RECLAMATION)

```
10 REM WATER SURFACE PROFILE PROGRAM (223 - E3WSP)
20 REM NOMBRE DEL PROGRAMA CANAL
100 PRINT "WHAT ES THE NAME OF THE DATA FILE";
110 INPUT F$
120 OPEN F$ FOR INPUT AS 1
130 PRINT "IS THIS A WATER SURFACE PROFILE COMPUTACION --YES OR NO";
140 INPUT G$
150 L PRINT
180 INPUT # 1, A$
250 LPRINT
280 IF G$= "NO" THEN 310
290 L PRINT "WATER SURFACE PROFILE - "; A$ ; " SECTION "
300 GO TO 320
310 L PRINT "BACKWATER CURVE - "; A$ ; " SECTION "
320 INPUT # 1, Q, N, D1, Z1, E1,
T1.330K=Q ^ 2 / 9 .810001
350 L PRINT
360 L PRINT "DISCHARGE = " ; Q; " M3 / S "
370 L PRINT "MANNINGS N = " ; N
380 L PRINT "INITIAL DEPTH = " ; D1 ; " M. "
390 IF A$ = "RECTANGULAR" THEN 2000
400 IF A$ = "TRAPEZOIDAL" THEN 4000
410 IF A$ = "CIRCULAR" THEN 6000
420 IF A$ = "MODIFIED HORSESHOE" THEN 8000
430 GO TO 2370
440 REM
450 Z3 = INT ( Z1 / 1000 )
460 Z4 = Z1 - Z3 * 1000
470 REM
480 L PRINT USING "##" ; Z3 ; L PRINT "+" ; I PRINT USING "###.##" ; Z4, : L
PRINT USING "##.##" ; E1 , E ; L PRINT USING "##.##" V1, D1, F
560 RETURN
570 L PRINT
580 L PRINT " STATION      ELEV.      E.G.ELV      VELOC      DEPTH      FROUD "
590 L PRINT
600 RETURN
2000 REM THIS BLOCK ( 2000 - 3499 ) IS USED FOR COMPUTATION OF
2010 REM RECTANGULAR SECTIONS
2020 INPUT # 1 , W1
2030 L PRINT " FIRST WIDTH = " ; W1 ; " M. "
2040 D3 = (( Q / W1 ) ^ 2 / 9.810001 ) ^ .3333
2050 IF G$ = "YES" THEN 2080
2060 IF D3 < D1 THEN 2100
2070 GOTO 2350
2080 IF D3 > D1 THEN 2100
2090 GOTO 2320
2100 GOSUB 570
2110 B1 = ATN ( ABS ( T1 ) )
2120 A1 = D1 * W1
2130 V1 = Q / ( D1 * W1 )
2140 H1 = V1 ^ 2 / 19.62
2150 E = E1 + D1 * COS ( B1 ) + H1
2160 R1 = A1 / ( 2 * D1 + W1 )
2170 S1 = V1 ^ 2 * N ^ 2 / ( R1 ^ ( 4 / 3 ) )
2171 F = V1 / SQR ( 9.810001 * D1 )
2180 GOSUB 440
2190 INPUT # 1 , B$
```

```

2200 IF B$ = " MH " THEN 8980
2210 IF B$ = " T " THEN 4840
2220 IF B$ = " END " THEN 12020
2230 IF B$ = " C " THEN 7010
2240 INPUT # 1 , Z2, E2, W2, T2
2250 M1 = 0 : 01 = 0 : 02 : 03 = 0 : 04 = 0
2260 P = Z2 - Z1
2270 IF P = 0 THEN 2370
2280 L9 = SQR ((E2 - E1 ) ^ 2 + P ^ 2 )
2290 IF P < 0 THEN 2970
2300 IF G$ = " YES " THEN 2410
2310 GOTO 2370
2320 PRINT " INITIAL DEPTH IS GREATER THAN CRITICAL DEPTH "
2330 PRINT " CRITICAL DEPTH = "; D3
2340 STOP
2350 PRINT " INITIAL DEPTH IS LESS THAN CRITICAL DEPTH "
2360 GOTO 2330
2370 PRINT " ERROR IN DATA "
2380 STOP
2390 T2 = 0
2400 L9 = P
2410 D3 = ( Q / W2 ) ^ 2 / 9.810001 ) ^ .3333
2420 B2 = ATN ( ABS ( T2 ) )
2430 X = E - E2
2440 D2 = D3
2450 A2 = D2 * W2
2460 V2 = Q / A2
2470 GOTO 2520
2480 V2 = SQR (19.62 * H )
2490 D2 = (Q / V2 ) / V2
2500 A2 = D2 * W2
2510 V2 = Q / A2
2520 R2 = A2 / ( 2 * D2 + W2 )
2530 S2 = V2 ^ 2 * N ^ 2 / ( R2 ^ ( 4 / 3 ) )
2540 H3 = L9 * ( S1 + S2 ) / 2
2550 H2 = V2 ^ 2 / 19.62
2560 H4 = D2 * COS ( B2 ) + H2 + H3
2570 IF M1 > 0 THEN 2670
2580 M1 = 1
2590 H = H2 : H8 = H2
2600 IF P < 0 THEN 2900
2610 IF H4 < X THEN 2680
2620 IF D2 * COS ( B2 ) + H2 < X THEN 6500
2630 L PRINT
2640 L PRINT " NO SOLUTION POSSIBLE - "
2650 L PRINT " CONTROL IS DOWNSTREAM OF ABOVE STATION "
2660 GOTO 2330
2670 IF H4 >= X + .005 THEN 2690
2680 IF H4 > X - .005 THEN 2790
2690 GOSUB 3520
2700 IF P > 0 THEN 2760
2710 IF H < D3 THEN 2740
2720 D2 = H
2730 GOTO 2450
2740 D2 = D3
2750 GOTO 2450
2760 IF H > H8 THEN 2480
2770 H = H8
2780 GOTO 2480
2790 D1 = D2
2800 Z1 = Z2

```

```

2810 E1 = E2
2820 W1 = W2
2830 S1 = S2
2840 V1 = V2
2850 E = E - H3
2851 F = V1 / SQR ( 9.810001 * D1 )
2860 GOTO 2180
2870 L PRINT TAB ( 6 );" CHANGE OF SECTION TO RECTANGULAR "
2880 Y = 0 : Z9 = 0
2890 GOTO 2240
2900 IF X - H3 < D2 + H2 THEN 2930
2910 IF B$ = " T " THEN 4640
2920 GOTO 2670
2930 Z3 = INT ( Z1 / 1000 )
2940 Z4 = Z1 - 1000 * Z3
2950 L PRINT " CONTROL IS UPSTREAM OF STATION " ; Z3 ; " + " ; Z4
2960 STOP
2970 IF G$ = " THEN 2370
2980 IF B$ = " R " THEN 2390
2990 IF B$ = " T " THEN 5030
3500 REM THIS BLOCK (3500 - 3999) IS USED FOR INCREMENTING
3510 REM EITHER THE VELOCITY HEAD OR DEPTH
3520 IF P < 0 THEN 3550
3530 IF B$ = " R " THEN 3590
3540 IF B$ = " T " THEN 3590
3550 H = D2
3560 IF P < 0 THEN 3590
3570 IF H4 < X THEN 3630
3580 GOTO 3600
3590 IF H4 < X THEN 3630
3600 IF 01 > 0 THEN 3680
3610 H = H + 1
3620 RETURN
3630 IF 04 > 0 THEN 3780
3640 IF 02 > 0 THEN 3720
3650 H = H - .1
3660 01 = 01 + 1
3670 RETURN
3680 IF 03 > 0 THEN 3750
3690 H = H + .01
3700 02 = 02 + 1
3710 RETURN
3720 H = H - .001
3730 03 = 03 + 1
3740 RETURN
3750 H = H + .0001
3760 04 = 04 + 1
3770 RETURN
3780 IF B$ = " R " THEN 2790
3790 IF B$ = " T " THEN 4760
3800 IF B$ = " C " THEN 6460
3810 IF B$ = " MH " THEN 8900
4000 REM THIS BLOCK (4000 - 5999) IS USED FOR COMPUTATION OF
4010 REM TRAPEZOIDAL SECTIONS
4020 INPUT # 1; W1 , Z
4030 L PRINT " FIRST SIDE SLOPE = " ; Z ; " TO 1"
4040 L PRINT " FIRST WIDTH = " ; W1 ; " M. "
4050 IF G$ = " YES " THEN 4070
4060 T1 = 0
4070 W3 = W1
4080 T1 = ABS (T1 )

```

```

4090  B1 = ATN ( T1 )
4100  Y = SQR ( ( Z + Z * T1 ^ 2 ) ^ 2 + T1 ^ 2
4110  GOSUB 4860
4120  IF G$ = " YES " THEN 4150
4130  IF D3 < D1 THEN 4170
4140  GOTO 2350
4150  IF D3 > D1 THEN 4170
4160  GOTO 2320
4170  GOSUB 570
4180  V1 = Q / ( D1 * W1 + D1 ^ 2 * Y )
4190  H1 = V1 ^ 2 / 19.62
4200  E = E1 + D1 * COS ( B1 ) + H1
4210  R1 = ( D1 * W1 + D1 ^ 2 * Y ) / ( W1 + 2 * SQR ( D1 ^ 2 + ( D1 ^ 2 + ( Y * D1 ) ^ 2 ) )
4220  S1 = V1 ^ 2 * N ^ 2 / ( R1 ^ ( 4 / 3 ) )
4222  F = V1 / SQR ( 9.810001 * D1 )
4230  GOSUB 440
4240  INPUT # 1; B$
4250  IF B$ = " R " THEN 2870
4260  IF B$ = " C " THEN 7010
4270  IF B$ = " MH " THEN 8980
4280  IF B$ = " END " THEN 12020
4290  INPUT # , Z2, E2, W2, Z9, T2
4300  X = E - E2
4310  P = Z2 - Z1
4320  IF P = 0 THEN 2370
4330  IF P < THEN 2970
4340  IF G$ = " YES " THEN 4360
4350  GOTO 2370
4360  T2 = ABS ( T2 )
4370  L9 = SQR ( ( E2 - E1 ) ^ 2 + P ^ 2 )
4380  M1 = 0 : 01 = 0 : 02 = 0 : 03 = 0 : 04 = 0
4390  W3 = W2
4400  D3 = 0
4410  B2 = ATN ( T2 )
4420  Y = SQR ( ( Z9 + Z9 * T2 ^ 2 ) ^ 2 + T2 ^ 2
4430  GOSUB 4860
4440  V2 = Q / A3
4450  D2 = D3
4460  GOTO 4530
4470  A2 = D2 * W2 + D2 ^ 2 * Y
4480  V2 = Q / A2
4490  GOTO 4530
4500  V2 = SQR ( 19.62 * H )
4510  D2 = ( - W2 + SQR ( W2 ^ 2 + 4 * Y * Q / V2 ) ) / ( 2 * y )
4520  GOTO 4470
4530  R2 = ( D2 * W2 + D2 ^ 2 * Y ) / ( W2 + 2 * SQR ( D2 ^ 2 + ( Y * D2 ) ^ 2 ) )
4540  S2 = V2 ^ 2 * N ^ 2 / ( R2 ^ ( 4 / 3 ) )
4550  H3 = L9 * ( S1 + S2 ) / 2
4560  H2 = V2 ^ 2 / 19.62
4570  H4 = D2 * COS ( B2 ) + H2 H3
4580  IF M1 > 0 THEN 4640
4590  M1 = 1
4600  H = H2 : H8 = H2
4610  IF P < 0 THEN 2900
4620  IF H4 < X THEN 4650
4630  GOTO 2620
4640  IF H4 >= X + .005 THEN 4660
4650  IF H4 > X - .005 THEN 4760
4660  GOSUB 3520
4670  IF P > 0 THEN 4730
4680  IF H < D3 THEN 4710

```

```

4690 D2 = H
4700 GOTO 4470
4710 D2 = D3
4720 GOTO 4470
4730 IF H > H8 THEN 400
4740 H = H8
4750 GOTO 4500
4760 D1 = D2
4770 Z1 = Z2
4780 E1 = E2
4790 W1 = W2
4800 V1 = V2
4810 E = E - H3
4820 S1 = S2
4822 F = V1 / SQR ( 9.810001 * D1 )
4830 GOTO 4230
4840 L PRINT TAB ( 6 ) ; " CHANGE OF SECTION TO TRAPEZOIDAL "
4850 GOTO 4290
4860 D3 = D3 + 1
4870 GOSUB 4990
4880 IF K1 < K THEN 4860
4890 D3 = D3 - .1
4900 GOSUB 4990
4910 IF K1 > K THEN 4890
4920 D3 = D3 + .01
4930 GOSUB 4990
4940 IF K1 < K THEN 4920
4950 D3 = D3 - .001
4960 GOSUB 4990
4970 IF K1 > K THEN 4950
4980 RETURN
4990 T3 = W3 + 2 * D3 *Y
5000 A3 = W3 * D3 + D3 ^ 2 * Y
5010 K1 = A3 ^ 3 / T3
5020 RETURN
5030 T2 = 0 : B2 = 0
5040 L9 = P
5050 GOTO 4380
6000 REM THIS BLOVK ( 6000 + 7999 ) IS USED FOR COMPUTACION OF
6010 REM CIRCULAR SECTIONS
6020 IF G$ = " NO " THEN 6980
6030 INPUT #1 , D8
6040 PRINT " DIAMETER IS " ; D8 ; " M . "
6050 PRINT
6060 B1 = ATN ( ABS ( T1 ) )
6070 B2 = B1
6080 R8 = D8 / 2
6090 GOSUB 6530
6100 D3 = D2
6110 IF D1 > THEN 2320
6120 GOSUB 570
6070 B2 = B1
6080 R8 = D8 / 2
6090 GOSUB 6530
6100 D3 = D2
6110 IF D1 > THEN 2320
6120 GOSUB 570
6130 D2 = D1
6140 GOSUB 6790
6150 E = E1 + D2 * COS ( B2 ) + H2
6160 D1 = D2

```

```
6170 V1 = V2
6180 S1 = S2
6190 GOSUB 440
6200 IF D1 < .9 * D8 THEN 6230
6210 PRINT " DEPT IS GREATER THAN .9 TIMES "
6220 PRINT " THE HEIGHT OF THE STRUCTURE "
6230 INPUT #1, B$
6240 IF B$ = "MH" THE 8980
6250 IF B$ = "R" THE 2870
6260 IF B$ = "T" THEN 4840
6270 IF B$ = "END" THEN 13000
6280 INPUT #1, Z2, E2, D8, T2
6290 P = Z2 - Z1
6300 B2 = ATN ( ABS ( T2 ) )
6310 IF P = 0 THEN 2370
6320 IF P < 0 THEN 6960
6330 X = E - E2
6340 R8 = D8 / 2
6350 GOSUB 6530
6360 D3 = D2
6370 IF H4 > X THEN 2620
6380 H = D3 : H8 = D3
6390 01 = 0 : 02 = 0 : 03 = 0 : 04 = 0
6400 GOSUB 3520
6410 D2 = H
6420 GOSUB 6790
6430 IF H4 > X + .005 THEN 6400
6440 IF H4 > X - .005 THEN 6460
6450 GOTO 6400
6460 Z1 = Z2
6470 E1 = E2
6480 E = E - H3
6490 GOTO 6160
6500 PRINT
6510 PRINT " SECTIONS TOO FAR APART "
6520 STOP
6530 H5 = 1.70141E + 38
6540 D2 = .01
6550 GOSUB 6790
6560 IF D2 + H2 > H5 THEN 6640
6570 H5 = D2 + H2
6580 D2 = D2 + .1 *D8
6590 IF D2 < D8 THEN 6630
6600 D3 = .9999 * D8
6610 GOSUB 6790
6620 GOTO 6640
6630 GOTO 6550
6640 H5 = H2 + D2
6650 D2 = D2 - .01 *D8
6660 GOSUB 6790
6670 IF D2 + H2 > H5 THEN 6690
6680 GOTO 6640
6690 H5 = D2 + H2
6700 D2 = D2 + .001 *D8
6710 GOSUB 6790
6720 IF D2 + H2 > H5 THEN 6740
6730 GOTO 6690
6740 H5 D2 + H2
6750 D2 = D2 - .0001 *D8
6760 GOSUB 6790
6770 IF D2 + H2 < H5 THEN 6740
```

```

6780 RETURN
6790 IF DE > R8 THEN 6830
6800 IF D2 < R8 THEN 6850
6810 B6 = 90 / 57.2957774#
6820 GOTO 6860
6830 B6 = 180 / 57.297774# - ATN ( SQR ( R8 ^ 2 - ( D2 - R8 ) ^ 2 ) / ( D2 - R8 ) )
6840 GOTO 6860
6850 B6 = ATN ( SQR ( R8 ^ 2 - ( R8 - D2 ) ^ 2 ) / ( R8 - D2 ) )
6860 B8 = 2 * B6
6870 A2 = R8 ^ 2 * ( B6 - .5 * SIN ( B8 ) )
6880 P2 = R8 * B8
6890 V2 = Q / A2
6900 R2 = A2 / P2
6910 S2 = V2 ^ 2 * N ^ 2 / ( 1.486 ^ 2 * R2 ^ ( 4 / 3 ) )
6920 H2 = V2 ^ 2 / 19.62
6930 H3 = SQR ( ( E2 - E1 ) ^ 2 + ( Z2 - Z1 ) ^ 2 ) * ( S1 + S2 ) / 2
6940 H4 = D2 * COS ( B2 ) + H2 + H3
6950 RETURN
6960 PRINT
6970 IF G$ = "YES" THEN 2370
6980 PRINT "BACKWATER CURVES CANNOT BE "
6990 PRINT " COMPUTED IN CIRCULAR SECTIONS "
7000 STOP
7010 PRINT TAB ( 6 ); " CHANGE OF SECTION TO CIRCULAR "
7020 GOTO 6280
8000 REM THIS BLOCK ( 8000 - 9999 ) IS USED FOR COMPUTATION OF
8010 REM HORSESHOE SECTIONS
8020 IF G$ = "NO" THEN 8470
8030 INPUT #1, W1, D7, X1
8040 PRINT " FIRST WIDTH OF SIDE = " W1 ; " FT . "
8050 PRINT " FIRST HEIGHT OF SIDE = " D7 ; " FT . "
8060 R4 = W1 / 2
8070 D8 = W1
8080 GOSUB 10000
8090 IF D3 < D1 THEN 2320
8100 GOSUB 570
8110 B1 = ATN ( ABS ( T1 ) )
8120 IF D1 > D7 THEN 8210
8130 IF D1 > X1 THEN 8180
8140 L1 = D1 * R4 / X1
8150 A1 = D1 * L1
8160 R1 = A1 / ( 2 * ( D1 + SQR ( L1 ^ 2 + D1 ^ 2 ) ) )
8170 GOTO 8300
8180 A1 = W1 * D1 - W1 * X1 / 2
8190 R1 = A1 / ( 2 * ( D1 + SQR ( L1 ^ 2 + R4 ^ 2 ) * 2 ) )
8200 GOTO 8300
8210 IF D1 - D7 < > 0 THEN 8240
8220 B6 = 90 / 57.2957774#
8230 GOTO 8250
8240 B6 = ATN ( SQR ( R4 ^ 2 - ( D1 - D7 ) ^ 2 ) / ( D1 - D7 ) )
8250 B8 = 2 * B6
8260 A1 = W1 * D7 + 3.141593 * D8 ^ 2 / 8 - .5 * R4 ^ 2 * ( B8 - SIN ( B8 ) ) - R4 * X1
8270 P1 = 2 * D7 + SQR ( X1 ^ 2 + R4 ^ 2 ) * 2 + 1.570796 * D8 - R4 * B8
8280 R1 = A1 / P1
8290 S1 = V1 ^ 2 * N ^ 2 / ( 1.486 ^ 2 * R1 ^ ( 4 / 3 ) )
8300 V1 = Q / A1
8310 H1 = V1 ^ 2 / 19.62
8320 E = E1 + D1 * COS ( B1 ) + H1
8330 GOSUB 440
8340 IF D1 < .9 * ( D7 + R4 ) THEN 8370
8350 PRINT " DEPTH IS GRESTER THAN .9 TIMES "

```

```

8360 PRINT " THE HEIGHT OF THE STRUCTURE "
8370 INPUT # 1 , B$
8380 IF B$ = " R " THEN 2870
8390 IF B$ = " T " THEN 4840
8400 IF B$ = " C " THEN 7010
8410 IF B$ = " END " THEN 7010
8420 INPUT # 1 , Z2 , E2 , W2 , D7 , X1 , T2
8430 P = Z2 - Z1
8440 IF P = 0 THEN 2370
8450 IF P > 0 THEN 8500
8460 IF G$ = " YES " THEN 2370
8470 PRINT " BACKWATER CURVES CANNOT BE "
8480 PRINT " COMPUTED IN MODIFIED HORSEHOE SECTIONS "
8490 STOP
8500 B8 = W2
8510 X = E - E2
8520 R4 = D8 / 2
8530 GOSUB 10000
8540 B2 = ATN (ABS (T2) )
8550 D2 = D3
8560 M1 = 0 : 01 : 02 = 0 : 03 = 0 : 04 = 0
8570 GOTO 8580
8580 IF D2 > D7 THEN 8670
8590 IF D2 > X1 THEN 8640
8600 L2 = D2 * R4 / X1
8610 A2 = D2 * L2
8620 R2 = A2 / (2 * (D2 + SQR (L2 ^ 2 + D2 ^ 2)) )
8630 GOTO 8750
8640 A2 = D2 * W2 - W2 * X1 / 2
8650 R2 = A2 / (2 * D2 + SQR (X1 ^ 2 + R4 ^ 2) * 2 )
8660 GOTO 8750
8670 IF (D2 - D7) <> 0 THEN 8700
8680 B6 = 90 / 57.2957774#
8690 GOTO 8710
8700 B6 = ATN (SQR (R4 ^ 2 - (D2 - D7) ^ 2) / (D2 - D7) )
8710 B8 = 2 * B6
8720 A2 = W2 * D7 + 3.141593 * D8 ^ 2 / 8 - .5 * R4 ^ 2 * (B8 - SIN (B8)) - X1 * W2 / 2
8730 P2 = 2 * D7 + 1.570796 * D8 - R4 * B8 + SQR (X1 ^ 2 + R4 ^ 2) * 2
8740 R2 = A2 / P2
8750 V2 = Q / A2
8760 S2 = V2 ^ 2 * N ^ 2 / (1.486 ^ 2 * R2 ^ (4 / 3) )
8770 H3 = SQR ((E2 - E1) ^ 2 + (Z2 - Z1) ^ 2) * (S1 + S2) / 2
8780 H2 = V2 ^ 2 / 19.62
8790 H4 = D2 * COS (B2) + H2 + H3
8800 IF M1 > 0 THEN 8850
8810 M1 = 1
8820 H = D3 : H8 = D3
8830 IF H4 < X THEN 8860
8840 GOTO 2620
8850 IF H4 >= X + .01 THEN 8870
8860 IF H4 >= X - .01 THEN 8900
8870 GOTO 3520
8880 D2 = H
8890 GOTO 8580
8900 V1 = V2
8910 D1 = D2
8920 S1 = S2
8930 Z1 = Z2
8940 H1 = H2
8950 E1 = E2
8960 E = E - H3

```

```

8970 GOTO 8330
8980 PRINT TAB(6); "CHANGE OF SECTION TO MODIFIED HORSESHOE"
8990 GOTO 8420
10000 REM THIS BLOCK (10000 - 11999) IS USED FOR COMPUTATION OF
10010 REM CRITICAL DEPTH IN A MODIFIED HOSESHOE SECTION
10020 K = Q ^ 2 / 32.16
10030 IF X1 = 0 THEN 10180
10040 K2 = (.5 * Q) ^ 2 / 9.81
10050 D3 = X1
10060 A3 = D3 * R4 / 2
10070 K1 = A3 ^ 3 / R4
10080 IF K1 < K2 THEN 10180
10090 D3 = D3 - .01 * X1
10100 T3 = D3 * R4 / X1
10110 A3 = T3 * D3 / 2
10120 K1 = A3 ^ 3 / T3
10130 IF K1 > K2 THEN 10090
10140 R3 = A3 / (D3 + SQR(T3 ^ 2 + D3 ^ 2))
10150 V3 = Q / (2 * A3)
10160 S2 = V3 ^ 2 * N ^ 2 / (1.486 ^ 2 * R3 ^ (4 / 3))
10170 RETURN
10180 D3 = D7
10190 GOSUB 10420
10200 IF K1 < K THEN 10310
10210 D3 = D3 - .1 * D7
10220 GOSUB 10420
10230 IF K1 > K2 THEN 10210
10230 IF K1 > K2 THEN 10210
10240 D3 = D3 + .01 * D7
10250 GOSUB 10420
10260 IF K1 < K THEN 10240
10280 GOSUB 10420
10290 IF K1 > K THEN 10270
10300 GOSUB 10450
10310 D3 = .999 * (R4 + D7)
10320 D3 = D3 - .1 * R4
10330 GOSUB 10480
10340 IF K1 > K THEN 10320
10350 D3 = D3 + .01 * R4
10360 GOSUB 10480
10370 IF K1 < K THEN 10350
10380 D3 = D3 - .001 * R4
10390 GOSUB 10480
10400 IF K1 > K THEN 10380
10410 GOSUB 10540
10420 A3 = D3 * D8 - X1 * R4
10430 K1 = A3 ^ 3 / D8
10440 RETURN
10450 R3 = A3 / (2 * (D3 + SQR(X1 ^ 2 + R4 ^ 2)))
10460 V3 = Q / A3
10470 GOTO 10160
10480 B6 = ATN(SQR(R4 ^ 2 - (D3 - D7) ^ 2) / (D3 - D7))
10490 B8 = 2 * B6
10500 A3 = D8 * D7 + 3.141593 * D8 ^ 2 / 8 - .5 * R4 ^ 2 * (B8 - SIN(B8)) - X1 * D8 / 2
10510 T3 = 2 * R4 * SIN(B6)
10520 K1 = A3 ^ 3 / T8
10530 RETURN
10540 P3 = 2 * D7 + 1.570796 * D8 - R4 * B8 + SQR(X1 ^ 2 + R4 ^ 2) * 2
10550 R3 = A3 / P3
10560 GOSUB 10460

```

10570 RETURN

10 DE 11

```
12000 REM THIS BLOCK ( 12000 - 12999 ) IS USED FOR THE COMPUTATION OF
12010 REM THE CONJUGATE DEPTH ( HIDRAULIC JUMP )
12020 IF P < 0 THEN 13000
12030 PRINT
12035 L PRINT
12040 PRINT " DO YOU WANT THE CONJUGATE DEPTH COMPUTED -- YES OR NO ";
12050 INPUT C$
12060 PRINT
12065 L PRINT
12070 IF C$ = " NO " THEN 13000
12075 LPRINT " CONJUGATE DEPTH : "
12080 G = 9.810001
12090 Y9 = Y
12100 IF Z9 = 0 THEN 12230
12110 FOR D2 = D3 +1 TO 100
12120 GOSUB 12280
12130 IF X > Y THEN 12150
12140 NEX D2
12150 D2 = D2 -.1
12160 GOSUB 12280
12170 IF X < Y THEN 12190
12180 GOTO 12150
12190 D2 = D2 + .01
12200 GOSUB 12280
12210 IF X > Y THEN 12250
12220 GOTO 12190
12230 D2 = - D1 / 2 + SQR ( D1 ^ 2 / 4 + 2 * V1 ^ 2 * D1 / G )
12240 V2 = Q / ( D2 * W1 )
12250 LPRINT TAB ( 6 ); " D2 = " ; D2 ; " M . "
12260 LPRINT TAB ( 6 ); " V2 = " ; V2 ; " M / S "
12270 GOTO 13000
12280 Y = Q * V1 / G + W1 * D1 ^ 2 / 2 + Y9 * D1 ^ 3 / 3
12290 V2 = Q / ( W1 *+ Z9 * D2 ^ 2 )
12300 REM THIS BLOCK ( 13000 - 13999 ) IS USED TO
12310 RETURN
13000 REM THIS BLOCK ( 13000 - 13999 ) IS USED TO
13010 REM LIST DATA FROM THE DATA FILE
13020 LPRINT
13030 PRINT " DO YOU WANT THE INPUT DATA PRINTER OUT -- YES OR NO ";
13040 INPUT C$
13050 IF C$ = " NO " THEN 14000
13051 LPRINT " INPUT DATA "
13052 LPRINT
13060 CLOSE : OPEN F$ FOR INPUT AS 1
13080 LPRINT
13090 INPUT # 1 , A$
13100 IF A$ = " RECTANGULAR " THEN 13160
13110 IF A$ = " TRAPEZOIDAL " THEN 13190
13120 IF A$ = " CIRCULAR " THEN 13220
13130 IF A$ = " MODIFIED HORSESHOE " THEN 13250
13140 LPRINT A$
13150 GOTO 13090
13160 INPUT # 1 , Q , N , D1 , Z1 , E1 , T1 , W1
13170 LPRINT A$ ; Q ; N ; D1 ; Z1 ; E1 ; T1 ; W1
13180 GOTO 13270
13190 INPUT # 1 , Q , N , D1 , Z1 , E1 , T1 , W1 , Z
13200 LPRINT A$ ; Q ; N ; D1 ; Z1 ; E1 ; T1 ; W1 ; Z
13210 GOTO 13270
13220 INPUT # 1 , Q , N , D1 , Z1 , E1 , T1 , D8
```

```
13230 PRINT A$ ; Q ; N ; D1 ; Z1 ; E1 ; T1 ; D8  
13240 GOTO 13270
```

11 DE 11

```
13250 INPUT #1 , Q , N , D1 , Z1 , E1 , T1 , W1 , D7 , X1  
13260 LPRINT A$ ; Q ; N ; D1 ; Z1 ; E1 ; T1 ; W1 ; D7 ; X1  
13270 INPUT #1 , B$  
13280 IF B$ = " R " THEN 13330  
13290 IF B$ = " T " THEN 13360  
13300 IF B$ = " C " THEN 13390  
13310 IF B$ = " MH " THEN 13420  
13320 IF B$ = " END" THEN 13450  
13330 INPUT #1 , Z2 , E2 , W2 , T2  
13340 LPRINT B$ ; Z2 , E2 , W2 , T2  
13350 GOTO 13270  
13360 INPUT #1 , Z2 , E2 , W2 , Z9 , T2  
13370 LPRINT B$ ; Z2 ; E2 ; W2 ; Z9 ;T2  
13380 GOTO 13270  
13390 INPUT #1 , Z2 , E2 , D8 , T2  
13400 LPRINT B$ ; Z2 ; E2 ; D8 ;T2  
13410 GOTO 13270  
13420 INPUT #1 , Z2 , E2 , W2 , D7 , X1 , T2  
13430 LPRINT B$ ; Z2 ; E2 ; W2 ; D7 : X1 ;T2  
13440 GOTO 13270  
13450 LPRINT B$  
14000 END
```

ANEXO 03:
INVESTIGACIONES GEOTÉCNICAS
EJECUTADAS

GEOTECNICA				REGISTRO DE EXCAVACION MANUAL (DESCRIPCION VISUAL)							
PROYECTO : PASTO GRANDE ESTUDIO : INV.COMPLEM.GEOTECNIA CANAL PASTO GRANDE AREA : RAPIDA JACHACIRCA				EXCAVACION N° : 46 + 860 FECHA DE INICIO : FECHA DE TERMINO :							
COORDENADAS: X _____ Y _____ Z _____				DIMENSION EXCAV. : PROFUNDIDAD FINAL: 4.45 m. HOJA: DE _____							
PROFUNDIDAD (m)	MUESTRA N°	PERFIL LITOLOGICO	CLASIFICACION SUCS	DESCRIPCION			GRANULOMETRIA ESTIMADA		ENSAYO DE CAMPO	PROFUNDIDAD	FECHA
				(NOMBRE TIPICO, GRANULOMETRIA, GRADUACION, COLOR, CONSISTENCIA, FORMA DE LOS GRUESOS, MAX., HUMEDAD, CEMENTO, ESTRUCTURA, ORIGEN.)							
0.00	1	* GW		0.00-3.00 GRAVA TUFAcea AREnOSA					^h 100 ▲ n=11		
3.00	2	* SC		3.00-4.45 ARENA ARCILLOSA GRAVOSA GRANO MEDIO A FINO, BIEN GRADADA.. MARRON, MEDIANAMENTE DENSA					^h 2.00 ▲ n=13		
4.45									^h 3.00 ■ 3.00 3.19x10 ² ▲ 4.00 n=22		
OBSERVACIONES: * CLASIFICACION VISUAL				LEYENDA ▲ DENSIDAD DEL TERRENO ■ PERMEABILIDAD h HUMEDAD			ELABORADO	REVISADO	APROBADO	HOJA	ANEXO

GEOTECNICA			REGISTRO DE EXCAVACION MANUAL (DESCRIPCION VISUAL)					
PROYECTO : PASTO GRANDE ESTUDIO : INV.COMPLEM.GEOTECNIA CANAL PASTO GRANDE AREA : RAPIDA JACHACIRCA			EXCAVACION Nº : 47 + 100 FECHA DE INICIO : FECHA DE TERMINO:					
COORDENADAS: X _____ Y _____ Z _____			DIMENSION EXCAV. : 4 1/2" PROFUNDIDAD FINAL: 4.45 HOJA: DE _____					
PROFUNDIDAD (m)	MUESTRA N°	PERFIL LITOLOGICO	CLASIFICACION SICUS	DESCRIPCION (NOMBRE TIPICO, GRANULOMETRIA, GRADUACION, COLOR, CONSISTENCIA, FORMA DE LOS GRUESOS & MAX., HUMEDAD, CEMENTO, ESTRUCTURA, ORIGEN.)	GRANULOMETRIA ESTIMADA		ENSAYO DE CAMPO	NIVEL DE AGUA
0.00				0.00-3.00m. GRAVA TUFAcea				
							▲ 1.00 n=12	
							▲ 2.00 n=13	
3.00				3.00-4.45m. ARENA LIMOSA ALGO GRAVOSA, MALGRADADA, MARRON.				▲ 3.00 n=7
4.45								▲ 4.00 n=27
				FIN EXCAVACION = 4.45m.				
OBSERVACIONES :				LEYENDA	ELABORADO	HOJA	ANEXO	
				▲ DENSIDAD DEL TERRENO	REVISADO			
				■ PERMEABILIDAD	APROBADO			

GEOTECNICA

REGISTRO DE EXCAVACION MANUAL
(DESCRIPCION VISUAL)

PROYECTO : PASTO GRANDE ESTUDIO : INV.COMPLEM.GEOTECNIA CANAL PASTO GRANDE AREA : RAPIDA JACHACIRCA				EXCAVACION Nº : 47 + 350 FECHA DE INICIO : FECHA DE TERMINO:					
COORDENADAS: X _____ Y _____ Z _____				DIMENSION EXCAV.: 4 1/2" PROFUNDIDAD FINAL: 4.45 HOJA: DE					
PROFUNDIDAD (m)	MUESTRA N°	PERFIL LITOLÓGICO	CLASIFICACION SUCS	DESCRIPCION	GRANULOMETRIA ESTIMADA			ENSAYO DE CAMPO	NIVEL DE AGUA
				(NOMBRE TIPICO, GRANULOMETRIA, GRADUACION, COLOR, CONSISTENCIA, FORMA DE LOS GRUESOS, Ø MAX., HUMEDAD, CEMENTO, ESTRUCTURA, ORIGEN.)					
0.00				0.00-2.80 GRAVA TUFACEA ARENOSA				▲ 1.00 n=9	
2.80				2.80-4.45 ARENA ARCILLA ALGODE GRAVILLA, MALGRADADA, MARRON,				▲ 2.00 n=13	
4.45				FIN DE EXCAVACION = 4.45 m.				▲ 3.00 n=11	
OBSERVACIONES :				LEYENDA		ELABORADO	HOJA	ANEXO	
				▲ DENSIDAD DEL TERRENO	REVISADO				
				■ PERMEABILIDAD	APROBADO				

GF-30180 REM-01 FMT FES / PA

GEOTECNICA			REGISTRO DE EXCAVACION MANUAL		
PROYECTO : IRRIGACION PASTO GRANDE UBICACION : AREA : COMENZADO : TERMINADO :			PROFUND. : 0.00-3.05 m CALICATA : 47+500 m FECHA : HOJA N° : /		
PROFUN-	MUESTRA	CLASIF.	PERFIL	NOTAS	
DIDAD	No.	SUCS			
0.00		S M		SUELO ORGANICO, ARENA LIMOSA CON RAICES COLOR MARRON CLARO, CON ALGO DE GRAVA TUFACEA. SEMISUELTO, LIGERAMENTE HUMEDO.	
0.25				GRAVA TUFACEA CON ALGO DE ARENA HUMEDAD MEDIA, MEDIANAMENTE COMPACTO, DE PAREDES ESTABLES PERO DE FACIL DESLIZAMIENTO CON EL AIRE Y LA PRESION DE LOS DEDOS O DE CUALQUIER HERRAMIENTA. ESTE ESTRATO SE CARACTERIZA DE TENER POCOS FINOS Y DE MALA GRADACION.	
	M-1	GW		ARENA LIMOSA, COLOR GRIS CLARO, DENSO, HUMEDO	
2.75					
3.05	M-2	SC			
PESO DE LA MASSA : 140 Lbs. - UBICACION NAPA FREATICA: DIAMETRO EXTERNO DEL PENETROMETRO					
OBSERVACIONES :				ELABORADO	HOJA
				REVISADO	ANEXO
				APROBADO	
07-30180 EPS-12.FMT ES/jms					

GEOTECNICA				ENSAYO DE PENETRACION S.P.T. - C.P.T.									
PROYECTO : PASTO GRANDE UBICACION : INV.COMPLEM.GEOTECNIA CANAL PASTO GRANDE AREA : RAPIDA JACHACIRCA													PERFORACION N° 46 + 860
													CALICATA
													FECHA :
													HOJA N° : 01 / 01
PROFUN-DIDAD	NUMERO DE GOLPES				GRAFICO DE GOLPES					DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO			
	0 A 15 cm.	15 A 30 cm.	30 A 45 cm.	ULTIMOS 30 cm	10	20	30	40	50				
										0.00-3.00 GRAVA TURFACEA ARENOSA			
-1 1.00 + 1.45	4	4	7	11	•	•	•	•	•				
-2 2.00 + 2.45	6	6	7	13	•	•	•	•	•				
-3 3.00 + 3.45	4	7	8	15	•	•	•	•	•	3.00-4.45 ARENA ARCILLOSA GRAVOSA			
-4 4.00 + 4.45	12	11	11	22	•	•	•	•	•				
PESO DE LA MASA = 140 lbs UBICACION NAPA FREATICA: DIAMETRO EXTERNO DEL PENETROMETRO													
CLIENTE					ELABORADO	REVISADO		HOJA	ANEXO				
PROYECTO : 07-30180 EP-12 FMT ESma													

GEOTECNICA				ENSAYO DE PENETRACION S.P.T. - C.P.T.						
PROYECTO : PASTO GRANDE UBICACION : INV.COMPLEM.GEOTECNIA CANAL PASTO GRANDE AREA : RAPIDA JACHACIRCA (47 + 100)							PERFORACION	Nº	47 + 100	
PROFUN DIDAD	NUMERO DE GOLPES				GRAFICO DE GOLPES					DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO
	0 A 15 cm.	15 A 30 cm.	30 A 45 cm.	ULTIMOS 30 cm	10	20	30	40	50	
-1	1.00 1.45	4	5	7	12					0.00-3.00 GRAVA TURFACEA
-2	2.00 2.45	4	6	7	13					
-3	3.00 3.45	4	3	4	7					3.00-4.45 ARENA LIMOSA
-4	4.00 4.45	7	12	15	27					
PESO DE LA MASA = 140 lbs UBICACION NAPA FREATICA : DIAMETRO EXTERNO DEL PENETROMETRO										
CLIENTE					ELABORADO		HOJA	ANEXO		
PROYECTO :					REVISADO					
07-30180 EP-13 FMT ES/ms					APROBADO					

GEOTECNICA				ENSAYO DE PENETRACION S.P.T. - C.P.T.						
PROYECTO : PASTO GRANDE UBICACION : INV.COMPLEM.GEOTECNIA CANAL PASTO GRANDE AREA : RAPIDA JACHACIRCA								SONDEO N° : 47 + 350		
PROFUN- DIDAD	NUMERO DE GOLPES				GRAFICO DE GOLPES					DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO
	0 A 15 cm.	15 A 30 cm.	30 A 45 cm.	ULTIMOS 30 cm	10	20	30	40	50	
-1.00 1.45	3	4	5	9						0.00-2.80 GRAVA TURFACEA
-2.00 2.45	4	6	7	13						2.80-4.45 ARENA LIMOSA GRANOSA
-3.00 3.45	2	4	7	11						
-4.00 4.45	5	6	5	11						
S.P.T.					C.P.T					
PESO DE LA MASA = 140 lbs					PESO DE LA MASA = 140 lbs					
ALTURA DE CAIDA = 30 pulg.					ALTURA DE CAIDA = 30 pulg.					
Ø EXTERNO DEL PENETROMETRO = 50 m.m.					TIPO DE TUBERIA = AW					
Ø CONO (60°)					Ø CONO (60°) = 50 m.m.					
OBSERVACIONES :					ELABORADO	HOJA		ANEXO		
					REVISADO					
					APROBADO					

GEOTECNICA				ENSAYO DE PENETRACION S.P.T. - C.P.T.								
PROYECTO : PASTO GRANDE UBICACION : INV.COMPLEM.GEOTECNIA CANAL PASTO GRANDE AREA : RAPIDA JACHACIRCA												
SONDEO N° : 47 + 980 FECHA : _____ / _____ HOJA N° : _____ / _____												
PROFUN DIDAD	NUMERO DE GOLPES				GRAFICO DE GOLPES					DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO		
	0 A 15 cm.	15 A 30 cm.	30 A 45 cm.	ULTIMOS 30 cm	10	20	30	40	50			
-1 ← 1.00 ↓ 1.45	5	5	7	12						0.00-2.30 GRAVA TURFACEA ARENOSA (GW - GM)		
-2 ← 2.00 ↓ 2.45 ↓ 2.57	7	7	4(+12cm)	11						2.30-3.00 TURBA (PT)		
-3 ← 3.00 ↓ 3.45										3.00-3.45 ARENA GRAVOSA LIMOSA (SM)		
S.P.T. PESO DE LA MASA = 140 lbs ALTURA DE CAIDA = 30 pulg. Ø EXTERNO DEL PENETROMETRO = 50 m.m.												
C.P.T. PESO DE LA MASA = 140 lbs ALTURA DE CAIDA = 30 pulg. TIPO DE TUBERIA = AW Ø CONO (60°) = 50 m.m.												
OBSERVACIONES : _____									ELABORADO	HOJA	ANEXO	
									REVISADO			
									APROBADO			
07-20190 EP-11.FMT ESms												

GEOTECNICA

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

PROYECTO : PASTO GRANDE
 ESTUDIO : INV.COMP.GEOTECNIA CANAL PASTO GRANDE
 UBICACION : RAPIDA JACHACIRCA PROG: 46 + 860

HOJA : _____ DE:
 REALIZADO POR : ING. MANRIQUE

EXCAVACION N°	46+860	46+860	46+860	46+860
PROFUNDIDAD (m)	1.00-1.45	2.00-2.45	3.00-3.45	4.00-4.45
MUESTRA N°	1	2	3	4
ENSAYO N°	1	2	3	4
FECHA DEL ENSAYO	19/02/93	19/02/93	19/02/93	19/02/93
RECIPIENTE N° (LATA)	6	16	13	36
PESO DE LATA + SUELO HUMEDO	119.61	119.82	140.46	148.83
PESO DE LATA + SUELO SECO	101.63	105.37	135.06	142.12
PESO DE LATA	65.49	65.21	65.38	66.24
PESO DE SUELLO SECO	36.14	40.16	69.68	75.88
PESO DE AGUA	17.98	14.45	5.40	6.71
CONTENIDO DE HUMEDAD %	49.75	35.98	7.75	8.84

EXCAVACION N°				
PROFUNDIDAD (m)				
MUESTRA N°				
ENSAYO N°				
FECHA DEL ENSAYO				
RECIPIENTE N° (LATA)				
PESO DE LATA + SUELO HUMEDO				
PESO DE LATA + SUELO SECO				
PESO DE LATA				
PESO DE SUELLO SECO				
PESO DE AGUA				
CONTENIDO DE HUMEDAD %				

REALIZADO POR

V°B° SUPERVISION

GEOTECNICA

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

PROYECTO : PROYECTO ESPECIAL PASTO GRANDE
 ESTUDIO : INV.COMP.GEOTECNIA CANAL PASTO GRANDE
 UBICACION : RAPIDA JACHACIRCA

HOJA : _____ DE:
 REALIZADO POR: ING. MANRIQUE

EXCAVACION N°	47 + 100	47+100	47+100	47+100	47+100
PROFUNDIDAD (m)	1.00-1.45	2.00-2.45	3.00-3.45	4.00-4.45	
MUESTRA N°	1	2	3	4	
ENSAYO N°	1	2	3	4	
FECHA DEL ENSAYO	28/02/93	28/02/93	28/02/93	28/02/93	
RECIPIENTE N° (LATA)	22	13	11	23	
PESO DE LATA + SUELO HUMEDO	72.01	81.42	91.77	104.00	
PESO DE LATA + SUELO SECO	52.27	62.08	80.13	94.03	
PESO DE LATA	12.42	12.71	12.52	12.57	
PESO DE SUELO SECO	39.85	49.37	67.61	81.46	
PESO DE AGUA	19.74	19.34	11.64	9.97	
CONTENIDO DE HUMEDAD %	49.54	39.17	17.22	12.24	

EXCAVACION N°					
PROFUNDIDAD (m)					
MUESTRA N°					
ENSAYO N°					
FECHA DEL ENSAYO					
RECIPIENTE N° (LATA)					
PESO DE LATA + SUELO HUMEDO					
PESO DE LATA + SUELO SECO					
PESO DE LATA					
PESO DE SUELO SECO					
PESO DE AGUA					
CONTENIDO DE HUMEDAD %					

REALIZADO POR

VºBº SUPERVISION

GEOTECNICA

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

PROYECTO : CANAL PASTO GRANDE
 ESTUDIO : DEFINITIVO
 UBICACION :

HOJA : _____ DE : _____
 REALIZADO POR : _____

EXCAVACION N°	47+350	47+350	47+350	47+350
PROFUNDIDAD (m)	1.00 - 1.45	2.00 - 2.45	3.00 - 3.45	4.00 - 4.45
MUESTRA N°	1	2	3	4
ENSAYO N°	1	2	3	4
FECHA DEL ENSAYO	28/02/93	28/02/93	28/02/93	28/02/93
RECIPIENTE N° (LATA)	9	10	15	17
PESO DE LATA + SUELO HUMEDO	70.51	69.22	85.6	96.65
PESO DE LATA + SUELO SECO	50.76	52.60	77.94	82.67
PESO DE LATA	12.52	12.86	12.62	12.38
PESO DE SUELO SECO	38.24	39.74	65.32	70.29
PESO DE AGUA	19.75	16.62	7.66	13.98
CONTENIDO DE HUMEDAD %	51.65	41.82	11.73	19.89

1/3,2/4,3/5 1/4,2/6,3/7 1/2,2/4,3/7 1/5,2/6,3/5

EXCAVACION N°				
PROFUNDIDAD (m)				
MUESTRA N°				
ENSAYO N°				
FECHA DEL ENSAYO				
RECIPIENTE N° (LATA)				
PESO DE LATA + SUELO HUMEDO				
PESO DE LATA + SUELO SECO				
PESO DE LATA				
PESO DE SUELO SECO				
PESO DE AGUA				
CONTENIDO DE HUMEDAD %				

REALIZADO POR

V°B° SUPERVISION

GEOTECNICA		DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD		
PROYECTO : CANAL PASTO GRANDE		HOJA :	DE:	
ESTUDIO : DEFINITIVO		REALIZADO POR :		
UBICACION :				
EXCAVACION N°	47+980	47+980	47+980	
PROFUNDIDAD (m)	1.00 - 1.45	2.00 - 2.45	3.00 - 3.45	
MUESTRA N°	1	2	3	
ENSAYO N°	1	2	3	
FECHA DEL ENSAYO	28/02/93	28/02/93	28/02/93	
RECIPIENTE N° (LATA)	38	8	36	
PESO DE LATA + SUELO HUMEDO	134.79	136.28	157.92	
PESO DE LATA + SUELO SECO	108.66	110.32	141.33	
PESO DE LATA	64.79	65.96	66.27	
PESO DE SUELO SECO	43.87	44.36	75.06	
PESO DE AGUA	26.13	25.96	16.59	
CONTENIDO DE HUMEDAD %	59.56	58.52	22.10	
	1/5,2/5,3/7	1/7,2/7,3/4	1/5,2/22,3/25	
EXCAVACION N°				
PROFUNDIDAD (m)				
MUESTRA N°				
ENSAYO N°				
FECHA DEL ENSAYO				
RECIPIENTE N° (LATA)				
PESO DE LATA + SUELO HUMEDO				
PESO DE LATA + SUELO SECO				
PESO DE LATA				
PESO DE SUELO SECO				
PESO DE AGUA				
CONTENIDO DE HUMEDAD %				
REALIZADO POR				
	VºBº SUPERVISION			
07-30180 DCH-04.FMT ES/ms				



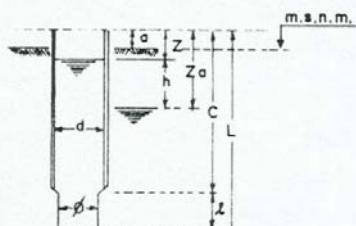
Geotécnica

REGISTRO DE PRUEBAS DE PERMEABILIDAD LEFRANC

PROYECTO PASTO GRANDE

UBICACION RAPIDA JACHACIBCA

INTERVALO DE PRUEBA 3.00 A 4.45 m. DE PROF. PERFD. N° 46+860
FECHA DE A HORAS ENSAYO N° 01

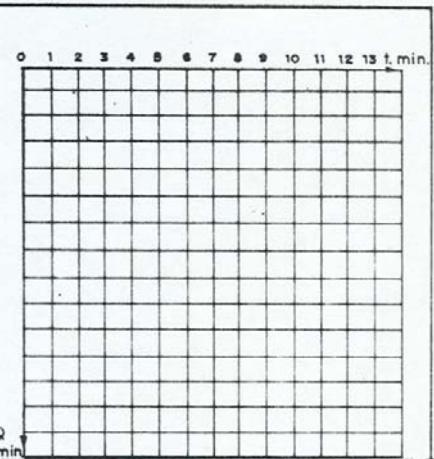


<i>a</i>	= DIST. BOCA DEL TUBO - PLATAFORMA	0.00	m.
<i>Za</i>	= PROF. NIVEL NATURAL DE AGUA	seco	m.
<i>C</i>	= LONGITUD REVESTIDA	3.00	m.
<i>L</i>	= LONGITUD PERFORADA	4.45	m.
<i>d</i>	= DIAM. INT. REVESTIMIENTO	10.20	cm.
<i>D</i>	= DIAM. BULBO DE ENSAYO	9.80	cm.
<i>L</i>	= LONGITUD DEL BULBO	ANTES DEL ENSAYO 145	
		cm.	
		DESPUES DEL ENSAYO 145	
		cm.	
<i>h</i>	= SOBRECARGA HIDRAULICA	82.50	cm.
<i>Z</i>	= PROFUNDIDAD DEL AGUA EN EL TUBO DEL REVESTIMIENTO	2.90	cm.
<i>Δt</i>	= INCREMENTO DE TIEMPO		min.
<i>K</i>	= PERMEABILIDAD		cm/seg.

TIPO DE ENSAYO : CARGA CONSTANTE

REPRESENTACION GRAFICA

T (min)	Lectura Co- dálim. (lt)	Q (lt)	T (min)
0	205	--	0
1	245	40	1
2	287	42	2
3	328	41	3
4	372	44	4
5	414	42	5
6	456	42	
7	499	43	
8	543	44	
9	586	43	
10	630	44	



NIVEL CONSTANTE $Q = 708,33 \text{ cm}^3/\text{seg}$

FORMULA GENERAL: $K = \frac{Q}{Fh}$

$$\kappa = Q \ln(2l/\phi) / (2\pi h l)$$

CALCULOS :

Q = 708.33

$$d = 708.$$

$$\emptyset = 9.8$$

$$K = 3.19 \times 10^{-2} \text{ cm}^3/\text{sec}$$

$$\text{NIVEL VARIABLE} \quad Q = \frac{\pi d^2 \Delta Z}{4 \times 60 A_t} = \underline{\hspace{2cm}} \text{cm}^3/\text{seg}$$

OBSERVACIONES:

ELABORADO		HOJA	ANEXO
REVISADO			
APROBADO			



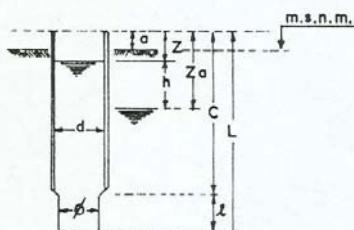
Geotécnica

REGISTRO DE PRUEBAS DE PERMEABILIDAD LEFRANC

PROYECTO : PASTO GRANDE

UBICACION :

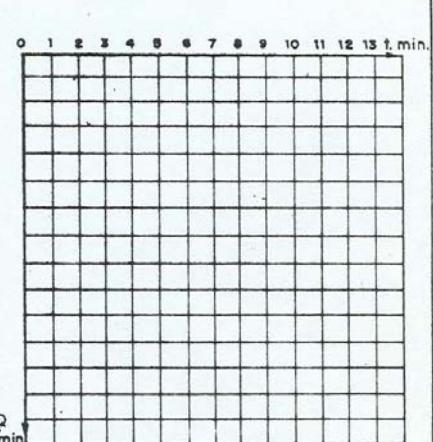
INTERVALO DE PRUEBA 3.00 A 4.45 m. DE PROF. PERF. N° 47+350
FECHA _____ DE _____ A _____ HORAS ENSAYO N° 01



d	= DIST. BOCA DEL TUBO - PLATAFORMA	0.00	m.
Z_a	= PROF. NIVEL NATURAL DE AGUA	seco	m.
C	= LONGITUD REVESTIDA	3.00	m.
L	= LONGITUD PERFORADA	4.45	m.
d	= DIAM. INT. REVESTIMIENTO	10.20	cm.
δ	= DIAM. BULBO DE ENSAYO	9.80	cm.
l	= LONGITUD DEL BULBO	ANTES DEL ENSAYO	145 cm.
			DESPUES DEL ENSAYO
h	= SOBRECARGA HIDRAULICA	102.50	cm.
Z	= PROFUNDIDAD DEL AGUA EN EL TUBO DEL REVESTIMIENTO	270.0	cm.
Δt	= INCREMENTO DE TIEMPO		min.
K	= PERMEABILIDAD		cm./seg.

TIPO DE ENSAYO : CARGA CONSTANTE

REPRESENTACION GRAFICA



NIVEL CONSTANTE $Q = 701.67 \text{ cm}^3/\text{seg}$

$$\text{NIVEL VARIABLE } Q = \frac{\pi d \Delta Z}{4 \times 60 \Delta t} = \dots \text{ cm}^3/\text{seg.}$$

CALCULOS :

$$Q = 701.67 \text{ cm}^3/\text{seg.}$$

14

$$\phi = 9.8$$

$$h = 102.5$$

$$K = 2.55 \times 10^{-2}$$

FORMULA GENERAL :

$$K = \frac{Q}{F_h}$$

$$\kappa = Q_0(2\ell/\phi)/(2\pi h\ell)$$

OBSERVACIONES:

ELABORADO		HOJA	ANEXO
REVISADO			
APROBADO			



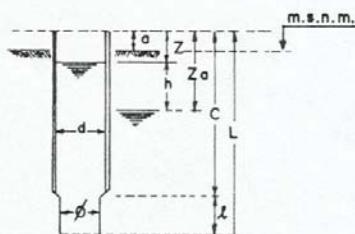
Geotécnica

REGISTRO DE PRUEBAS DE PERMEABILIDAD LEFRANC

PROYECTO : PASTO GRANDE

UBICACION : RAPIDA JACHACIRCA

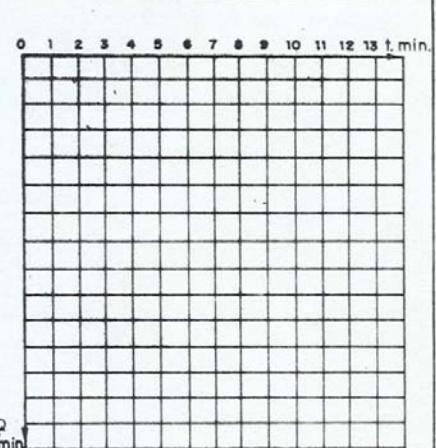
INTERVALO DE PRUEBA 3.00 A 3.45 m. DE PROF. PERÍF. N° 47+980
FECHA _____ DE _____ A _____ HORAS ENSAYO N° 01



a	= DIST. BOCA DEL TUBO-PLATAFORMA	0.40	m.
Z_a	= PROF. NIVEL NATURAL DE AGUA	1.50	m.
C	= LONGITUD. REVESTIDA	3.00	m.
L	= LONGITUD PERFORADA	3.45	m.
d	= DIAM. INT. REVESTIMIENTO	12.50	cm.
δ	= DIAM. BULBO DE ENSAYO	11.50	cm.
l	= LONGITUD DEL BULBO	ANTES DEL ENSAYO 45	cm.
			DESPUES DEL ENSAYO 45
h	= SOBRECARGA HIDRAULICA	190	cm.
Z	= PROFUNDIDAD DEL AGUA EN EL TUBO DEL REVESTIMIENTO	0.00	cm.
Δt	= INCREMENTO DE TIEMPO		min.
K	= PERMEABILIDAD		cm/seg.

TIPO DE ENSAYO : CARGA VARIABLE

REPRESENTACION GRAFICA



$$Q = \frac{\pi d^2 \Delta Z}{4 \times 60 \times At} = 0.41 \text{ cm}^3/\text{seg}$$

$$\Delta Z = 2 - 0 = 2$$

$$\Delta t = 10 - 0 = 10$$

FORMULA GENERAL :

$$\pi = \frac{q}{\pi}$$

$$K = Q \ln(2\ell/\phi) / (2\pi h t)$$

CALCULOS:

2 = 45

$$Q = 0.41$$

b = 190

$$K = 1.57 \times 10^{-5}$$

OBSERVACIONES: Terreno de baja permeabilidad

ELABORADO		HOJA	ANEXO
REVISADO			
APROBADO			

GEOTECNICA

ANALISIS GRANULOMETRICO-MECANICO

PROYECTO :	CANAL PASTO GRANDE	EXCAVACION N°:	47 + 100
ESTUDIO :	DEFINITIVO	PROFUNDIDAD :	0.00 - 3.00
UBICACION :	SPT	MUESTRA N° :	1
DESCRIPCION DEL SUELO:		ENSAYO N° :	1
PROPOSITO DEL ENSAYO:		FECHA DEL ENSAYO:	

PESO DE LA MUESTRA SECA + RECIPIENTE	6,993 grs
PESO DEL RECIPIENTE	
PESO DE LA MUESTRA SECA	6,993 grs

ANALISIS POR TAMIZADO

TAMIZ N°	DIAM.(m m.)	PESO RETENIDO gr.	% RETENIDO		% QUE PASA ACUMULADO
			PARCIAL	ACUMULAD.	
3"	X	75.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	X	63.50		0.0	
2"	X	50.00	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	X	37.50		0.0	
1"	X	25.00	62.9	0.9	99.1
3/4"	X	19.00	69.9	1.0	98.1
1/2"	X	12.70	307.7	4.4	93.7
3/8"	X	9.50	328.7	4.7	89.0
1/4"	X	6.30		11.0	
4	X	4.75	1,195.8	17.1	71.9
8	X	2.38		28.1	
10		2.00	1,867.1	26.7	54.8
16	X	1.19			54.8
20		0.85	1,293.7	18.5	73.3
30	X	0.60			73.3
40		0.425	573.4	8.2	81.5
50	X	0.297			81.5
60		0.250	279.7	4.0	85.5
100	X	0.150	209.8	3.0	88.5
200		0.075	209.8	3.0	91.5
<200		< 0.075	594.5	8.5	8.5
					0.0

% QUE PASA = 100 - % RETENIDO

X TAMIZ PARA CLASIFICACION DE SUELO

X TAMIZ PARA GRADACION DE AGREGADOS

REALIZADO POR

VºBº SUPERVISION

GEOTECNICA

ANALISIS GRANULOMETRICO-MECANICO

PROYECTO :	CANAL PASTO GRANDE	EXCAVACION N°:	47 + 100
ESTUDIO :	DEFINITIVO	PROFUNDIDAD :	3.00 - 4.45
UBICACION :	SPT	MUESTRA N° :	2
DESCRIPCION DEL SUELO:		ENSAYO N° :	2
PROPOSITO DEL ENSAYO:		FÉCHA DEL ENSAYO:	

PESO DE LA MUESTRA SECA + RECIPIENTE	3,280 grs
PESO DEL RECIPIENTE	
PESO DE LA MUESTRA SECA	3,280 grs

ANALISIS POR TAMIZADO

TAMIZ N°	DIAM.(m m.)	PESO RETENIDO gr.	% RETENIDO		% QUE PASA ACUMULADO
			PARCIAL	ACUMULAD.	
3"	X	75.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	X	63.50		0.0	
2"	X	50.00	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	X	37.50		0.0	
1"	X	25.00	98.4	3.0	97.0
3/4"	X	19.00	29.5	0.9	96.1
1/2"	X	12.70	32.8	1.0	95.1
3/8"	X	9.50	55.8	1.7	93.4
1/4"	X	6.30		6.6	
4	X	4.75	262.4	8.0	14.6
8	X	2.38		14.6	
10	.	2.00	377.2	11.5	26.1
16	X	1.19		26.1	
20	.	0.85	410.0	12.5	38.6
30	X	0.60		38.6	
40	.	0.425	429.7	13.1	51.7
50	X	0.297		51.7	
60	.	0.250	337.8	10.3	62.0
100	X	0.150	337.8	10.3	72.3
200	.	0.075	285.4	8.7	81.0
<200	<	0.075	623.2	19.0	19.0
					0.0

% QUE PASA = 100 - % RETENIDO

. TAMIZ PARA CLASIFICACION DE SUELO

X TAMIZ PARA GRADACION DE AGREGADOS

REALIZADO POR

VºBº SUPERVISION

GEOTECNICA

ANALISIS GRANULOMETRICO-MECANICO

PROYECTO :	CANAL PASTO GRANDE	EXCAVACION N°:	47 + 350
ESTUDIO :	DEFINITIVO	PROFUNDIDAD :	2.00 - 3.00
UBICACION :	SPT	MUESTRA N° :	1
DESCRIPCION DEL SUELO:		ENSAYO N° :	1
PROPOSITO DEL ENSAYO:		FECHA DEL ENSAYO:	

PESO DE LA MUESTRA SECA + RECIPIENTE	2,205 grs
PESO DEL RECIPIENTE	
PESO DE LA MUESTRA SECA	2,205 grs

ANALISIS POR TAMIZADO

TAMIZ N°	DIAM.(m m.)	PESO RETENIDO gr.	% RETENIDO		% QUE PASA ACUMULADO
			4	PARCIAL	
3"	X	75.00		0.0	0.0 100.0
2 1/2"	X	63.50			0.0
2"	X	50.00		0.0	0.0 100.0
1 1/2"	X	37.50			0.0
1"	X	25.00		0.0	0.0 100.0
3/4"	X	19.00		0.0	0.0 100.0
1/2"	X	12.70	81.6	3.7	3.7 96.3
3/8"	X	9.50	39.7	1.8	5.5 94.5
1/4"	X	6.30			
4	X	4.75	233.7	10.6	16.1 83.9
8	X	2.38			
10	.	2.00	407.9	18.5	34.6 65.4
16	X	1.19			
20	.	0.85	339.6	15.4	50.0 50.0
30	X	0.60			
40	.	0.425	333.0	15.1	65.1 34.9
50	X	0.297			
60	.	0.250	220.5	10.0	75.1 24.9
100	X	0.150	187.4	8.5	83.6 16.4
200	.	0.075	152.1	6.9	90.5 9.5
<200	<	0.075	209.5	9.5	100.0 0.0

% QUE PASA = 100 - % RETENIDO

. TAMIZ PARA CLASIFICACION DE SUELO

X TAMIZ PARA GRADACION DE AGREGADOS

REALIZADO POR

VºBº SUPERVISION

GEOTECNICA

ANALISIS GRANULOMETRICO-MECANICO

PROYECTO :	CANAL PASTO GRANDE	EXCAVACION N°:	47 + 350
ESTUDIO :	DEFINITIVO	PROFUNDIDAD :	3.00 - 4.00
UBICACION :	SPT	MUESTRA N° :	2
DESCRIPCION DEL SUELO:		ENSAYO N° :	2
PROPOSITO DEL ENSAYO:		FECHA DEL ENSAYO:	

PESO DE LA MUESTRA SECA + RECIPIENTE	2,246 grs
PESO DEL RECIPIENTE	
PESO DE LA MUESTRA SECA	2,246 grs

ANALISIS POR TAMIZADO

TAMIZ N°	DIAM.(m m.)	PESO RETENIDO gr.	% RETENIDO		% QUE PASA ACUMULADO
			PARCIAL	ACUMULAD.	
3"	X	75.00		0.00	0.00
2 1/2"	X	63.50			100.00
2"	X	50.00	305.5	13.6	13.6
1 1/2"	X	37.50			86.4
1"	X	25.00	20.2	0.9	14.5
3/4"	X	19.00			85.5
1/2"	X	12.70	29.2	1.3	15.8
3/8"	X	9.50	33.7	1.5	17.3
1/4"	X	6.30			82.7
4	X	4.75	134.8	6.0	23.3
8	X	2.38			76.7
10	.	2.00	280.8	12.5	35.8
16	X	1.19			64.2
20	.	0.85	285.2	12.7	48.5
30	X	0.60			51.5
40	.	0.425	242.6	10.8	59.3
50	X	0.297			40.7
60	.	0.250	143.7	6.4	65.7
100	X	0.150	114.5	5.1	70.8
200	.	0.075	110.0	4.9	75.7
<200	<	0.075	545.8	24.3	100.0

% QUE PASA = 100 - E % RETENIDO

. TAMIZ PARA CLASIFICACION DE SUELO

X TAMIZ PARA GRADACION DE AGREGADOS

REALIZADO POR

VFB° SUPERVISION

GEOTECNICA

ANALISIS GRANULOMETRICO-MECANICO

PROYECTO :	CANAL PASTO GRANDE	EXCAVACION N°:	47 + 500
ESTUDIO :	DEFINITIVO	PROFUNDIDAD :	0.25 - 2.75
UBICACION :	RADIDA DE JACHACIRCA	MUESTRA N° :	1
DESCRIPCION DEL SUELO:		ENSAYO N° :	1
PROPOSITO DEL ENSAYO:		FECHA DEL ENSAYO:	

PESO DE LA MUESTRA SECA + RECIPIENTE	5,254 grs
PESO DEL RECIPIENTE	
PESO DE LA MUESTRA SECA	5,254 grs

ANALISIS POR TAMIZADO

TAMIZ N°	DIAM.(m m.)	PESO RETENIDO gr.	% RETENIDO		% QUE PASA ACUMULADO
			PARCIAL	ACUMULAD.	
3"	X	75.00		0.0	0.0
2 1/2"	X	63.50			0.0
2"	X	50.00		0.0	0.0
1 1/2"	X	37.50			100.0
1"	X	25.00	241.7	4.6	4.6
3/4"	X	19.00	273.2	5.2	9.8
1/2"	X	12.70	588.4	11.2	21.0
3/8"	X	9.50	625.2	11.9	32.9
1/4"	X	6.30			67.1
4	X	4.75	1,507.9	28.7	61.6
8	X	2.38			38.4
10	.	2.00	1,187.5	22.6	84.2
16	X	1.19			15.8
20	.	0.85	572.7	10.9	95.1
30	X	0.60			4.9
40	.	0.425	99.8	1.9	97.0
50	X	0.297			3.0
60	.	0.250	21.0	0.4	97.4
100	X	0.150	15.8	0.3	97.7
200	.	0.075	10.5	0.2	97.9
<200	<	0.075	110.3	2.1	100.0
					0.0

% QUE PASA = 100 - % RETENIDO

. TAMIZ PARA CLASIFICACION DE SUELO

X TAMIZ PARA GRADACION DE AGREGADOS

REALIZADO POR

VºBº SUPERVISION

GEOTECNICA		ANALISIS GRANULOMETRICO-MECANICO		
PROYECTO :	CANAL PASTO GRANDE	EXCAVACION N°:	47 + 500	
ESTUDIO :	DEFINITIVO	PROFUNDIDAD :	2.90 - 3.05	
UBICACION :	ZONA JACHACIRCA	MUESTRA N° :	M-2	
DESCRIPCION DEL SUELO:		ENSAYO N° :		
PROPOSITO DEL ENSAYO:		FECHA DEL ENSAYO:		
PESO DE LA MUESTRA SECA + RECIPIENTE		3,478 grs		
PESO DEL RECIPIENTE		-		
PESO DE LA MUESTRA SECA		3,478 grs		
ANALISIS POR TAMIZADO				
TAMIZ N°	DIAM.(mm.)	PESO RETENIDO gr.	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	.X	75.00		
2 1/2"	X	63.50		
2"	.X	50.00		
1 1/2"	X	37.50		
1"	.X	25.00		
3/4"	.X	19.00		
1/2"	.X	12.70		100.0
3/8"	.X	9.50	10.4	99.7
1/4"	X	6.30		
4	.X	4.75	132.2	3.8
8	X	2.38		
10	.	2.00	615.6	17.7
16	X	1.19		
20	.	0.85	1,116.4	32.1
30	X	0.60		
40	.	0.425	594.7	17.1
50	X	0.297		
60	.	0.250	194.8	5.6
100	.X	0.150	118.3	3.4
200	.	0.075	121.7	3.5
<200	<	0.075	573.9	16.5
% QUE PASA = 100 - % RETENIDO				
TAMIZ PARA CLASIFICACION DE SUELO				
X TAMIZ PARA GRADACION DE AGREGADOS				
REALIZADO POR		VºBº SUPERVISION		
01-30506 CAGMG-29.FMT				

GEOTECNICA

ANALISIS GRANULOMETRICO-MECANICO

PROYECTO : CANAL PASTO GRANDE EXCAVACION N°: 47 + 980
 ESTUDIO : DEFINITIVO PROFUNDIDAD : 0.00 - 2.30
 UBICACION : SPT MUESTRA N° : 1
 DESCRIPCION DEL SUELO:
 PROPOSITO DEL ENSAYO:

PESO DE LA MUESTRA SECA + RECIPIENTE	2,172 grs
PESO DEL RECIPIENTE	
PESO DE LA MUESTRA SECA	2,172 grs

ANALISIS POR TAMIZADO

TAMIZ N°	DIAM.(m m.)	PESO RETENIDO gr.	% RETENIDO		% QUE PASA ACUMULADO
			PARCIAL	ACUMULAD.	
3"	X	75.00		0.00	0.00 100.00
2 1/2"	X	63.50			0.0
2"	X	50.00		0.0	0.0 100.0
1 1/2"	X	37.50			0.0
1"	X	25.00	56.5	2.6	2.6 97.4
3/4"	X	19.00	78.2	3.6	6.2 93.8
1/2"	X	12.70	199.8	9.2	15.4 84.6
3/8"	X	9.50	180.3	8.3	23.7 76.3
1/4"	X	6.30			23.7
4	X	4.75	536.5	24.7	48.4 51.6
8	X	2.38			48.4
10	.	2.00	473.5	21.8	70.2 29.8
16	X	1.19			70.2
20	.	0.85	271.5	12.5	82.7 17.3
30	X	0.60			82.7
40	.	0.425	117.3	5.4	88.1 11.9
50	X	0.297			88.1
60	.	0.250	52.1	2.4	90.5 9.5
100	X	0.150	39.1	1.8	92.3 7.7
200	.	0.075	41.3	1.9	94.2 5.8
<200	<	0.075	125.9	5.8	100.0 0.0

% QUE PASA = 100 - % RETENIDO

. TAMIZ PARA CLASIFICACION DE SUELO

X TAMIZ PARA GRADACION DE AGREGADOS

REALIZADO POR

VºBº SUPERVISION

GEOTECNICA

ANALISIS GRANULOMETRICO-MECANICO

PROYECTO :	CANAL PASTO GRANDE	EXCAVACION N°:	47 + 980
ESTUDIO :	DEFINITIVO	PROFUNDIDAD :	3.00 - 3.45
UBICACION :	SPT	MUESTRA N° :	3
DESCRIPCION DEL SUELO:		ENSAYO N° :	
PROPOSITO DEL ENSAYO:		FECHA DEL ENSAYO:	

PESO DE LA MUESTRA SECA + RECIPIENTE	100 grs
PESO DEL RECIPIENTE	
PESO DE LA MUESTRA SECA	100 grs

ANALISIS POR TAMIZADO

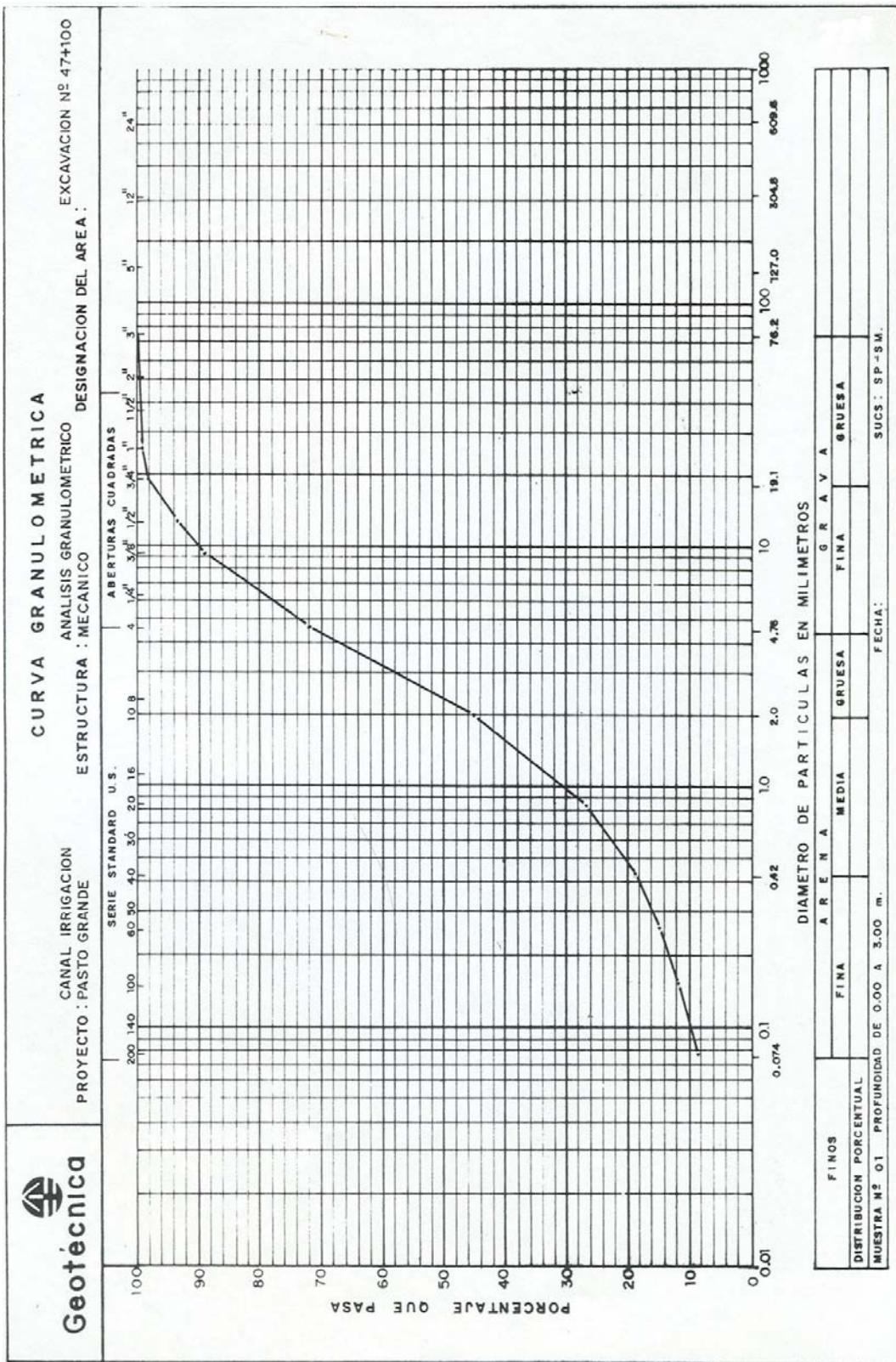
TAMIZ N°	DIAM.(m m.)	PESO RETENIDO gr.	% RETENIDO		% QUE PASA ACUMULADO
			PARCIAL	ACUMULAD.	
3"	. X	75.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	X	63.50		0.0	
2"	. X	50.00	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	X	37.50		0.0	
1"	. X	25.00	0.0	0.0	100.0
3/4"	. X	19.00	0.0	0.0	100.0
1/2"	. X	12.70	0.0	0.0	100.0
3/8"	. X	9.50	5.6	5.6	94.4
1/4"	X	6.30			
4	. X	4.75	5.6	5.6	88.8
8	X	2.38			
10	.	2.00	12.6	12.6	76.2
16	X	1.19			
20	.	0.85	17.6	17.6	58.6
30	X	0.60			
40	.	0.425	13.7	13.7	44.9
50	X	0.297			
60	.	0.250	8.1	8.1	36.8
100	. X	0.150	6.7	6.7	30.1
200	.	0.075	6.4	6.4	23.7
<200	<	0.075	23.7	23.7	100.0
% QUE PASA = 100 - E % RETENIDO					

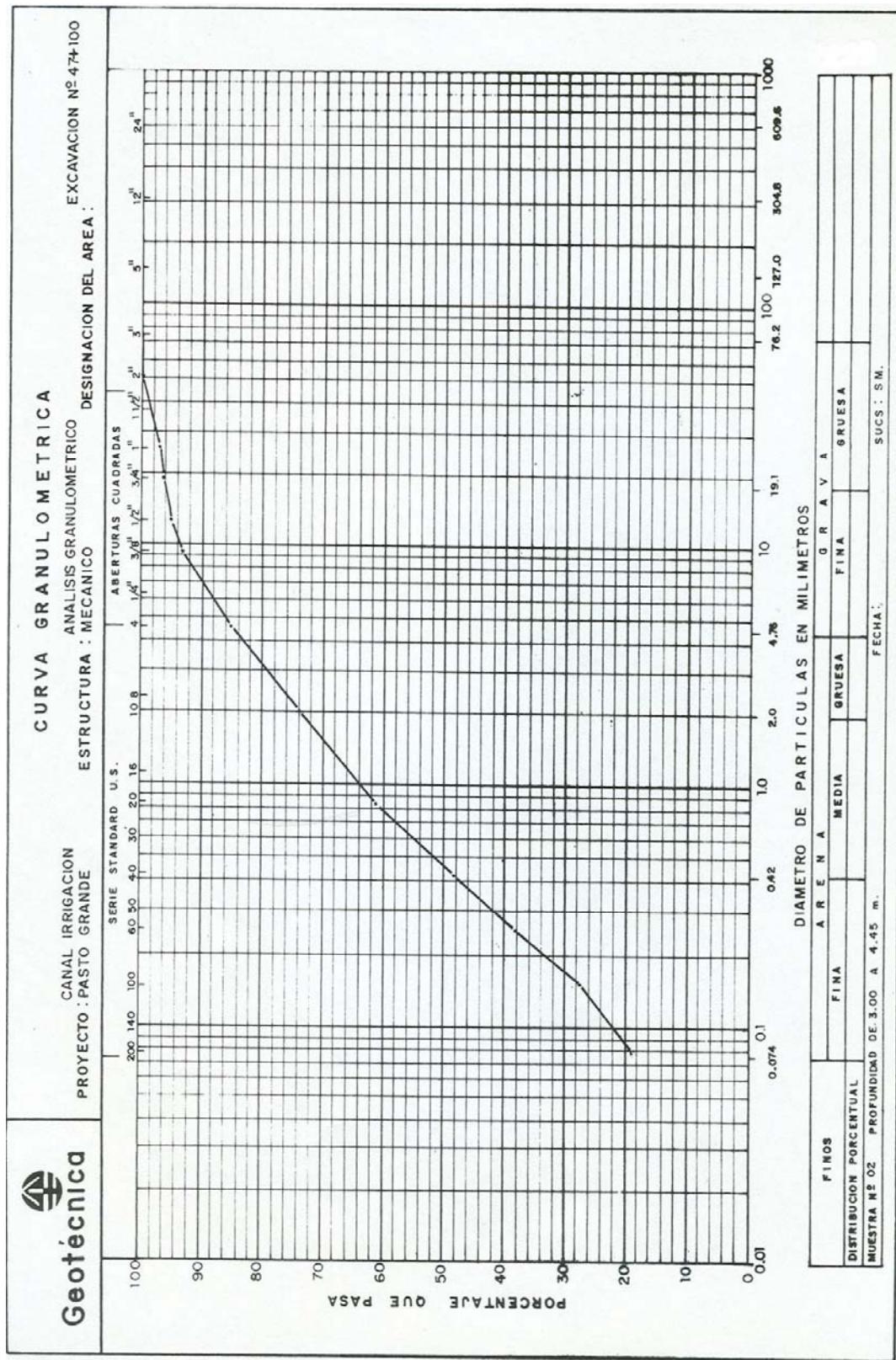
. TAMIZ PARA CLASIFICACION DE SUELO

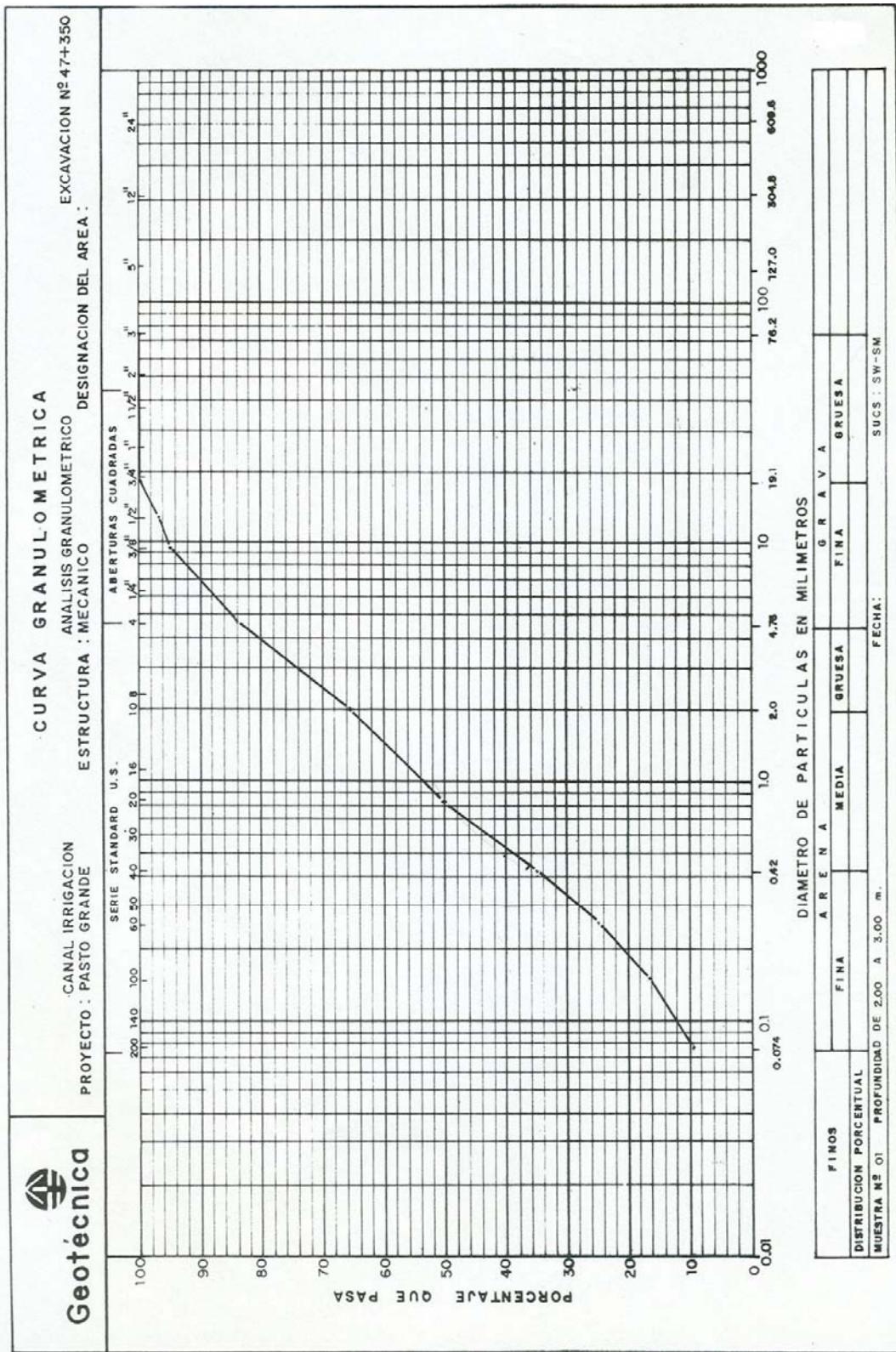
X TAMIZ PARA GRADACION DE AGREGADOS

REALIZADO POR

VºBº SUPERVISION





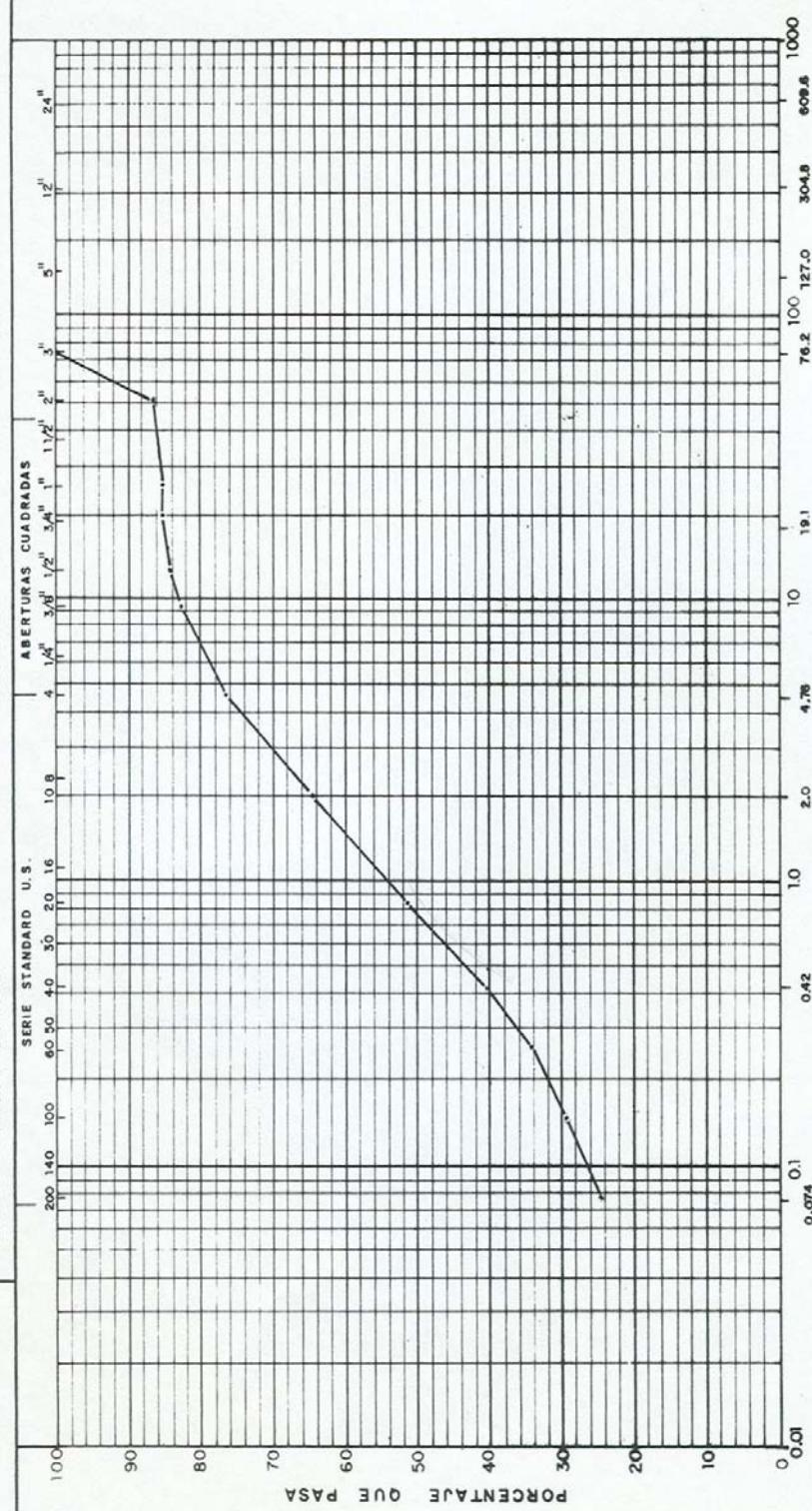




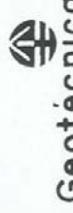
Geotécnica

PROYECTO : CANAL IRRIGACION
PASTO GRANDECURVA GRANULOMETRICA
ANALISIS GRANULOMETRICO
DESIGNACION DEL AREA :

EXCAVACION N° 47+350

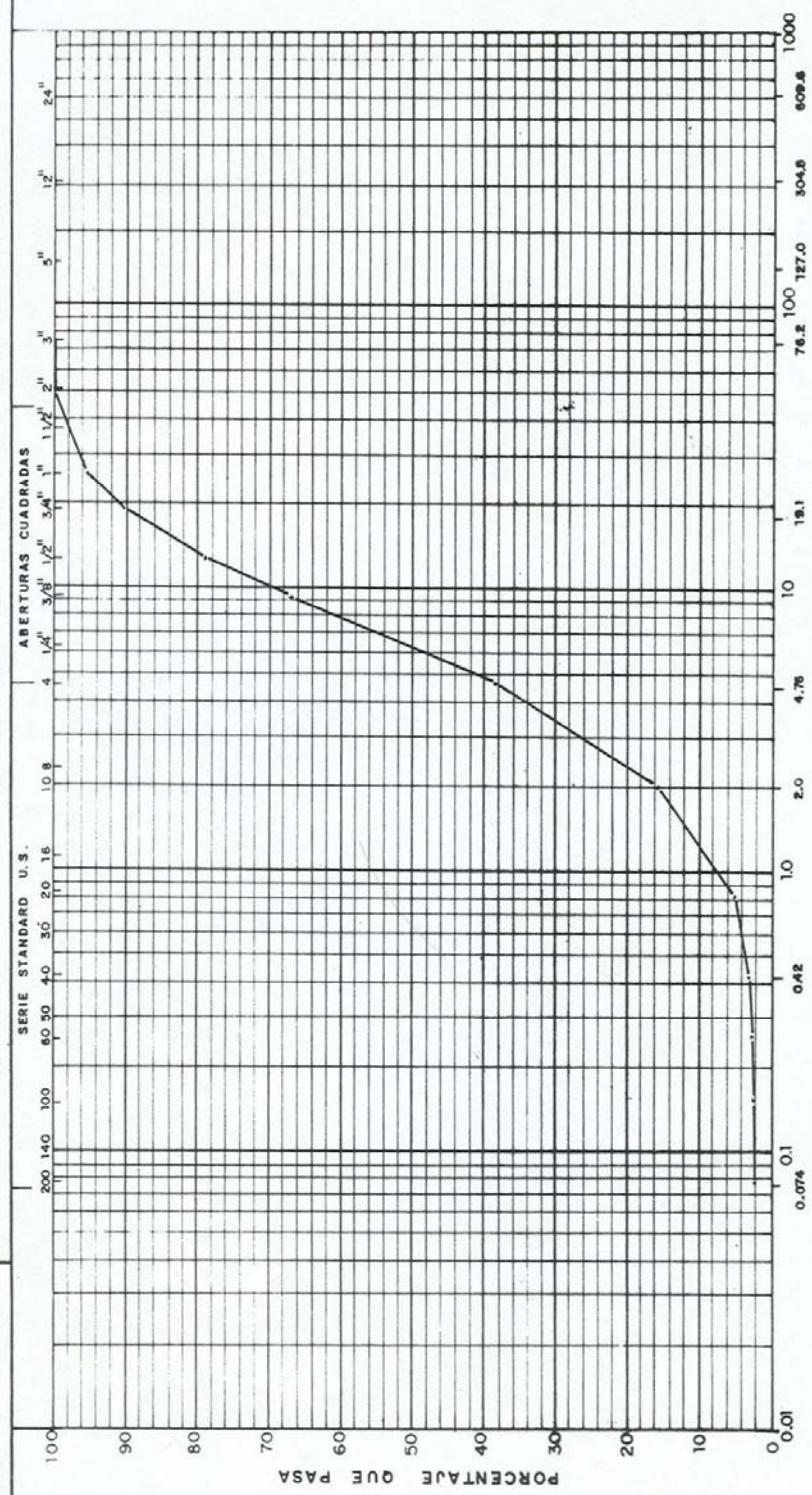


FINOS	ARENA FINA	ARENA MEDIA	GRUESA FINA	GRUESA G R A V A	GRUESA SUCS : SM.
DISTRIBUCION PORCENTUAL MUESTRA N° 02 PROFUNDIDAD DE 3.00 A 4.00 m.				F E C H A :	



Geotecnica
CURVA GRANULOMETRICA
PROYECTO : CANAL IRRIGACION
ESTRUCTURA : PASTO GRANDE

ANALISIS GRANULOMETRICO
MECANICO
EXCAVACION N° 474-500
DESIGNACION DEL AREA :



DIAMETRO DE PARTICULAS EN MILIMETROS

FINOS	ARENA	G R A V A	GRUESA
FINA	MEDIA	GRUESA	FINA
DISTRIBUCION PORCENTUAL			
MUESTRA N° 01 PROFUNDIDAD DE 0.25 A 2.75 m.			

SUCS : G.W.

FECHA:



Geotécnica

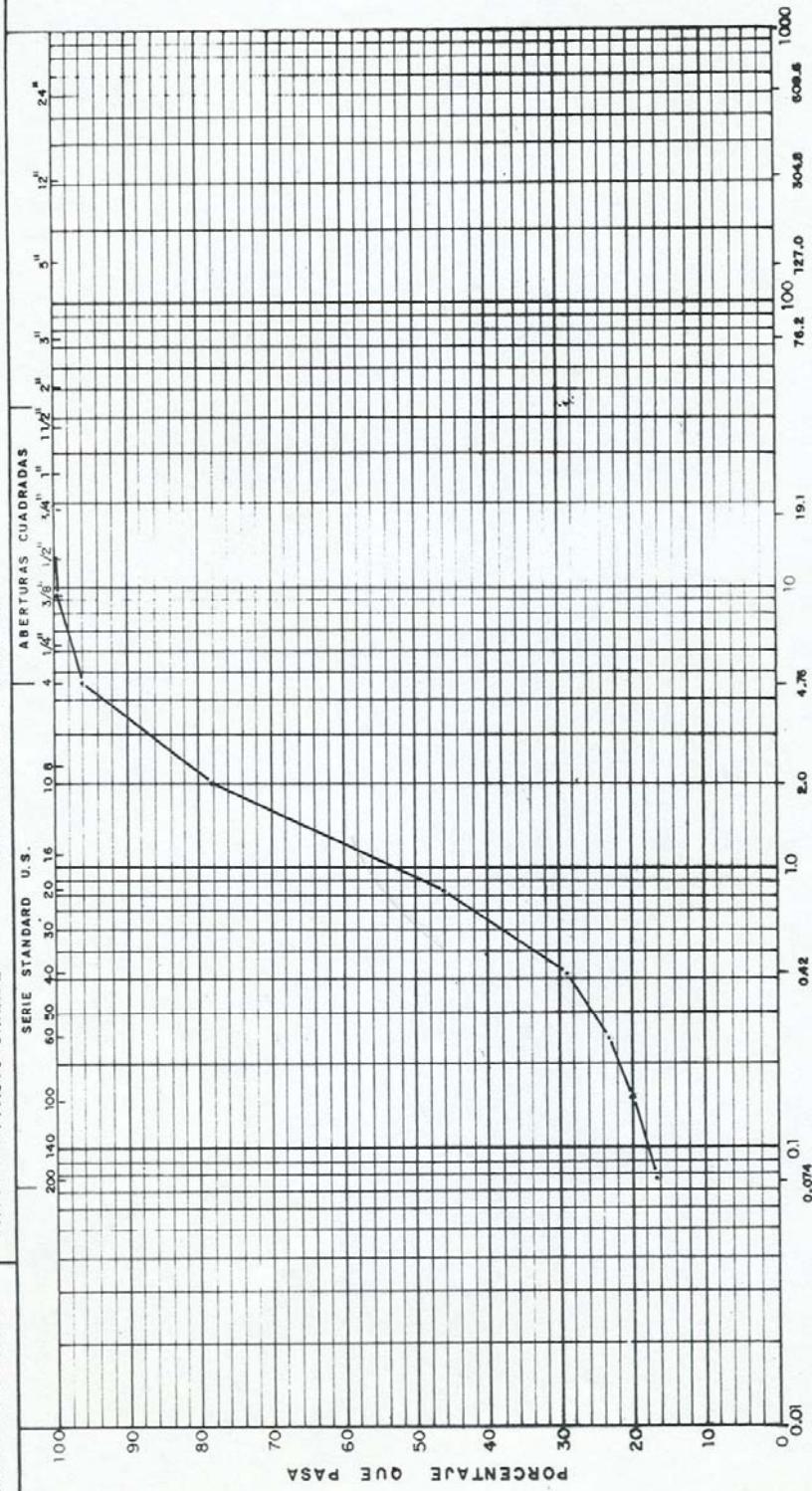
CANAL IRRIGACION
PROYECTO : PASTO GRANDE

CURVA GRANULOMETRICA ANALISIS GRANULOMETRICO
STRUCTURA : MECANICO DES

EXCAVACION N° 47+500

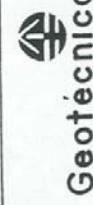
卷之三

ANALISIS GRANULOMETRICO



DIAmetro DE PARTICULAS EN MILIMETROS

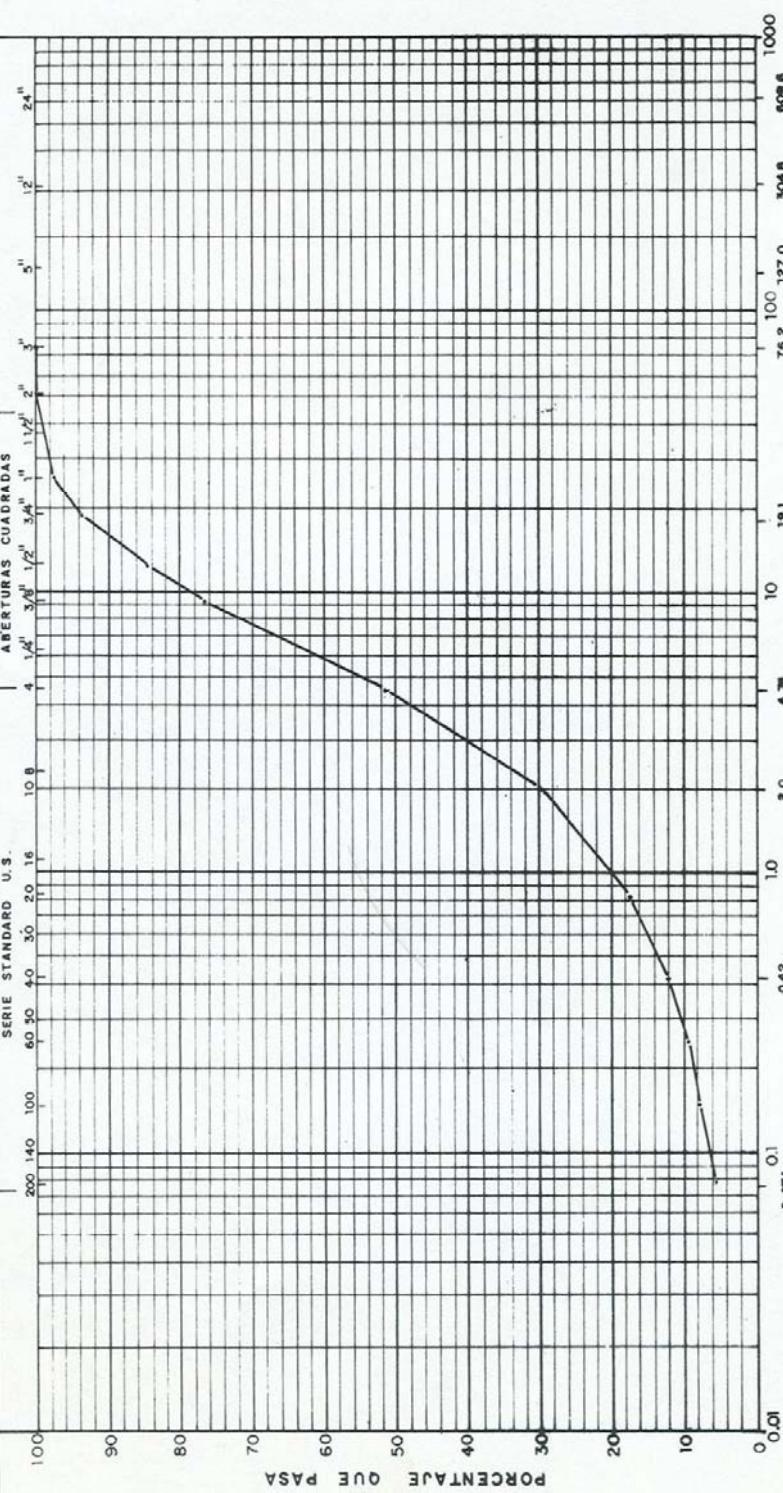
FINOS	ARENA FINA	ARENA MEDIA	GRUESA	GRAVA
DISTRIBUCION PORCENTUAL				
MUESTRA N° 02 PROFUNDIDAD DE 2.90 A 3.05 m.				SUCS : S.C.
				FECHA :



CURVA GRANULOMETRICA
ANALISIS GRANULOMETRICO
EXCAVACION N° 47+980

CANAL IRRIGACION
PROYECTO : PASTO GRANDE

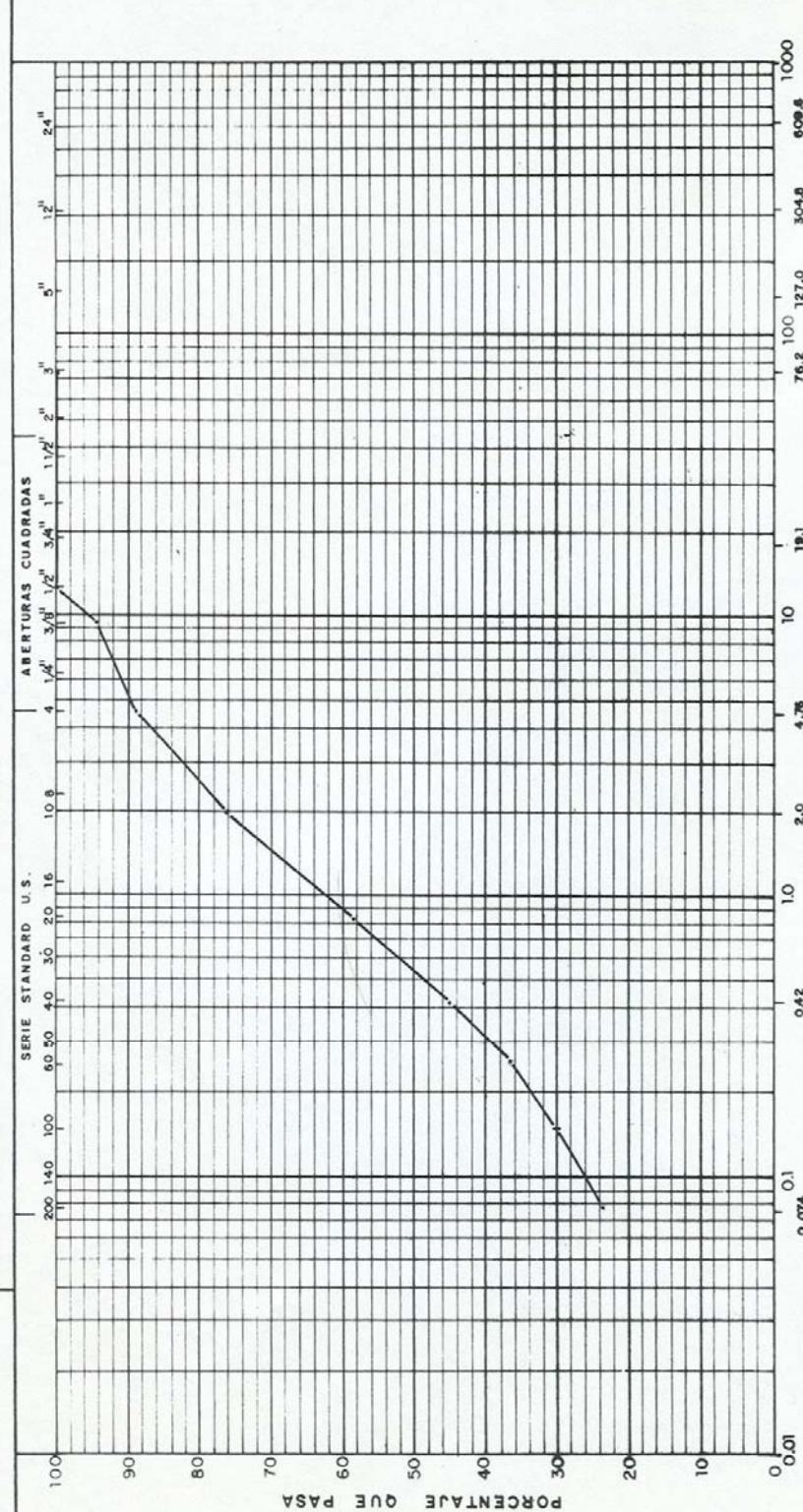
SERIE STANDARD U.S.



FINOS	ARENA			GRAVA		
	FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	MEDIA	GRUESA
DISTRIBUCION PORCENTUAL						
MUESTRA N° 01 PROFUNDIDAD DE 0.00 A 2.30 m.						
FECHA :						
SUCS : GW - G.M.						



Geotecnica

CANAL IRRIGACION
PROYECTO : PASTO GRANDECURVA GRANULOMETRICA
ANALISIS GRANULOMETRICO
ESTRUCTURA : MECANICO

FINOS	ARENA FINA	MEDIA	GRUESA FINA	GRUESA
DISTRIBUCION PORCENTUAL				
MUESTRA N° 03 PROFUNDIDAD DE 3.00 A 3.45 m.				

FECHA : SUCS : S.M.

GEOTECNICA

DETERMINACION DE LIMITES DE ATTERBERG

PROYECTO : PASTO GRANDE
 ESTUDIO : COMPLEMENTARIO GEOTECNICO'
 UBICACION : JACHACIRCA
 DESCRIPCION DEL SUELO : No presenta límites excesivo de arena fina, no cohesivo.

PROGRESIVA : 47 + 350
 PROFUNDIDAD : 2.00 - 3.00 m
 MUESTRA N° : 1
 ENSAYO N° :
 FECHA DEL ENSAYO:

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

LATA N°				
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA				
PESO DEL SUELO SECO + LATA				
PESO DE LATA	NO PLASTICO			
PESO DEL SUELO SECO				
PESO DE AGUA				
CONTENIDO DE HUMEDAD %				
NUMERO DE GOLPES, N				

INDICE DE FLUIDEZ F_i = _____
 LIMITE LIQUIDO L.L. = _____ N.P.
 LIMITE PLASTICO L.P. = _____
 INDICE DE PLASTICIDAD I_p = _____ N.P.

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO

LATA N°				
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA				
PESO DEL SUELO SECO + LATA				
PESO DE LATA				
PESO DEL SUELO SECO				
PESO DE AGUA				
CONTENIDO DE HUMEDAD %				

REALIZADO POR

V°B° SUPERVISION

GEOTECNICA

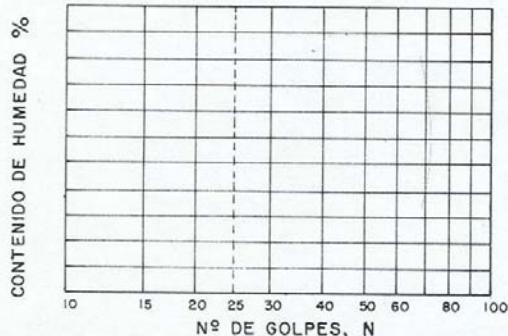
DETERMINACION DE LIMITES DE ATTERBERG

PROYECTO : CANAL PASTO GRANDE
 ESTUDIO : COMPLEMENTARIO GEOTECNICO
 UBICACION :
 DESCRIPCION DEL SUELO : Exceso de arena fina y
 llimo no permite obtener límite líquido, no cohesivo.

PROGRESIVA : 47 + 350
 PROFUNDIDAD : 3.00 - 4.00 m
 MUESTRA N° : 2
 ENSAYO N° :
 FECHA DEL ENSAYO:

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

LATA N°	2				
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA	33.00				
PESO DEL SUELO SECO + LATA	29.00				
PESO DE LATA	12.30				
PESO DEL SUELO SECO	16.70				
PESO DE AGUA	4.00				
CONTENIDO DE HUMEDAD %	23.95				
NUMERO DE GOLPES, N	12				



INDICE DE FLUIDEZ F_i =
 LIMITE LIQUIDO L.L. = 23.95
 LIMITE PLASTICO L.P. =
 INDICE DE PLASTICIDAD I_p = N.P

NOTA: SOLAMENTE SE LOGRO SACAR UN PUNTO CON 12 GOLPES, EL SUELO NO ES COHESIVO, DEMASIADO SECO PARA TRABAJAR.(LLIMO)

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO

LATA N°					
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA					
PESO DEL SUELO SECO + LATA		NO PLASTICO			
PESO DE LATA					
PESO DEL SUELO SECO					
PESO DE AGUA					
CONTENIDO DE HUMEDAD %					

REALIZADO POR

V°B° SUPERVISION

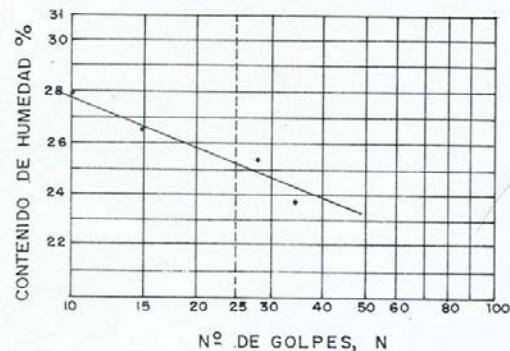
GEOTECNICA

DETERMINACION DE LIMITES DE ATTERBERG

PROYECTO : CANAL PASTO GRANDE EXCAVACION N° : 47 + 500
 ESTUDIO : DEFINITIVO PROFUNDIDAD : 2.90 - 3.05 m
 UBICACION : JACHACIRCA MUESTRA N° : M - 2
 DESCRIPCION DEL SUELO : ENSAYO N° :
 FECHA DEL ENSAYO:

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

LATA N°	8	24	20	14
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA	34.40	34.01	31.91	36.95
PESO DEL SUELO SECO + LATA	29.63	29.53	28.02	32.33
PESO DE LATA	12.53	12.63	12.62	12.83
PESO DEL SUELO SECO	17.10	16.90	15.40	19.50
PESO DE AGUA	4.77	4.48	3.89	4.62
CONTENIDO DE HUMEDAD %	27.89	26.51	25.26	23.69
NUMERO DE GOLPES, N	10	15	28	33



INDICE DE FLUIDEZ F_i =
 LIMITE LIQUIDO L.L. = 25.20
 LIMITE PLASTICO L.P. = 16.94
 INDICE DE PLASTICIDAD I_p = 8.26

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO

LATA N°	4	1
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA	20.25	21.60
PESO DEL SUELO SECO + LATA	19.08	20.25
PESO DE LATA	12.18	12.27
PESO DEL SUELO SECO	6.90	7.98
PESO DE AGUA	1.17	1.35
CONTENIDO DE HUMEDAD %	16.96	16.92

REALIZADO POR

V°B° SUPERVISION

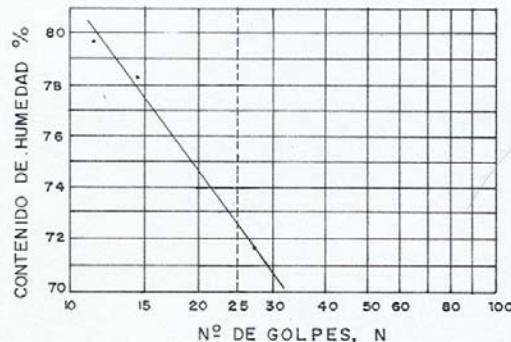
GEOTECNICA

DETERMINACION DE LIMITES DE ATTERBERG

PROYECTO : CANAL PASTO GRANDE	EXCAVACION N° : 47 + 980
ESTUDIO : DEFINITIVO	PROFUNDIDAD : 3.00 - 3.45 m
UBICACION :	MUESTRA N° :
DESCRIPCION DEL SUELO :	ENSAYO N° :
Materia orgánica	FECHA DEL ENSAYO:

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

LATA N°	3	6	12
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA	23.23	24.60	20.09
PESO DEL SUELO SECO + LATA	18.53	19.08	17.02
PESO DE LATA	12.64	12.03	12.73
PESO DEL SUELO SECO	5.89	7.05	4.29
PESO DE AGUA	4.70	5.52	3.07
CONTENIDO DE HUMEDAD %	79.80	78.30	71.56
NUMERO DE GOLPES, N	12	14	27



INDICE DE FLUIDEZ $F_i =$
 LIMITE LIQUIDO $L.L. = 72.60$
 LIMITE PLASTICO $L.P. = 65.86$
 INDICE DE PLASTICIDAD $I_p = 6.74$

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO

LATA N°	16	7
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA	15.28	15.92
PESO DEL SUELO SECO + LATA	14.04	14.77
PESO DE LATA	12.14	13.04
PESO DEL SUELO SECO	1.90	1.73
PESO DE AGUA	1.24	1.15
CONTENIDO DE HUMEDAD %	65.26	66.47

REALIZADO POR

VºBº SUPERVISION

GEOTECNICA	PESO ESPECIFICO		
	METODO DEL PICNOMETRO O MATRAZ		
PROYECTO :	EXCAVACION N°: 47+100		
ESTUDIO :	PROFUNDIDAD : 0.00 - 3.00 m		
UBICACION :	MUESTRA N° :		
DESCRIPCION DEL SUELO:	ENSAYO N° :		
	FECHA DEL ENSAYO:		
1. Picnómetro / matraz N°	1		
2. Peso del picnómetro / matraz	98.10	gr	
3. Peso del picnómetro / matraz , lleno de agua	348.25 gr	a 7.5	°C
4. Volumen calculado del picnómetro/matraz (3) - (2) / densidad del agua a temperatura (3)	250.15	cm3	
5. Peso de la muestra	100.0	gr	
6. Tiempo bajo vacío		min	
7. Peso del picnómetro/matraz + muestra + agua	402.5	gr	
8. Temperatura del agua	7.5	°C	
9. Peso del picnómetro/matraz + agua (7) - (5)	302.5	gr	
10. Peso del agua en el picnómetro/matraz (9) - (2)	204.4	gr	
11. Volumen de agua en el picnómetro/matraz (10) / Densidad del agua a temperatura (8)	204.4	cm3	
12. Volumen del suelo (4) - (11)	45.75	cm3	
13. Peso específico (5) / (12)	2.186	gr/cm3	
OBSERVACIONES :	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/>		
REALIZADO POR		VºBº SUPERVISION	
07-30180 PEP-05.FMT ES/ms			

GEOTECNICA	PESO ESPECIFICO SATURADO	
	SUPERFICIE SECA PARA AGREGADOS DE CONCRETO	
PROYECTO :	EXCAVACION N°:	47+100
ESTUDIO :	PROFUNDIDAD :	0.09 - 3.00
UBICACION :	MUESTRA N° :	M-1
DESCRIPCION DEL SUELO:	ENSAYO N° :	14
	FECHA DEL ENSAYO:	
1. Muestra de gruesos Se satura 24 horas a temperatura ambiente		
2. Muestra saturada en superficie seca Se secan los fragmentos		
3. Peso de la muestra de superficie seca saturada	gr	
4. Peso de la muestra seca (en estufa)	1,034	gr
5. Peso de la muestra seca saturada dentro del agua (con cesto de alambre)	228	gr
6. Peso Específico aparente (4) / ((4) - (5))	1.283	gr/cm ³
7. Peso Específico de la masa (Superficie seca saturada) (3) / ((3) - (5))		
8. Peso Específico de la masa (Secada en estufa) (4) / (3) - (5)		
OBSERVACIONES :	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	
REALIZADO POR	VºBº SUPERVISION	
07-30180 PES-05.FMT ES/ms		

GEOTECNICA

ENSAYO DE DENSIDAD IN SITU
(METODO DEL CONO DE ARENA)

PROYECTO :	CANAL	EXCAVACION N°:	47 + 500
ESTUDIO :		PROFUNDIDAD :	1,80 - 1.95 m
UBICACION :	RAPIDE JACHACIRCA	MUESTRA N° :	M-1
DESCRIPCION DEL SUELO:	Grava tufacea	ENSAYO N° :	
		FECHA DEL ENSAYO:	

A) DETERMINACION DEL VOLUMEN DEL HUECO

1) Tipo de Arena Usada			
2) Peso de Frasco + Cono antes de usarlo	5,071		gr
3) Peso de Frasco + Cono después de usarlo	739		gr
4) Peso de Arena Usada (Hueco + Cono)	4,332		gr
5) Peso de Arena en Cono (de la calibración)	1,423		gr
6) Peso de Arena en el Hueco (w = 2 - 3 - 5)	2,909		gr
7) Peso Unitario de la Arena (T arena)	1.38	gr / cm ³	
8) Volumen del Hueco V _h = 6 / 7	2,107.97	cm ³	

B) DETERMINACION DEL PESO DE SUELO HUMEDO

9) Peso de Bandeja + Suelo Húmedo	2,837.0	gr
10) Peso de la Bandeja	-	gr
11) Peso del Suelo Húmedo (9 - 10)	2,837.0	gr
11a) Peso de Suelo Seco	1,939.56	

C) DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO

12) Lata Número	# 1	# 4	
13) Peso del Suelo Húmedo + Lata	1,405.0	500.0	gr
14) Peso del Suelo Seco + Lata	887.0	372.7	gr
15) Peso de la lata			gr
16) Peso del Suelo Seco (14 - 15)	887.0	372.7	gr
17) Peso del Agua (13 - 14)	518.0	127.3	gr
18) Contenido de Humedad (w = 17 / 16)100 Promedio	58.40	34.16	%
		46.28	

D) DETERMINACION DE LA DENSIDAD DEL SUELO

19) Densidad Húmeda: T húmeda = 11 / 8	1.35	gr / cm ³
20) Densidad Seca : T seca = T húmeda / (1 + w)	0.92	gr / cm ³

OBSERVACIONES

REALIZADO POR

V^ºB^º SUPERVISION

GEOTECNICA		ENSAYO DE DENSIDAD IN SITU (METODO DEL CONO DE ARENA)		
PROYECTO :	RAPIDE JACHACIRCA	EXCAVACION N°:	47 + 500	
ESTUDIO :	DEFINITIVO	PROFOUNDIDAD :	2,90 - 3,05	
UBICACION :	RAPIDE	MUESTRA N° :	M-2	
DESCRIPCION DEL SUELO:	Arena limosa	ENSAYO N° :		
		FECHA DEL ENSAYO:		
A) DETERMINACION DEL VOLUMEN DEL HUECO				
1)	Tipo de Arena Usada			
2)	Peso de Frasco + Cono antes de usarlo	6,682.0	gr	
3)	Peso de Frasco + Cono después de usarlo	2,378.5	gr	
4)	Peso de Arena Usada, (Hueco + Cono)	4,303.5	gr	
5)	Peso de Arena en Cono (de la calibración)	1,423.0	gr	
6)	Peso de Arena en el Hueco ($w = 2 - 3 - 5$)	2,880.5	gr	
7)	Peso Unitario de la Arena (T arena)	1.38	gr / cm ³	
8)	Volumen del Hueco $V_h = 6 / 7$	2,087.32	cm ³	
B) DETERMINACION DEL PESO DE SUELO HUMEDO				
9)	Peso de Bandeja + Suelo Húmedo	3,478.0	gr	
10)	Peso de la Bandeja		gr	
11)	Peso del Suelo Húmedo (9 - 10)	3,478.0	gr	
11a)	Peso de Suelo Seco	2,863.7	gr	
C) DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO				
12)	Lata Número	# 3	# 1	
13)	Peso del Suelo Húmedo + Lata	351.2	500.0	gr
14)	Peso del Suelo Seco + Lata	283.5	420.1	gr
15)	Peso de la lata			gr
16)	Peso del Suelo Seco (14 - 15)	283.5	420.1	gr
17)	Peso del Agua (13 - 14)	67.7	79.9	gr
18)	Contenido de Humedad ($w = 17 / 16 \cdot 100$) Promedio	23.88	19.02	%
		21.45		
D) DETERMINACION DE LA DENSIDAD DEL SUELO				
19)	Densidad Húmeda: $T_{húmeda} = 11 / 8$	1.67	gr / cm ³	
20)	Densidad Seca : $T_{seca} = T_{húmeda} / (1 + w)$	1.37	gr / cm ³	
OBSERVACIONES				
REALIZADO POR		V ^o B ^o SUPERVISION		
07-50160 EDCA-03.FMT				

GEOTECNICA		ENSAYO DE DENSIDAD RELATIVA															
PROYECTO : CANAL PASTO GRANDE		PROFUNDIDAD : 0.00 - 3.00 m															
ESTUDIO :		PROGRESIVA : 47 + 100															
UBICACION :		MUESTRA N° :															
DESCRIPCION : Grava tufacea		FECHA DEL ENSAYO:															
<table border="1"> <tr> <td>VOLUMEN DEL MOLDE :</td> <td>2,268.23 cm³</td> </tr> <tr> <td>PESO BASE + PESO MOLDE DE DIAM 6"</td> <td>7,180.00 gts</td> </tr> </table>		VOLUMEN DEL MOLDE :	2,268.23 cm ³	PESO BASE + PESO MOLDE DE DIAM 6"	7,180.00 gts												
VOLUMEN DEL MOLDE :	2,268.23 cm ³																
PESO BASE + PESO MOLDE DE DIAM 6"	7,180.00 gts																
DENSIDAD MINIMA																	
<table border="1"> <tr> <td>PESO MOLDE + BASE + GRAVA ARENOSA</td> <td>9,272 gts</td> </tr> <tr> <td>PESO MOLDE + BASE + GRAVA ARENOSA</td> <td>9,320 gts</td> </tr> <tr> <td>PESO MOLDE + BASE + GRAVA ARENOSA</td> <td>9,308 gts</td> </tr> <tr> <td>DETERMINACIONES PROMEDIO</td> <td>9,300.0 gts</td> </tr> </table>		PESO MOLDE + BASE + GRAVA ARENOSA	9,272 gts	PESO MOLDE + BASE + GRAVA ARENOSA	9,320 gts	PESO MOLDE + BASE + GRAVA ARENOSA	9,308 gts	DETERMINACIONES PROMEDIO	9,300.0 gts	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">DENSIDAD MINIMA</td> </tr> <tr> <td colspan="2">2,120.0 / 2,268.23</td> </tr> <tr> <td colspan="2">0.93</td> </tr> </table>		DENSIDAD MINIMA		2,120.0 / 2,268.23		0.93	
PESO MOLDE + BASE + GRAVA ARENOSA	9,272 gts																
PESO MOLDE + BASE + GRAVA ARENOSA	9,320 gts																
PESO MOLDE + BASE + GRAVA ARENOSA	9,308 gts																
DETERMINACIONES PROMEDIO	9,300.0 gts																
DENSIDAD MINIMA																	
2,120.0 / 2,268.23																	
0.93																	
DENSIDAD MAXIMA																	
<table border="1"> <tr> <td>PESO MOLDE + BASE + ARENA Y GRAVA</td> <td>9,505 gts</td> </tr> <tr> <td>PESO MOLDE + BASE + ARENA Y GRAVA</td> <td>9,528 gts</td> </tr> <tr> <td>PESO MOLDE + BASE + ARENA Y GRAVA</td> <td>9,485 gts</td> </tr> <tr> <td>DETERMINACIONES PROMEDIO</td> <td>9,506.0 gts</td> </tr> </table>		PESO MOLDE + BASE + ARENA Y GRAVA	9,505 gts	PESO MOLDE + BASE + ARENA Y GRAVA	9,528 gts	PESO MOLDE + BASE + ARENA Y GRAVA	9,485 gts	DETERMINACIONES PROMEDIO	9,506.0 gts	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">DENSIDAD MAXIMA</td> </tr> <tr> <td colspan="2">2,326.0 / 2,268.23</td> </tr> <tr> <td colspan="2">1.03</td> </tr> </table>		DENSIDAD MAXIMA		2,326.0 / 2,268.23		1.03	
PESO MOLDE + BASE + ARENA Y GRAVA	9,505 gts																
PESO MOLDE + BASE + ARENA Y GRAVA	9,528 gts																
PESO MOLDE + BASE + ARENA Y GRAVA	9,485 gts																
DETERMINACIONES PROMEDIO	9,506.0 gts																
DENSIDAD MAXIMA																	
2,326.0 / 2,268.23																	
1.03																	
REALIZADO POR		V*B° SUPERVISION															
07-30190 ED-02.FMT FES / pfg																	

ANEXO 04:

TABLAS Y FIGURAS

ANEXO 04:
TABLAS

TABLA N° 1 - III

**LABORES EXPLORATORIAS
EJECUTADAS**

Nº	PROGRESIVA	LABOR. EXPLOR.	PROF. (m)	ENSAYOS SPT		
				CANT.	PROF. (m)	VAL. N
1	46+860	SONDEO	4.45	4	1.00-1.45	11
					2.00-2.45	13
					3.00-3.45	15
					4.00-4.45	22
2	47+100	SONDEO	4.45	4	1.00-1.45	12
					2.00-2.45	13
					3.00-3.45	7
					4.00-4.45	27
3	47+360	SONDEO	4.45	4	1.00-1.45	9
					2.00-2.45	13
					3.00-3.45	11
					4.00-4.45	11
4	47+500	CALICATA	3.05	2	1.00-1.45	12
5	47+980	SONDEO	3.45		2.00-2.45	11

TABLA Nº 2 -

III ENSAYOS

TIPO DE ENSAYO	LUGAR DE EJECUCIÓN	PROFUNDIDAD	CANTIDAD
1) Permeabilidad Lefranc. - Carga Constante - Carga Variable	SONDEO 46+860 SONDEO 47+350 SONDEO 47+980	3.00-4.45 3.00-4.45 3.00-3.45	3
2) Densidad in situ	CALICATA 47+500	1.80-1.95 2.90-3.05	2
3) Granulometría por Tamiz	SONDEO 46+100 SONDEO 47+350 SONDEO 47+500 SONDEO 47+980	0.00-3.00 3.00-4.50 2.00-3.00 3.00-4.00 0.25-2.75 2.90-3.05 0.00-2.30 3.00-3.45	8
4) Límite de Consistencia	SONDEO 46+100 SONDEO 47+350 SONDEO 47+100 SONDEO 47+350	3.00-4.00 2.00-3.00 3.00-4.00 2.90-3.05 3.00-3.45	5
5) Humedad Natural	SONDEO 47+100 SONDEO 47+350 SONDEO 47+980 SONDEO 47+860	1.00-1.45 2.00-2.45 3.00-3.45 4.00-4.45 1.00-1.45 2.00-2.45 3.00-3.45 4.00-4.45 1.00-1.45 2.00-2.45 3.00-3.45 1.00-1.45 2.00-2.45 3.00-3.45 4.00-4.45	15
6) Ensayo de Densidad Max. Y Min.	SONDEO 47+100	0.00-3.00	1
7) Peso específico	SONDEO 47+100	2.00-3.00 0.09-3.00	2

TABLA N° 3 - III

01 DE 02

SIMULACION DEL ESCURRIMIENTO PARA Q = 2 M3/S
WATER SURFACE PROFILE - TRAPEZOIDAL SECTION

DISCHARGE = 2 M3/S

MANNING N = 0.010

INITIAL DEPTH = 0.557

FIRST SIDE SLOPE = 1.5 TO 1

FIRST WIDTH = 1 M.

STATION	ELEV.	E. G. ELEV.	VELOC.	DEPTH	FROUD
46+259.77	74,222	74,974	1,956	0.557	1,010
46+260.00	74,220	74,974	1,946	0.559	1,003
46+261.00	74,213	74,972	2,092	0.532	1,100
46+262.00	74,205	74,970	2,228	0.509	1,194
46+263.00	74,198	74,967	2,272	0.502	1,224
46+264.00	74,191	74,965	2,398	0.483	1,312
46+265.00	74,184	74,962	2,398	0.483	1,312
46+266.00	74,177	74,959	2,438	0.478	1,341
46+267.00	74,169	74,956	2,478	0.472	1,369
46+268.00	74,162	74,953	2,517	0.467	1,397
46+269.00	74,155	74,950	2,517	0.467	1,397
46+270.00	74,148	74,946	2,556	0.462	1,425
46+300.00	73,931	74,815	3,046	0.407	1,790
46+350.00	73,357	74,431	3,787	0.347	2,378
46+400.00	73,209	74,063	2,915	0.421	1,690
46+450.00	72,849	73,779	3,264	0.387	1,958
46+500.00	72,488	73,438	3,353	0.380	2,028
46+550.00	72,127	73,084	3,353	0.380	2,028
46+600.00	71,665	72,690	3,607	0.360	2,230
46+650.00	71,405	72,318	3,203	0.393	1,911
46+700.00	71,044	71,990	3,324	0.382	2,005
46+750.00	70,684	71,640	3,353	0.380	2,028
46+800.00	70,232	71,282	3,382	0.378	2,051
46+850.00	69,962	70,920	3,382	0.378	2,051
46+899.00	69,608	70,565	3,382	0.378	2,051
46+900.00	69,601	70,557	3,353	0.380	2,028
46+901.00	69,545	70,550	3,550	0.364	2,186
46+908.10	69,149	70,465	4,457	0.307	2,947
46+910.00	69,044	70,433	4,629	0.298	3,098
46+917.20	68,642	70,284	5,189	0.273	3,603
46+920.00	68,487	70,214	5,356	0.266	3,757
46+930.00	67,930	69,915	5,830	0.249	4,205
46+940.00	67,373	69,552	6,173	0.238	4,539
46+950.00	66,816	69,137	6,407	0.231	4,770
46+975.00	65,424	67,961	6,736	0.222	5,100
47+000.00	64,031	66,662	6,880	0.219	5,247
47+025.00	62,639	65,309	6,937	0.217	5,305
47+050.00	61,246	63,931	6,965	0.217	5,334
47+075.00	59,854	62,545	6,965	0.217	5,334
47+100.00	58,461	61,155	6,979	0.216	5,348
47+105.00	58,183	60,876	6,977	0.216	5,347
47+110.00	57,904	60,597	6,978	0.216	5,348
47+111.06	57,867	60,539	6,937	0.217	5,305
47+120.00	57,559	60,072	6,707	0.223	5,069
47+122.33	57,478	59,958	6,648	0.225	5,010
47+150.00	56,524	58,732	6,221	0.237	4,584
47+175.00	55,662	57,769	6,045	0.242	4,412
47+200.00	54,799	56,860	5,977	0.245	4,345
47+225.00	53,937	55,975	5,931	0.246	4,301

SIGUE TABLA N° 3 - III**02 DE 02**

47+240.00	53,419	55,452	5,914	0.247	4,285
47+250.00	53,074	55,105	5,914	0.247	4,285
47+275.00	52,212	54,237	5,914	0.247	4,285
47+300.00	51,349	53,372	5,898	0.247	4,269
47+325.00	50,487	52,511	5,898	0.247	4,269
47+350.00	49,624	51,647	5,911	0.247	4,282
47+375.00	48,762	50,783	5,898	0.247	4,269
47+400.00	47,899	49,922	5,898	0.247	4,269
47+425.00	47,037	49,061	5,898	0.247	4,269
47+450.00	46,174	48,197	5,911	0.247	4,282
47+475.00	45,312	47,333	5,898	0.247	4,269
47+500.00	44,449	46,472	5,898	0.247	4,269
47+525.00	43,587	45,610	5,898	0.247	4,269
47+550.00	42,724	44,747	5,909	0.247	4,280
47+575.00	41,862	43,883	5,898	0.247	4,269
47+600.00	40,999	43,022	5,898	0.247	4,269
47.610.00	40,654	42,677	5,898	0.247	4,269
47+625.00	40,137	42,161	5,898	0.247	4,269
CHANGE OF SECTION TO RECTANGULAR					
47+630.00	39,964	41,892	5,973	0.112	5,708
47+640.00	37,291	40,567	7,920	0.084	8,716
47+644.50.00	35,041	39,370	9,150	0.073	10,823

CONJUGATE DEPTH:

D2 = 1.07935 M.

V2 = 0.6176555 M/S

TABLA N° 4- III
SIMULACION DEL ESCURRIMIENTO PARA Q = 6 M3/S

01 DE 02

WATER SURFACE PROFILE - TRAPEZOIDAL SECTION

DISCHARGE = 6 M3/S
 MANNING N = 0.010 INITIAL
 DEPTH = 0.982
 FIRST SIDE SLOPE = 1.5 TO 1 FIRST
 WIDTH = 1 M.

STATION	ELEV.	E. G. ELEV.	VELOC.	DEPTH	FROUD
46+259.77	74,222	75,515	2,471	0.982	1,006
46+260.00	74,220	75,515	2,463	0.984	1,001
46+261.00	74,213	75,513	2,617	0.947	1,082
46+262.00	74,205	75,511	2,833	0.901	1,196
46+263.00	74,198	75,509	2,833	0.901	1,196
46+264.00	74,191	75,507	2,867	0.894	1,214
46+265.00	74,184	75,505	2,901	0.887	1,233
46+266.00	74,177	75,503	2,968	0.874	1,269
46+267.00	74,169	75,501	3,001	0.868	1,287
46+268.00	74,162	75,498	3,034	0.862	1,304
46+269.00	74,155	75,496	3,098	0.851	1,339
46+270.00	74,148	75,493	3,160	0.840	1,374
46+300.00	73,931	75,390	3,704	0.758	1,681
46+350.00	73,357	75,098	4,601	0.657	2,217
46+400.00	73,209	74,772	4,106	0.708	1,917
46+450.00	72,849	74,479	4,292	0.688	2,029
46+500.00	72,488	74,157	4,405	0.676	2,097
46+550.00	72,127	73,816	4,472	0.669	2,138
46+600.00	71,665	73,443	4,707	0.647	2,282
46+650.00	71,405	73,075	4,427	0.674	2,111
46+700.00	71,044	72,732	4,472	0.669	2,138
46+750.00	70,684	72,383	4,493	0.667	2,151
46+800.00	70,232	72,028	4,515	0.665	2,164
46+850.00	69,962	71,670	4,537	0.663	2,178
46+899.00	69,608	71,316	4,537	0.663	2,178
46+900.00	69,601	71,308	4,515	0.665	2,164
46+901.00	69,545	71,301	4,664	0.650	2,258
46+908.10	69,149	71,232	5,423	0.587	2,739
46+910.00	69,044	71,208	5,583	0.576	2,843
46+917.20	68,642	71,103	6,136	0.540	3,209
46+920.00	68,487	71,055	6,325	0.528	3,337
46+930.00	67,930	70,853	6,903	0.497	3,736
46+940.00	67,373	70,604	7,357	0.475	4,056
46+950.00	66,816	70,315	7,721	0.459	4,317
46+975.00	65,424	69,446	8,391	0.433	4,809
47+000.00	64,031	68,408	8,813	0.418	5,125
47+025.00	62,639	67,251	9,087	0.409	5,333
47+050.00	61,246	66,014	9,258	0.403	5,464
47+075.00	59,854	64,725	9,364	0.400	5,545
47+100.00	58,461	63,401	9,437	0.398	5,601
47+105.00	58,183	63,133	9,447	0.397	5,609
47+110.00	57,904	62,864	9,457	0.397	5,617
47+111.06	57,867	62,807	9,437	0.398	5,601
47+120.00	57,559	62,341	9,269	0.403	5,469
47+122.33	57,478	62,223	9,226	0.405	5,437
47+150.00	56,524	60,914	8,824	0.418	5,131
47+175.00	55,662	59,845	8,587	0.426	4,953
47+200.00	54,799	58,843	8,414	0.432	4,824
47+225.00	53,937	57,886	8,308	0.436	4,744

SIGUE TABLA N° 4 - III**02 DE 02**

47+240.00	53,419	57,327	8,249	0.438	4,701
47+250.00	53,074	56,960	8,226	0.439	4,684
47+275.00	52,212	56,054	8,166	0.442	4,640
47+300.00	51,349	55,163	8,130	0.443	4,613
47+325.00	50,487	54,280	8,105	0.444	4,595
47+350.00	49,624	53,404	8,093	0.445	4,586
47+375.00	48,762	52,530	8,080	0.445	4,577
47+400.00	47,899	51,661	8,069	0.445	4,569
47+425.00	47,037	50,795	8,057	0.446	4,560
47+450.00	46,174	49,931	8,057	0.446	4,560
47+475.00	45,312	49,066	8,057	0.446	4,560
47+500.00	44,449	48,202	8,057	0.446	4,560
47+525.00	43,587	47,338	8,057	0.446	4,560
47+550.00	42,724	46,474	8,057	0.446	4,560
47+575.00	41,862	45,611	8,045	0.446	4,551
47+600.00	40,999	44,749	8,057	0.446	4,560
47.610.00	40,654	44,404	8,045	0.446	4,551
47+625.00	40,137	43,886	8,056	0.446	4,559
CHANGE OF SECTION TO RECTANGULAR					
47+630.00	39,964	43,663	8,238	0.243	5,338
47+640.00	37,291	42,818	10,226	0.196	7,383
47+644.50.00	35,041	42,130	11,664	0.171	8,993

CONJUGATE DEPTH:

D2 = 2.09677 M.

V2 = 0.9538481 M/S

TABLA N° 5 - III
SIMULACION DEL ESCURRIMIENTO PARA Q = 11 M3/S
WATER SURFACE PROFILE - TRAPEZOIDAL SECTION

01 DE 02

DISCHARGE = 11 M3/S
MANNING N = 0.010 INITIAL
DEPTH = 1.32
FIRST SIDE SLOPE = 1.5 TO 1 FIRST
WIDTH = 1 M.

STATION	ELEV.	E. G. ELEV.	VELOC.	DEPTH	FROUD
46+259.77	74,222	75,941	2,796	1,320	1,003
46+260.00	74,220	75,940	2,793	1,321	1,001
46+261.00	74,213	75,939	2,930	1,283	1,063
46+262.00	74,205	75,937	3,124	1,235	1,153
46+263.00	74,198	75,936	3,156	1,227	1,168
46+264.00	74,191	75,934	3,217	1,213	1,196
46+265.00	74,184	75,932	3,248	1,206	1,211
46+266.00	74,177	75,930	3,307	1,193	1,239
46+267.00	74,169	75,928	3,366	1,180	1,267
46+268.00	74,162	75,925	3,424	1,168	1,294
46+269.00	74,155	75,923	3,424	1,168	1,294
46+270.00	74,148	75,921	3,453	1,162	1,308
46+300.00	73,931	75,832	4,102	1,045	1,626
46+350.00	73,357	75,582	5,065	0,915	2,124
46+400.00	73,209	75,292	4,703	0,959	1,934
46+450.00	72,849	75,015	4,908	0,934	2,040
46+500.00	72,488	74,709	5,065	0,915	2,124
46+550.00	72,127	74,383	5,142	0,907	2,265
46+600.00	71,665	74,028	5,402	0,878	2,305
46+650.00	71,405	73,671	5,161	0,904	2,175
46+700.00	71,044	73,330	5,218	0,898	2,205
46+750.00	70,684	72,981	5,255	0,894	2,225
46+800.00	70,232	72,629	5,255	0,894	2,225
46+850.00	69,962	72,276	5,274	0,892	2,235
46+899.00	69,608	71,926	5,292	0,890	2,245
46+900.00	69,601	71,918	5,292	0,890	2,245
46+901.00	69,545	71,911	5,419	0,876	2,316
46+908.10	69,149	71,846	6,084	0,813	2,682
46+910.00	69,044	71,826	6,243	0,800	2,772
46+917.20	68,642	71,735	6,771	0,758	3,073
46+920.00	68,487	71,695	6,957	0,745	3,181
46+930.00	67,930	71,527	7,526	0,708	3,517
46+940.00	67,373	71,324	8,018	0,679	3,813
46+950.00	66,816	71,087	8,424	0,657	4,061
46+975.00	65,424	70,371	9,213	0,618	4,554
47+000.00	64,031	69,497	9,782	0,594	4,917
47+025.00	62,639	68,498	10,184	0,578	5,179
47+050.00	61,246	67,403	10,469	0,567	5,365
47+075.00	59,854	66,234	10,691	0,559	5,512
47+100.00	58,461	65,007	10,847	0,553	5,615
47+105.00	58,183	64,756	10,865	0,553	5,627
47+110.00	57,904	64,504	10,892	0,552	5,645
47+111.06	57,867	64,450	10,883	0,552	5,639
47+120.00	57,559	64,007	10,747	0,557	5,546
47+122.33	57,478	63,894	10,720	0,558	5,528
47+150.00	56,524	62,608	10,404	0,570	5,320
47+175.00	55,662	61,524	10,185	0,578	5,176
47+200.00	54,799	60,495	10,019	0,585	5,068
47+225.00	53,937	59,507	9,882	0,590	4,979

SIGUE TABLA N° 5 - III**02 DE 02**

47+240.00	53,419	58,930	9,822	0.593	4,941
47+250.00	53,074	58,551	9,792	0.594	4,921
47+275.00	52,212	57,615	9,711	0.597	4,870
47+300.00	51,349	56,699	9,651	0.600	4,831
47+325.00	50,487	55,795	9,610	0.601	4,804
47+350.00	49,624	54,900	9,579	0.603	4,785
47+375.00	48,762	54,013	9,548	0.604	4,765
47+400.00	47,899	53,133	9,528	0.605	4,752
47+425.00	47,037	52,256	9,517	0.605	4,745
47+450.00	46,174	51,382	9,507	0.606	4,739
47+475.00	45,312	50,511	9,497	0.606	4,732
47+500.00	44,449	49,642	9,486	0.607	4,726
47+525.00	43,587	48,775	9,476	0.607	4,719
47+550.00	42,724	47,910	9,476	0.607	4,719
47+575.00	41,862	47,045	9,476	0.607	4,719
47+600.00	40,999	46,180	9,476	0.607	4,719
47.610.00	40,654	45,834	9,476	0.607	4,719
47+625.00	40,137	45,316	9,466	0.608	4,712
CHANGE OF SECTION TO RECTANGULAR					
47+630.00	39,964	45,114	9,678	0.379	5,020
47+640.00	37,291	44,459	11,595	0.316	6,583
47+644.50.00	35,041	43,964	13,044	0.281	7,855

CONJUGATE DEPTH:

D2 = 2.985206 M

V2 = 1.228279 M/S

TABLA N° 6 - III
SIMULACION DEL ESCURRIMIENTO PARA Q = 11 M3/S

01 DE 02

WATER SURFACE PROFILE - TRAPEZOIDAL SECTION

DISCHARGE = 11 M3/S
MANNING N = 0.018 INITIAL
DEPTH = 1.32
FIRST SIDE SLOPE = 1.5 TO 1 FIRST
WIDTH = 1 M.

STATION	ELEV.	E. G. ELEV.	VELOC.	DEPTH	FROUD
46+259.77	74,222	75,941	2,796	1,320	1,003
46+260.00	74,220	75,940	2,793	1,321	1,001
46+261.00	74,213	75,935	2,793	1,321	1,001
46+262.00	74,205	75,931	2,963	1,275	1,079
46+263.00	74,198	75,926	3,124	1,235	1,153
46+264.00	74,191	75,920	3,124	1,235	1,153
46+265.00	74,184	75,914	3,124	1,235	1,153
46+266.00	74,177	75,909	3,124	1,235	1,153
46+267.00	74,169	75,903	3,124	1,235	1,153
46+268.00	74,162	75,897	3,124	1,235	1,153
46+269.00	74,155	75,892	3,124	1,235	1,153
46+270.00	74,148	75,886	3,156	1,227	1,168
46+300.00	73,931	75,692	3,395	1,174	1,281
46+350.00	73,357	75,236	4,027	1,057	1,589
46+400.00	73,209	74,372	2,996	1,266	1,094
46+450.00	72,849	74,076	3,337	1,186	1,253
46+500.00	72,488	73,730	3,395	1,174	1,281
46+550.00	72,127	73,372	3,424	1,168	1,294
46+600.00	71,665	72,973	3,673	1,118	1,414
46+650.00	71,405	72,602	3,217	1,213	1,196
46+700.00	71,044	72,276	3,366	1,180	1,267
46+750.00	70,684	71,926	3,395	1,174	1,281
46+800.00	70,232	71,568	3,424	1,168	1,294
46+850.00	69,962	71,206	3,424	1,168	1,294
46+899.00	69,608	70,852	3,424	1,168	1,294
46+900.00	69,601	70,844	3,424	1,168	1,294
46+901.00	69,545	70,837	3,617	1,126	1,389
46+908.10	69,149	70,751	4,553	0,976	1,859
46+910.00	69,044	70,720	4,743	0,951	1,958
46+917.20	68,642	70,573	5,309	0,886	2,258
46+920.00	68,487	70,504	5,491	0,867	2,357
46+930.00	67,930	70,212	5,987	0,820	2,630
46+940.00	67,373	69,860	6,337	0,791	2,827
46+950.00	66,816	69,460	6,595	0,771	2,975
46+975.00	65,424	68,317	6,982	0,742	3,199
47+000.00	64,031	67,045	7,152	0,731	3,298
47+025.00	62,639	65,712	7,233	0,725	3,346
47+050.00	61,246	64,348	7,274	0,723	3,370
47+075.00	59,854	62,967	7,301	0,721	3,386
47+100.00	58,461	61,579	7,301	0,721	3,386
47+105.00	58,183	61,302	7,301	0,721	3,386
47+110.00	57,904	61,024	7,301	0,721	3,386
47+111.06	57,867	60,966	7,274	0,723	3,370
47+120.00	57,559	60,496	7,041	0,740	3,230
47+122.33	57,478	60,380	6,985	0,743	3,197
47+150.00	56,524	59,131	6,536	0,776	2,938
47+175.00	55,662	58,145	6,338	0,792	2,825
47+200.00	54,799	57,222	6,228	0,801	2,763
47+225.00	53,937	56,329	6,181	0,805	2,736

SIGUE TABLA N° 6 - III**02 DE 02**

47+240.00	53,419	55,800	6,165	0.806	2,727
47+250.00	53,074	55,450	6,149	0.808	2,718
47+275.00	52,212	54,582	6,133	0.809	2,709
47+300.00	51,349	53,717	6,133	0.809	2,709
47+325.00	50,487	52,851	6,133	0.809	2,709
47+350.00	49,624	51,986	6,133	0.809	2,709
47+375.00	48,762	51,123	6,117	0.810	2,700
47+400.00	47,899	50,261	6,133	0.809	2,709
47+425.00	47,037	49,398	6,117	0.810	2,700
47+450.00	46,174	48,536	6,133	0.809	2,709
47+475.00	45,312	47,671	6,130	0.809	2,708
47+500.00	44,449	46,809	6,117	0.810	2,700
47+525.00	43,587	45,947	6,131	0.809	2,708
47+550.00	42,724	45,085	6,117	0.810	2,700
47+575.00	41,862	44,223	6,133	0.809	2,709
47+600.00	40,999	43,360	6,117	0.810	2,700
47.610.00	40,654	43,016	6,133	0.809	2,709
47+625.00	40,137	42,498	6,117	0.810	2,700
CHANGE OF SECTION TO RECTANGULAR					
47+630.00	39,964	42,330	5,840	0.628	2,353
47+640.00	37,291	41,596	8,731	0.420	4,302
47+644.50.00	35,041	40,854	10,386	0.353	5,581

CONJUGATE DEPTH:

D2 = 2.615466 M.

V2 = 1.401917 M/S

TABLA N° 7 - III
RELACIONES DE FLUJO SEGUN CRITERIOS DE LANE

MATERIAL	VALOR DE C
Arena muy fina y limo	8.5
Arena fina	7.0
Arena media	6.0
Arena gruesa	5.0
Grava fina	4.0
Grava media	3.5
Grava y arena	3.0
Grava gruesa y cantos rodados	3.0
Peñones con canto rodado y grava	2.5
Arcillas blandas	3.0
Arcilla media	2.0
Arcilla dura	1.8
Arcilla muy dura	1.6

FUENTE: Arteaga.2008

TABLA N° 1 - IV
HOJA 01/12

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS - RAPIDA JACHACIRCA

TRAMO INCLINADO - SECCION TRAPEZOIDAL B = 1.00 m.

PARTIDA	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
2.0.	Movimiento de Tierras					601,281.36
2.1.	Excavación masiva en material suelto	m ³	23,805.00	17.36	413,254.80	
2.2.	Excavación caja de canal material suelto	m ³	7,100.00	13.13	93,223.00	
2.3.	Excavación para estructuras material suelto	m ³		11.56		
2.4.	Relleno compactado para canal	m ³	5,918.00	7.87	46,574.66	
2.5.	Relleno afirmado camino de servicio de canal	m ³	1,293.00	37.30	48,228.90	
2.6.	Relleno compactado para estructuras	m ³		17.97		
3.0.	Concreto					1,029,015.95
3.1.	Concreto simple f' = 100 Kg/cm ² para solados	m ³	1,026.00	264.11	270,976.86	
3.2.	Concreto reforzado f' = 210 Kg/cm ² - cemento tipo I	m ³	1,263.00	394.63	498,417.69	
3.3.	Encofrado vertical	m ²		61.08		
3.4.	Acero de refuerzo	tn	50.51	5,140.00	259,621.40	
Costo Directo (C.D.)		S/. 1,630,297.31				

CONTINUA

TABLA N° 1 - IV

HOJA 02/12

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS - RAPIDA JACHACIRCA

TRAMO INCLINADO - SECCION TRAPEZOIDAL B = 2.00 m.

PARTIDA	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
2.0.	Movimiento de Tierras					710,613.72
2.1.	Excavación masiva en material suelto	m ³	30,825.00	17.36	535,122.00	
2.2.	Excavación caja de canal material suelto	m ³	7,274.58	13.13	95,515.24	
2.3.	Excavación para estructuras material suelto	m ³		11.56		
2.4.	Relleno compactado para canal	m ³	4,034.00	7.87	31,747.58	
2.5.	Relleno afirmado camino de servicio de canal	m ³	1,293.00	37.30	48,228.90	
2.6.	Relleno compactado para estructuras	m ³		17.97		
3.0.	Concreto					1,056,729.55
3.1.	Concreto simple f' = 100 Kg/cm ² para solados	m ³	1,051.00	264.11	277,579.61	
3.2.	Concreto reforzado f' = 210 Kg/cm ² - cemento tipo I	m ³	1,298.00	394.63	512,229.74	
3.3.	Encofrado vertical	m ²		61.08		
3.4.	Acero de refuerzo	tn	51.93	5,140.00	266,920.20	
Costo Directo (C.D.)				S/..		1,767,343.27

CONTINUA

TABLA N° 1 - IV

HOJA 03/12

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS - RAPIDA JACHACIRCA

TRAMO INCLINADO - SECCION TRAPEZOIDAL B = 3.00 m.

PARTIDA	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
2.0.	Movimiento de Tierras					760,135.67
2.1.	Excavación masiva en material suelto	m ³	33,488.00	17.36	581,351.68	
2.2.	Excavación caja de canal material suelto	m ³	8,238.00	13.13	108,164.94	
2.3.	Excavación para estructuras material suelto	m ³		11.56		
2.4.	Relleno compactado para canal	m ³	2,845.00	7.87	22,390.15	
2.5.	Relleno afirmado camino de servicio de canal	m ³	1,293.00	37.30	48,228.90	
2.6.	Relleno compactado para estructuras	m ³		17.97		
3.0.	Concreto					1,136,986.22
3.1.	Concreto simple f' = 100 Kg/cm ² para solados	m ³	1,128.00	264.11	297,916.08	
3.2.	Concreto reforzado f' = 210 Kg/cm ² - cemento tipo I	m ³	1,398.00	394.63	551,692.74	
3.3.	Encofrado vertical	m ²		61.08		
3.4.	Acero de refuerzo	tn	55.91	5,140.00	287,377.40	
Costo Directo (C.D.)				S/.		1,897,121.89

CONTINUA

TABLA Nº 1 - I V

HOJA 04/12

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS - RAPIDA JACHACIRCA

TRAMO INCLINADO - SECCION RECTANGULAR B = 1.00 m.

PARTIDA	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
2.0.	Movimiento de Tierras					936,181.11
2.1.	Excavación masiva en material suelto	m ³	10,726.00	17.36	186,203.36	
2.2.	Excavación caja de canal material suelto	m ³		13.13		
2.3.	Excavación para estructuras material suelto	m ³	14,668.00	11.56	169,562.08	
2.4.	Relleno compactado para canal	m ³	3,960.00	7.87	31,165.20	
2.5.	Relleno afirmado camino de servicio de canal	m ³	1,293.00	37.30	48,228.90	
2.6.	Relleno compactado para estructuras	m ³	27,881.00	17.97	501,021.57	
3.0.	Concreto					3,303,585.00
3.1.	Concreto simple f' = 100 Kg/cm ² para solados	m ³	219.00	264.11	57,840.09	
3.2.	Concreto reforzado f' = 210 Kg/cm ² - cemento tipo I	m ³	2,729.00	394.63	1,076,945.27	
3.3.	Encofrado vertical	m ²	17,138.00	61.08	1,046,789.04	
3.4.	Acero de refuerzo	tn	218.29	5,140.00	1,122,010.60	
Costo Directo (C.D.)				S/.		4,239,766.11

CONTINUA

TABLA N° 1 - IV

HOJA 05/12

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS - RAPIDA JACHACIRCA

TRAMO INCLINADO - SECCION RECTANGULAR B = 2.00 m.

PARTIDA	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
2.0.	Movimiento de Tierras					863,867.50
2.1.	Excavación masiva en material suelto	m ³	16,725.00	17.36	290,346.00	
2.2.	Excavación caja de canal material suelto	m ³		13.13		
2.3.	Excavación para estructuras material suelto	m ³	14,325.00	11.56	165,597.00	
2.4.	Relleno compactado para canal	m ³	2,515.00	7.87	19,793.05	
2.5.	Relleno afirmado camino de servicio de canal	m ³	1,293.00	37.30	48,228.90	
2.6.	Relleno compactado para estructuras	m ³	18,915.00	17.97	339,902.55	
3.0.	Concreto					3,136,644.57
3.1.	Concreto simple f' = 100 Kg/cm ² para solados	m ³	357.50	264.11	94,419.33	
3.2.	Concreto reforzado f' = 210 Kg/cm ² - cemento tipo I	m ³	2,298.00	394.63	906,859.74	
3.3.	Encofrado vertical	m ²	10,787.50	61.08	658,900.50	
3.4.	Acero de refuerzo	tn	287.25	5,140.00	1,476,465.00	
Costo Directo (C.D.)		S/. 4,000,512.07				

CONTINUA

TABLA N° 1 - IV

HOJA 06/12

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS - RAPIDA JACHACIRCA

TRAMO INCLINADO - SECCION RECTANGULAR B = 3.00 m.

PARTIDA	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
2.0.	Movimiento de Tierras					806,167.11
2.1.	Excavación masiva en material suelto	m ³	23,267.00	17.36	403,915.12	
2.2.	Excavación caja de canal material suelto	m ³		13.13		
2.3.	Excavación para estructuras material suelto	m ³	14,154.00	11.56	163,620.24	
2.4.	Relleno compactado para canal	m ³	764.00	7.87	6,012.68	
2.5.	Relleno afirmado camino de servicio de canal	m ³	1,293.00	37.30	48,228.90	
2.6.	Relleno compactado para estructuras	m ³	10,261.00	17.97	184,390.17	
3.0.	Concreto					2,283,643.94
3.1.	Concreto simple f' = 100 Kg/cm ² para solados	m ³	468.00	264.11	123,603.48	
3.2.	Concreto reforzado f' = 210 Kg/cm ² - cemento tipo I	m ³	2,002.00	394.63	790,049.26	
3.3.	Encofrado vertical	m ²	8,950.00	61.08	546,666.00	
3.4.	Acero de refuerzo	tn	160.18	5,140.00	823,325.20	
Costo Directo (C.D.)				S/. 3,089,811.05		

CONTINUA

TABLA N° 1 - IV

HOJA 07/12

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS - RAPIDA JACHACIRCA

POZA - SECCION TRAPEZOIDAL B = 2.00 m. Z = 1.5

PARTIDA	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
2.0.	Movimiento de Tierras					21,926.70
2.1.	Excavación masiva en material suelto	m ³	678.00	17.36	11,770.08	
2.2.	Excavación caja de canal material suelto	m ³	694.00	13.13	9,112.22	
2.3.	Excavación para estructuras material suelto	m ³		11.56		
2.4.	Relleno compactado para canal	m ³		7.87		
2.5.	Relleno afirmado camino de servicio de canal	m ³	28.00	37.30	1,044.40	
2.6.	Relleno compactado para estructuras	m ³		17.97		
3.0.	Concreto					77,903.39
3.1.	Concreto simple f' = 100 Kg/cm ² para solados	m ³	34.00	264.11	8,979.74	
3.2.	Concreto reforzado f' = 210 Kg/cm ² - cemento tipo I	m ³	115.00	394.63	45,382.45	
3.3.	Encofrado vertical	m ²		61.08		
3.4.	Acero de refuerzo	tn	4.58	5,140.00	23,541.20	
Costo Directo (C.D.)				S/.		99,830.09

CONTINUA

TABLA Nº 1 - IV

HOJA 08/12

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS - RAPIDA JACHACIRCA

POZA - SECCION TRAPEZOIDAL B = 3.00 m. Z = 1.5

PARTIDA	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
2.0.	Movimiento de Tierras					23,503.87
2.1.	Excavación masiva en material suelto	m ³	845.00	17.36	14,669.20	
2.2.	Excavación caja de canal material suelto	m ³	599.00	13.13	7,864.87	
2.3.	Excavación para estructuras material suelto	m ³		11.56		
2.4.	Relleno compactado para canal	m ³		7.87		
2.5.	Relleno afirmado camino de servicio de canal	m ³	26.00	37.30	969.80	
2.6.	Relleno compactado para estructuras	m ³		17.97		
3.0.	Concreto					70,254.60
3.1.	Concreto simple f' = 100 Kg/cm ² para solados	m ³	34.00	264.11	8,979.74	
3.2.	Concreto reforzado f' = 210 Kg/cm ² - cemento tipo I	m ³	102.00	394.63	40,252.26	
3.3.	Encofrado vertical	m ²		61.08		
3.4.	Acero de refuerzo	tn	4.09	5,140.00	21,022.60	
Costo Directo (C.D.)				S/..		93,758.47

CONTINUA

TABLA N° 1 - IV

HOJA 09/12

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS - RAPIDA JACHACIRCA

POZA - SECCION TRAPEZOIDAL B = 4.00 m. Z = 1.5

PARTIDA	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
2.0.	Movimiento de Tierras					23,296.15
2.1.	Excavación masiva en material suelto	m ³	873.00	17.36	15,155.28	
2.2.	Excavación caja de canal material suelto	m ³	549.00	13.13	7,208.37	
2.3.	Excavación para estructuras material suelto	m ³		11.56		
2.4.	Relleno compactado para canal	m ³		7.87		
2.5.	Relleno afirmado camino de servicio de canal	m ³	25.00	37.30	932.50	
2.6.	Relleno compactado para estructuras	m ³		17.97		
3.0.	Concreto					64,272.91
3.1.	Concreto simple f' = 100 Kg/cm ² para solados	m ³	32.00	264.11	8,451.52	
3.2.	Concreto reforzado f' = 210 Kg/cm ² - cemento tipo I	m ³	93.00	394.63	36,700.59	
3.3.	Encofrado vertical	m ²		61.08		
3.4.	Acero de refuerzo	tn	3.72	5,140.00	19,120.80	
Costo Directo (C.D.)				S/.		87,569.06

CONTINUA

TABLA N° 1 - IV

HOJA 10/12

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS - RAPIDA JACHACIRCA

TRANSICION - TRAYECTORIA - POZA: SECCION RECTANGULAR B = 2.00 m.

PARTIDA	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
2.0.	Movimiento de Tierras					42,081.43
2.1.	Excavación masiva en material suelto	m ³	690.00	17.36	11,978.40	
2.2.	Excavación caja de canal material suelto	m ³		13.13		
2.3.	Excavación para estructuras material suelto	m ³	1,240.00	11.56	14,334.40	
2.4.	Relleno compactado para canal	m ³		7.87		
2.5.	Relleno afirmado camino de servicio de canal	m ³	33.00	37.30	1,230.90	
2.6.	Relleno compactado para estructuras	m ³	809.00	17.97	14,537.73	
3.0.	Concreto					93,446.88
3.1.	Concreto simple f' = 100 Kg/cm ² para solados	m ³	10.00	264.11	2,641.10	
3.2.	Concreto reforzado f' = 210 Kg/cm ² - cemento tipo I	m ³	82.00	394.63	32,359.66	
3.3.	Encofrado vertical	m ²	404.00	61.08	24,676.32	
3.4.	Acero de refuerzo	tn	6.57	5,140.00	33,769.80	
Costo Directo (C.D.)				S/.		135,528.31

CONTINUA

TABLA N° 1 - IV

HOJA 11/12

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS - RAPIDA JACHACIRCA

TRANSICION - TRAYECTORIA - POZA: SECCION RECTANGULAR B = 3.00 m.

PARTIDA	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
2.0.	Movimiento de Tierras					23,774.60
2.1.	Excavación masiva en material suelto	m ³	636.00	17.36	11,040.96	
2.2.	Excavación caja de canal material suelto	m ³		13.13		
2.3.	Excavación para estructuras material suelto	m ³	527.00	11.56	6,092.12	
2.4.	Relleno compactado para canal	m ³		7.87		
2.5.	Relleno afirmado camino de servicio de canal	m ³	21.00	37.30	783.30	
2.6.	Relleno compactado para estructuras	m ³	326.00	17.97	5,858.22	
3.0.	Concreto					53,571.88
3.1.	Concreto simple f' = 100 Kg/cm ² para solados	m ³	9.00	264.11	2,376.99	
3.2.	Concreto reforzado f' = 210 Kg/cm ² - cemento tipo I	m ³	51.00	394.63	20,126.13	
3.3.	Encofrado vertical	m ²	167.00	61.08	10,200.36	
3.4.	Acero de refuerzo	tn	4.06	5,140.00	20,868.40	
Costo Directo (C.D.)		S/. 77,346.48				

CONTINUATABLA**Nº 1- IV****HOJA 12/12****ESTUDIO DE ALTERNATIVAS - RAPIDA JACHACIRCA****TRANSICION - TRAYECTORIA - POZA: SECCION RECTANGULAR B = 4.00 m.**

PARTIDA	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
2.0.	Movimiento de Tierras					20,622.43
2.1.	Excavación masiva en material suelto	m ³	634.00	17.36	11,006.24	
2.2.	Excavación caja de canal material suelto	m ³		13.13		
2.3.	Excavación para estructuras material suelto	m ³	427.00	11.56	4,936.12	
2.4.	Relleno compactado para canal	m ³		7.87		
2.5.	Relleno afirmado camino de servicio de canal	m ³	19.00	37.30	708.70	
2.6.	Relleno compactado para estructuras	m ³	221.00	17.97	3,971.37	
3.0.	Concreto					49,017.02
3.1.	Concreto simple f' = 100 Kg/cm ² para solados	m ³	10.00	264.11	2,641.10	
3.2.	Concreto reforzado f' = 210 Kg/cm ² - cemento tipo I	m ³	48.00	394.63	18,942.24	
3.3.	Encofrado vertical	m ²	126.00	61.08	7,696.08	
3.4.	Acero de refuerzo	tn	3.84	5,140.00	19,737.60	
Costo Directo (C.D.)				S/.		69,639.45

TABLA N° 2 – IV
CARACTERISTICAS HIDRAULICAS Y DE CONSTRUCCION

ESTACION		L (m)	Q (m ³ /s)	S (m/m)	Z (-)	B (m)	D (m)	OBSERVACIONES
DE	A							
46+245.674	46+254.774	9.10	11	0.002178	0	2.80	2.15	CANAL RECTANGULAR
46+254.774	46+259.774	5.00	11		0 - 1.5	2.80 - 1.0	2.15 - 2.05	TRANSICION
46+259.774	47+652.50	1,392,726	11	VAR.	1.5	1	2.05 - 1.60	RAPIDA
47+652.50	47+842.50	190.00	11	0.001	3	3	2.82	CANAL SIN REVESTIR
47+842.50	48+000.00	157.50	11	0.001	3	3	VAR.	ZANJA SIN REVESTIR

TABLA N° 3 - IV PRESUPUESTO

Obra : DISEÑO HIDRAULICO DEFINITIVO DE LA RAPIDA JACHACIRCA
Cliente : PROYECTO ESPECIAL PASTO GRANDE
Ubicación : MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - CARUMAS

COSTO AL: 31/12/2016

TABLA N° 4 - IV

**COSTO DE HORA-HOMBRE VIGENTE EN OBRAS DE CONSTRUCCION CIVIL
(Vigente desde el 2016-06-01)**

DESCRIPCION	CATEGORIA		
	OPERARIO	OFICIAL	PEON
1.00 REMUNERACION BASICA VIGENTE (RB) (vigente del 01.06.2016 al 31.05.2017)	61.4	50.3	44.9
2.00 BONIFICACION UNIFICADA DE CONSTRUCCION (BUC) (vigente del 01.06.2016 al 31.05.2017)	19.65	15.09	13.47
3.00 LEYES Y BENEFICIOS SOCIALES SOBRE LA RB (113.28%)	69.55	56.98	50.86
4.00 LEYES Y BENEFICIOS SOCIALES SOBRE LA BUC (12.00%)	2.36	1.81	1.62
5.00 BONIFICACION POR MOVILIDAD ACUMULADA	7.20	7.20	7.20
6.00 OVEROL (2 und anuales)	0.40	0.40	0.40
COSTO DIA HOMBRE (DH)	S/. 160.56	S/. 131.78	S/. 118.45
COSTO HORA HOMBRE (HH)	S/. 20.07	S/. 16.47	S/. 14.81

TABLA N° 5 - IV
Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Obra	0401195	DISEÑO HIDRAULICO DEFINITIVO DE LA RAPIDA JACHACIRCA	Unida	Cantidad	Precio S./	Parcial S./
MANO DE OBRA						
0147000037	TOPOGRAFO		mes	8.0000	2,500.00	20,000.00
0147000039	PORTAMIRA		mes	16.0000	1,000.00	16,000.00
0147010001	CAPATAZ		hh	1,849.1464	24.08	44,527.45
0147010002	OPERARIO		hh	10,190.4971	20.07	204,523.28
0147010003	OFICIAL		hh	5,887.3955	16.47	96,965.40
0147010004	PEON		hh	35,177.6118	14.81	520,980.43
						902,996.56
MATERIALES						
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg	100.0000	4.20	420.00
0202010061	CLAVOS VARIOS		kg	85.0000	4.20	357.00
0202040009	ALAMBRE NEGRO # 16		kg	4,396.4400	4.20	18,465.05
0202040010	ALAMBRE NEGRO # 8		kg	106.2500	4.20	446.25
0202990001	MATERIALES PARA TRAZO Y REPLANTEO		glb	8.0000	100.00	800.00
0203000032	ACERO CORRUGADO PROMEDIO		kg	90,556.2000	2.94	266,235.23
0205360014	FILTRO		m3	6,300.0000	45.00	283,500.00
0206010051	INSTALACION ELECTRICA		est	500.0000	25.00	12,500.00
0210100052	INSTALACION SANITARIA		est	500.0000	20.00	10,000.00
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol	23,031.7997	20.47	471,460.94
0227000008	MECHA LENTA		m	2,828.0000	0.45	1,272.60
0227020012	FULMINANTE N° 8		und	2,828.0000	0.43	1,216.04
0228010001	DINAMITA AL 65%		kg	707.0000	16.00	11,312.00
0229010092	ADITIVO PLASTIFICANTE		lt	3,852.8867	8.21	31,632.20
0230010032	DESMOLDANTE		gl	17.0000	79.16	1,345.72
0230020096	BARRENO INTEG. 12 d=7/8" x 0.80 m.		und	48.0760	661.79	31,816.22
0230150041	MATERIAL ELASTOMERICO		gl	34.2952	104.74	3,592.08
0230190012	CURADOR DE CONCRETO		kg	359.4600	1.36	488.87
0230650022	JUNTA WATER STOP 9"		m	1,462.0000	44.00	64,328.00
0230860082	ADITIVO EPOXICO SIK 92		kg	567.0000	95.00	53,865.00
0230900011	IMPRIMANTE PARA JUNTA		gl	0.5260	160.00	84.16
0238000005	GRAVA ARENOSA		m3	241.0000	25.00	6,025.00
0243000025	MADERA NACIONAL PARA ENCOFRADO Y CARPINTERIA		p2	1,340.0000	5.78	7,745.20
0243010003	MADERA TORNILLO		p2	1,275.0000	5.78	7,369.50
0244030006	TRIPLAY LUPUNA DE 4' X 8' X 6 mm		pln	310.0000	35.18	10,905.80
0245010002	TRIPLAY DE 4' x 8' x 19 mm		pln	17.0000	115.08	1,956.36
0254030000	PINTURA LATEX		gl	100.0000	19.38	1,938.00
0259000012	PERFIL 4 ETERNIT ROJO 2.44X1.10 X4mm		pza	90.0000	26.74	2,406.60
0260000002	TEKNOPOR DE 1" X 4' X 8'		pln	5.1548	11.48	59.18
0270070041	TUBERIA DE CONCRETO ARMADO-CLASE III, TIPO		m	22.0000	220.00	4,840.00
0272010043	TUBERIA PVC Y OTROS		est	3,000.0000	1.00	3,000.00
						1,311,383.00
EQUIPOS						
0330550056	EQUIPO TOPOGRAFICO (Estación Total, teodolito, nivel, etc)		glb	8.0000	3,000.00	24,000.00
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO			41,472.00
0337980012	ZARANDA		pza	0.5027	3,000.00	1,508.10
0348010007	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 11p3 18 HP		hm	1,518.2021	25.00	37,955.05
0348040001	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 122 HP 1,500 gl		hm	673.2952	123.97	83,468.41
0348040003	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 122 HP 2,000 gl		hm	28.0000	145.73	4,080.44
0348040017	CAMION SEMITRAYLER 6 X 4 330 HP 35 ton		hm	140.0000	242.19	33,906.60
0348040027	CAMION VOLQUETE 6 X 4, 330 HP- 10 m3		hm	2,328.0100	231.20	538,235.91
0348080002	MOTOBOMBA 12 HP 4"		hm	3,000.0000	24.61	73,830.00
0348110005	CAMION VOLQUETE 6 X 4 330 HP 10 m3		hm	3,624.6728	231.20	838,024.35
0348130051	CAMION BARANDA 3 ton		hm	184.2080	153.48	28,272.24
0348510002	MAQUINA DOBLADORA DE FIERRO		hm	275.9808	4.30	1,186.72
0349010002	COMPRESORA NEUMATICA 250-330 PCM, 87 HP		hm	4.2080	78.96	332.26
0349010003	COMPRESORA NEUMATICA 335-375 PCM, 93 HP		hm	113.1200	104.10	11,775.79
0349030013	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 70-100 HP 7-9 ton		hm	644.8516	98.30	63,388.91
0349040011	CARGADOR SOBRE LLANTAS 160-195 HP 3.5 yd3		hm	819.4305	212.49	174,120.79
0349040022	RETROEXCAVADOR SOBRE ORUGA 80-110 HP 0.5-1.3 Yd3		hm	113.1200	166.74	18,861.63
0349040023	RETROEXCAVADORA SOBRE ORUGA 115-165 HP 0.75-1.6		hm	812.0996	230.74	187,383.86
0349040033	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP		hm	103.9980	272.02	28,289.54
0349040034	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP		hm	403.4514	368.34	148,607.29
0349060006	MARTILLO NEUMATICO DE 29 kg		hm	339.3600	4.85	1,645.90
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP		hm	637.1336	170.95	108,917.99
0349100021	PLANCHAS COMPACTADORA 145 KG		hm	167.0000	28.06	4,686.02
0349160033	SIERRA ELECTRICA- 3.5 H.P.		hm	24.2675	6.78	164.53
0349160034	CIZALLA ELÉCTRICA- 3.5 H.P.		hm	275.9808	6.50	1,793.88
0349520011	VIBRADOR DE CONCRETO DE 1.5"		hm	1,057.0021	5.51	5,824.08
						2,461,732.29
Total	S/.					4,676,111.85

TABLA N° 6 - IV
Análisis de precios unitarios

Presupuesto	DISEÑO HIDRAULICO DEFINITIVO DE LA RAPIDA JACHACIRCA					Fecha presupuesto	31/12/2016
Subpresupuesto	OBRAS CIVILES						
Partida	01.01 Movilización y desmovilización						
Rendimiento	glb/DIA	8.0000	EQ. 8.0000	Costo unitario directo por : glb		87,120.44	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0147010004	PEON	hh	144.0000	144.0000	14.81	2,132.64	2,132.64
	Equipos						
0348040001	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 122 HP 1,500 gl	hm	40.0000	40.0000	123.97	4,958.80	
0348040017	CAMION SEMITRAYLER 6 X 4 330 HP 35 ton	hm	140.0000	140.0000	242.19	33,906.60	
0348040027	CAMION VOLQUETE 6 X 4, 330 HP- 10 m3	hm	80.0000	80.0000	231.20	18,496.00	
0348130051	CAMION BARANDA 3 ton	hm	180.0000	180.0000	153.48	27,626.40	
						84,987.80	
Partida	01.02	Campamento provisional					
Rendimiento	m2/DIA	12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por : m2		183.41	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2000	0.1333	24.08	3.21	
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	20.07	13.38	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	16.47	10.98	
0147010004	PEON	hh	2.0000	1.3333	14.81	19.75	
						47.32	
	Materiales						
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.2000	4.20	0.84	
0206010051	INSTALACION ELECTRICA	est		1.0000	25.00	25.00	
0210100052	INSTALACION SANITARIA	est		1.0000	20.00	20.00	
0243000025	MADERA NACIONAL PARA ENCOFRADO Y CARPINTERIA	p2		2.6800	5.78	15.49	
0244030006	TRIPLAY LUPUNA DE 4' X 8' X 6 mm	pln		0.6200	35.18	21.81	
0254030000	PINTURA LATEX	gl		0.2000	19.38	3.88	
0259000012	PERFIL 4 ETERNIT ROJO 2.44X1.10 X4mm	pza		0.1800	26.74	4.81	
						91.83	
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	47.32	2.37	
0348040001	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 122 HP 1,500 gl	hm	0.0200	0.0133	123.97	1.65	
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	0.0500	0.0333	170.95	5.69	
						9.71	
	Subpartidas						
930101900138	CONCRETO SIMPLE f'c=140 KG/CM2 PARA PISO	m3		0.1200	287.88	34.55	
						34.55	

TABLA N° 6 - IV

Partida	01.03	Trazo y Replanteo					
Rendimiento	mes/DIA	1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : mes		7,600.00	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0147000037	TOPOGRAFO		mes		1.0000	2,500.00	2,500.00
0147000039	PORTAMIRA		mes		2.0000	1,000.00	2,000.00
	Materiales						4,500.00
0202990001	MATERIALES PARA TRAZO Y REPLANTEO	glb			1.0000	100.00	100.00
	Equipos						100.00
0330550056	EQUIPO TOPOGRAFICO (Estación Total, teodolito, nivel, etc)	glb			1.0000	3,000.00	3,000.00
							3,000.00
Partida	01.04	Construcción de caminos de acceso					
Rendimiento	km/DIA	0.4500	EQ. 0.4500	Costo unitario directo por : km		39,063.28	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh		0.2000	3.5556	24.08	85.62
0147010004	PEON	hh		4.0000	71.1111	14.81	1,053.16
	Equipos						1,138.78
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			5.0000	1,138.78	56.94
0348040001	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 122 HP 1,500 gl	hm		1.0000	17.7778	123.97	2,203.91
0348040027	CAMION VOLQUETE 6 X 4, 330 HP- 10 m3	hm		5.0000	88.8889	231.20	20,551.11
0349030013	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 70-100	hm		1.0000	17.7778	98.30	1,747.56
0349040011	CARGADOR SOBRE LLANTAS 160-195 HP 3.5 yd3	hm		1.0000	17.7778	212.49	3,777.60
0349040034	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm		1.0000	17.7778	368.34	6,548.27
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm		1.0000	17.7778	170.95	3,039.11
							37,924.50
Partida	01.05	Mantenimiento de caminos de acceso					
Rendimiento	km/DIA	2.0000	EQ. 2.0000	Costo unitario directo por : km		1,807.15	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh		0.2000	0.8000	24.08	19.26
0147010004	PEON	hh		2.0000	8.0000	14.81	118.48
	Equipos						137.74
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			5.0000	137.74	6.89
0348040003	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 122 HP 2,000 gl	hm		0.7000	2.8000	145.73	408.04
0348040027	CAMION VOLQUETE 6 X 4, 330 HP- 10 m3	hm		0.1000	0.4000	231.20	92.48
0349030013	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 70-100	hm		1.0000	4.0000	98.30	393.20
0349040011	CARGADOR SOBRE LLANTAS 160-195 HP 3.5 yd3	hm		0.1000	0.4000	212.49	85.00
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm		1.0000	4.0000	170.95	683.80
							1,669.41

TABLA N° 6 - IV

Partida	02.01	Excavación masiva en material saturado, (Incl. transporte)					
Rendimiento	m3/DIA	500.0000	EQ. 500.0000	Costo unitario directo por : m3		17.36	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0016	24.08	0.04	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0160	16.47	0.26	
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.30	0.02	
0349040011	CARGADOR SOBRE LLANTAS 160-195 HP 3.5 yd3	hm	1.0000	0.0160	212.49	3.40	
0349040034	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	1.0000	0.0160	368.34	5.89	
	Subpartidas						
900502120177	Excavación masiva en mat. suelto, (Transporte y explanado)	m3		1.2000	6.46	7.75	
						7.75	
Partida	02.02	Excavación de caja de canal en material suelto, (Incl. transporte)					
Rendimiento	m3/DIA	440.0000	EQ. 440.0000	Costo unitario directo por : m3		13.13	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0018	24.08	0.04	
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.0727	14.81	1.08	
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.12	0.06	
0349040023	RETROEXCAVADORA SOBRE ORUGA 115-165 HP 0.75-1. hm		1.0000	0.0182	230.74	4.20	
	Subpartidas						
900502120177	Excavación caja de canal en mat. suelto, (Transporte y explanm3			1.2000	6.46	7.75	
						7.75	
Partida	02.03	Excavación para estructura en material suelto, (Incl. transporte)					
Rendimiento	m3/DIA	EQ.	Costo unitario directo por : m3		11.56		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Subpartidas						
900502120176	Excavación para estructura en mat. suelto, (Excavación)	m3		1.0000	3.81	3.81	
900502120177	Excavación estructuras en mat. suelto, (Transporte y explana	m3		1.2000	6.46	7.75	
						11.56	

TABLA N° 6 - IV

Partida	02.04	Relleno compactado con material de préstamo para canal					
Rendimiento	m3/DIA	500.0000	EQ. 500.0000	Costo unitario directo por : m3		7.87	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0032	24.08	0.08	
0147010004	PEON	hh	6.0000	0.0960	14.81	1.42	
	Equipos						1.50
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.50	0.08	
0348040001	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 122 HP 1,500 gl	hm	1.0000	0.0160	123.97	1.98	
0349030013	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 70-100 hm		1.0000	0.0160	98.30	1.57	
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.0160	170.95	2.74	
	Materiales						6.37
0205360014	FILTRO	m3		1.0000	45.00	45.00	
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	12.33	0.62	
0349040011	CARGADOR SOBRE LLANTAS 160-195 HP 3.5 yd3	hm	0.2000	0.0400	212.49	8.50	
	Mano de Obra						9.12
Partida	02.05	Relleno de filtro					
Rendimiento	m3/DIA	40.0000	EQ. 40.0000	Costo unitario directo por : m3		66.45	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0200	24.08	0.48	
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.8000	14.81	11.85	
	Materiales						12.33
0205360014	FILTRO	m3		1.0000	45.00	45.00	
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	12.33	0.62	
0349040011	CARGADOR SOBRE LLANTAS 160-195 HP 3.5 yd3	hm	0.2000	0.0400	212.49	8.50	
	Mano de Obra						9.12
Partida	02.06	Relleno para Afirmado, e=0.20 m.					
Rendimiento	m3/DIA	500.0000	EQ. 500.0000	Costo unitario directo por : m3		37.30	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0032	24.08	0.08	
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	0.0320	16.47	0.53	
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.0640	14.81	0.95	
	Equipos						1.56
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.56	0.08	
0348040001	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 122 HP 1,500 gl	hm	1.0000	0.0160	123.97	1.98	
0348040027	CAMION VOLQUETE 6 X 4, 330 HP- 10 m3	hm	5.0000	0.0800	231.20	18.50	
0349030013	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 70-100 hm	hm	2.0000	0.0320	98.30	3.15	
0349040011	CARGADOR SOBRE LLANTAS 160-195 HP 3.5 yd3	hm	1.0000	0.0160	212.49	3.40	
0349040034	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	1.0000	0.0160	368.34	5.89	
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.0160	170.95	2.74	
	Materiales						35.74

TABLA N° 6 - IV

Partida	02.07	Relleno compactado para estructuras					
Rendimiento	m3/DIA	160.0000	EQ. 160.0000	Costo unitario directo por : m3		17.91	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra					
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0100	24.08	0.24	
0147010003	OFICIAL	hh	4.0000	0.2000	16.47	3.29	
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.2000	14.81	2.96	
							6.49
		Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	6.49	0.32	
0348040001	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 122 HP 1,500 gl	hm	0.2000	0.0100	123.97	1.24	
0349040011	CARGADOR SOBRE LLANTAS 160-195 HP 3.5 yd3	hm	0.4000	0.0200	212.49	4.25	
0349100021	PLANCHAS COMPACTADORA 145 KG	hm	4.0000	0.2000	28.06	5.61	
							11.42
Partida	02.08	Enrocado para obras de arte					
Rendimiento	m3/DIA	200.0000	EQ. 200.0000	Costo unitario directo por : m3		54.38	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra					
0147010001	CAPATAZ	hh	1.1000	0.0440	24.08	1.06	
0147010002	OPERARIO	hh	4.0000	0.1600	20.07	3.21	
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	0.0800	16.47	1.32	
0147010004	PEON	hh	11.0000	0.4400	14.81	6.52	
							12.11
		Materiales					
0227000008	MECHA LENTA	m		1.0000	0.45	0.45	
0227020012	FULMINANTE Nº 8	und		1.0000	0.43	0.43	
0228010001	DINAMITA AL 65%	kg		0.2500	16.00	4.00	
0230020096	BARRENO INTEG. 12 d=7/8" x 0.80 m.	und		0.0170	661.79	11.25	
							16.13
		Equipos					
0349010003	COMPRESORA NEUMATICA 335-375 PCM, 93 HP	hm	1.0000	0.0400	104.10	4.16	
0349040022	RETROEXCAVADOR SOBRE ORUGA 80-110 HP 0.5-1.3 Yd	hm	1.0000	0.0400	166.74	6.67	
0349040034	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	1.0000	0.0400	368.34	14.73	
0349060006	MARTILLO NEUMATICO DE 29 kg	hm	3.0000	0.1200	4.85	0.58	
							26.14
Partida	02.09	Relleno grava arenosa para obras de arte					
Rendimiento	m3/DIA	40.0000	EQ. 40.0000	Costo unitario directo por : m3		46.45	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra					
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0200	24.08	0.48	
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.8000	14.81	11.85	
							12.33
		Materiales					
0238000005	GRAVA ARENOSA	m3		1.0000	25.00	25.00	
							25.00
		Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	12.33	0.62	
0349040011	CARGADOR SOBRE LLANTAS 160-195 HP 3.5 yd3	hm	0.2000	0.0400	212.49	8.50	
							9.12

TABLA N° 6 - IV

Partida	02.10	Transporte de material suelto (d=19 km), para rellenos					
Rendimiento	m3/DIA	810.0000	EQ. 810.0000	Costo unitario directo por : m3		21.80	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0020	24.08	0.05	
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.0099	14.81	0.15	0.20
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.20	0.01	
0348110005	CAMION VOLQUETE 6 X 4 330 HP 10 m3	hm	9.0000	0.0889	231.20	20.55	
0349040011	CARGADOR SOBRE LLANTAS 160-195 HP 3.5 yd3	hm	0.5000	0.0049	212.49	1.04	21.60
Partida	02.11	Transporte de roca (d=1.5 km)					
Rendimiento	m3/DIA	700.0000	EQ. 700.0000	Costo unitario directo por : m3		7.95	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0023	24.08	0.06	
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.0114	14.81	0.17	0.23
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.23	0.01	
0348110005	CAMION VOLQUETE 6 X 4 330 HP 10 m3	hm	2.0000	0.0229	231.20	5.29	
0349040011	CARGADOR SOBRE LLANTAS 160-195 HP 3.5 yd3	hm	1.0000	0.0114	212.49	2.42	7.72
Partida	02.12	Bombeo de agua					
Rendimiento	h/DIA	8.0000	EQ. 8.0000	Costo unitario directo por : h		46.68	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	1.0000	20.07	20.07	
	Materiales						
0272010043	TUBERIA PVC Y OTROS	est		1.0000	1.00	1.00	1.00
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	20.07	1.00	
0348080002	MOTOBOMBA 12 HP 4"	hm	1.0000	1.0000	24.61	24.61	25.61

TABLA N° 6 - IV

Partida	03.01	Concreto simple f'c=100 kg/cm2					
Rendimiento	m3/DIA	20.0000	EQ. 20.0000		Costo unitario directo por : m3		264.11
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.3000	0.1200	24.08	2.89	
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	20.07	16.06	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.4000	16.47	6.59	
0147010004	PEON	hh	10.0000	4.0000	14.81	59.24	
	84.78						
	Materiales						
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		5.2000	20.47	106.44	
	106.44						
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	84.78	4.24	
0348010007	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 11p3 18 HP	hm	1.0000	0.4000	25.00	10.00	
	14.24						
	Subpartidas						
930101900159	ARENA ZARANDEADA (19 KM)	m3		0.4300	39.35	16.92	
930101900160	PIEDRA ZARANDEADA (19 KM)	m3		0.9000	44.51	40.06	
930101900161	AGUA	m3		0.1800	9.26	1.67	
	58.65						
Partida	03.02	Concreto armado f'c=210 kg/cm2 para estructuras					
Rendimiento	m3/DIA	15.0000	EQ. 15.0000	Costo unitario directo por : m3		394.63	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.5000	0.2667	24.08	6.42	
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	1.0667	20.07	21.41	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.5333	16.47	8.78	
0147010004	PEON	hh	12.0000	6.4000	14.81	94.78	
	131.39						
	Materiales						
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		8.6000	20.47	176.04	
0229010092	ADITIVO PLASTIFICANTE	lt		1.9891	8.21	16.33	
0230190012	CURADOR DE CONCRETO	kg		0.1800	1.36	0.24	
	192.61						
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	131.39	6.57	
0348010007	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 11p3 18 HP	hm	1.0000	0.5333	25.00	13.33	
0349520011	VIBRADOR DE CONCRETO DE 1.5"	hm	1.0000	0.5333	5.51	2.94	
	22.84						
	Subpartidas						
930101900159	ARENA ZARANDEADA (19 KM)	m3		0.5500	39.35	21.64	
930101900160	PIEDRA ZARANDEADA (19 KM)	m3		0.5500	44.51	24.48	
930101900161	AGUA	m3		0.1800	9.26	1.67	
	47.79						

TABLA N° 6 - IV

Partida	03.03	Mortero epóxico 3 mm de espesor					
Rendimiento	m2/DIA	20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : m2		539.15	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.3000	0.1200	24.08	2.89	
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	20.07	16.06	
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.4000	14.81	5.92	
							24.87
	Materiales						
0230860082	ADITIVO EPOXICO SIKA 92	kg		5.4000	95.00	513.00	
						513.00	
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	24.87	1.24	
						1.24	
	Subpartidas						
930101900161	AGUA	m3		0.0040	9.26	0.04	
						0.04	
Partida	03.04	Encofrado plano					
Rendimiento	m2/DIA	14.0000	EQ. 14.0000	Costo unitario directo por : m2		61.08	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2000	0.1143	24.08	2.75	
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.5714	20.07	11.47	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.5714	16.47	9.41	
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.5714	14.81	8.46	
							32.09
	Materiales						
0202010061	CLAVOS VARIOS	kg		0.2000	4.20	0.84	
0202040010	ALAMBRE NEGRO # 8	kg		0.2500	4.20	1.05	
0230010032	DESMOLDANTE	gl		0.0400	79.16	3.17	
0243010003	MADERA TORNILLO	p2		3.0000	5.78	17.34	
0245010002	TRIPLAY DE 4' x 8' x 19 mm	pln		0.0400	115.08	4.60	
						27.00	
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	32.09	1.60	
0349160033	SIERRA ELÉCTRICA- 3.5 H.P.	hm	0.1000	0.0571	6.78	0.39	
						1.99	

TABLA N° 6 - IV

Partida	03.05	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2					
Rendimiento	kg/DIA	250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : kg		5.14	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0032	24.08	0.08	
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	20.07	0.64	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	16.47	0.53	
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.0320	14.81	0.47	
							1.72
	Materiales						
0202040009	ALAMBRE NEGRO # 16	kg		0.0500	4.20	0.21	
0203000032	ACERO CORRUGADO PROMEDIO	kg		1.0500	2.94	3.09	
							3.30
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.72	0.09	
0348510002	MAQUINA DOBLADORA DE FIERRO	hm	0.1000	0.0032	4.30	0.01	
0349160034	CIZALLA ELÉCTRICA- 3.5 H.P.	hm	0.1000	0.0032	6.50	0.02	
							0.12
Partida	04.01	tubería de concreto armado, Ø=0.45 m					
Rendimiento	m/DIA	35.0000	EQ. 35.0000	Costo unitario directo por : m		248.97	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.3000	0.0686	24.08	1.65	
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.4571	20.07	9.17	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.2286	16.47	3.77	
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.9143	14.81	13.54	
							28.13
	Ma ter ial es						
0270070041	TUBERIA DE CONCRETO ARMADO-CLASE III, TIPO B, Ø=0. m 220.00			1.0000	220.00		
							220.00
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	28.13	0.84	
							0.84
Partida	04.02	Junta de construcción, con tapajunta de 9"					
Rendimiento	m/DIA	40.0000	EQ. 40.0000	Costo unitario directo por : m		53.05	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0400	24.08	0.96	
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.2000	20.07	4.01	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.2000	16.47	3.29	
							8.26
	Materiales						
0202040009	ALAMBRE NEGRO # 16	kg		0.0900	4.20	0.38	
0230650022	JUNTA WATER STOP 9"	m		1.0000	44.00	44.00	
							44.38
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	8.26	0.41	
							0.41

TABLA N° 6 - IV

Partida	04.03	Junta de dilatación, con tapajunta de 9"					
Rendimiento	m/DIA	100.0000	EQ. 100.0000	Costo unitario directo por : m		66.66	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0800	24.08	1.93	
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.1600	20.07	3.21	
0147010003	OFICIAL	hh	6.0000	0.4800	16.47	7.91	
							13.05
	Materiales						
0230150041	MATERIAL ELASTOMERICO	gl		0.0652	104.74	6.83	
0230650022	JUNTA WATER STOP 9"	m		1.0000	44.00	44.00	
0230900011	IMPRIMANTE PARA JUNTA	gl		0.0010	160.00	0.16	
0260000002	TEKNOPOOR DE 1" X 4' X 8'	pln		0.0098	11.48	0.11	
							51.10
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	13.05	0.65	
0348130051	CAMION BARANDA 3 ton	hm	0.1000	0.0080	153.48	1.23	
0349010002	COMPRESORA NEUMATICA 250-330 PCM, 87 HP	hm	0.1000	0.0080	78.96	0.63	
							2.51

TABLA N° 7 - IV

METRADO DE ACERO DE REFUERZO

RAPIDA JACHACIRCA						PLANO DE ARMADURA			
						1 y 2			
PLANILLA - DOBLADO DE ACERO						01-08			
POS	FORMAS	f	n	L	ΣL	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"
		Pulg.		m.	m.				
1		3/4"	46	7.80	358.80				804.00
2		1/2"	46	3.70	170.20		170.03		
3		1/2"	92	2.45	225.40			225.17	
4		1/2"	40	9.00	360.00		359.64		
5		3/8"	36	9.00	324.00	181.44			
6		5/8"	26	8.40	218.40				338.63
7		1/2"	23	2.64	60.72		60.66		
8		1/2"	26	2.80	72.80		72.73		
9		1/2"	4	5.70	22.80		22.78		
10		1/2"	23	1.63	37.49		37.45		
11		3/8"	9	4.90	44.10	24.70			
12		1/2"	9	4.90	44.10		44.06		
13		3/8"	18	2.75	49.50	27.72			
14		1/2"	18	2.75	49.50		49.45		
						PESO PARCIAL	233.86	1041.97	338.63
						PESO TOTAL (Kg)			2418.45

TABLA N° 7 - IV

SIGUE:

METRADO DE ACERO DE REFUERZO

ANEXO 04

RAPIDA JACHACIRCA						PLANO DE ARMADURA				
						1 y 2				
						02-08				
PLANILLA - DOBLADO DE ACERO										
POS	FORMAS		f	n	L	ΣL	3/8"	1/2"		
			Pulg.		m.	m.				
15	4.90 .60		3/8"	18	2.75	49.50	27.72			
16	4.90 .60		1/2"	4	2.75	11.00		10.99		
17			3/8"	3196	8.69	27773.24	15553.01			
18	9.00		3/8"	2856	9.00	25704.00	14394.24			
19			3/8"	98	10.40	1019.20	570.75			
20	INCLUIDO EN 18									
21	INCLUIDO EN 19									
22			1/2"	140	9.00	1260.00		1258.74		
22			1/2"	4	1.50	6.00		5.99		
23			3/8"	4840	7.55	36542.00	20463.52			
24	9.00		3/8"	3825	9.00	34425.00	19278.00			
25			1/2"	160	9.00	1440.00		1438.56		
25			1/2"	80	1.78	142.40		142.26		
25			1/2"	80	2.57	205.60		205.39		
26	9.00		1/2"	150	9.00	1350.00		1348.65		
27			1/2"	8	9.00	72.00		71.93		
27			1/2"	4	1.78	7.12		7.11		
						PESO PARCIAL	70287.25	4489.63		
						PESO TOTAL (Kg)		74776.87		

TABLA N° 7 - IV

SIGUE:

METRADO DE ACERO DE REFUERZO

ANEXO 04

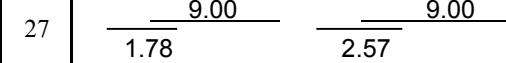
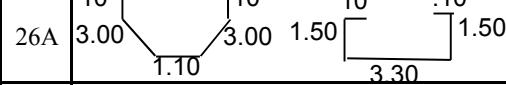
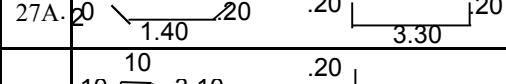
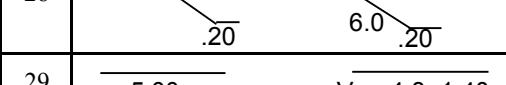
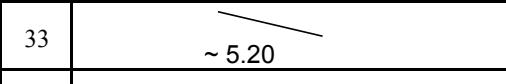
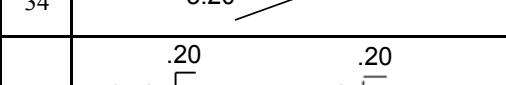
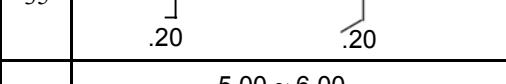
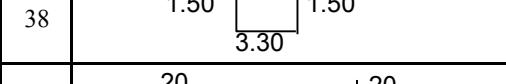
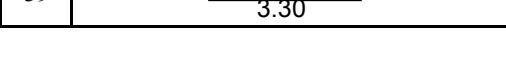
RAPIDA JACHACIRCA							PLANO DE ARMADURA					
							1 y 2					
							03-08					
							PESO(Kg)					
POS	FORMAS			f	n	L	ΣL	1/4"	3/8"			
27				1/2"	4	2.57	10.28					
26A				1/2"	26	6.50	169.00		168.83			
27A				1/2"	26	2.75	71.50		71.43			
28				1/2"	50	2.25	112.50		112.39			
29	5.00 Var. 4.8~1.40			3/8"	6	5.00	30.00		16.80			
29	5.00 Var. 4.8~1.40			3/8"	8	3.10	24.80		13.89			
30	IGUAL A 21			1/2"	5	5.00	25.00		24.98			
30	IGUAL A 21			1/2"	3	3.10	9.61		9.60			
31	5.00 ~ 1.00			3/8"	30	3.00	90.00		50.40			
32	IGUAL A 31			1/2"	30	3.00	90.00		89.91			
33				1/2"	4	5.20	20.80		20.78			
34				1/2"	4	5.20	20.80		20.78			
35				1/2"	50	1.35	67.50		67.43			
36	5.00 ~ 6.00			3/8"	14	2.80	39.20		21.95			
37	IGUAL A 36			1/2"	14	2.80	39.20		39.16			
38				1/2"	50	6.30	315.00		314.69			
39				1/2"	50	3.70	185.00		184.82			
							PESO PARCIAL	0.00	103.04			
							PESO TOTAL (Kg)	1238.09				

TABLA N° 7 - IV

SIGUE:

METRADO DE ACERO DE REFUERZO

ANEXO 04

RAPIDA JACHACIRCA							PLANO DE ARMADURA					
							1 y 2					
PLANILLA - DOBLADO DE ACERO							04-08					
							PESO(Kg)					
POS	FORMAS	f Pulg.	n	L m.	ΣL m.	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"		
40	.30 1.20 9.00	3/8"	14	9.00	126.00	70.56						
40	.30 1.20 9.00	3/8"	14	1.20	16.80	9.41						
41	.40 1.30 9.00	1/2"	14	9.00	126.00		125.87					
41	.40 1.30 9.00	1/2"	14	1.30	18.20		18.18					
42	1.50 .20	1/2"	100	1.70	170.00		169.83					
43	IGUAL A 41	1/2"	4	9.00	36.00		35.96					
43	IGUAL A 41	1/2"	4	1.30	5.20		5.19					
44	2.10 ~4.20 2.30 4.30 2.30 2.30	3/4"	44	5.45	239.80				537.34			
44	2.10 ~4.20 2.30 4.30 2.30 2.30	3/4"	74	6.60	488.40				1094.41			
45	.90 ~ 1.80 5.70 2.15 3.70 2.15	1"	17	6.40	108.80					433.02		
45	.90 ~ 1.80 5.70 2.15 3.70 2.15	1"	20	8.00	160.00					636.80		
46	.25 .25 3.70	5/8"	53	4.20	222.60			345.14				
47	.45 4.53 9.00	1/2"	19	9.00	171.00		170.83					
47	.45 4.53 9.00	1/2"	19	4.53	86.07		85.98					
48	.25 5.50 .15 5.10 .25 .25 4.50	5/8"	16	5.35	85.60			132.72				
							PESO PARCIAL	79.97	611.86	477.86	1631.75	1069.82
							PESO TOTAL (Kg)				3871.26	

TABLA N° 7 - IV
SIGUE: METRADO DE ACERO DE REFUERZO

ANEXO 04

RAPIDA JACHACIRCA					PLANO DE ARMADURA			
					I y 2			
PLANILLA - DOBLADO DE ACERO					05-08			
PESO(Kg)								
POS	FORMAS	f Pulg.	n m.	L m.	ΣL m.	1/2"	5/8"	1"
48		5/8"	16	5.75	92.00		142.65	
48		5/8"	16	4.90	78.40		121.56	
49	2.10~4.20 4.30 ~ 3.75 2.80 .25 .25	5/8"	36	3.40	122.40		189.78	
49	2.10~4.20 4.30 ~ 3.75 2.80 .25 .25	5/8"	38	4.55	172.90		268.08	
49	2.10~4.20 4.30 ~ 3.75 2.80 .25 .25	5/8"	28	3.28	91.84		142.40	
50	4.0 9.00 9.0 .60 2.60~1.50 8.80 ~ 5.85	5/8"	30	9.00	270.00		418.64	
50	4.0 9.00 9.0 .60 2.60~1.50 8.80 ~ 5.85	5/8"	22	4.00	88.00		136.44	
50	4.0 9.00 9.0 .60 2.60~1.50 8.80 ~ 5.85	5/8"	8	2.05	16.40		25.43	
50	4.0 9.00 9.0 .60 2.60~1.50 8.80 ~ 5.85	5/8"	10	7.33	73.30		113.65	
PESO PARCIAL							0.00	1558.62
PESO TOTAL (Kg)							1558.62	

TABLA N° 7 - IV

SIGUE:

METRADO DE ACERO DE REFUERZO

ANEXO 04

RAPIDA JACHACIRCA						PLANO DE ARMADURA						
PLANILLA - DOBLADO DE ACERO						1 y 2						
PESO(Kg)												
POS	FORMAS			f	n	L	ΣL	3/8"	1/2"			
				Pulg.		m.	m.					
51	<u>3.80</u> <u>9.0</u> <u>3.05 ~ .60</u> .45 .45 9.0 <u>8.85 ~ 8.35</u>			1/2"	36	9.00	324.00		323.68			
51	<u>3.80</u> <u>9.0</u> <u>3.05 ~ .60</u> .45 .45 9.0 <u>8.85 ~ 8.35</u>			1/2"	22	3.80	83.60		83.52			
51	<u>3.80</u> <u>9.0</u> <u>3.05 ~ .60</u> .45 .45 9.0 <u>8.85 ~ 8.35</u>			1/2"	14	1.75	24.50		24.48			
51	<u>3.80</u> <u>9.0</u> <u>3.05 ~ .60</u> .45 .45 9.0 <u>8.85 ~ 8.35</u>			1/2"	4	8.60	34.40		34.37			
52	<u>.20</u> .20 3.70			5/8"	7	4.10	28.70		44.50			
53	<u>.20</u> 2.10 <u>.20</u>			1/2"	19	2.50	47.50		47.45			
54	<u>.60</u> — <u>20</u>			1/2"	19	0.80	15.20		15.18			
55	<u>1.00</u> <u>.60</u> <u>.20</u>			1/2"	10	1.80	18.00		17.98			
56	<u>.20</u> <u>.50 ~ .40</u> .20 .20			1/2"	10	1.50	15.00		14.99			
57	<u>.90</u> <u>.15</u> <u>1.20</u> .25 .25			5/8"	12	2.75	33.00		51.17			
						PESO PARCIAL		0.00	561.64			
						PESO TOTAL (Kg)						
						657.30						

TABLA N° 7 - IV

SIGUE:

METRADO DE ACERO DEREFORUZO

ANEXO 04

RAPIDA JACHACIRCA						PLANO DE ARMADURA								
						1 y 2								
PLANILLA - DOBLADO DE ACERO						07-08								
POS	FORMAS			f Pulg.	n	L m.	ΣL m.	1/2"	5/8"	3/4"	1"			
58				.27	3/8"	12	1.64	19.68						
59					5/8"	4	4.55	18.20		28.22				
60					1/2"	44	1.30	57.20	57.14					
61					5/8"	38	2.40	91.20		141.41				
62					1/2"	16	3.65	58.40	58.34					
62					1/2"	8	6.90	55.20	55.14					
63					3/4"	38	2.40	91.20		204.36				
64					1"	20	1.80	36.00			143.28			
65					1/2"	16	3.73	59.68	59.62					
66					3/4"	20	2.10	42.00			94.11			
67					3/4"	36	3.38	121.68			272.66			
68					5/8"	36	3.33	119.88		185.87				
						PESO PARCIAL		230.25	355.50	571.14	143.28			
						PESO TOTAL (KG)					1300.16			

TABLA N° 7- IV

SIGUE:

METRADO ACERO DE REFUERZO

ANEXO 04

RAPIDA JACHACIRCA							PLANO DE ARMADURA 1 y 2 08-08		
PLANILLA - DOBLADO DE ACERO									
POS	FORMAS	f	n	L	ΣL	3/8"	1/2"	5/8"	1"
		Pulg.		m.	m.				
69	<u>6.60 ~ .80</u>	1/2"	32	<u>3.70</u>	118.40		118.28		
70	<u>6.60 ~ .80</u>	5/8"	32	<u>3.70</u>	118.40			183.58	
71	.20 1.80 ~ .75	1/2"	36	1.28	46.08		46.03		
72	6.90	1/2"	4	6.90	27.60		27.57		
73	3.00	1/2"	2	3.00	6.00		5.99		
74	7.20 \	1/2"	2	7.20	14.40		14.39		
75	<u>1.30 ~ .65</u> <u>.20 ~ .15</u>	1/2"	18	1.15	20.70		20.68		
76	.20 ~ .15 1.30 ~ .65	3/8"	9	1.30	11.70	6.55			
							PESO PARCIAL	6.55	232.95
							PESO TOTAL (Kg)	423.08	

TABLA N° 8 - IV

CARACTERISTICAS DE LAS BARRAS DE CONSTRUCCION

	Diámetro		Peri.	Peso	AREA EN CENTIMETROS CUADRADOS SEGÚN NUMERO DE BARRAS											
	Pulg.	Cms.			Cms.	Kg/ml	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
# 2	1/4	0.635	2	0.25	0.32	0.64	0.96	1.28	1.60	1.92	2.24	2.56	2.88	3.20	3.52	3.84
# 3	3/8	0.953	3	0.58	0.71	1.42	2.13	2.84	3.55	4.26	4.97	5.68	6.39	7.10	7.81	8.82
# 4	1/2	1270	4	1.02	1.29	2.58	3.87	5.16	6.45	7.74	9.03	10.32	11.61	12.90	14.19	15.48
# 5	5/8	1587	5	1.60	2.00	4.00	6.00	8.00	10.00	12.00	14.00	16.00	18.00	20.00	22.00	24.00
# 6	3/4	1905	6	2.26	2.84	5.68	8.52	11.36	14.20	17.04	19.88	22.72	25.56	28.40	31.24	34.08
# 8	1	2540	8	4.04	5.10	10.20	15.30	20.40	25.50	30.60	35.70	40.80	45.90	51.00	56.10	61.20
# 11	1 3/8	3581	11.2	7.95	10.06	20.12	30.18	40.24	50.30	60.36	70.42	80.48	90.54	100.60	110.66	120.72

NOTA: Las denominaciones, diámetros, áreas, perímetros y pesos son tomados del Reglamento Nacional de Construcciones (801).

FUENTE: SIDER PERÚ

TABLA N° 9 - IV

Fórmula Polinómica

DISEÑO HIDRAULICO DEFINITIVO DE LA RAPIDA JACHACIRCA

Fecha Presupuesto

31/12/2016

Moneda

NUEVOS SOLES

Ubicación Geográfica

180102 MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - CARUMAS

$$K = 0.153*(Jr / Jo) + 0.080*(Cr / Co) + 0.055*(ACr / ACo) + 0.052*(AGr / AGo) + 0.284*(ENr / ENo) + 0.166*(Elr / Elo) + 0.210*(GUr / GUo)$$

Monomio	Factor	(%)	Símbolo	Indice	Descripción
1	0.126	100.000	J	47	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES
2	0.086	100.000	C	21	CEMENTO PORTLAND TIPO I
3	0.059	100.000	AG	05	AGREGADO GRUESO
4	0.051	100.000	A	03	ACERO DE CONSTRUCCION CORRUGADO
5	0.271	100.000	EN	48	MAQUINARIA Y EQUIPO NACIONAL
6	0.172	100.000	EI	49	MAQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO
7	0.235	100.000	GU	39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR

TABLA 10 - IV

CRONOGRAMA REFERENCIAL DE DESEMBOLSOS
DISEÑO HIDRAULICO DEFINITIVO DE LA RAPIDA JACHACIRCA

30/11/2009

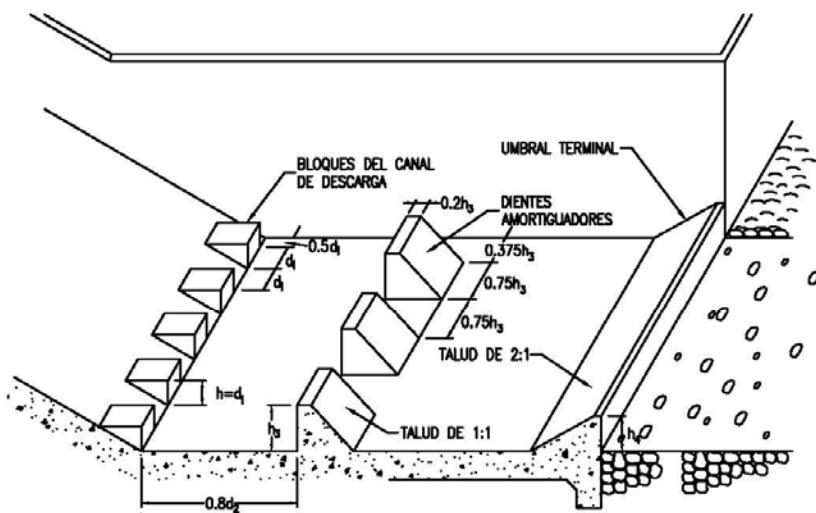
ITEMS	DESCRIPCION	COSTO PARCIAL	DESEMBOLSO (SOLES)								
			MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9
01	TRABAJOS PRELIMINARES Y OBRAS PROVISIONALES	276,050.94									
01.01	Movilización y desmovilización	73,435.20	36,717.60								36,717.60
01.02	Campamento provisional	53,147.50	26,573.75								26,573.75
01.03	Trazo y Replanteo	60,800.00	6,755.56	6,755.56	6,755.56	6,755.56	6,755.56	6,755.56	6,755.56	6,755.56	6,755.56
01.04	Construcción de caminos de acceso	64,655.12	64,655.12								
01.05	Mantenimiento de caminos de acceso	24,013.12	2,668.12	2,668.12	2,668.12	2,668.12	2,668.12	2,668.12	2,668.12	2,668.12	2,668.12
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS	2,221,947.12									
02.01	Excavación masiva en material saturado, (Incl. transporte)	98,859.93	49,429.97	49,429.97							
02.02	Excavación de caja de canal en material suelto, (Incl. transporte)	456,761.60		114,190.40	114,190.40	114,190.40	114,190.40				
02.03	Excavación para estructura en material suelto, (Incl. transporte)	23,345.40						23,345.40			
02.04	Relleno compactado con material transportado para canal (d=19 km)	940,586.85		376,234.74	376,234.74	188,117.37					
02.05	Relleno de filtro	382,914.00				191,457.00	191,457.00				
02.06	Relleno para Afirmado, e=0.20 m.	46,832.25									46,832.25
02.07	Relleno compactado para estructuras	11,130.55									11,130.55
02.08	Enrocado para obras de arte (d=1.5 km)	145,698.56									29,139.71 116,558.85
02.09	Relleno grava arenosa para obras de arte	9,827.98					9,827.98				
02.10	Bombeo de agua	105,990.00						35,330.00	35,330.00	35,330.00	
03	CONCRETO Y OTROS	1,240,194.42									
03.01	Concreto simple f'c=100 kg/cm2	247,168.61				49,433.72	197,734.89				
03.02	Concreto armado f'c=210 kg/cm2 para estructuras	603,646.68						301,823.34	301,823.34		
03.03	Mortero epóxico 3 mm de espesor	41,418.30								41,418.30	
03.04	Encofrado plano	18,508.75							18,508.75		
03.05	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	329,452.08						164,726.04	164,726.04		
04	TUBERIA Y MISCELANEA	84,126.86									
04.01	tubería de concreto armado, Ø=0.45 m	5,254.48									5,254.48
04.02	Junta de construcción, con tapajunta de 9"	46,612.80						23,306.40	23,306.40		
04.03	Junta de dilatación, con tapajunta de 9"	32,259.58						16,129.79	16,129.79		
	COSTO DIRECTO (C.D.):	3,822,319.34	186,800.12	549,278.79	499,848.82	552,622.17	545,979.35	550,739.25	569,248.00	115,311.69	252,491.16
	Gastos Generales (20.5 % del C.D.)	783,575.46	38,294.02	112,602.15	102,469.01	113,287.55	111,925.77	112,901.55	116,695.84	23,638.90	51,760.69
	Utilidad (10 % del C.D.)	382,231.93	18,680.01	54,927.88	49,984.88	55,262.22	54,597.93	55,073.93	56,924.80	11,531.17	25,249.12
	SUB-TOTAL	4,988,126.73	243,774.15	716,808.82	652,302.71	721,171.94	712,503.05	718,714.73	742,868.64	150,481.76	329,500.97
	Impuesto General a las Ventas 19% (I.G.V.)	947,744.08	46,317.09	136,193.67	123,937.51	137,022.67	135,375.58	136,555.80	141,145.04	28,591.53	62,605.18
	PRESUPUESTO REFERENCIAL DE OBRA	5,935,870.81	290,091.23	853,002.49	776,240.22	858,194.61	847,878.63	855,270.53	884,013.68	179,073.30	392,106.15

ANEXO 04:

FIGURAS

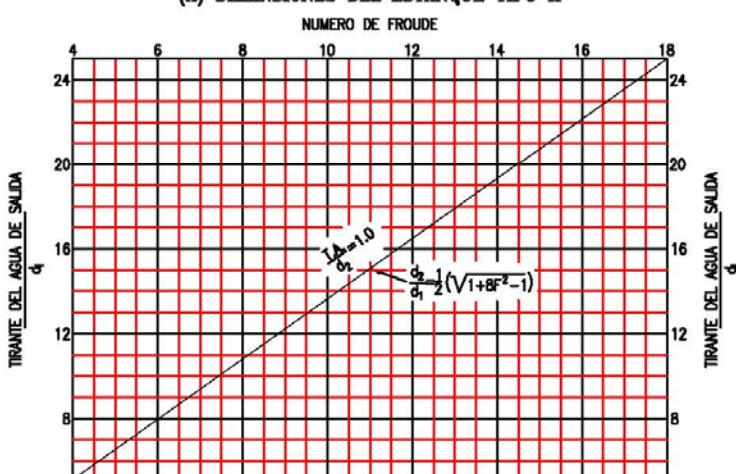
FIGURA N°1

CARACTERISTICAS DE LOS ESTANQUES AMORTIGUADORES PARA NUMEROS DE FROUDE MAYORES DE 4.5, CUANDO LAS VELOCIDADES DE LLEGADA NO EXCEDEN DE 15 m/s.

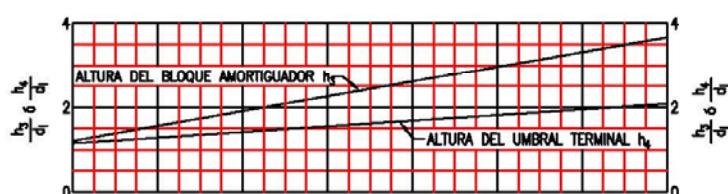


FUENTE: Design of Small Dams. Pág. 393

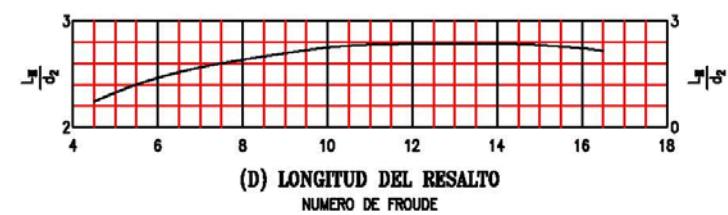
(A) DIMENSIONES DEL ESTANQUE TIPO II



(B) TIRANTES MINIMOS DEL AGUA DE SALIDA

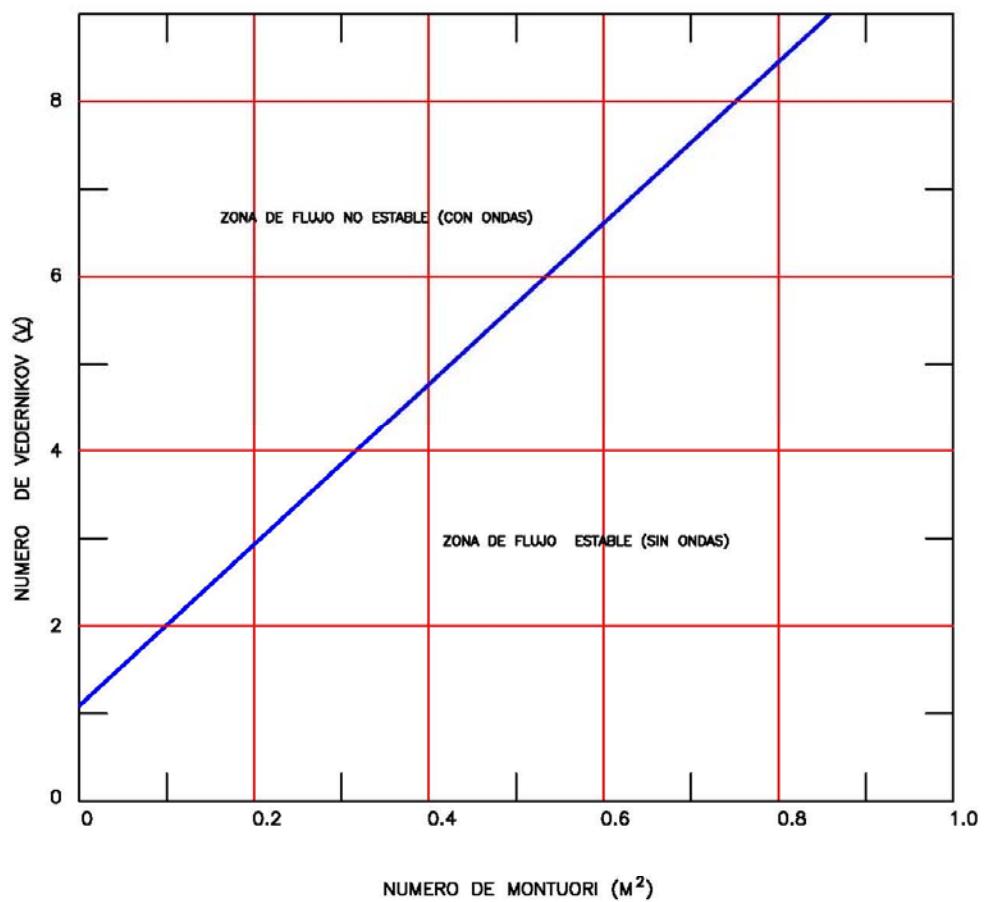


(C) ALTURA DE LOS BLOQUES AMORTIGUADORES Y DEL UMBRAL TERMINAL



(D) LONGITUD DEL RESALTO
NUMERO DE FROUDE

Figura N°2
Criterios para flujo no estable (con ondas)



FUENTE: Design of Small Canal Structures. pág 113

Figura N°3
Forma y Criterios de pendiente para un flujo no estable (con ondas)

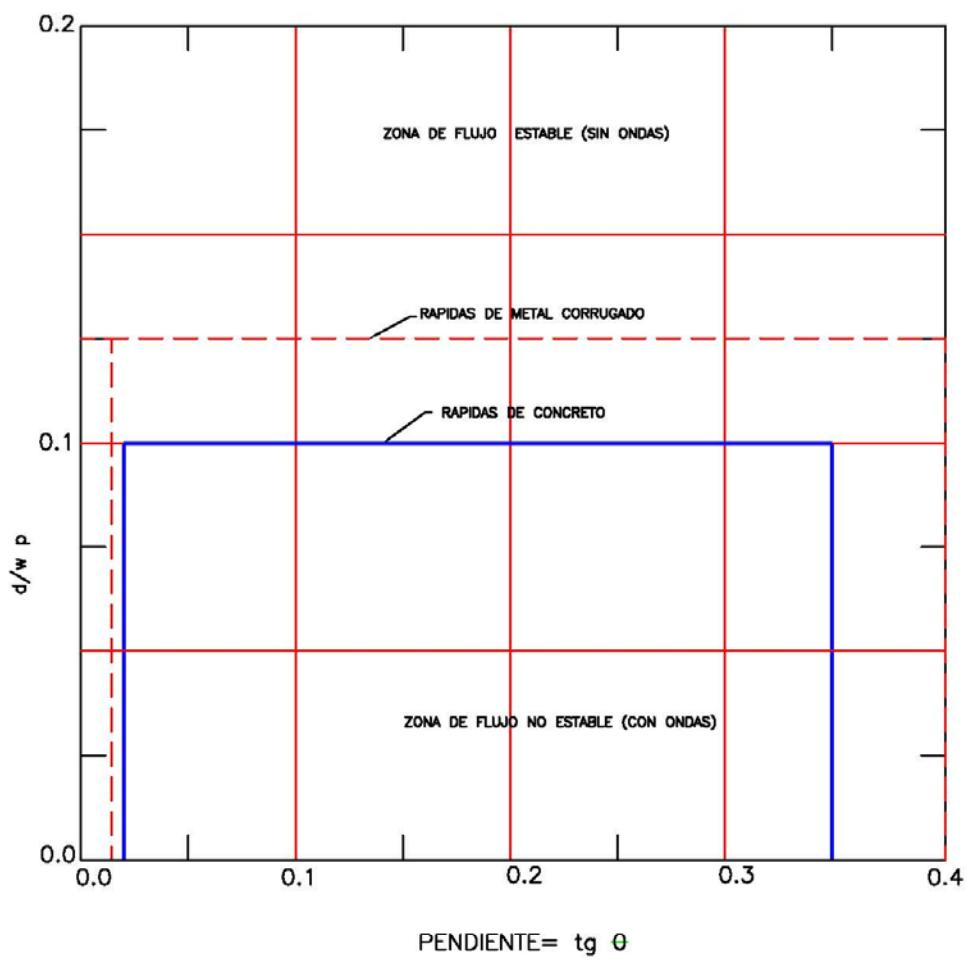


FIGURA N°04
RAPIDA JACHACIRCA
RASANTE, SUPERFICIE DE AGUA Y PERFILES DE ENERGIA PARA Q=11m³/s.

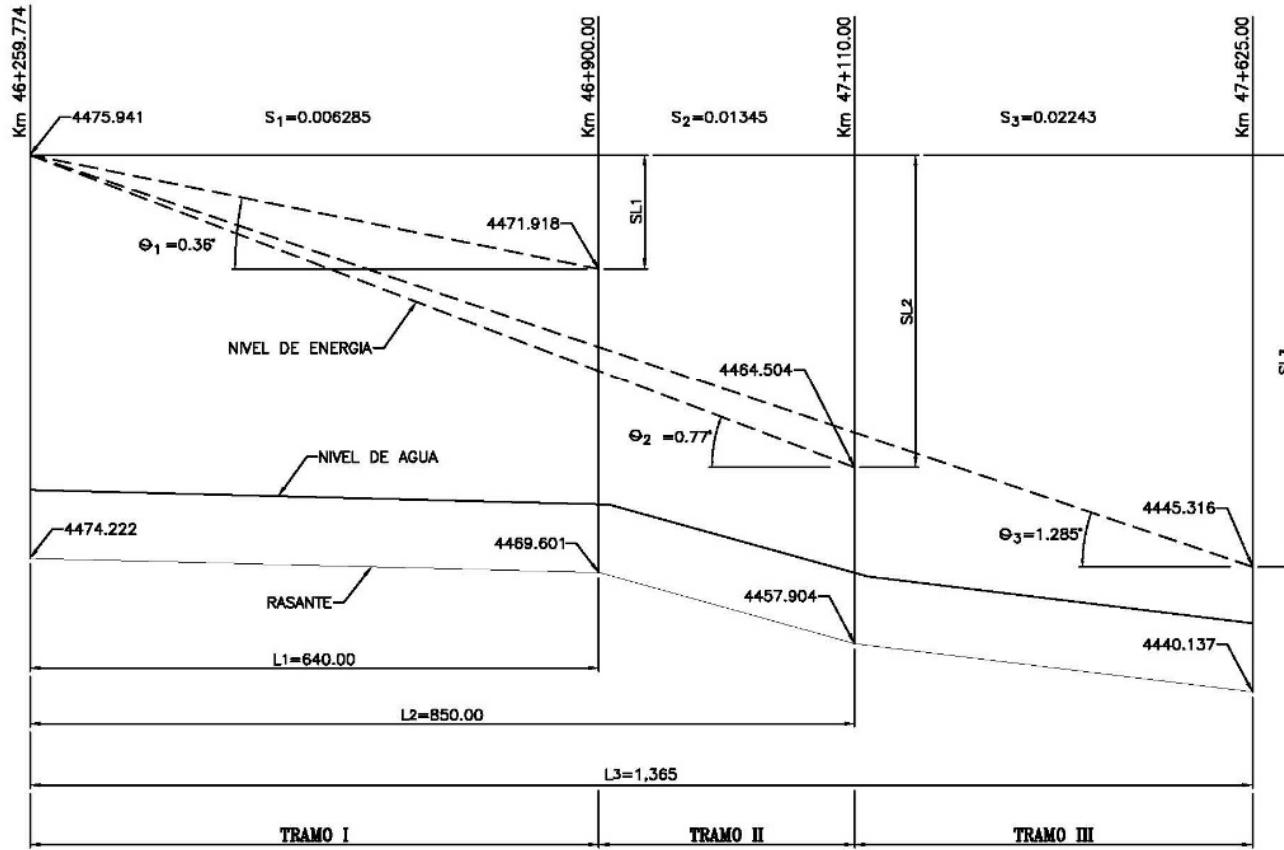


FIGURA N°05
RAPIDA JACHACIRCA
RASANTE, SUPERFICIE DE AGUA Y PERFILES DE ENERGIA PARA Q=6m³/s.

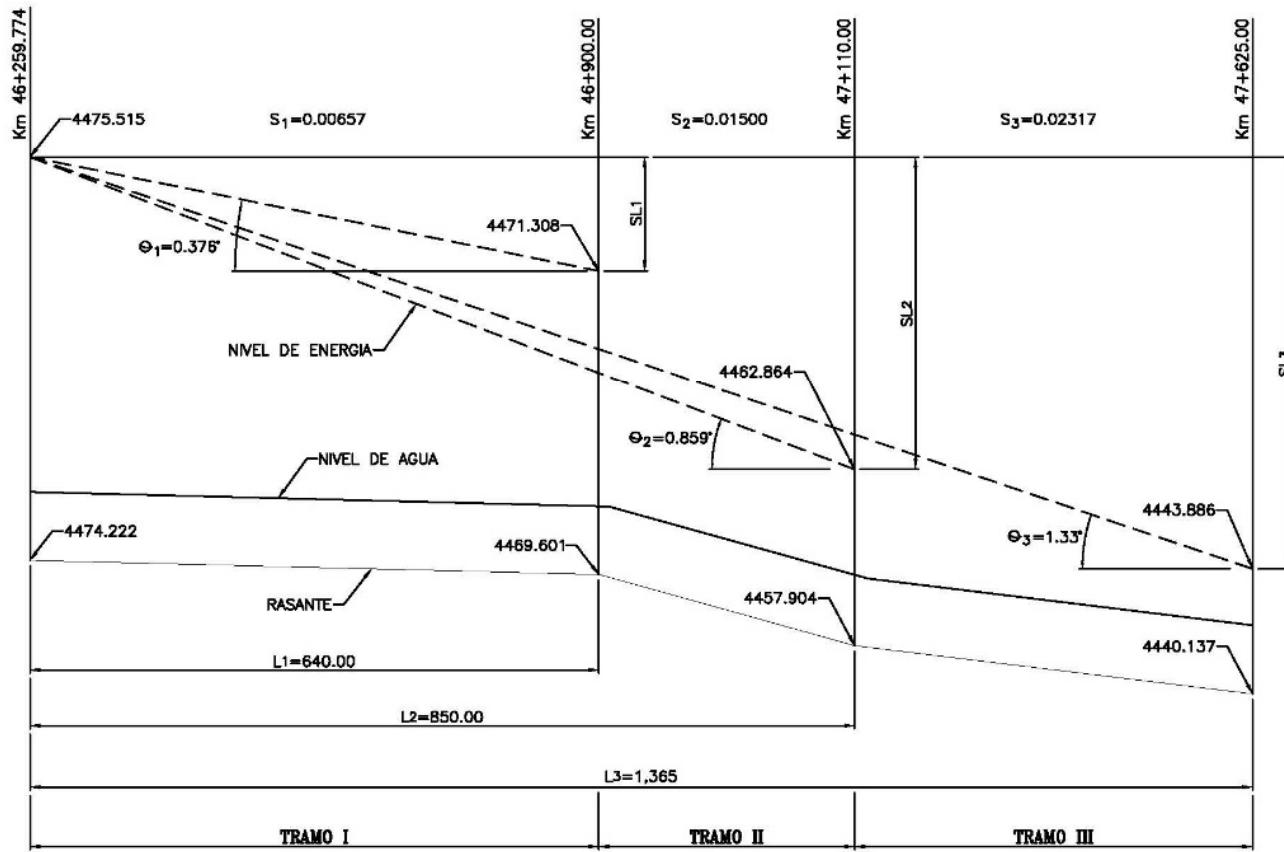


FIGURA N°08
RAPIDA JACHACIRCA
RASANTE, SUPERFICIE DE AGUA Y PERFILES DE ENERGIA PARA Q=2m³/s.

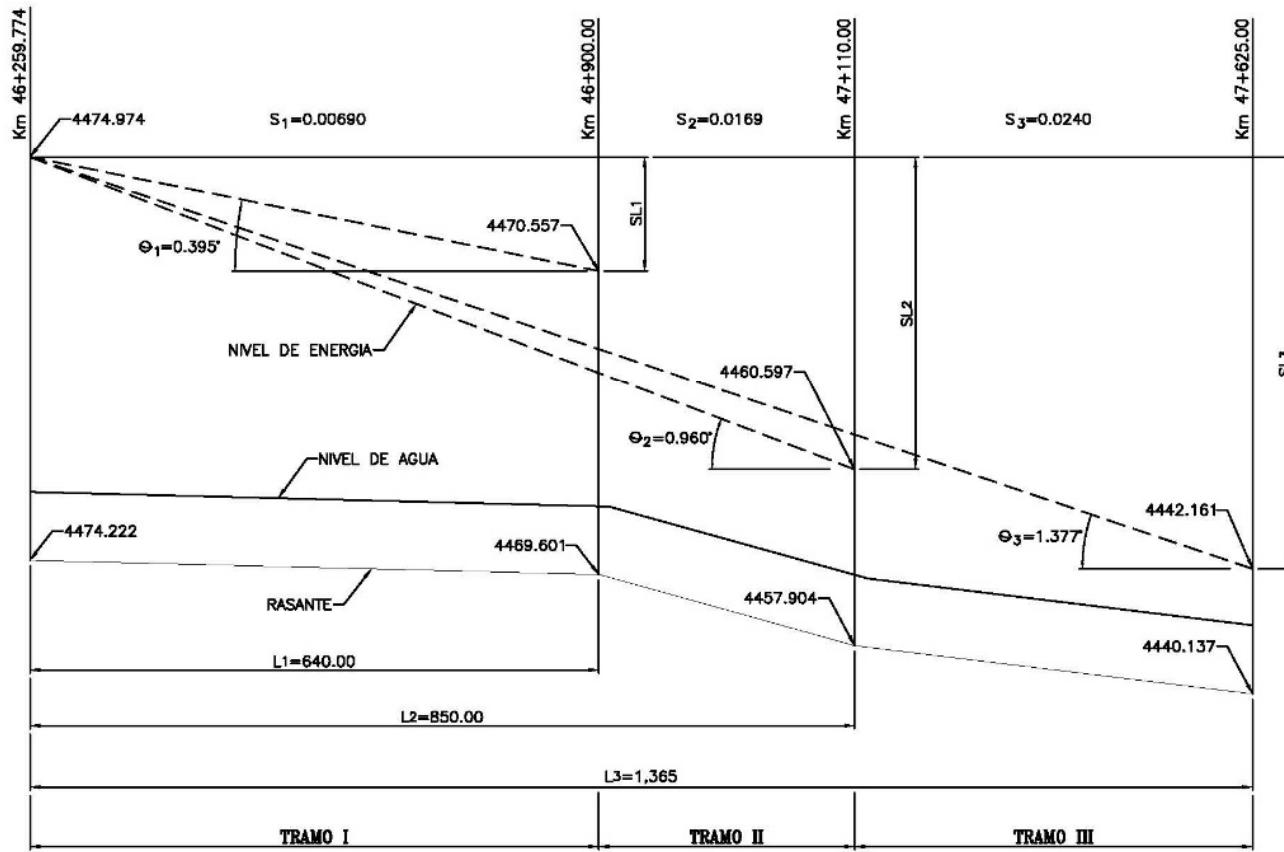


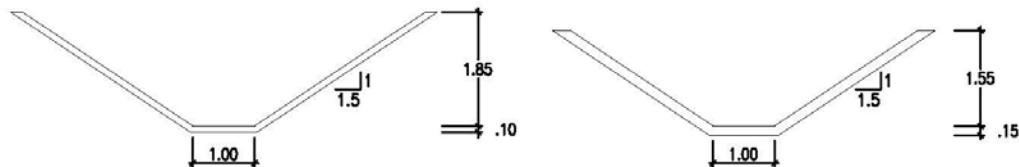
FIGURA N°07

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS – RAPIDA JACHACIRCA
ALTERNATIVA: RAPIDA SECCION TRAPEZOIDAL
HOJA 01 DE 02

RAPIDA TRAPEZOIDAL CON $b=1m$.

KM 46+200 – KM 46+900
 $L=650m H=1.85m e=0.10m$

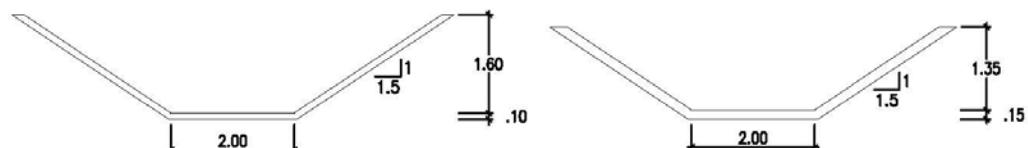
KM 46+900 – KM 47+625
 $L=725m H=1.55m e=0.15m$



RAPIDA TRAPEZOIDAL CON $b=2m$.

KM 46+200 – KM 46+900
 $L=650m H=1.60m e=0.10m$

KM 46+900 – KM 47+625
 $L=725m H=1.35m e=0.15m$



RAPIDA TRAPEZOIDAL CON $b=3m$.

KM 46+200 – KM 46+900
 $L=650m H=1.45m e=0.10m$

KM 46+900 – KM 47+625
 $L=725m H=1.25m e=0.15m$

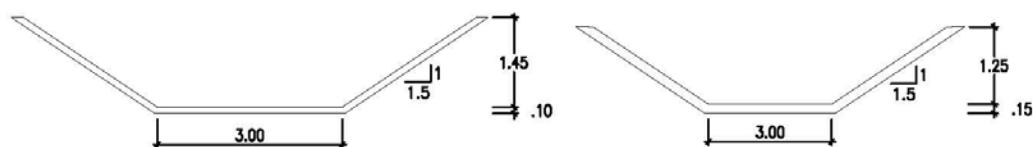
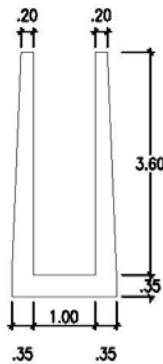


FIGURA N°07

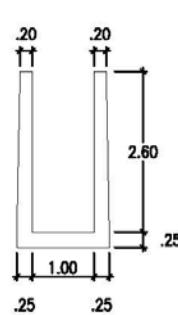
ESTUDIO DE ALTERNATIVAS – RAPIDA JACHACIRCA
ALTERNATIVA: RAPIDA SECCION RECTANGULAR
HOJA 02 DE 02

RAPIDA RECTANGULAR CON b=1m.

KM 46+250 – KM 46+900
L=650m H=3.6m

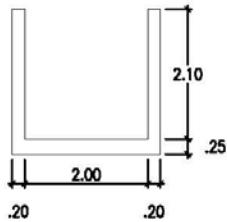


KM 46+900 – KM 47+625
L=725m H=2.60m

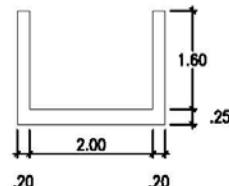


RAPIDA RECTANGULAR CON b=2m.

KM 46+200 – KM 46+900
L=650m H=2.10m

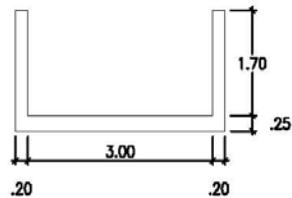


KM 46+900 – KM 47+625
L=725m H=1.60m

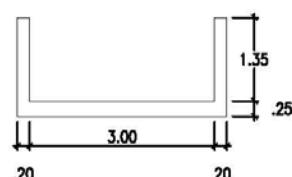


RAPIDA RECTANGULAR CON b=3m.

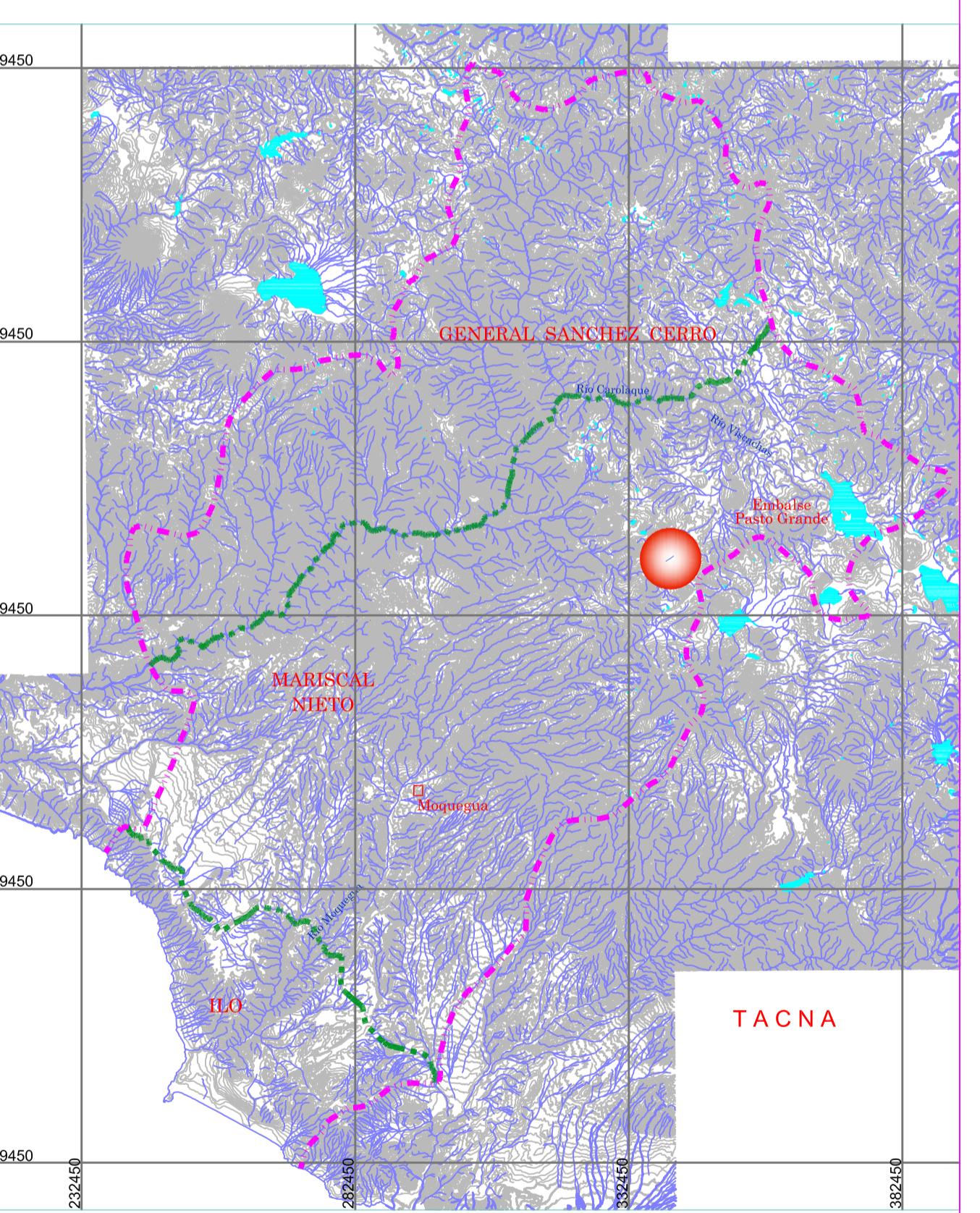
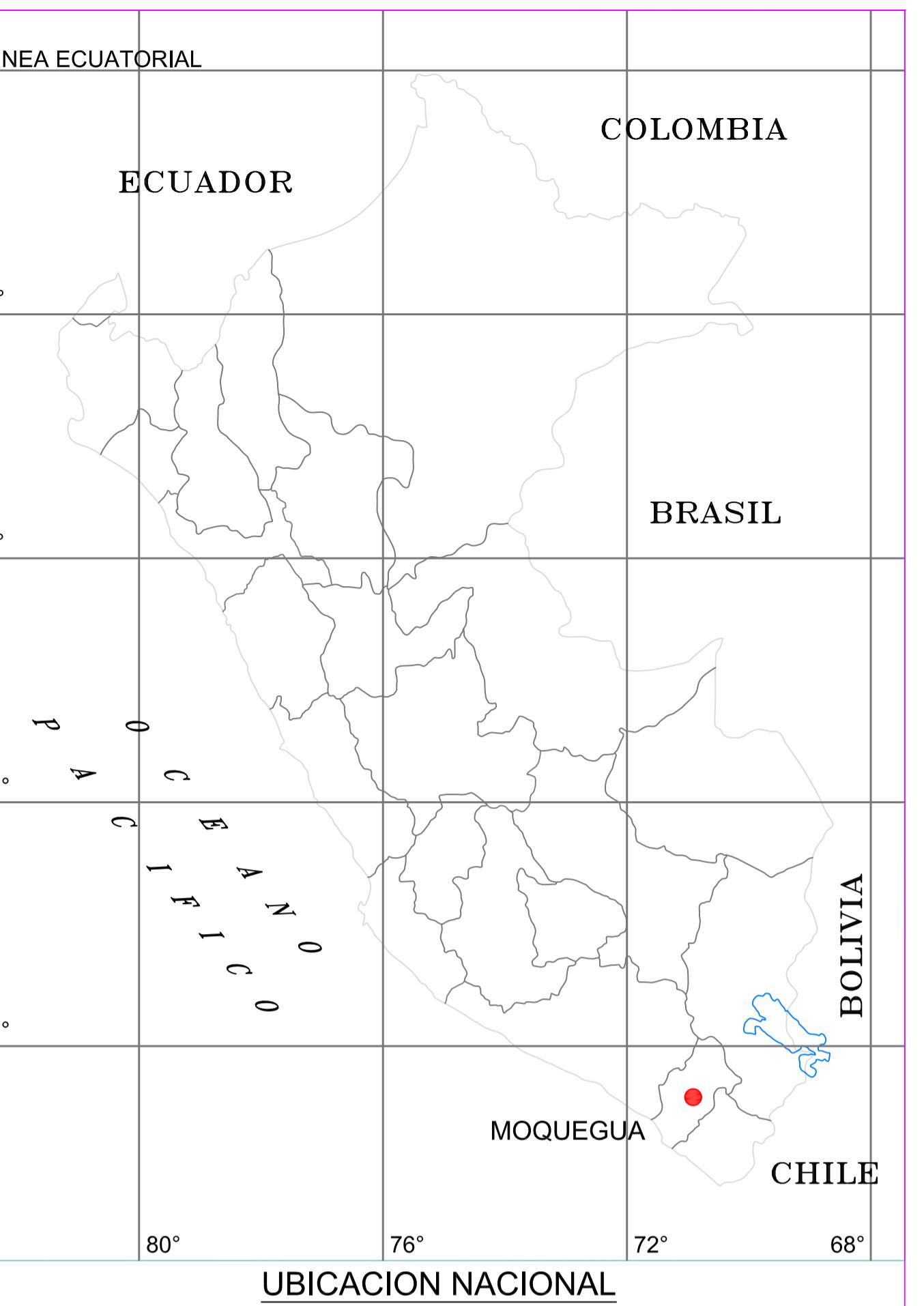
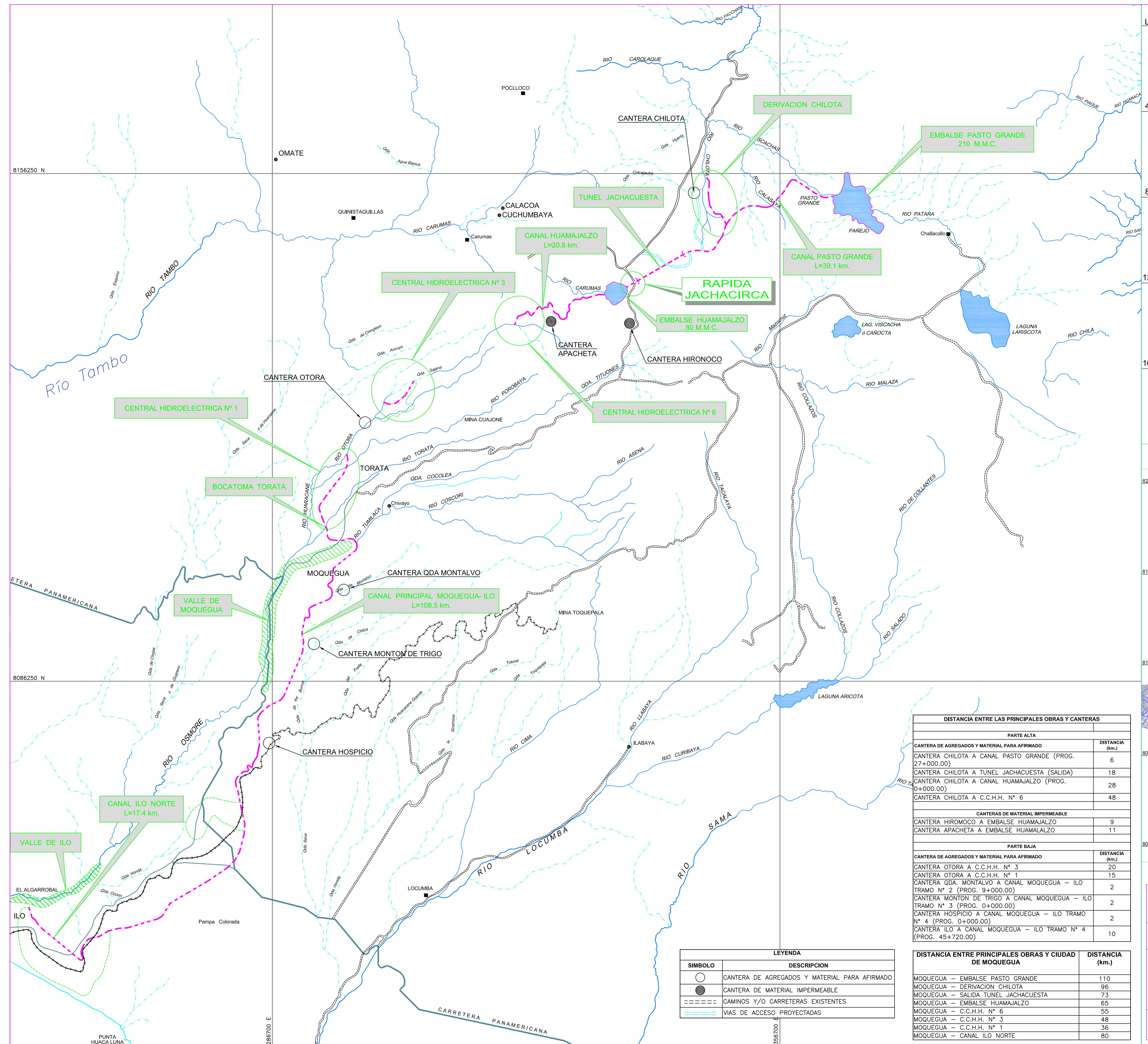
KM 46+250 – KM 46+900
L=650m H=1.70m



KM 46+900 – KM 47+625
L=725m H=1.35m



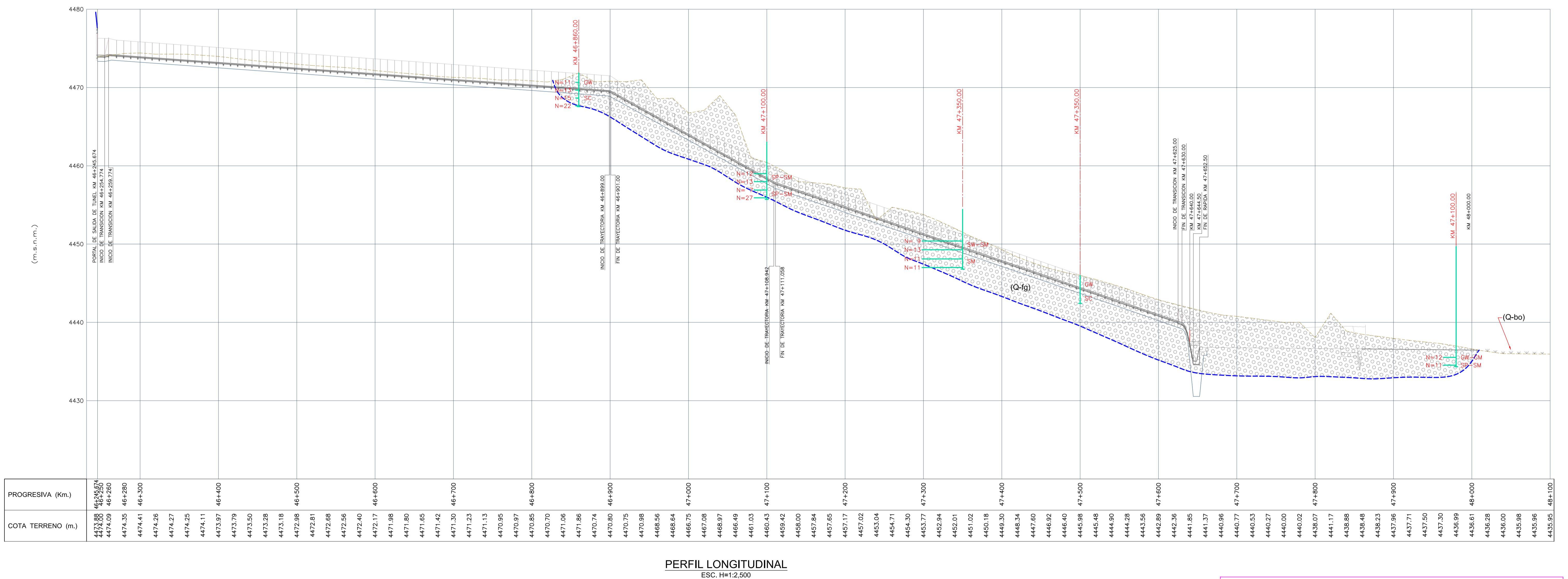
ANEXO 05:
PLANOS



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA "LA MOLINA"
DEPARTAMENTO DE RECURSOS DE AGUA Y TIERRA

PROYECTO ESPECIAL PASTO GRANDE DISEÑO HIDRAULICO DEFINITIVO DE LA RAPIDA JACHACIRCA

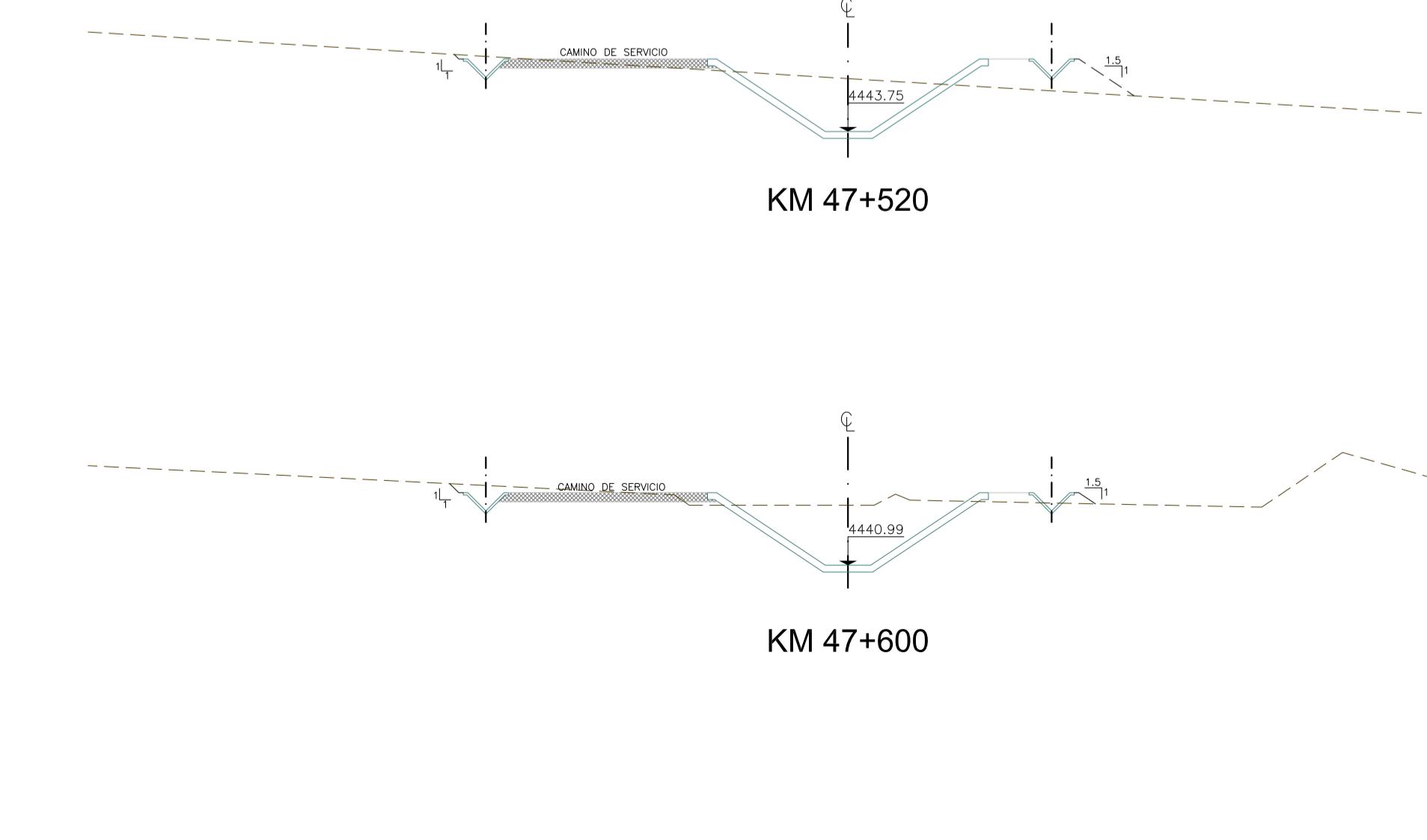
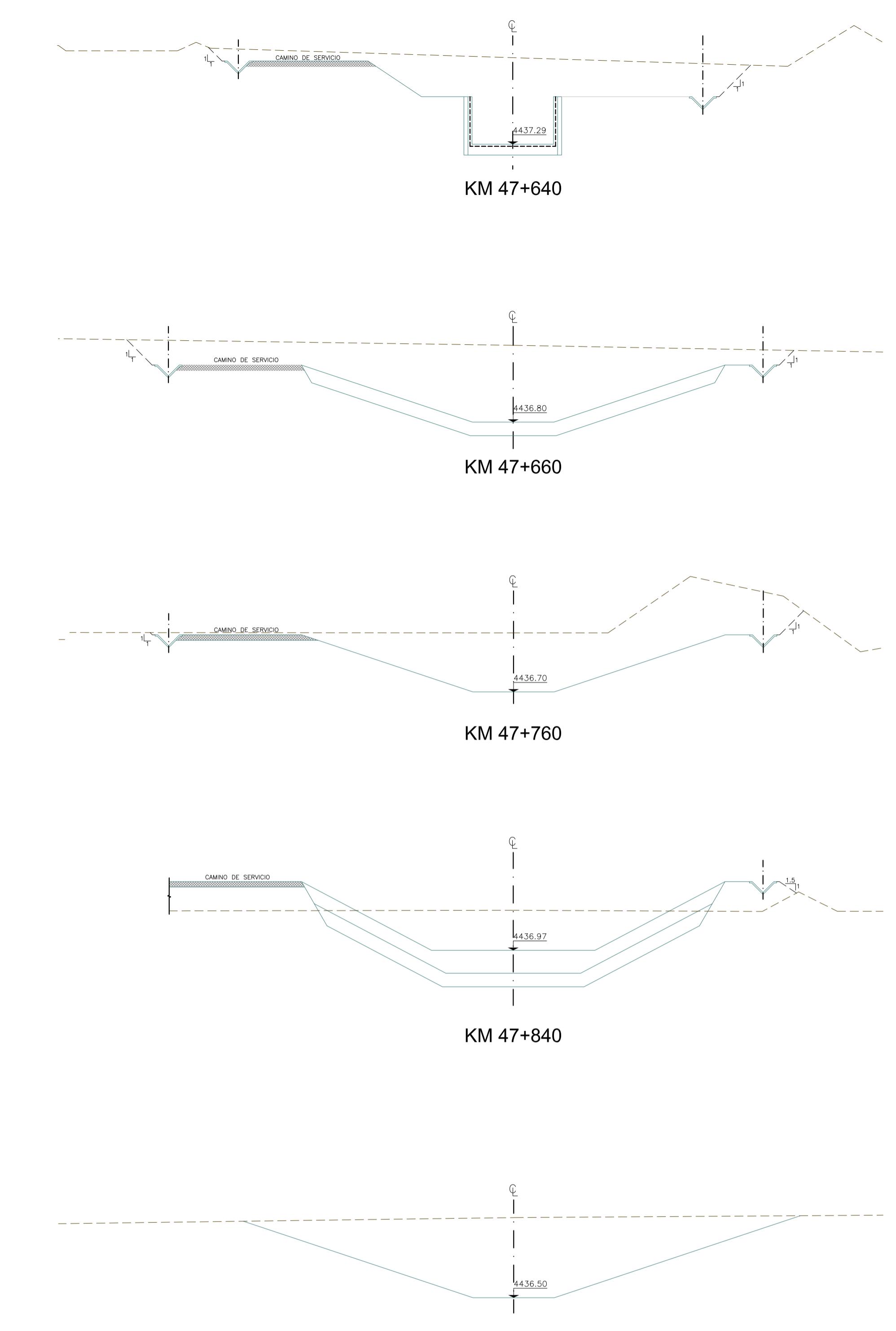
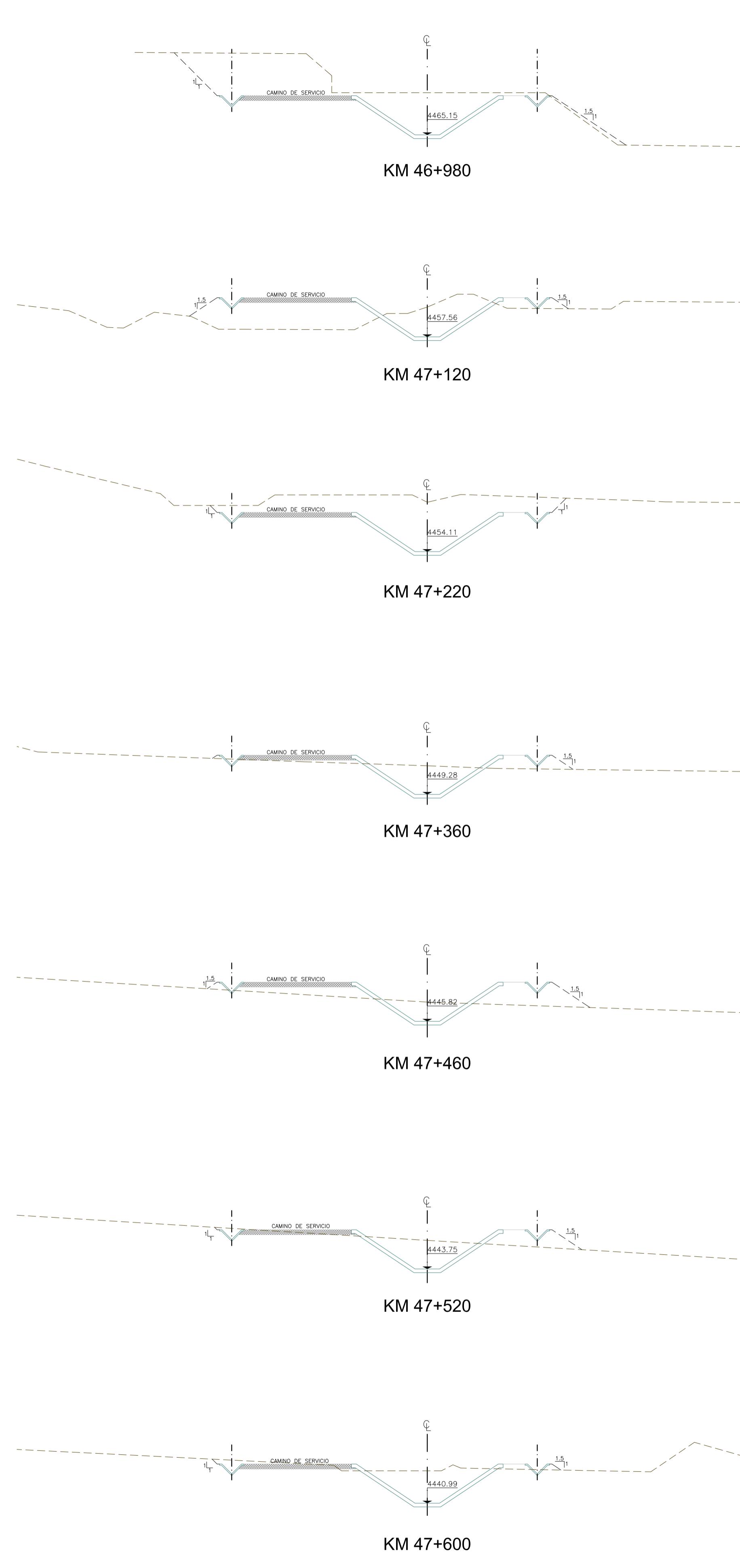
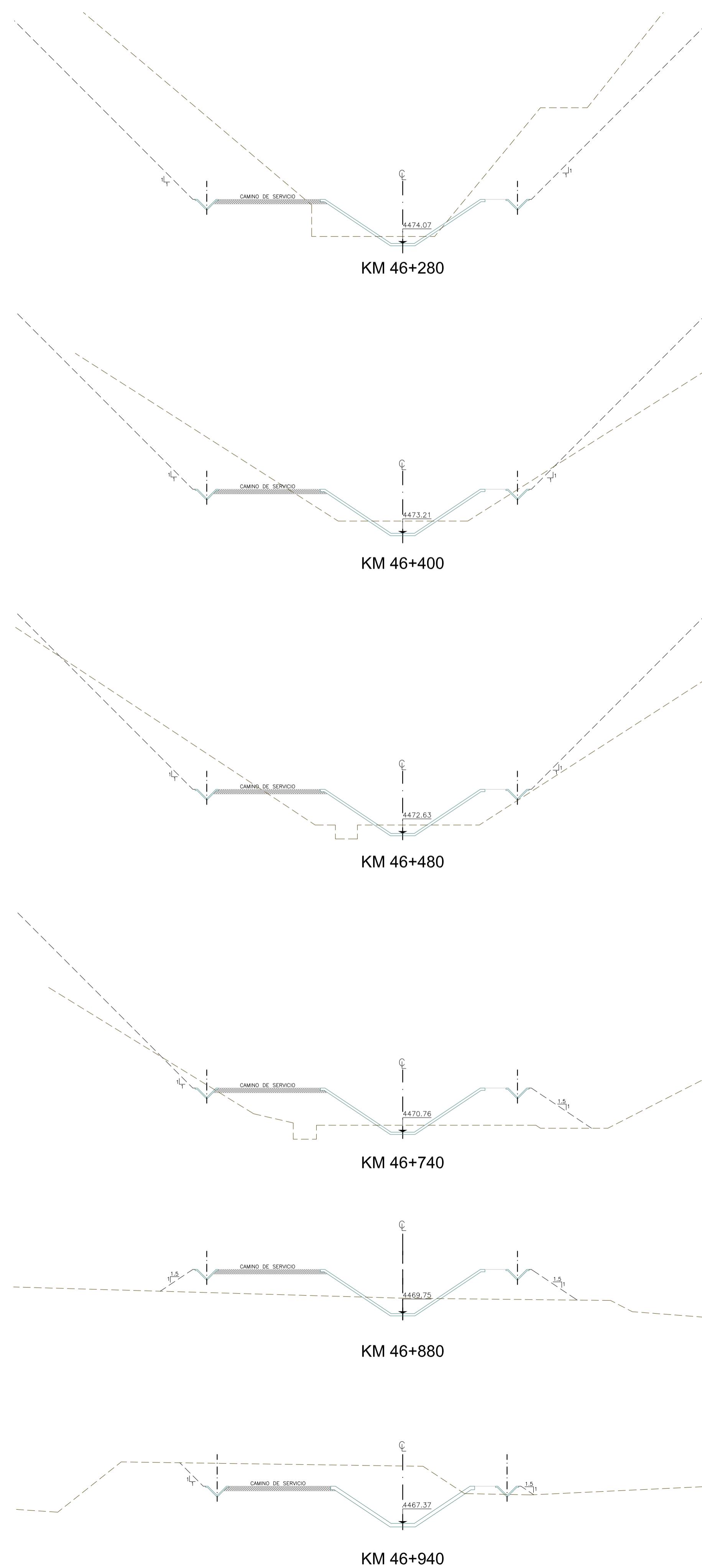
<p>RAPIDA JACHACIRCA</p> <p>PLANO DE UBICACION</p> <p>Y CANTERAS</p>	<p>FECHA:</p> <p>DPTO : MOQUEGUA</p> <p>PROV: MARISCAL NIETO</p> <p>DIST. : CARUMAS</p>	<p>CODIGO:</p>
<p>PATROCINADOR:</p> <p>ING.: ANTONIO ENCISO GUTIERREZ</p>		<p>PU-01</p>
<p>TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE ING AGRICOLA</p> <p>ANGEL FRANCISCO CERNA PEREZ</p>	<p>FECHA:</p> <p>DICIEMBRE-2016</p>	<p>ESCALA:</p> <p>INDICADA</p>



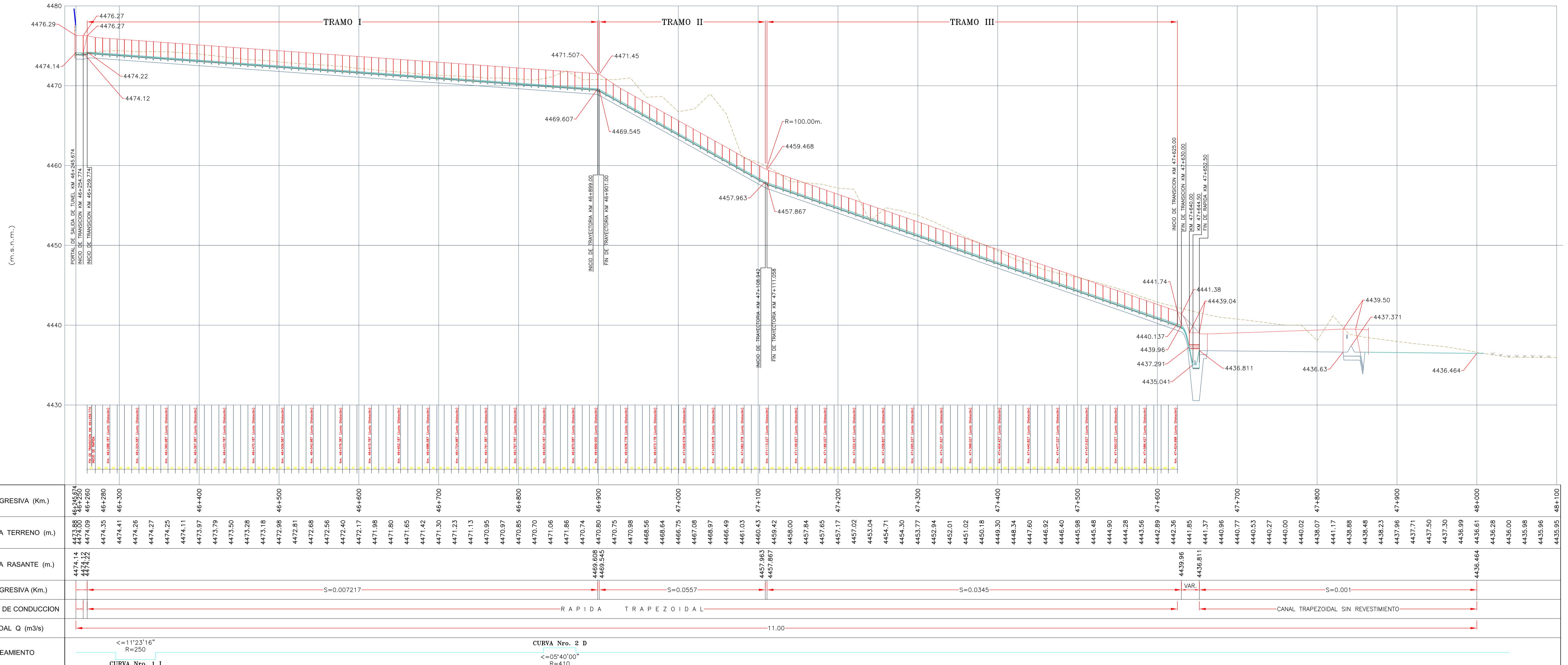
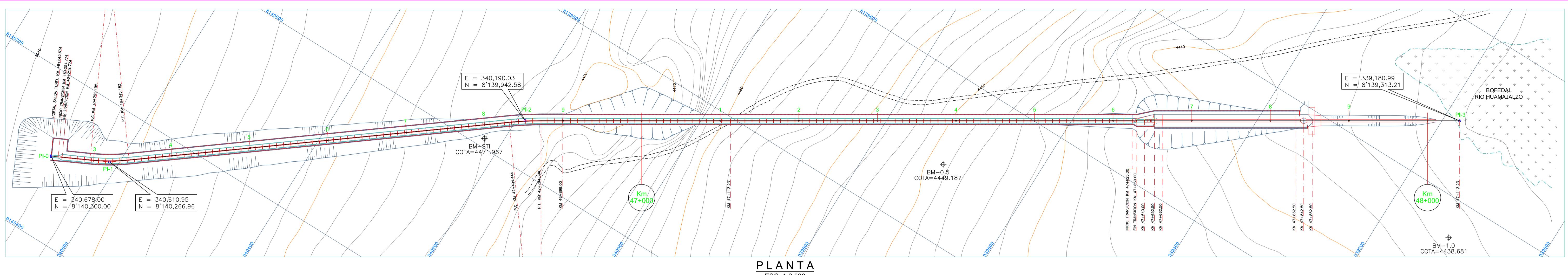
(SW-SM) SIMBOLO DE SUELO (SUCCS)
(N=11) VALORES DE SPT
LIMITE APROXIMADO DE SUELTO MEDIANAMENTE
DENSO CON DENSO O MUY DENSO
BOFEDALES
(Q-bo)
DEPOSITOS FLUVIOGLACIALES
(Q-fg)

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA "LA MOLINA" DEPARTAMENTO DE RECURSOS DE AGUA Y TIERRA	
PROYECTO ESPECIAL PASTO GRANDE DISEÑO HIDRAULICO DEFINITIVO DE LA RAPIDA JACHACIRCA	
PLANO DE FORMAS	FECHA: DPTO : MOQUEGUA PROV : MARISCAL NIETO DIST. : CARUMAS
PLANTA Y PERFILE GEOLOGICO Y GEOTECNICO DE LA RAPIDA JACHACIRCA	CODIGO: PATROCINADOR: ING. ANTONIO ENCISO GUTIERREZ
TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE ING AGRICOLA ANGEL FRANCISCO CERNA PEREZ	FECHA: DICIEMBRE-2016 ESCALA: INDICADA

PG-01



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA "LA MOLINA" DEPARTAMENTO DE RECURSOS DE AGUA Y TIERRA	
PROYECTO ESPECIAL PASTO GRANDE DISEÑO HIDRAULICO DEFINITIVO DE LA RAPIDA JACHACIRCA	
FECHA: DPTO : MOQUEGUA PROV : MARISCAL NIETO DIST. : CARUMAS	CODIGO:
SECCIONES TIPICAS	
TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE ING AGRICOLA ANGEL FRANCISCO CERNA PEREZ	
FECHA: ING.: ANTONIO ENCISO GUTIERREZ DICIEMBRE-2016	ESCALA: 1:125
PST-01	



CARACTERISTICAS DE CONSTRUCCION

PI No.	DISTANCIA ENTRE PI	ELEMENTOS					KILOMETRAJE		COORDENADAS	
		<	R	EXT.	Lc.	Tg.	P.C.	P.T.	NORTE	ESTE
0										
1	74.747	11°23'16"	250.000	1.240	49.689	24.927	46+295.495	46+345.183	8'140,266.96	340,610.9
2	531.415	5°40'00"	410.000	0.502	40.550	20.291	42+494.444	42+794.694	8'139,942.58	340,190.0
3	1189.223									

ESTACION		L (m)	Q (m ³ /s)	S (m/m)	Z (-)	B (m)	D (m)	OBSERVACIONES
DE	A							
46+245.674	46+254.774	9.10	11.000	0.002	0.000	2.800	2.150	CANAL RACTANGULAR
46+254.774	46+259.774	5.00	11.000	—	0–1.5	2.80–1.00	2.15–2.05	TRANSICION
46+259.774	47+652.50	1392.726	11.000	VAR	1.500	1.000	2.05–1.60	RAPIDA
47+652.50	47+842.50	190.00	11.000	0.001	3.000	3.000	2.820	CANAL SIN REVESTIR
47+842.50	48+000.00	157.50	11.000	0.001	3.000	3.000	VAR.	ZANJA SIN REVESTIR

PERFIL LONGITUDINAL

PROGRESIVA DE — A	PANO No.	LONGITUD (m)	ALTURA (m)
km 46+259.774 — km 46+269.987	1.000	10.213	2.05 — 1.90
km 46+269.987 — km 46+888.787	2 al 19	9.100	1.90
km 46+888.787 — km 46+899.000	70.000	10.213	1.90
km 46+899.000 — km 46+909.478	71.000	10.480	1.90—1.80
km 46+909.478 — km 46+918.578	72.000	9.100	1.80—1.70
km 46+918.578 — km 46+927.678	73.000	9.100	1.70—1.60
km 46+927.678 — km 47+091.478	74 al 91	9.100	1.60
km 47+091.478 — km 47+101.956	92.000	10.480	1.60
km 47+101.956 — km 47+113.227	93.000	11.270	1.60
km 47+113.227 — km 47+613.727	94 al 148	9.100	1.60
km 47+613.727 — km 47+624.998	149.000	11.270	1.60

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA "LA MOLINA"
DEPARTAMENTO DE RECURSOS DE AGUA Y TIERRA

PROYECTO ESPECIAL PASTO GRANDE DISEÑO HIDRAULICO DEFINITIVO DE LA RAPIDA JACHACIRCA

PLANO DE FORMAS

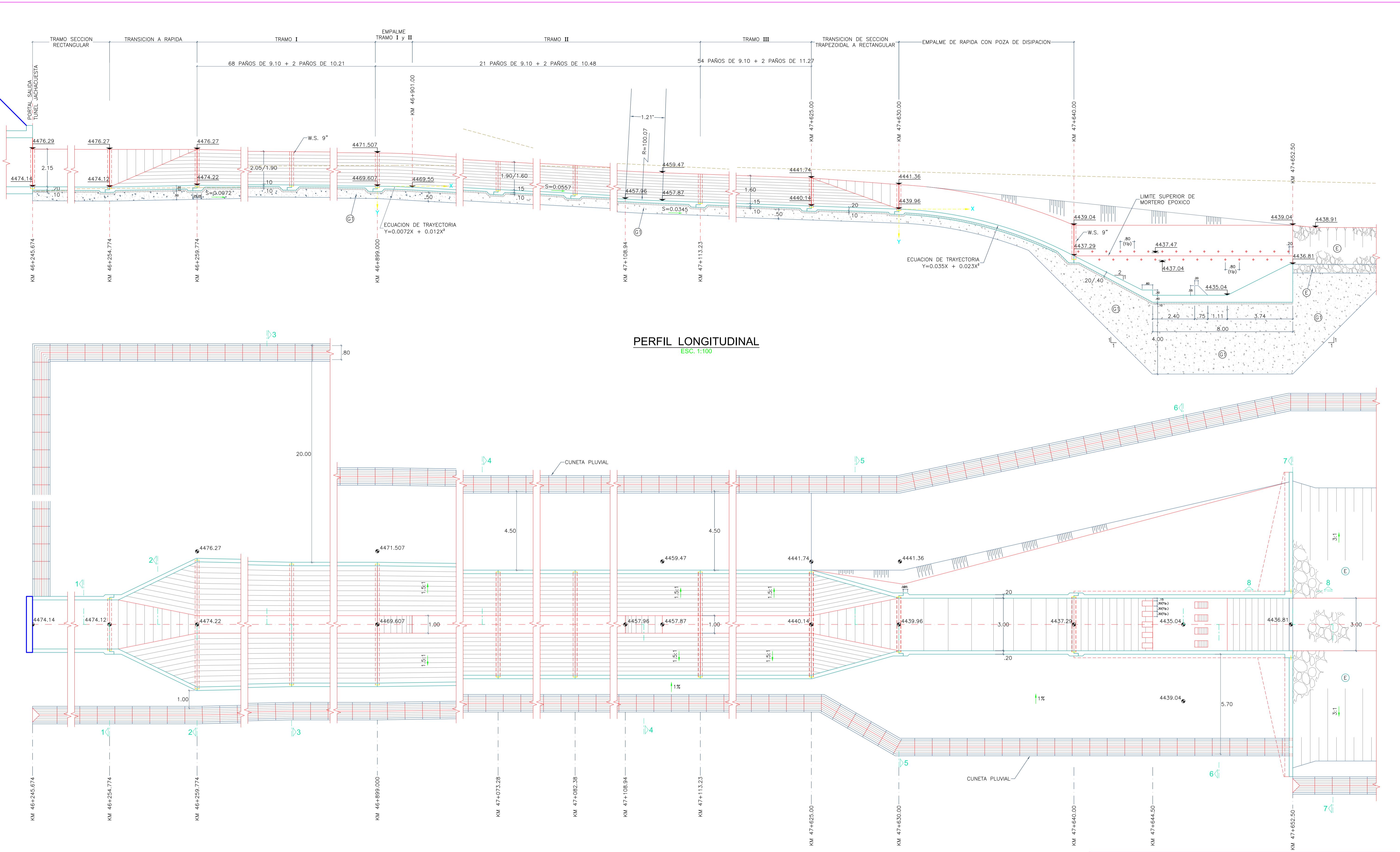
RAPIDA JACHACIRCA
PLANTA GENERAL Y
PROV: MARISCAL NIETO
DIST. : CARUMAS
PATROCINADOR:

PLANTA GENERAL Y
PERFIL LONGITUDINAL

ING.: ANTONIO
ENCISO
GUTIERREZ

RJ-01

TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE ING AGRICOLA ANGEL FRANCISCO CERNA PEREZ	FECHA: DICIEMBRE-2016	ESCALA: INDICADA
---	--	-----------------------------------



PLANTA
ESC. 1:100

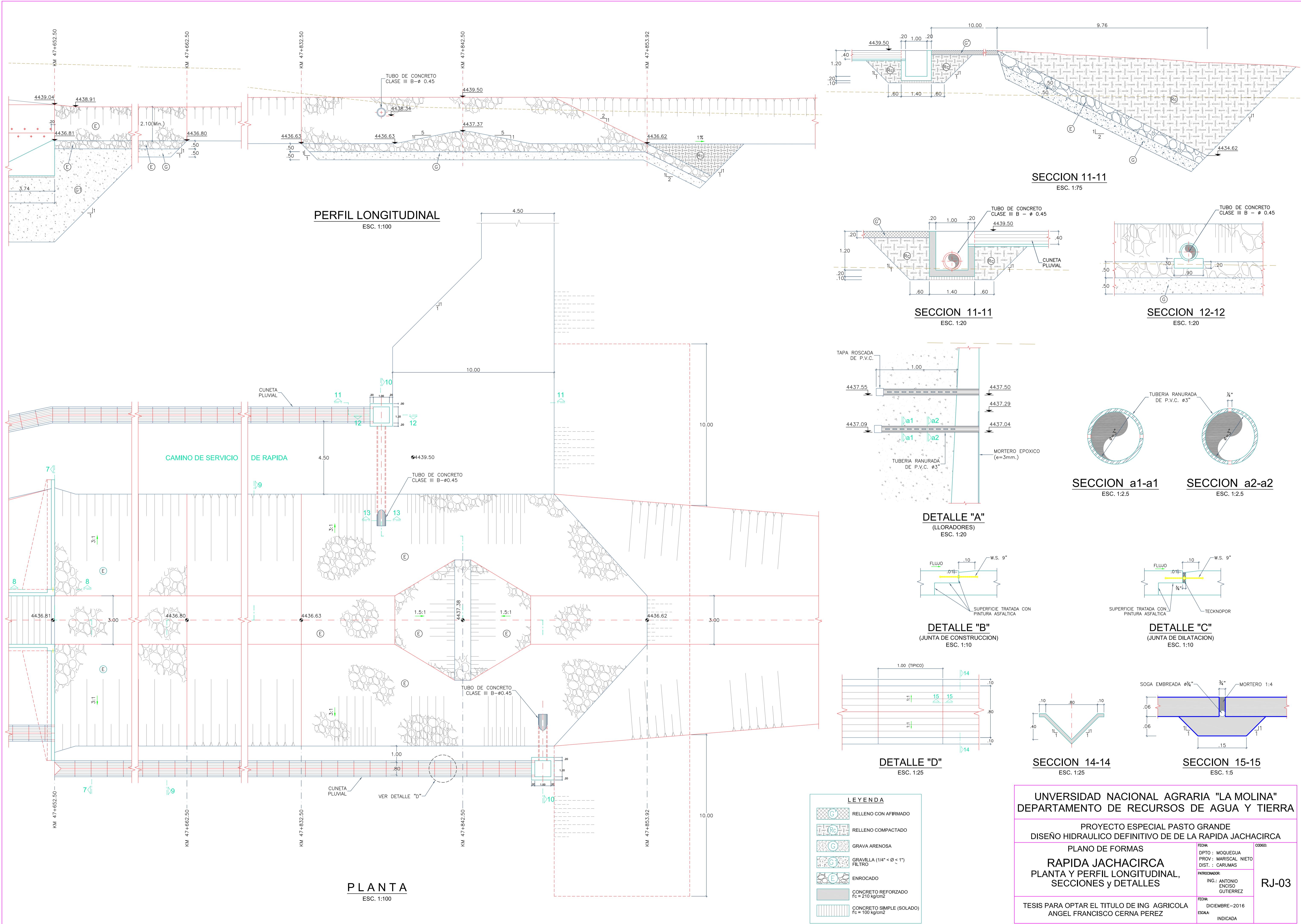
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA "LA MOLINA"
DEPARTAMENTO DE RECURSOS DE AGUA Y TIERRA

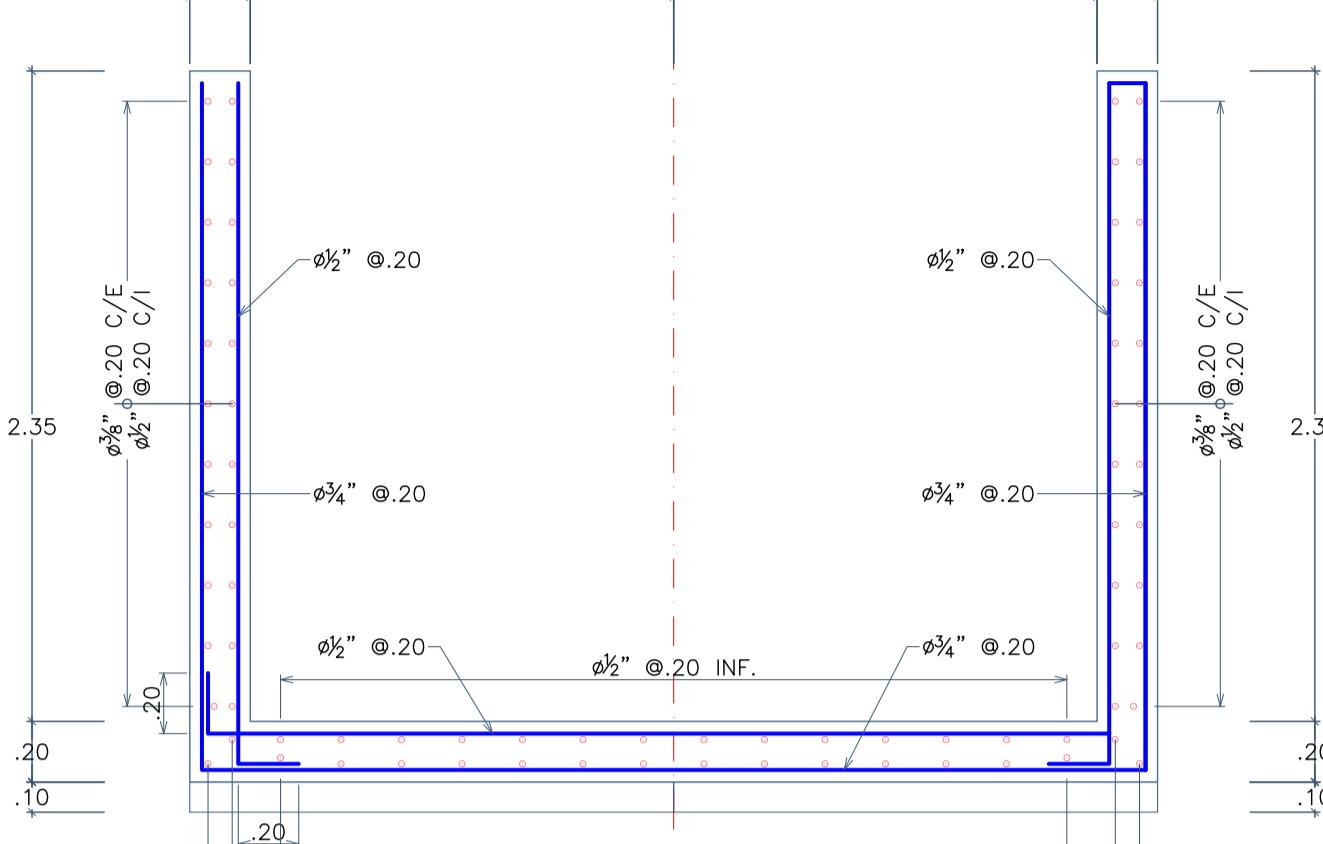
PROYECTO ESPECIAL PASTO GRANDE
DISEÑO HIDRAULICO DEFINITIVO DE LA RAPIDA JACHACIRCA

DPTO : MOQUEGUA
PROV : MARISCAL NIETO
DISTR : CARUMAS

TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE ING AGRICOLA ANGEL FRANCISCO CERNA PEREZ

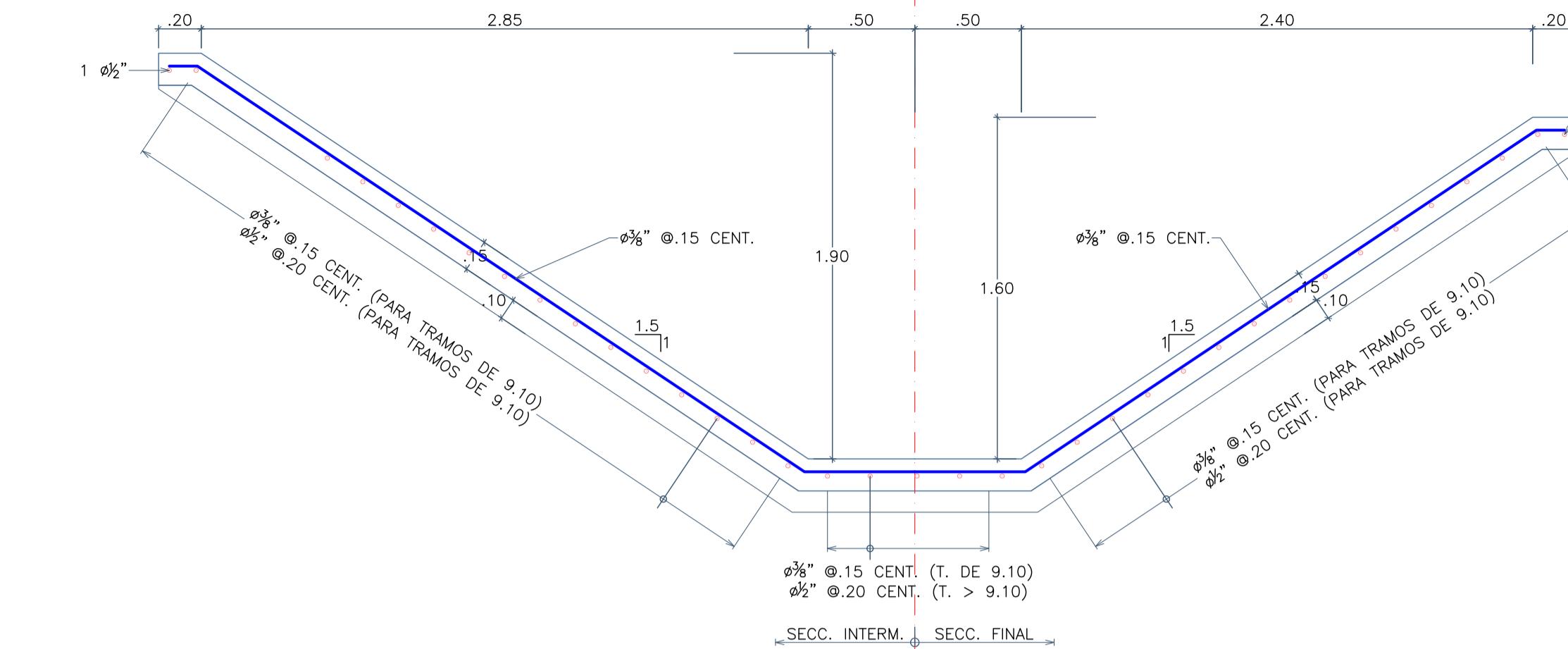
RJ-02





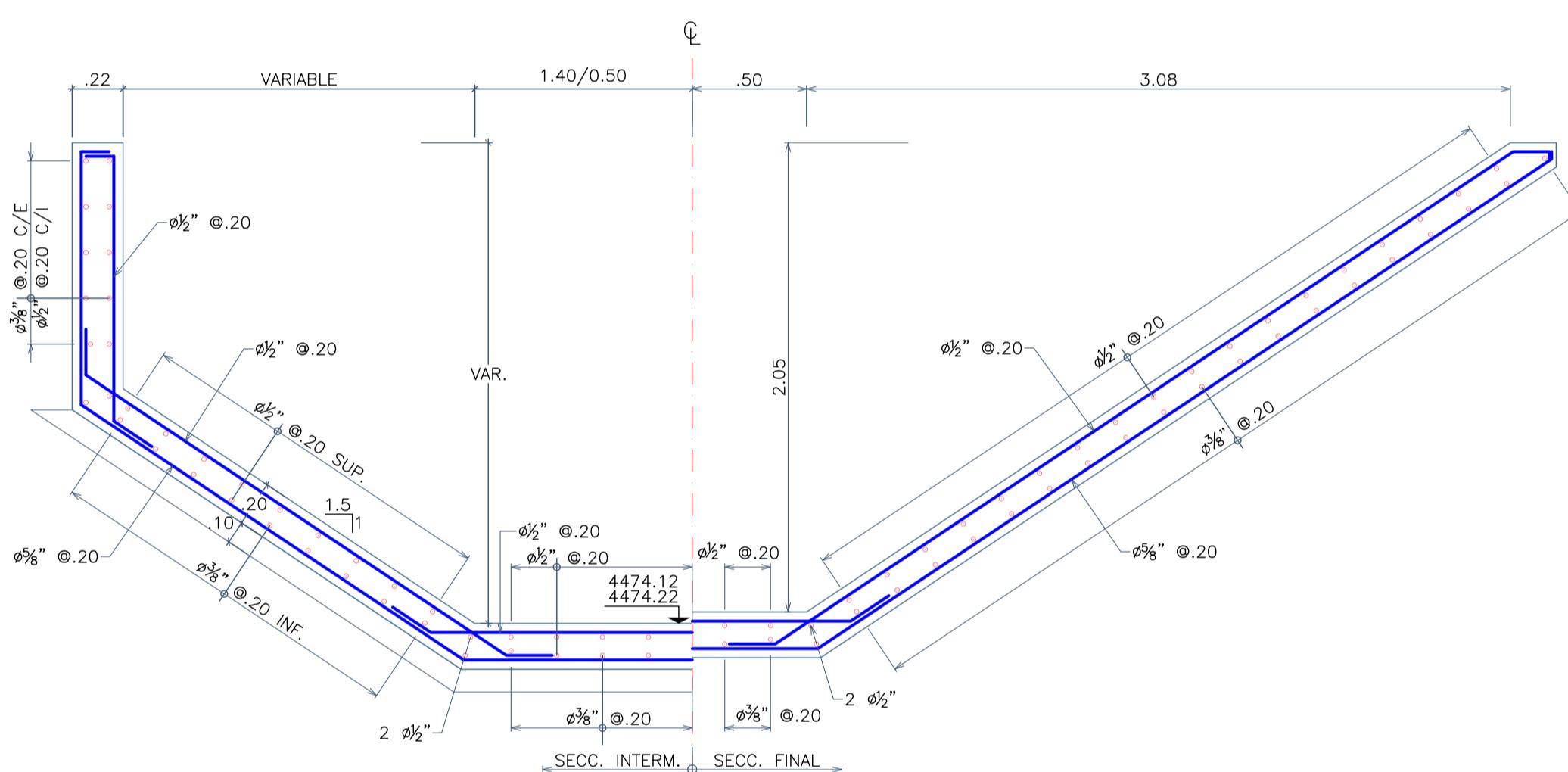
SECCION A-A

ESC. 1:25
DE 46+245.674 A 46+254.774
L = 9.096 m.



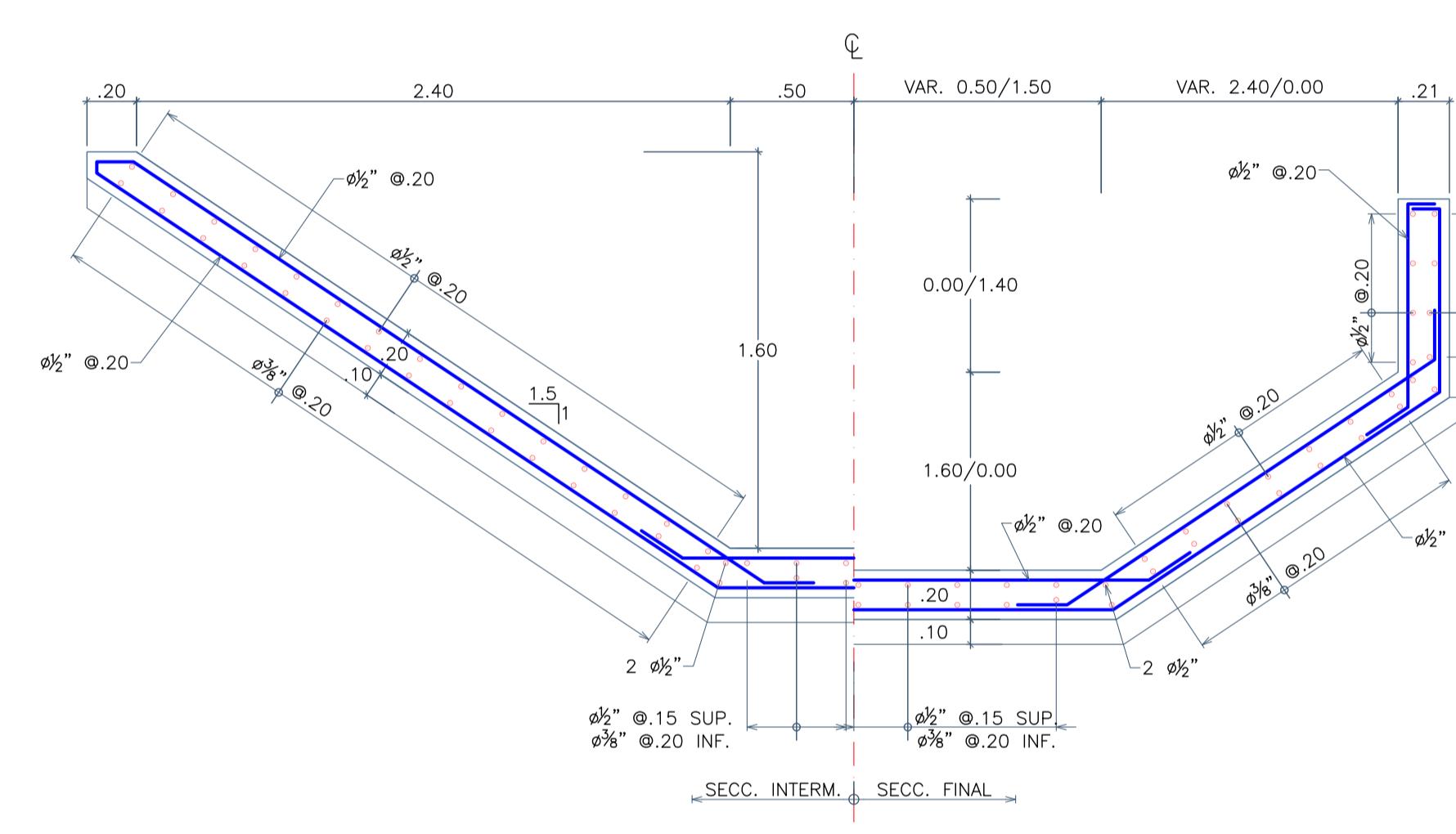
SECCION D-D

ESC. 1:25
DE 46+899.000 A 47+113.227
DE 47+113.227 A 47+625.000
L = 21 DE 9.10 + 2 DE 10.48
L = 54 DE 9.10 + 2 DE 11.27



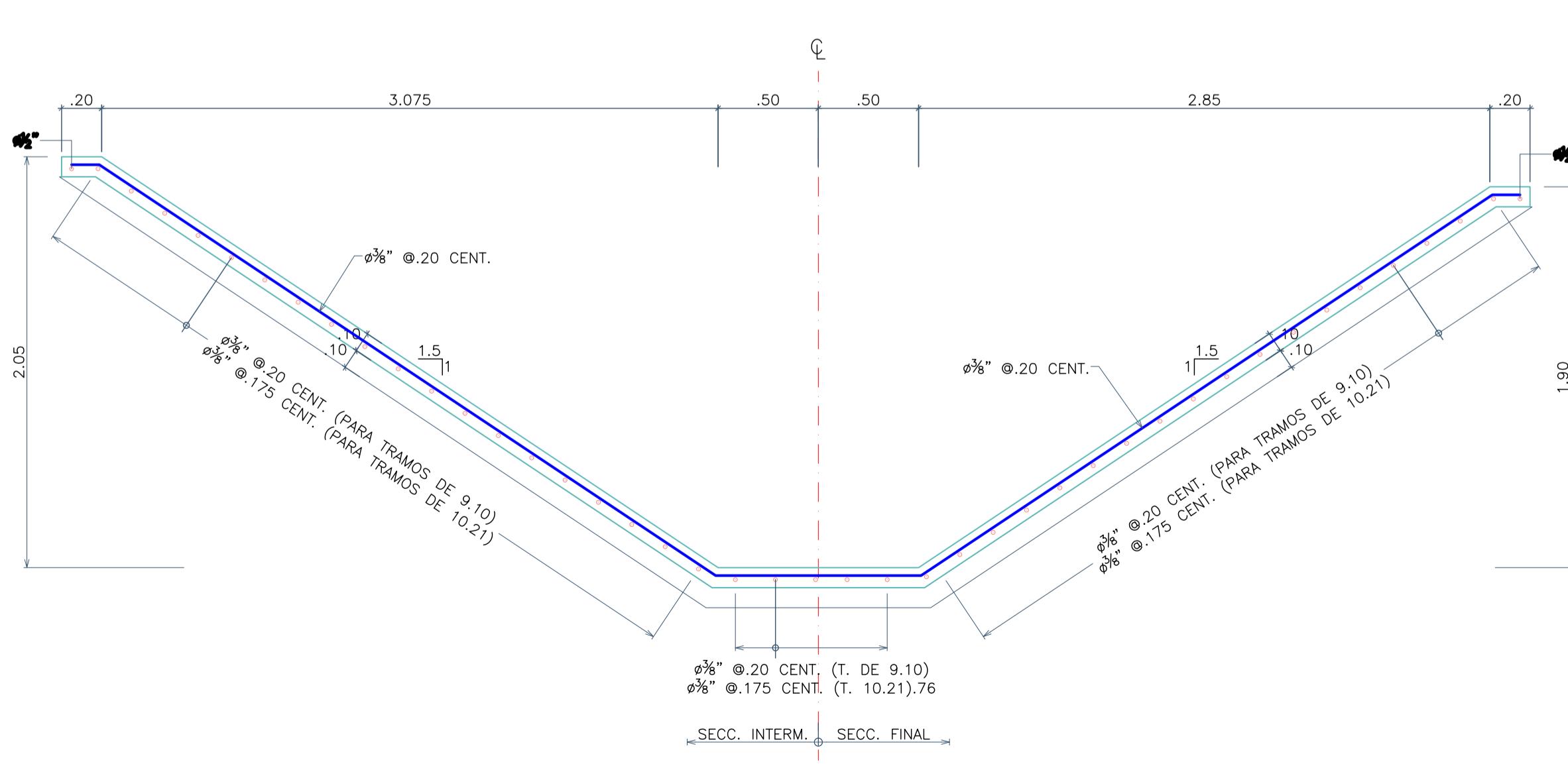
SECCION B-B

ESC. 1:25
DE 46+254.774 A 46+259.774
L = 5.004 m.



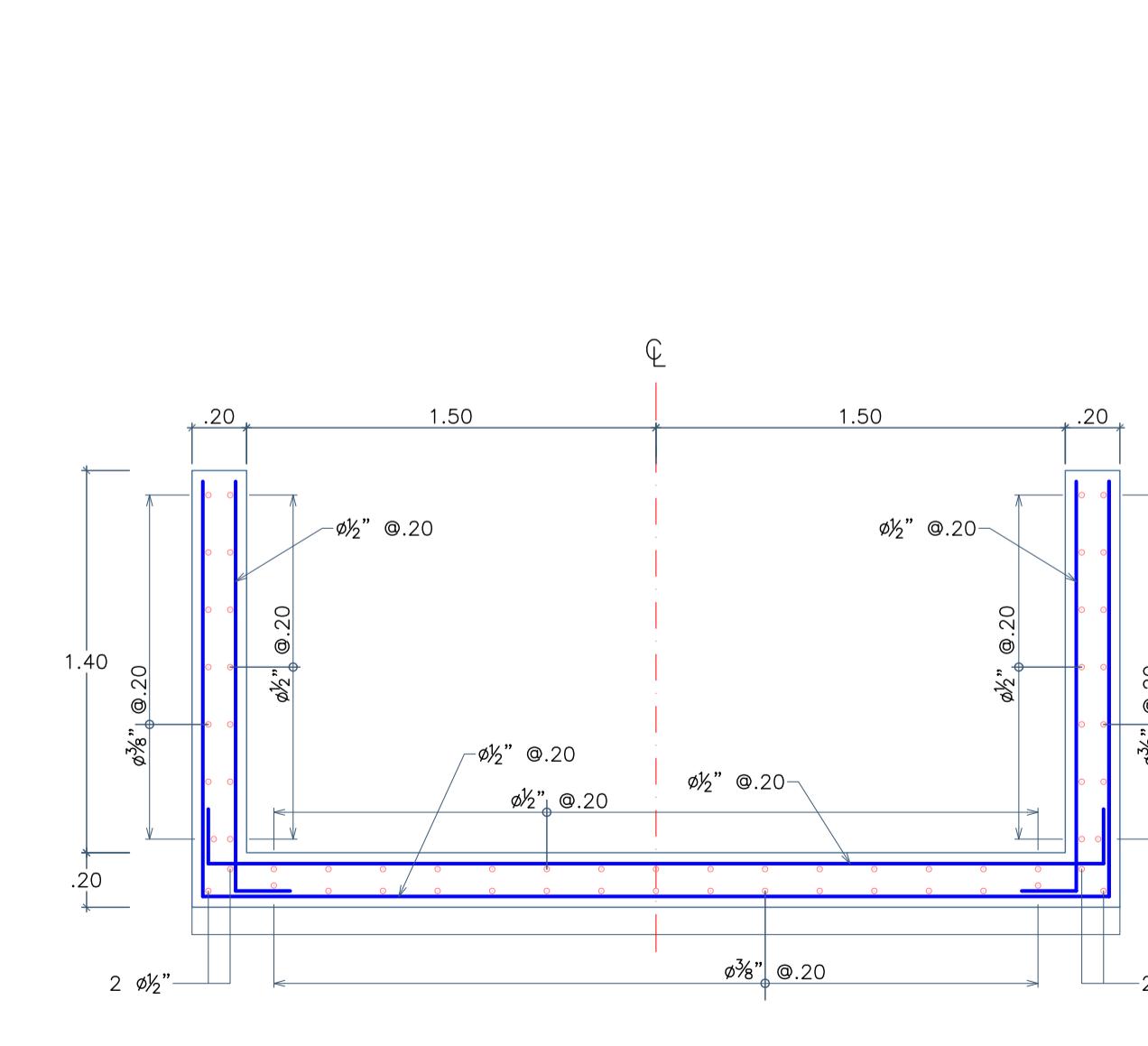
SECCION E-E

ESC. 1:25
DE 47+625.00 A 47+630.00
L = 5.00



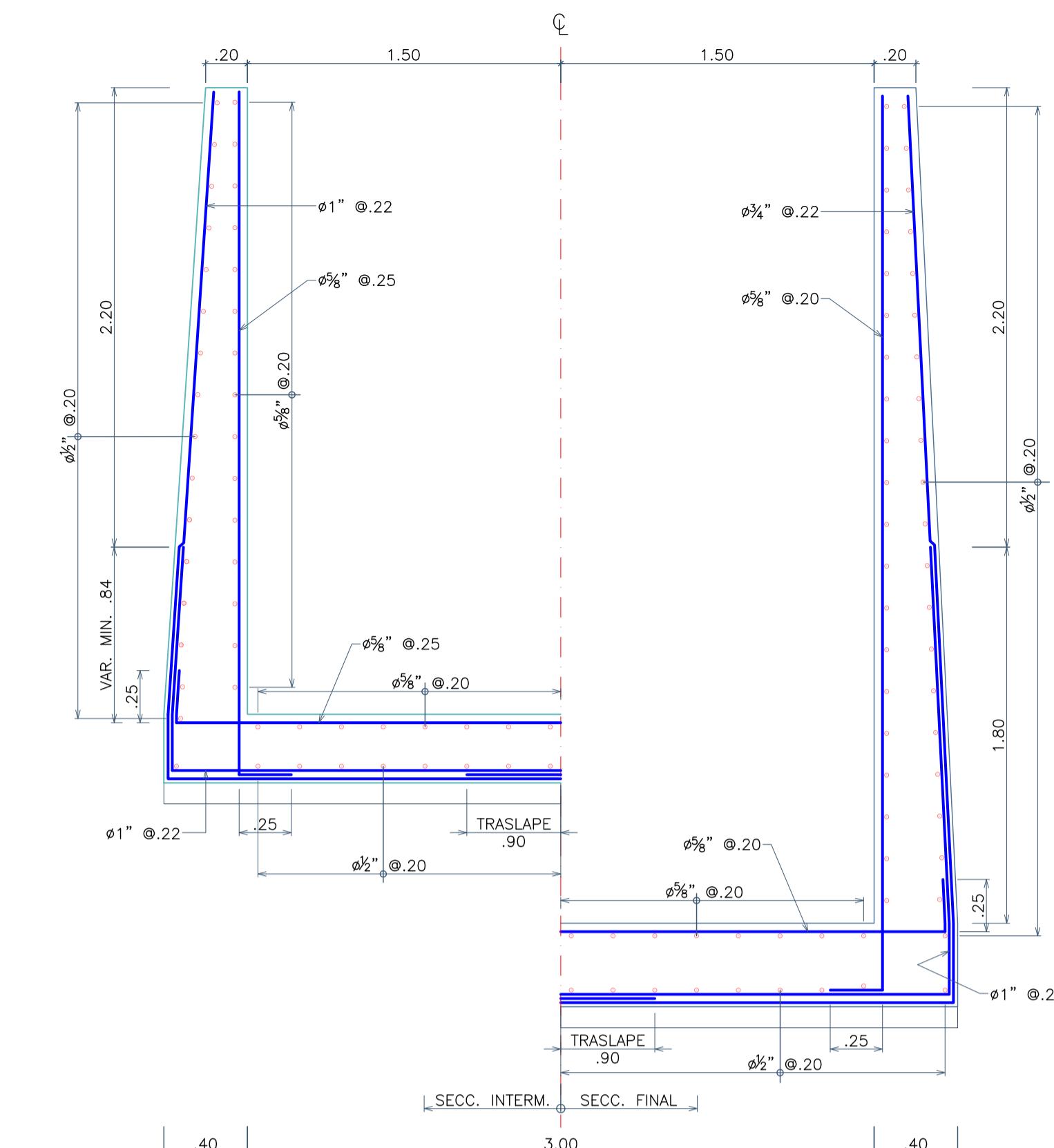
SECCION C-C

ESC. 1:25
DE 46+259.774 A 46+899.000
L = 68 DE 9.10 + 2 DE 10.21



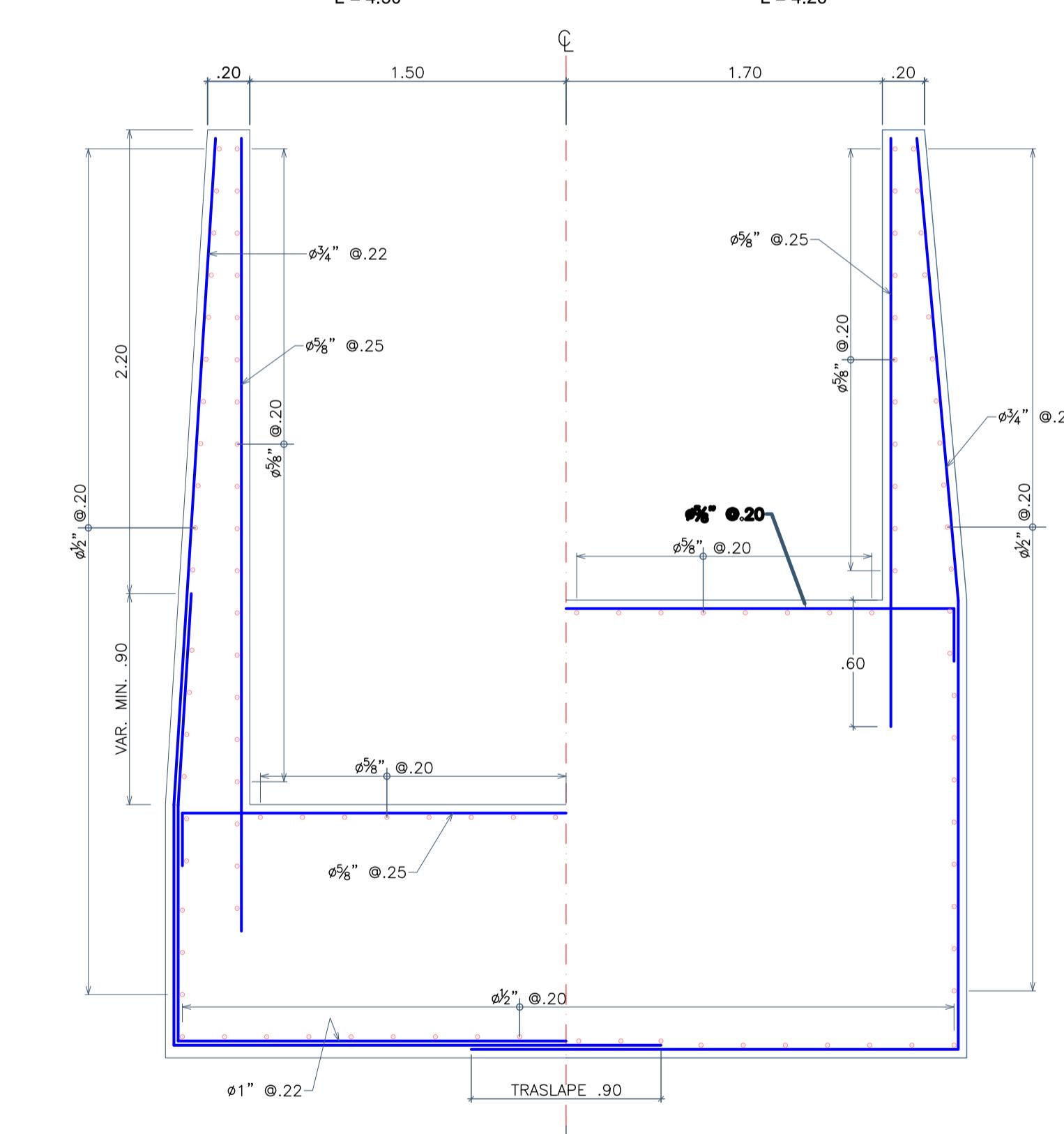
SECCION F-F

ESC. 1:25
DE 47+630.00 A 47+640.00
L = 10.00



SECCION G-G

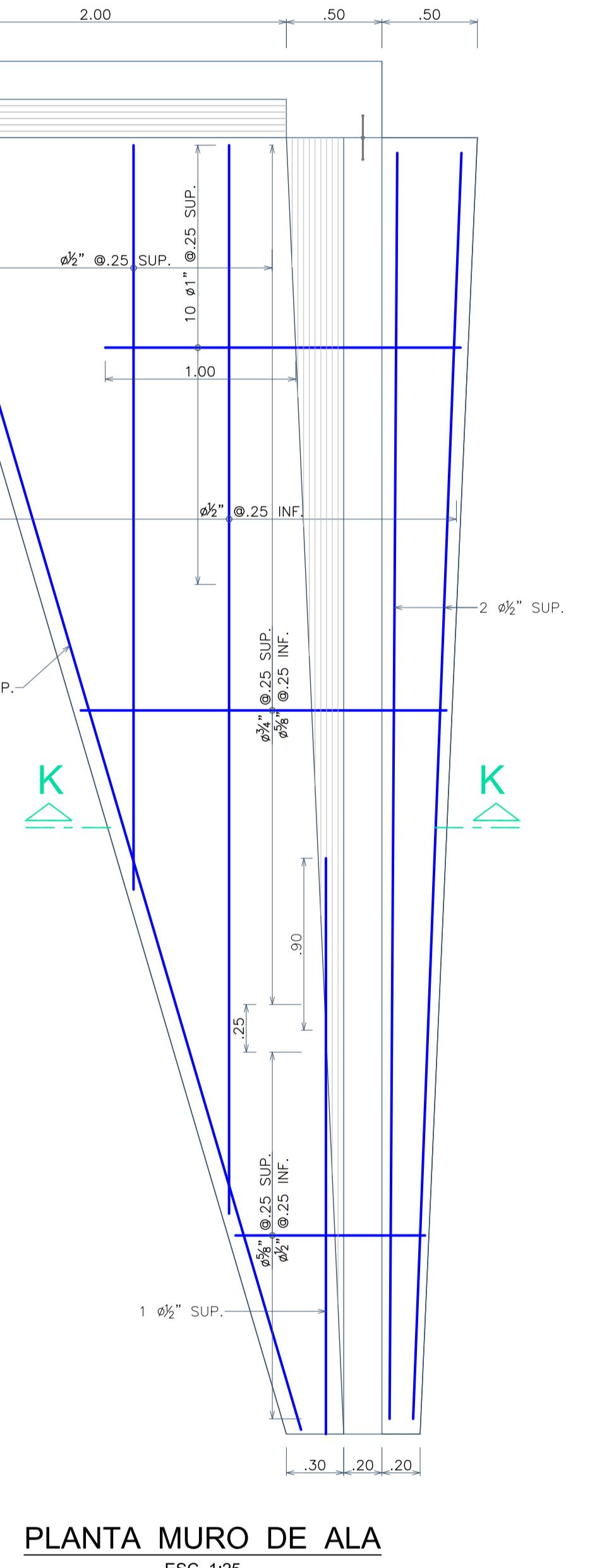
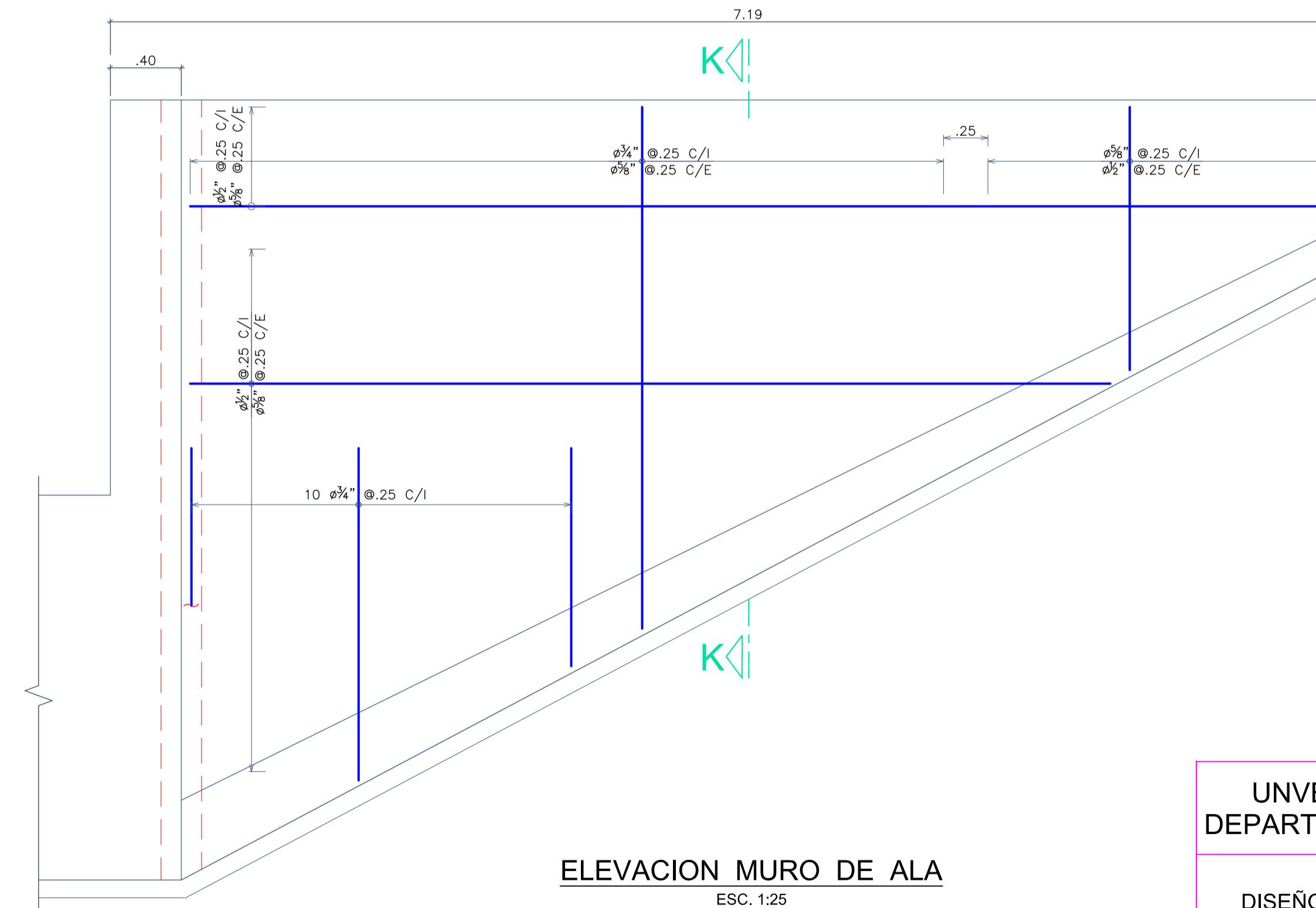
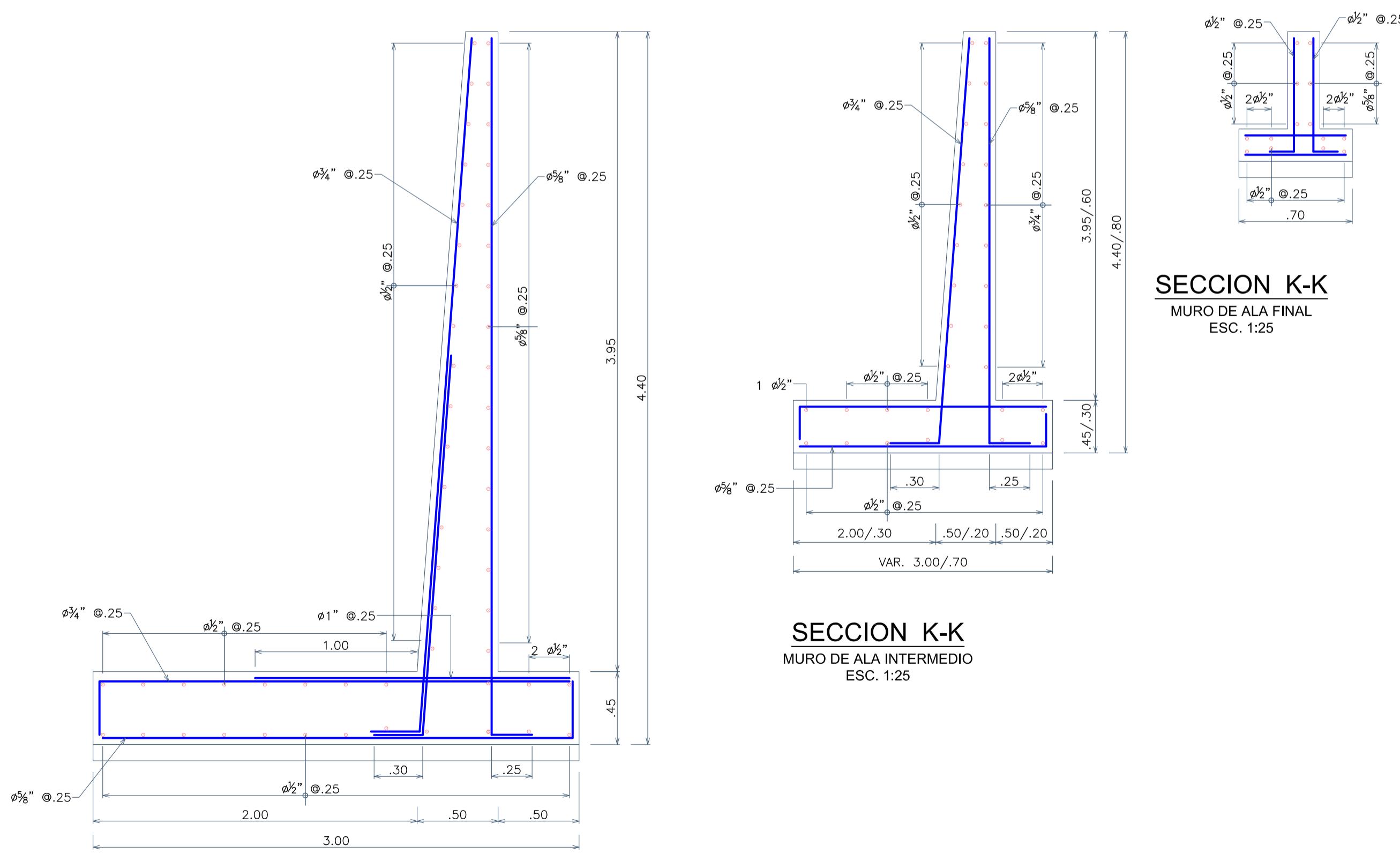
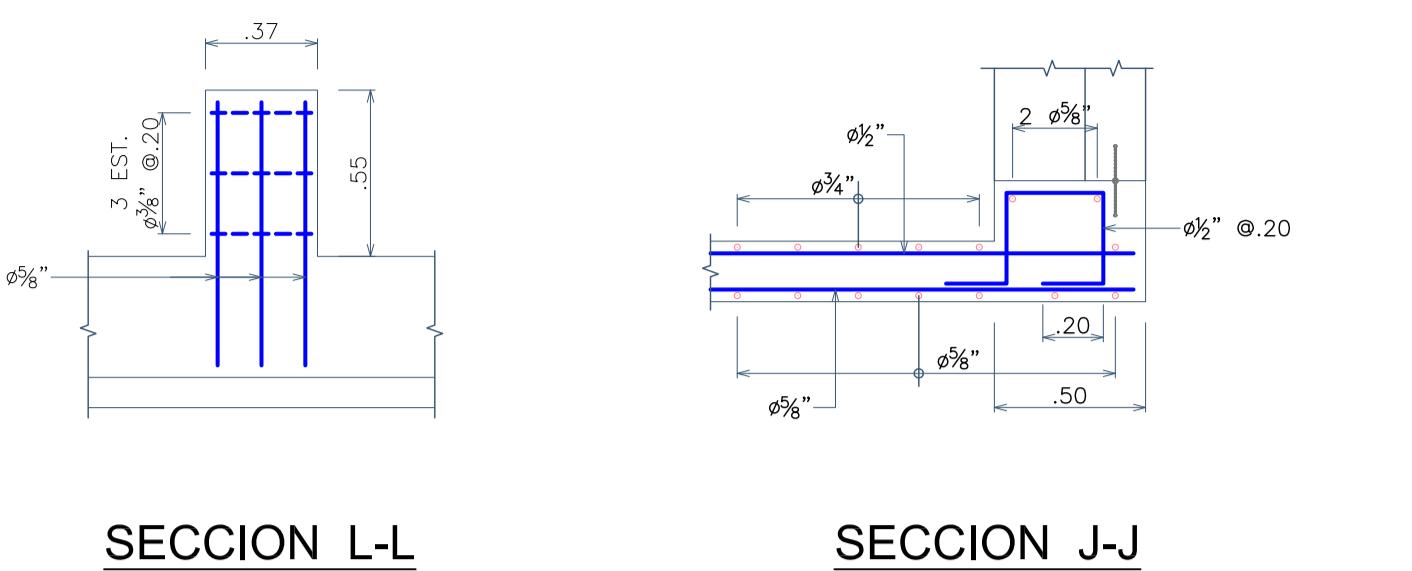
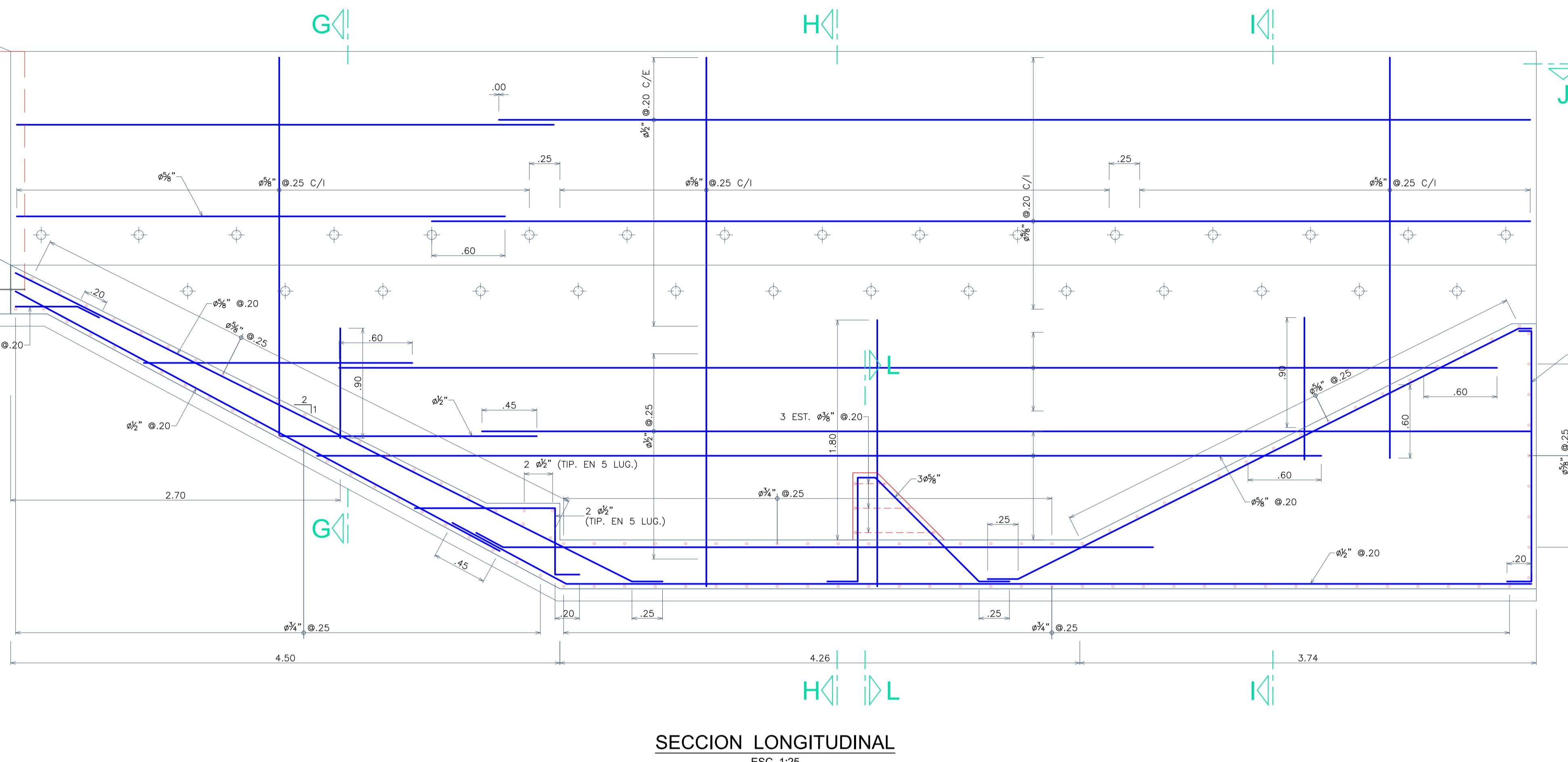
ESC. 1:25
L = 4.50



SECCION H-H

ESC. 1:25
L = 4.26

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA "LA MOLINA" DEPARTAMENTO DE RECURSOS DE AGUA Y TIERRA	
PROYECTO ESPECIAL PASTO GRANDE DISEÑO HIDRAULICO DEFINITIVO DE LA RAPIDA JACHACIRCA	
PLANO DE ARMADURA	
RAPIDA JACHACIRCA SECCIONES A,B,C,D,E,F,G,H e I	
FECHA: DPTO : MOQUEGUA PROV : MARISCAL NIETO DIST. : CARUMAS	CODIGO: PATROCINADOR: ING. ANTONIO ENCISO GUTIERREZ
TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE ING AGRICOLA ANGEL FRANCISCO CERNA PEREZ	
FECHA: DICIEMBRE-2016 ESCALA: INDICADA	



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA "LA MOLINA" DEPARTAMENTO DE RECURSOS DE AGUA Y TIERRA	
PROYECTO ESPECIAL PASTO GRANDE DISEÑO HIDRAULICO DEFINITIVO DE LA RAPIDA JACHACIRCA	
PLANO DE ARMADURA	CÓDIGO:
RAPIDA JACHACIRCA SECCION LONGITUDINAL, J, K y L	
FECHA: Dpto.: MOQUEGUA Prov.: MARISCAL NIETO Dist.: CARUMAS	CÓDIGO: PATROCINADOR: ING.: ANTONIO ENCISO GUTIERREZ
TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE ING AGRICOLA ANGEL FRANCISCO CERNA PEREZ	
FECHA: DICIEMBRE-2016 ESCALA: INDICADA	RJ-06