

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**Evitar desborde de laguna Churuca con pavimento no convencional y elevando rasante de la carretera central**

**Para optar : El Grado Académico De Maestro En Ingeniería Civil, Mención Ingeniería De Transportes.**

**Autor : Bach. Andrés Aníbal Peña Santillan**

**Asesor : PhD. Mohamed Mehdi Hadi Mohamed**

**Línea de investigación : Transporte y Urbanismo**

**Fecha de inicio : 15/02/2021**

**Fecha de culminación : 30/04/2021**

**Huancayo – Perú**

**2021**

## MIEMBROS DEL JURADO DE SUSTENTACIÓN



Dr. Carlos Rosario Sánchez Guzmán  
Presidente



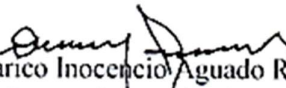
Dr. Severo Simeón Calderón Samaniego  
Miembro



Mtro. Alcides Luis Fabian Brañez  
Miembro



Dr. Julio Cesar Llallico Colca  
Miembro



Dr. Eldarico Inocencio Aguado Riveros  
Secretario Académico

**ASESOR**

**PhD. Mohamed Mehdi Hadi Mohamed**

## **DEDICATORIA**

A Dios, quién es dirige los caminos de mi vida, bajo su bendición para lograr los objetivos personales y profesionales trazados.

A mis padres Anieval Peña y María Santillan, quienes fueron el fundamental cimiento en la formación personal y profesional.

A Nayra Torres, principal empuje a continuar con los estudios de posgrado y quien estuvo en momentos más importantes de mi vida.

## **AGRADECIMIENTO**

A la UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES (UPLA), por ser educador, mentor de superación y guía en mi crecimiento profesional.

Al Ing. Alonso Barrantes, quién con su profesionalismo inculcó conocimiento y valores durante el proceso de mi crecimiento profesional.

A la empresa DESARROLLO VIAL LOS ANDES S.A.C. quién abrió la oportunidad de ampliar mis conocimientos y experiencia en la rama de la ingeniería de transportes.

## CONTENIDO

CARATULA	i
JURADOS	ii
ASESOR	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
CONTENIDO	vi
CONTENIDO DE TABLAS	xi
CONTENIDO DE FIGURAS	xiii
RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xvii
INTRODUCCIÓN	xviii

### CAPÍTULO I

#### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática	20
1.2. Delimitación del problema	21
1.2.1. Delimitación espacial	21
1.2.2. Delimitación Temporal	22
1.2.3. Delimitación temática	22
1.3. Formulación del problema	23
1.3.1. Problema general	23
1.3.2. Problemas específicos	23

1.4. Justificación e importancia del estudio	24
1.4.1. Justificación Social	24
1.4.2. Justificación teórica	24
1.4.3. Justificación metodológica	25
1.5. Objetivo general y específicos	26
1.5.1. Objetivo general	26
1.5.2. Objetivos específicos	26

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio	27
2.1.1. Antecedente nacional	27
2.1.2. A nivel internacional	29
2.2. Bases teóricas	31
2.2.1. Conceptos Generales	31
2.2.1.1. Infraestructura vial	31
2.2.1.2 Características físicas en la carretera	32
2.2.1.3 Diseño geométrico	32
2.2.1.4 Tráfico	33
2.2.1.5 Proyección del tránsito	33
2.2.1.6 Velocidad de Diseño	34
2.2.1.7 Alineamiento Horizontal	34
2.2.1.8 Curvatura horizontal y sobre-elevación	35
2.2.1.9 Coordinación entre el diseño horizontal y del diseño vertical	36
2.2.1.10 Aplicación de geosintéticos	36

2.2.1.11 Empuje de tierras	37
2.2.1.12 Condiciones Generales para el desarrollo del Estudio	37
2.2.1.13 Humedad Relativa	38
2.2.1.14 Topografía	38
2.2.1.15 Filosofías de diseño	39
2.2.1.16 Evaluación del diseño geométrico de caminos	42
2.2.1.17 Trazado en planta	46
2.2.1.18 Representación del perfil longitudinal	47
2.2.1.19 La sección transversal	51
2.2.1.20 Hidrología y Drenaje	54
2.2.1.21 Modelo de la cuenca	54
2.3. Marco conceptual	55
2.3.1. Elevación de rasante con estructura de pavimento no convencional	55
2.3.2. Evitar desbordes de la laguna Churuca	56
2.3.3. Carretera central sector Morococha	56
2.3.4. Geotextil	56
2.3.5. Muro ciclópeo	57
2.3.6. Sistema de drenaje	57

### CAPÍTULO III

#### HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis general	58
3.2. Hipótesis específicas	58
3.3. Variables	59
3.3.1. Elevación de rasante con estructura de pavimento no convencional	59



3.3.2. Evitar desbordes de la laguna Churuca	59
--	----

## CAPÍTULO IV

### METODOLOGÍA

4.1. Método de investigación	60
4.2. Tipo de investigación	60
4.3. Nivel de investigación	60
4.4. Diseño de investigación	61
4.5. Población y muestra	61
4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	61
4.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	63
4.7.1. Parámetro topográfico	65
4.7.2. Parámetro de trazo	66
4.7.3. Parámetro geológico y geotécnico	76
4.7.4. Parámetro hidrológico y drenaje	84
4.7.5. Parámetro de suelos y pavimento	93
4.7.6. Parámetro del muro concreto ciclópeo	107
4.7.7. Parámetro de drenaje superficial	111
4.8. Aspectos éticos de la investigación	112

## CAPÍTULO V

### RESULTADOS

5.1. Descripción de resultados	115
5.2. Contrastación de hipótesis	125
5.2.1. Prueba de hipótesis específica 1	125
5.2.2. Prueba de hipótesis específica 2	127

5.2.3. Prueba de hipótesis específica 3	130
5.2.4. Hipótesis general.	132
CONCLUSIONES	136
RECOMENDACIONES	138
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	139
ANEXOS	141
- Matriz de consistencia	136
- Matriz de operacionalización de variables e instrumentos	137
- Evidencias fotográficas	138

## CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1 Cuadro Datos Técnicos de Referencia	66
Tabla 2 Bombeos de la calzada	73
Tabla 3 Radios sobre los cuales se puede prescindir de la curva de transición	74
Tabla 4 Estación Meteorológica considerada en el Estudio	84
Tabla 5. Niveles de laguna Churuca – Modelo HEC-HMS	88
Tabla 6 Evapotranspiración Potencial (mm/mes) - Estación Morococha	89
Tabla 7 Estaciones Hidrometeorológicas	94
Tabla 8 Consideraciones Diseño	95
Tabla 9 Coeficiente de Capa	97
Tabla 10 Valores del Coeficiente de Drenaje	98
Tabla 11 Fórmula AASHTO para calcular Módulo Resiliente con el CBR	101
Tabla 12 Tráfico Vehicular Promedio Diario Semanal Tramo 1.2: San Mateo – Morococha	105
Tabla 13 Índice Medio Diario Anual (IMDA)	106
Tabla 14. Porcentaje en reducción de espesores en el número estructural del pavimento.	119
Tabla 15. Capacidad de conducción de cuneta triangular en función de la pendiente	122
Tabla 16. Data de la incidencia de geotextil	125
Tabla 17. Prueba de normalidad para geotextil	126
Tabla 18. Prueba paramétrica para t student - geotextil	126
Tabla 19. Data de la incidencia del muro de contención	128
Tabla 20. Prueba de normalidad para muro de contención	128

Tabla 21. Prueba paramétrica para t student - muro de contención	129
Tabla 22. Data de la incidencia del sistema de drenaje	131
Tabla 23. Prueba de normalidad para el sistema de drenaje	131
Tabla 24. Prueba paramétrica para t student - sistema de drenaje	132
Tabla 25. Data de la variable estructura del pavimento no convencional	133
Tabla 26. Prueba de normalidad para la estructura de pavimento no convencional	134
Tabla 27. Prueba paramétrica para t student - estructura de pavimento no convencional	135

## CONTENIDO DE FIGURAS

Figura N° 1 marzo del 2013, la Carretera Central sufrió la inundación de la plataforma por aumento del nivel de la laguna Churuca.	21
Figura N° 2 satelital donde se puede apreciar las características topográficas de la zona de estudio	23
Figura N° 3 Flujograma de metodología empleada en la investigación	25
Figura N° 4 Vistas representativas de una carretera	45
Figura N° 5 Tipos de curvas en planta.	47
Figura N° 6 Perfil Longitudinal.	49
Figura N° 7 Sector inundable Km 136+078 – Km136+729	66
Figura N° 8 Inicio del proyecto de levantamiento de rasante km 136+078	67
Figura N° 9 Fin de la investigación de levantamiento de rasante km 136+729, existe un desfase de 270m entre las progresivas del Hito y las progresivas de puesta a punto.	67
Figura N° 10 Km136+165, el trazo continúa con el PI-1 con deflexión a la derecha y radio 65m, longitud de curva 90.34m.	68
Figura N° 11 Km136+271.43, PI-2 con deflexión izquierda y radio 67m, longitud de curva 50.29m.	68
Figura N° 12 Km 136+421.05, PI-3 con deflexión izquierda y radio 280m, longitud de curva 85.28m.	68
Figura N° 13 Km 136+598, PI-4 con deflexión izquierda y radio 136m, longitud de curva 132.76m.	69
Figura N° 14 Km 136+729, Punto final del proyecto de levantar la rasante.	69

Figura N° 15 Km 136+165, Curva C1, observar limitaciones geográficas de la zona.	75
Figura N° 16 Sección transversal existente en el tramo	76
Figura N° 17 Imagen de Satélite donde se puede apreciar las características topográficas de la zona de estudio. Fuente Google Earth.	77
Figura N° 18 Vista de la carretera afectada entre el Km 136+078 al Km. 136+729. En la imagen se puede apreciar que el nivel de aguas de la quebrada Churuca se encuentra muy próximo al nivel de la carretera actual.	77
Figura N° 19 Afloramiento ígneo a la altura de la progresiva Km 136+080, sobre el talud superior, el mismo que se proyecta en el talud inferior (línea entrecortada roja).	79
Figura N° 20 Detalle del afloramiento de dioritas	80
Figura N° 21 Vista panorámica de los depósitos antrópicos que se ubican sobre el talud superior, producto de la actividad minera del lugar.	81
Figura N° 22 Vista del sector sur de la laguna Churuca, donde se encuentra su desembocadura.	82
Figura N° 23 Sección del Mapa Neotectónico del Perú, indicando la zona de estudio.	83
Figura N° 24 Sección típica de la estructura de pavimento no convencional.	100
Figura N° 25 Determinación de ejes equivalentes que resistirá el pavimento	104
Figura N° 26 EDI Obras de Puestas a Punto – Deviandes.	105
Figura N° 26 Composición del Tráfico, Fuente: EDI Obras de Puestas a Punto – Deviandes.	107
Figura N° 28 Sección típica del pavimento no convencional.	115

Figura N° 29. Histograma del comportamiento de pavimento no convencional vs pavimento convencional ante acción de desborde de la laguna Churuca	116
Figura N° 30. Histograma de regiones de áreas inundables.	117
Figura N° 30. Reducción del espesor de la capa de sub base en la estructura de pavimento no convencional, utilizando geotextil biaxial.	118
Figura N° 32. Versus del número estructura en función de la altura de pavimento.	118
Figura N° 33. Reducción del porcentaje de espesores de la estructura de pavimento no convencional con la aplicación de geotextil.	119
Figura N° 34. Estabilidad de esfuerzos ante presiones laterales producto al desborde de la laguna Churuca.	121
Figura N° 34. Perfil del muro de concreto ciclópeo en función a la estructura de pavimento no convencional.	121
Figura N° 36. Versus de la capacidad máxima de conducción $q=lt/seg$ del pavimento no convencional y pavimento convencional	124

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado: Evitar desborde de laguna Churuca con pavimento no convencional y elevando rasante de la carretera central, desarrolló el siguiente problema: ¿Cuál es la influencia de la elevación de la rasante y estructura de pavimento no convencional de la carretera central para evitar el desborde de laguna Churuca?, teniendo como objetivo proponer elevar la rasante y estructura de pavimento no convencional de la carretera central para evitar el desborde de laguna Churuca de configuración con geotextil, pedraplén, muro de contención, y sistema de drenaje el cual permite evitar desbordes y filtración de agua por ascenso capilar de la laguna Churuca en la carretera central sector Morococha., asimismo se planteó la hipótesis: La elevación de la rasante y estructura de pavimento no convencional de la carretera central influye significativamente para evitar el desborde de laguna Churuca. Teniendo como metodología para su desarrollo de tipo aplicada, el nivel en investigación explicativo y diseño no experimental transversal, el mismo que estará bajo la manipulación de sus variables; empleando como técnica la recolección de datos el método de observación interviniendo medidas directas e indirectas bajo uso de equipos y herramientas. La investigación lleva a obtener la conclusión que, al formularse la hipótesis H0, desde la hipótesis general es aceptado. Pues la elevación de la rasante y estructura de pavimento no convencional de la carretera central influye significativamente para evitar el desborde de laguna Churuca.

**Palabras clave:** Elevación de rasante, estructura de pavimento no convencional, evitar desbordes.



## ABSTRACT

The present research work entitled: Avoid overflowing the Churuca lagoon with unconventional pavement and raising grade of the central highway, developed the following problem: What is the influence of the elevation of the grade and unconventional pavement structure of the central highway to avoid the overflow of the Churuca lagoon ?, with the objective of proposing to raise the grade and unconventional pavement structure of the central highway to avoid the overflow of the Churuca lagoon with a configuration with geotextile, stone, retaining wall, and drainage system which allows to avoid overflows and water seepage due to capillary ascent of the Churuca lagoon in the central highway Morococha sector. The hypothesis was also raised: The elevation of the grade and unconventional pavement structure of the central highway significantly influences the prevention of the overflow of Churuca lagoon. Taking as methodology for its development of applied type, the level in explanatory research and non-experimental cross-sectional design, the same that will be under the manipulation of its variables; using as a technique the data collection the observation method intervening direct and indirect measurements under the use of equipment and tools. The investigation leads to the conclusion that, when formulating the hypothesis H0, from the general hypothesis it is accepted. As the elevation of the grade and the unconventional pavement structure of the central highway have a significant influence on avoiding the overflow of the Churuca lagoon.

**Keywords:** Elevation of grade, unconventional pavement structure, avoid overflows.

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación “Evitar desborde de laguna Churuca con pavimento no convencional y elevando rasante de la carretera central”, inquiera establecer el uso de nuevos métodos y tecnología, evaluando las aportaciones en el sistema de gestión a un proceso constructivo integral y colaborativo; para ello en la propuesta es necesario conocer los diferentes parámetros de diseño en obras civiles y su aplicación con el fin que tiene la presente tesis, el mismo que está dividida en:

Capítulo I: Se trata del problema de investigación, realizando el planteamiento del problema, formulación del problema; en consecuencia, cada uno de los objetivos como el objetivo general, objetivos específicos y justificación e importancia del estudio.

Capítulo II: Trata de marco teórico, el cual mencionan los antecedentes de los estudios a nivel internacional, nacional y local, base teórica, definición de términos.

Capítulo III: Trata de la Hipótesis, se plantean la hipótesis de investigación general y las específicas; y se concluye con el sistema de variables empleadas en este trabajo de investigación.

Capítulo IV: Contiene la metodología, tipo de investigación, diseño de investigación, lugar y periodo de ejecución, población y muestra, métodos, técnicas e instrumentos de recopilación de datos, procesamiento y análisis de datos en función de las variables y parámetros.

Capítulo V: Resultados, se efectúa la descripción de los resultados previamente obtenidos del pavimento no convencional y elevación de la rasante de la carretera central y la contrastación de hipótesis.

Por último, describe el trabajo de investigación con conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1. Descripción de la realidad problemática

Actualmente, las diferentes metodologías para realizar el diseño de una estructura de pavimento van adoptando diferentes tipos de configuraciones para diferentes problemas que existen en la infraestructura vial, sin embargo no toda la infraestructura vial son realizadas de la manera que satisfaga los problemas que van surgiendo cuando la carretera empieza a operar, el mismo que es de evidencia en el sector Morococha, entre los km 136+078 al Km 136+729, se tiene como problema los constantes desbordes de la laguna Churuca hacia la carretera central, el mismo que por su configuración estructural y topográfico hacen que el agua de la laguna, precipitaciones y filtraciones de agua por ascenso capilar se concentren en la calzada, generando problemas de índole mayor, entre ellos, la detención absoluta del tránsito, pérdidas de alimentos perecibles y no perecibles, tasas de accidentalidad y en casos registrados en el 2013 y 2021 en las épocas de mayor friaje y lluvias de alta intensidad el cual produce la paralización del tráfico trae consigo pérdidas de vidas humanas, bajo efectos de la hipotermia. En consecuencia, es fundamental la evaluación del problema mediante la presente investigación.

Hoy en día, para el desarrollo de la investigación “Evitar desborde de laguna Churuca con pavimento no convencional y elevando rasante de la carretera central”, se encuentra bajo el progreso de una nueva metodología

hacia un proceso constructivo integral que permitirá evitar principalmente el desborde de la laguna y evitar las filtraciones de agua por capilaridad, lo cual implica determinar una estructura no convencional teniendo como parte de ello base de pedraplén, geotextil, muro de contención para la retención de presiones laterales, elevando consigo la cota de la rasante del pavimento actual con referencia al espejo de agua de la laguna, por lo tanto es oportuno aludir que la elevación de la rasante con la estructura de pavimento no convencional significa un confort, seguridad y diseño óptimo ya que ello evitará los desbordamientos de agua de la laguna, accidentes de tránsito, retrasos en tiempos de llegada de los vehículos con ello pérdidas económicas, siendo más importante aún evitará las pérdidas de vidas humanas.



Figura N° 1 marzo del 2013, la Carretera Central sufrió la inundación de la plataforma por aumento del nivel de la laguna Churuca.

## **1.2. Delimitación del problema**

### **1.2.1. Delimitación espacial**

Esta investigación está limitada Km 136+078 al Km 136+729 de la Carretera Central Ruta Nacional PE-22 (Tramo 2 del Eje IIRSA CENTRO).

### **1.2.2. Delimitación Temporal**

La presente investigación se realiza en el periodo comprendido entre febrero de 2021 – abril 2021.

### **1.2.3. Delimitación temática**

El área de investigación corresponde al sector Morococha, comprendido entre las progresivas Km 136+078 al Km 136+729 de la Carretera Central Ruta Nacional PE-22, a una altura de 4 680 msnm. El acceso a la zona de proyecto, se realiza a través de la carretera central, que se inicia en Lima, la cual debe seguirse hasta el km. 136 (adyacente a la laguna Huacracocho).

El sector Ticlio - Morococha, atraviesa terrenos escarpado, sorteando los obstáculos de la naturaleza pasando por el Abra Anticona (Ticlio) a unos 4 818 msnm.

- Departamento : Junín
- Provincia : Yauli
- Distrito : Morococha
- Código de ruta : PE-22

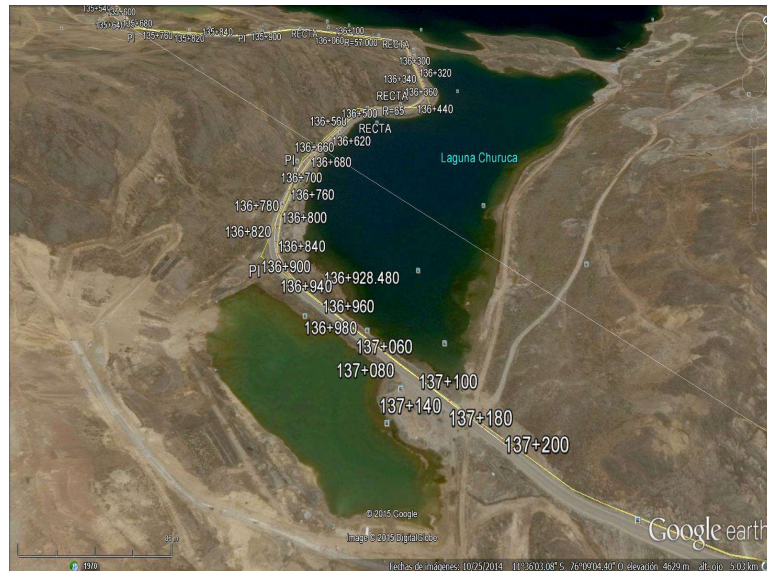


Figura N° 2 satelital donde se puede apreciar las características topográficas de la zona de estudio

### 1.3. Formulación del problema

#### 1.3.1. Problema general

¿Cuál es la influencia de la elevación de la rasante y estructura de pavimento no convencional de la carretera central para evitar el desborde de laguna Churuca?

#### 1.3.2. Problemas específicos

- ¿De qué manera influye el geotextil en la estructura de pavimento no convencional y elevación de la rasante de la carretera central para evitar el desborde de laguna Churuca?
- ¿De qué manera influye el muro ciclópeo en la estructura de pavimento no convencional y elevación de la rasante de la carretera central para evitar el desborde de laguna Churuca?

- ¿De qué manera influye el sistema de drenaje en la estructura de pavimento no convencional y elevación de la rasante de la carretera central para evitar el desborde de laguna Churuca?

## **1.4. Justificación e importancia del estudio**

### **1.4.1. Justificación Social**

La infraestructura vial, particularmente las autovías representan una envergadura para la evolución y progreso en una nación, por ello esta investigación se realiza porque existe la necesidad de mejorar la infraestructura vial mediante la elevación de la rasante y estructura de pavimento no convencional de la carretera central para el evitar desbordes de la laguna Churuca en el sector de Morococha, con ello aportando información útil el cual permite solucionar problemas dentro de la ingeniería de transportes, en todo ámbito, evitando tiempos de retención de tránsito y brindando mayor seguridad a los usuarios.

### **1.4.2. Justificación teórica**

La actual investigación posee como determinación principal la ampliación del conocimiento científico, conceptos y nuevas teorías, el cual podrá entender las diferentes adversidades de la ingeniería de transportes, su aporte estará brindada para universidades, entidades públicas y privadas dedicadas a la infraestructura vial, realizando una propuesta de la elevación de la rasante y estructura de pavimento no convencional de la carretera central, cuyos resultados de la presente



investigación podrá mejorar la seguridad vial, en confort de manejo, economía de transporte de carga y salvaguardar la vida del usuario.

### 1.4.3. Justificación metodológica

La propuesta de la elevación de la rasante y estructura de pavimento no convencional de la carretera central para evitar desbordes de laguna Churuca, propone un método no experimental, el cual estará basado en la realización según el flujograma siguiente:

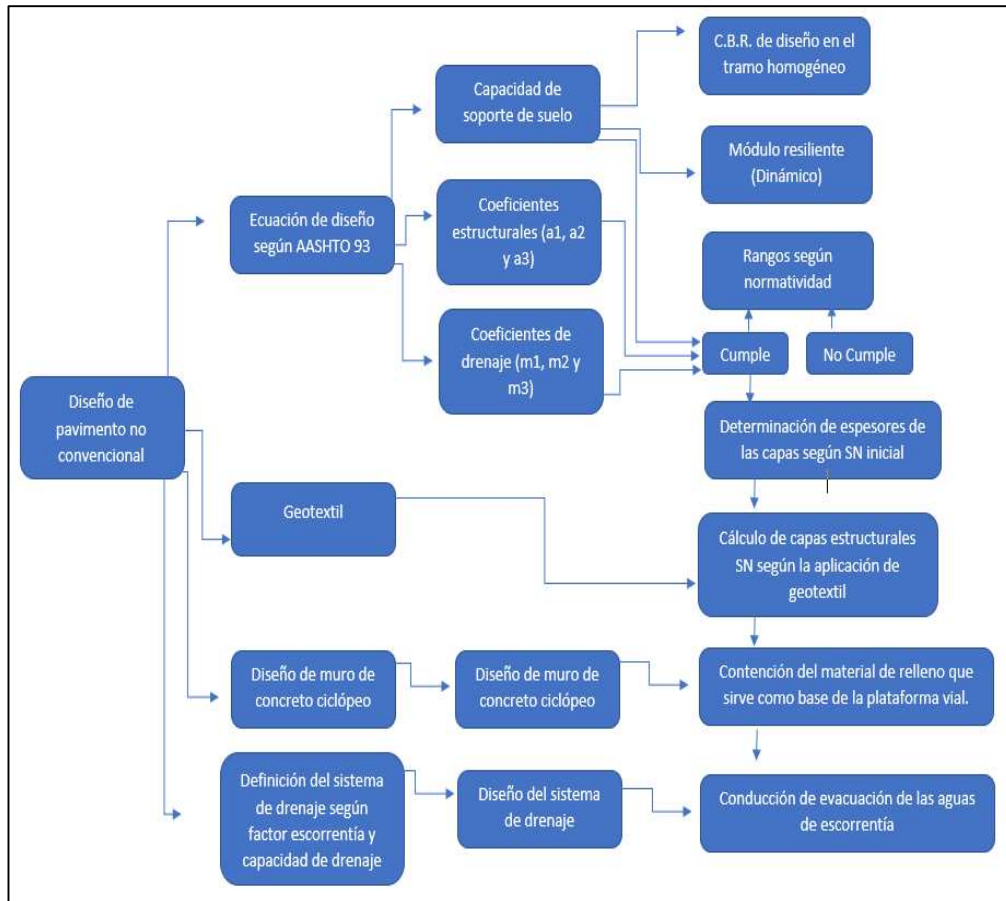


Figura N° 3 Flujograma de metodología empleada en la investigación

Que en su condición puede ser replicado y empleado en el diseño de pavimentos adecuados a la realidad necesaria.

## **1.5. Objetivo general y específicos**

### **1.5.1. Objetivo general**

Proponer la elevación de la rasante y estructura de pavimento no convencional de la carretera central para evitar el desborde de laguna Churuca.

### **1.5.2. Objetivos específicos**

- Determinar la incidencia del geotextil en la estructura de pavimento no convencional y elevación de la rasante de la carretera central para evitar el desborde de laguna Churuca.
- Determinar la incidencia del muro ciclópeo en la estructura de pavimento no convencional y elevación de la rasante de la carretera central para para evitar el desborde de laguna Churuca.
- Determinar la incidencia del sistema de drenaje en la estructura de pavimento no convencional y elevación de la rasante de la carretera central para para evitar el desborde de laguna Churuca.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes del estudio

##### 2.1.1. Antecedente nacional

Enrique Maceda y Carrasco Anselmo (2015) en su investigación titulada “Evaluación del uso de geosintéticos para el control de la erosión hídrica en la margen izquierda del río Zarumilla”, a fin de adquirir el grado académico de doctor en ciencias e ingeniería en la Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo – Perú, el cual tuvo como problema principal en el tramo mencionado la presencia de agua en su totalidad, por ello la investigación estuvo basado en el control de la erosión, desbordes e inundaciones, sosteniendo la ocurrencia de sucesos hidrológicos extremos y de suma vulnerabilidad, su objetivo principal fue el de analizar y validar la utilización de geosintéticos, con el fin de diseñar la estructura de protección ribereña, demostrando que cumplen con el comportamiento estructural, mecánico e hidráulico, sumando ello como nueva opción tecnológica.

Matías Elvio (2016) en su investigación titulada “Socavación producida por el río Huallaga al puente colpa alta en la provincia de Huánuco, utilizando los métodos de Artiñano, Straub y Maza, en el HEC-RAS”, a fin de adquirir el grado académico de Máster en ingeniería civil, con mención en Ingeniería vial, en la Universidad de Piura - Lima – Perú,

llegó a la conclusión que, la socavación es un fenómeno generado primordialmente mediante sucesos fluviales los cuales tienen como causas de naturales y antrópicas, el fenómeno generado en el problema principal es el cauce del río el cual produce el fenómeno de degradación, mismo que genera pérdida material, por ende el lecho del río se eleva, para el análisis de socavación general del cauce emplearon el método de Artamonow, socavación transversal el método de Straub y socavación local en estribos, el uso de método Maza, el cual tomaron como parámetros hidráulicos que el HEC-RAS proporciona, con el objetivo de adaptar los métodos propuestos y generar de forma efectiva los diferentes tipos de socavación que se tienen en la zona de estudio.

Gustavo Quispe (2020) en su investigación titulada “Implementación de un sistema de drenaje pluvial de bambú para controlar inundaciones en la calle Huayna Cápac-Pucallpa” a fin de adquirir el grado académico de ingeniero civil, en la Universidad Cesar Vallejo - Lima – Perú, tuvo como principal objetivo el evaluar si la implementación del sistema de drenaje pluvial contribuye en el control de inundaciones, la técnica utilizada fue mediante la observación y experimento, el cual sirvió para la recolección de datos y ensayos, teniendo como resultados en el suelo limo orgánico la velocidad de infiltración de 12.6 mm/h y permeabilidad de 10.51 Mpa para flexión, concluyendo que la implementación del sistema de drenaje pluvial contribuye de manera eficiente a controlar inundaciones en la calle Huayna Cápac en la ciudad de Pucallpa, ya que el agua de

precipitaciones generados y evacuado son menor que la capacidad de infiltración del suelo.

Cesar Huancas (1919) en su investigación titulada “Modelamiento hidráulico con Hec-Ras para la prevención de Inundaciones desde el km 44+100 al km 49+100 en el Río Reque” a fin de adquirir el grado académico de ingeniero civil, en la Universidad Cesar Vallejo - Chiclayo – Perú, la investigación que se generó mediante la observación del problema más frecuente dado en épocas de avenidas, y con la inexistencia de obras de protección de defensas ribereñas en el río Reque, generan pérdidas en la economía agrícola del lugar, el mismo quien tuvo como resultado en el modelamiento de los tramos críticos de inundación para proponer el diseño e implementación de defensas ribereñas con la utilización del software river, en cada uno de los sectores críticos, como prevención de futuras inundaciones, asimismo con el modelamiento Hídrico HEC-RAS se verificó las condiciones favorables en el río Reque.

### **2.1.2.A nivel internacional**

Casas David y Ávila Juan (2020) a través de su investigación “Evaluación de la deformación permanente en mezclas asfálticas reforzadas con geosintéticos” a fin de adquirir el grado académico de ingeniero civil en la Universidad Piloto de Colombia, el cual menciona que el refuerzo en la estructura de pavimentos es una metodología para la conservación vial en carreteras. La investigación evaluó en laboratorio,

el empleo de geosintéticos sobre MAC (mezcla asfáltica en caliente) de tipo MDC-19, el cual realizaron 03 muestras con incorporación del geosintético; con fines de evaluar la resistencia a la deformación plástica a los primeros incorporaron geomalla uniaxial (GM) y geotextil tejido (GT), respectivamente, bajo especificaciones del INVIAS (Instituto Nacional de Vías), llegando a la conclusión mediante los muestreos de briquetas que la mezcla asfáltica con GM tiene un mayor desempeño en referencia a la mezcla de control, representando un 70% de disminución en la deformación permanente, y contribución de manera significativa a la reducción de espesores del pavimento con mayor desempeño y sumando la vida útil del pavimento.

Morales David, (2015) a través de su investigación “Programa para diseño de muros reforzados con geosintéticos” a fin de adquirir el grado académico de Maestro en ingeniería, en la universidad Autónoma de Puebla, Puebla – México, quién llegó a la conclusión que el empleo de la construcción de muros reforzados mediante geosintéticos, son de elección técnica y económicamente viable para emplear generalmente en la infraestructura vial y la flexibilidad de los muros reforzados el cual genera una ventaja sobre estructuras rígidas, ya que su comportamiento es de mayor desempeño que los terraplenes sin refuerzo.

Rodríguez Fausto y Maldonado Santiago (2016) en su investigación titulada “Análisis de alternativas de diseño de drenaje vial con aplicación de programas computacionales” a fin de adquirir el grado académico de Maestro en ingeniería vial, en la Pontificia universidad

Católica de Ecuador, Quito – Ecuador, quienes en la investigación llegaron a la conclusión que el drenaje es la actividad de conducir salida al agua por medio de estructuras óptimas, toda infraestructura vial necesita del drenaje ya que el agua genera daños a los diferentes elementos que constituyen los activos viales entre ellos la estructura de pavimento, asimismo el drenaje debe generar seguridad a las cuantiosas inversiones, asegurar el tránsito fluido y confort de los vehículos, de tal manera que genere eficiencia y economía.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Conceptos Generales**

#### **2.2.1.1. Infraestructura vial**

La infraestructura vial es un modelo de transporte que tiene por componente un sistema de fundación y de bienes físicos que trabaja para la asociación y ofrecimiento de los cometidos de transporte en carga y transeúntes mediante la vía. Las fundaciones se asocian en las siguientes clases:

- a) Construcción vial: En carreteras (según su clasificación), vías pavimentadas, vías con afirmado, vías rurales, vías de herradura, trocha, puentes, semáforos, centros de operación, señalización de tránsito, túneles; y otros, mismos que son sistematizados en la red vial.

- b) Nodos de interrelación y terminales de traslado terrestre (Terrapuerto o semejante).

#### **2.2.1.2. Características físicas en la carretera**

*Según Castillo y Donoso (2014) en su investigación “Evaluación de la seguridad vial en la carretera de primer orden Riobamba – Chuchi”,* Con sustanciales propiedades físicas que obedecen a sostener una carretera con fin de respaldar escenarios favorables a la circulación vehicular son la deflectometría (capacidad de soporte) e IRI (regularidad superficial).

El IRI alude a las circunstancias físicas del área de rodadura por donde recorre los vehículos. Al respecto, se debe resaltar que defectos como ondulaciones, piedras sueltas u obstáculos en la vía, entre otros, que afectan drásticamente la comodidad, la seguridad y la economía de los usuarios.

#### **2.2.1.3. Diseño geométrico**

La congruencia en diseño geométrico de una carretera alcanza explicar gracias a la asociación a través de las singularidades geométricas del mismo y aquellos que tiene por expectativa ubicar al usuario de un vehículo que transita; dado a que el trazado atribuye a lo que el usuario tiende por hallar, la



carretera es firme, lo que deprecia la oportunidad donde se ejecute fallos y realice manejos peligrosos.

#### **2.2.1.4. Tráfico**

La afluencia de vehículos es una de los causantes de importante efecto en la singularidad de una vía, el cual determina el diseño del proyecto, la constitución del pavimento y fases de mantenimiento. Resuelve en disponer el volumen y características de vehículos que circulan por una vía, a través de la aplicación de procesamiento en conteo vehicular.

#### **2.2.1.5. Proyección del tránsito**

En las vías modernas o puesta punto de las que prestan servicio se deben diseñar en función al número de vehículos con la cual va a prestar la operación. Es ansiado, para el diseño realizar para adaptar la cantidad de vehículos que tiene por expectativa se presente durante el final de año de servicio útil en la carretera, mediante mantenimiento apropiado, considerando que el volumen de tránsito esperado para cada año es superior que el año antecedente. Para la definición de la cantidad prometida es lo que se denomina alcance esperado del tránsito.

#### **2.2.1.6. Velocidad de Diseño**

La velocidad adquirida en el diseño es la mayor al cual los vehículos logran transitar con resguardo sobre una vía en la ocasión que las circunstancias climáticas y circulación son propicios.

La velocidad es seleccionada en facultad de circunstancias físicas y topográficas del territorio, de la relevancia de la vía, cantidad de vehículos y aplicación del terreno, considerando que el valor sea el mayor acorde con su seguridad, efectiva, transporte y movimiento de los vehículos. Mediante la velocidad se opera los principios geométricos de la vía para su alineación horizontal y vertical.

#### **2.2.1.7. Alineamiento Horizontal**

**Alineación horizontal:** denominada representación de eje de la vía con respecto a un área horizontal. Sus bases que conforman esta representación son las tangentes y curvas, consiguiendo ser circular o en transición.

**Alineación recta:** denominado trazo recto. Es el alineamiento estimado, correcta visibilidad e ideal, en las vías en el cual necesita extensas secciones de paso vehicular. No obstante, se ha evidenciado en algunos usuarios el exceso de confianza al intentar pasar a un vehículo.

**Alineación curva o circular:** En curvas de una vía son circulares o secciones de circunferencia. Cuán más sea el radio más alcanzará su velocidad que logra conseguir los vehículos al recorrido de la curva.

**Alineación de transición:** La clotoide es una curva que cambia el radio mediante avanza el trayecto. Las clotoides se interpone en medio de la alineación recta y alineación en curva a fin de admitir la transición progresiva en curvatura. En su conjunto los vehículos promueven una clotoide en el momento en que va rotando el eje matriz reduciendo o subiendo la curvatura que representan. Las clotoides de igual forma admiten modificar el peralte en el trayecto lo que favorece que los vehículos no dispongan al frenar previa al acceder de una curva.

#### **2.2.1.8. Curvatura horizontal y sobre-elevación**

Para conferir seguridad y economía a la ejecución del tráfico, se incluyó causantes limitantes en el procedimiento de diseño de la alineación horizontal, como el radio ínfimo de curva o grado límite de curva, índice de sobreelevación límite o peralte máximo, los causantes de fricción y extensión de transición ínfimo cuando se cruza de la tangente hacia una curva.

La sobreelevación o peralte habitualmente se requiere cuando un vehículo transita en una curva cerrada o una velocidad

definida para oponerse a energías centrifugas y el producto opuesto de la fricción que ocasiona a través de la llanta y pavimento.

#### **2.2.1.9. Coordinación entre el diseño horizontal y del diseño vertical**

El diseño del alineamiento horizontal y vertical no deberá ejecutarse separadamente. Para lograr seguridad, velocidad homogénea, aspecto afable y eficaz funcionamiento al tráfico, es fundamental administrar estos alineamientos. La sobre posición de la curva vertical y horizontal normalmente resulta ser una vía de mayor seguridad y afable. Cambios subsecuentes en el perfil longitudinal no acoplado con la curvatura horizontal consiguen implicar un conjunto de depresiones no perceptible al usuario.

#### **2.2.1.10. Aplicación de geosintéticos**

##### **Características principales de geosintéticos uso en pavimentos**

Singularidades básicas de geotextiles.

**Resistencia a la tensión:** el geotextil puede asimilar esfuerzos acontecidos en estructuras sujetos a cargas.

**Elongación:** admite el acople en áreas irregulares, sosteniendo la resistencia bajo deformación inicial.

**Resistencia química:** adecuado a su confección de polipropileno, los geotextiles reprimen ácidos, álcalis, insectos, etc.

**Resistencia a temperatura:** el polipropileno está sujeto a mayores temperaturas.

**Permeabilidad y capacidad de filtración:** mediante su porosidad, los geotextiles admiten el filtro de agua y mantiene agregados finos.

#### **2.2.1.11. Empuje de tierras**

(4) La dificultad que tiene el suelo de contener la estabilidad de su masa, se realizó la solución mediante la ejecución de muros de retención. Sin embargo, para que se sostenga en estabilidad las masas del suelo, se da mediante un muro vertical o inclinado el mismo que recibe distintos métodos. El cual está basada bajo la hipótesis de Coulomb y de Rankine.

#### **2.2.1.12. Condiciones Generales para el desarrollo del Estudio**

Las características de diseño se realizarán de conformidad bajo la normatividad vigente de parte del Ministerio de Transportes y comunicaciones, bajo códigos: MC-01-13, MC-02-18, MC-03-16, MC-05-14, MC-07-11, así mismo Manual

Ambiental para el Diseño y Construcción de Vías; y adicionalmente normas AASHTO.

En los diseños se utilizará softwares de ingeniería vial, los informes se desarrollarán en los softwares 'de procesamiento de datos, textos y programación (office 2016), para representación y diseño de planos AutocadCivil3D.

#### **2.2.1.13.Humedad Relativa**

La humedad relativa de un compuesto de aire es la asociación a través de la porción de vapor de agua que incluye y la que dispondría si se haya totalmente saturada; cuán mayormente se acerca el dato de la humedad relativa al 100% mayormente humedecido estará.

#### **2.2.1.14.Topografía**

Los trabajos de levantamiento topográfico se realizarán en coordenadas UTM WGS84. Para las actividades de elevación del área de influencia en la vía, se realiza la utilización de una Poligonal Básica de Ayuda, por tanto, que los puntos de la Red Geodésica corresponden a BM's. Establecido bajo circunstancias de la zona se producirá Poligonales, para fin de efectuar el levantamiento topográfico del área en que no aprecia la visión a partir de vértices de la Poligonal de Ayuda.

Las actividades de topografía del estudio definitivo para las obras solución estarán bajo comprensión de:

- Ubicación e identificación de Hitos Geodésicos existentes comprendidos en el tramo en estudio, que servirán de puntos de control.
- Nivelación Geométrica cerrada entre los puntos de Georreferenciación existentes y estación topográfica nuevas, documentadas en campo.
- Levantamiento Topográfico de todo el sector
- Con ancho de franja variable, de acuerdo al tipo de problema presentado, incluyendo perímetro de las lagunas pantanos, infraestructura vial existente (estructuras de contención, configuración en sostenimiento, obra de arte, obra para drenajes, puentes, estructura en señalizaciones, etc.).
- Levantamiento topográfico de las zonas inestables, puntos críticos y puntos vulnerables que requieran evaluación.

#### **2.2.1.15.Filosofías de diseño**

Según Ticona y Choque (2016) en la investigación titulado “Evaluación del diseño geométrico del camino de carga pesada (Heavy Haul Road) proyecto minero Las Bambas – Paquete 03” En la doctrina presente, está basada en la hipótesis

en el cual cualquier diseño que se acopla a los métodos establecidos en el Diseño Geométrico de la carretera, es certero y en las que no, serían inciertos.

Esta formulación que constantemente es manifestado por consultores, es considerada por los revisores cuando se gestiona en la toma de acciones sobre cuestiones de compromiso.

Pese al paso de varias décadas en investigación en la profunda relación entre vehículo, vía, usuario y confort en la seguridad, esta materia no constantemente es entendido, actualmente persevera múltiples investigadores, mismos que estudiaron la correlación entre el porcentaje de accidentalidad y principios representativos en el diseño geométrico, los productos adquiridos no regularmente han sido aptos para su utilización práctica.

Esta dimensión se debe particularmente a la condicionada percepción en las investigaciones ejecutadas, los mismos, al revisar el vínculo entre los accidentes y principios en diseño particular, no son motivo las consecuencias interactivas de otras variables, principalmente el causante del hombre, lo que alcanzaría a la desestimación de vínculos trascendentales.

Considerando lo anticipadamente mencionado, conseguimos obtener que se acredita la puesta en marcha de nuevas doctrinas en el diseño.



Esta nueva doctrina obedecerá a tener en cuenta dos niveles básicos. El primer, está conectado con la organización geométrica, apariencia que en pocas ocasiones está mostrado en las normatividades actualizadas. El segundo nivel de diseño geométrico utiliza la seguridad operacional. En este se focaliza la normatividad vigente, colocando el mismo interés en la eficiencia y seguridad de los activos viales. Se presenta, en la nueva doctrina, la seguridad debe ser incluida como elemental. Privar la seguridad en satisfacción de la eficacia y economía no es una praxis admisible.

Por ello, una doctrina de mayor integración, está basada en la idea de disminuir la posibilidad de errar al nivel más corto factible y también tratar de aminorar los efectos de estos errores que se adquieren. Con fin de obtener este propósito, los diseños obedecen iniciar transparencia en razón del proyecto y operatividad en la carretera, constante en una adecuada elección de los parámetros del diseño y sucesiva incorporación con la topografía de la zona, su presente y futuro uso. Un distintivo peculiar de la condición del consultor en diseño deberá fundarse en su facultad de predecir y perfeccionar sus propósitos en confrontación que son intrínsecos a algún proyecto.

### **2.2.1.16. Evaluación del diseño geométrico de caminos**

Cárdenas Grimales (2002) alude en su libro “Diseño Geométrico de Carreteras” el cual una vía es una infraestructura de transporte fundamentalmente dispuesta dentro de todo su sector en servicio llamada derecho de vía, mediante el objetivo de conceder el desplazamiento de vehículos de modo permanente en espacio y tiempo, con niveles apropiados en seguridad, confort, sea útil, estético, económico y conciliable con el medio ambiente.

La vía constará de ser funcional conforme a su clase, características geométricas y volumen de vehículos, de tal forma que muestre un apropiado traslado a través de su extensión con velocidad de operación.

La vía constará de un confort en la dimensión que se reduzca las aceleraciones de vehículos y sus variaciones, esto se obtendrá acoplado las curvas de la geometría y sus transiciones hacia la velocidad de operación por las que eligen los usuarios a lo largo de los tramos en tangente.

La vía constará de estética al adecuar el panorama, consintiendo producir visibilidad armónica a las proyecciones modificantes, ocasionando en el usuario un trayecto sencillo.

La vía constará de ser económico, ejecutando con las demás finalidades, comprometiendo el inferior costo probable a

la topografía natural, al beneficio del suelo y el corto del suelo, y pretendiendo disminuir los impactos ambientales.

El trazo de eje en una vía se efectuará en todo momento solventando inicialmente su posición planimétrica y después la altimétrica, en ocasiones con limitada conexión entre ambas. En algunos sucesos, muy posiblemente la línea espacial resultante mostrará diferentes deficiencias nombradas genéricamente de coordinación planimétrica y altimétrica cuyos efectos consiguen ser diferente, como ser: pobre visualización, carencia en trazo, etc., y con probabilidades de derivaciones opuestas sobre la seguridad en el transporte.

La coherencia en el diseño geométrico de una vía vincula a configurar la geometría conforme con la aspiración del usuario. Una incoherencia en el diseño logra representar como una singularidad geométrica, o mezcla de ellos, con propiedades inhabitual que los usuarios logran acatar de modo inseguro. Este escenario conlleva a errar durante la elección de velocidad o inadecuadas maniobras de conducción, pudiendo originar accidentes. Existen metodologías de valoración en la consistencia del diseño fundamentado bajo la velocidad de acción en los vehículos, las representaciones de la vía o la carga mental del conductor.

Las tres vistas más importantes de una carretera son:

a) **Vista en planta:** Es una vista muy esencial de todas, debido a que encima ello se presenta de manera explícita la proyección horizontal de la carretera. Se emplea para la confección de planos que recojan información de diversa índole, útil para la correcta definición de la vía: trazado, replanteo, geología, topografía, pluviometría, señalización, uso del suelo, etc.

b) **Vista de perfil longitudinal:** Es el curso de desarrollo con respecto a un plano de la sección obtenida empleando como plano de corte una superficie reglada cuya directriz es el eje longitudinal de la carretera, empleando una recta vertical como generatriz. En esta vista se sintetiza gran parte de la información necesaria para la construcción de la carretera, expresada tanto de forma gráfica como numérica.

**Vista de perfil transversal:** Se consigue fraccionando la vía mediante un plano perpendicular a la proyección horizontal del eje. En él se definen geoméricamente los diferentes elementos que conforman la sección transversal de la vía: taludes de desmonte y terraplén, cunetas, arcenes, pendientes o peraltes.

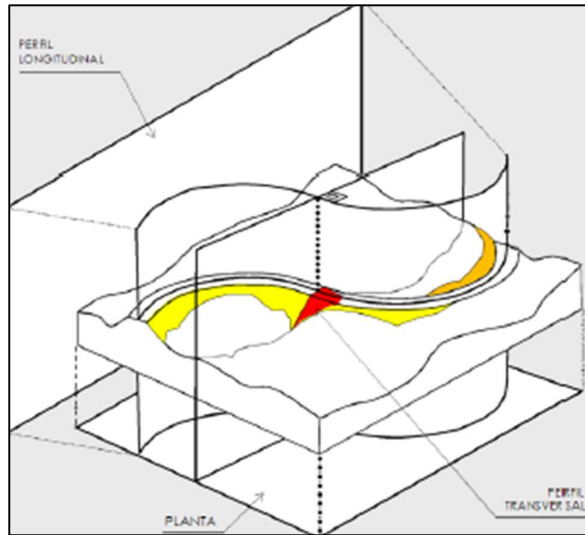


Figura N° 4 Vistas representativas de una carretera

Bañón y Beviá (2002) indican que geoméricamente, la vía es una figura tridimensional plenamente irregular, esto en un inicio dificulta su conceptualización. A pesar de ello, tiene una serie de particularidades que sintetizan y favorece la investigación:

- La influencia en una de sus dimensiones respecto a las otras dos: la vía es una obra lineal.
- La probabilidad de difundirla fiablemente por medio del desplazamiento de una sección transversal que perdura constante a la longitud de un eje que establece su trayectoria.

Estas dos características consienten la asimilación de un sistema de presentación relativamente claro, de simple de interpretar y muy productivo desde el punto de vista constructivo.

En base a este sistema, la vía queda absolutamente determinada a través de tres tipos de vistas: planta, perfil longitudinal y perfil transversal. Sin embargo, puede emplear otros tipos de representación –como la perspectiva cónica- de cara a ejecutar investigaciones más características sobre una establecida apariencia, tal como visibilidad o impacto ambiental.

Habitualmente acostumbran tomar diferentes perfiles a lo largo del eje, mediante un intervalo de división constante y que llega influido por las características topográficas del terreno. Una elemental utilización de los perfiles es favorecer el cálculo el movimiento de tierras que conduce la ejecución de la carretera.

#### **2.2.1.17. Trazado en planta**

El trazo en planta acostumbra ser la marca por el cual inicia a diseñar geoméricamente una vía, ya que al ser ésta una obra lineal, establece armónicamente el aspecto y trayecto de la misma.

El eje de una vía se localiza combinado en una serie de figuras geométricas unidas, llamado genéricamente alineaciones.

Pudiendo ser de tres tipos:

a) Alineación recta: Este modelo de alineación es el que define la manera del trazo en la vía. Se identifica por su carencia de

curva, en medida favorece que en estas secciones sea donde a priori un vehículo logre obtener su máxima velocidad.

- b) Alineación curva: Compuesta mediante curva circulares, cuyo esencial encargo es empalmar las secciones en tangente, impidiendo quiebres abruptos del trazo en la vía. Se identifica mediante curva continuo, la cual exige al usuario a realizar maniobras de giro. Para contrarrestar la energía centrífuga que se genera en este tipo de secciones, se adapta transversalmente a la vía de una inclinación hacia el interior, llamada peralte.
- c) Curva en transición: El objetivo de esta forma de alineación es ejercer de conexión entre las dos antecesoras.

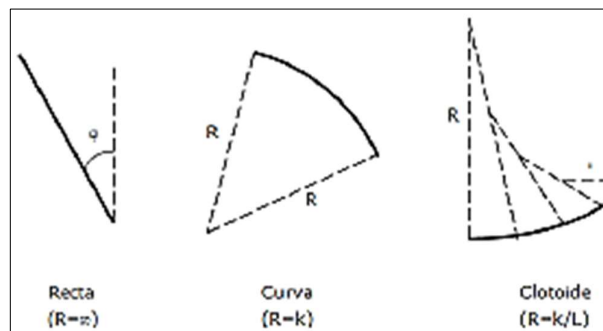


Figura N° 5 Tipos de curvas en planta.

### 2.2.1.18. Representación del perfil longitudinal

De modo como se indicó anteriormente, el perfil longitudinal de una carretera es uno de los principios que mejor la establecen, debido a que los datos geométricos añaden un conjunto de data numérica agregado de mayor precisión que

formalizan los antecesores. El perfil longitudinal es un elemento indispensable para la ejecución de la carretera, ya que la data que recoge se interpreta de manera nítida, fácil y concreta.

El comprendido gráfico de este perfil constituye no sólo de las distintas rasantes y tratado que forman la carretera, sino que llega añadido del perfil topográfico del terreno preexistente. También, sobre él se ubica las demás estructuras de fábrica que constituyen la obra –puentes, drenajes o túneles- así como las infraestructuras que cortan su trayectoria, ferroviarios, sistemas eléctricos, canales u otras redes viales, o terrenos naturales, como lagos o ríos.

Sobre el perfil longitudinal se representan por medio de líneas verticales cada uno de los perfiles, generalmente equidistantes unos de otros, que suelen señalar al hito kilométrico de la vía (PK) donde han sido referenciados. Cada uno de los perfiles transversales está asociado un informe numérico, que configura la popularmente llamada como guitarra, y que consiste en los siguientes partes:

- (a) Ordenada en terreno: Esta cuantía menciona la cota o altura del terreno en relación con el plano de contraste elegido, comúnmente al nivel del mar.
- (b) Ordenada de rasante: Alude a la cota de rasante proyectada en relación al propio plano de cotejo.



(c) Cota roja: Interpreta la disimilitud de cota a través del terreno y rasante, logrando ser de dos tipos, exclusivos entre sí:

- De desmonte: En ello el terreno se localiza sobre la rasante.
- De terraplén: Establece la altura a terraplenar encima del terreno natural.

(d) Distancia parcial: Cantidad que demuestra la distancia real recorrida encima el eje longitudinal, desde el precedente perfil hasta el actual.

(e) Distancia hacia el origen: En comparación del precedente, figura la distancia medida en su extensión del eje longitudinal de la carretera, entre el inicio de distancia y el perfil considerado.

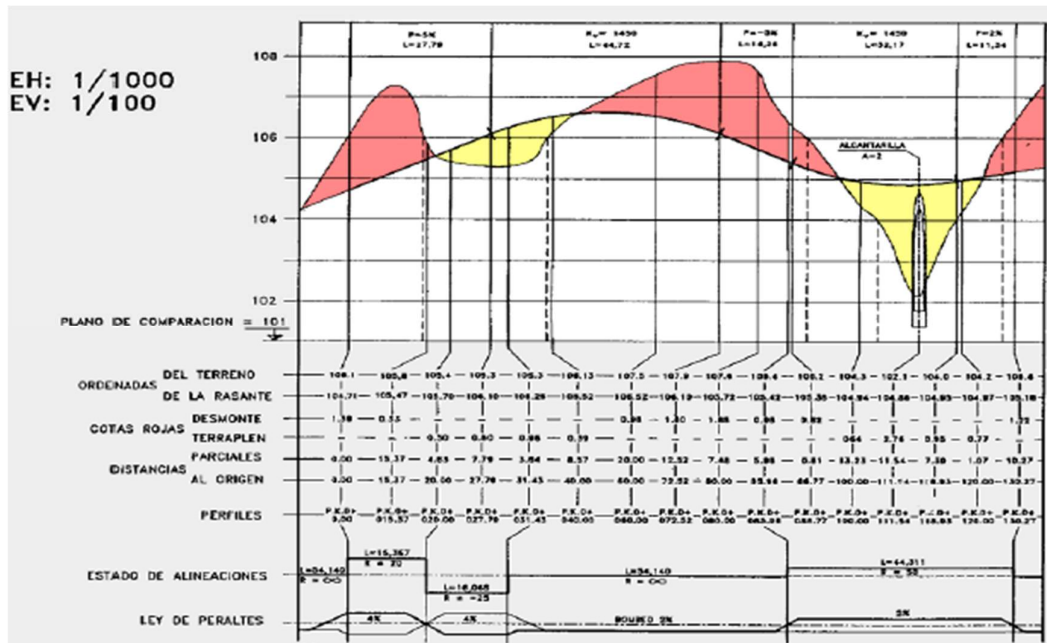


Figura N° 6 Perfil Longitudinal.

(f) Reconocimiento de perfil: Con este distante se anhela un inventario ordenado en cada uno de los perfiles adquiridos, de modo que alcancen ser sencillamente distinguir de otros tipos de plano.

La data numérica antecedente mencionado suele ir conjuntamente por dos esquemas que sinteriza otros factores geométricos decisivos de la vía:

- Estado de alineaciones: Gráfica adimensional en el que se figura las curvaturas de las distintas alineaciones. Así, las alineaciones rectas convergen con el eje del gráfico; las curvas son rectas paralelas y clotoides, rectas inclinadas de pendiente constante. Optativo, se reproduce numéricamente la longitud y el radio o parámetro de la alineación respectiva.
- Ley en peraltes: Concepto gráfico de la pendiente transversal de la explanación. En ella, figuran el borde izquierdo y derecho de la explanación, conferido a cada uno de ellos una línea diversa.

Las escalas empleadas para la representar el perfil transversal transforman en atribución de la magnitud de la obra; se habitúa ejecutar la distinción de escalas verticales de la horizontal, siendo de orden de diez veces superior a este último.

### **2.2.1.19. La sección transversal**

Es la vista adecuada para fijar magníficamente los distintos elementos que la constituyen: plataforma, calzada, carril, arcenes, mediana, cunetas, etc., ya mencionados. Fundamentalmente, la sección transversal provee reportes acerca de dos esenciales características de la carretera: en ancho y pendiente transversal.

El ancho de una vía se encuentra profundamente conectado con la condición de la misma carretera, tal como con otro causante que repercute en la calidad del mismo, como es la seguridad. En ese marco, la Instrucción de Carreteras española dicta señala un conjunto de normatividad llegadas a establecer unos niveles de tránsito admisibles, que estarán sujetos para estudios posteriores.

También es importante el correcto diseño de las pendientes transversales existentes en la vía, ya que influyen en dos aspectos importantes:

- El drenaje de la vía: En lo absoluto debe pretenderá que la vía se mantenga lo más probablemente seco; en esto, se brinda a la vía de una liviana pendiente, comúnmente de 2% hacia cada carril, llamada bombeo.

- Estructuración de peralte: En la alineación curva se efectúa esencial una mayor pendiente transversal de la vía con fin de afrontar la energía centrífuga.

También, en aquellas curvas en transición obedece a ejecutar una transición suave en mencionado peralte. Desde otro punto de vista, la sección transversal es utilizada como vista auxiliar para ejecutar la medida de movimiento de tierras, importante para la ejecución de la plataforma sobre la que se construirá la vía. Para esto, se elabora planos mediante distintas secciones de la vía adquiridas a una distancia regular a lo largo de su extensión, puntos que a su vez se proyecta en el perfil longitudinal, en los que se incorpora la sección transversal de la plataforma, los taludes de acopio o terraplén aplicados y perfil de terreno natural preexistente. Todo perfil transversal acostumbra estar seguido de la superficie de tierras a cortar o dar terraplén de cada sección, manifestada de manera numérica.

Al momento de proyectar el trazo de una cierta vía existen infinidad de elementos que afecta, en mayor o menor medida, en la mejora del mismo. Dichos elementos o por lo menos los más significativos, logran juntarse en cuatro hipótesis principales: confort, seguridad, economía y armonía.

El confort expresado por el usuario de un vehículo es uno de las características que manifiesta la excelencia que ofrenda la

vía por donde se transita. El trazo de una carretera impacta en algunos de los elementos que establece el confort, es decir:

- (a) **La velocidad:** EL desplazamiento de los vehículos por una determinada vía está condicionada por su trazado. Este hecho se hace patente en ciertos puntos críticos, como las curvas, por el cual la geometría de la carretera, radios y peraltes en las curvas, restringen la mayor velocidad a la que se logra desplazar, minimizando en algunos hechos la velocidad de un cierto porcentaje de vehículos y por ello, el nivel de confort.
- (b) **Transiciones:** En la curva de transición interviene un desempeño fundamental a la hora de ejecutar un incremento gradual, no imprevisto, de la acción centrífuga que pretende a mover el vehículo para el exterior de la curva. De esta manera, el usuario logra adquirir con mejor simplicidad el vehículo a la nueva circunstancia, añadiendo el confort.
- (c) **Demoras:** con fin de impedir la suspensión o la disminución de velocidad de un cierto conjunto de vehículos en ciertas secciones, obedecen a presumir trazos en los que los vehículos más rápidos determinen de idónea visibilidad y distancia como para ejecutar el adelantamiento sobre demás vehículos.

### **2.2.1.20. Hidrología y Drenaje**

El reporte meteorológico compilado y ejecutado hacia el modelamiento hidrológico proviene de registros de precipitación diaria de la estación meteorológica Casapalca, la cual se encuentra administrada por el SENAMHI. Dicha información se encuentra disponible en la página web de la Autoridad Nacional del Agua (ANA) - Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos (<https://www.ana.gob.pe/portal/snirh>).

### **2.2.1.21. Modelo de la cuenca**

#### **Perdidas.**

En la estimación de las cantidades de pérdidas se utiliza el procedimiento:

“Continuous Soil-moisture Accounting SMA Consideración continua de la humedad del suelo”. Representa el procedimiento más conveniente para emplear HMS como modelo continuo. Dispone de unos cinco niveles diferentes en las que la precipitación logra ser conservada o almacenada: vegetación, retenciones superficiales, suelo, acuífero 1 (superficial) y acuífero 2 (más profundo).

#### **Transformación.**

En la transformación de la lluvia en escurrimiento se utiliza el siguiente método:

Hidrograma Unitario SCS, que demanda el SCS Lag (tiempo en retardo), el cual es estimado en la siguiente ecuación:

$$\text{SCS Lag (hr)} = 0.6 * T_c \text{ (hr)}$$

$$T_c = 0.000325 \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}} \dots \text{ (Ecuación de Kirpich)}$$

Donde:

$T_c$  = Tiempo de concentración en horas

$L$  = Longitud del curso principal en metros

$S$  = Pendiente a lo largo del cauce en m/m

## **2.3. Marco conceptual**

### **2.3.1. Elevación de rasante con estructura de pavimento no convencional**

Se entiende que los pavimentos son configuraciones que comprenden en capas empleados de materiales procesados sobre base del terreno natural con el objetivo de repartir las cargas generadas por los vehículos hacia la subrasante, teniendo como función la calidad de un manejo aceptable, resistencia a las diversas fallas con la prestación de sus óptimos niveles de servicio, siendo estos pavimentos flexibles, rígidos y semirrígidos.

En el caso de la elevación de rasante con el pavimento no convencional es un conjunto de estructuras basados en sistemas que emplean materiales y/o procesos que no están reglamentados por normas nacionales, que buscan la implementación del mismo basado en el hecho

de la manipulación y comportamiento vehiculado de manera indirecta que no es espontáneo y que sigue ciertos diseños establecidos.

### **2.3.2. Evitar desbordes de la laguna Churuca**

Se entiende al evitar como la ejecución de la investigación, diseño, para mantener y poner en funcionamiento los instrumentos necesarios con el fin de dar seguimiento de un proceso o acción, siendo de carácter exigente la seguridad y la eficiencia.

El evitar de desbordes en la laguna Churuca viene a ser la dimensión óptima para el cual la elevación de la rasante y estructura de pavimento no convencional cumpla su funcionamiento como elemento de un solo sistema que estará basado en materiales y procesos.

### **2.3.3. Carretera central sector Morococha**

Constituye la Población o universo de la presente investigación, denominado Carretera central aquella vía que la mayor parte de su función se encuentra bajo efecto de cargas producidas por los diferentes tipos de vehículos y/o usuarios.

### **2.3.4. Geotextil**

Para la construcción de carreteras siendo parte del paquete estructural del pavimento se utilizan los geotextiles como fin de reforzar



la capacidad portante del terreno ya sea en plataformas excavadas o terraplenadas.

### **2.3.5. Muro ciclópeo**

El muro de concreto ciclópeo es una mezcla de concreto con material de piedra o rocas, de contención rígida, destinada a contener los diferentes tipos de esfuerzos producidos por acciones naturales y/o empujes de agua y tierra.

### **2.3.6. Sistema de drenaje**

Siendo conceptualizado el sistema de drenaje tiene como función principal la evacuación de las aguas que se acumulan en las depresiones topográficas y geomorfológicas del terreno, compuestas de una red de diseños de estructuras que impiden la impermeabilización hacia los elementos internos.

## **CAPÍTULO III**

### **HIPÓTESIS**

#### **3.1. Hipótesis general**

La elevación de la rasante y estructura de pavimento no convencional de la carretera central influye significativamente para evitar el desborde de laguna Churuca.

#### **3.2. Hipótesis específicas**

- El geotextil influye favorablemente en la estructura de pavimento no convencional y elevación de la rasante de la carretera central para evitar el desborde de laguna Churuca.
- El muro ciclópeo influye favorablemente en la estructura de pavimento no convencional y elevación de la rasante de la carretera central para evitar el desborde de la laguna Churuca.
- El sistema de drenaje influye favorablemente en la estructura de pavimento no convencional y elevación de la rasante de la carretera central para evitar el desborde de laguna Churuca.

### **3.3. Variables**

#### **3.3.1. Elevación de rasante con estructura de pavimento no convencional**

En el caso del pavimento no convencional se define como un conjunto de estructuras basados en sistemas que emplean materiales y/o procesos que no están reglamentados por normas nacionales, que buscan la implementación del mismo basado en el hecho de la manipulación y comportamiento vinculado de manera indirecta que no es espontáneo y que sigue ciertos diseños establecidos, teniendo como parte de su operacionalización indicadores como geotextil, sistema de drenaje y muro ciclópeo; y con sus sub índices bajo resistencia a la tracción, resistencia de esfuerzos laterales y caudal, respectivamente, con unidades de Tn/m<sup>2</sup>, Kg/cm<sup>2</sup>, Lts/seg e instrumentos de medición bajo fichas técnicas, pruebas de laboratorio y pruebas de simulación hidráulicas.

#### **3.3.2. Evitar desbordes de la laguna Churuca**

El evitar desbordes en la laguna Churuca viene a ser la dimensión óptima para el cual la elevación de la rasante y estructura de pavimento no convencional de la carretera central, cumplan su funcionamiento en ello, teniendo como indicadores instrumentos como la mira de medición milimétrica, control de volumen de agua y controles de volumen con pesos específicos de agregado de relaves, ello bajo unidades de mm/m<sup>2</sup>>80cm, m<sup>3</sup> y m<sup>3</sup>, N/kg, respectivamente.

## **CAPÍTULO IV**

### **METODOLOGÍA**

#### **4.1. Método de investigación**

Se utilizó el método científico, pues según (15) método posee un conjunto de procedimientos para plantear problemas científicos y proponer hipótesis, los cuales son corroborados posteriormente mediante evidencia concreta.

#### **4.2. Tipo de investigación**

Existen dos tipos de investigación, la aplicada y la básica, la primera enfocada en aplicar los conocimientos existentes para solucionar problemas, y la otra enfocada en generar nuevo conocimiento; bajo este marco la presente investigación será del tipo aplicada, pues se aplicará el conocimiento propuesto en el manual de conservación vial y método del índice de la condición del pavimento.

#### **4.3. Nivel de investigación**

La presente investigación tuvo un nivel explicativo ya que empleó el comportamiento de una variable en función de otras, por ser estudio de causa – efecto el mismo que requerirá un control y el cumplimiento de criterios de causalidad.

#### **4.4. Diseño de investigación**

El diseño de estudios transversales tiene como definición el de la investigación observacional, individual, que comprueba una a más propiedades en un momento dado. En la presente investigación tendrá un diseño no experimental transversal.

#### **4.5. Población y muestra**

##### **a. Población y muestra**

Carretera Central Sector Morococha, progresiva Km. 136+078 – Km. 136+729.

#### **4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

##### **i. Observación no experimental**

En la observación no experimental comprenderá bajo la elaboración de datos en condiciones relativamente controladas, ya que se va a manipular las variables deliberadamente; esta se desarrollará fundamentalmente en la observación de fenómenos del proyecto de tesis el cual tendrá por fin la obtención de elevar la rasante con un diseño no convencional de estructura de pavimento para evitar desbordes de la laguna Churuca con cada uno para después analizarlos.

## **ii. Análisis de documentos**

El análisis de documentos se realizará en todo el desarrollo de la investigación, enfatizado en temas sobre diseño de pavimentos no convencional con geotextiles, muros de contención y sistema de drenajes; para ello se buscar información digital y física en bibliotecas y repositorio de las diferentes universidades nacionales e internacionales.

## **iii. Trabajo en campo**

El trabajo en campo consistirá en la recolección de data en la en la carretera central sector Morococha progresiva km. 136+078– km.136+729; para ello se formarán grupo de trabajo y se establecerán fechas específicas de control.

Una parte del trabajo en campo será el levantamiento físico del área de trabajo mediante instrumentos topográficos, la determinación de características geológicas, geotécnicas e hidráulicas.

## **iv. Instrumentos de recolección de datos**

- Estudios básicos en ingeniería.
- Data estadísticos e históricos de precipitación SENAMHI.

#### **v. Procedimiento de recolección de datos**

Para una mejor comprensión del tema se ha propuesto separar el proyecto de investigación en las siguientes fases:

##### **Fase de Pre campo**

Se realizará inspecciones visuales, con la finalidad de planificar y establecer grupos de trabajo.

Se recolectará información bibliográfica digital y física que ayude a establecer una adecuada metodología para la recopilación de información.

##### **Fase de campo**

Se hará los estudios básicos de ingeniería como topografía, estudio hidrológico, estudio de suelos y geotecnia.

##### **Fase de gabinete**

Se procesarán los datos obtenidos en campo.

#### **4.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

El procesamiento y análisis de datos se realizó inicialmente In situ, bajo los estudios básicos de ingeniería, con fin de garantizar las características y parámetros de diseño, entre ellos se tuvo estudio topográfico, estudio geológico y geotécnico; estudio suelos y pavimento, estudio hidrológico y estudio de tráfico.

Posterior a la recopilación de los estudios básicos de ingeniería se realizará el diseño del pavimento no convencional y sus indicadores teniendo como base en las guías AASHTO, manuales de diseño brindadas por el MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones) y bajo el marco teórico de la presente investigación,

La elevación de la rasante y la estructura de pavimento no convencional estará empleada principalmente para investigar su efecto de evitar el desborde de la laguna Churuca hacia la carretera central, adicionalmente según sus indicadores se utilizará para poder soportar efectos de cargas producidas por efecto de la laguna y el buen funcionamiento del drenaje superficial.

El modelo y cálculo del trazo para elevación de rasante y pavimento no convencional se realizará mediante el uso de software de ingeniería como el AutoCAD Civil 3D, Software HEC-RAS para estudio hidrológico, Microsoft Excel para obtener gráficos y tablas; así como SPSS para establecer generalidad mediante una estadística descriptiva e inferencial. Cabe resaltar que el procesamiento de datos será desde un enfoque cuantitativo y cualitativo.

- Aspectos administrativos
- Recursos humanos y materiales
- Útiles de escritorio.
- Equipo topográfico.
- Ayudantes de campo.
- Cámara fotográfica.



#### 4.7.1. Parámetro topográfico

Los parámetros topográficos de la investigación están comprendidos entre el km 136+078 al km 136+729 de la Carretera central, tramo Tíclio – Morococha, comprenden:

- Ubicación e identificación de Hitos Geodésicos existentes comprendidos en el tramo en estudio, que servirán de puntos de control.
- Nivelación Geométrica cerrada entre los puntos de Georreferenciación existentes entre los progresivas del km 135+000 al km 137+000 de la Carretera Central, tramo Tíclio – Morococha y estación topográfica nuevas, documentadas en campo.
- Levantamiento Topográfico de todo el sector de la carretera, con ancho de franja variable, de acuerdo al tipo de problema presentado, incluyendo perímetro de las lagunas Huacracocho, Churuca, pantanos, infraestructura vial existente (estructuras de contención, estructuras de sostenimiento, obras de arte, obras de drenaje, puentes, estructura de señalización, etc.).

Los trabajos de levantamiento topográfico se realizaron en coordenadas UTM WGS84. Para los trabajos de levantamiento de la franja de la vía, se ha hecho uso de una Poligonal Básica de Apoyo, de manera que los puntos de la Red Geodésica corresponden a BM's. De acuerdo a las condiciones de terreno se generaron Poligonales, con el fin de realizar los levantamientos topográficos en zonas donde no alcanza la

visibilidad desde los vértices de la Poligonal de Apoyo. Los trabajos del levantamiento de la franja de la carretera, han incluido el levantamiento de todas las estructuras existentes. La data contiene 3176 puntos.

#### 4.7.2. Parámetro de trazo

Tabla 1 Cuadro Datos Técnicos de Referencia

PROGRESIVAS		COORDENADAS (m)					
INICIO	FINAL	INICIO			FINAL		
		ESTE	NORTE	ELEV	ESTE	NORTE	ELEV
136+078.95	136+729.81	374195.88	8717682.8	4650.12	374504.79	817231.89	4648.35

El sector de la investigación se encuentra a una altura de 4680 msnm en promedio, abarca desde las progresivas km. 136+078 al km. 136+729 de la Carretera Central (tramo 2 de IIRSA CENTRO). El tramo Tíclio - Morococha, atraviesa un terreno progresivamente más escarpado, sorteando los obstáculos de la naturaleza, presentando por ello tramos estrechos y sinuosos, pasando por el Abra Anticonca (Tíclio) a unos 4818 msnm.



Figura N° 7 Sector inundable Km 136+078 – Km136+729

Vista en planta del inicio del sector de investigación donde se proyecta elevar la rasante de la carretera central el cual se inicia en el km 136+078. El sector tiene un desarrollo sinuoso, es importante indicar el trazo conserva la geometría en planta existente.



Figura N° 8 Inicio del proyecto de levantamiento de rasante km 136+078



Figura N° 9 Fin de la investigación de levantamiento de rasante km 136+729, existe un desfase de 270m entre las progresivas del Hito y las progresivas de puesta a punto.

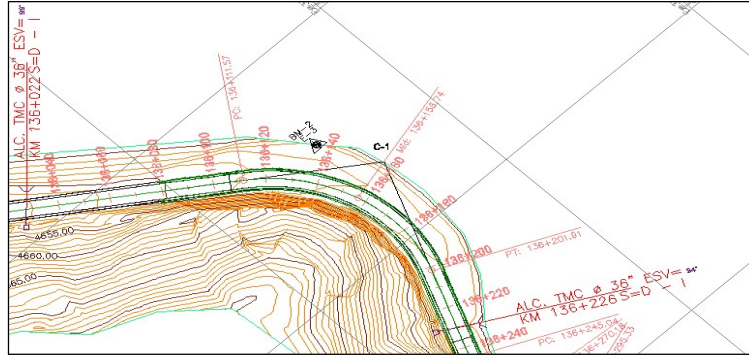


Figura N° 10 Km136+165, el trazo continúa con el PI-1 con deflexión a la derecha y radio 65m, longitud de curva 90.34m.

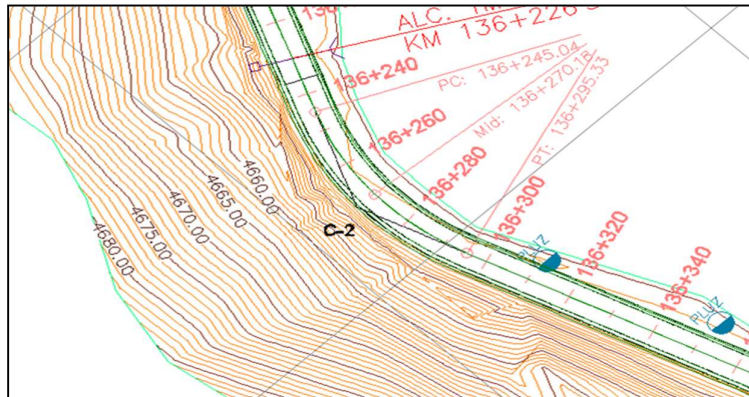


Figura N° 11 Km136+271.43, PI-2 con deflexión izquierda y radio 67m, longitud de curva 50.29m.

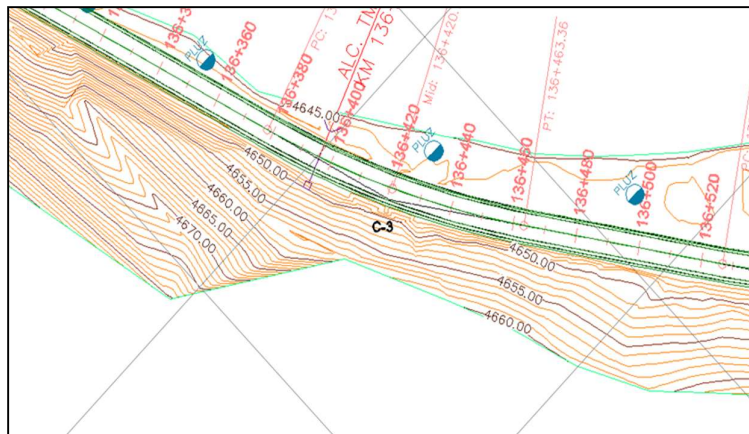


Figura N° 12 Km 136+421.05, PI-3 con deflexión izquierda y radio 280m, longitud de curva 85.28m.

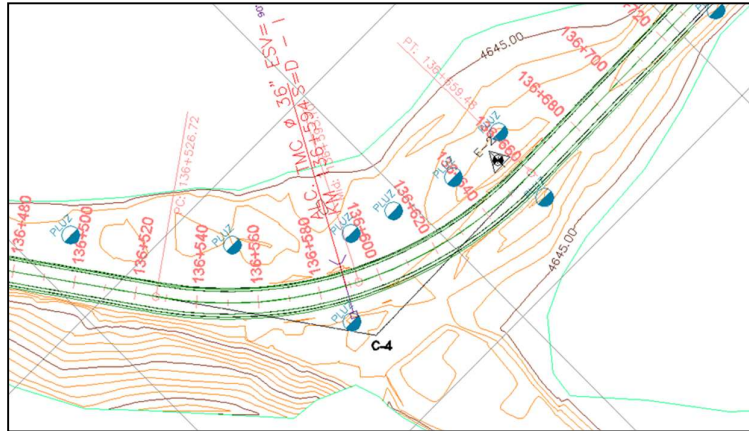


Figura N° 13 Km 136+598, PI-4 con deflexión izquierda y radio 136m, longitud de curva 132.76m.

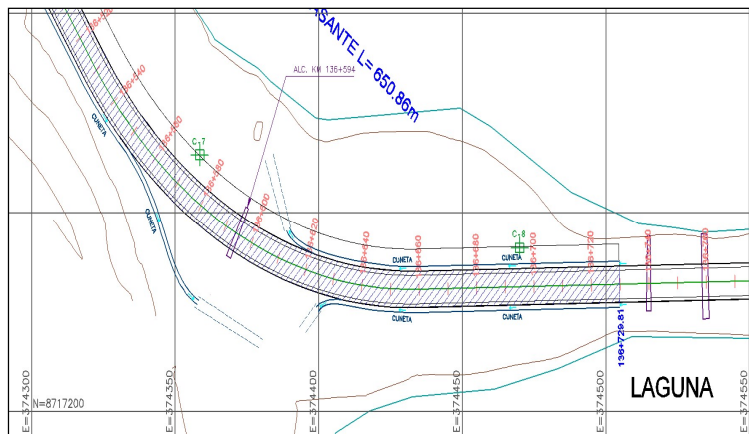


Figura N° 14 Km 136+729, Punto final del proyecto de levantar la rasante.

### Por su función y servicio

La carretera IIRSA centro conecta los departamentos de Lima, Junín y Pasco, y por ello su función y servicios que presta forman parte de la Red Vial Primaria y pertenece al Sistema Nacional, conformado por carreteras que unen las ciudades importantes con puertos y fronteras.

### **Por la demanda de tráfico**

Según el Estudio de Tráfico realizado, habiéndose considerado el Tráfico futuro en el año horizonte del periodo de diseño de la carretera (20 años), el Índice Medio Diario Anual (IMDA), obtenido del Estudio de Tráfico, está en el rango de 4000 y 2000 veh/día y por lo tanto la carretera se clasifica en Primera Clase.

### **Por las condiciones orográficas**

De acuerdo a la presente investigación y a lo verificado en el Campo, para el tramo objeto de este estudio se encuentra en una topografía predominantemente accidentada (Tipo 3 y 4).

### **Vehículo de diseño**

El vehículo de diseño se debe seleccionar de tal manera que represente un porcentaje significativo del tránsito que circulará por el futuro sistema vial, en este sentido y atendiendo a los datos del estudio de tránsito, se ha tomado como vehículo de diseño un semirremolque tándem tipo T3S3.

Las características de este tipo de vehículo, que se recogen son las siguientes:

Tipo de vehículo: SEMIREMOLQUE

- Nomenclatura: T3S3
- Alto Total: 4,10m
- Ancho Total: 2,60m
- Largo Total: 16,70m
- Longitud entre ejes: 4,90m/7,90m
- Radio mínimo rueda externa delantera: 13,70m
- Radio mínimo rueda interna trasera: 5,90m

Como características generales se adoptará, una geometría que permita que todos los vehículos contenidos en las normas DG-2018 puedan circular con seguridad y comodidad.

### **Velocidad directriz**

Las características particulares de la vía la velocidad directriz es de 50 kilómetros por hora.

### **Visibilidad**

El sector de la investigación donde se levantará la rasante presenta buena visibilidad tanto de forma descendente como ascendente.

### **Distancia de visibilidad de parada**

No será necesario este estudio, ya que se trata de un trazado existente, al que solo estamos levantando la rasante.

### **Distancia de visibilidad de adelantamiento**

Para este caso en particular se utilizarán los elementos de la Tabla 205.03 del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG 2018). En los que se establece para una velocidad de 50km/h una distancia de paso de 345 m.

Este sector por la configuración del trazado y las barreras naturales existentes no se permite adelantar tal como viene funcionando hoy.

### **Ancho de la calzada**

Para el cambio de un ancho de calzada de 7,20 m en tramos en tangente a uno de 7,80 m en tramo en curva con sobreancho se desarrollará con una transición de 20 m de longitud a cada lado de la curva horizontal.

### **Ancho de bermas**

De acuerdo a la clasificación de la carretera según la demanda y orografía, se debería adoptar un ancho de berma de 2,60 m, pero por las prescripciones recogidas en los términos de referencia del contrato de concesión que de la administradora concesionaria brinda, se adopta un ancho de berma de 1,00 m. a ambos lados, excepto en la zona adyacente al talud de roca que tiene un ancho de berma de 0.50m.

### **Bombeo**



Dependiendo de la precipitación de la zona (< 500 mm/año) y del tipo de superficie de rodadura, que en este caso es pavimento superior (carpeta asfáltica), el bombeo adoptado es del  $b = 2,5 \%$  debido a que la topografía mínima excepcional de 0% en segmento del sector del proyecto.

Tabla 2 Bombeos de la calzada

Tipo de Superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación: <500 mm/año	Precipitación:>500 mm/año
Pavimento Superior	2.0	2.5
Tratamiento Superficial	2.5(*)	2.5 - 3.0
Afirmado	3.0 - 3.5(*)	3.0 - 4.0

(\*) En climas definitivamente desérticos se pueden rebajar los bombeos hasta un valor límite de 2%

### **Peralte**

El peralte máximo normal adoptado será de 6% aunque se permite hasta un máximo absoluto de 12%.

### **Radio mínimo en curvas horizontales**

Los radios mínimos a emplear para Área Rural (Tipo 3 ó 4), están en función de la velocidad directriz y del peralte máximo.

En el presente estudio, la geometría en planta viene predeterminada por la vía actual, con lo que los radios diseñados son los obtenidos del levantamiento topográfico de estas zonas.

### **Curvas de transición**

Se adoptará en todos los casos como curva de transición la clotoide, cuya ecuación intrínseca es:

$$R \times L = A^2$$

Siendo:

- R: radio de curvatura en un punto cualquiera.
- L: Longitud de la curva entre su punto de inflexión (R = infinito) y el punto de radio R.
- A: Parámetro de la clotoide, característico de la misma.

Para velocidades de 50 Kph en radios mayores a 225 m no es necesario disponer de curvas de transición, tal como se recoge en la siguiente tabla.

Tabla 3 Radios sobre los cuales se puede prescindir de la curva de transición

V (kph)	50
R (m)	225

### **Sobreancho**

Los valores de sobreancho adoptados serán múltiplos de 0,10 m y están en función de la velocidad directriz y del radio de cada curva horizontal.

En este sector, la vía existente está condicionada a dos barreras naturales como el talud de roca (lado derecho) y la laguna Churuca (lado izquierdo) por tanto todas las curvas presentan sobreanchos reducidos, menores a los recomendados en los manuales de carreteras.



Figura N° 15 Km 136+165, Curva C1, observar limitaciones geográficas de la zona.

Para las curvas del tramo a elevar rasante, el Sobreancho está limitado, y por ende se asumirán las mismas que tiene actualmente, cuya dimensión es de 0.60m.

### **Pendientes máximas**

La pendiente máxima normal que estamos adoptando para una vía de Primera Clase como es este caso es de 7%; y la pendiente mínima de 0.50%, pudiéndose adoptar excepcionalmente de 0.00% siempre y cuando se asigne un bombeo de 2.5%.

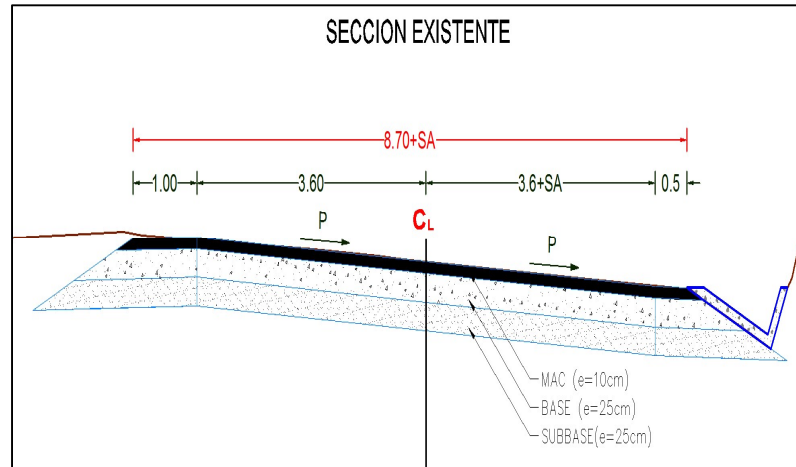


Figura N° 16 Sección transversal existente en el tramo

#### 4.7.3. Parámetro geológico y geotécnico

El sector inundable (km 136+078 al km. 136+729) se ubica sobre el sector Occidental de la Cordillera de los Andes. Regionalmente, se ubica al lado este del Divortium Aquarum, el cual divide las aguas que drenan a la cuenca del Pacífico y el Atlántico, sobre la unidad Geomorfológica de Altas Cumbres. Localmente el sector se encuentra ubicado en la parte baja de la ladera del Cerro Natividad y en la margen oeste y sur de la Laguna Churuca. Su ubicación geográfica hace que esta área posea un clima frío y seco con 2 estaciones bien marcadas, típico de zonas de cordillera.

La configuración geológica de esta área la constituyen un conjunto de afloramientos rocosos de naturaleza ígnea del tipo hipabisales (andesítica) e intrusivas (diorita) en parte cubierta por depósitos morrénicos y antrópicos (relaves y desmonte mineros).

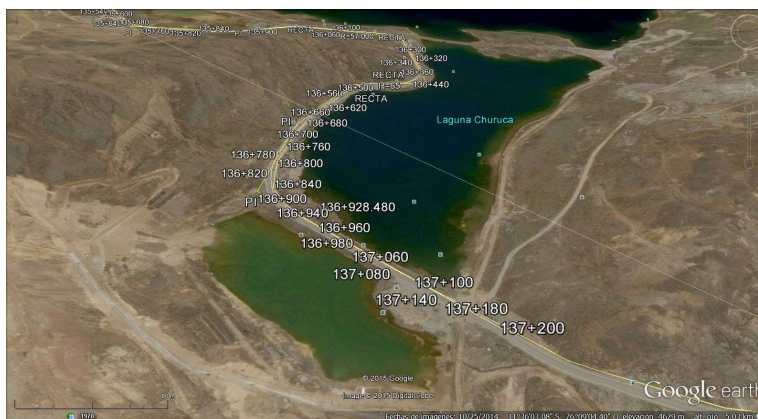


Figura N° 17 Imagen de Satélite donde se puede apreciar las características topográficas de la zona de estudio.

Fuente Google Earth.

Dentro del sector de investigación se ha identificado un tramo entre las progresivas Km 136+078 al Km. 136+729 donde se ha registrado inundaciones producidas por el incremento del nivel de aguas de la Laguna Churuca, en los periodos de fuertes lluvias.

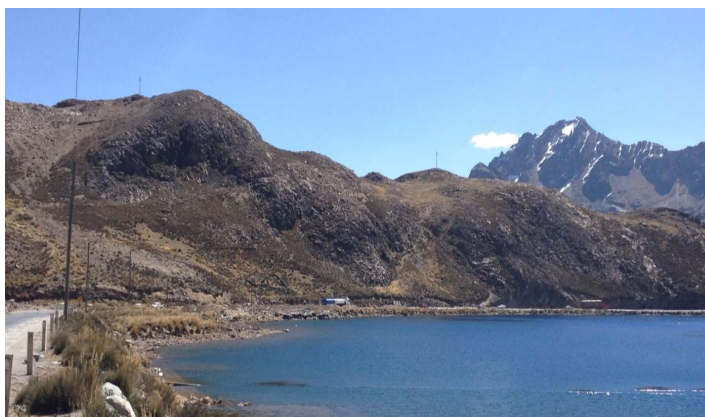


Figura N° 18 Vista de la carretera afectada entre el Km 136+078 al Km. 136+729. En la imagen se puede apreciar que el nivel de aguas de la quebrada Churuca se encuentra muy próximo al nivel de la carretera actual.

### Contexto geológico regional

Regionalmente la zona de estudio está ubicada en la parte central de la Cordillera de los Andes del Perú, al lado este del Divortium Aquarum, el cual divide las aguas que drenan a la cuenca del Pacífico y el Atlántico. El principal rasgo topográfico del lugar lo constituye el Nevado Anticona, el cual se encuentra conformado por una cadena de montañas de dirección NE con elevaciones entre 5,000 a 5,100 msnm.

Este territorio forma parte de la unidad Geomorfológica de Altas Cumbres, la cual se encuentra conformado por las partes más altas de la Cordillera Occidental, presentando una topografía abrupta con marcado modelado glaciar; también abarca valles glaciares con presencia de lagunas glaciares.

La configuración geológica de esta área la constituyen un conjunto de afloramientos rocosos de naturaleza ígnea del tipo intrusivos (diorita) e hipabisales (andesítica porfiríticas) en parte cubierta por depósitos glaciares y antrópicos (desmontes mineros y civiles).

### **Geología local**

Localmente la zona de investigación se encuentra ubicada en la parte baja de la ladera del cerro Natividad, el cual presenta una topográfica moderada a ondulada con pendientes entre 20° a 30°, en la margen oeste y sur de la Laguna Churuca, la cual presenta un espejo de agua de 0.77 km x 0.25km. La laguna ha sido parcialmente modificada con la construcción de la carretera, lo que ha originado que esta sea

dividida en 2, construyendo un terraplen en la parte sur de la laguna para el cruce de la carretera.

### **Litoestratigrafía**

El área de estudio se encuentra conformado por un substrato rocoso constituido por afloramientos intrusivos del tipo dioritas y hipabisales del tipo andesita porfírica, la cual aflora en los alrededores donde presentan una coloración gris a verde grisáceo, de resistencia muy dura, escasamente alteradas, parcialmente fracturados con juntas menores de 1 mm y medianamente rugosas. En la zona de estudio afloran entre las progresivas km. 136+080 al km 136+380 y km 136+415 al km 136+430, en donde se muestran en los taludes de corte, los que presentan buen comportamiento geotécnico, con taludes de corte estables de mayores a 10 m de 8:1 (H:V).



Figura N° 19 Afloramiento ígneo a la altura de la progresiva Km 136+080, sobre el talud superior, el mismo que se proyecta en el talud inferior (línea entrecortada roja).



Figura N° 20 Detalle del afloramiento de dioritas

Entre la progresiva Km 136+610 al Km 136+900 se aprecia la presencia de depósitos antrópicos, constituidos por rellenos granulares GM-GP, los cuales conforman un terraplén construido para la carretera cruce la laguna Churuca.

Entre la progresiva Km 136+610 al Km 136+900 se aprecia la presencia de depósitos antrópicos, constituidos por rellenos granulares GM-GP, los cuales conforman un terraplén construido para la carretera cruce la laguna Churuca.

En los alrededores del sector sur de la laguna se observa depósitos provenientes de la actividad minera depositados a media ladera.





Figura N° 21 Vista panorámica de los depósitos antrópicos que se ubican sobre el talud superior, producto de la actividad minera del lugar.

### **Geodinámica**

Este sector se encuentra afectado por el incremento del nivel de las aguas de la Laguna Churuca, por obstrucción de su drenaje natural, lo que causó que se inunde un tramo de carretera entre los progresivos Km 136+078 al Km. 136+729, afectando un total de 340 m de vía, teniendo su mayor afecto entre las de acuerdo al estudio de hidrología realizado el NAME de la laguna es 4646.50 msnm, en dicho escenario el nivel del agua llegaría hasta 0.35 m por encima de la carretera en el punto más deprimido de la vía (km 136+260). Se debe tener en consideración que la laguna tiene un drenaje natural, que en la actualidad debe estar colmatado y/o alterado.



Figura N° 22 Vista del sector sur de la laguna Churuca, donde se encuentra su desembocadura.

### **Causas de la inundación**

- Drenaje natural de la laguna colmatado y/o inoperativos, por agentes naturales y/o antrópicos
- Lluvias.
- Topografía.

### **Investigación Geotécnica Realizada**

- Levantamiento topográfico de detalle entre las progresivas Km 136+000 a Km 137+000.
- 3 calicatas de 1.50 metros C-06, C-07 y C-08.

### **Características Sísmicas de la Zona de Estudio**

**Zona Sísmica:** La zona sísmica correspondiente al área de estudio es = 4 (coeficiente de Aceleración  $0.29 < A$ ).

**Coefficiente de Sitió (S):** Toda el área de estudio presenta un suelo de Perfil Tipo I y II.

**El perfil de suelo Tipo I**, corresponde a la base rocosa, la cual presenta velocidades de onda superior a los 2,000 m/s, donde se cimentará el muro propuesto.

**El perfil de suelo Tipo II**, corresponde a un perfil compuesto de arcilla rígida o estratos profundos de suelos no cohesivos donde la altura del suelo excede los 60 m, y los suelos sobre las rocas son depósitos estables de arenas, gravas o arcillas rígidas. Por lo cual el coeficiente de sitio (S) = 1.2



Figura N° 23 Sección del Mapa Neotectónico del Perú, indicando la zona de estudio.

Regionalmente la zona de estudio muestra la presencia de fallas normales cuaternarias al lado oeste y hacia el este con dirección andina NW, las que eventualmente podrían ser reactivadas ya que corresponde a zonas sísmicas activas durante el presente siglo. En esta Zona los sismos tienen ocurrencia principalmente a profundidades intermedias entre 60 a 300km, siendo de naturaleza intermedia y pertenecen a unidades de deformación Mesozoicas y Paleozoicas.

El análisis y formulación de los parámetros sísmicos para el diseño de estructuras, ha sido definido dentro del marco conceptual básico del Manual de Diseño de Puentes DGSE – MTC y se ha definido el factor de aceleración máximo de terreno ( $Z$ ), (ver Mapa de Iso-aceleraciones - Apéndice A del Manual de Diseño de Puentes MTC) que se relaciona con la ubicación geográfica como la aceleración máxima del terreno con una probabilidad de 10 % de ser excedida en 50 años.

#### 4.7.4. Parámetro hidrológico y drenaje

Principales características de la estación meteorológica considerada para el análisis hidrológico. Para la estación considerada se indican el nombre, ubicación, variable climática monitoreada y período de registro.

Tabla 4 Estación Meteorológica considerada en el Estudio

Estación	Ubicación Política			Variables
	Distrito	Provincia	Departamento	
	Chicla	Huachochiri	Lima	Precipitación total diaria
Casapalca	Ubicación Geográfica		Altitud	
	Latitud	Longitud	(m.s.n.m.)	
	11°38' S	76° 14' W	4,214	

#### Clima y meteorología

El clima en el área de estudio es típico de los Andes Centrales Peruanos con fuertes cambios estacionales en la precipitación. La mayor

parte de la precipitación se produce durante los meses de verano (octubre a marzo) con estaciones de sequía durante los meses de invierno (abril a septiembre).

La descripción del clima comprende un análisis general del comportamiento temporal de los parámetros meteorológicos: precipitación, temperatura y humedad relativa.

### **Precipitación**

La precipitación se considera como la primera variable hidrológica y es la entrada natural del agua, dentro del balance hídrico de los agro-ecosistemas y de las cuencas hidrográficas. La precipitación del área de estudio presenta una fuerte variación a lo largo del año con dos periodos bien diferenciados: la temporada de lluvias (octubre a marzo), que concentra más del 75% de las lluvias ocurridas en el año, y la temporada seca (abril a setiembre). Los totales anuales medios de precipitación se sitúan entre 750 – 850 mm, aunque en años muy secos pueden descender a 400 mm y en años muy húmedos alcanzar los 1,200 mm. Una buena parte de la precipitación es sólida (nieve).

### **Temperatura**

La temperatura es de gran importancia dentro del ciclo hidrológico debido a que esta variable climática se encuentra ligada a la evapotranspiración y al periodo vegetativo de los cultivos. La temperatura en la zona de estudio presenta valores medios bajos a lo largo de todo el año, como corresponde a climas fríos, y una significativa

variación térmica a lo largo del día. Estos valores medios están en torno a los 4 - 5°C, alcanzando la amplitud térmica diaria (diferencia entre la temperatura diurna y nocturna) valores de hasta 20°C.

Estos valores se explican por la gradiente térmica vertical, relacionada directamente con la altitud, y la gran transparencia del aire, que no permite mayor retención de calor. Las temperaturas diurnas no superan los 12°C pese a la fuerte radiación solar mientras que las nocturnas pueden descender hasta valores de hasta -15°C. A lo largo del año la temperatura media se mantiene casi constante.

### **Humedad Relativa**

La humedad relativa de una masa de aire es la relación entre la cantidad de vapor de agua que contiene y la que tendría si estuviera completamente saturada; así cuanto más se aproxima el valor de la humedad relativa al 100% más húmedo está.

El aire es muy seco, como corresponde a la altitud de la zona, dada la baja tasa de evaporación. Esta extrema sequedad se traduce también en valores bajos de humedad relativa, a pesar de la facilidad con que el aire alcanza el punto de saturación. La humedad media anual en la zona alcanza el 65 a 70%.

### **Modelo hidrológico SMA (HEC-HMS)**

HEC-HMS inicialmente fue un programa para simular eventos concretos, aunque ahora dispone de métodos que permiten utilizarlo

como continuo, siendo uno de los métodos el modelo SMA (Continuous Soil-moisture Accounting).

El modelo SMA estima el exceso de precipitación rastreando la intercepción, infiltración, percolación, y evapotranspiración usando un modelo de almacenamiento de cinco capas, los almacenes incluyen intercepción de vegetación, depresión de superficie, perfil de suelo, agua subterránea superior y agua subterránea inferior.

Para la simulación del comportamiento de los niveles de agua en la laguna Churuca se hizo la combinación de los parámetros del modelo de cuenca, modelo meteorológico y de las especificaciones de control mencionadas anteriormente.

En base al modelo hidrológico utilizado, se obtuvieron diferentes niveles de agua que puede alcanzar la laguna Churuca para diferentes escenarios que se pueden presentar a la salida de la laguna (Niveles de agua elevados que obstruyen la libre descarga de las tuberías), los resultados se resumen en el Tabla 05.

Los resultados del Modelamiento y La representación gráfica de hidrogramas generados por el programa HEC-HMS se presentan en el en el anexo de la presenta investigación “INFORMACIÓN DE REGISTROS DE PRECIPITACIÓN Y EL MODELO HEC – RAS Hms.

Tabla 5. Niveles de laguna Churuca – Modelo HEC-HMS

Área de descarga de tuberías (%)	Área de descarga de tuberías (m2)	Volumen de Laguna Churuca (Hm3)	Nivel Laguna Churuca (m.s.n.m.)
100%	0.117	2.08	4646.45
75%	0.292	1.65	4644.34
50%	0.584	1.5	4643.5
25%	0.875	1.46	4643.31
10%	1.167	1.44	4643.22

### **Precipitación diaria**

Los caudales de descargas dentro de las microcuencas de drenaje serán estimados en base a la información de lluvias diarias registradas en la estación más cercana al ámbito de la zona de estudio, habiéndose identificado la estación Casapalca como la más adecuada para el análisis hidrológico.

En el anexo de la presente investigación se presenta la Información pluviométrica histórica de dicha estación en forma tabular.

### **Evapotranspiración**

La evapotranspiración potencial (ETP) ha sido analizada mediante el modelo de Hargreaves y Samani (1985), cuya ecuación es:

$$ETP = 0.0023 * (T_m + 17.8) * Ra * (T_{max} - T_{min})^{0.5}$$

Dónde:



Tm = Temperatura media (°C).

Tmax = Temperatura máxima (°C).

Tmin = Temperatura mínima (°C).

Ra = Radiación solar extraterrestre (mm/día)

Tabla 6 Evapotranspiración Potencial (mm/mes) - Estación Morococha

MES	DIAS	TEMPERATURA (C°)			RADIACIÓN SOLAR (mm/día)	ET <sub>o</sub> (mm/día)	ET <sub>o</sub> (mm/mes)
		MÁXIMA	MEDIA	MINIMA			
Ene	31	10.40	4.87	0.50	16.50	2.71	83.92
Feb	28	10.20	4.77	0.57	16.30	2.63	73.52
Mar	31	10.20	4.83	0.67	15.45	2.48	76.96
Abr	30	10.70	4.93	0.10	14.10	2.40	72.00
May	31	11.00	4.53	-1.50	12.65	2.30	71.21
Jun	30	10.60	3.77	-2.87	11.80	2.15	64.46
Jul	31	10.50	3.23	-4.20	12.20	2.26	70.14
Ago	31	11.10	3.63	-3.53	13.35	2.52	78.02
Set	30	11.10	4.13	-2.13	14.75	2.71	81.18
Oct	31	11.20	4.77	-0.70	16.20	2.90	89.93
Nov	30	11.50	5.20	-0.43	16.30	2.98	89.35
Dic	31	10.80	4.97	0.23	16.35	2.78	86.30

La ejecución de una simulación en el HEC-HMS, requiere las siguientes especificaciones:

- El primer conjunto, llamado Modelo de la Cuenca (Basin Model), permite la representación del sistema físico con los siguientes elementos: Subcuenca, tramos de tránsito, uniones, embalses, fuentes, sumideros (sink) y derivaciones, así como la inclusión de las

características morfométricas y de condición del suelo para cada uno de ellos.

- El segundo conjunto llamado Modelo Meteorológico, permite seleccionar uno de siete patrones de precipitación (tipos de hietogramas) del evento de tormenta que más se ajuste a las posibles condiciones de la cuenca, incluyendo la introducción manual de los datos de la lluvia de diseño.
- El tercer conjunto, llamado Especificaciones de Control, incluye las fechas de inicio y culminación de los datos de lluvia y caudal para la simulación (u optimización) y los intervalos de tiempo para realizar los cálculos.

Para la modelación de la subcuenca se definieron gráficamente la distribución de los elementos hidrológicos (Subcuencas, uniones y salida del sistema). En cada elemento hidrológico se asignó parámetros y atributos.

### **Modelo de la cuenca**

Se introdujo parámetros para el cálculo de la Tasa de pérdida, transformación de la lluvia en escurrimiento y tránsito en reservorios.

### **Perdidas.**

Para el cálculo de las tasas de pérdidas se utilizó el método continuo de la humedad del suelo”). Este es el método más adecuado para

utilizar HMS como modelo continuo. Tiene en cuenta cinco niveles distintos en los que la precipitación puede ser retenida o almacenada: vegetación, retenciones superficiales, suelo, acuífero 1 (superficial) y acuífero 2 (más profundo).

### **Transformación**

Para la transformación de la lluvia en escurrimiento se utilizó el siguiente método:

- Hidrograma Unitario SCS, que requiere el SCS Lag (tiempo de retardo), el cual es calculado de la siguiente manera:

$$\text{SCS Lag (hr)} = 0.6 * T_c \text{ (hr)}$$

$$T_c = 0.000325 \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}} \quad \dots\dots \text{(Formula de Kirpich)}$$

Donde:

$T_c$  = Tiempo de concentración en horas

$L$  = Longitud del curso principal en metros

$S$  = Pendiente a lo largo del cauce en m/m

### **Flujo base**

Determina la contribución de flujo base en el hidrograma de la subcuenca.

### **Tránsito de avenida en reservorios**

El tránsito de avenidas en reservorios es una técnica que se emplea para conocer el cambio de forma y el desplazamiento en el tiempo del hidrograma de entrada y salida de un reservorio. Para el presente estudio, la laguna Huacracocho y Churuca funcionan como reservorios; la primera tiene un vertedero de salida mediante el cual vierte sus aguas excedentes hacia la laguna Churuca, y esta última descarga sus aguas mediante dos tuberías TMC de 48" cada uno. Para transitar el hidrograma de entrada y salida de las lagunas, el sistema requiere datos referentes a las características de las estructuras de salida de las lagunas y la relación Altura - Área – Volumen de Almacenamiento de las mismas (obtenida a partir de los planos topográficos de la laguna).

### **Modelo Meteorológico**

El modelo meteorológico calcula la entrada de precipitación que requiere un elemento de subcuenca. Para tal fin se utilizaron un evento de precipitaciones iniciándose a las 00:00 del 31 de agosto de 2006 y terminando a las 00:00 del 30 de abril de 2007.

### **Especificaciones de Control**

En esta parte del modelo se ingresa el tiempo de simulación para el hidrograma y el intervalo de tiempo (dt) o nivel de discretización. Por

regla general, el nivel de discretización (dt) debe ser menor a 1/3 del tiempo de retardo.

#### **4.7.5. Parámetro de suelos y pavimento**

Los Diseños se han efectuado de acuerdo a las exigencias del Contrato de Concesión, por lo que se ha utilizado la metodología AASHTO en su versión 1993.

La característica de la pavimentación es un sector pequeño de la Carretera Central, por lo que lo recomendable es colocar la misma estructura de pavimento existente, a fin de uniformizar estructuralmente la vía.

#### **Consideraciones para el Diseño de Carpetas Asfálticas en Zonas de Altura.**

Los pavimentos ubicados en zonas de altura, son afectados por una serie de factores climatológicos, como temperaturas bajas, gradiente térmico, radiación solar intensa, y, efectos de flujos de agua superficial y subterránea, que determinan su deterioro prematuro y acelerado.

Para dar solución al problema de diseñar y construir los pavimentos, de manera tal que puedan mantenerse estándares de performance adecuados, y, sobre todo, cumplirse con los períodos de diseño establecidos, se han elaborado métodos y criterios basados en la experiencia propia, muchos de los cuales han tenido un proceso evolutivo y otros, aún, se encuentran en fase de “experimentación”.

### Consideraciones de Clima.

Se ha recopilado información meteorológica conteniendo los siguientes parámetros: Altitud, temperatura media diaria, temperatura mínima absoluta diaria, temperatura máxima absoluta diaria, precipitación media mensual, velocidad y dirección del viento, radiación solar, etc.

Tabla 7 Estaciones Hidrometereológicas

Estación	Altitud msnm	Latitud	Longitud	Tipo	Periodo de registro
SANTA EULALIA	982	11°55´	76°40´	MT	1977 -2002 2004 - 2009
MATUCANA	2479	11°50´	76°22´	MT	1977 -2007
SAN JOSE DE PARAC	3866	11°48´	16°15´	MT	1981 - 2009
CASAPALCA	4214	11°38´	76°14´	MT	1988 -1989 1992 - 2009
MARCAPOMACOCHA	4479	11°24´	76°19´	MT	1975 -1999 2002 - 2009

La vía atraviesa un ecosistema de ambiente semiárido con precipitaciones pluviales veraniegas que aumentan con la altitud, la que determina la disminución de la temperatura.

Las temperaturas bajas afectan las propiedades reológicas del asfalto y en consecuencia las propiedades físicas de las mezclas, originando el fisuramiento de las capas asfálticas, por contracción

térmica y/o por el incremento de la rigidez con la acción combinada del tráfico pesado.

### **Tramo de diseño**

Para calcular el periodo de vida útil del pavimento requiere que previamente se definan los criterios y el orden de prioridad de las variables que definen cada tramo, tal como lo señala la metodología de diseño AASHTO en el capítulo 3 de la guía de diseño. Las variables empleadas para calcular tiempo de vida útil se indican a continuación en el correspondiente orden de importancia en el que se efectuó la sectorización del tramo de análisis:

- Suelo de fundación, expresado como Módulo Resiliente.
- Estructura (tipo de pavimentos y capas que lo componen)
- Clima, expresado como temperatura media anual.
- Tránsito, expresado como número de repeticiones de ejes equivalentes.
- Tiempo de vida útil de acuerdo al tráfico.

En el caso de la presente investigación se ha considerado como un solo tramo de análisis debido a su corta longitud.

Tabla 8 Consideraciones Diseño

IIRSA CENTRO TRAMO 2	del Km	al Km
Puente Ricardo Palma - La Oroya	129+350	139+900

DATOS DE DISEÑO	Total	Construcción por Etapas	
Periodo de diseño en años	22	6	14
Ejes equivalentes de diseño (ESAL)	7.51E+07	1.38E+07	3.80E+07
Índice medio diario anual Inicial (IMDA)	31.37		
Año de medición del IMDA	2012		
Tasa crecimiento ponderada	3.74		
Factor de confiabilidad <sup>®</sup>	90	96.5	96.5
Desviación Estandar normal (Zr)	-1.3	-1.8	-1.8
Desviación Estandar total (So)	0.4	0.4	0.4
Serviciabilidad inicial (Pi)	4	4	4
Serviciabilidad final (pt)	2.5	2.5	2.5

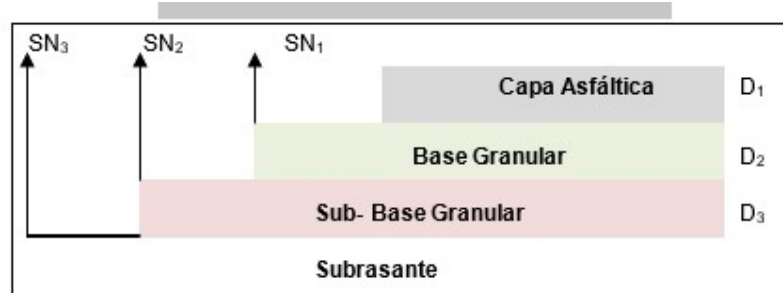
A partir del espesor existente, con las características de los materiales disponibles y condiciones medioambientales, se calcula la cantidad de ejes equivalentes que soportará el pavimento y establecer hasta qué año durará el pavimento.

El número estructural es un valor a dimensional que representa una equivalencia numérica de la capacidad estructural del pavimento y se calcula como:

$$SN = \sum a_i \cdot D_i \cdot m_i$$

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$





Donde:

$a_j$ : coeficiente de capa en función de las propiedades de los materiales.

$D_i$ : espesores.

$m_i$ : coeficientes de drenaje.

### Coefficientes de Capa

$$a_2 = 0.249 ( \log_{10} EBS ) - 0.977$$

$$a_3 = 0.227 ( \log_{10} ESB ) - 0.839$$

Donde:

EBS: módulo resiliente de la base.

ESB: módulo resiliente de la subbase.

Los resultados se resumen en el siguiente cuadro:

Tabla 9 Coeficiente de Capa

CAPA	CBR (%)	Mr (Psi)	Coefficiente Estructural
------	---------	----------	--------------------------

Carpeta Asfáltica		420,000.00	0.420
Base Granular	100	30,000.00	0.140
Sub Base granular	40	17,000.00	0.120

### Consideraciones de Drenaje

El drenaje está considerado dentro del diseño como un factor que afecta directamente el coeficiente de capa y se estima en función del porcentaje de tiempo que la estructura está próximo a la saturación y de acuerdo a la calidad del drenaje.

La saturación de la estructura está en función de las características granulométricas de los componentes del pavimento y de la porosidad, así como del caudal de agua que pueda ingresar por precipitaciones fluviales, capilaridad o nivel freático.

En la Tabla 10. Valores del Coeficiente de Drenaje, se muestra los valores recomendados para modificar los coeficientes de capas de base y sub-base granular, frente a condiciones de humedad.

Tabla 10 Valores del Coeficiente de Drenaje

Calidad de Drenaje	Término Remoción de Agua	% de Tiempo de exposición de la estructura del pavimento a nivel de humedad próximos a la saturación		
		<1%	1-5%	5-25%
Excelente	2 horas	1.40 - 1.35	1.35 -1.30	1.30 - 1.20
Buena	1 día	1.35 -1.25	1.25 -1.15	1.15 - 1.00

Aceptable	1 semana	1.25 -1.15	1.15 -1.05	1.00 - 0.80
Pobre	1 mes	1.15 - 1.05	1.05-0.80	0.80 -0.60

En la investigación, la estación húmeda lluviosa se presenta generalmente de noviembre a marzo, extendiéndose hasta el mes de abril, pero con una pluviosidad menor, siendo de intensidad máxima en los meses de enero a febrero, prolongándose hasta marzo en forma intermitente. Adicionalmente el suelo de la subrasante. En base a las condiciones climáticas, y a las condiciones particulares donde se desarrolla el tramo en estudio, así como la habilidad de las capas granulares para drenar el agua; se estima que el tiempo de exposición de la estructura a nivel de humedad próxima a la saturación es menor al 1%, calidad de drenaje “Aceptable”.

### **Número Estructural del pavimento establecido**

El número estructural se calcula con la siguiente ecuación:

$$SN = \sum a_{(i^*)} D_{(i^*)} m_i$$

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

$$SN = 0.420 \times 4 + 0.140 \times 10 \times 1.10 + 0.120 \times 10 \times 1.10$$

$$SN = 4.54$$

### **Cálculo de Ejes Equivalentes que resistirá el pavimento**

Para hacer el cálculo de ejes equivalentes que soportará la vía, se requiere conocer los siguientes parámetros:

## Suelo de Fundación

De acuerdo a lo indicado en la presente investigación, la hipótesis plantea una estructura de pavimento no convencional que tiene, por consiguiente, la de elevar la rasante de tal manera que toda la estructura del pavimento quede fuera del alcance del agua, considerando además un borde libre de 0.60m, esto se traduce en la modificación del perfil de la vía entre las progresivas Km 136+078– Km 136+729.

Se plantea un enrocado de pedraplén debido a que existe riesgo de inundación. La sección es variable, y va desde 0.30m (espesor mínimo) hasta 1.20m en la parte más baja. Sobre el enrocado se debe colocar un geotextil y sobre éste, una transición de agregado pétreo tipo subbase con espesor de 20cm.

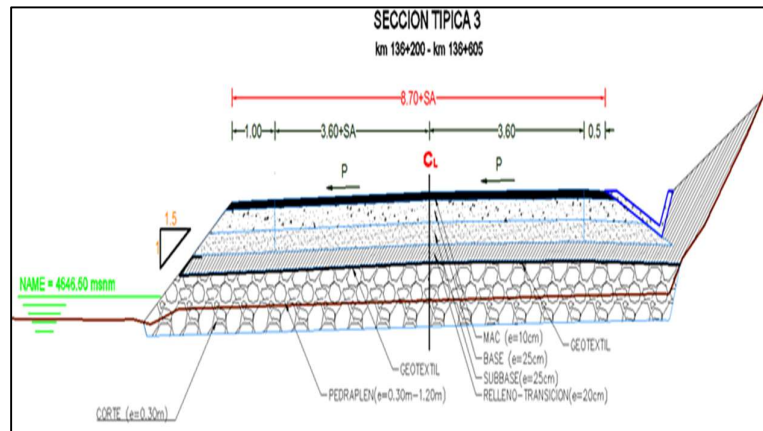


Figura N° 24 Sección típica de la estructura de pavimento no convencional.

## Capacidad de Soporte del Suelo y Cálculo del C.B.R de Diseño.

El Valor de Módulo Resiliente se puede determinar a través de los ensayos dinámicos y de repeticiones de carga mediante el Ensayo del mismo nombre, sin embargo, la guía AASHTO reconoce que muchas

agencias no poseen los equipos para determinar el Mr y propone correlaciones con el C.B.R para calcular su valor.

Tabla 11 Fórmula AASHTO para calcular Módulo Resiliente con el CBR

Formula	C.B.R.
$Mr = 4326 \times \ln CBR + 241$	Suelos Granulares

### Confiabilidad

Si bien es cierto que los estándares de diseño de USA (AASHTO 1993 y FHWA) son más exigentes que los estándares nacionales, la confiabilidad elegida para todo el periodo de diseño de 22 años de la carretera IIRSA Centro Tramo II es de 90%, siguiendo lo establecido en el estudio de Puesta a Punto.

Sin embargo, para el reducido sector se ha considerado 95%.

La confiabilidad para una construcción por etapas se calculó con la siguiente expresión (Huang, Pavement Analysis and Design):

$$R_{stage} = (R_{overall})^{1/n}$$

Donde:

n: número de periodos

Se muestran los Valores de la Desviación Standard Normal, que se adopta en base al Nivel de Confianza seleccionado. Según la Guía de Diseño AASHTO, resulta un ZR de -1.645.

So, es la desviación estándar de la población de valores obtenidos por AASHTO. Considerando que se ha efectuado un estudio de tráfico detallado que ha incluido censos de vehículos y de cargas, se adopta para pavimento flexibles un valor  $S_o = 0.45$ . Además, porque la estructura del pavimento se apoyará sobre un terraplén eliminándose la incertidumbre en el comportamiento de la subrasante.

### **Serviciabilidad**

La serviciabilidad es un parámetro que relaciona la condición funcional con la condición estructural de la vía, existen ecuaciones que vinculan la serviciabilidad con la rugosidad, entre ellas se encuentra la establecida en el Ensayo Internacional sobre Rugosidad de Caminos, realizado en Brasil en 1982.

$$PSI = 5e^{IRI/5.5}$$

Donde:

PSI: serviciabilidad.

IRI: rugosidad.

No obstante, se considera como valores de serviciabilidad para el presente estudio los determinados por el Experimento Vial de la AASTHO por ser más conservadores.

Los índices de serviciabilidad inicial (po) y final -o terminal- (pt), deben ser establecidos para calcular el cambio total en serviciabilidad

que será incorporado en la ecuación de diseño del pavimento flexible en este caso.

El Índice de serviciabilidad Inicial ( $p_o$ ) es función del diseño de pavimentos y del grado de calidad durante la construcción. El valor establecido en el Experimento Vial de la AASHTO para los pavimentos flexibles fue de 4,2. En el diseño de la Carretera IIRSA Centro Tramo II, tomaremos el valor de  $p_o = 4.20$ .

El Índice de serviciabilidad Final ( $p_t$ ), es el valor más bajo que puede ser tolerado por los usuarios de la vía antes de que sea necesario el tomar acciones de rehabilitación, reconstrucción o repavimentación, y generalmente varía con la importancia o clasificación funcional de la vía cuyo pavimento se diseña, asumiremos para el diseño el valor de  $p_t = 2.50$ ., ya que se trata de una vía principal.

### **Cálculo de ejes equivalentes que resistirá el pavimento**

El número de repeticiones equivalentes a un vehículo de 18kips ó 8.2 ton que resistirá el pavimento se calcula resolviendo la siguiente ecuación:

$$\text{Log}_0(W_{18}) = Z_r * S_o + 9.36 * \text{Log}_0(SN+1) - 0.20 + \frac{\text{Log}_0 \frac{\Delta PSI}{4.2 \cdot 1.5}}{1094} + 2.32 * \text{Log}_0(MR) - 8.07$$

$$0.4 + \frac{1}{(SN+1)^{5.19}}$$

Donde:

W18: Número de repeticiones de eje equivalente (ESAL)

ZR: confiabilidad.

So: desviación estándar

SN: número estructural

$\Delta$  (PSI): Pérdida de serviciabilidad.

MR: Módulo Resiliente de la subrasante.

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento  
 Pavimento flexible  Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)  
95 % Zr=-1.645 So 0.45

Serviciabilidad inicial y final  
PSI inicial 4.2 PSI final 2.5

Módulo resiliente de la subrasante  
Mr 19565 psi

Información adicional para pavimentos rígidos  
Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi) Coeficiente de transmisión de carga - (J)  
Módulo de rotura del concreto - Sc (psi) Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis  
 Calcular SN SN = 4.54  
 Calcular W18 Ejes de 18 kips W18 = 34744006

Calcular Salir

Figura N° 25 Determinación de ejes equivalentes que resistirá el pavimento

$$W18 = 3.47 \times 10^7$$

### **Demanda de Ejes Equivalentes**



**a) Estación de conteo:**

Para la presente investigación se utilizó la información de las estaciones más cercanas.

Ubicación de las Estaciones de Conteo, Censo de carga y Origen/destino



Figura N° 26 EDI Obras de Puestas a Punto – Devian-des.

**b) Índice Medio Diario Anual (IMDA):**

Tabla 12 Tráfico Vehicular Promedio Diario Semanal Tramo 1.2: San Mateo – Morococha

SENTIDO	Ligero				Bus			Camiones		
	Auto	Cta	Rural	Micro	B2	B3	B4	C2	C3	C4
ENTRADA	770	258	203	34	102	211	58	265	198	52
SALIDA	782	233	211	26	81	178	56	255	192	34
AMBOS	1552	491	414	60	183	389	114	520	390	86
	Semitrailer				Trailer					
	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	3S3	2T2	2T3	3T2	3T3
ENTRADA	5	14	71	6	39	511	1	1	7	14
SALIDA	3	5	61	0	23	492	1	0	6	10

AMBOS	8	19	132	6	62	1003	2	1	13	24
TOTAL										
ENTRADA	2150									
SALIDA	2048									
AMBOS	5468									

El índice medio anual (IMDA2012), considerando el Factor de corrección señalado en la tabla 13, es de 5,244 vehículos, y la composición vehicular es ligeros (autos, pick up, camionetas rurales y micros) representan el 44.4%; y los vehículos pesados (buses, camiones y articulados) el 55.6%. Gráfico N° 26.

Tabla 13 Índice Medio Diario Anual (IMDA)

Factor de Corrección	SENTIDO	Ligero				Bus			Camiones		
		Auto	Cta	Rural	Micro	B2	B3	B4	C2	C3	C4
	ENTRADA	712	238	188	31	101	208	57	261	195	51
0.9253	SALIDA	724	216	195	24	80	178	56	252	190	34
0.9877	AMBOS	1436	454	383	55	181	386	113	513	385	85
		Semitrailer				Tráiler					
		2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	3S3	2T2	2T3	3T2	3T3
	ENTRADA	5	14	70	6	39	504	1	1	6	14
0.9253	SALIDA	3	5	60	0	22	498	1	0	6	10
0.9877	AMBOS	8	19	130	6	61	1002	2	1	12	24
TOTAL											
	ENTRADA	2705									
0.9253	SALIDA	2538									
0.9877	AMBOS	5244									

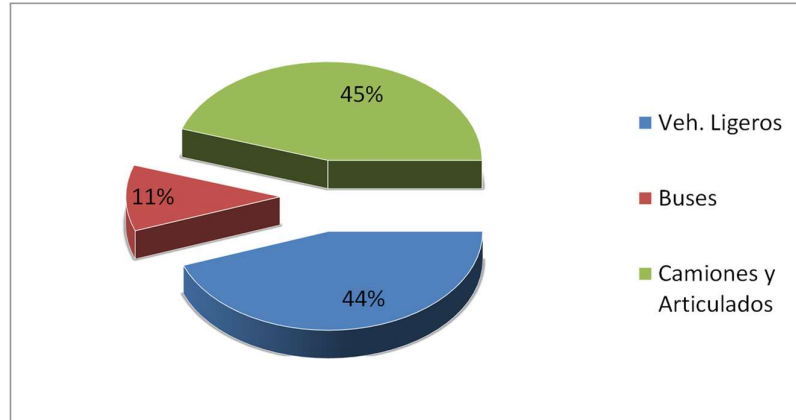


Figura N° 27 Composición del Tráfico, Fuente: EDI Obras de Puestas a Punto – Deviandes.

- Los Ejes Equivalentes que resistirá el pavimento propuesto son de  $3.47 \times 10^7$ .
- El IMDA para el tramo en estudio para el año 2012 es de 5244 veh/día y proyectándolo al año 2016 es de 6203 veh/día.
- Los Ejes Equivalentes para el año 2016 son de  $3.24 \times 10^6$ .
- Proyectándolo obtenemos:

#### 4.7.6. Parámetro del muro concreto ciclópeo

##### Tipología y modelo estructural

El tipo de muro a utilizarse en la investigación será del tipo muro de gravedad de concreto ciclópeo. Se diseña la sección del muro de modo que la mayor parte de ésta quede bajo la plataforma, sin requerir de espacio en planta añadido.

Este muro contendrá el material de relleno que sirve como base de la plataforma vial.

La pantalla será de un espesor variable a todo lo alto, evitándose en lo posible tracciones, de tal forma que no sea necesario el uso de refuerzo estructural.

EL muro se ubicará estratégicamente en la zona donde se requiere contener el material de pavimento no convencional para mantener el nivel de plataforma, sin rellenar sobre la laguna.

### **Criterios de diseño**

Los muros se han diseñado, de tal forma que cumplan con la normativa. Se han diseñado para resistir ante vuelco, deslizamiento, flotación y tracciones en su fuste derivadas de las acciones de cargas muertas, cargas vivas, empujes de tierras, empuje de sismo, empuje de agua, fuerza centrífuga vehicular y subpresiones.

Para el cálculo se consideró como unidades de cálculo el Sistema Internacional de unidades.

### **Bases de cálculo**

#### **a) Suelo**

Según la muestra de C-09/01 a una profundidad de 1.5 m, se determinó que la densidad húmeda y la densidad seca fue de 1.9 gr/cm<sup>3</sup>

y  $1.7 \text{ gr/cm}^3$ , asimismo se tiene para el ángulo de fricción de  $\phi=32.1^\circ$  y una cohesión de  $c=0.03 \text{ kg/cm}^2$ . Adicionalmente se conoce que el tramo en cuestión está cerca de una laguna, por lo que probablemente existirán empujes hidrostáticos.

#### **b) Acciones**

- Peso propio y carga muerta (D). Para la densidad del concreto en masa se tomó un valor de  $2320 \text{ kg/m}^3$
- Empuje al reposo de tierras en muros de sótano. Densidad de tierras  $1700 \text{ kg/m}^3$
- Empuje de agua. Se ha considerado el nivel freático a una profundidad de  $1.27 \text{ m}$  respecto a la cabeza del muro. Esto supone empujes horizontales y subpresiones verticales bajo cimentación.
- Carga viva (L). Sobrecarga vehicular repartida equivalente a  $1.2 \text{ m}$  de material de relleno.
- Acción sísmica (E). Se tomó en cuenta que los muros se ubican en la zona sísmica 2 (Norma RNE E060) ( $a=0.3 \text{ g}$ ), aunque, por estar cerca de la zona 3 ( $a=0.4 \text{ g}$ ), se ha considerado, por seguridad, un incremento en esta aceleración del suelo, por lo que el valor asumido para el diseño será de  $0.32 \text{ g}$ . Para modelar la acción sísmica se tomó en cuenta la teoría de Mononobe-Obake.

#### **c) Modelo de cálculo**

Se modela el muro como un sólido rígido macizo y homogéneo, compuesto por toda la masa del fuste y la zapata.

Se obtienen los esfuerzos debidos al empuje de tierras y agua y al empuje de las cargas vivas sobre la carretera, al peso de los materiales (tierras, concreto), y al sismo.

Con ellos, se obtienen las relaciones de equilibrio que se muestran a continuación.

Las dimensiones del muro de contención  $H=3.00$  m.

- Ancho de cabeza 0.30 m
- inclinación Trasdós  $71^\circ$
- Pendiente Intradós 1H:10V
- Ancho en el arranque del fuste 2.00m
- Altura de relleno sobre cara superior de zapata 2.20 m
- Longitud de puntera 0.30 m
- Longitud de talón 0.30 m
- Canto de cimentación 0.50 m

Según el perfil estratigráfico, se observa que a una profundidad de 1.00 m respecto a la cota del pavimento existente existe botonería embebida en la grava arcillosa, por lo que se recomienda cimentar los muros de contención en esta zona.

#### **4.7.7. Parámetro de drenaje superficial**

El sistema de drenaje superficial, considerado para evacuar las aguas de escorrentía de la vía, está formado por cunetas revestidas, de características geométricas e hidráulicas, según el comportamiento hidrológico.

Todos estos planteamientos fueron formulados en concordancia con los estudios de trazo, suelos.

#### **Cunetas laterales**

Criterios de diseño. El caudal máximo de diseño hidrológico para las cunetas revestidas fue definido por el Método Racional, cuyo resultado fue 55.00 l/s. Para este caudal el presente estudio ha considerado una sección típica igual al de las cunetas existentes en el área del estudio, la cual se describen a continuación:

Cuneta triangular. Revestido de concreto, se ubicará al pie del talud de corte longitudinalmente paralela y adyacente a la calzada de la vía. Con un ancho de 1.20 m., profundidad de 0.40m e inclinación del talud interno de 1:2.5 y talud externo de 1:0.5, este último puede variar de acuerdo al tipo de inclinación considerada en el talud de corte.

Para el diseño hidráulico de esta estructura se ha tomado en cuenta un borde libre debido al riesgo de producirse obstrucciones debido a materiales deslizados o desplomados desde los taludes de corte.

El detalle de las secciones geométricas y requerimiento hidráulico del tipo de cuneta propuesto en el presente estudio se muestra en los planos adjuntos en los anexos de la presente investigación.

### **Alcantarilla**

Está previsto intervenir en las tres alcantarillas que se encuentran en las siguientes progresivas:

- km 136+226
- km 136+391
- km 136+594

### **Ampliación del tubo de 36” de las tres alcantarillas**

Debido a la elevación de la rasante de la carretera los derrames del terraplén cubrirán las alcantarillas siendo necesaria la ampliación de la salida en las dos primeras y en la tercera a ambos lados.

### **Cabezal con alero inclinado**

Se proyecta la construcción del alero de salida de las dos primeras alcantarillas; y en la última alcantarilla se proyecta alero a la entrada y salida.

## **4.8. Aspectos éticos de la investigación**



Según Villegas Villegas, Marroquín Peña, et al. (2019). En su libro titulado “Teoría y prácticas de la investigación científica, tesis de maestría y doctorado” nos explica menciona que la investigación se realizará en concordancia con las buenas prácticas tendrá como evidencia su racionalidad, carácter sistemático, consistencia, pertinencia y sostenibilidad, también fundamentándose en el plano ético- axiológico, es decir en la dimensión moral – valórica, así, la presente investigación constituirá:

- Un compromiso con la humanidad, ya que garantizará su supervivencia, calidad de vida y desarrollo perfeccionaste.
- Presenta un sentido emancipatorio, porque se orienta a liberarnos de efectos o consecuencias fin estas de cualquier origen o índole, liberándonos de la ignorancia, inseguridad, etc.
- La asunción de una clara responsabilidad integral por parte del investigador acerca de las implicancias que genera su praxis.
- La asunción de un código o sistema ético-axiológico que sirva de guía de acción, factor de cohesión, forma de autogestión, criterio de evaluación y esencia de identidad. Un código en el que valores como la solidaridad, derechos humanos, conciencia ecológica, paz, justicia, equidad, trabajo en equipo, lealtad, empatía, tolerancia, eficacia-eficiencia-efectividad, etc.
- Un algoritmo y racionalidad inteligente, dialéctico, creador y flexible de procesos o secuencias complejas que implican fases esenciales como planificación, coordinación, sensibilización, involucramiento, aceptación, participación, información, búsqueda de consensos, etc.

En general, en la presente investigación se trata de garantizar idoneidad, buenas prácticas, protocolos adecuados, controles en la investigación científica, así como evitar que los problemas de ejecución y aplicación de la ciencia y la investigación científica, generen consecuencias negativas para la humanidad o su entorno, A nivel mundial, estos aspectos se hallan ya contemplados en la Declaración de Helsinki de 1964, en la Declaración de Tokio de 1975 y demás normas internacionales y nacionales.

## CAPÍTULO V

### RESULTADOS

#### 5.1. Descripción de resultados

##### Variable independiente estructura de pavimento no convencional

En la estructura de pavimento no convencional de la figura N° 29 el cual brinda el modelo de diseño en relación con la rasante actual del pavimento convencional que presenta la carretera central, del sector de Morococha, laguna Churuca, mismos que son analizados de manera que se pueda tener como principal característica en la apreciación del sector inundable evitar el desborde hacia la carretera central, el cual está modelado en el periodo de máximas avenidas, produciendo los desbordes, el análisis de la elevación de la rasante en función al pavimento no convencional constituye en el siguiente:

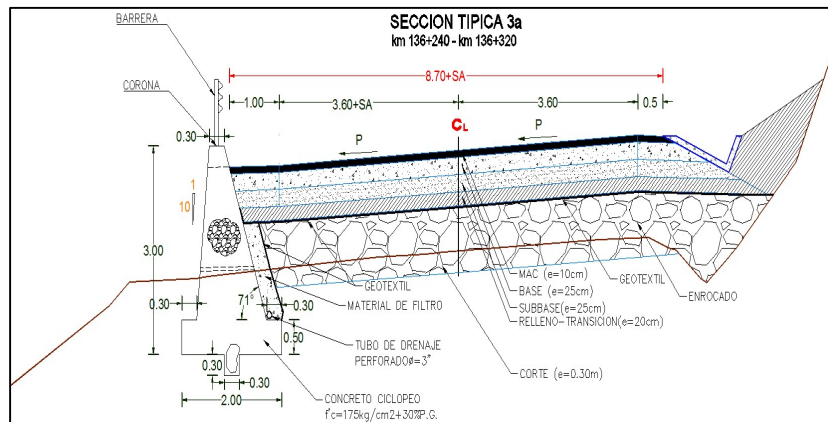


Figura N° 28 Sección típica del pavimento no convencional.

A consecuencia de las constantes precipitaciones y con el análisis estadístico del periodo de retorno ya analizado del sector inundable en la

presente investigación, produce el desborde de la laguna Churuca hacia el pavimento convencional existente, por ello en el análisis se realizó bajo las condiciones geométricas, geomorfológicas e hidrológicas, llega al resultado de obtener bajo principales características, el uso de geotextil, muro ciclópeo y el sistema de drenaje, incluidos monolíticamente en la estructura pavimento no convencional y elevación de la rasante del sector.

Se puede apreciar en el resultado de la figura N° 29 Histograma del comportamiento de pavimento no convencional vs pavimento convencional con la elevación de la rasante de la carretera central, que ante acción de desborde de la laguna Churuca, el comportamiento del pavimento no convencional y convencional, en el sector inundable, conllevan a determinar la influencia significativa que tiene ante el desborde de la laguna Churuca.

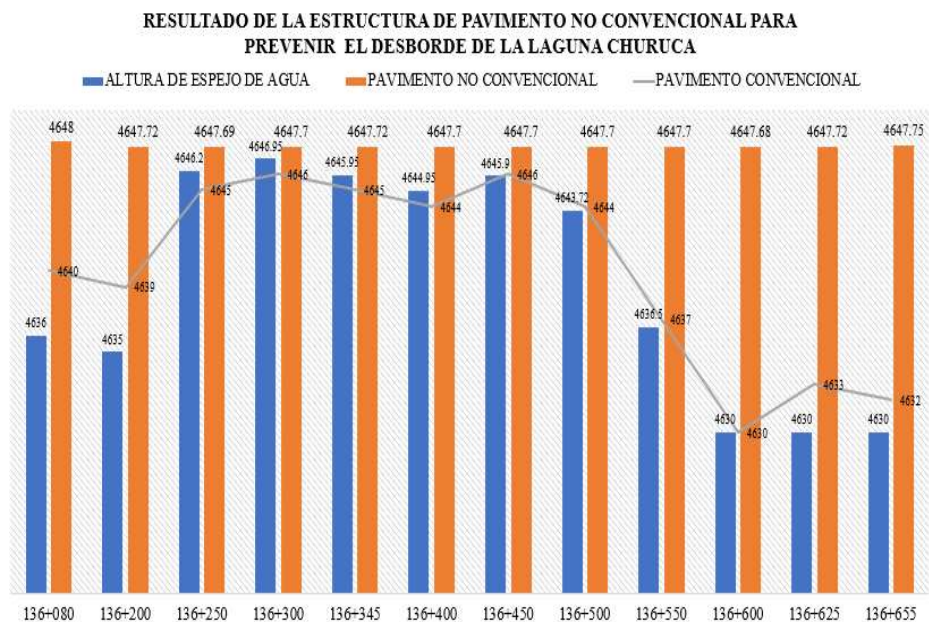


Figura N° 29. Histograma del comportamiento de pavimento no convencional vs pavimento convencional ante acción de desborde de la laguna Churuca

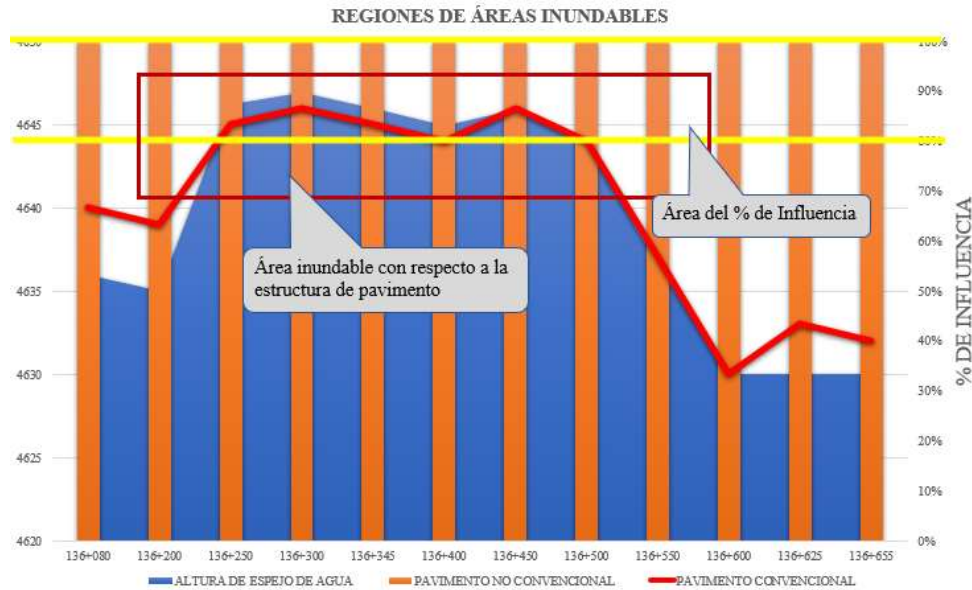


Figura N° 30. Histograma de regiones de áreas inundables.

En el gráfico N° 30 de regiones de áreas inundables, podemos apreciar que el pavimento no convencional tiene un 22.45% más de influencia al evitar el desborde de la laguna Churuca hacia la carretera, en relación al pavimento convencional que tiene áreas de desborde y de posible riesgo al usuario.

### Indicador geotextil

La aplicación del geotextil tiene como principal modelamiento el resultado de tener un pavimento no convencional de manera que trabaje bajos esfuerzos biaxiales, obteniendo como principal objetivo la reducción de espesores de capas en la base y/o subbase de la estructura de pavimento el aumento en la resistencia de esfuerzos a tracción, el cual permite un mejor desempeño en la estructura de pavimento no convencional, evitando también la contaminación de la sub base con la retención del material fino por erosión, el cual tiende a fallar por deformaciones de los vehículos especiales y filtración de agua.

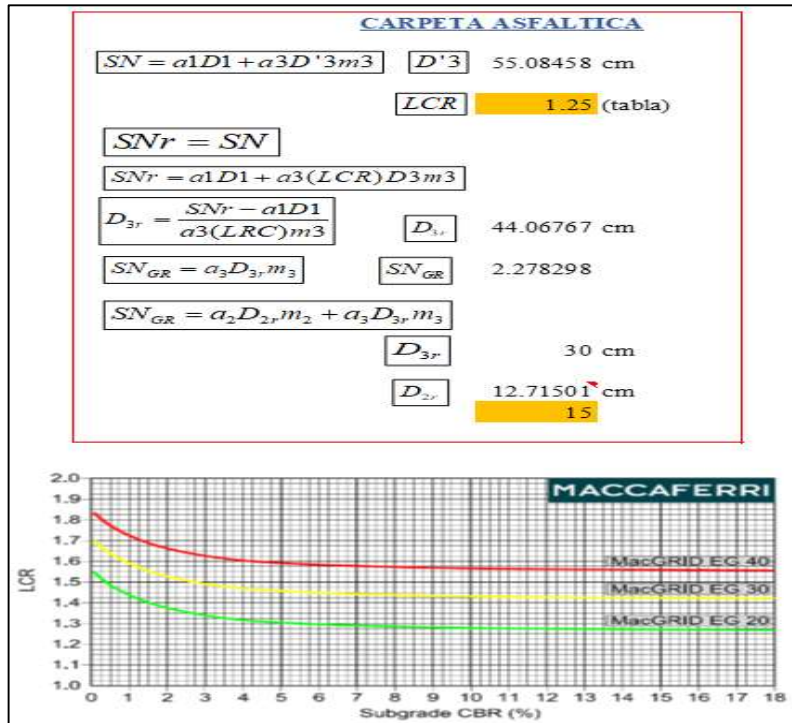


Figura N° 31. Reducción del espesor de la capa de sub base en la estructura de pavimento no convencional, utilizando geotextil biaxial.

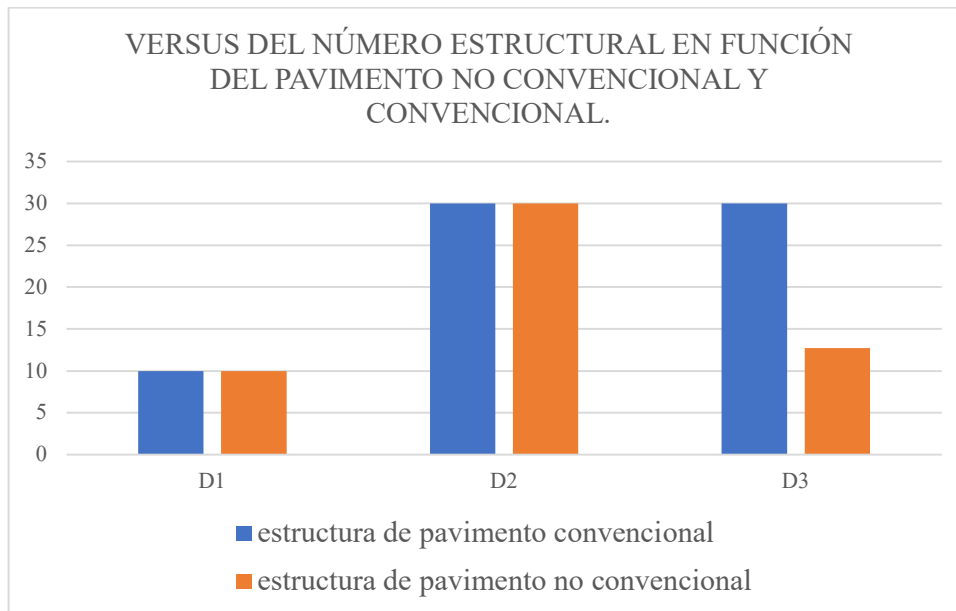


Figura N° 32. Versus del número estructura en función de la altura de pavimento.

Tabla 14. Porcentaje en reducción de espesores en el número estructural del pavimento.

Descripción de las partidas	Estructura de pavimento convencional	Estructura de pavimento no convencional
	Altura en (cm)	Altura en (cm)
Suma de espesores	70.00	52.71
Porcentaje de reducción en espesores	100%	57.33%

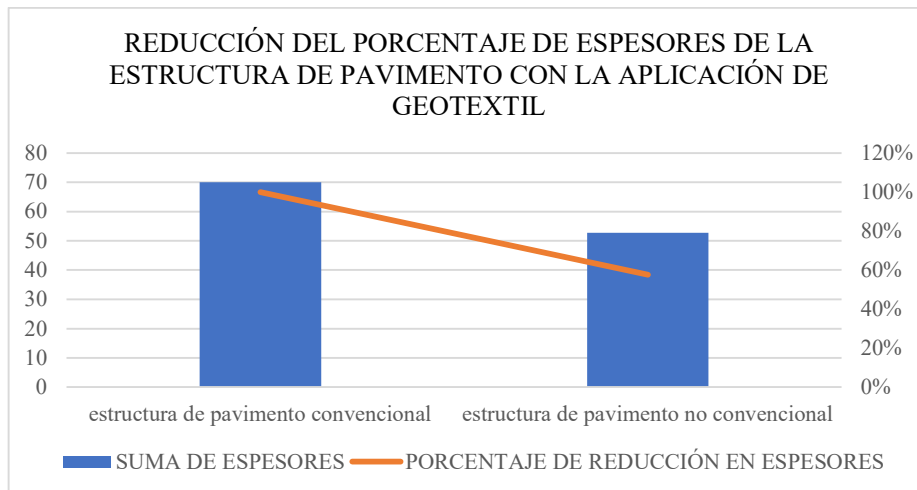


Figura N° 33. Reducción del porcentaje de espesores de la estructura de pavimento no convencional con la aplicación de geotextil.

Del gráfico N° 33 reducción del porcentaje de espesores de la estructura de pavimento con la aplicación de geotextil, se puede determinar que tiene una reducción 42.36% del espesor de la sub base de la estructura del pavimento no convencional y un aumento de desempeño en la resistencia a la tracción producido por las cargas vehiculares, lo que también conlleva a tener un mejor desempeño en la estructura de pavimento no convencional ya que tendrá como función el de soportar esfuerzos biaxiales, aumento de resistencia a la tracción,

evita la contaminación de la sub base y evita la filtración de agua por capilaridad de ascenso, con ello la erosión del material fino.

### **Indicador de muro de concreto ciclópeo**

El tipo de muro empleado monolíticamente en la estructura de pavimento no convencional es de gravedad en concreto ciclópeo, el cual es diseñado de modo que la mayor parte de ésta quede bajo la plataforma, sin requerir de espacio en planta añadido.

Este muro simulado es de un espesor variable a todo lo alto, evitándose en lo posible tracciones, de tal forma que no sea necesario de uso de refuerzo estructural, mismo que mantendrá el nivel de la plataforma, sin rellenar sobre la laguna, teniendo como desempeño la retención de fuerzas laterales producidos por los desbordes, así contando que este protegerá también a la estructura proyectada.

Según el perfil estratigráfico, se observa que a una profundidad de 1.00 m respecto a la cota del pavimento existente existe bolonería embebida en la grava arcillosa, por lo que se propone en la presente investigación, cimentar los muros de contención en esta zona.



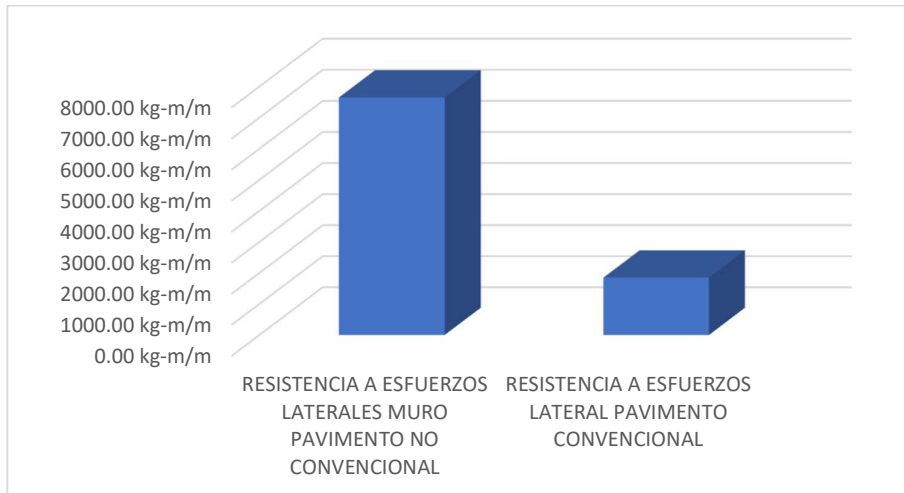


Figura N° 34. Estabilidad de esfuerzos ante presiones laterales producto al desborde de la laguna Churuca.

En el gráfico N° 34 se puede apreciar la resistencia de máximo esfuerzo lateral producido por la laguna Churuca en función de la aplicación del muro de contención hacia el pavimento no convencional, y por otro lado la resistencia de esfuerzo lateral que se tiene solamente con el pavimento convencional existente, obteniendo como un equivalente de resistencia de presiones laterales 7645.87 kg-m/m.

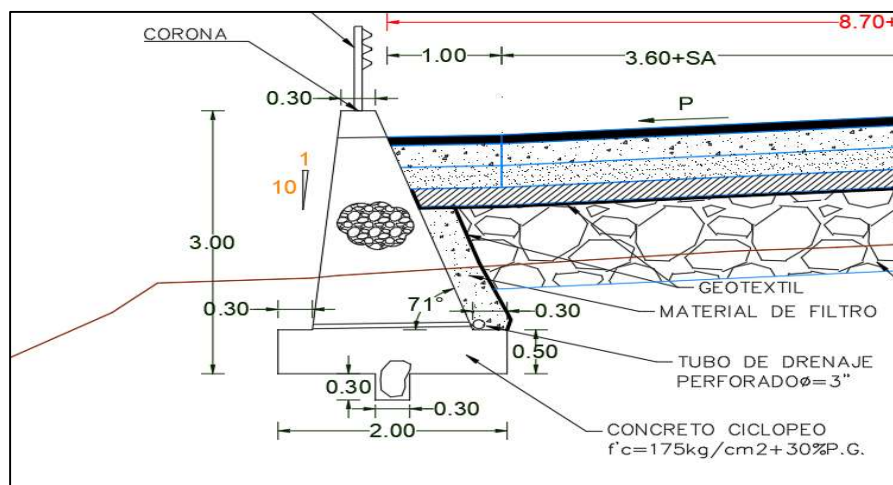


Figura N° 35. Perfil del muro de concreto ciclópeo en función a la estructura de pavimento no convencional.

### Indicador del sistema de drenaje

El sistema de drenaje, considerado para evacuar las aguas de escorrentía de la vía, está formado por cunetas revestidas, de característica geométricas e hidráulicas, según el comportamiento hidrológico.

El caudal máximo de diseño hidrológico para las cunetas revestidas fue definido por el Método Racional, cuyo resultado fue 522.57 l/s. Para este caudal la presente investigación ha considerado una sección típica igual al de las cunetas existentes en el área del estudio, la cual se describen a continuación:

**Cuneta triangular.** Revestido de concreto, se ubicará al pie del talud de corte longitudinalmente paralela y adyacente a la calzada de la vía. Con un ancho de 1.20 m., profundidad de 0.40m e inclinación del talud interno de 1:2.5 y talud externo de 1:0.5, este último puede variar de acuerdo al tipo de inclinación considerada en el talud de corte.

Para el diseño hidráulico de esta estructura se ha tomado en cuenta un borde libre debido al riesgo de producirse obstrucciones debido a materiales deslizados o desplomados desde los taludes de corte.

**Alcantarilla:** Debido a la elevación de la rasante de la carretera los derrames del terraplén cubrirán las alcantarillas siendo necesaria la ampliación de la salida en las dos primeras y en la tercera a ambos lados.

Tabla 15. Capacidad de conducción de cuneta triangular en función de la pendiente

Zi=0.5                      Zd=2.5                      n= 0.016

H (m)	bi (m)	y (m)	A (m <sup>2</sup> )	P (m)	R (m)	S (m/m)	V (m/s)	Q (lt/s)
0.4	0.05	0.35	0.184	1.334	0.138	0.001	0.528	96.980
0.4	0.05	0.35	0.184	1.334	0.138	0.003	0.914	167.980
0.4	0.05	0.35	0.184	1.334	0.138	0.005	1.180	216.860
0.4	0.05	0.35	0.184	1.334	0.138	0.007	1.396	256.590
0.4	0.05	0.35	0.184	1.334	0.138	0.009	1.583	290.950
0.4	0.05	0.35	0.184	1.334	0.138	0.011	1.751	321.650
0.4	0.05	0.35	0.184	1.334	0.138	0.013	1.903	349.680
0.4	0.05	0.35	0.184	1.334	0.138	0.015	2.044	375.610
0.4	0.05	0.35	0.184	1.334	0.138	0.017	2.176	399.870
0.4	0.05	0.35	0.184	1.334	0.138	0.012	2.301	422.740
0.4	0.05	0.35	0.184	1.334	0.138	0.021	2.419	444.430
0.4	0.05	0.35	0.184	1.334	0.138	0.023	2.531	465.110
0.4	0.05	0.35	0.184	1.334	0.138	0.025	2.639	484.910
0.4	0.05	0.35	0.184	1.334	0.138	0.027	2.743	503.940
0.4	0.05	0.35	0.184	1.334	0.138	0.029	2.842	522.270

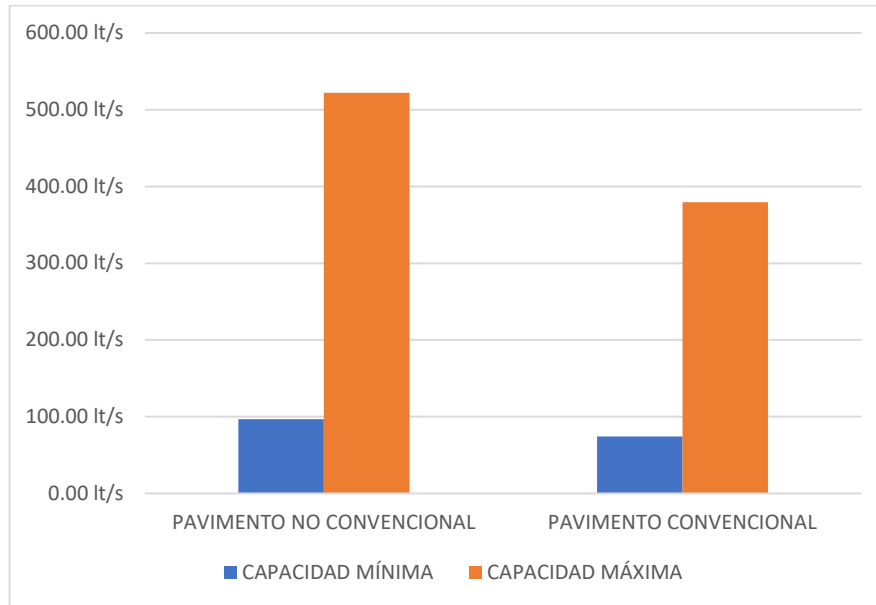


Figura N° 36. Versus de la capacidad máxima de conducción  $q=lt/seg$  del pavimento no convencional y pavimento convencional

En el gráfico N° 36 Versus de la capacidad máxima de conducción, presenta la diferencia entre la capacidad del sistema de drenaje de la estructura del pavimento no convencional y el pavimento convencional, en función de la conducción de evacuación de las aguas de escorrentía, teniendo como destacado con una máxima capacidad de 522.27 lt/seg, según el análisis de la tabla N°15, el cual evita significativamente la acumulación de agua en la rasante de la estructura de pavimento no convencional, de igual manera la acumulación de agua de escorrentía que es perjudicial al momento de la conducción y/o acumulación en los puntos más bajos de la geomorfología de la zona.

## 5.2. Contrastación de hipótesis

### 5.2.1. Prueba de hipótesis específica 1

#### a) Hipótesis de investigación

El geotextil influye favorablemente en la estructura de pavimento no convencional y elevación de la rasante de la carretera central para evitar el desborde de laguna Churuca.

#### b) Significancia

Error tipo I= 0.05=5%

#### c) Datos

Tabla 16. Data de la incidencia de geotextil

SECTORES INUNDABLE	INDICENDICA DE GEOTEXTIL EN FUNCIÓN AL ALTURA DE ESPESOR (CM)	
	CON	SIN
1.00	42.80	95.33
2.00	42.87	96.25
3.00	42.75	94.29
4.00	42.71	98.43
5.00	42.76	94.27

#### d) Prueba de normalidad

Tabla 17. Prueba de normalidad para geotextil

Pruebas de normalidad			
Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.
CON_Geotextil	,955	5	,774
SIN_Geotextil	,879	5	,306

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Para la variable con geotextil, si la probabilidad de la prueba (sig=0.774) es mayor a la significancia 0.05 entonces se concluye que la distribución es normal.

Para la variable sin geotextil, si la probabilidad de la prueba (sig=0.306) es mayor a la significancia 0.05 entonces se concluye que la distribución es normal.

Lo cual nos indica realizar una prueba paramétrica (t student relacionadas).

#### e) Prueba paramétrica de la t student

hipótesis nula (Ho): es que no existen diferencias significativas entre los dos tratamientos

hipótesis alterna (H1): La incidencia con geotextil tiene menor espesor en las estructuras de base y sub base de la estructura de pavimento no convencional.

Tabla 18. Prueba paramétrica para t student - geotextil

Prueba de muestras emparejadas

	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
				Inferior	Superior			
P	-	17,388,	7,776,5	-	-	-	4.	0.000
a	529,360,	876.00	42.00	550,951,	507,768,	68,07	00	
r	000.00			151.00	859.00	1.00		
1	Sin_Geotextil							

Cuando la probabilidad de la prueba (Sig=0.0000) es menor a la significancia se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

#### f) Conclusión

La muestra da evidencias para afirmar que la incidencia con geotextil hacia la estructura de pavimento no convencional tiene menor finalidad la disminución de espesores de base o sub base, optando por mayor así mismo a los esfuerzos a tracción en mayores sentidos, por lo cual la estructura del pavimento tiene un mejor desempeño ante cargas vehiculares y tiende a tener un menor costo en su ejecución.

### 5.2.2. Prueba de hipótesis específica 2

#### a) Hipótesis de investigación

El muro ciclópeo influye favorablemente en la estructura de pavimento no convencional y elevación de la rasante de la carretera central para evitar el desborde de la laguna Churuca.

**b) Significancia**

Error tipo I= 0.05=5%

**c) Datos**

Tabla 19. Data de la incidencia del muro de contención

INCIDENCIA DE MURO CICLÓPEO  
EN FUNCIÓN A ESFUERZOS LATERALES KG-M/M)

CON	SIN
7364.48	1748.93
7387.04	1772.49
7423.56	1805.01
7465.87	1850.32
7430.67	1816.12

**d) Prueba de normalidad**

Tabla 20. Prueba de normalidad para muro de contención

	Pruebas de normalidad		
	Estadístico	gl	Sig.
CON_MURO	,973	5	,895



SIN\_MURO ,984 5 ,953

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Para la variable con muro de contención de concreto ciclópeo, si la probabilidad de la prueba (sig=0.895) es mayor a la significancia 0.05 entonces se concluye que la distribución es normal.

Para la variable sin muro de contención de concreto ciclópeo, si la probabilidad de la prueba (sig=0.953) es mayor a la significancia 0.05 entonces se concluye que la distribución es normal.

Lo cual nos indica realizar una prueba paramétrica (t student relacionadas).

### e) Prueba paramétrica de la t student

hipótesis nula (Ho): es que no existen diferencias significativas entre los dos tratamientos.

hipótesis alterna (H1): El muro de concreto ciclópeo conlleva a tener mayor resistencia a las fuerzas laterales que produce los desbordes de la laguna Churuca.

Tabla 21. Prueba paramétrica para t student - muro de contención

Prueba de muestras emparejadas				t	g	Sig. (bilateral)
Diferencias emparejadas						
Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la			

				diferencia					
				Inferior	Superior				
Pa	CON_MUR	56157	164.32	73.48	561370.9	561779.0	7642.0	4	0.000
r 1	O -	5			7	3	7		
	SIN_MURO								

Cuando la probabilidad de la prueba (Sig=0.0000) es menor a la significancia se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

#### **f) Conclusión**

La muestra da evidencias para afirmar que la incidencia del muro de concreto ciclópeo hacia la estructura de pavimento no convencional tiene mayor finalidad la resistencia a fuerzas laterales producidos por desbordes de la laguna Churuca, asimismo la capacidad de retener daños laterales e impermeabilización de agua hacia la estructura del pavimento.

### **5.2.3. Prueba de hipótesis específica 3**

#### **a) Hipótesis de investigación**

El sistema de drenaje influye favorablemente en la estructura de pavimento no convencional y elevación de la rasante de la carretera central para evitar el desborde de laguna Churuca.

#### **b) Significancia**

Error tipo I= 0.05=5%

### c) Datos

Tabla 22. Data de la incidencia del sistema de drenaje

INCIDENCIA DEL SISTEMA DE DRENAJE  
EN FUNCIÓN A CAPACIDAD MÁXIMA DE ESCORRENTÍA  
(Q=LT/SEG)

CON	SIN
420.88	278.17
443.44	301.73
479.96	334.25
522.27	379.56
487.07	345.36

### d) Prueba de normalidad

Tabla 23. Prueba de normalidad para el sistema de drenaje

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
CON_SISDREN	,973	5	,895
SIN_SISDREN	,984	5	,953

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Para la variable con sistema de drenaje, si la probabilidad de la prueba (sig=0.895) es mayor a la significancia 0.05 entonces se concluye que la distribución es normal.

Para la variable sin sistema de drenaje, si la probabilidad de la prueba (sig=0.953) es mayor a la significancia 0.05 entonces se concluye que la distribución es normal.

Lo cual nos indica realizar una prueba paramétrica (t student relacionadas).

**e) Prueba paramétrica de la t student**

Tabla 24. Prueba paramétrica para t student - sistema de drenaje

		Prueba de muestras emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Diferencias emparejadas							
				Inferior	Superior				
Par 1	CON_SISDREN - SIN_SISDREN	14291.00	164.32	73.48	14086.97	14495.03	194.48	4	0.000

Cuando la probabilidad de la prueba (Sig=0.0000) es menor a la significancia se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

**f) Conclusión**

La muestra da evidencias para afirmar que la incidencia del sistema de drenaje hacia la estructura de pavimento no convencional, tiene mayor finalidad la capacidad de eliminar eficientemente el agua de escorrentías, asimismo la capacidad de retener daños laterales e impermeabilización de agua hacia la estructura del pavimento.

**5.2.4. Hipótesis general.**

**a) Hipótesis de investigación**

La elevación de la rasante y estructura de pavimento no convencional de la carretera central influye significativamente para evitar el desborde de laguna Churuca.

Dado que la estructura del pavimento no convencional tiene como componentes el geotextil, el muro de contención y el sistema de drenaje que son considerados como indicadores y se ha demostrado en la prueba de las hipótesis específicas que en los tres casos influye favorablemente en el pavimento.

A continuación, se hace la prueba considerando los volúmenes de desbordes antes y después de la aplicación de la estructura de pavimento no convencional.

#### **b) Significancia**

Error tipo I= 0.05=5%

#### **c) Datos**

Tabla 25. Data de la variable estructura del pavimento no convencional

INDICENDICA LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO NO CONVENCIONAL  
EN FUNCIÓN AL VOLUMEN DE AGUA EN DESBORDE (M3)

SECTORES INUNDABLE	CON	SIN
1	0.521	16.253
2	0.451	18.268
3	0.625	16.269
4	0.325	20.151
5	0.785	22.165
6	0.322	20.85
7	0.325	19.853
8	0.364	17.254

#### d) Prueba de normalidad

Tabla 26. Prueba de normalidad para la estructura de pavimento no convencional

Pruebas de normalidad			
Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.
CON_PAVNOCONV	,853	8	,102
SIN_PAVNOCONV	,738	8	,006

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Para la variable con la elevación de la rasante y la estructura de pavimento no convencional, si la probabilidad de la prueba (sig=0.102) es mayor a la significancia 0.05 entonces se concluye que la distribución es normal.

Para la variable sin la elevación de la rasante y la estructura de pavimento no convencional, si la probabilidad de la prueba

(sig=0.006) es mayor a la significancia 0.05 entonces se concluye que la distribución es normal.

Lo cual nos indica realizar una prueba paramétrica (t student relacionadas).

**e) Prueba paramétrica de la t student**

Tabla 27. Prueba paramétrica para t student - estructura de pavimento no convencional

Prueba de muestras emparejadas

				Inferior		Superior		t	g	Sig.
										(bilateral)
Pa r 1	CON_PAVNO	-								
	CONV -	16072.50	6129.22	2167.00	21196.65	10948.34	7.41	7	0.000	
	SIN_PAVNO	000	423	801	969	031	7			
	ONV									

Cuando la probabilidad de la prueba (Sig=0.0000) es menor a la significancia se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

**f) Conclusión**

La muestra da evidencias para afirmar que la incidencia de la elevación de la rasante y la estructura de pavimento no convencional, tiene mayor finalidad la capacidad de evitar los desbordes de la laguna Churuca hacia la carretera central.

## CONCLUSIONES

- Mediante la propuesta de elevar la cota de rasante y estructura de pavimento no convencional de la carretera central para evitar desbordes de laguna Churuca, con el análisis de histograma en comparación con el pavimento convencional, se obtiene un 22.45% más de influencia al evitar el desborde de la laguna Churuca hacia la carretera central comprendidos entre los Km 136+078 al Km 136+729 el cual tiene secciones donde el desborde es de mayor riesgo hacia al usuario, esto se confirma en la prueba de hipótesis a un nivel de confianza del 95%.
- La incidencia del geotextil en la estructura del pavimento no convencional tiene como principal modelamiento el resultado de tener un pavimento que trabaje a bajos esfuerzos biaxiales, por ello también en el modelamiento se obtiene una reducción de altura en la capa de la sub base, obteniendo un 42.36% menor al que del pavimento convencional, esto aporta a un mejor desempeño y también de evitar la contaminación de la sub base y retención de material fino el cual se produce bajo la erosión por ascenso capilar del agua, ello se confirma en la prueba de hipótesis a un nivel de confianza del 95%.
- La incidencia del muro ciclópeo en la estructura de pavimento no convencional, en el gráfico de histograma se puede apreciar la resistencia de máximo esfuerzo lateral producido por la laguna Churuca en función de la aplicación del muro de contención hacia el pavimento no convencional y por otro lado la resistencia de esfuerzo lateral que se tiene solamente con el pavimento convencional existente,



obteniendo como un equivalente de resistencia de presiones laterales 7645.87 kg-m/m, teniendo un mejor desempeño en la estructura del pavimento no convencional, según el perfil estratigráfico, esto se confirma en la prueba de hipótesis a un nivel de confianza del 95%.

- La incidencia del sistema de drenaje en la estructura del pavimento no convencional para el evitar de desbordes de la laguna Churuca sobre la carretera central sector Morococha, está en función de la conducción de evacuación de las aguas de escorrentía, teniendo como destacado con una máxima capacidad de 522.27 lt/seg, el cual evita significativamente la acumulación de agua en la rasante de la estructura de pavimento no convencional, ello a fin de evitarla manera de acumulación de agua de escorrentía en los puntos más bajos de la geomorfología de la zona.

## RECOMENDACIONES

Mediante la presente investigación de tesis, se manifiestan las siguientes conclusiones:

- Realizar la propuesta de la estructura de pavimento no convencional bajo diferentes tipos de diseño y metodologías mecanísticas y/o empíricos, con fin de tomar todas las consideraciones y modelamientos al momento de poder definir la estructura del pavimento.
- Se recomienda el modelamiento de los diferentes tipos de geotextiles tanto axiales y biaxiales en las diferentes estructuras de pavimentos, para determinar el comportamiento optimo, los cuales deberán ser analizados y demostrados bajo los diferentes tipos de esfuerzos que producen los volúmenes de tránsito en la carretera.
- Se sugiere emplear los diferentes tipos de comportamientos de los muros de contención empleados a las estructuras de pavimentos, con fines de determinar los diferentes tipos de esfuerzos que pueden llegar a soportar y con ello determinar un mejor desempeño tanto técnicamente como económicamente.
- Se recomienda una mayor recopilación de datos estadísticos de mayor tiempo y operación, para futuros estudios, ya que la carretera central actualmente está administrada bajo la concesionaria y los volúmenes de tránsito son cada vez mayores según la tasa de crecimiento vehicular y ello hace que los comportamientos de los diseños sean cada vez más de mayor requerimiento.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- B Rodríguez, F. C. (2013). *Diseño integral del sistema de drenaje vial para obras de arte menor (Drenaje longitudinal y Transversal) para la Carretera Panchon Mina Zhanro de 7.2 Km, Ubicada en el Cantón Suscal en la provincia de Cañar*. Universidad De Cuenca, Ecuador.
- Bañón Blázquez L, B. G. J. (2002). *Construcción y mantenimiento*. In: *Manual de carreteras*. Recuperado de <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/1787>
- Cárdenas Grisales, J. (2013). *Diseño geométrico de carreteras*. Bogotá - Colombia: ECOE Ediciones.
- David Casas, J. Á. (2020). *Evaluación de la deformación permanente en mezclas asfálticas reforzadas con geosintéticos*. Universidad Piloto de Colombia, Colombia.
- DEVIANDES. (2013). *Estudio de hidrología e hidráulica sub-tramo I: Puente Ricardo Palma – La Oroya*.
- E Ticona, P. C. (2016). *Evaluación del diseño geométrico del camino de carga pesada (Heavy Haul Road) Proyecto Minero Las Bambas - Paquete 03*. Universidad Nacional del Altiplano, Perú.
- Elbio, F. (2016). *Socavación producida por el río Huallaga al puente colpa alta en la provincia de Huánuco, utilizando los métodos de Artiñano, Straub y Maza, en el HEC-RAS*. Universidad de Piura, Perú.

- G Castillo, C. D. (2021). *Evaluación de la seguridad vial en la carretera de primer orden Riobamba - Chunchi*. Universidad Nacional de Chimborazo, Ecuador.
- Huancas, C. (2019). *Modelamiento hidráulico con Hec-ras para la prevención de Inundaciones desde el km 44+100 al km 49+100 en el Río Reque*. Universidad Cesar Vallejo, Perú.
- Maceda, E. (2015). *Evaluación del uso de geosintéticos para el control de la erosión hídrica en la margen izquierda del río Zarumilla*. Universidad Nacional de Trujillo, Perú.
- Morales, D. (2015). *Programa para el diseño de muros reforzados con geosintéticos*. Benemérita Universidad Autónoma De Puebla, México.
- Quispe, G. (2020). *Implementación de un sistema de drenaje pluvial de bambú para controlar inundaciones en la calle Huayna Cápac-Pucallpa*. Universidad Cesar Vallejo, Perú.
- R Sampieri, C. F. (2010). *Metodología de la investigación, Quinta edición*. McGraw-Hill Education.
- Santiago Maldonado, F. R. (2012). *Análisis de alternativas de diseño de drenaje vial con aplicación de programas computacionales*. Pontificia universidad católica de Ecuador, Ecuador.

## ANEXOS

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

TEMA: EVITAR DESBORDE DE LAGUNA CHURUCA CON PAVIMENTO NO CONVENCIONAL Y ELEVANDO RASANTE DE LA CARRETERA CENTRAL

AUTOR: ANDRÉS ANIBAL PEÑA SANTILLAN

PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<b>PROBLEMA GENERAL</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b>		<b>HIPÓTESIS GENERAL</b>		
¿Cuál es la influencia de la elevación de la rasante y estructura de pavimento no convencional de la carretera central para evitar el desborde de laguna Churuca?	Proponer la elevación de la rasante y estructura de pavimento no convencional de la carretera central para evitar el desborde de laguna Churuca	<u>Antecedentes</u> <u>A nivel nacional</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>Maceda, E., &amp; Anselmo, C. (2015). Evaluación del uso de geosintéticos para el control de la erosión hídrica en la margen izquierda del río Zarumilla" (TESIS DOCTORADO). Universidad Nacional de Trujillo.</li> <li>Elbio Felipe, M. (2016). Socavación producida por el río Huallaga al puente colpa alta en la provincia de Huánuco, utilizando los métodos de Artiñano, Straub y Maza, en el HEC-RAS (Tesis Maestría). Universidad de Piura.</li> <li>Quispe Alcarraz, G. (2020). Implementación de un sistema de drenaje pluvial de bambú para controlar inundaciones en la calle Huayna Cápac-Pucallpa (TESIS DE MAESTRÍA). Universidad Cesar Vallejo.</li> <li>Huancas Huancas, C. (2019). Modelamiento hidráulico con Hec-ras para la prevención de Inundaciones desde el km 44+100 al km 49+100 en el Río Reque (TESIS MAESTRÍA). Universidad Cesar Vallejo.</li> </ul>	La elevación de la rasante y estructura de pavimento no convencional de la carretera central influye significativamente para evitar el desborde de laguna Churuca	Identificación de Variables:  <u>Variable independiente:</u>	Tipo: Cuantitativo - Aplicada Nivel: Explicativo Diseño: no experimental transversal
<b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>		<b>HIPÓTESIS ESPECÍFICOS</b>		
1. ¿De qué manera influye el geotextil en la estructura de pavimento no convencional y elevación de la rasante de la carretera central para evitar el desborde de laguna Churuca?	1. Determinar la incidencia del geotextil en la estructura de pavimento no convencional y elevación de la rasante de la carretera central para evitar el desborde de laguna Churuca.	<u>A nivel Internacional</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>Casas Choachi, D., &amp; Ávila Ramírez, J. (2020). Evaluación de la deformación permanente en mezclas asfálticas reforzadas con geosintéticos (TESIS DE MAESTRÍA). Universidad Piloto De Colombia.</li> <li>Morales Flores, D. (2015). Programa para el diseño de muros reforzados con geosintéticos (TESIS DE MAESTRÍA). Benemérita Universidad Autónoma De Puebla.</li> <li>Maldonado Leoro, S., &amp; Rodríguez Bravo, F. (2016). Análisis de alternativas de diseño de drenaje vial con aplicación de programas computacionales (TESIS DE MAESTRÍA). Pontificia universidad católica de Ecuador.</li> </ul>	1. El geotextil influye favorablemente en la estructura de pavimento no convencional y elevación de la rasante de la carretera central para evitar el desborde de laguna Churuca	Elevación de la rasante y Estructura de pavimento no convencional	Población y muestra y muestra Carretera Central Sector Morococha Progresiva Km. 136+078 – Km. 136+729  05 puntos de calicatas según protocolo
2. ¿De qué manera influye el muro ciclópeo en la estructura de pavimento no convencional y elevación de la rasante de la carretera central para evitar el desborde de laguna Churuca?	2. Determinar la incidencia del muro ciclópeo en la estructura de pavimento no convencional y elevación de la rasante de la carretera central para evitar el desborde de laguna Churuca	<ul style="list-style-type: none"> <li>Casas Choachi, D., &amp; Ávila Ramírez, J. (2020). Evaluación de la deformación permanente en mezclas asfálticas reforzadas con geosintéticos (TESIS DE MAESTRÍA). Universidad Piloto De Colombia.</li> <li>Morales Flores, D. (2015). Programa para el diseño de muros reforzados con geosintéticos (TESIS DE MAESTRÍA). Benemérita Universidad Autónoma De Puebla.</li> <li>Maldonado Leoro, S., &amp; Rodríguez Bravo, F. (2016). Análisis de alternativas de diseño de drenaje vial con aplicación de programas computacionales (TESIS DE MAESTRÍA). Pontificia universidad católica de Ecuador.</li> </ul>	2. El muro ciclópeo influye favorablemente en la estructura de pavimento no convencional y elevación de la rasante de la carretera central para evitar el desborde de la laguna Churuca	<u>b. Variable dependiente:</u>  Desbordes de la laguna Churuca	<u>Técnicas e Instrumentos:</u> <u>Técnicas:</u> - Observación experimental: fichas de observación directa e indirecta.  <u>Instrumentos:</u> - Fichas de observación, registro de datos.
3. ¿De qué manera influye el sistema de drenaje en la estructura de pavimento no convencional y elevación de la rasante de la carretera central para evitar el desborde de laguna Churuca?	3. Determinar la incidencia del sistema de drenaje en la estructura de pavimento no convencional y elevación de la rasante de la carretera central para evitar el desborde de laguna Churuca	<u>Marco Teórico Referencial</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>Manuales Ministerio de Transporte y Comunicaciones.</li> <li>Estudio de trazo.</li> <li>Estudio geológico y geotécnico.</li> <li>Hidrología y drenaje.</li> <li>Estudio de suelos y pavimentos.</li> </ul>	3. El sistema de drenaje influye favorablemente en la estructura de pavimento no convencional y elevación de la rasante de la carretera central para evitar el desborde de laguna Churuca		<u>Técnicas Estadísticas y Procesamiento de Datos:</u>  - Estadística descriptiva - Software's Excel, Word, Hec-HMS, Autocad Civil 3D <u>Datos</u> - Límites de consistencia. - Porcentaje de finos. - Porcentaje de humedad. - Clasificación SUCS. - Precipitación anual

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES E INSTRUMENTOS

	<b>Variables</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Sub índices</b>	<b>Unidades</b>	<b>Instrumento de medición</b>
VARIABLE INDEPENDIENTE	Elevación de rasante y Estructura de pavimento no convencional	Físico	Geotextil	Resistencia a la tracción	Tn/m2	Ficha técnica
			Muro ciclópeo	Resistencia de esfuerzos lateral	Kg/cm2	Prueba laboratorio
			Sistema de drenaje	Caudal	Lts/seg	Prueba de simulación hidráulica
VARIABLE DEPENDIENTE	Evitar desbordes de laguna Churuca	Físico	Mira de medición milimétrica		Mm/m2 , >80cm	
			Volumen de agua		M3	
			Agregado de relave, peso específico		M3, N/kg	

## EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS



Medición y control de desbordes de la laguna Churuca, bajo la mira de medición milimétrica.



Mediciones constantes de los volúmenes de agua bajo control topográfico y control en el sistema de drenaje.





Estudios complementarios con especialistas.



Sector inundable



Muestras geotécnicas



ANEXO:  
PARÁMETRO GEOTÉCNICO



## ANÁLISIS QUÍMICO

**PROYECTO** ESTRUCTURA DE PAVIMENTO NO CONVENCIONAL PARA CONTROL DE DESBORDES DE LA LAGUNA CHURUCA SOBRE LA CARRETERA CENTRAL SECTOR MOROCOCHA.

**SOLICITADO** ANDRÉS PEÑA SANTILLAN

**UBICACIÓN** Progresiva 136+570 COORDENADAS: 18L 0374367 UTM 8717281

**CALÍCATA N°** 7

**MUESTRA N°** 1

**PROF.(m)** 0.50-1.50

**FECHA** FEB-2021

## ANÁLISIS QUÍMICO

1.0 SALES SOLUBLES (%) ..... 0,170





## DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS ASTM D 4318-10

PROYECTO : ESTRUCTURA DE PAVIMENTO NO CONVENCIONAL PARA CONTROL DE DEBORDOS DE LA LAGUNA CHURUCA SOBRE LA CARRETERA CENTRAL SECTOR MOROCOCHA

SOLICITANTE : ANDRÉS PERA SANTILLAS

UBICACIÓN : Progresiva 135+345 4090 mnm

COORDENADAS : 18L 0373656 UTM 8717426

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

PROCEDENCIA : CARRETERA CENTRAL KM 135 AL KM 137

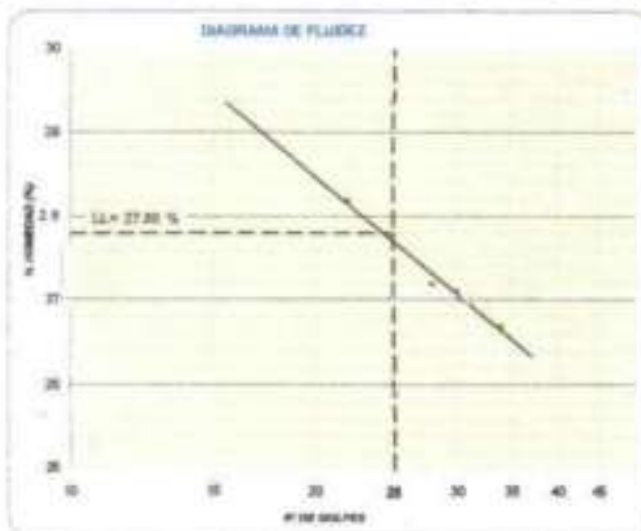
MUESTRA : C-01 /M-01 PROF (m) : 0.55 -1.00

REGISTRO: 067

TÉCNICO: JMP

FECHA: FEB 2021

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	4	1	2
ENSAYO No.						
CÁPSULA No.	36	28	18	24	31	27
PESO CÁPSULA + SUELO HUMEDO, g	30.99	27.65	29.84	27.07	23.55	23.37
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	27.69	24.39	26.56	24.18	22.52	22.27
PESOAQUA, g	3.31	3.26	3.28	2.89	1.03	1.10
PESO DE LA CÁPSULA, g	15.94	12.40	14.46	13.35	15.94	14.95
PESO SUELO SECO, g	11.74	11.99	12.10	10.83	6.66	7.32
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	28.19	27.19	27.11	26.69	15.42	15.03
NÚMERO DE GOLPES	22	28	30	34		



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO, %	27.8
LÍMITE PLÁSTICO, %	15.2
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	12.6

OBSERVACIONES

Ensayo efectuado al material pasado a malla N° 40 (0.425 mm).

Referencia : ASTM D 4318-05 Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils





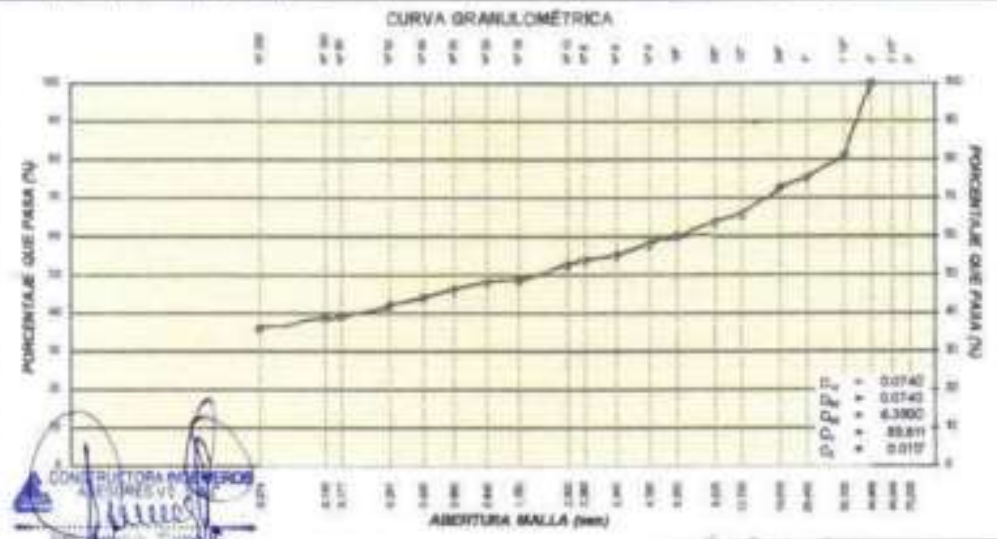
<b>PROYECTO:</b> ESTRUCTURA DE PAVIMENTO NO CONVENCIONAL PARA CONTROL DE DESBORDES DE LA LAGUNA CURRUPACA SOBRE LA CARRETERA CENTRAL SECTOR MOROCOCOSA							<b>REGISTRO:</b> 867/
<b>UBICACIÓN:</b> Progresiva 05+345 4889 mnm			<b>TÉCNICO:</b> J. AVALOS				
<b>COORDENADAS:</b> 18L 0373656 L/TM 8717426			<b>FECHA:</b> FEB 2021				
<b>MUESTRA:</b> C06 / M-01		<b>PROF. (m):</b> 0.55 - 1.50					
MALLA (mm)	GRANULOMETRÍA						DESCRIPCIÓN
	ABERT. (mm)	PESO RETENIDO (g)	RET. PARCIAL (%)	RET. ACUMUL. (%)	PASA (%)	ESPECÍFIC.	
2"	76.200						Grava arcillosa. Con 42.2% de piedra grande a mediana, tamaño máx. de 2". 22% de arena de grano mediano a fino, fracción fina pesada la malla N°200 en un 35.8%, plástica (LL= 27.8%, P= 12.6%), poco húmedo a húmedo, semi compacto, color amarillo.
2 1/2"	62.500						
2"	50.800				100.0		De 0.80a 1.50m en la grava arcillosa se observa presencia de boloneras de hasta 10" en un 25% del volumen.
1 1/2"	38.100	1000.3	19.2	19.2	80.8		
1"	25.400	503.3	5.8	25.0	75.0		
3/4"	19.000	137.8	2.6	27.6	72.4		
1/2"	12.700	395.3	7.0	34.6	65.4		
3/8"	9.500	101.5	1.9	36.5	63.5		
1/4"	6.300	182.0	3.3	40.0	60.0		
N°4	4.750	115.0	2.2	42.2	57.8		
N°8	2.360	159.3	3.0	45.2	54.8		
N°10	2.000	83.3	1.2	46.4	53.6		
N°150	1.000	64.8	1.2	47.6	52.4		
N°18	1.080	193.0	3.7	51.3	48.7		
N°20	846	44.3	0.8	52.1	47.9		
N°30	630	99.8	1.9	54.0	46.0		
N°40	475	120.3	2.3	56.3	43.7		
N°60	250	100.8	1.9	58.2	41.8		
N°80	177	137.5	2.6	60.8	39.2		
N°100	149	34.5	0.7	61.5	38.5		
N°200	875	142.3	2.7	64.2	35.8		
-N°200		1968.0	35.8	100.0	-		

**RESULTADOS DE ENSAYOS**

- LÍMITE LÍQUIDO (%)	27.8
- LÍMITE PLÁSTICO (%)	15.2
- ÍNDICE PLÁSTICO (%)	12.6
- CLASIFICACIÓN SUCS	GC
- CLASIFICACIÓN AASHTO	A-8 (1)
- HUMEDAD (%)	8.1

**DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO**

- PESO TOTAL (g)	5222.3	100.0 %
- PESO GRAVA (g)	2205.8	42.2 %
- PESO ARENA (g)	3016.5	57.8 %
- PESO DE ARENA EMPLEADA (g)	3016.5	



CONSTRUCTORA INGENIEROS ASESORES V.E.S.A.C.

OFICINAS Y LABORATORIOS: JR. TARAPACA N° 1163 PILCOMAYO  
 LABORATORIOS: AV. ORIENTE N° 772 CONCEPCION





**NTP 200.144 (1996) – METODO DE ENSAJO DE CBR (RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO**

**PROYECTO:** ESTRUCTURA DE PAVIMENTO NO CONVENCIONAL PARA CONTROL DE DESBORDES DE LA LAGUNA CHURILCA SOBRE LA CARRETERA CENTRAL SECTOR MOROCCHOA

**UBICACIÓN:** Progreso 130+570 **COORDENADAS:** W. 037487 UTM 8717282

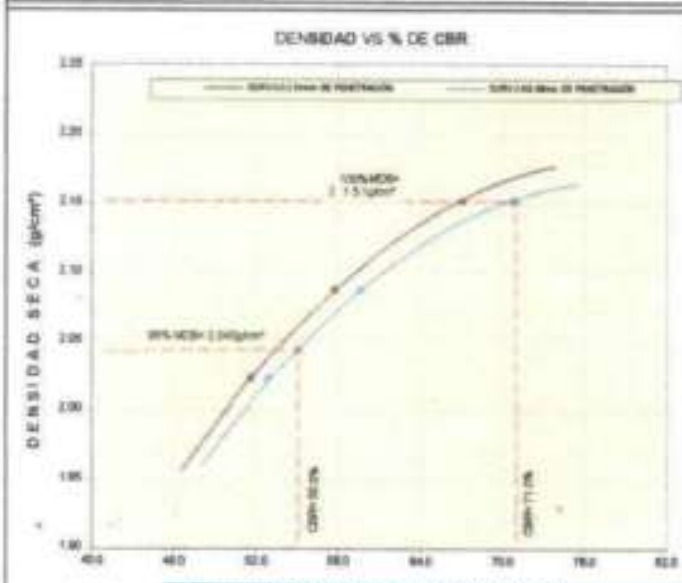
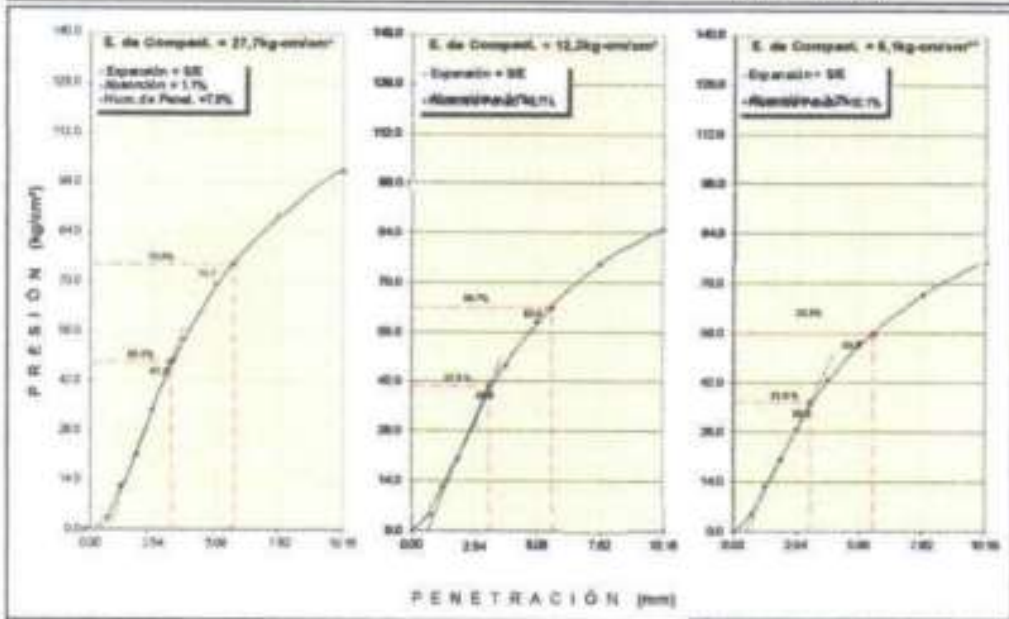
**MATERIAL:** Suelo Natural **MUESTRA:** C-7 M-1

**REGISTRO:** 087

**TÉCNICO:** J. CHAVEZ

**FECHA:** FEB - 2021

**PROF.:** E.M. - L.S.B.



RESULTADOS DE ENSAYOS	
PROCTOR MODIFICADO	
- MÁXIMA DENSIDAD SECA	2.151 g/cm³
- ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	8.0 %
CBR	
- CBR AL 100% DE LA MDS	71.0%
- CBR AL 90% DE LA MDS	55.0%
- CLASIFICACIÓN SUCS	
GM	
- CLASIFICACIÓN AASHTO	
A-7a (0)	

OFICINAS Y DEPÓSITOS: JR. TABARACA N° 1163 PILCOMAYO  
 LABORATORIOS: AV. ORIENTE N° 772 CONCEPCION

CONSTRUCTORA INGENIEROS ASESORES V. E. S.A.C.  
 INGENIERO EN GEOTECNIA Y FUNDACIONES  
 J. CHAVEZ



NTP 328.141 (VVVV)		MÉTODO DE ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS SEGUNDO EL PROCEDIMIENTO MODIFICADO							
PROYECTO		ESTRUCTURA DE PAVIMENTO NO CONVENCIONAL PARA CONTROL DE DESBORDOS DE LA LAGUNA CHURUCA SOBRE LA CARRETERA CENTRAL SECTOR MOROCOCHA						REGISTRO	0077
UBICACIÓN	: Progresiva 136+570	COORDENADAS		: 18L 837435T UTM 871726Z		TÉCNICO	: J. CHAVEZ		
MATERIAL	: Suelo Natural	MUESTRA		: C-7 M-1		FECHA	: Feb-2021		
						PROF	: 0.80 -1.80		
D1 - Peso Suelo Humedo + Molde (gr)	7402.0	7643.0	7746.0	7678.0					
D2 - Peso del Molde (gr)	2893.0	2893.0	2893.0	2893.0					
D3 - Peso Suelo Humedo (gr)	4509.0	4750.0	4853.0	4785.0					
D4 - Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	2125.0	2125.0	2125.0	2125.0					
D5 - Densidad Suelo Humedo (gr/cm <sup>3</sup> )	2.122	2.235	2.284	2.252					
D6 - Tarro N°	13	8	17	12	20	18	9	14	
D7 - Peso suelo humedo + tarro (gr)	967.7	845.1	866.9	888.3	808.3	964.1	862.5	1006.8	
D8 - Peso suelo seco + tarro (gr)	845.1	819.2	834.4	845.6	814.1	912.2	804.6	836.7	
D9 - Peso del agua (gr)	22.8	25.9	32.5	42.7	44.2	51.9	57.7	70.1	
D10 - Peso del tarro (gr)	108.3	100.2	137.4	105.7	131.6	140.2	108.3	128.9	
D11 - Peso suelo seco (gr)	836.8	719.0	697.0	639.9	682.5	772.0	696.5	607.8	
D12 - Contenido de Humedad (%)	2.70	3.80	4.66	5.58	6.48	6.72	8.28	8.68	
D13 - Promedio de Humedad (%)	3.10		4.87		6.60		8.48		
D14 - Densidad del Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.057		2.131		2.143		2.078		

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	“C”
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	2.151 g/cm <sup>3</sup>
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.0%





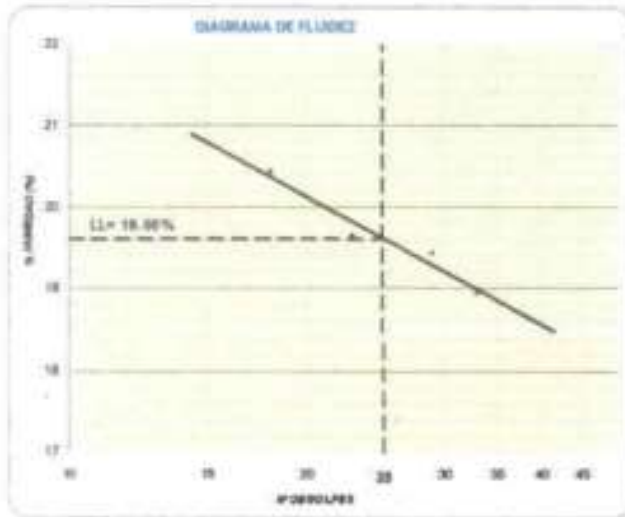
**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO  
E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS  
ASTM D 4318-10**

PROYECTO : ESTRUCTURA DE PAVIMENTO NO CONVENCIONAL PARA CONTROL DE DEBORDOS DE LA LAGUNA CHURUCA SOBRE LA CARRETERA CENTRAL SECTOR MOROCOCHA

SOLICITANTE : ANDRÉS PEÑA SANTILLAN  
UBICACION : Progresiva 136+695 4656 msnm  
COORDENADAS : 18L 0373656 UTM 6717233  
REFERENCIAS DE LA MUESTRA  
PROCEDENCIA : CARRETERA CENTRAL KM 105 AL KM 07  
MUESTRA : C-01 / M-01 PROF (m) : 0.50 -1.50

REGISTRO : 967  
TECNICO : JMP  
FECHA : FEB 2021

DESCRIPCION	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	4	1	2
ENSAYO No.						
CÁPSULA No.	27	11	1	2	30	33
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	27.94	28.33	27.67	29.91	20.90	21.18
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	25.40	25.84	25.18	27.45	19.86	20.38
PESO AGUA, g	2.44	2.49	2.49	2.46	1.04	0.80
PESO DE LA CÁPSULA, g	13.48	13.17	12.37	14.46	12.44	14.77
PESO SUELO SECO, g	11.94	12.67	12.81	12.99	7.42	5.91
CONTENIDO DE HÚMEDAD, %	20.44	19.63	19.44	19.34	14.02	14.26
NÚMERO DE GOLPES	18	23	29	33		



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO, %	19.6
LÍMITE PLÁSTICO, %	14.1
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	5.5

**OBSERVACIONES**  
Ensayo efectuado al material pasado la malla N° 40 (0.425 mm).

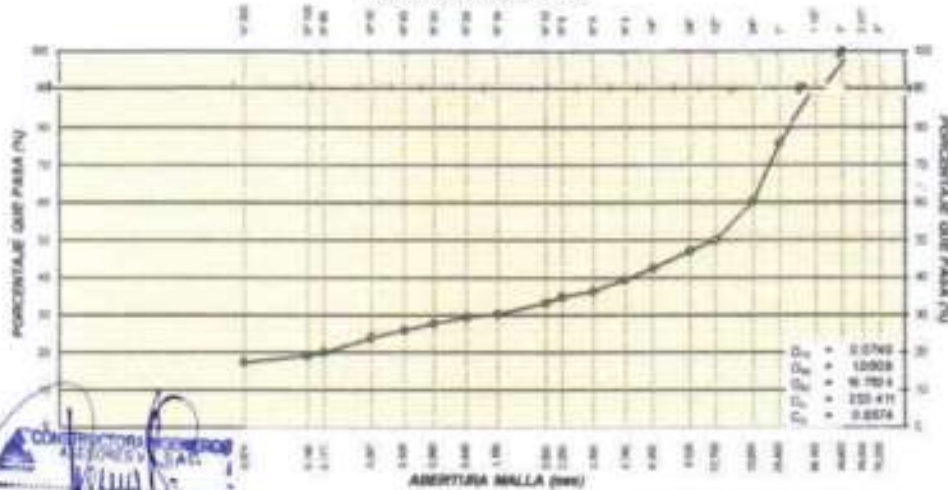
Referencia : ASTM D 4318-05 Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils





GRANULOMETRÍA							DESCRIPCIÓN
ABERT. (mm)	PESO RETENIDO (g)	RET. PARCIAL (%)	RET. ACUMUL. (%)	PASA (%)	SPECIFIC		
75	10000	100.0	100.0	0.0	0.0	Grava limo-arcillosa. Con 80.4% de piedra mediana a chica, tamaño máx. de 2". 22.2% de arena de grano fino a medio. Fracción fina pasante la malla N°200 en un 17.3%. Índice de plasticidad (P.L. = 19.8%, P = 5.5%), húmedo, esp. compacto, color amarillo.	
20	8000	80.0	80.0	20.0	20.0		
4.75	1000	10.0	10.0	90.0	90.0		
0.075	1000	10.0	10.0	90.0	90.0		
110	36.00	625.0	9.4	9.4	90.6	1.50m <sup>2</sup> + bolones / bloques de 20"	
75	25.400	975.0	14.7	24.1	75.9		
4.75	9.080	1025.0	15.5	39.6	60.4		
2.0	12.700	882.7	10.3	49.9	50.1		
0.85	9.020	193.8	2.9	52.8	47.2		
0.425	5.280	310.0	4.7	57.5	42.5		
N°4	4.780	190.1	2.9	80.4	39.6		<b>RESULTADOS DE ENSAYOS</b> - LIMITE LÍQUIDO (%) : 19.8 - LIMITE PLÁSTICO (%) : 14.1 - ÍNDICE PLÁSTICO (%) : 5.5 - CLASIFICACIÓN SUCS : GM-OC - CLASIFICACIÓN AASHTO : A-1-b (0) - HUMEDAD (%) : 5.8
N°6	3.360	209.0	3.2	63.8	36.4		
N°8	2.380	100.0	1.5	65.1	34.9		
N°10	2.000	105.0	1.6	66.7	33.3		
N°15	1.180	208.2	3.1	66.8	30.2		
N°20	0.840	50.4	0.6	70.8	29.4		
N°30	0.600	112.6	1.7	72.3	27.7		
N°40	0.425	113.0	1.7	74.0	26.0		
N°60	0.250	140.5	2.1	76.1	23.9		
N°80	0.175	255.0	3.9	80.0	20.0		
N°100	0.149	50.0	0.8	80.8	19.2	<b>DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO</b> - PESO TOTAL (gr) : 6617.5 100.0 % - PESO GRAVA (gr) : 4001.6 60.5 % - PESO ARENA (gr) : 2615.9 39.5 % - PESO DE ARENA EMPLEADA (gr) : 2615.9	
N°200	0.074	125.2	1.9	82.7	17.3		
N°200		1148.0	17.3	100.0	-		

CURVA GRANULOMÉTRICA



OFICINAS Y DEPOSITOS: JR. TARAPACA N° 1163 PILCOMAYO  
LABORATORIOS: AV. ORIENTE N° 772 CONCEPCION







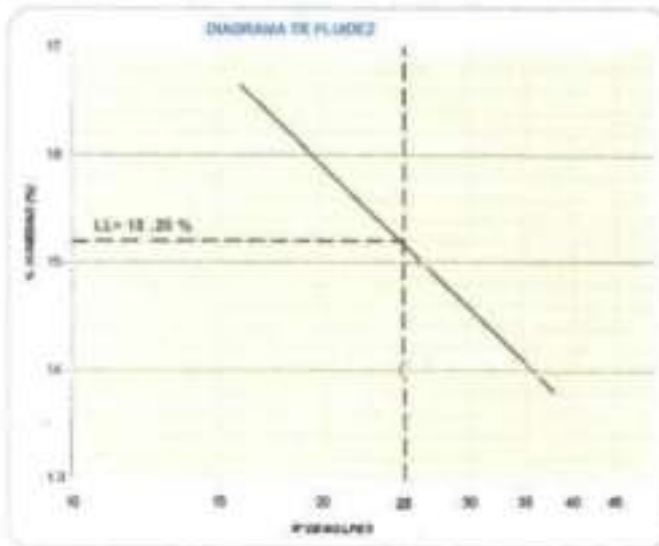
## DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS ASTM D 4318-10

PROYECTO : ESTRUCTURA DE PAVIMENTO NO CONVENCIONAL PARA CONTROL DE DESBORDES DE LA LAGUNA CHIRRICA SOBRE LA CARRETERA CENTRAL SECTOR MOROCOCHA

SOLICITANTE : ANDRÉS PEÑA SANTILLAN  
UBICACIÓN : - Progresiva 336+570 4850manm  
COORDENADAS : 18L 0374367 UTM 8717262  
REFERENCIAS DE LA MUESTRA  
PROCEDENCIA : CARRETERA CENTRAL KM 05 AL KM 07  
MUESTRA : C-17 / M-01 PROF. (m) / 0.50 - 1.50

REGISTRO: 987  
TECNICO: JMP  
FECHA: FEB 2021

DESCRIPCIONES	LÍMITE LÍQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2		2
ENSAYO No.				2
CÁPSULA No.	4	28		
PESO CÁPSULA + SUELO HUMEDO, g	28.16	27.72		
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	26.27	26.65		
PESO AGUA, g	1.89	2.07		
PESO DE LA CÁPSULA, g	14.77	12.77		
PESO SUELO SECO g	11.50	12.88		
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	16.43	16.07		
NÚMERO DE GOLPES	17	19		



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO, %	16.2
LÍMITE PLÁSTICO, %	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	NP

**OBSERVACIONES:**  
Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40 (0.425 mm).

CONSTRUCTORA INGENIEROS ASESORES V. E. S.A.C.  
ING. JIMMY GARCÍA  
Especialista en Mecánica de Suelos  
Instituto Tecnológico de Chile

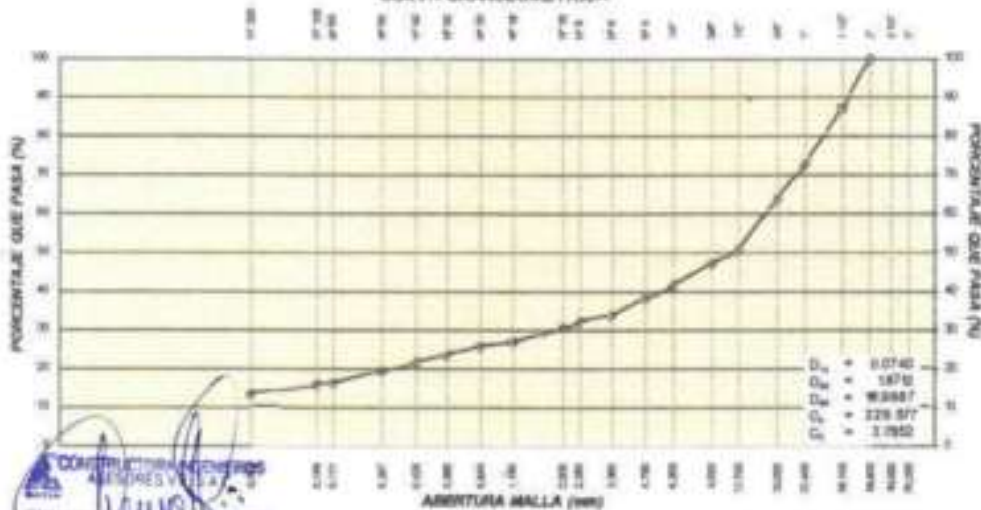
Referencia : ASTM D 4318-05 Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils





PROYECTO:							
ESTRUCTURA DE PAVIMENTO NO CONVENCIONAL PARA CONTROL DE DESBORDES DE LA LAGUNA CHURUCA SOBRE LA CARRISTERA CENTRAL SECTOR MOROCOCHA							
UBICACIÓN: Progreña 136+570 4548 msnm				REGISTRO: 0617			
COORDENADAS: 18L 0374357 UTM 8717282				TÉCNICO: JAVALDES			
MUESTRA: C-07 / M-01 PROF. (m): 0.50 - 1.50				FECHA: FEB 2021			
MALLA (mm) / INCH (mm)	GRANULOMETRÍA						DESCRIPCIÓN
	ABERT. (mm)	PESO RETENIDO (gr)	RET. PARCIAL (%)	RET. ACUM. (%)	PASA (%)	ESPECIF.	
2"	76.200						Grava arcillosa. Con 61.9% de piedra mediana a grande, tamaño máx. de 2". 24.7% de arena de grano medio a fino, fracción fina pasante la malla N°200 en un 13.4%, plástica (LL= 15.2%, IP= 15.2%); húmedo, semi compacto, color amarillo.
2 1/2"	63.500						
2"	50.800				100.0		1.20-1.50 boloneras y bloques de 18" en un 85% del volumen
1 1/2"	38.100	885.0	12.8	12.9	87.1		
1"	25.400	992.0	14.5	27.4	72.6		1.50m filtración de ropa frástica
3/4"	19.000	610.0	8.8	36.3	63.7		
1/2"	12.700	894.0	13.1	49.4	50.6		<b>RESULTADOS DE ENSAYOS</b> - LIMITE LÍQUIDO (%) 15.2 - LIMITE PLÁSTICO (%) -- - ÍNDICE PLASTICIDAD (%) 14P - CLASIFICACIÓN SUCS GM - CLASIFICACIÓN AASHTO A-1a (0) - HUMEDAD (%) 68  <b>DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO</b> - PESO TOTAL (gr) 6649.5 100.0 % - PESO GRAVA (gr) 4241.5 61.9 % - PESO ARENA (gr) 2608.0 38.1 % - PESO DE ARENA EMPLEADA (gr) 2906.0
3/8"	9.525	253.8	3.7	53.1	46.9		
1/4"	6.350	371.3	5.4	58.5	41.5		
N°4	4.750	238.0	3.4	61.9	38.1		
N°8	2.360	310.0	4.8	66.4	33.6		
N°16	1.180	112.3	1.6	68.0	32.0		
N°30	0.600	100.4	1.5	69.5	30.5		
N°45	0.425	268.7	3.9	73.4	26.6		
N°60	0.250	86.0	1.0	74.4	25.6		
N°75	0.200	147.4	2.2	76.6	23.4		
N°100	0.150	125.0	1.8	78.4	21.6		
N°150	0.100	154.0	2.2	80.8	19.4		
N°200	0.075	225.0	3.3	83.9	16.1		
N°250	0.060	20.9	0.3	84.2	15.8		
N°300	0.050	163.9	2.4	86.8	13.4		
N°400	0.037	915.0	13.4	100.0	-		

CURVA GRANULOMÉTRICA





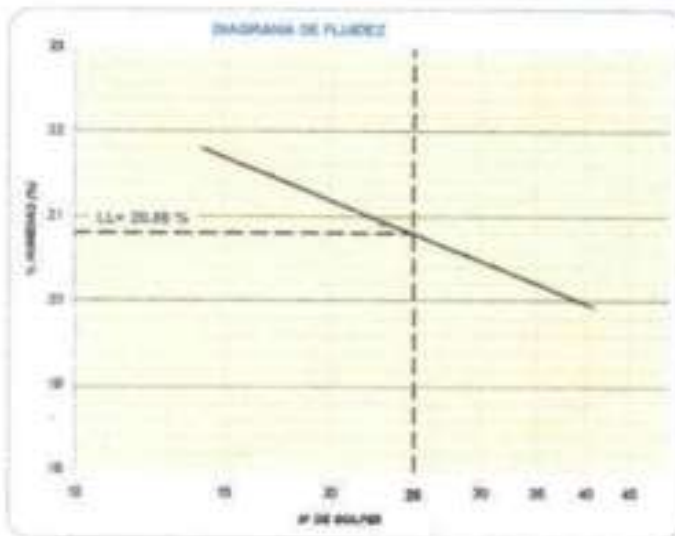
## DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS ASTM D 4318-10

**PROYECTO:** ESTRUCTURA DE PAVIMENTO RIGIDO CONVENCIONAL PARA CONTROL DE DESBORDES DE LA LAGUNA CHURUCA SOBRE LA CARRETERA CENTRAL SECTOR MOROCOCHA

**SOLICITANTE:** ANDRÉS PEÑA SANTILLAN  
**UBICACIÓN:** Progresiva 136+220 4654 mm/m  
**COORDENADAS:** 18L 0374242 UTM 8717565  
**REFERENCIAS DE LA MUESTRA:**  
**PROCEDENCIA:** CARRETERA CENTRAL KM 06 AL KM 07  
**MUESTRA:** C-06 / M-01 PROF. (m) 0.05 - 1.50

**REGISTRO:** 967  
**TÉCNICO:** JMP  
**FECHA:** FEB 2021

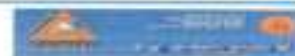
DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	4	1	2
ENSAYO No.						
CÁPSULA No.	8	3	10	11	24	21
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	26.68	28.01	28.81	27.79	19.89	21.76
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	24.11	25.26	24.91	25.31	19.05	20.75
PESOAQUA, g	2.57	2.75	2.30	2.48	0.84	1.01
PESO DE LA CÁPSULA, g	12.05	12.11	13.31	13.17	13.36	13.86
PESO SUELO SECO, g	11.96	13.15	11.20	12.14	5.70	6.89
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	21.49	20.91	20.54	20.43	14.74	14.66
NÚMERO DE GOLPES	17	23	20	31		



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO, %	20.8
LÍMITE PLÁSTICO, %	14.7
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	6.1

**OBSERVACIONES:**  
 Ensayo efectuado al material pasado la malla N° 40 (0.425 mm).

Referencia: ASTM D 4318-05 Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils





<b>PROYECTO:</b>	ESTRUCTURA DE PAVIMENTO NO CONVENCIONAL PARA CONTROL DE DESBORDES DE LA LAGUNA CHIRICA SOBRE LA CARRETERA CENTRAL SECTOR MOROCOCCHA			<b>REGISTRO:</b>	067
<b>UBICACIÓN:</b>	Progresiva 136+220	4653 msnm		<b>TÉCNICO:</b>	JAVALOS
<b>COORDENADAS:</b>	16L 0374242 UTM 8717565			<b>FECHA:</b>	FEB 2023
<b>MUESTRA:</b>	C-06 / M-01	PROP. (mg): 0.55 - 1.50			

MALLA (mm) / ABERTURA (mm)	GRANULOMETRÍA					ESPECIFIC	DESCRIPCIÓN
	ABERT. (mm)	PESO RETENIDO (gr)	RET. PARCIAL (%)	RET. ACUMUL. (%)	PASA (%)		
2"	76.200						Grava fino-arcillosa. Con 61.2% de piedra mediana a grande, tamaño más de 2". 22% de arena de grano medio a fino; fracción fina pasante la malla N°200 en un 16.8%, medianamente plástica (LL= 20.7%, IP= 6.1%); poco húmedo a húmedo, semi compacto, color amarillo.
2 1/2"	63.500						
2"	50.800				100.0		
1 1/2"	38.100	563.2	11.5	11.5	88.5		
1"	25.400	896.0	18.3	28.8	70.2		
3/4"	19.050	415.5	8.5	38.3	61.7		
1/2"	12.700	308.8	11.6	49.9	50.1		
3/8"	9.525	161.5	3.3	53.2	46.8		
1/4"	6.350	236.3	4.8	58.0	42.0		
N°4	4.750	158.4	3.2	61.2	38.8		
N°6	3.360	174.1	3.6	64.8	35.2		
N°8	2.360	71.4	1.5	66.3	33.7		
N°10	2.000	63.9	1.3	67.6	32.4		
N°16	1.180	171.0	3.5	71.1	28.9		
N°20	0.840	42.0	0.9	72.0	28.0		
N°30	0.600	93.8	1.9	73.9	26.1		
N°40	0.425	94.2	1.6	75.5	24.2		
N°50	0.300	117.1	2.4	78.2	21.8		
N°60	0.250	126.2	2.6	80.8	19.2		
N°100	0.149	13.3	0.3	81.1	18.9		
N°200	0.074	104.3	2.1	83.2	16.8		
N°200		818.5	16.7	99.9	0.1		

RESULTADOS DE ENSAYOS		
- LÍMITE LÍQUIDO (%)	20.7	
- LÍMITE PLÁSTICO (%)	14.6	
- ÍNDICE PLÁSTICO (%)	6.1	
- CLASIFICACIÓN UCS	GM-GC	
- CLASIFICACIÓN AASHTO	A-3 (0)	
- HUMEDAD (%)	4.7	

DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO		
- PESO TOTAL (gr)	4650.3	100.0 %
- PESO GRAVA (gr)	2999.7	64.4 %
- PESO ARENA (gr)	1650.6	35.6 %
- PESO DE ARENA EMPLEADA (gr)	1650.6	



CONSTRUCTORA INGENIEROS ASESORES V.E.S.A.C.  
 Ing. Rómulo RIVERA  
 CP 03684  
 OFICINA: AV. ORIENTE N° 772 CONCEPCION  
 LABORATORIOS: AV. ORIENTE N° 772 CONCEPCION





## DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SOELOS ASTM D 4318-10

PROYECTO : ESTRUCTURA DE PAVIMENTO NO CONVENCIONAL PARA CONTROL DE DESBORDER DE LA LAGUNA  
CHURJUCA SOBRE LA CARRETERA CENTRAL SECTOR MOROCOCHA

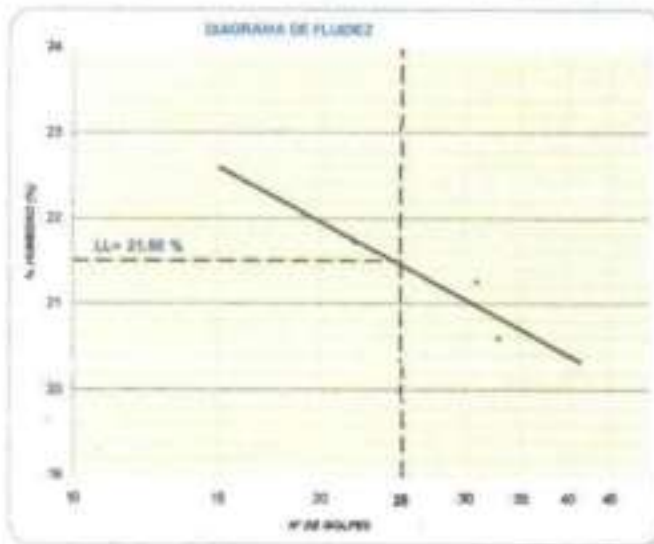
SOLICITANTE : ANDRÉS PEÑA SANTELLAN  
UBICACIÓN : Progresiva 135+845 4700 marim  
COORDENADAS : 18L 0373992 UTM 8717724

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA**

PROCEDENCIA : CARRETERA CENTRAL KM 135 AL KM 07  
MUESTRA : C05 / M01 PROF. (m) : 058 - 1.50

REGISTRO : 867  
TÉCNICO : J.M.P.  
FECHA : FEB 2021

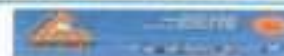
DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	4	1	2
ENSAYO No.						
CÁPSULA No.	30	11	38	8	18	13
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	24.81	26.49	28.63	28.05	21.07	22.72
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	22.41	24.08	27.23	23.54	18.83	21.51
PESO AGUA, g	2.20	2.37	2.40	2.51	1.24	1.21
PESO DE LA CÁPSULA, g	12.44	13.17	15.94	11.25	12.80	14.74
PESO SUELO SECO, g	9.87	10.91	11.29	12.18	6.93	6.77
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	22.07	21.72	21.26	20.58	17.88	17.87
NÚMERO DE GOLPES	19	22	31	33		



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO, %	21.5
LÍMITE PLÁSTICO, %	17.9
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	3.6

**OBSERVACIONES:**  
Ensayo efectuado al material pasarle la malla N° 40 (0.425 mm).

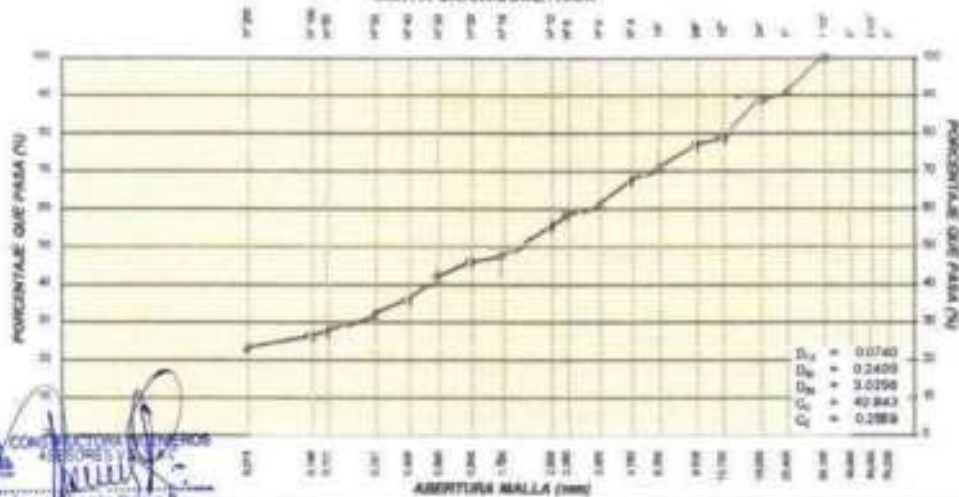
Referencia : ASTM D 4318-05 Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils





<b>PROYECTO:</b> ESTRUCTURA DE PAVIMENTO NO CONVENCIONAL PARA CONTROL DE DESBORDES DE LA LAGUNA CHURUCA SOBRE LA CARRETERA CENTRAL SECTOR MORDCOCHA							<b>REGISTRO:</b> 067
<b>UBICACIÓN:</b> Progresiva 135+845 4899 mm				<b>TÉCNICO:</b> JAVALOS		<b>FECHA:</b> FEB 2021	
<b>COORDENADAS:</b> 9SL 0373992 UTM 8717724		<b>PROF. (m):</b> 0.55 - 1.50					
<b>MUESTRA:</b> C05 /M-01							
MALLA SIEVE ABERTURA	GRANULOMETRÍA						DESCRIPCIÓN
	ABERT. (mm)	PESO RETENIDO (gr)	RET. PARCIAL (%)	RET. ACUMUL. (%)	PASA (%)	ESPECÍF.	
2"	76.200						Arena limosa. Con 32.9% de piedra mediana a chica, tamaño máx. de 1 1/2". 44.5% de arena de grano mediano a fino, fracción fina pasante la malla N°200 en un 22.7%, ligeramente plástico (L.L.= 21.0%, P= 3.0%), poco homogeneo, semi compacto, color amarillo.
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100				100.0		
1"	25.400	375.5	9.2	9.2	90.8		
3/4"	19.000	60.5	2.0	11.2	88.8		
1/2"	12.500	433.0	10.5	21.7	79.3		
3/8"	9.500	70.5	1.7	23.4	76.6		
1/4"	6.350	247.0	6.0	29.4	70.6		
N°4	4.750	135.5	3.4	32.8	67.2		
N°8	1.900	258.0	6.3	39.1	60.9		
N°16	1.000	122.0	3.0	42.1	57.9		
N°30	600	115.5	2.9	45.0	55.0		
N°40	375	315.5	7.8	52.8	47.2		
N°60	250	70.0	1.7	54.5	45.5		
N°75	190	158.0	3.9	58.4	41.6		
N°100	148	241.5	5.9	64.3	35.7		
N°150	100	154.0	3.8	68.1	31.9		
N°200	75	192.5	4.7	72.8	27.2		
N°250	60	57.0	1.4	74.2	25.8		
N°300	50	128.5	3.1	77.3	22.7		
N°400	37.5	932.0	22.7	100.0	-		
<b>RESULTADOS DE ENSAYOS</b>							
- LIMITE LÍQUIDO (%) 21.5							
- LIMITE PLÁSTICO (%) 17.9							
- ÍNDICE PLÁSTICO (%) 3.6							
- CLASIFICACIÓN SUCS SM							
- CLASIFICACIÓN AASHTO A-1-1(0)							
- HUMEDAD (%) 5.0							
<b>DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO</b>							
- PESO TOTAL (gr) 4102.5 100.0 %							
- PESO GRAVA (gr) 1345.0 32.8 %							
- PESO ARENA (gr) 2757.5 67.2 %							
- PESO DE ARENA EMPLEADA (gr) 2757.5							

CURVA GRANULOMÉTRICA



CONSTRUCTORA INGENIEROS ASESORES  
**Ing. Winnie Parra K.**  
 LABORATORIO DE SUELOS  
 Calle Comercio 100, Of. 101

OFICINAS Y DEPOSITOS: JR TARAPACA N° 1163 PILCOMAYO  
 LABORATORIOS: AV. ORIENTE N° 772 CONCEPCION





**REGISTRO DE EXCAVACION**

**PROYECTO:** ESTRUCTURA DE PAVIMENTO NO CONVENCIONAL PARA CONTROL DE DESBORNDES DE LA LAGUNA CHURUCA SOBRE LA CARRETERA CENTRAL SECTOR MOROCOCHA  
**SOLICITANTE:** ANDRÉS PEÑA SANTILLAN  
**ESTRUCTURA:** Carretera asfaltada  
**LOCALIZACIÓN:** Carretera Central, tramo Tildo - Morococha  
**UBICACIÓN:** Prog. 136+260  
**PERFORACIÓN:** C-12  
**MUESTRA:** M-1  
**NIVEL FREÁTICO:** -  
**FECHA:** Feb-2021



PROP. (m)	CLASIF. SUCS	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	MUESTRA OBTENIDA	OBSERVACIONES
0.2		De 0.00-0.20 carpeta asfáltica.		Rellenos
0.4		De 0.20-0.55 Relleno seleccionado, grava limosa. Con 60% de piedra mediana a grande, de forma sub angulosa, dura, textura rugosa, tamaño máx. de 3".		
0.8	GM-GC	De 0.55 - 3.00 Grava limo-arcillosa. Con 61.2% de piedra mediana a grande, tamaño máx. de 2"; 22% de arena de grano medio a fino; fracción fina pasante la malla Nº200 en un 16.8%, medianamente plástico (LL= 20.7%, IP= 6.1%); poco húmedo a húmedo, semi compacto, color amarillo. De 1,25m a 3,00m el material grava limosa - arcillosa se observa con bolonería y bloques de hasta 15", en un 30% de volumen	M-1	
1.0				
1.2				
1.4				
1.6				
1.8				
2.0				
2.2				
2.4				
2.6				
2.8				
3.0				

  
 CONSTRUCTORA INGENIEROS ASESORES V.E.S.A.C.  
 Ing. - Jorge Peña Peña II.  
 R.P. 10260  
 REPRESENTANTE LEGAL  
 Oficina y Laboratorio  
 Oficina y Laboratorio  
 Oficina y Laboratorio  
**RESPONSABLE DE CAMPO**





**REGISTRO DE EXCAVACION**

**PROYECTO:** ESTRUCTURA DE PAVIMENTO NO CONVENCIONAL PARA CONTROL DE DESBORDES DE LA LAGUNA CHURUCA SOBRE LA CARRETERA CENTRAL SECTOR MOROCOCHA  
**SOLICITANTE:** ANDRÉS PEÑA SANTELLAN  
**ESTRUCTURA:** Carretera asfaltada  
**LOCALIZACIÓN:** Carretera Central, tramo Tíclo - Morococha  
**UBICACIÓN:** Prog. 136+300  
**PERFORACIÓN:** C-12  
**MUESTRA:** M-1  
**NIVEL FREÁTICO:** -  
**FECHA:** Feb-2021

PROF. (m)	CLASIF. SUCS	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	MUESTRA OBTENIDA	OBSERVACIONES
0.0		De 0.00-0.20 carpeta asfáltica.		Reellenos
0.4		De 0.20-0.55 Relleno seleccionado, grava limosa. Con 60% de piedra mediana a grande, de forma sub angulosa, dura, textura rugosa, tamaño máx. de 3".		
0.6	GM	De 0.25-3.00 Grava arcillosa. Con 61.9% de piedra mediana a grande, tamaño máx. de 2"; 24.7% de arena de grano medio a fino; fracción fina pasante la malla Nº200 en un 13.4%, plástico (LI= 15.2%, IP= 15.2%); húmedo, semi compacto, color amarillo. De 1.20-3.00 bolonería y bloques de 18" en un 65% del volumen. 3.00m filtración de napa freática.	M-1	
0.8				
1.0				
1.2				
1.4				
1.6				
1.8				
2.0				
2.2				
2.4				
2.6				
2.8				
3.0				







## ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D-3080

PROYECTO : ESTRUCTURA DE PAVIMENTO NO CONVENCIONAL PARA CONTROL DE DESBORDOS DE LA LAGUNA CHURUCA SOBRE LA CARRETERA CENTRAL SECTOR MOROCOCCHA		REGISTRO : 047	
SOLICITADO / ANDRÉS PEÑA SANTILLAN		TÉCNICO : J.M.P.	
UBICACIÓN : Progr 136+570 COORDENADAS 18L 0374357 UTM 8717262		Fecha : Marzo - 2021	
MUESTRA : C-05 / M-01		PROP. (gr) : 1.50	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : REMOLCADA	CLASIFICACIÓN SUCS : GC	LÍMITE LÍQUIDO : 27.6 %	ÍNDICE DE PLASTICIDAD : 12.6 %
ÁREA DE LOS ESPECÍMENES : 20.10 cm <sup>2</sup>	% MENOR QUE LA MALLA N° 200 : 35.8 %		
VOLUMEN DE LOS ESPECÍMENES : 25.53 cm <sup>3</sup>			

CONDICIÓN DE LA MUESTRA : REMOLCADA	CLASIFICACIÓN SUCS : GC	LÍMITE LÍQUIDO : 27.6 %	ÍNDICE DE PLASTICIDAD : 12.6 %
ÁREA DE LOS ESPECÍMENES : 20.10 cm <sup>2</sup>	% MENOR QUE LA MALLA N° 200 : 35.8 %		
VOLUMEN DE LOS ESPECÍMENES : 25.53 cm <sup>3</sup>			

N° DE MUESTRA :	%
CONTENIDO DE HUMEDAD :	g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD HUMEDA :	g/cm <sup>3</sup>
DENSIDAD SECA :	g/cm <sup>3</sup>
EMPUJÓN NOMINAL :	kg/cm <sup>2</sup>

01		02		03	
11.5		11.5		11.7	
1.881		1.883		1.885	
1.788		1.895		1.887	
0.4		0.8		1.2	
DEFINICIÓN	ESPESOR DE CORTE	DEFINICIÓN	ESPESOR DE CORTE	DEFINICIÓN	ESPESOR DE CORTE
Verticalidad (mm)	(mm)	Verticalidad (mm)	(mm)	Verticalidad (mm)	(mm)
0.25	0.123	0.25	0.123	0.25	0.123
0.50	0.173	0.50	0.173	0.50	0.173
0.75	0.223	0.75	0.223	0.75	0.223
1.00	0.273	1.00	0.273	1.00	0.273
1.25	0.323	1.25	0.323	1.25	0.323
1.50	0.373	1.50	0.373	1.50	0.373
1.75	0.423	1.75	0.423	1.75	0.423
2.00	0.473	2.00	0.473	2.00	0.473
2.25	0.523	2.25	0.523	2.25	0.523
2.50	0.573	2.50	0.573	2.50	0.573
2.75	0.623	2.75	0.623	2.75	0.623
3.00	0.673	3.00	0.673	3.00	0.673
3.25	0.723	3.25	0.723	3.25	0.723
3.50	0.773	3.50	0.773	3.50	0.773
3.75	0.823	3.75	0.823	3.75	0.823
4.00	0.873	4.00	0.873	4.00	0.873
4.25	0.923	4.25	0.923	4.25	0.923
4.50	0.973	4.50	0.973	4.50	0.973
4.75	1.023	4.75	1.023	4.75	1.023
5.00	1.073	5.00	1.073	5.00	1.073
5.25	1.123	5.25	1.123	5.25	1.123
5.50	1.173	5.50	1.173	5.50	1.173
5.75	1.223	5.75	1.223	5.75	1.223
6.00	1.273	6.00	1.273	6.00	1.273
6.25	1.323	6.25	1.323	6.25	1.323
6.50	1.373	6.50	1.373	6.50	1.373
6.75	1.423	6.75	1.423	6.75	1.423
7.00	1.473	7.00	1.473	7.00	1.473
7.25	1.523	7.25	1.523	7.25	1.523
7.50	1.573	7.50	1.573	7.50	1.573
7.75	1.623	7.75	1.623	7.75	1.623
8.00	1.673	8.00	1.673	8.00	1.673
8.25	1.723	8.25	1.723	8.25	1.723
8.50	1.773	8.50	1.773	8.50	1.773
8.75	1.823	8.75	1.823	8.75	1.823
9.00	1.873	9.00	1.873	9.00	1.873
9.25	1.923	9.25	1.923	9.25	1.923
9.50	1.973	9.50	1.973	9.50	1.973
9.75	2.023	9.75	2.023	9.75	2.023
10.00	2.073	10.00	2.073	10.00	2.073

**Angulo de Fricción**  
  
 $\phi = 32.1^\circ$

**Cohesión**  
  
 $C = 0.03 \text{ kg/cm}^2$

  
 CONSTRUCTORA INGENIEROS ASESORES V.E.S.A.C.  
 Ing. Andrés Peña Santillan  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA  
 Ingeniero Civil - Mecánica de Suelos  
 Estado y Colegiado: CIP - 58 - 83



### GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADO FINO MTC E 205 - 2000

PROYECTO : ESTRUCTURA DE PAVIMENTO NO CONVENCIONAL PARA CONTROL DE DESBORDOS DE LA  
LAGUNA CHIRICA SOBRE LA CARRETERA CENTRAL SECTOR MOROCOCCHA

SOLICITANTE : ANDRÉS PEÑA SANTIJAN

REGISTRO

INC

UBICACIÓN: Proje 136+570 COORDENADAS 16L 0374957 UTM 871226 TÉCNICO : D. MARQUE P. MUESTRA  
C.T.M.T. : PROFUNDIDAD : 1.50m FECHA : Marzo - 2021

DATOS BÁSICOS				
	Número de Sols	01	04	
A	Peso de la Sola moldeada (a 20°C de temperatura) (g)	703.2	708.1	
B	Peso de la muestra saturada (superficie libre agua) (en aire) (g)	290.3	316.6	
C	Peso de la muestra saturada por inmersión (a 105°C) (En aire) (g)	284.7	310.4	
D	Peso de la muestra saturada (enp. Sola) + Sola + agua al aire (g)	910.7	929.0	
RESULTADOS				
DESCRIPCIÓN	FÓRMULA	VALORES		PRIME
GRAVEDAD ESPECÍFICA RELATIVA (BASE SECA)	$C / (A - B - D)$	2.478	2.488	2.481
GRAVEDAD ESPECÍFICA RELATIVA (BASE SATURADA SUPERFICIE SECA)	$B / (A - B - D)$	2.526	2.537	2.531
GRAVEDAD ESPECÍFICA APARENTE	$C / (A - C - D)$	2.607	2.618	2.612
ABSORCIÓN DE AGUA EN PORCENTAJE DEL PUNTO SECO DEL AGREGADO	$(B - C) / C * 100$	2.637	3.967	2.817





**GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADO GRUESO  
MTC E 206 - 2000**

PROYECTO : ESTRUCTURA DE PAVIMENTO NO CONVENCIONAL PARA CONTROL DE DESBORDOS DE LA  
LAGUNA CHIVRICA SOBRE LA CARRETERA CENTRAL SECTOR MOROCOCHA

SOLICITANTE : ANDRÉS PEÑA SANTILLAN

REGISTRO

INT

UBICACIÓN: Proje 136-570 COORDENADAS 18L 0374357 UTM 871232 TÉCNICO: D. MARQUE P. MUESTRA

C-7 M1 : PROFUNDIDAD : 1.00m FECHA : Marzo - 2021

DATOS BÁSICOS				
A	Peso de la muestra saturada superficialmente seca En aire (g)		899.5	976.4
B	Peso de la muestra seca en horno a 110°C En aire (g)		884.5	960.7
C	Peso de la muestra saturada superficialmente seca sumergida en agua (g)		546.2	592.6
RESULTADOS				
DESCRIPCIÓN		FÓRMULA	VALORES	
GRAVEDAD ESPECÍFICA REAL (BASE SECA)		$B / (A - C)$	2.5178	2.598
GRAVEDAD ESPECÍFICA REAL (BASE SATURADA SUPERF. REAL)		$A / (A - C)$	2.5997	2.742
GRAVEDAD ESPECÍFICA APARENTE		$B / (B - C)$	2.6305	2.610
ABSORCIÓN DE AGUA EN PORCENTAJE DEL PESO SECO DEL AGRIGADO		$(A - B) / B * 100$	1.6955	1.886





PROYECTO: ESTRUCTURA DE PAVIMENTO NO CONVENCIONAL PARA CONTROL DE DESBORDES DE LA LAGUNA CHURUCA SOBRE LA CARRETERA CENTRAL SECTOR MOROCOCHA  
SOLICITANTE: ANDES PUNA S.MIT.LTDA.  
ESTRUCTURAL: Cervantes Alvarado  
LOCALIZACIÓN: Cercados Central, tramo Toldo - Huaranchar  
FECHA: feb-2021

ESTRUCTURA DE PAVIMENTO NO CONVENCIONAL PARA CONTROL DE DESBORDES DE LA LAGUNA CHURUCA SOBRE LA CARRETERA CENTRAL SECTOR MOROCOCHA

Nombre	Ubicación OTM (w/0884)		RESISTENCIA	PROFUNDIDAD (m)	LÍMITE Líquido (%)	Índice Plástico (%)	PIEDRA (%)	PIEDRA (%)	Índice Plástico (%)	Clasificable	Humedad Natural (%)	Observación
	Bote	Bomba										
Calicata C-05	373392	8717724	H-1	0.55 - 1.50	21.5	3.8	22.7	GH	A-1-b (0)	5.0	Medida con distribución en perfil (marginal)	
Calicata C-06	374242	8717585	H-1	0.55 - 1.50	20.7	6.1	16.8	GM-GC	A-2-4 (0)	4.7	Medida con distribución en perfil (marginal)	
Calicata C-07	374157	8717282	H-1	0.55 - 1.50	15.2	15.2	12.4	GH	A-1-a (0)	5.8	Medida con distribución en perfil (marginal)	
Calicata C-08	374470	8717233	H-1	0.55 - 1.50	18.6	3.3	17.3	GM-GC	A-1-b (0)	5.0	Medida con distribución en perfil (marginal)	

CONSTRUCTORA INGENIEROS ASOCIADOS V.E.S.A.C.  
Ing. Julián Cruz H.  
Calle 1018  
Avenida 9 de Octubre  
Sector Huaranchar, Morococha  
Cajamarca - Perú





**REGISTRO DE EXCAVACION**

**PROYECTO:** ESTRUCTURA DE PAVIMENTO NO CONVENCIONAL PARA CONTROL DE DESBORDOS DE LA LAGUNA CHURUCA SOBRE LA CARRETERA CENTRAL SECTOR MOROCOCHA

**CONSULTOR:**

**ESTRUCTURA:** Carretera asfaltada **PERFORACIÓN:** C-9

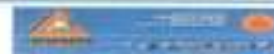
**LOCALIZACIÓN:** Carretera Central, tramo Ticho - Morococha **MUESTRA:** M-1

**UBICACIÓN:** Prog. 135+345 **NIVEL FREÁTICO:** -

**FECHA:** Feb-2021

PROF. (m)	CLASIF. SUCS	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	MUESTRA OBTENIDA	OBSERVACIONES
0.2		De 0.00-0.20 carpeta asfáltica.		Rellenos
0.4		De 0.20-0.55 Relleno seleccionado, grava limosa. Con 60% de piedra mediana a grande, de forma sub angulosa, dura, textura rugosa, tamaño máx. de 3".		
0.6	GC	De 0.55-1.50 Grava arcillosa. Con 42.2% de piedra grande a mediana, tamaño máx. de 2"; 22% de arena de grano medio a fino; fracción fina pasante la malla Nº200 en un 35.8%, plástico (LL= 27.8%, IP= 12.6%); poco húmedo a húmedo, semi compacto, color amarillo. De 0.80a 1.50m en la grava arcillosa se observa presencia de boloneria de hasta 10" en un 25% del volumen	M-1	
1.0				
1.2				
1.4				
1.6				
1.8				
2.0				
2.2				
2.4				
2.6				
2.8				
3.0				

RESPONSABLE DEL DISEÑO





**REGISTRO DE EXCAVACION**

**PROYECTO:** ESTRUCTURA DE PAVIMENTO NO CONVENCIONAL PARA CONTROL DE DESBORDES DE LA LAGUNA CHURILCA SOBRE LA CARRETERA CENTRAL SECTOR MOROCOCHA

**CONSULTOR:** **ESTRUCTURA:** Carretera asfaltada **PERFORACIÓN:** C-8

**LOCALIZACIÓN:** Carretera Central, tramo Ticlo - Morococha **MUESTRA:** M-1

**UBICACIÓN:** Prog. 136+695 **NIVEL FREÁTICO:** -

**FECHA:** Feb-2021

PROF. (m)	CLASIF. SUCS	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	MUESTRA OBTENIDA	OBSERVACIONES
0.2		De 0.00-0.20 carpeta asfáltica.		Reellenos
0.4		De 0.20-0.55 Relleno seleccionado, grava limosa. Con 60% de piedra mediana a grande, de forma sub angulosa, dura, textura rugosa, tamaño máx. de 3".		
0.8	GM-GC	De 0.55-1.50 Grava limo-arcillosa. Con 60.4% de piedra mediana a chica, tamaño máx. de 2"; 22.3% de arena de grano fino a medio; fracción fina pesante la malla Nº200 en un 17.3%, medianamente plástico (LL= 19.6%, IP= 5.5%); húmedo, semi compacto, color amarillo.	M-1	
1.6		De 1.50 a + Bolonería y bloques de 20"		
1.8				
2.0				
2.2				
2.4				
2.6				
2.8				
3.0				

RESPONSABLE DE OBRAS





**REGISTRO DE EXCAVACION**

**PROYECTO:** ESTRUCTURA DE PAVIMENTO NO CONVENCIONAL PARA CONTROL DE DESBORDÉS DE LA LAGUNA CHURUCA SOBRE LA CARRETERA CENTRAL SECTOR MOROCOCHA

**CONSULTOR:**  
**ESTRUCTURA:** Carretera asfaltada  
**LOCALIZACIÓN:** Carretera Central, Isano Tadio - Morococha  
**UBICACIÓN:** Prog. 136+570

**PERFORACIÓN:** C-7  
**MUESTRA:** M-1  
**NIVEL FREÁTICO:** 1.50m  
**FECHA:** Feb-2021

PROF. (m)	CLASIF. SUCS	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	MUESTRA OBTENIDA	OBSERVACIONES
0.0		De 0.00-0.20 carpeta asfáltica.		Reellenos
0.2		De 0.20-0.55 Relleno seleccionado, grava limosa. Con 60% de piedra mediana a grande, de forma sub angulosa, dura, textura rugosa, tamaño máx. de 3".		
0.4				
0.6				
0.8				
1.0	GM	De 0.25-1.50 Grava arcillosa. Con 61.9% de piedra mediana a grande, tamaño máx. de 2"; 24.7% de arena de grano medio a fino; fracción fina pasante la malla Nº200 en un 13.4%, plástico (LL= 15.2%, IP= 15.2%); húmedo, semi compacto, color amarillo. De 1.20-1.50 bolonera y bloques de 18" en un 65% del volumen. 1.50m filtración de napa freatica.	M-1	
1.2				
1.4				
1.6				
1.8				
2.0				
2.2				
2.4				
2.6				
2.8				
3.0				

RESPONSABLE DE CAMPO





**RÉGISTRO DE EXCAVACION**

**PROYECTO:** ESTRUCTURA DE PAVIMENTO NO CONVENCIONAL PARA CONTROL DE DESBORDES DE LA LAGUNA CHURUCA SOBRE LA CARRETERA CENTRAL SECTOR MOROCOCHA

**CONSULTOR:**

**ESTRUCTURA:** Carretera asfaltada

**LOCALIZACIÓN:** Carretera Central, tramo Ticks - Morococha

**UBICACIÓN:** Prog. 136+220

**PERFORACIÓN:** C-6

**MUESTRA:** M-1

**NIVEL FREÁTICO:** -

**FECHA:** Feb-2021

PROF. (m)	CLASIF. SUCS	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	MUESTRA OBTENIDA	OBSERVACIONES
0.2		De 0.00-0.20 carpeta asfáltica.		Rellenos
0.4		De 0.20-0.55 Relleno seleccionado, grava limosa. Con 60% de piedra mediana a grande, de forma sub angulosa, dura, textura rugosa, tamaño máx. de 3".		
0.6	GM-GC	De 0.55 - 1.50 Grava limo-arcillosa. Con 61.2% de piedra mediana a grande, tamaño máx. de 2"; 22% de arena de grano medio a fino; fracción fina pasante la malla N°200 en un 16.8%, medianamente plástico (LL= 20.7%, IP= 6.1%); poco húmedo a húmedo, semi compacto, color amarillo. De 1.25m a 1.50m el material grava limosa - arcillosa se observa con bolonera y bloques de hasta 15", en un 30% de volumen	M-1	
0.8				
1.0				
1.2				
1.4				
1.6				
1.8				
2.0				
2.2				
2.4				
2.6				
2.8				
3.0				

RESPONSABLE TÉCNICO







**REGISTRO DE EXCAVACION**

**PROYECTO:** ESTRUCTURA DE PAVIMENTO NO CONVENCIONAL PARA CONTROL DE DESBORDES DE LA LAGUNA CHURUCA SOBRE LA CARRETERA CENTRAL SECTOR MOROCOCHA

**CONSULTOR:** PERFORACIÓN: C-5

**ESTRUCTURA:** Carretera asfaltada MUESTRA: M-1

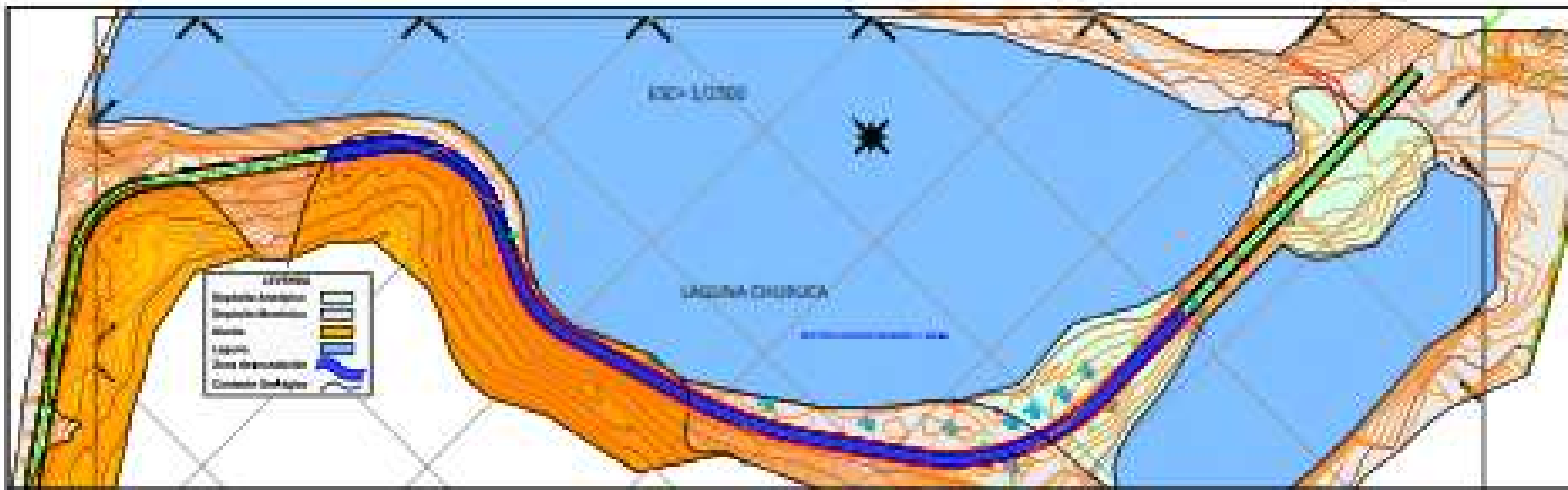
**LOCALIZACIÓN:** Carretera Central, Tramo Tajo - Morococha NIVEL FREÁTICO: -

**UBICACIÓN:** Prog. 135+845 FECHA: Feb-2021

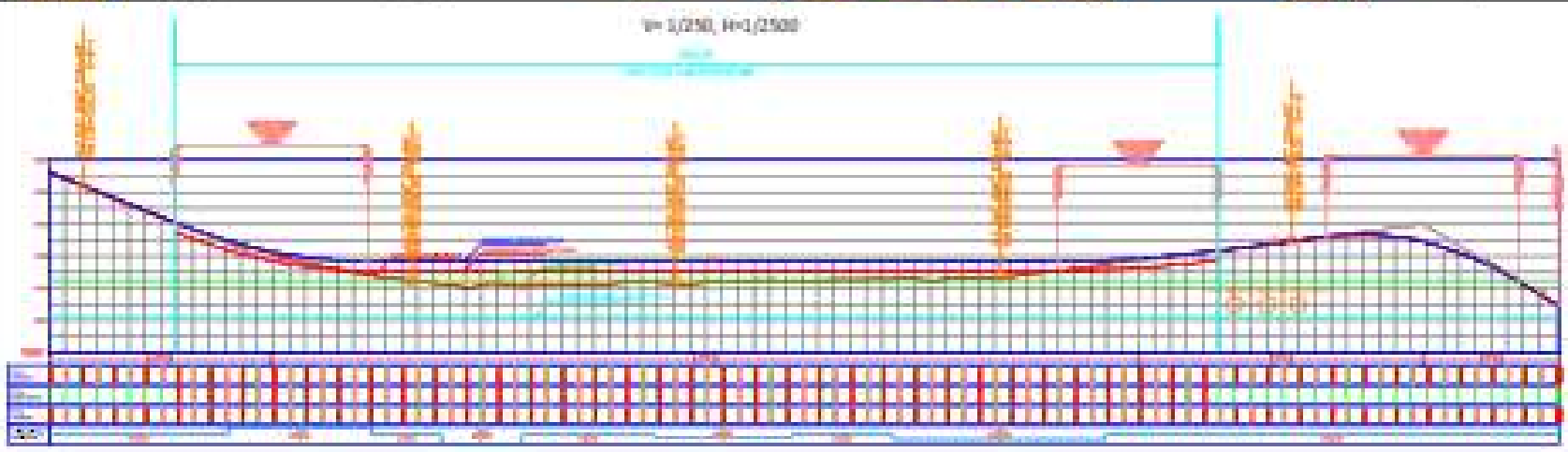
PROF. (m)	CLASIF. SUCS	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	MUESTRA OBTENIDA	OBSERVACIONES
0.2		De 0.00-0.20 carpeta asfáltica.		Reellenos
0.4		De 0.20-0.55 Relleno seleccionado, grava limosa. Con 60% de piedra mediana a grande, de forma sub angulosa, dura, textura rugosa, tamaño máx. de 3".		
0.6	SM	De 0.55-1.50 Arena limosa. Con 32.8% de piedra mediana a chica, tamaño máx. de 1 1/2"; 44.5% de arena de grano medio a fino; fracción fina pasante la malla Nº200 en un 22.7%, ligeramente plástico (LL= 21.5%, IP= 3.6%); poco húmedo, semi compacto, color amarillo.	M-1	
0.8				
1.0				
1.2				
1.4				
1.6				
1.8				
2.0				
2.2				
2.4				
2.6				
2.8				
3.0				

RESPONSABLE DE OBRAS





W= 1/250, H=1/2500



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE POSGRADO  
 MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL



INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES			
INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES			
Lugar:	Fecha:	Estado:	Autorización:

INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES	INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES	INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

**ANEXO:**  
**REGISTRO DE ESTUDIO DE TRÁFICO**

a) Estación de conteo:  
 Para el presente Estudio de Punto Críticos se utilizó la información de las estaciones más cercanas.

**Gráfico N° 1: Ubicación de las Estaciones de Conteo, Censo de carga y Origen/destino**



Fuente: EDI Obras de Puestas a Punto – Devianes.

b) Índice Medio Diario Anual (IMDA):

**Cuadro N° 6.1: Tráfico Vehicular Promedio Diario Semanal  
 Tramo 1.2: San Mateo – Morococha**

SENTIDO	Ligero				Bus			Camiones			Semi Trailer					Trailer				TOTAL	
	Auto	Cta	Rural	Micro	B2	B3	B4	C2	C3	C4	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	3S3	2T2	2T3	3T2		3T3
ENTRADA	770	258	203	34	102	211	58	265	198	52	5	14	71	6	39	511	1	1	7	14	2819
SALIDA	782	233	211	26	81	178	56	255	192	34	3	5	61	0	23	492	1	0	6	10	2649
AMBOS	1552	491	413	60	184	389	114	520	389	86	8	19	132	6	62	1002	2	1	13	25	5468

Fuente: Conteo de tráfico del 17 al 21 de agosto 2012 - EDI Obras de Puestas a Punto – Devianes.

Índice Medio Diario Anual (IMDA<sub>2012</sub>): Tramo 1.2: San Mateo - Morococha

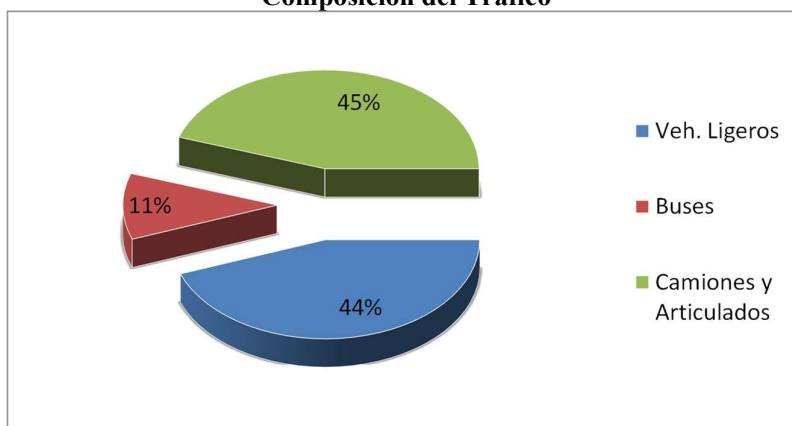
El índice medio anual (IMDA<sub>2012</sub>), considerando el Factor de corrección señalado en el cuadro N° 6.2, es de 5,244 vehículos, y la composición vehicular es ligeros (autos, pick up, camionetas rurales y micros) representan el 44.4%; y los vehículos pesados (buses, camiones y articulados) el 55.6%. Gráfico N° 5.

**Cuadro N° 6.2: Índice Medio Diario Anual (IMDA)  
 Tramo 1.2: San Mateo – Morococha**

Factor de Correccion	SENTIDO	Ligero				Bus			Camiones			Semi Trailer					Trailer				TOTAL	
		Auto	Cta	Rural	Micro	B2	B3	B4	C2	C3	C4	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	3S3	2T2	2T3	3T2		3T3
	ENTRADA	712	238	188	31	101	208	57	261	195	51	5	14	70	6	39	504	1	1	6	14	2705
0.9253	SALIDA	724	216	195	24	80	176	56	252	190	34	3	5	60	0	22	486	1	0	6	10	2538
0.9877	AMBOS	1436	454	382	55	181	384	113	513	385	85	8	19	130	6	61	990	2	1	12	24	5244
	%	44.4				55.6																

Fuente: EDI Obras de Puestas a Punto – Devian-des.

**Gráfico N° 5**  
**Composición del Tráfico**



Fuente: EDI Obras de Puestas a Punto – Devian-des.

c) Tasas de Crecimiento del Tráfico:

A continuación, en el Cuadro N° 8.5 se presentan las tasas de crecimiento del tráfico calculadas por tipo de vehículo y utilizadas para la proyección del tráfico (IMD Anual).

**Cuadro N° 8.5: Tasas de crecimiento de generación de tráfico**

Tipo de Vehículo	Tasas de crecimiento promedio anual (%)
	Pte. R. Palma - La Oroya
Autos	4.5%
Cmtas.	4.5%
Bus	1.3%
Camiones	2.8%
Articulados	6.5%

Fuente: EDI Obras de Puestas a Punto – Devian-des.

d) Proyección del tráfico al año 2016:

En la siguiente tabla se muestra la proyección de tráfico calculada en el Estudio de Puesta a Punto:

a) Cálculos de Ejes Equivalentes y Proyección

Tabla 28. Tráfico acumulado desde el año actual (2016)

Año	FC	IMDA 2016	FCE	ESAL 2016	Factor dirección	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
B2	1.3	191	3.40344	69568	0.5	118385	119865	121363	122880	124416	125971	127546	129140	130755	132389
B3	1.3	404	4.41447	147592	0.5	325769	329841	333964	338139	342366	346645	350978	355365	359807	364305
B4	1.3	119	2.15441	43432	0.5	46785	47370	47962	48561	49168	49783	50405	51035	51673	52319
C2	2.8	573	3.43804	209114	0.5	359470	369356	379513	389950	400673	411692	423013	434646	446599	458880
C3	2.8	430	4.95688	156937	0.5	388959	399656	410646	421939	433542	445465	457715	470302	483235	496524
C4	2.8	95	4.05280	34648	0.5	70212	72142	74126	76165	78259	80411	82623	84895	87230	89628
2S2	6.5	25	2.74639	9109	0.5	12509	13316	14175	15089	16062	17098	18201	19375	20625	21955
2S3	6.5	168	10.80552	61231	0.5	330814	352152	374866	399045	424783	452181	481347	512394	545443	580624
3S1	6.5	8	7.74350	3005	0.5	11635	12386	13185	14035	14940	15904	16930	18022	19184	20422
3S2	6.5	79	2.97918	28831	0.5	42946	45716	48665	51804	55145	58702	62488	66519	70809	75377
3S3	6.5	1274	6.27726	465052	0.5	1459626	1553772	1653991	1760673	1874236	1995125	2123810	2260796	2406617	2561844
2T2	6.5	3	5.48023	1127	0.5	3088	3287	3499	3725	3965	4221	4493	4783	5091	5420
2T3	6.5	2	7.43230	657	0.5	2443	2601	2768	2947	3137	3339	3555	3784	4028	4288
3T2	6.5	15	10.97860	5635	0.5	30931	32926	35049	37310	39717	42278	45005	47908	50998	54288
3T3	6.5	31	5.80474	11269	0.5	32708	34818	37063	39454	41999	44708	47591	50661	53929	57407
Tota I		6203		2264024		3236281	3389203	3550836	3721715	3902410	4093524	4295701	4509626	4736024	4975670
<b>Acumulado:</b>						3.24E+06	6.63E+06	1.02E+07	1.39E+07	1.78E+07	2.19E+07	2.62E+07	3.07E+07	3.54E+07	4.04E+07

Fuente: Elaboración Propia.

**ANEXO:**

- **INFORMACIÓN DE REGISTRO DE PRECIPITACIÓN**
- **MODELAMIENTO HEC – HMS**
- **RESULTADO DE MODELAMIENTO – AVENIDAS MÁXIMAS**

1988	Enero	0.00	0.00	0.00	7.00	0.50	0.00	4.50	2.50	1.50	9.00	2.00	1.00	7.50	0.50	0.00	0.00	1.50	4.00	27.00	3.50	0.00	1.00	2.00	1.00	0.00	8.50	3.50	2.50	4.00	11.50	4.00
	Febrero	12.00	8.00	3.00	2.50	3.50	0.00	0.00	0.00	6.50	17.00	7.00	9.50	11.00	3.50	1.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	5.00	0.00	6.50	0.50	0.00		
	Marzo	0.00	4.00	6.50	3.00	0.00	0.00	13.50	6.50	1.50	0.00	0.00	0.00	9.00	4.00	7.00	1.50	12.50	4.50	0.00	4.00	1.50	12.00	0.00	1.50	0.00	0.00	7.00	4.00	2.50	16.00	2.00
	Abril	12.50	7.00	11.50	0.00	0.00	0.20	0.50	0.00	0.00	0.10	13.90	0.70	1.00	0.00	0.00	0.00	1.10	0.00	0.00	4.80	0.90	0.00	0.00	3.80	1.20	2.20	3.80	1.80	0.00	0.00	
	Mayo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Junio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Julio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.70	0.00	0.00	0.00	0.00
	Agosto	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.40	2.30
	Setiembre	0.00	0.00	5.20	10.00	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50	5.00	9.00	0.00	0.00	0.00	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Octubre	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00	0.00	6.50	5.00	8.00	0.00	0.00	5.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.20	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Noviembre	2.50	5.20	3.00	6.30	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.20	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.00	2.30	0.00	6.00	0.00	
	Diciembre	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00
1989	Enero	10.00	10.00	9.00	14.60	6.00	4.90	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00	8.50	14.80	15.00	2.50	9.50	6.80	14.00	5.70	4.80	5.90	2.60	6.00	5.30	5.00	0.00	0.00	4.00	14.00	
	Febrero	0.80	6.00	19.00	10.00	10.20	3.50	0.00	0.20	8.10	4.10	0.20	0.40	0.00	0.00	8.00	0.20	0.00	3.00	4.50	1.20	4.20	4.20	8.00	8.50	20.00	9.00	1.50	0.00			
	Marzo	0.00	7.50	7.50	2.00	9.00	1.00	4.10	5.60	1.70	1.00	0.00	10.00	10.50	10.30	10.80	0.50	0.00	0.00	3.80	1.20	5.50	7.40	10.00	7.50	12.00	3.00	0.00	7.50	0.00	6.90	12.80
	Abril	11.50	10.00	2.90	1.50	1.00	0.00	0.50	4.20	0.00	0.00	0.00	3.00	3.50	0.00	0.00	0.00	5.80	0.00	3.00	1.30	1.20	0.00	2.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Mayo	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Junio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Julio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Agosto	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Setiembre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Octubre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.70	1.50	5.50	0.00	0.00	1.80	1.00	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20	0.50	7.70	3.00	0.00	3.50	4.20
	Noviembre	2.00	5.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Diciembre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1990	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	2.30	0.00	0.00	0.00	3.00	9.00	4.80	4.80	6.00	7.00	2.30	13.00	8.00	6.00	1.00	1.00	2.50	5.50	0.00	
	2	0.70	7.00	0.00	2.30	0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	8.00	0.50	1.50	0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	0.70	0.00	0.00	2.00	1.30				
	3	0.50	3.30	0.00	3.10	9.90	0.30	7.00	0.10	1.20	1.00	1.00	0.30	0.50	4.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	9.00	1.90	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	4	1.00	1.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.30	0.00	0.50	2.00	3.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	
	5	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	13.00	10.00	7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	6	2.70	0.20	0.80	0.20	0.00	0.20	0.40	0.20	6.10	5.00	4.70	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.60	7.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1991	7																0.70	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	1.10	1.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	7.70	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	1.00	0.00	5.60	0.20	0.60	0.00	0.00	0.00	1.10	0.00	0.00	0.00	
	9	1.00	0.60	0.40	1.40	0.00	3.40	1.50	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.70	0.00	0.40	0.00		
	10	0.80	0.40	0.10	0.00	0.60	0.40	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	11	0.00	0.10	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.70	0.30	0.20	0.10	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	





1995	Enero	6.20	9.80	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	4.30	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	0.00	0.60	2.50	2.50	1.20	0.60	1.00	5.00	7.30	0.00	1.50	0.00	2.50	2.50	3.00		
	Febrero	0.50	6.80	7.00	0.00	0.50	0.00	1.20	0.00	0.00	4.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.50	7.00	4.50	10.50	1.50	4.50	2.50	2.50	0.00	2.00	6.00	1.00					
	Marzo	0.00	0.50	0.00	5.00	3.00	8.50	7.80	7.00	0.50	8.00	0.50	15.70	17.80	2.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.00	1.00	0.00	2.00	0.00	1.50	0.00	1.50	0.50	3.20	6.00		
	Abril	3.50	0.50	5.20	0.00	0.00	1.30	8.20	3.50	11.50	0.00	0.50	0.00	4.20	1.50	0.00	3.00	7.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
	Mayo	0.50	0.50	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	1.90	0.00	0.00	0.00	1.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
	Junio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	0.00		
	Julio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
	Agosto	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Setiembre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	0.50	0.00	5.50	3.80	3.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.10	5.50	0.00		
	Octubre	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50	7.00	1.00	0.00	0.00	0.00	4.00	2.00	4.30	3.00	2.00	0.00	0.00	0.00	2.00	4.00	1.60	0.00	0.00	4.00	4.00	6.30		
	Noviembre	6.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.50	1.00	0.00	0.00	2.00	3.70	1.80	7.50	4.10	1.70	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00		
	Diciembre	0.00	0.50	3.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50	2.30	2.00	1.50	6.00	3.00	7.00	10.50	30.50	0.00	11.50	5.50		
1996	Enero	0.00	6.00	6.30	10.20	9.50	6.70	0.50	2.50	1.80	4.80	9.80	6.70	2.20	0.00	0.00	0.00	0.50	4.00	1.00	7.30	1.00	2.00	7.30	0.00	6.00	13.50	0.00	0.00	1.50	1.70	14.50		
	Febrero	6.00	8.00	6.00	0.00	0.60	4.00	4.00	4.50	5.00	0.00	4.50	6.00	3.00	3.50	3.00	3.50	0.00	5.00	3.90	6.00	0.00	5.00	4.00	2.00	0.00	3.70	1.00	8.50	21.00				
	Marzo	8.80	3.00	3.50	0.90	0.60	5.20	14.60	0.50	4.00	3.00	0.00	1.00	1.00	0.00	6.00	3.20	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	3.50	5.60	5.30	0.00	0.00	0.00	11.00	1.50	2.50	7.50		
	Abril	0.80	3.50	14.50	3.50	0.00	0.00	0.50	0.50	1.80	0.00	18.30	6.00	1.00	0.00	0.00	0.00	2.00	1.50	3.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
	Mayo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.50	0.00	0.00	1.50	0.00	12.50	0.00	0.00	0.00		
	Junio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
	Julio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Agosto	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	
	Setiembre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.50	0.00	0.00	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.50		
	Octubre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	6.50	2.80	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	0.00	2.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	6.70	13.50
	Noviembre	6.50	0.50	10.00	4.50	2.50	0.00	2.50	1.50	7.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	2.50	7.50		
	Diciembre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.20	2.00	0.00	0.00	3.50	2.00	2.50	0.00	0.50	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	7.50	8.50	9.50	7.50	6.00	1.40	0.00	0.00	0.00	0.00		
1997	Enero	0.00	0.00	1.00	7.00	7.50	3.00	1.00	12.50	1.50	15.50	3.50	3.00	7.50	6.00	8.00	7.50	3.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	5.50	1.50	2.50	8.50	6.00	1.50	0.00	0.00			
	Febrero	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	8.00	3.00	8.50	5.00	0.50	4.50	3.00	0.50	6.50	8.00	1.50	7.00	5.50	15.50	18.00	7.50	6.00	9.00	1.50	4.00	1.00	0.00	0.00					
	Marzo	0.50	0.50	0.00	6.50	6.50	10.00	6.00	6.50	5.00	5.50	3.00	0.00	0.00	1.50	0.00	0.50	3.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	0.00	1.00	0.00	
	Abril	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.50	8.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	0.00	3.00	1.50	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00		
	Mayo	0.00	0.50	1.00	0.00	0.00	0.00	3.50	0.00	5.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
	Junio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
	Julio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Agosto	0.00	0.00	0.00	0.00	4.50	7.00	3.50	3.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.00	6.50	10.00	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50	0.00	
	Setiembre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50	4.00	2.70	7.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	12.00	5.00	0.00	0.00			
	Octubre	0.00	1.50	0.00	2.00	2.00	11.00	14.00	4.00	5.50	1.50	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	6.50	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.00	2.00		
	Noviembre	3.50	2.00	2.50	1.50	0.00	4.50	0.00	3.00	0.50	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	1.00	0.00	0.00			
	Diciembre	0.50	0.00	1.50	0.50	1.50	5.50	19.50	0.00	7.00	3.50	13.50	2.00	0.00	0.50	2.00	2.50	4.50	13.50	0.50	6.50	12.00	3.50	0.50	8.00	7.50	3.50	3.50	2.50	0.00	0.00	0.00		

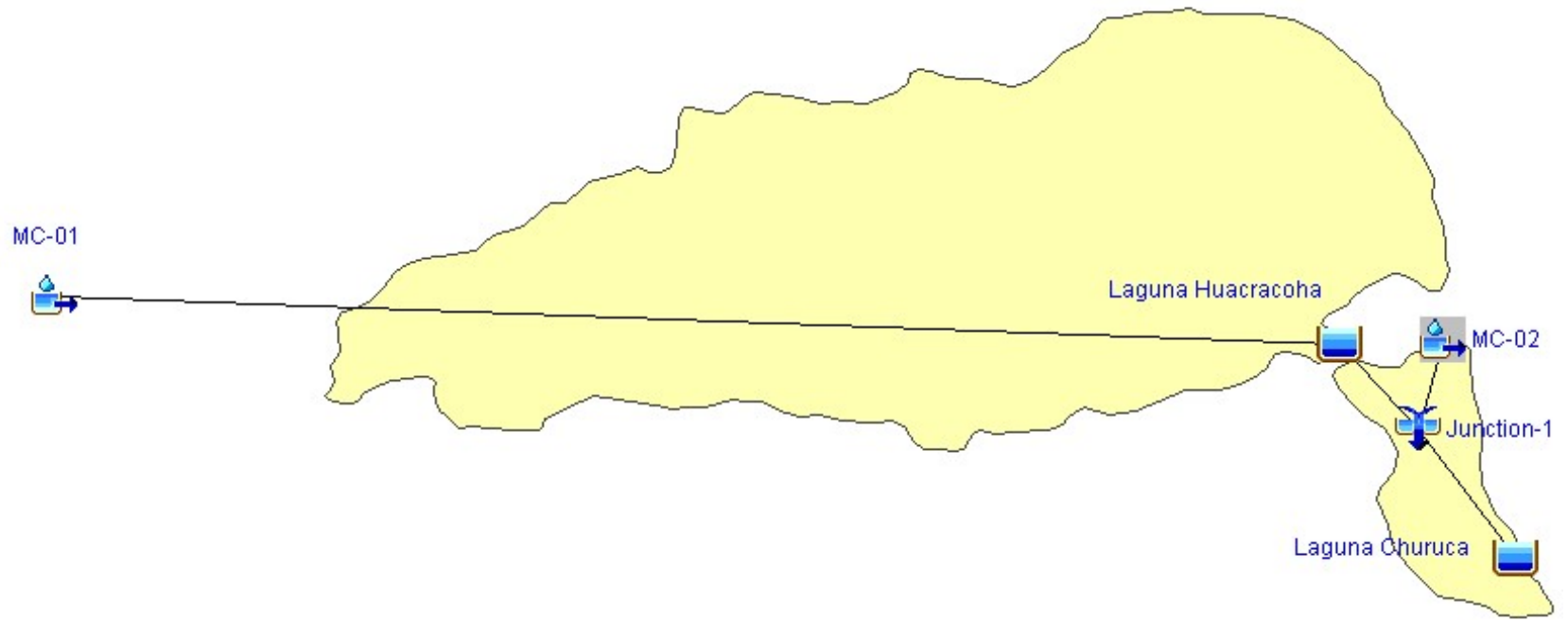
1998	Enero	0.00	2.00	2.50	7.00	3.50	1.50	10.00	7.50	2.50	0.00	1.00	0.00	8.50	0.00	0.00	3.50	0.00	0.00	0.00	3.50	5.00	7.50	3.50	6.50	1.00	1.00	1.50	7.00	13.50	3.50	0.00		
	Febrero	0.00	3.50	0.00	0.50	0.00	14.50	6.00	1.50	0.60	3.50	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	6.30	0.00	0.00	1.50	2.50	0.00	8.50	5.10	7.80	6.50	3.00					
	Marzo	4.00	1.00	1.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	4.50	4.70	1.30	0.00	8.40	4.90	11.00	8.50	5.00	0.60	0.00	0.00	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00	2.30	5.00	0.00	0.00	2.00	3.20		
	Abril	3.60	3.70	2.80	0.00	1.20	0.00	0.00	0.00	0.70	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	31.00			
	Mayo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Junio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.30	1.80	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50	0.00		
	Julio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Agosto	0.00	0.00	6.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.30	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Setiembre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50		
	Octubre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.80	0.00	0.00	4.90	12.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00	2.00	8.50	4.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	
	Noviembre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50	2.00	2.00	8.00	12.50	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50	7.20			
	Diciembre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.80	0.00	1.60	1.50	2.50	1.30	1.30	4.50	2.00	0.00	0.00	2.50	0.00	0.50	0.00	1.00	5.60	0.50	0.00	3.50	0.00		
1999	Enero	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	10.60	0.00	0.00	4.70	4.00	14.70	4.50	15.40	9.40	2.40	3.30	0.00	5.80	3.20	4.70	1.00	0.00	6.80	0.50	0.00	7.20	4.50	7.50	1.50	0.00			
	Febrero	2.00	0.00	4.00	8.30	8.50	2.50	5.40	5.50	2.00	10.00	4.50	7.00	8.00	7.20	18.30	6.50	2.30	10.70	14.40	12.80	9.50	10.30	0.00	1.50	3.80	15.90	6.20	2.70					
	Marzo	2.90	0.00	0.00	0.00	2.30	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	6.00	0.00	0.00	9.90	5.20	5.50	8.20	2.20	2.50	1.00	3.80	4.50	4.90	9.20	4.70	1.00	1.50	3.00	3.40	0.00	2.00		
	Abril	3.00	0.00	1.00	0.00	1.60	3.70	0.00	0.00	1.20	1.70	0.00	0.00	0.00	2.30	1.00	1.00	1.00	18.40	7.00	6.40	4.40	1.00	0.00	1.00	5.30	0.00	1.00	1.00	0.00	2.50			
	Mayo	2.00	1.50	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	2.00	0.50	0.00	1.00	0.50	1.20	0.50	1.30	0.00	0.00	0.00	1.00	1.50	2.30	2.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.50	0.00	1.00		
	Junio	1.00	2.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.50	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
	Julio	0.00	0.00	1.00	2.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Agosto	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Setiembre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.80	3.00	3.50	2.80	4.60	2.30	1.50	2.00	3.80	1.70	3.50	0.00			
	Octubre	2.50	3.00	1.80	0.00	2.70	3.40	6.50	0.00	1.80	3.50	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	3.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	3.80	2.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Noviembre	0.00	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	4.80	2.00	8.60	4.80	2.00	3.00			
	Diciembre	4.30	4.10	5.70	4.90	7.50	4.10	2.70	4.50	2.00	8.10	8.40	4.70	3.80	6.10	3.50	0.00	0.00	1.50	4.00	9.50	0.00	4.00	0.00	0.00	0.00	1.00	3.50	1.00	0.00	4.90			
2000	Enero	2.00	4.50	9.30	3.50	3.00	0.00	6.50	8.00	9.50	7.50	5.50	3.50	0.00	0.00	1.00	4.50	3.50	1.00	1.50	0.00	0.00	1.50	6.30	2.00	0.00	0.00	1.50	6.00	7.50	5.00	2.50		
	Febrero	3.00	4.50	4.80	2.50	6.00	0.00	3.60	2.80	2.50	3.00	0.00	0.00	0.00	4.80	4.50	3.80	3.60	2.70	2.00	3.50	4.50	2.50	3.40	3.60	2.80	3.70	0.00	2.60	3.50				
	Marzo	2.80	9.50	4.60	3.70	4.20	4.50	6.00	7.00	5.50	4.80	6.70	4.60	6.60	3.80	3.60	2.50	4.00	3.70	4.20	1.00	3.00	2.50	3.80	2.00	2.50	1.50	0.00	2.00	3.50	3.80	3.00		
	Abril	2.50	2.00	0.00	2.70	3.20	2.00	2.80	2.00	1.50	0.00	2.50	1.00	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00	1.00	1.50	0.00	1.00	1.50	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00			
	Mayo	0.00	0.00	0.00	2.80	2.30	1.80	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	2.00	1.50	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Junio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Julio	0.00	0.00	0.00	8.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Agosto	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.60	3.40	2.80	0.00	0.00	0.00	2.30	3.20	2.00	0.00	0.00	0.00	1.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Setiembre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	2.80	0.00	0.00	0.00	1.00	2.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	2.80	2.50	0.00			
	Octubre	0.00	0.00	0.00	6.60	5.70	7.40	2.50	6.40	7.80	5.40	6.50	6.80	7.50	5.60	4.30	2.80	3.50	3.00	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00	1.00	0.00	14.50	3.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Noviembre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.80	7.80	6.00	5.50	6.80	9.00	8.00			
	Diciembre	6.50	9.70	7.20	7.50	8.00	7.50	8.20	6.80	13.90	12.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.80	10.90	0.00	5.50	4.80	6.00	6.30	5.50	3.80	4.70	5.50	7.30	12.30	11.50	8.60	10.20		

2001	Enero	8.50	6.80	7.60	7.80	6.90	10.50	9.50	2.00	0.00	1.00	8.70	8.50	9.90	7.20	10.50	8.50	7.30	6.30	6.70	5.50	0.00	1.50	4.70	5.50	1.50	10.40	9.00	6.80	2.70	4.50	14.80	
	Febrero	12.50	4.00	6.50	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50	0.00	0.00	0.00	5.70	4.80	5.20	5.00	3.00	0.00	0.00	0.00	1.00	3.00	3.80	3.50	0.00	1.00	0.00	1.00				
	Marzo	2.50	6.70	3.10	2.00	5.70	7.50	5.30	7.40	5.30	6.90	4.50	3.00	6.30	4.50	6.00	11.70	1.00	1.00	16.50	5.00	5.50	10.50	7.30	7.00	8.00	3.00	11.50	5.00	2.00	2.50	0.00	
	Abril	0.00	4.00	1.70	2.30	0.00	0.00	15.30	0.00	0.00	0.00	1.80	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.30	2.80	4.80	1.50	0.00		
	Mayo	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.80	2.90	1.50	5.80	0.00	3.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.50	0.00	
	Junio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
	Julio	0.00	0.00	0.00	2.40	3.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00	4.50	0.00	1.50	0.00	0.00	
	Agosto	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Setiembre	1.00	0.00	0.00	0.00	2.30	0.00	0.00	1.00	0.00	1.80	2.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	3.00	1.50	2.80	1.00	0.00	0.00	0.00	3.00	2.00	0.00
	Octubre	0.00	1.20	4.20	0.00	5.90	9.30	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.50	0.00	2.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.60	2.00	0.00	1.50	0.00	1.30	0.00	1.00	1.50	9.50	8.50
	Noviembre	11.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	0.00	0.00	0.00	3.50	0.00	2.00	1.50	8.50	0.00	3.00	1.30	3.00	0.00	1.00	11.50	8.70	9.30	6.70	8.50	6.00	5.00	4.60		
	Diciembre	3.50	0.00	0.00	0.00	0.00	12.50	4.80	13.50	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00	3.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	5.00	5.00	2.00	13.50	8.60	0.00	0.00	
2002	Enero	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	3.50	0.00	3.50	13.30	2.80	0.00	0.00	0.00	0.00	3.30	3.40	5.90	5.30	0.00	0.00	0.00	1.20	1.50	2.00	5.60	5.70	2.00		
	Febrero	0.00	3.70	1.30	3.00	17.00	6.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.00	0.00	0.00	3.50	3.30	4.60	2.70	3.70	1.40	5.80	9.20	0.00	3.80	0.00	0.00					
	Marzo	13.60	3.30	6.80	4.70	5.40	2.20	4.30	4.60	3.20	1.30	4.50	6.30	4.50	5.80	22.80	5.00	3.30	2.30	0.00	20.30	5.20	0.00	2.00	2.50	4.30	8.80	1.00	0.00	8.50	0.00	0.00	
	Abril	5.60	0.00	0.00	0.00	1.50	6.50	0.00	0.00	0.00	1.80	3.20	1.50	0.00	1.80	0.00	0.00	0.00	3.50	5.80	1.80	8.70	9.60	6.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
	Mayo	0.00	0.00	4.70	2.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50	0.00	5.80	0.00	0.00	0.00	2.50	2.00	6.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
	Junio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.50	0.00	1.50		
	Julio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Agosto	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Setiembre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.30	0.00	0.00	0.00	
	Octubre	3.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.50	2.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	3.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.80	7.50	5.20	
	Noviembre	5.00	5.00	3.40	0.00	0.00	0.00	2.30	5.60	4.30	4.20	4.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.40	4.30	5.00	6.50	6.80	9.30	2.30	0.00	0.00	0.00	5.10	4.10	2.80		
	Diciembre	0.00	0.00	4.80	5.60	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.30	6.50	7.50	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50	4.30	3.80	5.60	7.80	6.50	10.50	6.00	8.60	16.00	8.50	4.60	6.70	5.00	
2003	Enero	5.80	6.50	3.80	2.60	3.00	0.00	0.00	0.00	5.80	12.50	6.50	9.30	0.00	5.70	3.20	1.50	0.00	0.00	0.00	1.30	3.50	6.30	9.00	11.40	8.80	7.90	3.20	7.10	8.00	5.80	6.90	
	Febrero	4.80	6.20	5.60	7.40	6.60	5.80	4.70	13.70	3.40	0.00	9.30	7.60	3.40	5.60	5.80	0.00	0.00	0.00	4.70	5.70	9.60	10.50	6.50	4.80	6.30	1.50	5.20	2.00				
	Marzo	8.50	6.50	5.20	4.30	6.70	29.30	8.90	3.50	1.80	4.40	0.00	2.50	6.30	3.60	2.80	5.50	2.30	4.20	3.80	0.00	0.00	0.00	0.00	2.40	3.00	0.00	5.80	4.30	6.50	4.50	1.80	
	Abril	4.30	3.80	2.70	3.20	1.80	2.50	0.00	0.00	0.00	1.50	5.30	15.00	3.50	14.30	4.60	1.00	0.00	0.00	0.00	3.20	3.50	4.20	0.00	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
	Mayo	0.00	0.00	4.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
	Junio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
	Julio	0.00	0.00	5.90	1.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Agosto	0.00	0.00	0.00	3.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Setiembre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.70	0.00	2.30	2.00	0.00	0.00	2.20	0.00	0.00	0.00	0.00	6.30	3.50		
	Octubre	0.00	0.00	5.40	3.40	0.00	0.00	4.30	1.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.30	6.70	0.00	0.00	7.70	4.80	0.00	0.00	0.00	0.00	4.50	7.30	2.90	0.00	0.00	9.90	3.80	0.00	
	Noviembre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.80		
	Diciembre	4.30	5.40	2.60	1.60	3.70	3.60	8.10	8.50	1.40	0.00	4.50	3.80	11.40	1.50	0.00	5.00	4.80	4.10	3.30	2.50	0.00	4.90	4.60	4.40	4.70	2.90	3.20	0.00	0.00	3.00	3.70	

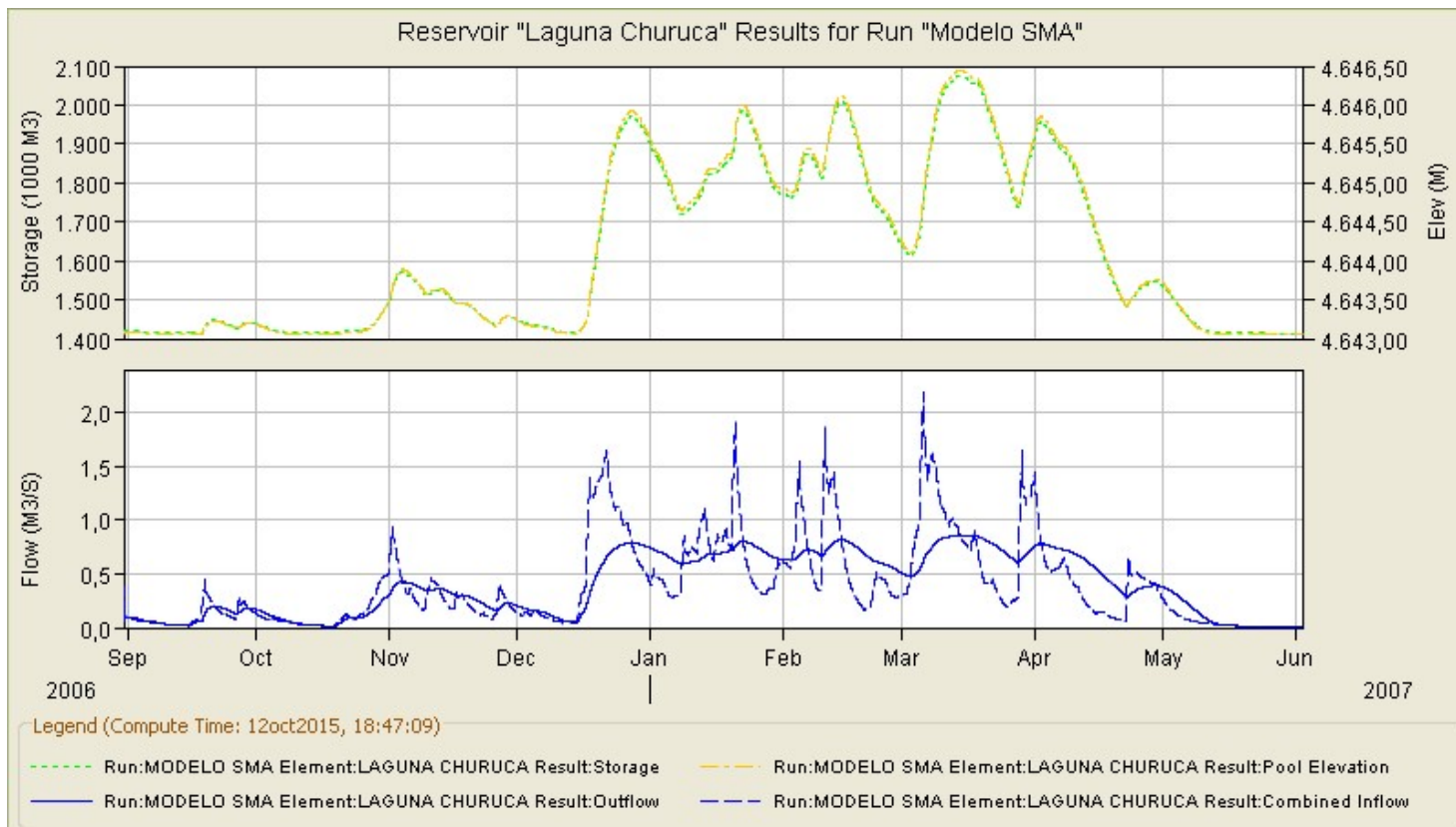
2004	Enero	2.30	3.70	2.90	0.00	0.00	4.50	0.00	2.80	0.00	3.20	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.40	4.90	3.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Febrero	0.00	2.30	6.80	7.80	10.30	7.00	6.20	4.80	2.60	15.80	2.70	12.80	0.00	0.00	2.20	0.00	1.50	3.20	10.50	16.70	1.30	0.00	0.00	0.00	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Marzo	0.00	2.00	0.00	10.00	2.40	0.00	3.60	0.00	13.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.50	17.50	3.60	2.80	0.00	1.70	6.80	7.20	4.50	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Abril	0.00	3.30	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.80	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.50	1.80	0.00	0.00	0.00	
	Mayo	0.00	0.00	0.00	10.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.30	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Junio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.70	4.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.80	0.00	0.00	0.00	10.50	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Julio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Agosto	0.00	0.00	1.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50
	Setiembre	0.00	0.00	0.00	2.30	1.50	0.00	1.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.70	3.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Octubre	7.80	3.80	1.20	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.70	0.00	0.00	0.00	0.00	8.70	2.30	1.70	4.00	2.50	4.80	4.30	8.30	14.70	0.00	15.80	3.50	5.70	2.50	5.40	0.00	0.00	
	Noviembre	3.20	0.00	7.10	11.70	14.20	10.40	12.20	7.70	4.60	1.50	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.90	0.00	0.00
	Diciembre	0.00	5.70	2.50	3.60	2.00	5.50	1.00	4.40	3.20	2.50	2.70	2.20	0.00	6.20	1.50	8.30	2.50	7.40	15.10	3.20	2.60	0.00	1.50	2.30	3.30	4.20	0.00	1.30	2.60	3.80	1.00	0.00	0.00	0.00
2005	1	9.80	15.60	3.80	6.30	12.50	0.00	0.00	3.80	5.00	6.40	2.20	3.00	1.50	2.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.40	5.60	0.00	6.90	5.70	9.70	3.50	0.00	0.00	
	2	1.00	0.00	2.30	3.20	3.60	5.30	11.80	6.00	8.20	1.60	1.50	1.80	3.70	8.30	2.90	0.00	3.50	4.50	3.80	10.00	3.80	0.00	3.00	5.20	3.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	3	0.00	4.30	1.20	3.00	2.50	1.70	3.20	1.40	0.00	4.30	2.30	1.20	13.60	10.30	1.50	4.80	3.50	4.20	2.50	3.70	4.30	11.50	1.50	5.30	3.00	2.80	0.00	10.50	2.50	1.80	2.00	0.00	0.00	
	4	8.50	3.20	1.60	3.50	6.80	3.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.30	6.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.40	10.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	10	6.90	0.00	5.80	0.00	2.50	0.00	0.00	0.00	2.30	5.50	2.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	11	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20	1.80	7.90	12.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	12	0.00	4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.20	0.00	0.00	0.00	3.10	0.00	4.20	2.40	0.00	2.30	7.80	1.50	0.00	3.50	2.70	3.40	3.00	2.90	3.60	3.80	0.00	2.50	4.20	0.00	0.00	
	2006	Enero	3.30	2.00	2.60	2.70	3.20	2.90	5.30	4.50	2.80	3.50	4.20	2.80	1.80	2.50	3.30	4.30	3.80	4.20	5.50	0.00	3.50	6.20	4.80	4.20	3.90	2.90	3.80	4.20	3.40	4.00	0.00	0.00	0.00
Febrero		2.50	1.80	1.90	4.50	8.90	4.60	7.50	6.20	9.50	8.20	5.60	3.80	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.40	2.00	2.80	0.00	0.00	0.00	3.00	9.80	3.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Marzo		12.30	3.50	6.20	3.80	4.20	1.00	3.00	2.20	1.80	0.00	2.00	2.90	14.20	8.20	0.00	8.50	8.00	6.70	4.50	6.20	7.40	3.30	2.80	9.00	2.50	4.00	2.00	1.20	5.00	6.70	4.80	0.00	0.00	
Abril		3.50	4.20	3.00	7.20	12.50	2.80	3.00	4.20	5.80	2.50	1.80	0.00	0.00	0.00	3.20	5.30	1.30	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.00	0.00	1.50	2.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Mayo		0.00	0.00	1.90	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Junio		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.50	1.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Julio		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Agosto		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.80	4.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.50	1.00	0.00	12.00	0.00	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00	8.00	1.50	0.00	0.00	0.00
Setiembre		0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Octubre		0.00	0.00	0.00	0.00	2.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.20	2.30	2.00	0.00	3.20	1.80	2.50	3.80	3.20	4.50	3.50	0.00	0.00	
Noviembre		3.20	10.50	0.00	0.00	0.00	5.40	0.00	0.00	0.00	8.10	5.20	2.10	0.00	0.00	0.00	1.50	6.40	2.30	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50	0.00	0.00	4.50	7.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Diciembre		0.00	0.00	4.30	0.00	4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	0.00	0.00	3.30	7.60	4.50	18.80	6.60	9.50	8.70	11.50	3.80	4.90	6.50	3.70	5.80	2.20	1.50	2.80	2.50	0.00	0.00	

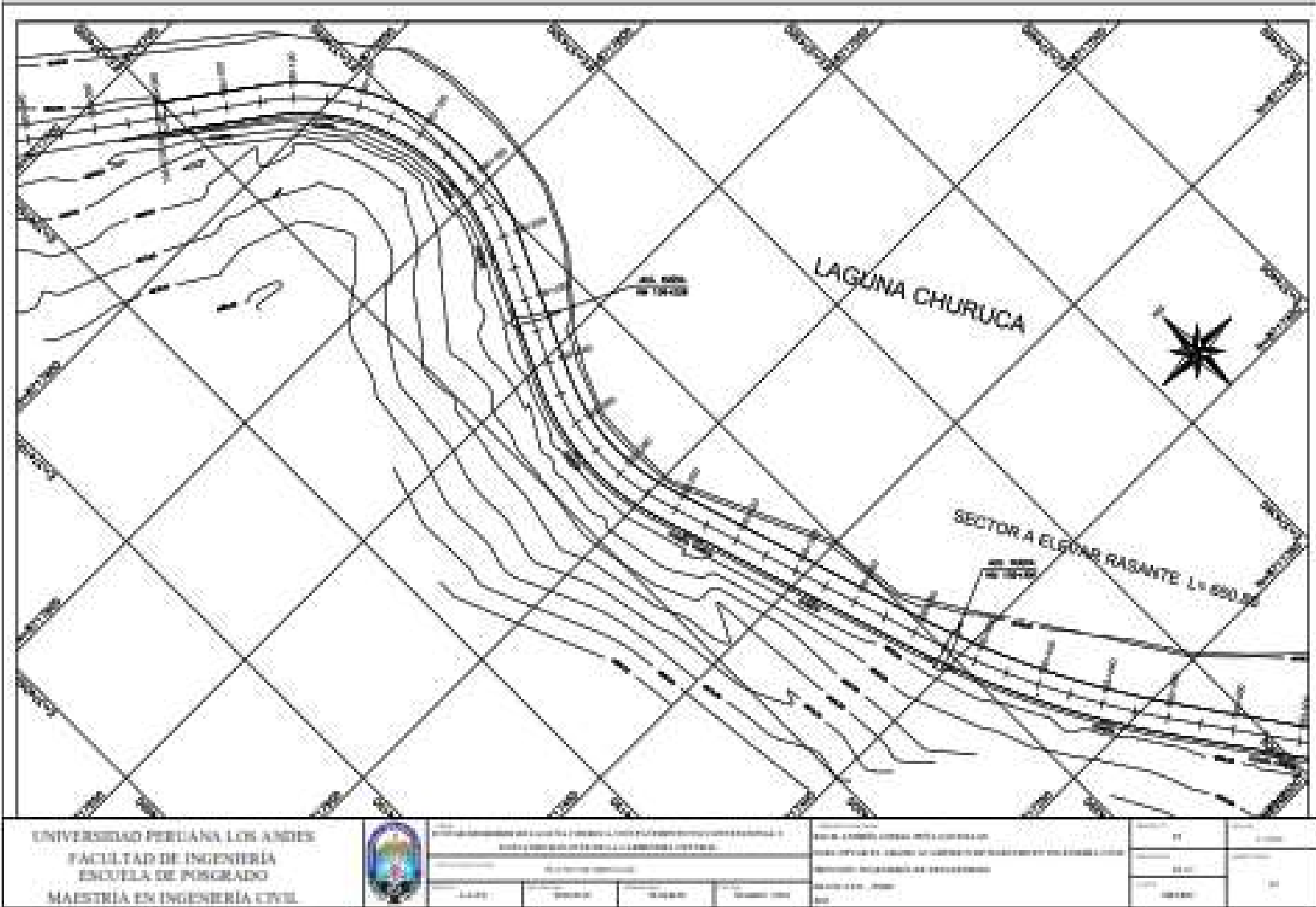
2007	Enero	0.00	7.50	2.00	1.50	0.00	1.70	3.50	1.50	12.40	3.00	5.20	3.50	8.50	7.90	0.00	5.20	7.70	4.30	6.50	1.50	22.00	0.00	0.00	1.30	1.00	1.50	1.00	2.50	4.20	2.00	6.80	
	Febrero	4.50	3.00	2.70	7.20	16.30	1.00	0.00	0.00	0.00	4.50	26.30	3.60	9.80	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	4.70	6.80	2.80	1.20	0.00	1.80	2.70					
	Marzo	2.50	2.80	4.50	9.80	7.50	23.00	2.00	11.20	7.80	3.40	5.30	4.20	6.60	4.50	3.40	4.00	3.50	7.00	0.00	0.00	4.80	3.50	0.00	0.00	3.70	3.40	2.20	23.80	3.90	7.50		
	Abril	10.30	0.00	1.50	2.80	3.50	3.70	3.50	4.80	0.00	2.80	1.60	0.00	0.00	0.00	0.00	2.30	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.80	2.80	3.20	1.80	2.70	1.20	2.80	0.00		
	Mayo	1.30	0.00	0.00	0.00	0.00	9.30	4.50	4.90	11.30	1.50	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
	Junio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
	Julio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
	Agosto	0.00	3.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.40	0.00	
	Setiembre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	2.00	1.50	0.00		
	Octubre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	5.60	1.50	0.00	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	5.60	3.80	2.50	12.80	1.50	0.00	0.00	10.50	25.70	0.00		
	Noviembre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.50	6.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.50	11.00	5.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
	Diciembre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	9.00	2.00	0.00	7.70	4.50	6.20	8.50	5.80	0.00	0.00	1.50	7.50	0.00	6.50	2.50	0.00	1.80	0.00		
2008	Enero	4.50	6.80	2.50	0.00	0.00	1.80	2.90	4.00	1.70	3.00	6.50	6.00	8.80	8.30	12.30	0.00	12.80	0.00	9.60	15.30	18.50	0.00	5.80	4.50	0.00	4.80	6.20	4.50	11.30	0.00	0.00	
	Febrero	0.00	0.00	0.00	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00	6.80	10.50	6.40	2.60	14.80	0.00	4.70	10.80	10.00	3.20	4.60	5.80	3.20	8.70	5.40	3.80	9.60	1.40	2.30	0.00	1.80			
	Marzo	2.30	1.50	0.00	1.40	1.60	0.00	0.00	0.00	1.30	4.20	1.60	1.30	5.70	1.70	4.80	3.40	2.60	1.80	1.20	0.00	1.30	0.00	1.80	3.60	0.00	2.20	0.00	0.00	2.80	3.20	4.50	
	Abril	1.20	5.10	3.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.80	3.00	0.00	1.40	0.00	0.00	5.80	2.30	0.00	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
	Mayo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	2.20	0.00	0.00	2.50	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
	Junio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
	Julio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
	Agosto	0.00	0.00	0.00	0.00	3.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
	Setiembre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.40	0.00			
	Octubre	1.80	1.50	0.00	0.00	0.00	6.80	4.20	3.80	2.70	1.50	1.80	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50	5.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.20	7.50	2.30	5.60	3.30	3.50	2.60	4.20	0.00	
	Noviembre	0.00	0.00	3.50	0.00	1.60	1.30	0.00	2.30	1.50	0.00	0.00	1.40	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.80	2.20	2.60	1.40	0.00	1.30	2.00	3.10	0.00	0.00	2.30		
	Diciembre	16.60	13.20	0.00	0.00	0.00	0.00	8.80	6.50	7.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.40	7.80	6.50	4.60	7.70	2.40	7.80	6.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.90	4.50	
2009	Enero	9.80	9.50	10.40	12.70	0.00	1.40	4.80	9.30	6.50	0.00	10.40	3.50	4.80	2.30	1.20	4.50	7.20	9.50	0.00	0.00	0.00	0.00	1.40	4.50	5.80	1.70	2.30	9.60	8.20	6.40	7.50	
	Febrero	5.60	6.50	9.60	0.00	1.70	5.20	4.50	3.80	1.80	2.50	0.00	4.30	12.80	7.00	6.90	0.00	13.50	4.70	1.60	11.60	6.50	4.00	4.50	12.70	3.80	4.60	5.80	0.00				
	Marzo	0.00	10.00	5.80	1.20	0.00	2.50	1.40	0.00	4.20	3.80	5.00	2.30	12.40	1.50	0.00	2.50	1.30	4.60	5.30	1.50	7.80	10.40	3.00	0.00	4.00	4.70	3.80	4.60	2.30	15.80	2.40	
	Abril	2.80	6.50	2.80	2.00	4.50	7.80	8.20	6.30	4.80	8.60	8.70	7.50	3.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.40	0.00	7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00		
	Mayo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.10	4.60	6.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.40	2.30	0.00	0.00	0.00	4.30	6.70	0.00	1.80	0.00	0.00	0.00	0.00		
	Junio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
	Julio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.20	0.00	0.00	0.00	1.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
	Agosto	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
	Setiembre	2.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.80	1.30	2.40	0.00	4.80	0.00	0.00	2.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.60	2.30	0.00	1.50	1.90	0.00	0.00			
	Octubre	0.00	0.00	0.00	0.00	2.30	1.80	0.00	4.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.30	2.10	3.40	2.00	4.40	4.80	2.50	3.80	4.20	3.60	5.30	12.40	11.40	9.80	0.00	1.20		
	Noviembre	4.30	2.80	1.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.20	6.40	7.80	8.50	13.70	4.80	2.40	0.00	19.50	10.30	13.00	8.00	6.30	12.10	5.30	6.80	4.00	6.20	4.70		
	Diciembre	6.30	7.20	5.00	6.60	6.40	4.30	5.80	3.40	7.50	6.80	4.80	6.20	5.40	1.80	0.00	0.00	6.80	5.20	3.80	7.20	0.00	0.00	13.40	3.80	12.00	8.50	10.30	0.00	0.00	2.20	0.00	
2010	Enero	1.50	3.50	1.80	7.00	6.30	5.60	0.00	3.20	2.60	8.90	5.80	8.20	6.40	10.50	7.80	5.30	4.50	6.50	7.50	4.00	5.40	12.50	8.40	7.00	2.00	3.80	3.00	4.70	6.20	5.40	4.50	
	Febrero	5.40	6.30	2.00	1.80	3.40	2.50	3.70	3.00	6.50	4.80	6.00	3.20	4.50	4.80	4.30	3.80	4.00	5.30	2.80	4.30	3.60	0.00	3.90	0.00	2.50	0.00	0.00					
	Marzo	3.00	4.20	2.80	3.60	5.20	2.50	6.30	3.40	2.50	1.30	0.00	3.90	5.40	7.50	0.00	3.90	5.40	7.50	6.70	8.20	6.30	3.80	4.30	7.50	6.80	3.40	2.80	5.60	0.00	4.20		

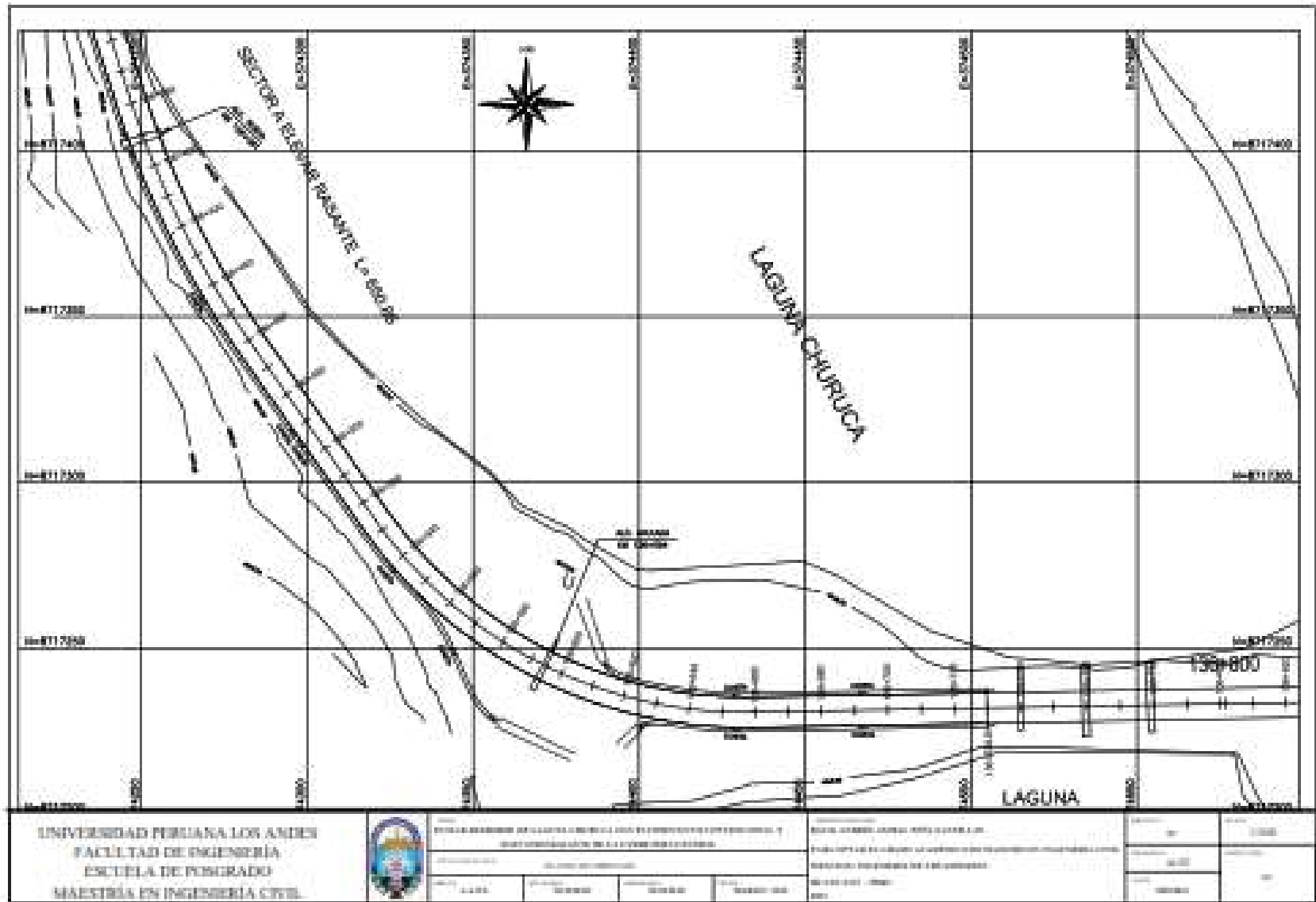
## MODELO HEC HEC-HMS











ANEXO:

- CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO NO CONVENCIONAL – METODOLOGÍA AAHSTO 93
- CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO NO CONVENCIONAL MEDIANTE ESFUERZOS BIAXIALES – GEOTEXIL.

# DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE

$$\text{Log}_{10}(W_{18}) = Z_r * S_o + 9.36 * \text{Log}_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log}_{10} \left[ \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 * \text{Log}_{10}(MR) - 8.07$$

DONDE

$$K1 = \text{Log}_{10}(w_{18}) - Z_r S_o + 0.2 + 8.07$$

$$K2 = \text{Log}_{10} \left( \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right)$$

$$J1 = 9.36 \text{Log}_{10}(SN + 1)$$

$$K3 = 2.32 \text{Log}_{10}(MR)$$

$$J2 = \frac{K2}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}}$$

$$K1 - K3 = J1 + J2$$

85.00%

$$(K1 - K3) - (J1 + J2) = 0$$

DATOS:

W18	2900000
Zr	-1.03643339
So	0.45
difPSI	1.5
CBRdiseño	7
MR	8876.74308
mr	8876.74308

a1	0.170	1/cm
a2	0.052	1/cm
a3	0.047	1/cm
m2	1.00	1/cm
m3	1.00	1/cm

Confiabilidad, R, en porcentaje	Desviación estándar normal, Z <sub>r</sub>
50	-0,000
60	-0,253
70	-0,524
75	-0,674
80	-0,841
85	-1,037
90	-1,282
91	-1,340
92	-1,405
93	-1,476
94	-1,555
95	-1,645
96	-1,751
97	-1,881
98	-2,054
99	-2,327
99,9	-3,090
99,99	-3,750

SOLUCION

K1	15.1988
k2	-0.2553
k3	9.1599

$$K1 = \text{Log}_{10}(w_{18}) - Z_r S_o + 0.2 + 8.07$$

$$K2 = \text{Log}_{10} \left( \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right)$$

$$K3 = 2.32 \text{Log}_{10}(MR)$$

Tabla 9 Desviación estándar combinada So. Fuente (AASHTO, 1993)

CONDICION DE DISEÑO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	
	PAV. RÍGIDO	PAV. FLEXIBLE
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento sin errores en el tránsito.	0.35	0.40
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento con errores en el tránsito.	0.40	0.50

En el Excel se puede usar la función: =-DISTR.NORM.ESTAND.INV(R%)

ITERACION

## DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE

$$\text{Log}_{10}(W_{18}) = Z_r * S_o + 9.36 * \text{Log}_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log}_{10} \left[ \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 * \text{Log}_{10}(MR) - 8.07$$

DONDE

$$K1 = \text{Log}_{10}(w_{18}) - Z_r S_o + 0.2 \quad J1 = 9.36 \text{Log}_{10}(SN + 1)$$

$$K2 = \text{Log}_{10} \left( \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right)$$

$$J2 = \frac{K2}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}}$$

$$K3 = 2.32 \text{Log}_{10}(MR)$$

$$K1 - K3 = J1 + J2 \quad (K1 - K3) - (J1 + J2) = 0$$

### DATOS:

W18	2.80E+07
Zr	-1.645
So	0.45
difPSI	1.5
CBRdiseño	8.71
MR	19565.4881
mr	19565.4881

a1	0.170	1/cm
a2	0.052	1/cm
a3	0.047	1/cm
m2	1.10	1/cm
m3	1.10	1/cm

### SOLUCION

K1	16.4574
k2	-0.2553
k3	9.9563

$$K1 = \text{Log}_{10}(w_{18}) - Z_r S_o + 0.2 + 8.07$$

$$K2 = \text{Log}_{10} \left( \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right)$$

$$K3 = 2.32 \text{Log}_{10}(MR)$$

**ITERACION**

iteracion	SN	J1	J2	J1+J2	error
1	10	9.747436	-0.63138	9.116053	
2	7.38510449	8.644039	-0.61126	8.032784	
3	5.85347784	7.824127	-0.56703	7.257097	
4	5.09753777	7.349046	-0.51878	6.830262	
5	4.76843357	7.123502	-0.4883	6.635204	
6	4.63438742	7.027925	-0.47385	6.554071	
7	4.58147425	6.98957	-0.46781	6.521761	
8	4.56087068	6.974537	-0.4654	6.509135	
9	4.55289268	6.9687	-0.46446	6.50424	
10	4.54981031	6.966443	-0.4641	6.502347	
11	4.54862043	6.965572	-0.46396	6.501617	
12	4.54816127	6.965235	-0.4639	6.501335	
13	4.5479841	6.965106	-0.46388	6.501226	
14	4.54791574	6.965055	-0.46387	6.501184	
15	4.54788937	6.965036	-0.46387	6.501168	
16	4.54787919	6.965029	-0.46387	6.501161	
17	4.54787526	6.965026	-0.46387	6.501159	
18	4.54787375	6.965025	-0.46387	6.501158	
19	4.54787317	6.965024	-0.46387	6.501158	
20	4.54787294	6.965024	-0.46387	6.501157	

**DISEÑO DE LA CARPETA ASFALTICA**

SN = 4.547873

**CARPETA ASFALTICA**

$SN = a_1 D_1$

D1 = 26.75219 cm  
D1 = 10 cm

$SN_2 = SN - SN_1$

SN1 = 1.7  
SN2 = 2.847873

**BASE**

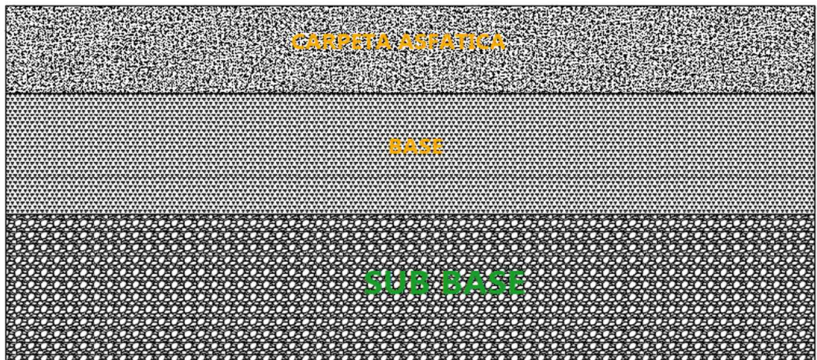
$SN = a_2 D_2 m_2$

D2 = 49.78799 cm  
D2 = 30 cm  
SN2' = 1.716  
SN3 = 1.131873

**SUB BASE**

$SN = a_3 D_3 m_3$

D3 = 21.89309 cm  
D3 = 30 cm



- D1** 10 cm
- D2** 30 cm
- D3** 30 cm

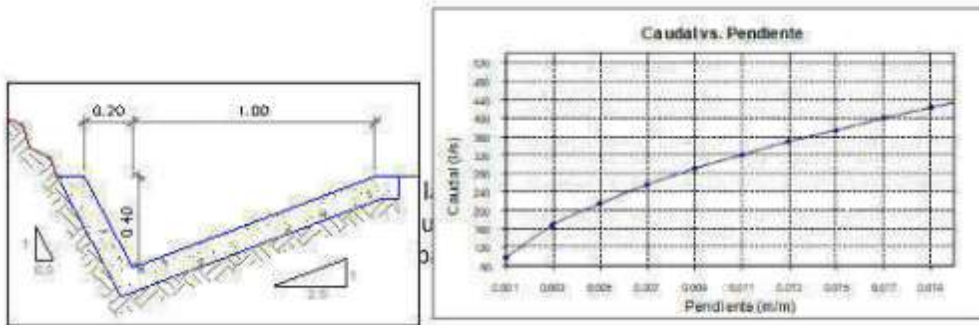
A pesar de que el cálculo de los espesores bajo el método de pavimento biaxial, reduce el espesor de la base, se considera la estructura de las capas uniformes y con el refuerzo de la geomalla biaxial, ya que existen vehículos que no están dentro de la norma peruana y por accionar minero pasan constantemente por la carretera central.

Este último diseño tendrá como principal función principal la función de resistir espesores de tracción en los dos sentidos del eje de la carretera, ello permitirá un mejor desempeño en la estructura del pavimento no convencional, evitando también la contaminación de la sub base el cual evitará deformaciones provenientes de los vehículos.

**ANEXO:**  
**CÁLCULO DEL DISEÑO DE ELEMENTOS DE  
OBRAS DE ARTE Y DRENAJE**



## Cálculo de capacidad de conducción de cuneta triangular en función de la pendiente



Zi= 0.5		Zd= 2.5		n= 0.016				
H (m)	b <sub>1</sub> (m)	y (m)	A (m <sup>2</sup> )	P (m)	R (m)	S (m/m)	V (m/s)	Q (lit/s)
0.40	0.05	0.35	0.184	1.334	0.138	0.001	0.528	96.98
0.40	0.05	0.35	0.184	1.334	0.138	0.003	0.914	167.96
0.40	0.05	0.35	0.184	1.334	0.138	0.005	1.180	216.86
0.40	0.05	0.35	0.184	1.334	0.138	0.007	1.396	256.59
0.40	0.05	0.35	0.184	1.334	0.138	0.009	1.583	290.95
0.40	0.05	0.35	0.184	1.334	0.138	0.011	1.751	321.65
0.40	0.05	0.35	0.184	1.334	0.138	0.013	1.903	349.68
0.40	0.05	0.35	0.184	1.334	0.138	0.015	2.044	375.61
0.40	0.05	0.35	0.184	1.334	0.138	0.017	2.176	399.87
0.40	0.05	0.35	0.184	1.334	0.138	0.019	2.301	422.74
0.40	0.05	0.35	0.184	1.334	0.138	0.021	2.419	444.43
0.40	0.05	0.35	0.184	1.334	0.138	0.023	2.531	465.11
0.40	0.05	0.35	0.184	1.334	0.138	0.025	2.639	484.91
0.40	0.05	0.35	0.184	1.334	0.138	0.027	2.743	503.94
0.40	0.05	0.35	0.184	1.334	0.138	0.029	2.842	522.27

**MURO DE GRAVEDAD**



**DATOS**

**DIMENSIONES**

t	0.10 m
h1	1.00 m
H	3.00 m

**TERRENO**

$\phi_f$	32.10°
$\delta$	28.00°
$\gamma_t$	1700.00 Kg/m <sup>3</sup>

**y CONCRETO**

Asfáltico	2350.00 Kg/m <sup>3</sup>	Ciclópeo	2320.00 Kg/m <sup>3</sup>
-----------	---------------------------	----------	---------------------------

**PRE-DIMENSIONADO**

$\phi$ = ancho del cimiento = $\phi_{ST1} - \phi_{ST2}$ =	1.50	~	2.00 m	ADOPTADO	2.00 m
h = altura del cimiento = $H_{V6} - H_{V5}$ =	0.50	~	0.38 m	ADOPTADO	0.50 m
a = longitud de punta = $H_{V12} - H_{V6}$ =	0.25	~	0.50 m	ADOPTADO	0.30 m
b = longitud de talón = $H_{V12} - H_{V6}$ =	0.25	~	0.50 m	ADOPTADO	0.30 m

**CASO 1 – MURO SIN CARGA HIDROSTATICA**

**A) Coeficiente de empuje activo  $K_a$**

$\phi_f$ = ángulo de fricción interna =	32.10°
$\delta$ = ángulo de fricción entre el suelo y el muro =	28.00°
$\beta$ = ángulo del material del suelo con la horizontal =	1.43°
$\theta$ = ángulo de inclinación del muro de talón al fondo =	71°

{Tabla 3.11.6.4-1}

Luego:

(3.11.6.3-2)

$$\Gamma = \left[ 1 + \frac{\tan(\phi + \delta) \tan(\phi - \beta)}{\tan(\theta - \delta) \tan(\theta + \beta)} \right]^{-1}$$

$\tan(\phi + \delta)$	=	0.87	$\tan(\theta - \delta)$	=	0.68
$\tan(\theta - \delta)$	=	0.51	$\tan(\theta + \beta)$	=	0.95

$\Gamma = 3.32$

$$K_a = \frac{\tan^2(\theta + \phi)}{\Gamma [\tan^2 \theta \tan(\theta - \delta)]}$$

$\tan^2(\theta + \phi)$	=	0.95	$\tan(\theta - \delta)$	=	0.68
$\tan^2 \theta$	=	0.90			
$K_a$	=	0.464			

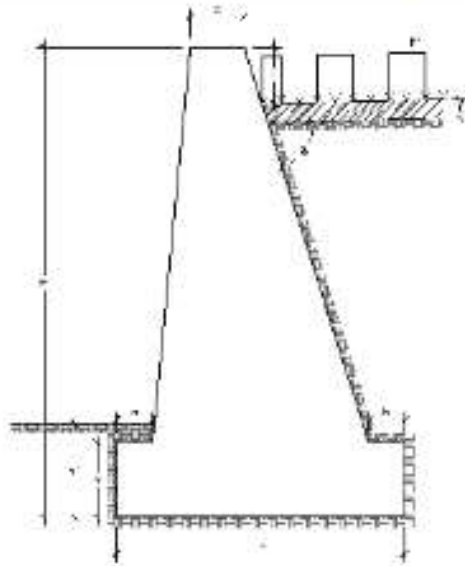
**B) Altura equivalente de suelo por 5/C**

Por cargas vehiculares actuando sobre el terreno, agregamos una porción equivalente de suelo. De la Tabla 3.11.6.4-1, por interpolación

H = 3.00 m

$h^* = 1.20$  m

DIMENSIONAMIENTO



H =	3.00	m
b1 =	0.30	m
t =	0.10	m
c =	0.30	m
h1 =	1.00	m
B =	2.00	m
a =	0.30	m
b =	0.30	m
h =	0.50	m
h1-h =	0.50	m
h' =	1.20	m
L1 =	0.25	m
L2 =	0.30	m
L3 =	0.85	m
δ =	71°	

$\gamma_{concreto}$	=	2052.8	Kg/m <sup>2</sup>
$\gamma_{suelo}$	=	109	Kg/m <sup>2</sup>
$\gamma_{agua}$	=	947	Kg/m <sup>2</sup>

$\gamma_{suelo}$	=	2668.64	Kg/m
$E_{H_{suelo}}$	=	283.40	Kg/m
$-H_{suelo}$	=	2462.20	Kg/m

**C) Metrado de Cargas**

**CARGAS VERTICALES.-**

Cargas DC (peso propio)

Muro:

$DC_{11}$	=	0.50	x	0.25	x	2.50	x	2320.00	=	725.00	Kg/m
$DC_{12}$	=			0.30	x	2.50	x	2320.00	=	1740.00	Kg/m
$DC_{13}$	=	0.50	x	0.85	x	2.50	x	2320.00	=	2465.00	Kg/m
$DC_{14}$	=			2.00	x	0.50	x	2320.00	=	2320.00	Kg/m

Carpeta de rodadura:

$DC_{15}$	=	1.03	x	0.10	x	2350.00	=	242.29	Kg/m
-----------	---	------	---	------	---	---------	---	--------	------

Cargas EV (presión vertical por carga muerta del terreno)

$EV_1$	=	0.50	x	0.71	x	2.10	x	1700.00	=	1274.49	Kg/m
$EV_2$	=			0.30	x	2.10	x	1700.00	=	1071.00	Kg/m

Cargas EH (presión lateral del terreno)

Por 2.60 m de terreno:

$E_{H_1} = E_{H_2} \text{ en } \delta = 1252.85 \text{ Kg/m}$

Por carpeta de rodadura:

$EH_1 = EH_2 \text{ en } \delta = 133.05 \text{ Kg/m}$

Cargas LS (sobrecarga por carga viva en el terreno)

$$LS_1 = 1.20 \times 1.05 \times 1700.00 = 2137.92 \text{ Kg/m}$$

Componente vertical de la sobrecarga por carga viva:

$$LS_v = LS_1 \cos \delta = 1155.93 \text{ Kg/m}$$

Cargas hidráulicas (WA)

Fuerza de flotación vertical

Vol sumergido: 2.34

$$B = \gamma V = -2339 \text{ Kg/m}$$

Resumen Cargas Verticales				
CARGA	TIPO	V (Kg/m)	dA (m)	MV(kg-m/m)
DC <sub>1</sub>	DC	725.00	0.47	338.33
DC <sub>2</sub>	DC	1740.00	0.70	1218.00
DC <sub>3</sub>	DC	2465.00	1.28	3142.88
DC <sub>4</sub>	DC	2320.00	1.00	2320.00
DC <sub>5</sub>	DC	242.29	1.85	448.23
EV <sub>1</sub>	EV	1274.49	1.85	2357.81
EV <sub>2</sub>	EV	1071.00	0.15	160.65
EN <sub>1</sub>	EN	1252.85	2.00	2505.70
EN <sub>2</sub>	EN	133.05	2.00	266.10
LS <sub>1</sub>	LS	2137.92	1.85	3955.15
LS <sub>2</sub>	LS	1155.93	2.00	2311.87
B	B	-2339.00	1.00	-2339.00
	<b>I</b>	<b>12178.53</b>		<b>16685.71</b>

CARGAS HORIZONTALES.

Cargas EH (presión lateral del t Kg/m

Por 2.60 m de terreno:

$$EH_1 = EH \cos \delta = 2356.27 \text{ Kg/m}$$

Por carpeta de rodadura:

$$EH_2 = EH \cos \delta = 250.23$$

Cargas LS (sobrecarga por carga viva en el terreno)

$$LS_2 = LS_1 \cos \delta = 2173.99$$

Cargas CE (fuerza centrífuga)

$$C = 0.0105 \frac{V^4}{R}$$

V= 50.00 km/h (velocidad en la curva)  
 R= 65.00 m  
 C= 0.404

CE = CxP  
 P= 1100 kg  
 CE= 444 kg

**Fuerza sísmica:**

$$k_{eq} = \frac{\gamma \sin^2(\beta - \theta - \delta)}{\cos \theta \cos^2(\beta + \delta + \theta) + \frac{\sin \theta + \delta \sin \alpha + \theta - \gamma}{\cos \delta + \beta + \theta \cos(\gamma - \beta)}} \quad (A.11.1.1.1-2)$$

- $\gamma$  = peso unitario del terreno
- $H$  = altura del terreno rebonada por el muro
- $k_v$  = coeficiente de aceleración vertical
- $k_h$  = coeficiente de aceleración horizontal
- $\phi$  = ángulo de fricción interna del suelo
- $\theta = \arctan [k_v / (1 - k_h)]$
- $\beta$  = ángulo de inclinación del muro con la vertical (sentido negativo como se ilustra)
- $\delta$  = ángulo de fricción entre el suelo y el estribo
- $\alpha$  = ángulo de inclinación del material de relleno con la horizontal

$\gamma = 1700.00$   
 $H = 2.60$   
 $k_v = 0.00$   
 $k_h = 0.5k_a = 0.50 \quad x \quad 0.32 \quad = \quad 0.16$   
 $\phi = 32.10$   
 $\theta = 9.09^\circ$   
 $\beta = 18.78$   
 $\delta = 28.00$   
 $\alpha = 1.43$

$KAE = 0.64$

$$P_{EQ} = P_{SE} - P_A = \frac{1}{2} \gamma_s H^2 (k_{SE} - k_a)$$

PEQ= 997.91 kg (Aplicada a 0.50H)

Resumen Cargas Horizontales				
CARGA	TIPO	H (kg/m)	dA (m)	MH (kg-m/m)
$\sigma_{1H}$	EH	2356.27	0.87	2042.10
$\sigma_{2H}$	EH	250.23	1.30	325.30
$\sigma_{3H}$	LS	2173.99	1.30	2826.19
EH	EH	444.23	2.60	1155.00
EQ	EQ	997.91	1.30	1297.28
	I	6222.63	-----	7645.87

D) Estados límites aplicables y combinaciones de cargas

**CARGAS VERTICALES V**

TIPO	DC					EV		EH		LS		B	
	DC1	DC2	DC3	DC4	DC5	EV1	EV2	EH1y	EH2y	LS1	LS2y	WA	
V (kg/m)	725	1740	2465	2320	342	1274	1071	1253	133	2138	1156	-2330	I
REDUCIDA II	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	1.00	1.00	1.50	1.50	1.75	1.75	0.00	Vu
	653	1566	2219	2088	218	1274	1071	1879	200	3741	2023	0	16932
REDUCIDA III	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.35	1.35	1.50	1.50	1.75	1.75	0.00	
	906	2175	3081	2900	303	1721	1446	1879	200	3741	2023	0	20175
EXTREMADA II	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	1.00	1.00	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00	
	653	1566	2219	2088	218	1274	1071	1879	200	0	0	0	11167
EXTREMADA III	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.35	1.35	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00	
	906	2175	3081	2900	303	1721	1446	1879	200	0	0	0	14611
EXTREMADA IV	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	1.00	1.00	1.50	1.50	0.50	0.50	1.00	
	653	1566	2219	2088	218	1274	1071	1879	200	1069	578	-2330	10475
EXTREMADA V	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.35	1.35	1.50	1.50	0.50	0.50	1.00	
	906	2175	3081	2900	303	1721	1446	1879	200	1069	578	-2330	13919

**MOMENTO ESTABILIZADOR (POR CARGAS VERTICALES) Mv**

TIPO	DC					EV		EH		LS		B	
	DC1	DC2	DC3	DC4	DC5	EV1	EV2	EH1y	EH2y	LS1	LS2y	WA	
M (kg·m/m)	358	1218	3143	2320	448	2358	161	2506	266	3955	2112	-2330	I
REDUCIDA II	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	1.00	1.00	1.50	1.50	1.75	1.75	0.00	Mvu
	305	1096	2829	2088	403	2358	161	3759	399	6922	4046	0	24364
REDUCIDA III	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.35	1.35	1.50	1.50	1.75	1.75	0.00	
	423	1523	3029	2900	560	3183	217	3759	399	6922	4046	0	27850
EXTREMADA II	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	1.00	1.00	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00	
	305	1096	2829	2088	403	2358	161	3759	399	0	0	0	13397
EXTREMADA III	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.35	1.35	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00	
	423	1523	3029	2900	560	3183	217	3759	399	0	0	0	16892
EXTREMADA IV	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	1.00	1.00	1.50	1.50	0.50	0.50	1.00	
	305	1096	2829	2088	403	2358	161	3759	399	1978	1156	-2330	14101
EXTREMADA V	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.35	1.35	1.50	1.50	0.50	0.50	1.00	
	423	1523	3029	2900	560	3183	217	3759	399	1978	1156	-2330	17686

**CARGAS HORIZONTALES H**

TIPO	EH		LS	CE	EQ	
CARGA	D12K	D12K	LS2K	CE	EQ	
H (Kg/m)	2356	250	2174	444	998	I
RESISTENCIA II	1.50	1.50	1.75	1.75	0.00	M <sub>hu</sub>
	3534	375	3804	777	0	8492
RESISTENCIA III	1.50	1.50	1.75	1.75	0.00	
	3534	375	3804	777	0	8492
RESISTENCIA IV	1.50	1.50	0.50	0.50	1.00	
	3534	375	1087	222	998	6217
RESISTENCIA V	1.50	1.50	0.50	0.50	1.00	
	3534	375	1087	222	998	6217
RESISTENCIA VI	1.50	1.50	0.50	0.50	0.00	
	3534	375	1087	222	0	5219
RESISTENCIA VII	1.50	1.50	0.50	0.50	0.00	
	3534	375	1087	222	0	5219

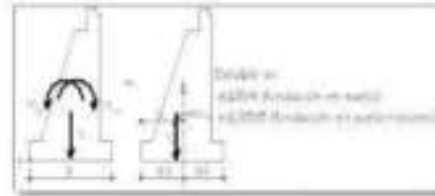
**MOMENTO DE VUELCO (POR CARGAS HORIZONTALES) M<sub>hu</sub>**

TIPO	EH		LS	CE	EQ	
CARGA	D12K	D12K	LS2K	CE	EQ	
M (Kg. m/m)	2042	325	2826	1155	1297	I
RESISTENCIA II	1.50	1.50	1.75	1.75	0.00	M <sub>hu</sub>
	3063	488	4946	2021	0	10518
RESISTENCIA III	1.50	1.50	1.75	1.75	0.00	
	3063	488	4946	2021	0	10518
RESISTENCIA IV	1.50	1.50	0.50	0.50	1.00	
	3063	488	1413	578	1297	6839
RESISTENCIA V	1.50	1.50	0.50	0.50	1.00	
	3063	488	1413	578	1297	6839
RESISTENCIA VI	1.50	1.50	0.50	0.50	0.00	
	3063	488	1413	578	0	5542
RESISTENCIA VII	1.50	1.50	0.50	0.50	0.00	
	3063	488	1413	578	0	5542

**CHEQUEO DE ESTABILIDAD Y ESFUERZOS**

**a) Vuelco alrededor del punto "A"**

Fundación de suelo = 1/4



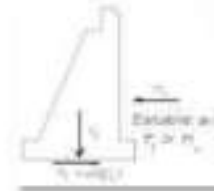
Estado	Vu (Kg/m)	Mvu (Kg-m/m)	Mhu (Kg-m/m)	$\frac{M_{hu}}{M_{vu}}$ (m)	$e = \frac{R}{2} - \frac{M_{hu}}{R}$ (m)	$\frac{e}{B}$ (m)	
Resistencia Ia	16932	24364	10518	0.818	0.182	0.500	OK
Resistencia Ib	20375	27850	10518	0.851	0.149	0.500	OK
Extremo Ia	11167	13307	6839	0.587	0.413	0.500	OK
Extremo Ib	14611	15892	6839	0.688	0.312	0.500	OK
Extremo IIa	10475	14191	5542	0.826	0.174	0.500	OK
Extremo IIb	13919	17686	5542	0.873	0.127	0.500	OK

**b) Deslizamiento en base del estribo**

Con:  $\mu = 1.0 \mu = 0.53$  (Tabla 3.1 (1.5.3-1))

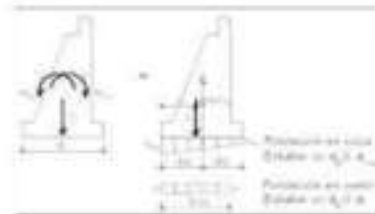
$R_p = 0.80$  (Tabla 10.5.5.2.2-1)

Estado	Vu (Kg/m)	RESISTENTE (Kg/m)	ACTUANTE (Kg/m)	
		$F_r = \mu (R_p V_u)$	Hu	
Resistencia Ia	16932	7202	8492	N.S
Resistencia Ib	20375	8667	8492	OK
Extremo Ia	11167	4750	6217	N.S
Extremo Ib	14611	6215	6217	N.S
Extremo IIa	10475	4456	5219	N.S
Extremo IIb	13919	5920	5219	OK



**c) Presiones actuantes en la base del estribo**

$q_{adm} = 2.00$  Kg/cm<sup>2</sup>

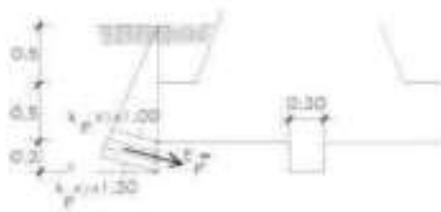


Estado	Vu (Kg/m)	Mvu (Kg-m/m)	Mhu (Kg-m/m)	$\frac{M_{hu}}{M_{vu}}$ (m)	$e = \frac{R}{2} - \frac{M_{hu}}{R}$ (m)	$\frac{R}{B} \pm \frac{6M_{hu}}{B^2}$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	
Resistencia Ia	16932	24364	10518	0.818	0.182	1.035	OK
Resistencia Ib	20375	27850	10518	0.851	0.149	1.197	OK
Extremo Ia	11167	13307	6839	0.587	0.413	0.951	OK
Extremo Ib	14611	15892	6839	0.688	0.312	1.062	OK
Extremo IIa	10475	14191	5542	0.826	0.174	0.834	OK
Extremo IIb	13919	17686	5542	0.873	0.127	0.798	OK

X Y



Los resultados en estado límite en el deslizamiento no son satisfactorios, por lo que colocamos un diente de concreto de sección 0.30x0.30m; consideramos además la resistencia pasiva del suelo sólo en el ámbito del diente.



De la Figura 3.11.5.4-1, el coeficiente de empuje pasivo es  $k_p=7.0$  (con  $\delta=32.1^\circ$  y  $\Theta=90^\circ$ ) y el factor de reducción hallado por interpolación,  $R=0.980$  (con  $\delta/\Theta=26/32.1=0.810$ )

$$k_p = R \cdot k_{p,0.2}$$

$$k_p = 6.15$$

$$k_{p \times 1.00} = 10448 \text{ kg/m}$$

$$k_{p \times 1.30} = 13583 \text{ kg/m}$$

$$E_{ph} = E_{px} \cos(26^\circ) = 1/2 \cdot (10948 + 14232) \cdot 0.30 \cdot \cos(28^\circ) = 3182.70 \text{ kg}$$

$$Q_u = Q_{r1} Q_{r2}$$

$$Q_{r1} = 0.50 \text{ (Tabla 10.5.5.2, 2-1)}$$

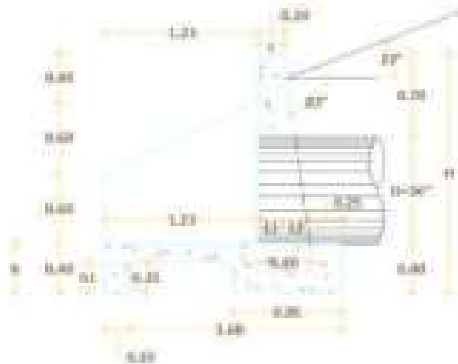
Deslizamiento en base del estribo

Estado	Vu (kg/m)	RESISTENTE (kg/m)	ACTUANTE (kg/m)	
		$F_r = \mu \cdot (Q_u + V_u)$	Hu	
Resistencia Ia	16932	8794	8492	OK
Resistencia Ib	20375	10258	8492	OK
Extremo Ia	11167	6342	6217	OK
Extremo Ib	14611	7806	6217	OK
Extremo IIa	10475	6047	5219	OK
Extremo IIb	13919	7512	5219	OK



ANÁLISIS DE ALERO DE ALCANTARILLA - LRFD

DATOS



DIMENSIONES

h1	0.25 m
H	2.00 m

TERRENO

$\phi_f$	32.10°
$\delta$	28.00°
$\gamma_t$	1700.00 Kg/m <sup>3</sup>
$C^*$ ciclópeo	2320.00 Kg/m <sup>3</sup>

PRE-DIMENSIONADO

B = ancho del alero = $H/2 - 20^\circ =$	1.00	=	1.33 m	ADOPTADO	1.88 m
h = altura del alero = $H/2 - H/5 =$	0.33	=	0.25 m	ADOPTADO	0.40 m
a = longitud de punta = $H/2 - H/5 =$	0.17	=	0.33 m	ADOPTADO	1.23 m
b = longitud de talón = $H/2 - H/5 =$	0.17	=	0.33 m	ADOPTADO	0.25 m

A) Coeficiente de empuje activo  $K_a$

$\phi_f$ = ángulo de fricción interna =	32.10°
$\delta$ = ángulo de fricción entre el suelo y el muro =	28.00°
$\beta$ = ángulo del talón del suelo con la horizontal =	22.00°
$\theta$ = ángulo de inclinación del muro del lado del terreno =	83°

(Tabla 3.1 (3.5.5-1))

Luego:

(3.1 (3.5.5-2))

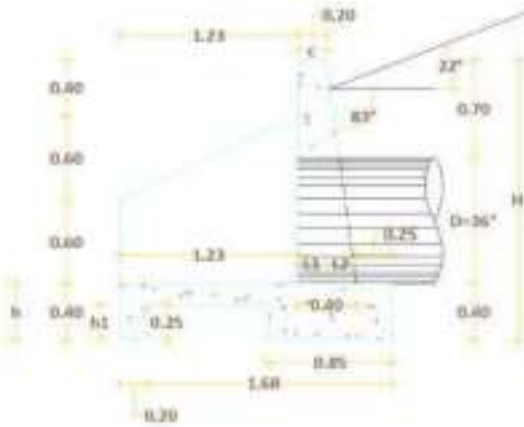
$$\Gamma = \left[ 1 + \frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\theta - \beta)}{\sin(\theta + \delta) \sin(\theta + \beta)} \right] \frac{\sin(\phi + \delta)}{\sin(\theta + \delta)} = \frac{\sin(\theta - \beta)}{\sin(\theta + \beta)}$$

$$\Gamma = 2.07$$

$$K_a = \frac{\sin^2(\theta + \phi)}{\Gamma \left[ \sin^2 \theta \sin(\theta - \delta) \right]} \frac{\sin^2(\theta + \phi)}{\sin^2 \theta} = \frac{\sin(\theta - \delta)}{\sin(\theta + \delta)}$$

$$K_a = 0.491$$

DIMENSIONAMIENTO



H =	2.00 m
c =	0.20 m
h1 =	0.25 m
B =	1.88 m
a =	1.23 m
b =	0.25 m
h =	0.40 m
h1-h =	-0.15 m
L1 =	0.20 m
L2 =	0.20 m
delta =	83 °

$\gamma_{suelo}$	=	1503.1	Kg/m <sup>2</sup>
------------------	---	--------	-------------------

$\gamma_{s}$	=	1503.10	Kg/m
--------------	---	---------	------

**B) Metrado de Cargas**

**CARGAS VERTICALES.**

Cargas DC (peso propio)

Muro:

$DC_1 =$	0.50	x	0.20	x	1.60	x	2320.00	=	364.62	Kg/m
$DC_2 =$			0.20	x	1.60	x	2320.00	=	742.40	Kg/m
$DC_3 =$			1.88	x	0.40	x	2320.00	=	1744.64	Kg/m
$DC_4 =$			0.83	x	-0.25	x	2320.00	=	-479.08	Kg/m

Cargas EV (presión vertical por carga muerta del terreno)

$EV_1 =$	0.50	x	0.20	x	1.40	x	1700.00	=	233.78	Kg/m
$EV_2 =$			0.25	x	1.40	x	1700.00	=	595.00	Kg/m

Cargas EH (presión lateral del terreno)

Por 2.00 m de terreno:

$EH_1 = EH_2 \text{ por } B = 705.66 \text{ Kg/m}$

Resumen Cargas Verticales				
CARGA	TIPO	V (Kg/m)	dA (m)	MV(kg-m/m)
DC <sub>1</sub>	DC	364.62	1.50	545.29
DC <sub>2</sub>	DC	742.40	1.33	987.39
DC <sub>3</sub>	DC	1744.64	0.94	1639.96
DC <sub>4</sub>	DC	-479.08	0.61	-293.68
EV <sub>1</sub>	EV	233.78	1.56	364.93
EV <sub>2</sub>	EV	595.00	1.75	1042.12
EH <sub>1</sub>	EH	705.66	1.88	1326.65
<b>I</b>		<b>3907.03</b>	—————	<b>5612.65</b>

**CARGAS HORIZONTALES.-**

Cargas EH (presión lateral del terreno)

Por 2.00 m de terreno:

$$EH_{10} = EH_{100} \cdot \frac{b}{B} = 1327.16 \text{ Kg/m}$$

Resumen Cargas Horizontales				
CARGA	TIPO	H (kg/m)	dA (m)	MH (kg-m/m)
EH <sub>10</sub>	EH	1327.16	0.67	884.77
<b>I</b>		<b>1327.16</b>	—————	<b>884.77</b>

D) Estados limites aplicables y combinaciones de cargas

**CARGAS VERTICALES V**

TIPO	DC				EV		EH	
	DC1	DC2	DC3	DC4	EV1	EV2	EH1y	
CARGA	001	002	003	004	005	006	007	$\Sigma$
V (Kg/m)	001	002	003	004	005	006	007	$\Sigma$
ASIMETRÍA	001	002	003	004	005	006	007	$V_u$
	001	002	003	004	005	006	007	008
SÍMETRICA	001	002	003	004	005	006	007	
	001	002	003	004	005	006	007	008

**MOMENTO ESTABILIZADOR (POR CARGAS VERTICALES) Mv**

TIPO	DC				EV		EH	
	DC1	DC2	DC3	DC4	EV1	EV2	EH1y	
CARGA	001	002	003	004	005	006	007	$\Sigma$
M (Kg-m/m)	001	002	003	004	005	006	007	$\Sigma$
ASIMETRÍA	001	002	003	004	005	006	007	$M_{vu}$
	001	002	003	004	005	006	007	008
SÍMETRICA	001	002	003	004	005	006	007	
	001	002	003	004	005	006	007	008

**CARGAS HORIZONTALES H**

TIPO	EH	
CARGA	001	
H (Kg/m)	001	$\Sigma$
ASIMETRÍA	001	$H_u$
	001	001
SÍMETRICA	001	
	001	001

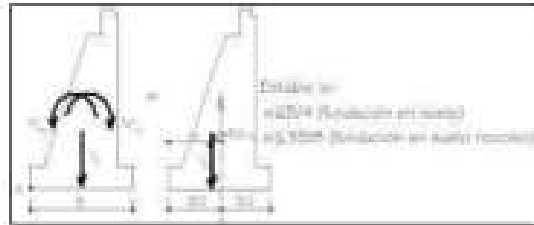
**MOMENTO DE VUELCO (POR CARGAS HORIZONTALES) Mhv**

TIPO	EH	
CARGA	001	
M (Kg-m/m)	001	$\Sigma$
ASIMETRÍA	001	$M_{vu}$
	001	001
SÍMETRICA	001	
	001	001

**CHEQUEO DE ESTABILIDAD Y ESFUERZOS**

**a) Vuelco alrededor del punto "A"**

Fundación de suelo = 1/4

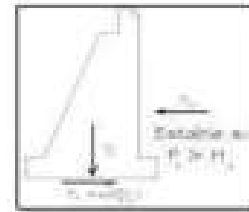


Estado	Vu (Kg/m)	Mvu (Kg-m/m)	Mhu (Kg-m/m)	$\frac{M_{hu}}{M_{vu}}$ (m)	$\frac{V_u}{V_{lim}}$ (m)	$\frac{M_{vu}}{M_{lim}}$ (m)	
Resistencia Ia	4023	5988	1327	1.159	0.219	0.470	OK
Resistencia Ib	5143	7488	1327	1.198	0.258	0.470	OK

**b) Deslizamiento en base del muro**

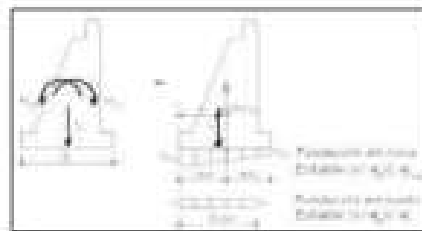
Con:  $\mu = \tan(\phi) = 0.53$  (Tabla 3.11.5.3-1)  
 $\phi = 0.80$  (Tabla 10.5.5.2.2-1)

Estado	Vu (Kg/m)	RESISTENTE (Kg/m)	ACTUANTE (Kg/m)	
		$F_r = \mu (27 \cdot V_u)$	Hu	
Resistencia Ia	4023	1711	1991	N.S
Resistencia Ib	5143	2188	1991	OK



**c) Presiones actuantes en la base del estribo**

$q_{adm} = 0.46 \text{ kg/cm}^2$



Estado	Vu (Kg/m)	Mvu (Kg-m/m)	Mhu (Kg-m/m)	$\frac{M_{hu}}{M_{vu}}$ (m)	$\frac{V_u}{V_{lim}}$ (m)	$\frac{M_{vu}}{M_{lim}}$ (m)	
Resistencia Ia	4023	5988	1327	1.158	0.219	0.379	OK
Resistencia Ib	5143	7488	1327	1.198	0.258	0.377	OK

Los resultados en estado límite en el deslizamiento no son satisfactorios, por lo que consideramos incluir en el cálculo la resistencia pasiva del suelo sólo dentro de la cavidad de la zapata.



De la Figura 3.11.5.4-1, el coeficiente de empuje pasivo es  $k_p=8$ , (con  $\phi=32.1^\circ$  y  $\theta=90^\circ$ ) y el factor de reducción hallado por interpolación,  $R=0.878$  (con  $\delta/\phi = 26/32.1=0.810$ )

$$k_p = R \cdot k_{p(\delta=0)}$$

$$k_p = 7.02$$

$$k_{px} \gamma_x 15 = 1791.12 \text{ kg/m}$$

$$k_{px} \gamma_x 0.40 = 4776.32 \text{ kg/m}$$

$$E_{ph} = E_{px} \cos(28^\circ) = 1/2 * (1791.12 + 4776.32) * 0.25 * \cos(28^\circ) = 724.84 \text{ kg}$$

$$Q_u = Q_c + Q_{sp}$$

$$Q_{sp} = 0.50 \text{ (Tabla 10.5.5.2.2-1)}$$

#### Deslizamiento en base del muro

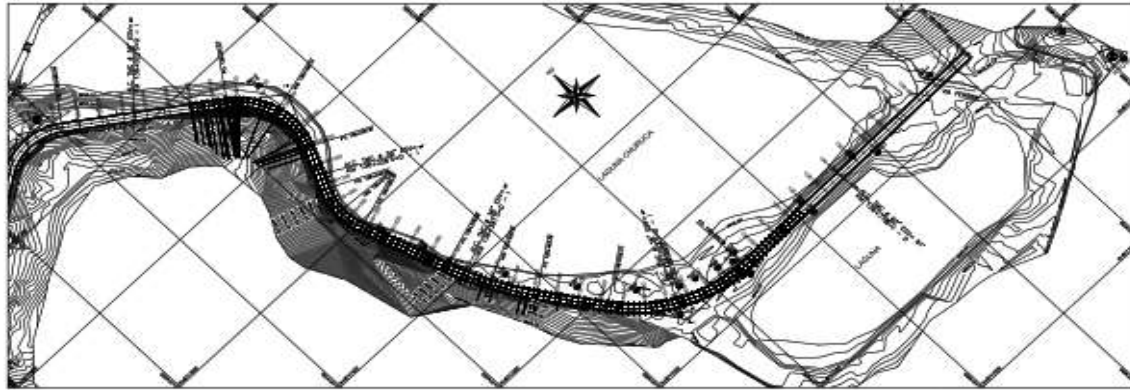
Estado	Vu (Kg/m)	RESISTENTE (Kg/m)	ACTUANTE (Kg/m)	
		$\Gamma_c = \mu (\sigma' + V_c)$	Hu	
Resistencia II	4023	2074	1991	OK
Resistencia III	5143	2550	1991	OK

ANEXO:  
PLANOS DE SECCIÓN TÍPICA Y PLANTA



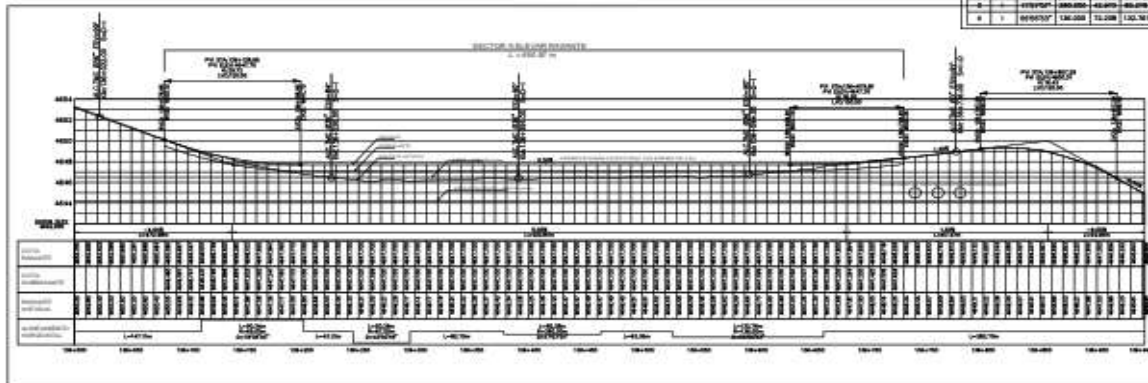
PLANTA - SECTOR INUNDABLE

ESC: 1/2000



PERFIL - SECTOR INUNDABLE

ESC VERT: 1/200  
ESC HORIZ: 1/2000



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL



TÍTULO:  
EVITAR DESBORDE DE LAGUNA CHIERUCA CON PAVIMENTO NO CONVENCIONAL Y  
ELEVANDO RASANTE DE LA CARRETERA CENTRAL

TÍTULO DE PLANO:  
PLANO DE PLANTA Y PERFIL

PROYECTO: A.A.P.S.    REVISADO: M.M.J.M.    APROBADO: M.M.J.M.    FECHA: MARZO / 2021

PRESENTADO POR:  
BACH. ANDRÉS ANIBAL PEÑA SANTILLAN  
PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL  
MENCION: INGENIERÍA DE TRANSPORTES  
HUANCAYO - PERU  
2021

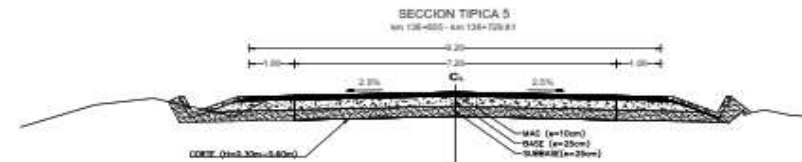
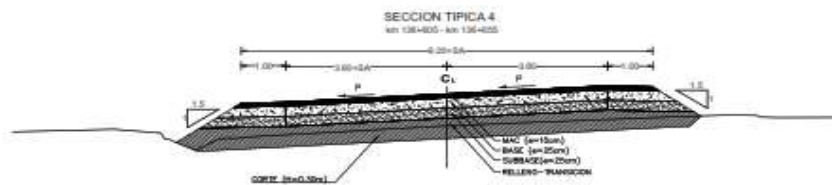
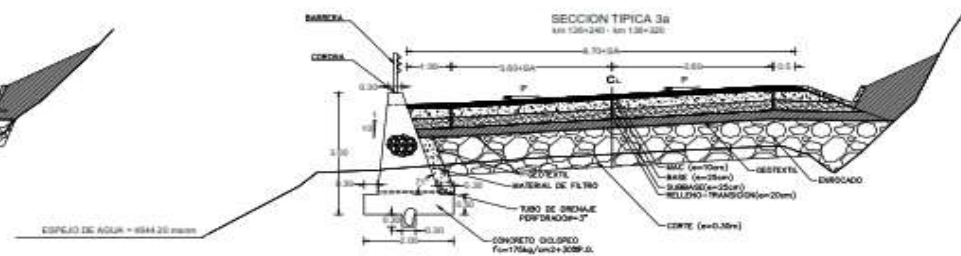
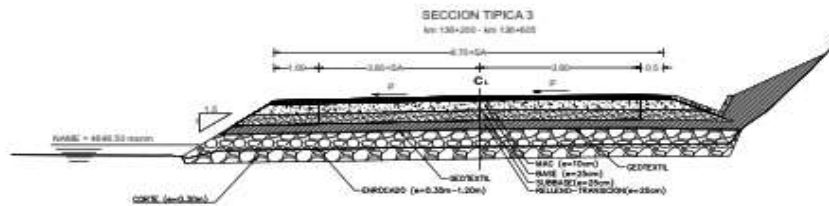
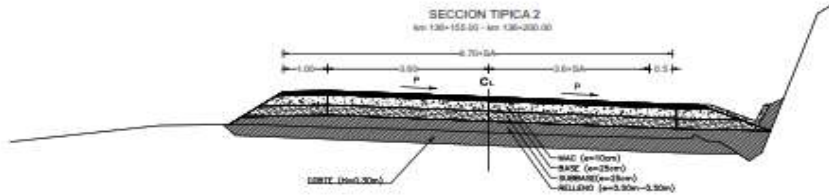
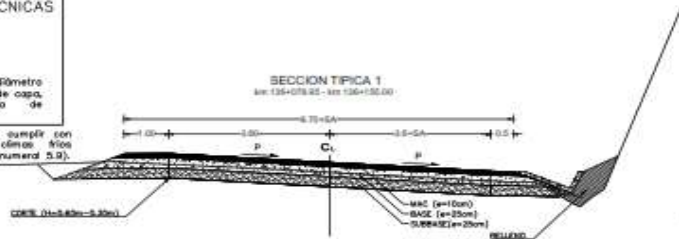
PROYECTO: 01    ESCALA: 1/2000  
DISEÑADO: 01    SHEET ZULO:     
UNIDAD: METRO    AL

**ESPECIFICACIONES TECNICAS**

- MURO DE GRAVEDAD:  
Usar cemento tipo V

- ENROCADO:  
Usar roca acomodada de diámetro máximo = 2/3 el espesor de capa proveniente de la Cantero de Roca - km 55.

Nota: El concreto simple deberá cumplir con los requisitos generales en ceros filos establecidos en la norma E-060 (numero 5.9).



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL



TÍTULO:  
EVITAR DESBORDE DE LAGUNA CHERUCA CON PAVIMENTO NO CONVENCIONAL Y ELEVANDO RASANTE DE LA CARRETERA CENTRAL

TÍTULO DE PLANO:  
SECCIONES TRANSVERSALES TIPICAS

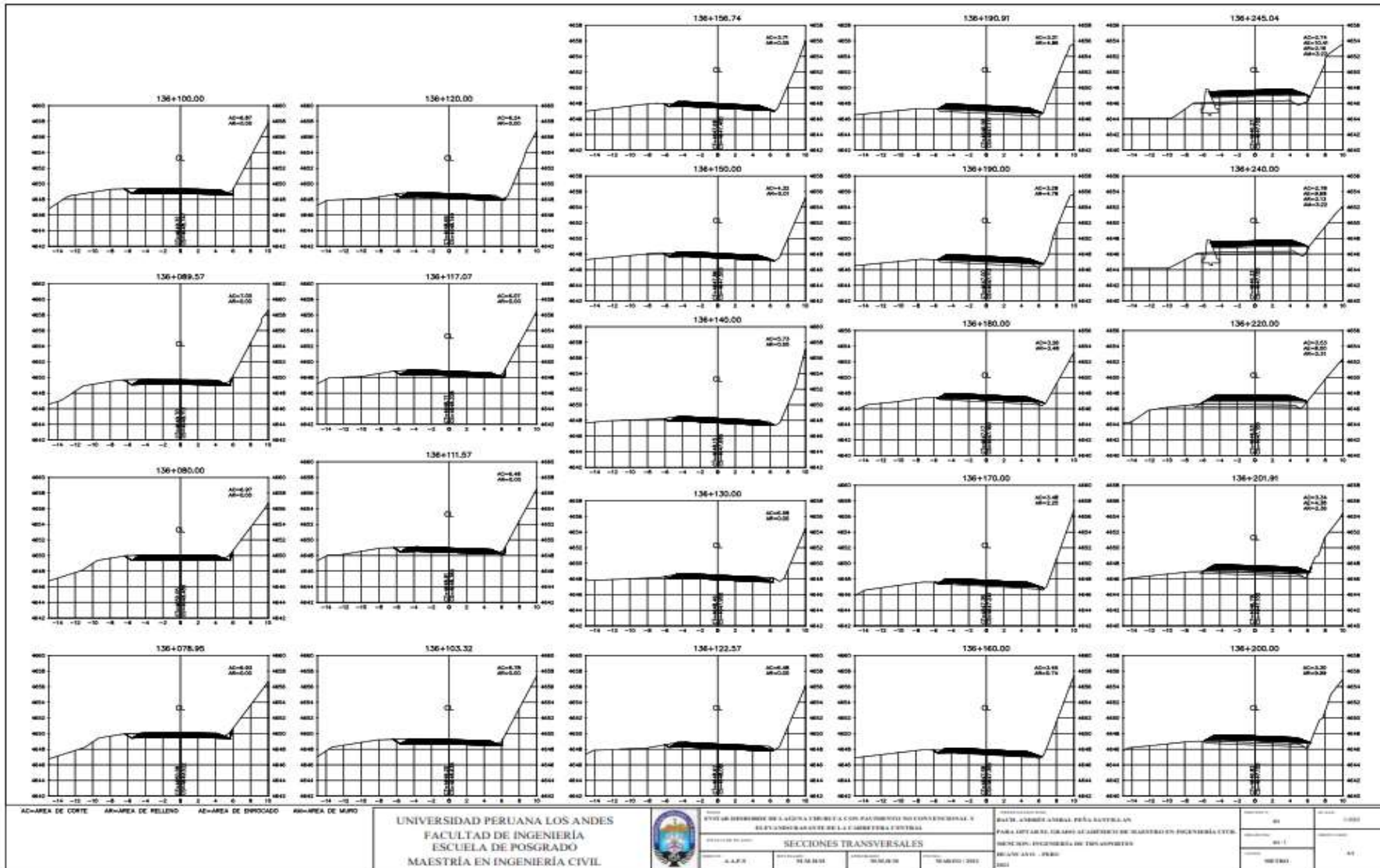
ELABORADO POR: A.A.F.S. REVISADO: M.M.R.M. APROBADO: M.M.R.M. FECHA: MARZO / 2021

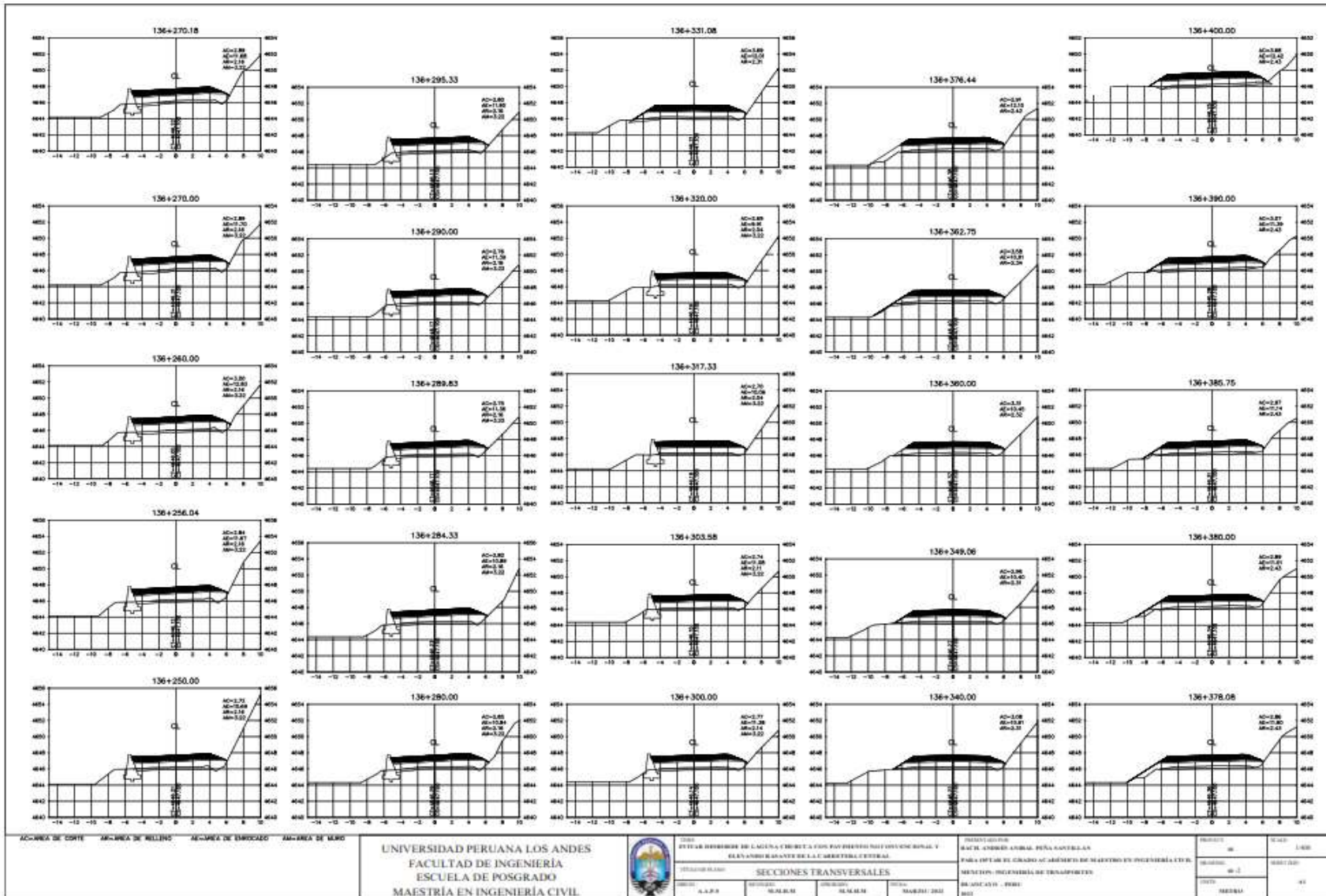
PRESENTADO POR:  
BACH. ANDRÉS ANIBAL PEÑA SANTILLAN  
PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL

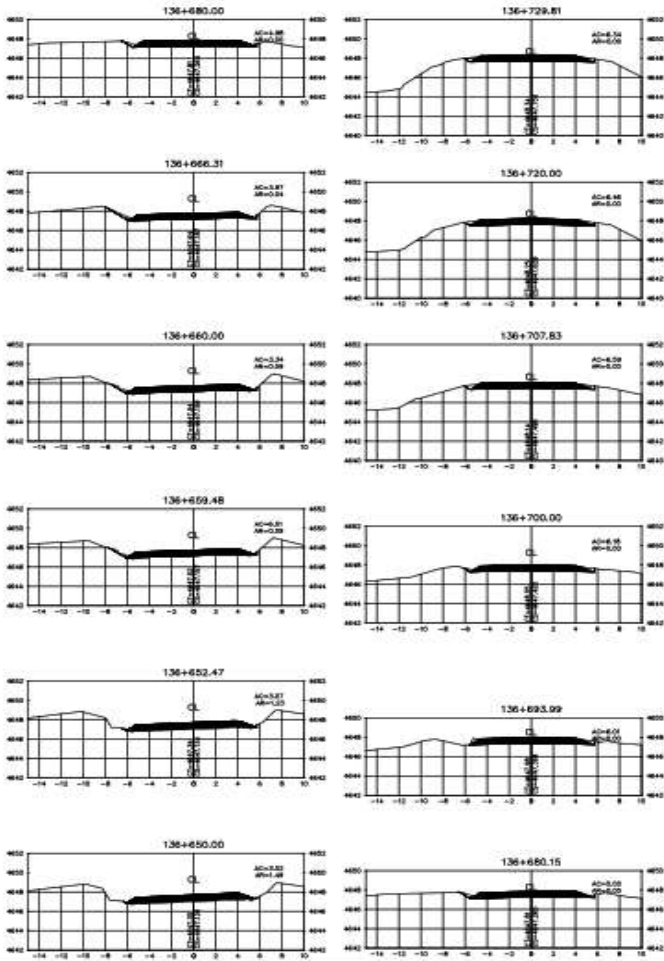
MENCION: INGENIERÍA DE TRANSPORTES

HUANCAYO - PERU  
2021

PROYECTO:	01	ESCALA:	1/50
DISEÑO:	01	HOJA:	230
UNIDAD:	METRO		A1







ANCHURA DE CARRETE ANCHURA DE BARRILES ANCHURA DE ESPALDADO ANCHURA DE MURO

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA DE POSGRADO  
 MAESTRIA EN INGENIERIA CIVIL

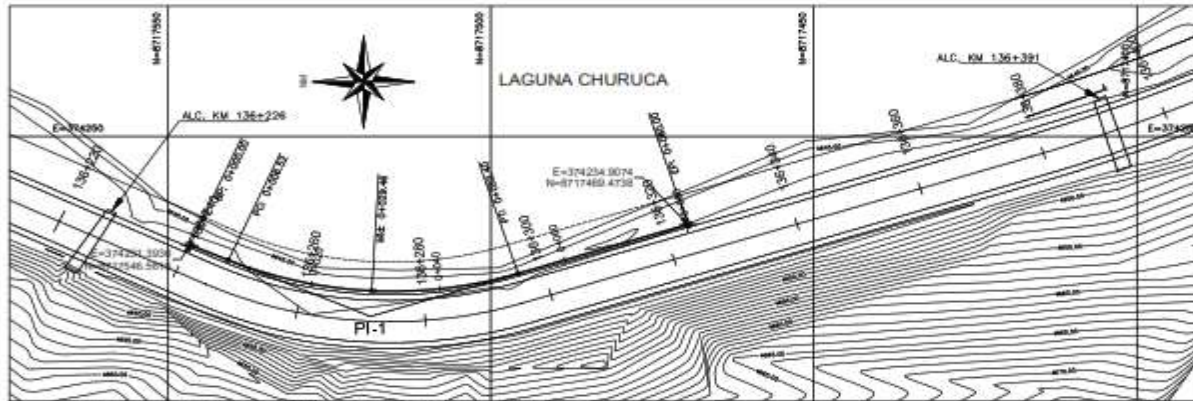


TITULO: ESTADÍSTICAS DE FUGAS Y CORTES CON FUNDAMENTO TECNICO Y  
 RESOLUCION DE LA COMISIÓN DE INGENIERIA

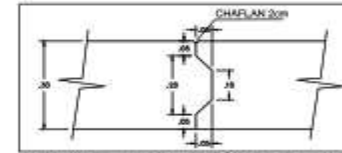
TITULO DEL PLAN: SECCIONES TRANSVERSALES  
 AUTOR: J.A.P.A. REVISOR: W.M.M.M. APROBADO: R.M.M.M. FECHA: MARZO 2021

INSTITUCION: FACULTAD DE INGENIERIA PERUANA  
 PARA OPTAR EL TITULO DE MAESTRIA EN INGENIERIA CIVIL  
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE TRANSPORTES  
 DE LA UPEL - PERU

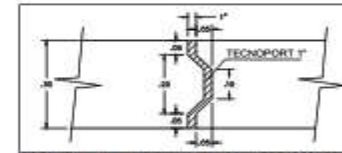
PROYECTO	NO.	FECHA
REVISADO	NO.	FECHA
APROBADO	NO.	FECHA



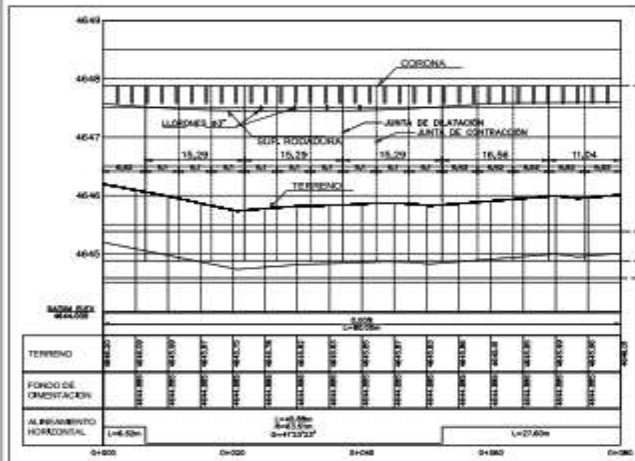
PLANTA - MURO DE CONTENCIÓN EN SECTOR INUNDABLE  
ESC: 1/500



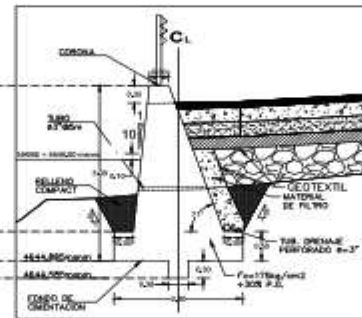
DETALLE - JUNTA DE CONTRACCIÓN  
ESC: 1/10



DETALLE - JUNTA DE DILATACIÓN  
ESC: 1/10



PERFIL - MURO DE CONTENCIÓN EN SECTOR INUNDABLE  
ESC VERT.: 1/50  
ESC HORIZ.: 1/500



SECCIÓN TIPO - MURO DE CONTENCIÓN  
ESC: 1/50

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

- MURO DE GRABADO: Usar cemento Tipo V
- PIEDRA: Usar material que cumple con las especificaciones de la norma E-060 (Norma 190)

Nota: El columnado deberá cumplir con las especificaciones de la norma E-060 (Norma 190).

CUADRO DE COORDENADAS Y ELEMENTOS DE CURVAS											
N° PI	SEVT.	DELTA	RADIO	TANG.	L.C.	EXT.	P.L.	P.C.	P.T.	NORTE	ESTE
1	I	41°33'23"	63.514	23.994	45.882	4.381	04+040.518	04+096.525	04+062.407	6717518.6049	374219.1656

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL



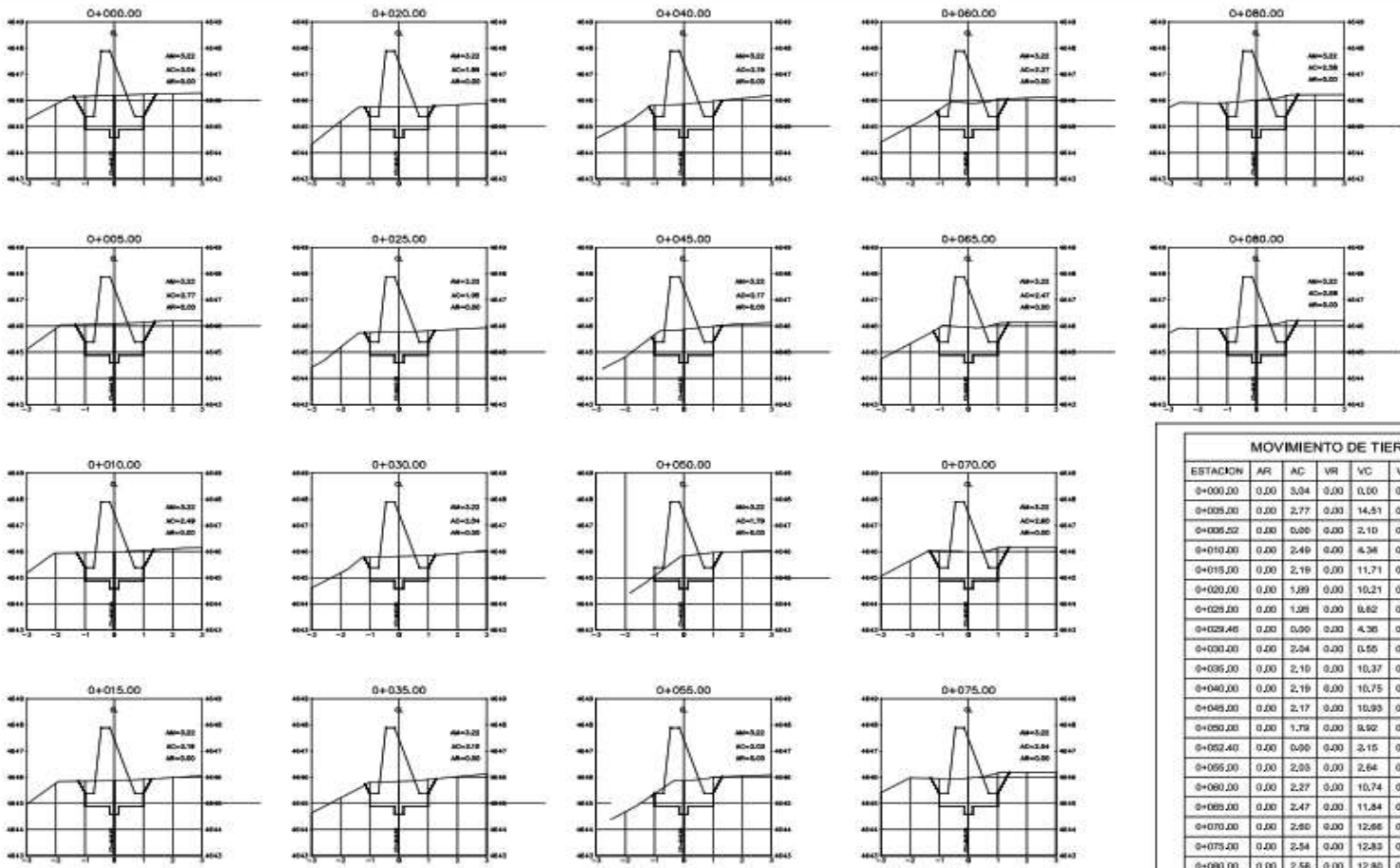
TÍTULO: EVITAR DESBORDE DE LAGUNA CHURUCA CON PAVIMENTO NO CONVENCIONAL Y ELEVANDO BASANTE DE LA CARRETERA CENTRAL.

TÍTULO DE RAMO: PLANTA Y PERFIL DE MURO DE CONTENCIÓN

DISEÑO: A.A.P.S. REVISADO: M.M.H.M. APROBADO: M.M.H.M. FECHA: MARZO / 2021

PRESENTADO POR: BACHEL ANDRÉS ANIBAL PEÑASANTILLAN  
PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL.  
MENCION: INGENIERÍA DE TRANSPORTES  
HUANCAYO - PERU  
2021

BOLETÍN	01	ESCALA	INDICADA
DIBUJANTE	01	BOLETÍN	01
UNIDAD	METRO		A1



MOVIMIENTO DE TIERRAS						
ESTACION	AR	AC	VR	VC	VR ACU.	VC ACU.
0+000.00	0.00	3.04	0.00	0.00	0.00	0.00
0+005.00	0.00	2.77	0.00	14.51	0.00	14.51
0+005.52	0.00	0.00	0.00	2.10	0.00	16.62
0+010.00	0.00	2.49	0.00	4.36	0.00	20.98
0+015.00	0.00	2.19	0.00	11.71	0.00	32.66
0+020.00	0.00	1.89	0.00	10.21	0.00	42.87
0+025.00	0.00	1.59	0.00	9.62	0.00	52.49
0+029.46	0.00	0.00	0.00	4.30	0.00	56.85
0+030.00	0.00	2.04	0.00	0.55	0.00	57.40
0+035.00	0.00	2.10	0.00	10.37	0.00	67.77
0+040.00	0.00	2.19	0.00	10.75	0.00	78.53
0+045.00	0.00	2.17	0.00	10.93	0.00	89.46
0+050.00	0.00	1.79	0.00	9.92	0.00	99.38
0+052.40	0.00	0.00	0.00	3.15	0.00	101.53
0+055.00	0.00	2.05	0.00	2.64	0.00	104.17
0+060.00	0.00	2.27	0.00	10.74	0.00	114.91
0+065.00	0.00	2.47	0.00	11.84	0.00	126.75
0+070.00	0.00	2.80	0.00	12.66	0.00	138.42
0+075.00	0.00	2.54	0.00	12.83	0.00	152.25
0+080.00	0.00	2.58	0.00	12.80	0.00	165.05
0+080.00	0.00	2.58	0.00	12.80	0.00	165.05

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE POSGRADO MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL		TÍTULO: EVITAR DESBORDE DE LAGUNA CIBRUECA CON PAVIMENTO NO CONVENCIONAL Y ELEVANDO RASANTE DE LA CARRETERA CENTRAL.				DISEÑO ALUMNO: FACIL ANDRÉS ANIBAL PEÑA SANTILLAN		PROYECTO: #1	ESCALA: 1:100
		TÍTULO DE PLANO: SECCIONES DE MUÑO DE CONTENCIÓN				PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL.		DISEÑO: #1	SHEET: #01
		DISEÑO: A.A.P.S	REVISADO: M.M.B.M	APROBADO: M.M.B.M	FECHA: MARZO / 2021	MENCIÓN: INGENIERÍA DE TRANSPORTES HUANCAYO - PERU 2021		UNIDAD: METRO	A1