

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UNSA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN

TEMA:

**ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO
DEL KM 33+600 AL KM 37+070.**

TESIS PRESENTADA POR LOS BACHILLERES:

ANTHONY CHRISTIAN AGUILAR CUSI

ALEJANDRO ERASMO AGUILAR PONCE DE LEON

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Asesor de Tesis: ING. GERHARD PAUL RODRÍGUEZ GUILLEN

**AREQUIPA-PERÚ
2021**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Título de tesis:

ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+070.

Nombre de los tesisistas

Bach. Anthony Christian Aguilar Cusi

Bach. Alejandro Erasmo Aguilar Ponce de Leon

Tesis aprobada por:*Unanimidad*.....

Jurados de Tesis:

Dr. Ing. NÉSTOR TUPA FERNÁNDEZ

Ing. ROBERTO BONIFACIO CÁCERES FLORES

Ing. GERHARD PAUL RODRÍGUEZ GUILLEN

Firma:

(Presidente)

(Miembro)

(Miembro)

DEDICATORIAS

A mi madre Cristina Cusi Troncoso.

Anthony Christian Aguilar Cusi

A Dios, por darme salud y fuerza para alcanzar mis metas y nunca dejarme solo.

A mis padres Mario Aguilar Fruna y Elena Ponce de Leon Castro, por apoyarme incondicionalmente y estar para mí siempre.

A mis hermanos Vannia, Rood y Danery, que son mis compañeros de vida y mi ejemplo a seguir.

A mi tía Mercedes Aivar Castro, que fue quien me apoyó al principio de este camino a ser profesional, sin ella no hubiera llegado a donde estoy ahora.

A mi amigo Elard Merma Benito (+) quien me acompañó en toda mi vida universitaria y me enseñó que no existen imposibles.

Alejandro Aguilar Ponce de Leon

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al pilar fundamental de mi vida mi madre Cristina, gracias a tu amor y comprensión, esfuerzo y dedicación, sin ti nada de esto sería posible.

A mi tía Teodora por su cariño y apoyo que brinda hacia mi madre y mi persona, a mis tíos, tías, y a toda mi familia.

A nuestro asesor de tesis Ing. Paul Rodríguez por sus enseñanzas y darse el tiempo para resolver nuestras consultas.

Al Ing. Roberto Cáceres Flores; por su apoyo para la realización de los ensayos en su laboratorio y sus conocimientos impartidos en la presente tesis.

A Alejandro, Lynn, Gabith, Kenazh, Enrique, Carlos; por todo su apoyo para el desarrollo de esta tesis. A mi amiga Elizabeth (baka!) y a todos mis amigos que me acompañaron todos estos años, gracias por todos los momentos que vivimos.

A los docentes de la facultad por sus enseñanzas, consejos que me han compartido que han sido y serán de gran ayuda en mi camino.

Y sobre todo agradezco a Dios como guía en mi camino.

Anthony Christian Aguilar Cusi

Agradezco a Dios por darme una vida llena de aprendizaje y felicidad.

A mis padres por brindarme una educación digna y apoyarme en mi deseo de ser profesional.

A nuestro asesor de tesis Ing. Gerhard Paul Rodríguez Guillen por compartirnos su tiempo, paciencia y conocimientos para realizar esta tesis.

A mis docentes de la Facultad de Ingeniería Civil por transmitirnos sus conocimientos y experiencia.

A mis amigos Anthony, Enrique, Kenazh, Ariana y Gabith, que nos ayudaron en la elaboración de esta tesis.

A mis amigos de nuestro equipo Los Cebollitas y su Ajo por tantas alegrías juntos.

Alejandro Aguilar Ponce de Leon

RESUMEN

Este proyecto nace a raíz de la necesidad de nuevas rutas de conexión entre departamentos que cumplan los estándares adecuados de transitabilidad, con esto garantizar la seguridad, comodidad del transporte y disminuir los tiempos de viaje; asimismo que mejoren el nivel de vida de la población de la zona de sierra entre las regiones de Arequipa y Puno con un mejor acceso a servicios de salud, educación, vivienda y otros.

Por estos motivos es que se presenta una alternativa a la carretera Arequipa - Yura - Santa Lucia, que es la ruta PE 34C carretera Arequipa - Chiguata - Santa Lucia, en el proyecto se analiza un tramo de esta ruta que comprende desde el km 33+600 al km 37+070.

Para la formulación de este proyecto se reunió información social, geográfica y condiciones ambientales con los que se realizaron los estudios previos que fueron: el estudio de tránsito, la topografía y estudio de suelos a nivel de subrasante.

Se realizó el mejoramiento del diseño geométrico, utilizando la norma vigente del manual de carreteras: DG 2018, para elaborar el diseño en planta, en perfil y el diseño de las secciones transversales; luego se procedió a realizar el diseño del pavimento, determinando un óptimo contenido de asfalto, haciendo uso de agregados de canteras cercanas a la zona del proyecto, obteniendo los espesores finales de base granular y carpeta asfáltica; asimismo se ejecutó el diseño de drenaje; costos y presupuestos; y finalmente se realizó la gestión de riesgos.

PALABRAS CLAVE

Diseño geométrico, topografía, tránsito, estudio de suelos, pavimento, diseño de drenaje, ESAL, costos y presupuestos, riesgos.

ABSTRACT

This project is born out of the need for new routes of connection between departments that meet the appropriate standards of passability, with this to guarantee the safety, comfort of transport and to reduce travel times; They also improve the living standards of the people of the Sierra zone between the regions of Arequipa and Puno with better access to health, education, housing and other services.

For these reasons it is that an alternative to the Arequipa - Yura - Santa Lucia highway is presented, which is the route PE 34C Arequipa - Chiguata - Santa Lucia highway, the project analyzes a section of this route from km 33+600 to km 37+070.

For the formulation of this project, social, geographical and environmental information was gathered with which the previous studies were carried out: The transit study, the topography and the study of soils at the subsurface level.

The geometric design was improved, using the current standard of the road manual: DG 2018, to elaborate the design in plant, in profile and the design of the cross sections; Then the design of the pavement was carried out, determining an optimum asphalt content, using aggregates of quarries near the project area, obtaining the final thicknesses of granular base and asphalt binder; also the design of drainage; costs and budgets; and finally, risk management was carried out.

KEY WORDS

Geometric design, topography, transit, soil study, pavement, drainage design, ESAL, costs and budgets, risks.

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	ii
ABSTRACT.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO	iv
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
1. CAPÍTULO I: GENERALIDADES	1
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. OBJETIVOS.....	1
1.2.1. Objetivo General.....	1
1.2.2. Objetivo Específico.....	1
1.3. ALCANCES.....	2
1.4. METODOLOGÍA	2
1.5. ESQUEMA GENERAL.....	3
2. CAPÍTULO II: ASPECTOS GENERALES.....	4
2.1. GENERALIDADES DEL PROYECTO.....	4
2.1.1. Antecedentes.....	4
2.1.2. Ubicación del Proyecto.....	4
2.1.3. Población Beneficiada	5
2.2. CONDICIONES GENERALES DE LA ZONA DE PROYECTO	6
2.3. DESCRIPCIÓN TOPOGRÁFICA Y GEOLÓGICA GENERAL DE LA ZONA	7
2.4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	9
2.5. METAS DEL PROYECTO	9
3. CAPÍTULO III: ESTUDIOS PRELIMINARES	10
3.1. ESTUDIO DE TRÁFICO	10
3.1.1. Generalidades.....	10
3.1.2. Definiciones	11
3.1.3. El Vehículo	11

3.1.4.	Tipos de Tránsito	14
3.1.5.	Determinación del Tráfico	17
3.1.6.	Volumen de Tráfico (ESAL)	24
3.1.7.	Resultados y Diseño Vial.....	30
3.2.	TOPOGRAFÍA.....	33
3.2.1.	Generalidades.....	33
3.2.2.	Trabajo de campo.....	33
3.2.3.	Resultados del levantamiento topográfico	33
3.3.	ESTUDIO DE SUELOS	34
3.3.1.	Generalidades.....	34
3.3.2.	Trabajo de Campo.....	34
3.3.3.	Trabajos y Ensayos de Laboratorio.....	35
3.3.4.	Resultados del Estudio de Suelos	41
4.	CAPÍTULO IV: DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA.....	43
4.1.	GENERALIDADES.....	43
4.1.1.	Alcances.....	43
4.2.	PARÁMETROS Y CONSIDERACIONES.....	43
4.3.	DISEÑO EN PLANTA	44
4.3.1.	Clasificación de la carretera.....	44
4.3.2.	Velocidad de Diseño.....	44
4.3.3.	Tramos en Tangente.....	45
4.3.4.	Radio Mínimo	45
4.3.5.	Diseño del Alineamiento Horizontal	47
4.3.6.	Curva Circular.....	47
4.3.7.	Peraltes.....	49
4.3.8.	Curvas de Transición	50
4.3.9.	Transición de Peralte.....	54
4.3.10.	Curvas de Vuelta	58
4.3.11.	Sobreechancho.....	60

4.4.	DISEÑO GEOMÉTRICO EN PERFIL	62
4.4.1.	Pendiente Mínima	62
4.4.2.	Pendiente Máxima	62
4.4.3.	Longitud en Pendiente	63
4.4.4.	Distancia de Visibilidad de Parada	64
4.4.5.	Distancia de Visibilidad de Paso o Adelantamiento	65
4.4.6.	Curvas Verticales	66
4.4.7.	Longitud de las Curvas Convexas.....	70
4.4.8.	Cálculo de Curvas Cóncavas	73
4.5.	DISEÑO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL.....	75
4.5.1.	Calzada o Superficie de Rodadura.....	75
4.5.2.	Berma.....	75
4.5.3.	Bombeo.....	76
4.5.4.	Taludes.....	77
4.6.	MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	79
4.6.1.	Estado de la Subrasante	79
4.6.2.	Factor de Esponjamiento y Consolidación	80
4.6.3.	Cálculo de Volúmenes	80
4.6.4.	Diagrama de Masas.....	81
5.	CAPÍTULO V: DISEÑO DE PAVIMENTO	84
5.1.	ESTUDIOS DE CANTERAS	84
5.1.1.	Fuente de Agregado.....	84
5.1.2.	Descripción de Cantera.....	84
5.1.3.	Volumen y Área de Explotación.....	85
5.1.4.	Transporte del Agregado.....	85
5.1.5.	Evaluación del material.....	86
5.2.	DISEÑO DEL PAVIMENTO.....	96
5.2.1.	Definición de Pavimento.....	97
5.2.2.	Cálculo del CBR de Subrasante y Base Granular.....	102

5.2.3.	Diseño por el Método AASHTO 93	104
5.2.4.	Diseño por el Método Mecánico Calibrado	117
6.	CAPÍTULO VI: DISEÑO DE DRENAJE.....	131
6.1.	ESTUDIO HIDROLÓGICO	131
6.1.1.	Generalidades.....	131
6.1.2.	Estudio de la Cuenca y Microcuenca.....	131
6.1.3.	Registro de Precipitaciones.....	133
6.1.4.	Periodo de Retorno	134
6.1.5.	Análisis de Datos Hidrológicos	135
6.1.6.	Prueba de Bondad de Ajuste y Selección de Distribución a emplear	150
6.1.7.	Determinación de la Tormenta de Diseño	152
6.1.8.	Tiempo de Concentración	154
6.1.9.	Coefficiente de Escorrentía	156
6.1.10.	Método Racional	158
6.2.	DISEÑO HIDRÁULICO	159
6.2.1.	Diseño de Alcantarillas.....	159
6.2.2.	Diseño de Cunetas.....	160
7.	CAPÍTULO VII: COSTOS Y PRESUPUESTOS	166
7.1.	GENERALIDADES.....	166
7.2.	METRADOS	166
7.3.	ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	166
7.4.	PRESUPUESTO	166
8.	CAPÍTULO VIII: GESTIÓN DE RIESGOS.....	169
8.1.	GENERALIDADES.....	169
8.2.	DEFINICIONES	169
8.3.	ALCANCE DE LA GESTIÓN DE RIESGOS	169
8.4.	ALCANCES DEL PROYECTO	170
8.4.1.	Representación Gráfica.....	170
8.4.2.	Descripción del Proyecto	170

8.5. METODOLOGÍA DE GESTIÓN DE RIESGOS	172
8.6. IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS	173
8.6.1. Técnicas de Identificación de Riesgos	175
8.6.2. Análisis FODA del Proyecto	177
8.6.3. Categorías de los Riesgos	178
8.7. ANÁLISIS DE RIESGOS.....	179
8.7.1. Probabilidad e Impacto de los Riesgos	179
8.7.2. Matriz de Riesgos	181
8.7.3. Roles y Responsabilidades.....	182
8.8. PLANIFICACIÓN DE RESPUESTA A LOS RIESGOS	184
8.8.1. Plan de Respuesta a los Riesgos del Proyecto	186
CONCLUSIONES	189
RECOMENDACIONES.....	192
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	193
ANEXOS	195
ANEXO “A” ESTUDIO DE TRANSITO	195
ANEXO “B” ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUBRSANTE	212
ANEXO “C” ENSAYOS DE BASE GRANULAR Y CARPETA ASFÁLTICA.....	245
ANEXO “D” PRESUPUESTO.....	268
ANEXO “D.1” PRESUPUESTO.....	268
ANEXO “D.2” METRADOS	271
ANEXO “D.3” ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS.....	280
ANEXO “D.4” LISTADO DE INSUMOS.....	297
ANEXO “E” GESTIÓN DE RIESGOS	300
ANEXO “F” PANEL FOTOGRÁFICO.....	318
ANEXO “G” PLANOS.....	327

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3-1 Pesos y Medidas Máximas Permitidas para Vehículos Ligeros	12
Tabla 3-2 Pesos y Medidas Máximas Permitidas para Vehículos Pesados	13
Tabla 3-3 Aforo de Vehículos en el Punto de Aforo 1 Km 37+100.....	14
Tabla 3-4 Aforo de Vehículos en el Punto de Aforo 2 Peaje Santa Lucia.....	15
Tabla 3-5 Calculo del Transito Actual (Te + Tat)	16
Tabla 3-6 Cálculo del IMDS.....	17
Tabla 3-7 Factor de Corrección Estacional mes de Agosto Chiguata	19
Tabla 3-8 IMDS e IMDA para Agosto del 2019	19
Tabla 3-9 Flujo de vehículos ligeros en la región Arequipa.....	20
Tabla 3-10 Datos para el cálculo de la Tc.....	20
Tabla 3-11 Cálculo de la Tasa de Crecimiento Anual por Tipo de Vehículo.....	21
Tabla 3-12 PBI del I, II, III trimestre 2019 a Nivel de todo el Perú.....	21
Tabla 3-13 Cálculo del Tránsito a la Fecha de Puesta en Servicio	22
Tabla 3-14 Tránsito Futuro para la Fecha Puesta en Servicio del Proyecto	23
Tabla 3-15 Cálculo del factor carril a partir del número de carriles.....	25
Tabla 3-16 Cálculo del periodo de diseño	26
Tabla 3-17 Cálculo del Factor de Crecimiento	27
Tabla 3-18 Factor camión para vehículos ligeros	28
Tabla 3-19 : Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) Para Afirmados, Pavimentos Flexibles y Semirrígidos.....	29
Tabla 3-20 Factor Camión para Vehículos Pesados	30
Tabla 3-21 Cálculo del ESAL por Vehículo.....	30
Tabla 3-22 Ubicación de las Calicatas.....	34
Tabla 3-23 Resultados de Densidad Natural Subrasante	35
Tabla 3-24 Resultados de Contenido de Humedad Natural Subrasante	36
Tabla 3-25 Resultado de Análisis Granulométrico de Subrasante.....	36
Tabla 3-26 Resultado de Límite Líquido de Subrasante.....	37
Tabla 3-27 Resultado de Límite Plástico de Subrasante.....	37
Tabla 3-28 Clasificación de suelos según el Índice de Plasticidad.....	37

Tabla 3-29 Resultado del Índice de Plasticidad para la Subrasante.....	38
Tabla 3-30 Resultado de Equivalente de Arena para la Subrasante	38
Tabla 3-31 Sistema de Clasificación de Suelos AASHTO.....	39
Tabla 3-32 Resultado de Clasificación AASHTO para la Subrasante.....	39
Tabla 3-33 Sistema Clasificación de Suelos SUCS	40
Tabla 3-34 Resultado de Clasificación SUCS para la Subrasante	40
Tabla 3-35 Resultado de Compactación para la Subrasante	41
Tabla 3-36 Resultado de CBR para la Subrasante	41
Tabla 3-37 Categorización de la Subrasante empleando CBR	42
Tabla 3-38 Categorización de la Subrasante del Proyecto.....	42
Tabla 4-1 Rangos de la Velocidad de Diseño en función a la Clasificación de la Carretera por Demanda y Orografía.....	44
Tabla 4-2 Longitudes de tramos en Tangentes	45
Tabla 4-3 Fricción Transversal Máxima en Curvas.....	46
Tabla 4-4 Radios Mínimos y Peraltes Máximos para Diseño de Carreteras	46
Tabla 4-5 Deflexión Máxima Aceptable sin Curva Circular	47
Tabla 4-6 Cálculo de Elementos de Curva para el Proyecto	49
Tabla 4-7 Resumen de Elementos de Curva del Proyecto.....	49
Tabla 4-8 Peraltes Asignados para cada Radio de Curvatura	50
Tabla 4-9 Radio Circulares Límites que permiten prescindir de la Curva de Transición.....	51
Tabla 4-10 Longitud Mínima de Curva de Transición	53
Tabla 4-11 Elementos de las Curvas de Transición Proyectados	53
Tabla 4-12 Cumplimiento del Parámetro de la Variación por Estética y Guiado Óptico.....	54
Tabla 4-13 Longitud de Transición para Curvas Horizontales Circulares Simples.....	56
Tabla 4-14 Longitud de Transición para Curvas de Transición Horizontales	58
Tabla 4-15 Radio Exterior Mínimo correspondiente a un Radio Interior Adoptado	59
Tabla 4-16 Factores de Reducción del Sobre ancho para Anchos de	61
Tabla 4-17 Sobreebanco para cada Curva del Proyecto	61
Tabla 4-18 Pendiente Máxima para el Proyecto	62
Tabla 4-19 Cálculo de la Distancia Máxima a una Determinada Pendiente.....	63
Tabla 4-20 Cálculo de la Distancia de Visibilidad de Parada ida – regreso del Proyecto	65

Tabla 4-21 Clasificación de Tipo de Curvas Verticales	68
Tabla 4-23 Cálculo de las Distancias Mínimas para Curvas Cóncavas.....	74
Tabla 4-24 Cálculo del Ancho Mínimo de la Calzada.....	75
Tabla 4-25 Cálculo del Ancho de Berma.....	76
Tabla 4-26 Inclinación Transversal de la Berma	76
Tabla 4-27 Cálculo del Bombeo de la Calzada.....	77
Tabla 4-28 Valores para Taludes en Zonas de Corte	78
Tabla 4-29 Valores para Taludes en Zonas de Relleno	78
Tabla 4-30 Cálculo de Pendientes de Taludes para el Proyecto	78
Tabla 4-31 Pesos Específicos Natural, Suelto y Máximo de la Subrasante.....	79
Tabla 4-32 Factor de Esponjamiento y Consolidación	80
Tabla 4-33 Cálculo Resumen de Volúmenes de Corte y Relleno.....	81
Tabla 5-1 Requerimientos Granulométricos para Base Granular	86
Tabla 5-2 Requerimientos de Agregado Grueso para Base Granular.....	87
Tabla 5-3 Resultados de laboratorio para Agregado Grueso Base-Cantera Chiguata	87
Tabla 5-4 Requerimientos de Agregado Fino para Base Granular	88
Tabla 5-5 Resultados de laboratorio para Agregado Fino Base-Cantera Chiguata	88
Tabla 5-6 Requerimientos de CBR para Base	88
Tabla 5-7 Requerimientos de Granulometría para Carpeta Asfáltica	89
Tabla 5-8 Requerimientos de ensayos para Agregado Grueso Carpeta Asfáltica	90
Tabla 5-9 Resultados de laboratorio para Agregado Grueso Carpeta-Cantera Chiguata	91
Tabla 5-10 Requerimientos de ensayos para Agregado Fino Carpeta Asfáltica	91
Tabla 5-11 Resultados de laboratorio para Agregado Fino Carpeta-Cantera Chiguata.....	91
Tabla 5-12 Selección del Tipo de Cemento Asfáltico	93
Tabla 5-13 Temperatura óptima de mezclado y compactación del Asfalto PEN 120/150	93
Tabla 5-14 Requisitos para mezcla de Concreto Bituminoso.....	95
Tabla 5-15 Comparación de los Parámetros de Diseño en el Contenido Óptimo de Asfalto	96
Tabla 5-16 Espesores Mínimos para la Carpeta	100
Tabla 5-17 Clasificación según el Número de Repeticiones Acumuladas o Ejes Equivalentes de 8.2tn	101
Tabla 5-18 Espesores Mínimos Recomendados para Carpeta Asfáltica y Base Granular	102

Tabla 5-19 Percentil de diseño de la Subrasante	103
Tabla 5-20 CBR de Diseño de la Subrasante del Proyecto.....	103
Tabla 5-21 Niveles recomendados de Confiabilidad (R).....	105
Tabla 5-22 Desviación Estándar Normalizada	106
Tabla 5-23 Calificación de la Servicialidad.....	107
Tabla 5-24 Índice de Serviciabilidad Inicial (Po).....	108
Tabla 5-25 Índice de Serviciabilidad Final (Pt).....	109
Tabla 5-26 % de Tiempo en el que el Pavimento está expuesto a Niveles de Humedad próximos a la Saturación.....	114
Tabla 5-27 Variables para la Aplicación del Diseño AASHTO	115
Tabla 5-28 Aplicación del Método Mecanístico Calibrado	126
Tabla 5-29 Cálculo de coeficientes "K" y "-B"	126
Tabla 5-30 Cálculo de coeficientes "K" y "-B"	126
Tabla 5-31 Espesores Finales para el Pavimento.....	130
Tabla 6-1 Datos de Geomorfología de las Microcuencas.....	133
Tabla 6-2 Datos de la Estación Meteorológica.....	133
Tabla 6-3 Registro Histórico de Precipitaciones Máximas en 24 Horas (mm)	133
Tabla 6-4 Valores Máximos Recomendados de Riesgo Admisible de Obras de Drenaje.....	135
Tabla 6-5 Valores de Kn para la prueba de datos dudosos	136
Tabla 6-6 Precipitaciones Máximas en 24 horas y sus logaritmos	137
Tabla 6-7 Parámetros estadísticos de Precipitaciones Máximas en 24 horas y sus logaritmos ..	138
Tabla 6-8 Resultados del Ajuste de Datos para una Distribución Normal	139
Tabla 6-9 Resultados del Ajuste de Datos para una Distribución LogNormal de 2 Parámetros	141
Tabla 6-10 Resultados del Ajuste de Datos para una Distribución normal LogNormal de 3 Parámetros.....	142
Tabla 6-11 Resultados del Ajuste de Datos para una Distribución Gamma de 2 Parámetros	143
Tabla 6-12 Resultados del Ajuste de Datos para una Distribución Gamma 3 Parámetros.....	145
Tabla 6-13 Resultados del Ajuste de Datos para una Distribución Log-Pearson Tipo III	146
Tabla 6-14 Resultados del Ajuste de Datos para una Distribución Gumbel.....	148
Tabla 6-15 Resultados del Ajuste de Datos para una Distribución LogGumbel	149
Tabla 6-16 Valores de Delta Teórico obtenidos para cada Distribución	150

Tabla 6-17 Precipitaciones máximas en 24h para diferentes periodos de retorno.....	151
Tabla 6-18 Relaciones entre Precipitación Máxima Verdadera y Precipitación en Intervalos...	151
Tabla 6-19 Ajuste de Precipitaciones Máximas en 24h para Diferentes Periodos de Retorno...	152
Tabla 6-20 Datos para elaborar las curvas IDF	153
Tabla 6-21 Fórmulas para el Cálculo del Tiempo de Concentración	155
Tabla 6-22 Cálculo del Tiempo de Concentración en las Microcuencas.....	156
Tabla 6-23 Coeficientes de Escorrentía Método Racional	157
Tabla 6-24 Coeficientes de Escorrentía para las Microcuencas	157
Tabla 6-25 Cálculo de Caudales de Diseño mediante el Método Racional	158
Tabla 6-26 Diseño de Alcantarillas.....	160
Tabla 6-27 Secciones de Alcantarillas	160
Tabla 6-28 Inclinaciones máximas del talud (V:H)	161
Tabla 6-29 Dimensiones Mínimas de Cuneta Triangular Típica.....	162
Tabla 6-30 Caudales de Aporte para los Tramos de Cunetas	162
Tabla 6-31 Diseño de Cunetas	164
Tabla 6-32 Dimensiones de Cunetas.....	164
Tabla 6-33 Diseño de Aliviaderos	165
Tabla 6-34 Dimensiones de Aliviaderos.....	165
Tabla 8-1 Análisis FODA del Proyecto.....	177
Tabla 8-2 Ejemplo de Identificación de un Riesgo.....	179
Tabla 8-3 Definición de Probabilidad de los Riesgos.....	180
Tabla 8-4 Definición del Impacto de los Riesgos	181
Tabla 8-5 Matriz de Probabilidad e Impacto según Guía PMBOK	181
Tabla 8-6 Ejemplo de Análisis de un Riesgo.....	183
Tabla 8-7 Análisis de Riesgos del Proyecto	183
Tabla 8-8 Ejemplo de Planificación de Respuesta a los Riesgos.....	185
Tabla 8-9 Plan de Respuesta a los Riesgos del Proyecto.....	186

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1 Ubicación del proyecto	5
Figura 2-2 Morfología de la zona del proyecto	7
Figura 2-3 Cuenca Quilca-Chili.....	8
Figura 3-1 Tramo de Desarrollo del Proyecto	10
Figura 3-2 Ubicación de las Calicatas	35
Figura 4-1 Elementos de Curvas Horizontales Circulares Simples	48
Figura 4-2 Peralte en zona rural (Tipo 3 o 4).....	50
Figura 4-3 Desvanecimiento del Bombeo y Transición del Peralte en la Curva Circular	55
Figura 4-4 Desvanecimiento del Bombeo y Transición del Peralte con Curvas de Transición ...	57
Figura 4-5 Imagen de Curvas de Vuelta	58
Figura 4-6 Longitud Crítica para las TangV1 y TangV3.....	63
Figura 4-7 Cálculo de la Distancia de Visibilidad de Paso (Da)	66
Figura 4-8 Tipo de Curvas Verticales Convexas y Cóncavas.....	67
Figura 4-9 Tipos de Curvas Simétricas y Asimétricas.....	68
Figura 4-10 Elementos de la Curva Vertical Simétrica	69
Figura 4-11 Longitud Mínima de Curva Vertical Convexa con Distancia de Visibilidad de Parada	70
Figura 4-12 Longitud Mínima para Curvas Verticales Convexas con Distancia de Visibilidad de Paso o Adelantamiento	72
Figura 4-13 Longitud Mínima de Curvas Verticales Cóncavas.....	73
Figura 4-14 Sección Transversal con Área de Corte y Relleno.....	77
Figura 4-15 Diagrama de masas de la progresiva 0+000.00 a la progresiva 1+000.00	82
Figura 4-16 Diagrama de masas de la progresiva 1+000.00 a la progresiva 2+000.00	83
Figura 4-17 Diagrama de masas de la progresiva 2+000.00 a la progresiva 3+248.42.....	83
Figura 5-1 Ubicación y área de explotación cantera Chiguata	84
Figura 5-2 Distancia Promedio y Recorrido Cantera-Proyecto	85
Figura 5-3 Diseño de mezcla para la Gradación A	87
Figura 5-4 Diseño de mezcla para la gradación MAC-1	90
Figura 5-5 Estructura de un Pavimento	98

Figura 5-6 Principio de Distribución de Presiones en el Pavimento	100
Figura 5-7 CBR de Diseño de la Subrasante del Proyecto	103
Figura 5-8 Módulo Resiliente y Coeficiente Estructural a partir del valor de CBR.....	111
Figura 5-9 Coeficiente Estructural para Carpeta a partir	112
Figura 5-10 Fatiga en la Carpeta Asfáltica	119
Figura 5-11 Ahuellamiento por Falla en Subrasante	120
Figura 5-12 Sistema Multicapa.....	121
Figura 6-1 Delimitación de Cuencas.....	132
Figura 6-2 Curvas IDF	154
Figura 6-3 Sección Típica de Cuneta Triangular	161
Figura 6-4 Delimitación de Áreas de Aporte para Cunetas	163
Figura 8-1 Representación Gráfica del Proyecto	170
Figura 8-2 Procesos de la Gestión de Riesgos	173
Figura 8-3 Información-Riesgo.....	180

CAPÍTULO I: GENERALIDADES

1.1. INTRODUCCIÓN

Actualmente existe la necesidad de nuevas rutas de conexión con otros departamentos debido al elevado nivel de congestión vehicular, las deficientes condiciones de transitabilidad de las vías existentes y crecimiento del comercio en la ciudad de Arequipa, la carretera Arequipa - Chiguata - Santa Lucia ruta PE 34C sería una alternativa a la carretera Arequipa - Yura - Santa Lucia, la cual concentra un importante tránsito de vehículos que se dirigen de Puno a Arequipa y viceversa.

Asimismo, existe la necesidad de desarrollo socioeconómico en las zonas que atraviesa la carretera con la realización de una vía que mejore los tiempos de traslado de personas y mercancía y reduzca el costo de transporte de los mismos, con una estructura vial eficiente y segura, que esté acorde a los reglamentos vigentes, todo esto en pro de mejorar la calidad de vida de los pobladores.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo General

Realizar el estudio definitivo de la carretera Arequipa - Chiguata - Santa Lucia, tramo del km 33+600 al km 37+070 de la ruta PE 34C, utilizando las normas vigentes.

1.2.2. Objetivo Específico

- Plantear el diseño geométrico de la carretera de acuerdo a la norma vigente del manual de carreteras: Diseño Geométrico (DG 2018) basándonos en el trazo existente.
- Diseñar el pavimento en base al Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos; Sección Suelos y Pavimentos.
- Realizar el estudio hidrológico y el diseño hidráulico de las obras de drenaje pluvial y obras de arte.
- Elaborar el Presupuesto del proyecto.
- Elaborar la Gestión de Riesgos del proyecto.

1.3. ALCANCES

En la presente tesis se hizo uso de los conocimientos en Ingeniería de Transito, Topografía, Mecánica de Suelos, Diseño Geométrico, Diseño de Pavimentos, Diseño de drenaje y Presupuestos.

Al ser una tesis de nivel de pregrado, todos estos estudios se realizaron únicamente centrándose en el tramo del km 33+600 al km 37+070 de la ruta PE 34C, ya que un estudio de los 195 kilómetros que son el total que comprende esta vía requeriría un tiempo de elaboración más alargado y de un presupuesto más elevado.

1.4. METODOLOGÍA

- **TRABAJO PRELIMINAR DE GABINETE**

Consiste en identificar la problemática y plantear las posibles soluciones a los problemas planteados, leer y analizar la normatividad y reglamentación vigente, analizar cartas topográficas y realizar el trazo preliminar del eje de la vía.

- **TRABAJO DE CAMPO**

Esta etapa consiste en visitar la zona de estudio, ejecutar el levantamiento topográfico a detalle de la zona de interés del proyecto, asimismo hacer el conteo de vehículos para el estudio de tránsito y realizar la exploración geotécnica mediante excavación.

- **TRABAJO DE LABORATORIO**

Esta etapa consiste en la realización de los ensayos en laboratorio de las muestras de suelo, subrasante y de cantera.

- **TRABAJO DE GABINETE**

Esta etapa consiste en procesar la información obtenida de campo, analizar los resultados de los ensayos de laboratorio y finalmente realizar el diseño geométrico, diseño de pavimento, las obras de arte del proyecto, presupuesto y gestión de riesgos.

1.5. ESQUEMA GENERAL

Esta tesis comprende ocho capítulos los cuales se describen a continuación:

CAPÍTULO I

Se presenta una introducción, los objetivos, alcances, metodología de trabajo y el esquema general que describe cada capítulo.

CAPÍTULO II

Comprende la memoria descriptiva del estudio también se establecen los aspectos y condiciones generales.

CAPÍTULO III

Describe los estudios iniciales que son estudio de tráfico, topografía del terreno y estudio de suelos.

CAPÍTULO IV

Presenta el diseño geométrico de la carretera.

CAPÍTULO V

Presenta el diseño del pavimento de la vía.

CAPÍTULO VI

Describe el diseño de drenajes.

CAPÍTULO VII

Presenta los costos y presupuesto del proyecto.

CAPÍTULO VIII

Presenta la gestión de riesgos del proyecto.

CAPÍTULO II: ASPECTOS GENERALES

2.1. GENERALIDADES DEL PROYECTO

2.1.1. *Antecedentes*

La antigua carretera Arequipa - Puno es una trocha carrozable de orígenes prehispánicos. Se inicia en el cruce de los distritos de Paucarpata y Chiguata, en el sector de Baños de Jesús. El historiador Jorge Bedregal señala que, en la época de la Colonia, los arrieros la utilizaron para trasladar mercadería de Moquegua, Puno y Cusco.

Indica que se cuestionaba su accidentada geografía por una pendiente llamada el Cimbral, una cuesta ubicada entre el Pichu Pichu y el Misti. Por eso se optó por Yura.

La vía se dejó de utilizar en los años 1995 y 1996, con la puesta en marcha de la nueva vía Arequipa - Yura - Santa Lucia - Juliaca que ejecutó el gobierno de Alberto Fujimori. Así se acortaba el viaje a Puno, de 10 horas se reducía casi a la mitad.

Si bien los pasajeros fueron beneficiados, para los habitantes de la zona la nueva salida por Yura los perjudicó al punto de que los comercios empezaron a cerrar, de igual forma el hotel, el grifo y restaurante Las Gatas, que estaba a un costado de la garita, cerraron.

Con el reducimiento casi a cero del comercio partieron los establecimientos de entidades públicas, como Aduanas y la Policía. Las dos garitas de control que se tenían en la zona fueron cerradas. Actualmente la garita de Baños de Jesús no existe, mientras que de la de Chiguata y puesto de control aduanero solo queda la estructura de cemento en abandono. Entre tanto el puesto de control policial ha sido entregado a la Policía Forestal.

El alcalde de Chiguata Peter Benavente Ramos refirió en una entrevista al diario La Republica que su pueblo quedó relegado. Señala que antes se tenía un flujo vehicular de aproximadamente 50 buses diarios y otro tanto de camiones. De ese tráfico no queda nada.

Con la finalidad de no llegar al nivel de colapso del servicio en la ruta nacional PE-34C y permitir la adecuada integración entre las poblaciones de la sierra entre Arequipa y Puno, para las cuales la vía mencionada es su medio de conexión, es que se genera el presente proyecto.

2.1.2. *Ubicación del Proyecto*

La zona de estudio está ubicada en el distrito de Chiguata, la progresiva inicial se encuentra en el Anexo Espíritu Santo con recorrido por la carretera Chiguata-Santa Lucia hasta el punto final

que es el Desvío al centro poblado de Cachamarca. La vía actualmente es una trocha carrozable desfavorable en condiciones deficientes para el tránsito de vehículos que se dirigen a los diferentes centros poblados aledaños a esta vía.

Coordenadas UTM, Sistema de Coordenadas WGS84 (Fuente Google Earth):

Punto inicial: 16°24'26.22"S

71°22'41.31"O

Punto final: 16°23'43.72"S

71°22'3.06"O

Figura 2-1 Ubicación del proyecto



Fuente: Elaboración propia

2.1.3. Población Beneficiada

La población beneficiada directamente la del distrito de Chiguata, todos sus anexos y centros poblados que cuenta con un total de 4188 habitantes, 2054 son mujeres y 2134 son hombres, por otro lado, existe el área indirecta que podría tener un impacto por el proyecto, la población de Arequipa y Puno que usaría esta vía como comunicación entre departamentos.

FUENTE: Censo Nacional 2017, INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática)

A través de esta carretera los productores de la zona podrán transportar con facilidad sus productos a los principales mercados de Arequipa, también la población podrá acceder con mayor rapidez a servicios básicos como lo son educación y salud, asimismo se ahorrará tiempo de desplazamiento entre centros poblados.

2.2. CONDICIONES GENERALES DE LA ZONA DE PROYECTO

- **SERVICIO DE SALUD**

El distrito de Chiguata cuenta con el Centro de Salud ubicado en la plaza principal de el mismo Chiguata, y con el puesto de salud Arenales en el anexo de Arenales cerca a los anexos de Miraflores y Cachamarca.

- **SERVICIO DE EDUCACIÓN**

El distrito de Chiguata cuenta con una Institución Educativa N° 40127 Señor del Espíritu Santo, donde se tienen nivel primario y secundario. Se registra un 11% de analfabetismo en la población mayor de 15 años.

- **VIVIENDA**

Con respecto a las viviendas, en general, el tipo de material usado en la construcción es rústico, piso de tierra, paredes de adobe y techos de calamina o teja de la zona. El uso de cemento y material noble en la construcción de sus viviendas se da en algunas casas construidas en las partes urbanas. La disposición de las viviendas en el campo es más dispersa como es la característica de la zona rural de la sierra.

- **ACTIVIDAD ECONÓMICA**

En la zona las principales actividades económicas son la crianza de ovinos y la agricultura, se produce: alfalfa, trigo, orégano, maíz amiláceo, ajo, el 65% de las familias dependen de estas actividades. Existe también una parte de la población que se dedica a la comercialización. Esta zona está considerada como zona de pobreza según el INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática). La PEA (Población Económicamente Activa) se compone en su mayoría por varones que se desempeñan como agricultores y ganaderos, las mujeres se dedican a las actividades domésticas y agropecuarias.

2.3. DESCRIPCIÓN TOPOGRÁFICA Y GEOLÓGICA GENERAL DE LA ZONA

- MORFOLOGÍA

En el distrito de Chiguata se pueden diferenciar dos zonas:

a) Zona Alta: se tiene una morfología bastante accidentada y formada esencialmente por cerros con taludes que presentan hasta un 60% de pendiente; nuestro tramo está ubicado en esta zona.

b) Zona Baja: presenta morfología del tipo suave y llana que tiene pendientes de 4.5% a 7%; en ambas zonas en general está orientada de este a oeste, con la presencia de algunos cerros utilizados por agricultores con andenería y vivienda de pueblos.

Figura 2-2 Morfología de la zona del proyecto



- GEOLOGÍA

En la zona se presentan rocas sedimentarias, volcánicas e intrusivas, cuyas edades están comprendidas entre el cretáceo y el cuaternario reciente. Las rocas volcánicas son de edad terciaria, definiéndose como uno de los últimos eventos de magmatismo, se compone por lavas y tufos dacíticos, andesitas, aglomerados y brechas, en partes interestratificada con sedimentos arcillosos, de areniscas con contenidos de carbón. Respecto a los depósitos sedimentarios, la secuencia estratigráfica se inicia en el cretáceo con la deposición de las areniscas, de origen costero, son de grano fino, interestratificados con lutitas carbonosas (INGEMMET).

En base a la inspección visual en los tramos existentes y mapas geológicos y de referencias de la zona; no se han identificado preliminarmente zonas críticas que pueden afectar a del proyecto.

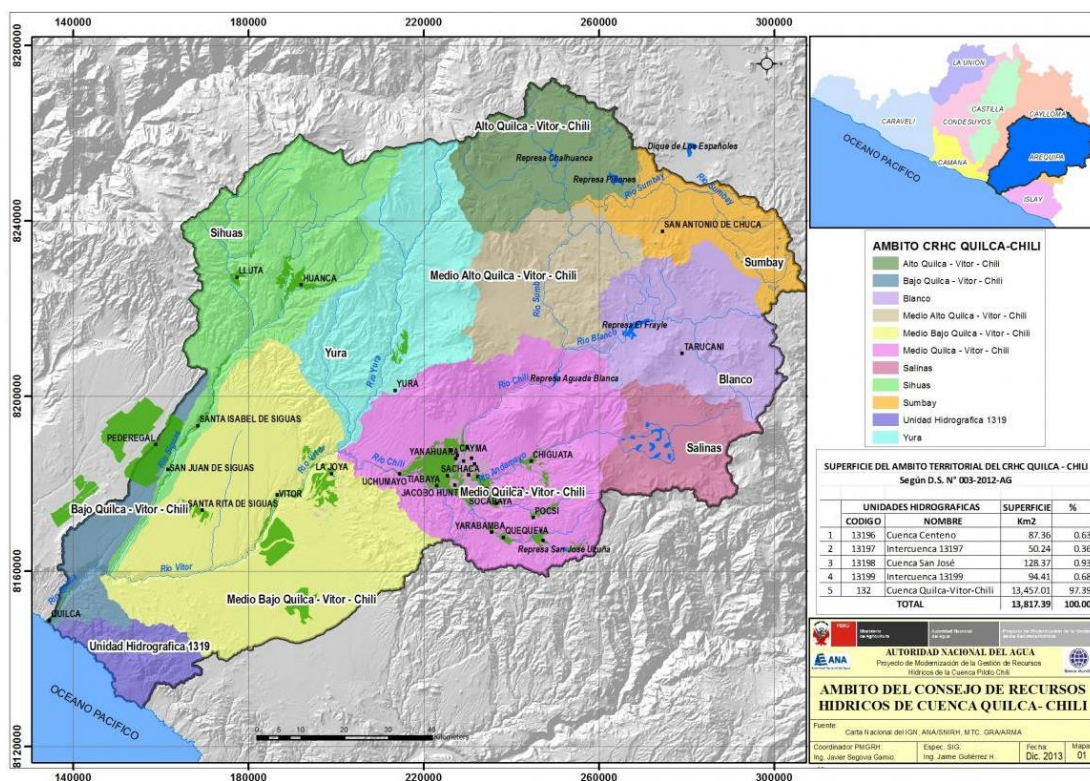
- CLIMATOLOGÍA

La temperatura promedio anual es de 13.1 C°, la temperatura más baja se registra en invierno llegando hasta 2.4 C° y la temperatura máxima se da en verano llegando a 23,4 C°. Con respecto a las precipitaciones se dan con más frecuencia en los meses de enero a marzo. La falta de humedad en el ambiente acrecienta el calor y el asolamiento, dicho fenómeno es producto de la carencia de vegetación como elemento regulador.

- HIDROLOGÍA

En la zona de Chiguata existen una serie de microcuencas que son aportantes de la Subcuenca Media Quilca-Vitor-Chili que pertenece a la Cuenca Quilca-Chili; las aguas de estas microcuencas son aprovechadas para el riego de los valles del distrito.

Figura 2-3 Cuenca Quilca-Chili



Fuente: ANA (Autoridad Nacional del Agua)

2.4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Para la formulación de este proyecto se reunió información social, geográfica y condiciones ambientales con los que se realizaron los estudios previos que fueron: el estudio de tránsito, la topografía y estudio de suelos a nivel de subrasante.

Se realizó un nuevo diseño geométrico, utilizando la norma vigente del manual de carreteras: DG 2018, para elaborar el diseño en planta, en perfil y el diseño de las secciones transversales; luego se procedió a realizar el diseño del pavimento, determinando un óptimo contenido de asfalto, haciendo uso de agregados de canteras cercanas a la zona del proyecto, obteniendo los espesores finales de base granular y carpeta asfáltica; asimismo se ejecutó el diseño de drenaje; costos y presupuestos; y finalmente se realizó la gestión de riesgos.

2.5. METAS DEL PROYECTO

- Construcción de 3223 metros lineales de Pavimento Flexible con asfalto en caliente.
- Construcción de 2633 metros lineales de Cunetas de concreto revestido.
- Construcción de 8 aliviaderos de cunetas de tubería TMC de 24”.
- Construcción de 1 alcantarilla de tubería TMC de 36”.
- Construcción de 2 alcantarillas de tubería TMC de 48”.

CAPÍTULO III: ESTUDIOS PRELIMINARES

3.1. ESTUDIO DE TRÁFICO

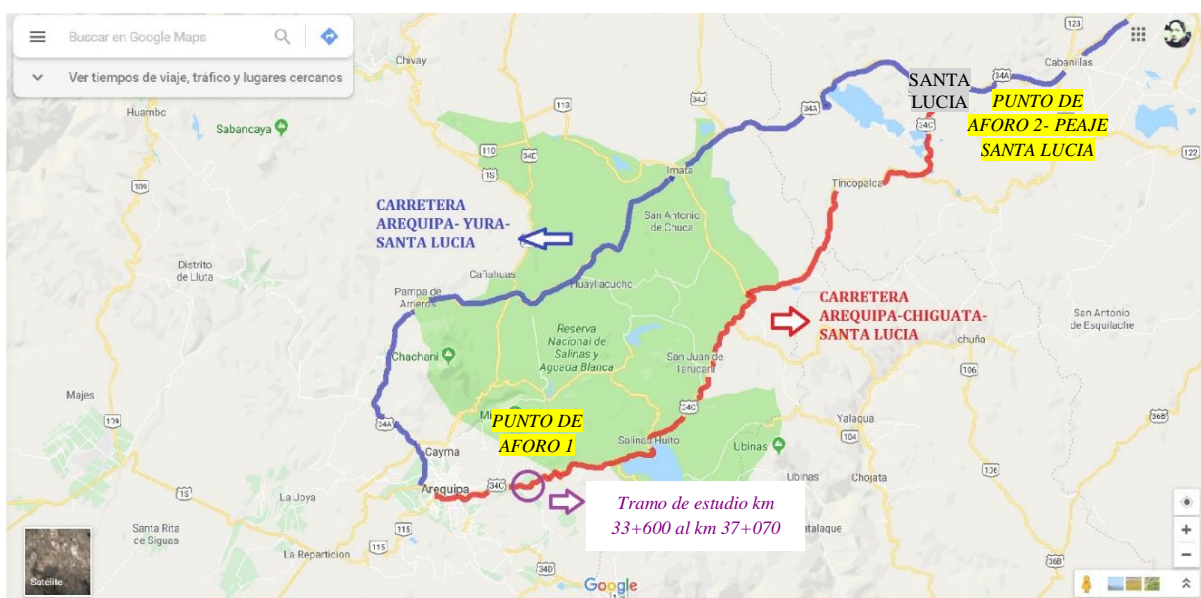
3.1.1. Generalidades

El estudio de tráfico es uno de los parámetros o sino el parámetro más importante que tiene por objetivo fundamental el cálculo del IMDA (Índice Medio Diario Anual) por lo que es necesario hacer conteos, mediciones, análisis, cálculos de los vehículos y de la vía y las vías adyacentes, a partir del cual calcularemos el volumen de tránsito para nuestra vía durante un tiempo definido. Este estudio de tráfico influirá en el diseño geométrico con el volumen y dimensiones de los vehículos y en el diseño del pavimento con las cargas que generan lo vehículos.

3.1.1.1. Tramo de Análisis del Tránsito

Tomaremos dos puntos de aforo donde el primer punto de estación será en el fin del tramo en estudio, en el desvío a los pueblos de Miraflores y Cachamarca km 37+100 de la ruta PE 34C y el segundo punto será en la Estación Santa Lucia para poder registrar la cantidad de vehículos que van de Arequipa hacia Puno y viceversa (transito atraído) de manera manual debido a la economía, que estará en la Figura 3-1.

Figura 3-1 Tramo de Desarrollo del Proyecto



Fuente: Elaboración propia

3.1.2. Definiciones

3.1.2.1. Ingeniería de Tránsito

Se puede definir como aquella fase de la ingeniería de transporte que tiene que ver con la planeación y la operación del tránsito por calles y carreteras con sus respectivas redes, terminales, tierras adyacentes y la relación de estas con otros modos de transporte.

3.1.2.2. Volumen de tránsito

Es el número de vehículos que transitan en ambos sentidos por una sección de la calzada durante un periodo específico de tiempo y puede ser horario, diario, semanal, etc.

3.1.2.3. Nivel de servicio

Es la medida de la calidad del flujo del tránsito que pasa por una determinada vía. Se desarrolla una serie de mediciones de factores como la velocidad, el tiempo de recorrido, las interrupciones del tránsito, la libertad de manejo, la seguridad y los costos de operación.

3.1.2.4. Volumen de servicio

Es el volumen de tránsito que le corresponde a cada nivel de servicio.

3.1.2.5. Capacidad

Se puede definir capacidad de una vía o un carril al número máximo de vehículos que pueden circular por ella durante un periodo determinado de tiempo sin que se presente demoras ni restricciones en la libertad de movimiento de los vehículos.

3.1.2.6. Usuario

Comprende a los conductores, peatones, ciclistas y pasajeros.

3.1.3. El Vehículo

Medio de transporte que posee diferentes características que deben ser tomadas en cuenta como: dimensión, peso, potencia, radio de giro, velocidad, etc.

3.1.3.1. Clasificación de vehículos según su uso

A) VEHÍCULOS PARA TRANSPORTE PERSONAL

Automóviles, camionetas, ómnibus, etc.

B) VEHÍCULOS PARA TRANSPORTE DE CARGA

Camiones acoplados, camiones semi acoplados.

3.1.3.2. Clasificación de Vehículos Según su Peso

A) VEHÍCULOS LIGEROS

Los vehículos ligeros en nuestro proyecto son autos particulares, camionetas, minivan, van, couster, etc.

B) VEHÍCULOS PESADOS

Podemos decir que son aquellos con más de 7 toneladas de capacidad y tales como los que encontramos en nuestro proyecto:

- Bus 2E, 3E
- Camión 2E, 3E, 4E
- ST 2S1/2S2
- Trailer 3T3

3.1.3.3. Pesos y Medidas para Vehículos Ligeros y Pesados

A) VEHÍCULOS LIGEROS

Citaremos la Tabla 3-1 Para poder determinar los pesos de los vehículos ligeros:

Tabla 3-1 Pesos y Medidas Máximas Permitidas para Vehículos Ligeros

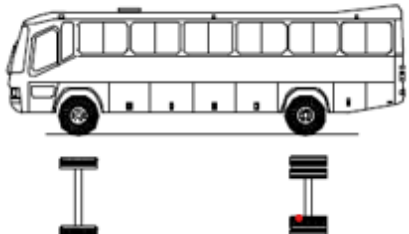
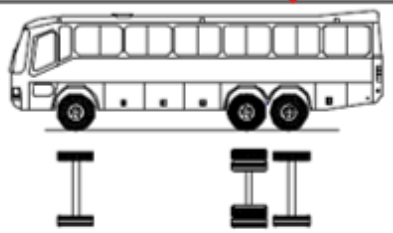


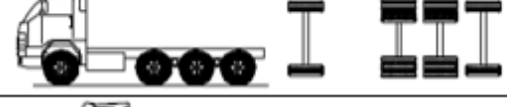
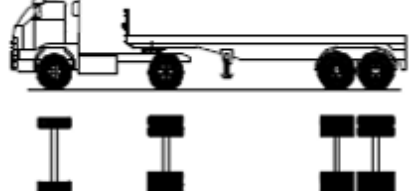
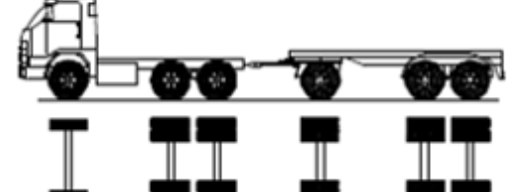
PESOS EN BRUTO DE DIFERENTES AUTOMOVILES				
AUTOS SEDAN(KG)				
TOYOTA	NISSAN	KIA	PEUGET	PROMEDIO
1655	1550	1260	1600	1516.25
CAMIONETAS SUV, PICK-UP (KG)				
TOYOTA	NISSAN	FORD	VOLKSWAGEN	PROMEDIO
2715	2800	3311	2750	2894
COMBIS(KG)				
TOYOTA	NISSAN	MITSUBISHI	JINBII	PROMEDIO
3200	3100	3250	2850	3100
COUSTER (KG)				
TOYOTA	NISSAN	HYUNDAI	CUMNINIS	PROMEDIO
6700	6670	6750	5930	6512.5

Fuente: Tesis – Diseño de pavimento asfáltico de la vía Paucarpata – Puente Sabandia – UNSA 2015

B) VEHÍCULOS PESADOS

Citaremos la Tabla 3-2, que se encuentra en el Reglamento Nacional de Vehículos.

Tabla 3-2 Pesos y Medidas Máximas Permitidas para Vehículos Pesados

TABLA DE PESOS Y MEDIDAS								
Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)	
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1º	2º	3º		4º
B2		13,20	7	11	---	---	---	18
B3-1		14,00	7	16	---	---	---	23
C2		12,30	7	11	---	---	---	18
C3		13,20	7	18	---	---	---	25
C4		13,20	7	23 ⁽¹⁾	---	---	---	30
T2S2		20,50	7	11	18	---	---	36
C3R3		23,00	7	18	11	18	---	48 ⁽²⁾

Fuente: Reglamento Nacional de Vehículos

3.1.4. Tipos de Tránsito

3.1.4.1. Tránsito Existente

Es la cantidad de vehículos que pasan por un determinado punto y que son contados en un determinado tiempo y en ambos sentidos. Lo calculamos aforando para obtener el Índice Medio Diario (IMD). Se puede calcular para un día, mes o incluso año. Pero a la vez se pueden proyectar y este se proyectará para el año en que la carretera será pavimentada. Aforamos durante 7 días las 24 horas del día, del 04 al 10 de agosto del 2019 de manera manual, obtuvimos en el punto de Aforo 1:

Tabla 3-3 Aforo de Vehículos en el Punto de Aforo 1 Km 37+100

TIPO DE VEHÍCULO		DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
Auto	TAXI	39	15	14	14	16	16	18
	PARTICULAR	103	31	24	28	31	28	46
CAMIONETAS	PICKUP	85	27	27	25	27	42	49
	COMBI	26	9	7	8	9	17	7
COUSTER	COUSTER	9	4	4	5	4	7	3
BUS	BUS 2E	26	12	11	13	12	19	14
	BUS 3E	12	1	1	2	1	0	2
CAMIÓN	CAMIÓN 2E	18	14	14	15	14	12	14
	CAMIÓN 3E	10	5	2	4	5	5	3
	CAMIÓN 4E	3	2	2	2	2	1	1
SEMI TRAILER	ST 2S1/2S2	0	1	1	1	1	0	0
	ST 2S3	0	0	0	0	0	0	0
	ST 3S1/3S2	0	0	0	0	0	0	0
	ST>=3S3	0	0	0	0	0	0	0
TRAILER	TRAILER 2T2	0	0	0	0	0	0	0
	TRAILER 2T3	0	0	0	0	0	0	0
	TRAILER 3T2	0	0	0	0	0	0	0
	TRAILER 3T3	0	51	51	51	51	51	33
TOTAL		331	172	158	168	173	198	190

Fuente: Elaboración propia

3.1.4.2. Tránsito Atraído

Podemos definirlo como el número de vehículos que se sienten atraídos cuando una nueva vía es apertura y está a su vez los lleva a su mismo destino. Esta se obtiene mediante la medición de vías adyacentes a la vía mejorada y estimaciones.

Para nuestro proyecto el tránsito atraído son todos los vehículos que van de Arequipa hacia Puno, pueblos aledaños y viceversa, que pasan por el punto de aforo 2 y que con el nuevo proyecto se verían beneficiados tanto en el menor tiempo de recorrido como en lo económico.

Para determinar el Porcentaje de tránsito atraído se tomó en cuenta el aforo realizado en la estación Santa Lucía. pudiendo decir que hay un cierto número de vehículos que se dirigen a pueblos aledaños, pero solo consideraremos el porcentaje de vehículos que se dirigen hacia Puno para ello se tomó en cuenta el estudio de tránsito y se consideró un porcentaje aproximado del 60% del tráfico total de la estación de Santa Lucía y además de esto no se tomó en cuenta los tráileres y semitrailer por la comodidad y orografía concluyendo que el tránsito atraído será de un 30% del valor obtenido. Para esto aforamos de manera manual del 04 al 10 de agosto del 2019, obtuvimos en el punto de Aforo 2:

Tabla 3-4 Aforo de Vehículos en el Punto de Aforo 2 Peaje Santa Lucía

TIPO DE VEHÍCULO		DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
Auto	TAXI	37	25	18	36	34	38	35
	PARTICULAR	417	454	461	443	429	430	395
CAMIONETAS	PICKUP	289	313	346	326	326	321	287
	COMBI	231	245	228	241	236	241	229
COUSTER	COUSTER	64	56	50	68	67	65	64
BUS	BUS 2E	83	80	79	95	88	91	85
	BUS 3E	67	56	59	59	66	65	66
CAMIÓN	CAMIÓN 2E	131	140	147	162	154	147	143
	CAMIÓN 3E	58	60	55	73	67	70	65
	CAMIÓN 4E	27	21	18	28	27	25	27
SEMI TRAILER	ST 2S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0
	ST 2S3	0	0	0	0	0	0	0
	ST 3S1/3S2	0	0	0	0	0	0	0
	ST>=3S3	0	0	0	0	0	0	0
TRAILER	TRAILER 2T2	0	0	0	0	0	0	0
	TRAILER 2T3	0	0	0	0	0	0	0
	TRAILER 3T2	0	0	0	0	0	0	0
	TRAILER 3T3	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL		1401	1450	1461	1532	1493	1493	1397

Fuente: Elaboración propia

3.1.4.3. Tránsito Actual

Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$TA = TE + Tat \quad (3.1)$$

Donde:

TA : Tránsito Actual
TE : Tránsito Existente
Tat : Tránsito Atraído

Entonces para nuestro proyecto sería la suma del Aforo 1 con el Aforo 2.

Tabla 3-5 Cálculo del Tránsito Actual (Te + Tat)

TIPO DE VEHÍCULO		DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	TOTAL
AUTO	TAXI	76	40	32	50	50	54	53	356
	PARTICULAR	520	485	485	471	460	458	441	3321
CAMIONETAS	PICKUP	374	340	373	351	353	363	336	2487
	COMBI	257	254	235	249	245	258	236	1733
COUSTER	COUSTER	73	60	54	73	71	72	67	470
BUS	BUS 2E	109	92	90	108	100	110	99	707
	BUS 3E	79	57	60	61	67	65	68	457
CAMIÓN	CAMIÓN 2E	149	154	161	177	168	159	157	1124
	CAMIÓN 3E	68	65	57	77	72	75	68	483
	CAMIÓN 4E	30	23	20	30	29	26	28	185
SEMI TRAILER	ST 2S1/2S2	0	1	1	1	1	0	0	4
	ST 2S3	0	0	0	0	0	0	0	0
	ST 3S1/3S2	0	0	0	0	0	0	0	0
	ST >=3S3	0	0	0	0	0	0	0	0
TRAILER	TRAILER 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0
	TRAILER 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0
	TRAILER 3T2	0	0	0	0	0	0	0	0
	TRAILER 3T3	0	51	51	51	51	51	33	288
TOTAL		1732	1622	1619	1700	1666	1691	1587	11616

Fuente: Elaboración propia

3.1.4.3.1. Tránsito Futuro

Se tendrá que considerar los nuevos datos que proporciona el Ministerio de Transportes y Vivienda y Construcción o en las oficinas del INEI.

Se calcula con la siguiente fórmula:

$$TF = TA + IT \quad (3.2)$$

Donde:

TF: Tránsito Futuro
TA: Tránsito Actual
IT: Incremento del Tránsito

3.1.5. Determinación del Tráfico

3.1.5.1. Ubicación de Aforo

Nuestros puntos de aforo fueron:

- Punto de Aforo 1: Km 37+100 m Fin de nuestro tramo, desvío a los pueblos de Miraflores y Cachamarca con la carretera PE 34C al departamento de Puno.
- Punto de Aforo 2: Estación de peaje Santa Lucia término de la carretera PE 34C e intersección con la carretera PE 34A.

3.1.5.2. Cálculo del IMDA

A) ÍNDICE MEDIO DIARIO SEMANAL POR VEHÍCULO

Es el conteo del número de vehículos que transitan una vía en ambos sentidos dividido entre 7, abreviado como IMDS.

Se calcula con la siguiente fórmula:

$$IMDS = \frac{\sum TS}{7} \quad (3.3)$$

Donde:

IMDS: Índice Medio Diario Semanal

$\sum TS$: Tránsito semanal en ambos sentidos

Tabla 3-6 Cálculo del IMDS

ÍNDICE MEDIO SEMANAL CARRETERA CHIGUATA-SANTA LUCIA				
Tipo de Vehículo		AFORO	IMDS	PORCENTAJE
AUTO	TAXI	356	51	3.06%
	PARTICULAR	3321	475	28.53%
CAMIONETAS	PICKUP	2487	356	21.38%
	COMBI	1733	248	14.89%
COUSTER	COUSTER	470	68	4.08%
BUS	BUS 2E	707	101	6.07%
	BUS 3E	457	66	3.96%
CAMIÓN	CAMIÓN 2E	1124	161	9.67%
	CAMIÓN 3E	483	69	4.14%
	CAMIÓN 4E	185	27	1.62%
SEMI TRAILER	ST 2S1/2S2	4	1	0.06%

	ST 2S3	0	0	0.00%
	ST 3S1/3S2	0	0	0.00%
	ST >=3S3	0	0	0.00%
TRAILER	TRAILER 2T2	0	0	0.00%
	TRAILER 2T3	0	0	0.00%
	TRAILER 3T2	0	0	0.00%
	TRAILER 3T3	288	42	2.52%
TOTAL		11616	1665.00	100.00%

Fuente: Elaboración Propia

B) ÍNDICE MEDIO DIARIO ANUAL POR VEHÍCULO

El IMDA se calcula dividiendo el total de vehículos que pasan durante 1 año (365 días), o Multiplicando el IMDS por el Factor de corrección estacional del mes en que se realizó el aforo.

Se calcula con la siguiente fórmula:

$$IMDA = IMDS * Fce = \frac{\sum TS}{7} * Fce \quad (3.4)$$

Donde:

IMDA : Índice Medio Diario Anual

IMDS : Índice Medio Diario Semanal

Fce : Factor de Corrección Estacional

B.1) FACTOR DE CORRECCIÓN ESTACIONAL

El factor de corrección estacional es un valor que tiene por finalidad eliminar las variaciones del comportamiento del tránsito a lo largo del año como fiestas patrias, época de vacaciones, cambios climáticos, navidad y eventos que son realizados periódicamente a lo largo de un año normal.

Para poder determinar el Factor de corrección estacional se puede emitir una solicitud a PROVIAS NACIONAL.

Este factor se usa para corregir o ajustar el conteo periódico y también podemos obtenerlo a partir de las estaciones de control de peajes, siendo estos valores diferentes según el tipo de vehículos (ligeros y pesados) y considerando el aforo vehicular en el mes de agosto.

El factor de corrección estacional se determina a partir de la siguiente fórmula:

$$FE = \frac{IMD \text{ Anual de la unidad de peaje}}{IMD \text{ mensual de la unidad de peaje}} \quad (3.5)$$

Tabla 3-7 Factor de Corrección Estacional mes de Agosto Chiguata

Factores de corrección estacional para el mes de agosto Chiguata	
FC Vehículos Ligeros	1.1075
FC Vehículos Pesados	1.0602

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3-8 IMDS e IMDA para Agosto del 2019

TIPO DE VEHÍCULO		TOTAL SEMANA	IMDS	FC	IMDA
Auto	TAXI	356	51	1.1075	56
	PARTICULAR	3321	475	1.1075	526
CAMIONETAS	PICKUP	2487	356	1.1075	394
	COMBI	1733	248	1.1075	275
COUSTER	COUSTER	470	68	1.1075	75
BUS	BUS 2E	707	101	1.1075	112
	BUS 3E	457	66	1.0602	70
CAMIÓN	CAMIÓN 2E	1124	161	1.0602	171
	CAMIÓN 3E	483	69	1.0602	73
	CAMIÓN 4E	185	27	1.0602	29
SEMI TRAILER	ST 2S1/2S2	4	1	1.0602	1
	ST 2S3	0	0	1.0602	0
	ST 3S1/3S2	0	0	1.0602	0
	ST >= 3S3	0	0	1.0602	0
TRAILER	TRAILER 2T2	0	0	1.0602	0
	TRAILER 2T3	0	0	1.0602	0
	TRAILER 3T2	0	0	1.0602	0
	TRAILER 3T3	288	42	1.0602	45
TOTAL		11615.8	1665.00		1827

Fuente: Elaboración Propia

3.1.5.3. Incremento de Tránsito

Se da por 3 factores, que vemos en la siguiente fórmula:

$$IT = CNT + TG + TD \quad (3.6)$$

Donde:

IT : Incremento de Tránsito

CNT : Crecimiento Normal de Tránsito

TG : Tránsito Generado

TD : Tránsito Desarrollado

3.1.5.4. Crecimiento Normal del Tránsito

A) TASA DE CRECIMIENTO VEHICULAR

Para diseñar una carretera debemos tener en cuenta no solo el crecimiento del volumen de tráfico actual, si no también proyectar el tráfico que se dará durante los años de servicio para el cual va a ser diseñada la carretera.

La tasa de crecimiento vehicular será de dos tipos, una tasa de crecimiento de vehículos ligeros que se medirá a partir del registro del crecimiento vehicular de las estaciones o peajes y una tasa de crecimiento para vehículos pesados que depende del crecimiento del PBI.

A.1) FLUJO DE VEHÍCULOS LIGEROS EN PEAJE

Estimaremos la tasa de crecimiento para vehículos ligeros a partir de los datos de la INEI, para efectos prácticos estimaremos un periodo de 12 años.

Para determinar la demanda de tráfico, usaremos la siguiente fórmula:

$$T_f = T_o \cdot (1 + T_c)^n \quad (3.7)$$

Donde:

T_f : Tránsito final o proyectado en veh/día

T_o : Tránsito inicial (año base) en veh/día

T_c : Tasa de crecimiento anual por tipo de vehículo

n : Proyección

Tabla 3-9 Flujo de vehículos ligeros en la región Arequipa

VEHÍCULOS LIGEROS EN LA REGIÓN DE AREQUIPA 2008-2019 (unidades)											
2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1715701	1928579	2017498	2099288	2396894	2368601	2252128	2681554	2844346	2712207	2771078	3018158

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática

Tabla 3-10 Datos para el cálculo de la T_c

Tránsito final o proyectado en veh/día.	T_f	3018158
Tránsito inicial (año base) en veh/día.	T_o	1715701

Tasa de crecimiento anual por tipo de vehículo.	Tc	
Proyección.	n	12

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3-11 Cálculo de la Tasa de Crecimiento Anual por Tipo de Vehículo

Tf/To	1.75913985
(Tf/To)^(1/n)	1.048194067
(Tf/To)^(1/n)-1	0.048194067
Tc	4.82%

Fuente: Elaboración Propia

Se obtiene una tasa de crecimiento vehicular con respecto al año 2008 de 4.82%

$$T_{vp} = 4.82 \%$$

A.2) TASA DE CRECIMIENTO DE VEHÍCULOS PESADOS-PBI

La tasa de crecimiento de vehículos pesados se calcula a través del PBI como indicador del crecimiento del comercio:

Tabla 3-12 PBI del I, II, III trimestre 2019 a Nivel de todo el Perú

Oferta y Demanda Global	2018/2017					2019/2018				
	I Trim.	II Trim.	III Trim.	Acumulado al III Trim.	4 últimos Trim. ^{1/}	I Trim.	II Trim.	III Trim.	Acumulado al III Trim.	4 últimos Trim. ^{1/}
Producto Bruto Interno	3,1	5,4	2,5	3,7	3,4	2,4	1,2	3,0	2,1	2,8
Extractivas	2,1	3,9	-0,3	2,0	2,0	0,7	-1,7	0,6	-0,2	0,3
Transformación	1,4	9,4	1,2	4,1	3,2	0,0	-2,7	3,1	0,1	2,6
Servicios	3,9	4,4	4,1	4,1	3,9	3,7	3,7	3,8	3,7	3,8
Importaciones	7,3	6,7	0,2	4,6	5,9	0,5	1,1	2,8	1,5	1,0
Oferta y Demanda Global	4,0	5,7	2,0	3,9	3,9	2,0	1,1	2,9	2,0	2,4
Demanda Interna	3,4	5,6	2,1	3,7	4,1	2,2	1,9	4,0	2,7	3,0
Consumo Final Privado	3,2	5,0	2,7	3,7	3,4	3,2	2,5	2,9	2,9	3,1
Consumo de Gobierno	5,9	2,6	0,0	2,7	4,8	2,0	3,8	7,5	4,5	4,0
Formación Bruta de Capital	2,7	9,1	1,3	4,4	5,7	-0,2	-0,8	5,2	1,3	2,4
Formación Bruta de Capital Fijo	6,1	6,8	0,7	4,4	4,8	1,4	5,7	5,2	4,1	4,5
Público	3,0	10,7	-3,0	3,8	3,7	-8,2	6,0	0,5	0,2	3,8
Privado	6,9	5,4	1,8	4,6	5,1	3,8	5,6	6,4	5,3	4,8
Exportaciones	6,3	5,9	1,5	4,5	3,3	0,9	-1,6	-0,7	-0,5	0,2

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática

De la tabla anterior en los tres primeros trimestres el PBI tiene un incremento del 2.4% en promedio.

$$T_{vc} = 2.40 \%$$

A.3) PROYECCIÓN DEL TRÁNSITO PARA LA FECHA DE PUESTA EN SERVICIO

Proyectaremos los valores hallados del IMDA de nuestra fecha de aforo a la fecha a la que entrara en servicio. El año que la carretera empezará su pavimentado es el año 2021 y el año en que será puesta en servicio será el 2022, entonces se tendría un crecimiento aritmético por 3 años.

Para vehículos ligeros el IMDA final se calculará por la fórmula:

$$IMDA_{final} = IMDA_{inicial} * (1 + r_v * t) \quad (3.8)$$

Para Vehículo ligero, Taxi:

$$IMDA_{final} = 56 * (1 + \frac{4.82}{100} * 3)$$

Para Vehículos pesados el IMDA final se calculará por la fórmula:

$$IMDA_{final} = IMDA_{inicial} * (1 + r_c * t) \quad (3.9)$$

Para Vehículo pesado BUS 2E:

$$IMDA_{final} = 112 * (1 + \frac{2.4}{100} * 3)$$

Tabla 3-13 Cálculo del Tránsito a la Fecha de Puesta en Servicio

CLASIFICACIÓN	TIPO DE VEHÍCULO		IMDA 2019	Tasa de Crecimiento	IMDA 2022
VEHÍCULOS LIGEROS	Auto	TAXI	56	0.0482	64
		PARTICULAR	526	0.0482	602
	CAMIONETAS	PICKUP	394	0.0482	451
		COMBI	275	0.0482	315
	COUSTER	COUSTER	75	0.0482	86
	TOTAL			1326		1518
VEHÍCULOS PESADOS	BUS	BUS 2E	112	0.0240	120
		BUS 3E	70	0.0240	75
	CAMIÓN	CAMIÓN 2E	171	0.0240	183
		CAMIÓN 3E	73	0.0240	78
		CAMIÓN 4E	29	0.0240	31
	SEMI TRAILER	ST 2S1/2S2	1	0.0240	1
		ST 2S3	0	0.0240	0
		ST 3S1/3S2	0	0.0240	0
ST >= 3S3		0	0.0240	0	

	TRAILER	TRAILER 2T2	0	0.0240	0
		TRAILER 2T3	0	0.0240	0
		TRAILER 3T2	0	0.0240	0
		TRAILER 3T3	45	0.0240	48
TOTAL			501		536

Fuente: Elaboración propia

3.1.5.5. Tránsito Generado (TG)

Tránsito generado TG, consta de los viajes vehiculares, que son distintos a los del transporte público, que no se realizarían si no se construyera la nueva carretera, el tránsito generado se constituye de tres categorías: Inducido, Convertido y Traslado.

A) Tránsito Inducido

Son los nuevos viajes no realizados anteriormente por ningún medio de transporte.

B) Tránsito Convertido

Son los nuevos viajes que anteriormente se hacían por medios de transporte como taxis, camiones, buses, barcos o aviones y que por apertura de esta nueva carretera se harían a través de vehículos particulares.

C) Tránsito Traslado

Son los viajes anteriormente hechos a destinos diferentes que pueden estar atribuidos a la atracción de la nueva carretera, este será del 25%.

3.1.5.6. Tránsito Desarrollado

Debido a todos estos factores y mejoras hechas a la vía del proyecto como son grifos, hoteles, restaurantes, colegios, etc. Todo esto debido a un mayor aumento del volumen del tránsito.

A lo largo de la carretera se veremos un tránsito desarrollado nulo debido a que la zona que se va a desarrollar se encuentra muy alejada.

Tabla 3-14 Tránsito Futuro para la Fecha Puesta en Servicio del Proyecto

CLASIFICACIÓN	TIPO DE VEHÍCULOS	IMDA 2019	TF=TA+IT (100%+25%)	
VEHÍCULOS LIGEROS	Auto	TAXI	64	80
		PARTICULAR	602	753

	CAMIONETAS	PICKUP	451	564
		COMBI	315	394
	COUSTER	COUSTER	86	108
	TOTAL		1518	1898
VEHÍCULOS PESADOS	BUS	BUS 2E	120	150
		BUS 3E	75	94
	CAMIÓN	CAMIÓN 2E	183	229
		CAMIÓN 3E	78	98
		CAMIÓN 4E	31	39
	SEMI TRAILER	ST 2S1/2S2	1	1
		ST 2S3	0	0
		ST 3S1/3S2	0	0
		ST >=3S3	0	0
	TRAILER	TRAILER 2T2	0	0
		TRAILER 2T3	0	0
		TRAILER 3T2	0	0
		TRAILER 3T3	48	60
	TOTAL		536	670

Fuente: Elaboración propia

IMDA	2568	veh/día
------	------	---------

3.1.6. Volumen de Tráfico (ESAL)

El ESAL se define como la carga equivalente de un eje simple o número de repeticiones de ejes equivalentes (EE), es la cantidad pronosticada de repeticiones del eje de carga equivalente de 8.2 Tn o 18 kips para un periodo de tiempo determinado, calcularemos el ESAL para cada vehículo del que está compuesto nuestro tránsito que tiene diferente peso y número de ejes. Calcularemos el ESAL para cada vehículo, con la siguiente fórmula:

$$ESAL = ADT * T * D * L * G * Y * TF * 365 \quad (3.10)$$

Donde:

ESAL : Carga Equivalente de un Eje Simple Equivalente

ADT : Tránsito Promedio Diario

T : Porcentaje de Vehículos Pesados

D : Factor de Dirección

L : Factor de Carril

G : Factor de Crecimiento

Y : *Periodo de diseño (10 años)*

T_f : *Factor Camión*

3.1.6.1. Tránsito Promedio Diario (ADT)

Se define como el número total de vehículos que circulan por la vía en desarrollo durante las 24 horas de un día y en las 2 direcciones (ida y vuelta) y en ambos carriles, podemos calcular a su vez como el promedio de una semana, un mes o incluso un año. Para este proyecto se tomará un aforo vehicular durante una semana. Este vendría a ser el tránsito futuro para la fecha puesta en servicio (Tabla 3-14).

3.1.6.2. Porcentaje de vehículos pesados (T)

Para el porcentaje de vehículos tendremos que fijarnos en la Tabla 3-14. Deben ser considerados los vehículos pesados, pero estos son muy variados. Se trató de hacer una estandarización a pesar de los diversos orígenes movimiento personal, comercial, etc. Para la presente tesis consideraremos el factor camión de 100%, es decir para cada uno de los vehículos de aforo.

$$T = 100\% = 1$$

3.1.6.3. Factor de dirección (D)

El factor de dirección es la relación que existe entre los vehículos pesados que van en una dirección o sentido de tráfico y el total de vehículos que circulan en ambas direcciones, para este proyecto consideraremos como el 50%.

$$D = 50\% = 0.5$$

3.1.6.4. Factor carril (L)

El factor carril se expresa como la relación del carril que recibe el mayor número de EE en el cual el tráfico por dirección se canaliza mayormente por ese carril. Para nuestro proyecto que presenta 1 calzada con dos carriles la AASHTO recomienda Usar el 100 %.

Tabla 3-15 Cálculo del factor carril a partir del número de carriles

NÚMERO DE CARRILES	PORCENTAJE DE 18-KLPs en el carril de Diseño
1	100

2	80-100
3	60-80
4	50-75

Fuente: AASHTO, Guide for design of pavement structures - 1993

$$L = 100 \% = 1$$

3.1.6.5. *Periodo de diseño (Y)*

El factor de diseño se define como el tiempo que durara una estructura inicial (rehabilitada) bajo condiciones como aspectos técnicos, estudios económicos, políticos, antes de alcanzar su serviciabilidad terminal (AASHTO 93). El periodo de diseño es de 10 a 20 años usualmente y no se debe confundir con la vida útil del pavimento.

Para la presente tesis consideraremos $Y = 10$ años como periodo de diseño, ya que si se amplía este valor a más años se tendría que hacer nuevos estudios que por el paso del tiempo claramente se tendría que hacer un nuevo diseño del pavimento aumentado este sus dimensiones.

Tabla 3-16 Cálculo del periodo de diseño

CONDICIÓN DE CARRETERA	PERIODO DE ANÁLISIS (AÑOS)
Urbana de Alto Volumen	30 - 50
Interurbana de Alto Volumen	20 - 50
De bajo Volumen	
Pavimentada con asfalto	15 -- 25
Con rodamiento sin tratamiento	10 -- 20
Base granular sin capa asfáltica	

Fuente: AASHTO, Guide for design of pavement structures – 1993

3.1.6.6. *Factor de crecimiento (G)*

El factor de crecimiento se usa para predecir el comportamiento del tránsito en el que la obra estará puesta en servicio (futuro) y se usan método como el de la estadística descriptiva o la teoría de probabilidades, las tasas de crecimiento varían de 2% a 6% según el manual de carreteras, estos valores pueden variar considerando algún proyecto de desarrollo específico.

En nuestro proyecto usaremos la ecuación basada en el método de la estadística descriptiva:

$$G = \frac{[(1+r)^y - 1]}{r \cdot y} \quad (3.11)$$

También se usa la fórmula dada por la Guía AASHTO 1993

$$G * y = \frac{[(1+r)^y - 1]}{r} \quad (3.12)$$

Dónde:

G: Factor de Crecimiento

y: Periodo de Diseño

r: Tasa de Crecimiento

De las Tablas 3-11 y 3-12 sacamos las tasas de crecimiento vehicular ligero y pesado; y calculamos el factor de crecimiento:

Tabla 3-17 Cálculo del Factor de Crecimiento

	TIPO DE VEHÍCULOS	
	LIGEROS	PESADOS
r	4.82%	2.40%
Y	10	10
G	1.25	1.12
G*Y	12.47	11.15

Fuente: Elaboración Propia

3.1.6.7. Factor Camión (Tf)

El factor camión se define como el número de ejes equivalentes promedio según el tipo de vehículo pesado (bus o camión), y el promedio se obtiene dividiendo la sumatoria de ejes equivalentes (EE) de un determinado tipo de vehículo pesado seleccionado. El cálculo de factores de EE se efectuará utilizando las cargas reales por eje de los vehículos pesados. Usaremos las fórmulas del apéndice D de la Guía AASHTO 93.

A) VEHÍCULOS LIGEROS

Para calcular el factor de vehículos ligero, citaremos la Tabla 3-1, donde se tiene los pesos de los vehículos del aforo:

Cálculo para ejes simples con ruedas simples:

$$T_{fe} = \left(\frac{P}{8.2}\right)^4 \quad (3.13)$$

Calcularemos para Autos Particulares:

$$\frac{P}{eje} = \frac{\left(\frac{1516.25}{2}\right)}{1000} = 0.7581 \text{ ton}$$

$$T_{fe1} = \left(\frac{0.7581}{8.2}\right)^4 = 0.00007$$

$$T_{fe2} = \left(\frac{0.7581}{8.2}\right)^4 = 0.00007$$

$$T_{fe} = T_{fe1} + T_{fe2} = 0.00015$$

Calcularemos de igual manera para cada uno de los vehículos ligeros que se muestran en la Tabla 3-18.

Tabla 3-18 Factor camión para vehículos ligeros

CLASIFICACIÓN	TIPO DE VEHÍCULO	P/eje (tn)	Tfe1	Tfe2	Tfe
VEHÍCULOS LIGEROS	Autos Particular	0.7581	0.00007	0.00007	0.00015
	Camionetas / pickup	1.4470	0.00097	0.00097	0.00194
	Minivan / Combi	1.5500	0.00128	0.00128	0.00255
	Van	1.5500	0.00128	0.00128	0.00255
	Couster / Minibus	3.2563	0.02487	0.02487	0.04973

Fuente: Elaboración Propia

B) VEHÍCULOS PESADOS

Para calcular el factor de vehículos pesados, citaremos la Tabla 3-2, donde se tiene los pesos de los vehículos del aforo:

Tabla 3-19 : Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) Para Afirmados, Pavimentos Flexibles y Semirrígidos

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE _{8.2 tn})
Eje Simple de ruedas simples (EE _{S1})	EE _{S1} = [P / 6.6] ^{4.0}
Eje Simple de ruedas dobles (EE _{S2})	EE _{S2} = [P / 8.2] ^{4.0}
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TA1})	EE _{TA1} = [P / 14.8] ^{4.0}
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE _{TA2})	EE _{TA2} = [P / 15.1] ^{4.0}
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TR1})	EE _{TR1} = [P / 20.7] ^{3.9}
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE _{TR2})	EE _{TR2} = [P / 21.8] ^{3.9}
P = peso real por eje en toneladas	

Fuente: Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, Sección Suelos y Pavimentos en base a las correlaciones con los valores de las Tablas del apéndice D de la Guía AASHTO 93

- Para cada eje simple con ruedas Simples:

$$Tfe = \left(\frac{P}{6.6} \right)^4 = \left(\frac{7}{8.2} \right)^4 = 0.531$$

- Para cada eje simple con ruedas dobles:

$$Tfe = \left(\frac{P}{8.2} \right)^4 = \left(\frac{11}{8.2} \right)^4 = 3.238$$

- Para cada eje tándem 1 Eje con ruedas dobles + 1 Eje con ruedas simples:

$$Tfe = \left(\frac{P}{14.8} \right)^4 = \left(\frac{16}{14.8} \right)^4 = 1.366$$

- Para cada eje tándem con dos ruedas dobles:

$$Tfe = \left(\frac{P}{15.1} \right)^4 = \left(\frac{18}{15.1} \right)^4 = 2.019$$

- Para cada eje tridem con 2 ejes con ruedas dobles + 1 eje con ruedas simples:

$$Tfe = \left(\frac{P}{20.7} \right)^4 = \left(\frac{23}{20.7} \right)^4 = 1.524$$

Tabla 3-20 Factor Camión para Vehículos Pesados

CLASIFICACIÓN	TIPO DE VEHÍCULOS	Tfe1	Tfe2	Tfe3	Tfe4	Tfe
VEHÍCULOS PESADOS	C2	0.531	3.238	-	-	3.769
	C3	0.531	2.019	-	-	2.550
	C4	0.531	1.524	-	-	2.055
	2S1/2S2	0.531	3.238	2.019	-	5.789
	C3R3	0.531	2.019	3.238	2.019	7.808
	B2	0.531	3.238	-	-	3.769
	B3	0.531	1.366	-	-	1.897

Fuente: Elaboración propia

3.1.7. Resultados y Diseño Vial

Con los datos obtenidos, calculamos el ESAL “Equivalent Simple Axial Load” o Carga Equivalente de un eje simple, para el proyecto:

$$ESAL = ADT * T * D * L * G * Y * TF * 365$$

Tabla 3-21 Cálculo del ESAL por Vehículo

CLASIFICACIÓN	TIPO DE VEHÍCULO		ADT	T	D	L	G*Y	Tfe	1 AÑO	ESAL
VEHÍCULOS LIGEROS	AUTO	TAXI	80	1	0.5	1	12.472	0.0001	365	26.6
		PARTICULAR	753	1	0.5	1	12.472	0.0001	365	250.3
	CAMIONETAS	PICKUP	564	1	0.5	1	12.472	0.0019	365	2488.6
		COMBI	394	1	0.5	1	12.472	0.0026	365	2288.4
	COUSTER	COUSTER	108	1	0.5	1	12.472	0.0497	365	12169.3
VEHÍCULOS PESADOS	BUS	BUS 2E	150	1	0.5	1	11.152	3.769	365	1150737.5
		BUS 3E	94	1	0.5	1	11.152	1.897	365	361957.5
	CAMIÓN	CAMIÓN 2E	229	1	0.5	1	11.152	3.769	365	1754874.7
		CAMIÓN 3E	98	1	0.5	1	11.152	2.550	365	506069.1
		CAMIÓN 4E	39	1	0.5	1	11.152	2.055	365	162086.8
	SEMI TRAILER	ST 2S1/2S2	1	1	0.5	1	11.152	5.789	365	14726.5
		ST 2S3	0	1	0.5	1	11.152		365	0
		ST 3S1/3S2	0	1	0.5	1	11.152		365	0
		ST >=3S3	0	1	0.5	1	11.152		365	0
	TRAILER	TRAILER 2T2	0	1	0.5	1	11.152		365	0
		TRAILER 2T3	0	1	0.5	1	11.152		365	0
		TRAILER 3T2	0	1	0.5	1	11.152		365	0
		TRAILER 3T3	60	1	0.5	1	11.152	7.808	365	953449.863

Fuente: Elaboración propia

$$ESAL = 4921125.072 = 4.921 \times 10^6$$

3.1.7.1. Clasificación por Demanda

- **Autopista de Primera Clase**
Son carreteras con IMDA (Índice Medio Diario Anual) mayor a 6.000 veh/día, de calzadas divididas por medio de un separador central mínimo de 6,00 m; cada una de las calzadas debe contar con dos o más carriles de 3,60 m de ancho como mínimo, con control total de accesos (ingresos y salidas) que proporcionan flujos vehiculares continuos, sin cruces o pasos a nivel y con puentes peatonales en zonas urbanas. La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada (DG-2018).
- **Autopista de Segunda Clase**
Son carreteras con un IMDA entre 6.000 y 4.001 veh/día, de calzadas divididas por medio de un separador central que puede variar de 6,00 m hasta 1,00 m, en cuyo caso se instalará un sistema de contención vehicular; cada una de las calzadas debe contar con dos o más carriles de 3,60 m de ancho como mínimo, con control parcial de accesos (ingresos y salidas) que proporcionan flujos vehiculares continuos; pueden tener cruces o pasos vehiculares a nivel y puentes peatonales en zonas urbanas. La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada (DG-2018).
- **Carreteras de Primera Clase**
Son carreteras con un IMDA entre 4.000 y 2.001 veh/día, de con una calzada de dos carriles de 3,60 m de ancho como mínimo. Puede tener cruces o pasos vehiculares a nivel y en zonas urbanas es recomendable que se cuente con puentes peatonales o en su defecto con dispositivos de seguridad vial, que permitan velocidades de operación, con mayor seguridad. La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada (DG-2018).
- **Carreteras de Segunda Clase**
Son carreteras con IMDA entre 2.000 y 400 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3,30 m de ancho como mínimo. Puede tener cruces o pasos vehiculares a nivel y en zonas urbanas es recomendable que se cuente con puentes peatonales o en su defecto con dispositivos de seguridad vial, que permitan velocidades de operación, con mayor seguridad. La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada (DG-2018).

- **Carreteras de Tercera Clase**
Son carreteras con IMDA menores a 400 veh/día, con calzada de dos carriles de 3,00 m de ancho como mínimo. De manera excepcional estas vías podrán tener carriles hasta de 2,50 m, contando con el sustento técnico correspondiente. Estas carreteras pueden funcionar con soluciones denominadas básicas o económicas, consistentes en la aplicación de estabilizadores de suelos, emulsiones asfálticas y/o micro pavimentos; o en afirmado, en la superficie de rodadura. En caso de ser pavimentadas deberán cumplirse con las condiciones geométricas estipuladas para las carreteras de segunda clase (DG-2018).
- **Trochas Carrozables**
Son vías transitables, que no alcanzan las características geométricas de una carretera, que por lo general tienen un IMDA menor a 200 veh/día. Sus calzadas deben tener un ancho mínimo de 4,00 m, en cuyo caso se construirá ensanches denominados plazoletas de cruce, por lo menos cada 500 m. La superficie de rodadura puede ser afirmada o sin afirmar (DG-2018).

En nuestro caso para nuestro proyecto tenemos que nuestra clasificación de carretera es de Primera Clase al tener un IMDA de 2568 veh/día.

3.1.7.2. Clasificación por Orografía

- **Terreno Plano (Tipo 1)**
Tiene pendientes transversales al eje de la vía menores o iguales al 10% y sus pendientes longitudinales son por lo general menores de tres por ciento (3%), demandando un mínimo de movimiento de tierras, por lo que no presenta mayores dificultades en su trazado.
- **Terreno Ondulado (Tipo 2)**
Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 11% y 50% y sus pendientes longitudinales se encuentran entre 3% y 6 %, demandando un moderado movimiento de tierras, lo que permite alineamientos más o menos rectos, sin mayores dificultades en el trazado (DG-2018).
- **Terreno Accidentado (Tipo 3)**

Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 51% y el 100% y sus pendientes longitudinales predominantes se encuentran entre 6% y 8%, por lo que requiere importantes movimientos de tierras, razón por la cual presenta dificultades en el trazado (DG-2018).

- Terreno Escarpado (Tipo 4)

Tiene pendientes transversales al eje de la vía superiores al 100% y sus pendientes longitudinales excepcionales son superiores al 8%, exigiendo el máximo de movimiento de tierras, razón por la cual presenta grandes dificultades en su trazado (DG-2018).

Nuestra carretera según esta clasificación y la topografía del terreno se clasifica como Carretera en Terreno Accidentado Tipo 3.

3.2. TOPOGRAFÍA

3.2.1. Generalidades

La topografía es un estudio de la superficie del terreno, tomando datos que se necesitan para realizar los cálculos del mejoramiento del diseño geométrico de la vía.

3.2.2. Trabajo de campo

En nuestro proyecto inicialmente se hizo un levantamiento topográfico con una Estación Total, pero por las condiciones del terreno no se pudo acceder al área necesaria para nuestro estudio, es por eso que se realizó un nuevo levantamiento con Dron abarcando un área más adecuada.

3.2.3. Resultados del levantamiento topográfico

Los resultados fueron la planta de la zona del proyecto y sus curvas de nivel que se manejarán en el software AUTOCAD CIVIL 3D 2018 para hacer el mejoramiento del diseño geométrico en planta y perfil, los planos finales de esto se encuentran en los anexos.

3.3. ESTUDIO DE SUELOS

3.3.1. Generalidades

Un estudio de suelos se realiza para poder obtener información de un determinado terreno y así tener una visión directa de este, es una de las partes más importantes e influye directamente en la planificación y diseño de un proyecto, es importante asegurar que las muestras que se tomen sean representativas del terreno ya que si no es así no tendrían sentido para nuestros fines.

3.3.2. Trabajo de Campo

Para este estudio el Manual de Carreteras en su sección de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del MTC nos recomienda realizar un número determinado de calicatas de exploración según el tipo de carretera que tengamos, de un mínimo de 1.5 m de profundidad, en nuestro caso tenemos una carretera de primera clase para la cual se precisa realizar 4 calicatas por kilómetro de proyecto, pero debido a similitud en el terreno, no encontrar puntos singulares como cambios en la topografía del terreno e inexistencia de zonas de suelos que se consideren pobres o inadecuados se realizó 1 calicata por kilómetro, con una excavación manual.

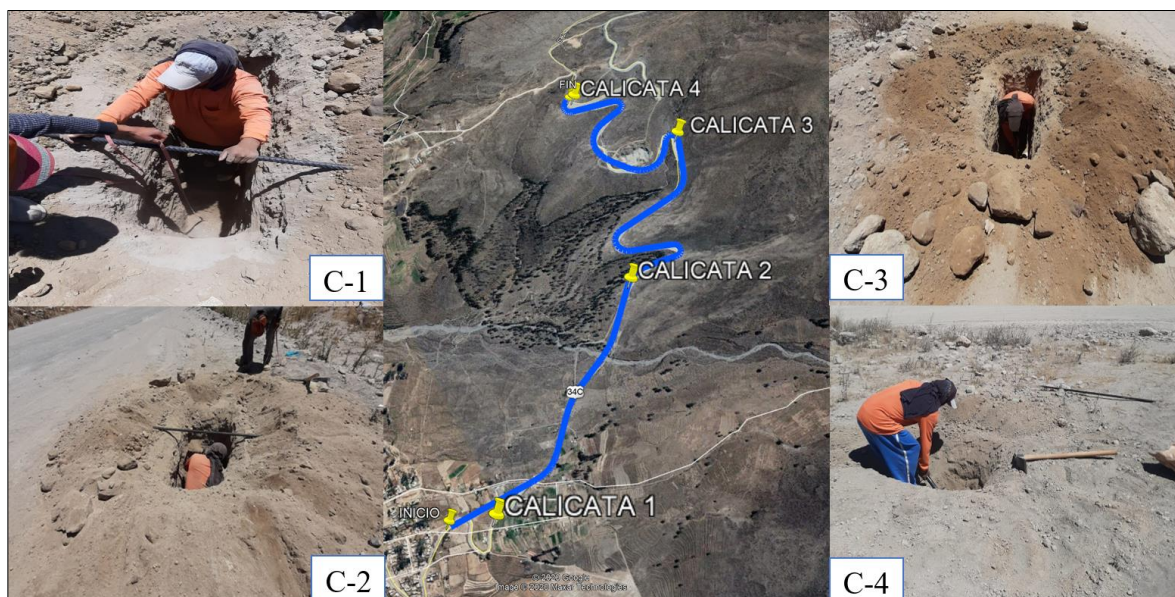
La ubicación de las calicatas se muestra a continuación:

Tabla 3-22 Ubicación de las Calicatas

N° DE CALICATA	PROGRESIVA (m)	COORDENADAS		PROFUNDIDAD (m)	LADO
		E	N		
1	0+327	246153.28	8184461.16	1.50	Derecho
2	1+334	246955.58	8185016.89	1.60	Izquierdo
3	2+406	247434.02	8185493.69	1.65	Izquierdo
4	3+240	247153.57	8185834.97	1.50	Derecho

Fuente: Elaboración propia

Figura 3-2 Ubicación de las Calicatas



Fuente: Elaboración propia

3.3.3. Trabajos y Ensayos de Laboratorio

3.3.3.1. Densidad de Campo

Es la densidad que posee un suelo en su estado natural, este lo determinamos por el ensayo del cono de arena que nos permite calcular esta densidad por medio de pesos y volúmenes. Los resultados fueron:

Tabla 3-23 Resultados de Densidad Natural Subrasante

DENSIDAD NATURAL (g/cm³)	
C-1	1.26
C-2	1.53
C-3	1.72
C-4	1.8

Fuente: Elaboración propia

3.3.3.2. Contenido de Humedad

El contenido de humedad del suelo, es la relación del peso de agua en una muestra con el peso de las partículas sólidas (secado al horno) en la muestra, se tomó de una muestra de campo inalterada siendo los resultados:

Tabla 3-24 Resultados de Contenido de Humedad Natural Subrasante

CONTENIDO DE HUMEDAD	
C-1	21.68%
C-2	9.50%
C-3	7.29%
C-4	10.89%

Fuente: Elaboración propia

3.3.3.3. Análisis Granulométrico

Este ensayo nos sirve para la clasificación de los suelos, permite obtener la distribución de tamaños de partículas de una muestra de suelos, para cada muestra de suelo se realizó el análisis de gruesos y finos:

Tabla 3-25 Resultado de Análisis Granulométrico de Subrasante

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					
MALLA	ABERTURA (mm)	% PASANTE			
		C-1	C-2	C-3	C-4
2 1/2"	63.50	100.00%	100.00%		
2"	50.80	97.59%	97.29%	100.00%	
1 1/2"	38.10	96.69%	96.43%	98.51%	100.00%
1"	25.40	94.25%	89.18%	93.71%	97.78%
3/4"	19.05	91.72%	87.64%	91.72%	93.34%
1/2"	12.70	86.16%	81.49%	85.26%	85.93%
3/8"	9.53	82.87%	78.22%	82.02%	81.46%
Nº 4	4.75	67.00%	70.88%	71.02%	68.05%
Nº 8	2.60	60.68%	66.76%	66.02%	63.07%
Nº 10	2.00	59.28%	65.97%	64.97%	61.70%
Nº 16	1.18	52.93%	62.54%	61.39%	56.19%
Nº 30	0.60	45.28%	57.07%	56.24%	49.22%
Nº 40	0.42	41.71%	53.19%	52.57%	45.75%
Nº 50	0.30	38.32%	48.47%	47.98%	41.81%
Nº 80	0.18	33.28%	40.17%	39.83%	35.19%
Nº 100	0.15	31.57%	37.46%	36.73%	32.64%
Nº 200	0.07	25.91%	28.25%	26.84%	25.09%
FONDO	0.00	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

Fuente: Elaboración propia

3.3.3.4. Límite Líquido

El límite líquido es el contenido de humedad, expresado en porcentaje, que define la transición entre los estados líquido y plástico del suelo. El método usado es mediante la cuchara de Casagrande.

Tabla 3-26 Resultado de Límite Líquido de Subrasante

LÍMITE LÍQUIDO	
C-1	31.95%
C-2	23.52%
C-3	28.91%
C-4	24.01%

Fuente: Elaboración propia

3.3.3.5. Límite Plástico

Se define como la humedad más baja con la que pueden formarse cilindros de 3 mm de diámetro, rodando dicho suelo entre los dedos de la mano y una superficie lisa, hasta que los cilindros presenten grietas.

Tabla 3-27 Resultado de Límite Plástico de Subrasante

LÍMITE PLÁSTICO	
C-1	27.83%
C-2	18.65%
C-3	24.93%
C-4	20.55%

Fuente: Elaboración propia

3.3.3.6. Índice de plasticidad

Esta característica se define como la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico.

Tabla 3-28 Clasificación de suelos según el Índice de Plasticidad

Índice de Plasticidad	Plasticidad	Característica
IP > 20	Alta	suelos muy arcillosos
IP ≤ 20 IP > 7	Media	suelos arcillosos
IP < 7	Baja	suelos poco arcillosos plasticidad
IP = 0	No Plástico (NP)	suelos exentos de arcilla

Fuente: Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos 2014

Tabla 3-29 Resultado del Índice de Plasticidad para la Subrasante

ÍNDICE DE PLASTICIDAD		
C-1	4.12%	Suelo de baja plasticidad
C-2	4.87%	Suelo de baja plasticidad
C-3	3.98%	Suelo de baja plasticidad
C-4	3.46%	Suelo de baja plasticidad

Fuente: Elaboración propia

3.3.3.7. Equivalente de Arena

Este ensayo nos permite determinar la relación entre la altura de la arena respecto a la altura de arcilla de un suelo, esto en porcentaje:

Tabla 3-30 Resultado de Equivalente de Arena para la Subrasante

EQUIVALENTE DE ARENA		
C-1	95.59%	Suelo no plástico
C-2	96.18%	Suelo no plástico
C-3	96.22%	Suelo no plástico
C-4	96.07%	Suelo no plástico

Fuente: Elaboración propia

3.3.3.8. Clasificación del Suelo

Se tienen dos sistemas de clasificación de suelo que son SUCS Y AASHTO, el sistema de clasificación SUCS toma en cuenta parámetros de granulometría plasticidad y compresibilidad, mientras que en AASHTO toma en cuenta parámetros como granulometría, límite líquido, índice de plasticidad e índice de grupo.

Tabla 3-31 Sistema de Clasificación de Suelos AASHTO

Clasificación general	Suelos granulosos 35% máximo que pasa por tamiz de 0.08 mm							Suelos finos más de 35% pasa por el tamiz de 0.08 mm				
	A1		A3	A2				A4	A5	A6	A7	
	A1-a	A1-b		A2-4	A2-5	A2-6	A2-7				A7-5	A7-6
Análisis granulométrico												
% que pasa por el tamiz de:												
2 mm	máx. 50											
0.5 mm	máx. 30	máx. 50	min. 50									
0.08 mm	máx. 15	máx. 25	máx. 10	máx. 35	Máx.35	máx. 35	máx. 35	min. 35	min. 35	min. 35	min. 35	min. 35
Límites Atterberg												
límite de liquido				máx. 40	min. 40	máx. 40	min.40	máx. 40	máx. 40	máx. 40	min. 40	min. 40
índice de plasticidad	máx. 6	máx. 6		máx. 10	máx. 10	min. 10	min. 10	máx. 10	máx. 10	min. 10	min. 10	min. 10
											IP<LL-30	IP<LL-30
Índice de grupo	0	0	0	0	0	máx. 4	máx. 4	máx. 8	máx. 12	máx. 16	máx. 20	máx. 20
Tipo de material	Piedras, gravas y arena		Arena Fina	Gravas y arenas limosas o arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos		
Estimación general del suelo como subrasante	De excedente a bueno						De pasable a malo					

Fuente: Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos 2014

Tabla 3-32 Resultado de Clasificación AASHTO para la Subrasante

CLASIFICACIÓN AASHTO	
C-1	A-2-4 Arena Limosa con Grava
C-2	A-2-4 Arena Limosa con Grava
C-3	A-2-4 Arena Limosa con Grava
C-4	A-2-4 Arena Limosa con Grava

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-33 Sistema Clasificación de Suelos SUCS

TIPO SUELOS	VISIONES MAYORES		SIMBOLO DE GRUPO	NOMBRES TIPICOS
GRANO GRUESO	Mas del 50% de la muestra es retenido por el tamiz N° 200	Gravas (mas de a mitad de la fracción gruesa es mayor que el tamiz N° 4	GW	Gravas bien gradadas, mezclas gravosas, poco o ningún fino
			GP	Gravas pobremente gradadas, mezcla grava - arena, pocos o ningún fino
			GM	Gravas limosas, mezcla grava - arena - limo
			GC	Gravas arcillosas, mezcla grava - arena - arcillosas
		Arenas (mas de la mitad de la fracción gruesa es menor que el tamiz N° 4	SW	Arenas bien gradadas, arenas - gravosas, pocos o ningún fino
			SP	Arenas pobremente gradadas, arenas gravosas, pocos o ningún fino
			SM	Arenas limosas mezcla de arena - limo
			SC	Arenas arcillosas, mezclas arenas - arcilla
GRANO FINO	Mas del 50% de la muestra es pasante de el tamiz N°200	Limos y Arcillas (Limite Liquido < 50)	ML	Limos inorganicos y arena muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas, o limos arcillosos con poca plasticidad
			CL	Arcillas inorganicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras
			OL	Limos organicos, arcillas limosas organicas de baja plasticidad
		Limos y Arcillas (Limite Liquido ≥ 50) Suelos Altamente Organicos	MH	Limos inorganicos, suelos limosos o arenosos, finos micaceos o diatomaceos, suelos elasticos
			CH	Arcillas organicas de alta plasticidad, arcillas grasas
			OH	Arcillas organicas de plasticidad media a alta, limos organicos
			Pt	Turba o otros suelos altamente organicos

Fuente: Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos 2014

Tabla 3-34 Resultado de Clasificación SUCS para la Subrasante

CLASIFICACIÓN SUCS	
C-1	SM, SC Arena Limosa
C-2	SM, SC Arena Limosa
C-3	SM Arena limosa con Grava
C-4	SM Arena limosa con Grava

Fuente: Elaboración propia

3.3.3.9. Ensayo de Compactación

Este ensayo nos sirve para determinar a qué contenido de humedad podemos obtener el valor más alto de peso unitario seco del suelo, este será nuestro contenido de humedad óptimo y peso específico máximo.

Tabla 3-35 Resultado de Compactación para la Subrasante

COMPACTACIÓN		
MUESTRA	HUMEDAD ÓPTIMA	PESO ESP MAX (g/cm³)
C-1	25.00%	1.47
C-2	14.50%	1.78
C-3	13.50%	1.90
C-4	11.00%	1.95

Fuente: Elaboración propia

3.3.3.10. Ensayo de la Relación de Soporte de California (CBR)

El CBR de un suelo es una medida indirecta de la resistencia de un suelo a la penetración, en laboratorio es una relación de carga unitaria necesaria para lograr cierta profundidad de penetración. este valor es aplicado para el diseño del pavimento:

Tabla 3-36 Resultado de CBR para la Subrasante

CBR		
MUESTRA	CBR 100%	CBR 95%
C-1	125.00	102.00
C-2	126.00	90.00
C-3	122.40	70.00
C-4	130.00	112.50

Fuente: Elaboración propia

3.3.4. Resultados del Estudio de Suelos

Finalmente se puede categorizar nuestra subrasante según su comportamiento:

Tabla 3-37 Categorización de la Subrasante empleando CBR

Categorías de Subrasante	CBR
S ₀ : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Subrasante Pobre	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₂ : Subrasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₃ : Subrasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₄ : Subrasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₅ : Subrasante Excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos 2014

Tabla 3-38 Categorización de la Subrasante del Proyecto

MUESTRA	CBR	TIPO DE SUBRASANTE
C-1	102.00	Excelente
C-2	90.00	Excelente
C-3	70.00	Excelente
C-4	112.50	Excelente

Fuente: Elaboración propia

Podemos apreciar que para la C-1 se tiene un CBR = 102 que es alto, pero posee una densidad natural de 1.26 g/cm³ esto se debe a que se encuentra en el primer kilómetro del tramo de la carretera en estudio, la cual está parcialmente tomado por los locales que tienen varias hectáreas de terreno para cultivo que están a lado de la trocha y que a su vez han removido esta parte de la trocha carrozable.

Para este tramo de la carretera donde se posee una $\gamma_n=1.26$ g/cm³ debe ser sometido a compactación con la cual las partículas de suelo son obligadas a ponerse en contacto con otras, expulsando el aire de sus poros mejorando las propiedades ingenieriles de la masa del suelo con la finalidad de tener un suelo que mantenga un comportamiento mecánico, aumentando la resistencia y capacidad de carga del mismo a su vez mejorando la condición de esfuerzo – deformación del suelo.

CAPÍTULO IV: DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA

4.1. GENERALIDADES

El presente capítulo tiene como objetivo fundamental diseñar y mejorar el trazo geométrico actual tanto en planta y/o perfil de la carretera Chiguata-Santa Lucia del Km 33+600 al Km 37+070 según el manual de Diseño Geométrico 2018 a nivel de asfaltado. Esta es una vía alterna que une los departamentos de Arequipa y Puno y a la vez con otros pueblos como Cachamarca, Miraflores, Santa Lucia, etc.

4.1.1. Alcances

Este proyecto comprende un diseño geométrico, una topografía que se obtiene en base a un levantamiento topográfico realizado con un dron y que mediante la captación de fotos y/o imágenes ha determinado la altura del terreno creando las curvas de nivel del terreno.

Se desarrollará hojas de cálculo, macros, rutinas en Microsoft Excel que permiten realizar los cálculos de diseño de manera rápida y que cumplan con los requerimientos del manual DG 2018.

El diseño contendrá los siguientes entregables:

- Plano del nuevo alineamiento horizontal de la vía: tramos rectos (tangentes), curvas circulares, curvas de transición (espirales), curvas ovoides y curvas de vuelta con escalas apropiadas.
- Plano del alineamiento vertical de la vía mostrando: El perfil del terreno, de la rasante, tramos en pendiente y curvas verticales con escalas apropiadas.
- Plano de la sección transversal típica de la carretera.
- Planos con las secciones transversales de la carretera cada 20 m en tramos rectos y cada 10 m en curvas circulares, espirales, ovoides y curvas de vuelta.
- Plano de señalización de la vía.
- Cuadro de volúmenes de corte y relleno.

4.2. PARÁMETROS Y CONSIDERACIONES

Debemos tener en consideración las características tales como el volumen de tránsito y topografía de la zona, de esta manera podemos establecer los parámetros de diseño, acordes a la norma vigente y ofreciendo Seguridad, Comodidad, Economía y Estética.

4.3. DISEÑO EN PLANTA

4.3.1. Clasificación de la carretera

Comenzaremos clasificando la carretera tanto por demanda y orografía, para clasificar por demanda es necesario conocer el IMDA que se obtuvo a través del estudio de tránsito realizado previamente.

$$\text{IMDA} = 2568 \text{ veh/día}$$

Por su demanda según el IMDA tenemos una Carretera de Primera Clase y por su Orografía en el plano de Topografía nos podemos dar cuenta que las pendientes transversales a la vía corresponden a un terreno Accidentado.

Según su demanda es de: Carretera de Primera Clase.

Según su Orografía: Terreno Accidentado.

4.3.2. Velocidad de Diseño

Con la clasificación de la carretera previamente realizada en tablas anteriores, podemos determinar la velocidad de diseño del proyecto, el cual servirá como valor fundamental para poder definir los demás elementos geométricos que involucra este diseño.

Tabla 4-1 Rangos de la Velocidad de Diseño en función a la Clasificación de la Carretera por Demanda y Orografía

CLASIFICACIÓN	OROGRAFÍA	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO VTR (km/h)											
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	
Autopista de primera clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Autopista de segunda clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Carretera de primera clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Carretera de segunda clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Carretera de tercera clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												

Fuente: DG-2018

Siguiendo la Tabla 4-1 para nuestro proyecto tomaremos:

Velocidad de Diseño = 60 km/h

4.3.3. Tramos en Tangente

A partir de la velocidad de diseño podemos definir la longitud mínima admisible y máximas deseables de los tramos en tangente, a partir de la siguiente tabla que se encuentra en la DG-2018.

L min.s (m) : 83 m ; L min.o : 167 m ; L máx : 1002 m

Tabla 4-2 Longitudes de tramos en Tangentes

V (km/h)	L mín.s (m)	L mín.o (m)	L máx (m)
30	42	84	500
40	56	111	668
50	69	139	835
60	83	167	1002
70	97	194	1169
80	111	222	1336
90	125	250	1503
100	139	278	1670
110	153	306	1837
120	167	333	2004
130	180	362	2171

Fuente: DG-2018

Donde:

L min.s : Longitud mínima (m) para trazados en "S" (alineamiento recto entre alineamientos con radios de curvatura de sentido contrario).

L min.o : Longitud mínima (m) para el resto de casos (alineamiento recto entre alineamientos con radios de curvatura del mismo sentido).

L máx : Longitud máxima deseable (m).

4.3.4. Radio Mínimo

Son los radios mínimos que pueden recorrerse en un tramo curvo con la velocidad de diseño con condiciones aceptables de seguridad y comodidad, La DG-2018 plantea la siguiente ecuación:

$$R_{min} := \frac{v^2}{127 \cdot (P_{max} + f_{max})} \quad (4.1)$$

Donde:

$R_{mín}$: Radio Mínimo

V : Velocidad de diseño

$P_{máx}$: Peralte máximo asociado a V (en tanto por uno)

$F_{máx}$: Coeficiente de fricción transversal máximo asociado a V

Coefficientes de fricción:

Tabla 4-3 Fricción Transversal Máxima en Curvas

Velocidad de diseño Km/h	$f_{máx}$
30 (ó menos)	0.17
40	0.17
50	0.16
60	0.15

Fuente: DG-2018

A partir de los siguientes parámetros y empleando la ecuación del Manual DG-2018, calcularemos este valor.

- $V = 60$ kph
- $P_{máx} = 12\% = 0.12$
- $F_{máx} = 0.15$

Por lo tanto, el radio mínimo de diseño para curvas circulares es de 105 metros.

Tabla 4-4 Radios Mínimos y Peraltes Máximos para Diseño de Carreteras

Ubicación de la vía	Velocidad de diseño	P máx. (%)	f máx.	Radio calculado (m)	Radio redondeado (m)
Área rural (accidentada o escarpada)	30	12.00	0.17	24.4	25
	40	12.00	0.17	43.4	45
	50	12.00	0.16	77.8	80
	60	12.00	0.15	105.0	105
	70	12.00	0.14	148.4	150
	80	12.00	0.14	193.8	195
	90	12.00	0.13	255.1	255
	100	12.00	0.12	328.1	330
	110	12.00	0.11	414.2	415
	120	12.00	0.09	539.9	540
130	12.00	0.08	665.4	665	

Fuente: DG-2018

4.3.5. *Diseño del Alineamiento Horizontal*

El alineamiento que se muestra en el plano de Planta y Perfil fue diseñado a una velocidad de diseño de 60 Kph tratando de conservar la misma velocidad de diseño en la mayor longitud de carretera que sea posible.

4.3.6. *Curva Circular*

Para determinar si se requiere curva horizontal la DG 2018 nos da una tabla donde se muestran los ángulos de inflexión máximos para los cuales no es requerida la curva horizontal.

Tabla 4-5 Deflexión Máxima Aceptable sin Curva Circular

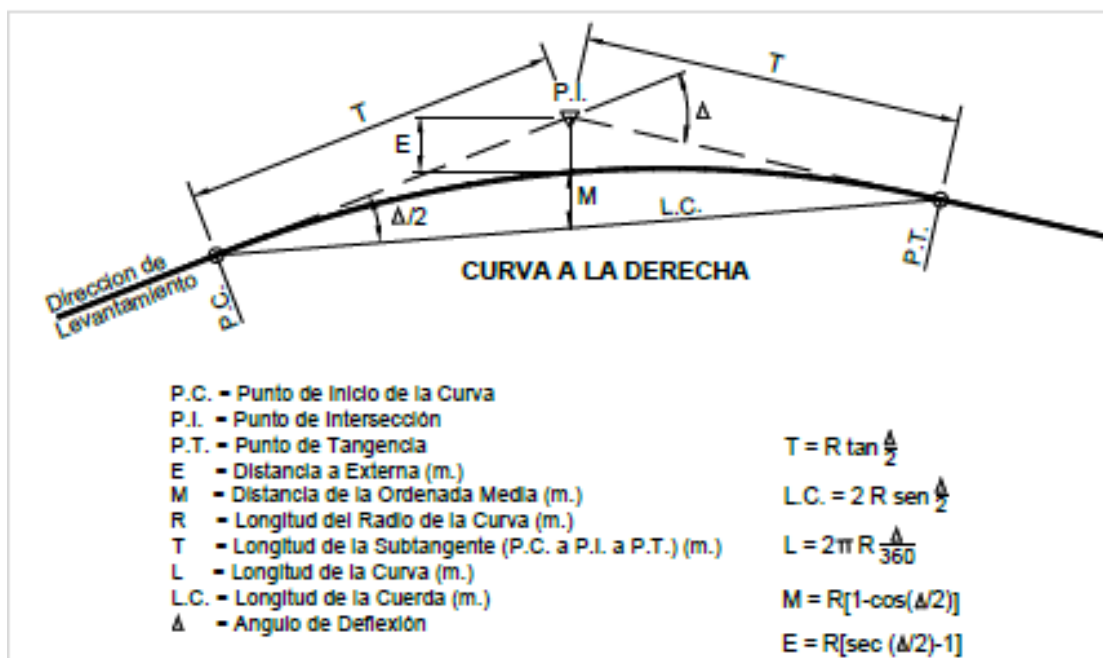
Velocidad de diseño Km/h	Deflexión máxima aceptable sin curva circular
30	2° 30´
40	2° 15´
50	1° 50´
60	1° 30´
70	1° 20´
80	1° 10´

Fuente: DG-2018

Las curvas horizontales circulares simples según la DG 2018 son arcos de circunferencia de un solo radio que unen dos tangentes consecutivas, conformando la proyección horizontal de las curvas reales o espaciales.

Los elementos y nomenclatura de las curvas horizontales circulares se muestran a continuación:

Figura 4-1 Elementos de Curvas Horizontales Circulares Simples



Fuente: DG-2018

Cada Curva Horizontal ha sido diseñada de tal forma que el trazo se aproxime a la morfología del terreno de tal modo que evite generar grandes movimientos de tierras tanto en corte como en relleno, a continuación, desarrollaremos la CURVA 2 y la tabla resumen.

- Radio de curva: $R = 325.00 \text{ m}$
- Progresiva $PC = 0+558.65$
- Deflexión $\Delta = 21.4407$
- Longitud de subtangente

Tangente (T)	$T=R \times \text{TAN} (\Delta /2)$	61.53 m
Longitud de cuerda (LC)	$LC=2 \times R \times \text{SEN} (\Delta /2)$	120.91 m
Longitud de curva (LS)	$LC=2 \times \pi \times R \times (\Delta/360)$	121.55 m
Distancia de la ordenada media (Flecha)	$F = R \times (1 - \cos (\Delta /2))$	5.67 m
Externa (E)	$E= R \times (\sec (\Delta /2)-1)$	5.77 m

Tabla 4-6 Cálculo de Elementos de Curva para el Proyecto

CURVA	RADIO "R"	ÁNGULO DE DEFLEXIÓN "Δ"	Tangente "T"	Long de Cuerda (LC)	Long de Curva (LS)	Dist. De ordenada Media "M"	EXTERNA (E)
CURVA 2	325.00	21.44	61.53	120.91	121.55	5.67	5.77
CURVA 3	350.00	19.46	60.01	118.29	118.80	5.03	5.11
CURVA 5	25.00	169.38	269.05	49.79	71.21	22.69	245.21
CURVA 6	50.00	151.55	197.24	96.93	128.38	37.71	153.48
CURVA 8	25.00	166.70	214.41	49.66	70.16	22.10	190.87
CURVA 11	25.00	155.25	113.93	48.84	65.66	19.64	91.65
CURVA 12	25.00	128.04	51.30	44.95	54.70	14.05	32.07

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4-7 Resumen de Elementos de Curva del Proyecto

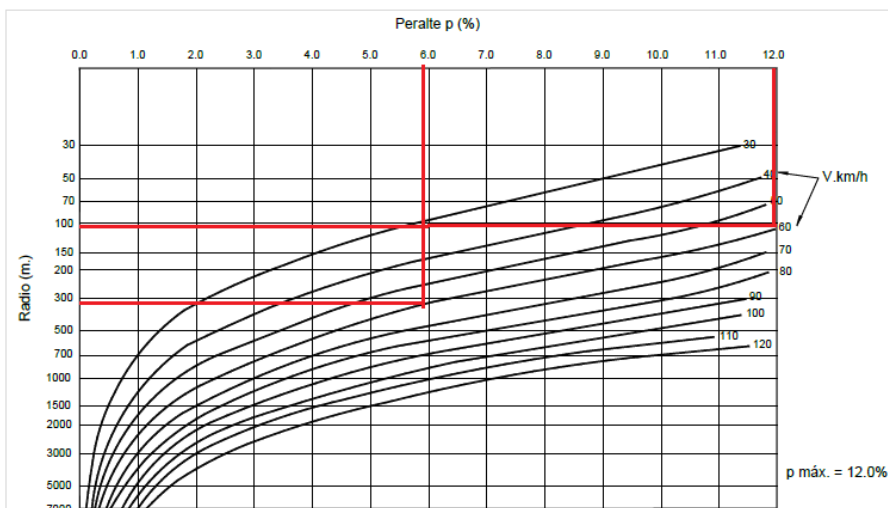
CURVA	Long de Curva "L"	RADIO "R"	ÁNGULO DE DEFLEXIÓN "Δ"	PUNTO DE INICIO DE CURVA "P.C"	PUNTO DE INTER SECCIÓN - "P. I"	PUNTO DE TANG - "P. T"	LONG DE CUERDA "L.C"
CURVA 2	121.55	325.00	21.4407 (d)	0+558.65	0+620.18	0+680.27	120.91
CURVA 3	118.80	350.00	19.4569 (d)	0+805.23	0+865.24	0+924.09	118.29
CURVA 5	71.21	25.00	168.3926 (d)	1+339.09	1+608.14	1+412.92	49.79
CURVA 6	128.38	50.00	151.5506 (d)	1+569.17	1+766.33	1+701.34	96.93
CURVA 8	70.16	25.00	166.6991 (d)	2+225.38	2+439.79	2+298.11	49.66
CURVA 11	65.66	25.00	155.2481 (d)	2+923.27	3+.037.21	2+991.01	48.84
CURVA 12	54.70	25.00	128.0385 (d)	3+166.13	3+217.44	3+222.00	44.95

Fuente: Elaboración Propia

4.3.7. Peraltes

La DG 2018 nos da una tabla donde a partir del radio de curvatura y la velocidad de diseño nos permite obtener el peralte.

Figura 4-2 Peralte en zona rural (Tipo 3 o 4)



Fuente: DG-2018

Tabla 4-8 Peraltes Asignados para cada Radio de Curvatura

CURVA	RADIO (m)	PERALTE
CURVA 1	105.00	12.00%
CURVA 2	325.00	6.00%
CURVA 3	350.00	5.90%
CURVA 4	105.00	12.00%
CURVA 5	25.00	11.30%
CURVA 6	50.00	11.70%
CURVA 7	105.00	12.00%
CURVA 8	25.00	11.30%
CURVA 9	106.00	12.00%
CURVA 10	105.00	12.00%
CURVA 11	25.00	11.30%
CURVA 12	25.00	11.30%

Fuente: Elaboración Propia

4.3.8. Curvas de Transición

Las curvas de transición serán diseñadas cuando es necesario trazar curvas de radios pequeños y esto ocasiona a su vez que los conductores se vean obligados a realizar maniobras incómodas ya que el vehículo no describe una trayectoria circular perfecta y como resultado este invade el carril contrario pudiendo ocasionar accidentes.

Este tipo de curvas estas conformadas por espirales que ayudan a que del paso de un tramo recto a una curva circular se haga con un cambio gradual de dirección, inclinación transversal y la ampliación de la calzada (sobre anchos y anchos de visibilidad). (Cárdenas, 2015-242). Las curvas de transición están definidas por la ecuación de la Clotoide o Espiral de Euler dada de la siguiente forma:

$$R \cdot L = A^2 \quad (4.2)$$

Donde:

R: Radio de curvatura en un punto cualquiera

L: Longitud de la curva entre su punto de inflexión ($R=\infty$) y el punto de radio

A: Parámetro de la clotoide, característica de la misma

Si bien se sabe que las curvas de transición desarrollan una mejor transición entre un tramo recto y una curva circular no son necesarias cuando se tienen curvas de radios grandes ya que al ser curvas amplias permiten al conductor seguir una trayectoria circular es por eso que la norma nos da una tabla en la cual nos indica el radio mínimo que necesitamos para prescindir de una curva de transición.

Tabla 4-9 Radio Circulares Límites que permiten prescindir de la Curva de Transición

V (km/h)	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
R (m)	80	150	225	325	450	600	750	900	1200	1500	1800

Fuente: DG-2018

Calculando el parámetro Amín que influye al momento de calcular la longitud mínima (Lmin) de la curva espiral.

$$Amín = \sqrt{\frac{V \cdot R}{46.656 \cdot J} \cdot \left(\frac{V^2}{R} - 1.27 \cdot p \right)} \quad (4.3)$$

Donde:

V: Velocidad de diseño

R: Radio de curvatura

J: Variación uniforme de la aceleración (m3/s)

P: Peralte correspondiente a V y R (%)

Calculamos el L_{min} con la siguiente fórmula:

$$L_{min} = \frac{V}{46.656 \cdot J} \cdot \left(\frac{V^2}{R} - 1.27 \cdot p \right) \quad (4.4)$$

Calculamos para la CURVA 1 el parámetro A_{min} y la L_{min} .

Cálculo del parámetro A_{min} :

$$A_{min} = \sqrt{\frac{60 \cdot 105}{46.656 \cdot 0.5} \cdot \left(\frac{60^2}{105} - 1.27 \cdot 0.12 \right)}$$

$$A_{min} = 72.00m$$

Cálculo de L_{min} :

$$L_{min} = \frac{60}{46.656 \cdot 0.5} \cdot \left(\frac{60^2}{105} - 1.27 \cdot 0.12 \right)$$

$$L_{min} = 49.00m$$

La DG 2018 nos da una tabla donde ya calcula los radios mínimos a partir de los parámetros anteriormente indicados y vemos que coincide con los valores calculados para nuestro proyecto.

Tabla 4-10 Longitud Mínima de Curva de Transición

Velocidad Km/h	Radio mín. m	J m/s ³	Peralte máx. %	A mín. m ²	Longitud de transición (L)	
					Calculada m	Redondeada m
30	24	0.5	12	26	28	30
30	26	0.5	10	27	28	30
30	28	0.5	8	28	28	30
30	31	0.5	6	29	27	30
30	34	0.5	4	31	28	30
30	37	0.5	2	32	28	30
40	43	0.5	12	40	37	40
40	47	0.5	10	41	36	40
40	50	0.5	8	43	37	40
40	55	0.5	6	45	37	40
40	60	0.5	4	47	37	40
40	66	0.5	2	50	38	40
50	70	0.5	12	55	43	45
50	76	0.5	10	57	43	45
50	82	0.5	8	60	44	45
50	89	0.5	6	62	43	45
50	98	0.5	4	66	44	45
50	109	0.5	2	69	44	45
60	105	0.5	12	72	49	50
60	113	0.5	10	75	50	50
60	123	0.5	8	78	49	50
60	135	0.5	6	81	49	50
60	149	0.5	4	86	50	50
60	167	0.5	2	90	49	50

Fuente: DG-2018

Para nuestro caso con una velocidad de diseño de 60 km/h se obtiene un radio mínimo de 105 m y una longitud de transición redondeada de 50 m. Colocamos el cuadro resumen de los cálculos hechos para las curvas de transición de nuestro proyecto.

Tabla 4-11 Elementos de las Curvas de Transición Proyectados

CURVA	RADIO "R"	LONG DE CURVA "L"	ÁNGULO DE DEFLEXIÓN "Δ"	TS	SC O PC	PI	CS	ST	LONG MÍN
CURVA 1	105	158.46	7.8925	0+284.80	0.356.80	0+364.05	0+371.27	0+443.27	49
CURVA 4	105	175.11	16.9778	1+084.21	1+156.21	1+171.76	1+187.32	1+259.32	49
CURVA 7	105	178.66	18.9154	1+921.45	1+993.45	2+010.79	2+028.12	2+100.12	49
CURVA 9	106	261.52	64.1280	2+315.28	2+387.28	2+446.05	2+504.81	2+576.81	49
CURVA 10	105	285.34	77.1253	2+577.86	2+649.86	2+720.53	2+791.20	2+863.20	49

Fuente: Elaboración Propia

4.3.8.1. *Parámetro Limitación de la Variación por Estética y Guiado Óptico*

La Norma DG 2018 nos indica que para que resulte fácil para el conductor detectar la presencia de una curva de transición debe cumplir lo siguiente:

$$\frac{R}{3} \leq A \leq R \quad (4.5)$$

Tabla 4-12 Cumplimiento del Parámetro de la Variación por Estética y Guiado Óptico

CURVA	RADIO "R"	A	R/3
CURVA 1	105	72.45	35
CURVA 4	105	72.45	35
CURVA 7	105	72.45	35
CURVA 9	106	72.45	35.33
CURVA 10	105	72.45	35

Fuente: Elaboración Propia

4.3.9. *Transición de Peralte*

La transición del peralte se desarrolla en un tramo donde para pasar de un bombeo normal a uno con peralte, se necesita un cambio en la inclinación de la sección y esto se realiza gradualmente este tramo de la vía es lo que llamamos transición del peralte. Hallamos el peralte máximo con la siguiente fórmula:

$$IP_{m\acute{a}x} = 1.8 - 0.01 \cdot V \quad (4.6)$$

Donde:

IP_{máx}: Máxima inclinación de cualquier borde de la calzada respecto al eje de la vía (%)

V: Velocidad de diseño (km/h)

Calculando el $IP_{m\acute{a}x}$:

$$IP_{m\acute{a}x} = 1.8 - 0.01 \cdot (60)$$

$$IP_{m\acute{a}x} = 1.2$$

La longitud mínima del tramo de transición del peralte está definida por la siguiente fórmula:

$$L_{min} = \frac{P_f - P_i}{IP_{m\acute{a}x}} \cdot B \quad (4.7)$$

Donde:

$L_{mín}$: Longitud mínima del tramo de transición del peralte (m).

P_f : Peralte final con su signo (%).

P_i : Peralte inicial con su signo (%).

B : Distancia del borde de la calzada al eje de giro del peralte (m).

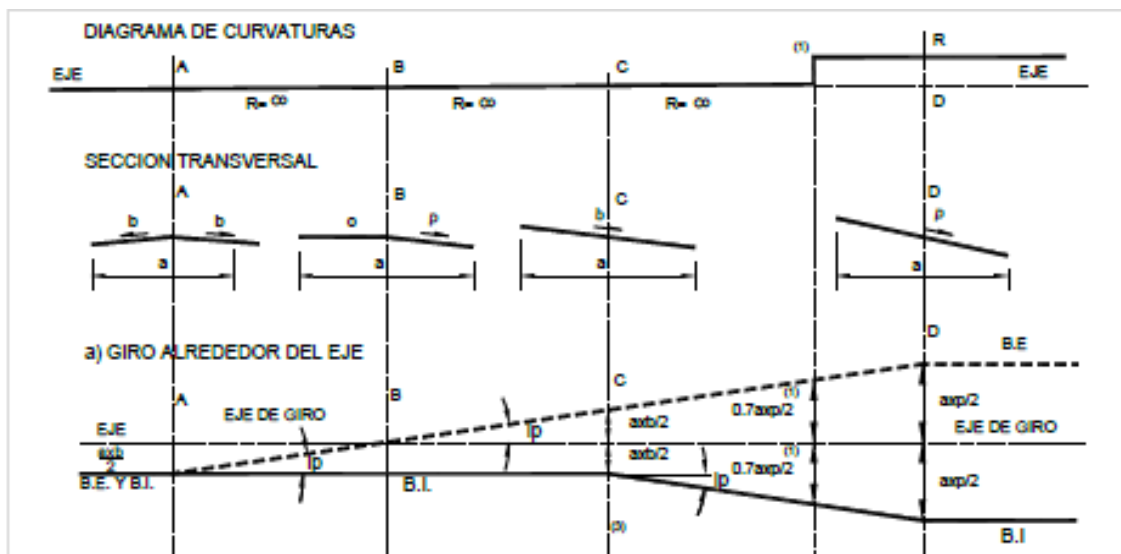
Para nuestras curvas la longitud mínima sería:

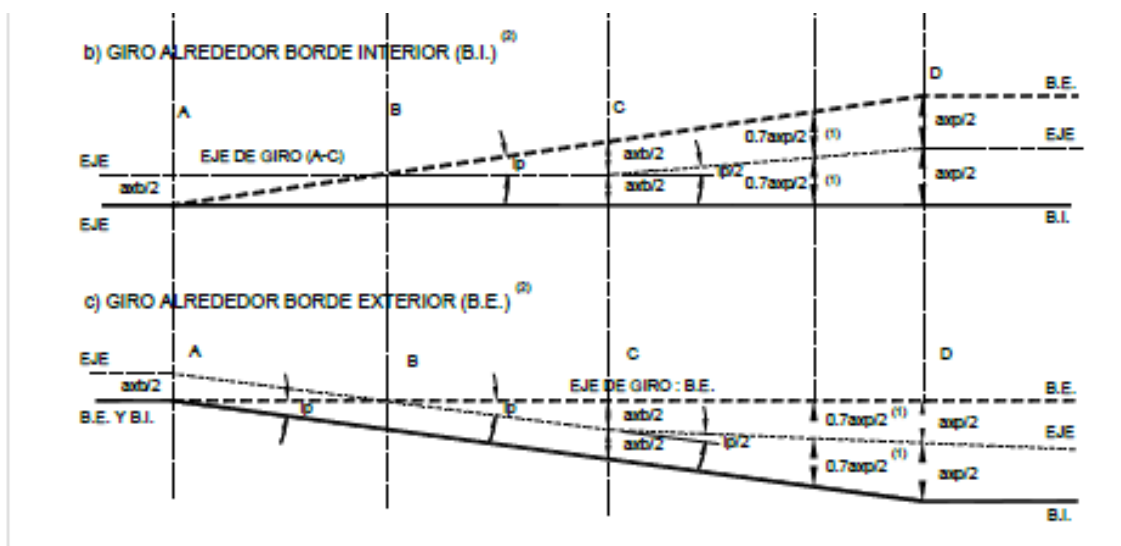
$$L_{min} = \frac{12 - (-0)}{1.2} \cdot 3.6$$

$$L_{min} = 36$$

Para Curvas circulares vemos la transición del peralte a partir del eje de la calzada:

Figura 4-3 Desvanecimiento del Bombeo y Transición del Peralte en la Curva Circular





Fuente: DG-2018

Calculamos para las curvas circulares de nuestro proyecto en el siguiente cuadro:

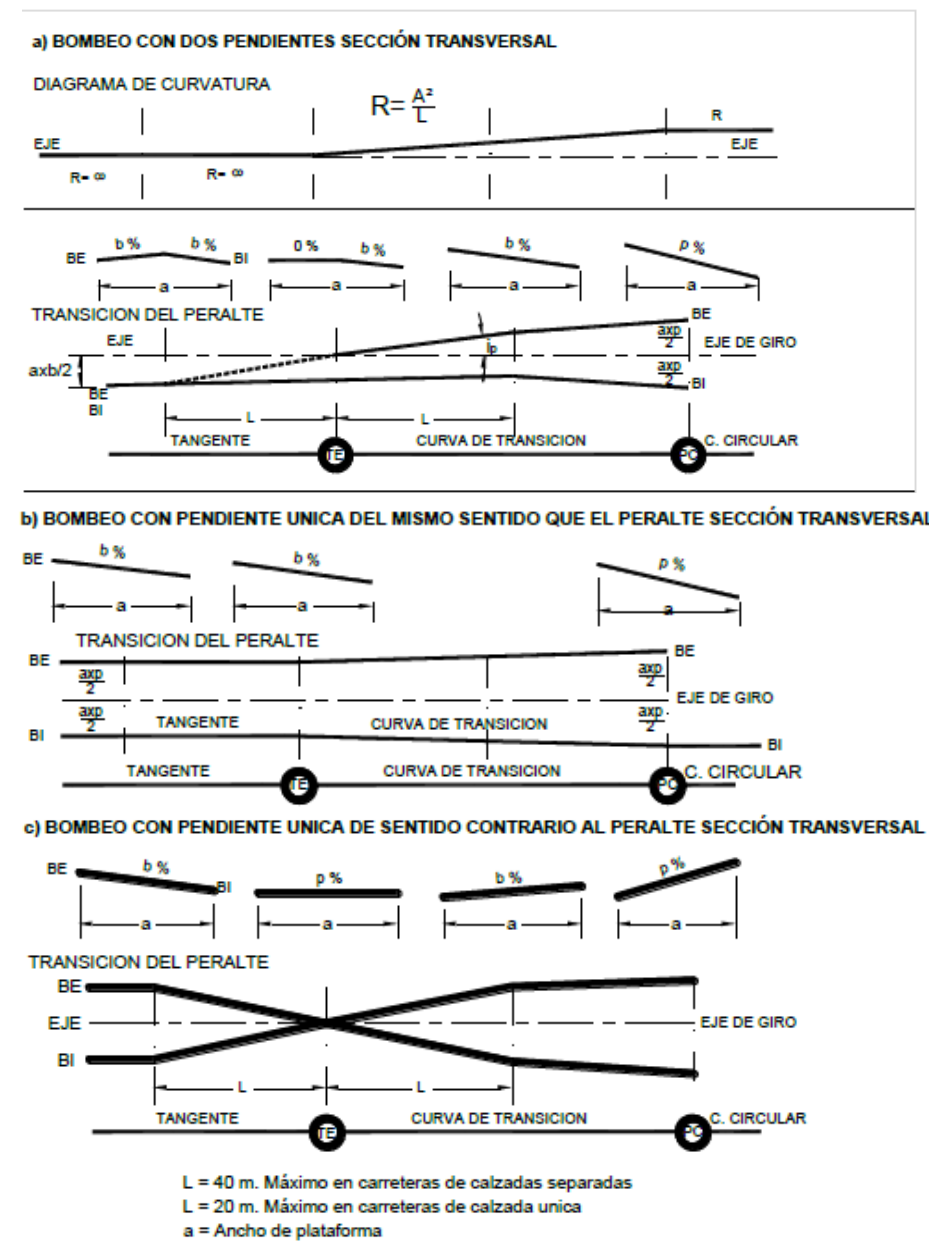
Tabla 4-13 Longitud de Transición para Curvas Horizontales Circulares Simples

CURVA	PERALTE (pf)	Ip máx	pi	B (m)	L mín (m)
CURVA 2	6.00%	1.20%	0.00%	3.60	18.00
CURVA 3	5.90%	1.20%	0.00%	3.60	17.70
CURVA 5	11.30%	1.20%	0.00%	3.60	33.90
CURVA 6	11.70%	1.20%	0.00%	3.60	35.10
CURVA 8	11.30%	1.20%	0.00%	3.60	33.90
CURVA 11	11.30%	1.20%	0.00%	3.60	33.90
CURVA 12	11.30%	1.20%	0.00%	3.60	33.90

Fuente: Elaboración Propia

En curvas de transición vemos que la norma presenta la siguiente figura donde vemos el diagrama de curvatura y transición del peralte donde podemos observar la tangente, la curva de transición hasta llegar al tramo con curvatura circular.

Figura 4-4 Desvanecimiento del Bombeo y Transición del Peralte con Curvas de Transición



Fuente: DG-2018

Calculamos para las curvas de transición de nuestro proyecto en el siguiente cuadro:

Tabla 4-14 Longitud de Transición para Curvas de Transición Horizontales

De longitud de transición de peralte							De curva de transición (AC)	LONGITUD ADOPTADA (m)
CURVA	RADIO " R "	PERALTE	IP MÁX	pi	B (m)	L mín (m)	L mín (m)	
CURVA 1	105.00	12.00%	1.20%	0%	3.6	36	49	50
CURVA 4	105.00	12.00%	1.20%	0%	3.6	36	49	50
CURVA 7	105.00	12.00%	1.20%	0%	3.6	36	49	50
CURVA 9	106.00	12.00%	1.20%	0%	3.6	36	49	50
CURVA 10	105.00	12.00%	1.20%	0%	3.6	36	49	50

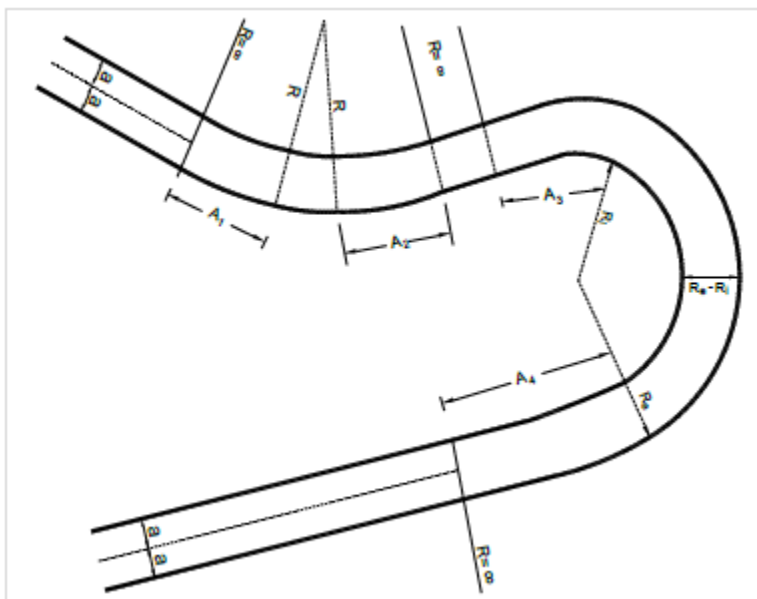
Fuente: Elaboración Propia

4.3.10. Curvas de Vuelta

Son aquellas curvas que se trazan con el objetivo de alcanzar una cota superior sin que sobrepase las pendientes máximas, esto se da mayormente en terrenos accidentados.

Las curvas de vuelta presentan dos arcos circulares un radio interno "Ri" y un radio externo "Re", como se muestra en la figura siguiente:

Figura 4-5 Imagen de Curvas de Vuelta



Fuente: DG-2018

Las normas nos recomiendan:

- Evitar las curvas de vuelta

- Aumentar los radios R_i y R_e de las curvas de vuelta
- Evitar la superposición de ramas en la misma ladera

La Norma nos da una tabla que contiene los posibles valores R_i y R_e según los tipos de vehículos:

T2S2: Un camión semirremolque describiendo la curva de retorno. El resto del tránsito espera en la alineación recta.

C2: Un camión de 2 ejes puede describir la curva simultáneamente con un vehículo ligero (automóvil o similar).

C2 + C2: Dos camiones de dos ejes pueden describir la curva simultáneamente.

Tabla 4-15 Radio Exterior Mínimo correspondiente a un Radio Interior Adoptado

Radio interior R_i (m)	Radio Exterior Mínimo R_e (m). según maniobra prevista		
	T2S2	C2	C2+C2
6.0	14.00	15.75	17.50
7.0	14.50	16.50	18.25
8.0	15.25	17.25	19.00
10.0	16.75*	18.75	20.50
12.0	18.25*	20.50	22.25
15.0	21.00*	23.25	24.75
20.0	26.00*	28.00	29.25

Fuente: DG-2018

Para nuestro caso estaremos escogiendo el caso más desfavorable C2+C2 ya que nuestro proyecto es una carretera principal de primera clase.

La norma nos dice que R_e debe aumentarse hasta que $R_e - R_i =$ Anchos normal de la calzada.

En nuestro caso el radio externo es de 29.6 m y el radio interno es de 21.4 m con lo cual estaría cumpliendo con el anterior requisito y además tiene un sobre ancho en esta curva de 3.70 m que lo veremos más adelante.

Se efectuará el análisis del cumplimiento de la fórmula fundamental (4.1):

Para: $V = 30$; $P_{max} = 12\%$; $f_{max} = 0.17$.

$$R_{min}(eje) = \frac{V^2}{127 \cdot (P_{max} + f_{max})}$$

$$R_{min(eje)} = \frac{30^2}{127 \cdot (0.12 + 0.17)}$$

$$R_{min(eje)} = 24.44$$

$$R_{min(eje) \text{ redondeado}} = 25$$

Vemos que al aplicar la fórmula nos da un radio mínimo de 24.44 m nosotros adoptamos un Radio de 25 m en el eje lo cual es posible conseguir en el terreno y alcanzar una cota mayor sin originar un alto volumen de corte. Se sabe que al adoptar un menor radio también se tendrá que adoptar una velocidad menor y esto se da en todas las curvas de vuelta CURVA 5, CURVA 8, CURVA 11, CURVA 12.

4.3.11. Sobreancho

Al momento de que un vehículo pasa por un tramo curvo horizontal este tiende a invadir el carril contrario por eso es que ocupa un ancho de calzada mayor que en recta.

El cálculo de sobre ancho se realiza mediante la siguiente fórmula:

$$Sa = n \cdot \left(R - \sqrt{R^2 - L^2} \right) + \frac{V}{10 \cdot \sqrt{R}} \quad (4.8)$$

Donde:

Sa: Sobreancho (m)

n: Número de Carriles

R: Radio (m)

L: Distancia entre eje posterior y parte frontal (m)

V: Velocidad de diseño

La DG 2018 nos da una tabla donde nos da factores de reducción del sobre ancho para tramos con tangentes de 7.20m. Donde tenemos que calcular para cada radio su respectivo factor de reducción de sobreancho, en nuestro proyecto interpolaremos en la Tabla 4-16.

Tabla 4-16 Factores de Reducción del Sobre ancho para Anchos de Calzada en Tangente de 7.20m

Radio (R) (m)	Factor de reducción	Radio (R) (m)	Factor de reducción
25	0.86	90	0.60
28	0.84	100	0.59
30	0.83	120	0.54
35	0.81	130	0.52
37	0.8	150	0.47
40	0.79	200	0.38
45	0.77	250	0.27
50	0.75	300	0.18
55	0.72	350	0.12
60	0.70	400	0.07
70	0.69	450	0.08
80	0.63	500	0.05

Fuente: DG-2018

Calculamos el sobreebanco para la CURVA 1 con los datos obtenidos anteriormente:

$$n=2 ; R=105\text{m} ; L=10.5 \text{ m} ; V = 60 \text{ km/h}$$

Reemplazando estos valores en la ecuación (4.8) el sobreebanco para la CURVA 1, es: $S_a = 1.64$ m, luego hallamos su factor de reducción según su radio interpolando en la Tabla 4-16, tenemos un factor de reducción de 0.57 entonces nuestro sobre ancho asumido es de 1.0 m. Los resultados para las demás curvas se encuentra en la Tabla 4-17.

Tabla resumen de sobreebanco para cada una de las curvas del presente proyecto:

Tabla 4-17 Sobreebanco para cada Curva del Proyecto

CURVA	RADIO (m)	SOBREEBANCO (m)	SOBREEBANCO REDUCIDO (m)	SOBRE ANCHO ASUMIDO (m)
Curva A 1	105	1.64	0.95	1.0
Curva A 2	325	0.67	0.1	-
Curva A 3	350	0.64	0.07	-
Curva A 4	105	1.64	0.95	1.0
Curva A 5	25	5.22	4.48	4.5
Curva A 6	50	2.80	2.1	2
Curva A 7	105	1.64	0.95	1.0
Curva A 8	25	5.22	4.48	4.5
Curva A 9	106	1.63	0.94	1.0
Curva A 10	105	1.64	0.95	1.0

Curva A 11	25	5.22	4.48	4.5
Curva A 12	25	5.22	4.48	4.5

Fuente: Elaboración Propia

4.4. DISEÑO GEOMÉTRICO EN PERFIL

El diseño geométrico vertical o de perfil trata de conservar la velocidad de diseño en la mayor parte de su longitud teniendo en cuenta algunas consideraciones de diseño como la topografía de la zona, seguridad, drenaje, costos de construcción, y valores estéticos.

La orografía del terreno es uno de los principales factores que se tienen en cuenta al momento de definir la rasante, además de garantizar un correcto drenaje longitudinal y transversal.

4.4.1. Pendiente Mínima

Tomaremos una pendiente mínima del orden de 0.5% para asegurar el drenaje.

4.4.2. Pendiente Máxima

La norma nos da una tabla en la cual podemos hallar la pendiente máxima conociendo la velocidad de diseño y el tipo de carretera.

Tabla 4-18 Pendiente Máxima para el Proyecto

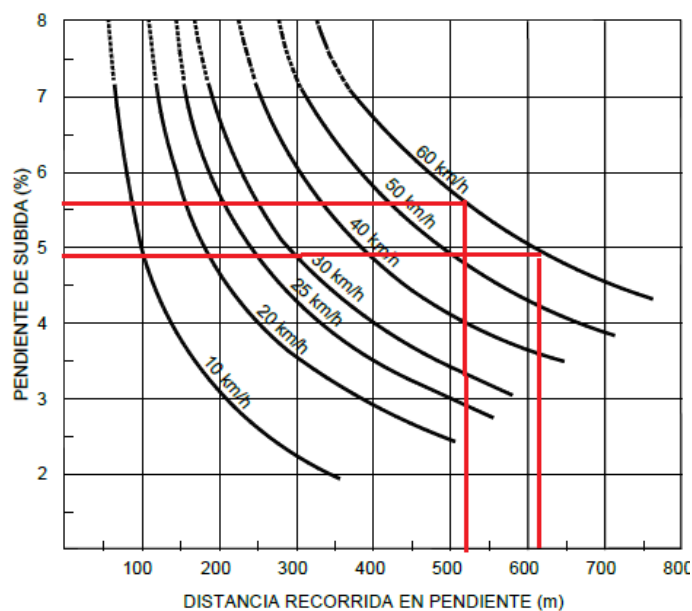
Demanda	Autopistas								Carretera				Carretera				Carretera			
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400			
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h																				
40 km/h																	9.00	8.00	9.00	10.00
50 km/h											7.00	7.00			8.00	9.00	8.00	8.00	8.00	
60 km/h					6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	7.00	8.00	9.00	8.00	8.00		
70 km/h			5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00		7.00	7.00		
80 km/h	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00		6.00	6.00			7.00	7.00		
90 km/h	4.50	4.50	5.00		5.00	5.00	6.00		5.00	5.00			6.00				6.00	6.00		
100 km/h	4.50	4.50	4.50		5.00	5.00	6.00		5.00				6.00							
110 km/h	4.00	4.00			4.00															
120 km/h	4.00	4.00			4.00															
130 km/h	3.50																			

Fuente: DG-2018

4.4.3. Longitud en Pendiente

La longitud en pendiente como su nombre lo dice nos permite establecer la longitud máxima que podemos alcanzar con una determinada pendiente. Para ello calculamos nuestras longitudes críticas en pendiente con el siguiente Abaco de la DG2018.

Figura 4-6 Longitud Crítica para las TangV1 y TangV3



Fuente: DG-2018

Tabla 4-19 Cálculo de la Distancia Máxima a una Determinada Pendiente

N°	PENDIENTE	LONGITUD MAX
TangV1	5.78%	535
TangV2	2.85%	-
TangV3	5.11%	620
TangV4	3.99%	-
TangV5	5.16%	660
TangV6	2.52%	-
TangV7	4.36%	-

Fuente: Elaboración Propia

4.4.4. Distancia de Visibilidad de Parada

Se define como la distancia mínima necesaria para que un conductor pueda detener su vehículo, antes de alcance un objeto inmóvil que se encuentre en su camino. La siguiente ecuación es la que define la distancia de parada.

$$Dp = \frac{V \cdot tp}{3.6} + \frac{V^2}{254 \cdot (f + -i)} \quad (4.9)$$

Donde:

Dp: Distancia de parada (m)

V: Velocidad de diseño

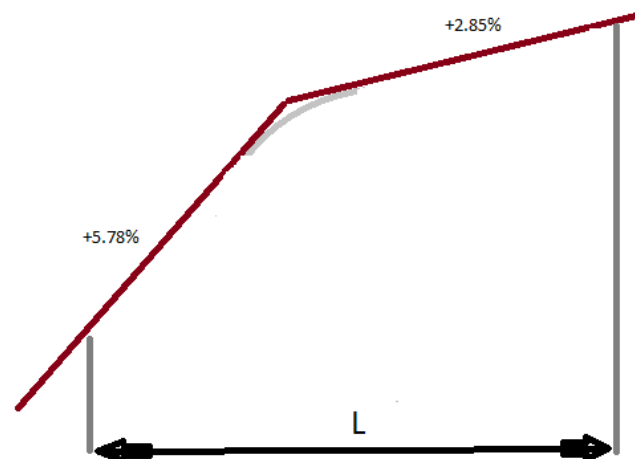
tp: Tiempo de percepción + Reacción (s)

f: Coeficiente de fricción, pavimento húmedo

i: Pendiente longitudinal (tanto por uno)

Calculamos la distancia de visibilidad de parada para la TanV1 y un resumen de las distancias calculadas tanto de ida como de regreso. Tenemos una curva vertical convexa tipo 2 donde la Tanv1 =5.78% y la Tanv2=2.85 %, Tendremos 4 casos y para ello primero analizaremos de ida con una m= +5.78 de la Tangv1.

Figura 4-7: Curva Vertical Convexa tipo 2 con TanV1 y TanV2



Fuente: Elaboración Propia

$$Dp = \frac{60 \cdot 2}{3.6} + \frac{60^2}{254 \cdot (0.35 + -0.0578)}$$

$$Dp = 68.38 \text{ m}$$

Para la Tanv1 tenemos una $Dp = 68.38\text{m}$, debemos analizar ahora de regreso y así sucesivamente para cada una de las Tangentes. Para cada curva vertical tendremos 4 casos de Dp , tomaremos el caso más crítico.

Tabla 4-20 Cálculo de la Distancia de Visibilidad de Parada ida – regreso del Proyecto

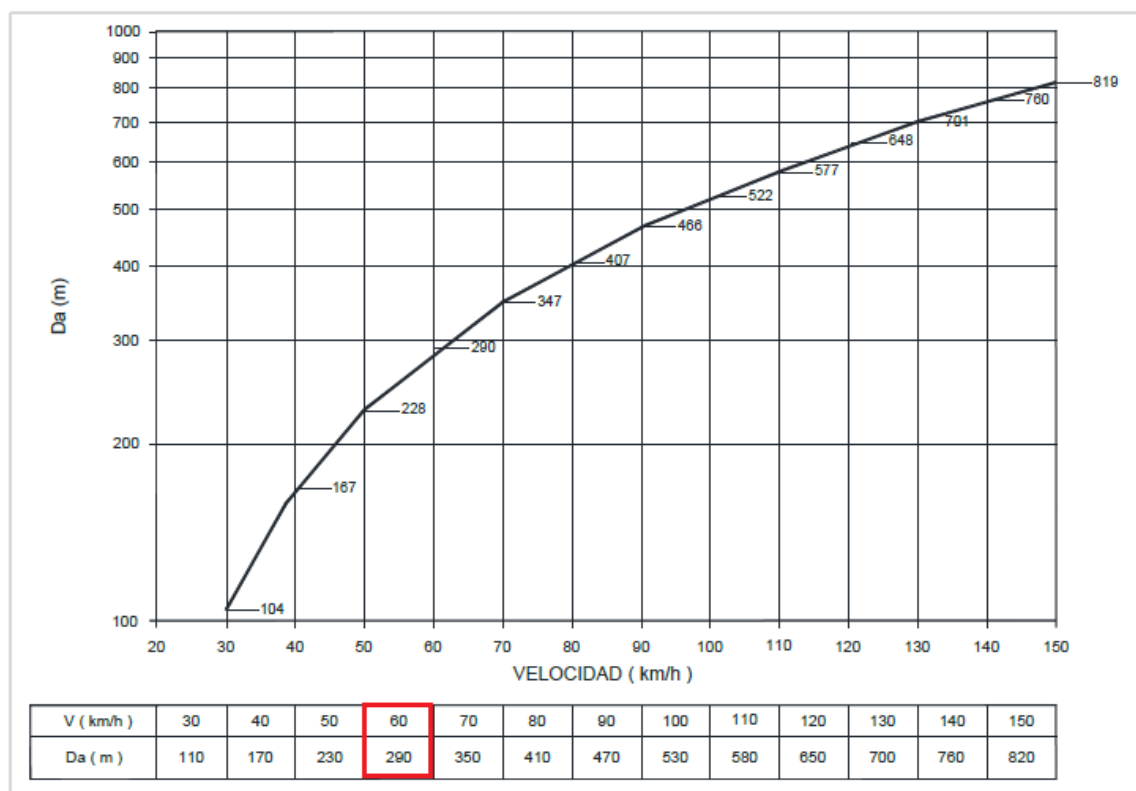
N°	PENDIENTE	DIST DE VISIBILIDAD DE PARADA IDA (m)	DIST DE VISIBILIDAD DE PARADA REGRESO (m)	DIST DE VISIBILIDAD CRÍTICA (m)
TanV1	5.78%	68.38	82.41	82.41
TanV2	2.85%	71.12	77.89	77.89
TanV3	5.11%	68.97	81.30	81.30
TanV4	3.99%	70.01	79.55	79.55
TanV5	5.16%	68.93	81.38	81.38
TanV6	2.52%	71.46	77.43	77.43
TanV7	4.36%	69.66	80.11	80.11

Fuente: Elaboración Propia

4.4.5. Distancia de Visibilidad de Paso o Adelantamiento

Es la mínima distancia disponible que debe tener el conductor para a otro vehículo que viaja con menor velocidad menor, la norma nos da un diagrama a partir del cual podemos calcular la distancia de visibilidad de paso el cual es 290.00 para este proyecto.

Figura 4-7 Cálculo de la Distancia de Visibilidad de Paso (D_a)



Fuente: DG-2018

4.4.6. Curvas Verticales

Una curva vertical permite el enlace de dos tangentes consecutivas, donde a lo largo de su longitud se efectúa el cambio gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la pendiente de la tangente de salida y a la vez que permita un drenaje adecuado. Se ha comprobado que la curva que mejor se ajusta es la Parábola de eje vertical (Diseño Geométrico de carreteras 2018-James cárdenas Grisales).

Las curvas verticales son definidas por el parámetro de curvatura “K”, que equivale a la proyección de la curva en el plano horizontal, en metros, para cada 1% de la variación en la pendiente.

$$K = \frac{L}{A} \quad (4.10)$$

Donde:

K : Parámetro de curvatura

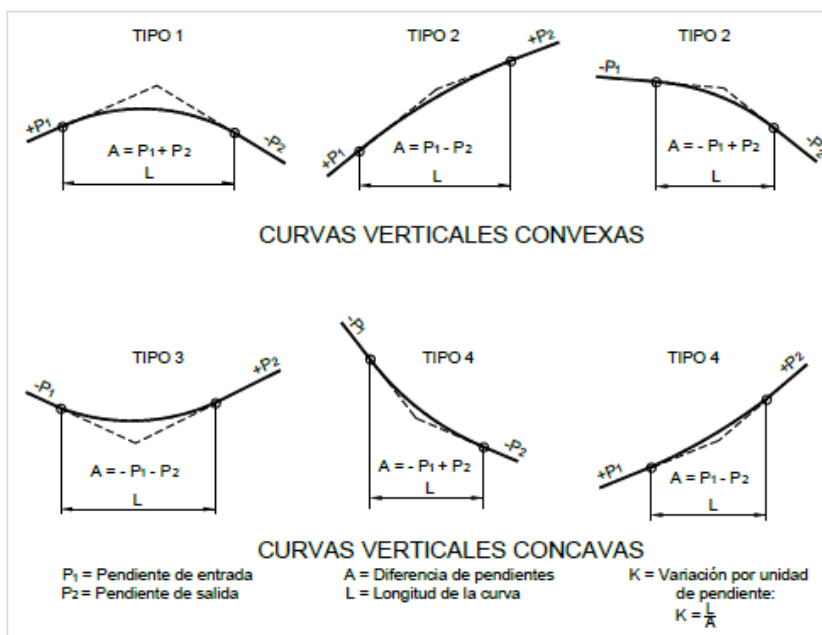
L : Longitud de la curva vertical

A : Valor Absoluto de la diferencia algebraica de las pendientes

4.4.6.1. Tipos de Curvas Verticales

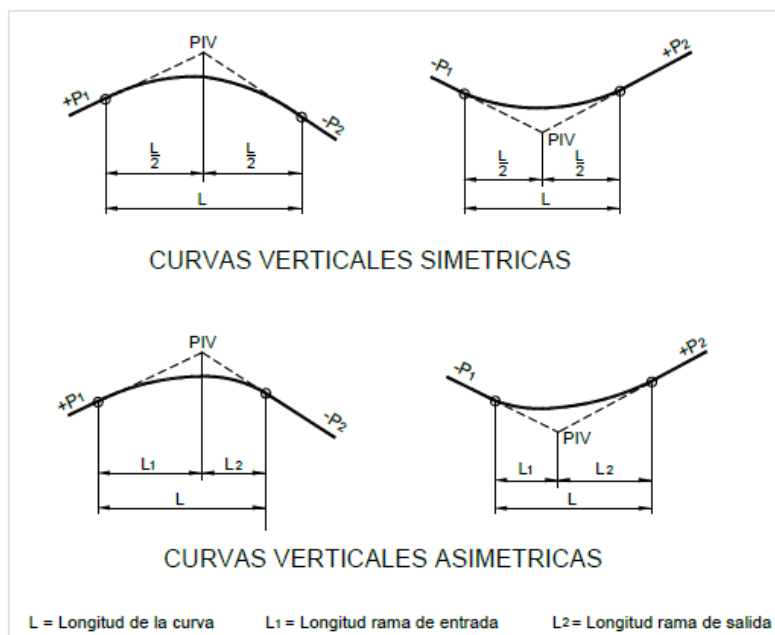
Las curvas verticales se clasifican por su forma en curvas verticales convexas y cóncavas (Figura 4-8) y de acuerdo a la longitud de sus tangentes en simétricas y asimétricas (Figura 4-9).

Figura 4-8 Tipo de Curvas Verticales Convexas y Cóncavas



Fuente: DG-2018

Figura 4-9 Tipos de Curvas Simétricas y Asimétricas



Fuente: DG-2018

En nuestro proyecto contamos con 6 curvas verticales, las clasificamos en el siguiente cuadro:

Tabla 4-21 Clasificación de Tipo de Curvas Verticales

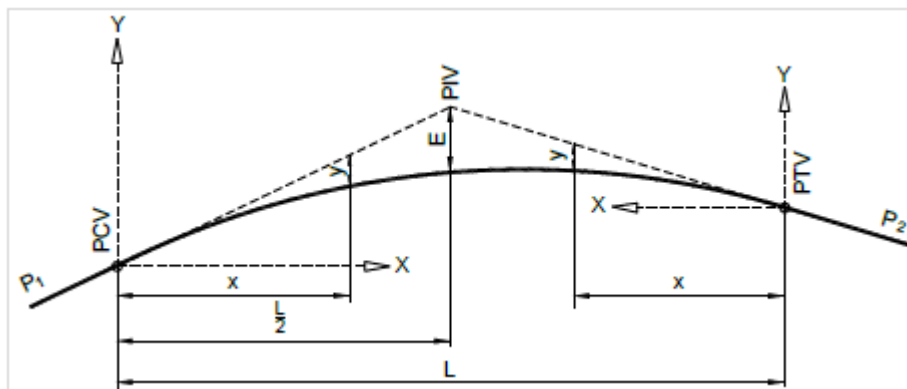
N°	Tipo Curva
1	Convexa tipo 2
2	Cóncava tipo 4
3	Convexa tipo 2
4	Cóncava tipo 4
5	Convexa tipo 2
6	Cóncava tipo 4

Fuente: Elaboración Propia

4.4.6.2. Elementos de la Curva Vertical

A continuación, vemos un diagrama donde vemos los elementos de las curvas verticales:

Figura 4-10 Elementos de la Curva Vertical Simétrica



Fuente: DG-2018

Donde:

PCV: Principio de la curva vertical

PIV: Punto de intersección de las tangentes verticales

PTV: Término de la curva vertical

L: Longitud de la curva vertical, medida por su proyección horizontal, en metros (m)

S1: Pendiente de la tangente de entrada, en porcentaje (%)

S2: Pendiente de la tangente de salida, en porcentaje (%)

A: Diferencia algebraica de pendientes, en porcentaje (%)

$$A = |S_1 - S_2| \quad (4.11)$$

E: Externa, ordenada vertical desde el PIV a la curva, en metros (m)

$$E = \frac{A \cdot L}{800} \quad (4.12)$$

x: Distancia horizontal a cualquier punto de la curva desde el PCV o desde el PTV

y: Ordenada vertical en cualquier punto, también llamada corrección de la curva vertical, se calcula mediante la siguiente formula:

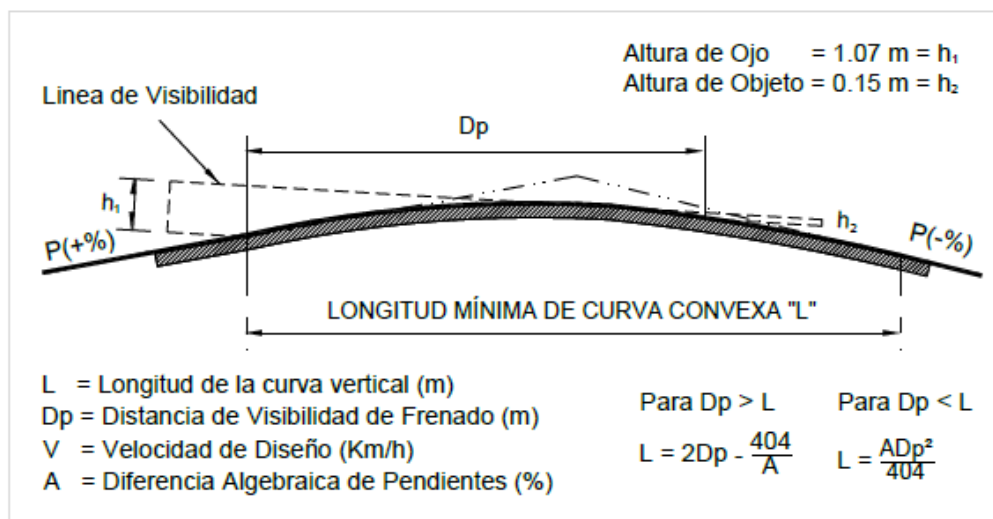
$$y = x^2 \cdot \left(\frac{A}{200L} \right) \quad (4.13)$$

4.4.7. Longitud de las Curvas Convexas

4.4.7.1. Distancia de Visibilidad de Parada en Curvas Convexas

Para determinar la distancia de visibilidad de parada (D_p) en curvas convexas la norma nos muestra la siguiente figura:

Figura 4-11 Longitud Mínima de Curva Vertical Convexa con Distancia de Visibilidad de Parada



Fuente: DG-2018

- Cuando $D_p < L$:

$$L = \frac{A \cdot (D_p)^2}{100 \cdot (\sqrt{2 \cdot h_1} + \sqrt{2 \cdot h_2})^2} \quad (4.14)$$

Donde, para todos los casos:

- L : Longitud de la curva vertical (m)
- D_p : Distancia de visibilidad de parada (m)
- A : Diferencia algebraica de pendientes (%)
- h_1 : Altura del ojo sobre la rasante (m)
- h_2 : Altura del objeto sobre la rasante (m)

Calculamos "L" para la curva V1 con los datos obtenidos anteriormente:

$$S_1 = 5.78\% ; S_2 = 2.85\% ; A = 2.93 ; D_{p1} = 82.41 \text{ m} ; h_1 = 1.07 \text{ m} ; h_2 = 0.15 \text{ m}$$

Reemplazando en la ecuación (4.14):

$$L = \frac{2.93 \cdot (82.41)^2}{100 \cdot (\sqrt{2 \cdot 1.07} + \sqrt{2 \cdot 0.15})^2}$$

$$L = 49.23 \text{ m}$$

- Cuando $D_p > L$:

$$L = 2 \cdot D_p - \frac{200 \cdot (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}{A} \quad (4.15)$$

Donde, para todos los casos:

L : Longitud de la curva vertical (m)

D_p : Distancia de visibilidad de parada (m)

A : Diferencia algebraica de pendientes (%)

h_1 : Altura del ojo sobre la rasante (m)

h_2 : Altura del objeto sobre la rasante (m)

Calculamos para la Curva V1:

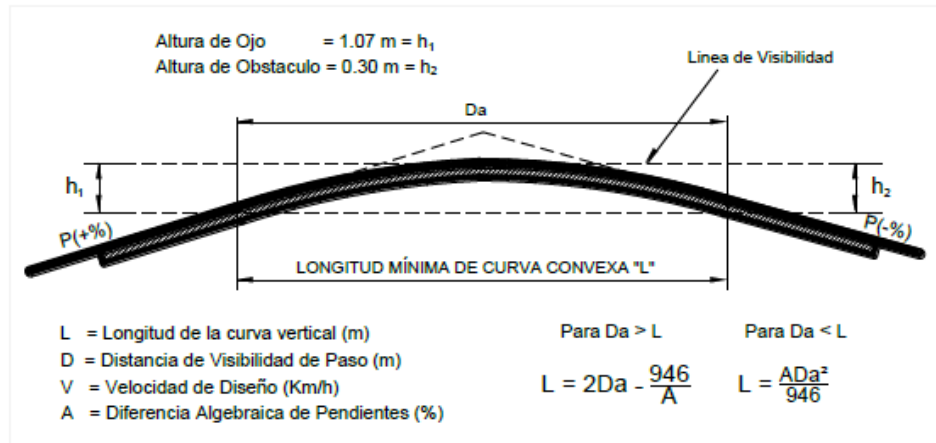
$$L = 2 \cdot 82.41 - \frac{200 \cdot (\sqrt{1.07} + \sqrt{0.15})^2}{2.93}$$

$$L = 26.86 \text{ m}$$

4.4.7.2. Distancia de Visibilidad de Adelantamiento en Curvas Cóncavas

Para determinar la distancia de visibilidad de adelantamiento (D_a) en curvas convexas la norma nos muestra la siguiente figura.

Figura 4-12 Longitud Mínima para Curvas Verticales Convexas con Distancia de Visibilidad de Paso o Adelantamiento



Fuente: DG-2018

- Cuando $D_a < L$

$$L = \frac{A \cdot (D_a)^2}{946} \quad (4.16)$$

Donde, para todos los casos:

L : Longitud de la curva vertical (m)
 D_a : Distancia de visibilidad de adelantamiento (m)
 A : Diferencia algebraica de pendientes (%)

Calculamos para la CURVA V1:

$A = 2.93$; $D_a = 290$ m

Reemplazaremos los datos anteriores en la ecuación (4.16) y obtenemos el L:

$$L = \frac{2.93 \cdot (290)^2}{946}$$

$$L = 260.48 \text{ m}$$

- Cuando $D_a > L$

$$L = 2 \cdot D_a - \frac{946}{A}$$

$$L = 2 \cdot 290 - \frac{946}{2.93}$$

$$L = 257.13 \text{ m}$$

Cuadro resumen de los cálculos de Dp y Da para nuestro proyecto:

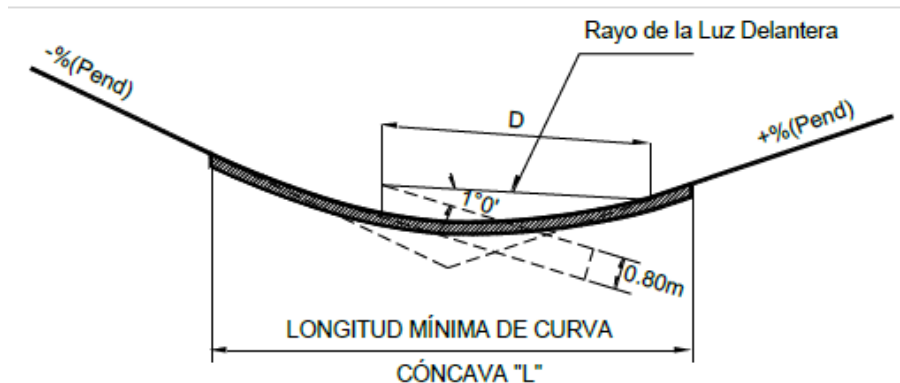
N°	Progresiva	s1	s2	A	Dp1	Dp2	Da	Criterio DP - Convexa						
								Dp1>L	Dp1<L	Dp2>L	Dp2<L	Da<L	Da>L	L min
1	0+286.030	5.78%	2.85%	2.93	82.41	77.89	290	26.9	49.2	17.8	44.0	260.5	257.1	261.00
3	1+303.355	5.11%	3.99%	1.12	81.30	79.55	290	198.3	18.3	201.8	17.5	99.6	264.6	265.00
5	2+288.282	5.16%	2.52%	2.64	81.38	77.43	290	9.6	43.3	1.7	39.2	234.7	221.7	235.00

Fuente: Elaboración Propia

4.4.8. Cálculo de Curvas Cóncavas

La norma nos muestra la curva vertical cóncava en la siguiente figura:

Figura 4-13 Longitud Mínima de Curvas Verticales Cóncavas



Fuente: DG-2018

- Cuando $Dp > L$

$$L = 2 \cdot Dp - \left(\frac{120 + 3.5 \cdot Dp}{A} \right) \quad (4.17)$$

Cálculo para la CURVA V2 con los datos de esta curva:

S1= 2.85% , S2= 5.11% ; A= 2.26 ; Dp= 77.89 m

Reemplazando en la fórmula (4.17):

$$L = 17.94 \text{ m}$$

- Cuando $Dp < L$

$$L = \frac{A \cdot Dp^2}{120 + 3.5 \cdot Dp} \quad (4.18)$$

Reemplazando en la fórmula (4.18):

$$L = 34.92 \text{ m}$$

- Efectos Gravitacionales

$$L = \frac{A \cdot V^2}{395} \quad (4.19)$$

Donde:

V: Velocidad de proyecto (km/h)

L: Longitud de la curva vertical (m)

A: Diferencia algebraica de pendientes (%)

Reemplazando para la CURVA V2:

$$L = \frac{2.26 \cdot 60^2}{395}$$

$$L = 20.60 \text{ m}$$

Cuadro resumen con los cálculos de las distancias mínimas para curvas verticales cóncavas:

Tabla 4-22 Cálculo de las Distancias Mínimas para Curvas Cóncavas

N°	Progresiva	s1	s2	A	Da	Dp1	Dp2	Criterio DP - Cóncava					
								Dp1 > L	Dp1 < L	Dp2 > L	Dp2 < L	F. Centrifuga	L min
2	0+707.295	2.85%	5.11%	2.26	290	77.89	81.30	17.94	34.92	16.40	36.92	20.60	37.00
4	1+822.568	3.99%	5.16%	1.17	290	79.55	81.38	181.43	18.58	183.25	19.14	10.66	185.00
6	2+839.020	2.52%	4.36%	1.84	290	77.43	80.11	57.64	28.22	57.38	29.49	16.77	58.00

Fuente: Elaboración Propia

Para las curvas 2 y 6 tomaremos una distancia mínima de 60 metros ($D_{min} \geq$ Velocidad de diseño).

4.5. DISEÑO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL

La sección transversal es la representación en perfil de la carretera el cual los podemos ver cuando hacemos un corte perpendicular en el plano horizontal donde podemos ver los elementos que la conforman, carpeta asfáltica, base, sub base, sub rasante, bermas, cunetas, taludes, bombeo de la calzada y de la berma, etc.

4.5.1. Calzada o Superficie de Rodadura

El ancho de la calzada se dividirá en 2 carriles cada uno de 3.60 m

4.5.1.1. Ancho de la Calzada

La DG 2018 nos da una tabla donde conociendo previamente la velocidad de diseño y la clasificación de la carretera podemos hallar el ancho mínimo de la calzada en tangente.

Tabla 4-23 Cálculo del Ancho Mínimo de la Calzada

Clasificación	Autopista								Carretera				Carretera				Carretera			
	> 6,000				6,000 - 4,001				4,000-2.001				2,000-400				< 400			
Tipo	Primera Clase				Segunda Clase				Primera Clase				Segunda Clase				Tercera Clase			
Orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30km/h																			5.00	6.00
40 km/h																	6.60	6.60	6.60	5.00
50 km/h											7.20	7.20			6.60	6.60	6.60	6.60	5.00	
60 km/h					7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60	6.60	6.60	6.60		
70 km/h			7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20			6.60	6.60		
80 km/h	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20					6.60	6.60
90 km/h	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20	7.20		7.20	7.20			7.20						6.60	6.60
100 km/h	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20	7.20		7.20				7.20							
110 km/h	7.20	7.20			7.20															
120 km/h	7.20	7.20			7.20															
130 km/h	7.20																			

Fuente: DG-2018

4.5.2. Berma

Las bermas mejoran las condiciones de funcionamiento de la carretera en cuanto a disminuir el tráfico y con esto una mayor seguridad también puede ser usado como zonas para detenciones ocasionales y/o como zona de seguridad para maniobras de emergencia.

4.5.2.1. Ancho de Berma

En la siguiente tabla podemos establecer el ancho de la berma en función de la velocidad de diseño y el tipo de vía.

Tabla 4-24 Cálculo del Ancho de Berma

Clasificación	Autopista								Carretera				Carretera				Carretera						
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400						
	Primera clase		Segunda clase		Primera clase		Segunda clase		Primera clase		Segunda clase		Tercera Clase		Tercera Clase		Tercera Clase						
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4			
Velocidad de diseño: 30 km/h																				0.50	0.50		
40 km/h																				1.20	0.90	0.50	
50 km/h																				1.20	1.20	0.90	0.50
60 km/h																				1.20	1.20	1.20	0.90
70 km/h				3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20		
80 km/h	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00					1.20	1.20			
90 km/h	3.00	3.00	3.00		3.00	3.00	3.00		3.00	3.00			2.00						1.20	1.20			
100 km/h	3.00	3.00	3.00		3.00	3.00	3.00		3.00				2.00										
110 km/h	3.00	3.00			3.00																		
120 km/h	3.00	3.00			3.00																		
130 km/h	3.00																						

Fuente: DG-2018

4.5.2.2. **Inclinación de la Berma**

Le daremos una inclinación de berma indicada en la siguiente tabla.

Tabla 4-25 Inclinación Transversal de la Berma

	BERMAS SIN REVESTIR Y REVESTIDAS > 1.20 m	BERMAS REVESTIDAS ≤ 1.20 m	PENDIENTE TRANSVERSALES MINIMAS DE LAS BERMAS	
			PENDIENTE NORMAL (PN)	PENDIENTE ESPECIAL
Pav. o Tratamiento			4%	0% (2)
Grava o Afirmado			4% - 6% (1)	
Césped			8%	

1 La utilización de cualquier valor dentro de este rango depende de la de la zona. Se deben utilizar valores cada vez mayores a medida que aumenta la intensidad promedio de las precipitaciones.
 2 Caso especial cuando el peralte de la curva es igual al 8% y la berma es exterior.

CASO ESPECIAL: PLATAFORMA SIN PAVIMENTO	
BOMBEO	PERALTE

(*) Si $Q > p \leq 8 - PN$; $p = PN$ Si $8 - PN < p < 8$; $p = 8 - p$

Fuente: DG-2018

4.5.3. **Bombeo**

Es la inclinación de la calzada que ayuda a evacuar adecuadamente las aguas y se dan de dos tipos:

- A dos aguas, inclinación hacia los bordes a partir del eje de la calzada.
- A una sola agua, donde uno de los bordes de la calzada está por encima del otro.

Tabla 4-26 Cálculo del Bombeo de la Calzada

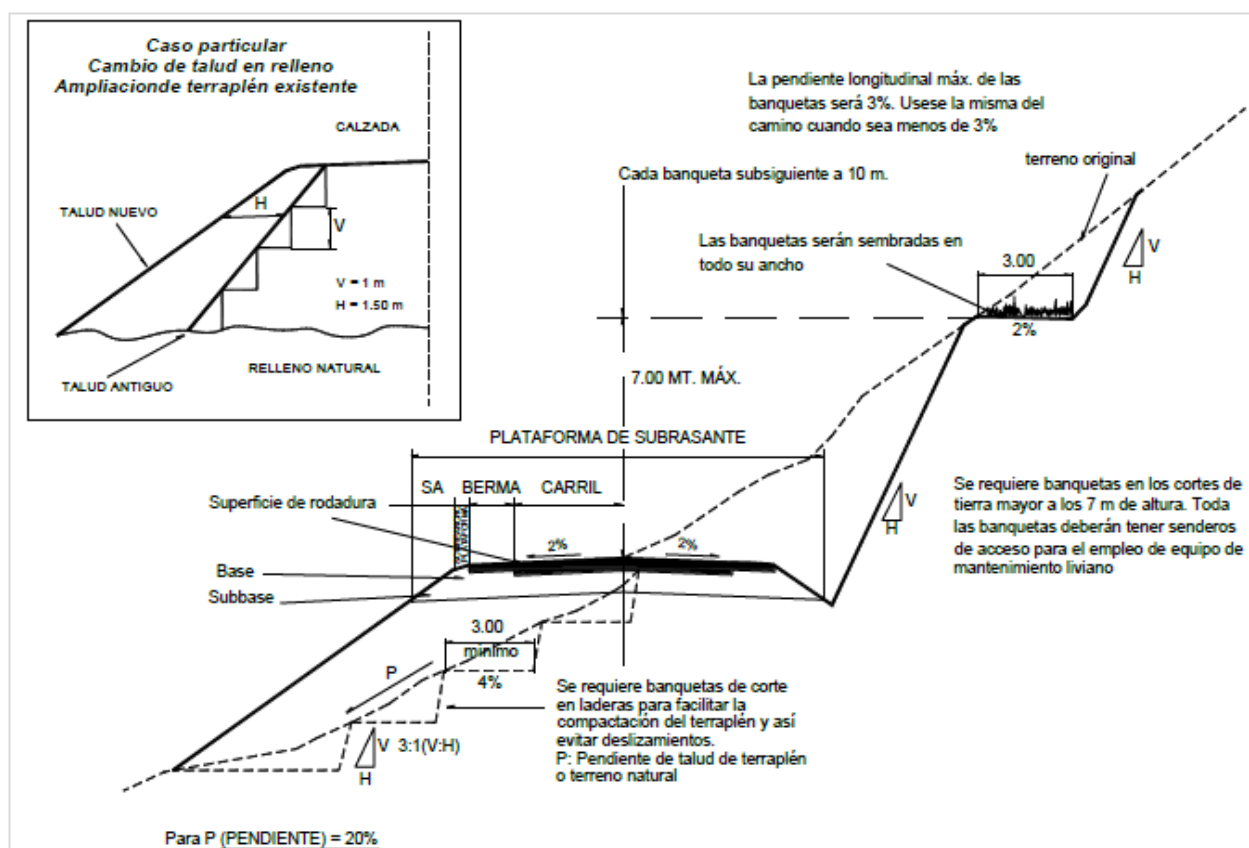
Tipo de Superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación <500 mm/año	Precipitación >500 mm/año
Pavimento asfáltico y/o concreto Portland	2.0	2.5
Tratamiento superficial	2.5	2.5-3.0
Afirmado	3.0-3.5	3.0-4.0

Fuente: DG-2018

4.5.4. Taludes

El talud es la inclinación del terreno lateral de la carretera donde podemos hallar zonas corte y zonas de relleno, vemos a continuación una ilustración de la sección transversal típica.

Figura 4-14 Sección Transversal con Área de Corte y Relleno



Fuente: DG-2018

La siguiente tabla muestra valores referenciales de taludes en zonas de corte:

Tabla 4-27 Valores para Taludes en Zonas de Corte

Clasificación de materiales de corte	Roca fija	Roca suelta	Material			
			Grava	Limo arcilloso o arcilla	Arenas	
Altura de corte	<5 m	1:10	1:6-1:4	1:1 - 1:3	1:1	2:1
	5-10 m	1:10	1:4-1:2	1:1	1:1	*
	>10 m	1:8	1:2	*	*	*

Fuente: DG-2018

La siguiente tabla muestra valores referenciales de taludes en zonas de relleno:

Tabla 4-28 Valores para Taludes en Zonas de Relleno

Materiales	Talud (V:H)		
	Altura (m)		
	<5	5-10	>10
Gravas, limo arenoso y arcilla	1:1.5	1:1.75	1:2
Arena	1:2	1:2.25	1:2.5
Enrocado	1:1	1:1.25	1:1.5

Fuente: DG-2018

Nos ayudaremos de la topografía y el estudio de suelos para hallar las pendientes:

Tabla 4-29 Cálculo de Pendientes de Taludes para el Proyecto

PROGRESIVA INICIO	PROGRESIVA FINAL	TIPO DE MATERIAL	TALUD
0+000.00	0+1120.00	Material Suelto	1:1
0+1120.00	0+1700.00	Roca Suelta	1:3
0+1700.00	2+910.00	Roca Suelta	1:3
2+910.00	3+248.00	Roca Suelta	1:3

Fuente: Elaboración Propia

4.6. MOVIMIENTO DE TIERRAS

El cálculo de movimientos de tierras tanto para corte como para relleno se hace a partir de la información de nuestro diseño horizontal, vertical y de secciones transversales. Se calculan los volúmenes utilizando el método de áreas medias, a fin de estimar costos importantes en la etapa de construcción.

Como se aprecia en los planos nuestros cortes están cada 20 metros en tramos rectos y cada 10 metros en tramos curvos y a la vez también hacemos cortes en el tramo inicial y final de cada curva. A partir de las áreas de corte y/o relleno de cada una, se van acumulando los volúmenes y de esta manera obtenemos los volúmenes totales.

4.6.1. Estado de la Subrasante

En base a los estudios de suelos y la morfología del suelo vemos que atraviesa zonas diferentes que varían entre material suelto (depósito fluvial) y roca suelta (formaciones rocosas).

A) Estado Natural

Es el estado in situ del material a cortar.

B) Estado Suelto

El suelo al hacer un proceso de corte o excavación, pierde sus enlaces originales causando en este un aumento de la cantidad de vacíos y por ende aumentado su volumen.

C) Estado Compactado

Es el estado en el cual compactamos el suelo suelto de tal manera que bajamos al máximo la cantidad de vacíos de este.

Tabla 4-30 Pesos Específicos Natural, Suelto y Máximo de la Subrasante

MUESTRA	Yd (kg/cm ³)	Y suelto (kg/cm ³)	Yd máx (kg/cm ³)
C1	1.26	1.11	1.47
C2	1.53	1.31	1.78
C3	1.72	1.39	1.90
C4	1.80	1.36	1.95

Fuente: Elaboración propia

4.6.2. Factor de Esponjamiento y Consolidación

De los datos anteriores calcularemos el factor de esponjamiento y el factor de consolidación.

A) Factor de Esponjamiento:

Es la relación entre el peso específico natural y el peso específico suelto. Se considera para el cálculo del transporte de material.

B) Factor de Consolidación:

Es la relación entre el peso específico suelto y el peso específico máximo. Se considera para poder calcular la cantidad de material necesaria para el relleno ya que al compactar disminuye los vacíos ocasionando una disminución en el volumen.

Tabla 4-31 Factor de Esponjamiento y Consolidación

MUESTRA	FACTOR DE ESPONJAMIENTO	FACTOR DE CONSOLIDACIÓN
C1	1.14	0.76
C2	1.17	0.74
C3	1.24	0.73
C4	1.32	0.70

FUENTE: Elaboración propia

4.6.3. Cálculo de Volúmenes

Se presenta el área de corte y relleno y aplicando el método de las áreas medias se calculan los volúmenes de corte y de relleno como lo presenta la siguiente fórmula:

$$V_c = \left(\frac{Ac_1 + Ac_2}{2} \right) * D \quad (4.20)$$

$$V_r = \left(\frac{Ar_1 + Ar_2}{2} \right) * D \quad (4.21)$$

Dónde:

Ac: Área de Corte

Ar: Área de relleno

D: Distancia entre las secciones

V: Volumen en m³

Para cada volumen de relleno se le multiplica por el índice de compactación o consolidación dependiendo este del tipo de material. A este volumen nuevo se le llamará volumen de relleno compactado y se le asignará un signo negativo por ser un volumen a colocar o si se necesita trasladar material desde una cantera. En cambio, al volumen de corte se le asignará un signo positivo por ser excedente.

En la siguiente tabla mostramos los volúmenes de corte y relleno:

Tabla 4-32 Cálculo Resumen de Volúmenes de Corte y Relleno

VOLÚMENES DE MOVIMIENTO DE TIERRA		
Corte en material Suelto	6152.08	m ³
Corte en roca suelta	90274.23	m ³
Total corte	96426.31	m ³
Relleno con material propio	82277.84	m ³
Total relleno	82277.84	m ³

Fuente: Elaboración propia

4.6.4. Diagrama de Masas

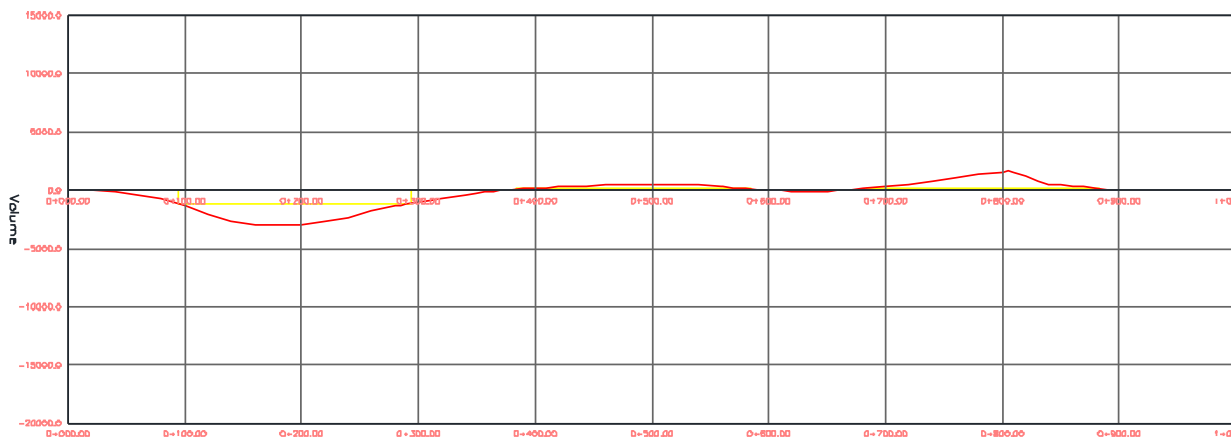
El diagrama de masas es la representación gráfica de la variación del movimiento de tierras a lo largo del proyecto, que tiene por finalidad de lograr la mejor compensación longitudinal de volúmenes en cada sector.

En las Figuras 4-15, 4-16 y 4-17 donde mostramos las líneas de distribución, el material de corte será positivo (+) y el volumen de relleno será (-).

- El valor de cualquier punto de la ordenada, representará el volumen de corte acumulado hasta ese punto menos el volumen de relleno también acumulado hasta ese punto.
- En el diagrama de masas la parte ascendente define una zona de corte y la parte descendente define una zona de relleno.
- Los volúmenes de corte y de relleno serán iguales de inicio a fin de la curva cuando este se encuentre sobre la línea base. Podemos trazar una línea horizontal y esta marcará puntos consecutivos donde habrá compensación entre estos dos puntos que llamaremos sección de compensación.

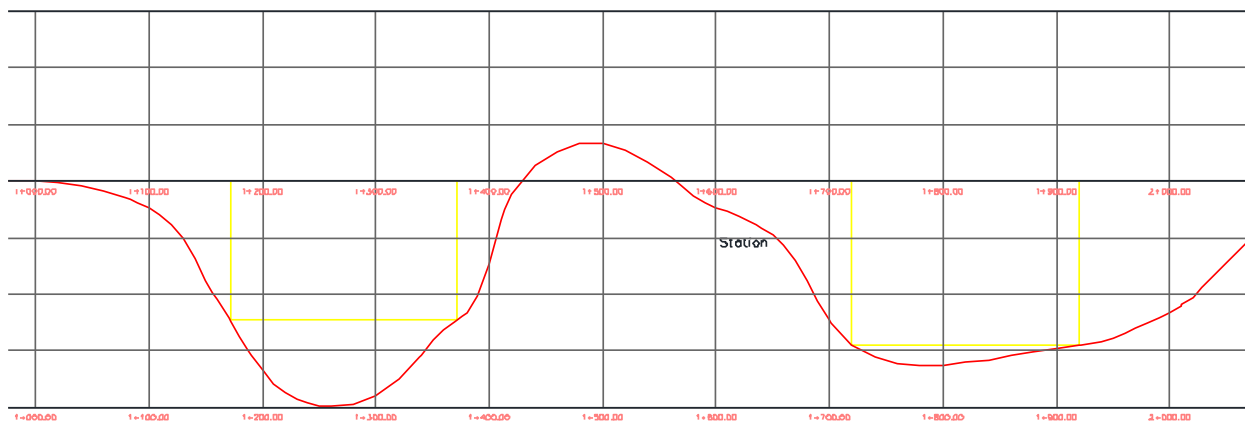
- Los puntos de inflexión máximos de la curva masa indican un cambio de corte a relleno en el terreno y los puntos de inflexión mínimos de la curva indican un cambio de relleno del terreno a corte del mismo.
- Cuando la curva masa este por encima de una línea que represente una sección de compensación el traslado del material debe hacerse de izquierda a derecha (hacia adelante), y cuando la curva masa este por debajo el transporte de material debe hacerse de derecha a izquierda (hacia atrás).
- Para el primer tramo se tiene poco volumen de material de excavación y de relleno ya que no hay mucha diferencia entre ellos.
- El volumen de relleno necesario para el tramo 2 debe ser tomado de los volúmenes de corte del tramo 3 ya que tenemos un material de corte que excede al de relleno eso se ve sobre todo en el tramo 3.
- El volumen excedente del último tramo debe ser llevado al DME (depósito de material excedente), ya que no es necesario emplearlo en los tramos anteriores.

Figura 4-15 Diagrama de masas de la progresiva 0+000.00 a la progresiva 1+000.00



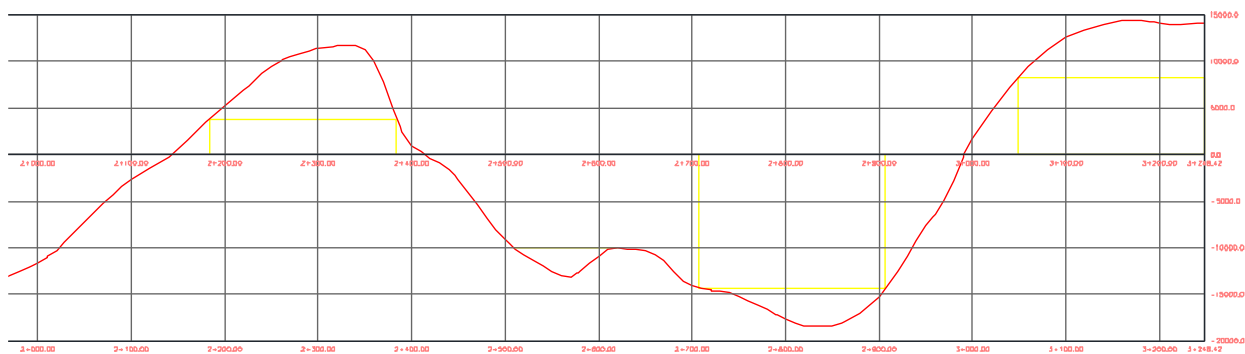
Fuente: Elaboración propia

Figura 4-16 Diagrama de masas de la progresiva 1+000.00 a la progresiva 2+000.00



Fuente: Elaboración propia

Figura 4-17 Diagrama de masas de la progresiva 2+000.00 a la progresiva 3+248.42



Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO V: DISEÑO DE PAVIMENTO

5.1. ESTUDIOS DE CANTERAS

Las canteras son depósitos de material que es adecuado para ser usado como agregado para varios tipos de construcciones en nuestro caso carretera, es importante determinar la calidad de estos agregados que se emplearán en el proyecto y para eso existen una serie de ensayos que se realizan en laboratorio que determinan si el material es bueno o no para ser usado, existen también parámetros límite tanto para sub-base granular, base granular y carpeta asfáltica que se encuentran en las normas MTC y ASTM.

5.1.1. Fuente de Agregado

Se realizó un estudio de campo en el cual se ubicaron una serie de canteras que podrían ser utilizadas en nuestro estudio, se identificaron 3 canteras cercanas al proyecto: cantera Chiguata(Chiguata), cantera la Bedoya(Chiguata) y cantera Agua Salada(Chiguata), pero los factores que influyeron en la selección de la cantera Chiguata para ser usado en Base y Carpeta Asfáltica, fueron en primer lugar la distancia al proyecto y en segundo que al hacer una consulta a las empresas que extraían el material y a los pobladores del lugar indicaron que la que más cualidades y calidad de agregado tenía era la de Chiguata con sus agregados pétreos triturados, así como permiso de explotación de la Municipalidad de Chiguata.

5.1.2. Descripción de Cantera

Ubicación: La cantera Chiguata se encuentra en el distrito de Chiguata con coordenadas Norte: 8185091.00 m, Este: 240201.00 m zona 19K, y altura 2815 m.s.n.m.

Figura 5-1 Ubicación y área de explotación cantera Chiguata



Clasificación:

Según su origen: Cantera de roca o peña.

Según su tipo de explotación: Cantera a cielo abierto.

Según el material a explotar: Cantera de materiales no consolidados, agregados.

Método de extracción empleado: Extracción mecánica

Producción de Cantera:

Piedra chancada: ½”, ¾”, 1”, ¼”, 2” 100 m³/día

Arena fina y grueso 100 m³/día

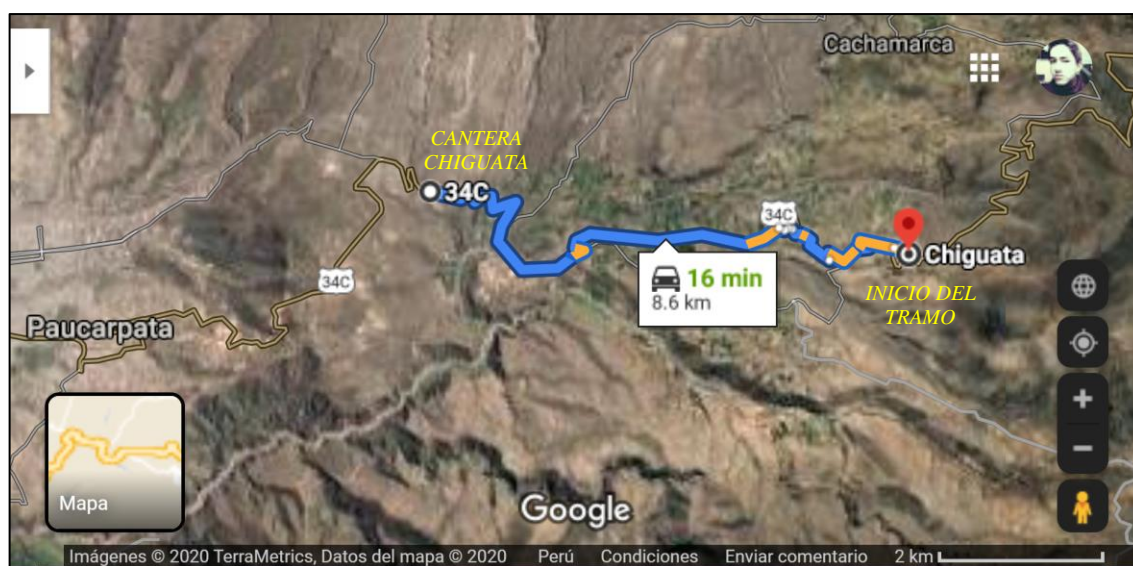
5.1.3. Volumen y Área de Explotación

En la Figura 5-1, se aprecia el área de explotación que es de 23110 m² con una altura promedio de 9 metros, el volumen lo consideraremos con altura de 8 metros por el desbroce de material orgánico. El volumen estimado es de 184880 m³, lo que cubre en totalidad el volumen de base y carpeta que es de base: 9427 m³ y carpeta: 4361 m³.

5.1.4. Transporte del Agregado

El acceso a la zona del proyecto se da en el punto inicial de nuestro tramo por la ruta PE 34C asfaltada, tenemos una distancia a la cantera de 8.6 km, y un tiempo de viaje estimado de 16 minutos por lo tanto esta cantera es ideal para usarse tanto para base y carpeta asfáltica.

Figura 5-2 Distancia Promedio y Recorrido Cantera-Proyecto



5.1.5. Evaluación del material

Los ensayos se realizan dependiendo el uso que se le dé al agregado y así se determina realmente su calidad. Todos los ensayos fueron realizados por los tesisistas en el laboratorio Roberto Cáceres Flores S.R.L. siendo los siguientes los resultados:

5.1.5.1. Para Base Granular

Las funciones de la base granular son disipar y transmitir los esfuerzos de la carpeta asfáltica a la subbase, también drenar el agua que se filtre a través de la carpeta e impedir que el agua de capas inferiores suba por capilaridad y afecte a la carpeta, para la base se tienen que cumplir los requisitos que se encuentra en la EG-2013 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

a. Granulometría para Base

Tabla 5-1 Requerimientos Granulométricos para Base Granular

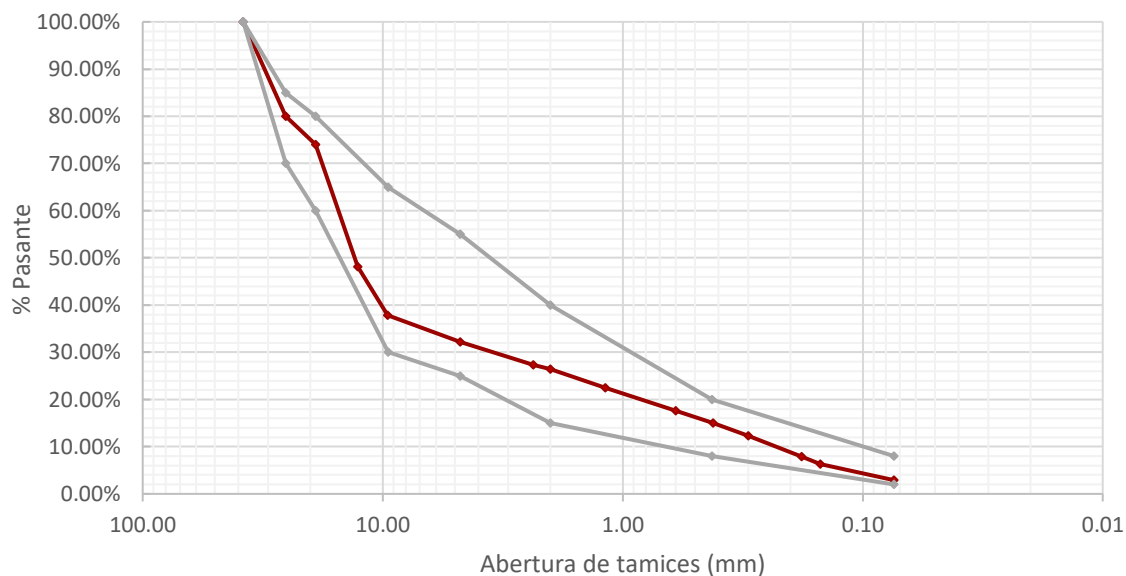
Tamiz	Porcentaje que pasa en peso			
	Gradación A	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm. (2")	100	100		
25 mm. (1")		75-95	100	100
9,5 mm. ($\frac{3}{8}$ ")	30-65	40-75	50-85	60-100
4,75 mm. (N.º 4)	25-55	30-60	35-65	50-85
2,0 mm. (N.º 10)	15-40	20-45	25-50	40-70
425 μ m. (N.º 40)	8-20	15-30	15-30	25-45
75 μ m. (N.º 200)	2-8	5-15	5-15	8-15

Fuente: EG-2013, ASTM D 1241

Para nuestro proyecto se debe adaptar a la Gradación A ya que está a una altitud mayor a 3000 m.s.n.m. la granulometría del proyecto se encuentra en los anexos siendo la proporción:

Ag. Fino	= 35%
Ag Grueso $\frac{3}{4}$ "	= 45%
Ag Grueso (>1")	= 20%

Figura 5-3 Diseño de mezcla para la Gradación A



Fuente: Elaboración Propia

b. Agregado Grueso

Tabla 5-2 Requerimientos de Agregado Grueso para Base Granular

Ensayo	Norma MTC	Norma ASTM	Norma AASHTO	Requerimientos Altitud	
				< 3.000 msnm	≥ 3.000 msnm
Partículas con una cara fracturada	MTC E 210	D 5821		80% mín.	80% mín.
Partículas con dos caras fracturadas	MTC E 210	D 5821		40% mín.	50% mín.
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	C 131	T 96	40% máx.	40% máx.
Partículas chatas y alargadas (1)		D 4791		15% máx.	15% máx.
Sales solubles totales	MTC E 219	D 1888		0,5% máx.	0,5% máx.
Durabilidad al sulfato de magnesio	MTC E 209	C 88	T 104		18% máx.

Fuente: EG-2013

Tabla 5-3 Resultados de laboratorio para Agregado Grueso Base-Cantera Chiguata

ENSAYO	CANTERA CHIGUATA	REQUERIMIENTO >3000 msnm	CONDICIÓN
Partícula C/Una Cara Fracturada	95.23%	80% mín.	OK

Partícula C/Dos Caras Fracturadas	88.92%	50% mín.	OK
Abrasión de los Ángeles	28.91%	40% máx.	OK
Partículas Chatas y Alargadas	2.98%	15% máx.	OK
Sales Solubles	0.27%	0,5% máx.	OK
Durabilidad al Sulfato de Magnesio	3.33%	18% máx.	OK

Fuente: Elaboración Propia

c. Agregado Fino

Tabla 5-4 Requerimientos de Agregado Fino para Base Granular

Ensayo	Norma	Requerimientos Altitud	
		<3.000 msnm	≥3.000 msnm
Índice plástico	MTC E 111	4% máx.	2% mín.
Equivalente de arena	MTC E 114	35% mín.	45% mín.
Sales solubles	MTC E 219	0,5% máx.	0,5% máx.
Durabilidad al sulfato de magnesio	MTC E 209	-----	15%

Fuente: EG-2013

Tabla 5-5 Resultados de laboratorio para Agregado Fino Base-Cantera Chiguata

ENSAYO	CANTERA CHIGUATA	REQUERIMIENTO >3000 msnm	CONDICIÓN
Índice Plástico	NP	2% máx.	OK
Equivalente de Arena	93.00%	45% mín.	OK
Sales Solubles	0.32%	0,5% máx.	OK
Durabilidad al Sulfato de Magnesio	2.10%	15% máx.	OK

Fuente: Elaboración Propia

d. California Bearing Ratio

Tabla 5-6 Requerimientos de CBR para Base

Valor Relativo de Soporte, CBR (1)	Tráfico en ejes equivalentes (10^6)	Mín. 80%
	Tráfico en ejes equivalentes (>math>10^6</math>)	Mín. 100%

Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de Carga de 0.1''

Fuente: EG-2013

Se debe compactar la base para reducir los vacíos lo máximo posible y con eso alcanzar su máxima densidad, esto garantiza el rendimiento, para esto el ensayo que se realiza es el California Bearing Ratio (CBR) el de nuestra base es: 119.95% al 100% a una penetración de carga de 0.1”.

5.1.5.2. *Para Carpeta Asfáltica*

La carpeta asfáltica es la capa que está directamente en contacto con los neumáticos de los vehículos y el medio, cumple función de resistencia porque es la que soporta directamente las cargas y transmite los esfuerzos, la función de superficie de rodamiento debe otorgar comodidad y la función de impermeabilidad, permitir que el agua de precipitaciones o algún otro evento no comprometa las demás capas.

a. *Granulometría para Carpeta*

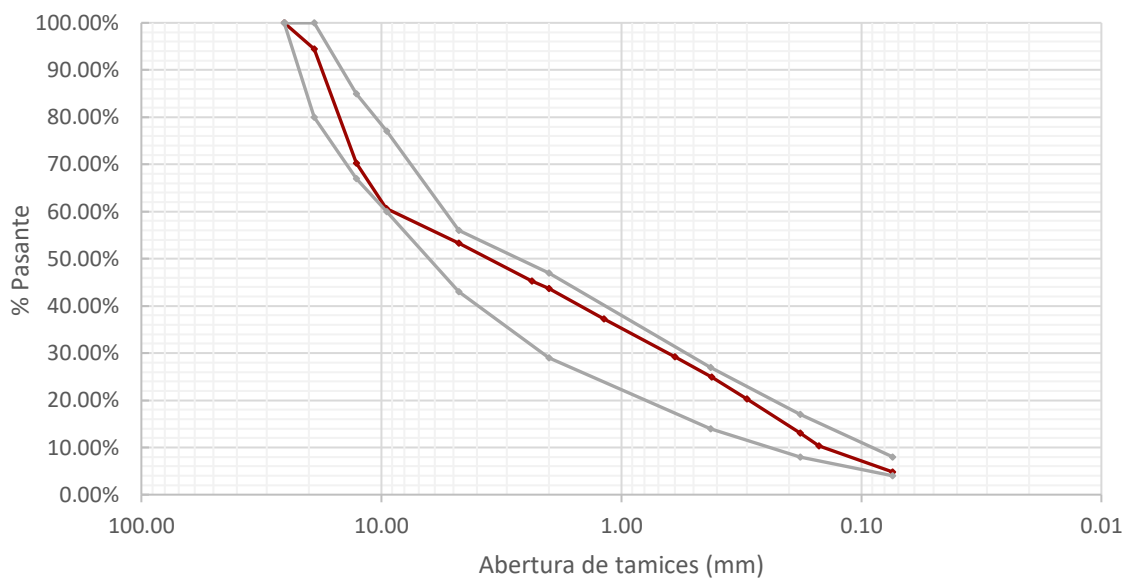
Tabla 5-7 Requerimientos de Granulometría para Carpeta Asfáltica

Tamiz	Porcentaje que pasa		
	MAC -1	MAC-2	MAC-3
25,0 mm (1")	100		
19,0 mm (3/4")	80-100	100	
12,5 mm (1/2")	67-85	80-100	
9,5 mm (3/8")	60-77	70-88	100
4,75 mm (N.° 4)	43-54	51-68	65-87
2,00 mm (N.° 10)	29-45	38-52	43-61
425 µm (N.° 40)	14-25	17-28	16-29
180 µm (N.° 80)	8-17	8-17	9-19
75 µm (N.° 200)	4-8	4-8	5-10

Fuente: EG-2013

Para este estudio se requiere la gradación MAC-1, para esto se hace una combinación de los agregados que encontramos en la cantera y están especificados en los anexos, donde se tiene la proporción de 42% de agregado grueso y 58% de agregado fino.

Figura 5-4 Diseño de mezcla para la gradación MAC-1



Fuente: Elaboración propia

b. Agregado Grueso

Tabla 5-8 Requerimientos de ensayos para Agregado Grueso Carpeta Asfáltica

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		Altitud (msnm)	
		≤3.000	>3.000
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)	MTC E 209	18% máx.	15% máx.
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	40% máx.	35% máx.
Adherencia	MTC E 517	+95	+95
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35% mín.	35% mín.
Partículas chatas y alargadas	ASTM 4791	10% máx.	10% máx.
Caras fracturadas	MTC E 210	85/50	90/70
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0,5% máx.	0,5% máx.
Absorción *	MTC E 206	1,0% máx.	1,0% máx.

Fuente: EG-2013

Tabla 5-9 Resultados de laboratorio para Agregado Grueso Carpeta-Cantera Chiguata

ENSAYO	CANTERA CHIGUATA	REQUERIMIENTO >3000 msnm	CONDICIÓN
Durabilidad al Sulfato de Magnesio	3.33%	15% máx.	OK
Abrasión de los Ángeles	28.91%	35% máx.	OK
Adherencia	-	95	OK
Índice de Durabilidad	-	35% mín.	OK
Partículas Chatas y Alargadas	2.98%	10% máx.	OK
Partícula C/Una Cara Fracturada	95.23%	90% mín.	OK
Partícula C/Dos Caras Fracturadas	88.92%	70% mín.	OK
Sales Solubles	0.27%	0,5% máx.	OK
Absorción	2.14%	1,0% máx.	Excepción

Fuente: Elaboración Propia

c. Agregado Fino

Tabla 5-10 Requerimientos de ensayos para Agregado Fino Carpeta Asfáltica

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		Altitud (m.s.n.m.)	
		≤ 3.000	> 3.000
Equivalente de Arena	MTC E 114	60	70
Angularidad del agregado fino	MTC E 222	30	40
Azul de metileno	AASTHO TP 57	8 máx.	8 máx.
Índice de Plasticidad (malla N.º 40)	MTC E 111	NP	NP
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)	MTC E 209	-	18% máx.
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35 mín.	35 mín.
Índice de Plasticidad (malla N.º 200)	MTC E 111	4 máx.	NP
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0,5% máx.	0,5% máx.
Absorción* *	MTC E 205	0,5% máx.	0,5% máx.

Fuente: EG-2013

Tabla 5-11 Resultados de laboratorio para Agregado Fino Carpeta-Cantera Chiguata

ENSAYO	CANTERA CHIGUATA	REQUERIMIENTO >3000 msnm	CONDICIÓN
Equivalente de Arena	93.00%	70% mín.	OK
Durabilidad al Sulfato de Magnesio	2.10%	18% máx.	OK
Índice Plástico	NP	NP	OK
Sales Solubles	0.32%	0,5% máx.	OK
Absorción	3.50%	1,0% máx.	Excepción

Fuente: Elaboración Propia

La norma nos indica que se puede hacer una excepción para la absorción si se garantizan las propiedades de durabilidad de la mezcla.

5.1.5.3. *Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente*

Para garantizar la calidad de la mezcla se deben tener en cuenta una serie de parámetros, y tener las siguientes características:

- **ESTABILIDAD:** Capacidad de una mezcla para resistir deformaciones provocadas por las cargas impuestas.
- **DURABILIDAD:** Propiedad de la mezcla asfáltica que indica su capacidad de resistir la desintegración debida al tránsito y clima.
- **FLEXIBILIDAD:** Capacidad de una mezcla asfáltica de adaptarse a asentamientos graduales y movimientos en la base y la subrasante.
- **RESISTENCIA A LA FATIGA:** Capacidad del pavimento asfáltico de soportar flexiones repetidas causadas por el pasaje de las cargas de ruedas.
- **RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO:** Capacidad de la superficie del pavimento de ofrecer resistencia al resbalamiento o deslizamiento, especialmente cuando está húmeda.
- **IMPERMEABILIDAD:** Resistencia que tiene un pavimento asfáltico al paso del agua y aire dentro o a través del mismo.
- **TRABAJABILIDAD:** Facilidad con la cual las mezclas para pavimentación pueden ser colocadas y compactadas.

Se tienen dos métodos para realizar el diseño de mezcla asfáltica que son: MÉTODO DE MARSHALL Y MÉTODO HVEEM. El método Marshall, es el más usado en el medio, debido a sus características, simplicidad de equipo y sencillez de su técnica operativa (Crespo-1999).

Usaremos el método Marshall para el diseño por ser el más utilizado y por la disponibilidad de equipo de laboratorio para realizar sus ensayos.

a. Asfalto (PETROPERÚ) PEN 120/150

El cemento asfáltico a usar se determina según la temperatura media anual de la zona.

Tabla 5-12 Selección del Tipo de Cemento Asfáltico

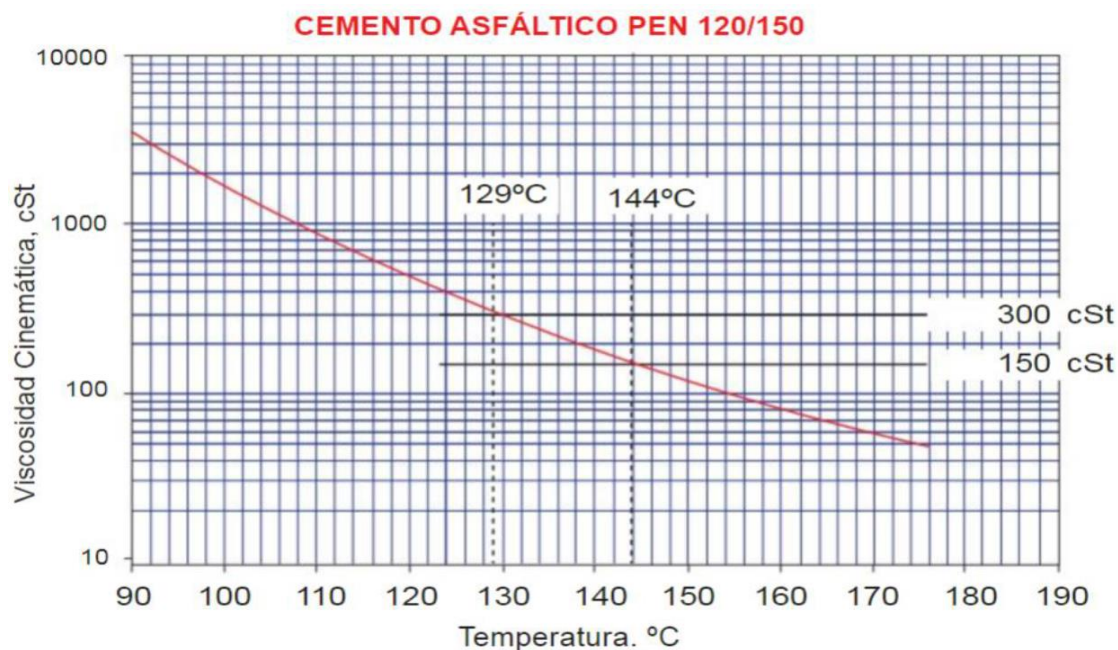
Temperatura Media Anual			
24°C o más	24°C - 15°C	15°C - 5°C	Menos de 5°C
40-50 ó 60-70 o modificado	60-70	85-100 120-150	Asfalto Modificado

Fuente: EG-2013

En nuestro caso se usó el de PEN 120/150, por ser nuestra temperatura media anual de 13.1 °C y este es recomendado para climas fríos, de este se nos proporciona una gravedad específica a 15.6 °C de 1.01-1.03 g/cm³ aprox.

PETROPERÚ recomienda una temperatura de mezclado para garantizar buenas propiedades de ligante, relacionado con la viscosidad.

Tabla 5-13 Temperatura óptima de mezclado y compactación del Asfalto PEN 120/150



Fuente: Asfaltos Petroperú

b. Determinación del contenido de asfalto por el método del Instituto del Asfalto (USA)

Se calcula en base a la granulometría del agregado y se da en porcentaje con respecto al peso de la mezcla:

$$P=0.035a+0.0045b+kc+K \quad (5.1)$$

Donde:

P = Porcentaje de cemento asfáltico respecto al peso de la mezcla

a = Porcentaje de agregado retenido en el tamiz N° 10

b = Porcentaje de agregado que pasa sobre el tamiz N° 10 y se retiene en el tamiz N° 200

c = Porcentaje de agregado que pasa sobre el tamiz N° 200

k = Toma los siguientes valores:

0.20 Cuando el porcentaje de agregado que pasa sobre el tamiz N° 200 varía del 11% al 15%

0.18 Cuando el porcentaje de agregado que pasa sobre el tamiz N° 200 varía del 06% al 10%

0.15 Cuando el porcentaje de agregado que pasa sobre el tamiz N° 200 es menos del 05%

K = Varía de 0 a 2, dependiendo del grado de absorción de los pétreos.

Alta absorción: K = 2

Calculando el contenido óptimo de asfalto para nuestro proyecto nos da 5% por lo que comenzaremos con ese porcentaje para el ensayo de MARSHALL.

c. Ensayo Marshall

El objetivo es determinar el porcentaje óptimo de asfalto para eso se determinaron las siguientes curvas que muestran el comportamiento de la mezcla asfáltica cuyos datos y desarrollo se encuentran en los anexos:

- Contenido de Asfalto-Densidad
- Contenido de Asfalto-Estabilidad
- Contenido de Asfalto-Flujo
- Contenido de Asfalto-Porcentaje de Vacíos (VTM)
- Contenido de Asfalto-Porcentaje de Vacíos del agregado mineral (VMA)
- Contenido de Asfalto-Porcentaje de Vacíos llenos de asfalto (VFA)

La norma establece parámetros que debe cumplir la mezcla asfáltica, con algunas excepciones y recomendaciones:

Tabla 5-14 Requisitos para mezcla de Concreto Bituminoso

Parámetro de Diseño	Clase de Mezcla		
	A	B	C
Marshall MTC E 504			
1. Compactación, número de golpes por lado	75	50	35
2. Estabilidad (mínimo)	8,15 kN	5,44 kN	4,53 kN
3. Flujo 0,01" (0,25 mm)	8-14	8-16	8-20
4. Porcentaje de vacíos con aire (1) (MTC E 505)	3-5	3-5	3-5
5. Vacíos en el agregado mineral	<u>Ver Tabla 423-10</u>		
Inmersión – Compresión (MTC E 518)			
1. Resistencia a la compresión Mpa mín.	2,1	2,1	1,4
2. Resistencia retenida % (mín.)	75	75	75
Relación Polvo – Asfalto (2)	0,6-1,3	0,6-1,3	0,6-1,3
Relación Estabilidad/flujo (kg/cm) (3)	1.700-4.000		
Resistencia conservada en la prueba de tracción indirecta AASHTO T 283	80 Mín.		

Fuente: EG-2013

Nuestra clase de mezcla es A, para la interpretación de los resultados y selección del contenido óptimo de asfalto, el Instituto del Asfalto tiene un método el cual consiste en promediar los valores de: Contenido de asfalto en la estabilidad máxima, Contenido de asfalto en la densidad máxima y Contenido de asfalto en el punto medio del rango de volúmenes (4% normalmente).

Con el método nos resulta un contenido óptimo de asfalto de 5.10% pero no es el que usaremos realmente ya que no cumple con la especificación y por recomendación de la EG-2013 Pág. 575, para climas fríos superiores a 3000 m.s.n.m. se debe proporcionar una mezcla rica en asfalto superior a 6% y tratar de lograr vacíos del agregado mineral del 15%, es por esto que nuestro contenido óptimo de asfalto es de 6.50% obtenido cumpliendo los parámetros anteriores mencionados, los resultados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 5-15 Comparación de los Parámetros de Diseño en el Contenido Óptimo de Asfalto

PARÁMETRO DE DISEÑO	CLASE DE MEZCLA	METODOLOGÍA DE DISEÑO	
	A	INSTITUTO DEL ASFALTO	USADO >3000 msnm
Compactación, número de golpes por lado	75		
Estabilidad (mínimo)	8.15kN (1832 lb)	2783.64	2239.87
Flujo 0.01"	8 - 14.	11.65	13.07
Porcentaje de vacíos con aire VTM	3 - 5.	6.07%	4.14%
Vacíos en el agregado mineral VMA	14% mín.	13.92%	14.59%
Relación Polvo / Asfalto Efectivo	0.6 - 1.3	0.94	0.74
Relación Estabilidad/ Flujo (kg/cm)	1.700 - 4000	4301.44	3084.43
Vacíos llenos de asfalto VFA	-	55.65%	72.66%
Densidad de la Mezcla (gr/cm ³)	-	2.21	2.21
Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico	-	5.10%	6.50%

Fuente: Elaboración propia

5.2. DISEÑO DEL PAVIMENTO

Podemos considerar a la estructura del pavimento como un sistema elástico de varias capas. estando caracterizado el material de cada capa por ciertas propiedades físicas, que incluye en estas el módulo de elasticidad, de resiliencia y la relación de Poisson.

El pavimento suele estar bajo la aplicación de una carga de rueda que causa una distribución de esfuerzos. Los esfuerzos verticales máximos son de compresión y suceden directamente debajo de la carga de rueda, Estos disminuyen a medida que profundizan en las capas del pavimento.

También los esfuerzos horizontales máximos se presentan directamente debajo de la rueda de carga, pero pueden ser de tensión y compresión. También la distribución de temperaturas dentro de la estructura del pavimento tiene influencia sobre la magnitud de los esfuerzos.

Diseñaremos el pavimento con el método AASHTO (American Association Of State Highway and Transportation Officials) que, a diferencia de otros métodos, introduce el concepto de

serviciabilidad en el diseño del pavimento como la medida de su capacidad para brindar una superficie lisa y suave al usuario.

5.2.1. Definición de Pavimento

Un pavimento es un elemento estructural monocapa o multicapa de materiales apropiados, comprendida entre la subrasante y la superficie de rodamiento, cuyas principales funciones son las de proporcionar una superficie de rodamiento uniforme, de color y textura apropiados, resistente a la acción de tránsito.

5.2.1.1. Clasificación de los Pavimentos

- **Pavimento Flexible:** formado por una carpeta bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y sub base; no obstante, puede prescindirse de cualquiera de estas capas dependiendo de las necesidades particulares.
- **Pavimentos Semi Rígidos:** este pavimento guarda la misma estructura del pavimento flexible, una de sus capas es rigidizada artificialmente con algún aditivo.
- **Pavimentos Rígidos:** constituidos por una losa de concreto hidráulico, apoyada sobre la sub rasante o sobre una capa de material seleccionado, la cual se denomina sub base del pavimento rígido.
- **Pavimentos Articulado:** la capa de rodadura está compuesta por bloques de concretos prefabricados, llamados adoquines, de espesores uniformes e iguales entre sí, que descansan sobre una capa delgada de arena la cual se apoya sobre una base granular o directamente en la sub rasante.

5.2.1.2. Características de un Pavimento

Un pavimento para cumplir adecuadamente sus funciones debe reunir los siguientes requisitos:

- Ser resistente a la acción de las cargas impuestas por el tránsito.
- Ser resistente ante los agentes de intemperismo.

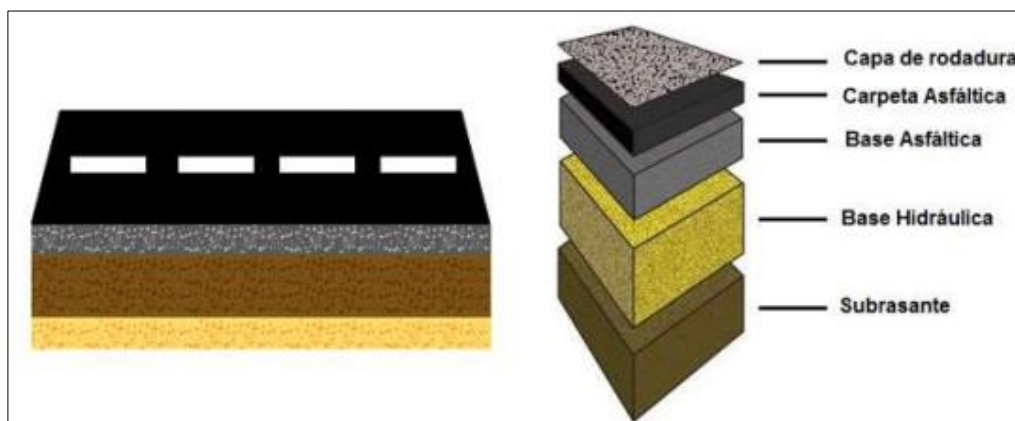
- Presentar una textura superficial adaptada a las velocidades previstas de circulación de los vehículos, por cuanto ella tiene una decisiva influencia en la seguridad vial. Además, debe ser resistente al desgaste producido por el efecto abrasivo de las llantas de los vehículos.
- Debe presentar una regularidad superficial tanto transversal como longitudinal.
- Debe ser durable.
- Presentar Condiciones adecuadas respecto al drenaje.
- El ruido de rodadura producido por el vehículo debe ser moderado
- Debe ser económico

(Ing. Alfonso Montejó Fonseca, 2002)

5.2.1.3. Componentes del Pavimento Flexible

La estructura del pavimento flexible se apoya sobre el terreno de fundación o sub rasante, y está conformado por capas de materiales de diferentes calidades y espesores, que obedecen a un diseño estructura, estas capas son:

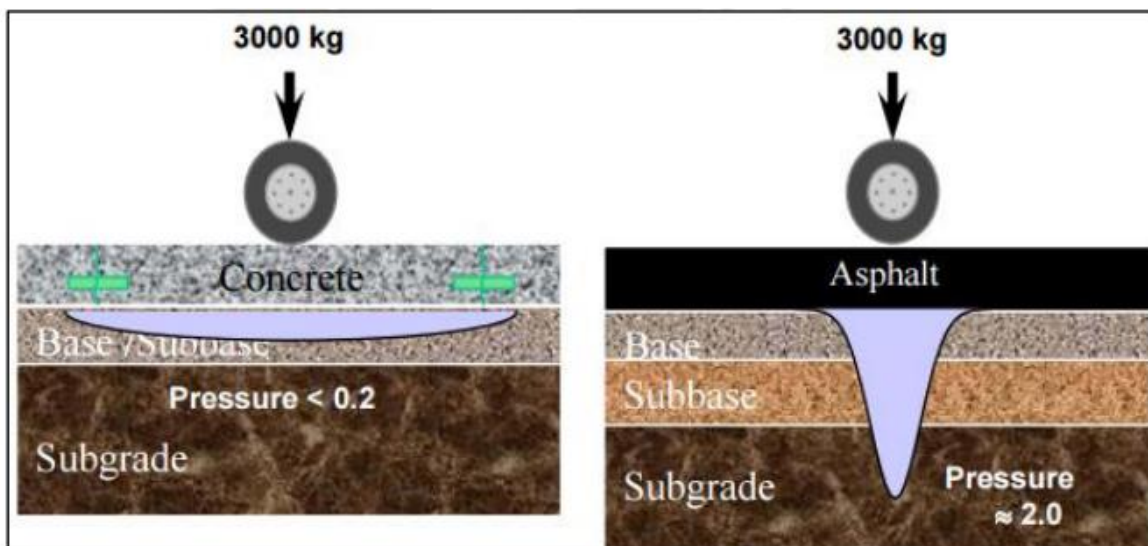
Figura 5-5 Estructura de un Pavimento



- La carpeta asfáltica o capa de rodamiento proporciona una superficie uniforme y estable al tránsito, de textura y color adecuado, que debe resistir los efectos abrasivos provenientes del tránsito y del medio ambiente. Se puede mencionar que la carpeta es una capa muy rígida con valores altos de módulo. El método de diseño AASHTO 1993 considera como parámetro de diseño de la carpeta asfáltico el módulo resiliente, para mezclas asfálticas en caliente estos valores varían de 400,000 a 450,000 psi (28,000 a 32,000 kg/cm²) a 20°C.

- La capa de base, generalmente granular, es una capa que se apoya sobre la sub base o sub rasante según el proyecto. La función de esta capa es transmitir los esfuerzos provenientes del tráfico, a la sub base y sub rasante. Los requisitos de calidad de agregados de base son muy rigurosos. Esta capa está conformada por grava chancada, compactada al 100% de la máxima densidad seca del ensayo Proctor modificado. El módulo elástico de la base se evalúa con el módulo resiliente (MR). Una base granular con CBR del 100% tiene aproximadamente un valor MR de 30,000 psi (2,100 kg/cm²).
- La sub base, es una capa que según el diseño puede o no colocarse. Se apoya sobre la sub rasante y los requisitos de calidad de los materiales que la conforman son menos rigurosos, la razón de esto es que los esfuerzos verticales que se transmiten a través de las capas de pavimentos son mayores en la superficie y van disminuyendo a medida que se profundizan. La sub base es la capa de material seleccionado, más profunda de la estructura del pavimento, razón por la que los materiales que la conforman cumplen requisitos menos rigurosos. El módulo elástico de la sub base se evalúa con el módulo resiliente (MR). Una sub base granular con CBR del 40% (CBR mínimo para sub bases granulares, según las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras EG-2014, Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción, Oficina de Control de Calidad) tiene un MR de 17,000 psi (1,200 kg/cm²).
- El terreno de fundación puede estar conformado por un terraplén (caso de rellenos) o terreno natural en el caso de cortes, para ambos casos, la cota geométrica superior se denomina sub rasante. El módulo elástico asociado al terreno de fundación es el módulo resiliente, este parámetro ha sido ampliamente investigado por las diferentes agencias de transportes de los Estados Unidos, correlacionándolo con el CBR. En adelante se detalla la correlación de estos adecuadamente. (Minaya y Ordoñez, 2008).

Figura 5-6 Principio de Distribución de Presiones en el Pavimento



Fuente: Cement Association of Canada (2016)

5.2.1.4. Clasificación según el ESAL's

Según la fuente AASHTO nos da un espesor mínimo para la carpeta asfáltica y base granular según nuestro número de ESAL's:

Tabla 5-16 Espesores Mínimos para la Carpeta Asfáltica y Base Granular

Número de ESALs	Concreto asfáltico	Base granular
Menos de 50,000	2.5 cm	10 cm
50,000 - 150,000	5.0 cm	10 cm
150,000 - 500,000	6.5 cm	10 cm
500,000 - 2,000,000	7.5 cm	15 cm
2,000,000 - 7,000,000	9.0 cm	15 cm
Más de 7,000,000	10.0 cm	15 cm

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993

Para el caso del tráfico y del diseño de pavimentos flexibles, nuestra carretera se clasifica como (Tp7) ya que tenemos un $ESAL = 4.921 \times 10^6$.

Tabla 5-17 Clasificación según el Número de Repeticiones Acumuladas o Ejes Equivalentes de 8.2tn

TIPOS TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE
T _{P5}	> 1'000,000 EE ≤ 1'500,000 EE
T _{P6}	> 1'500,000 EE ≤ 3'000,000 EE
T _{P7}	> 3'000,000 EE ≤ 5'000,000 EE
T _{P8}	> 5'000,000 EE ≤ 7'500,000 EE
T _{P9}	> 7'500,000 EE ≤ 10'000,000 EE
T _{P10}	> 10'000,000 EE ≤ 12'500,000 EE
T _{P11}	> 12'500,000 EE ≤ 15'000,000 EE
T _{P12}	> 15'000,000 EE ≤ 20'000,000 EE
T _{P13}	> 20'000,000 EE ≤ 25'000,000 EE
T _{P14}	> 25'000,000 EE ≤ 30'000,000 EE

Fuente: EG-2013

El Manual de Geología, Geotecnia y Pavimentos-2013 según la Tabla 5-17 sugiere también un espesor mínimo y según nuestra clasificación (Tp7) el espesor mínimo con carpeta asfáltica en caliente es de 90 mm y el espesor mínimo constructivo de las capas granulares (Base y Sub base) es de 200 mm.

Tabla 5-18 Espesores Mínimos Recomendados para Carpeta Asfáltica y Base Granular

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES AGREGADOS		CAPA SUPERFICIAL	BASE GRANULAR
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	TSSB, o Lechada Asfáltica (Slurry seal): 12mm, 6 Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Fric: 80mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 50mm	150 mm
	T _{P2}	300,001	500,000	TSSB, o Lechada Asfáltica (Slurry seal): 12mm, 6 Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Fric: 80mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 60mm	150 mm
	T _{P3}	500,001	750,000	Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Fric: 80mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 70mm	150 mm
	T _{P4}	750,001	1,000,000	Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Fric: 70mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 80mm	200 mm
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 80mm	200 mm
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 90mm	200 mm
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 90mm	200 mm
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 100mm	250 mm
	T _{P9}	7,500,001	10,000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 110mm	250 mm
	T _{P10}	10,000,001	12,500,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 120mm	250 mm
	T _{P11}	12,500,001	15,000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 130mm	250 mm
	T _{P12}	15,000,001	20,000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 140mm	250 mm
	T _{P13}	20,000,001	25,000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 150mm	300 mm
	T _{P14}	25,000,001	30,000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 150mm	300 mm

Fuente: EG-2013

5.2.2. Cálculo del CBR de Subrasante y Base Granular

5.2.2.1. CBR de la Subrasante

Tenemos 4 muestras representativas de la sub rasante, entonces para calcular el CBR de diseño de la Sub rasante lo haremos por el Método de los Percentiles, del instituto del Asfalto.

Tabla 5-19 Percentil de diseño de la Subrasante

NIVEL DE TRÁNSITO (ESAL)	Valor percentil para diseño subrasante
$< 10^4$	60 %
$10^4 - 10^6$	75 %
$> 10^6$	87.5 %

Fuente: Ingeniería de Pavimentos, José Menéndez Acurio

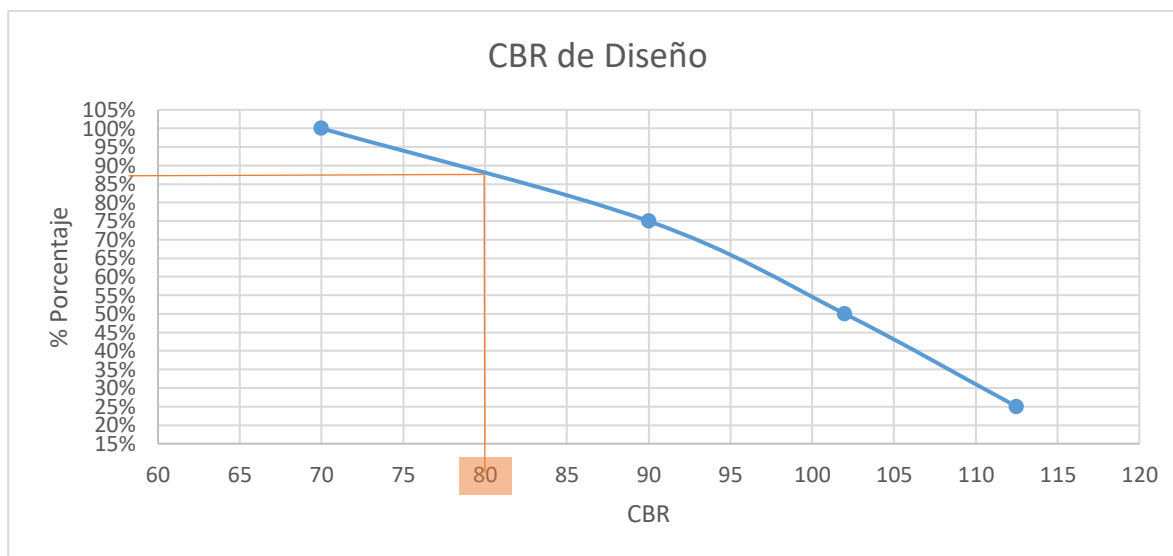
En este caso se toma el valor de percentil de 87.5% según la Tabla 5-19, ya que el ESAL es mayor a 10^6 .

Tabla 5-20 CBR de Diseño de la Subrasante del Proyecto

MUESTRA	CBR 95%	%
C4	112.5	25%
C1	102	50%
C2	90	75%
C3	70	100%
CBR DE DISEÑO (%)		80

Fuente: Elaboración Propia

Figura 5-7 CBR de Diseño de la Subrasante del Proyecto



Fuente: Elaboración Propia

Según la gráfica se puede obtener que el CBR de diseño de la sub rasante para el 87.5% de percentil es de 80.0%.

5.2.2.2. *CBR de la Base*

Para realizar el cálculo del CBR de la base superficial se toma el valor del CBR al 95% de los resultados obtenidos en el ensayo, si es que se tomarían dos o más canteras se puede tomar el promedio de ambos resultados. El CBR de base es 119.50%.

5.2.3. *Diseño por el Método AASHTO 93*

Para el diseño del pavimento aplicaremos los siguientes métodos:

- Método AASHTO Guide Design of Pavement Structures 1993
- Método Mecánico Calibrado Simplificado

El procedimiento de diseño de la AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) está basado en los resultados de los extensivos ensayos de la carretera AASHTO llevados a cabo en Ottawa, Illinois, a finales de los 50's y a comienzos de los 60's. El comité de Diseño de la AASHTO publicó primero una guía de diseño provisional en 1961.

Este método calcula espesores a través de ensayos basados en la performance del pavimento, las cargas vehiculares y resistencia de la sub rasante. El objetivo de este método es hallar el Numero Estructural requerido (SN), mediante el cual se identifican y determinan un conjunto de espesores de cada capa de la estructura del pavimento. Que se construyen sobre la sub rasante el tiene que soportar las cargas vehiculares con aceptable serviciabilidad durante el periodo de diseño establecido.

5.2.3.1. *Ecuación de Campo*

$$\log(\text{ESAL}) = Z_R \cdot S_O + 9.36 \log(\text{SN} + 1) - 0.2 + \frac{\log\left(\frac{\Delta\text{PSI}}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(\text{SN} + 1)^{5.19}}} + 2.32 \text{Log}(M) - 8.07 \quad (5.2)$$

Donde:

ESAL : Número estimado de ejes simples equivalentes de 8.2tn.

- ZR : Desviación estándar normalizada para una confiabilidad dada (R).
 S_o : Desviación estándar del sistema.
 ΔPSI : Diferencia entre el índice de servicio Inicial (P_o) y el final (P_t)
 MR : Módulo Resiliente efectivo del suelo carretero.
 SN : Número Estructural.

5.2.3.2. Coeficientes Generales para el Diseño

Para poder aplicar la ecuación de campo identificaremos las "Variables Generales de Diseño" que son necesarias en el diseño y construcción de nuestro proyecto.

5.2.3.2.1. Confiabilidad (R)

La Confiabilidad es la probabilidad de que el pavimento proyectado soporte el tráfico previsto y este se expresa en porcentaje. Mientras haya un mayor volumen de tráfico debe haber un mayor nivel de confiabilidad su relación es directamente proporcional.

De la Guía AASHTO el comportamiento del pavimento con el tráfico sigue una distribución normal por ejemplo si tomamos un valor de 90% o 95% Esto quiere decir que un 10% o 5% del tramo estará con un índice de serviciabilidad inferior al previsto. Podemos decir que a mayor nivel de confiabilidad se incrementara el espesor de la estructura del pavimento.

Tabla 5-21 Niveles recomendados de Confiabilidad (R)

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T_{P0}	100,000	150,000	65%
	T_{P1}	150,001	300,000	70%
	T_{P2}	300,001	500,000	75%
	T_{P3}	500,001	750,000	80%
	T_{P4}	750,001	1,000,000	80%
Resto de Caminos	T_{P5}	1,000,001	1,500,000	85%
	T_{P6}	1,500,001	3,000,000	85%
	T_{P7}	3,000,001	5,000,000	85%
	T_{P8}	5,000,001	7,500,000	90%
	T_{P9}	7,500,001	10'000,000	90%
	T_{P10}	10'000,001	12'500,000	90%
	T_{P11}	12'500,001	15'000,000	90%
	T_{P12}	15'000,001	20'000,000	95%
	T_{P13}	20'000,001	25'000,000	95%
	T_{P14}	25'000,001	30'000,000	95%
	T_{P15}	>30'000,000		95%

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993

Para este diseño del proyecto el nivel de confiabilidad (R) será del 85% y clasifica como Tp7 (tipo de tráfico).

5.2.3.2.2. Desviación Estándar Normalizada (ZR)

La Desviación estándar normalizada (ZR) es un representativo de condiciones locales particulares, que considera posibles variaciones en el comportamiento del pavimento y en la predicción del tránsito.

Tabla 5-22 Desviación Estándar Normalizada

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (ZR)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	Tp0	100,001	150,000	-0.385
	Tp1	150,001	300,000	-0.524
	Tp2	300,001	500,000	-0.674
	Tp3	500,001	750,000	-0.842
	Tp4	750,001	1,000,000	-0.842
Resto de Caminos	Tp5	1,000,001	1,500,000	-1.036
	Tp6	1,500,001	3,000,000	-1.036
	Tp7	3,000,001	5,000,000	-1.036
	Tp8	5,000,001	7,500,000	-1.282
	Tp9	7,500,001	10,000,000	-1.282
	Tp10	10,000,001	12,500,000	-1.282
	Tp11	12,500,001	15,000,000	-1.282
	Tp12	15,000,001	20,000,000	-1.645
	Tp13	20,000,001	25,000,000	-1.645
	Tp14	25,000,001	30,000,000	-1.645
	Tp15		>30,000,000	-1.645

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993

Con el ESAL obtenido de 4921125.072 y clasificación de tráfico tipo Tp7, en este diseño trabajaremos con Zr de -1.036.

5.2.3.2.3. *Desviación Estándar del Sistema*

La Desviación Estándar Combinada (So), es un valor que toma en cuenta la variabilidad esperada de la predicción del tránsito y de los otros factores que afectan el comportamiento del pavimento; como, por ejemplo, construcción, medio ambiente, incertidumbre del modelo.

La Guía AASHTO recomienda adoptar para los pavimentos flexibles, valores de “So” comprendidos entre 0.40 y 0.50, en el presente Manual se adopta para los diseños recomendados el valor de 0.45 (Manual de suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2013).

5.2.3.2.4. *Coefficientes de Servicialidad*

La serviciabilidad se define como la habilidad de un pavimento de ser capaz de servir al tipo de tráfico que utiliza la vía. La AASHTO establece una medida fundamental de servicapacidad, que varía entre cero (0) – vía intraficable y cinco (5) – vía con pavimento perfecto.

Los índices de servicapacidad inicial (po) y final (pt), deberán ser establecidos para poder calcular el cambio total en servicapacidad que será incorporado en la ecuación de diseño.

Tabla 5-23 Calificación de la Servicialidad

PSI	CALIFICACION
0	Intransitable
0.1 - 1.0	Muy malo
1.1 - 2.0	Malo
2.1 - 3.0	Regular
3.1 - 4.0	Bueno
4.1 - 4.9	Muy bueno
5	Excelente

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993

La serviciabilidad inicial (Po) es función directa del diseño del pavimento y del grado de calidad durante a construcción. El valor que tomaremos según nuestra clasificación es de 4.00.

Tabla 5-24 Índice de Serviciabilidad Inicial (P_o)

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (P_i)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T_{P1}	150,001	300,000	3.80
	T_{P2}	300,001	500,000	3.80
	T_{P3}	500,001	750,000	3.80
	T_{P4}	750,001	1,000,000	3.80
Resto de Caminos	T_{P5}	1,000,001	1,500,000	4.00
	T_{P6}	1,500,001	3,000,000	4.00
	T_{P7}	3,000,001	5,000,000	4.00
	T_{P8}	5,000,001	7,500,000	4.00
	T_{P9}	7,500,001	10'000,000	4.00
	T_{P10}	10'000,001	12'500,000	4.00
	T_{P11}	12'500,001	15'000,000	4.00
	T_{P12}	15'000,001	20'000,000	4.20
	T_{P13}	20'000,001	25'000,000	4.20
	T_{P14}	25'000,001	30'000,000	4.20
	T_{P15}		>30'000,000	4.20

Fuente: AASHTO, *Guide for Design of Pavement Structures 1993*

La serviciabilidad final o terminal (P_t) es el valor más bajo que pueda ser tolerado por los usuarios antes de que se tome acciones de reconstrucción.

Tabla 5-25 Índice de Serviabilidad Final (Pt)

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (Pt)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	2.00
	T _{P2}	300,001	500,000	2.00
	T _{P3}	500,001	750,000	2.00
	T _{P4}	750,001	1,000,000	2.00
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	2.50
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	2.50
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	2.50
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	2.50
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	2.50
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	2.50
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	2.50
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	3.00
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	3.00
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	3.00
T _{P15}		>30'000,000	3.00	

Fuente: AASHTO, *Guide for Design of Pavement Structures 1993*

Para este diseño y de acuerdo al tráfico obtenido tenemos:

Serviabilidad final Pt = 2.50 para pavimentos con Trafico Tp7 (Tipo 7)

Serviabilidad inicial Po = 4.0 para pavimentos con Trafico Tp7 (Tipo 7)

5.2.3.3. *Módulo Resiliente*

Las capas que constituyen el pavimento se ven sometidos a cargas dinámicas de diversas magnitudes que le son transmitidas por el tráfico. De acuerdo al diseño estructural del pavimento, el tipo y la magnitud solicitaciones, repeticiones de carga acumuladas, clima y localización de las capas del pavimento, el comportamiento esfuerzo-deformación de un suelo puede ser de 2 tipos: resiliente plástico.

Las deformaciones resilientes o elásticas son de recuperación instantánea y suelen denominarse plásticas a aquellas que permanecen en el pavimento después de cesar la causa deformadora. Bajo carga móvil y repetida. En cambio, la deformación plástica es acumulativa se empleará la ecuación, que correlaciona con el CBR, recomendada por el MEPDG (Mechanistic Empirical Pavement Design Guide).

A) MÓDULO RESILIENTE DE LA SUBRASANTE

En un año se presentan variaciones en los contenidos de humedad de la sub rasante, las cuales modifican la resistencia del suelo, para ello debemos obtener módulos resilientes para los diferentes contenidos de humedad que simulen las condiciones que se presentan en el transcurso del año, en base a los resultados se divide el año en períodos en los cuales el MR es constante. Si no se tiene la posibilidad de obtener esta información se puede estimar el valor del MR en función del CBR.

Relación CBR. – Módulo de Resiliencia

$$M_R = 2555 \cdot CBR^{0.64} \quad (5.3)$$

De acuerdo al CBR de diseño de subrasante 80.0%, obtenido para nuestro proyecto se reemplaza:

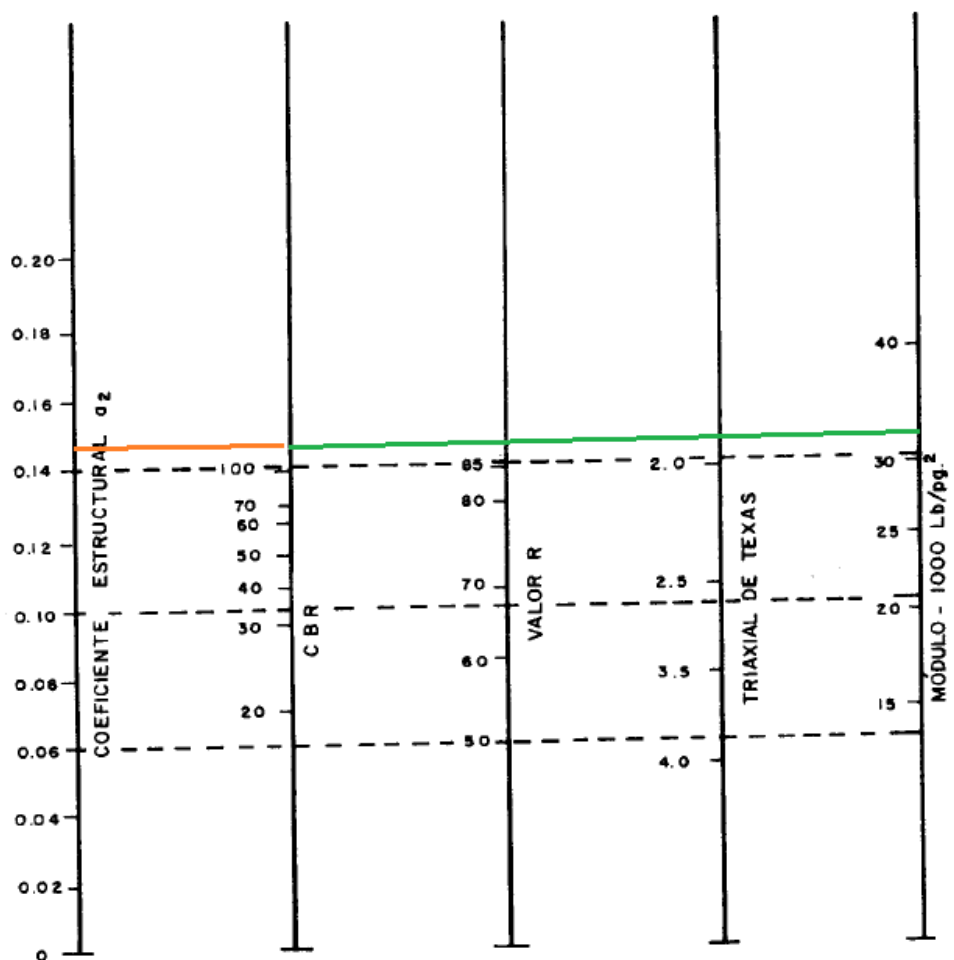
$$M_R = 2555 \cdot 80^{0.64}$$

$$M_R = 42205.4462$$

B) MÓDULO RESILIENTE DE LA BASE

Con un CBR de 119.50%, y a través del siguiente grafico podemos estimar el módulo de resiliencia.

Figura 5-8 Módulo Resiliente y Coeficiente Estructural a partir del valor de CBR



Fuente: Ingeniería de Pavimentos para carreteras de Ing. Alfonso Montejo Fonseca

MR base = 33000 psi

C) MÓDULO RESILIENTE DE LA CARPETA ASFÁLTICA

El ingeniero venezolano Freddy Sánchez Leal propuso una ecuación basándose en el Análisis de Regresión de Resultados de Ensayo Marshall y mediciones de Módulo mediante el equipo de tensión indirecta.

Esta Ecuación toma la siguiente forma:

$$M_r := 1.4 \cdot \left(\frac{p}{\delta \cdot t} \right) \cdot (a + 0.64 \cdot v) \quad (5.4)$$

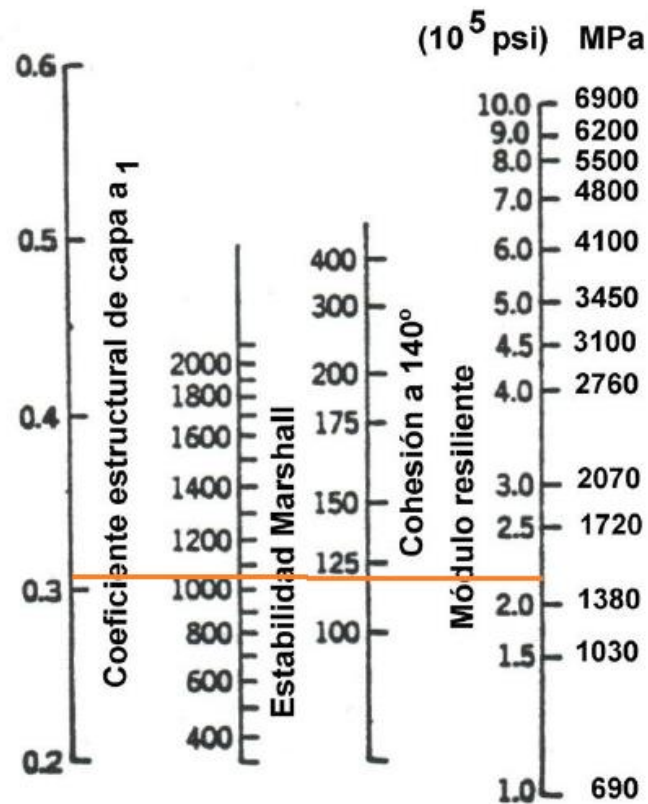
Donde:

- M_r : Módulo de Resiliencia.
 P : Carga Marshall en Lbs = 2239.87 lb.
 δ : Deformación (Flujo Marshall) en Pulgadas = 0.1307 pulg
 t : Altura de la Briqueta en Pulgadas = 2.66 pulg
 a : Constante Experimental (adimensionamiento) que varía entre 20 y 26, sugiriéndose un valor de 23 como más frecuente.
 v : Relación de Poisson para mezclas Asfálticas, el cual se asume en 0.35

$$M_r := 1.4 \cdot \left(\frac{2239.87}{0.1307 \cdot 2.66} \right) \cdot (23 + 0.64 \cdot 0.35)$$

$$M_r := 209672.86$$

Figura 5-9 Coeficiente Estructural para Carpeta a partir del Valor del Módulo de Resiliencia



Fuente: AASHTO, Guide for Design of pavement Structures 1993

5.2.3.4. *Determinación del Número Estructural (SN)*

Con los datos anteriormente obtenidos aplicamos a la ecuación de diseño AASHTO y obtenemos el Numero Estructural, este representa el espesor total del pavimento y debe ser transformado a los espesores efectivos de cada una de las capas que conforman el pavimento a colocar como son la carpeta asfáltica, base granular y sub base, esta conversión se obtiene aplicando la siguiente ecuación:

$$SN := a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 \cdot m_2 + a_3 \cdot D_3 \cdot m_3 \quad (5.5)$$

a_1, a_2, a_3 : *Coefficientes estructurales de las capas: superficial, base y sub base, respectivamente.*

D_1, D_2, D_3 : *Espesores de las capas: superficial, base y sub base, respectivamente.*

m_2, m_3 : *Coefficientes de drenaje para las capas de base y sub base, respectivamente.*

Según AASHTO la ecuación SN no tiene una solución única, es decir hay muchas combinaciones de espesores de cada capa que dan una solución satisfactoria. Se debe realizar un análisis de comportamiento de las alternativas de estructuras de pavimento seleccionadas, de tal manera que permita decidir por la alternativa que presente los mejores valores de niveles de servicio, funcionales y estructurales, menores a los admisibles, en relación al tránsito que debe soportar la calzada.

Usando E2 como módulo de resiliencia (MR) en la ecuación de campo, se determina el SN, que será denotado como SN1, entonces.

$$D_1 \geq \frac{SN_1}{a_1} \quad (5.6)$$

Usando E3 como módulo de resiliencia (MR) en la ecuación de campo, se determina el SN2, luego:

$$D_2 \geq \frac{SN_2 - a_1 \cdot D_1}{a_2 \cdot m_2} \quad (5.7)$$

Usando el módulo de la resiliencia de la sub rasante E4, determinar SN3, entonces:

$$D_3 \geq \frac{SN - a_1 \cdot D_1 - a_2 \cdot D_2 \cdot m_2}{a_3 \cdot m_3} \quad (5.8)$$

- COEFICIENTE ESTRUCTURAL (a_i)

Convertimos el número estructural SN requerido a espesores de base y sub base por medio de coeficientes de capa apropiados. Que representan la resistencia relativa de los materiales de construcción.

“a1” Capa de concreto asfáltico de superficie 0.31 /pulg. (Tabla 5-9)

“a2” Capa de base 0.15 /pulg. (Tabla 5-8)

- COEFICIENTES DE DRENAJE (m)

Los coeficientes de drenaje tienen por finalidad tomar en cuenta, la influencia del drenaje como su nombre los dice, en la estructura del pavimento basado en el tiempo que tarda el agua en ser evacuada del pavimento y está dada por dos variables que son:

- La calidad del drenaje.
- La exposición a la saturación, que viene a ser el porcentaje de tiempo durante el año en el que el pavimento se encuentra expuesto a niveles de humedad (saturación).

El material para base tiene un coeficiente de permeabilidad bueno, entonces para el material de base utilizaremos “mi” de 1.

Tabla 5-26 % de Tiempo en el que el Pavimento está expuesto a Niveles de Humedad próximos a la Saturación

CALIDAD DEL DRENAJE	P=% DEL TIEMPO EN QUE EL PAVIMENTO ESTA EXPUESTO A NIVELES DE HUMEDAD CERCAÑO A LA SATURACIÓN.			
	MENOR QUE 1%	1% - 5%	5% - 25%	MAYOR QUE 25%
Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
Bueno	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
Pobre	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
Muy pobre	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

FUENTE: *Guía de Diseño de Estructuras de Pavimentos AASHTO-1993*

5.2.3.5. Aplicación del Diseño AASHTO en la Carretera

Tabla 5-27 Variables para la Aplicación del Diseño AASHTO

CARGA	Nº de ejes estándar equivalentes de diseño	ESAL =	4921125.0723
CONFIABILIDAD	Nivel de confiabilidad	R (%) =	85%
	Desviación estándar del sistema	So=	0.45
SERVICIABILIDAD	Índice de serviciabilidad inicial	pi=	4.00
	Índice de serviciabilidad TERMINAL	pt=	2.50
CAPAS DEL PAVIMENTO	Número de capas del pavimento	Nc=	2
PARÁMETROS DE CÁLCULO	Desviación estándar normalizada	Zr=	-1.036
	Pérdida de serviciabilidad en el periodo de diseño	Δpsi=	1.50
	Periodo de diseño (años)	t=	10

Fuente: Elaboración propia

Se considera dos capas, carpeta de rodadura y base granular:

A) DISEÑO DE LA CARPETA ASFÁLTICA

Para la carpeta Asfáltica, Reemplazamos los datos de la Tabla 5-27 y con el Mr base: 33000 en la ecuación (5.2):

$$\log(\text{ESAL}) = Z_R \cdot S_O + 9.36 \log(\text{SN} + 1) - 0.2 + \frac{\log\left(\frac{\Delta\text{PSI}}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(\text{SN} + 1)^{5.19}}} + 2.32 \text{Log}(M) - 8.07$$

$$\text{SN}_1: 2.478$$

$$D_1 \geq \frac{\text{SN}_1}{a_1} = \frac{2.478}{0.31} = 7.994$$

$$D_1 \geq 8 \cdot \text{pulg}$$

El espesor mínimo para la carpeta asfáltica según el tránsito (ESAL'S) en ejes equivalentes es de:

$$D1 = 10 \cdot \text{cm} = 3.937 \cdot \text{pulg} = 4 \cdot \text{pulg}$$

Entonces se probará también con este valor para tener dos opciones de espesores:

B) DISEÑO DE LA BASE GRANULAR

Para la Base Granular, reemplazamos los datos de la Tabla 5-27 y con el Mr subrasante: 42205.446

$$\log(\text{ESAL}) = Z_R \cdot S_O + 9.36 \log(\text{SN} + 1) - 0.2 + \frac{\log\left(\frac{\Delta \text{PSI}}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(\text{SN} + 1)^{5.19}}} + 2.32 \text{Log}(M) - 8.07$$

$$\text{SN}_2: 2.247$$

Para una carpeta de $D1 = 9$ pulg, el espesor de la base debería ser:

$$D_2 \geq \frac{\text{SN}_2 - a_1 \cdot D_1}{a_2 \cdot m_2} = \frac{2.247 - 0.31 \cdot 8}{0.15 \cdot 1} = -1.551$$

No se toma este valor ya que el $D1$ de la carpeta es sobredimensionado, hacemos el cálculo para el $D1$ que recomienda la norma:

Para una carpeta de $D1 = 4$ pulg, el espesor de la base debería ser:

$$D_2 \geq \frac{\text{SN}_2 - a_1 \cdot D_1}{a_2 \cdot m_2} = \frac{2.247 - 0.31 \cdot 4}{0.15 \cdot 1} = 6.715 \cdot \text{pulg} = 7 \cdot \text{pulg}$$

Se toma la segunda opción como la norma dice que las dimensiones deben estar redondeadas a números enteros (5), a su vez se sabe que esta carretera será una carretera interdepartamental que muchos carros usaran apenas se comiencen con los trabajos de pavimentado entonces colocaremos un **D2 de 10 pulg.**

Por lo tanto, con $D1 = 4''$ y $D2 = 10''$, deberá cumplir que:

$$SN2 \leq a1 \cdot D1 + a2 \cdot D2 \cdot m2$$

$$2.247 \leq 0.31 \times 4 + 0.15 \times 10 \times 1$$

$$2.247 \leq 2.74 \text{ Cumple}$$

5.2.4. Diseño por el Método Mecánico Calibrado

Este método mecanicista nos permite determinar el comportamiento del pavimento ante cargas críticas o factores ambientales como el clima, utilizando modelos matemáticos. Este método se basa en determinar una combinación de espesores y materiales con el fin de determinar el nivel de servicio deseado para el tránsito esperado.

A partir de los desplazamientos, por derivación directa pueden hallarse las deformaciones a cualquier profundidad particularmente en las interfaces. Con estos valores y los criterios de daño establecido por diversas instituciones se puede dimensionar racionalmente el grosor de las capas (Yanqui, 2004).

5.2.4.1. Metodología y Criterios de los diseños Mecánicos

Se realiza el cálculo considerando al pavimento como un medio multicapas, donde los materiales que conforman el pavimento se basan en la teoría de la elasticidad.

A partir de la respuesta estructural en el pavimento, se calcula el nivel de daño esperado en el período de diseño para los diferentes tipos de deterioros que se pudieran presentar. Una vez calculados los niveles de deterioro para el período de diseño se comparan con los valores máximos permitidos por el diseñador, que dependerán por supuesto del tipo de camino del que se trate. Para caminos de altas especificaciones, especialmente en caminos de cuota, la exigencia deberá ser mayor.

Luego se ajusta los espesores calculados en cada capa, tomando en cuenta que los esfuerzos y deformaciones reales no sean mayores a los esfuerzos y deformaciones admisibles. Actualmente se reconocen dos tipos de falla para pavimentos, la Falla Estructural y la Falla Funcional (Yanqui, 2005).

5.2.4.2. Falla Estructural

La falla por ahuellamiento se debe al colapso de una o más capas estructurales, debido a las cargas del tráfico, causando esta una deformación permanente en el pavimento. Encontramos

también fisuramiento por fatiga debido a las cargas de fatiga. Para las carreteras de alto nivel la profundidad promedio de 0.5pulg se considera como una falla, y para carreteras rurales se permite una profundidad de 1 a 3pulg.

5.2.4.3. *Falla Funcional*

La rugosidad es la manifestación más representativa de la falla funcional. Debido a que el ahuellamiento es la principal razón de deformación en el pavimento, se puede simplificar el proceso verificando el ahuellamiento potencial y la deformación por fatiga en la fibra interior de la carpeta asfáltica.

5.2.4.4. *Deformación Admisible*

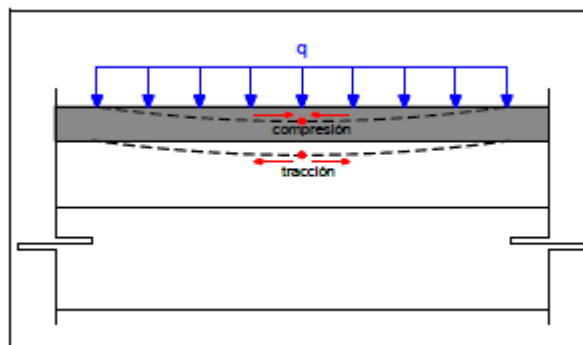
El método mecanístico se basa en el concepto de la serviciabilidad y en los diversos tipos de daño que sufren los pavimentos flexibles (Yanqui, 2004).

Se analizan las fallas que pueden relacionarse con tensiones o deformaciones determinadas como: Fisuración por fatiga de abajo hacia arriba, Ahuellamiento, Fisuración longitudinal de arriba hacia abajo, Fisuración térmica.

5.2.4.5. *Modelo de Grieta por Fatiga*

En el análisis se considera que las cargas de tráfico, genera un daño por fatiga que se inicia en la parte inferior de la carpeta y se propaga hacia la superficie (reflejo de fisuras) Estas fisuras se generan en la fibra interior de la mezcla asfáltica (zona donde se generan esfuerzos de tracción). El daño ocurre cuando la sumatoria de la relación de daños alcanza el valor de 1. Si el promedio de los valores de parámetros es usado para el diseño, un promedio de daño de 1 indica que la probabilidad de falla es de 50% o que el 50% del área experimentará fractura por fatiga.

Figura 5-10 Fatiga en la Carpeta Asfáltica



Fuente: Tesis Calisaya y Velarde UNSA 2015

El Instituto del Asfalto propone la siguiente expresión para el cálculo del número de repeticiones admisibles (N_f).

$$N_f = f_1(\epsilon h) - f_2 (E_1) - f_3 \quad (5.9)$$

Donde:

N_f = Numero de repeticiones admisibles

ϵh = Esfuerzo de tensión horizontal en el fondo de la capa de asfalto pulg/pulg.

E_1 = Modulo de resiliencia de la capa de asfalto (psi)

f_1 , f_2 y f_3 = Constantes de la ecuación

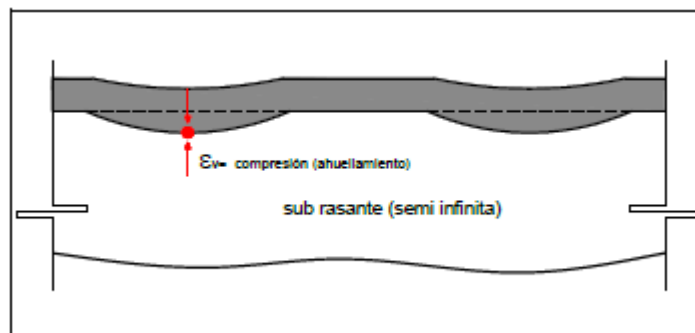
Para una mezcla asfáltica estándar de diseño, la ecuación que propone el Instituto del Asfalto para limitar al 20% el área afectada por el fracturamiento es:

$$N_f = 0.0796(\epsilon h) - 3.291(E_1) - 0.854 \quad (5.10)$$

5.2.4.6. Modelo de Falla por Ahuellamiento

Para limitar el ahuellamiento, dos procesos han sido usados: uno es para limitar el esfuerzo de compresión en lo alto de la subrasante y el otro es para limitar la deformación permanente total acumulada en la superficie del pavimento basado en las propiedades de deformación permanente de cada capa.

Figura 5-11 Ahuellamiento por Falla en Subrasante



Fuente: Tesis Calisaya y Velarde UNSA 2015

Según el Instituto del Asfalto en número de repeticiones admisibles (N_d) para limitar las deformaciones permanentes se relaciona con la deformación vertical de compresión (ϵ_v) en a la fibra superior de la sub rasante con la siguiente ecuación:

$$N_d = f_4(\epsilon_v)^{-f_5} \quad (5.11a)$$

Donde:

N_d = Número de repeticiones admisibles

ϵ_v = Esfuerzo de compresión vertical en el fondo de la capa de asfalto pulg/pulg.

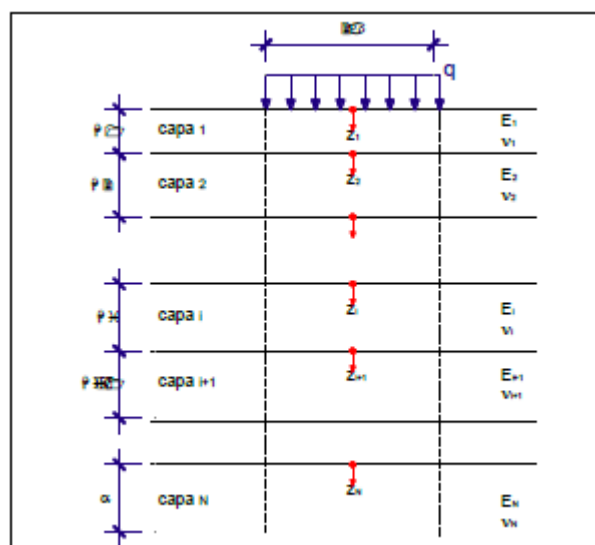
f_4 y f_5 = Constantes de la ecuación

A partir de los valores dados por el Instituto del Asfalto nos queda la siguiente ecuación:

$$N_d = 1.365 * 10^{-9}(\epsilon_v)^{-4.477} \quad (5.11b)$$

5.2.4.7. Sistema Multicapa

Figura 5-12 Sistema Multicapa



Fuente: Tesis Calisaya y Velarde UNSA 2015

Considerando un sistema constituido por “N” capas horizontales homogéneas, la última de las cuales se extiende indefinidamente en profundidad, numeradas consecutivamente desde 1, para la capa más superficial hasta “N”, para la más profunda, y definidas por coordenadas locales de origen en la interfaz. Si a cada una de las variables y constantes, salvo el radio “a”, de la estampa cargada se les impone el subíndice respectivo, las ecuaciones anteriores son completamente válidas para el sistema multicapa. Entonces, la solución de la ecuación diferencial $\frac{d^2w}{dz^2} - \beta^2w = 0$, permite hallar el desplazamiento y el esfuerzo para la capa “i”:

$$w_i = A_i \sinh(\beta_i z_i) + B_i \cosh(\beta_i z_i) \quad (5.12)$$

$$\sigma_{vi} = \beta_i K_i (A_i \cosh(\beta_i z_i) + B_i \sinh(\beta_i z_i)) \quad (5.13)$$

Del mismo modo, para la capa inmediatamente inferior “i+1”:

$$w_{i+1} = A_{i+1} \sinh(\beta_{i+1} z_{i+1}) + B_{i+1} \cosh(\beta_{i+1} z_{i+1}) \quad (5.14)$$

$$\sigma_{v(i+1)} = \beta_{i+1} K_{i+1} (A_{i+1} \cosh(\beta_{i+1} z_{i+1}) + B_{i+1} \sinh(\beta_{i+1} z_{i+1})) \quad (5.15)$$

En la interfaz “i” entre la capa “i” y la capa “i+1”, las condiciones de compatibilidad y de equilibrio, establecen que en tal superficie son iguales al desplazamiento y el esfuerzo vertical en

ambas capas. Estas condiciones, sin embargo, no aseguran la igualdad de las deformaciones. Efectuando las operaciones indicadas y definiendo la siguiente simbología:

$$C_i = \cosh \beta_i H_i ; S_i = \sinh \beta_i H_i \quad (5.16)$$

$$\lambda_i = \frac{K_i \beta_i}{K_{i+1} \beta_{i+1}} \quad (5.17)$$

Se obtiene la ecuación matricial de transferencia entre la capa "i" e "i+1":

$$\begin{bmatrix} A_{i+1} \\ B_{i+1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_i C_i & \lambda_i S_i \\ S_i & C_i \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A_i \\ B_i \end{bmatrix} \quad (5.18)$$

La aplicación sucesiva de las condiciones de compatibilidad y de equilibrio a todas las capas del sistema permite establecer una relación matricial entre las constantes de interacción de la capa "1" y las constantes de interacción de la capa "N".

$$\begin{bmatrix} A_N \\ B_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_{N+1} C_{N+1} & \lambda_{N+1} S_{N+1} \\ S_{N+1} & C_{N+1} \end{bmatrix} \cdots \begin{bmatrix} \lambda_2 C_2 & \lambda_2 S_2 \\ S_2 & C_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \lambda_1 C_1 & \lambda_1 S_1 \\ S_1 & C_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A_1 \\ B_1 \end{bmatrix} \quad (5.19)$$

El producto de las matrices cuadradas solo depende de las características geométricas y mecánicas de las capas y constituye la transferencia de la capa superficial a la capa más profunda. Dicha matriz de transferencia total se puede escribir de forma compacta del siguiente modo:

$$T_i = \begin{bmatrix} \lambda_i C_i & \lambda_i S_i \\ S_i & C_i \end{bmatrix} = \prod_{l=N-1}^1 \begin{bmatrix} \lambda_l C_l & \lambda_l S_l \\ S_l & C_l \end{bmatrix} \quad (5.20)$$

Las condiciones de contorno para el sistema global son las siguientes: primera, que el esfuerzo vertical es igual a la intensidad de la carga aplicada en la estampa, "q", y segunda, que el esfuerzo se disipa completamente a una profundidad infinita. Esto implica que:

$$\sigma_{vi}(Z_1=0) = q$$

$$\sigma_{vN}(Z_N=\infty) = 0$$

De la primera se deduce que:

$$A_1 = \frac{q}{\beta_1 K_1} \quad (5.21)$$

De la segunda:

$$A_N + B_N = 0 \quad (5.22)$$

Reemplazando los valores de “ A_N ” y “ B_N ” obtenidas en la ecuación $\begin{bmatrix} A_N \\ B_N \end{bmatrix} = \dots$. Se halla:

$$B_1 = \frac{qT_m}{\beta_1 K_1} \quad (5.23)$$

Con estos valores, el problema de la disipación del esfuerzo en un sistema multicapa queda completamente resuelto. En general, el desplazamiento, el esfuerzo y la deformación pueden ser determinados a cualquier profundidad y, en particular, en las cotas de la interface. El coeficiente “ T_m ” es un parámetro que aparece con frecuencia en el sequito del cálculo de los distintos parámetros que se requieren para el diseño:

$$T_m = \frac{T_{11} + T_{21}}{T_{12} + T_{22}} \quad (5.24)$$

La determinación de las constantes de determinación de las otras capas no reviste dificultad alguna y puede hacerse en forma secuencial y ordenada, del siguiente modo:

$$\begin{bmatrix} A_2 \\ B_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_1 C_1 & \lambda_1 S_1 \\ S_1 & C_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A_1 \\ B_1 \end{bmatrix} \quad (5.25)$$

$$\begin{bmatrix} A_2 \\ B_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_2 C_2 & \lambda_2 S_2 \\ S_2 & C_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A_2 \\ B_2 \end{bmatrix} \quad (5.26)$$

Y así sucesivamente.

Las constantes de interacción de la N-ésima capa se determina de una manera más directa, aplicando la propiedad que establece que el determinante de un producto de matrices es igual al producto de las determinantes de cada matriz, hallándose el resultado sorprendentemente simple:

$$\det[T] = \frac{\beta_1 K_1}{\beta_N K_N} \quad (5.27)$$

Por lo tanto:

$$A_N = -B_N = -\frac{q}{\beta_N K_N} \frac{1}{T_{12} + T_{22}} \quad (5.28)$$

Una vez que se conocen las constantes de integración, es posible calcular los esfuerzos normales verticales, los esfuerzos de corte, los desplazamientos y deformaciones para cada “ i ”. En particular,

con fines de diseño, se puede hallar el esfuerzo normal vertical en la interface entre la capa “i-1” y la capa “i”, haciendo $z_i=0$ en la ecuación (5.13), entonces:

$$\sigma_{vi} = -\beta_i K_i A_i \quad (5.29)$$

Específicamente, en la superficie de discontinuidad más profundo, es decir, en la interfaz que separa la subrasante del pavimento, se tiene:

$$\sigma_{vN} = \frac{q}{T_{12} + T_{22}} \quad (5.30)$$

$$W_N = \frac{\sigma_{vN}}{\beta_N K_N} \quad (5.31)$$

$$\varepsilon_{vN} = \frac{\sigma_{vN}}{K_N} \quad (5.32)$$

(Yanqui, 2004)

5.2.4.8. Determinación de los Parámetros

Generalizando la ecuación $K = \frac{E}{1-\nu^2}$, derivada para un sistema monocapa, el módulo de rigidez de la capa “i” puede ser determinado por la fórmula:

$$K_i = \frac{E_i}{1-\nu_i^2} \quad (5.33)$$

este valor y usando la formula $K_S = \frac{G}{4a(1-\nu)}$, se halla que el coeficiente de disipación horizontal, “k”, para la capa “i” toma la siguiente forma:

$$K_i = \frac{(a\beta_i)^2}{1-\nu_1} \quad (5.34)$$

El coeficiente de disipación del esfuerzo β_i , puede determinarse imponiendo una condición restrictiva adicional a la transferencia del esfuerzo de una capa a otra, tan como que la séptima derivada de la función del esfuerzo sea igual en la interfaz para ambas capas en contacto. Entonces:

$$\beta_i = \beta_{i+1} \left(\frac{K_{i+1}}{K_i} \right)^{\frac{1}{8}} \quad (5.35)$$

En el medio semi-infinito de Boussinesq, el coeficiente de disipación del esfuerzo es inversamente proporcional al diámetro de la estampa cargada, por lo tanto, para la subrasante o capa “N”:

$$\beta_N = \frac{1}{2a} \quad (5.36)$$

El coeficiente de interacción de entre dos capas sucesivas se define como:

$$\lambda_i = \frac{K_i \beta_i}{K_{i+1} \beta_{i+1}} \quad (5.37)$$

(Yanqui -2004)

5.2.4.9. *Deformaciones Causadas en la Subrasante*

- DEFORMACIÓN VERTICAL EN LA SUBRASANTE

Para determinar la máxima deformación vertical de la subrasante, es necesario conocer el esfuerzo vertical en la interfaz más profunda. Haciendo $Z_n=0$ en la ecuación (5.13), tomando ventaja de la propiedad de los determinantes, se halla:

$$\varepsilon_{vN} = \frac{q}{K_N} X \frac{1}{T_{12} + T_{22}} \quad (5.38)$$

- DEFORMACIÓN HORIZONTAL EN EL FONDO DE LA CARPETA ASFÁLTICA

La ley de Hooke y las hipótesis simplificadoras conducen a la conclusión de que la deformación horizontal en el fondo de la carpeta asfáltica puede obtenerse a partir de la deformación vertical o, directamente conociendo el esfuerzo vertical en la interfaz:

$$\varepsilon_{h2} = \frac{v}{1+v} x \frac{\beta_2 \lambda_2 q}{\beta_1 K_1} x (C_2 - T_m S_2) \quad (5.39)$$

$$\varepsilon_{h2} = \frac{v}{1+v} x \frac{\beta_2 \lambda_2 q}{\beta_1 K_1} x (C_2 - T_m S_2) \quad (5.40)$$

5.2.4.10. *Aplicación del Método Mecánico Calibrado*

Calculamos los esfuerzos por fatiga (N_f) y por ahuellamiento (N_d) para el diseño, considerando un ESAL = 4921125.0723

- El esfuerzo admisible por fatiga (método del Instituto del Asfalto)

$$Nf = 0.0796(\varepsilon h)^{-3.291}(E1)^{-0.854}$$

$$4921125.0723 = 0.0796(\varepsilon h)^{-3.291}(209672.86)^{-0.854}$$

$$\varepsilon h = 0.00017851$$

- El esfuerzo admisible por ahuellamiento (método del Instituto del Asfalto)

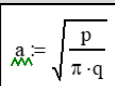
$$Nd = 1.365 * 10^{-9}(\varepsilon v)^{-4.477}$$

$$4921125.0723 = 1.365 * 10^{-9}(\varepsilon v)^{-4.477}$$

$$\varepsilon v = 0.00033508$$

Esfuerzos Actuales:

Tabla 5-28 Aplicación del Método Mecánico Calibrado

E carpeta (psi)	696720.00		psi	
P (eje)	4100	kg	9040.5	lb
q (presión de inflado)	80	psi	5.62	kg/cm ²
a (radio estampa)	5.9975834	pulg	pulg	
 $a = \sqrt{\frac{p}{\pi \cdot q}}$	6		pulg	
	15.24		cm	

Fuente: Elaboración Propia

Asumimos un espesor de carpeta de 4" y un espesor de base de 10"

Tabla 5-29 Cálculo de coeficientes "K" y "-B"

N° CAPAS	H mín (cm)	E (psi)	v	K (Kg/cm ²)	β (cm-1)
1 (carpeta)	10	209672.86	0.35	16799.38603	0.026729389
2 (base)	25	33000	0.3	2549.592981	0.033833105
3 (subrasante)		42205.45	0.3	3260.809376	0.032808399

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5-30 Cálculo de coeficientes "K" y "-B"

N° CAPAS	λ	C	S	A(cm)	B (cm)
1 (carpeta)	5.2056	1.036	0.270	0.01253	-0.02859
2 (base)	0.8063	1.380	0.950	0.06520	-0.14884
3 (subrasante)				0.05257	-0.12001

Fuente: Elaboración Propia

Calculamos para la carpeta asfáltica:

$$k_1 = \frac{E_2}{1-\nu_1^2} = \frac{209672.86}{1-0.35^2} = 238943.43 \frac{lb}{pulg^2} = 16799.38603 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$k_2 = \frac{E_2}{1-\nu_2^2} = \frac{33000}{1-0.30^2} = 36263.736 \frac{lb}{pulg^2} = 2549.592981 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$k_3 = \frac{E_2}{1-\nu_3^2} = \frac{209672.86}{1-0.30^2} = 46379.615 \frac{lb}{pulg^2} = 3260.809376 \frac{Kg}{cm^2}$$

Luego calculamos los Coeficientes de Disipación de las capas:

$$\beta_3 = \frac{1}{2a} = \frac{1}{2(15.24)} = 0.03280839 \text{cm}^{-1}$$

$$\beta_2 = \beta_3 \left(\frac{k_3}{k_2} \right)^{\frac{1}{8}} = 0.0328 \left(\frac{3260.8093}{2549.592981} \right)^{\frac{1}{8}} = 0.033833105 \text{cm}^{-1}$$

$$\beta_1 = \beta_2 \left(\frac{k_2}{k_1} \right)^{\frac{1}{8}} = 0.0338 \left(\frac{2549.592981}{16799.38603} \right)^{\frac{1}{8}} = 0.026729389 \text{cm}^{-1}$$

Calculamos los Coeficientes de Interacción entre las capas:

$$\lambda_1 = \frac{k_1 \beta_1}{k_2 \beta_2} = \frac{k_1 \beta_1}{k_2 \beta_2} = \frac{16799.38603 * 0.026729389}{2549.592981 * 0.033833105} = 5.2056$$

$$\lambda_2 = \frac{k_2 \beta_2}{k_3 \beta_3} = \frac{k_2 \beta_2}{k_3 \beta_3} = \frac{2549.592981 * 0.033833105}{3260.809376 * 0.03280839} = 0.8063$$

Para un espesor de base de 25 cm:

$$S_1 = \sinh(\beta_1 H_1) = \sinh(0.026729389 * 10) = 0.270$$

$$S_2 = \sinh(\beta_2 H_2) = \sinh(0.033833105 * 25) = 0.950$$

$$C_1 = \cosh(\beta_1 H_1) = \cosh(0.026729389 * 10) = 1.036$$

$$C_2 = \cosh(\beta_2 H_2) = \cosh(0.033833105 * 25) = 1.380$$

Matriz de transferencia:

$$T_i = \begin{bmatrix} \lambda_i C_i & \lambda_i S_i \\ S_i & C_i \end{bmatrix}$$

$$T_1 = \begin{bmatrix} 5.393 & 1.408 \\ 0.270 & 1.036 \end{bmatrix}$$

$$T_2 = \begin{bmatrix} 1.112 & 0.766 \\ 0.950 & 1.380 \end{bmatrix}$$

$$T = T_2 \times T_1 = \begin{bmatrix} 6.206 & 2.360 \\ 5.498 & 2.767 \end{bmatrix}$$

$$Tm = \frac{T_{11} + T_{21}}{T_{12} + T_{22}} = 2.283$$

Calculamos las constantes:

$$A_1 = \frac{q}{\beta_1 K_1} = 0.01253 \text{ cm}$$

$$A_2 = \frac{q}{\beta_2 K_2} = 0.06520 \text{ cm}$$

$$A_3 = \frac{q}{\beta_3 K_3} = 0.05257 \text{ cm}$$

$$B_1 = \frac{q T m}{\beta_1 K_1} = -0.02859 \text{ cm}$$

$$B_2 = \frac{q T m}{\beta_2 K_2} = -0.14884 \text{ cm}$$

$$B_3 = \frac{qTm}{\beta_3 K_3} = -0.12001 \text{ cm}$$

$$\begin{bmatrix} A_{i+1} \\ B_{i+1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_i C_i & \lambda_i S_i \\ S_i & C_i \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A_i \\ B_i \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} A_1 \\ B_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.01253 \\ -0.0289 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} A_2 \\ B_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.06520 \\ -0.14884 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} A_3 \\ B_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.05257 \\ -0.12001 \end{bmatrix}$$

Cálculo de esfuerzos y deformaciones:

Para carpeta asfáltica = 10 cm:

$$\sigma_{v1} = \beta_1 K_1 (A_1 \cosh(\beta_1 Z_1) + B_1 \sinh(\beta_1 Z_1))$$

$$\sigma_{v1} = \beta_1 K_1 (A_1 C_1 + B_1 S_1)$$

$$\sigma_{v1} = 2.353926 \text{ kg/cm}^2$$

$$w_1 = A_1 \sinh(\beta_1 Z_1) + B_1 \cosh(\beta_1 Z_1)$$

$$w_1 = A_1 S_1 + B_1 C_1$$

$$w_1 = -0.02623 \text{ cm}$$

$$\varepsilon_{v1} = \frac{\sigma_{v1}}{k_1} = \frac{2.35392611}{16799.3860} = 0.00014012 < \varepsilon_{v1} = 0.00033511 \text{ ok}$$

$$\varepsilon_{h1} = \frac{1}{2} x \frac{v_1}{1-v_1} x \varepsilon_{v1} = \frac{1}{2} x \frac{0.35}{1-0.35} x 0.00014012 = 0.00003772 < \varepsilon_h = 0.0001785 \text{ ok}$$

Para Base = 25 cm:

$$\sigma_{v2} = \beta_2 K_2 (A_2 \cosh(\beta_2 Z_2) + B_2 \sinh(\beta_2 Z_2))$$

$$\sigma_{v2} = \beta_2 K_2 (A_2 C_2 + B_2 S_2)$$

$$\sigma_{v2} = -4.442042026 \text{ kg/cm}^2$$

$$w_2 = A_2 \sinh(\beta_2 Z_2) + B_2 \cosh(\beta_2 Z_2)$$

$$w_2 = A_2S_2 + B_2C_2$$

$$w_2 = -0.143362844 \text{ cm}$$

$$\varepsilon_{v_2} = \frac{\sigma_{v_2}}{k_2} = \frac{-4.442042026}{2549.592981} = -0.001742255 < \varepsilon_{v_1} = 0.00033511 \text{ ok}$$

$$\varepsilon_{h_2} = \frac{1}{2}x \frac{v_2}{1-v_2} x \varepsilon_{v_2} = \frac{1}{2}x \frac{0.30}{1-0.30} x -0.001742255 = -0.00037334 < \varepsilon_h = 0.0001785 \text{ ok}$$

Por lo tanto, cumple con los espesores asumidos, entonces:

CARPETA DE RODADURA: 10cm = 4"

BASE: 25 cm = 10"

Podemos apreciar entonces que para el método AASHTO 93 y MECANÍSTICO CALIBRADO nos cumple los espesores que se muestran en el siguiente cuadro:

Tabla 5-31 Espesores Finales para el Pavimento

AASHTO		MECANÍSTICO CALIBRADO	
CARPETA	BASE	CARPETA	BASE
4"	10"	4"	10"

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO VI: DISEÑO DE DRENAJE

6.1. ESTUDIO HIDROLÓGICO

6.1.1. Generalidades

Para que una carretera se mantenga en buen estado, es necesario que cuente con un adecuado sistema de drenaje, que permita la oportuna y rápida evacuación de las aguas provenientes de las precipitaciones pluviales y/o subterráneas, sin que ellas causen daño a la estructura vial. Asimismo, es fundamental el mantenimiento rutinario y periódico de estas estructuras de modo que mantengan su capacidad hidráulica y estructural.

En nuestro proyecto se realizó un estudio inicial de campo con la finalidad de obtener la información referente al reconocimiento de las áreas inundables y reconocer las cuencas y/o microcuencas cuyos cauces naturales intercepten el tramo de estudio y de esta forma tener un mejor criterio a la hora de diseñar el drenaje de la carretera.

6.1.2. Estudio de la Cuenca y Microcuenca

Una cuenca es la superficie de terreno cuya escorrentía superficial fluye en su totalidad a través de una serie de corrientes, ríos y, eventualmente, lagos hacia el mar por una única desembocadura (Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, 2013).

Dentro de estas se encuentran las Microcuencas que son porciones de territorio que alimentan a las cuencas.

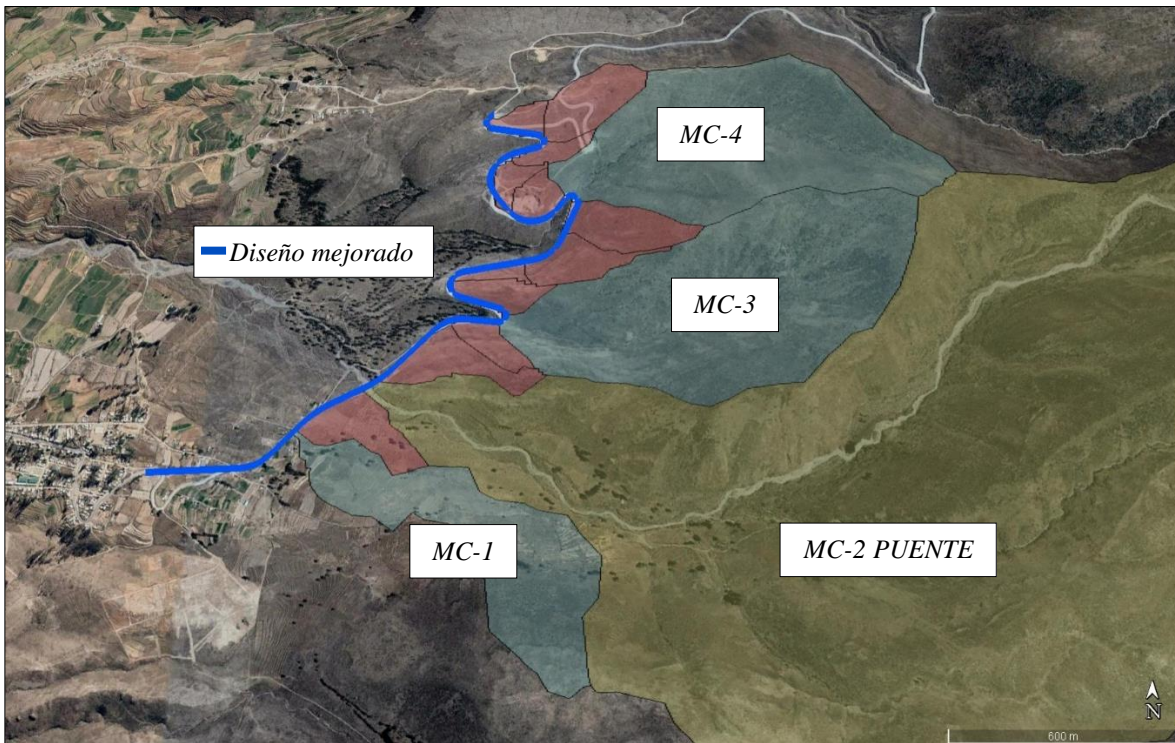
Para la delimitación de nuestra cuenca se utilizó el software ArcGIS, se identificaron 4 microcuencas de las cuales una corresponde a el puente la Rinconada, que se considera como una estructura existente por lo tanto solo se consideró para el estudio de su cuenca, mas no se incluye en el diseño del drenaje ya que este análisis comprendería un estudio más a profundidad de socavación, que escapa del motivo de nuestra tesis.

Con la ayuda del software se determinaron los siguientes valores:

- Delimitación de la cuenca

Consiste en identificar los límites de la cuenca guiándose de la línea imaginaria *divortium aquarum* que marca el límite entre cuencas.

Figura 6-1 Delimitación de Cuencas



FUENTE: Elaboración propia

- Área

Es el área proyectada en un plano horizontal que nos sirve para determinar el aporte que tiene cada microcuenca y calcular el coeficiente de compacidad.

- Perímetro

Es el borde de la cuenca proyectado en un plano horizontal y nos sirve para determinar el coeficiente de compacidad.

- Longitud del cauce principal

Es el curso con mayor caudal de agua o bien con mayor longitud o mayor área de drenaje. Que nos servirá más adelante para determinar el tiempo de concentración de la cuenca.

- Coeficiente de compacidad

También llamado Índice de Compacidad o coeficiente de Graveliús, se define como la relación entre el perímetro de la cuenca y el perímetro de un círculo de área equivalente.

2004	17.7	18.7	0.6	0.0	0.0	0.0	4.4	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	18.7
2005	11.1	13.0	7.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0	13.0
2006	5.5	14.4	13.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.8	14.4
2007	23.4	9.6	5.1	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	23.4
2008	20.7	14.6	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.5	20.7
2009	2.4	9.9	6.4	4.2	0.0	0.0	0.4	0.0	0.2	0.0	0.4	0.0	9.9
2010	3.3	9.7	2.9	2.6	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	9.7
2011	16.5	19.2	2.3	2.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.8	19.2
2012	25.3	39.3	36.6	16.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	39.3
2013	28.5	18.0	21.5	0.0	2.9	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6	28.5
2014	16.3	0.8	4.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	16.3
2015	19.0	8.0	8.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	19.0
2016	12.3	10.8	5.6	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	12.3
2017	18.2	16.8	17.7	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	6.1	18.2
2018	13.9	19.8	16.4	1.4	0.0	0.2	1.9	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	19.8

Fuente: SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú)

6.1.4. Período de Retorno

El tiempo promedio, en años, en que el valor del caudal pico de una creciente determinada es igualado o superado una vez cada “T” años, se le denomina Período de Retorno “T”. Si se supone que los eventos anuales son independientes, es posible calcular la probabilidad de falla para una vida útil de “n” años.

Para adoptar el período de retorno a utilizar en el diseño de una obra, es necesario considerar la relación existente entre la probabilidad de excedencia de un evento, la vida útil de la estructura y el riesgo de falla admisible, dependiendo este último, de factores económicos, sociales, técnicos y otros (Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, 2013).

En el manual se puede encontrar una fórmula que relaciona el riesgo de falla admisible en función del período de retorno y vida útil de la estructura:

$$R = 1 - (1 - 1/T)^n \quad (6.1)$$

Donde:

R: Riesgo de falla admisible (%)

T: Período de Retorno (años)

n: Vida Útil de la estructura (años)

El manual nos da una tabla de valores de Riesgo Admisible para diferentes estructuras:

Tabla 6-4 Valores Máximos Recomendados de Riesgo Admisible de Obras de Drenaje

TIPO DE OBRA	RIESGO ADMISIBLE (**) (%)
Puentes (*)	25
Alcantarillas de paso de quebradas importantes y badenes	30
Alcantarillas de paso quebradas menores y descarga de agua de cunetas	35
Drenaje de la plataforma (a nivel longitudinal)	40
Subdrenes	40
Defensas Ribereñas	25

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, 2013

Para calcular el periodo de retorno para nuestras estructuras los riesgos de falla se tomaron de esta tabla, y asignaremos una vida útil de las estructuras de 15 años que se recomiendan en el manual, dando como resultado un periodo de retorno de 25 años que nos servirá más adelante para determinar la intensidad de la precipitación y así determinar los caudales de diseño.

6.1.5. Análisis de Datos Hidrológicos

El análisis estadístico de los datos obtenidos nos permite estimar la precipitaciones, intensidades o caudales máximos, para nuestro caso la precipitación anual máxima en 24 horas para un determinado periodo de duración. En esta parte primero se realizó una prueba de datos dudosos y el análisis estadístico con la ayuda del software Hidroesta de Máximo Villon Béjar.

6.1.5.1. Prueba de Datos Dudosos

Los datos dudosos (outliers) son puntos de información que se alejan significativamente de la tendencia de la información restante. La retención o eliminación de estos datos puede afectar significativamente la magnitud de los parámetros estadísticos calculados para la información, especialmente en muestras pequeñas. Para esta prueba se utilizó el método del Water Resources Council (1981).

Se tienen las siguientes ecuaciones que se usan para detectar datos dudosos altos y bajos:

Datos dudosos altos: $yH = \bar{y} + K_n S_y$ (6.2)

Datos dudosos bajos: $yL = \bar{y} - K_n S_y$ (6.3)

Donde:

yH : Banda superior de los logaritmos de los valores de caudales o precipitaciones.

yL : Banda inferior de los logaritmos de los valores de caudales o precipitaciones.

\bar{y} : Media aritmética de los logaritmos de los valores caudales o precipitaciones.

K_n : Coeficiente que depende del tamaño de la muestra caudales o precipitaciones.

S_y : Desviación estándar de los logaritmos de los valores caudales o precipitaciones.

Si los logaritmos de los valores en una muestra son mayores que yH , entonces se consideran como datos dudosos altos. Si existe información disponible que indica que un dato dudoso alto es el máximo sobre un periodo extendido, el dato dudoso es excluido del análisis.

Los valores de K_n se toman de la siguiente tabla:

Tabla 6-5 Valores de K_n para la prueba de datos dudosos

Valores K_n para la prueba de datos dudosos							
Tamaño de muestra n	K_n	Tamaño de muestra n	K_n	Tamaño de muestra n	K_n	Tamaño de muestra n	K_n
10	2.036	24	2.467	38	2.661	60	2.837
11	2.088	25	2.486	39	2.671	65	2.866
12	2.134	26	2.502	40	2.682	70	2.893
13	2.175	27	2.519	41	2.692	75	2.917
14	2.213	28	2.534	42	2.700	80	2.940
15	2.247	29	2.549	43	2.710	85	2.961
16	2.279	30	2.563	44	2.719	90	2.981
17	2.309	31	2.577	45	2.727	95	3.000
18	2.335	32	2.591	46	2.736	100	3.017
19	2.361	33	2.604	47	2.744	110	3.049
20	2.385	34	2.616	48	2.753	120	3.078
21	2.408	35	2.628	49	2.760	130	3.104
22	2.429	36	2.639	50	2.768	140	3.129
23	2.448	37	2.650	55	2.804		

Fuente: Ven Te Chow, 1994

Para nuestro estudio se deben calcular los logaritmos y hallar los parámetros estadísticos con la ayuda del software Hidroesta, se obtuvieron los siguientes valores:

Tabla 6-6 Precipitaciones Máximas en 24 horas y sus logaritmos

N°	AÑO	Ppmax(mm)	Log(ppmax)
1	1989	32.2	1.508
2	1990	18.9	1.276
3	1991	13.5	1.130
4	1992	13.8	1.140
5	1993	21.8	1.338
6	1994	35.3	1.548
7	1995	48.8	1.688
8	1996	15.9	1.201
9	1997	44.0	1.643
10	1998	12.6	1.100
11	1999	25.0	1.398
12	2000	36.2	1.559
13	2001	20.9	1.320
14	2002	24.3	1.386
15	2003	9.2	0.964
16	2004	18.7	1.272
17	2005	13.0	1.114
18	2006	14.4	1.158
19	2007	23.4	1.369
20	2008	20.7	1.316
21	2009	9.9	0.996
22	2010	9.7	0.987
23	2011	19.2	1.283
24	2012	39.3	1.594
25	2013	28.5	1.455
26	2014	16.3	1.212
27	2015	19.0	1.279
28	2016	12.3	1.090
29	2017	18.2	1.260
30	2018	19.8	1.297
N° DATOS	30	30	30

Fuente: Elaboración propia

Se obtienen los parámetros estadísticos de estos datos para poder calcular los outliers:

Tabla 6-7 Parámetros estadísticos de Precipitaciones Máximas en 24 horas y sus logaritmos

Parámetros Estadísticos	P24hr	Log(P24hr)
Numero de datos (N)	30	30
Sumatoria	654.800	38.882
Valor Máximo	48.800	1.688
Valor Mínimo	9.200	0.964
Media	21.827	1.296
Varianza	106.662	0.038
Desviación Estándar	10.328	0.194
Coefficiente de Variación	0.473	0.150
Coefficiente de Sesgo	1.103	0.255
Coefficiente de Curtosis	3.814	2.705

Fuente: Elaboración propia

Los resultados del cálculo de los outliers son:

n	30	Tabla 6-5
Kn	2.563	

UMBRAL DE DATOS DUDOSOS ALTOS

$$yH = 1.79$$

Precipitación máxima aceptada

$$PH = 10^{(yH)}$$

$$PH = 62.17 \text{ mm}$$

NO EXISTEN DATOS DUDOSOS ALTOS

UMBRAL DE DATOS DUDOSOS BAJOS

$$yL = 0.80$$

Precipitación mínima aceptada

$$PL = 10^{(yL)}$$

$$PL = 6.29 \text{ mm}$$

NO EXISTEN DATOS DUDOSOS BAJOS

En nuestro estudio no se identificaron datos dudosos que deban ser eliminados, una vez determinado esto se procede con el análisis estadístico.

6.1.5.2. Modelos de Distribución

Existen diversos modelos de distribución de probabilidades, de los cuales se debe escoger el que se ajuste mejor a nuestros datos. Para esto se realizó el análisis con las siguientes funciones:

6.1.5.2.1. Distribución Normal

La función de densidad de la probabilidad normal está dada por la siguiente ecuación:

$$f(x) = \frac{1}{S\sqrt{(2\pi)}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{S}\right)^2} \quad (6.4)$$

Donde:

$f(x)$ = Función densidad normal de la variable x

x = Variable Independiente

μ = Parámetro de localización, igual a la media aritmética de x

S = Parámetro de escala, igual a la desviación estándar de x

Tabla 6-8 Resultados del Ajuste de Datos para una Distribución Normal

m	X	P(X)	F(Z)Ordinario	F(Z)Mom Lineal	Delta
1	9.2	0.0323	0.1107	0.1037	0.0785
2	9.7	0.0645	0.1202	0.113	0.0556
3	9.9	0.0968	0.1241	0.1169	0.0273
4	12.3	0.129	0.1782	0.1708	0.0491
5	12.6	0.1613	0.1858	0.1785	0.0245
6	13	0.1935	0.1964	0.1891	0.0028
7	13.5	0.2258	0.2101	0.2029	0.0158
8	13.8	0.2581	0.2185	0.2114	0.0395
9	14.4	0.2903	0.236	0.2292	0.0543
10	15.9	0.3226	0.283	0.277	0.0395
11	16.3	0.3548	0.2963	0.2905	0.0586
12	18.2	0.3871	0.3627	0.3586	0.0244
13	18.7	0.4194	0.381	0.3775	0.0383
14	18.9	0.4516	0.3884	0.3851	0.0632
15	19	0.4839	0.3922	0.3889	0.0917
16	19.2	0.5161	0.3996	0.3966	0.1165

17	19.8	0.5484	0.4222	0.4198	0.1262
18	20.7	0.5806	0.4566	0.4552	0.1241
19	20.9	0.6129	0.4643	0.4631	0.1487
20	21.8	0.6452	0.499	0.4989	0.1462
21	23.4	0.6774	0.5605	0.5624	0.1169
22	24.3	0.7097	0.5946	0.5975	0.115
23	25	0.7419	0.6207	0.6243	0.1213
24	28.5	0.7742	0.7409	0.7474	0.0333
25	32.2	0.8065	0.8424	0.8498	0.036
26	35.3	0.8387	0.904	0.9107	0.0653
27	36.2	0.871	0.918	0.9244	0.047
28	39.3	0.9032	0.9547	0.9595	0.0514
29	44	0.9355	0.9841	0.9866	0.0486
30	48.8	0.9677	0.9955	0.9965	0.0278
Como el delta teórico 0.1487 es menor que el delta tabular 0.2483. Los datos se ajustan a la distribución Normal, con un nivel de significación del 5%.					
Parámetros de la distribución normal:					
Con momentos ordinarios:			Con momentos lineales		
Parámetro de localización (Xm)= 21.8267			Media lineal (Xl)= 21.8267		
Parámetro de escala (S)= 10.3277			Desviación estándar lineal (Sl)=10.0158		

Fuente: Elaboración propia

6.1.5.2.2. Distribución Log Normal 2 Parámetros

La función de distribución de probabilidad es:

$$P(x \leq x_i) = \frac{1}{S \sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{x_i} e^{\left(\frac{-(x-\bar{X})^2}{2S^2}\right)} dx \quad (6.5)$$

Donde: \bar{X} y S son parámetros de la distribución

Si la variable x de la ecuación (2) se reemplaza por una función $y = f(x)$, tal que $y = \log(x)$, la función puede normalizarse, transformándose en una ley de probabilidades denominada log-normal, $N(Y, S_y)$. Los valores originales de la variable aleatoria x , deben ser transformados a $y = \log x$, de tal manera que:

$$\bar{Y} = \sum_{i=1}^n \log x_i / n \quad (6.6)$$

Tabla 6-9 Resultados del Ajuste de Datos para una Distribución LogNormal de 2 Parámetros

m	X	P(X)	F(Z)Ordinario	F(Z)Mom Lineal	Delta
1	9.2	0.0323	0.0434	0.047	0.0112
2	9.7	0.0645	0.0555	0.0595	0.009
3	9.9	0.0968	0.0608	0.065	0.036
4	12.3	0.129	0.144	0.1494	0.015
5	12.6	0.1613	0.1566	0.162	0.0047
6	13	0.1935	0.174	0.1794	0.0195
7	13.5	0.2258	0.1966	0.2018	0.0293
8	13.8	0.2581	0.2105	0.2156	0.0476
9	14.4	0.2903	0.239	0.2438	0.0513
10	15.9	0.3226	0.3128	0.3166	0.0098
11	16.3	0.3548	0.3328	0.3362	0.0221
12	18.2	0.3871	0.4264	0.428	0.0393
13	18.7	0.4194	0.4503	0.4514	0.0309
14	18.9	0.4516	0.4597	0.4606	0.0081
15	19	0.4839	0.4644	0.4652	0.0194
16	19.2	0.5161	0.4737	0.4743	0.0424
17	19.8	0.5484	0.5012	0.5012	0.0472
18	20.7	0.5806	0.5408	0.5399	0.0398
19	20.9	0.6129	0.5493	0.5483	0.0636
20	21.8	0.6452	0.5864	0.5845	0.0587
21	23.4	0.6774	0.6468	0.6438	0.0306
22	24.3	0.7097	0.6777	0.6741	0.032
23	25	0.7419	0.7001	0.6961	0.0418
24	28.5	0.7742	0.7933	0.7882	0.0191
25	32.2	0.8065	0.8624	0.8571	0.0559
26	35.3	0.8387	0.9027	0.8977	0.0639
27	36.2	0.871	0.912	0.9072	0.041
28	39.3	0.9032	0.9379	0.9336	0.0346
29	44	0.9355	0.9633	0.96	0.0278
30	48.8	0.9677	0.9784	0.976	0.0106
Como el delta teórico 0.0639, es menor que el delta tabular 0.2483. Los datos se ajustan a la distribución logNormal 2 parámetros, con un nivel de significación del 5%					
Parámetros de la distribución logNormal:					
Con momentos ordinarios:			Con momentos lineales		
Parámetro de escala (μ_y)=2.9843			Parámetro de escala (μ_{yl})= 2.9843		
Parámetro de forma (S_y)= 0.4469			Parámetro de forma (S_{yl})=0.4569		

Fuente: Elaboración propia

6.1.5.2.3. Distribución Log Normal 3 Parámetros

La función de densidad de x es:

$$f(x) = \frac{1}{(x - x_0)\sqrt{(2\pi)S_y}} e^{-1/2\left(\frac{\ln(x-x_0)-u_y}{S_y}\right)^2} \quad (6.7)$$

Donde:

x_0 : Parámetro de posición

U_y : Parámetro de escala o media

S_y^2 : Parámetro de forma o varianza

Tabla 6-10 Resultados del Ajuste de Datos para una Distribución normal LogNormal de 3 Parámetros

m	X	P(X)	F(Z)Ordinario	F(Z)Mom Lineal	Delta
1	9.2	0.0323	-1.9363	0.0264	0.0058
2	9.7	0.0645	-1.768	0.0385	0.026
3	9.9	0.0968	-1.7049	0.0441	0.0527
4	12.3	0.129	-1.0857	0.1388	0.0098
5	12.6	0.1613	-1.0217	0.1535	0.0078
6	13	0.1935	-0.9399	0.1736	0.0199
7	13.5	0.2258	-0.8427	0.1997	0.0261
8	13.8	0.2581	-0.7869	0.2157	0.0424
9	14.4	0.2903	-0.6803	0.2482	0.0422
10	15.9	0.3226	-0.4392	0.3303	0.0077
11	16.3	0.3548	-0.3802	0.3519	0.0029
12	18.2	0.3871	-0.1241	0.4506	0.0635
13	18.7	0.4194	-0.0625	0.4751	0.0557
14	18.9	0.4516	-0.0385	0.4847	0.0331
15	19	0.4839	-0.0266	0.4894	0.0055
16	19.2	0.5161	-0.003	0.4988	0.0173
17	19.8	0.5484	0.0658	0.5262	0.0221
18	20.7	0.5806	0.1642	0.5652	0.0154
19	20.9	0.6129	0.1854	0.5735	0.0394
20	21.8	0.6452	0.2774	0.6093	0.0359
21	23.4	0.6774	0.4301	0.6664	0.011
22	24.3	0.7097	0.5104	0.6951	0.0146
23	25	0.7419	0.5704	0.7158	0.0261
24	28.5	0.7742	0.843	0.8004	0.0262

25	32.2	0.8065	1.0914	0.8624	0.056
26	35.3	0.8387	1.2754	0.8989	0.0602
27	36.2	0.871	1.3253	0.9075	0.0365
28	39.3	0.9032	1.4873	0.9315	0.0283
29	44	0.9355	1.7074	0.9561	0.0206
30	48.8	0.9677	1.9068	0.9717	0.004
Como el delta teórico 0.0635, es menor que el delta tabular 0.2483. Los datos se ajustan a la distribución logNormal 3 parámetros, con un nivel de significación del 5%					
Parámetros de la distribución logNormal:					
Parámetro de posición (xo)= 4.25					
Parámetro de escala (μy)= 2.7064					
Parámetro de forma (Sy)= 0.5717					

Fuente: Elaboración propia

6.1.5.2.4. Distribución Gamma 2 Parámetros

La función de densidad es:

$$f(x) = \frac{x^{\gamma-1} e^{-\frac{x}{\beta}}}{\beta^{\gamma} \Gamma(\gamma)} \quad (6.8)$$

Válido para:

$$0 \leq x < \infty$$

$$0 < \gamma < \infty$$

$$0 < \beta < \infty$$

Donde:

γ : Parámetro de forma

β : Parámetro de escala

Tabla 6-11 Resultados del Ajuste de Datos para una Distribución Gamma de 2 Parámetros

m	X	P(X)	G(Y)Ordinario	G(Y)Mom Lineal	Delta
1	9.2	0.0323	0.058	0.187	0.0258
2	9.7	0.0645	0.0696	0.2036	0.0051
3	9.9	0.0968	0.0746	0.2103	0.0222
4	12.3	0.129	0.1483	0.2923	0.0192
5	12.6	0.1613	0.1591	0.3026	0.0022

6	13	0.1935	0.1741	0.3163	0.0194
7	13.5	0.2258	0.1935	0.3334	0.0323
8	13.8	0.2581	0.2056	0.3436	0.0525
9	14.4	0.2903	0.2303	0.3639	0.06
10	15.9	0.3226	0.2954	0.4136	0.0272
11	16.3	0.3548	0.3133	0.4266	0.0415
12	18.2	0.3871	0.3996	0.4862	0.0125
13	18.7	0.4194	0.4222	0.5013	0.0029
14	18.9	0.4516	0.4313	0.5072	0.0203
15	19	0.4839	0.4358	0.5102	0.0481
16	19.2	0.5161	0.4448	0.5161	0.0714
17	19.8	0.5484	0.4715	0.5335	0.0769
18	20.7	0.5806	0.5108	0.5588	0.0698
19	20.9	0.6129	0.5194	0.5643	0.0935
20	21.8	0.6452	0.5571	0.5885	0.088
21	23.4	0.6774	0.6204	0.629	0.057
22	24.3	0.7097	0.6536	0.6504	0.0561
23	25	0.7419	0.678	0.6664	0.0639
24	28.5	0.7742	0.7826	0.7379	0.0084
25	32.2	0.8065	0.8625	0.799	0.056
26	35.3	0.8387	0.909	0.8402	0.0702
27	36.2	0.871	0.9196	0.8507	0.0486
28	39.3	0.9032	0.9483	0.8822	0.045
29	44	0.9355	0.9744	0.9184	0.0389
30	48.8	0.9677	0.988	0.9445	0.0203
Como el delta teórico 0.0935, es menor que el delta tabular 0.2483. Los datos se ajustan a la distribución Gamma de 2 parámetros, con un nivel de significación del 5%					
Parámetros de la distribución Gamma 2:					
Con momentos ordinarios:			Con momentos lineales		
Parámetro de forma (gamma)= 5.2214			Parámetro de forma (gammal)= 2.2242		
Parámetro de escala (beta)= 4.1802			Parámetro de escala (betal)= 9.8132		

Fuente: Elaboración propia

6.1.5.2.5. Distribución Gamma 3 Parámetros

La función de densidad es:

$$f(x) = \frac{(x - x_0)^{\gamma-1} e^{-\frac{(x-x_0)}{\beta}}}{\beta^\gamma \Gamma(\gamma)} \quad (6.9)$$

Válido para:

$$x_0 \leq x < \infty$$

$$-\infty \leq x_0 < \infty$$

$$0 < \beta < \infty$$

$$0 < y < \infty$$

Donde:

x_0 : Origen de la variable x , parámetro de posición

y : Parámetro de forma

β : Parámetro de escala

Tabla 6-12 Resultados del Ajuste de Datos para una Distribución Gamma 3 Parámetros

m	X	P(X)	G(Y)Ordinario	G(Y)Mom Lineal	Delta
1	9.2	0.0323	0.0646	0.0231	0.0324
2	9.7	0.0645	0.0785	0.0413	0.014
3	9.9	0.0968	0.0845	0.0493	0.0123
4	12.3	0.129	0.1689	0.1648	0.0398
5	12.6	0.1613	0.1808	0.1805	0.0195
6	13	0.1935	0.1972	0.2016	0.0036
7	13.5	0.2258	0.2181	0.228	0.0078
8	13.8	0.2581	0.2308	0.2438	0.0272
9	14.4	0.2903	0.2568	0.2753	0.0335
10	15.9	0.3226	0.3232	0.3519	0.0006
11	16.3	0.3548	0.3411	0.3717	0.0138
12	18.2	0.3871	0.4251	0.4606	0.038
13	18.7	0.4194	0.4467	0.4825	0.0274
14	18.9	0.4516	0.4553	0.4911	0.0037
15	19	0.4839	0.4595	0.4954	0.0243
16	19.2	0.5161	0.468	0.5038	0.0481
17	19.8	0.5484	0.4931	0.5285	0.0553
18	20.7	0.5806	0.5297	0.5637	0.051
19	20.9	0.6129	0.5376	0.5713	0.0753
20	21.8	0.6452	0.5723	0.6039	0.0728
21	23.4	0.6774	0.63	0.6569	0.0474
22	24.3	0.7097	0.6601	0.6839	0.0496
23	25	0.7419	0.6822	0.7036	0.0597
24	28.5	0.7742	0.7771	0.7868	0.0029
25	32.2	0.8065	0.8509	0.8511	0.0445
26	35.3	0.8387	0.8955	0.8905	0.0568
27	36.2	0.871	0.906	0.8999	0.035
28	39.3	0.9032	0.9353	0.9268	0.032

29	44	0.9355	0.964	0.9548	0.0285
30	48.8	0.9677	0.9807	0.9726	0.0129
Como el delta teórico 0.0753, es menor que el delta tabular 0.2483. Los datos se ajustan a la distribución Gamma de 3 parámetros, con un nivel de significación del 5%					
Parámetros de la distribución Gamma:					
Con momentos ordinarios:			Con momentos lineales		
Parámetro de localización (Xo)= 3.093			Parámetro de localización (Xol)= 8.1273		
Parámetro de forma (gamma)= 3.2903			Parámetro de forma (gammal)= 1.6046		
Parámetro de escala (beta)= 5.6936			Parámetro de escala (betal)= 8.5377		

Fuente: Elaboración propia

6.1.5.2.6. Distribución Log-Pearson Tipo III

La función de distribución es:

$$f(x) = \frac{(\ln x - x_0)^{\gamma-1} e^{-\frac{(\ln x - x_0)}{\beta}}}{x\beta^\gamma \Gamma(\gamma)} \quad (6.10)$$

Válido para:

$$\begin{aligned} x_0 &\leq x < \infty \\ -\infty &\leq x_0 < \infty \\ 0 &< \beta < \infty \\ 0 &< y < \infty \end{aligned}$$

Donde:

x_0 : Parámetro de posición

y : Parámetro de forma

β : Parámetro de escala

Tabla 6-13 Resultados del Ajuste de Datos para una Distribución Log-Pearson Tipo III

m	X	P(X)	G(Y)Ordinario	G(Y)Mom Lineal	Delta
1	9.2	0.0323	0.035	0.0344	0.0027
2	9.7	0.0645	0.0471	0.0472	0.0174
3	9.9	0.0968	0.0526	0.053	0.0442
4	12.3	0.129	0.142	0.1476	0.013
5	12.6	0.1613	0.1557	0.1621	0.0056
6	13	0.1935	0.1747	0.1819	0.0189
7	13.5	0.2258	0.1993	0.2074	0.0265

8	13.8	0.2581	0.2144	0.223	0.0437
9	14.4	0.2903	0.2453	0.2548	0.045
10	15.9	0.3226	0.3243	0.335	0.0018
11	16.3	0.3548	0.3454	0.3562	0.0094
12	18.2	0.3871	0.4426	0.4526	0.0555
13	18.7	0.4194	0.4669	0.4765	0.0476
14	18.9	0.4516	0.4765	0.4859	0.0249
15	19	0.4839	0.4812	0.4905	0.0026
16	19.2	0.5161	0.4906	0.4997	0.0255
17	19.8	0.5484	0.5182	0.5265	0.0302
18	20.7	0.5806	0.5575	0.5646	0.0232
19	20.9	0.6129	0.5658	0.5727	0.0471
20	21.8	0.6452	0.6021	0.6076	0.0431
21	23.4	0.6774	0.6603	0.6634	0.0171
22	24.3	0.7097	0.6896	0.6914	0.02
23	25	0.7419	0.7108	0.7117	0.0311
24	28.5	0.7742	0.7977	0.7945	0.0235
25	32.2	0.8065	0.8613	0.8556	0.0549
26	35.3	0.8387	0.8986	0.8918	0.0599
27	36.2	0.871	0.9073	0.9003	0.0363
28	39.3	0.9032	0.9317	0.9245	0.0285
29	44	0.9355	0.9565	0.9497	0.021
30	48.8	0.9677	0.972	0.9661	0.0043
Como el delta teórico 0.05987, es menor que el delta tabular 0.2483. Los datos se ajustan a la distribución Log-Pearson tipo 3, con un nivel de significación del 5%					
Parámetros de la distribución Log-Pearson tipo 3:					
Con momentos ordinarios:			Con momentos lineales		
Parámetro de localización (Xo)= -0.5196			Parámetro de localización (Xol)= 0.572		
Parámetro de forma (gamma)= 61.474			Parámetro de forma (gammal)= 27.6203		
Parámetro de escala (beta)= 0.057			Parámetro de escala (betal)= 0.0873		

Fuente: Elaboración propia

6.1.5.2.7. Distribución Gumbel

También conocida como distribución de Valores Tipo I o Doble Exponencial tiene como función de distribución:

$$F(x) = e^{-e^{\alpha(x-\beta)}} \quad (6.11)$$

Donde:

$$\alpha = \frac{1.285}{\sigma}$$

$$\beta = \mu - 0.45\sigma$$

Donde:

α : *Parámetro de Concentración*

β : *Parámetro de localización*

Tabla 6-14 Resultados del Ajuste de Datos para una Distribución Gumbel

m	X	P(X)	G(Y)Ordinario	G(Y)Mom Lineal	Delta
1	9.2	0.0323	0.0676	0.0712	0.0354
2	9.7	0.0645	0.0796	0.0833	0.015
3	9.9	0.0968	0.0847	0.0885	0.0121
4	12.3	0.129	0.16	0.1642	0.0309
5	12.6	0.1613	0.1711	0.1753	0.0098
6	13	0.1935	0.1863	0.1906	0.0072
7	13.5	0.2258	0.2062	0.2103	0.0196
8	13.8	0.2581	0.2184	0.2225	0.0396
9	14.4	0.2903	0.2436	0.2475	0.0467
10	15.9	0.3226	0.3097	0.313	0.0129
11	16.3	0.3548	0.3278	0.3309	0.027
12	18.2	0.3871	0.4144	0.4164	0.0273
13	18.7	0.4194	0.437	0.4387	0.0176
14	18.9	0.4516	0.446	0.4476	0.0057
15	19	0.4839	0.4504	0.452	0.0334
16	19.2	0.5161	0.4593	0.4607	0.0568
17	19.8	0.5484	0.4857	0.4868	0.0627
18	20.7	0.5806	0.5243	0.5248	0.0564
19	20.9	0.6129	0.5326	0.5331	0.0803
20	21.8	0.6452	0.5693	0.5693	0.0758
21	23.4	0.6774	0.6301	0.6294	0.0473
22	24.3	0.7097	0.6617	0.6606	0.048
23	25	0.7419	0.6848	0.6836	0.0571
24	28.5	0.7742	0.7826	0.7806	0.0084
25	32.2	0.8065	0.8566	0.8545	0.0501
26	35.3	0.8387	0.9	0.898	0.0613
27	36.2	0.871	0.9101	0.9082	0.0391
28	39.3	0.9032	0.9379	0.9363	0.0347
29	44	0.9355	0.9649	0.9637	0.0294
30	48.8	0.9677	0.9805	0.9797	0.0127
Como el delta teórico 0.0803, es menor que el delta tabular 0.2483. Los datos se ajustan a la distribución Gumbel, con un nivel de significación del 5%					
Parámetros de la distribución Gumbel:					
Con momentos ordinarios:			Con momentos lineales		

Parámetro de posición (μ)= 17.1786	Parámetro de posición (μ)= 17.121
Parámetro de escala (alfa)= 8.0525	Parámetro de escala (alfal)= 8.1524

Fuente: Elaboración propia

6.1.5.2.8. Distribución LogGumbel

La variable aleatoria reducida log Gumbel, se define como:

$$y = \frac{\ln x - \mu}{\alpha}$$

Con lo cual, la función acumulada reducida log Gumbel es:

$$G(y) = e^{-e^{-y}}$$

Tabla 6-15 Resultados del Ajuste de Datos para una Distribución LogGumbel

m	X	P(X)	G(Y)Ordinario	G(Y)Mom Lineal	Delta
1	9.2	0.0323	0.0064	0.0124	0.0258
2	9.7	0.0645	0.0131	0.0221	0.0514
3	9.9	0.0968	0.0168	0.0271	0.08
4	12.3	0.129	0.1116	0.1337	0.0174
5	12.6	0.1613	0.1292	0.1517	0.0321
6	13	0.1935	0.154	0.1766	0.0396
7	13.5	0.2258	0.1866	0.2087	0.0392
8	13.8	0.2581	0.2068	0.2284	0.0513
9	14.4	0.2903	0.2478	0.2679	0.0425
10	15.9	0.3226	0.3501	0.3646	0.0275
11	16.3	0.3548	0.3763	0.3891	0.0214
12	18.2	0.3871	0.4905	0.4958	0.1034
13	18.7	0.4194	0.5174	0.5208	0.098
14	18.9	0.4516	0.5277	0.5305	0.0761
15	19	0.4839	0.5328	0.5352	0.0489
16	19.2	0.5161	0.5428	0.5446	0.0267
17	19.8	0.5484	0.5716	0.5715	0.0232
18	20.7	0.5806	0.6112	0.6087	0.0306
19	20.9	0.6129	0.6195	0.6165	0.0066
20	21.8	0.6452	0.6542	0.6493	0.009
21	23.4	0.6774	0.7073	0.6998	0.0299
22	24.3	0.7097	0.7329	0.7243	0.0232
23	25	0.7419	0.751	0.7417	0.009
24	28.5	0.7742	0.8215	0.8105	0.0473
25	32.2	0.8065	0.8706	0.8596	0.0642
26	35.3	0.8387	0.8991	0.8885	0.0603

27	36.2	0.871	0.9057	0.8954	0.0348
28	39.3	0.9032	0.9248	0.9152	0.0216
29	44	0.9355	0.945	0.9367	0.0095
30	48.8	0.9677	0.9589	0.9517	0.0089
Como el delta teórico 0.1034, es menor que el delta tabular 0.2483. Los datos se ajustan a la distribución logGumbel, con un nivel de significación del 5%					
Parámetros de la distribución logGumbel:					
Con momentos ordinarios:			Con momentos lineales		
Parámetro de posición (μ)= 2.7832			Parámetro de posición (μ_l)=2.7697		
Parámetro de escala (alfa)= 0.3484			Parámetro de escala (alfal)= 0.3719		

Fuente: Elaboración propia

6.1.6. Prueba de Bondad de Ajuste y Selección de Distribución a emplear

El método que usaremos y para el cual se calcularon todas las tablas anteriores es el de Kolmogorov-Smirnov en el cual se comprueba la bondad de ajuste de las distribuciones, asimismo permite elegir la más representativa, es decir la de mejor ajuste, elegimos la distribución a emplear considerando la que tenga el Delta teórico menor.

Tabla 6-16 Valores de Delta Teórico obtenidos para cada Distribución

DISTRIBUCIÓN	DELTA TEÓRICO
Normal	0.1487
LogNormal 2 Parámetros	0.0639
LogNormal 3 Parámetros	0.0635
Gamma 2 Parámetros	0.0935
Gamma 3 Parámetros	0.0753
Log Pearson Tipo III	0.0599
Gumbel	0.0803
Log Gumbel	0.1034
Δ TABULAR	0.2483

Fuente: Elaboración propia

Para nuestro caso la distribución que más se ajusta es la Distribución LogPearson Tipo III. Entonces se trabajará con los siguientes datos que se calcularon con la ayuda del software Hidroesta:

Tabla 6-17 Precipitaciones máximas en 24h para diferentes periodos de retorno

T(años)	Probabilidad	Distribución LogPearson tipo III
200	0.005	69.44
100	0.010	60.72
50	0.020	52.54
25	0.040	44.89
10	0.100	35.44
5	0.200	28.61
3	0.333	23.59
2	0.500	23.83

Fuente: Elaboración propia

6.1.6.1. Ajuste para cantidades de Precipitación de Intervalo Fijo

El análisis de lluvias de corta duración se lleva a cabo generalmente a partir de datos tomados cada hora o cada día. Como es muy poco probable que ocurran lluvias intensas enteramente en estos intervalos fijos entre observaciones, los datos de estas series subestiman las verdaderas cantidades máximas para las duraciones correspondientes a los intervalos entre observaciones. La función lluvia-frecuencia basada en datos horarios o diarios debe ser aumentada en un 13 por ciento para aproximar los verdaderos valores para 60 min o 24 hr, respectivamente. El ajuste disminuye al aumentar el número de intervalos de observación cubiertos para la duración de la lluvia, para la cual se busca su verdadero valor máximo (Linsley, Kohler y Paulhus, 1977).

Para este ajuste la OMN (Organización Meteorológica Mundial) nos da la siguiente tabla:

Tabla 6-18 Relaciones entre Precipitación Máxima Verdadera y Precipitación en Intervalos

Numero de intervalo de observación	Relación
1	1.13
2	1.04
3-4	1.03
5-8	1.02
9-24	1.01

Fuente: Adaptación Organización Meteorológica Mundial

Como nuestros registros se dan con un solo intervalo de observación cada 24 horas se hace un ajuste del 13% a los valores de la Tabla 6-17 obteniendo:

Tabla 6-19 Ajuste de Precipitaciones Máximas en 24h para Diferentes Periodos de Retorno

T(años)	Probabilidad	Distribución LogPearson tipo III
200	0.005	78.47
100	0.010	68.61
50	0.020	59.37
25	0.040	50.73
10	0.100	40.05
5	0.200	32.33
3	0.333	26.66
2	0.500	26.93

Fuente: Elaboración propia

6.1.7. Determinación de la Tormenta de Diseño

Una tormenta de diseño es un patrón de precipitación definido para utilizarse en el diseño de un sistema hidrológico. Las tormentas de diseño pueden basarse en información histórica de precipitación de una zona o pueden construirse utilizando las características generales de la precipitación en regiones adyacentes. Su aplicación va desde el uso de valores puntuales de precipitación en el método racional para determinar los caudales picos en alcantarillados de aguas lluvias y alcantarillas de carreteras, hasta el uso de hietogramas de tormenta como las entradas para el análisis de lluvia-escorrentía en embalses de detención de aguas urbanas. (Manual de Hidráulica, Hidrología y Drenaje, 2013).

Para determinación de la tormenta de diseño sería recomendable contar con información obtenida a través de un pluviógrafo, ya que este equipo provee información instantánea, sin embargo, en nuestra zona no se cuenta con este equipo de medición de precipitaciones solo cuenta con pluviómetros que proveen de valores medios.

6.1.7.1. Método Dick Peschke

Como no contamos con registros pluviográficos, podemos utilizar la metodología de Dick Peschke (Guevara, 1991) que relaciona la duración de la tormenta con la precipitación máxima en 24 horas, que sirve para poder obtener las intensidades máximas. La expresión es la siguiente:

$$P_d = P_{24h} \left(\frac{d}{1440} \right)^{0.25} \quad (6.12)$$

Donde:

P_d = Precipitación total(mm) para un determinado periodo de duración

D = Periodo de duración considerado (15,30,60,120,180,240 min)

P_{24h} = Precipitación máxima en 24 horas(mm) (obtenidos en la Tabla 6-19)

6.1.7.2. Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia

Las curvas Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF) son curvas que resultan de unir los puntos representativos de la intensidad media en intervalos de diferente duración, y correspondientes todos ellos a una misma frecuencia o período de retorno (Témez, 1978).

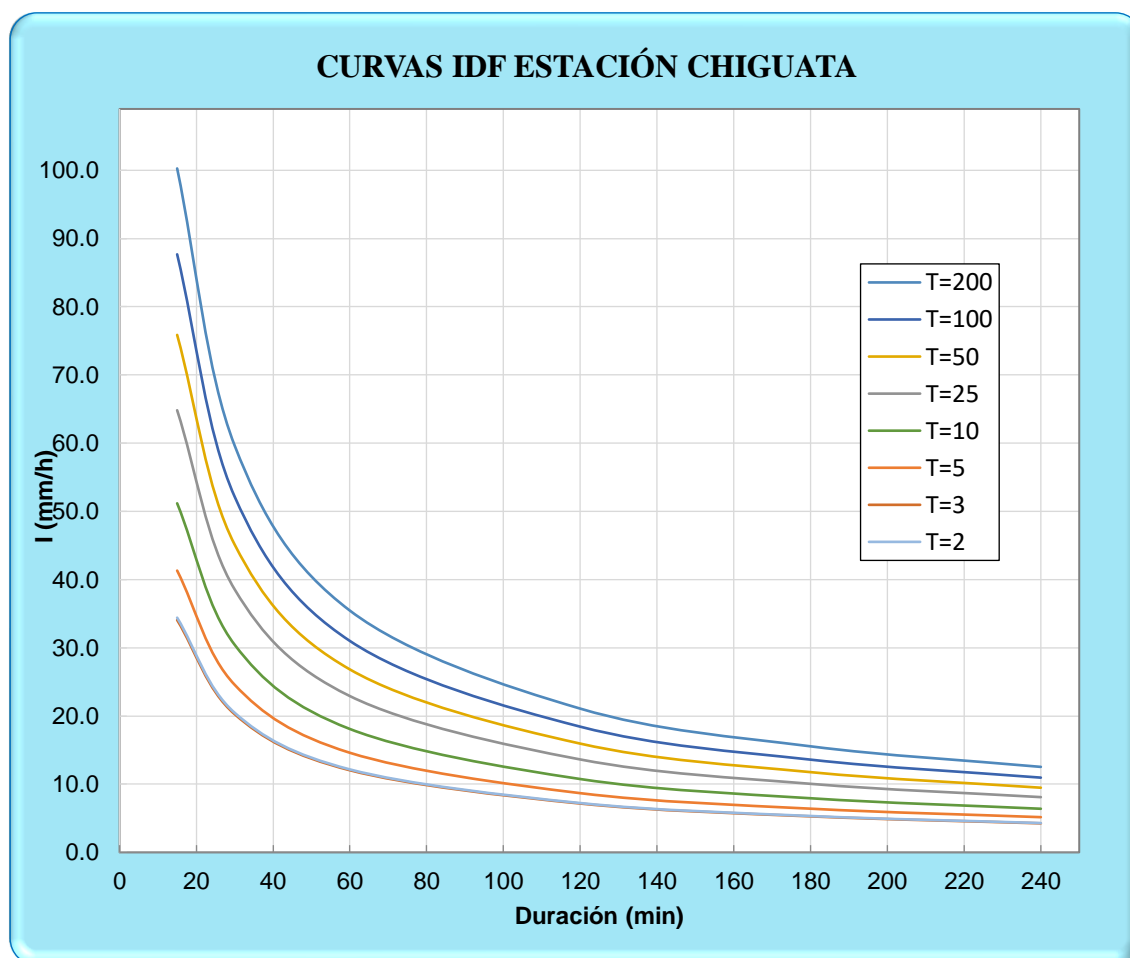
La intensidad es la cantidad de agua precipitada por unidad de tiempo, la duración es el tiempo que dura la tormenta y la frecuencia son las veces que se repite una tormenta con estas mismas características de intensidad y duración definidas en un determinado periodo de tiempo. Aplicando esto tenemos:

Tabla 6-20 Datos para elaborar las curvas IDF

Per. (T)	PT24h	Precipitación (mm)						Intensidad Máxima (mm/h)						Frec. O Prob
		15'	30'	60'	120'	180'	240'	15'	30'	60'	120'	180'	240'	
200	78.47	25.07	29.81	35.45	42.16	46.66	50.14	100.27	59.62	35.45	21.08	15.55	12.53	0.50%
100	68.61	21.92	26.07	31.00	36.87	40.80	43.84	87.68	52.14	31.00	18.43	13.60	10.96	1.00%
50	59.37	18.97	22.56	26.82	31.90	35.30	37.93	75.87	45.11	26.82	15.95	11.77	9.48	2.00%
25	50.73	16.21	19.27	22.92	27.25	30.16	32.41	64.82	38.54	22.92	13.63	10.05	8.10	4.00%
10	40.05	12.79	15.21	18.09	21.52	23.81	25.59	51.18	30.43	18.09	10.76	7.94	6.40	10.00%
5	32.33	10.33	12.28	14.61	17.37	19.22	20.66	41.31	24.56	14.61	8.69	6.41	5.16	20.00%
3	26.66	8.52	10.13	12.04	14.32	15.85	17.03	34.06	20.25	12.04	7.16	5.28	4.26	33.33%
2	26.93	8.60	10.23	12.17	14.47	16.01	17.21	34.41	20.46	12.17	7.23	5.34	4.30	50.00%

Fuente: Elaboración propia

Figura 6-2 Curvas IDF



Fuente: Elaboración propia

6.1.8. Tiempo de Concentración

Es el tiempo requerido por una gota para recorrer desde el punto hidráulicamente más lejano hasta la salida de la cuenca. Para calcular el tiempo de concentración se han desarrollado varios métodos que se pueden encontrar en el libro de Ven Te Chow, siendo en nuestro caso los que más se adaptan a nuestras microcuencas los de Rowe o California, Kirpich y SCS.

Tabla 6-21 Fórmulas para el Cálculo del Tiempo de Concentración

MÉTODO Y FECHA	FÓRMULA PARA t_c (minutos)	OBSERVACIONES
Kirpich (1940)	$t_c = 0.01947.L^{0.77}.S^{-0.385}$ <p>L = longitud del canal desde aguas arriba hasta la salida, m. S = pendiente promedio de la cuenca, m/m</p>	Desarrollada a partir de información del SCS en siete cuencas rurales de Tennessee con canales bien definidos y pendientes empinadas (3 a 10%); para flujo superficial en superficies de concreto o asfalto se debe multiplicar t_c por 0.4; para canales de concreto se debe multiplicar por 0.2; no se debe hacer ningún ajuste para flujo superficial en suelo descubierto o para flujo en cunetas.
California Culverts Practice (1942)	$t_c = 0.0195\left(\frac{L^3}{H}\right)^{0.385}$ <p>L = longitud del curso de agua más largo, m. H = diferencia de nivel entre la divisoria de aguas y la salida, m.</p>	Esencialmente es la ecuación de Kirpich; desarrollada para pequeñas cuencas montañosas en California.
Izzard (1946)	$t_c = \frac{525.(0.0000276.i + c).L^{0.33}}{S^{0.333}.i^{0.667}}$ <p>i = intensidad de lluvia, mm/h c = coeficiente de retardo L = longitud de la trayectoria de flujo, m. S = pendiente de la trayectoria de flujo, m/m.</p>	Desarrollada experimentalmente en laboratorio por el Bureau of Public Roads para flujo superficial en caminos y Áreas de céspedes; los valores del coeficiente de retardo varían desde 0.0070 para pavimentos muy lisos hasta 0.012 para pavimentos de concreto y 0.06 para superficies densamente cubiertas de pasto; la solución requiere de procesos iterativos; el producto de i por L debe ser ≤ 3800 .
Federal Aviation Administration (1970)	$t_c = 0.7035\frac{(1.1 - C).L^{0.50}}{S^{0.333}}$ <p>C = coeficiente de escorrentía del método racional. L = longitud del flujo superficial, m. S = pendiente de la superficie, m/m</p>	Desarrollada de información sobre el drenaje de aeropuertos recopilada por el Corps of Engineers; el método tiene como finalidad el ser usado en problemas de drenaje de aeropuertos pero ha sido frecuentemente usado para flujo superficial en cuencas urbanas.

<p>Ecuaciones de onda cinemática Morgali y Linsley (1965)</p> <p>Aron y Erborge (1973)</p>	$t_c = \frac{7.L^{0.6}.n^{0.6}}{I^{0.4}.S^{0.3}}$ <p>L = longitud del flujo superficial, m. n = coeficiente de rugosidad de Manning. I = intensidad de lluvia, mm/h. S = pendiente promedio del terreno-m/m.</p>	<p>Ecuación para flujo superficial desarrollada a partir de análisis de onda cinemática de la escorrentía superficial desde superficies desarrolladas; el método requiere iteraciones debido a que tanto I (Intensidad de lluvia) como t_c son desconocidos, la superposición de una curva de intensidad – duración – frecuencia da una solución gráfica directa para t_c.</p>
<p>Ecuación de retardo SCS (1973)</p>	$t_c = \frac{0.0136.L^{0.8}\left(\frac{1000}{CN} - 9\right)^{0.7}}{S^{0.5}}$ <p>L = longitud hidráulica de la cuenca mayor trayectoria de flujo), m. CN = Número de curva SCS S = pendiente promedio de la cuenca, m/m.</p>	<p>Ecuación desarrollada por el SCS a partir de información de cuencas de uso agrícola; ha sido adaptada a pequeñas cuencas urbanas con áreas inferiores a 800 Ha; se ha encontrado que generalmente es buena cuando el área se encuentra completamente pavimentada; para áreas mixtas tiene tendencia a la sobreestimación; se aplican factores de ajuste para corregir efectos de mejoras en canales e impermeabilización de superficies; la ecuación supone que $t_c = 1.67 \times$ retardo de la cuenca.</p>

Fuente: SCS. Soil Conservation Service

Tabla 6-22 Cálculo del Tiempo de Concentración en las Microcuencas

MICRO-CUENCA	Longitud(m)	Cota Final	Cota Inicial	Desnivel(m)	Rowe Tc (min)	Kirpich Tc (min)	SCS (min)	Tcs. (min)
MC-1	1148.79	3213	2965	248	46.12	50.00	43.37	46.12
MC-2	10015.61	5162	2978	2184	217.81	235.23	219.73	219.73
MC-3	1268.77	3325	3016	309	43.43	46.86	43.37	43.43
MC-4	1238.36	3328	3053	275	43.76	47.27	43.03	43.76

Fuente: Elaboración propia

6.1.9. Coeficiente de Escorrentía

Es la relación que existe entre el caudal que discurre por una superficie y en caudal total de precipitación. Este coeficiente nos sirve para determinar el caudal de diseño, y juega un papel importante ya que en este se resumen la evaporación, evapotranspiración, almacenamiento, o infiltración.

El valor del coeficiente de escorrentía se establecerá de acuerdo a las características hidrológicas y geomorfológicas de las quebradas cuyos cursos interceptan el alineamiento de la

carretera en estudio. En virtud a ello, los coeficientes de escorrentía variarán según dichas características, se determina con ayuda de la siguiente tabla teniendo en cuenta los resultados de nuestro estudio de suelos y las características de nuestro terreno:

Tabla 6-23 Coeficientes de Escorrentía Método Racional

COBERTURA VEGETAL	TIPO DE SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				
		PRONUNCIADA	ALTA	MEDIA	SUAVE	DESPRECIABLE
		> 50%	> 20%	> 5%	> 1%	< 1%
Sin vegetación	Impermeable	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
	Semipermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Permeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
Cultivos	Impermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Semipermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Permeable	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45
	Semipermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Permeable	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15
Hierba, grama	Impermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Semipermeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
	Permeable	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
Bosques, densa vegetación	Impermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Semipermeable	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25
	Permeable	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, 2013

Para la estimación de caudales se utilizó el método racional que es la mejor opción y el más usado para nuestro tipo de estudio, para esto se requiere el coeficiente de escorrentía de nuestras microcuencas que son:

Tabla 6-24 Coeficientes de Escorrentía para las Microcuencas

Microcuenca	Coefficiente de Escorrentía
MC-1	0.5
MC-2 PUENTE	0.6
MC-3	0.6
MC-4	0.6

Fuente: Elaboración propia

6.1.10. Método Racional

Este método es práctico y recomendable para hallar un caudal máximo en base a las intensidades de las precipitaciones, resume todas las variables hidrológicas en el coeficiente de escorrentía. La descarga máxima de diseño se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$Q = 0.278 CIA \quad (6.13)$$

Donde:

Q: Descarga máxima de diseño (m³/s)

C: Coeficiente de escorrentía

I: Intensidad de precipitación máxima horaria (mm/h)

A: Área de la cuenca (Km²)

Con esto se calculó los caudales de diseño para las microcuencas, haciendo una excepción en la Microcuenca 2 que es la del puente la Rinconada la cual al tener un área mayor a 10km², se le debe multiplicar un factor “K” que es un Coeficiente de Uniformidad que corresponde al método Racional Modificado y está en función del tiempo de concentración.

Tabla 6-25 Cálculo de Caudales de Diseño mediante el Método Racional

Progresiva		Micro-cuenca	Tc (min)	T (años)	I (mm/h)	Área (Ha)	Coef. Esc. C	Q(m ³ /s)	Obras de Arte
Inicio	Fin								
0+540	0+540	MC-1	46.12	25	27.92	34.00	0.5	1.32	ALC-1
0+540	0+800	MC-1	46.12	25	27.92	5.84	0.5	0.23	CUNETA
0+800	0+835	MC-2	219.73	50	10.13	1164.68	0.6	24.91	PUENTE EXISTENTE
0+835	1+080	MC-3	43.43	25	29.20	5.81	0.6	0.28	AV-1
1+080	1+370	MC-3	43.43	25	29.20	2.70	0.6	0.13	AV-2
1+370	1+370	MC-3	43.43	25	29.20	66.10	0.6	3.22	ALC-2
1+370	1+625	MC-3	43.43	25	29.20	3.03	0.6	0.15	CUNETA
1+625	1+930	MC-3	43.43	25	29.20	1.31	0.6	0.06	AV-3
1+930	2+120	MC-3	43.43	25	29.20	4.82	0.6	0.23	AV-4
2+120	2+265	MC-3	43.43	25	29.20	6.63	0.6	0.32	AV-5
2+265	2+265	MC-4	43.76	25	29.04	61.94	0.6	3.00	ALC-3
2+265	2+498	MC-4	43.76	25	29.04	2.23	0.6	0.11	CUNETA
2+498	2+730	MC-4	43.76	25	29.04	1.87	0.6	0.09	AV-6
2+730	2+970	MC-4	43.76	25	29.04	1.91	0.6	0.09	AV-7
2+970	2+970	MC-4	43.76	25	29.04	9.31	0.6	0.45	AV-8
2+970	3+208	MC-4	43.76	25	29.04	2.05	0.6	0.10	CUNETA

Fuente: Elaboración propia

6.2. DISEÑO HIDRÁULICO

El objetivo principal en el diseño hidráulico de una obra de drenaje es determinar la sección hidráulica más adecuada que permita el paso libre del flujo líquido y flujo sólido que eventualmente transportan los cursos naturales y conducirlos adecuadamente, sin causar daño a la carretera y a la propiedad adyacente.

Uno de los elementos más perjudiciales en las carreteras es el agua, este puede causar diferentes problemas, entre estos están los encharcamientos lo que produce el fenómeno conocido como aquaplaning, que se produce cuando el neumático en su proceso de movimiento no es capaz de evacuar la totalidad del agua presente en la superficie y pierde el contacto efectivo con el pavimento, generándose una pérdida de control del vehículo por parte del conductor. Por otro lado, tenemos la infiltración del agua de lluvia en los poros de la mezcla bituminosa, esa agua al producirse un descenso en la temperatura se congela y aumenta su volumen, generando grandes daños en las capas externas del pavimento.

6.2.1. *Diseño de Alcantarillas*

Se define como alcantarilla a la estructura cuya luz sea menor a 6.0 m y su función es evacuar el flujo superficial proveniente de cursos naturales o artificiales que interceptan la carretera.

En carreteras de alto volumen de tránsito y por necesidad de limpieza y mantenimiento de las alcantarillas, se adoptará una sección mínima circular de 0.90 m (36") de diámetro o su equivalente de otra sección, salvo en cruces de canales de riego donde se adoptarán secciones de acuerdo a cada diseño particular (Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, 2013).

6.2.1.1. *Elección de Alcantarilla*

En nuestro proyecto se plantea el uso de alcantarillas circulares tipo TMC (Tubos Metálicos Corrugados) ya que no se tiene presencia de aguas salinas o acidas, este material nos garantiza la vida útil, y es una alternativa económica.

6.2.1.2. *Diseño Hidráulico*

Como ya conocemos los caudales de diseño, el cálculo hidráulico lo realizamos con la fórmula de Robert Manning para canales abiertos y tuberías, es de fácil aplicación y permite obtener la velocidad del flujo y caudal para un régimen uniforme con la relación:

$$V = \frac{R^{2/3} S^{1/2}}{n} \quad (6.14)$$

$$R = A/P \quad (6.15)$$

$$Q = VA \quad (6.16)$$

Donde:

Q: Caudal (m³/s)

V: Velocidad media de flujo (m/s)

A: Área de la sección hidráulica (m²)

P: Perímetro mojado (m)

R: Radio Hidráulico (m)

S: Pendiente de fondo (m/m)

n: Coeficiente de Manning

El diseño de cada alcantarilla se presenta a continuación:

Tabla 6-26 Diseño de Alcantarillas

Alcantarilla	Q Diseño (m ³ /s)	S (m/m)	D (m)	H Max (m)	θ	P(m)	Área (m ²)	R (m)	n	V (m/s)	Q (m ³ /s)	
ALC-1	1.32	4.00%	0.91	0.69	4.19	1.92	0.53	0.28	0.02	4.24	2.24	OK
ALC-2	3.22	4.00%	1.22	0.91	4.19	2.55	0.94	0.37	0.02	5.13	4.82	OK
ALC-3	3.00	4.00%	1.22	0.91	4.19	2.55	0.94	0.37	0.02	5.13	4.82	OK

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6-27 Secciones de Alcantarillas

Alcantarilla	Sección	Medida
ALC-1	Circular	Diámetro: 36"
ALC-2	Circular	Diámetro: 48"
ALC-3	Circular	Diámetro: 48"

Fuente: Elaboración propia

6.2.2. Diseño de Cunetas

6.2.2.1. Sección de las Cunetas

Se consideró cunetas triangulares de concreto ya que son las más comunes y no se tienen caudales muy altos, la norma nos indica una serie de parámetros y valores mínimos que se deben cumplir para asegurar un buen diseño.

La inclinación de los taludes interiores se define considerando factores de velocidad y volumen de tráfico, el manual nos proporciona la siguiente tabla:

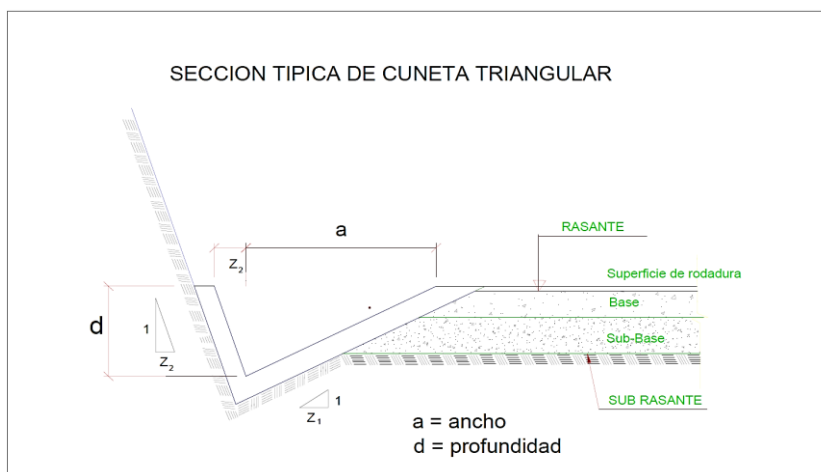
Tabla 6-28 Inclinaciones máximas del talud (V:H)

V.D. (Km/h)	I.M.D.A (VEH./DIA)	
	< 750	> 750
<70	1:02	(*)
	1:03	
> 70	1:03	1:04

Fuente: Manual de Hidráulica, Hidrología y Drenaje, 2013

Como nuestra velocidad de diseño es de 60 km/h y nuestro IMDA es de 2476 veh/día tomaremos un talud de 1:03.

Figura 6-3 Sección Típica de Cuneta Triangular



Fuente: Manual de Hidráulica, Hidrología y Drenaje, 2013

6.2.2.2. Dimensiones Mínimas

Las dimensiones de la cuneta se determinan según el caudal de diseño obtenido en el estudio hidrológico, sin embargo, el manual nos da unas dimensiones mínimas según la precipitación anual, tenemos una región seca ya que en promedio por año no se superan los 260 mm de precipitación, por lo cual las dimensiones mínimas son de 20 cm de profundidad y ancho de 50 cm.

Tabla 6-29 Dimensiones Mínimas de Cuneta Triangular Típica

REGION	PROFUNDIDAD (d) mts.	ANCHO (a) mts.
Seca (<400mm/año)	0.20	0.50
Lluviosa (De 400 a <1600mm/año)	0.30	0.75
Muy lluviosa (De 1600 a <3000mm/año)	0.40	1.20
Muy lluviosa (>3000mm/año)	0.30*	1.20

Fuente: Manual de Hidráulica, Hidrología y Drenaje, 2013

6.2.2.3. Caudal de Aporte

Los caudales de aporte fueron calculados en la Tabla 6-25, se muestra un resumen a continuación:

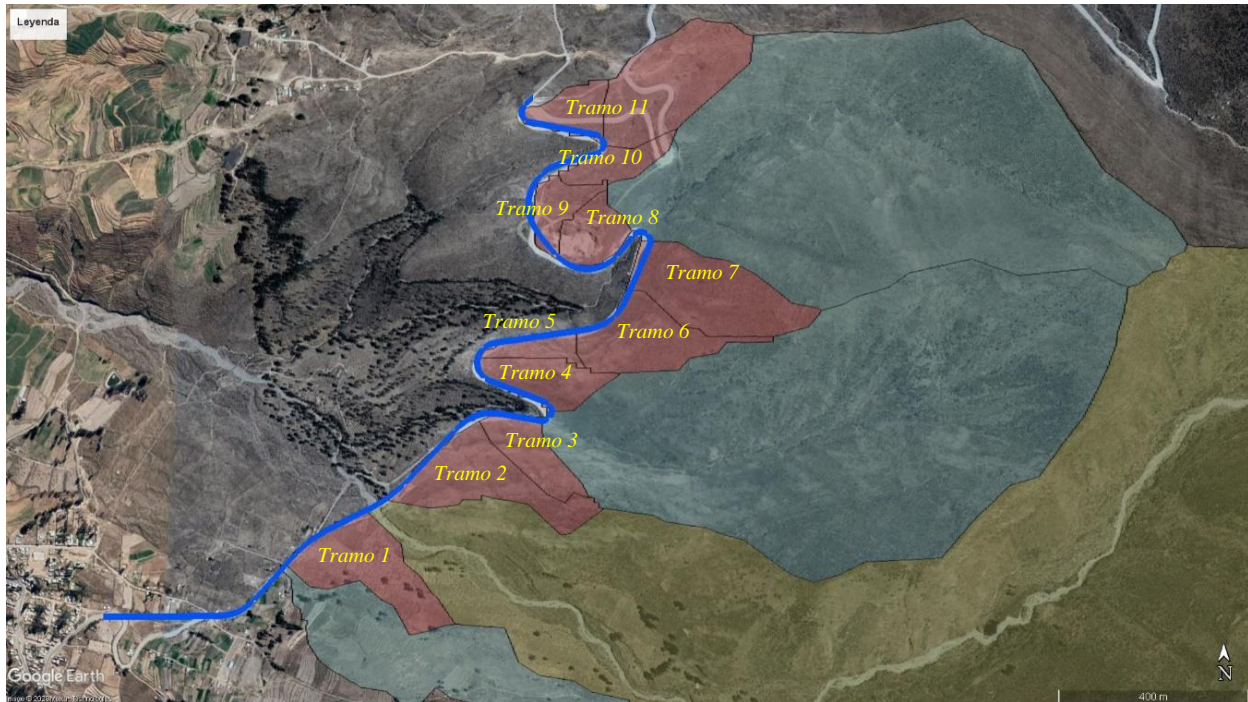
Tabla 6-30 Caudales de Aporte para los Tramos de Cunetas

TRAMO	INICIO	FIN	I (mm/h)	C	A (km ²)	Q (m ³ /s)
Tramo 1	0+540	0+800	27.92	0.5	0.06	0.23
Tramo 2	0+835	1+080	29.20	0.6	0.06	0.28
Tramo 3	1+080	1+370	29.20	0.6	0.03	0.13
Tramo 4	1+370	1+625	29.20	0.6	0.03	0.15
Tramo 5	1+625	1+930	29.20	0.6	0.01	0.06
Tramo 6	1+930	2+120	29.20	0.6	0.05	0.23
Tramo 7	2+120	2+265	29.20	0.6	0.07	0.32
Tramo 8	2+265	2+498	29.04	0.6	0.02	0.11
Tramo 9	2+498	2+730	29.04	0.6	0.02	0.09
Tramo 10	2+730	2+970	29.04	0.6	0.02	0.09
Tramo 11	2+970	3+208	29.04	0.6	0.02	0.10

Fuente: Elaboración propia

Las áreas de aporte de los tramos fueron medidas con la ayuda del programa ArcGIS y se muestran a continuación:

Figura 6-4 Delimitación de Áreas de Aporte para Cunetas



Fuente: Elaboración propia

6.2.2.4. Capacidad de las Cunetas

Hacemos uso de la ecuación de Manning.

$$Q = A * V = \frac{A * R^{2/3} * S^{1/2}}{n} \quad (6.17)$$

$$R = A/P \quad (6.18)$$

Donde:

Q: Caudal (m³/s)

V: Velocidad media de flujo (m/s)

A: Área de la sección hidráulica (m²)

P: Perímetro mojado (m)

R: Radio Hidráulico (m)

S: Pendiente de fondo (m/m)

n: Coeficiente de Manning

Tabla 6-31 Diseño de Cunetas

TRAMO	Q de Diseño (m ³ /s)	Pend %	Ancho (m)	Alto (m)	H máx. (m)	P (m)	Área (m ²)	R (m)	n	V (m/s)	Q (m ³ /s)	
Tramo 1	0.23	2.00%	1.05	0.35	0.26	1.20	0.14	0.11	0.013	2.57	0.35	OK
Tramo 2	0.28	2.00%	1.05	0.35	0.26	1.20	0.14	0.11	0.013	2.57	0.35	OK
Tramo 3	0.13	2.00%	1.05	0.35	0.26	1.20	0.14	0.11	0.013	2.57	0.35	OK
Tramo 4	0.15	2.00%	1.05	0.35	0.26	1.20	0.14	0.11	0.013	2.57	0.35	OK
Tramo 5	0.06	2.00%	1.05	0.35	0.26	1.20	0.14	0.11	0.013	2.57	0.35	OK
Tramo 6	0.23	2.00%	1.05	0.35	0.26	1.20	0.14	0.11	0.013	2.57	0.35	OK
Tramo 7	0.32	2.00%	1.05	0.35	0.26	1.20	0.14	0.11	0.013	2.57	0.35	OK
Tramo 8	0.11	2.00%	1.05	0.35	0.26	1.20	0.14	0.11	0.013	2.57	0.35	OK
Tramo 9	0.09	2.00%	1.05	0.35	0.26	1.20	0.14	0.11	0.013	2.57	0.35	OK
Tramo 10	0.09	2.00%	1.05	0.35	0.26	1.20	0.14	0.11	0.013	2.57	0.35	OK
Tramo 11	0.10	2.00%	1.05	0.35	0.26	1.20	0.14	0.11	0.013	2.57	0.35	OK

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6-32 Dimensiones de Cunetas

TRAMO	Ancho (m)	Alto (m)	Talud
Tramo 1	1.05	0.35	01:03
Tramo 2	1.05	0.35	01:03
Tramo 3	1.05	0.35	01:03
Tramo 4	1.05	0.35	01:03
Tramo 5	1.05	0.35	01:03
Tramo 6	1.05	0.35	01:03
Tramo 7	1.05	0.35	01:03
Tramo 8	1.05	0.35	01:03
Tramo 9	1.05	0.35	01:03
Tramo 10	1.05	0.35	01:03
Tramo 11	1.05	0.35	01:03

Fuente: Elaboración propia

6.2.2.5. Aliviaderos de Cunetas

Los aliviaderos nos sirven para la descarga de agua de las cunetas, para su ubicación el manual nos indica que en una región seca como la nuestra se deben colocar cada 250m de longitud de cunetas, pero también se debe considerar la morfología y las corrientes naturales de agua que se presentan en la zona del proyecto. Al igual que en las alcantarillas se eligió secciones circulares de TMC obteniendo a continuación los resultados:

Tabla 6-33 Diseño de Aliviaderos

Aliviadero	Q de diseño (m ³ /s)	Pend %	D (m)	H Max (m)	θ	P(m)	Área (m ²)	R (m)	n	V (m/s)	Q (m ³ /s)	
AV-1	0.28	3.00%	0.61	0.46	4.19	1.28	0.23	0.18	0.02	2.80	0.66	OK
AV-2	0.13	3.00%	0.61	0.46	4.19	1.28	0.23	0.18	0.02	2.80	0.66	OK
AV-3	0.06	3.00%	0.61	0.46	4.19	1.28	0.23	0.18	0.02	2.80	0.66	OK
AV-4	0.23	3.00%	0.61	0.46	4.19	1.28	0.23	0.18	0.02	2.80	0.66	OK
AV-5	0.32	3.00%	0.61	0.46	4.19	1.28	0.23	0.18	0.02	2.80	0.66	OK
AV-6	0.09	3.00%	0.61	0.46	4.19	1.28	0.23	0.18	0.02	2.80	0.66	OK
AV-7	0.09	3.00%	0.61	0.46	4.19	1.28	0.23	0.18	0.02	2.80	0.66	OK
AV-8	0.45	3.00%	0.61	0.46	4.19	1.28	0.23	0.18	0.02	2.80	0.66	OK

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6-34 Dimensiones de Aliviaderos

Aliviadero	Sección	Medida
AV-1	Circular	Diámetro: 24"
AV-2	Circular	Diámetro: 24"
AV-3	Circular	Diámetro: 24"
AV-4	Circular	Diámetro: 24"
AV-5	Circular	Diámetro: 24"
AV-6	Circular	Diámetro: 24"
AV-7	Circular	Diámetro: 24"
AV-8	Circular	Diámetro: 24"

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO VII: COSTOS Y PRESUPUESTOS

7.1. GENERALIDADES

Los costos y presupuestos son el cálculo de todos los gastos aproximados del proyecto en base a los metrados que se obtienen a partir de los cálculos hechos en los capítulos anteriores y también a los precios unitarios de todas las partidas que se llevarán a cabo, a esto se le suma los costos indirectos que son aquellos que están implícitos en el proceso productivo.

7.2. METRADOS

Los metrados son los datos que se obtienen mediante la cuantificación de áreas, volúmenes y cantidades del proyecto que sirven para realizar el presupuesto junto con los análisis de costos unitarios. Los metrados de este proyecto se encuentra en los anexos.

7.3. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Un Análisis de Precios Unitarios (APU) es un modelo para calcular un resultado en precio de una actividad o partida, este debe contener los precios de los insumos actualizados puesto que esto influye de manera directa en el presupuesto. Para este proyecto estos análisis se encuentran en los anexos.

7.4. PRESUPUESTO

El presupuesto se elaboró teniendo los metrados y análisis de precios unitarios, con la ayuda del software POWERCOST PRESUPUESTOS V4, a continuación, se muestra el Resumen del Presupuesto del proyecto:

Presupuesto

Proyecto ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+070.

Sub Presupuesto **01 - PRESUPUES CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA**

Cliente Anthony Christian, Aguilar Cusi / Alejandro Erasmo Aguilar Ponce De Leon

Ubicación AREQUIPA - AREQUIPA - AREQUIPA

Costo a : **AGOSTO DEL 2020**

Localidad CHIGUATA

Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	Subtotal	Total
01	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES						171,375.48
01.01	OBRAS PROVISIONALES					15,930.48	
01.01.01	CONSTRUCCION DE OFICINAS, ALMACEN, GUARDIANIA, VESTUARIOS	M2	87.00	161.60	14,059.20		
01.01.02	CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA DE 3.60x2.40M	UND	2.00	935.64	1,871.28		
01.02	TRABAJOS PRELIMINARES					155,445.00	
01.02.01	LIMPIEZA DE LA SUPERFICIE DE RODADURA	M2	40,300.00	0.61	24,583.00		
01.02.02	TRAZO NIVELES Y REPLANTEO INICIAL DE TERRENO ACCIDENTADO	M2	40,300.00	2.18	87,854.00		
01.02.03	TRANSPORTE DE MATERIALES	GLB	1.00	350.00	350.00		
01.02.04	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA OBRA	M2	40,300.00	0.86	34,658.00		
01.02.05	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	GLB	1.00	8,000.00	8,000.00		
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS						2,065,166.97
02.01	CORTE DE MATERIAL SUELTO	M3	6,152.08	3.78	23,254.86		
02.02	CORTE EN ROCA SUELTA	M3	90,274.23	14.72	1,328,836.67		
02.03	RELLENO Y COMPACTACION C/EQUIPO CON MATERIAL PROPIO	M3	82,277.84	7.80	641,767.15		
02.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D = 5 Km	M3	14,148.47	5.04	71,308.29		
03	PAVIMENTO FLEXIBLE						2,922,764.00
03.01	PERFILADO, NIVELACIÓN Y COMPACTADO DE LA SUB RASANTE	M2	40,300.00	4.52	182,156.00		
03.02	BASE GRANULAR (E=0.35 M)	M2	39,000.00	20.66	805,740.00		
03.03	IMPRIMACION ASFALTICA	M2	39,000.00	6.96	271,440.00		
03.04	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE MAC - 1 (INCLUYE BERMAS Y RETOF	M3	3,900.00	426.52	1,663,428.00		
04	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE						512,519.07
04.01	CUNETAS					408,848.91	
04.01.01	TRAZO NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR	M2	2,764.65	2.18	6,026.94		
04.01.02	EXCAVACION DE CUNETAS CON MAQUINARIA	M3	995.27	9.76	9,713.84		
04.01.03	ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE EN CARRETILLA (50M)	M3	995.27	19.99	19,895.45		
04.01.04	ELIMINACION MANUAL DE MATERIAL EXCEDENTE DE CUNETAS	M3	995.27	9.30	9,256.01		
04.01.05	PERFILADO Y COMPACTADO DE CUNETAS	M	2,633.00	12.87	33,886.71		
04.01.06	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	658.25	54.45	35,841.71		
04.01.07	CONCRETO F'C=140 KG/CM2	M3	526.60	397.99	209,581.53		
04.01.08	SOLAQUEADO DE SUPERFICIE DE CUNETAS	M2	3,973.46	19.22	76,369.90		
04.01.09	SELLADO DE JUNTAS DE DILATACION	M	1,764.78	4.69	8,276.82		
04.02	ALIVIADEROS DE CUNETAS					57,814.23	
04.02.01	TRAZO NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR	M2	130.72	2.18	284.97		
04.02.02	EXCAVACION CON MAQUINARIA	M3	261.44	12.20	3,189.57		
04.02.03	ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE EN CARRETILLA (50M)	M3	103.04	19.99	2,059.77		
04.02.04	ELIMINACION MANUAL DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	103.04	32.67	3,366.32		
04.02.05	RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	M3	152.64	28.31	4,321.24		
04.02.06	PREPARACION DE CAMA DE APOYO PARA ALCANTARILLA CON MATE	M	89.60	9.78	876.29		
04.02.07	ALCANTARILLA TMC ø 24", E=2.0 mm	M	89.60	240.06	21,509.38		
04.02.08	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	141.39	54.45	7,698.69		
04.02.09	CONCRETO F'C=140 KG/CM2	M3	35.60	397.99	14,168.44		
04.02.10	REVESTIMIENTO ENT/SAL ALCANTARILLA C/PIEDRA EMBOQUILLADA	M2	5.46	62.19	339.56		
04.03	SISTEMA DE ALCANTARILLADO					45,855.93	
04.03.01	ALCANTARILLAS CON TUBERIAS					45,855.93	
04.03.01.01	TRAZO NIVELES Y REPLANTEO INICIAL DE TERRENO ACCIDENTA	M2	80.73	2.18	175.99		
04.03.01.02	EXCAVACION CON MAQUINARIA	M3	190.13	12.20	2,319.59		
04.03.01.03	ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE EN CARRETILLA (50M)	M3	76.27	19.99	1,524.64		
04.03.01.04	ELIMINACION MANUAL DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	76.27	32.67	2,491.74		
04.03.01.05	RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	M3	134.65	28.31	3,811.94		
04.03.01.06	PREPARACION DE CAMA DE APOYO PARA ALCANTARILLA CON M	M	45.78	9.78	447.73		
04.03.01.07	ALCANTARILLA TMC ø 36", E=2.0 mm	M	15.26	350.31	5,345.73		

04.03.01.08	ALCANTARILLA TMC ø 40", E=2.5 mm	M	30.52	387.06	11,813.07	
04.03.01.09	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	80.76	54.45	4,397.38	
04.03.01.10	CONCRETO F'C= 175 KG/CM2. PARA ESTRUCTURA DE ENTRADA	M3	26.14	488.81	12,777.49	
04.03.01.11	REVESTIMIENTO ENT/SAL ALCANTARILLA C/PIEDRA EMBOQUILL/	M2	12.07	62.19	750.63	
05	SEÑALIZACION					31,500.00
05.01	SEÑALES PREVENTIVAS, REGALMENTARIAS E INFORMATICAS	UND	63.00	500.00	31,500.00	
06	MITIGACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL					21,145.64
06.01	CONFORMACION DE BOTADEROS	M3	900.00	1.72	1,548.00	
06.02	RIEGO PARA CONTROL DE POLVO R=67 m3/día	MES	6.00	2,020.44	12,122.64	
06.03	LIMPIEZA FINAL DE OBRA	M2	32,500.00	0.23	7,475.00	
COSTO DIRECTO						5,724,471.16
GASTOS GENERALES						7 % 400,712.98
UTILIDAD						5 % 286,223.56
SUB TOTAL						6,411,407.70
IGV.						18 % 1,154,053.39
PRESUPUESTO TOTAL						7,565,461.09

Son : SIETE MILLONES QUINIENTOS SESENTA Y CINCO MIL CUATROCIENTOS SESENTA Y UNO CON 09/100 SOLES

CAPÍTULO VIII: GESTIÓN DE RIESGOS

8.1. GENERALIDADES

El presente estudio abarca específicamente la gestión de riesgos, siguiendo los lineamientos descritos en la Directiva N° 012-2017-OSCE/CD “Gestión de Riesgos en la Planificación de la Ejecución de Obras”, emitida en mayo del 2017. Además, complementa algunos conceptos clave que se han creído convenientes incorporar a fin de ayudar en el entendimiento de los procesos que abarcan la gestión de riesgos, así como algunos aspectos omitidos en la directiva antes mencionada y que se encuentran en el PMBOK 6ta Edición.

8.2. DEFINICIONES

Gestión de Riesgos. - Es tratar con los riesgos antes de que se vuelvan problemas. Es preocuparse de ser proactivos en vez de reactivos. Incluye planificar la forma en que se van a gestionar los riesgos, identificar, documentar, y analizar los riesgos, planificar como enfrentarlos, implementar los planes y luego supervisarlos.

Riesgo. - la guía del PMBOK lo define como, un evento o condición incierta, que, si ocurre, afecta negativa o positivamente a uno o más de los objetivos del proyecto.

La normativa ISO 31000 la define como, el efecto de la incertidumbre sobre los objetivos.

Incertidumbre. - Radica en imposibilidad de predecir o pronosticar el resultado de una situación en un momento determinado.

8.3. ALCANCE DE LA GESTIÓN DE RIESGOS

El alcance de trabajo consistió en las siguientes actividades:

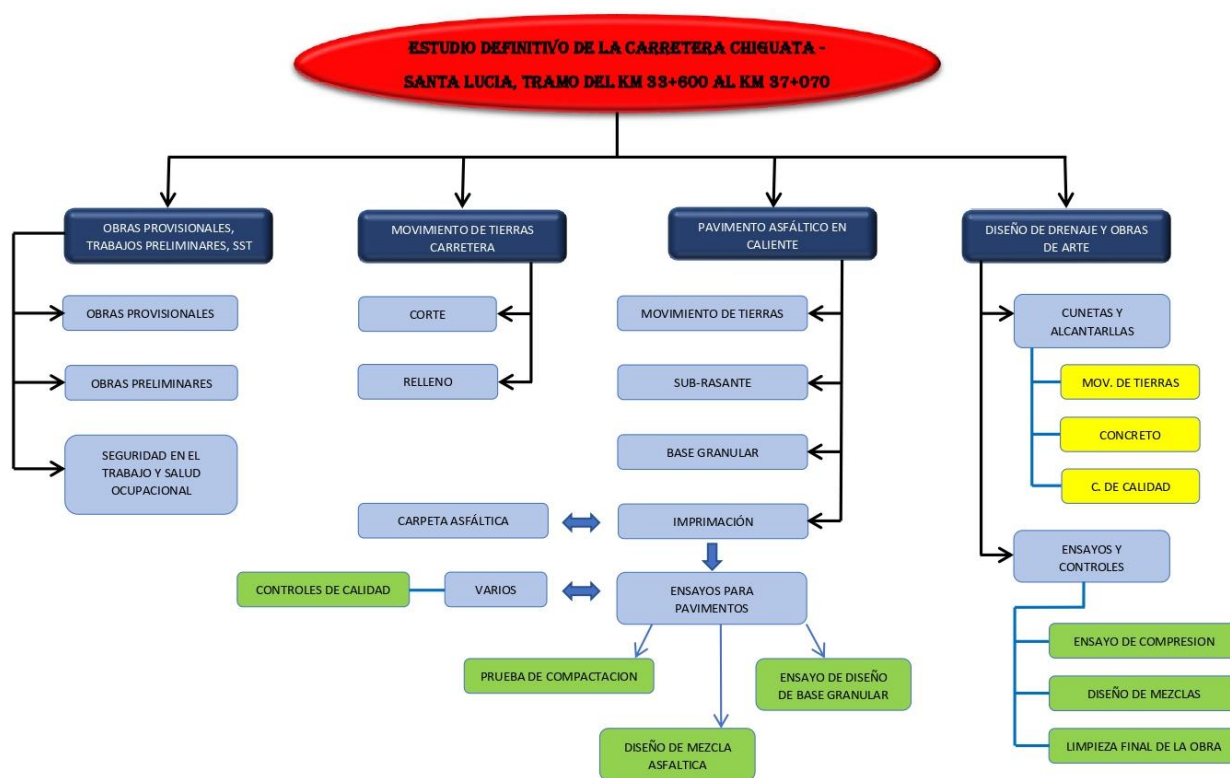
- Identificación de los riesgos previsibles para el proyecto, de acuerdo al Anexo N° 01 de la Directiva N° 012-2017-OSCE/CD.
- Elaboración de la matriz FODA.
- Evaluación cualitativa de los riesgos previsibles del proyecto, identificados en la etapa de planificación previa a la ejecución del proyecto, de acuerdo al Anexo N° 02 y 03 de la Directiva N° 012-2017-OSCE/CD.
- Elaboración de los planes de respuesta en función de la evaluación de riesgos realizada, de acuerdo al Anexo N° 03 de la Directiva N° 012-2017-OSCE/CD.

- Asignación de riesgos a las partes que están en la mejor capacidad de administrar el riesgo (Contratista y/o Cliente), de acuerdo al Anexo N° 03 de la Directiva N° 012-2017-OSCE/CD.

8.4. ALCANCES DEL PROYECTO

8.4.1. Representación Gráfica

Figura 8-1 Representación Gráfica del Proyecto



Fuente: Elaboración Propia

8.4.2. Descripción del Proyecto

8.4.2.1. Obras Provisionales, Trabajos Preliminares, Seguridad y Salud

- Donde considera las tareas: obras provisionales, obras preliminares (trazo de niveles y replanteo, demolición estructuras de concreto, movilización y desmovilización de equipo, eliminación material excedente de demolición).

- Implementos de seguridad, equipos de protección colectiva, señalización temporal de seguridad, implementación y administración del plan de seguridad y salud en el trabajo, plan de desvíos y recursos para respuestas ante emergencias en seguridad y salud.

8.4.2.2. *Pavimento en Asfalto Caliente*

- Se considera en el pavimento: movimiento de tierras donde habrá corte en a nivel de sub rasante, relleno compactado y eliminación.
- Sub rasante: considera perfilado, nivelación y compactación de Sub rasante.
- Proyecta obras para una base granular $e=0.25$ m.
- Considera ensayos para Pavimento: prueba de relación del valor de soporte (ensayo CBR), prueba compactación (ensayo Proctor modificado), ensayo diseño base granular (mezcla), diseño de mezcla asfáltica y ensayos para base granular.
- En la imprimación también se considera un barrido de superficie de base granular, imprimación asfáltica y arenado de imprimación.
- De la carpeta asfáltica en caliente: Barrido de superficie imprimada, preparación de mezcla asfáltica, carguío mezcla asfáltica, transporte de mezcla asfáltica a obra, extendido y compactado de mezcla asfáltica.
- Señalización: pintado de señalización horizontal y vertical.
- Considera el Control de calidad como pruebas de control de calidad en campo y en pinturas.

8.4.2.3. *Movimiento de Tierras Carretera*

- Se proyectó: remoción de tierras desechables, que incluyen los trabajos de remoción, transporte y desalojo de los suelos que no son propios para construir la fundación. El equipo recomendado para realizar esta operación consiste en tractores.
- La excavación en zonas de préstamo comprende todos los trabajos de excavación a máquina o con explosivos en sitios de préstamo, con el fin de proveer materiales. Usará maquinarias excavadoras, tractores, cargadores frontales y volquetes.
- El transporte comprende todo el traslado de los materiales relativos al movimiento de tierras y se lleva a cabo con volquetes, aunque en ciertos casos, en que los volúmenes y las distancias son pequeñas, se puede hacer uso del tractor.

8.4.2.4. *Sistema de Drenaje Pluvial*

- Se está considerando las siguientes tareas a realizar:
Drenajes: excavación de zanjas, entibado, refine, suministro y colocación de tuberías de aliviaderos y alcantarillas así mismo relleno, compactación y eliminación.
- A su vez se deberá tomar en cuenta los controles de calidad (prueba de densidad de campo), ensayos para el concreto tales como diseño de mezclas y ensayo de compresión de probetas.
- Alcantarillas: esta considera movimiento de tierras, obras de concreto armado.
- Ensayos y controles: ensayo de compresión de probetas, diseño de mezcla de concreto.

8.5. METODOLOGÍA DE GESTIÓN DE RIESGOS

La gestión de riesgos en la construcción exige una metodología de trabajo ordenada y secuencial, en la que los riesgos e incertidumbres son gestionados a lo largo de diferentes procesos, se inician en el momento en que se identifican hasta que son monitoreados y controlados, pasando por las etapas de análisis y planeamiento de las acciones de respuesta a los riesgos.

Esta serie de procesos dinámicos permiten que los riesgos de un proyecto de construcción sean controlados adecuadamente durante su ejecución, mediante un buen manejo del flujo de información y de comunicación, análisis, investigación y revisión de documentos, aplicando para todo ello una serie de técnicas en los procesos involucrados.

Los procesos que comprenden la gestión de riesgos en la construcción se repiten constantemente durante la etapa de ejecución de una obra, ya que el proceso de identificación y registro de riesgos se da permanentemente. Desde este punto de vista, se puede decir que la gestión de riesgos en la construcción es un gran proceso cíclico que se desarrolla desde la etapa de planeamiento de la construcción y se pone en marcha en la etapa de ejecución de un proyecto.

Las estructuras de la gestión de riesgos en la construcción, se tomarán en cuenta los siguientes procesos para efectos para el presente estudio:

- **Identificación de los riesgos del proyecto**, proceso que implica estudiar las variables que envuelven el proyecto, y las distintas herramientas de identificación que existen para dicha finalidad.

- **Registro de riesgos en una base de datos**, el cual sirve como referencia para el proyecto en curso y también para futuros proyectos.
- **Análisis de Riesgos**, mediante herramientas de Priorizar los riesgos del proyecto según un puntaje calculado a partir de la probabilidad de ocurrencia y la magnitud que representa.
- **Planificación de Respuesta a los Riesgos**, etapa en la cual se plantean de acciones para minimizar el impacto de los riesgos más importantes. También se realiza delegación de responsabilidades a los miembros del Equipo de Trabajo.
- **Seguimiento y Control de Riesgos**, este proceso se enfoca en monitorear y controlar los principales riesgos, a través de ratios definidos por el Equipo de Proyecto, así como la puesta en marcha de los planes de respuesta a los riesgos.

El enfoque integral de gestión de riesgos contiene lo solicitado por el organismo supervisor de contrataciones con el estado (OSCE) que contempla los siguientes procesos:

Figura 8-2 Procesos de la Gestión de Riesgos



Fuente: OSCE, 2017

Asimismo, de corresponder en este proceso se debe definir el disparador de riesgo, el cual es un indicador relacionado a un evento o situación que nos indica que un riesgo está próximo a ocurrir. Esta señal de advertencia habilita a poner en práctica la estrategia de respuesta al riesgo.

Para facilitar la identificación de riesgos se usará la estructura de desglose de riesgos estándar, en este proyecto no se realizará un análisis numérico de riesgos. Se incluirá a todos los interesados apropiados buscando tener su apoyo, conocimiento e involucramiento.

8.6. IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS

La identificación de los riesgos que pueden afectar el proyecto constituye el primer paso que se da al ejecutar un Plan de Gestión de Riesgos, y resulta fundamental ya que a partir de su reconocimiento se puede emprender acciones para erradicarlos o minimizar sus efectos. Otra razón de su importancia es que los riesgos e incertidumbres que no han sido identificados desde la etapa

inicial del proyecto pueden generar grandes pérdidas económicas y de tiempo durante la etapa de ejecución, además de generar nuevos riesgos que surgen del evento ya ocurrido.

El Project Management Institute (Guía del PMBOK, Sexta Edición) establece que la acción de identificar riesgos es iterativa, ya que no se realiza únicamente al planificar la ejecución de obra, sino también durante la misma fase de construcción, pues siempre se identifican nuevos riesgos según como va avanzando el proyecto y según como varían los factores que pueden afectar el proyecto.

Los riesgos e incertidumbres se clasifican según el tipo del proyecto al que pertenecen, sin que esto impida la posibilidad de que ciertos proyectos compartan los mismos riesgos. Las categorías son establecidas antes de identificar los riesgos, tomando como base proyectos parecidos, o durante el mismo desarrollo de la obra, si se diera el caso.

Según el PMI (2004), las referencias que se pueden tener para dar soporte al proceso de identificación de riesgos pueden ser:

- **Fuentes propias de la empresa**, como por ejemplo archivos guardados e investigaciones académicas, publicaciones propias o adquiridas, bases de datos comerciales, y sobre todo la experiencia de cada profesional de la empresa.
- **Información de proyectos anteriores de similares características o envergadura**, con lo cual pueden obtenerse datos interesantes y aprender de los errores que se cometieron para no repetirlos en el proyecto en curso.
- **Alcances y objetivos del proyecto**, establecidos en la definición del proyecto y en la memoria descriptiva, a partir de los cuales pueden identificarse riesgos e incertidumbres.
- **Plan de Gestión de Riesgos**, en el que se definen los roles y tareas de los miembros del Equipo de Proyecto, las actividades a realizarse y la categoría de riesgos, esquematizada en un RBS (Risk Breakdown Structure).
- **Plan de Gestión del Proyecto**, de donde se pueden identificar riesgos e incertidumbres a partir de la comprensión del cronograma, presupuestos y otros procesos como: gestión de calidad, seguridad, medio ambiente, etc.

8.6.1. Técnicas de Identificación de Riesgos

8.6.1.1. Brainstorming o Tormenta de Ideas

El Brainstorming es una técnica que consiste en realizar talleres o sesiones de creatividad para promover la identificación de riesgos desde distintos puntos de vista, dado que se convocan varios tipos de profesionales e involucrados del proyecto.

El objetivo de esta técnica es identificar riesgos, no resolver un problema. Para esto, los participantes deben entender el proceso básico y los objetivos de la Gestión de Riesgos, así como el propósito de la aplicación de esta técnica. El moderador de las sesiones de Tormenta de Ideas debe guiar a los participantes y orientar su modo de generar ideas para la búsqueda de riesgos.

8.6.1.2. RBS, checklists y Categorías de Riesgos de Proyectos Previos

la estructura de desglose de riesgos (RBS por sus siglas en inglés) se usa frecuentemente. Es definida por el PMI (PMBOK, 2004) como una estructura jerárquica de los riesgos identificados del proyecto, organizados por categoría de riesgo. El RBS enumera las categorías y subcategorías de donde pueden surgir riesgos para un proyecto único, y puede haber diferentes RBS según el tipo de proyecto u organización. Un beneficio de este enfoque es que recuerda a los participantes de un ejercicio de identificación de riesgos las diversas fuentes de donde pueden surgir riesgos del proyecto.

Checklists o lista de control, es una herramienta para la identificación de riesgos que consiste en listar o enumerar todos los riesgos posibles del proyecto, cuyo desarrollo se basa en información histórica o en el conocimiento acumulado de proyectos anteriores similares y otras fuentes de información. Por el mismo hecho de que un Checklist debe ser una referencia rápida y sencilla, es imposible elaborar una que sea completa o exhaustiva. La lista de control debe actualizarse siempre, especialmente al cierre de un proyecto con el fin de mejorarla para su uso en próximos proyectos. Es tarea del residente y supervisor realizar la lista de comprobación al cierre del proyecto y ser presentada en el informe de cierre de supervisión y /o liquidación financiero – técnica de obra.

8.6.1.3. Análisis de Causa y Efecto, Ishikawa o Espina de Pescado

Esta técnica se conoce como análisis de causa y efecto, diagrama de espina de pescado (por su forma), o diagrama de Ishikawa (por su creador). Es similar al análisis causal. Aquí se usa para

analizar un riesgo, identificando y entendiendo sus posibles causas, para luego identificar las soluciones.

Consiste en diagramar una línea horizontal que representa el riesgo a analizar, el cual se escribe a la derecha. Cada espina del pescado indica las causas que provocan dicho riesgo. A esta línea central horizontal, llegan varias flechas, con forma de espina de pescado, que representan las causas principales del riesgo, a las cuales llegan otras líneas casi perpendiculares que son las causas secundarias. El diagrama muestra las causas del riesgo y como se vinculan las mismas al riesgo.

El riesgo que se estudia puede tener causas relacionadas a diferentes categorías como la calidad, las personas, el entorno, los métodos, la tecnología, la dirección del proyecto, la mano de obra, los materiales, la organización, las finanzas, los interesados, la maquinaria, entre otros. En el diagrama, hay que relacionar las causas con la categoría en cuestión.

Las causas y sub causas se encuentran preguntándose “¿Por qué?”, se cita el siguiente ejemplo, ¿Por qué hay problemas de calidad?, ¿Por qué hay demasiados errores?

En análisis de causa y efecto se puede hacer en una reunión de grupo, en una sesión de tormenta de ideas, o en otras. Sirve ya que muchas veces no se sabe cuál es la causa real de un riesgo, y con ella se logra ser más específico al formular el riesgo.

8.6.1.4. Análisis DAFO o FODA

Ayuda a identificar las debilidades, las amenazas, las fortalezas y las oportunidades que tiene un proyecto. La misma se adapta a la gestión de riesgo para detectar riesgos del proyecto a partir de estos cuatro elementos:

- **Fortaleza:** Elemento interno y positivo. Diferencia al proyecto de los demás.
- **Oportunidad:** Es un factor externo al proyecto y positivo. Habría que aprovecharla.
- **Debilidad:** Es un problema interno o una barrera. Se debe minimizar o eliminar.
- **Amenaza:** Es una situación externa negativa. Puede poner en riesgo el proyecto.

El análisis de las fortalezas y debilidades tiene que ver con un análisis interno al proyecto, de las cosas que se pueden controlar. El análisis de las oportunidades y amenazas tienen que ver con una situación externa, que no se pueden controlar. Son condiciones que impone el contexto donde se desarrolla el proyecto, por ejemplo, el marco legal y político del país, la economía, su situación social, entre otros. Este análisis ayuda a identificar riesgos internos y externos al proyecto, tanto negativos como positivos.

Para usar esta técnica, primero se hace un análisis de las cuatro dimensiones, y luego se diagrama una matriz FODA donde se indica cada perspectiva en un cuadrante diferente.

8.6.1.5. *Revisión de Documentos del Proyecto y de Lecciones*

Es referida a la identificación de los riesgos que se puedan percibir en la documentación propia del proyecto; siendo estas, incompatibilidades entre la parte técnica y teoría de la documentación. Así también, las lecciones aprendidas de proyectos semejantes. Es evidente la revisión que debe realizarse sobre los componentes que conforman el proyecto, ante ello; se mencionará los riesgos detectados en las identificaciones de riesgos propiamente trabajada.

8.6.2. *Análisis FODA del Proyecto*

Tabla 8-1 Análisis FODA del Proyecto

		FORTALEZAS	DEBILIDADES
INTERNAS	El proyecto: “ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+070.”, cuenta con la aprobación de los interesados (Población beneficiada directa e indirecta) evidenciado en entrevistas a autoridades realizados por medios de comunicación de Arequipa.		Falta de capacitación de los profesionales e interesados, así como la ignorancia deliberada en la gestión de riesgos debido a su reciente aplicación. Los profesionales no tengan el tiempo ni el interés en capacitarse.
	El proyecto contempla diseños acordes a las normas vigentes establecidas.		El sistema de gestión público es poco dinámico y burocrático; por lo que, la gestión de las comunicaciones entre los interesados debe ser uno de los factores claves para el éxito del proyecto.
	El proyecto generará puestos de trabajo (durante ejecución) y las inmediaciones se verán beneficiadas por el movimiento económico consecuencia de la ejecución del proyecto.		El proyecto contempla trabajos que requieren sub contratos de otros especialistas, así como insumos y equipamientos los cuales deben tener una adecuada administración para no obtener retrasos en el tiempo de ejecución del proyecto.
	Las viviendas aledañas tendrán un beneficio económico del valor ganado de su propiedad con la ejecución del proyecto.		
	El nivel de vida de los pobladores de los distritos cercanos aumentará con la ejecución del proyecto (mejor acceso a servicios).		
		OPORTUNIDADES	AMENAZAS

EXTERNAS	<p>Expedición de normas legales y jurídicas en materia de tránsito y transporte terrestre y actividades complementarias de ellas, promoviendo la mejora del uso de la vía en salvaguarda de la vida, salud e integridad física de las personas.</p> <p>Mayor importancia de la logística (y del transporte) en el producto/servicio vendido.</p> <p>La calidad que tendrá el proyecto será respaldada por los certificados de calidad emitidos por los contratistas y sub contratistas encargados de la ejecución.</p>	<p>Las regulaciones recientes impuestas por el OSCE en la gestión de riesgos implican, además, el desconocimiento de los profesionales en el tema.</p> <p>La población es reacia al cambio y desconoce los procedimientos de la administración pública, lo que puede generar protestas hacia la entidad.</p> <p>Excesiva burocracia en el proceso de planificación de la ejecución de la obra generando retrasos de obra.</p> <p>Existe inestabilidad política en el país.</p>
	Ayudan a completar al proyecto	Dificultan la entrega del proyecto

Fuente: Elaboración Propia

8.6.3. Categorías de los Riesgos

El OSCE nos ayuda a clasificar los riesgos y su análisis obedece a varias categorías, como siguen:

- Riesgos en la dirección del proyecto
- Riesgos tecnológicos
- Riesgos de capacitación
- Riesgos internos de la organización
- Riesgos externos a la organización
- Riesgos asociados al mercadeo
- Riesgos asociados a la producción
- Riesgos asociados a los recursos humanos
- Riesgos financieros
- Riesgos relativos al desempeño de la maquinaria
- Riesgos relativos a la calidad
- Riesgos relativos al alcance
- Riesgos relativos a las adquisiciones, contratos y proveedores
- Riesgos asociados a los interesados y a su satisfacción
- Riesgos en la base de los contratos
- Riesgos asociados a la seguridad y salud en el trabajo
- Riesgos operacional o técnico

- Riesgos regulatorios
- Riesgos sociales o políticos

Finalmente teniendo en cuenta todos los aspectos anteriores, a continuación, se da un ejemplo de la identificación de uno de los riesgos:

Tabla 8-2 Ejemplo de Identificación de un Riesgo

Anexo N° 01			
Formato para identificar, analizar y dar respuesta a riesgos			
1	NÚMERO Y FECHA DEL DOCUMENTO	Número	V-01
		Fecha	SETIEMBRE - 2020
2	DATOS GENERALES DEL PROYECTO	Nombre del Proyecto	ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+070.
		Ubicación Geográfica	Departamento: AREQUIPA, Provincia: AREQUIPA, Distrito: CHIGUATA
3	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS		
	3.1	CÓDIGO DE RIESGO	RRDEX1
	3.2	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	Inconsistencias en el diseño de la carpeta asfáltica proyectado y las condiciones del terreno previstas.
	3.3	CAUSA(S) GENERADORA(S)	Causa N° 1	Problemas con el estudio de suelos
Causa N° 2			

Fuente: Elaboración Propia

8.7. ANÁLISIS DE RIESGOS

Este proceso supone realizar un análisis cualitativo de los riesgos identificados para valorar su probabilidad de ocurrencia e impacto en la ejecución de la obra. Producto de este análisis, se debe clasificar los riesgos en función a su alta, moderada o baja prioridad.

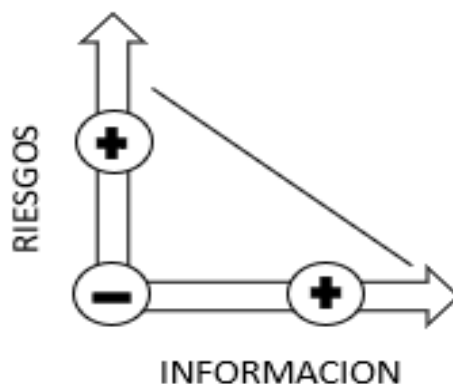
8.7.1. Probabilidad e Impacto de los Riesgos

El riesgo también se puede definir en función de la probabilidad de que ocurra, y si ocurre, en función de su impacto o consecuencia.

$$\text{Riesgo} = \text{Función de (Probabilidad * Impacto)}$$

Cuando mayor sea la probabilidad y/o el impacto, el riesgo es mayor. Los riesgos tienen que ver con tratar de “adivinar” que pasará en el futuro, o “pronosticar” que sucederá, y prepararse para ello. El riesgo tiene que ver con la incertidumbre, y con cuanta información se tiene sobre una situación. Cuanta más información haya, el riesgo es menor. Al contar con información limitada, los riesgos aumentan.

Figura 8-3 Información-Riesgo



Fuente: Elaboración Propia

8.7.1.1. Definición de Probabilidad de los Riesgos

Se usará la escala de probabilidad muy alta, alta, media, bajo y muy bajo. Como sigue:

Tabla 8-3 Definición de Probabilidad de los Riesgos

Escala de Probabilidad	Significado de la escala de Probabilidad
Muy alta	Hay casi una certeza de que el riesgo ocurrirá
Alta	El riesgo muy probablemente ocurrirá
Moderada	El riesgo podría ocurrir
Baja	El riesgo ocurrirá de vez en cuando
Muy baja	Es casi seguro que el riesgo no ocurrirá

Fuente: Elaboración Propia

8.7.1.2. Definición del Impacto de los Riesgos

Tabla 8-4 Definición del Impacto de los Riesgos

Impacta objetivo de:	Bajo	Medio	Alto	Imp.
Alcance	Cambios menores al alcance aprobado.	Cambios significativos al alcance, hasta un 20% más de agregados.	Cambios en más del 20% del alcance aprobado.	-
Tiempo	Hasta 1 semana de retraso.	Hasta 1 mes de retraso.	Más de 1 mes de retraso.	-
	Adelanto hasta 1 semana	Adelanto hasta 2 meses.	Adelanto más de 2 meses.	+
Costo	5% máximo de sobrecosto.	6% al 15% de sobrecosto.	El costo aumenta más del 15% del presupuesto.	-
	Reducción de costo muy bajo.	Reducción del 1% al 5% del costo.	Reducción mayor al 5%.	+
Calidad	Hasta 10 errores por entregable.	De 11 a 30 errores por entregable.	Los errores por mala calidad afectan mucho al producto del proyecto.	-

Fuente: Secretos para dominar la gestión de riesgos en proyectos, Liliana Buchtik PMP PMI-RMP

8.7.2. Matriz de Riesgos

Se utilizará la sugerida por la Directiva N° 012-2017-OSCE/CD, la matriz de probabilidad e impacto sugerida en el Anexo 02 de la mencionada directiva.

Tabla 8-5 Matriz de Probabilidad e Impacto según Guía PMBOK

Anexo N° 02							
Matriz de probabilidad e impacto según Guía PMBOK							
1. PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	Muy Alta	0.90	0.045	0.090	0.180	0.360	0.720
	Alta	0.70	0.035	0.070	0.140	0.280	0.560
	Moderada	0.50	0.025	0.050	0.100	0.200	0.400
	Baja	0.30	0.015	0.030	0.060	0.120	0.240
	Muy Baja	0.10	0.005	0.010	0.020	0.040	0.080
2. IMPACTO EN LA EJECUCIÓN DE LA OBRA			0.05	0.10	0.20	0.40	0.80
			Muy Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy Alto
3. PRIORIDAD DEL RIESGO					Baja	Moderada	Alta

Fuente: Guía PMBOK

En función del análisis cualitativo se priorizan los riesgos, lo primero que se hace para analizar los riesgos, es tomar la lista de riesgos que se identificó en la Identificación de los Riesgos, y **determinar cuáles son los riesgos más importantes, ya que solo a estos se les analiza.** Es importante concentrarse en los riesgos prioritarios dado que tiene que haber un equilibrio entre el **costo y el beneficio de realizar el análisis.**

Se utiliza el estándar de probabilidad por impacto de la guía de dirección de proyectos del PMBOK; sugerida por el OSCE.

8.7.3. Roles y Responsabilidades

Proyectista: Es el encargado de la elaboración del expediente técnico del proyecto y del plan de gestión de riesgos, dentro de la cual se encuentra la planificación, identificación de los riesgos, análisis cualitativo, asignar los riesgos y planificar la respuesta ante ellos.

Contratista (Contratación directa o indirecta): Será el encargado de la realizar la adecuada gestión de riesgos identificados y/o previstos; así también, de incorporar los riesgos no previstos y mantener el registro, monitoreo y control de los riesgos mediante reuniones semanales en la fase de ejecución del proyecto. Debe además de informar a la entidad sobre los riesgos no previstos que generen impactos negativos en el alcance, costo y tiempo del proyecto, tal y como indica el reglamento de la ley de contrataciones con el estado.

Supervisor (Contratación directa o indirecta): Sera también, el encargado de la realizar la adecuada gestión de riesgos identificados y/o previstos; tiene la potestad de incorporar los riesgos no previstos y mantener el registro, monitoreo y control de los riesgos mediante reuniones semanales y coordinación con el contratista en la fase de ejecución del proyecto. Dentro de sus funciones esta también informar a la entidad sobre los riesgos no previstos que generen impactos negativos en el alcance, costo y tiempo del proyecto, tal y como indica el reglamento de la ley de contrataciones con el estado.

Fiscalizador (Función pública): Cuenta con la responsabilidad de verificar que las funciones encomendadas al contratista y supervisor sean cumplidas con carácter de ley, debe aprobar la documentación presentada por los actores antes mencionados y dar fiel cumpliendo a lo

establecido en el reglamento de la ley de contrataciones con el estado, Ley 30225 y las directivas que modifiquen la gestión de riesgos del organismo supervisor de contrataciones con el estado (OSCE).

A continuación, se hace un ejemplo con el análisis del riesgo de la Tabla 8-2:

Tabla 8-6 Ejemplo de Análisis de un Riesgo

4	ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGOS							
	4.1	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA			4.2	IMPACTO EN LA EJECUCIÓN DE LA OBRA		
		Muy baja	0.10			Muy bajo	0.05	
		Baja	0.30			Bajo	0.10	
		Moderada	0.50	X		Moderado	0.20	
		Alta	0.70			Alto	0.40	
		Muy alta	0.90			Muy alto	0.80	X
		Moderada		0.500		Muy alto		0.800
4.3	PRIORIZACIÓN DEL RIESGO							
	Puntuación del Riesgo = Probabilidad x Impacto		0.400	Prioridad del Riesgo	Alta Prioridad			

Fuente: Elaboración Propia

La siguiente tabla contiene un resumen de identificación y análisis de los riesgos de nuestro proyecto:

Tabla 8-7 Análisis de Riesgos del Proyecto

ANÁLISIS DE RIESGOS DEL PROYECTO						
Etapa: Análisis Cualitativo.						
Proyecto: "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+070."						
#	RIESGO	CATEGORIA	COD.	PRO.	IMP.	CALIFICACION
				(A)	(B)	(A)*(B)
1	Mal manejo del proyecto	Riesgos en la dirección del proyecto (RDP)	NEG	0.5	0.4	0.20
2	Abandono del proyecto o recorte de la calidad		NEG	0.3	0.4	0.12
3	Inconsistencias en el diseño del pavimento proyectado y las condiciones del terreno previstas	Riesgos relativos al diseño y/o expediente	NEG	0.5	0.8	0.40

4	Errores en el diseño de obras de arte (cunetas)		NEG	0.3	0.4	0.12
5	Falla en el grado de compactación	Riesgos técnicos o tecnológicos	NEG	0.3	0.8	0.24
6	Errores durante el vaciado de concreto (Nivelado, Vibrado, Trabajabilidad)		NEG	0.3	0.2	0.06
7	Daños a la infraestructura construida	Riesgos externos a la organización	NEG	0.5	0.8	0.40
8	Merma en la productividad esperada		NEG	0.5	0.4	0.20
9	Falta de liquidez financiera	Riesgos financieros	NEG	0.3	0.4	0.12
10	Variación en los precios de los materiales, jornal, equipos, etc.	Riesgos económicos	NEG	0.5	0.4	0.20
11	Paralización de actividades	Riesgos relativos a las adquisiciones	NEG	0.5	0.2	0.10
12	Paralización de actividades	Riesgos geológicos/geotécnicos	NEG	0.5	0.4	0.20
13	Colapso de la estructura		NEG	0.5	0.8	0.40
14	Retraso en el inicio de actividades	Riesgos de obtención de permisos y licencias	NEG	0.3	0.4	0.12
15	Modificaciones al diseño y/o expediente	Riesgos regulatorios o normativos	NEG	0.5	0.4	0.20
16	Ausencia de controles de seguridad y salud ocupacional o que estos sean inadecuados	Riesgos relativos a la seguridad y salud ocupacional	NEG	0.3	0.4	0.12
17	Accidentes (Mortales, leves o incapacitantes), incidentes y daños a la propiedad		NEG	0.5	0.8	0.40

Fuente: Elaboración Propia

8.8. PLANIFICACIÓN DE RESPUESTA A LOS RIESGOS

En este proceso se selecciona la estrategia y acciones a seguir para dar respuesta al riesgo identificado. Asimismo, se identifica el disparador de riesgo, es decir la situación que nos alertará de la presencia del riesgo. Las estrategias que se pueden adoptar son las siguientes conforme a la Guía del PMBOK del PMI®.

- **Mitigar**, que implica llevar a cabo acciones que permitan reducir la probabilidad de ocurrencia o el impacto de un riesgo sobre la obra.

- **Evitar**, que supone eliminar la(s) causa(s) generadoras del riesgo o proteger al proyecto del impacto del riesgo. Esta estrategia puede generar la modificación de las condiciones iniciales del proyecto.
- **Aceptar**, que implica reconocer la existencia del riesgo y determinar, de ser el caso, las medidas a adoptar si el riesgo se materializa.
- **Transferir**, que supone trasladar el impacto negativo del riesgo y la responsabilidad de gestionar adecuadamente el mismo, a un tercero. Por ejemplo, a través de la contratación de un seguro.

Asimismo, de corresponder, en este proceso se debe definir el disparador de riesgo, el cual es un indicador relacionado a un evento o situación que nos indica que un riesgo está próximo a ocurrir. Esta señal de advertencia habilita a poner en práctica la estrategia de respuesta al riesgo.

A continuación, se da la identificación del disparador y la respuesta al riesgo de la Tabla 8-2:

Tabla 8-8 Ejemplo de Planificación de Respuesta a los Riesgos

5	RESPUESTA A LOS RIESGOS					
	5.1	ESTRATEGIA	Mitigar Riesgo		Evitar Riesgo	X
			Aceptar Riesgo		Transferir Riesgo	
	5.2	DISPARADOR DE RIESGO	El movimiento de tierras ha revelado un área o áreas con terreno que no corresponde al perfil estratigráfico del estudio de suelos			
	5.3	ACCIONES PARA DAR RESPUESTA AL RIESGO	Campaña de calicatas adicionales para corroborar lo del estudio de suelos; En caso se decida asumir el riesgo, se deberá considerar una reserva de contingencia			

Fuente: Elaboración Propia

8.8.1. Plan de Respuesta a los Riesgos del Proyecto

Tabla 8-9 Plan de Respuesta a los Riesgos del Proyecto

Anexo N° 03									
Formato para asignar los riesgos									
1. NÚMERO Y FECHA DEL DOCUMENTO		Número	V-01		2. DATOS GENERALES DEL PROYECTO		Nombre del Proyecto	ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+070.	
		Fecha	SETIEMBRE 2020				Ubicación Geográfica	Departamento: AREQUIPA, Provincia: AREQUIPA, Distrito: CHIGUATA	
3. INFORMACIÓN DEL RIESGO			4 PLAN DE RESPUESTA A LOS RIESGOS						
3.1 CÓDIGO DE RIESGO	3.2 DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	3.3 PRIORIDAD DEL RIESGO	4.1 ESTRATEGIA SELECCIONADA				4.2 ACCIONES A REALIZAR EN EL MARCO DEL PLAN	4.3 RIESGO ASIGNADO A	
			Mitigar el riesgo	Evitar el riesgo	Aceptar el riesgo	Transferir el riesgo		Entidad	Contratista
RDP1	Mal manejo del proyecto	Alta Prioridad	X				En la etapa de licitación, el Cliente deberá establecer en sus bases, los criterios de evaluación y la experiencia mínima requerida del personal clave, así como una carta de compromiso; El Contratista deberá realizar los esfuerzos necesarios para la contratación de un personal idóneo que pueda cumplir los objetivos del proyecto, a través de un adecuado proceso de selección de personal según lo requerido por la Entidad		X
RDP2	Abandono del proyecto o recorte de la calidad	Prioridad Moderada	X				Incorporación de cláusulas de resolución de contrato; incorporación de penalidad en el contrato; Comunicación constante con el contratista.		X
RRDEX1	Inconsistencias en el diseño del pavimento proyectado y las condiciones del terreno previstas	Alta Prioridad		X			Campaña de calicatas adicionales para corroborar lo del estudio de suelos; En caso se decida asumir el riesgo, se deberá considerar una reserva de contingencia	X	X
RRDEX2	Errores en el diseño de obras de arte (cunetas)	Prioridad Moderada	X	X			Contratación de un tercero para la evaluación y verificación del expediente técnico; Incluir cláusulas de garantía y responsabilidad en el contrato del proyectista.	X	X
RTT1	Falla en la compactación de base	Alta Prioridad	X				Si el personal contratado no cuenta con la experiencia adecuada podría el Contratista solicitar a un proveedor de esta partida o realizar una capacitación a su personal o también podría subcontratar todo este paquete a un tercero especializado en el tema; Realizar pruebas preventivas, contar con certificados de calidad, etc.		X

RTT2	Errores durante el vaciado de concreto (Nivelado, Vibrado, Trabajabilidad)	Prioridad Moderada	X				Si el personal contratado no cuenta con la experiencia adecuada podría el Contratista subcontratar todo este paquete a un tercero especializado en el tema; Realizar pruebas preventivas, contar con certificados de calidad, etc.	X
REO1	Daños a la infraestructura construida	Alta Prioridad	X	X			Contratación de un seguro; Inclusión de cláusulas contractuales sobre eventos de fuerza mayor y su tratamiento; Establecer una reserva de gestión para riesgos imprevisibles	X
REO2	Merma en la productividad esperada	Alta Prioridad		X			Entregar información climatológica al Contratista en la licitación, con registros meteorológicos; Definir los intervalos de tiempo como temporada seca y húmeda; Definir los límites o promedios de los parámetros meteorológicos sobre los cuales se activaría la contingencia; El Contratista deberá implementar controles preventivos	X
RF1	Falta de liquidez financiera	Prioridad Moderada	X				Desde el punto de vista del Contratista, elaborar un flujo de caja real mes a mes, y tener un adecuado control; Desde el punto de vista del Cliente, asegurar el desembolso oportuno de los fondos por parte del patrocinador o sponsor; Del Cliente hacia el Contratista, en las bases de licitación y contrato, incorporar cláusulas de cartas fianzas y/o fondos de garantía	X
REC1	Variación en los precios de los materiales, jornal, equipos, etc.	Alta Prioridad	X				Incorporación de fórmula polinómica en el presupuesto para reajustes económicos	X
RRAD1	Paralización de actividades	Prioridad Moderada		X			Para el Cliente: Asegurar la llegada oportuna de los materiales en caso sean parte de su alcance. Para el Contratista: Implementación del sistema Last Planner (Ultimo Planificador), a través de un look ahead o cronograma de materiales e identificación de restricciones se puede hacer una identificación de los materiales que se requieren y su seguimiento diario o semanal; Existe un riesgo residual, para el cual en caso se activen los disparadores se puede disponer de una reserva o activar el plan de contingencia	X
RGG1	Paralización de actividades	Alta Prioridad	X	X			Campaña de calicatas adicionales para corroborar lo del estudio de suelos; En caso se decida asumir el riesgo, se deberá considerar una reserva de contingencia	X
RGG2	Colapso de la estructura	Alta Prioridad	X	X			Revisión minuciosa del estudio de suelos, las calicatas o ensayos realizados si son acordes o no la reglamentación peruana.	X

ROPL1	Retraso en el inicio de actividades	Prioridad Moderada	X			Asegurarse de contar con la autorización previo al inicio de labores, gestionarlo con anticipación según cronograma interno; En caso se decida asumir el riesgo, se deberá considerar una reserva de contingencia	X
RRN1	Modificaciones al diseño y/o expediente	Alta Prioridad		X		El Contratista deberá anotar el riesgo acaecido y solicitar una prestación adicional por el cambio introducido y los impactos que genere; Establecer una reserva de gestión para riesgos imprevisibles	X
RRSSO1	Ausencia de controles de seguridad y salud ocupacional o que éstos sean inadecuados	Prioridad Moderada	X	X		Implementación de un plan de seguridad y salud ocupacional e IPERC, que contenga controles realistas en función de las actividades a ejecutar, así como un adecuado programa de monitoreo y control; Asignar y verificar que exista la partida asociada al tema de seguridad y salud ocupacional en el presupuesto del Contratista; Implementar penalidades asociadas al tema de seguridad y salud ocupacional en el contrato; En caso se decida asumir el riesgo, se deberá considerar una reserva de contingencia	X
RRSSO2	Accidentes (mortales, leves o incapacitantes), incidentes y daños a la propiedad	Alta Prioridad	X	X		Revisar la calidad del plan de seguridad e IPERC y los controles propuestos para que se implementen en la operación; Atender inmediatamente cualquiera de los síntomas en caso de factores personales o de trabajo; Si los controles son inadecuados o insuficientes, establecer o corregir los controles propuestos o implementados; Implementar penalidades asociadas al tema de seguridad en el contrato; En caso se decida asumir el riesgo, se deberá considerar una reserva de contingencia	X

Fuente: Elaboración Propia

CONCLUSIONES

- La elaboración del Estudio Definitivo de la carretera Chiguata - Santa lucia, tramo del Km 33+600 al Km 37+070, beneficiará directamente a la población del distrito de Chiguata, ya que conectará sus anexos, mejorando la calidad de vida de la población, reduciendo tiempos de viaje y ofreciendo calidad y confort. A su vez marca un precedente en la elaboración de toda la carretera Chiguata - Santa Lucia, que beneficiará a la población de Arequipa y Puno ya que conecta estos departamentos principales de la zona sur y pueblos aledaños en el trayecto.
- Para el estudio de tránsito realizado se consideró 2 estaciones de aforo, la primera en km 37+100 de la carretera Arequipa-Chiguata-Santa Lucia donde se encuentra el desvío a los pueblos de Miraflores y Cachamarca; con estos datos de aforo se proyectó el tránsito en 12 años considerando factores de crecimiento poblacional, crecimiento económico, tránsito generado, tránsito atraído, factores estacionales etc., siendo el valor más influyente el tránsito atraído con un 30% de la segunda estación de aforo Estación Santa Lucia siendo estos los que se dirigen de Arequipa hacia Puno y viceversa, obteniendo un IMDA proyectado igual a 2568 veh/día.
- Clasificamos la vía por su demanda como una Carretera de Primera Clase ya que se obtuvo un IMDA de 2568 veh/día y por su orografía como tipo 3 ya que es un terreno accidentado y una velocidad de diseño de 60 Km/h, para el diseño geométrico se cumplió con todos los parámetros establecidos en la norma DG-2018.
- Se hizo el mejoramiento en el diseño geométrico de la vía; inicialmente, se tenía una longitud total de vía de 3,470.00 Km, en el nuevo trazo tenemos una longitud total de 3,248.42 Km; otras mejoras significativas son la pendiente y el radio, en la trazo inicial se tenía como pendiente máxima 13.30 % y un radio mínimo de 15.00 m ; teniendo en el diseño final una pendiente máxima de 8.00 % y un radio mínimo de 105.00 m, las curvas horizontales iniciales eran 26 y las curvas horizontales finales son 12, el número de curvas

verticales finales 06 curvas. Se consideró un ancho de calzada final de 12.40m, tomando en cuenta que la inicial era un promedio de 7.00 m.

- Para el estudio de la Subrasante se realizaron 4 pozos de exploración, y estas muestras fueron analizadas en el laboratorio RFC S.A. obteniéndose que el suelo es similar en todo el tramo, no obstante se puede apreciar que la Calicata 1 posee una densidad natural de 1.26 g/cm³ esto se debe a que se encuentra en el primer kilómetro donde inicia el tramo de la carretera en la cual los pobladores que tienen hectáreas de cultivo han removido el terreno, para tratar esto se propone someter a compactación este tramo para que mantenga un comportamiento mecánico aumentando la resistencia y la capacidad de carga, mejorando la condición esfuerzo – deformación; para la base granular y carpeta asfáltica se analizó agregados de la cantera Chiguata cercana al proyecto, que cumplen todos los requisitos exigidos por la norma.
- Según el Instituto del Asfalto se obtuvo un contenido óptimo de asfalto de 5.10 %, pero la norma MTC y EG 2013 recomiendan para zonas mayores a 3000 m.s.n.m. y climas fríos nuevos valores para los parámetros, por lo cual, se tomó como contenido óptimo de asfalto un valor de 6.50 %.
- Se realizó el diseño del pavimento empleando los Métodos de la AASHTO 93 y Mecánico Calibrado se consideró solo dos capas: Carpeta Asfáltica y base granular; por ser el mismo material para base y sub base, los resultados obtenidos fueron similares en ambos métodos teniendo como espesores finales para la carpeta asfáltica 4” y para la base 10”.
- El estudio Hidrológico se realizó a partir de información brindada por SENAMHI, haciendo una evaluación de datos dudosos, evaluación de diferentes distribuciones de datos eligiéndose la distribución LogPearson Tipo III con una prueba de bondad. Se analizó también 3 microcuencas que pasan por el proyecto para los cuales se dispuso la construcción de alcantarillas TMC, una de 36” con caudal de 1.32 m³/s y dos de 48” con caudal promedio de 3.22 m³/s, también se diseñó los tramos de cunetas obteniendo un total

de 2633 m con un caudal promedio de 0.35 m³/s y sus respectivos aliviaderos de TMC de 24”.

- Para la realización del presupuesto se tomaron en cuenta las partidas más representativas para la ejecución de un proyecto de carreteras, teniendo un costo directo de s/. 5,724,471.16 soles y un presupuesto final de s/. 7,565,461.09 Soles.
- En el estudio de Gestión Riesgos ha detectado una mayor cantidad de riesgos operacionales y/o técnicos; debido a que, los proyectos de ingeniería al comprender variedad de estudios suelen ver reflejados sus errores en la etapa de ejecución; y es allí, donde debe darse un mayor énfasis para una correcta y adecuada gestión de los riesgos, desde las etapas previas a la misma.

RECOMENDACIONES

- Se deben realizar proyectos de infraestructura vial, que permitan aliviar la congestión vehicular de la ciudad de Arequipa, que cumplan las normas vigentes y a su vez mejoren la calidad de vida de los pobladores proporcionando acceso a servicios básicos con seguridad y comodidad.
- Para un buen entendimiento y ubicación del proyecto, el levantamiento topográfico debe de referenciarse a puntos oficiales reconocidos BM o desde una estación de rastreo.
- Con respecto al Estudio de Tráfico, se debe considerar una base de datos más detallada aumentando las estaciones de aforo y debiendo agregar origen-destino de los vehículos para lograr mejores estimaciones de tráfico.
- Para la ubicación de los pozos de exploración del estudio de suelos a nivel de subrasante, se debe considerar un buen reconocimiento del terreno, ubicando puntos singulares en donde varíe el terreno o la topografía y de tal forma que nuestras muestras sean representativas.
- Con respecto al uso de un software especializado para diseño geométrico y diseño de drenaje debemos tomar en cuenta que los programas están sujetos al conocimiento del usuario, teniendo en cuenta las bondades y limitaciones que nos brindan.
- Es recomendable realizar el Diseño del Pavimento con dos o más metodologías, para tener una justificación adecuada al momento de realizar ajustes que estén sujetos al criterio del Ingeniero.
- Se debe realizar un Estudio de Gestión de Riesgos para todos los proyectos de infraestructura vial ya que este nos ayuda a prevenir errores, retrasos y pérdidas económicas en la etapa de ejecución de los proyectos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS



















- Cal y Mayor, R. y Cardenas Grisales, J. (1994). *Ingeniería de Tránsito, Fundamentos y Aplicaciones*. México D.F.: Ediciones Alfaomega.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2003). *Reglamento Nacional de Vehículos*. Lima, Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2013). *Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos*. Lima, Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú.
- Caceres Flores, R. (2017). *Apuntes del curso de Ingeniería de Tránsito*. Arequipa, Peru: Universidad Nacional de San Agustín-Facultad de Ingeniería Civil.
- Bowles, J.E. (1981). *Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil*. Bogota, Colombia: Editorial McGraw.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2016). *Manual de Ensayos de Materiles*. Lima, Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú.
- Minaya Gonzales, S. y Ordoñez Huaman, A. (2001). *Manual de Laboratorio Ensayos Para Pavimientos, Volumen I*. Lima, Peru: Universidad Nacional de Ingeniería-Facultad de Ingeniería Civil.
- Instituto del Asfalto (1973). *Manual del Asfalto*. Traducido por Manuel Velázquez, Bilbao, España: Ediciones Urmo.
- Montejo Fonseca, A. (2002). *Ingeniería de Pavimentos para Carreteras*. Bogota D.C.: Universidad Católica de Colombia.
- AASTHO. (1993). *Guide for Design of Pavement Structures 1993*. Washington D.C.: American Association of State Highway and Transportation Officials.



















- Menéndez Acurio, J. y Olarte Pinares, R. (2015). *Conference Paper: Método Mecánico Calibrado para Determinar el Espesor de Subrasante Mejorada en Suelos Limo-Arcillosos*. Lima, Perú.
- Quispe Supo, J. V. y Portugal Montoya, A. .R. (2015). *Diseño de pavimento asfáltico de la vía Paucarpata – Puente Sabandia*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional San Agustín, Arequipa, Perú.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2013). *Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales Para la Construcción EG-2013*. Lima, Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2018). *Manual de Carreteras Diseño Geométrico DG-2018*. Lima, Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú.
- Cardenas Grisales, J. (2013). *Diseño Geométrico de Carreteras*. Bogotá: ECOE Ediciones.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2013). *Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje*. Lima, Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú.
- SENAMHI. (2020). “*Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú*”. Obtenido de <http://www.senamhi.gob.pe>
- Ibañez, J. (2010). *Costos y tiempos en Carreteras*. Lima, Perú: Editora Macro E.I.R.L.
- Project Management Institute. (2017). *La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK)*. Pennsylvania, EE.UU.: Project Management Institute, Inc.
- OSCE. (2017). *Directiva N° 012-2017-OSCE/CD*. Lima, Perú: Organismo Supervisor de las Contrataciones del Estado.



















ANEXOS



















ANEXO "A" ESTUDIO DE TRANSITO



















RESUMEN DE AFORO ESTACIÓN 1 CHIGUATA								
Tipo de Vehiculo		DOMINGO	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO
Auto	TAXI	39	15	14	14	16	16	18
	PARTICULAR	103	31	24	28	31	28	46
CAMIONETAS	PICKUP	85	27	27	25	27	42	49
	COMBI	26	9	7	8	9	17	7
COUSTER	COUSTER	9	4	4	5	4	7	3
BUS	BUS 2E	26	12	11	13	12	19	14
	BUS 3E	12	1	1	2	1	0	2
CAMION	CAMION 2E	18	14	14	15	14	12	14
	CAMION 3E	10	5	2	4	5	5	3
	CAMION 4E	3	2	2	2	2	1	1
SEMI TRAILER	ST 2S1/2S2	0	1	1	1	1	0	0
	ST 2S3	0	0	0	0	0	0	0
	ST 3S1/3S2	0	0	0	0	0	0	0
	ST >=3S3	0	0	0	0	0	0	0
TRAILER	TRAILER 2T2	0	0	0	0	0	0	0
	TRAILER 2T3	0	0	0	0	0	0	0
	TRAILER 3T2	0	0	0	0	0	0	0
	TRAILER 3T3	0	51	51	51	51	51	33
TOTAL		331	172	158	168	173	198	190



















VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO																			
PROYECTO	Tesis via Chiguata-Santa Lucia								ESTACIÓN				Estación de Aforo 2						
SENTIDO	Ambos sentidos								DÍA				Domingo						
UBICACIÓN	Santa Lucia								FECHA				04/08/2019						
HORA	AUTO		CAMIONETAS		COUSTER	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
	TAXI	PARTICULAR	PICK UP	COMBI	COUSTER	2 E	3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	
																			
0-1	0	2	2	1	0	2	1	1	2	2	1	1	1	2	2	1	0	0	21
1-2	1	2	2	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	4	0	0	0	0	16
2-3	0	3	1	1	1	1	1	2	0	1	1	0	1	3	0	0	0	0	16
3-4	1	4	4	5	2	3	2	2	2	1	2	2	1	7	0	2	0	0	40
4-5	0	6	4	5	5	4	2	3	1	4	2	1	3	13	0	0	0	0	53
5-6	1	22	18	7	3	3	4	5	2	2	1	2	3	38	2	1	1	1	116
6-7	1	33	17	15	2	1	3	5	1	1	0	0	3	16	1	0	0	0	99
7-8	4	39	18	19	2	4	1	3	0	0	0	0	0	21	0	0	0	0	111
8-9	1	47	23	17	1	4	2	4	2	1	0	0	0	21	1	0	0	0	124
9-10	2	16	14	14	4	3	1	7	2	1	1	0	2	29	1	0	0	0	97
10-11	1	17	19	13	7	4	3	13	3	1	1	0	3	15	0	0	0	0	100
11-12	2	20	15	16	2	2	3	6	3	2	1	0	0	20	0	0	0	0	92
12-13	1	11	15	14	2	2	1	7	4	0	0	0	1	29	0	0	0	0	87
13-14	0	19	14	8	4	4	4	6	5	1	1	0	1	23	0	0	0	0	90
14-15	4	18	19	11	2	2	3	8	5	0	0	0	1	23	0	0	0	1	97
15-16	2	22	21	12	3	4	5	7	3	2	1	1	0	26	0	1	0	0	110
16-17	2	26	17	13	4	5	7	9	2	0	0	0	0	26	0	0	0	0	111
17-18	5	18	15	13	3	6	9	9	2	0	0	0	0	34	0	0	1	0	115
18-19	2	29	15	11	4	4	4	8	2	0	0	0	0	29	0	0	2	0	110
19-20	3	25	14	10	2	7	1	8	3	2	2	0	2	17	6	1	0	0	103
20-21	1	19	8	12	3	7	4	7	7	5	3	4	1	20	1	0	0	0	102
21-22	2	8	6	6	3	4	2	4	4	0	1	1	0	16	1	0	0	0	58
22-23	1	5	4	4	2	6	1	2	1	0	0	2	0	10	0	0	0	0	38
23-24	0	6	4	3	2	0	2	4	2	0	0	0	0	8	0	1	0	0	32
TOTALES	37	417	289	231	64	83	67	131	58	27	19	14	23	450	15	7	4	2	1938



















VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO																			
PROYECTO	Tesis via Chiguata-Santa Lucia										ESTACIÓN	Estación de Aforo 2							
SENTIDO	Ambos sentidos										DÍA	Lunes							
UBICACIÓN	Santa Lucia										FECHA	05/08/2019							
HORA	AUTO		CAMIONETAS		COUSTER	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
	TAXI	PARTICULAR	PICK UP	COMBI	COUSTER	2 E	3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	
																			
0-1	0	3	3	1	0	1	1	1	2	2	1	1	1	2	2	1	0	0	22
1-2	1	2	2	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	5	0	0	0	0	17
2-3	0	3	1	2	1	2	1	2	1	1	1	0	1	4	0	0	0	0	20
3-4	1	4	5	5	2	3	2	2	2	1	2	2	1	13	0	2	0	0	47
4-5	0	7	4	5	5	5	2	4	1	4	3	1	3	15	0	0	0	0	59
5-6	6	24	11	18	7	0	5	4	2	1	5	3	2	29	0	0	0	0	117
6-7	3	20	20	15	6	7	3	10	7	2	0	1	2	33	0	0	0	0	129
7-8	1	35	24	10	2	5	1	7	5	0	0	0	2	16	0	0	0	0	108
8-9	2	30	16	15	2	3	2	6	3	0	0	0	1	12	0	0	1	0	93
9-10	4	27	20	14	3	4	1	7	2	1	1	0	2	22	1	0	0	0	109
10-11	0	30	19	17	2	3	1	8	1	1	0	0	2	16	0	0	0	0	100
11-12	0	30	15	16	2	2	3	8	5	2	1	0	0	24	0	0	0	0	108
12-13	1	18	20	15	2	2	1	7	5	2	0	0	1	29	0	0	0	0	103
13-14	0	23	15	7	2	3	3	6	3	0	1	0	1	29	0	0	0	0	93
14-15	0	20	21	14	2	2	3	8	5	0	0	0	1	22	0	0	0	1	99
15-16	1	22	25	14	2	4	5	8	3	0	0	0	0	27	0	1	0	0	112
16-17	1	32	20	13	3	5	7	10	2	0	0	0	0	27	0	0	0	0	120
17-18	1	19	19	17	2	4	5	9	1	0	0	0	0	35	0	0	1	0	113
18-19	0	31	19	11	2	4	4	7	2	0	0	0	0	26	0	0	2	0	108
19-20	2	30	12	11	2	6	1	8	2	2	0	0	1	14	6	1	0	0	98
20-21	1	20	11	10	3	6	1	8	4	1	0	0	1	16	0	0	0	0	82
21-22	0	7	3	6	1	2	0	2	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	33
22-23	0	9	4	5	1	6	2	2	1	0	0	0	0	11	0	0	0	0	41
23-24	0	8	4	3	1	0	1	5	1	0	0	0	0	7	0	1	0	0	31
TOTALES	25	454	313	245	56	80	56	140	60	21	16	8	22	446	9	6	4	1	1962

VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO																			
PROYECTO	Tesis via Chiguata-Santa Lucía										ESTACIÓN	Estación de Aforo 2							
SENTIDO	Ambos sentidos										DÍA	Martes							
UBICACIÓN	Santa Lucía										FECHA	06/08/2019							
HORA	AUTO		CAMIONETAS		COUSTER	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
	TAXI	PARTICULAR	PICK UP	COMBI	COUSTER	2 E	3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	
																			
0-1	0	3	3	1	0	3	1	1	2	2	1	1	1	2	2	1	0	0	24
1-2	1	2	2	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	5	0	0	0	0	17
2-3	0	3	1	2	1	2	1	2	1	2	1	0	1	4	0	0	0	0	21
3-4	1	4	5	5	2	3	2	2	2	1	2	2	1	13	0	2	0	0	47
4-5	0	7	4	5	5	5	2	4	2	4	3	1	3	15	0	0	0	0	60
5-6	1	22	15	5	4	5	5	2	3	1	3	1	2	20	1	1	1	0	92
6-7	0	31	26	16	3	3	4	7	5	0	0	0	2	32	0	0	0	0	129
7-8	2	32	22	18	2	3	2	5	4	1	0	0	1	26	0	1	0	0	119
8-9	2	28	24	13	1	3	3	7	1	0	0	0	2	23	0	1	0	0	108
9-10	2	31	22	16	4	2	1	4	3	1	0	0	0	28	0	0	0	0	114
10-11	1	26	23	9	2	2	2	10	3	0	0	0	0	25	0	0	0	0	103
11-12	1	23	22	14	2	2	3	11	3	0	0	0	3	25	0	0	0	0	109
12-13	1	26	19	12	2	3	3	12	4	2	1	0	0	27	0	0	0	0	112
13-14	0	23	21	10	2	2	2	11	6	0	0	0	2	38	0	0	0	0	117
14-15	1	23	20	12	2	3	3	9	1	0	0	0	1	28	0	0	0	0	103
15-16	1	22	25	14	2	4	4	8	3	0	0	0	0	27	0	1	0	0	111
16-17	0	31	20	13	3	5	7	10	2	0	0	0	0	27	0	0	0	0	118
17-18	0	19	19	17	2	4	5	9	1	0	0	0	0	35	0	0	1	0	112
18-19	1	31	17	11	2	4	3	7	2	0	0	0	0	26	0	0	2	0	106
19-20	2	30	14	11	2	6	1	8	2	2	0	0	1	14	6	1	0	0	100
20-21	1	20	11	9	3	6	1	8	3	1	0	0	1	16	0	0	0	0	80
21-22	0	7	3	6	1	2	0	2	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	33
22-23	0	9	4	5	1	6	2	2	1	0	0	0	0	11	0	0	0	0	41
23-24	0	8	4	3	1	0	1	5	1	0	0	0	0	7	0	1	0	0	31
TOTALES	18	461	346	228	50	79	59	147	55	18	12	5	21	486	9	9	4	0	2007

VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO																			
PROYECTO	Tesis via Chiguata-Santa Lucía										ESTACIÓN	Estación de Aforo 2							
SENTIDO	Ambos sentidos										DÍA	Miércoles							
UBICACIÓN	Santa Lucía										FECHA	07/08/2019							
HORA	AUTO		CAMIONETAS		COUSTER	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
	TAXI	PARTICULAR	PICK UP	COMBI	COUSTER	2 E	3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	
																			
0-1	0	3	2	1	0	3	1	1	3	2	1	1	2	4	1	1	0	0	26
1-2	1	2	3	1	1	2	1	1	1	2	1	0	0	5	0	0	0	0	21
2-3	0	4	2	2	1	2	1	2	1	2	1	0	1	6	0	0	0	0	25
3-4	1	7	5	5	4	4	2	2	2	1	2	2	1	11	0	2	0	0	51
4-5	0	9	4	5	5	5	2	3	2	5	3	1	3	16	0	0	0	0	63
5-6	0	27	22	16	2	5	1	12	2	0	0	0	1	29	0	0	0	0	117
6-7	2	35	27	14	4	6	2	14	8	0	1	1	2	27	0	0	1	0	144
7-8	1	34	19	17	2	4	1	10	4	1	1	0	1	17	0	2	1	0	115
8-9	2	31	18	11	2	5	0	11	2	2	0	0	1	12	7	1	0	0	105
9-10	3	25	20	14	4	4	1	8	2	1	1	0	2	30	1	0	0	0	116
10-11	1	23	20	18	7	6	3	13	3	1	1	0	3	15	0	0	0	0	114
11-12	2	20	15	16	2	2	3	6	5	2	1	0	0	20	0	0	0	0	94
12-13	1	11	16	14	2	2	1	7	5	2	0	0	1	29	0	0	0	0	91
13-14	0	21	14	8	4	4	4	6	5	1	1	0	1	23	0	0	0	0	92
14-15	3	18	21	13	2	2	3	8	5	0	0	0	1	23	0	0	0	1	100
15-16	1	22	25	14	3	4	5	8	3	2	1	1	0	26	0	1	0	0	116
16-17	2	32	20	13	4	5	7	9	2	0	0	0	0	27	0	0	0	0	121
17-18	5	19	15	14	4	7	7	9	2	0	0	0	0	34	0	0	1	0	117
18-19	2	31	19	12	4	4	4	6	2	0	0	0	0	29	0	0	2	0	115
19-20	3	25	14	11	2	6	2	7	3	0	2	0	2	18	6	1	0	0	102
20-21	1	20	11	9	3	5	2	8	5	3	2	4	1	17	0	0	0	0	91
21-22	2	8	5	6	2	2	2	4	3	0	1	0	0	16	1	0	0	0	52
22-23	2	8	5	4	2	6	2	2	1	1	0	7	0	11	0	0	0	0	51
23-24	1	8	4	3	2	0	2	5	2	0	0	0	0	8	0	1	0	0	36
TOTALES	36	443	326	241	68	95	59	162	73	28	20	17	23	453	16	9	5	1	2075

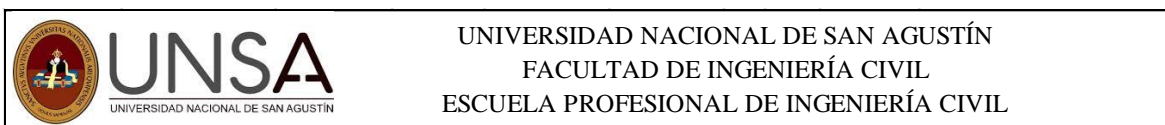
VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO																			
PROYECTO	Tesis via Chiguata-Santa Lucia										ESTACIÓN	Estación de Aforo 2							
SENTIDO	Ambos sentidos										DÍA	Jueves							
UBICACIÓN	Santa Lucia										FECHA	08/08/2019							
HORA	AUTO		CAMIONETAS		COUSTER	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
	TAXI	PARTICULAR	PICK UP	COMBI	COUSTER	2 E	3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	
																			
0-1	0	3	3	1	0	3	1	1	2	2	1	1	1	2	2	1	0	0	24
1-2	1	2	2	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	5	0	0	0	0	17
2-3	0	3	1	2	1	2	1	2	1	2	1	0	1	4	0	0	0	0	21
3-4	1	4	5	5	2	3	2	2	2	1	2	2	1	13	0	2	0	0	47
4-5	0	7	4	5	5	5	2	4	2	3	3	1	3	15	0	0	0	0	59
5-6	1	25	19	15	3	2	3	9	5	0	3	1	1	23	0	0	0	0	110
6-7	1	31	22	16	4	4	3	11	2	0	1	2	1	28	2	0	0	0	128
7-8	1	30	20	12	2	5	2	9	5	1	2	0	2	24	1	0	0	0	116
8-9	0	33	26	10	2	2	2	8	2	1	0	0	4	27	1	0	0	0	118
9-10	3	25	20	14	4	4	1	7	1	1	1	0	2	30	1	0	0	0	114
10-11	1	23	20	18	7	6	3	12	3	1	1	0	3	15	0	0	0	0	113
11-12	2	20	15	16	2	2	3	6	5	2	1	0	0	20	0	0	0	0	94
12-13	1	11	16	12	2	2	1	7	5	2	0	0	1	29	0	0	0	0	89
13-14	0	21	14	8	4	4	4	6	2	1	1	0	1	23	0	0	0	0	89
14-15	4	18	21	13	2	2	3	8	5	0	0	0	1	23	0	0	0	1	101
15-16	2	22	25	14	3	4	5	8	3	2	1	1	0	26	0	1	0	0	117
16-17	2	32	20	13	4	5	7	9	2	0	0	0	0	27	0	0	0	0	121
17-18	3	19	15	14	4	7	9	9	2	0	0	0	0	34	0	0	1	0	117
18-19	2	34	19	12	4	4	4	8	2	0	0	0	0	29	0	0	2	0	120
19-20	3	25	14	11	2	7	2	8	3	2	2	0	2	18	6	1	0	0	106
20-21	1	17	11	11	3	7	2	8	7	4	2	4	1	17	0	0	0	0	95
21-22	2	8	5	6	2	2	1	4	3	0	1	0	0	16	1	0	0	0	51
22-23	2	8	5	4	2	5	2	2	1	1	0	7	0	11	0	0	0	0	50
23-24	1	8	4	3	2	0	2	5	2	0	0	0	0	8	0	1	0	0	36
TOTALES	34	429	326	236	67	88	66	154	67	27	24	19	25	467	14	6	3	1	2053

VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO																			
PROYECTO	Tesis via Chiguata-Santa Lucia										ESTACIÓN	Estación de Aforo 2							
SENTIDO	Ambos sentidos										DÍA	Viernes							
UBICACIÓN	Santa Lucia										FECHA	09/08/2019							
HORA	AUTO		CAMIONETAS		COUSTER	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
	TAXI	PARTICULAR	PICK UP	COMBI	COUSTER	2 E	3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	
																			
0-1	0	3	3	1	0	3	1	1	2	2	1	1	1	2	2	1	0	0	24
1-2	1	2	2	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	5	0	0	0	0	17
2-3	0	3	1	2	1	2	1	2	1	2	1	0	1	4	0	0	0	0	21
3-4	1	4	5	5	2	3	2	2	2	1	2	2	1	13	0	2	0	0	47
4-5	0	7	4	5	5	5	2	4	2	4	3	1	3	15	0	0	0	0	60
5-6	3	26	13	14	1	4	2	8	5	1	0	0	1	34	0	0	0	0	112
6-7	0	31	25	15	4	6	3	8	4	0	0	0	1	25	2	1	0	1	126
7-8	1	29	21	13	2	4	2	8	3	1	0	0	3	21	0	1	0	0	109
8-9	2	35	24	15	2	3	2	6	5	0	0	0	1	17	0	1	1	0	114
9-10	3	25	20	14	4	4	1	7	2	1	1	0	2	30	1	0	0	0	115
10-11	1	23	20	17	7	6	3	13	3	0	1	0	3	15	0	0	0	0	112
11-12	2	20	15	16	2	2	3	6	5	1	1	0	0	20	0	0	0	0	93
12-13	1	11	16	14	2	2	1	7	5	2	0	0	1	29	0	0	0	0	91
13-14	1	21	14	8	4	4	4	6	5	1	1	0	1	23	0	0	0	0	93
14-15	4	18	21	13	2	2	3	8	1	0	0	0	1	23	0	0	0	1	97
15-16	2	22	25	14	3	4	5	8	3	0	1	1	0	26	0	1	0	0	115
16-17	3	32	20	13	4	3	7	9	2	0	0	0	0	27	0	0	0	0	120
17-18	2	19	15	14	4	7	9	9	2	0	0	0	0	34	0	0	1	0	116
18-19	2	32	18	12	4	4	4	8	2	0	0	0	0	29	0	0	2	0	117
19-20	3	23	14	11	2	7	2	8	3	2	2	0	2	18	6	1	0	0	104
20-21	1	20	11	11	3	7	1	7	7	5	2	4	1	17	0	0	0	0	97
21-22	2	8	5	6	2	2	2	4	3	0	1	0	0	16	1	0	0	0	52
22-23	2	8	5	4	2	6	2	2	1	1	0	7	0	11	0	0	0	0	51
23-24	1	8	4	3	2	0	2	5	2	0	0	0	0	8	0	1	0	0	36
TOTALES	38	430	321	241	65	91	65	147	70	25	18	16	23	462	12	9	4	2	2039

VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO																			
PROYECTO	Tesis via Chiguata-Santa Lucia										ESTACIÓN	Estación de Aforo 2							
SENTIDO	Ambos sentidos										DÍA	Sabado							
UBICACIÓN	Santa Lucia										FECHA	10/08/2019							
HORA	AUTO		CAMIONETAS		COUSTER	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
	TAXI	PARTICULAR	PICK UP	COMBI	COUSTER	2 E	3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	
																			
0-1	0	2	2	1	0	2	1	1	2	2	1	1	1	2	2	1	0	0	21
1-2	1	2	2	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	4	0	0	0	0	16
2-3	0	3	1	1	1	1	1	2	0	1	1	0	1	3	0	0	0	0	16
3-4	1	4	4	5	2	3	2	2	2	1	2	2	1	7	0	2	0	0	40
4-5	0	6	4	5	5	4	2	3	1	4	2	1	3	13	0	0	0	0	53
5-6	1	22	18	7	3	3	3	5	2	2	1	2	3	38	2	1	1	1	115
6-7	0	32	17	16	2	5	2	9	4	0	0	0	3	32	2	0	0	0	124
7-8	0	30	21	17	2	4	3	11	3	1	0	0	2	20	2	0	0	0	116
8-9	2	34	18	17	2	3	2	5	3	1	0	0	0	26	0	0	0	0	113
9-10	3	16	14	14	4	3	0	7	2	1	1	0	2	29	1	0	0	0	97
10-11	1	17	19	13	7	4	3	13	3	1	1	0	3	15	0	0	0	0	100
11-12	2	20	15	16	2	2	3	6	5	0	1	0	0	20	0	0	0	0	92
12-13	1	11	15	14	2	2	1	7	4	2	0	0	1	29	0	0	0	0	89
13-14	0	19	14	8	4	4	4	6	5	1	1	0	1	23	0	0	0	0	90
14-15	3	18	19	11	2	2	3	8	5	0	0	0	1	23	0	0	0	1	96
15-16	2	22	21	12	3	4	4	7	3	2	1	1	0	26	0	1	0	0	109
16-17	2	28	17	13	2	5	7	9	1	0	0	0	0	26	0	0	0	0	110
17-18	5	18	15	13	4	5	9	9	2	0	0	0	0	34	0	0	1	0	115
18-19	2	28	15	11	4	4	3	7	1	0	0	0	0	29	0	0	2	0	106
19-20	3	25	14	10	2	7	2	8	3	2	2	0	2	17	6	1	0	0	104
20-21	1	19	8	11	3	7	4	7	7	5	3	4	1	20	1	0	0	0	101
21-22	2	8	6	6	3	4	2	4	4	0	1	1	0	16	1	0	0	0	58
22-23	2	5	4	4	2	6	2	2	1	0	0	2	0	10	0	0	0	0	40
23-24	1	6	4	3	2	0	2	4	2	0	0	0	0	8	0	1	0	0	33
TOTALES	35	395	287	229	64	85	66	143	65	27	19	14	25	470	17	7	4	2	1954

RESUMEN DE AFORO ESTACIÓN 2 SANTA LUCIA								
Tipo de Vehiculo		DOMINGO	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO
Auto	TAXI	37	25	18	36	34	38	35
	PARTICULAR	417	454	461	443	429	430	395
CAMIONETA	PICKUP	289	313	346	326	326	321	287
	COMBI	231	245	228	241	236	241	229
COUSTER	COUSTER	64	56	50	68	67	65	64
BUS	BUS 2E	83	80	79	95	88	91	85
	BUS 3E	67	56	59	59	66	65	66
CAMION	CAMION 2E	131	140	147	162	154	147	143
	CAMION 3E	58	60	55	73	67	70	65
	CAMION 4E	27	21	18	28	27	25	27
SEMI TRAILER	ST 2S1/2S2	19	16	12	20	24	18	19
	ST 2S3	14	8	5	17	19	16	14
	ST 3S1/3S2	23	22	21	23	25	23	25
	ST >=3S3	450	446	486	453	467	462	470
TRAILER	TRAILER 2T2	15	9	9	16	14	12	17
	TRAILER 2T3	7	6	9	9	6	9	7
	TRAILER 3T2	4	4	4	5	3	4	4
	TRAILER 3T3	2	1	0	1	1	2	2
TOTAL		1938	1962	2007	2075	2053	2039	1954

ANEXO “B” ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUBRSANTE




LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

TÍTULO DE "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM
TESIS: 37+070 "

MATERIAL: SUBRASANTE
MUESTRA: Calicata N°1

Tesistas: Aguilar Cusi , Anthony Christian
Aguilar Ponce de Leon , Alejandro Erasmo
Asesor : Ing. Gerhard Paul Rodriguez Guillen

ENSAYO MUESTREO DE SUELOS Y ROCAS MTC E - 101						
PROF (M)	MUESTRA	SÍMB	DESCRIPCIÓN DEL ESTRATO	CLASIFICACION		ENSA YOS IN SITU
				SUCS	AASHTO	
0.50	C1	SM, SC A-2-4	Marron/ grava subangulosa y dura con presencia de terrones de material fino sedimentado			DENSIDAD EN CAMPO
1.00						
1.50						
ENSAYO DENSIDAD Y PESO UNITARIO DEL SUELO INSITU- CONO DE ARENA MTC E - 117						
Peso del Material + Recipiente (gr.)				1163.00		
Peso del Recipiente (gr.)				0.00		
Peso de Material Neto (gr.)				1163.00		
Peso de la Arena + Frasco (gr.)				4298.00		
Peso de Arena que Queda (gr.)				1717.00		
Peso de la Arena en el Embudo (gr.)				1416.00		
Peso de la Arena en el Hueco (gr.)				1165.00		
Densidad de Arena (gr/cm3)				1.54		
Volumen del Hueco (cm3)				756.49		
Peso de la Grava Secada al Aire (gr.)				0.00		
Volumen de la Grava Desplazada (cm3)				0.00		
Peso Neto del Suelo (gr.)				1163.00		
Volumen del Suelo (cm3)				756.49		
Densidad Humeda (gr/cm3)				1.537		
Densidad Natural (gr/cm3)				1.26		
ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD MTC- 108						
Numero de Tara		T1	T2	T3		
Peso del suelo Humedo + tara (gr)		532.8	528.95	545.36		
Peso del suelo Seco + tara (gr)		444	441.45	450.8		
Peso del agua (gr)		88.8	87.5	94.56		
Peso de tara (gr)		32.8	28.95	25.75		
Peso del suelo seco (gr)		411.2	412.5	425.05		
Contenido de agua w%		21.60%	21.21%	22.25%		
% w promedio					21.68%	

 UNSA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
--	--

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

TÍTULO DE "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM
 TESIS: 37+ 070 "

MATERIAL: SUBRASANTE



Tesistas: Aguilar Cusi , Anthony Christian

MUESTRA: Calicata N°2

Aguilar Ponce de Leon , Alejandro Erasmo

Asesor : Ing. Gerhard Paul Rodriguez Guillen

ENSAYO MUESTREO DE SUELOS Y ROCAS MTC E - 101


PROF (M)	MUESTRA	SÍMB	DESCRIPCIÓN DEL ESTRATO	CLASIFICACION		ENSAYOS IN SITU
				SUCS	AASHTO	
0.50	C2	SM, SC A-2-4	Marron claro / grava subangulosa con terrones de piedra volcanica negra y meteorizada			DENSIDAD EN CAMPO
1.00						
1.60						

ENSAYO DENSIDAD Y PESO UNITARIO DEL SUELO INSITU- CONO DE ARENA MTC E - 117

Peso del Material + Recipiente (gr.)	1178.00
Peso del Recipiente (gr.)	0.00
Peso de Material Neto (gr.)	1178.00
Peso de la Arena + Frasco (gr.)	4334.00
Peso de Arena que Queda (gr.)	1951.00
Peso de la Arena en el Embudo (gr.)	1416.00
Peso de la Arena en el Hueco (gr.)	967.00
Densidad de Arena (gr/cm ³)	1.54
Volumen del Hueco (cm ³)	627.92
Peso de la Grava Secada al Aire (gr.)	308.00
Volumen de la Grava Desplazada (cm ³)	107.80
Peso Neto del Suelo (gr.)	870.00
Volumen del Suelo (cm ³)	520.12
Densidad Humeda (gr/cm ³)	1.673
Densidad Natural (gr/cm ³)	1.53

ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD MTC - 108

	T1	T2	T3
Numero de Tara			
Peso del suelo Humedo + tara (gr)	520.1	518.1	534.7
Peso del suelo Seco + tara (gr)	483.2	469.6	490.3
Peso del agua (gr)	36.9	48.5	44.4
Peso de tara (gr)	22.5	27.4	24.7
Peso del suelo seco (gr)	460.7	442.2	465.6
Contenido de agua w%	8.01%	10.97%	9.54%
% w promedio		9.50%	

 UNSA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
--	--



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

TÍTULO DE "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM
 TESIS: 37+ 070 "

MATERIAL: SUBRASANTE
 MUESTRA: Calicata N°3

Tesistas: Aguilar Cusi , Anthony Christian
 Aguilar Ponce de Leon , Alejandro Erasmo
 Asesor : Ing. Gerhard Paul Rodriguez Guillen

ENSAYO MUESTREO DE SUELOS Y ROCAS MTC E - 101

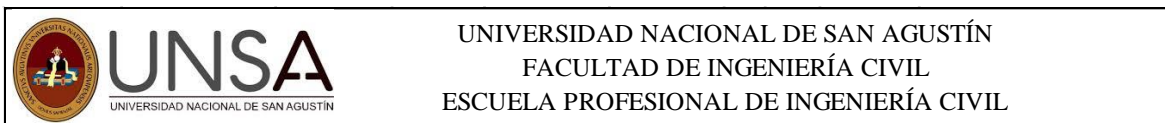
PROF (M)	MUESTRA	SÍMB	DESCRIPCIÓN DEL ESTRATO	CLASIFICACION		ENSAYOS IN SITU
				SUCS	AASHTO	
0.50	C3	SM A-2-4	Marron con presencia de terrones de limo sedimentado / grava meteorizada.			DENSIDAD EN CAMPO
1.00						
1.65						

ENSAYO DENSIDAD Y PESO UNITARIO DEL SUELO INSITU- CONO DE ARENA MTC E - 117

Peso del Material + Recipiente (gr.)	1285.00
Peso del Recipiente (gr.)	0.00
Peso de Material Neto (gr.)	1285.00
Peso de la Arena + Frasco (gr.)	4812.00
Peso de Arena que Queda (gr.)	2367.00
Peso de la Arena en el Embudo (gr.)	1416.00
Peso de la Arena en el Hueco (gr.)	1029.00
Densidad de Arena (gr/cm ³)	1.54
Volumen del Hueco (cm ³)	668.18
Peso de la Grava Secada al Aire (gr.)	219.00
Volumen de la Grava Desplazada (cm ³)	91.13
Peso Neto del Suelo (gr.)	1066.00
Volumen del Suelo (cm ³)	577.05
Densidad Humeda (gr/cm ³)	1.847
Densidad Natural (gr/cm ³)	1.72

ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD MTC - 108

Numero de Tara	T1	T2	T3
Peso del suelo Humedo + tara (gr)	510.4	530.35	517.9
Peso del suelo Seco + tara (gr)	479.4	494.75	484.6
Peso del agua (gr)	31	35.6	33.3
Peso de tara (gr)	30.2	30.25	27.82
Peso del suelo seco (gr)	449.2	464.5	456.78
Contenido de agua w%	6.90%	7.66%	7.29%
% w promedio	7.29%		



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

TÍTULO DE "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM
TESIS: 37+070 "

MATERIAL: SUBRASANTE
MUESTRA: Calicata N°4

Tesistas: Aguilar Cusi , Anthony Christian
Aguilar Ponce de Leon , Alejandro Erasmo
Asesor : Ing. Gerhard Paul Rodriguez Guillen

ENSAYO MUESTREO DE SUELOS Y ROCAS MTC E - 101						
PROF (M)	MUESTRA	SÍMB	DESCRIPCIÓN DEL ESTRATO	CLASIFICACION		ENSAYOS IN SITU
				SUCS	AASHTO	
0.50	C4	SM A-2-4	Marron con presencia de terrones de limo sedimentado/ grava subangulosa			DENSIDAD EN CAMPO
1.00						
1.50						
ENSAYO DENSIDAD Y PESO UNITARIO DEL SUELO INSITU- CONO DE ARENA MTC E - 117						
Peso del Material + Recipiente (gr.)				1207.00		
Peso del Recipiente (gr.)				0.00		
Peso de Material Neto (gr.)				1207.00		
Peso de la Arena + Frasco (gr.)				6417.20		
Peso de Arena que Queda (gr.)				4084.30		
Peso de la Arena en el Embudo (gr.)				1416.00		
Peso de la Arena en el Hueco (gr.)				916.90		
Densidad de Arena (gr/cm ³)				1.54		
Volumen del Hueco (cm ³)				595.39		
Peso de la Grava Secada al Aire (gr.)				191.63		
Volumen de la Grava Desplazada (cm ³)				86.12		
Peso Neto del Suelo (gr.)				1015.37		
Volumen del Suelo (cm ³)				509.27		
Densidad Humeda (gr/cm ³)				1.994		
Densidad Natural (gr/cm ³)				1.80		
ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD MTC- 108						
Numero de Tara		T1	T2	T3		
Peso del suelo Humedo + tara (gr)		521.4	514.2	530.25		
Peso del suelo Seco + tara (gr)		470.8	468.2	480.8		
Peso del agua (gr)		50.6	46	49.45		
Peso de tara (gr)		26.8	23.2	28.32		
Peso del suelo seco (gr)		444	445	452.48		
Contenido de agua w%		11.40%	10.34%	10.93%		
% w promedio		10.89%				



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

TÍTULO DE "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL
TESIS: KM 37+ 070 "

MATERIAL: SUBRASANTE

Tesistas: Aguilar Cusi , Anthony Christian

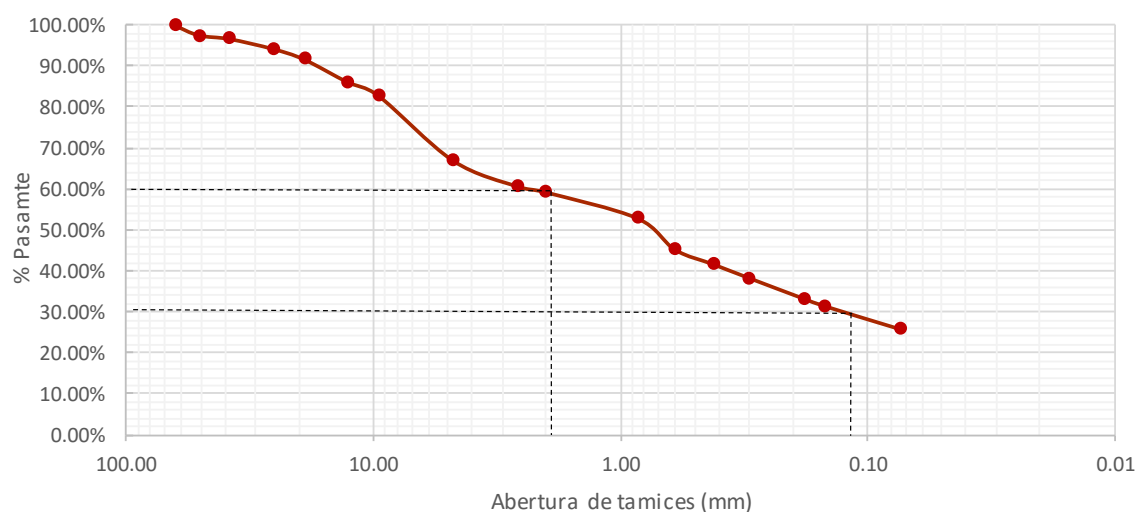
MUESTRA: Calicata N°1

Aguilar Ponce de Leon , Alejandro Erasmo

Asesor : Ing. Gerhard Paul Rodriguez Guillen

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO MTC E- 107

TAMIZ		MATERIAL RETENIDO			MATERIAL PASANTE	DESCRIPCIÓN	
Nº	mm.	PESO (g.)	RETENIDO (%)	ACUMULADO (%)			
3"	75.00				100.00%		
2 1/2"	63.50			0.00%	100.00%	Peso Inicial:	5500 gr.
2"	50.80	132.68	2.41%	2.41%	97.59%	Peso Inicial finos:	3685.1 gr.
1 1/2"	38.10	49.27	0.90%	3.31%	96.69%	% de Grava:	33.00%
1"	25.40	134.38	2.44%	5.75%	94.25%	% de Arena:	41.09%
3/4"	19.05	138.89	2.53%	8.28%	91.72%	Tamaño Maximo Nominal:	2 1/2"
1/2"	12.70	305.92	5.56%	13.84%	86.16%	% Pasante N°200:	25.91%
3/8"	9.53	181.15	3.29%	17.13%	82.87%	D10:	-
N°4	4.75	872.59	15.87%	33.00%	67.00%	D30:	0.250
N°8	2.60	347.98	6.33%	39.32%	60.68%	D60:	1.100
N° 10	2.00	76.67	1.39%	40.72%	59.28%	OBSERVACIONES:	
N° 16	0.85	349.09	6.35%	47.07%	52.93%		
N° 30	0.60	420.97	7.65%	54.72%	45.28%		
N° 40	0.42	196.48	3.57%	58.29%	41.71%		
N° 50	0.30	186.15	3.38%	61.68%	38.32%		
N° 80	0.18	277.57	5.05%	66.72%	33.28%		
N° 100	0.15	94.00	1.71%	68.43%	31.57%		
N° 200	0.07	311.12	5.66%	74.09%	25.91%		
FONDO	0	1425.10	25.91%	100.00%	0.00%		
		5500.00					





UNSA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

TÍTULO DE "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL
TESIS: KM 37+ 070 "

MATERIAL: SUBRASANTE

Tesistas: Aguilar Cusi , Anthony Christian

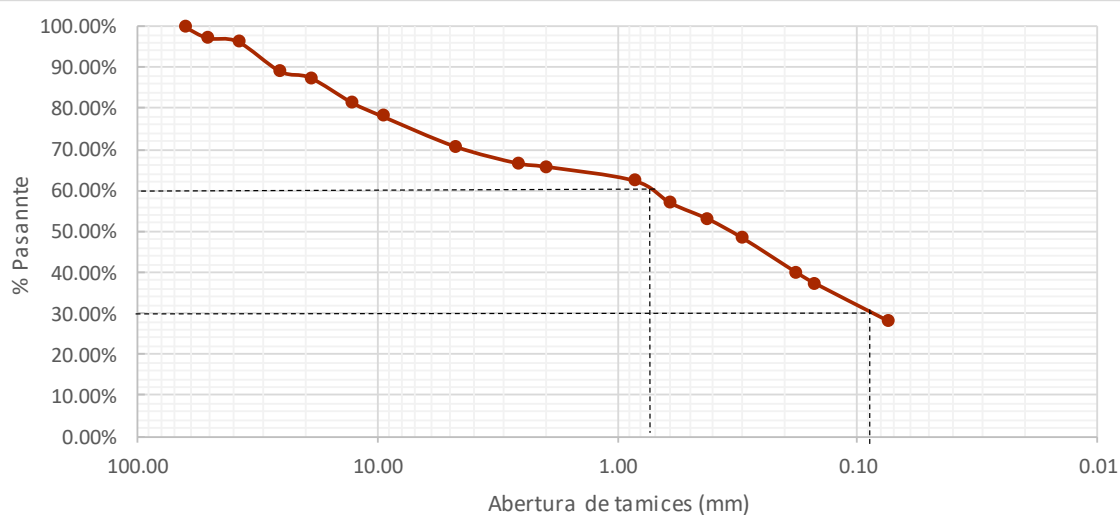
MUESTRA: Calicata N°2

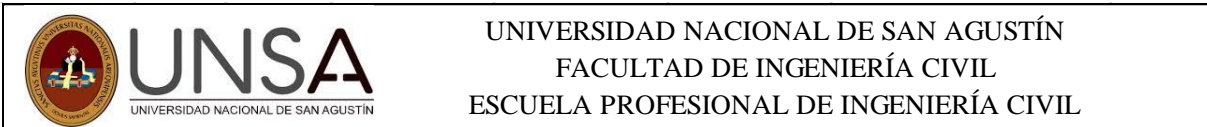
Aguilar Ponce de Leon , Alejandro Erasmo

Asesor : Ing. Gerhard Paul Rodriguez Guillen

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO MTC E- 107

TAMIZ		MATERIAL RETENIDO			MATERIAL PASANTE	DESCRIPCIÓN	
Nº	mm.	PESO (g.)	RETENIDO (%)	ACUMULADO (%)			
3"	75.00				100.00%		
2 1/2"	63.50			0.00%	100.00%	Peso Inicial:	6008 gr.
2"	50.80	162.62	2.71%	2.71%	97.29%	Peso Inicial finos:	4258.7 gr.
1 1/2"	38.10	51.80	0.86%	3.57%	96.43%	% de Grava:	29.12%
1"	25.40	435.37	7.25%	10.82%	89.18%	% de Arena:	42.64%
3/4"	19.05	92.79	1.54%	12.36%	87.64%	Tamaño Maximo:	2 1/2"
1/2"	12.70	369.54	6.15%	18.51%	81.49%	Tamaño Maximo Nominal:	2"
3/8"	9.53	196.49	3.27%	21.78%	78.22%	% Pasante N°200:	28.25%
N°4	4.75	440.68	7.33%	29.12%	70.88%	D10:	-
N°8	2.60	247.57	4.12%	33.24%	66.76%	D30:	0.090
N° 10	2.00	47.81	0.80%	34.03%	65.97%	D60:	0.730
N° 16	0.85	205.74	3.42%	37.46%	62.54%	OBSERVACIONES:	
N° 30	0.60	329.10	5.48%	42.93%	57.07%		
N° 40	0.42	233.06	3.88%	46.81%	53.19%		
N° 50	0.30	283.43	4.72%	51.53%	48.47%		
N° 80	0.18	498.56	8.30%	59.83%	40.17%		
N° 100	0.15	163.06	2.71%	62.54%	37.46%		
N° 200	0.07	553.20	9.21%	71.75%	28.25%		
FONDO	0	1697.17	28.25%	100.00%	0.00%		
		6008.00					





LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

TÍTULO DE "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL
TESIS: KM 37+ 070 "

MATERIAL: SUBRASANTE

Tesistas: Aguilar Cusi , Anthony Christian

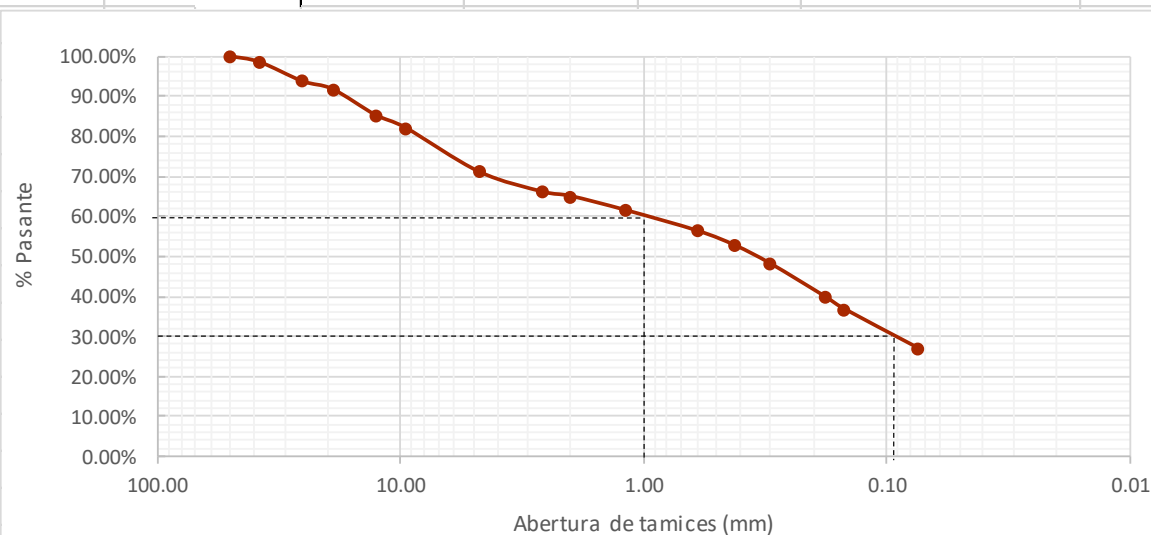
MUESTRA: Calicata N°3

Aguilar Ponce de Leon , Alejandro Erasmo

Asesor : Ing. Gerhard Paul Rodriguez Guillen

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO MTC E- 107

TAMIZ		MATERIAL RETENIDO			MATERIAL PASANTE	DESCRIPCIÓN	
Nº	mm.	PESO (g.)	RETENIDO (%)	ACUMULADO (%)			
3"	75.00				100.00%		
2 1/2"	63.50			0.00%	100.00%	Peso Inicial:	6000 gr.
2"	50.80			0.00%	100.00%	Peso Inicial finos:	4261.3 gr
1 1/2"	38.10	89.32	1.49%	1.49%	98.51%	% de Grava:	28.98%
1"	25.40	288.00	4.80%	6.29%	93.71%	% de Arena:	44.18%
3/4"	19.05	119.77	2.00%	8.28%	91.72%	Tamaño Maximo:	2"
1/2"	12.70	387.54	6.46%	14.74%	85.26%	Tamaño Maximo Nominal:	1 1/2"
3/8"	9.53	194.17	3.24%	17.98%	82.02%	% Pasante N°200:	26.84%
N°4	4.75	659.92	11.00%	28.98%	71.02%	D10:	-
N°8	2.60	300.11	5.00%	33.98%	66.02%	D30:	0.095
N° 10	2.00	63.18	1.05%	35.03%	64.97%	D60:	1.010
N° 16	1.18	214.73	3.58%	38.61%	61.39%	OBSERVACIONES:	
N° 30	0.60	308.65	5.14%	43.76%	56.24%		
N° 40	0.42	220.28	3.67%	47.43%	52.57%		
N° 50	0.30	275.35	4.59%	52.02%	47.98%		
N° 80	0.18	489.22	8.15%	60.17%	39.83%		
N° 100	0.15	185.70	3.09%	63.27%	36.73%		
N° 200	0.07	593.81	9.90%	73.16%	26.84%		
FONDO	0	1610.25	26.84%	100.00%	0.00%		
		6000.00					





UNSA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

TÍTULO DE "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL
TESIS: KM 37+ 070 "

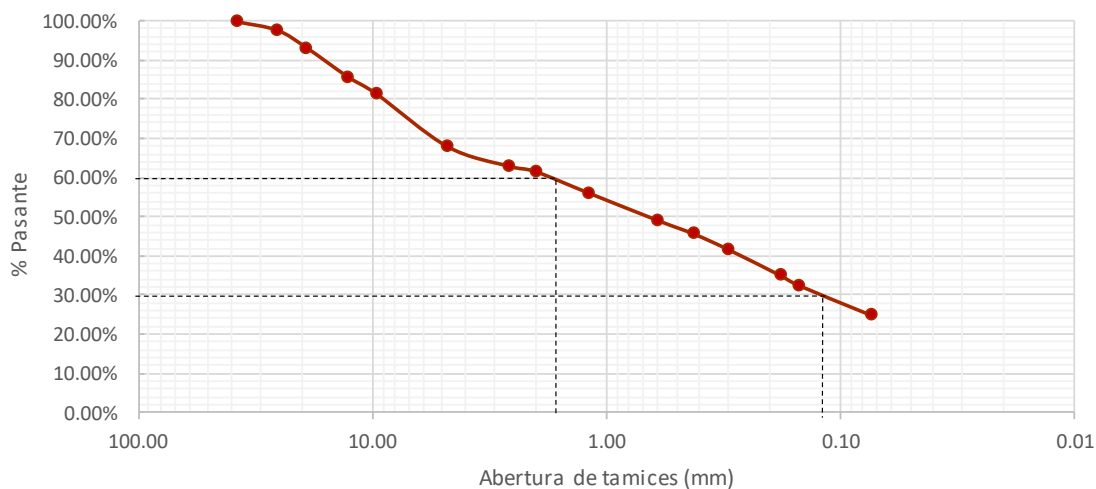
MATERIAL: SUBRASANTE
MUESTRA: Calicata N°4

Tesistas: Aguilar Cusi , Anthony Christian
Aguilar Ponce de Leon , Alejandro Erasmo
Asesor : Ing. Gerhard Paul Rodriguez Guillen

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO MTC E- 107

TAMIZ		MATERIAL RETENIDO			MATERIAL PASANTE	DESCRIPCION
Nº	mm.	PESO (g.)	RETENIDO (%)	ACUMULADO (%)		
3"	75.00				100.00%	
2 1/2"	63.50	0	0.00%	0.00%	100.00%	Peso Inicial: 5954 gr.
2"	50.80	0	0.00%	0.00%	100.00%	Peso Inicial finos: 4052 gr.
1 1/2"	38.10	0	0.00%	0.00%	100.00%	% de Grava: 31.95%
1"	25.40	132.2908	2.22%	2.22%	97.78%	% de Arena: 42.97%
3/4"	19.05	264.3212	4.44%	6.66%	93.34%	Tamaño Maximo: 1 1/2"
1/2"	12.70	441.1699	7.41%	14.07%	85.93%	Tamaño Maximo Nominal: 1"
3/8"	9.53	266.1247	4.47%	18.54%	81.46%	% Pasante N°200: 25.09%
N°4	4.75	798.1738	13.41%	31.95%	68.05%	D10: -
N°8	2.60	296.61	4.98%	36.93%	63.07%	D30: 0.12
N° 10	2.00	81.56	1.37%	38.30%	61.70%	D60: 1.75
N° 16	1.18	328.26	5.51%	43.81%	56.19%	OBSERVACIONES:
N° 30	0.60	415.09	6.97%	50.78%	49.22%	
N° 40	0.42	206.53	3.47%	54.25%	45.75%	
N° 50	0.30	234.53	3.94%	58.19%	41.81%	
N° 80	0.18	393.99	6.62%	64.81%	35.19%	
N° 100	0.15	152.16	2.56%	67.36%	32.64%	
N° 200	0.07	449.58	7.55%	74.91%	25.09%	
FONDO	0	1493.60	25.09%	100.00%	0.00%	

5954.00





LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

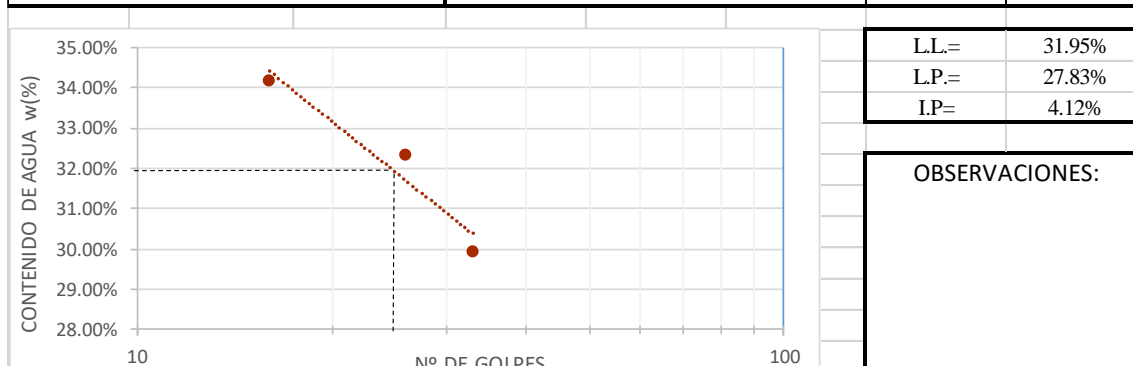
TÍTULO DE "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL
TESIS: KM 37+ 070 "

MATERIAL: SUBRASANTE
MUESTRA: Calicata N°1

Tesistas: Aguilar Cusi , Anthony Christian
Aguilar Ponce de Leon , Alejandro Erasmo
Asesor : Ing. Gerhard Paul Rodriguez Guillen

LIMITE LIQUIDO (LL) MTC E- 110					
NUMERO DE TARA	T1	T2	T3	T4	T5
PESO DE SUELO HUMEDO + TARA (g)	49.32	55.08	53.75		
PESO DE SUELO SECO + TARA (g)	42.58	47.64	45.98		
PESO DEL AGUA (g)	6.74	7.44	7.77		
PESO DE TARA (g)	22.87	22.8	21.95		
PESO DEL SUELO SECO (g)	19.71	24.84	24.03		
CONTENIDO DE AGUA (w%)	34.20%	29.95%	32.33%		
NUMERO DE GOLPES	16	33	26		

LIMITE PLASTICO (LP) MTC E- 111					
NUMERO DE TARA	T6	T7	T8	-	-
PESO DE SUELO HUMEDO + TARA (g)	27.58	31.45	28.65	-	-
PESO DE SUELO SECO + TARA (g)	26.46	29.78	27.25	-	-
PESO DEL AGUA (g)	1.12	1.67	1.4	-	-
PESO DE TARA (g)	22.22	23.66	22.55	-	-
PESO DEL SUELO SECO	4.24	6.12	4.7	-	-
CONTENIDO DE AGUA (w%)	26.42%	27.29%	29.79%	-	-
PROMEDIO DE %	27.83%			-	-



EQUIVALENTE ARENA MTC E -114			
Nº De Ensayo	1	2	3
Hora de Entrada	13:26	13:34	13:41
Hora de Salida	13:36	13:44	13:51
Hora de Entrada	13:37	13:45	13:52
Hora de Salida	13:57	14:05	14:12
Lectura de Finos (pulg)	10.87	11.18	10.89
Lectura de Arena (pulg)	10.39	10.67	10.42
% de Equivalente Arena	95.65%	95.42%	95.68%
Equivalente Arena Promedio	95.59%		

 UNSA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
--	--

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

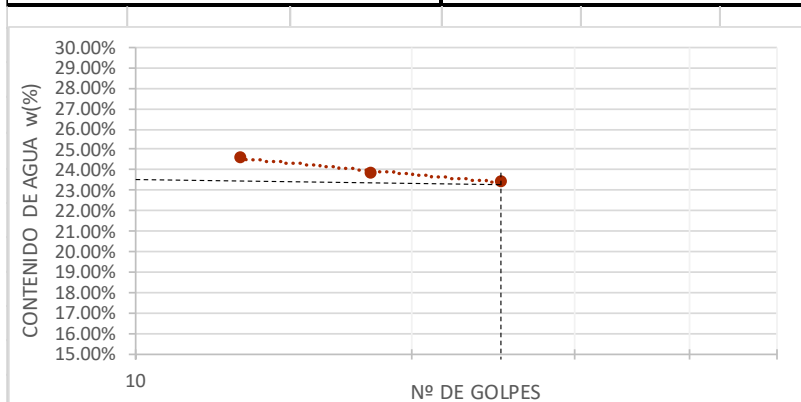
TÍTULO DE "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL
 TESIS: KM 37+ 070 "

MATERIAL: SUBRASANTE
 MUESTRA: Calicata N°2

Tesistas: Aguilar Cusi , Anthony Christian
 Aguilar Ponce de Leon , Alejandro Erasmo
 Asesor : Ing. Gerhard Paul Rodriguez Guillen

LIMITE LIQUIDO (LL) MTC E- 110					
NUMERO DE TARA	T1	T2	T3	T4	T5
PESO DE SUELO HUMEDO + TARA (g)	60.63	52.93	48.78		
PESO DE SUELO SECO + TARA (g)	53.57	46.77	43.47		
PESO DEL AGUA (g)	7.06	6.16	5.31		
PESO DE TARA (g)	24.89	20.96	20.81		
PESO DEL SUELO SECO (g)	28.68	25.81	22.66		
CONTENIDO DE AGUA (w%)	24.62%	23.87%	23.43%		
NUMERO DE GOLPES	13	18	25		

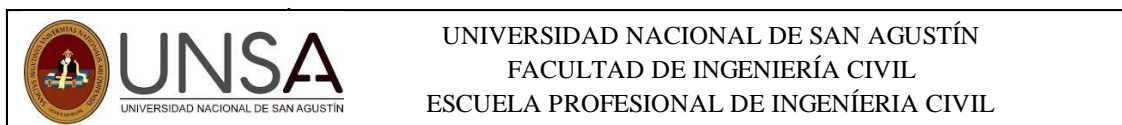
LIMITE PLASTICO (LP) MTC E- 111					
NUMERO DE TARA	T6	T7	T8	-	-
PESO DE SUELO HUMEDO + TARA (g)	29.29	30.36	32.31	-	-
PESO DE SUELO SECO + TARA (g)	28.21	29.19	31.52	-	-
PESO DEL AGUA (g)	1.08	1.17	0.79	-	-
PESO DE TARA (g)	22.5	22.79	27.31	-	-
PESO DEL SUELO SECO	5.71	6.4	4.21	-	-
CONTENIDO DE AGUA (w%)	18.91%	18.28%	18.76%	-	-
PROMEDIO DE %	18.65%			-	-



LL.=	23.52%
LP.=	18.65%
IP.=	4.87%

OBSERVACIONES:

EQUIVALENTE ARENA MTC E -114			
Nº De Ensayo	1	2	3
Hora de Entrada	12:33	12:38	12:46
Hora de Salida	12:43	12:48	12:56
Hora de Entrada	12:44	12:49	12:57
Hora de Salida	13:04	13:09	13:17
Lectura de Finos (pulg)	9.72	9.72	9.75
Lectura de Arena (pulg)	9.33	9.37	9.38
% de Equivalente Arena	95.95%	96.36%	96.24%
Equivalente Arena Promedio	96.18%		



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

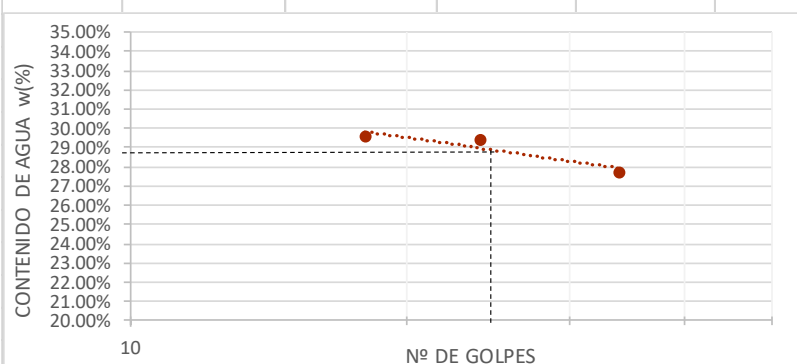
TÍTULO DE "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL
TESIS: KM 37+ 070 "

MATERIAL: SUBRASANTE
MUESTRA: Calicata N°3

Tesistas: Aguilar Cusi , Anthony Christian
Aguilar Ponce de Leon , Alejandro Erasmo
Asesor : Ing. Gerhard Paul Rodriguez Guillen

LIMITE LIQUIDO (LL) MTC E- 110					
NUMERO DE TARA	T1	T2	T3	T4	T5
PESO DE SUELO HUMEDO + TARA (g)	54.91	56.72	64.17		
PESO DE SUELO SECO + TARA (g)	47.84	48.62	54.79		
PESO DEL AGUA (g)	7.07	8.1	9.38		
PESO DE TARA (g)	22.36	21.05	23.11		
PESO DEL SUELO SECO (g)	25.48	27.57	31.68		
CONTENIDO DE AGUA (w%)	27.75%	29.38%	29.61%		
NUMERO DE GOLPES	34	24	18		

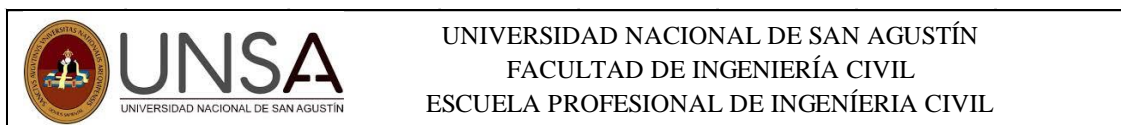
LIMITE PLASTICO (LL) MTC E- 111					
NUMERO DE TARA	T6	T7	T8	-	-
PESO DE SUELO HUMEDO + TARA (g)	26.67	29.46	32.66	-	-
PESO DE SUELO SECO + TARA (g)	25.45	28.13	30.80	-	-
PESO DEL AGUA (g)	1.22	1.33	1.86	-	-
PESO DE TARA (g)	21.02	22.41	23.05	-	-
PESO DEL SUELO SECO	4.43	5.72	7.75	-	-
CONTENIDO DE AGUA (w%)	27.54%	23.25%	24.00%	-	-
PROMEDIO DE %	24.93%			-	-



LL.= 28.91%
L.P.= 24.93%
I.P.= 3.98%

OBSERVACIONES:

EQUIVALENTE ARENA MTC E -114			
Nº De Ensayo	1	2	3
Hora de Entrada	12:05	12:10	12:15
Hora de Salida	12:15	12:20	12:25
Hora de Entrada	12:16	12:21	12:26
Hora de Salida	12:36	12:41	12:46
Lectura de Finos (pulg)	10.59	10.47	10.54
Lectura de Arena (pulg)	10.20	10.08	10.13
% de Equivalente Arena	96.28%	96.24%	96.15%
Equivalente Arena Promedio	96.22%		



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

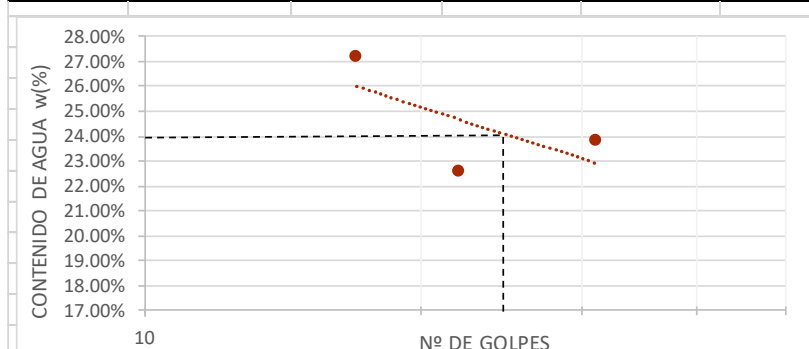
TÍTULO DE "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL
TESIS: KM 37+ 070 "

MATERIAL: SUBRASANTE
MUESTRA: Calicata N°4

Tesistas: Aguilar Cusi , Anthony Christian
Aguilar Ponce de Leon , Alejandro Erasmo
Asesor : Ing. Gerhard Paul Rodriguez Guillen

LIMITE LIQUIDO (LL) MTC E- 110					
NUMERO DE TARA	T1	T2	T3	T4	T5
PESO DE SUELO HUMEDO + TARA (g)	53.11	51.6	61.83		
PESO DE SUELO SECO + TARA (g)	46.69	45.99	54.7		
PESO DEL AGUA (g)	6.42	5.61	7.13		
PESO DE TARA (g)	23.08	22.43	23.12		
PESO DEL SUELO SECO (g)	23.61	23.56	31.58		
CONTENIDO DE AGUA (w%)	27.19%	23.81%	22.58%		
NUMERO DE GOLPES	17	31	22		

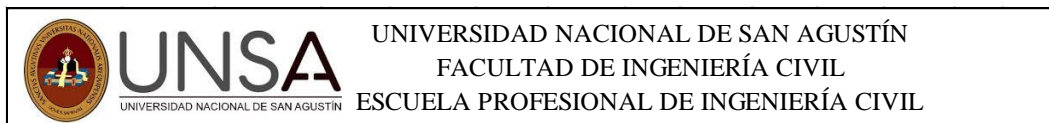
LIMITE PLASTICO (LP) MTC E- 111					
NUMERO DE TARA	T6	T7	T8	-	-
PESO DE SUELO HUMEDO + TARA (g)	25.7	28.29		-	-
PESO DE SUELO SECO + TARA (g)	25.14	27.05		-	-
PESO DEL AGUA (g)	0.56	1.24		-	-
PESO DE TARA (g)	22.44	20.96		-	-
PESO DEL SUELO SECO	2.7	6.09		-	-
CONTENIDO DE AGUA (w%)	20.74%	20.36%		-	-
PROMEDIO DE %	20.55%			-	-



LL=	24.01%
LP=	20.55%
IP=	3.46%

OBSERVACIONES:

EQUIVALENTE ARENA MTC E -114			
Nº De Ensayo	1	2	3
Hora de Entrada	11:30	11:40	11:45
Hora de Salida	11:40	11:50	11:55
Hora de Entrada	11:41	11:51	11:56
Hora de Salida	12:01	12:11	12:16
Lectura de Finos (pulg)	11.38	9.33	10.35
Lectura de Arena (pulg)	10.83	9.02	9.98
% de Equivalente Arena	95.16%	96.62%	96.42%
Equivalente Arena Promedio	96.07%		



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

TITULO DE "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM
TESIS: 33+600 AL KM 37+ 070 "

MATERIAL: SUBRASANTE
MUESTRA: CALICATA N°1

Tesistas: Aguilar Cusi Anthony Christian
Aguilar Ponde De Leon Alejandro Erasmo
Asesor : Ing. Gerhard Paul Rodriguez Guillen

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS (S.U.C.S.)					
Divisiones Mayores			Simb. de Grupo	Nombre Tipico	Criterios de Clasificacion
Suelo de grano grueso (Mas del 50 % retenido en la malla N° 200)	Grava (>50% de los gruesos ret malla N° 4)	Grava limpia (finos <5%)	GW	Grava bien gradada	Si Cu>4, 1<Cc <3
			GP	Grava mal gradada	No Cu>4, 1<Cc <3
		Grava con finos (finos >12%)	GM	Grava Limosa	IP<Ipc
			GC	Grava Arcillosa	IP>Ipc
	Arena (<50% de los gruesos pas malla N° 4)	Arena limpia (finos <5%)	SW	Arena Bien Gradada	Si Cu>6, 1<Cc <3
			SP	Arena Mal Gradada	No Cu>6, 1<Cc <3
		Arena con finos (finos >12%)	SM	Arena Limosa	IP<4
			SC	Arena Arcillosa	IP>7
Suelo de grano fino (Mas del 50 % pasante la malla N° 200)	Suelo Inorganico	Limo IP<Ipc	ML	Limo baja plasticidad	LL<50 %
			MH	Limo alta plasticidad	LL>50 %
		Arcilla IP<Ip	CL	Arcilla baja plasticidad	LL<50 %
			CH	Arcilla alta plasticidad	LL>50 %
	Suelo Organico		OL	rganico baja plasticidad	LL<50 %
			OH	rganico alta plasticidad	LL>50 %
		Altamente Organico	Pt	Turba y otros	

RESULTADOS

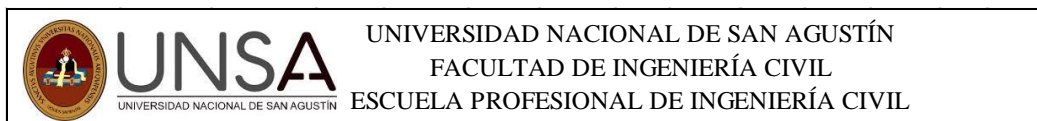
% pasa la # 200 = 25.91%
% pasa la # 4 = 67.00%
Limite Liquido = 31.95%
Limite Plástico = 27.83%
Índice de Plasticidad = 4.12%
D60= 1.10
D30= 0.25
D10= -
Cu D60/D10 = -
Cc (D30)2/(D10xD60) = -
a = 0.00
b = 10.91
c = 0.00
d = 0.00
Indice de grupo (IG) = 0

NOTA: En caso de que el contenido de finos de los suelos gruesos este entre 5% y 12% - Caso de frontera, se colocara doble simbolo

CLASIFICACION GENERAL	Materiales Granulares (35% o menos del total pasa N° 200)						Materiales Limosos - Arcillosos Mas del 35% del total pasa N° 200				Suelos Organicos
	A - 1		A - 3	A - 2			A - 4	A - 5	A - 6	A - 7	
Clasificación de Grupo	A - 1 - a	A - 1 - b		A - 2 - 4	A - 2 - 6	A - 2 - 7					A - 7 - 5	A - 7 - 6	A - 8
% de Material que pasa el tamiz N° 10	50 máx.	...	...	...	...	...	...	...	...	Inspeccion visual:
N° 40	30 máx.	50 máx.	51 mín	...	...	...	...	...	...	Materia Organica,
N° 200	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín	36 mín	36 mín	Clor Negro, Olor.	
Límite Líquido	...	...	...	40 máx	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín
Índice Plástico	6 máx.	...	NP	10 máx	11 mín	11 mín	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín	
Material Constituyente	Fragmentos de piedra y Arena		Arena Fina	Grava y Arena Limoso o Arcilloso			Suelos Limosos		Suelos Arcillosos		Turba o Estercol
Evaluación General	Excelente a Bueno						Bueno a pobre				Malo

CLASIFICACIÓN SUCS	SM, SC Arena Limosa
--------------------	------------------------

CLASIFICACIÓN AASTHO	A-2-4 Arena Limosa
----------------------	-----------------------



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

TITULO DE "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM
TESIS: 33+600 AL KM 37+ 070 "

MATERIAL: SUBRASANTE
MUESTRA: CALICATA N°2

Tesistas: Aguilar Cusi Anthony Christian
Aguilar Ponde De Leon Alejandro Erasmo
Asesor : Ing. Gerhard Paul Rodriguez Guillen

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS (S.U.C.S.)						
Divisiones Mayores		Simb. de Grupo	Nombre Tipico	Criterios de Clasificacion		
Suelo de grano grueso (Mas del 50 % retenido en la malla N° 200)	Grava (>50% de los gruesos ret malla N° 4)	Grava limpia (finos <5%)	GW	Grava bien gradada	Si $Cu > 4, 1 < Cc < 3$	
		Grava con finos (finos >12%)	GP	Grava mal gradada	No $Cu > 4, 1 < Cc < 3$	
		Arena (<50% de los gruesos pas malla N° 4)	Arena limpia (finos <5%)	SW	Arena Bien Gradada	Si $Cu > 6, 1 < Cc < 3$
			Arena con finos (finos >12%)	SP	Arena Mal Gradada	No $Cu > 6, 1 < Cc < 3$
	Suelo de grano fino (Mas del 50 % pasante la malla N° 200)	Suelo Inorganico	Limo IP<Ipc	ML	Limo baja plasticidad	LL<50 %
			Arcilla IP<Ipc	MH	Limo alta plasticidad	LL>50 %
		Suelo Organico	OL	rganico baja plasticidad	LL<50 %	
			OH	rganico alta plasticidad	LL>50 %	
Altamente Organico	Pt	Turba y otros				

RESULTADOS

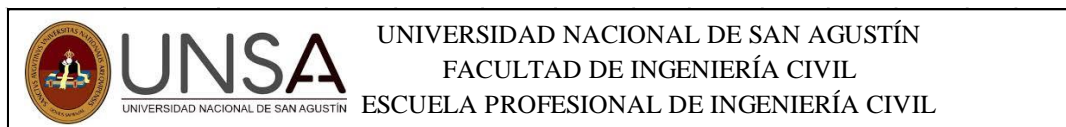
% pasa la # 200 =	28.25%
% pasa la # 4 =	70.88%
Limite Liquido =	23.52%
Limite Plástico =	18.65%
Índice de Plasticidad =	4.87%
D60=	0.73
D30=	0.09
D10=	-
Cu D60/D10 =	-
Cc (D30)2/(D10xD60) =	-
a =	0.00
b =	13.25
c =	0.00
d =	0.00
Indice de grupo (IG) =	0

NOTA: En caso de que el contenido de finos de los suelos gruesos este entre 5% y 12% - Caso de frontera, se colocara doble simbolo

CLASIFICACION GENERAL	Materiales Granulares (35% o menos del total pasa N° 200)						Materiales Limosos - Arcillosos Mas del 35% del total pasa N° 200				Suelos Organicos
	A - 1		A - 3	A - 2			A - 4	A - 5	A - 6	A - 7	
Clasificación de Grupo	A - 1 - a	A - 1 - b		A - 2 - 4	A - 2 - 6	A - 2 - 7					A - 7 - 5	A - 7 - 6	A - 8
% de Material que pasa el tamiz N° 10 N° 40 N° 200	50 máx. 30 máx. 15 máx.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	Inspeccion visual: Materia Organica, Clor Negro, Olor.
Limite Líquido Indice Plástico	...	6 máx.	...	40 máx. 10 máx.	40 máx. 11 mín	41 máx. 11 mín	40 máx. 10 máx.	41 mín 10 máx.	40 máx. 11 mín	41 mín 11 mín*	
Material Constituyente	Fragmentos de piedra y Arena		Arena Fina	Grava y Arena Limoso o Arcilloso			Suelos Limosos		Suelos Arcillosos		Turba o Estiercol
Evaluación General	Excelente a Bueno						Bueno a pobre				Malo

CLASIFICACIÓN SUCS	SM, SC Arena Limosa
--------------------	------------------------

CLASIFICACIÓN AASTHO	A - 2 - 4 Arena Limosa con Grava
----------------------	-------------------------------------



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

TITULO DE "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM
TESIS: 33+600 AL KM 37+ 070 "

MATERIAL: SUBRASANTE
MUESTRA: CALICATA N°3

Tesistas: Aguilar Cusi Anthony Christian
Aguilar Ponde De Leon Alejandro Erasmo
Asesor : Ing. Gerhard Paul Rodriguez Guillen

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

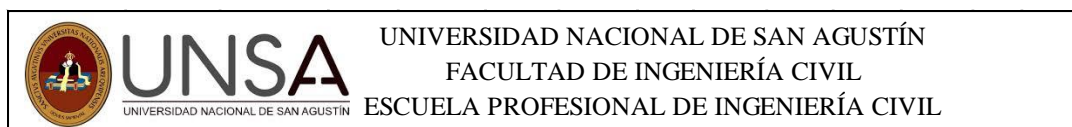
SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS (S.U.C.S.)						
Divisiones Mayores		Simb. de Grupo	Nombre Tipico	Criterios de Clasificacion		
Suelo de grano grueso (Mas del 50 % retenido en la malla N° 200)	Grava (>50% de los gruesos ret malla N° 4)	Grava limpia (finos <5%)	GW	Grava bien gradada	$Si Cu > 4, 1 < Cc < 3$	
		Grava mal gradada	GP	Grava mal gradada	$No Cu > 4, 1 < Cc < 3$	
		Grava con finos (finos >12%)	GM	Grava Limosa	$IP < I_{pc}$	
			GC	Grava Arcillosa	$IP > I_{pc}$	
	Arena (<50% de los gruesos pas malla N° 4)	Arena limpia (finos <5%)	SW	Arena Bien Gradada	$Si Cu > 6, 1 < Cc < 3$	
		Arena Mal Gradada	SP	Arena Mal Gradada	$No Cu > 6, 1 < Cc < 3$	
		Arena con finos (finos >12%)	SM	Arena Limosa	$IP < 4$	
			SC	Arena Arcillosa	$IP > 7$	
Suelo de grano fino (Mas del 50 % pasante la malla N° 200)	Suelo Inorganico	Limo $IP < I_{pc}$	ML	Limo baja plasticidad	$LL < 50 \%$	
		Limo alta plasticidad	MH	Limo alta plasticidad	$LL > 50 \%$	
		Arcilla $IP < I_{pc}$	CL	Arcilla baja plasticidad	$LL < 50 \%$	
			CH	Arcilla alta plasticidad	$LL > 50 \%$	
	Suelo Organico	Organico baja plasticidad	OL	Organico baja plasticidad	$LL < 50 \%$	
			OH	Organico alta plasticidad	$LL > 50 \%$	
		Altamente Organico		Pt	Turba y otros	

RESULTADOS

% pasa la # 200 =	26.84%
% pasa la # 4 =	71.02%
Limite Liquido =	28.91%
Limite Plástico =	24.93%
Índice de Plasticidad =	3.98%
D60=	1.01
D30=	0.10
D10=	-
Cu D60/D10 =	-
Cc (D30) ² /(D10xD60) =	-
a =	0.00
b =	11.84
c =	0.00
d =	0.00
Indice de grupo (IG) =	0

NOTA: En caso de que el contenido de finos de los suelos gruesos este entre 5% y 12% - Caso de frontera, se colocara doble simbolo

CLASIFICACION GENERAL	Materiales Granulares (35% o menos del total pasa N° 200)						Materiales Limosos - Arcillosos Mas del 35% del total pasa N° 200				Suelos Organicos
	A-1		A-3	A-2			A-4	A-5	A-6	A-7	
Clasificación de Grupo	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-6	A-2-7					A-7-5	A-7-6	A-8
% de Material que pasa el tamiz N° 10	50 máx.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	Inspeccion visual: Materia Organica, Clor Negro, Olor.
N° 40	30 máx.	50 máx.	51 mín	...	...	...	...	...	...	...
N° 200	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín	36 mín	36 mín	36 mín	
Límite Líquido	...	...	...	40 máx	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	
Indice Plástico	6 máx.	...	NP	10 máx.	11 mín	11 mín	10 máx.	10 máx.	11 mín	11 mín*	
Material Constituyente	Fragmentos de piedra y Arena		Arena Fina	Grava y Arena Limoso o Arcilloso			Suelos Limosos		Suelos Arcillosos		Turba o Estiercol
Evaluación General	Excelente a Bueno						Bueno a pobre				Malo
CLASIFICACIÓN SUCS	SM Arena Limosa con Grava			CLASIFICACIÓN AASTHO			A-2-4 Arena Limosa con Grava				



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

TÍTULO DE "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM
TESIS: 33+600 AL KM 37+ 070 "

MATERIAL: SUBRASANTE
MUESTRA: CALICATA N°4

Tesistas: Aguilar Cusi Anthony Christian
Aguilar Ponde De Leon Alejandro Erasmo
Asesor : Ing. Gerhard Paul Rodriguez Guillen

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS (S.U.C.S.)						
Divisiones Mayores			Simb. de Grupo	Nombre Tipico	Criterios de Clasificacion	
Suelo de grano grueso (Mas del 50 % retenido en la malla N° 200)	Grava (>50% de los gruesos ret malla N° 4)	Grava limpia (finos <5%)	GW	Grava bien gradada	Si $Cu > 4, 1 < Cc$	
		Grava con finos (finos >12%)	GP	Grava mal gradada	No $Cu > 4, 1 < Cc$	
		Arena (<50% de los gruesos pas malla N° 4)	SW	Arena Bien Gradada	Si $Cu > 6, 1 < Cc$	
			SP	Arena Mal Gradada	No $Cu > 6, 1 < Cc$	
	Suelo de grano fino (Mas del 50 % pasante la malla N° 200)	Suelo Inorganico	Limo IP <Ipc	ML	Limo baja plasticidad	LL < 50 %
			MH	Limo alta plasticidad	LL > 50 %	
		Arcilla IP <Ipc	CL	Arcilla baja plasticidad	LL < 50 %	
			CH	Arcilla alta plasticidad	LL > 50 %	
Suelo Organico	OL	rganico baja plasticidad	LL < 50 %			
	OH	rganico alta plasticidad	LL > 50 %			
Altamente Organico	Pt	Turba y otros				

RESULTADOS

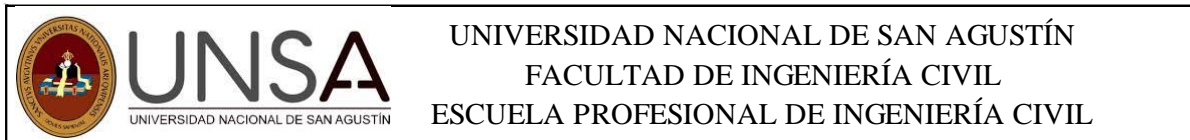
% pasa la # 200 =	25.09%
% pasa la # 4 =	68.05%
Limite Liquido =	24.01%
Limite Plástico =	20.55%
Índice de Plasticidad =	3.46%
D60=	1.75
D30=	0.12
D10=	-
Cu D60/D10 =	-
Cc (D30)2/(D10xD60) =	-
a =	0.00
b =	10.09
c =	0.00
d =	0.00
Indice de grupo (IG) =	0.00

NOTA: En caso de que el contenido de finos de los suelos gruesos este entre 5% y 12% - Caso de frontera, se colocara doble simbolo

CLASIFICACION GENERAL	Materiales Granulares (35% o menos del total pasa N° 200)						Materiales Limosos - Arcillosos Mas del 35% del total pasa N° 200				Suelos Organicos
	A - 1		A - 3	A - 2			A - 4	A - 5	A - 6	A - 7	
Clasificación de Grupo	A - 1 - a	A - 1 - b		A - 2 - 4	A - 2 - 6	1 - 2 - 7					A - 7 - 5	A - 7 - 6	A - 8
% de Material que pasa el tamiz N° 10	50 máx.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	Inspeccion visual: Materia Organica, Clor Negro, Olor.
N° 40	30 máx.	50 máx.	51 mín	...	...	...	...	...	...	...
N° 200	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín	36 mín	36 mín	36 mín	
Limite Líquido	...	...	...	40 máx.	40 máx.	41 mín	40 máx.	41 mín	40 máx.	41 mín	
Indice Plástico	6 máx.	...	NP	10 máx.	11 mín	11 mín	10 máx.	10 máx.	11 mín	11 mín*	
Material Constituyente	Fragmentos de piedra y Arena		Arena Fina	Grava y Arena Limoso o Arcilloso			Suelos Limosos		Suelos Arcillosos		Turba o Estiercol
Evaluación General	Excelente a Bueno						Bueno a pobre				Malo

CLASIFICACIÓN SUCS	SM Arena limosa con Grava
--------------------	------------------------------

CLASIFICACIÓN AASTHO	A-2-4 Arena limosa con Grava
----------------------	---------------------------------



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

TÍTULO DE "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM
TESIS: 33+600 AL KM 37+ 070 "

MATERIAL: SUBRASANTE

Tesistas: Aguilar Cusi , Anthony Christian

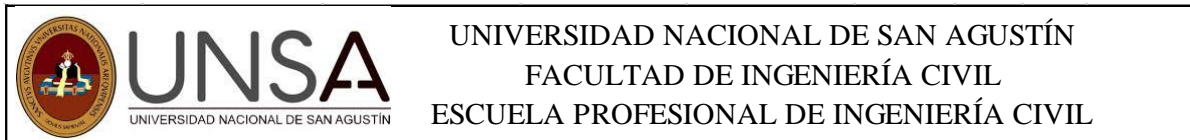
MUESTRA: Calicata N°1

Aguilar Ponce de Leon , Alejandro Erasmo

Asesor : Ing. Gerhard Paul Rodriguez Guillen

Gravedad Especifica Del Suelo (pas #4)			
DESCRIPCIÓN		T1	T2
Peso de la fiola	(gf)	171.2	162.8
Peso del Suelo Seco	(gf)	280	280
Temperatura del agua	°C	24.6	24.6
Volumen Calculado del Picnometro	(Cm3)	498.4	498.6
Peso del picnometro + Agua	(gf)	668.78	660.6
Temperatura del Agua Corregido (K)	°C	0.9991	0.9988
Peso del Picnometro + Agua + Suelo	gf	845.6	838.2
Gravedad Especifica de los Solidos		2.71	2.73
Gravedad Especifica de los Solidos Corregido		2.71	2.73
Pasante Malla # 4		67.00%	67.00%
Peso Especifico		2.72	

Gravedad Especifica Del Suelo (ret #4)	
DESCRIPCIÓN	T1
Masa de la muestra seca	(g) 2982
Masa saturada superficialmente seca	(g) 3091
Masa de la muestra sumergida	(g) 1827.5
Temperatura	°C 24.3
Volumen de la Muestra	(cm3) 1263.5
Densidad relativa (Gravedad Especifica)(OD)	2.36
Densidad relativa aparente	2.58
Densidad relativa (Gravedad Especifica)(SSD)	2.45
Absorción	3.66



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

TÍTULO DE "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM
 TESIS: 33+600 AL KM 37+ 070 "

MATERIAL: SUBRASANTE

Tesistas: Aguilar Cusi , Anthony Christian

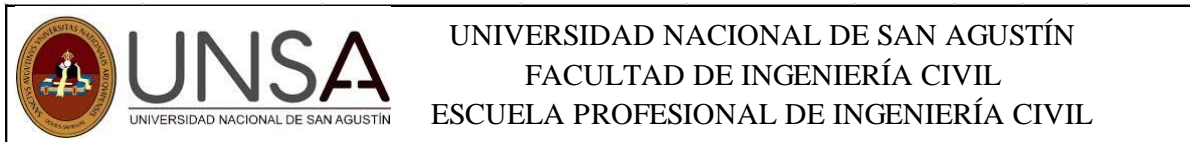
MUESTRA: Calicata N°2

Aguilar Ponce de Leon , Alejandro Erasmo

Asesor : Ing. Gerhard Paul Rodriguez Guillen

Gravedad Especifica Del Suelo (pas #4)			
DESCRIPCIÓN		T1	T2
Peso de la fiola	(gf)	159.9	169.7
Peso del Suelo Seco	(gf)	272.8	272.8
Temperatura del agua	°C	23.7	25
Volumen Calculado del Picnometro	(Cm3)	498.4	498.3
Peso del picnometro + Agua	(gf)	657.84	667.4
Temperatura del Agua Corregido (K)	°C	0.9991	0.9988
Peso del Picnometro + Agua + Suelo	gf	837.6	845.3
Gravedad Especifica de los Solidos		2.93	2.87
Gravedad Especifica de los Solidos Corregido		2.93	2.87
Pasante Malla # 4		70.88%	70.88%
Peso Especifico		2.90	

Gravedad Especifica Del Suelo (ret #4)	
DESCRIPCIÓN	T1
Masa de la muestra seca	(g) 5660.5
Masa saturada superficialmente seca	(g) 5959
Masa de la muestra sumergida	(g) 3404.5
Temperatura	°C 24.3
Volumen de la Muestra	(cm3) 2554.5
Densidad relativa (Gravedad Especifica)(OD)	2.22
Densidad relativa aparente	2.51
Densidad relativa (Gravedad Especifica)(SSD)	2.33
Absorción	5.27



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

TÍTULO DE "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM
TESIS: 33+600 AL KM 37+ 070 "

MATERIAL: SUBRASANTE

Tesistas: Aguilar Cusi , Anthony Christian

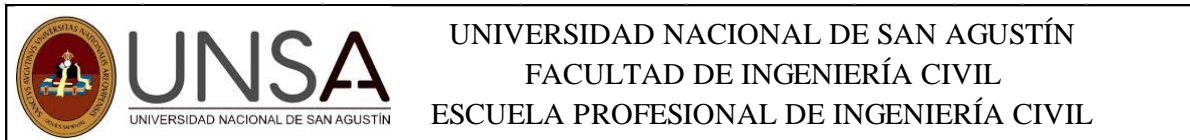
MUESTRA: Calicata N°3

Aguilar Ponce de Leon , Alejandro Erasmo

Asesor : Ing. Gerhard Paul Rodriguez Guillen

Gravedad Especifica Del Suelo (pas #4)			
DESCRIPCIÓN		T1	T2
Peso de la fiola	(gf)	159.9	169.7
Peso del Suelo Seco	(gf)	280.1	280.1
Temperatura del agua	°C	25	25
Volumen Calculado del Picnometro	(Cm3)	498.4	498.3
Peso del picnometro + Agua	(gf)	657.68	667.4
Temperatura del Agua Corregido (K)	°C	0.9988	0.9988
Peso del Picnometro + Agua + Suelo	gf	837.1	846.5
Gravedad Especifica de los Solidos		2.78	2.77
Gravedad Especifica de los Solidos Corregido		2.78	2.77
Pasante Malla # 4		71.02%	71.02%
Peso Especifico		2.77	

Gravedad Especifica Del Suelo (ret #4)	
DESCRIPCIÓN	T1
Masa de la muestra seca	(g) 2982
Masa saturada superficialmente seca	(g) 3091
Masa de la muestra sumergida	(g) 1827.5
Temperatura	°C 24.3
Volumen de la Muestra	(cm3) 1263.5
Densidad relativa (Gravedad Especifica)(OD)	2.36
Densidad relativa aparente	2.58
Densidad relativa (Gravedad Especifica)(SSD)	2.45
Absorción	3.66



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

TÍTULO DE "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM
TESIS: 33+600 AL KM 37+ 070 "

MATERIAL: SUBRASANTE

Tesistas: Aguilar Cusi , Anthony Christian

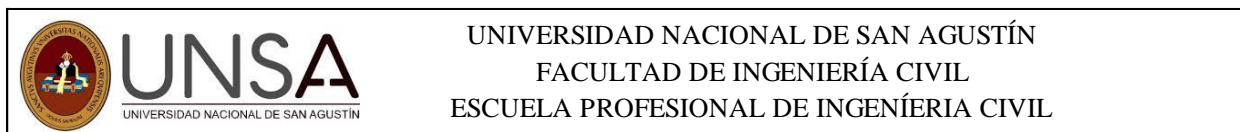
MUESTRA: Calicata N°4

Aguilar Ponce de Leon , Alejandro Erasmo

Asesor : Ing. Gerhard Paul Rodriguez Guillen

Gravedad Especifica Del Suelo (pas #4)		
DESCRIPCIÓN	T1	T2
Peso de la fiola (gf)	171.2	162.8
Peso del Suelo Seco (gf)	280	280
Temperatura del agua °C	24.2	24.9
Volumen Calculado del Picnometro (Cm3)	494.4	498.6
Peso del picnometro + Agua (gf)	668.95	660.6
Temperatura del Agua Corregido (K) °C	0.9991	0.9988
Peso del Picnometro + Agua + Suelo gf	845.4	836.6
Gravedad Especifica de los Solidos	2.70	2.69
Gravedad Especifica de los Solidos Corregido	2.70	2.69
Pasante Malla # 4	68.50%	68.50%
Peso Especifico	2.70	

Gravedad Especifica Del Suelo (ret #4)	
DESCRIPCIÓN	T1
Masa de la muestra seca (g)	2982
Masa saturada superficialmente seca (g)	3091
Masa de la muestra sumergida (g)	1827.5
Temperatura °C	24.3
Volumen de la Muestra (cm3)	1263.5
Densidad relativa (Gravedad Especifica)(OD)	2.36
Densidad relativa aparente	2.58
Densidad relativa (Gravedad Especifica)(SSD)	2.45
Absorción	3.66



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

TITULO DE "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM
TESIS: 37+ 070 "

MATERIAL: SUBRASANTE
MUESTRA: C-1

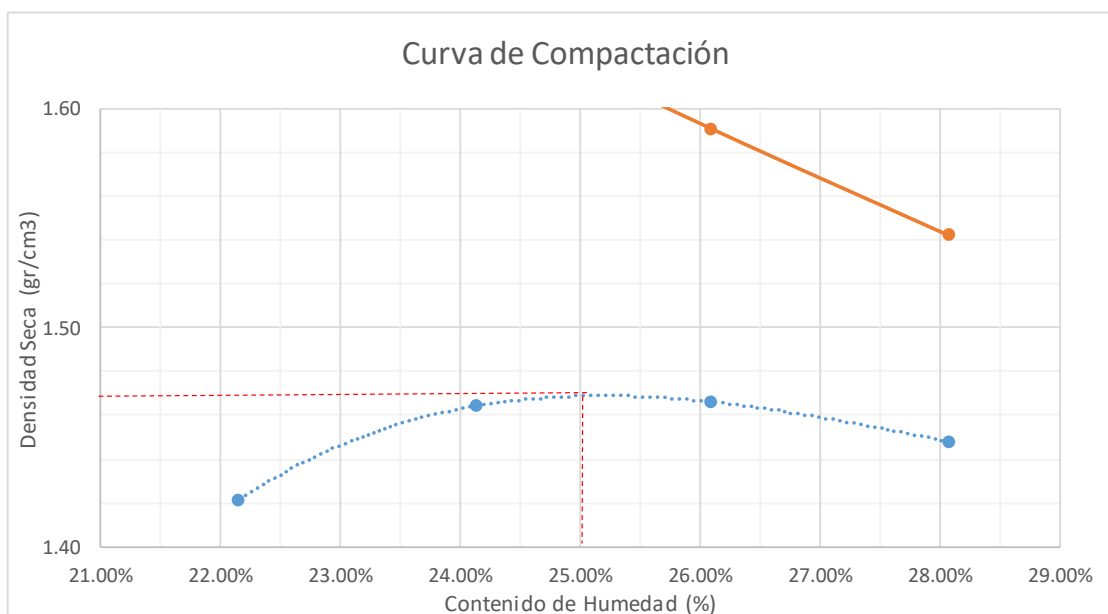
Tesistas: Aguilar Cusi , Anthony Christian
Aguilar Ponce de Leon , Alejandro Erasmo
Asesor : Ing. Gerhard Paul Rodriguez Guillen

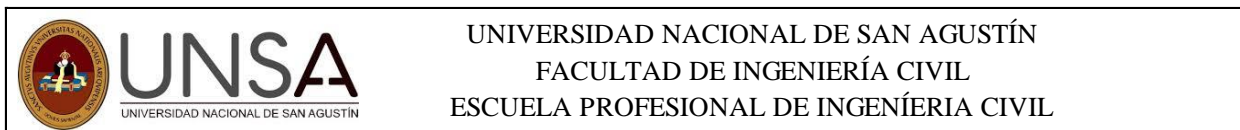
ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO MTC-E 115

Agua Añadida inicial	8%	10%	12%	14%	V = 2127.6
Peso de molde + suelo (g)	10189	10362	10428	10441	
Peso de molde (g)	6495	6495	6495	6495	
Peso de Suelo Compactado (g)	3694	3867	3933	3946	
Peso Especifico Humedo (g/cm3)	1.736	1.818	1.849	1.855	
Numero Molde	T1	T3	T5	T7	
Peso de Suelo Humedo (g)	666.8	632.2	669.3	618.6	
Peso de Suelo Seco (g)	545.9	509.3	530.8	483	
Peso de agua (g)	120.9	122.9	138.5	135.6	
Contenido de Agua w%	22.15%	24.13%	26.09%	28.07%	
Peso Especifico Seco (g/cm3)	1.42	1.46	1.47	1.45	
Peso Unitario Seco (Kn/m3)	13.94	14.36	14.38	14.20	

MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3) 1.47

CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO 25.00%





LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

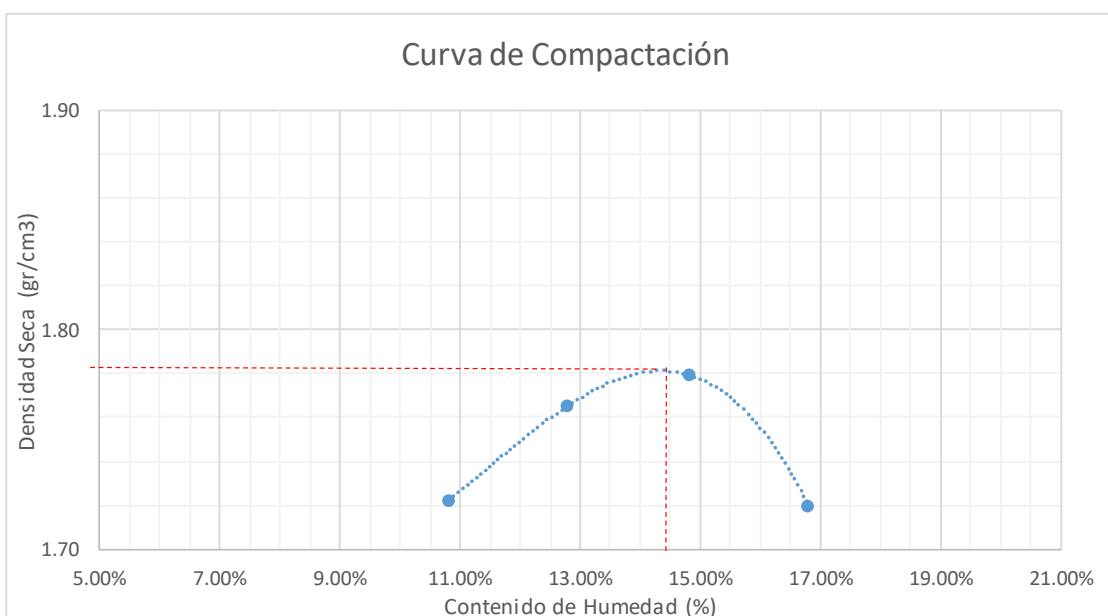
TITULO DE "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM
TESIS: 37+ 070 "

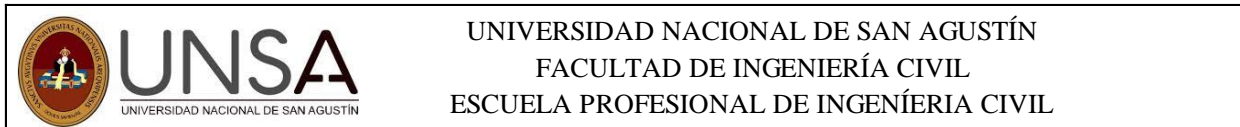
MATERIAL: SUBRASANTE
MUESTRA: C-2

Tesistas: Aguilar Cusi , Anthony Christian
Aguilar Ponce de Leon , Alejandro Erasmo
Asesor : Ing. Gerhard Paul Rodriguez Guillen

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO MTC-E 115

Agua Añadida inicial (%)	8%	10%	12%	14%	V = 2127.6
Peso de molde + suelo (g)	10555	10732	10842	10769	
Peso de molde (g)	6495	6495	6495	6495	
Peso de Suelo Compactado (g)	4060	4237	4347	4274	
Peso Especifico Humedo (g/cm3)	1.908	1.991	2.043	2.009	
Numero Molde	T1	T3	T5	T7	
Peso de Suelo Humedo (g)	626.9	657.4	647.3	645.9	
Peso de Suelo Seco (g)	565.8	582.8	563.7	553	
Peso de agua (g)	61.1	74.6	83.6	92.9	
Contenido de Agua w%	10.80%	12.80%	14.83%	16.80%	
Peso Especifico Seco (g/cm3)	1.72	1.77	1.78	1.72	
Peso Unitario Seco (Kn/m3)	16.89	17.31	17.45	16.87	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1.78			CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO	14.50%





LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

TITULO DE "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+ 070 "

MATERIAL: SUBRASANTE
MUESTRA: C-3

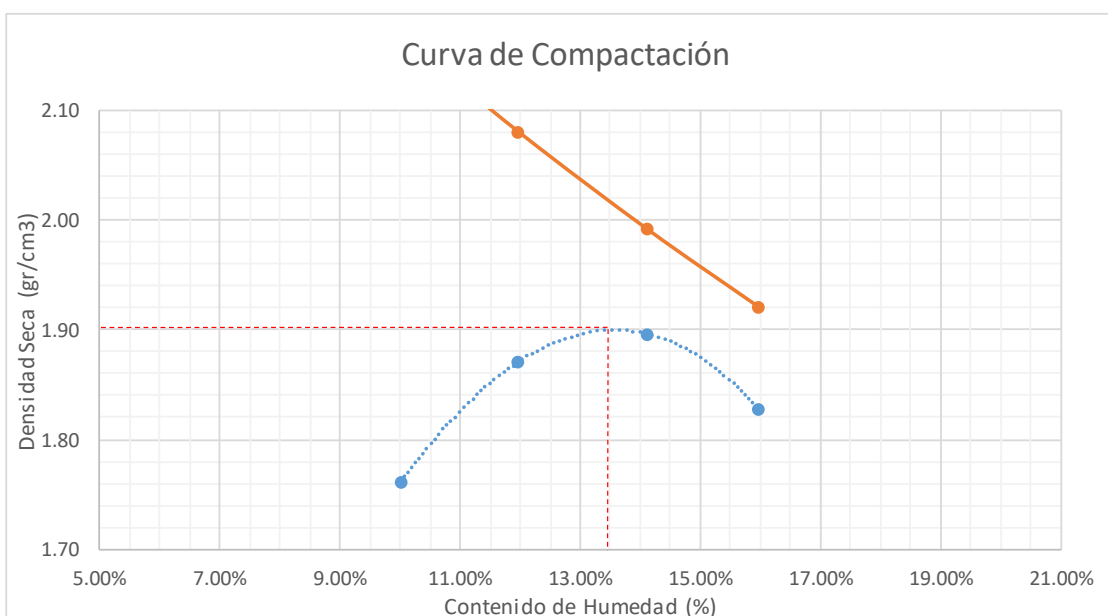
Tesistas: Aguilar Cusi , Anthony Christian
Aguilar Ponce de Leon , Alejandro Erasmo
Asesor : Ing. Gerhard Paul Rodriguez Guillen

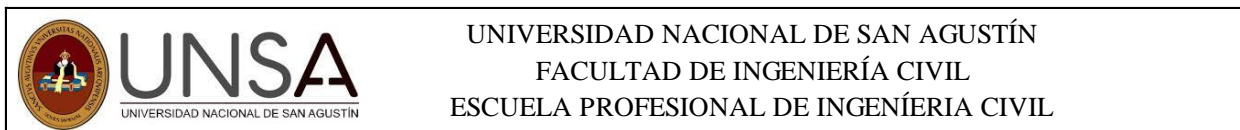
ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO MTC-E 115

Agua Añadida inicial	6%	8%	10%	12%	V = 2127.6
Peso de molde + suelo (g)	10618	10951	11099	11005	
Peso de molde (g)	6495	6495	6495	6495	
Peso de Suelo Compactado (g)	4123	4456	4604	4510	
Peso Especifico Humedo (g/cm3)	1.938	2.094	2.164	2.120	
Numero Molde	T1	T3	T5	T7	
Peso de Suelo Humedo (g)	659	647.4	639.3	637.9	
Peso de Suelo Seco (g)	599	578.2	560.2	550.1	
Peso de agua (g)	60	69.2	79.1	87.8	
Contenido de Agua w%	10.02%	11.97%	14.12%	15.96%	
Peso Especifico Seco (g/cm3)	1.76	1.87	1.90	1.83	
Peso Unitario Seco (Kn/m3)	17.27	18.34	18.60	17.93	

MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3) 1.90

CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO 13.50%





LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

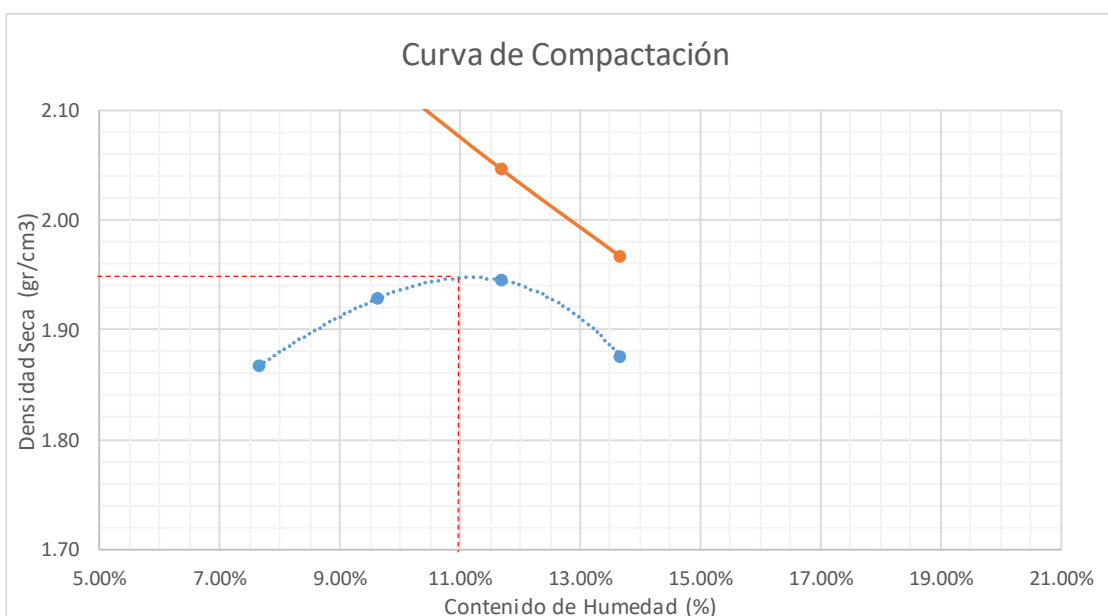
TITULO DE "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+ 070 "

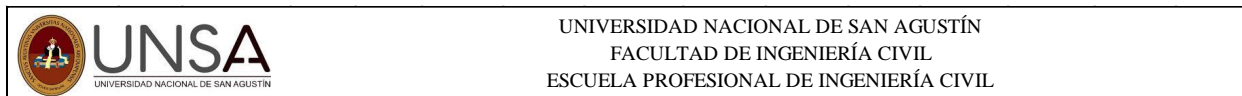
MATERIAL: SUBRASANTE
MUESTRA: C-4

Tesistas: Aguilar Cusi , Anthony Christian
Aguilar Ponce de Leon , Alejandro Erasmo
Asesor : Ing. Gerhard Paul Rodriguez Guillen

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO MTC-E 115

Agua Añadida inicial	6%	8%	10%	12%	V = 2127.6
Peso de molde + suelo (g)	10773	10994	11116	11031	
Peso de molde (g)	6495	6495	6495	6495	
Peso de Suelo Compactado (g)	4278	4499	4621	4536	
Peso Especifico Humedo (g/cm3)	2.011	2.115	2.172	2.132	
Numero Molde	T1	T3	T5	T7	
Peso de Suelo Humedo (g)	645.8	664.1	644.7	647.6	
Peso de Suelo Seco (g)	599.9	605.7	577.2	569.7	
Peso de agua (g)	45.9	58.4	67.5	77.9	
Contenido de Agua w%	7.65%	9.64%	11.69%	13.67%	
Peso Especifico Seco (g/cm3)	1.87	1.93	1.94	1.88	
Peso Unitario Seco (Kn/m3)	18.32	18.91	19.07	18.39	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1.95			CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO	11.00%





UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

TITULO DE TESIS: "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+ 070 "

MATERIAL: SUB RASANTE
MUESTRA: C-1

Tesistas: Aguilar Cusi , Anthony Christian
Aguilar Ponce de Leon , Alejandro Erasmo
Asesor : Ing. Gerhard Paul Rodríguez Guillen

ENSAYO C.B.R. MTC- E 132						
MOLDE N°	1		2		3	
N° CAPAS	5		5		5	
GOLPES POR CAPA	56		25		12	
Condicion de la Muestra	No Saturada	Saturada	No Saturada	Saturada	No Saturada	Saturada
Peso de Molde + suelo h. (g)	12489	12617	12129	12339	11948	12229
Peso de Molde (g)	8635	8635	8457	8457	8482	8482
Peso de Suelo humedo (g)	3854	3982	3672	3882	3466	3747
N de Tara	T1	T3	T5	T7	T9	T11
Peso del Suelo humedo (g)	884.8	2766.0	845.6	2633.0	886.3	2641.0
Peso del Suelo seco (g)	708.0	2158.0	676.4	2013.0	708.8	1970.0
Peso de Agua (g)	176.8	608.0	169.2	620.0	177.5	671.0
Contenido de Agua %	24.97%	28.17%	25.01%	30.80%	25.04%	34.06%
Volumen de Molde (cm ³)	2126.00	2126.00	2124.00	2124.00	2126.50	2126.50
Densidad humeda (gr/cm ³)	1.81	1.87	1.73	1.83	1.63	1.76
Densidad Seca (g/cm ³)	1.45	1.46	1.38	1.40	1.30	1.31

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO(h)	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				pulg	%		pulg	%		pulg	%
30/11/2019	12:15	0	0.03	0.0013	0.03%	0.00	0.0001	0.00%	0.06	0.0022	0.04%
02/12/2019	13:26	96	0.03	0.0014	0.03%	0.00	0.0002	0.00%	0.06	0.0022	0.04%

SIN EXPANSIÓN											
PENETRACIÓN											

PENETRACIÓN (PULG)	Carga stand. Lb/pulg ²	MOLDE 1						MOLDE 2					
		LECTURA DIAL(mm)	CARGA		CORRECCIÓN		LECTURA DIAL(mm)	CARGA		CORRECCIÓN			
			Lb	Lb/pulg ²	Lb/pulg ²	%		Lb	Lb/pulg ²	Lb/pulg ²	%		
0.000		0.00	0	0.0			0.00	0	0				
0.025		0.64	923.96	297.1			0.64	674.43	216.9				
0.050		1.27	2023.28	650.6			1.27	1348.85	433.7				
0.075		1.91	2978.72	957.8			1.91	2248.09	722.9				
0.100	1000.00	2.54	3938.65	1266.4	1250.0	125.0	2.54	3097.87	996.1	990.0	99.0		
0.150		3.81	6472.25	2081.1			3.81	5170.61	1662.6				
0.200	1500.00	5.08	8491.03	2730.2	2710.0	180.7	5.08	6712.80	2158.5	2190.0	146.0		
0.300		7.62	11141.53	3582.5			7.62	8416.85	2706.4				
0.400		10.16	12458.91	4006.1			10.16	9891.59	3180.6				
0.500		12.70	-				12.70	-					

MOLDE 3				
LECTURA DIAL(mm)	CARGA		CORRECCIÓN	
	Lb	Lb/pulg ²	Lb/pulg ²	%
0.00	0	0		
0.64	348.45	112.0		
1.27	804.82	258.8		
1.91	1400.56	450.3		
2.54	2023.28	650.6	650.0	65.0
3.81	3682.37	1184.0		
5.08	5051.46	1624.3	1620.0	108.0
7.62	6969.08	2240.9		
10.16	7670.48	2466.4		
12.70	-			



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

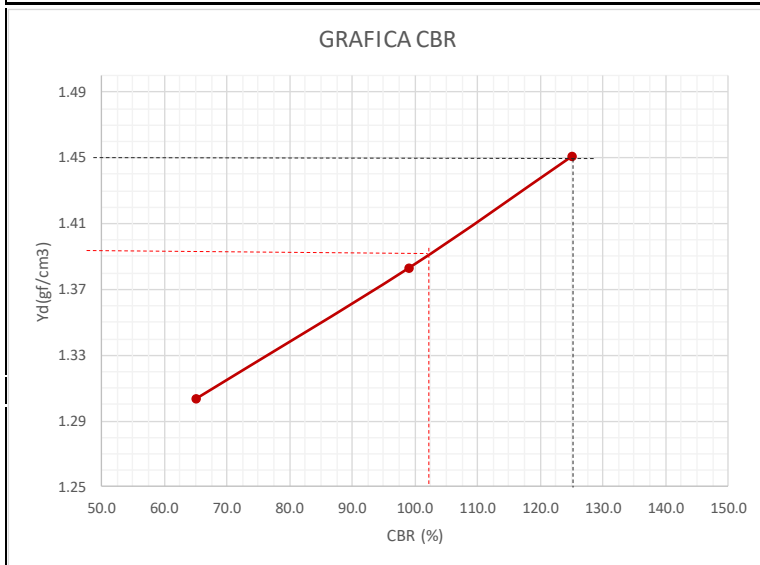
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

TITULO DE TESIS: "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+ 070 "

MATERIAL: SUB RASANTE
 MUESTRA: C-1

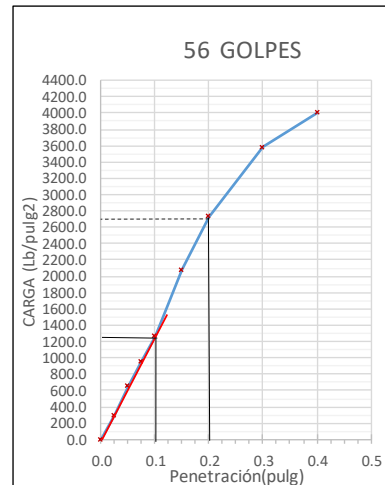
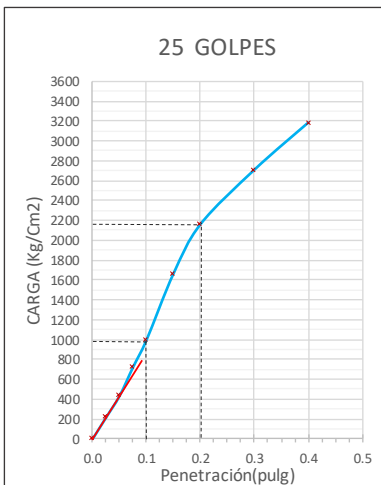
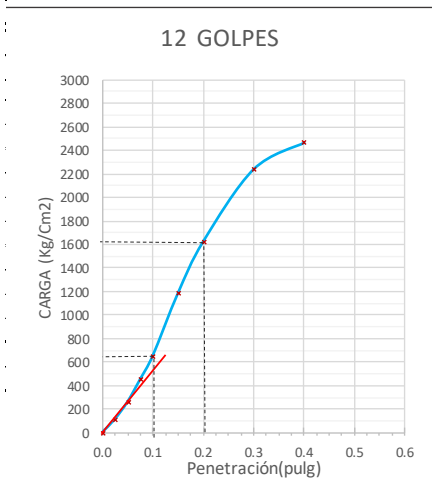
Tesistas: Aguilar Cusi , Anthony Christian
 Aguilar Ponce de Leon , Alejandro Erasmo
 Asesor : Ing. Gerhard Paul Rodriguez Guillen


ENSAYO C.B.R. MTC- E 132



Nº g	56	25	12
ESFUERZO	1250.0	990.0	650.00
CBR	125.0	99.0	65.00
Densidad seca	1.45	1.38	1.30

PENETRACIÓN A	
Max. Densidad Seca	1.470
CBR AL 100%	125.00
CBR AL 95%	102.00



 UNSA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
--	--

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

TITULO DE TESIS: "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+ 070 "

MATERIAL: SUB RASANTE

Tesistas: Aguilar Cusi , Anthony Christian

MUESTRA: C-2

Aguilar Ponce de Leon , Alejandro Erasmo

Asesor : Ing. Gerhard Paul Rodriguez Guillen

ENSAYO C.B.R. MTC- E 132						
MOLDE N°	1		2		3	
N° CAPAS	5		5		5	
GOLPES POR CAPA	56		25		12	
Condicion de la Muestra	No Saturada	Saturada	No Saturada	Saturada	No Saturada	Saturada
Peso de Molde + suelo h. (g)	12441	12560	12297	12487	11984	12232
Peso de Molde (g)	8635	8635	8457	8457	8462	8462
Peso de Suelo humedo (g)	3806	3925	3840	4030	3522	3770
N de Tara	T1	T3	T5	T7	T9	T11
Peso del Suelo humedo (g)	880.3	2638.0	864.7	2658.0	849.5	2711.0
Peso del Suelo seco (g)	800.0	2369.0	766.4	2263.0	752.6	2267.0
Peso de Agua (g)	80.3	269.0	98.3	395.0	96.9	444.0
Contenido de Agua %	10.04%	11.36%	12.83%	17.45%	12.88%	19.59%
Volumen de Molde (cm3)	2133.0	2133.0	2133.0	2133.0	2133.0	2133.0
Densidad humeda (gr/cm3)	1.78	1.84	1.80	1.89	1.65	1.77
Densidad Seca (g/cm3)	1.62	1.65	1.60	1.61	1.46	1.48

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO(h)	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				pulg	%		pulg	%		pulg	%
30/11/2019	12:15	0	0.03	0.0013	0.03%	0.00	0.0001	0.00%	0.06	0.0022	0.04%
02/12/2019	13:26	96	0.03	0.0014	0.03%	0.00	0.0002	0.00%	0.06	0.0022	0.04%

SIN EXPANSIÓN

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (PULG)	Carga stand. Lb/pulg2	MOLDE 1					MOLDE 2				
		LECTURA DIAL(mm)	CARGA		CORRECCIÓN		LECTURA DIAL(mm)	CARGA		CORRECCIÓN	
			Lb	Lb/pulg2	Lb/pulg2	%		Lb	Lb/pulg2	Lb/pulg2	%
0.000		0.00	0	0.0			0.00	0	0		
0.025		0.64	955.44	307.2			0.64	699.16	224.8		
0.050		1.27	2014.29	647.7			1.27	1400.56	450.3		
0.075		1.91	2922.52	939.7			1.91	2349.25	755.4		
0.100	1000.00	2.54	3938.65	1266.4	1260.0	126.0	2.54	3446.32	1108.1	1100.0	110.0
0.150		3.81	5970.93	1919.9			3.81	5168.36	1661.9		
0.200	1500.00	5.08	7220.86	2321.8	2310.0	154.0	5.08	6712.80	2158.5	2160.0	144.0
0.300		7.62	8893.44	2859.6			7.62	8367.39	2690.5		
0.400		10.16	-				10.16	9468.95	3044.7		
0.500		12.70	-				12.70	-			

MOLDE 3				
LECTURA DIAL(mm)	CARGA		CORRECCIÓN	
	Lb	Lb/pulg2	Lb/pulg2	%
0.00	0	0		
0.64	496.83	159.8		
1.27	1022.88	328.9		
1.91	1742.27	560.2		
2.54	2360.49	759.0	760.0	76.0
3.81	3922.92	1261.4		
5.08	5271.77	1695.1	1650.0	110.0
7.62	6771.25	2177.3		
10.16	7670.48	2466.4		
12.70	7895.29	2538.7		



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

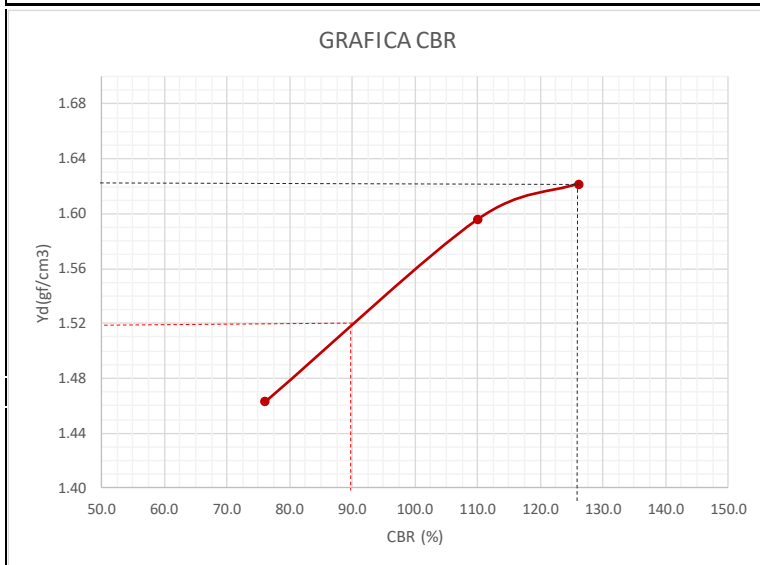
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

TITULO DE TESIS: "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+ 070 "

MATERIAL: SUB RASANTE
 MUESTRA: C-2

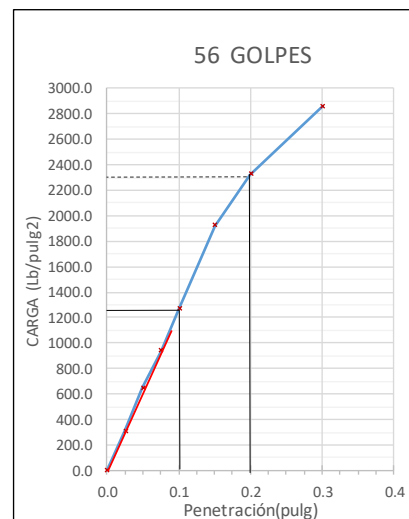
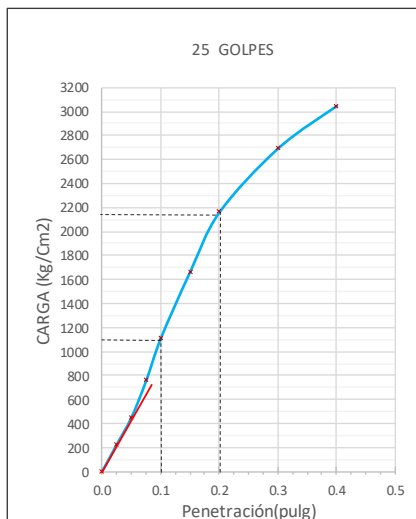
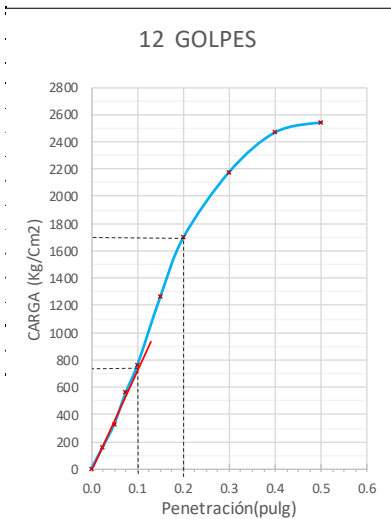
Tesistas: Aguilar Cusi , Anthony Christian
 Aguilar Ponce de Leon , Alejandro Erasmo
 Asesor : Ing. Gerhard Paul Rodriguez Guillen

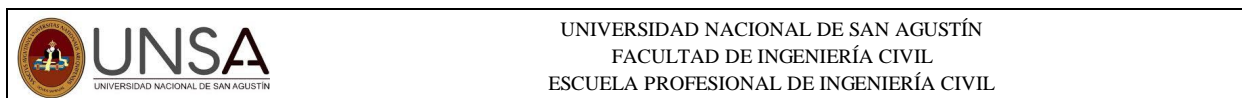
ENSAYO C.B.R. MTC- E 132



Nº g	56	25	12
ESFUERZO	1260.0	1100.0	760.00
CBR	126.0	110.0	76.00
Densidad seca	1.62	1.60	1.46

PENETRACIÓN A	
Max. Densidad Seca	1.780
CBR AL 100%	126.00
CBR AL 95%	90.00





UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

TITULO DE TESIS: "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+ 070 "

MATERIAL: SUB RASANTE
MUESTRA: C-3

Tesistas: Aguilar Cusi , Anthony Christian
Aguilar Ponce de Leon , Alejandro Erasmo
Asesor : Ing. Gerhard Paul Rodriguez Guillen

ENSAYO C.B.R. MTC- E 132						
MOLDE N°	1		2		3	
N° CAPAS	5		5		5	
GOLPES POR CAPA	56		25		12	
Condicion de la Muestra	No Saturada	Saturada	No Saturada	Saturada	No Saturada	Saturada
Peso de Molde + suelo h. (g)	12932	13013	12646	12807	12616	12819
Peso de Molde (g)	8635	8635	8457	8457	8462	8462
Peso de Suelo humedo (g)	4297	4378	4189	4350	4154	4357
N de Tara	T1	T3	T5	T7	T9	T11
Peso del Suelo humedo (g)	867.5	2630.0	877.5	2651.0	879.7	2672.0
Peso del Suelo seco (g)	768.2	2305.0	777.7	2276.0	780.1	2235.0
Peso de Agua (g)	99.3	325.0	99.8	375.0	99.6	437.0
Contenido de Agua %	12.93%	14.10%	12.83%	16.48%	12.77%	19.55%
Volumen de Molde (cm3)	2133.00	2133.00	2133.00	2133.00	2135.50	2135.50
Densidad humeda (gr/cm3)	2.01	2.05	1.96	2.04	1.95	2.04
Densidad Seca (g/cm3)	1.78	1.80	1.74	1.75	1.72	1.71

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO(h)	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				pulg	%		pulg	%		pulg	%
30/11/2019	04:39	0	0.01	0.0002	0.00%	0.06	0.0022	0.04%	0.01	0.0005	0.01%
02/12/2019	07:10	96	0.01	0.0002	0.00%	0.06	0.0022	0.04%	0.01	0.0005	0.01%

SIN EXPANSION											
PENETRACION											

PENETRACIÓN (PULG)	Carga stand. Lb/pulg2	MOLDE 1					MOLDE 2				
		LECTURA DIAL(mm)	CARGA		CORRECCIÓN		LECTURA DIAL(mm)	CARGA		CORRECCIÓN	
			Lb	Lb/pulg2	Lb/pulg2	%		Lb	Lb/pulg2	Lb/pulg2	%
0.000		0.00	0	0.0		0.00	0	0			
0.025		0.64	899.24	289.1		0.64	699.16	224.8			
0.050		1.27	1798.47	578.3		1.27	1400.56	450.3			
0.075		1.91	2852.83	917.3		1.91	2349.25	755.4			
0.100	1000.00	2.54	3821.75	1228.9	1220.0	122.0	2.54	3147.33	1012.0	1000.0	100.0
0.150		3.81	5838.29	1877.3			3.81	4945.80	1590.3		
0.200	1500.00	5.08	7618.78	2449.8	2420.0	161.3	5.08	6712.80	2158.5	2175.0	145.0
0.300		7.62	9385.77	3017.9			7.62	8596.69	2764.2		
0.400		10.16	-				10.16	9891.59	3180.6		
0.500		12.70	-				12.70	-			

LECTURA DIAL(mm)	MOLDE 3			
	CARGA	CORRECCIÓN		%
		Lb	Lb/pulg2	
0.00	0		0	
0.64	496.83		159.8	
1.27	955.44		307.2	
1.91	1548.93		498.0	
2.54	2149.17		691.1	70.0
3.81	3423.84		1100.9	
5.08	4916.57		1580.9	1600.0
7.62	6690.31		2151.2	106.7
10.16	7843.58		2522.1	
12.70	8518.01		2738.9	



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

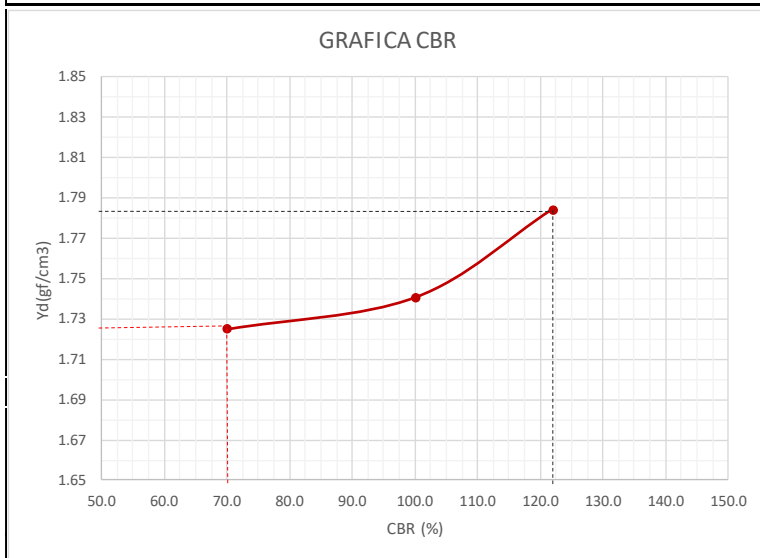
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

TITULO DE TESIS: "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+ 070 "

MATERIAL: SUB RASANTE
 MUESTRA: C-3

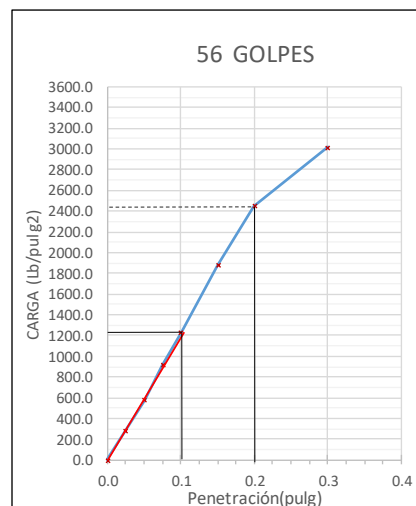
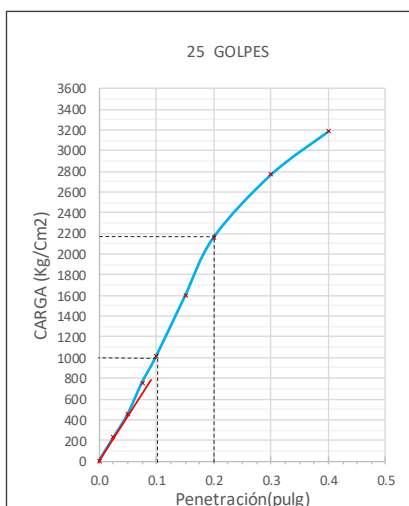
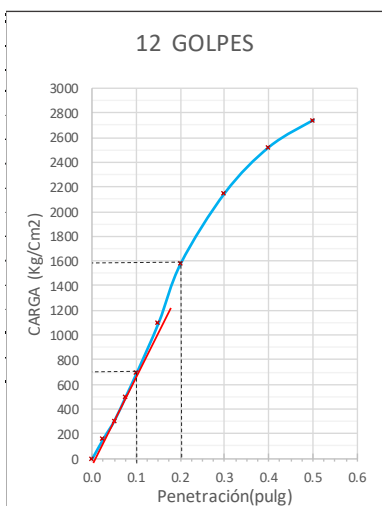
Tesistas: Aguilar Cusi , Anthony Christian
 Aguilar Ponce de Leon , Alejandro Erasmo
 Asesor : Ing. Gerhard Paul Rodriguez Guillen

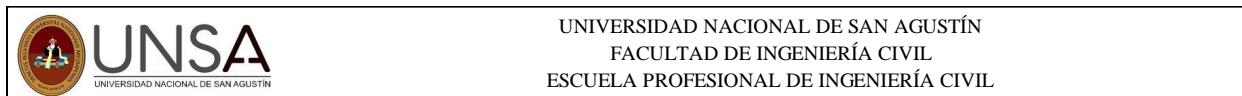
ENSAYO C.B.R. MTC- E 132



Nº g	56	25	12
ESFUERZO	1220.0	1000.0	700.00
CBR	122.0	100.0	70.00
Densidad seca	1.78	1.74	1.72

PENETRACIÓN A	
Max. Densidad Seca	1.900
CBR AL 100%	122.40
CBR AL 95%	70.00





LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

TITULO DE TESIS: "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+ 070 "

MATERIAL: SUB RASANTE
MUESTRA: C-4

Tesistas: Aguilar Cusi , Anthony Christian
Aguilar Ponce de Leon , Alejandro Erasmo
Asesor : Ing. Gerhard Paul Rodríguez Guillen

ENSAYO C.B.R. MTC- E 132						
MOLDE N°	1		2		3	
N° CAPAS	5		5		5	
GOLPES POR CAPA	56		25		12	
Condicion de la Muestra	No Saturada	Saturada	No Saturada	Saturada	No Saturada	Saturada
Peso de Molde + suelo h. (g)	12822	12900	12531	12671	12527	12730
Peso de Molde (g)	8118	8118	8325	8325	8325	8325
Peso de Suelo humedo (g)	4704	4782	4206	4346	4202	4405
N de Tara	T1	T3	T5	T7	T9	T11
Peso del Suelo humedo (g)	892.9	2737.0	893.2	2588.0	990.0	2876.0
Peso del Suelo seco (g)	811.8	2456.0	811.0	2286.0	808.7	2335.0
Peso de Agua (g)	81.1	281.0	82.2	302.0	181.3	541.0
Contenido de Agua %	9.99%	11.44%	10.14%	13.21%	22.42%	23.17%
Volumen de Molde (cm ³)	2133.00	2133.00	2141.00	2141.00	2140.50	2140.50
Densidad humeda (gr/cm ³)	2.21	2.24	1.96	2.03	1.96	2.06
Densidad Seca (g/cm ³)	2.01	2.01	1.78	1.79	1.60	1.67

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO(h)	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				pulg	%		pulg	%		pulg	%
30/11/2019	04:39	0	0.03	0.0011	0.02%	0.01	0.0002	0.00%	0.02	0.0006	0.01%
02/12/2019	07:10	96	0.03	0.0011	0.02%	0.00	0.0002	0.00%	0.02	0.0006	0.01%

SIN EXPANSION

PENETRACION											
-------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

PENETRACIÓN (PULG)	Carga stand. Lb/pulg ²	MOLDE 1						MOLDE 2					
		LECTURA DIAL(mm)	CARGA		CORRECCIÓN		LECTURA DIAL(mm)	CARGA		CORRECCIÓN			
			Lb	Lb/pulg ²	Lb/pulg ²	%		Lb	Lb/pulg ²	Lb/pulg ²	%		
0.000		0.00	0	0.0			0.00	0	0				
0.025		0.64	1124.04	361.4			0.64	699.16	224.8				
0.050		1.27	2272.82	730.8			1.27	1400.56	450.3				
0.075		1.91	3396.86	1092.2			1.91	2349.25	755.4				
0.100	1000.00	2.54	4365.79	1403.8	1400.0	140.0	2.54	3174.30	1020.7	1020.0	102.0		
0.150		3.81	6661.09	2141.8			3.81	4968.28	1597.5				
0.200	1500.00	5.08	8120.10	2611.0	2600.0	173.3	5.08	6769.00	2176.5	2180.0	145.3		
0.300		7.62	9918.57	3189.3			7.62	8861.97	2849.5				
0.400		10.16	-				10.16	10397.41	3343.2				
0.500		12.70	-				12.70	-					

MOLDE 3				
LECTURA DIAL(mm)	CARGA		CORRECCIÓN	
	Lb	Lb/pulg ²	Lb/pulg ²	%
0.00	0	0		
0.64	496.83	159.8		
1.27	955.44	307.2		
1.91	1548.93	498.0		
2.54	2052.51	660.0	660.0	66.0
3.81	3322.68	1068.4		
5.08	4822.15	1550.5	1565.0	104.3
7.62	6690.31	2151.2		
10.16	7893.04	2538.0		
12.70	8643.90	2779.4		



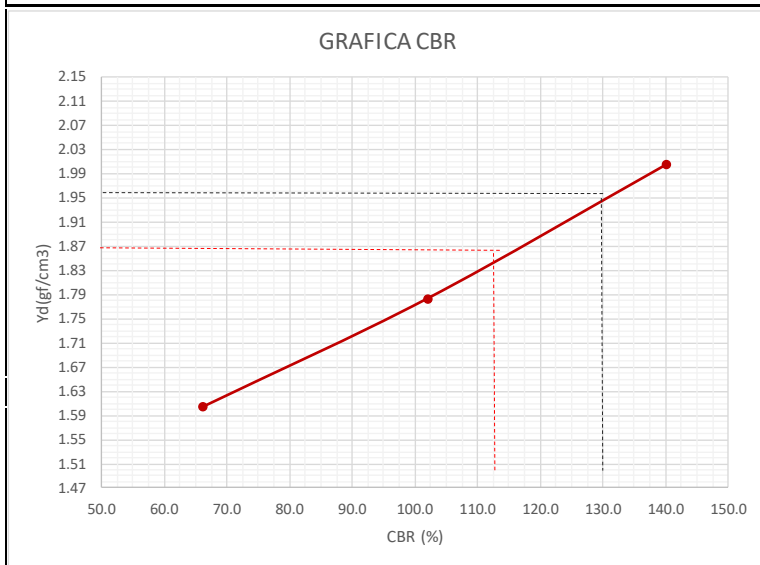
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

TITULO DE TESIS: "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+070 "

MATERIAL: SUB RASANTE
 MUESTRA: C-4

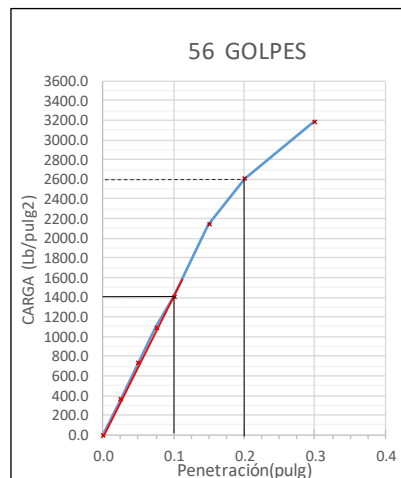
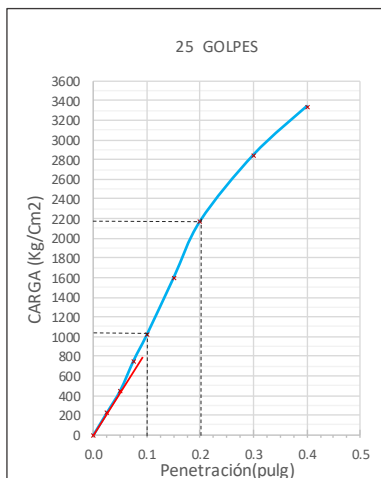
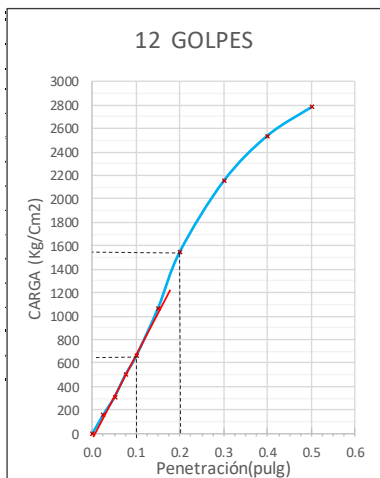
Tesistas: Aguilar Cusi , Anthony Christian
 Aguilar Ponce de Leon , Alejandro Erasmo
 Asesor : Ing. Gerhard Paul Rodriguez Guillen

ENSAYO C.B.R. MTC- E 132



Nº g	56	25	12
ESFUERZO	1400.0	1020.0	660.00
CBR	140.0	102.0	66.00
Densidad seca	2.01	1.78	1.60

PENETRACIÓN A	
Max. Densidad Seca	1.950
CBR AL 100%	130.00
CBR AL 95%	112.50



ANEXO "C" ENSAYOS DE BASE GRANULAR Y CARPETA ASFÁLTICA



UNSA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

AGREGADO GRUESO DE CANTERA

TÍTULO DE "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM
TESIS: 37+070"

MATERIAL: BASE Y CARPETA ASFÁLTICA

Tesistas : Aguilar Cusi , Anthony Christian

MUESTRA: CANTERA CHIGUATA

Aguilar Ponce de Leon , Alejandro Erasmo

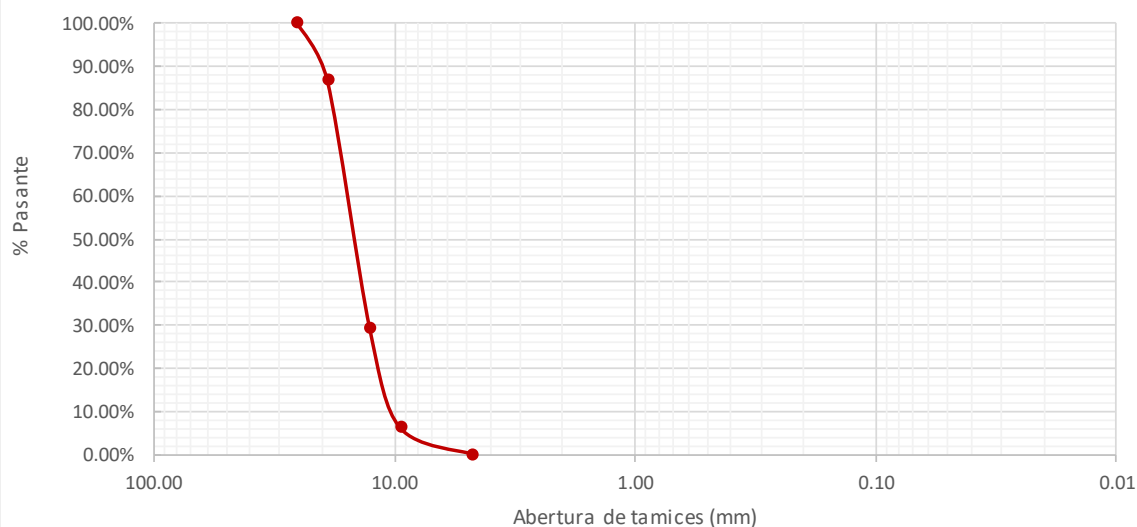
FECHA: NOVIEMBRE 2019

Asesor : Ing. Gerhard Paul Rodriguez Guillen

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO MTC E- 107

TAMIZ		MATERIAL RETENIDO			MATERIAL PASANTE	DESCRIPCIÓN	
Nº	mm.	PESO (g.)	RETENIDO (%)	ACUMULADO (%)			
3"	75.00						
2 1/2"	63.50					Peso Inicial:	10000.00
2"	50.80					Peso Inicial finos:	-
1 1/2"	38.10					% de Grava:	100.00%
1"	25.40				100.00%	% de Arena:	-
3/4"	19.05	1325.55	13.26%	13.26%	86.74%	Tamaño Máximo:	1"
1/2"	12.70	5763.38	57.63%	70.89%	29.11%	Tamaño Máximo Nominal:	3/4"
3/8"	9.53	2291.28	22.91%	93.80%	6.20%	% Pasante Nº200:	-
Nº4	4.75	619.79	6.20%	100.00%	0.00%		
Nº8	2.60						
Nº 10	2.00						
Nº 16	0.85						
Nº 30	0.60						
Nº 40	0.42						
Nº 50	0.30						
Nº 80	0.18						
Nº 100	0.15						
Nº 200	0.07						
FONDO	0						

OBSERVACIONES: Este es el agregado de 3/4" que se encuentra de forma normal en la cantera.





UNSA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

AGREGADO FINO DE CANTERA

TÍTULO DE "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM
TESIS: 37+070"

MATERIAL: BASE Y CARPETA ASFÁLTICA

Tesistas: Aguilar Cusi , Anthony Christian

MUESTRA: CANTERA CHIGUATA

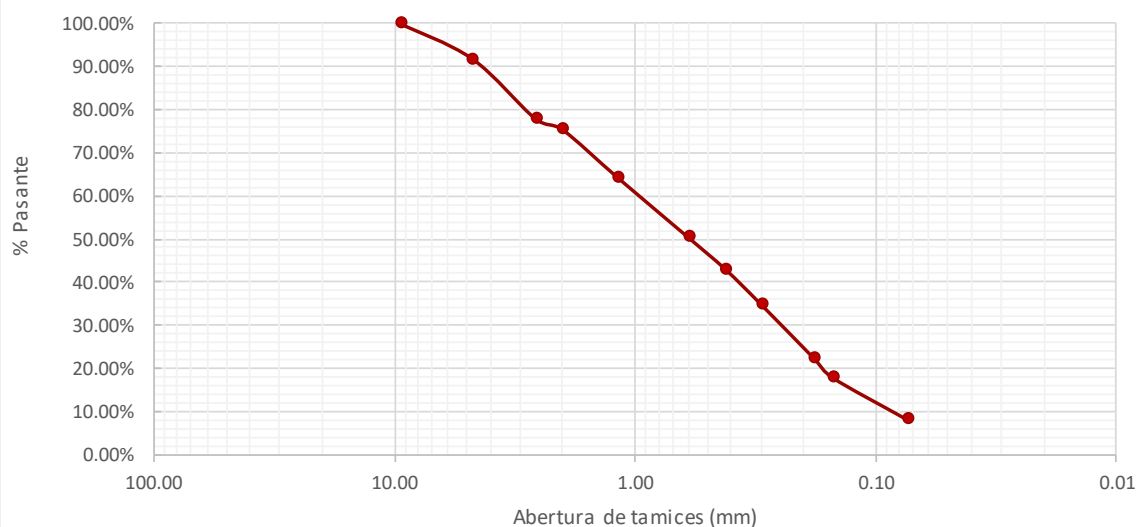
Aguilar Ponce de Leon , Alejandro Erasmo

FECHA: NOVIEMBRE 2019

Asesor : Ing. Gerhard Paul Rodriguez Guillen

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO MTC E- 107

TAMIZ		MATERIAL RETENIDO			MATERIAL PASANTE	DESCRIPCIÓN
Nº	mm.	PESO (g.)	RETENIDO (%)	ACUMULADO (%)		
3"	75.00					
2 1/2"	63.50					Peso Inicial: 1000.00
2"	50.80					Peso Inicial finos: -
1 1/2"	38.10					% de Grava: -
1"	25.40					% de Arena: -
3/4"	19.05					Tamaño Máximo: 3/8"
1/2"	12.70					Tamaño Máximo Nominal: #4
3/8"	9.53				100.00%	% Pasante Nº200: 8.29%
Nº4	4.75	81.48	8.15%	8.15%	91.85%	
Nº8	2.60	138.56	13.86%	22.00%	78.00%	
Nº 10	2.00	25.82	2.58%	24.59%	75.41%	
Nº 16	1.18	110.93	11.09%	35.68%	64.32%	OBSERVACIONES: Este es el agregado Fino que se encuentra de forma normal en la cantera.
Nº 30	0.60	138.56	13.86%	49.54%	50.46%	
Nº 40	0.42	74.02	7.40%	56.94%	43.06%	
Nº 50	0.30	80.07	8.01%	64.95%	35.05%	
Nº 80	0.18	126.06	12.61%	77.55%	22.45%	
Nº 100	0.15	45.38	4.54%	82.09%	17.91%	
Nº 200	0.07	96.21	9.62%	91.71%	8.29%	
FONDO	0	82.90	8.29%	100.00%	0.00%	





UNSA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

AGREGADO GRUESO PARA BASE GRANULAR

TÍTULO DE "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+070"

MATERIAL: BASE GRANULAR

Tesistas: Aguilar Cusi, Anthony Christian

MUESTRA: CANTERA CHIGUATA

Aguilar Ponce de Leon, Alejandro Erasmo

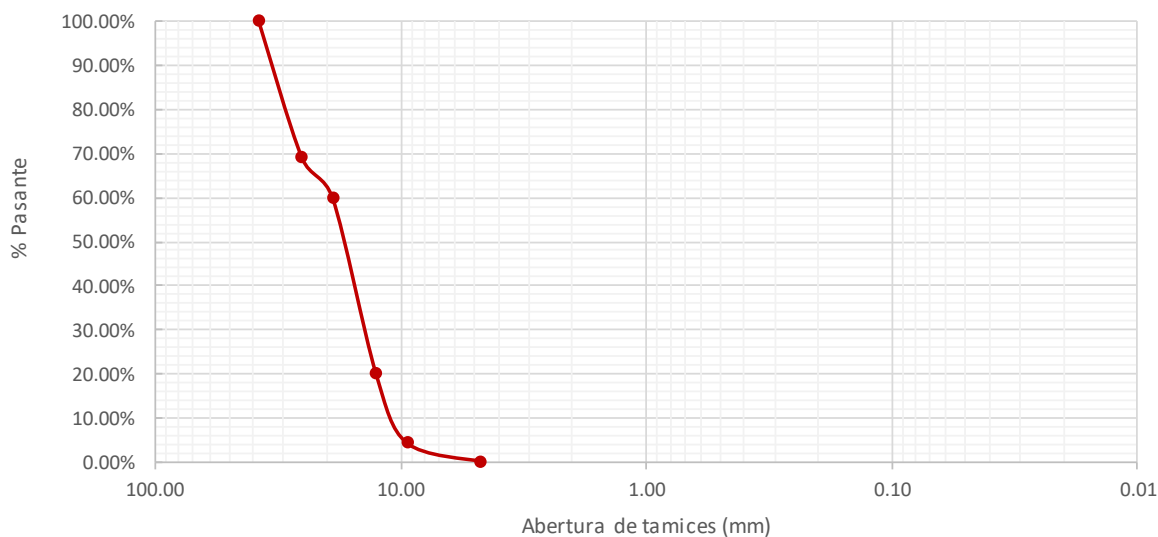
FECHA: NOVIEMBRE 2019

Asesor : Ing. Gerhard Paul Rodriguez Guillen

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO MTC E- 107

TAMIZ		MATERIAL RETENIDO			MATERIAL PASANTE	DESCRIPCIÓN	
Nº	mm.	SOLO 1" (%)	3/4" (%)	NUEVO RETENIDO (%)			
3"	75.00						
2 1/2"	63.50					Peso Inicial:	-
2"	50.80					Peso Inicial finos:	-
1 1/2"	38.10				100.00%	% de Grava:	4.28%
1"	25.40	100%		31.00%	69.00%	% de Arena:	-
3/4"	19.05		13.26%	9.15%	59.85%	Tamaño Máximo:	1 1/2"
1/2"	12.70		57.63%	39.77%	20.09%	Tamaño Máximo Nominal:	1"
3/8"	9.53		22.91%	15.81%	4.28%	% Pasante Nº200:	-
Nº4	4.75		6.20%	4.28%	0.00%		
Nº8	2.60						
Nº 10	2.00						
Nº 16	0.85						
Nº 30	0.60						
Nº 40	0.42						
Nº 50	0.30						
Nº 80	0.18						
Nº 100	0.15						
Nº 200	0.07						
FONDO	0						

OBSERVACIONES: Este es el agregado ya combinado para base, 69% de 3/4" y 31% retenido en 1"





UNSA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

COMBINACIÓN DE AGREGADOS PARA BASE GRANULAR

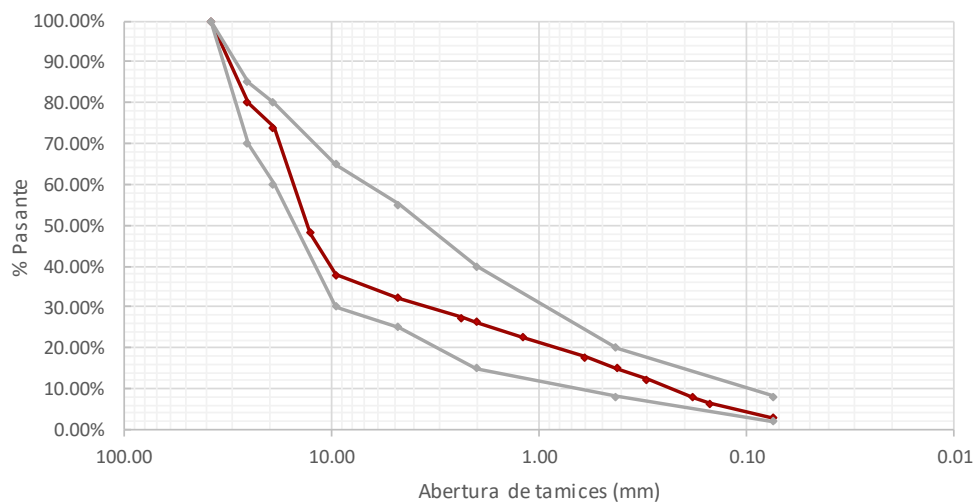
TÍTULO DE "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM
TESIS: 37+070"

MATERIAL: COMBINACIÓN PARA BASE Tesistas: Aguilar Cusi , Anthony Christian
MUESTRA: CANTERA CHIGUATA Aguilar Ponce de Leon , Alejandro Erasmo
FECHA: NOVIEMBRE 2019 Asesor : Ing. Gerard Paul Rodriguez Guillen

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO MTC E- 107

TAMIZ		RETENIDOS (%)			RETENIDO FINAL (%)	PASANTE (%)
Nº	mm.	0.20 Ag. De 1"	0.45 Ag. Grueso	0.35 Ag. Fino		
3"	75.00					
2 1/2"	63.50					
2"	50.80					
1 1/2"	38.10					100%
1"	25.40	100%			20.00%	80.00%
3/4"	19.05		13.26%		5.96%	74.04%
1/2"	12.70		57.63%		25.94%	48.10%
3/8"	9.53		22.91%		10.31%	37.79%
Nº4	4.75		6.20%	8.15%	5.64%	32.15%
Nº8	2.36			13.86%	4.85%	27.30%
Nº 10	2.00			2.58%	0.90%	26.39%
Nº 16	1.18			11.09%	3.88%	22.51%
Nº 30	0.60			13.86%	4.85%	17.66%
Nº 40	0.42			7.40%	2.59%	15.07%
Nº 50	0.30			8.01%	2.80%	12.27%
Nº 80	0.18			12.61%	4.41%	7.86%
Nº 100	0.15			4.54%	1.59%	6.27%
Nº 200	0.07			9.62%	3.37%	2.90%
FONDO	0			8.29%	2.90%	0.00%

OBSERVACIONES:
Combinación de agregados para BASE GRANULAR cumpliendo gradación A. La mezcla es de 20% agregado de 1", 45% agregado grueso de 3/4" y 35% agregado fino.





UNSA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

COMBINACIÓN DE AGREGADOS PARA CARPETA ASFÁLTICA

TÍTULO DE "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM
TESIS: 37+070"

MATERIAL: COMBINACIÓN CARPETA

Tesistas: Aguilar Cusi , Anthony Christian

MUESTRA: CANTERA CHIGUATA

Aguilar Ponce de Leon , Alejandro Erasmo

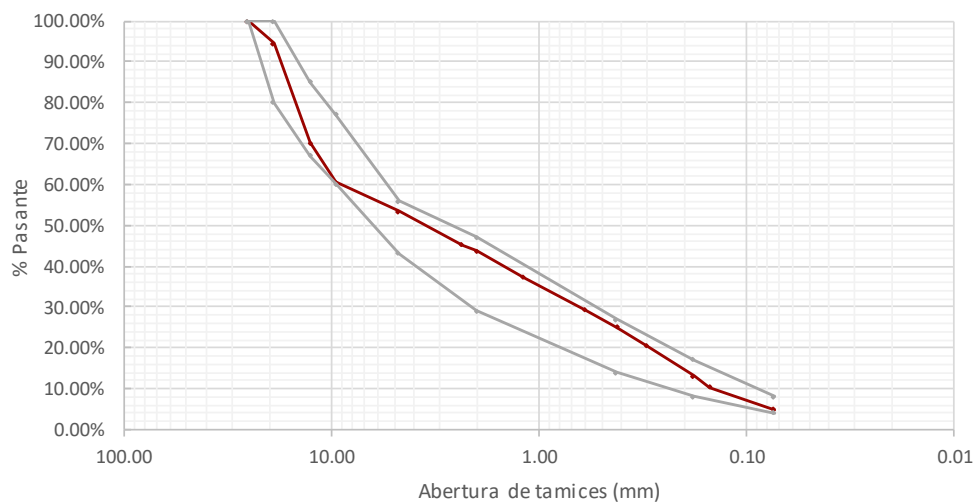
FECHA: NOVIEMBRE 2019

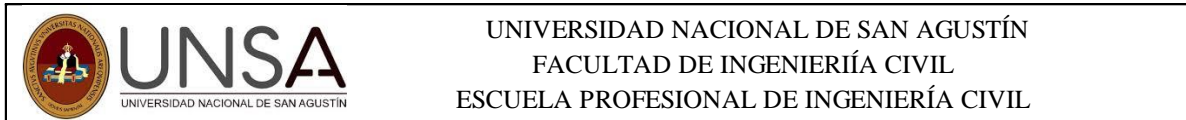
Asesor : Ing. Gerhard Paul Rodriguez Guillen

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO MTC E- 107

TAMIZ		RETENIDOS (%)			RETENIDO FINAL (%)	PASANTE (%)
Nº	mm.	0.42 Ag. Grueso	0.58 Ag. Fino			
3"	75.00					
2 1/2"	63.50					
2"	50.80					
1 1/2"	38.10					
1"	25.40				100%	
3/4"	19.05	13.26%		5.57%	94.43%	
1/2"	12.70	57.63%		24.21%	70.23%	
3/8"	9.53	22.91%		9.62%	60.60%	
Nº4	4.75	6.20%	8.15%	7.33%	53.27%	
Nº8	2.36		13.86%	8.04%	45.24%	
Nº 10	2.00		2.58%	1.50%	43.74%	
Nº 16	1.18		11.09%	6.43%	37.31%	
Nº 30	0.60		13.86%	8.04%	29.27%	
Nº 40	0.42		7.40%	4.29%	24.98%	
Nº 50	0.30		8.01%	4.64%	20.33%	
Nº 80	0.18		12.61%	7.31%	13.02%	
Nº 100	0.15		4.54%	2.63%	10.39%	
Nº 200	0.07		9.62%	5.58%	4.81%	
FONDO	0		8.29%	4.81%	0.00%	

OBSERVACIONES:
Combinación de agregados para CARPETA ASFÁLTICA cumpliendo MAC-1. La mezcla es de 42% agregado grueso y 58% agregado fino.





LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

TÍTULO DE "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+070"

MATERIAL: BASE Y CARPETA ASFÁLTICA

Tesistas: Aguilar Cusi , Anthony Christian

MUESTRA: CANTERA CHIGUATA

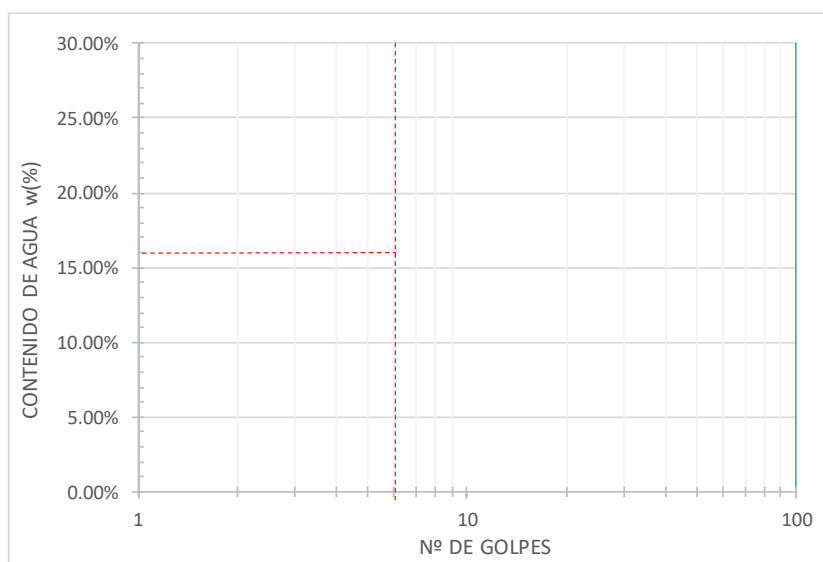
Aguilar Ponce de Leon , Alejandro Erasmo

FECHA: NOVIEMBRE 2019

Asesor : Ing. Gerhard Paul Rodriguez Guillen

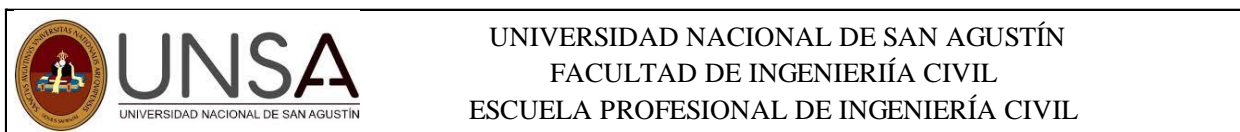
LIMITE LIQUIDO (LL) MTC E- 110					
NUMERO DE TARA	T1	T2	T3	T4	T5
PESO DE SUELO HUMEDO + TARA (g)					
PESO DE SUELO SECO + TARA (g)					
PESO DEL AGUA (g)					
PESO DE TARA (g)					
PESO DEL SUELO SECO (g)					
CONTENIDO DE AGUA (w%)					
NUMERO DE GOLPES					

LIMITE PLASTICO (LL) MTC E- 111					
NUMERO DE TARA	T6	T7	T8	-	-
PESO DE SUELO HUMEDO + TARA (g)				-	-
PESO DE SUELO SECO + TARA (g)				-	-
PESO DEL AGUA (g)				-	-
PESO DE TARA (g)				-	-
PESO DEL SUELO SECO				-	-
CONTENIDO DE AGUA (w%)	NP	NP	NP	-	-
PROMEDIO DE %	NP			-	-



L.L.=	NP
L.P.=	NP
I.P.=	NP

OBSERVACIONES: El agregado no presenta limite plastico ni indice de plasticidad



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

TÍTULO DE "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM
TESIS: 37+070"

MATERIAL: BASE Y CARPETA ASFÁLTICA
MUESTRA: CANTERA CHIGUATA
FECHA: NOVIEMBRE 2019

Tesistas: Aguilar Cusi , Anthony Christian
Aguilar Ponce de Leon , Alejandro Erasmo
Asesor : Ing. Gerhard Paul Rodriguez Guillen

ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL DEL AGREGADO FINO (NORMA MTC E - 108)			
Numero de Tara	T1	T2	T3
Peso del suelo Humedo + tara (gr)	374.6	377.5	379.35
Peso del suelo Seco + tara (gr)	369.5	372.6	373.65
Peso del agua (gr)	5.1	4.9	5.7
Peso de tara (gr)	24.6	27.3	28.35
Peso del suelo seco (gr)	344.9	345.3	345.3
Contenido de agua w%	1.479%	1.419%	1.651%
% w promedio	1.52%		



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

TÍTULO DE "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM
TESIS: 37+070"

MATERIAL: BASE Y CARPETA ASFÁLTICA
MUESTRA: CANTERA CHIGUATA
FECHA: NOVIEMBRE 2019

Tesistas: Aguilar Cusi , Anthony Christian
Aguilar Ponce de Leon , Alejandro Erasmo
Asesor : Ing. Gerhard Paul Rodriguez Guillen

ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO (NORMA MTC E - 108)		
Numero de Tara	T1	T2
Peso del suelo Humedo + tara (gr)	4514	4574
Peso del suelo Seco + tara (gr)	4504	4561
Peso del agua (gr)	10	13
Peso de tara (gr)	255	284
Peso del suelo seco (gr)	4249	4277
Contenido de agua w%	0.235%	0.304%
% w promedio	0.27%	



UNSA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

TITULO DE "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL
TESIS: KM 37+070"

MATERIAL: BASE Y CARPETA ASFÁLTICA

Tesistas: Aguilar Cusi , Anthony Christian

MUESTRA: CANTERA CHIGUATA

Aguilar Ponce de Leon , Alejandro Erasmo

FECHA: NOVIEMBRE 2015

Asesor : Ing. Gerhard Paul Rodriguez Guillen

DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO (MTC E- 209, ASTM C-88, AASHTO T-104, NTP 400.016)

MATERIAL : AGREGADO GRUESO

TAMAÑO DE MALLA		PORCENTAJE (%)	PESO ANTES DEL ENSA YO	PESO DESPUES DEL ENSA YO	PERDIDA DE PESO	% DE PERDIDA DE PESO	% PERDIDA CORREGIDO
PASA	RETIENE						
1 1/2"	1"	31.00%	1000.00	964.90	35.10	3.51%	1.09%
1"	3/4"	9.15%	501.50	492.40	9.10	1.81%	0.17%
3/4"	1/2"	39.77%	670.00	652.60	17.40	2.60%	1.03%
1/2"	3/8"	15.81%	300.10	280.50	19.60	6.53%	1.03%
3/8"	N° 4	4.28%	300.40	299.90	0.50	0.17%	0.01%
TOTAL							3.33%

MATERIAL : AGREGADO FINO

TAMAÑO DE MALLA		PORCENTAJE (%)	PESO ANTES DEL ENSA YO	PESO DESPUES DEL ENSA YO	PERDIDA DE PESO	% DE PERDIDA DE PESO	% PERDIDA CORREGIDO
PASA	RETIENE						
3/8"	N° 4	8.15%	100.20	97.80	2.40	2.40%	0.20%
N° 4	N° 8	13.86%	100.50	98.80	1.70	1.69%	0.23%
N° 8	N° 16	11.09%	100.40	97.60	2.80	2.79%	0.31%
N° 16	N° 30	13.86%	100.10	93.40	6.70	6.69%	0.93%
N° 30	N° 50	8.01%	100.10	94.70	5.40	5.39%	0.43%
TOTAL							2.10%



UNSA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

TÍTULO DE TESIS: "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+070"

MATERIAL: SUB BASE , BASE
MUESTRA: CANTERA LA PODEROSA
FECHA: NOVIEMBRE 2019

Tesistas: Aguilar Cusi, Anthony Christian
Aguilar Ponce de Leon, Alejandro Erasmo
Asesor : Ing. Gerhard Paul Rodriguez Guillen

ABRASIÓN DE LOS ANGELES (MTC E -207 , ASTM C-131, AASHTO T-96)

MUESTRA	01	02
GRADACION	A	A
Nº DE BILLAS	12	12
PESO DE MUESTRA	5006	5008
1 1/2" - 1"	1255	1252
1" - 3/4"	1251	1253
3/4" - 1/2"	1250	1253
1/2" - 3/8"	1250	1250
3/8" - 1/4"	-	-
RETIENE MALLA Nº 12	3557	3562
TOTAL DESGASTE	1449	1446
% DESGASTE	28.95%	28.87%
DESGASTE PROMEDIO	28.91%	

EQUIVALENTE ARENA (MTC E -114 , ASTM D-2419, NTP 339.146)

Nº DE ENSAYO	01	02
Hora de Entrada	9:15 a. m.	9:18 a. m.
Hora de Salida	9:25 a. m.	9:28 a. m.
Hora de Entrada	9:26 a. m.	9:29 a. m.
Hora de Salida	9:46 a. m.	9:49 a. m.
Lectura de Finos (pulg)	41.3386	43.3071
Lectura de Arena (pulg)	38.1890	39.7638
% Equivalente De Arena	92.38%	91.82%
% EQ De Arena(redondeo.mas)	93.00%	92.00%
EQUIVALENTE ARENA PROMEDIO	92.50%	
EQ ARENA PROMEDIO(redondeo.más)	93.00%	



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

TÍTULO DE TESIS: "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+070"

MATERIAL: BASE Y CARPETA ASFÁLTICA
MUESTRA: CANTERA CHIGUATA
FECHA: NOVIEMBRE 2019

Tesistas: Aguilar Cusi , Anthony Christian
Aguilar Ponce de Leon , Alejandro Erasmo
Asesor : Ing. Gerhard Paul Rodriguez Guillen

PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS MTC E -223

TAMAÑO DEL AGREGADO		% RETEN.	PARTICULAS CHATAS		PARTICULAS ALARGADAS		PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS		NI CHATAS, NI ALARGADAS		MUESTRA TOTAL
PASA	RETENIDO		Peso (gf)	(%)	Peso (gf)	(%)	Peso (gf)	(%)	Peso (gf)	(%)	Peso (gf)
1 1/2"	1"	31.00%	229.5	31.42	0.0	0.00	61.2	8.38	439.7	60.20	730.4
1"	3/4"	9.15%	68.8	20.59	12.8	3.83	6.6	1.97	245.9	73.61	334.1
3/4"	1/2"	39.77%	32.6	2.66	5.6	0.46	0.0	0.00	1185.3	96.88	1223.5
1/2"	3/8"	15.81%	15.4	3.14	20.6	4.20	5.8	1.18	449.2	91.49	491.0
3/8"	Nº 4	4.28%	7.6	3.44	15.2	6.87	0.8	0.36	197.6	89.33	221.2
SUB TOTAL		100.00%									3000.2

TAMAÑO DEL AGREGADO		% RETENIDO	CHATAS Y ALARGADAS	CHATAS Y ALARGADAS CORREGIDO
TAMIZ			(%)	(%)
1 1/2"	1"	31.00%	8.38	2.60
1"	3/4"	9.15%	1.97	0.18
3/4"	1/2"	39.77%	0.00	0.00
1/2"	3/8"	15.81%	1.18	0.19
3/8"	Nº 4	4.28%	0.36	0.02
% PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS				2.98



UNSA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

TÍTULO DE TESIS: "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+070"

MATERIAL: BASE Y CARPETA ASFÁLTICA

Tesistas: Aguilar Cusi , Anthony Christian

MUESTRA: CANTERA CHIGUATA

Aguilar Ponce de Leon , Alejandro Erasmo

FECHA: AGOSTO 2019

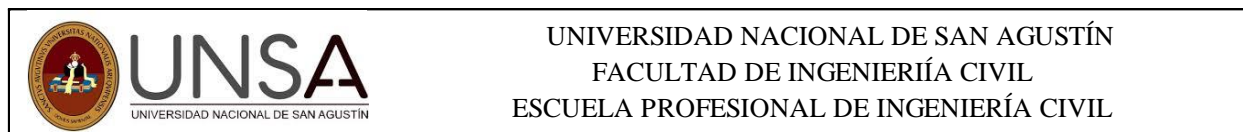
Asesor : Ing. Gerhard Paul Rodriguez Guillen

DETERMINACIÓN DE PARTICULAS FRACTURADAS EN EL AGREGADO GRUESO MTC E -210

1 CARA FRACTURADA								
TAMAÑO DEL AGREGADO		% RETEN. DE GRAN.	MUESTRA TOTAL	NO FRACTURADAS	DUDOSAS	1 CARA FRACTURAD	1 CARA FRACTURAD	CORRECCIÓN POR
PASA	RETENIDO		Peso (gf)	Peso (gf)	Peso (gf)	Peso (gf)	%	%
1 1/2"	1"	31.00%	923.1	69.3	0.0	853.8	92.5	28.67
1"	3/4"	9.15%	275.4	0.0	0.0	275.4	100.0	9.15
3/4"	1/2"	39.77%	1197.0	0.0	0.0	1140.0	95.2	37.87
1/2"	3/8"	15.81%	475.8	16.4	0.0	459.4	96.6	15.26
3/8"	Nº 4	4.28%	128.7	0.0	0.0	128.7	100.0	4.28
PORCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA								95.23

DETERMINACIÓN DE PARTICULAS FRACTURADAS EN EL AGREGADO GRUESO MTC E -210

2 CARAS FRACTURADAS								
TAMAÑO DEL AGREGADO		% RETEN. DE GRAN.	MUESTRA TOTAL ENSAYAR	NO FRACTURADAS	DUDOSAS	2 CARAS FRACTURADAS	2 CARAS FRACTURADAS	CORRECCIÓN POR GRANULOMETRIA
PASA	RETENIDO		Peso (gf)	Peso (gf)	Peso (gf)	Peso (gf)	%	%
1 1/2"	1"	31.00%	923.1	159.0	0.0	764.1	82.8	25.66
1"	3/4"	9.15%	275.4	27.5	0.0	247.9	90.0	8.23
3/4"	1/2"	39.77%	1197.0	125.4	0.0	1071.6	89.5	35.60
1/2"	3/8"	15.81%	475.8	19.8	0.0	456.0	95.8	15.15
3/8"	Nº 4	4.28%	128.7	0.0	0.0	128.7	100.0	4.28
PORCENTAJE CON DOS CARAS FRACTURADAS								88.92



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

TITULO DE "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM
TESIS: 37+070"

MATERIAL: BASE Y CARPETA ASFÁLTICA

Tesistas: Aguilar Cusi , Anthony Christian

MUESTRA: CANTERA CHIGUATA

Aguilar Ponce de Leon , Alejandro Erasmo

FECHA: NOVIEMBRE 2019

Asesor : Ing. Gerhard Paul Rodriguez Guillen

SALES SOLUBLES EN AGREGADOS MTC E -219

AGREGADO GRUESO

PESO DE AGREGADO (g)	200
VOLUMEN DE AGUA (g)	500
PESO DE MATRAZ (g)	251.36
PESO DE MATRAZ CON AGUA CON SALES (g)	1157.98
PESO DE AGUA CON SALES (g)	906.62
PESO DE VASO PRECIPITADO	54.32
PESO DE VASO PRECIPITADO CON MUESTRA (g)	138.94
PESO DE MUESTRA (g)	84.62
PESO DE VASO PRECIPITADO CRISTALIZADO (g)	54.37
PESO DE SALES	0.05
SALES SOLUBLES (%)	0.27%

AGREGADO FINO

PESO DE AGREGADO (g)	100
VOLUMEN DE AGUA (g)	500
PESO DE MATRAZ (g)	254.27
PESO DE MATRAZ CON AGUA CON SALES (g)	1248.64
PESO DE AGUA CON SALES (g)	994.37
PESO DE VASO PRECIPITADO	55.57
PESO DE VASO PRECIPITADO CON MUESTRA (g)	148.37
PESO DE MUESTRA (g)	92.8
PESO DE VASO PRECIPITADO CRISTALIZADO (g)	55.6
PESO DE SALES	0.03
SALES SOLUBLES (%)	0.32%



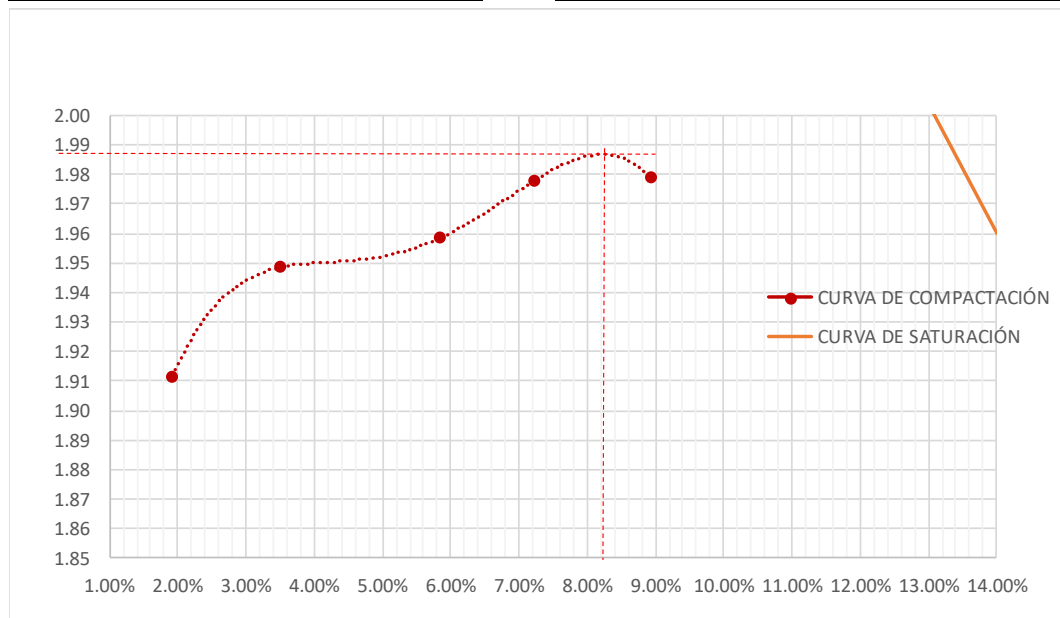
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

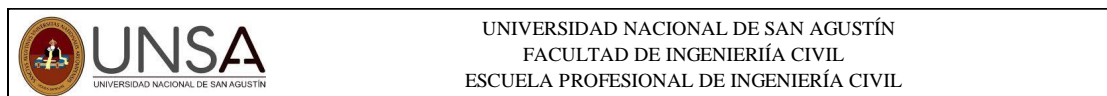
TITULO DE TESIS: "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+070"

MATERIAL: SUBBASE Y BASE
MUESTRA: CANTERA CHIGUATA
FECHA: NOVIEMBRE 2019

Tesistas: Aguilar Cusi , Anthony Christian
Aguilar Ponce de Leon , Alejandro Erasmo
Asesor : Ing. Gerhard Paul Rodriguez Guillen

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO MTC-										VI = 2125.4	V2 = 2121.1	
VOLUMEN DE MOLDE	2%		4%		6%		8%		10%			
Peso de molde + suelo (g)	10445		10590		10711		10813		10980			
Peso de molde (g)	6304		6304		6305		6305		6408			
Peso de Suelo Compactado (g)	4141		4286		4406		4508		4572			
Peso Especifico Humedo (g/cm3)	1.95		2.02		2.07		2.12		2.16			
Numero Tara	T1	T2	T7	T8	T3	T4	T9	T10	T5	T6		
Peso de Suelo Humedo + Tara (g)	313.3	305.8	271.4	308.8	309.7	327.6	317.6	330.2	210	218		
Peso de Suelo Seco + Tara (g)	308.5	301.2	265.1	300.5	297.1	314.6	301.4	315.6	196	206		
Peso de agua (g)	4.8	4.6	6.3	8.3	12.6	13	16.2	14.6	13.1	12		
Peso de tara (g)	63.8	56.8	75.9	74	87.5	85.9	75.9	115	56.9	63.9		
Peso Suelo Seco (g)	244.7	244.4	189.2	226.5	209.6	228.7	225.5	200.6	139.5	141.8		
Contenido de Agua w%	1.96%	1.88%	3.33%	3.66%	6.01%	5.68%	7.18%	7.28%	9.39%	8.46%		
w% Promedio	1.92%		3.50%		5.85%		7.23%		8.93%			
Peso Especifico Seco (g/cm3)	1.91		1.95		1.96		1.98		1.98			
AXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm)	1.987											
CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO											8.20%	




LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

TITULO DE TESIS: "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+070"

MATERIAL: SUB BASE , BASE
 MUESTRA: CANTERA LA PODEROSA
 FECHA: NOVIEMBRE 2019

Tesistas: Aguilar Cusi , Anthony Christian
 Aguilar Ponce de Leon , Alejandro Erasmo
 Asesor : Ing. Gerhard Paul Rodriguez Guillen

ENSAYO C.B.R. MTC- E 132												
MOLDE N°	1				2				3			
N° CAPAS	5				5				5			
GOLPES POR CAPA	56				25				12			
Condición de la Muestra	No Saturada		Saturada		No Saturada		Saturada		No Saturada		Saturada	
Peso de Molde + suelo h. (g)	13068		13169		12835		12949		12552		12744	
Peso de Molde (g)	8440		8440		8280		8280		8262		8262	
Peso de Suelo humedo (g)	4628		4729		4555		4669		4290		4482	
N de Tara	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
Suelo humedo + tara (g)	345.10	342.60	356.60	420.30	334.50	340.60	329.40	320.80	309.00	303.50	365.90	331.10
Suelo seco + tara(g)	329.10	326.90	336.70	397.00	321.90	325.60	308.10	301.60	293.00	289.30	337.00	305.30
Peso de Agua (g)	16.00	15.70	19.90	23.30	12.60	15.00	21.30	19.20	16.00	14.20	28.90	25.80
Peso de Tara (g)	110.80	112.20	110.60	112.10	145.80	117.30	92.40	110.90	60.90	71.30	87.50	86.10
Peso de Suelo Seco (g)	218.30	214.70	226.10	284.90	176.10	208.30	215.70	190.70	232.10	218.00	249.50	219.20
Contenido de Agua %	7.33%	7.31%	8.80%	8.18%	7.16%	7.20%	9.87%	10.07%	6.89%	6.51%	11.58%	11.77%
w% promedio	7.32%		8.49%		7.18%		9.97%		6.70%		11.68%	
Volumen de Molde (cm3)	2121.54		2121.54		2122.92		2122.92		2111.33		2111.33	
Densidad humeda (gr/cm3)	2.18		2.23		2.15		2.20		2.03		2.12	
Densidad Seca (g/cm3)	2.03		2.05		2.00		2.00		1.90		1.90	

EXPANSION												
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		
				mm	%		mm	%		mm	%	

SIN EXPANSION
PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (PULG)	Carga stand. Kg/cm2	MOLDE 1						MOLDE 2					
		LECTURA DIAL(mm)	CARGA		CORRECCIÓN		LECTURA DIAL	CARGA		CORRECCIÓN			
			Kg	Kg/Cm2	Kg/Cm2	%		Kg	Kg/Cm2	Kg/Cm2	%		
0.000		0.00	0	0.0			0.00	0	0				
0.025		63.50	67	3.5			63.50	56	2.9				
0.050		127.00	435	22.5			127.00	182	9.4				
0.075		190.50	881	45.5			190.50	468	24.2				
0.100	70.31	254.00	1370	70.8	99.975	142.192	254.00	860	44.4	90.050	128.076		
0.150		381.00	2486	128.5			381.00	1725	89.1				
0.200	105.46	508.00	3443	177.9	197.550	187.322	508.00	2551	131.8	162.500	154.087		
0.300		762.00	5000	258.4			762.00	3753	194.0				
0.400							1016.00	4880	252.2				
0.500													

MOLDE 3				
LECTURA DIAL	CARGA		CORRECCIÓN	
	Kg	Kg/Cm2	Kg/Cm2	%
0.00	0	0		
63.50	112	5.7		
127.00	320	16.4		
190.50	570	29.2		
254.00	830	42.6	54.950	78.154
381.00	1272	65.2	94.960	90.044
508.00	1643	84.3		
762.00	2343	120.2		
1016.00	2999	153.8		
1270.00	3580	183.6		



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

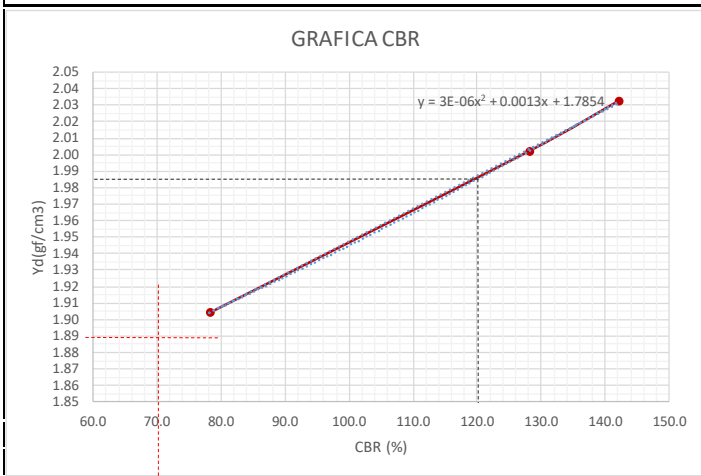
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

TITULO DE TESIS: "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+070"

MATERIAL: SUB BASE , BASE
 MUESTRA: CANTERA LA PODEROSA
 FECHA: NOVIEMBRE 2019

Tesistas: Aguilar Cusi , Anthony Christian
 Aguilar Ponce de Leon , Alejandro Erasmo
 Asesor : Ing. Gerhard Paul Rodriguez Guillen

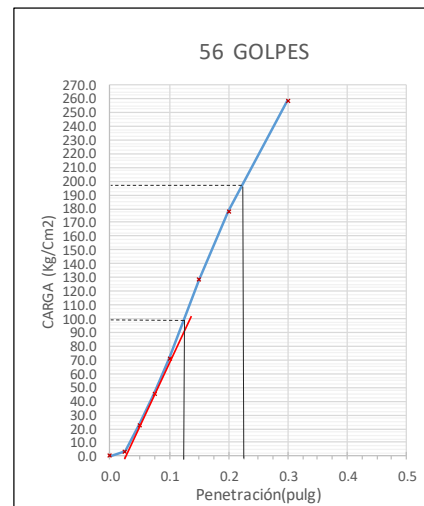
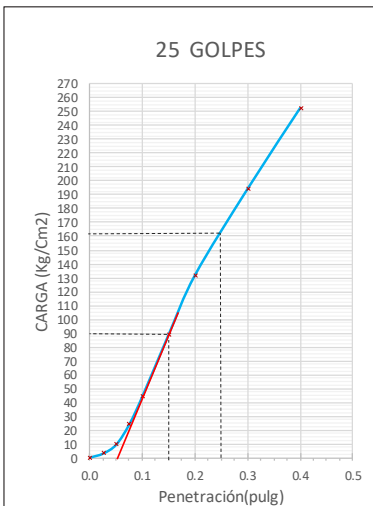
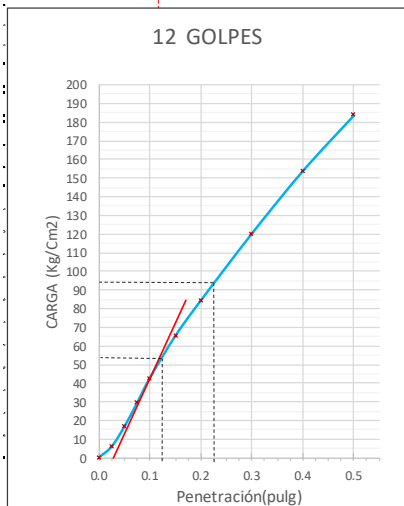
ENSAYO C.B.R. MTC- E 132



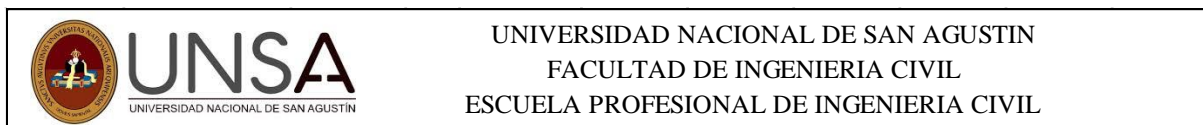
Nº g	56	25	12
ESFUERZO	99.975	90.050	54.950
CBR	142.192	128.076	78.154
Densidad seca	2.03	2.00	1.90

PENETRACIÓN A	
Max. Densidad Seca	1.987
CBR AL 100%	119.950
CBR AL 95%	68.775

OBSERVACIONES:



UNSA			UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS				
TITULO DE "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM TESIS: 37+070"				
MATERIAL: BASE Y CARPETA ASFÁLTICA		Tesis: Aguilar Cusi , Anthony Christian		
MUESTRA: CANTERA CHIGUATA		Aguilar Ponce de Leon , Alejandro Erasmo		
FECHA: NOVIEMBRE 2019		Asesor : Ing. Gerhard Paul Rodriguez Guillen		
PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO MTC E- 204				
MUESTRA		1	2	
Peso en el Aire de la Muestra Seca	(g) :	4842.00	4884.30	
Peso en el Aire del Agregado Saturado Superficialmente Seco	(g) :	4944.00	4990.25	
Peso Sumergido del Agregado Saturado Superficialmente Seco	(g) :	2920.00	2942.00	
Gravedad Específica seca aparente	(g/cm3) :	2.519	2.515	
		2.52		
Gravedad Específica seca Bulk	(g/cm3) :	2.39	2.38	
		2.39		
Gravedad Específica saturada superficialmente seca	(g/cm3) :	2.44	2.44	
		2.44		
Absorción de agua ((B-A)*100)/A	(%) :	2.11%	2.17%	
		2.14%		
OBSERVACIONES:				
PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO MTC E-203				
MUESTRA		1	2	
Peso de la Muestra Seca	(gf) :	290.60	276.00	
Peso del Picnómetro + Agua	(gf) :	674.10	684.70	
Peso del Picnómetro + Agua + Muestra	(gf) :	857.60	858.80	
Peso de la Muestra Saturada Superficialmente Seca	(g) :	300.40	286.00	
Gravedad Específica seca aparente	(g/cm3) :	2.71	2.71	
Gravedad Específica seca Bulk	(g/cm3) :	2.49	2.47	
Gravedad Específica saturada superficialmente seca	(g/cm3) :	2.57	2.56	
Absorción de agua ((B-A)*100)/A	(%) :	3.37	3.62	
OBSERVACIONES:		PROM	3.50	



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

TITULO DE "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+070"
 TESIS:

MATERIAL: CARPETA ASFÁLTICA
 MUESTRA: CANTERA CHIGUATA
 FECHA: NOVIEMBRE 2019

Tesistas: Aguilar Cusi Anthony Christian
 Aguilar Ponce de Leon Alejandro E.
 Asesor : Ing. Gerhard Paul Rodriguez Guillen

ENSAYO MARSHALL						
Peso del Agregado Grueso (g)	463.28			460.86		
Peso del Agregado Fino (g)	639.76			636.42		
Peso de Filler (g)	48.96			48.72		
Peso de Asfalto (g)	48.00			54.00		
% Cemento Asfáltico en peso de la mezcla (Pb)	4.00%			4.50%		
% Agregado grueso en peso de la mezcla (Ps)	38.61%			38.40%		
% Agregado fino en peso de la mezcla (Ps)	53.31%			53.04%		
% filler en peso de la mezcla (Ps)	4.08%			4.06%		
Gravedad específica Aparente (Gsa) C. Asfáltico (g/cm ³)	1.02			1.02		
Gravedad Específica Seca Bulk (Gsb) Agregado G. (g/cm ³)	2.39			2.39		
Gravedad Específica Seca Bulk (Gsb) Agregado F. (g/cm ³)	2.48			2.48		
Gravedad Específica Seca Bulk (Gsb) Filler (g/cm ³)	2.23			2.23		
Gravedad Específica Seca Aparente (Gsa) Agregado G. (g/cm ³)	2.52			2.52		
Gravedad Específica Seca Aparente (Gsa) Agregado F. (g/cm ³)	2.71			2.71		
Gravedad Específica Seca Aparente (Gsa) Filler (g/cm ³)	2.70			2.70		
Promedio A=(Gsa+ Gsb)/2 del Agregado G. (g/cm ³)	2.45			2.45		
Promedio B=(Gsa+ Gsb)/2 del Agregado F. (g/cm ³)	2.59			2.59		
Promedio C=(Gsa+ Gsb)/2 del Filler (g/cm ³)	2.47			2.47		
Altura Promedio del espécimen (cm)	7.01	6.73	6.79	6.91	6.89	6.88
Diámetro Promedio del Especimen (cm)	10.15	10.15	10.11	10.15	10.14	10.15
Volumen Promedio del Especimen (cm ³)	567.12	543.82	544.84	558.49	556.98	556.11
Gravedad Específica Seca Bulk de los agregados (g/cm ³)	2.43			2.43		
Gravedad Específica Seca Aparente de los agregados (g/cm ³)	2.63			2.63		
Peso del espécimen al aire (g)	1194.30	1170.80	1192.50	1202.20	1186.70	1191.90
Peso del espécimen SSS (g)	1203.40	1178.30	1200.70	1212.10	1195.80	1202.00
Peso del espécimen SSS. Sumergido (g)	631.00	614.50	627.00	657.00	643.00	652.00
Gravedad específica seca bulk del espécimen (g/ cm ³)	2.09	2.08	2.08	2.17	2.15	2.17
Gravedad Específica teórica máxima Rice (g/ cm ³)	2.39	2.39	2.39	2.37	2.37	2.37
% de vacíos del total de la muestra VTM	12.65%	13.06%	12.97%	8.69%	9.50%	8.64%
% de vacíos del agregado mineral VMA	17.56%	17.95%	17.87%	14.87%	15.62%	14.82%
% de vacíos llenos con asfalto VFA	27.99%	27.25%	27.40%	41.56%	39.22%	41.73%
Estabilidad sin corregir (Lb)	2449.93	2798.70	2628.93	3133.34	2978.05	2979.50
Factor de Estabilidad	0.85	0.91	0.90	0.87	0.88	0.88
Estabilidad Corregida (Lb)	2093.24	2552.19	2363.42	2739.23	2612.13	2624.13
Flujo (0.01")	9.84	9.84	10.30	10.83	11.81	11.32
PORCENTAJE DE ASFALTO (%)	4.00%			4.50%		
ESTABILIDAD PROMEDIO (Lb)	2336.28			2658.50		
FLUJO PROMEDIO (0.01")	9.99			11.32		
DENSIDAD PROMEDIO (g/cm ³)	2.08			2.16		
% DE VACIOS EN MEZCLA VTM PROM.	12.89%			8.94%		
% DE VACIOS EN AGREGADO VMA PROM.	17.79%			15.11%		
% DE ASFALTO ABSORBIDO VFA PROM.	27.55%			40.84%		



UNSA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

TITULO DE "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM
TESIS: 37+070"

MATERIAL: CARPETA ASFÁLTICA

Tesistas: Aguilar Cusi Anthony Christian

MUESTRA: CANTERA CHIGUATA

Aguilar Ponce de Leon Alejandro E.

FECHA: NOVIEMBRE 2019

Asesor : Ing. Gerhard Paul Rodriguez Guillen

ENSAYO MARSHALL						
Peso del Agregado Grueso (g)	458.44			456.02		
Peso del Agregado Fino (g)	633.08			629.74		
Peso de Filler (g)	48.48			48.24		
Peso de Asfalto (g)	60.00			66.00		
% Cemento Asfáltico en peso de la mezcla (Pb)	5.00%			5.50%		
% Agregado grueso en peso de la mezcla (Ps)	38.20%			38.00%		
% Agregado fino en peso de la mezcla (Ps)	52.76%			52.48%		
% filler en peso de la mezcla (Ps)	4.04%			4.02%		
Gravedad específica Aparente (Gsa) C. Asfáltico (g/cm ³)	1.02			1.02		
Gravedad Especifica Seca Bulk (Gsb) Agregado G. (g/cm ³)	2.39			2.39		
Gravedad Especifica Seca Bulk (Gsb) Agregado F. (g/cm ³)	2.48			2.48		
Gravedad Especifica Seca Bulk (Gsb) Filler (g/cm ³)	2.23			2.23		
Gravedad Especifica Seca Aparente (Gsa) Agregado G. (g/cm ³)	2.52			2.52		
Gravedad Especifica Seca Aparente (Gsa) Agregado F. (g/cm ³)	2.71			2.71		
Gravedad Especifica Seca Aparente (Gsa) Filler (g/cm ³)	2.70			2.70		
Promedio A=(Gsa+ Gsb)/2 del Agregado G. (g/cm ³)	2.45			2.45		
Promedio B=(Gsa+ Gsb)/2 del Agregado F. (g/cm ³)	2.59			2.59		
Promedio C=(Gsa+ Gsb)/2 del Filler (g/cm ³)	2.47			2.47		
Altura Promedio del espécimen (cm)	6.79	6.86	6.91	6.72	6.80	6.85
Diámetro Promedio del Especimen (cm)	10.15	10.15	10.13	10.14	10.13	10.11
Volumen Promedio del Especimen (cm ³)	549.33	555.12	556.92	543.33	547.99	549.96
Gravedad Especifica Seca Bulk de los agregados (g/cm ³)	2.43			2.43		
Gravedad Especifica Seca Aparente de los agregados (g/cm ³)	2.63			2.63		
Peso del espécimen al aire (g)	1174.00	1196.60	1182.80	1188.40	1168.70	1196.60
Peso del espécimen SSS (g)	1186.30	1207.30	1189.90	1198.80	1180.20	1210.10
Peso del espécimen SSS. Sumergido (g)	653.50	663.50	654.50	665.90	657.50	664.80
Gravedad específica seca bulk del espécimen (g/ cm ³)	2.20	2.20	2.21	2.23	2.24	2.19
Gravedad Especifica teorica máxima Rice (g/ cm ³)	2.36	2.36	2.36	2.34	2.34	2.34
% de vacios del total de la muestra VTM	6.46%	6.59%	6.21%	4.68%	4.43%	6.20%
% de vacios del agregado mineral VMA	13.85%	13.96%	13.62%	13.26%	13.04%	14.65%
% de vacios llenos con asfalto VFA	53.35%	52.83%	54.37%	64.74%	66.04%	57.67%
Estabilidad sin corregir (Lb)	3112.17	3269.54	3119.27	3194.27	3002.39	2912.88
Factor de Estabilidad	0.90	0.88	0.87	0.91	0.90	0.89
Estabilidad Corregida (Lb)	2796.77	2890.56	2727.75	2915.92	2691.41	2581.95
Flujo (0.01")	11.81	12.30	11.81	11.81	12.30	12.30
PORCENTAJE DE ASFALTO (%)	5.00%			5.50%		
ESTABILIDAD PROMEDIO (Lb)	2805.03			2729.76		
FLUJO PROMEDIO (0.01")	11.98			12.14		
DENSIDAD PROMEDIO (g/cm ³)	2.20			2.22		
% DE VACIOS EN MEZCLA VTM PROM.	6.42%			5.10%		
% DE VACIOS EN AGREGADO VMA PROM.	13.81%			13.65%		
% DE ASFALTO ABSORBIDO VFA PROM.	53.52%			62.82%		



UNSA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

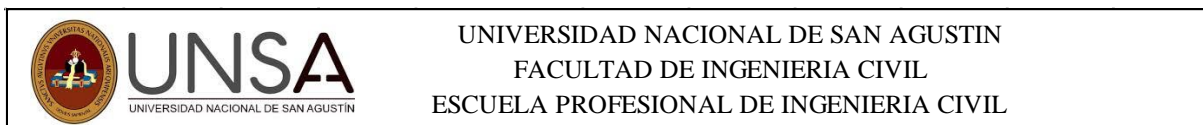
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

TITULO DE "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+070"
TESIS:

MATERIAL: CARPETA ASFÁLTICA
MUESTRA: CANTERA CHIGUATA
FECHA: NOVIEMBRE 2019

Tesistas: Aguilar Cusi Anthony Christian
Aguilar Ponce de Leon Alejandro E.
Asesor : Ing. Gerhard Paul Rodriguez Guillen

ENSAYO MARSHALL						
Peso del Agregado Grueso (g)	453.60			451.18		
Peso del Agregado Fino (g)	626.40			623.06		
Peso de Filler (g)	48.00			47.76		
Peso de Asfalto (g)	72.00			78.00		
% Cemento Asfáltico en peso de la mezcla (Pb)	6.00%			6.50%		
% Agregado grueso en peso de la mezcla (Ps)	37.80%			37.60%		
% Agregado fino en peso de la mezcla (Ps)	52.20%			51.92%		
% filler en peso de la mezcla (Ps)	4.00%			3.98%		
Gravedad específica Aparente (Gsa) C. Asfáltico (g/cm ³)	1.02			1.02		
Gravedad Especifica Seca Bulk (Gsb) Agregado G. (g/cm ³)	2.39			2.39		
Gravedad Especifica Seca Bulk (Gsb) Agregado F. (g/cm ³)	2.48			2.48		
Gravedad Especifica Seca Bulk (Gsb) Filler (g/cm ³)	2.23			2.23		
Gravedad Especifica Seca Aparente (Gsa) Agregado G. (g/cm ³)	2.52			2.52		
Gravedad Especifica Seca Aparente (Gsa) Agregado F. (g/cm ³)	2.71			2.71		
Gravedad Especifica Seca Aparente (Gsa) Filler (g/cm ³)	2.70			2.70		
Promedio A=(Gsa+ Gsb)/2 del Agregado G. (g/cm ³)	2.45			2.45		
Promedio B=(Gsa+ Gsb)/2 del Agregado F. (g/cm ³)	2.59			2.59		
Promedio C=(Gsa+ Gsb)/2 del Filler (g/cm ³)	2.47			2.47		
Altura Promedio del espécimen (cm)	6.75	6.84	6.71	6.61	6.76	6.76
Diámetro Promedio del Especimen (cm)	10.12	10.13	10.12	10.13	10.11	10.11
Volumen Promedio del Especimen (cm ³)	542.39	551.13	539.50	532.84	542.32	542.99
Gravedad Especifica Seca Bulk de los agregados (g/cm ³)	2.43			2.43		
Gravedad Especifica Seca Aparente de los agregados (g/cm ³)	2.63			2.63		
Peso del espécimen al aire (g)	1184.60	1192.60	1193.00	1179.60	1182.60	1177.40
Peso del espécimen SSS (g)	1195.40	1201.80	1198.40	1195.40	1227.80	1183.40
Peso del espécimen SSS. Sumergido (g)	665.00	665.50	661.50	663.50	686.00	656.50
Gravedad específica seca bulk del espécimen (g/ cm ³)	2.23	2.22	2.22	2.22	2.18	2.23
Gravedad Especifica teorica máxima Rice (g/ cm ³)	2.32	2.32	2.32	2.31	2.31	2.31
% de vacios del total de la muestra VTM	3.88%	4.30%	4.37%	3.91%	5.42%	3.18%
% de vacios del agregado mineral VMA	13.59%	13.97%	14.03%	14.66%	16.00%	14.01%
% de vacios llenos con asfalto VFA	71.46%	69.25%	68.86%	73.35%	66.12%	77.33%
Estabilidad sin corregir (Lb)	2584.44	2663.78	2743.08	2391.44	2302.78	2443.08
Factor de Estabilidad	0.91	0.89	0.91	0.94	0.90	0.90
Estabilidad Corregida (Lb)	2344.03	2365.50	2509.20	2242.53	2083.34	2210.27
Flujo (0.01")	11.81	12.30	13.78	13.78	12.30	12.30
PORCENTAJE DE ASFALTO (%)	6.00%			6.50%		
ESTABILIDAD PROMEDIO (Lb)	2406.24			2178.71		
FLUJO PROMEDIO (0.01")	12.63			12.80		
DENSIDAD PROMEDIO (g/cm ³)	2.23			2.21		
% DE VACIOS EN MEZCLA VTM PROM.	4.18%			4.17%		
% DE VACIOS EN AGREGADO VMA PROM.	13.86%			14.89%		
% DE ASFALTO ABSORBIDO VFA PROM.	69.85%			72.26%		



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

TITULO DE "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+070"
 TESIS:

MATERIAL: CARPETA ASFÁLTICA

Tesistas: Aguilar Cusi Anthony Christian

MUESTRA: CANTERA CHIGUATA

Aguilar Ponce de Leon Alejandro E.

FECHA: NOVIEMBRE 2019

Asesor : Ing. Gerhard Paul Rodriguez Guillen

ENSAYO MARSHALL			
Peso del Agregado Grueso (g)	448.76		
Peso del Agregado Fino (g)	619.72		
Peso de Filler (g)	47.52		
Peso de Asfalto (g)	84.00		
% Cemento Asfáltico en peso de la mezcla (Pb)	7.00%		
% Agregado grueso en peso de la mezcla (Ps)	37.40%		
% Agregado fino en peso de la mezcla (Ps)	51.64%		
% filler en peso de la mezcla (Ps)	3.96%		
Gravedad específica Aparente (Gsa) C. Asfáltico (g/cm ³)	1.02		
Gravedad Especifica Seca Bulk (Gsb) Agregado G. (g/cm ³)	2.39		
Gravedad Especifica Seca Bulk (Gsb) Agregado F. (g/cm ³)	2.48		
Gravedad Especifica Seca Bulk (Gsb) Filler (g/cm ³)	2.23		
Gravedad Especifica Seca Aparente (Gsa) Agregado G. (g/cm ³)	2.52		
Gravedad Especifica Seca Aparente (Gsa) Agregado F. (g/cm ³)	2.71		
Gravedad Especifica Seca Aparente (Gsa) Filler (g/cm ³)	2.70		
Promedio A=(Gsa+ Gsb)/2 del Agregado G. (g/cm ³)	2.45		
Promedio B=(Gsa+ Gsb)/2 del Agregado F. (g/cm ³)	2.59		
Promedio C=(Gsa+ Gsb)/2 del Filler (g/cm ³)	2.47		
Altura Promedio del espécimen (cm)	6.81	6.74	6.76
Diámetro Promedio del Especimen (cm)	10.13	10.14	10.12
Volumen Promedio del Especimen (cm ³)	549.08	545.01	544.35
Gravedad Especifica Seca Bulk de los agregados (g/cm ³)	2.43		
Gravedad Especifica Seca Aparente de los agregados (g/cm ³)	2.63		
Peso del espécimen al aire (g)	1184.20	1189.40	1187.40
Peso del espécimen SSS (g)	1202.60	1205.10	1206.40
Peso del espécimen SSS. Sumergido (g)	661.80	663.10	666.80
Gravedad específica seca bulk del espécimen (g/ cm ³)	2.19	2.19	2.20
Gravedad Especifica teorica máxima Rice (g/ cm ³)	2.29	2.29	2.29
% de vacios del total de la muestra VTM	4.48%	4.27%	4.01%
% de vacios del agregado mineral VMA	16.18%	16.00%	15.77%
% de vacios llenos con asfalto VFA	72.33%	73.31%	74.59%
Estabilidad sin corregir (Lb)	2396.54	2521.15	2664.08
Factor de Estabilidad	0.90	0.91	0.90
Estabilidad Corregida (Lb)	2148.15	2298.44	2410.21
Flujo (0.01")	14.00	13.30	13.30
PORCENTAJE DE ASFALTO (%)	7.00%		
ESTABILIDAD PROMEDIO (Lb)	2285.60		
FLUJO PROMEDIO (0.01")	13.53		
DENSIDAD PROMEDIO (g/cm ³)	2.19		
% DE VACIOS EN MEZCLA VTM PROM.	4.25%		
% DE VACIOS EN AGREGADO VMA PROM.	15.99%		
% DE ASFALTO ABSORBIDO VFA PROM.	73.41%		



UNSA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

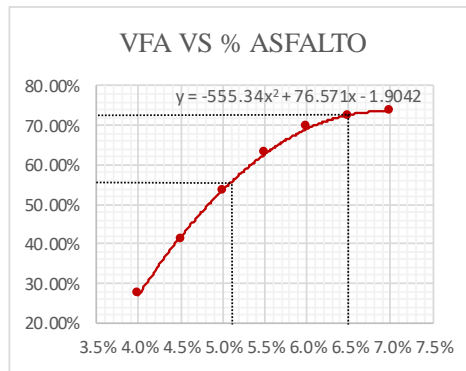
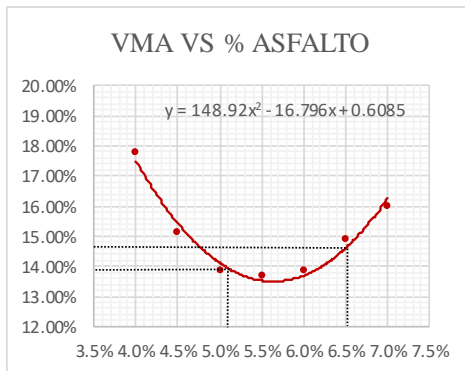
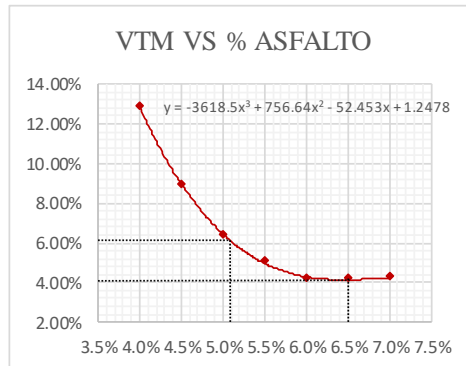
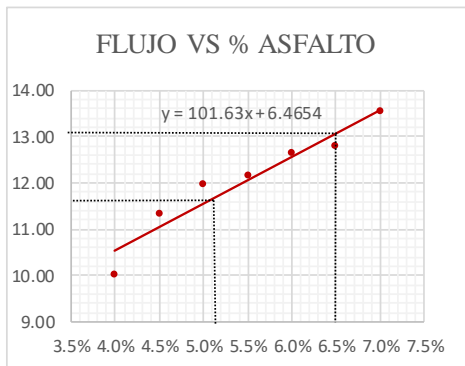
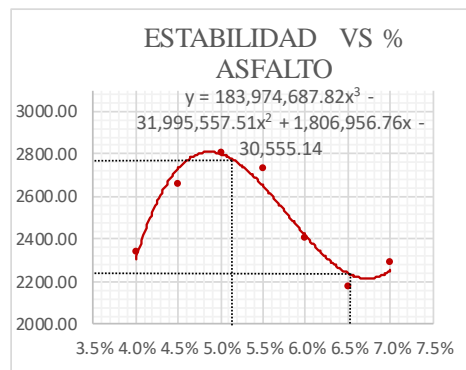
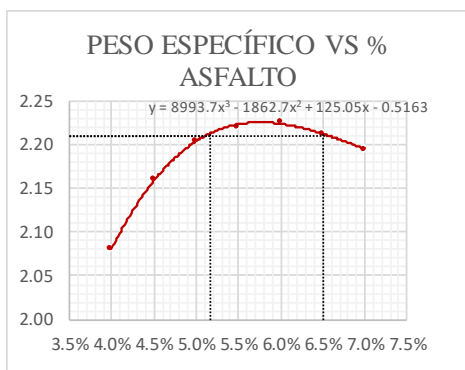
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

TITULO DE "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL
TESIS: KM 37+070"

MATERIAL: CARPETA ASFÁLTICA
MUESTRA: CANTERA CHIGUATA
FECHA: NOVIEMBRE 2019

Tesistas: Aguilar Cusi Anthony Christian
Aguilar Ponce de Leon Alejandro Erasmo
Asesor : Ing. Gerhard Paul Rodriguez Guillen

ENSAYO MARSHALL



CONTENIDO ÓPTIMO DE ASFALTO

6.50%



UNSA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

TITULO DE "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM
TESIS: 33+600 AL KM 37+070"

MATERIAL: CARPETA ASFALTICA
MUESTRA: CANTERA CHIGUATA
FECHA: NOVIEMBRE 2019

Tesistas Aguilar Cusi Anthony Christian
Aguilar Ponce de Leon Alejandro E.
Asesor : Ing. Gerhard Paul Rodriguez Guillen

ENSAYO MARSHALL

	INSTITUTO ASFALTO	USADO
Contenido Óptimo Asfalto (%)	5.10%	6.50%
Peso Específico (g/cm ³)	2.21	2.21
Estabilidad (lb)	2783.64	2239.87
Flujo (0.01")	11.65	13.07
% de vacios en mezcla VTM PROM.	6.07%	4.14%
% de vacios en agregados VMA PROM.	13.92%	14.59%
% de asfalto absorbido VFA PROM.	55.65%	72.66%

ANEXO “D” PRESUPUESTO

ANEXO “D.1” PRESUPUESTO

Presupuesto

Proyecto ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+070.

Sub Presupuesto **01 - PRESUPUES CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA**

Cliente Anthony Christian, Aguilar Cusi / Alejandro Erasmo Aguilar Ponce De Leon

Ubicación AREQUIPA - AREQUIPA - AREQUIPA

Costo a : **AGOSTO DEL 2020**

Localidad CHIGUATA

Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	Subtotal	Total
01	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES						171,375.48
01.01	OBRAS PROVISIONALES					15,930.48	
01.01.01	CONSTRUCCION DE OFICINAS, ALMACEN, GUARDIANIA, VESTUARIOS	M2	87.00	161.60	14,059.20		
01.01.02	CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA DE 3.60x2.40M	UND	2.00	935.64	1,871.28		
01.02	TRABAJOS PRELIMINARES					155,445.00	
01.02.01	LIMPIEZA DE LA SUPERFICIE DE RODADURA	M2	40,300.00	0.61	24,583.00		
01.02.02	TRAZO NIVELES Y REPLANTEO INICIAL DE TERRENO ACCIDENTADO	M2	40,300.00	2.18	87,854.00		
01.02.03	TRANSPORTE DE MATERIALES	GLB	1.00	350.00	350.00		
01.02.04	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA OBRA	M2	40,300.00	0.86	34,658.00		
01.02.05	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	GLB	1.00	8,000.00	8,000.00		
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS						2,065,166.97
02.01	CORTE DE MATERIAL SUELTO	M3	6,152.08	3.78	23,254.86		
02.02	CORTE EN ROCA SUELTA	M3	90,274.23	14.72	1,328,836.67		
02.03	RELLENO Y COMPACTACION C/EQUIPO CON MATERIAL PROPIO	M3	82,277.84	7.80	641,767.15		
02.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D = 5 Km	M3	14,148.47	5.04	71,308.29		
03	PAVIMENTO FLEXIBLE						2,922,764.00
03.01	PERFILADO, NIVELACIÓN Y COMPACTADO DE LA SUB RASANTE	M2	40,300.00	4.52	182,156.00		
03.02	BASE GRANULAR (E=0.35 M)	M2	39,000.00	20.66	805,740.00		
03.03	IMPRIMACION ASFALTICA	M2	39,000.00	6.96	271,440.00		
03.04	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE MAC - 1 (INCLUYE BERMAS Y RETOF	M3	3,900.00	426.52	1,663,428.00		
04	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE						512,519.07
04.01	CUNETAS					408,848.91	
04.01.01	TRAZO NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR	M2	2,764.65	2.18	6,026.94		
04.01.02	EXCAVACION DE CUNETAS CON MAQUINARIA	M3	995.27	9.76	9,713.84		
04.01.03	ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE EN CARRETILLA (50M)	M3	995.27	19.99	19,895.45		
04.01.04	ELIMINACION MANUAL DE MATERIAL EXCEDENTE DE CUNETAS	M3	995.27	9.30	9,256.01		
04.01.05	PERFILADO Y COMPACTADO DE CUNETA	M	2,633.00	12.87	33,886.71		
04.01.06	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	658.25	54.45	35,841.71		
04.01.07	CONCRETO F'C=140 KG/CM2	M3	526.60	397.99	209,581.53		
04.01.08	SOLAQUEADO DE SUPERFICIE DE CUNETA	M2	3,973.46	19.22	76,369.90		
04.01.09	SELLADO DE JUNTAS DE DILATACION	M	1,764.78	4.69	8,276.82		
04.02	ALIVIADEROS DE CUNETAS					57,814.23	
04.02.01	TRAZO NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR	M2	130.72	2.18	284.97		
04.02.02	EXCAVACION CON MAQUINARIA	M3	261.44	12.20	3,189.57		
04.02.03	ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE EN CARRETILLA (50M)	M3	103.04	19.99	2,059.77		
04.02.04	ELIMINACION MANUAL DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	103.04	32.67	3,366.32		
04.02.05	RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	M3	152.64	28.31	4,321.24		
04.02.06	PREPARACION DE CAMA DE APOYO PARA ALCANTARILLA CON MATE	M	89.60	9.78	876.29		
04.02.07	ALCANTARILLA TMC ø 24", E=2.0 mm	M	89.60	240.06	21,509.38		
04.02.08	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	141.39	54.45	7,698.69		
04.02.09	CONCRETO F'C=140 KG/CM2	M3	35.60	397.99	14,168.44		
04.02.10	REVESTIMIENTO ENT/SAL ALCANTARILLA C/PIEDRA EMBOQUILLADA	M2	5.46	62.19	339.56		
04.03	SISTEMA DE ALCANTARILLADO					45,855.93	
04.03.01	ALCANTARILLAS CON TUBERIAS					45,855.93	
04.03.01.01	TRAZO NIVELES Y REPLANTEO INICIAL DE TERRENO ACCIDENTA	M2	80.73	2.18	175.99		
04.03.01.02	EXCAVACION CON MAQUINARIA	M3	190.13	12.20	2,319.59		
04.03.01.03	ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE EN CARRETILLA (50M)	M3	76.27	19.99	1,524.64		
04.03.01.04	ELIMINACION MANUAL DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	76.27	32.67	2,491.74		
04.03.01.05	RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	M3	134.65	28.31	3,811.94		
04.03.01.06	PREPARACION DE CAMA DE APOYO PARA ALCANTARILLA CON M	M	45.78	9.78	447.73		
04.03.01.07	ALCANTARILLA TMC ø 36", E=2.0 mm	M	15.26	350.31	5,345.73		

04.03.01.08	ALCANTARILLA TMC ø 40", E=2.5 mm	M	30.52	387.06	11,813.07	
04.03.01.09	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	80.76	54.45	4,397.38	
04.03.01.10	CONCRETO F'C= 175 KG/CM2. PARA ESTRUCTURA DE ENTRADA	M3	26.14	488.81	12,777.49	
04.03.01.11	REVESTIMIENTO ENT/SAL ALCANTARILLA C/PIEDRA EMBOQUILL/	M2	12.07	62.19	750.63	
05	SEÑALIZACION					31,500.00
05.01	SEÑALES PREVENTIVAS, REGALMENTARIAS E INFORMATICAS	UND	63.00	500.00	31,500.00	
06	MITIGACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL					21,145.64
06.01	CONFORMACION DE BOTADEROS	M3	900.00	1.72	1,548.00	
06.02	RIEGO PARA CONTROL DE POLVO R=67 m3/día	MES	6.00	2,020.44	12,122.64	
06.03	LIMPIEZA FINAL DE OBRA	M2	32,500.00	0.23	7,475.00	
COSTO DIRECTO						5,724,471.16
GASTOS GENERALES						7 % 400,712.98
UTILIDAD						5 % 286,223.56
SUB TOTAL						6,411,407.70
IGV.						18 % 1,154,053.39
PRESUPUESTO TOTAL						7,565,461.09

Son : SIETE MILLONES QUINIENTOS SESENTA Y CINCO MIL CUATROCIENTOS SESENTA Y UNO CON 09/100 SOLES

ANEXO “D.2” METRADOS

Planilla de Sustento de Metrados

Proyecto ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+070.
Sub Presupuest **01 - PRESUPUES CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA**
Cliente Anthony Christian, Aguilar Cusi / Alejandro Erasmo Aguilar Ponce De Leon
Ubicación AREQUIPA - AREQUIPA - AREQUIPA

Partida 01.01.01 CONSTRUCCION DE OFICINAS, ALMACEN, GUARDIANA, VESTUARIOS Y SS.HH **Total :** **87.00 M2**

Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
OFICINAS	1	1		3.00	4.00		12.00
ALMACEN	1	1		10.00	6.00		60.00
GUARDIANA	1	1		2.00	1.00		2.00
VESTUARIOS	1	1		3.00	3.00		9.00
SS.HH	1	1		2.00	2.00		4.00

Partida 01.01.02 CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA DE 3.60x2.40M **Total :** **2.00 UND**

Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
INICIO	1	1					1.00
FINAL	1	1					1.00

Partida 01.02.01 LIMPIEZA DE LA SUPERFICIE DE RODADURA **Total :** **40,300.00 M2**

Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
	1	1		3,250.00	12.40		40,300.00

Partida 01.02.02 TRAZO NIVELES Y REPLANTEO INICIAL DE TERRENO ACCIDENTADO **Total :** **40,300.00 M2**

Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
	1	1		3,250.00	12.40		40,300.00

Partida 01.02.03 TRANSPORTE DE MATERIALES **Total :** **1.00 GLB**

Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
	1	1					1.00

Partida 01.02.04 TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA OBRA **Total :** **40,300.00 M2**

Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
	1	1		3,250.00	12.40		40,300.00

Partida 01.02.05 MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS **Total :** **1.00 GLB**

Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
	1	1					1.00

Partida **02.01** CORTE DE MATERIAL SUELTO Total : **6,152.08 M3**

Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
	1	6152.08					6,152.08
SUB TOTAL METRADO							6,152.08
VOLUMEN							6,152.08

Partida **02.02** CORTE EN ROCA SUELTA Total : **90,274.23 M3**

Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
	1	90274.23					90,274.23
SUB TOTAL METRADO							90,274.23
VOLUMEN							90,274.23

Partida **02.03** RELLENO Y COMPACTACION C/EQUIPO CON MATERIAL PROPIO Total : **82,277.84 M3**

Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
	1	82277.84					82,277.84
SUB TOTAL METRADO							82,277.84
VOLUMEN							82,277.84

Partida **02.04** ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D = 5 Km Total : **14,148.47 M3**

Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
	1	14148.47					14,148.47
SUB TOTAL METRADO							14,148.47
VOLUMEN							14,148.47

Partida **03.01** PERFILADO,NIVELACIÓN Y COMPACTADO DE LA SUB RASANTE Total : **40,300.00 M2**

Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
	1			3,250.00	12.40		40,300.00

Partida **03.02** BASE GRANULAR (E=0.35 M) Total : **39,000.00 M2**

Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
	1	1		3,250.00	12.00		39,000.00

Partida **03.03** IMPRIMACION ASFALTICA Total : **39,000.00 M2**

Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
	1	1		3,250.00	12.00		39,000.00

Partida **03.04** CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE MAC - 1 (INCLUYE BERMAS Y RETORNOS) Total : **3,900.00 M3**

Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
CALZADA Y BERMAS	1	1		3,250.00	12.00	0.10	3,900.00

Partida **04.01.01** TRAZO NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR Total : **2,764.65 M2**

Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
	1	1		2,633.00	1.05		2,764.65

Partida **04.01.02** EXCAVACION DE CUNETAS CON MAQUINARIA Total : **995.27 M3**

Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
	1	1	0.378	2,633.00			995.27

Partida **04.01.03** ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE EN CARRETILLA (50M) Total : **995.27 M3**

Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
	1	1	0.378	2,633.00			995.27

Partida **04.01.04** ELIMINACION MANUAL DE MATERIAL EXCEDENTE DE CUNETAS Total : **995.27 M3**

Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
	1	1	0.378	2,633.00			995.27

Partida **04.01.05** PERFILADO Y COMPACTADO DE CUNETAS Total : **2,633.00 M**

Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
	1	1		2,633.00			2,633.00

Partida **04.01.06** ENCOFRADO Y DEENCOFRADO Total : **658.25 M2**

Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
				2,633.00		0.25	658.25

Partida **04.01.07** CONCRETO F'C=140 KG/CM2 Total : **526.60 M3**

Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
	1	1	0.2	2,633.00			526.60

Partida **04.01.08** SOLAQUEADO DE SUPERFICIE DE CUNETETA Total : **3,973.46 M2**

Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
	1	1		2,633.00	1.51		3,973.46

Partida **04.01.09** SELLADO DE JUNTAS DE DILATACION Total : **1,764.78 M**

Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
	1	878			2.01		1,764.78

Partida **04.02.01** TRAZO NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR Total : **130.72 M2**

Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
	8	1		16.34	1.00		130.72

Partida **04.02.02** EXCAVACION CON MAQUINARIA Total : **261.44 M3**

Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
	8	1		16.34	1.00	2.00	261.44

Partida **04.02.03** ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE EN CARRETILLA (50M) Total : **103.04 M3**

Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
	8	1					8.00

SUB TOTAL METRADO	8.00
VOLUMEN DE MATERIAL EXCEDENTE EN CARRETILLA	12.88
METRADO TOTAL	103.04

Partida **04.02.04** ELIMINACION MANUAL DE MATERIAL EXCEDENTE Total : **103.04 M3**

Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
	8	1	12.88				103.04

Partida **04.02.05** RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO **Total :** **152.64 M3**

Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
	8	1		10.60	1.20	1.50	152.64

Partida **04.02.06** PREPARACION DE CAMA DE APOYO PARA ALCANTARILLA CON MATERIAL DE **Total :** **89.60 M**

Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
	8	1		11.20			89.60

Partida **04.02.07** ALCANTARILLA TMC ø 24", E=2.0 mm **Total :** **89.60 M**

Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
	8	1		11.20			89.60

Partida **04.02.08** ENCOFRADO Y DESENCOFRADO **Total :** **141.39 M2**

Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
	8	1					8.00

SUB TOTAL	8.00
ENCOFRADO DE ALA LADOS Y CENTRO	7.66
ENCOFRADO CAJATOMA	10.01
METRADO TOTAL	141.39

Partida **04.02.09** CONCRETO F'C=140 KG/CM2 **Total :** **35.60 M3**

Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
	8	1					8.00

SUB TOTAL METRADO	8.00
VOLUMEN DE CONCRETO DE CAJATOMA	2.56
VOLUMEN DE CONCRETO DE CABEZAL DE SALIDA	1.89
	20.48
	15.12
METRADO TOTAL	35.60

Partida **04.02.10** REVESTIMIENTO ENT/SAL ALCANTARILLA C/PIEDRA EMBOQUILLADA **Total :** **5.46 M2**

Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
UÑA	8	1		2.44	0.20	0.60	2.34
MEDIO	8	1	1.3		0.30		3.12

Partida **04.03.01.01** TRAZO NIVELES Y REPLANTEO INICIAL DE TERRENO ACCIDENTADO **Total :** **80.73 M2**

Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
Diametro 36"	1	1		15.26	1.69		25.79
Diametro 48"	2	1		15.26	1.80		54.94

Partida **04.03.01.02** EXCAVACION CON MAQUINARIA **Total :** **190.13 M3**

Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
Diametro 36"	1	1		15.26	1.69	2.26	58.28
Diametro 48"	2	1		15.26	1.80	2.40	131.85

Partida **04.03.01.03** ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE EN CARRETILLA (50M) **Total :** **76.27 M3**

Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
	1	1					1.00

SUB TOTAL METRADO	1.00
VOLUMEN DE MATERIAL EXCEDENTE EN CARRETILLA	76.27

Partida **04.03.01.04** ELIMINACION MANUAL DE MATERIAL EXCEDENTE **Total :** **76.27 M3**

Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
	3	1					3.00

SUB TOTAL METRADO	3.00
VOLUMEN DE ELIMINACION MANUAL DE MATERIAL EXCEDENTE	76.27

Partida **04.03.01.05** RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO **Total :** **134.65 M3**

Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
Diametro 36"	1	1		15.26	1.69	1.60	41.26
Diametro 48"	2	1		15.26	1.80	1.70	93.39

Partida **04.03.01.06** PREPARACION DE CAMA DE APOYO PARA ALCANTARILLA CON MATERIAL DE **Total :** **45.78 M**

Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
DIAMETRO 36"	1	1		15.26			15.26
DIAMETRO 48"	2	1		15.26			30.52

Partida **04.03.01.07** ALCANTARILLA TMC ø 36", E=2.0 mm **Total :** **15.26 M**

Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
DIAMETRO 36"	1	1		15.26			15.26

Partida **04.03.01.08** ALCANTARILLA TMC ϕ 40", E=2.5 mm Total : **30.52 M**

Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
DIAMETRO 48"	2	1		15.26			30.52

Partida **04.03.01.09** ENCOFRADO Y DESENCOFRADO Total : **80.76 M2**

Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
	1	1					1.00

SUB TOTAL METRADO	1.00
ENCOFRADO D=36"	24.82
	1.00
ENCOFRADO D=48"	27.97
	2.00
METRADO TOTAL	80.76

Partida **04.03.01.10** CONCRETO F'C= 175 KG/CM2. PARA ESTRUCTURA DE ENTRADA Y SALIDA Total : **26.14 M3**

Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
	1	1					1.00

SUB TOTAL METRADO	1.00
DE ALCANTARILLA TMC D=36"	7.76
DE ALCANTARILLA TMC D=48"	18.38
METRADO TOTAL	26.14

Partida **04.03.01.11** REVESTIMIENTO ENT/SAL ALCANTARILLA C/PIEDRA EMBOQUILLADA Total : **12.07 M2**

Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
DE ALCANTARILLA TMC D=36"							
UÑA	1	2		5.01	0.20	0.47	0.94
MEDIO	1	2	5.49		0.25		2.75
DE ALCANTARILLA DE TMC D=48"							
UÑA	2	2		5.34	0.20	0.50	2.14
MEDIO	2	2	6.25		0.25		6.25

Partida **05.01** SEÑALES PREVENTIVAS, REGALMENTARIAS E INFORMATICAS **Total :** **63.00 UND**

Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
	1	63					63.00

Partida **06.01** CONFORMACION DE BOTADEROS **Total :** **900.00 M3**

Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
	1	1		30.00	30.00		900.00

Partida **06.02** RIEGO PARA CONTROL DE POLVO R=67 m3/día **Total :** **6.00 MES**

Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
	1	6					6.00

Partida **06.03** LIMPIEZA FINAL DE OBRA **Total :** **32,500.00 M2**

Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial
	1	1		3,250.00	10.00		32,500.00

ANEXO “D.3” ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Análisis de Costos Unitarios

Proyecto ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+070.
Sub Presupuesto **01 - PRESUPUES CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA**
Cliente Anthony Christian, Aguilar Cusi / Alejandro Erasmo Aguilar Ponce De Leon
Ubicación AREQUIPA - AREQUIPA - AREQUIPA **Costo a :** AGOSTO DEL 2020

Partida	01.01.01	CONSTRUCCION DE OFICINAS, ALMACEN, GUARDIANA, VESTUARIOS Y SS.HH.	Rend:	15.0000 M2/DIA		
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0533	24.01	1.28
47 00003	OPERARIO	HH	2.000	1.0667	23.80	25.39
47 00004	OFICIAL	HH	2.000	1.0667	18.84	20.10
47 00007	PEON	HH	4.000	2.1333	17.01	36.29
						83.06
Materiales						
02 01399	CLAVOS PARA CALAMINA	KG		0.1000	3.30	0.33
02 01400	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2"	kg		0.0250	3.30	0.08
03 01112	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.0500	3.30	0.17
03 01113	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg		0.0250	3.30	0.08
43 01398	MADERA PARA ENCOFRADO	P2		2.8660	5.30	15.19
44 01401	TRIPLAY LUPUNA DE 4' x 8' x 6 mm	PLN		0.2257	40.00	9.03
59 01402	CALAMINA GALVANIZADA 1.83 X 0.83 X 0.25 mm.	PLN		0.4250	22.88	9.72
						34.60
Equipo						
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	83.06	2.49
						2.49
Sub partidas						
SP 02716	CABLE NH80 2.5mm2	M		1.5000	2.10	3.15
SP 02709	CONCRETO EN FALSO PISO MEZCLA 1:8 CEMENTO-HORMI	M2		1.0000	38.30	38.30
						41.45
Costo Unitario por M2 :						161.60
Sub Partida	02716	CABLE NH80 2.5mm2				Rend: 400.0000 M/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0020	24.01	0.05
47 00003	OPERARIO	HH	1.000	0.0200	23.80	0.48
47 00004	OFICIAL	HH	1.000	0.0200	18.84	0.38
						0.91
Materiales						
06 01396	CABLE NH80 2.5mm2	M		1.0500	1.10	1.16
						1.16
Equipo						
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.91	0.03
						0.03
Costo Unitario por M :						2.10
Sub Partida	02709	CONCRETO EN FALSO PISO MEZCLA 1:8 CEMENTO-HORMIGON E=4"				Rend: 100.0000 M2/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0080	24.01	0.19
47 00003	OPERARIO	HH	2.000	0.1600	23.80	3.81
47 00004	OFICIAL	HH	2.000	0.1600	18.84	3.01
47 00007	PEON	HH	6.000	0.4800	17.01	8.16
47 00054	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	1.000	0.0800	18.39	1.47
						16.64
Materiales						
01 01388	ACEITE MULTIGRADO PARA MOTOR	GLN		0.0010	15.00	0.02
01 01386	GASOLINA DE 84 OCTANOS	GLN		0.0270	11.00	0.30
05 00740	AGUA PUESTA EN OBRA	M3		0.0172	5.00	0.09
21 00013	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5KG)	BOL		0.6300	21.50	13.55
38 00014	HORMIGON	M3		0.1300	45.00	5.85

39 01387	REGLA DE ALUMINIO	UND		0.0020	50.00	0.10
53 01389	GRASA MULTIPLE EP	LBS		0.0020	15.00	0.03
						19.94

Equipo

37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	16.64	0.50
49 01385	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	HM	1.000	0.0800	15.25	1.22
						1.72

Costo Unitario por M2 : 38.30

Partida 01.01.02 CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA DE 3.60x2.40M **Rend:** 1.0000 UND/DIA

<i>Código</i>	<i>Descripción Insumo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cuadrilla</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>
Mano de Obra						
47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.8000	24.01	19.21
47 00003	OPERARIO	HH	1.000	8.0000	23.80	190.40
47 00007	PEON	HH	1.000	8.0000	17.01	136.08
						345.69
Materiales						
02 01583	CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2", 3", 4"	KG		0.5000	3.30	1.65
21 00013	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5KG)	BOL		0.9000	21.50	19.35
30 00018	GIGANTOGRAFIA	UND		2.0000	250.00	500.00
38 00014	HORMIGON	M3		0.3600	45.00	16.20
43 01403	ROLLIZO DE MADERA EUCALIPTO DE 5" X 5m	UND		2.0000	21.19	42.38
						579.58
Equipo						
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	345.69	10.37
						10.37
Costo Unitario por UND :						935.64

Partida 01.02.01 LIMPIEZA DE LA SUPERFICIE DE RODADURA **Rend:** 1,250.0000 M2/DIA

<i>Código</i>	<i>Descripción Insumo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cuadrilla</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>
Mano de Obra						
47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0006	24.01	0.01
47 00003	OPERARIO	HH	1.000	0.0064	23.80	0.15
47 00007	PEON	HH	2.000	0.0128	17.01	0.22
						0.38
Equipo						
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.38	0.02
48 01496	COMPRESORA NEUMATICA 87 HP 250-330 PCM (Incl.02 mart	HM	0.500	0.0032	65.00	0.21
						0.23
Costo Unitario por M2 :						0.61

Partida 01.02.02 TRAZO NIVELES Y REPLANTEO INICIAL DE TERRENO ACCIDENTADO **Rend:** 550.0000 M2/DIA

<i>Código</i>	<i>Descripción Insumo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cuadrilla</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>
Mano de Obra						
47 00038	TOPOGRAFO	HH	1.000	0.0145	35.00	0.51
47 00004	OFICIAL	HH	1.000	0.0145	18.84	0.27
47 00007	PEON	HH	2.000	0.0291	17.01	0.49
						1.27
Materiales						
03 01112	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.1000	3.30	0.33
30 01405	YESO DE 28 Kg	BOL		0.0250	8.00	0.20
43 01407	ESTACAS MADERA 2"X2"X1'	PZA		0.1000	0.50	0.05
54 00308	PINTURA ESMALTE	GLN		0.0030	33.50	0.10
						0.68
Equipo						
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.27	0.04

48 00267	MIRAS Y JALONES	HM	2.000	0.0291	1.30	0.04
49 01406	ESTACION TOTAL TOPOGRAFIA	HM	1.000	0.0145	10.00	0.15
						0.23
Costo Unitario por M2 :						2.18

Partida 01.02.03	TRANSPORTE DE MATERIALES				Rend:	1.0000 GLB/DIA
<i>Código</i>	<i>Descripción Insumo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cuadrilla</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>
Materiales						
32 00265	TRANSPORTE DE MATERIALES	GLB		1.0000	350.00	350.00
						350.00
Costo Unitario por GLB :						350.00

Partida 01.02.04	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA OBRA				Rend:	750.0000 M2/DIA
<i>Código</i>	<i>Descripción Insumo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cuadrilla</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>
Mano de Obra						
47 00002	CAPATAZ	HH	0.200	0.0021	24.01	0.05
47 00038	TOPOGRAFO	HH	1.000	0.0107	35.00	0.37
47 00007	PEON	HH	0.200	0.0021	17.01	0.04
						0.46
Materiales						
02 00772	CLAVOS DE 3"	KG		0.0001	5.50	-
30 00773	YESO BOLSA 25 kg	BOL		0.0008	15.00	0.01
54 00308	PINTURA ESMALTE	GLN		0.0004	33.50	0.01
						0.02
Equipo						
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.46	0.02
37 00771	JALON	HM	2.000	0.0213	1.00	0.02
37 00770	MIRA TOPOGRAFICA	HM	1.000	0.0107	1.20	0.01
48 00041	ESTACION TOTAL	hm	1.000	0.0107	15.50	0.17
48 00769	NIVEL TOPOGRAFICO	HM	1.000	0.0107	15.00	0.16
						0.38
Costo Unitario por M2 :						0.86

Partida 01.02.05	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				Rend:	1.0000 GLB/DIA
<i>Código</i>	<i>Descripción Insumo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cuadrilla</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>
Materiales						
32 01410	TRANSPORTE DE EQUIPO Y HERRAMIENTAS	GLB		1.0000	8,000.00	8,000.00
						8,000.00
Costo Unitario por GLB :						8,000.00

Partida 02.01	CORTE DE MATERIAL SUELTO				Rend:	600.0000 M3/DIA
<i>Código</i>	<i>Descripción Insumo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cuadrilla</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>
Mano de Obra						
47 00002	CAPATAZ	HH	0.500	0.0067	24.01	0.16
47 00004	OFICIAL	HH	1.000	0.0133	18.84	0.25
47 00007	PEON	HH	3.000	0.0400	17.01	0.68
						1.09
Equipo						
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.09	0.03
49 01411	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	HM	1.000	0.0133	200.00	2.66
						2.69
Costo Unitario por M3 :						3.78

Partida 02.02	CORTE EN ROCA SUELTA				Rend:	350.0000 M3/DIA
<i>Código</i>	<i>Descripción Insumo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cuadrilla</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>
Sub partidas						

SP 02726	PERFORACION Y DISPARO EN ROCA SUELTA	M3	1.0000	9.65	9.65
SP 02727	EXCAVACION, DESQUINCHE Y PEINADO DE TALUDES EN RC	M3	1.0000	5.07	5.07
					14.72
Costo Unitario por M3 :					14.72

Sub Partida 02726	PERFORACION Y DISPARO EN ROCA SUELTA				Rend:	600.0000 M3/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
47 00002	CAPATAZ	HH	0.200	0.0027	24.01	0.06
47 00003	OPERARIO	HH	1.000	0.0133	23.80	0.32
47 00004	OFICIAL	HH	1.000	0.0133	18.84	0.25
47 00007	PEON	HH	2.000	0.0267	17.01	0.45
						1.08
Materiales						
27 01414	CORDON DETONANTE 3P	M		2.5000	0.56	1.40
27 01416	EXAMON P	KG		0.7888	3.65	2.88
27 01412	FULMINANTE	UND		0.0200	0.47	0.01
27 01417	MECHA DE SEGURIDAD IMPERMEABLE BLANCA	M		0.1000	0.46	0.05
28 01413	DINAMITA	KG		0.0810	8.90	0.72
30 01418	BARRENO 5' X 1/8"	UND		0.0040	340.00	1.36
						6.42
Equipo						
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.08	0.03
49 01415	COMPRESORA NEUMATICA 240 HP 700-800 PCM	HM	1.000	0.0133	65.00	0.86
49 01419	TRACK DRILL 750 PCM	HM	1.000	0.0133	95.00	1.26
						2.15
Costo Unitario por M3 :					9.65	

Sub Partida 02727	EXCAVACION, DESQUINCHE Y PEINADO DE TALUDES EN ROCA SUELTA				Rend:	550.0000 M3/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
47 00002	CAPATAZ	HH	0.200	0.0029	24.01	0.07
47 00007	PEON	HH	5.000	0.0727	17.01	1.24
						1.31
Equipo						
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		10.0000	1.31	0.13
49 01420	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 115-165 H.P.	HM	1.000	0.0145	250.00	3.63
						3.76
Costo Unitario por M3 :					5.07	

Partida 02.03	RELLENO Y COMPACTACION C/EQUIPO CON MATERIAL PROPIO				Rend:	900.0000 M3/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0009	24.01	0.02
47 00003	OPERARIO	HH	1.000	0.0089	23.80	0.21
47 00007	PEON	HH	1.000	0.0089	17.01	0.15
						0.38
Materiales						
05 00740	AGUA PUESTA EN OBRA	M3		0.2000	5.00	1.00
						1.00
Equipo						
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.38	0.01
48 01423	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)	HM	1.000	0.0089	120.00	1.07
49 01424	MOTONIVELADORA DE 130-135 HP.	HM	1.000	0.0089	200.00	1.78
49 01422	RODILLO LISO VIBR AUTOP 101-135HP 10-12T	HM	2.000	0.0178	200.00	3.56
						6.42

							Costo Unitario por M3 :	7.80
Partida	02.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D = 5 Km				Rend:	1,000.0000 M3/DIA	
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
		Mano de Obra						
	47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0008	24.01	0.02	
	47 01584	OFICIAL	HH	1.000	0.0080	18.84	0.15	
	47 00007	PEON	HH	1.000	0.0080	17.01	0.14	
							0.31	
		Equipo						
	37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.31	0.01	
	48 01421	CAMION VOLQUETE 15 M3.	HM	3.000	0.0240	120.00	2.88	
	49 00747	CARGADOR S/LLANTAS 160-195 HP 3.5 YD3.	HM	1.000	0.0080	230.00	1.84	
							4.73	
							Costo Unitario por M3 :	
							5.04	
Partida	03.01	PERFILADO,NIVELACIÓN Y COMPACTADO DE LA SUB RASANTE				Rend:	1,200.0000 M2/DIA	
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
		Mano de Obra						
	47 00002	CAPATAZ	HH	1.000	0.0067	24.01	0.16	
	47 00004	OFICIAL	HH	2.000	0.0133	18.84	0.25	
	47 00007	PEON	HH	4.000	0.0267	17.01	0.45	
							0.86	
		Materiales						
	05 00740	AGUA PUESTA EN OBRA	M3		0.0300	5.00	0.15	
							0.15	
		Equipo						
	37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.86	0.03	
	48 01423	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)	HM	1.000	0.0067	120.00	0.80	
	49 01424	MOTONIVELADORA DE 130-135 HP.	HM	1.000	0.0067	200.00	1.34	
	49 01422	RODILLO LISO VIBR AUTOP 101-135HP 10-12T	HM	1.000	0.0067	200.00	1.34	
							3.51	
							Costo Unitario por M2 :	
							4.52	
Partida	03.02	BASE GRANULAR (E=0.35 M)				Rend:	500.0000 M2/DIA	
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
		Mano de Obra						
	47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0016	24.01	0.04	
	47 00003	OPERARIO	HH	1.000	0.0160	23.80	0.38	
	47 00007	PEON	HH	4.000	0.0640	17.01	1.09	
							1.51	
		Materiales						
	05 00740	AGUA PUESTA EN OBRA	M3		0.0850	5.00	0.43	
	05 01426	MATERIAL CLASIFICADO PARA BASE GRANULAR	M3		0.3600	20.00	7.20	
							7.63	
		Equipo						
	37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.51	0.08	
	48 01423	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)	HM	0.500	0.0080	120.00	0.96	
	48 00345	CAMION VOLQUETE 6x4 330 HP 15 M3.	HM	1.000	0.0160	165.00	2.64	
	49 00194	CARGADOR S/LLANTAS 80-95 HP 1.5-1.75 YD3	HM	1.000	0.0160	110.00	1.76	
	49 01424	MOTONIVELADORA DE 130-135 HP.	HM	1.000	0.0160	200.00	3.20	
	49 00195	RODILLO LISO VIBR AUTOP 70-100 HP 7-9 T.	HM	1.000	0.0160	180.00	2.88	
							11.52	
							Costo Unitario por M2 :	
							20.66	
Partida	03.03	IMPRIMACION ASFALTICA				Rend:	3,500.0000 M2/DIA	

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
47 00002	CAPATAZ	HH	1.000	0.0023	24.01	0.06
47 00004	OFICIAL	HH	1.000	0.0023	18.84	0.04
47 00007	PEON	HH	6.000	0.0137	17.01	0.23
						0.33
Materiales						
04 00056	ARENA GRUESA	M3		0.0010	55.00	0.06
13 01345	ASFALTO LIQUIDO MC-30	GLN		0.4125	14.00	5.78
						5.84
Equipo						
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.33	0.02
49 01428	BARREDORA MECANICA 10-20 HP 7 P.LONG.	HM	1.000	0.0023	30.00	0.07
49 01427	CAMION IMPRIMIDOR 6x2 178-210 HP 1,800 G	HM	1.000	0.0023	250.00	0.58
49 01429	TRACTOR DE TIRO MF 265 DE 63 HP	HM	1.000	0.0023	50.00	0.12
						0.79
Costo Unitario por M2 :						6.96

Partida	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
03.04	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE MAC - 1 (INCLUYE BERMAS Y RETORNOS)					Rend:	350.0000 M3/DIA
Mano de Obra							
	47 00002	CAPATAZ	HH	0.500	0.0114	24.01	0.27
	47 00003	OPERARIO	HH	3.000	0.0686	23.80	1.63
	47 00004	OFICIAL	HH	4.000	0.0914	18.84	1.72
	47 00007	PEON	HH	8.000	0.1829	17.01	3.11
						6.73	
Materiales							
	04 00056	ARENA GRUESA	M3		0.3400	55.00	18.70
	05 01431	PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	M3		0.4000	50.00	20.00
	13 01646	CEMENTO ASFALTICO EN CALIENTE PEN(120/150)	GLN		18.6800	8.50	158.78
	30 01347	FILLER	KG		29.2600	7.00	204.82
						402.30	
Equipo							
	37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	6.73	0.20
	49 01430	CAMIÓN VOLQUETE 6X2 330 HP 10 - 15 M3	hm	1.000	0.0229	130.00	2.98
	49 00194	CARGADOR S/LLANTAS 80-95 HP 1.5-1.75 YD3	HM	1.000	0.0229	110.00	2.52
	49 01432	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 69 HP 10-16'	HM	1.000	0.0229	170.00	3.89
	49 01433	PLANTA ASFALTO EN CALIENTE 60-115 TON/H	HM	1.000	0.0229	65.00	1.49
	49 01434	RODILLO NEUMATICO AUTOP 81-100HP 5.5-20T	HM	1.000	0.0229	100.00	2.29
	49 01350	RODILLO TANDEM ESTATIC AUT 58-70HP 8-10T	HM	1.000	0.0229	120.00	2.75
	49 01435	SECADOR ARIDOS 2-M.E. 70 HP 60-115 TON/H	HM	1.000	0.0229	60.00	1.37
						17.49	
Costo Unitario por M3 :						426.52	

Partida	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
04.01.01	TRAZO NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR					Rend:	550.0000 M2/DIA
Mano de Obra							
	47 00038	TOPOGRAFO	HH	1.000	0.0145	35.00	0.51
	47 00004	OFICIAL	HH	1.000	0.0145	18.84	0.27
	47 00007	PEON	HH	2.000	0.0291	17.01	0.49
						1.27	
Materiales							
	03 01112	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.1000	3.30	0.33
	30 01405	YESO DE 28 Kg	BOL		0.0250	8.00	0.20
	43 01407	ESTACAS MADERA 2"X2"X1'	PZA		0.1000	0.50	0.05
	54 00308	PINTURA ESMALTE	GLN		0.0030	33.50	0.10

							0.68
	Equipo						
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.27		0.04
48 00267	MIRAS Y JALONES	HM	2.000	0.0291	1.30		0.04
49 01406	ESTACION TOTAL TOPOGRAFIA	HM	1.000	0.0145	10.00		0.15
							0.23
						Costo Unitario por M2 :	2.18
Partida 04.01.02	EXCAVACION DE CUNETAS CON MAQUINARIA					Rend:	250.0000 M3/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio		Parcial
	Mano de Obra						
47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0032	24.01		0.08
47 00007	PEON	HH	3.000	0.0960	17.01		1.63
							1.71
	Equipo						
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.71		0.05
49 01420	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 115-165 H.P.	HM	1.000	0.0320	250.00		8.00
							8.05
						Costo Unitario por M3 :	9.76
Partida 04.01.03	ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE EN CARRETILLA (50M)					Rend:	8.0000 M3/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio		Parcial
	Mano de Obra						
47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.1000	24.01		2.40
47 00007	PEON	HH	1.000	1.0000	17.01		17.01
							19.41
	Equipo						
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	19.41		0.58
							0.58
						Costo Unitario por M3 :	19.99
Partida 04.01.04	ELIMINACION MANUAL DE MATERIAL EXCEDENTE DE CUNETAS					Rend:	200.0000 M3/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio		Parcial
	Mano de Obra						
47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0040	24.01		0.10
47 00007	PEON	HH	4.000	0.1600	17.01		2.72
							2.82
	Equipo						
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	2.82		0.08
48 01437	CAMION VOLQUETE 4x2 4 M3.	HM	0.500	0.0200	100.00		2.00
49 00194	CARGADOR S/LLANTAS 80-95 HP 1.5-1.75 YD3	HM	1.000	0.0400	110.00		4.40
							6.48
						Costo Unitario por M3 :	9.30
Partida 04.01.05	PERFILADO Y COMPACTADO DE CUNETETA					Rend:	45.0000 M/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio		Parcial
	Mano de Obra						
47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0178	24.01		0.43
47 00007	PEON	HH	1.000	0.1778	17.01		3.02
							3.45
	Equipo						
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	3.45		0.10
49 01438	PLANCHA COMPACTADORA 8HP	HM	0.250	0.0444	210.00		9.32
							9.42
						Costo Unitario por M :	12.87

Partida **04.01.06** ENCOFRADO Y DESENCOFRADO Rend: 16.0000 M2/DIA

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0500	24.01	1.20
47 00003	OPERARIO	HH	1.000	0.5000	23.80	11.90
47 00004	OFICIAL	HH	1.000	0.5000	18.84	9.42
						22.52
Materiales						
02 01439	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	KG		0.1000	3.30	0.33
03 01112	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.2200	3.30	0.73
03 01113	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg		0.0800	3.30	0.26
43 01398	MADERA PARA ENCOFRADO	P2		5.6000	5.30	29.68
53 01440	PETROLEO DIESEL B5	GLN		0.0250	10.08	0.25
						31.25
Equipo						
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	22.52	0.68
						0.68
Costo Unitario por M2 :						54.45

Partida **04.01.07** CONCRETO F'C=140 KG/CM2 Rend: 12.0000 M3/DIA

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0667	24.01	1.60
47 00003	OPERARIO	HH	3.000	2.0000	23.80	47.60
47 00004	OFICIAL	HH	2.000	1.3333	18.84	25.12
47 00007	PEON	HH	8.000	5.3333	17.01	90.72
						165.04
Materiales						
04 00056	ARENA GRUESA	M3		0.5500	55.00	30.25
05 00048	AGUA	M3		0.1900	2.00	0.38
05 01442	PIEDRA ZARANDEADA DE 1/2" A 3/4"	M3		0.6900	50.00	34.50
21 00013	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5KG)	BOL		7.0000	21.50	150.50
						215.63
Equipo						
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	165.04	4.95
49 00053	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 -11P3	HM	1.000	0.6667	15.25	10.17
49 01441	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.35"	HM	0.500	0.3333	6.61	2.20
						17.32
Costo Unitario por M3 :						397.99

Partida **04.01.08** SOLAQUEADO DE SUPERFICIE DE CUNETAS Rend: 30.0000 M2/DIA

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
47 00002	CAPATAZ	HH	0.010	0.0027	24.01	0.06
47 00004	OFICIAL	HH	2.000	0.5333	18.84	10.05
47 00007	PEON	HH	0.500	0.1333	17.01	2.27
						12.38
Materiales						
04 00057	ARENA FINA	M3		0.0300	60.00	1.80
05 00048	AGUA	M3		0.1840	2.00	0.37
21 00013	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5KG)	BOL		0.2000	21.50	4.30
						6.47
Equipo						
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	12.38	0.37
						0.37
Costo Unitario por M2 :						19.22

Partida	04.01.09	SELLADO DE JUNTAS DE DILATACION				Rend:	140.0000 M/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Mano de Obra							
47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0057	24.01	0.14	
47 00004	OFICIAL	HH	1.000	0.0571	18.84	1.08	
47 00007	PEON	HH	2.000	0.1143	17.01	1.94	
							3.16
Materiales							
04 00057	ARENA FINA	M3		0.0020	60.00	0.12	
13 00268	ASFALTO RC-250	GLN		0.1300	10.17	1.32	
							1.44
Equipo							
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	3.16	0.09	
							0.09
Costo Unitario por M :							4.69

Partida	04.02.01	TRAZO NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR				Rend:	550.0000 M2/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Mano de Obra							
47 00038	TOPOGRAFO	HH	1.000	0.0145	35.00	0.51	
47 00004	OFICIAL	HH	1.000	0.0145	18.84	0.27	
47 00007	PEON	HH	2.000	0.0291	17.01	0.49	
							1.27
Materiales							
02 01072	CLAVOS CON CABEZA DE 3"	KG		0.1000	3.30	0.33	
30 01405	YESO DE 28 Kg	BOL		0.0250	8.00	0.20	
43 01407	ESTACAS MADERA 2"X2"X1'	PZA		0.1000	0.50	0.05	
54 00308	PINTURA ESMALTE	GLN		0.0030	33.50	0.10	
							0.68
Equipo							
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.27	0.04	
48 00267	MIRAS Y JALONES	HM	2.000	0.0291	1.30	0.04	
49 01406	ESTACION TOTAL TOPOGRAFIA	HM	1.000	0.0145	10.00	0.15	
							0.23
Costo Unitario por M2 :							2.18

Partida	04.02.02	EXCAVACION CON MAQUINARIA				Rend:	200.0000 M3/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Mano de Obra							
47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0040	24.01	0.10	
47 00007	PEON	HH	3.000	0.1200	17.01	2.04	
							2.14
Equipo							
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	2.14	0.06	
49 01420	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 115-165 H.P.	HM	1.000	0.0400	250.00	10.00	
							10.06
Costo Unitario por M3 :							12.20

Partida	04.02.03	ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE EN CARRETILLA (50M)				Rend:	8.0000 M3/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Mano de Obra							
47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.1000	24.01	2.40	
47 00007	PEON	HH	1.000	1.0000	17.01	17.01	
							19.41
Equipo							

37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	19.41	0.58
						<u>0.58</u>
					Costo Unitario por M3 :	19.99

Partida 04.02.04	ELIMINACION MANUAL DE MATERIAL EXCEDENTE				Rend:	30.0000 M3/DIA
<i>Código</i>	<i>Descripción Insumo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cuadrilla</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>
	Mano de Obra					
47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0267	24.01	0.64
47 00007	PEON	HH	4.000	1.0667	17.01	18.14
						<u>18.78</u>
	Equipo					
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	18.78	0.56
48 01437	CAMION VOLQUETE 4x2 4 M3.	HM	0.500	0.1333	100.00	13.33
						<u>13.89</u>
					Costo Unitario por M3 :	32.67

Partida 04.02.05	RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO				Rend:	20.0000 M3/DIA
<i>Código</i>	<i>Descripción Insumo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cuadrilla</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>
	Mano de Obra					
47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0400	24.01	0.96
47 00007	PEON	HH	2.000	0.8000	17.01	13.61
47 00054	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	1.000	0.4000	18.39	7.36
						<u>21.93</u>
	Materiales					
05 00740	AGUA PUESTA EN OBRA	M3		0.1200	5.00	0.60
						<u>0.60</u>
	Equipo					
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	21.93	0.66
49 00742	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP	HM	1.000	0.4000	12.80	5.12
						<u>5.78</u>
					Costo Unitario por M3 :	28.31

Partida 04.02.06	PREPARACION DE CAMA DE APOYO PARA ALCANTARILLA CON MATERIAL DE PRE				Rend:	40.0000 M/DIA
<i>Código</i>	<i>Descripción Insumo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cuadrilla</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>
	Mano de Obra					
47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0200	24.01	0.48
47 00007	PEON	HH	1.000	0.2000	17.01	3.40
						<u>3.88</u>
	Materiales					
04 00056	ARENA GRUESA	M3		0.1050	55.00	5.78
						<u>5.78</u>
	Equipo					
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	3.88	0.12
						<u>0.12</u>
					Costo Unitario por M :	9.78

Partida 04.02.07	ALCANTARILLA TMC ϕ 24", E=2.0 mm				Rend:	20.0000 M/DIA
<i>Código</i>	<i>Descripción Insumo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cuadrilla</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>
	Mano de Obra					
47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0400	24.01	0.96
47 00003	OPERARIO	HH	1.000	0.4000	23.80	9.52
47 00007	PEON	HH	2.000	0.8000	17.01	13.61
						<u>24.09</u>
	Materiales					
72 01443	ALCANTARILLA TMC = 24" y de 2.0mm de espesor	M		1.0500	205.00	215.25
						<u>215.25</u>

	Equipo						
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	24.09	0.72	
						<u>0.72</u>	
							Costo Unitario por M : 240.06
Partida 04.02.08	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO				Rend:	16.0000 M2/DIA	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
	Mano de Obra						
47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0500	24.01	1.20	
47 00003	OPERARIO	HH	1.000	0.5000	23.80	11.90	
47 00004	OFICIAL	HH	1.000	0.5000	18.84	9.42	
						<u>22.52</u>	
	Materiales						
02 01439	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	KG		0.1000	3.30	0.33	
03 01112	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.2200	3.30	0.73	
03 01113	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg		0.0800	3.30	0.26	
43 01398	MADERA PARA ENCOFRADO	P2		5.6000	5.30	29.68	
53 01440	PETROLEO DIESEL B5	GLN		0.0250	10.08	0.25	
						<u>31.25</u>	
	Equipo						
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	22.52	0.68	
						<u>0.68</u>	
							Costo Unitario por M2 : 54.45
Partida 04.02.09	CONCRETO F'C=140 KG/CM2				Rend:	12.0000 M3/DIA	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
	Mano de Obra						
47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0667	24.01	1.60	
47 00003	OPERARIO	HH	3.000	2.0000	23.80	47.60	
47 00004	OFICIAL	HH	2.000	1.3333	18.84	25.12	
47 00007	PEON	HH	8.000	5.3333	17.01	90.72	
						<u>165.04</u>	
	Materiales						
04 00056	ARENA GRUESA	M3		0.5500	55.00	30.25	
05 00048	AGUA	M3		0.1900	2.00	0.38	
05 01442	PIEDRA ZARANDEADA DE 1/2" A 3/4"	M3		0.6900	50.00	34.50	
21 00013	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5KG)	BOL		7.0000	21.50	150.50	
						<u>215.63</u>	
	Equipo						
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	165.04	4.95	
49 00053	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 -11P3	HM	1.000	0.6667	15.25	10.17	
49 01441	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.35"	HM	0.500	0.3333	6.61	2.20	
						<u>17.32</u>	
							Costo Unitario por M3 : 397.99
Partida 04.02.10	REVESTIMIENTO ENT/SAL ALCANTARILLA C/PIEDRA EMBOQUILLADA				Rend:	24.0000 M2/DIA	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
	Mano de Obra						
47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0333	24.01	0.80	
47 00003	OPERARIO	HH	2.000	0.6667	23.80	15.87	
47 00004	OFICIAL	HH	1.000	0.3333	18.84	6.28	
47 00007	PEON	HH	2.000	0.6667	17.01	11.34	
						<u>34.29</u>	
	Materiales						
04 00056	ARENA GRUESA	M3		0.0180	55.00	0.99	
05 01444	AGREGADO GRUESO	M3		0.0280	50.00	1.40	

05 00048	AGUA	M3		0.0600	2.00	0.12
05 00378	PIEDRA GRANDE	M3		0.2964	45.00	13.34
21 00013	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5KG)	BOL		0.2800	21.50	6.02
						21.87

Equipo

37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	34.29	1.03
49 00198	MEZCLADORA DE CONC. (TAMBOR) 11 P3, 22 HP	HM	1.000	0.3333	15.00	5.00
						6.03

Costo Unitario por M2 : 62.19

Partida 04.03.01.01 TRAZO NIVELES Y REPLANTEO INICIAL DE TERRENO ACCIDENTADO **Rend:** 550.0000 M2/DIA

<i>Código</i>	<i>Descripción Insumo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cuadrilla</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>
Mano de Obra						
47 00038	TOPOGRAFO	HH	1.000	0.0145	35.00	0.51
47 00004	OFICIAL	HH	1.000	0.0145	18.84	0.27
47 00007	PEON	HH	2.000	0.0291	17.01	0.49
						1.27
Materiales						
03 01112	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.1000	3.30	0.33
30 01405	YESO DE 28 Kg	BOL		0.0250	8.00	0.20
43 01407	ESTACAS MADERA 2"X2"X1'	PZA		0.1000	0.50	0.05
54 00308	PINTURA ESMALTE	GLN		0.0030	33.50	0.10
						0.68
Equipo						
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.27	0.04
48 00267	MIRAS Y JALONES	HM	2.000	0.0291	1.30	0.04
49 01406	ESTACION TOTAL TOPOGRAFIA	HM	1.000	0.0145	10.00	0.15
						0.23
Costo Unitario por M2 :						2.18

Partida 04.03.01.02 EXCAVACION CON MAQUINARIA **Rend:** 200.0000 M3/DIA

<i>Código</i>	<i>Descripción Insumo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cuadrilla</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>
Mano de Obra						
47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0040	24.01	0.10
47 00007	PEON	HH	3.000	0.1200	17.01	2.04
						2.14
Equipo						
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	2.14	0.06
49 01420	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 115-165 H.P.	HM	1.000	0.0400	250.00	10.00
						10.06
Costo Unitario por M3 :						12.20

Partida 04.03.01.03 ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE EN CARRETILLA (50M) **Rend:** 8.0000 M3/DIA

<i>Código</i>	<i>Descripción Insumo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cuadrilla</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>
Mano de Obra						
47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.1000	24.01	2.40
47 00007	PEON	HH	1.000	1.0000	17.01	17.01
						19.41
Equipo						
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	19.41	0.58
						0.58
Costo Unitario por M3 :						19.99

Partida 04.03.01.04 ELIMINACION MANUAL DE MATERIAL EXCEDENTE **Rend:** 30.0000 M3/DIA

<i>Código</i>	<i>Descripción Insumo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cuadrilla</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>
Mano de Obra						

47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0267	24.01	0.64
47 00007	PEON	HH	4.000	1.0667	17.01	18.14
						18.78

Equipo

37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	18.78	0.56
48 01437	CAMION VOLQUETE 4x2 4 M3.	HM	0.500	0.1333	100.00	13.33
						13.89

Costo Unitario por M3 : 32.67

Partida **04.03.01.05** RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO Rend: 20.0000 M3/DIA

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0400	24.01	0.96
47 00007	PEON	HH	2.000	0.8000	17.01	13.61
47 00054	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	1.000	0.4000	18.39	7.36
						21.93
Materiales						
05 00740	AGUA PUESTA EN OBRA	M3		0.1200	5.00	0.60
						0.60
Equipo						
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	21.93	0.66
49 00742	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP	HM	1.000	0.4000	12.80	5.12
						5.78
						Costo Unitario por M3 : 28.31

Partida **04.03.01.06** PREPARACION DE CAMA DE APOYO PARA ALCANTARILLA CON MATERIAL DE PRE Rend: 40.0000 M/DIA

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0200	24.01	0.48
47 00007	PEON	HH	1.000	0.2000	17.01	3.40
						3.88
Materiales						
04 00056	ARENA GRUESA	M3		0.1050	55.00	5.78
						5.78
Equipo						
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	3.88	0.12
						0.12
						Costo Unitario por M : 9.78

Partida **04.03.01.07** ALCANTARILLA TMC ø 36", E=2.0 mm Rend: 20.0000 M/DIA

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0400	24.01	0.96
47 00003	OPERARIO	HH	1.000	0.4000	23.80	9.52
47 00007	PEON	HH	2.000	0.8000	17.01	13.61
						24.09
Materiales						
72 01452	ALCANTARILLA TMC = 36" y de 2.0mm de espesor	M		1.0500	310.00	325.50
						325.50
Equipo						
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	24.09	0.72
						0.72
						Costo Unitario por M : 350.31

Partida **04.03.01.08** ALCANTARILLA TMC ø 40", E=2.5 mm Rend: 20.0000 M/DIA

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
--------	--------------------	--------	-----------	----------	--------	---------

Mano de Obra						
47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0400	24.01	0.96
47 00003	OPERARIO	HH	1.000	0.4000	23.80	9.52
47 00007	PEON	HH	2.000	0.8000	17.01	13.61
						24.09
Materiales						
72 01453	ALCANTARILLA TMC = 40" y de 2.50mm de espesor	M		1.0500	345.00	362.25
						362.25
Equipo						
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	24.09	0.72
						0.72
Costo Unitario por M :						387.06

Partida	04.03.01.09	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO				Rend:	16.0000 M2/DIA
Código	Descripción Insumo		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra							
47 00002	CAPATAZ	HH	0.100		0.0500	24.01	1.20
47 00003	OPERARIO	HH	1.000		0.5000	23.80	11.90
47 00004	OFICIAL	HH	1.000		0.5000	18.84	9.42
						22.52	
Materiales							
02 01439	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	KG			0.1000	3.30	0.33
03 01112	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg			0.2200	3.30	0.73
03 01113	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg			0.0800	3.30	0.26
43 01398	MADERA PARA ENCOFRADO	P2			5.6000	5.30	29.68
53 01440	PETROLEO DIESEL B5	GLN			0.0250	10.08	0.25
						31.25	
Equipo							
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			3.0000	22.52	0.68
						0.68	
Costo Unitario por M2 :						54.45	

Partida	04.03.01.10	CONCRETO F'C= 175 KG/CM2. PARA ESTRUCTURA DE ENTRADA Y SALIDA				Rend:	12.0000 M3/DIA
Código	Descripción Insumo		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra							
47 00002	CAPATAZ	HH	0.200		0.1333	24.01	3.20
47 00003	OPERARIO	HH	2.000		1.3333	23.80	31.73
47 00004	OFICIAL	HH	2.000		1.3333	18.84	25.12
47 00007	PEON	HH	10.000		6.6667	17.01	113.40
47 00054	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	2.000		1.3333	18.39	24.52
						197.97	
Materiales							
01 01388	ACEITE MULTIGRADO PARA MOTOR	GLN			0.0040	15.00	0.06
01 01386	GASOLINA DE 84 OCTANOS	GLN			0.3125	11.00	3.44
04 00056	ARENA GRUESA	M3			0.5000	55.00	27.50
05 00740	AGUA PUESTA EN OBRA	M3			0.1800	5.00	0.90
05 01431	PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	M3			0.8000	50.00	40.00
21 00013	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5KG)	BOL			9.2000	21.50	197.80
39 01387	REGLA DE ALUMINIO	UND			0.0100	50.00	0.50
53 01389	GRASA MULTIPLE EP	LBS			0.0080	15.00	0.12
						270.32	
Equipo							
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			3.0000	197.97	5.94
49 01385	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	HM	1.000		0.6667	15.25	10.17
49 01451	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	HM	1.000		0.6667	6.61	4.41
						20.52	

Costo Unitario por M3 : **488.81**

Partida	04.03.01.11	REVESTIMIENTO ENT/SAL ALCANTARILLA C/PIEDRA EMBOQUILLADA	Rend:	24.0000	M2/DIA	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0333	24.01	0.80
47 00003	OPERARIO	HH	2.000	0.6667	23.80	15.87
47 00004	OFICIAL	HH	1.000	0.3333	18.84	6.28
47 00007	PEON	HH	2.000	0.6667	17.01	11.34
						34.29
Materiales						
04 00056	ARENA GRUESA	M3		0.0180	55.00	0.99
05 01444	AGREGADO GRUESO	M3		0.0280	50.00	1.40
05 00048	AGUA	M3		0.0600	2.00	0.12
05 00378	PIEDRA GRANDE	M3		0.2964	45.00	13.34
21 00013	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5KG)	BOL		0.2800	21.50	6.02
						21.87
Equipo						
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	34.29	1.03
49 00198	MEZCLADORA DE CONC. (TAMBOR) 11 P3, 22 HP	HM	1.000	0.3333	15.00	5.00
						6.03
					Costo Unitario por M2 :	62.19

Partida	05.01	SEÑALES PREVENTIVAS, REGLAMENTARIAS E INFORMATICAS	Rend:	4.0000	UND/DIA	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Materiales						
43 01457	SC DE SEÑALES PREVENTIVAS, REGLAMENTARIAS E INFOI	UND		1.0000	500.00	500.00
						500.00
					Costo Unitario por UND :	500.00

Partida	06.01	CONFORMACION DE BOTADEROS	Rend:	1,500.0000	M3/DIA	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
47 00002	CAPATAZ	HH	1.000	0.0053	24.01	0.13
47 00007	PEON	HH	4.000	0.0213	17.01	0.36
						0.49
Equipo						
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.49	0.01
49 00747	CARGADOR S/LLANTAS 160-195 HP 3.5 YD3.	HM	1.000	0.0053	230.00	1.22
						1.23
					Costo Unitario por M3 :	1.72

Partida	06.02	RIEGO PARA CONTROL DE POLVO R=67 m3/día	Rend:	1.0000	MES/DIA	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.8000	24.01	19.21
47 00007	PEON	HH	4.000	32.0000	17.01	544.32
						563.53
Equipo						
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	563.53	16.91
48 01423	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)	HM	1.000	8.0000	120.00	960.00
48 01379	Motobomba 10 hp 4"	HM	2.000	16.0000	30.00	480.00
						1,456.91
					Costo Unitario por MES :	2,020.44

Partida	06.03	LIMPIEZA FINAL DE OBRA	Rend:	700.0000	M2/DIA
---------	-------	------------------------	-------	----------	--------

<i>Código</i>	<i>Descripción Insumo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cuadrilla</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>
Mano de Obra						
47 00002	CAPATAZ	HH	0.100	0.0011	24.01	0.03
47 00007	PEON	HH	1.000	0.0114	17.01	0.19
						0.22
Equipo						
37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.22	0.01
						0.01
Costo Unitario por M2 :						0.23

ANEXO “D.4” LISTADO DE INSUMOS

Listado Total de Insumos

Proyecto ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+070.

Cliente Anthony Christian, Aguilar Cusi / Alejandro Erasmo Aguilar Ponce De Leon

Ubicación AREQUIPA - AREQUIPA - AREQUIPA

Costo a : **AGOSTO DEL 2020**

IU Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Parcial
<u>MANO DE OBRA</u>					
47 00002	CAPATAZ	HH	1,547.18	24.01	37,147.79
47 00038	TOPOGRAFO	HH	1,056.62	35.00	36,981.70
47 00003	OPERARIO	HH	4,874.20	23.80	116,005.96
47 00004	OFICIAL	HH	6,433.97	18.84	121,215.99
47 01584	OFICIAL	HH	112.65	18.84	2,122.33
47 00007	PEON	HH	23,965.76	17.01	407,657.58
47 00054	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	156.79	18.39	2,883.37
					724,014.72
<u>MATERIALES</u>					
01 01388	ACEITE MULTIGRADO PARA MOTOR	GLN	0.22	15.00	3.30
01 01386	GASOLINA DE 84 OCTANOS	GLN	10.55	11.00	116.05
02 01439	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	KG	88.04	3.30	290.53
02 01583	CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2", 3", 4"	KG	1.00	3.30	3.30
02 01072	CLAVOS CON CABEZA DE 3"	KG	13.07	3.30	43.13
02 01399	CLAVOS PARA CALAMINA	KG	8.70	3.30	28.71
02 01400	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2"	kg	2.11	3.30	6.96
03 01112	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	4,513.78	3.30	14,895.47
03 01113	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg	71.47	3.30	235.85
04 00057	ARENA FINA	M3	122.73	60.00	7,363.80
04 00056	ARENA GRUESA	M3	1,705.37	55.00	93,795.35
05 01444	AGREGADO GRUESO	M3	0.49	50.00	24.50
05 00048	AGUA	M3	842.96	2.00	1,685.92
05 00740	AGUA PUESTA EN OBRA	M3	21,059.31	5.00	105,296.55
05 01426	MATERIAL CLASIFICADO PARA BASE GRANULAR	M3	14,040.00	20.00	280,800.00
05 01431	PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	M3	1,580.91	50.00	79,045.50
05 00378	PIEDRA GRANDE	M3	5.20	45.00	234.00
05 01442	PIEDRA ZARANDEADA DE 1/2" A 3/4"	M3	387.92	50.00	19,396.00
06 01396	CABLE NH80 2.5mm2	M	137.62	1.10	151.38
13 01345	ASFALTO LIQUIDO MC-30	GLN	16,101.43	14.00	225,420.02
13 00268	ASFALTO RC-250	GLN	229.06	10.17	2,329.54
13 01646	CEMENTO ASFALTICO EN CALIENTE PEN(120/150)	GLN	72,852.00	8.50	619,242.00
21 00013	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5KG)	BOL	5,032.12	21.50	108,190.58
27 01414	CORDON DETONANTE 3P	M	225,685.58	0.56	126,383.92
27 01416	EXAMON P	KG	71,230.08	3.65	259,989.79
27 01412	FULMINANTE	UND	1,920.72	0.47	902.74
27 01417	MECHA DE SEGURIDAD IMPERMEABLE BLANCA	M	9,812.41	0.46	4,513.71
28 01413	DINAMITA	KG	7,303.08	8.90	64,997.41
30 01418	BARRENO 5" X 1/8"	UND	361.10	340.00	122,774.00
30 01347	FILLER	KG	114,114.00	7.00	798,798.00
30 00018	GIGANTOGRAFIA	UND	4.00	250.00	1,000.00
30 00773	YESO BOLSA 25 kg	BOL	26.87	15.00	403.05
30 01405	YESO DE 28 Kg	BOL	1,081.90	8.00	8,655.20
32 01410	TRANSPORTE DE EQUIPO Y HERRAMIENTAS	GLB	1.00	8,000.00	8,000.00
32 00265	TRANSPORTE DE MATERIALES	GLB	1.00	350.00	350.00
38 00014	HORMIGON	M3	12.03	45.00	541.35
39 01387	REGLA DE ALUMINIO	UND	0.44	50.00	22.00
43 01407	ESTACAS MADERA 2"X2"X1'	PZA	4,327.61	0.50	2,163.81
43 01398	MADERA PARA ENCOFRADO	P2	5,179.58	5.30	27,451.77
43 01403	ROLLIZO DE MADERA EUCALIPTO DE 5" X 5m	UND	4.00	21.19	84.76
43 01457	SC DE SEÑALES PREVENTIVAS, REGLAMENTARIAS E INFORMAT	UND	63.00	500.00	31,500.00
44 01401	TRIPLAY LUPUNA DE 4' x 8' x 6 mm	PLN	19.64	40.00	785.60
53 01389	GRASA MULTIPLE EP	LBS	0.38	15.00	5.70
53 01440	PETROLEO DIESEL B5	GLN	21.84	10.08	220.15
54 00308	PINTURA ESMALTE	GLN	141.21	33.50	4,730.54
59 01402	CALAMINA GALVANIZADA 1.83 X 0.83 X 0.25 mm.	PLN	36.96	22.88	845.64

72 01443	ALCANTARILLA TMC = 24" y de 2.0mm de espesor	M	94.08	205.00	19,286.40
72 01452	ALCANTARILLA TMC = 36" y de 2.0mm de espesor	M	16.02	310.00	4,966.20
72 01453	ALCANTARILLA TMC = 40" y de 2.50mm de espesor	M	32.05	345.00	11,057.25
					3,059,027.43

EQUIPO

37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			32,231.62
37 00771	JALON	HM	806.00	1.00	806.00
37 00770	MIRA TOPOGRAFICA	HM	335.83	1.20	403.00
48 01423	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)	HM	1,362.31	120.00	163,477.20
48 01421	CAMION VOLQUETE 15 M3.	HM	339.56	120.00	40,747.20
48 01437	CAMION VOLQUETE 4x2 4 M3.	HM	43.81	100.00	4,381.00
48 00345	CAMION VOLQUETE 6x4 330 HP 15 M3.	HM	624.00	165.00	102,960.00
48 01496	COMPRESORA NEUMATICA 87 HP 250-330 PCM (Incl.02 martillos)	HM	130.20	65.00	8,463.00
48 00041	ESTACION TOTAL	hm	442.00	15.50	6,851.00
48 00267	MIRAS Y JALONES	HM	1,331.57	1.30	1,731.04
48 01379	Motobomba 10 hp 4"	HM	96.00	30.00	2,880.00
48 00769	NIVEL TOPOGRAFICO	HM	429.87	15.00	6,448.05
49 01428	BARREDORA MECANICA 10-20 HP 7 P.LONG.	HM	91.00	30.00	2,730.00
49 01427	CAMION IMPRIMIDOR 6x2 178-210 HP 1,800 G	HM	90.48	250.00	22,620.00
49 01430	CAMIÓN VOLQUETE 6X2 330 HP 10 - 15 M3	hm	89.40	130.00	11,622.00
49 00747	CARGADOR S/LLANTAS 160-195 HP 3.5 YD3.	HM	117.96	230.00	27,130.80
49 00194	CARGADOR S/LLANTAS 80-95 HP 1.5-1.75 YD3	HM	753.16	110.00	82,847.60
49 00742	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP	HM	114.92	12.80	1,470.98
49 01415	COMPRESORA NEUMATICA 240 HP 700-800 PCM	HM	1,194.40	65.00	77,636.00
49 01406	ESTACION TOTAL TOPOGRAFIA	HM	649.14	10.00	6,491.40
49 01420	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 115-165 H.P.	HM	1,360.69	250.00	340,172.50
49 01385	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	HM	24.39	15.25	371.95
49 00198	MEZCLADORA DE CONC. (TAMBOR) 11 P3, 22 HP	HM	5.84	15.00	87.60
49 00053	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 -11P3	HM	374.92	15.25	5,717.53
49 01424	MOTONIVELADORA DE 130-135 HP.	HM	1,626.28	200.00	325,256.00
49 01432	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 69 HP 10-16'	HM	89.24	170.00	15,170.80
49 01438	PLANCHA COMPACTADORA 8HP	HM	116.86	210.00	24,540.60
49 01433	PLANTA ASFALTO EN CALIENTE 60-115 TON/H	HM	89.40	65.00	5,811.00
49 01422	RODILLO LISO VIBR AUTOP 101-135HP 10-12T	HM	1,734.56	200.00	346,912.00
49 00195	RODILLO LISO VIBR AUTOP 70-100 HP 7-9 T.	HM	624.00	180.00	112,320.00
49 01434	RODILLO NEUMATICO AUTOP 81-100HP 5.5-20T	HM	89.31	100.00	8,931.00
49 01350	RODILLO TANDEM ESTATIC AUT 58-70HP 8-10T	HM	89.38	120.00	10,725.60
49 01435	SECADOR ARIDOS 2-M.E. 70 HP 60-115 TON/H	HM	89.05	60.00	5,343.00
49 01419	TRACK DRILL 750 PCM	HM	1,197.32	95.00	113,745.40
49 01411	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	HM	81.82	200.00	16,364.00
49 01429	TRACTOR DE TIRO MF 265 DE 63 HP	HM	93.60	50.00	4,680.00
49 01441	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.35"	HM	187.12	6.61	1,236.86
49 01451	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	HM	17.44	6.61	115.28
					1,941,429.01

COSTO DIRECTO		5,724,471.16
GASTOS GENERALES	7 %	400,712.98
UTILIDAD	5 %	286,223.56
SUB TOTAL		6,411,407.70
IGV.	18 %	1,154,053.39
PRESUPUESTO TOTAL		7,565,461.09

Son : SIETE MILLONES QUINIENTOS SESENTA Y CINCO MIL CUATROCIENTOS SESENTA Y UNO CON 09/100 SOLES

ANEXO “E” GESTIÓN DE RIESGOS

Anexo N° 01							
Formato para identificar, analizar y dar respuesta a riesgos							
1	NÚMERO Y FECHA DEL DOCUMENTO		Número	V-01			
			Fecha	SEPTIEMBRE - 2020			
2	DATOS GENERALES DEL PROYECTO		Nombre del Proyecto	"ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+070."			
			Ubicación Geográfica	Departamento: AREQUIPA, Provincia: AREQUIPA, Distrito: CHIGUATA			
3 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS							
3.1	CÓDIGO DE RIESGO		RDP1				
3.2	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO		Mal manejo del proyecto				
3.3	CAUSA(S) GENERADORA(S)		Causa N° 1	Personal clave asignado al proyecto sin experiencia			
			Causa N° 2				
4 ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGOS							
4.1	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA			4.2	IMPACTO EN LA EJECUCIÓN DE LA OBRA		
	Muy baja	0.10			Muy bajo	0.05	
	Baja	0.30			Bajo	0.10	
	Moderada	0.50	X		Moderado	0.20	
	Alta	0.70			Alto	0.40	X
	Muy alta	0.90			Muy alto	0.80	
	Moderada		0.500		Alto	0.400	
4.3 PRIORIZACIÓN DEL RIESGO							
	Puntuación del Riesgo =Probabilidad x Impacto		0.200	Prioridad del Riesgo	Alta Prioridad		
5 RESPUESTA A LOS RIESGOS							
5.1	ESTRATEGIA		Mitigar Riesgo	X	Evitar Riesgo		
			Aceptar Riesgo		Transferir Riesgo		
5.2	DISPARADOR DE RIESGO		SPI<1.0; CPI>1 en los indicadores de desempeño de costo y cronograma; No conformidades (NCR's)				
5.3	ACCIONES PARA DAR RESPUESTA AL RIESGO		En la etapa de licitación, el Cliente deberá establecer en sus bases, los criterios de evaluación y la experiencia mínima requerida del personal clave, así como una carta de compromiso; El Contratista deberá realizar los esfuerzos necesarios para la contratación de un personal idóneo que pueda cumplir los objetivos del proyecto, a través de un adecuado proceso de selección de personal según lo requerido por la Entidad				

Anexo N° 01							
Formato para identificar, analizar y dar respuesta a riesgos							
1	NÚMERO Y FECHA DEL DOCUMENTO		Número	V-01			
			Fecha	SEPTIEMBRE - 2020			
2	DATOS GENERALES DEL PROYECTO		Nombre del Proyecto	ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+070.			
			Ubicación Geográfica	Departamento: AREQUIPA, Provincia: AREQUIPA, Distrito: CHIGUATA			
3	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS						
3.1	CÓDIGO DE RIESGO		RDP2				
3.2	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO		Abandono del proyecto o recorte de la calidad de mano de obra				
3.3	CAUSA(S) GENERADORA(S)		Causa N° 1	Estimaciones inexactas de los costos o presupuesto con relacion al alcance			
			Causa N° 2				
4	ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGOS						
4.1	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA			4.2	IMPACTO EN LA EJECUCIÓN DE LA OBRA		
	Muy baja	0.10			Muy bajo	0.05	
	Baja	0.30	X		Bajo	0.10	
	Moderada	0.50			Moderado	0.20	
	Alta	0.70			Alto	0.40	X
	Muy alta	0.90			Muy alto	0.80	
	Baja		0.300		Alto		0.400
4.3	PRIORIZACIÓN DEL RIESGO						
Puntuación del Riesgo =Probabilidad x Impacto		0.120	Prioridad del Riesgo	Prioridad Moderada			
5	RESPUESTA A LOS RIESGOS						
5.1	ESTRATEGIA		Mitigar Riesgo	X	Evitar Riesgo		
			Aceptar Riesgo		Transferir Riesgo		
5.2	DISPARADOR DE RIESGO		Pérdida de comunicación con el contratista y/o actitud evasiva a las comunicaciones				
5.3	ACCIONES PARA DAR RESPUESTA AL RIESGO		Incorporacion de clausulas de resolucion de contrato; incorporacion de penalidad en el contrato; Comunicación constante con el contratista.				

Anexo N° 01								
Formato para identificar, analizar y dar respuesta a riesgos								
1	NÚMERO Y FECHA DEL DOCUMENTO		Número	V-01				
			Fecha	SEPTIEMBRE - 2020				
2	DATOS GENERALES DEL PROYECTO		Nombre del Proyecto	"ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+070."				
			Ubicación Geográfica	Departamento: AREQUIPA, Provincia: AREQUIPA, Distrito: CHIGUATA				
3	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS							
	3.1	CÓDIGO DE RIESGO	RRDEX1					
	3.2	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	Inconsistencias en el diseño del pavimento proyectado y las condiciones del terreno previstas					
	3.3	CAUSA(S) GENERADORA(S)	Causa N° 1	Problemas con el estudio de suelos				
Causa N° 2								
4	ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGOS							
	4.1	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA			4.2	IMPACTO EN LA EJECUCIÓN DE LA OBRA		
		Muy baja	0.10			Muy bajo	0.05	
		Baja	0.30			Bajo	0.10	
		Moderada	0.50	X		Moderado	0.20	
		Alta	0.70			Alto	0.40	
		Muy alta	0.90			Muy alto	0.80	X
	Moderada		0.500	Muy alto		0.800		
4.3	PRIORIZACIÓN DEL RIESGO							
	Puntuación del Riesgo =Probabilidad x Impacto		0.400	Prioridad del Riesgo	Alta Prioridad			
5	RESPUESTA A LOS RIESGOS							
	5.1	ESTRATEGIA	Mitigar Riesgo		Evitar Riesgo	X		
			Aceptar Riesgo		Transferir Riesgo			
	5.2	DISPARADOR DE RIESGO	El movimiento de tierras ha revelado un área o áreas con terreno que no corresponde al perfil estatigrafico del estudio de suelos					
5.3	ACCIONES PARA DAR RESPUESTA AL RIESGO	Campaña de calicatas adicionales para corroborar lo del estudio de suelos; En caso se decida asumir el riesgo, se deberá considerar una reserva de contingencia						

Anexo N° 01							
Formato para identificar, analizar y dar respuesta a riesgos							
1	NÚMERO Y FECHA DEL DOCUMENTO	Número	V-01				
		Fecha	SEPTIEMBRE - 2020				
2	DATOS GENERALES DEL PROYECTO	Nombre del Proyecto	"ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+070."				
		Ubicación Geográfica	Departamento: AREQUIPA, Provincia: AREQUIPA, Distrito: CHIGUATA				
3	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS						
3.1	CÓDIGO DE RIESGO	RRDEX2					
3.2	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	Errores en el diseño de obras de arte (cunetas)					
3.3	CAUSA(S) GENERADORA(S)	Causa N° 1	Omisión de requisitos normativos				
		Causa N° 2					
4	ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGOS						
4.1	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA			4.2	IMPACTO EN LA EJECUCIÓN DE LA OBRA		
	Muy baja	0.10			Muy bajo	0.05	
	Baja	0.30	X		Bajo	0.10	
	Moderada	0.50			Moderado	0.20	
	Alta	0.70			Alto	0.40	X
	Muy alta	0.90			Muy alto	0.80	
	Baja		0.300		Alto		0.400
4.3	PRIORIZACIÓN DEL RIESGO						
	Puntuación del Riesgo =Probabilidad x Impacto	0.120	Prioridad del Riesgo	Prioridad Moderada			
5	RESPUESTA A LOS RIESGOS						
5.1	ESTRATEGIA	Mitigar Riesgo		Evitar Riesgo			
		Aceptar Riesgo	X	Transferir Riesgo	X		
5.2	DISPARADOR DE RIESGO	La dependencia encargada de la revision y/o aprobacion del expediente tecnico ha detectado mas de dos (02) errores u omisiones normativas					
5.3	ACCIONES PARA DAR RESPUESTA AL RIESGO	Contratacion de un tercero para la evaluacion y verificacion del expediente tecnico; Incluir clausulas de garantia y responsabilidad en el contrato del proyectista.					

Anexo N° 01							
Formato para identificar, analizar y dar respuesta a riesgos							
1	NÚMERO Y FECHA DEL DOCUMENTO	Número	V-01				
		Fecha	SEPTIEMBRE - 2020				
2	DATOS GENERALES DEL PROYECTO	Nombre del Proyecto	"ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+070."				
		Ubicación Geográfica	Departamento: AREQUIPA, Provincia: AREQUIPA, Distrito: CHIGUATA				
3 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS							
3.1	CÓDIGO DE RIESGO	RTT1					
3.2	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	Falla en la compactacion de base					
3.3	CAUSA(S) GENERADORA(S)	Causa N° 1	La tecnología para el sistema de compactacion propuesto				
		Causa N° 2					
4 ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGOS							
4.1	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA			4.2	IMPACTO EN LA EJECUCIÓN DE LA OBRA		
	Muy baja	0.10			Muy bajo	0.05	
	Baja	0.30	X		Bajo	0.10	
	Moderada	0.50			Moderado	0.20	
	Alta	0.70			Alto	0.40	
	Muy alta	0.90			Muy alto	0.80	X
	Baja		0.300		Muy alto		0.800
4.3 PRIORIZACIÓN DEL RIESGO							
Puntuación del Riesgo =Probabilidad x Impacto		0.240	Prioridad del Riesgo	Alta Prioridad			
5 RESPUESTA A LOS RIESGOS							
5.1	ESTRATEGIA	Mitigar Riesgo	X	Evitar Riesgo	X		
		Aceptar Riesgo		Transferir Riesgo			
5.2	DISPARADOR DE RIESGO	Problemas de funcionamiento durante las pruebas; Problemas de funcionamiento durante la operación y mantenimiento					
5.3	ACCIONES PARA DAR RESPUESTA AL RIESGO	Si el personal contratado no cuenta con la experiencia adecuada podría el Contratista solicitar a un proveedor de esta partida o realizar una capacitación a su personal o también podría subcontratar todo este paquete a un tercero especializado en el tema; Realizar pruebas preventivas, contar con certificados de calidad, etc.					

Anexo N° 01								
Formato para identificar, analizar y dar respuesta a riesgos								
1	NÚMERO Y FECHA DEL DOCUMENTO		Número	V-01				
			Fecha	SEPTIEMBRE - 2020				
2	DATOS GENERALES DEL PROYECTO		Nombre del Proyecto	"ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+070."				
			Ubicación Geográfica	Departamento: AREQUIPA, Provincia: AREQUIPA, Distrito: CHIGUATA				
3	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS							
	3.1	CÓDIGO DE RIESGO	RTT2					
	3.2	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	Errores durante el vaciado de concreto (Nivelado, Vibrado, Trabajabilidad)					
	3.3	CAUSA(S) GENERADORA(S)	Causa N° 1	La tecnología y metodo propuesto para el sistema vaciado de concreto Falta de equipos necesarios para la ejecución (Vibrado); Demora en la llegada de Camiones Concreteros, No obedecer el diseño de mezclas				
Causa N° 2								
4	ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGOS							
	4.1	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA			4.2	IMPACTO EN LA EJECUCIÓN DE LA OBRA		
		Muy baja	0.10			Muy bajo	0.05	
		Baja	0.30	X		Bajo	0.10	
		Moderada	0.50			Moderado	0.20	X
		Alta	0.70			Alto	0.40	
		Muy alta	0.90			Muy alto	0.80	
Baja		0.300	Moderado		0.200			
4.3	PRIORIZACIÓN DEL RIESGO							
	Puntuación del Riesgo =Probabilidad x Impacto		0.060	Prioridad del Riesgo	Prioridad Moderada			
5	RESPUESTA A LOS RIESGOS							
	5.1	ESTRATEGIA	Mitigar Riesgo	X	Evitar Riesgo			
			Aceptar Riesgo		Transferir Riesgo			
	5.2	DISPARADOR DE RIESGO	Presencia de cangrejeras y/o juntas frias en los elementos estructurales					
5.3	ACCIONES PARA DAR RESPUESTA AL RIESGO	Si el personal contratado no cuenta con la experiencia adecuada podría el Contratista subcontratar todo este paquete a un tercero especializado en el tema; Realizar pruebas preventivas, contar con certificados de calidad, etc.						

Anexo N° 01								
Formato para identificar, analizar y dar respuesta a riesgos								
1	NÚMERO Y FECHA DEL DOCUMENTO		Número		V-01			
			Fecha		SEPTIEMBRE - 2020			
2	DATOS GENERALES DEL PROYECTO		Nombre del Proyecto		"ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+070."			
			Ubicación Geográfica		Departamento: AREQUIPA, Provincia: AREQUIPA, Distrito: CHIGUATA			
3	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS							
	3.1	CÓDIGO DE RIESGO		RE01				
	3.2	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO		Daños a la infraestructura construida				
	3.3	CAUSA(S) GENERADORA(S)		Causa N° 1		Desastres naturales: sismos, huaycos, etc.		
Causa N° 2								
4	ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGOS							
	4.1	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA			4.2	IMPACTO EN LA EJECUCIÓN DE LA OBRA		
		Muy baja	0.10			Muy bajo	0.05	
		Baja	0.30			Bajo	0.10	
		Moderada	0.50	X		Moderado	0.20	
		Alta	0.70			Alto	0.40	
		Muy alta	0.90			Muy alto	0.80	X
		Moderada		0.500		Muy alto		0.800
4.3	PRIORIZACIÓN DEL RIESGO							
Puntuación del Riesgo =Probabilidad x Impacto		0.400	Prioridad del Riesgo		Alta Prioridad			
5	RESPUESTA A LOS RIESGOS							
	5.1	ESTRATEGIA		Mitigar Riesgo		Evitar Riesgo		
				Aceptar Riesgo		X	Transferir Riesgo	
	5.2	DISPARADOR DE RIESGO		Daños a la propiedad				
5.3	ACCIONES PARA DAR RESPUESTA AL RIESGO		Contratación de un seguro; Inclusión de cláusulas contractuales sobre eventos de fuerza mayor y su tratamiento; Establecer una reserva de gestión para riesgos imprevisibles					

Anexo N° 01							
Formato para identificar, analizar y dar respuesta a riesgos							
1	NÚMERO Y FECHA DEL DOCUMENTO	Número	V-01				
		Fecha	SEPTIEMBRE - 2020				
2	DATOS GENERALES DEL PROYECTO	Nombre del Proyecto	"ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+070."				
		Ubicación Geográfica	Departamento: AREQUIPA, Provincia: AREQUIPA, Distrito: CHIGUATA				
3	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS						
3.1	CÓDIGO DE RIESGO	REO2					
3.2	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	Merma en la productividad esperada					
3.3	CAUSA(S) GENERADORA(S)	Causa N° 1	Condiciones climáticas adversas: lluvias, temperaturas elevadas, etc.				
		Causa N° 2					
4	ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGOS						
4.1	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA			4.2	IMPACTO EN LA EJECUCIÓN DE LA OBRA		
	Muy baja	0.10			Muy bajo	0.05	
	Baja	0.30			Bajo	0.10	
	Moderada	0.50	X		Moderado	0.20	
	Alta	0.70			Alto	0.40	X
	Muy alta	0.90			Muy alto	0.80	
	Moderada		0.500		Alto		0.400
4.3	PRIORIZACIÓN DEL RIESGO						
	Puntuación del Riesgo =Probabilidad x Impacto	0.200	Prioridad del Riesgo	Alta Prioridad			
5	RESPUESTA A LOS RIESGOS						
5.1	ESTRATEGIA	Mitigar Riesgo		Evitar Riesgo	X		
		Aceptar Riesgo		Transferir Riesgo			
5.2	DISPARADOR DE RIESGO	Registro de rendimientos actuales por debajo de los presupuestados; Registros meteorológicos por encima de los promedios ejm precipitación (mm/día)					
5.3	ACCIONES PARA DAR RESPUESTA AL RIESGO	Entregar información climatológica al Contratista en la licitación, con registros meteorológicos; Definir los intervalos de tiempo como temporada seca y húmeda; Definir los límites o promedios de los parámetros meteorológicos sobre los cuales se activaría la contingencia; El Contratista deberá implementar controles preventivos					

Anexo N° 01							
Formato para identificar, analizar y dar respuesta a riesgos							
1	NÚMERO Y FECHA DEL DOCUMENTO	Número	V-01				
		Fecha	SEPTIEMBRE - 2020				
2	DATOS GENERALES DEL PROYECTO	Nombre del Proyecto	"ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+070."				
		Ubicación Geográfica	Departamento: AREQUIPA, Provincia: AREQUIPA, Distrito: CHIGUATA				
3 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS							
3.1	CÓDIGO DE RIESGO	RF1					
3.2	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	Falta de liquidez financiera					
3.3	CAUSA(S) GENERADORA(S)	Causa N° 1	Mala gestión financiera (flujo de caja)				
		Causa N° 2					
4 ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGOS							
4.1	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA			4.2	IMPACTO EN LA EJECUCIÓN DE LA OBRA		
	Muy baja	0.10			Muy bajo	0.05	
	Baja	0.30	X		Bajo	0.10	
	Moderada	0.50			Moderado	0.20	
	Alta	0.70			Alto	0.40	X
	Muy alta	0.90			Muy alto	0.80	
	Baja		0.300		Alto		0.400
4.3 PRIORIZACIÓN DEL RIESGO							
Puntuación del Riesgo =Probabilidad x Impacto		0.120	Prioridad del Riesgo	Prioridad Moderada			
5 RESPUESTA A LOS RIESGOS							
5.1	ESTRATEGIA	Mitigar Riesgo	X	Evitar Riesgo			
		Aceptar Riesgo		Transferir Riesgo			
5.2	DISPARADOR DE RIESGO	Reclamos por parte de los proveedores o subcontratistas sobre sus pagos o valorizaciones; Ratios de liquidez en rojo; Flujo de caja en rojo					
5.3	ACCIONES PARA DAR RESPUESTA AL RIESGO	Desde el punto de vista del Contratista, elaborar un flujo de caja real mes a mes, y tener un adecuado control; Desde el punto de vista del Cliente, asegurar el desembolso oportuno de los fondos por parte del patrocinador o sponsor; Del Cliente hacia el Contratista, en las bases de licitación y contrato, incorporar cláusulas de cartas fianzas y/o fondos de garantía					

Anexo N° 01							
Formato para identificar, analizar y dar respuesta a riesgos							
1	NÚMERO Y FECHA DEL DOCUMENTO		Número	V-01			
			Fecha	SEPTIEMBRE - 2020			
2	DATOS GENERALES DEL PROYECTO		Nombre del Proyecto	"ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+070."			
			Ubicación Geográfica	Departamento: AREQUIPA, Provincia: AREQUIPA, Distrito: CHIGUATA			
3	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS						
	3.1	CÓDIGO DE RIESGO	REC1				
	3.2	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	Variación en los precios de los materiales, jornal, equipos, etc.				
	3.3	CAUSA(S) GENERADORA(S)	Causa N° 1	Condiciones del mercado (inflación, aumento del costo de materia prima, etc.)			
			Causa N° 2				
4	ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGOS						
	4.1	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA			4.2	IMPACTO EN LA EJECUCIÓN DE LA OBRA	
		Muy baja	0.10		Muy bajo	0.05	
		Baja	0.30		Bajo	0.10	
		Moderada	0.50	X	Moderado	0.20	
		Alta	0.70		Alto	0.40	X
		Muy alta	0.90		Muy alto	0.80	
		Moderada		0.500	Alto		0.400
	4.3	PRIORIZACIÓN DEL RIESGO					
		Puntuación del Riesgo =Probabilidad x Impacto		0.200	Prioridad del Riesgo	Alta Prioridad	
5	RESPUESTA A LOS RIESGOS						
	5.1	ESTRATEGIA		Mitigar Riesgo	X	Evitar Riesgo	
				Aceptar Riesgo		Transferir Riesgo	
	5.2	DISPARADOR DE RIESGO		Notificaciones de cambio del Contratista hacia la Supervisión indicando variación de los precios de los materiales, jornal, etc.			
	5.3	ACCIONES PARA DAR RESPUESTA AL RIESGO		Incorporación de formula polinómica en el presupuesto para reajustes económicos			

Anexo N° 01							
Formato para identificar, analizar y dar respuesta a riesgos							
1	NÚMERO Y FECHA DEL DOCUMENTO	Número	V-01				
		Fecha	SEPTIEMBRE - 2020				
2	DATOS GENERALES DEL PROYECTO	Nombre del Proyecto	"ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+070."				
		Ubicación Geográfica	Departamento: AREQUIPA, Provincia: AREQUIPA, Distrito: CHIGUATA				
3	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS						
	3.1	CÓDIGO DE RIESGO	RRAD1				
	3.2	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	Paralización de actividades				
	3.3	CAUSA(S) GENERADORA(S)	Causa N° 1	Retraso en la llegada de materiales críticos			
			Causa N° 2				
4	ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGOS						
	4.1	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA		4.2	IMPACTO EN LA EJECUCIÓN DE LA OBRA		
		Muy baja	0.10		Muy bajo	0.05	
		Baja	0.30		Bajo	0.10	
		Moderada	0.50	X	Moderado	0.20	
		Alta	0.70		Alto	0.40	
		Muy alta	0.90		Muy alto	0.80	
		Moderada		0.500	Moderado		0.200
	4.3	PRIORIZACIÓN DEL RIESGO					
		Puntuación del Riesgo =Probabilidad x Impacto	0.100		Prioridad del Riesgo	Prioridad Moderada	
5	RESPUESTA A LOS RIESGOS						
	5.1	ESTRATEGIA	Mitigar Riesgo		Evitar Riesgo	X	
			Aceptar Riesgo		Transferir Riesgo		
	5.2	DISPARADOR DE RIESGO	En caso los materiales sean a cuenta del Cliente: Reclamos por parte del Contratista formal e informalmente, a través de cartas o anotaciones en el CDO En caso los materiales sean por cuenta del Contratista: No cumplimiento de hitos intermedios logísticos (arribo en puertos o embarques, aduanas, etc.); Reclamos de parte del área operativa al área logística				
5.3	ACCIONES PARA DAR RESPUESTA AL RIESGO	Para el Cliente: Asegurar la llegada oportuna de los materiales en caso sean parte de su alcance. Para el Contratista: Implementación del sistema Last Planner (Ultimo Planificador), a través de un look ahead o cronograma de materiales e identificación de restricciones se puede hacer una identificación de los materiales que se requieren y su seguimiento diario o semanal; Existe un riesgo residual, para el cual en caso se activen los disparadores se puede disponer de una reserva o activar el plan de contingencia					

Anexo N° 01							
Formato para identificar, analizar y dar respuesta a riesgos							
1	NÚMERO Y FECHA DEL DOCUMENTO		Número	V-01			
			Fecha	SEPTIEMBRE - 2020			
2	DATOS GENERALES DEL PROYECTO		Nombre del Proyecto	"ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+070."			
			Ubicación Geográfica	Departamento: AREQUIPA, Provincia: AREQUIPA, Distrito: CHIGUATA			
3	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS						
	3.1	CÓDIGO DE RIESGO	RGG1				
	3.2	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	Paralización de actividades				
	3.3	CAUSA(S) GENERADORA(S)	Causa N° 1	Diferencias en las condiciones del medio o del proceso geológico sobre lo previsto en la fase de formulación y/o estructuración			
			Causa N° 2				
4	ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGOS						
	4.1	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA			4.2	IMPACTO EN LA EJECUCIÓN DE LA OBRA	
		Muy baja	0.10		Muy bajo	0.05	
		Baja	0.30		Bajo	0.10	
		Moderada	0.50	X	Moderado	0.20	
		Alta	0.70		Alto	0.40	X
		Muy alta	0.90		Muy alto	0.80	
		Moderada		0.500	Alto		0.400
	4.3	PRIORIZACIÓN DEL RIESGO					
		Puntuación del Riesgo =Probabilidad x Impacto		0.200	Prioridad del Riesgo	Alta Prioridad	
5	RESPUESTA A LOS RIESGOS						
	5.1	ESTRATEGIA	Mitigar Riesgo	X	Evitar Riesgo	X	
			Aceptar Riesgo		Transferir Riesgo		
	5.2	DISPARADOR DE RIESGO	Identificación de cambios en las condiciones del suelo (estratigrafía)				
	5.3	ACCIONES PARA DAR RESPUESTA AL RIESGO	Campaña de calcatas adicionales para corroborar lo del estudio de suelos; En caso se decida asumir el riesgo, se deberá considerar una reserva de contingencia				

Anexo N° 01							
Formato para identificar, analizar y dar respuesta a riesgos							
1	NÚMERO Y FECHA DEL DOCUMENTO	Número	V-01				
		Fecha	SEPTIEMBRE - 2020				
2	DATOS GENERALES DEL PROYECTO	Nombre del Proyecto	"ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+070."				
		Ubicación Geográfica	Departamento: AREQUIPA, Provincia: AREQUIPA, Distrito: CHIGUATA				
3	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS						
3.1	CÓDIGO DE RIESGO	GG2					
3.2	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	Colapso de la estructura					
3.3	CAUSA(S) GENERADORA(S)	Causa N° 1	Fallas geológicas no identificadas				
		Causa N° 2					
4	ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGOS						
4.1	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA			4.2	IMPACTO EN LA EJECUCIÓN DE LA OBRA		
	Muy baja	0.10			Muy bajo	0.05	
	Baja	0.30			Bajo	0.10	
	Moderada	0.50	X		Moderado	0.20	
	Alta	0.70			Alto	0.40	
	Muy alta	0.90			Muy alto	0.80	X
	Moderada		0.500		Muy alto		0.800
4.3	PRIORIZACIÓN DEL RIESGO						
	Puntuación del Riesgo =Probabilidad x Impacto	0.400	Prioridad del Riesgo	Alta Prioridad			
5	RESPUESTA A LOS RIESGOS						
5.1	ESTRATEGIA	Mitigar Riesgo	X	Evitar Riesgo	X		
		Aceptar Riesgo		Transferir Riesgo			
5.2	DISPARADOR DE RIESGO	Aparición de grietas o fisuras en los elementos estructurales o terreno					
5.3	ACCIONES PARA DAR RESPUESTA AL RIESGO	Revisión minuciosa del estudio de suelos, las calicatas o ensayos realizados si son acordes o no la reglamentación peruana.					

Anexo N° 01							
Formato para identificar, analizar y dar respuesta a riesgos							
1	NÚMERO Y FECHA DEL DOCUMENTO		Número	V-01			
			Fecha	SEPTIEMBRE - 2020			
2	DATOS GENERALES DEL PROYECTO		Nombre del Proyecto	"ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+070."			
			Ubicación Geográfica	Departamento: AREQUIPA, Provincia: AREQUIPA, Distrito: CHIGUATA			
3	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS						
	3.1	CÓDIGO DE RIESGO	ROPL1				
	3.2	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	Retraso en el inicio de actividades				
	3.3	CAUSA(S) GENERADORA(S)	Causa N° 1	No obtención de autorización de construcción u otros permisos			
			Causa N° 2				
4	ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGOS						
	4.1	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA			4.2	IMPACTO EN LA EJECUCIÓN DE LA OBRA	
		Muy baja	0.10		Muy bajo	0.05	
		Baja	0.30	X	Bajo	0.10	
		Moderada	0.50		Moderado	0.20	
		Alta	0.70		Alto	0.40	X
		Muy alta	0.90		Muy alto	0.80	
		Baja		0.300	Alto		0.400
	4.3	PRIORIZACIÓN DEL RIESGO					
		Puntuación del Riesgo =Probabilidad x Impacto		0.120	Prioridad del Riesgo	Prioridad Moderada	
5	RESPUESTA A LOS RIESGOS						
	5.1	ESTRATEGIA		Mitigar Riesgo	X	Evitar Riesgo	
				Aceptar Riesgo		Transferir Riesgo	
	5.2	DISPARADOR DE RIESGO		No cumplimiento de hitos propuestos en el cronograma de inicio de actividades o hitos intermedios como movilización, obras preliminares			
	5.3	ACCIONES PARA DAR RESPUESTA AL RIESGO		Asegurarse de contar con la autorización previo al inicio de labores, gestionarlo con anticipación según cronograma interno; En caso se decida asumir el riesgo, se deberá considerar una reserva de contingencia			

Anexo N° 01							
Formato para identificar, analizar y dar respuesta a riesgos							
1	NÚMERO Y FECHA DEL DOCUMENTO		Número	V-01			
			Fecha	SEPTIEMBRE - 2020			
2	DATOS GENERALES DEL PROYECTO		Nombre del Proyecto	"ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+070."			
			Ubicación Geográfica	Departamento: AREQUIPA, Provincia: AREQUIPA, Distrito: CHIGUATA			
3 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS							
3.1	CÓDIGO DE RIESGO		RRN1				
3.2	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO		Modificaciones al diseño y/o expediente				
3.3	CAUSA(S) GENERADORA(S)		Causa N° 1	Cambios en las normativas vigentes			
			Causa N° 2				
4 ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGOS							
4.1	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA			4.2	IMPACTO EN LA EJECUCIÓN DE LA OBRA		
	Muy baja	0.10			Muy bajo	0.05	
	Baja	0.30			Bajo	0.10	
	Moderada	0.50	X		Moderado	0.20	
	Alta	0.70			Alto	0.40	X
	Muy alta	0.90			Muy alto	0.80	
	Moderada		0.500		Alto		0.400
4.3 PRIORIZACIÓN DEL RIESGO							
Puntuación del Riesgo =Probabilidad x Impacto		0.200	Prioridad del Riesgo	Alta Prioridad			
5 RESPUESTA A LOS RIESGOS							
5.1	ESTRATEGIA		Mitigar Riesgo		Evitar Riesgo	X	
			Aceptar Riesgo		Transferir Riesgo		
5.2	DISPARADOR DE RIESGO		Aparición de la nueva normativa a través de los medios de comunicación				
5.3	ACCIONES PARA DAR RESPUESTA AL RIESGO		El Contratista deberá anotar el riesgo acaecido y solicitar una prestación adicional por el cambio introducido y los impactos que genere; Establecer una reserva de gestión para riesgos imprevisibles				

Anexo N° 01							
Formato para identificar, analizar y dar respuesta a riesgos							
1	NÚMERO Y FECHA DEL DOCUMENTO	Número	V-01				
		Fecha	SEPTIEMBRE - 2020				
2	DATOS GENERALES DEL PROYECTO	Nombre del Proyecto	"ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+070."				
		Ubicación Geográfica	Departamento: AREQUIPA, Provincia: AREQUIPA, Distrito: CHIGUATA				
3 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS							
3.1	CÓDIGO DE RIESGO	RRSS01					
3.2	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	Ausencia de controles de seguridad y salud ocupacional o que éstos sean inadecuados					
3.3	CAUSA(S) GENERADORA(S)	Causa N° 1	Falta de plan de seguridad y salud ocupacional				
		Causa N° 2					
4 ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGOS							
4.1	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA			4.2	IMPACTO EN LA EJECUCIÓN DE LA OBRA		
	Muy baja	0.10			Muy bajo	0.05	
	Baja	0.30	X		Bajo	0.10	
	Moderada	0.50			Moderado	0.20	
	Alta	0.70			Alto	0.40	X
	Muy alta	0.90			Muy alto	0.80	
	Baja		0.300		Alto		0.400
	4.3 PRIORIZACIÓN DEL RIESGO						
Puntuación del Riesgo =Probabilidad x Impacto		0.120	Prioridad del Riesgo	Prioridad Moderada			
5 RESPUESTA A LOS RIESGOS							
5.1	ESTRATEGIA	Mitigar Riesgo	X	Evitar Riesgo	X		
		Aceptar Riesgo		Transferir Riesgo			
5.2	DISPARADOR DE RIESGO	Evidencia física de falta de controles (EPPs, sistemas de protección colectivo, carteles o señáletica), exámenes médicos ocupacionales de entrada/retiro, etc; Registro de inspecciones planeadas y no planeadas - Reporte de trabajadores o RACs					
5.3	ACCIONES PARA DAR RESPUESTA AL RIESGO	Implementación de un plan de seguridad y salud ocupacional e IPERC, que contenga controles realistas en función de las actividades a ejecutar, así como un adecuado programa de monitoreo y control; Asignar y verificar que exista la partida asociada al tema de seguridad y salud ocupacional en el presupuesto del Contratista; Implementar penalidades asociadas al tema de seguridad y salud ocupacional en el contrato; En caso se decida asumir el riesgo, se deberá considerar una reserva de contingencia					

Anexo N° 01							
Formato para identificar, analizar y dar respuesta a riesgos							
1	NÚMERO Y FECHA DEL DOCUMENTO	Número	V-01				
		Fecha	SEPTIEMBRE - 2020				
2	DATOS GENERALES DEL PROYECTO	Nombre del Proyecto	"ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+070."				
		Ubicación Geográfica	Departamento: AREQUIPA, Provincia: AREQUIPA, Distrito: CHIGUATA				
3 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS							
3.1	CÓDIGO DE RIESGO	RRSSO2					
3.2	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	Accidentes (mortales, leves o incapacitantes), incidentes y daños a la propiedad					
3.3	CAUSA(S) GENERADORA(S)	Causa N° 1	Factores de trabajo o personales				
		Causa N° 2					
4 ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGOS							
4.1	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA			4.2	IMPACTO EN LA EJECUCIÓN DE LA OBRA		
	Muy baja	0.10			Muy bajo	0.05	
	Baja	0.30			Bajo	0.10	
	Moderada	0.50	X		Moderado	0.20	
	Alta	0.70			Alto	0.40	
	Muy alta	0.90			Muy alto	0.80	X
	Moderada		0.500		Muy alto		0.800
4.3 PRIORIZACIÓN DEL RIESGO							
Puntuación del Riesgo =Probabilidad x Impacto		0.400	Prioridad del Riesgo	Alta Prioridad			
5 RESPUESTA A LOS RIESGOS							
5.1	ESTRATEGIA	Mitigar Riesgo	X	Evitar Riesgo	X		
		Aceptar Riesgo		Transferir Riesgo	X		
5.2	DISPARADOR DE RIESGO	Registro de incidentes o accidentes leves (Pirámide de BIRD); Síntomas de cansancio, fatiga, desmotivación, problemas personales, etc; Registro de inspecciones planeadas y no planeadas; Reporte de trabajadores o RACs					
5.3	ACCIONES PARA DAR RESPUESTA AL RIESGO	Revisar la calidad del plan de seguridad e IPERC y los controles propuestos para que se implementen en la operación; Atender inmediatamente cualquiera de los síntomas en caso de factores personales o de trabajo; Si los controles son inadecuados o insuficientes, establecer o corregir los controles propuestos o implementados; Implementar penalidades asociadas al tema de seguridad en el contrato; En caso se decida asumir el riesgo, se deberá considerar una reserva de contingencia					

ANEXO “F” PANEL FOTOGRÁFICO

- VISTA DEL TERRENO





- EXTRACCIÓN DE MUESTRAS





- AFORO:
- Punto de aforo 1 (Km 37+100 final del tramo de estudio):





- Estacion de Aforo 2 (Peaje Santa Lucia):



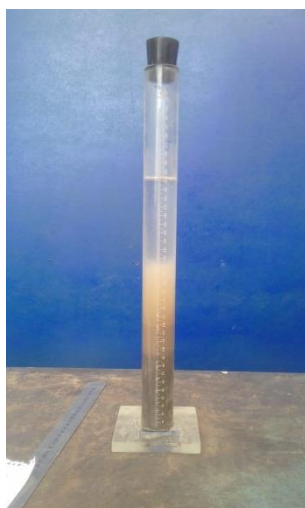


- CANTERA CHIGUATA



- ENSAYOS DE LABORATORIO



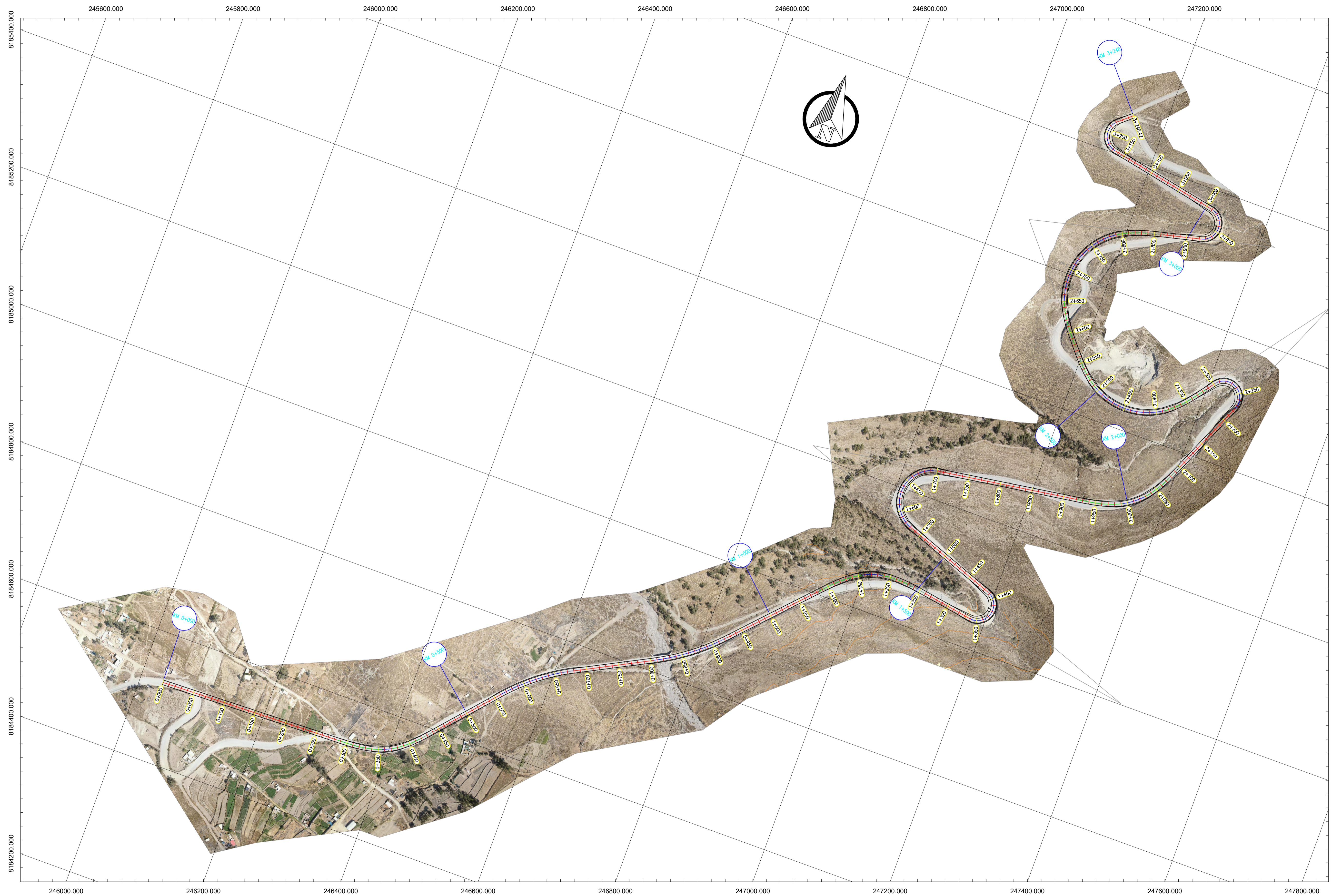




ANEXO “G” PLANOS

INDICE DE PLANOS

- 1. PLANO ESTADO ORIGINAL DEL TERRENO PO*
- 2. PLANO DE UBICACIÓN GEOGRAFICA UG-01*
- 3. PLANO CLAVE PC-01*
- 4. PLANO DE SECCION TIPO. ST-01*
- 5. PLANO PLANTA PERFIL PROG.0+000 – 1+000. PP-01*
- 6. PLANO PLANTA PERFIL PROG.1+000 – 2+000. PP-02*
- 7. PLANO PLANTA PERFIL PROG.2+000 – 3+248. PP-03*
- 8. SECCIONES TRANSVERSALES 0+000 – 0+520. SE-01*
- 9. SECCIONES TRANSVERSALES 0+540 – 0+960. SE-02*
- 10. SECCIONES TRANSVERSALES 0+980 – 1+390. SE-03*
- 11. SECCIONES TRANSVERSALES 1+400 – 1+921. SE-04*
- 12. SECCIONES TRANSVERSALES 1+930 – 2+315. SE-05*
- 13. SECCIONES TRANSVERSALES 2+320 – 2+650. SE-06*
- 14. SECCIONES TRANSVERSALES 2+660 – 3+248. SE-07*
- 15. DRENAJE TRANSVERSAL Y LONGITUDINAL. EH-01*
- 16. OBRAS DE ARTE. OD – 01*
- 17. PLANO DE SEÑALIZACION 0+000 – 1+000. SÑ-01*
- 18. PLANO DE SEÑALIZACION 1+000 – 2+000. SÑ-02*
- 19. PLANO DE SEÑALIZACION 2+000 – 3+248. SÑ-03*



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA

REGIÓN AREQUIPA



PRESENTADO POR:

BACH. AGUILAR CUSI ANTHONY CHRISTIAN

BACH. AGUILAR PONCE DE LEON ALEJANDRO ERASMO

UBICACIÓN POLITICA:

REGION: AREQUIPA
 DEPARTAMENTO: AREQUIPA
 PROVINCIA: AREQUIPA
 DISTRITO: CHIGUATA

UBICACIÓN GEOGRAFICA:

LATITUD: 16°22'
 LONGITUD: 71°21'
 ALTITUD: 2939 m.s.n.m.

PROYECTO DE TESIS:

"ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+070"

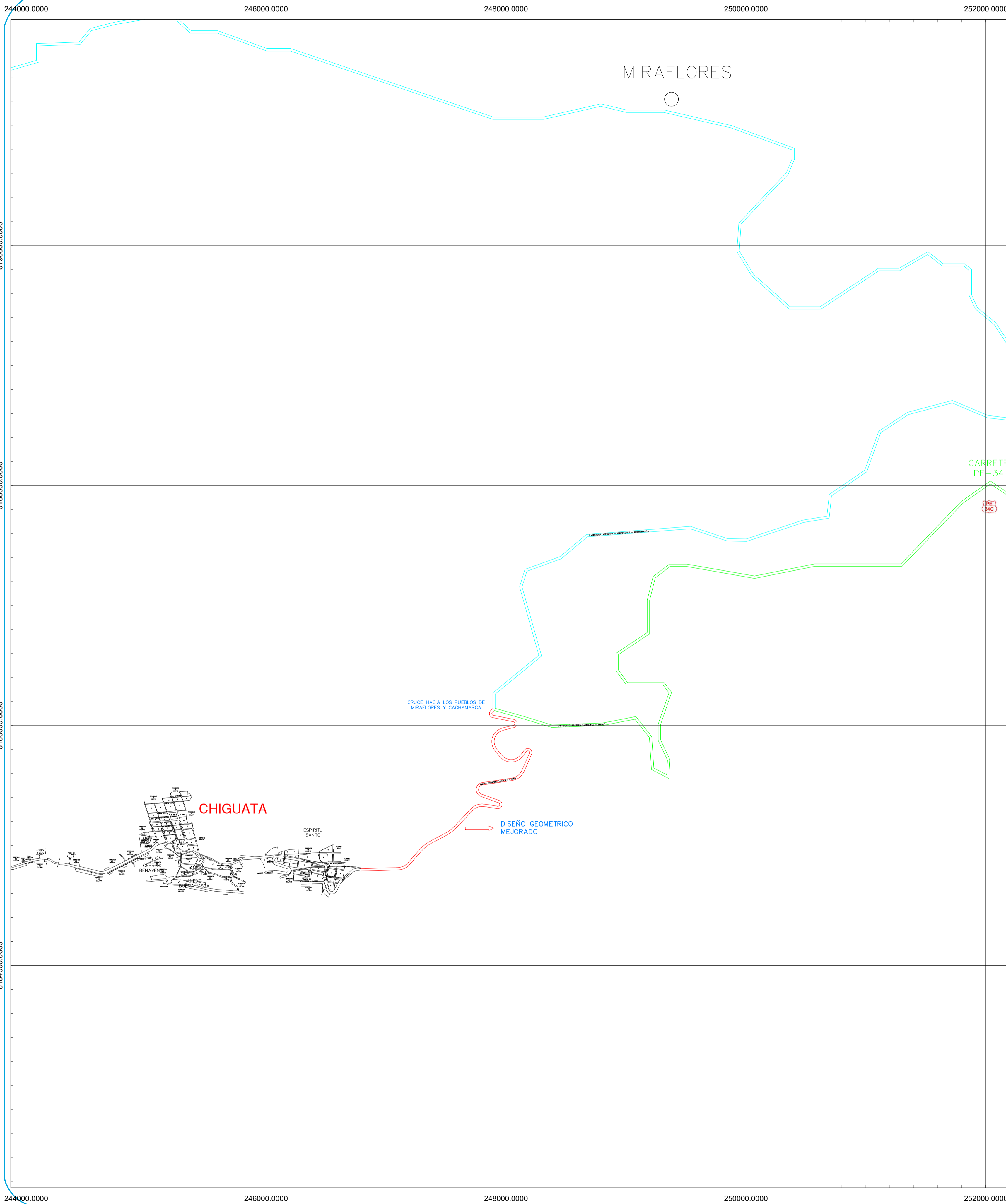
PLANO:

Nuevo Trazo Geometrico

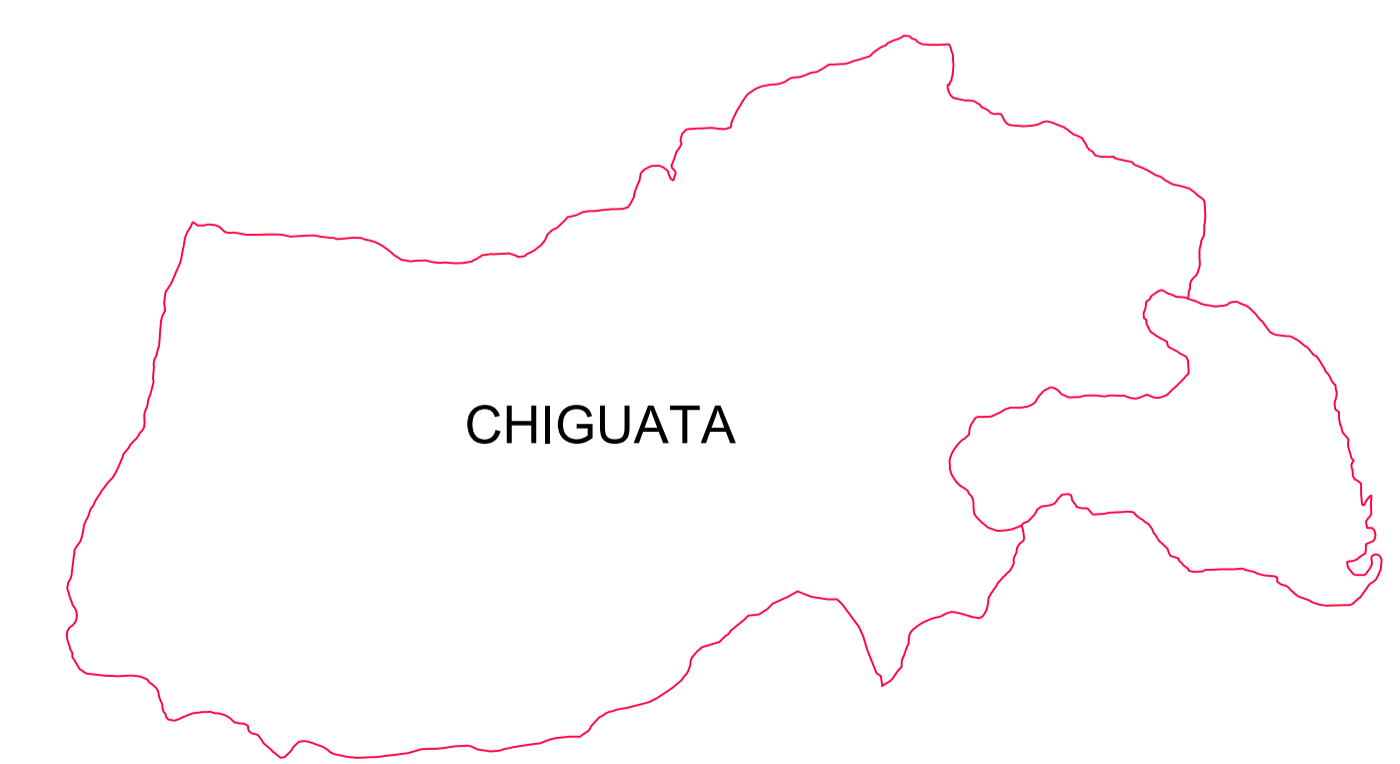
ESPECIALIDAD:

DISEÑO GEOMETRICO

FECHA :	COD:
OCTUBRE - 2020	CP
ESCALA:	FORMATO:
1:350	A1
LAM:	00



MAPA POLITICO DEL PERU



CHIGUATA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA

REGIÓN AREQUIPA



PRESENTADO POR:

BACH. AGUILAR CUSI ANTHONY CHRISTIAN

BACH. AGUILAR PONCE DE LEON ALEJANDRO ERASMO

UBICACIÓN POLITICA:

REGION: AREQUIPA
 DEPARTAMENTO: AREQUIPA
 PROVINCIA: AREQUIPA
 DISTRITO: CHIGUATA

UBICACIÓN GEOGRAFICA:

LATITUD: 16°22"
 LONGITUD: 71°21"
 ALTITUD: 2939 m.s.n.m.

PROYECTO DE TESIS:

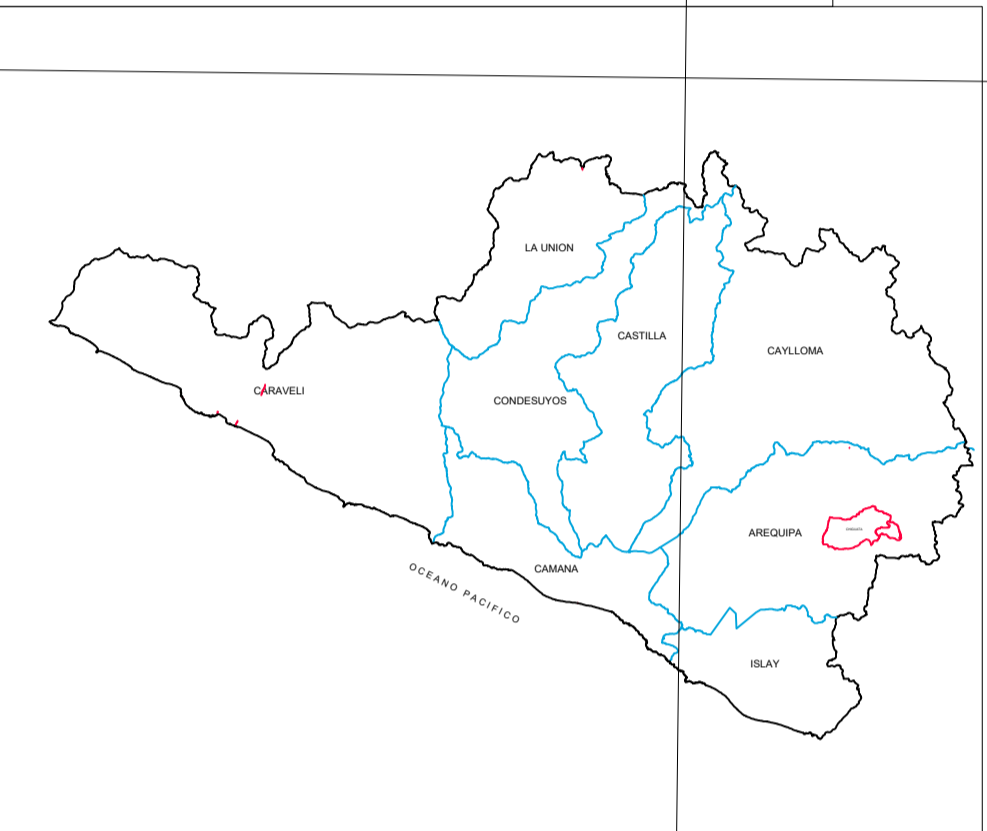
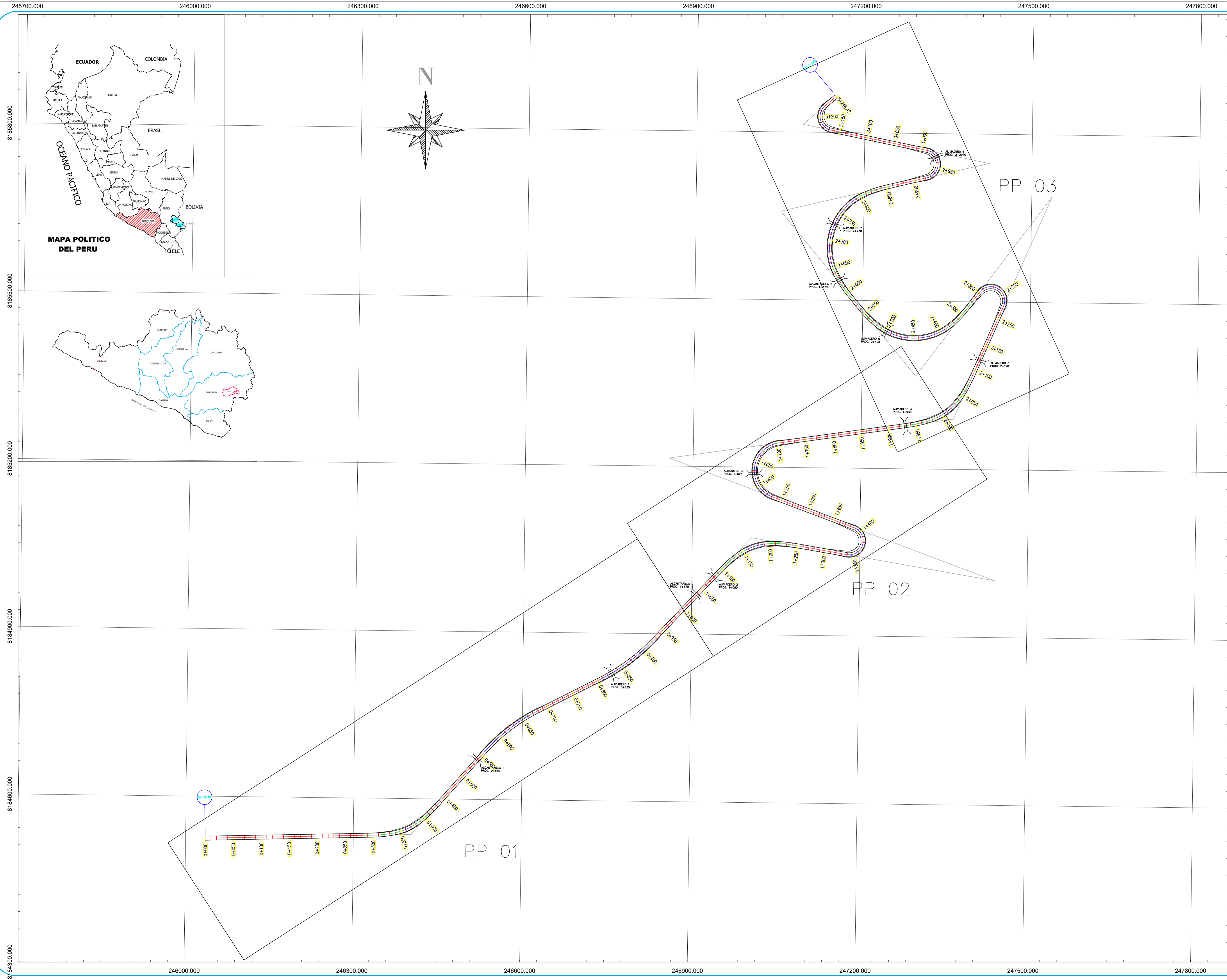
"ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+070"

PLANO:

UBICACIÓN GEOGRAFICA

ESPECIALIDAD:

FECHA :	OCTUBRE - 2020	COD:	UG
ESCALA:	1:450000		-01
FORMATO:	A1	LAM:	01



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA

REGIÓN AREQUIPA



PRESENTADO POR:

BACH. AGUILAR CUSI ANTHONY CHRISTIAN

BACH. AGUILAR PONCE DE LEÓN ALEJANDRO ERASMO

UBICACIÓN POLÍTICA:

REGION: AREQUIPA
 DEPARTAMENTO: AREQUIPA
 PROVINCIA: AREQUIPA
 DISTRITO: CHIGUATA

UBICACIÓN GEOGRAFICA:

LATITUD: 16°22"
 LONGITUD: 71°21"
 ALTITUD: 2939 m.s.n.m.

PROYECTO DE TESIS:

"ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+070"

PLANO:

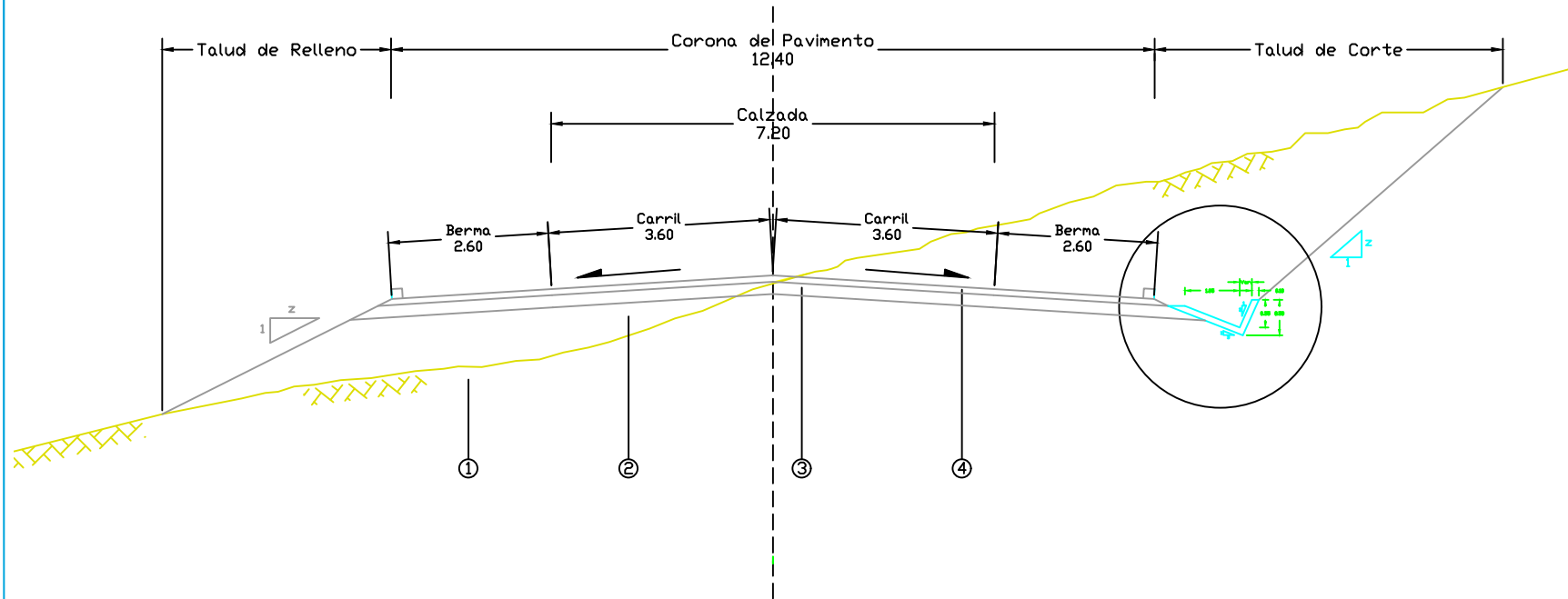
PLANO CLAVE

ESPECIALIDAD:

FECHA : OCTUBRE - 2020	COD: PC
ESCALA: 1:3000	-01
FORMATO: A1	LAM: 02

8185800.000
8185500.000
8185200.000
8184900.000
8184600.000
8184300.000

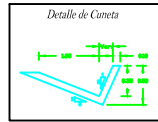
SECCION TIPO



LEYENDA	
①	Terreno Natural
②	Zona de Relleno
③	Base Granular
④	Carpeta Asfáltica en Caliente
⑤	Zona de Corte

ESPESORES DE PAVIMENTO	
Base Granular	= 8" = 20.00 cm
Carpeta Asfáltica	= 4" = 10.00 cm

LEYENDA	
Material Suelto	(Km 0+000.00 - Km 1+120.00)
Roca Suelta	(Km 1+120.00 - Km 3+248.00)



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA
REGION AREQUIPA



PRESENTADO POR:
BACH. AGUILAR CUSI ANTHONY CHRISTIAN
BACH. AGUILAR PONCE DE LEON ALEJANDRO ERASMO

UBICACION POLITICA:
REGION: AREQUIPA
DEPARTAMENTO: AREQUIPA
PROVINCIA: AREQUIPA
DISTRITO: CHIGUATA

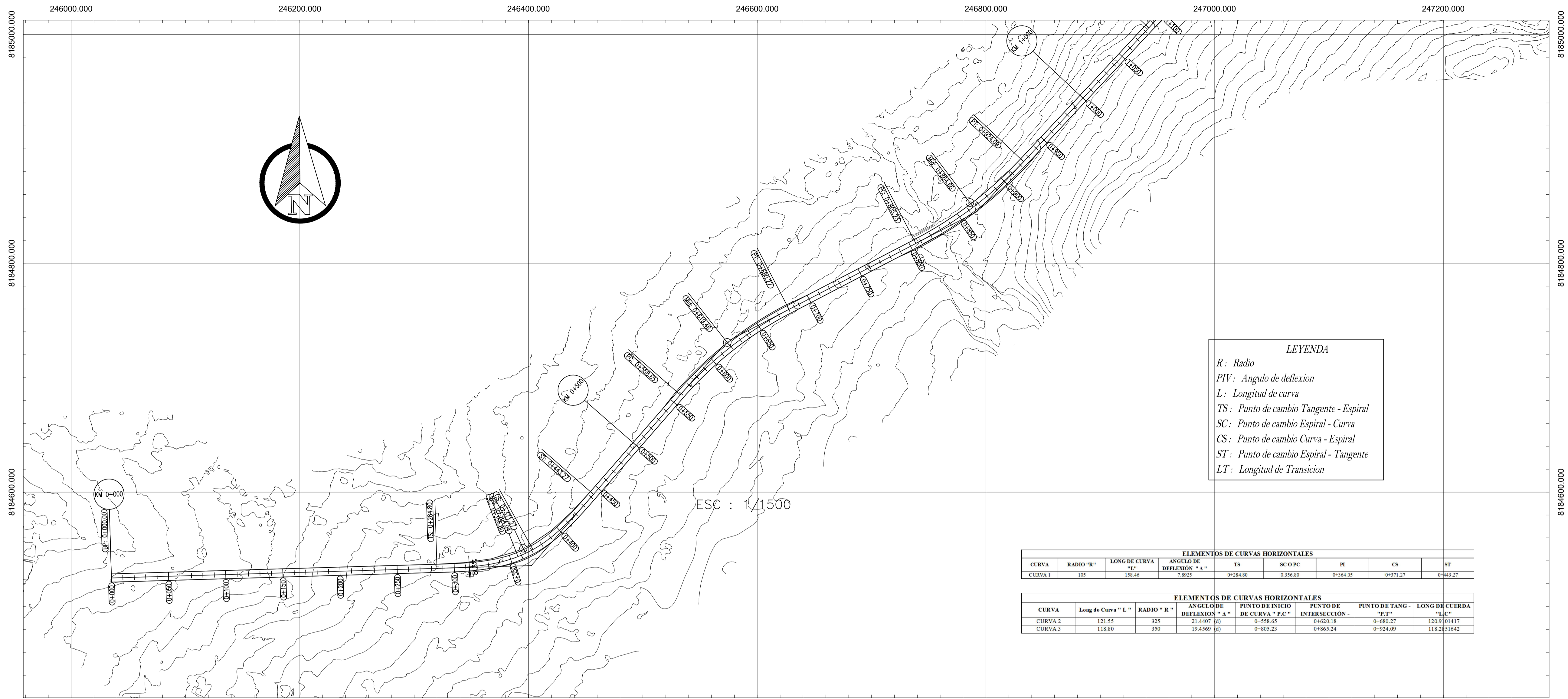
UBICACION GEOGRAFICA:
LATITUD: 16°22'
LONGITUD: 71°21'
ALTITUD: 2939 m.s.n.m.

PROYECTO DE TESIS:
"ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+070"

PLANO: SECCION TIPO

ESPECIALIDAD: MOV. DE TIERRAS

FECHA: OCTUBRE - 2020	COD: ST
ESCALA: 1:100	-01
FORMATO: A4	LAM: 03

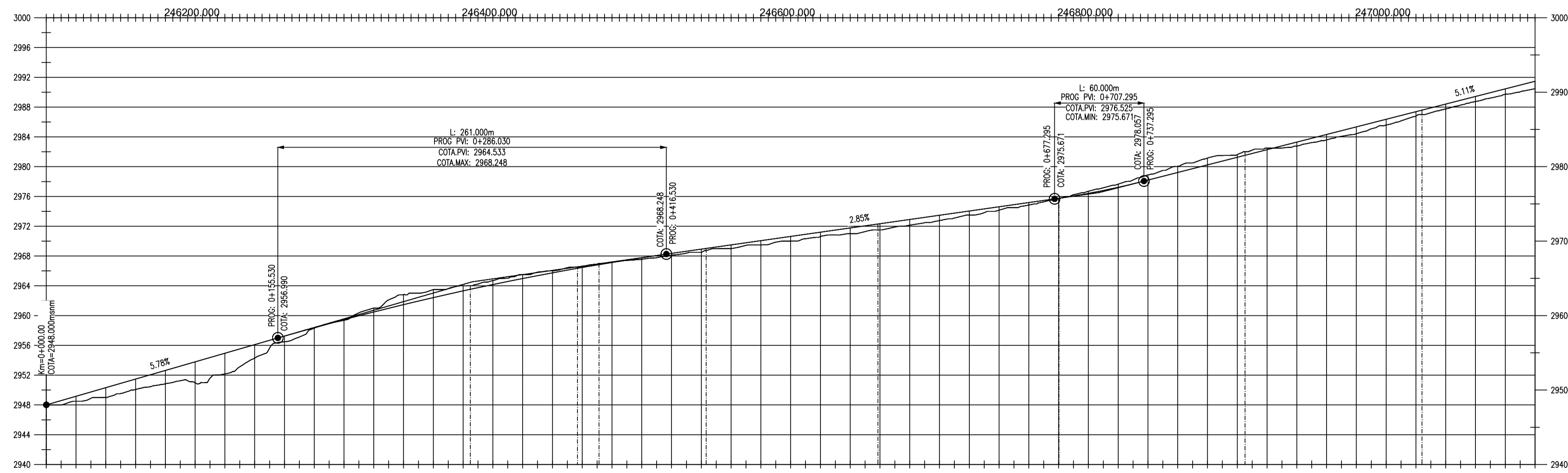


LEYENDA
R: Radio
PIV: Angulo de deflexion
L: Longitud de curva
TS: Punto de cambio Tangente - Espiral
SC: Punto de cambio Espiral - Curva
CS: Punto de cambio Curva - Espiral
ST: Punto de cambio Espiral - Tangente
LT: Longitud de Transicion

ELEMENTOS DE CURVAS HORIZONTALES								
CURVA	RADIO "R"	LONG DE CURVA "L"	ANGULO DE DEFLEXION "Δ"	TS	SC PC	PI	CS	ST
CURVA 1	105	158.46	7.8925	0+284.80	0.356.80	0+364.05	0+371.27	0+443.27

ELEMENTOS DE CURVAS HORIZONTALES							
CURVA	Long de Curva "L"	RADIO "R"	ANGULO DE DEFLEXION "Δ"	PUNTO DE INICIO DE CURVA "P.C."	PUNTO DE INTERSECCION "P.I."	PUNTO DE TANG. "P.T."	LONG DE CUERDA "L.C."
CURVA 2	121.55	325	21.4407 (S)	0+358.65	0+680.23	120.9101417	
CURVA 3	118.80	350	19.4569 (S)	0+805.23	0+865.24	0+924.09	118.281642

ESC : 1/1500



LEYENDA
PCV: Estacion de Inicio de Curva Vertical
PIV: Estacion PI de Curva Vertical
PVT: Estacion de Fin de Curva
PC: Punto de Inicio de Curva Horizontal
PT: Punto de Término de Curva Horizontal

PROGRESIVA	NIVEL DE TERRENO	NIVEL DE LA RASANTE	CORTE Y RELLENO	ALINEAMIENTO HORIZONTAL
0+000	2944.00	2944.00	0.00	L=284.80m
0+020	2946.18	2946.50	0.66	
0+040	2950.31	2949.00	1.31	L=14.46m R=105.00m
0+060	2951.47	2950.07	1.40	
0+080	2952.62	2950.84	1.79	L=115.38m
0+100	2953.78	2950.98	2.80	
0+120	2954.94	2952.16	2.78	L=121.62m R=325.00m
0+140	2956.09	2954.30	1.80	
0+160	2957.25	2956.48	0.77	L=124.96m
0+180	2958.37	2958.31	0.06	
0+200	2959.45	2959.37	0.08	L=118.86m R=350.00m
0+220	2960.48	2961.00	-0.52	
0+240	2961.47	2962.83	-1.35	L=118.86m R=350.00m
0+260	2962.42	2963.50	-1.08	
0+280	2963.31	2964.00	-0.69	L=118.86m R=350.00m
0+300	2964.17	2964.71	-0.54	
0+320	2964.98	2965.49	-0.52	L=118.86m R=350.00m
0+340	2965.74	2966.00	-0.26	
0+360	2966.46	2966.60	-0.14	L=118.86m R=350.00m
0+380	2967.13	2967.19	-0.06	
0+400	2967.76	2967.55	0.21	L=118.86m R=350.00m
0+420	2968.35	2968.12	0.23	
0+440	2968.92	2968.50	0.42	L=118.86m R=350.00m
0+460	2969.49	2969.00	0.49	
0+480	2970.05	2969.50	0.56	L=118.86m R=350.00m
0+500	2970.62	2970.00	0.62	
0+520	2971.19	2970.61	0.58	L=118.86m R=350.00m
0+540	2971.76	2971.00	0.76	
0+560	2972.33	2971.50	0.83	L=118.86m R=350.00m
0+580	2972.90	2972.13	0.77	
0+600	2973.47	2972.76	0.71	L=118.86m R=350.00m
0+620	2974.04	2973.50	0.54	
0+640	2974.61	2974.16	0.45	L=118.86m R=350.00m
0+660	2975.18	2974.85	0.33	
0+680	2975.75	2975.69	0.06	L=118.86m R=350.00m
0+700	2976.32	2976.70	-0.28	
0+720	2976.89	2977.65	-0.42	L=118.86m R=350.00m
0+740	2977.46	2978.61	-0.70	
0+760	2978.03	2979.57	-0.83	L=118.86m R=350.00m
0+780	2978.60	2980.53	-0.91	
0+800	2979.17	2981.49	-0.98	L=118.86m R=350.00m
0+820	2979.74	2982.45	-0.92	
0+840	2980.31	2983.41	0.54	L=118.86m R=350.00m
0+860	2980.88	2984.37	0.73	
0+880	2981.45	2985.33	0.92	L=118.86m R=350.00m
0+900	2982.02	2986.29	0.77	
0+920	2982.59	2987.25	0.60	L=118.86m R=350.00m
0+940	2983.16	2988.21	0.66	
0+960	2983.73	2989.17	0.68	L=118.86m R=350.00m
0+980	2984.30	2990.13	0.72	
0+990	2984.87	2991.09	0.72	
0+1000	2985.44	2992.05	0.72	

PERFIL LONGITUDINAL (1)
 ESCALA 1:2000

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA
 REGION AREQUIPA

PRESENTADO POR:
 BACH. AGUILAR CUSI ANTHONY CHRISTIAN
 BACH. AGUILAR PONCE DE LEON ALEJANDRO ERASMO

UBICACION POLITICA:
 REGION: AREQUIPA
 DEPARTAMENTO: AREQUIPA
 PROVINCIA: AREQUIPA
 DISTRITO: CHIGUATA

UBICACION GEOGRAFICA:
 LATITUD: 16°22"
 LONGITUD: 71°21"
 ALTITUD: 2939 m.s.n.m.

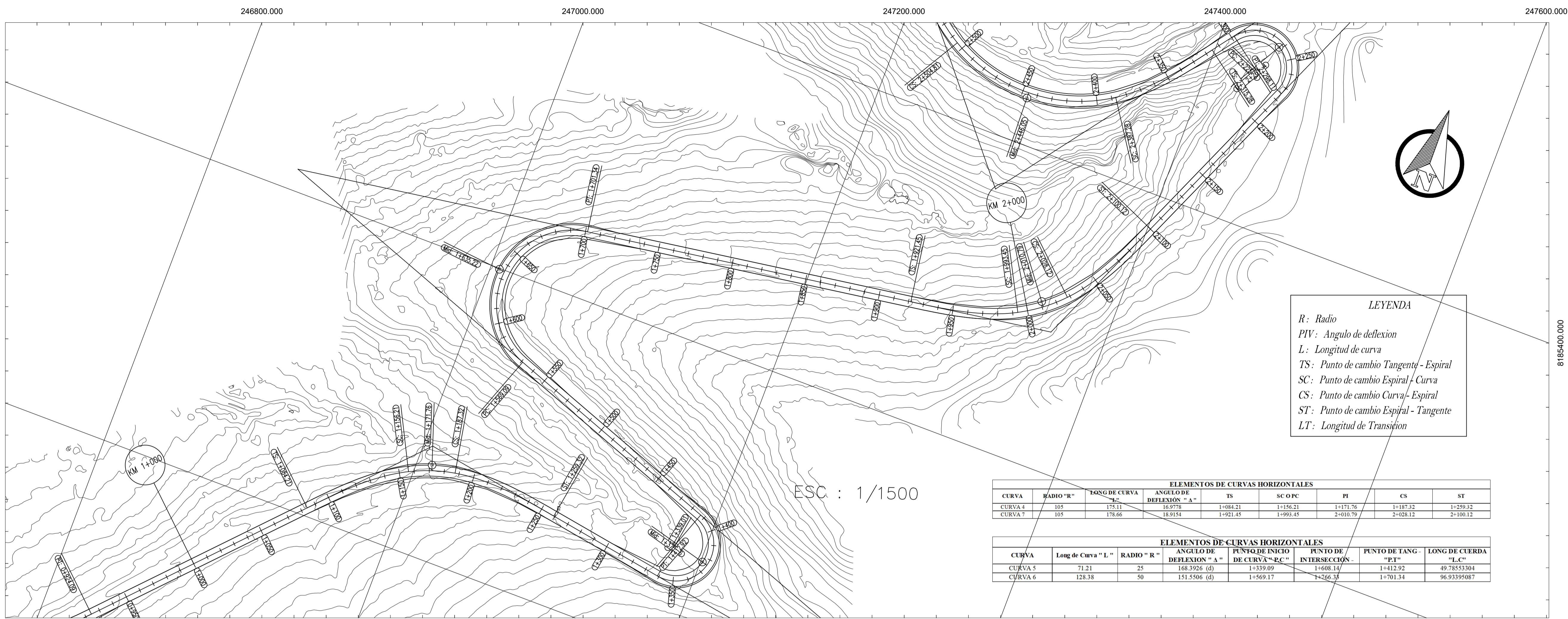
PROYECTO DE TESIS:
 "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+070"

PLANO:
PLANTA - PERFIL

ESPECIALIDAD:
 DISEÑO GEOMETRICO

FECHA: OCTUBRE - 2020
 ESCALA: 1:1500 - 1:2000
 FORMATO: A1

COD: PP-01
 LAM: 04



LEYENDA

R: Radio
 PIV: Angulo de deflexion
 L: Longitud de curva
 TS: Punto de cambio Tangente - Espiral
 SC: Punto de cambio Espiral - Curva
 CS: Punto de cambio Curva - Espiral
 ST: Punto de cambio Espiral - Tangente
 LT: Longitud de Transición

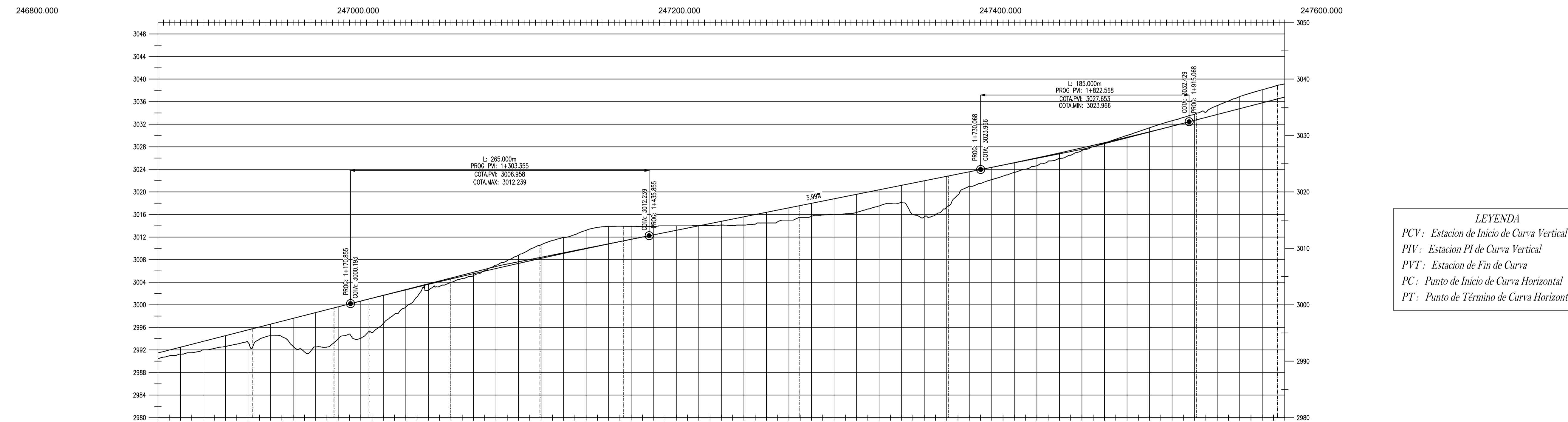
ELEMENTOS DE CURVAS HORIZONTALES

CURVA	RADIO "R"	LONG DE CURVA "L"	ANGULO DE DEFLEXION "A"	IS	SC OPC	PI	CS	ST
CURVA 4	105	173.11	16.8778	1+084.21	1+156.21	1+171.76	1+187.32	1+259.32
CURVA 7	105	178.66	18.9154	1+921.45	1+993.45	2+010.79	2+028.12	2+100.12

ELEMENTOS DE CURVAS HORIZONTALES

CURVA	Long de Curva "L"	RADIO "R"	ANGULO DE DEFLEXION "A"	PUNTO DE INICIO DE CURVA "IC"	PUNTO DE INTERSECCION "PI"	PUNTO DE TANG. "PT"	LONG DE CUERDA "Lc"
CURVA 5	71.21	25	168.3026 (d)	1+339.09	1+608.14	1+412.92	49.7853304
CURVA 6	128.38	50	151.5506 (d)	1+569.17	1+766.33	1+701.34	96.93395087

ESC : 1/1500



LEYENDA

PCV: Estacion de Inicio de Curva Vertical
 PIV: Estacion PI de Curva Vertical
 PVT: Estacion de Fin de Curva
 PC: Punto de Inicio de Curva Horizontal
 PT: Punto de Término de Curva Horizontal

PROGRESIVA	NIVEL DE TERRENO	NIVEL DE LA RASANTE	CORTE Y RELLENO	ALINEAMIENTO HORIZONTAL
1+000	2991.47	2990.49	0.98	L=60.12m
1+020	2992.49	2991.25	1.24	
1+040	2993.51	2992.00	1.51	
1+060	2994.53	2992.62	1.91	
1+080	2995.55	2993.31	2.24	
1+100	2996.58	2994.50	2.08	
1+120	2997.60	2992.65	4.94	
1+140	2998.62	2992.51	6.11	
1+160	2999.64	2993.98	5.66	L=31.11m
1+180	3000.66	2994.08	6.58	R=105.00m
1+200	3001.68	2996.69	4.97	
1+220	3002.65	2996.61	3.04	L=79.69m
1+240	3003.62	3002.53	1.09	
1+260	3004.58	3003.96	0.61	
1+280	3005.51	3005.16	0.36	
1+300	3006.43	3007.00	-0.57	
1+320	3007.34	3008.79	-1.45	
1+340	3008.22	3010.63	-2.41	
1+360	3009.09	3011.91	-2.82	L=73.91m
1+380	3009.95	3013.20	-3.26	R=25.00m
1+400	3010.78	3013.90	-3.11	
1+420	3011.60	3013.89	-2.29	
1+440	3012.40	3013.87	-1.47	
1+460	3013.20	3014.00	-0.80	
1+480	3014.00	3014.02	-0.02	
1+500	3014.80	3014.13	0.67	L=156.17m
1+520	3015.59	3014.14	1.46	
1+540	3016.38	3014.50	1.89	
1+560	3017.19	3015.00	2.19	
1+580	3017.98	3015.67	2.31	
1+600	3018.78	3016.01	2.77	
1+620	3019.58	3016.37	3.21	L=132.25m
1+640	3020.38	3017.51	2.86	R=50.00m
1+660	3021.17	3018.10	3.07	
1+680	3021.97	3018.55	3.42	
1+700	3022.77	3017.33	5.43	
1+720	3023.56	3021.00	2.56	
1+740	3024.37	3022.18	2.18	
1+760	3025.19	3023.48	1.71	
1+780	3026.04	3024.66	1.37	
1+800	3026.91	3025.83	0.97	
1+820	3027.81	3027.25	0.45	
1+840	3028.73	3028.62	0.11	
1+860	3029.68	3030.01	-0.33	
1+880	3030.66	3031.36	-0.71	
1+900	3031.66	3032.62	-0.96	
1+920	3032.68	3033.75	-1.07	
1+940	3033.72	3035.29	-1.57	
1+960	3034.75	3036.90	-2.15	
1+980	3035.78	3038.11	-2.33	
2+000	3036.81	3039.14	-2.33	

PERFIL LONGITUDINAL (2)
 ESCALA 1:2000

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA

REGIÓN AREQUIPA

PRESENTADO POR:

BACH. AGUILAR CUSI ANTHONY CHRISTIAN

BACH. AGUILAR PONCE DE LEON ALEJANDRO ERASMO

UBICACIÓN POLITICA:

REGION: AREQUIPA
 DEPARTAMENTO: AREQUIPA
 PROVINCIA: AREQUIPA
 DISTRITO: CHIGUATA

UBICACIÓN GEOGRAFICA:

LATITUD: 16°22'
 LONGITUD: 71°21'
 ALTITUD: 2939 m.s.n.m.

PROYECTO DE TESIS:

"ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+070"

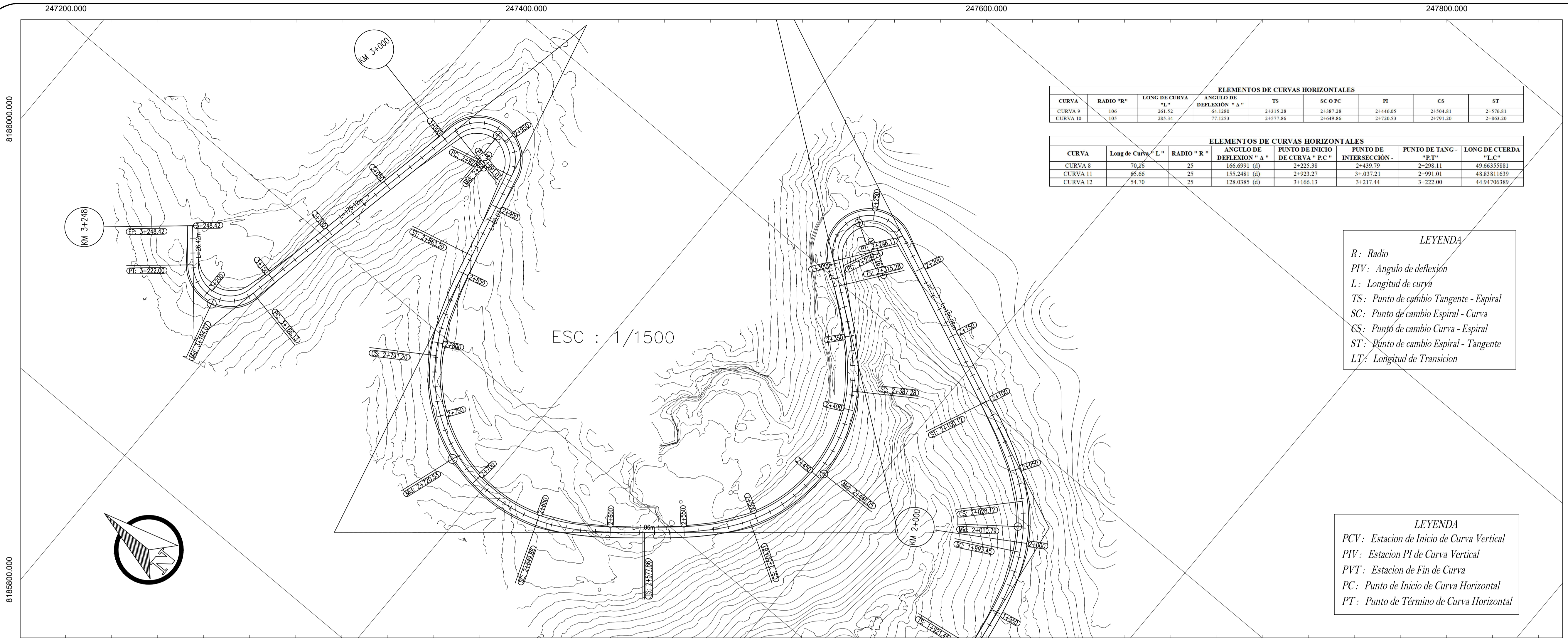
PLANO:

PLANTA - PERFIL

ESPECIALIDAD:

DISEÑO GEOMETRICO

FECHA : OCTUBRE - 2020
 COD: PP-02
 ESCALA: 1:1500 - 1:2000
 FORMATO: A1
 LAM: 05



ELEMENTOS DE CURVAS HORIZONTALES							
CURVA	RADIO "R"	LONG DE CURVA "L"	ANGULO DE DEFLEXION "A"	TS	SC O PC	PI	ST
CURVA 9	105	261.92	64.128	2+315.28	2+387.28	2+446.05	2+504.81
CURVA 10	105	285.34	77.125	2+577.86	2+649.86	2+710.53	2+791.20

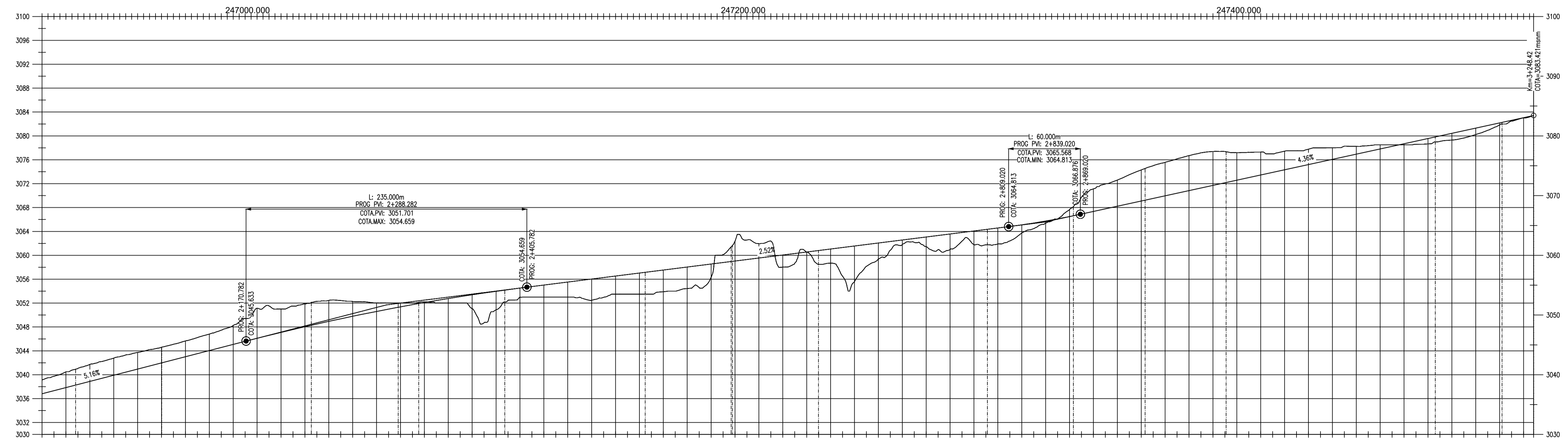
ELEMENTOS DE CURVAS HORIZONTALES							
CURVA	Long de Curva "L"	RADIO "R"	ANGULO DE DEFLEXION "A"	PUNTO DE INICIO DE CURVA "P.C."	PUNTO DE INTERSECCION "PI"	PUNTO DE TANG. "P.T."	LONG DE CUERDA "L.C."
CURVA 8	70.16	25	166.6991 (d)	2+225.38	2+439.79	2+298.11	49.66355881
CURVA 11	65.66	25	155.2481 (d)	2+923.27	3+037.21	2+991.01	48.83811639
CURVA 12	54.70	25	128.0385 (d)	3+166.13	3+217.44	3+222.00	44.94706389

LEYENDA

R: Radio
 PIV: Angulo de deflexion
 L: Longitud de curva
 TS: Punto de cambio Tangente - Espiral
 SC: Punto de cambio Espiral - Curva
 CS: Punto de cambio Curva - Espiral
 ST: Punto de cambio Espiral - Tangente
 LT: Longitud de Transicion

LEYENDA

PCV: Estacion de Inicio de Curva Vertical
 PIV: Estacion PI de Curva Vertical
 PVT: Estacion de Fin de Curva
 PC: Punto de Inicio de Curva Horizontal
 PT: Punto de Término de Curva Horizontal



PROGRESIVA	NIVEL DE TERRENO	NIVEL DE LA RASANTE	CORTE Y RELLENO	ALINEAMIENTO HORIZONTAL
2+000	3039.14	3036.81	-2.33	L=34.66m R=105.00m
2+100	3040.48	3037.85	-2.63	
2+200	3041.72	3038.88	-2.84	
2+300	3042.79	3039.91	-2.87	
2+400	3043.74	3040.95	-2.79	
2+500	3044.61	3041.98	-2.64	
2+600	3045.66	3043.01	-2.65	
2+700	3046.81	3044.04	-2.77	
2+800	3048.25	3045.08	-3.17	
2+900	3051.14	3046.10	-5.03	
2+1000	3051.00	3047.09	-3.90	
2+1100	3051.87	3048.04	-3.83	
2+1200	3052.45	3048.84	-3.51	
2+1300	3052.27	3049.79	-2.48	
2+1400	3052.04	3050.60	-1.44	
2+1500	3052.00	3051.37	-0.64	
2+1600	3052.21	3052.09	-0.12	
2+1700	3052.00	3052.76	0.76	
2+1800	3051.07	3053.39	2.32	
2+1900	3050.87	3053.97	3.11	
2+2000	3052.97	3054.51	1.54	
2+2100	3053.00	3055.02	2.02	
2+2200	3053.00	3055.52	2.52	
2+2300	3052.48	3056.02	3.55	
2+2400	3053.50	3056.53	3.03	
2+2500	3053.50	3057.03	3.53	
2+2600	3053.90	3057.54	3.63	
2+2700	3054.44	3058.04	3.60	
2+2800	3056.30	3058.54	2.24	
2+2900	3058.69	3059.05	-3.32	
2+3000	3058.37	3059.55	-2.40	
2+3100	3058.03	3060.05	2.03	
2+3200	3060.53	3060.56	0.03	
2+3300	3060.88	3061.06	0.18	
2+3400	3061.56	3061.56	0.00	
2+3500	3061.91	3062.01	0.10	
2+3600	3063.73	3063.11	-0.62	
2+3700	3065.38	3065.74	0.36	
2+3800	3067.68	3068.04	0.36	
2+3900	3071.13	3071.56	0.43	
2+4000	3072.61	3073.06	0.45	
2+4100	3074.30	3074.75	0.45	
2+4200	3075.57	3076.02	0.45	
2+4300	3076.70	3077.15	0.45	
2+4400	3077.39	3077.84	0.45	
2+4500	3078.01	3078.46	0.45	
2+4600	3078.24	3078.69	0.45	
2+4700	3078.50	3078.95	0.45	
2+4800	3078.50	3078.95	0.45	
2+4900	3078.66	3079.11	0.45	
2+5000	3079.30	3079.75	0.45	
2+5100	3080.22	3080.67	0.45	
2+5200	3081.84	3082.29	0.45	
2+5300	3083.00	3083.45	0.45	
2+5400	3083.42	3083.84	0.42	

PERFIL LONGITUDINAL (3)
 ESCALA 1:2000

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA
 REGION AREQUIPA

PRESENTADO POR:
 BACH. AGUILAR CUSI ANTHONY CHRISTIAN
 BACH. AGUILAR PONCE DE LEON ALEJANDRO ERASMO

UBICACION POLITICA:
 REGION: AREQUIPA
 DEPARTAMENTO: AREQUIPA
 PROVINCIA: AREQUIPA
 DISTRITO: CHIGUATA

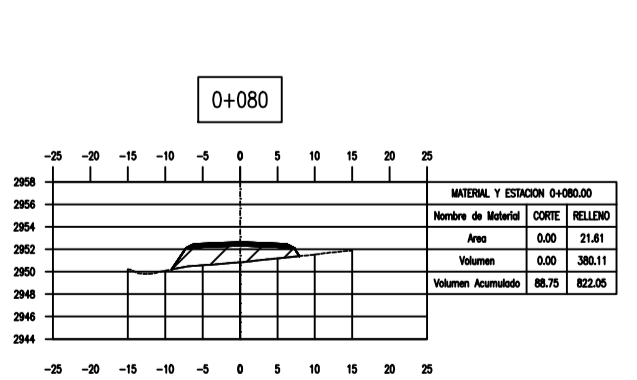
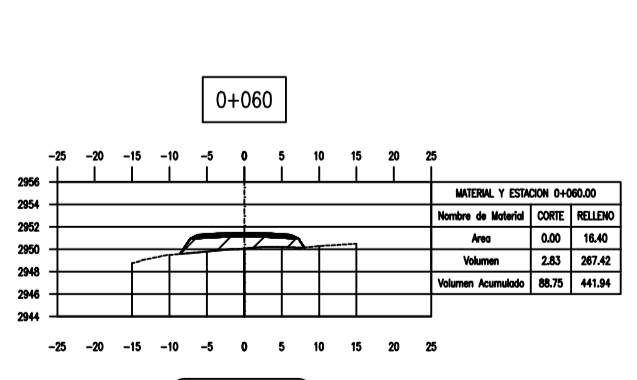
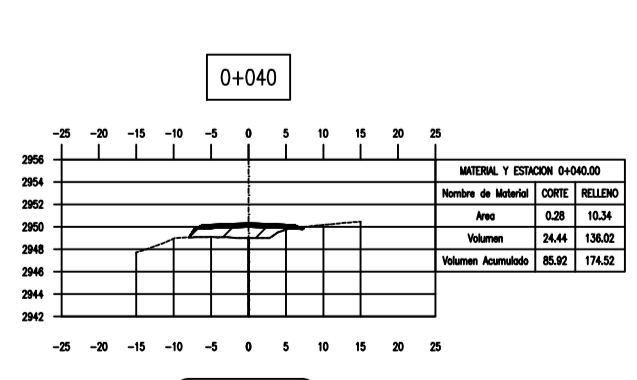
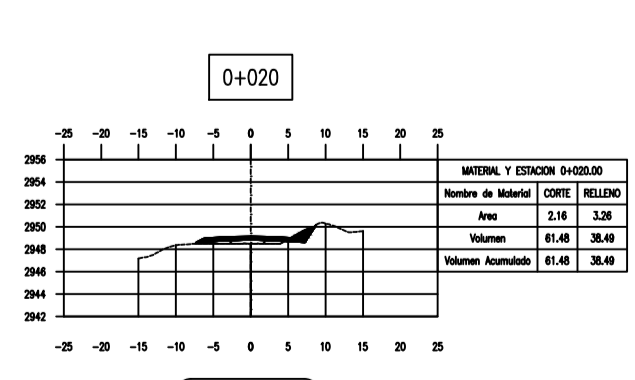
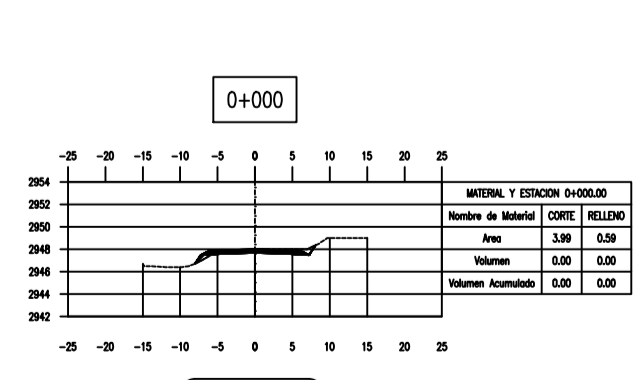
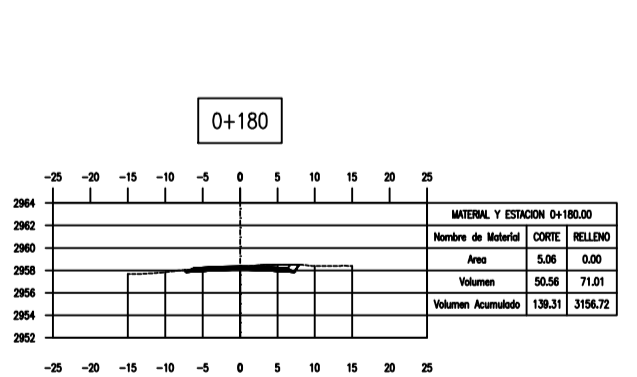
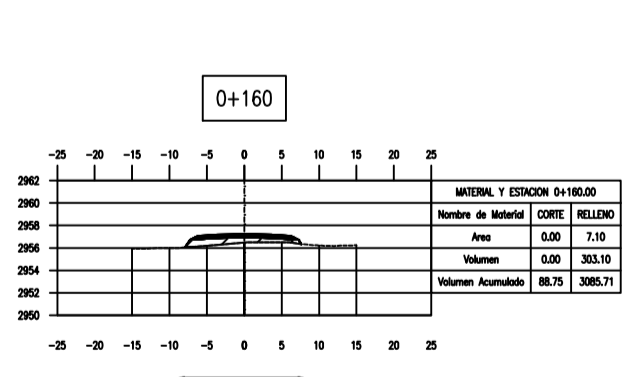
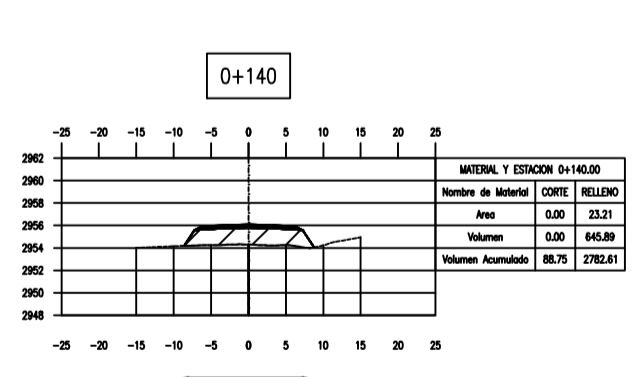
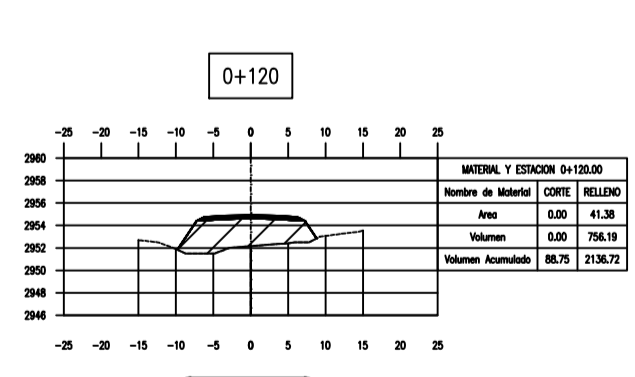
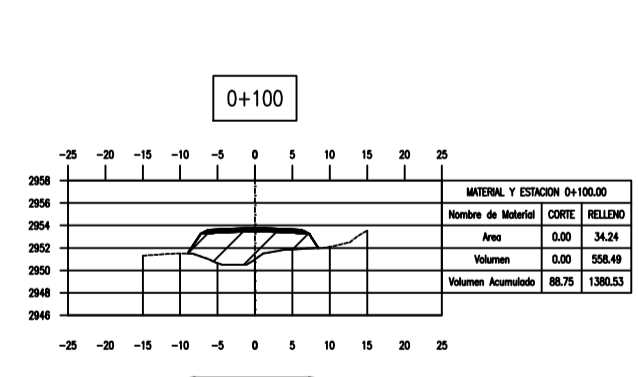
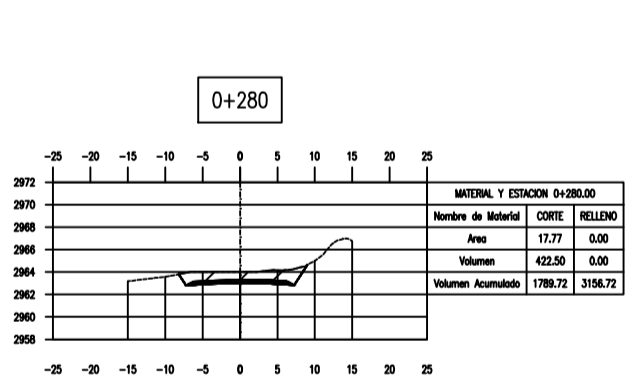
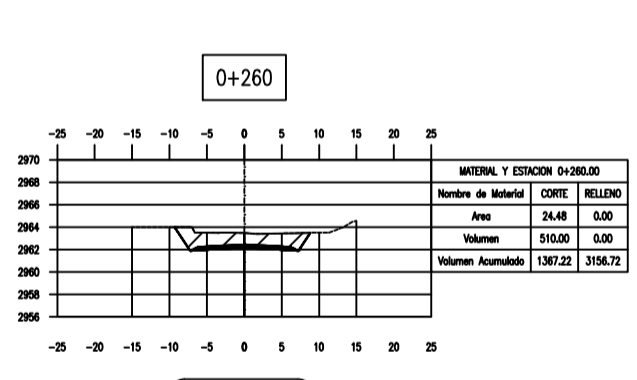
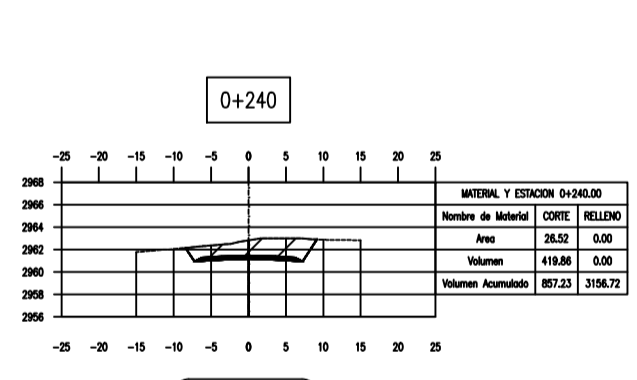
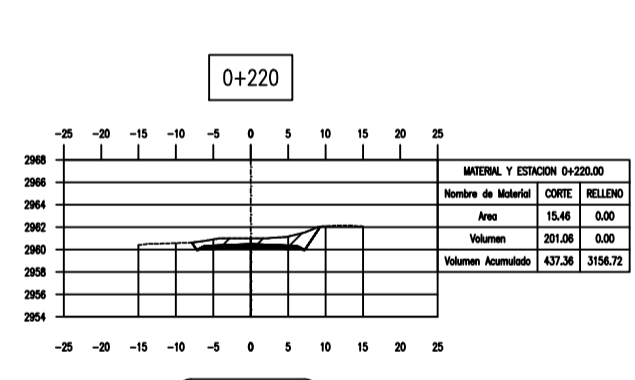
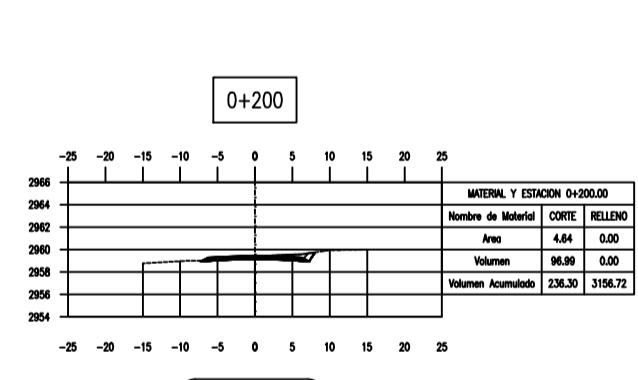
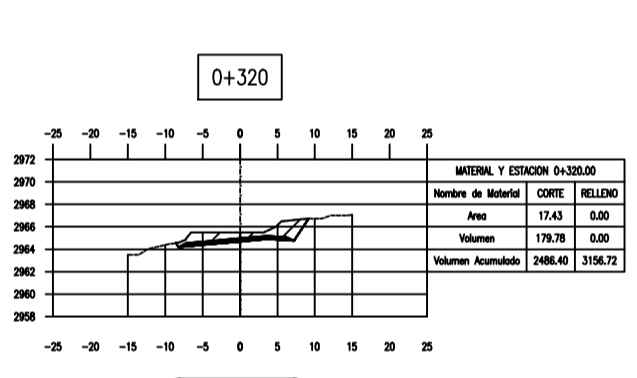
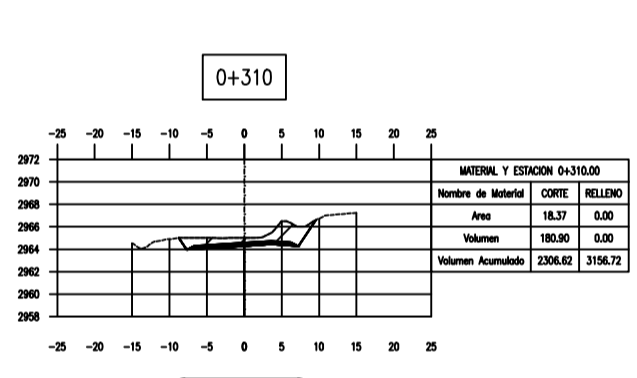
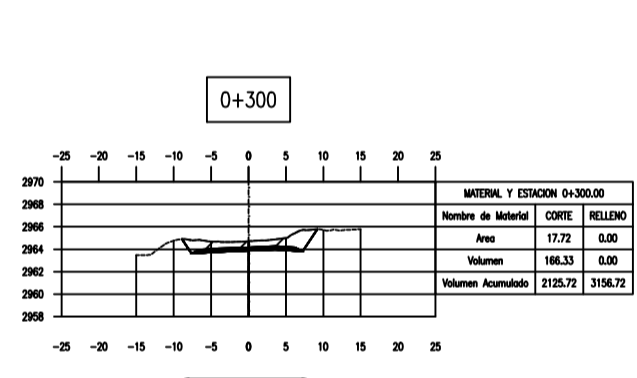
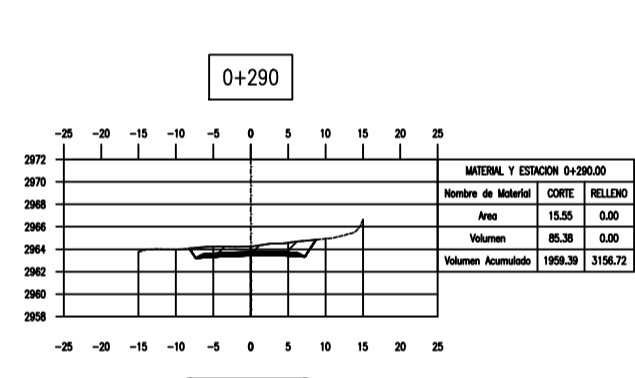
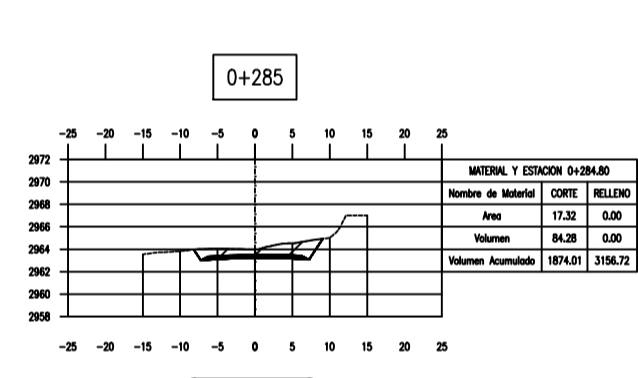
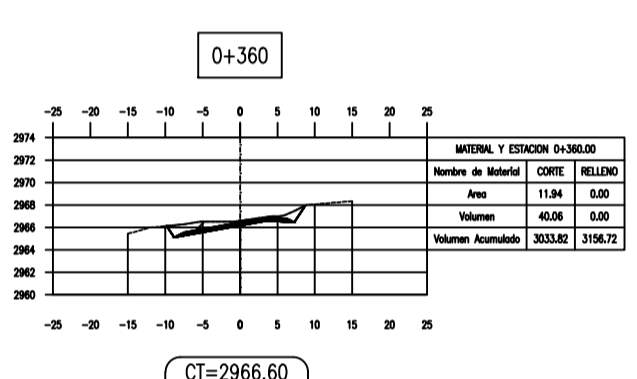
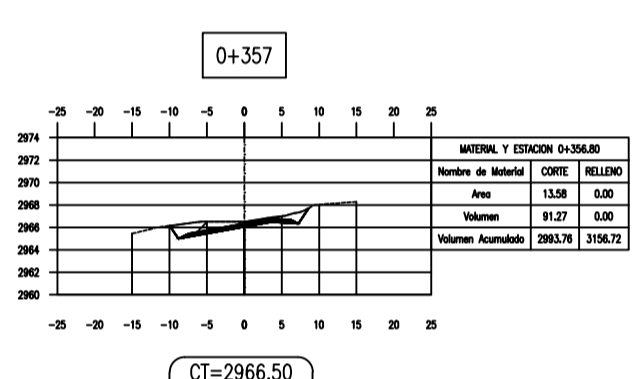
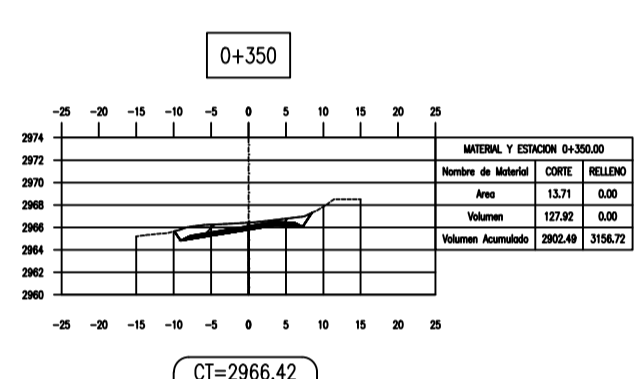
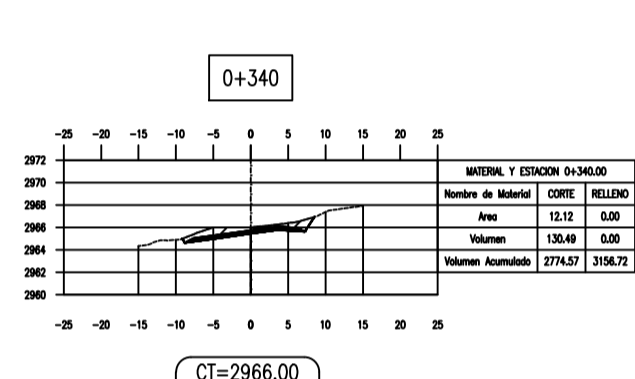
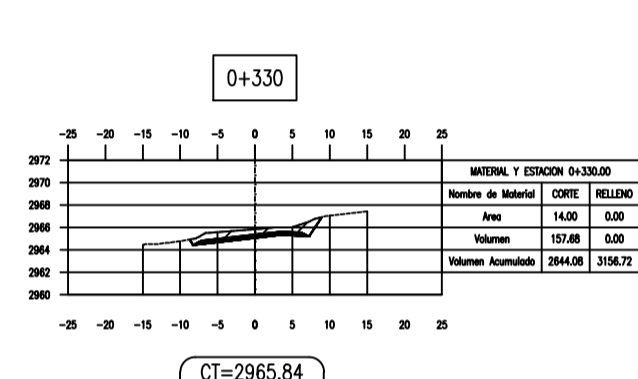
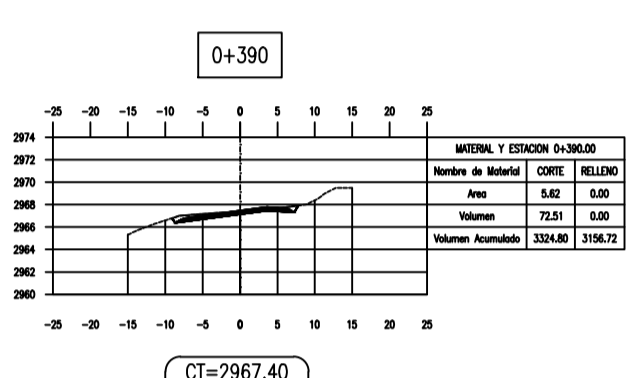
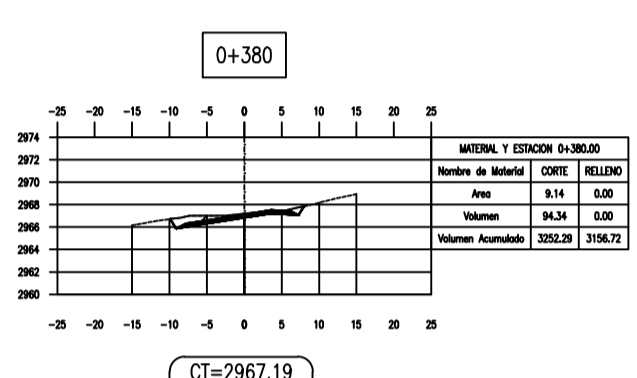
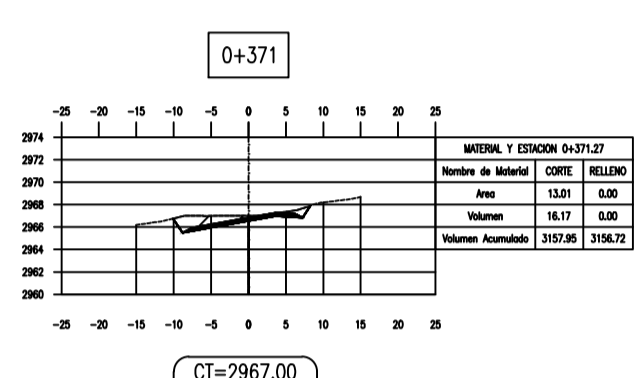
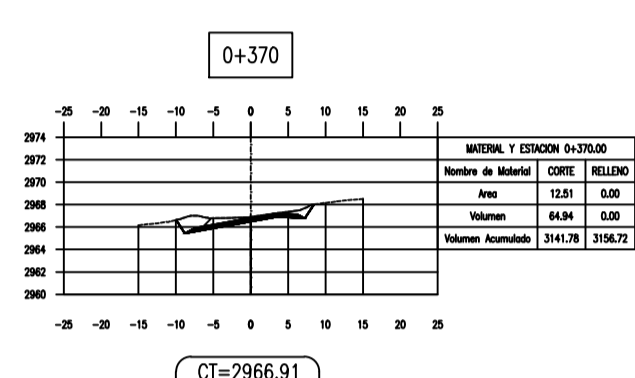
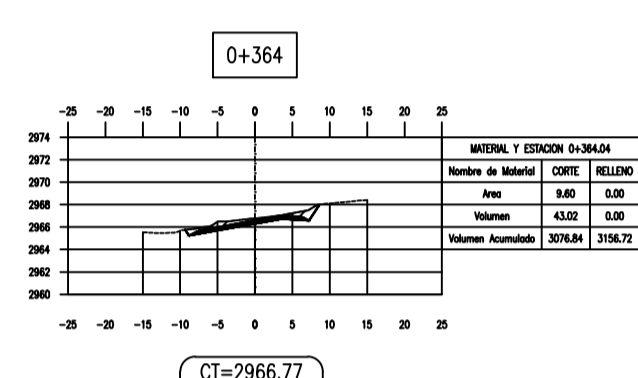
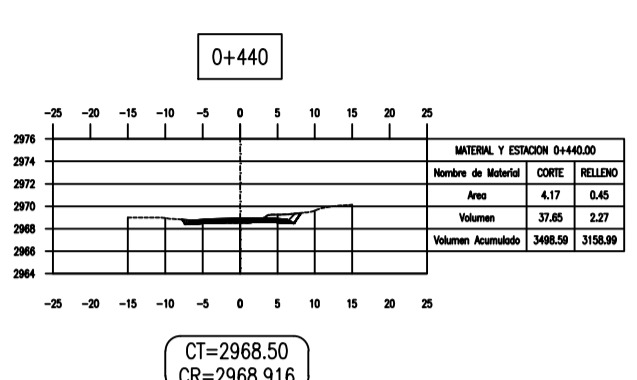
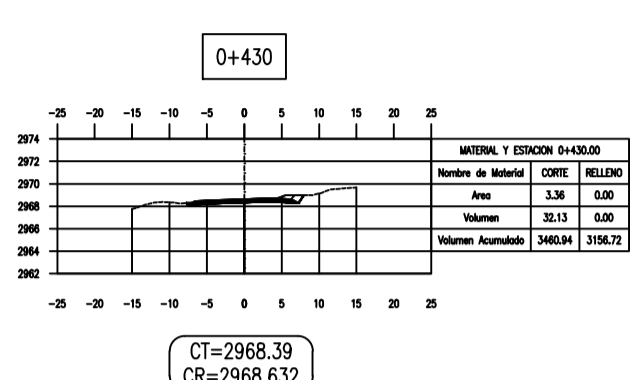
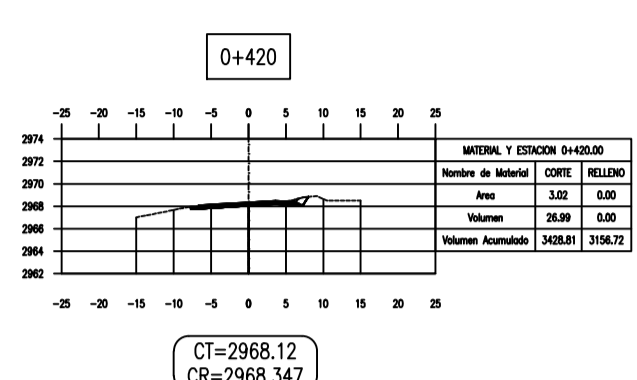
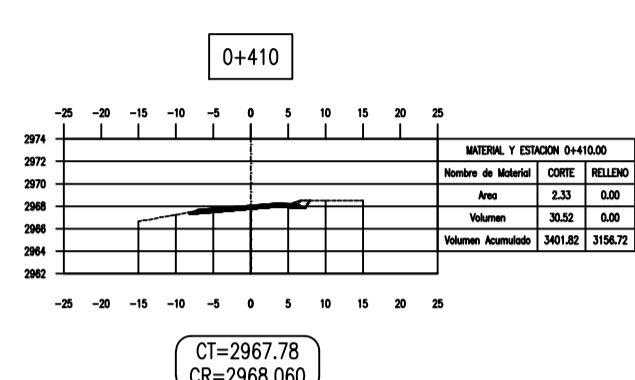
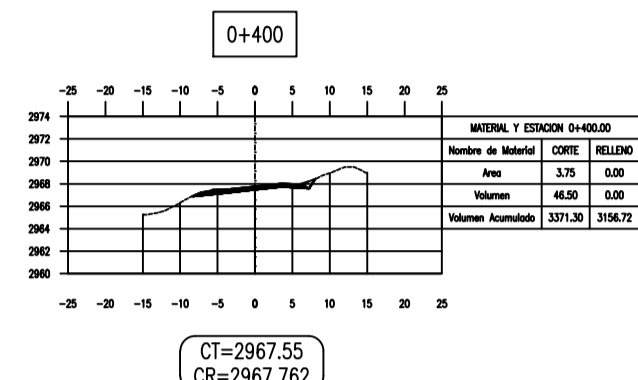
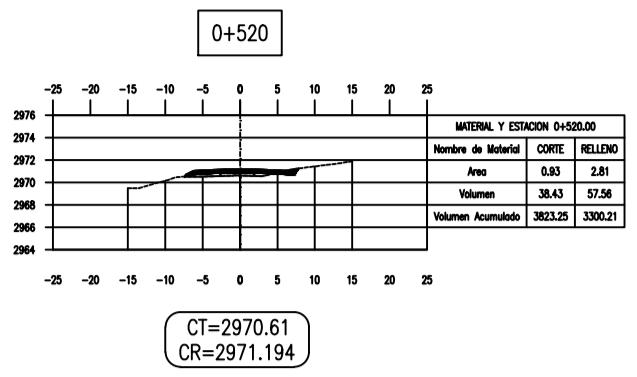
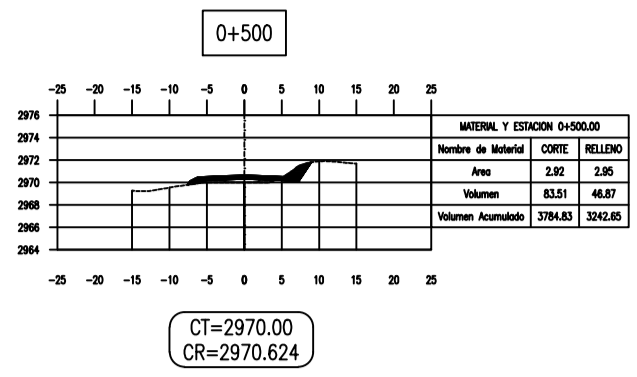
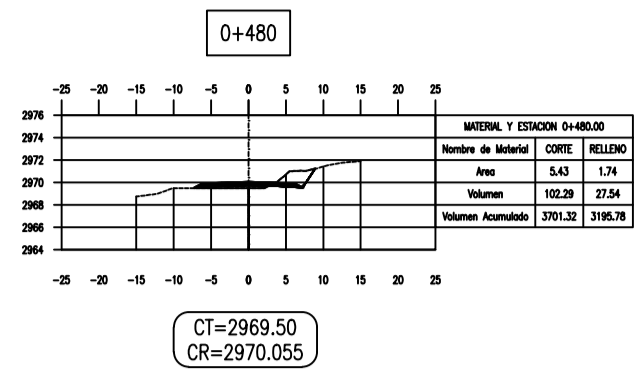
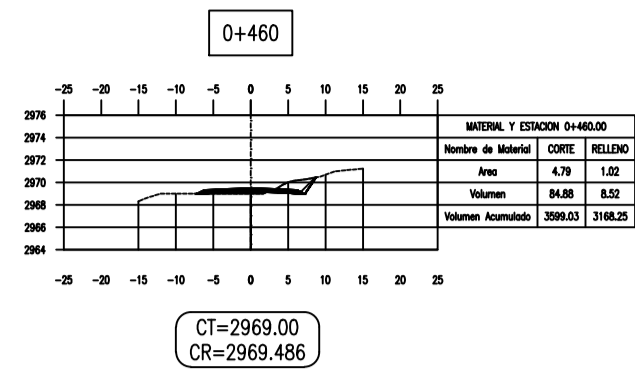
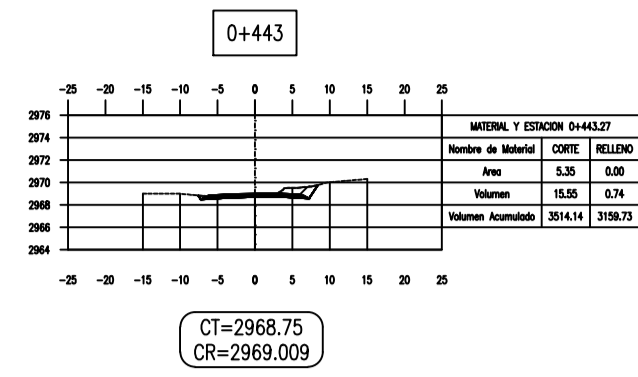
UBICACION GEOGRAFICA:
 LATITUD: 16°22'
 LONGITUD: 71°21'
 ALTITUD: 2939 m.s.n.m.

PROYECTO DE TESIS:
"ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+070"

PLANO:
PLANTA - PERFIL

ESPECIALIDAD:
 DISEÑO GEOMETRICO

FECHA: OCTUBRE - 2020
 COD: PP-03
 ESCALA: 1:1500 - 1:2000
 FORMATO: A1
 LAM: 06



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA

REGIÓN AREQUIPA

PRESENTADO POR:

BACH. AGUILAR CUSI ANTHONY CHRISTIAN

BACH. AGUILAR PONCE DE LEON ALEJANDRO ERASMO

UBICACIÓN POLITICA:

REGION: AREQUIPA

DEPARTAMENTO: AREQUIPA

PROVINCIA: AREQUIPA

DISTRITO: CHIGUATA

UBICACIÓN GEOGRAFICA:

LATITUD: 16°22'

LONGITUD: 71°21'

ALTITUD: 2939 m.s.n.m.

PROYECTO DE TESIS:

"ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+070"

PLANO:

SECCIONES TRANSVERSALES 0+000.00 - 0+520.00

ESPECIALIDAD:

MOV. DE TIERRAS

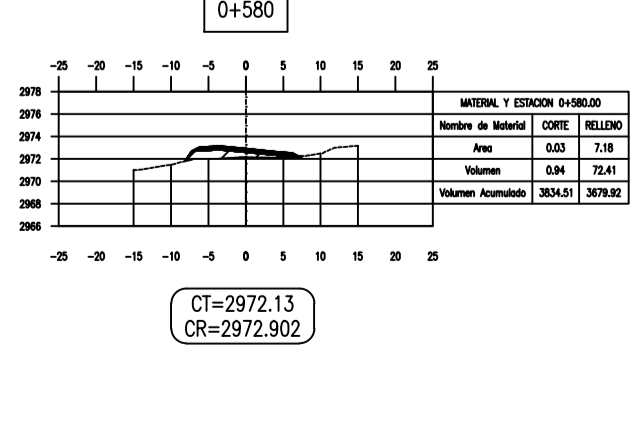
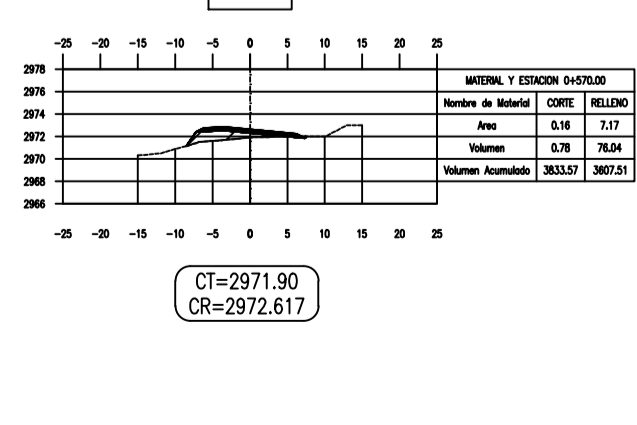
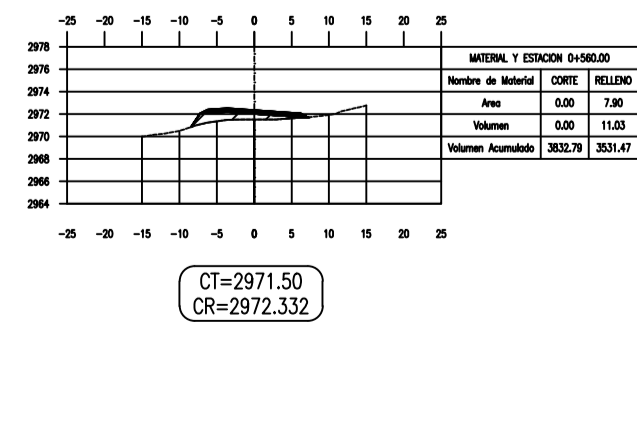
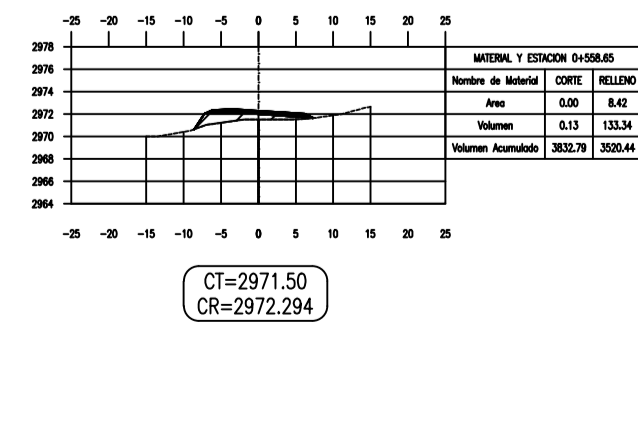
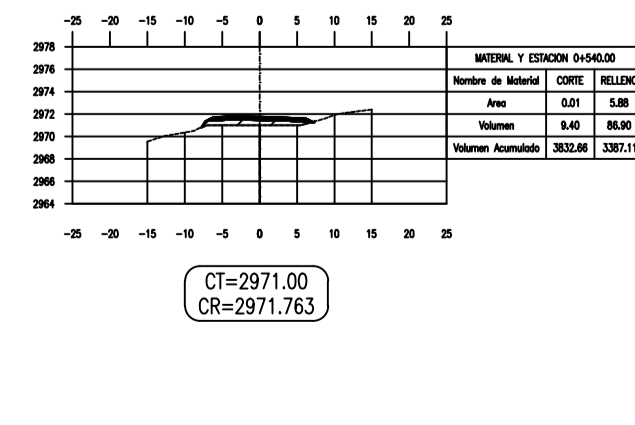
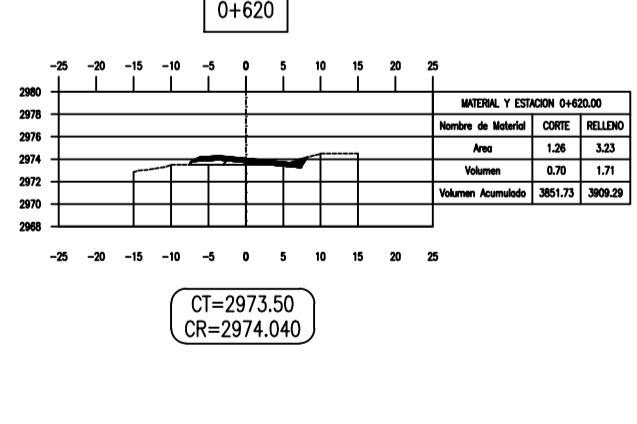
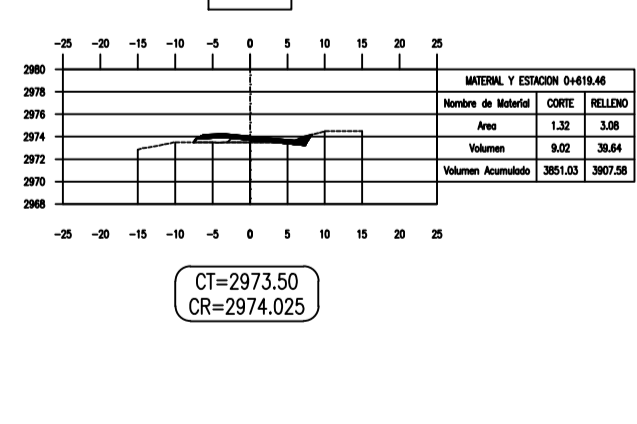
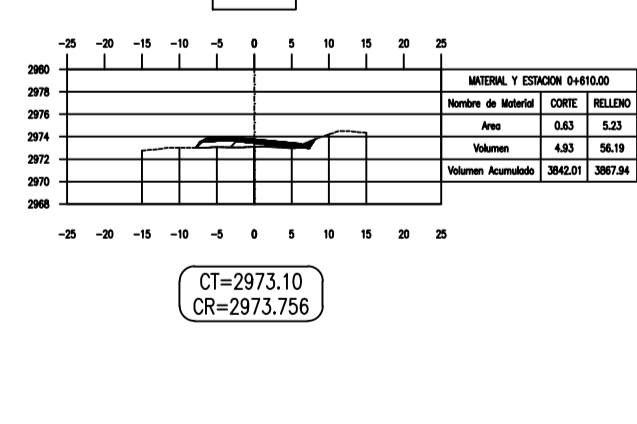
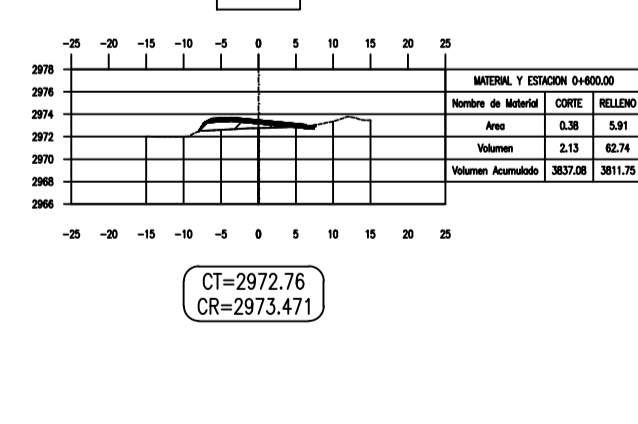
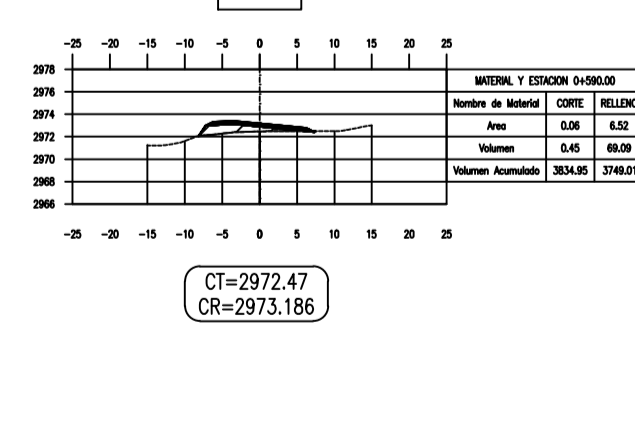
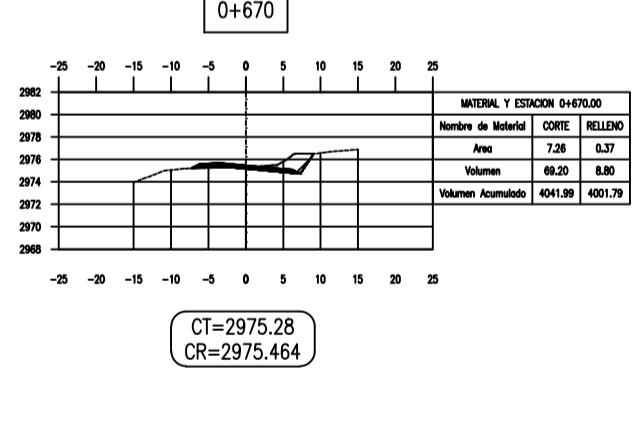
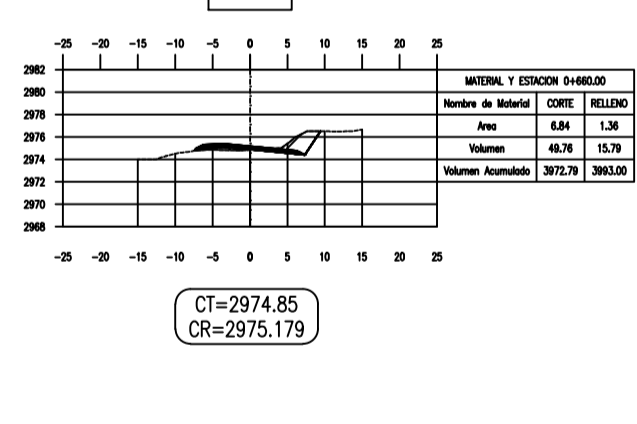
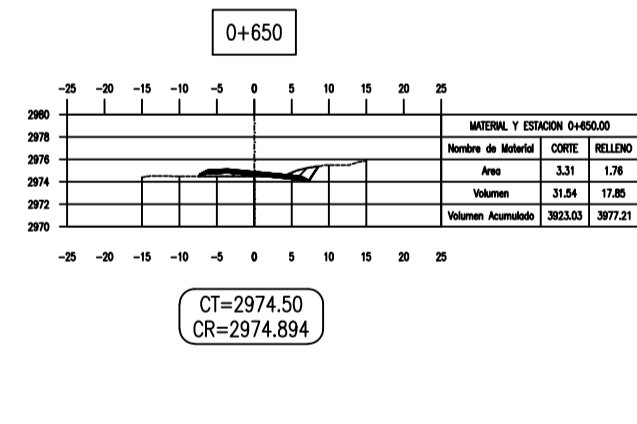
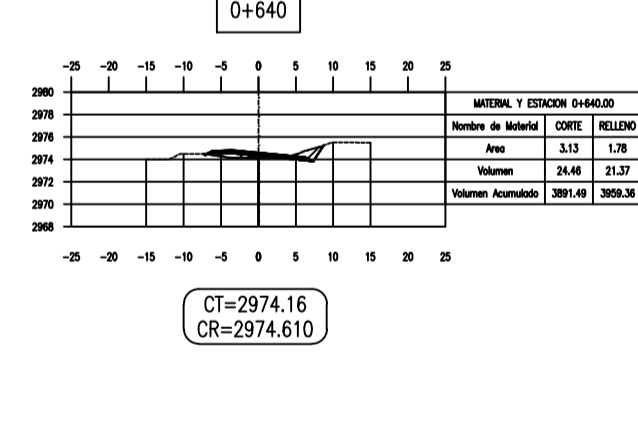
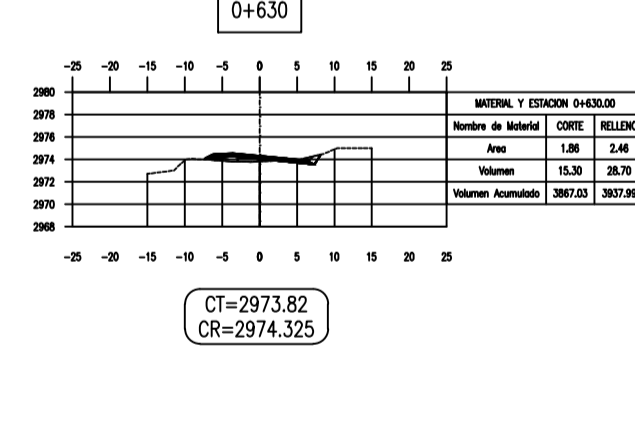
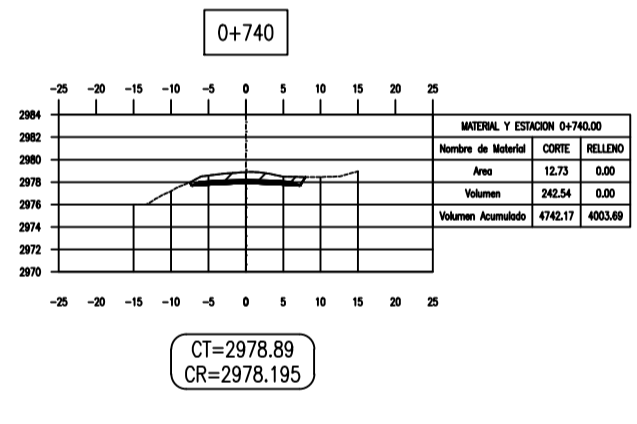
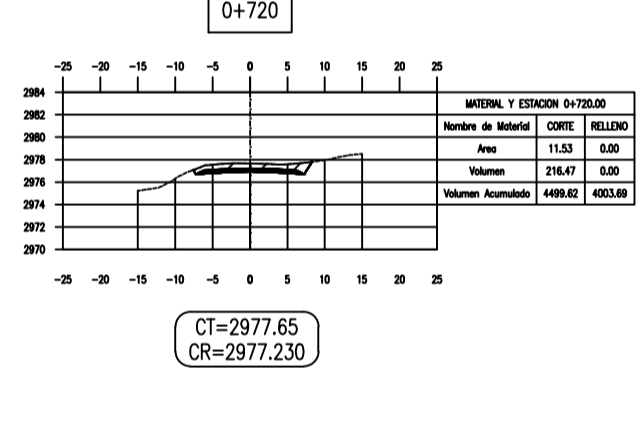
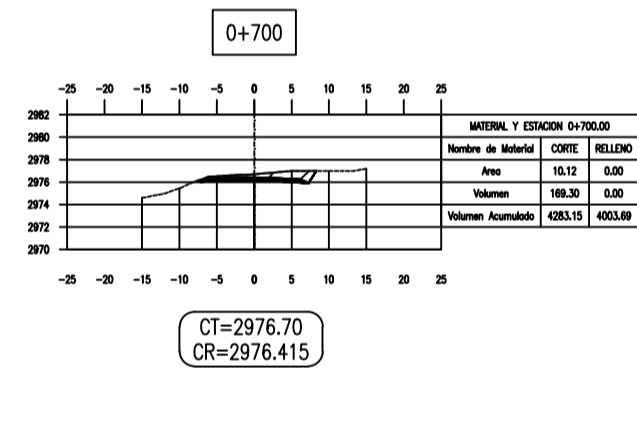
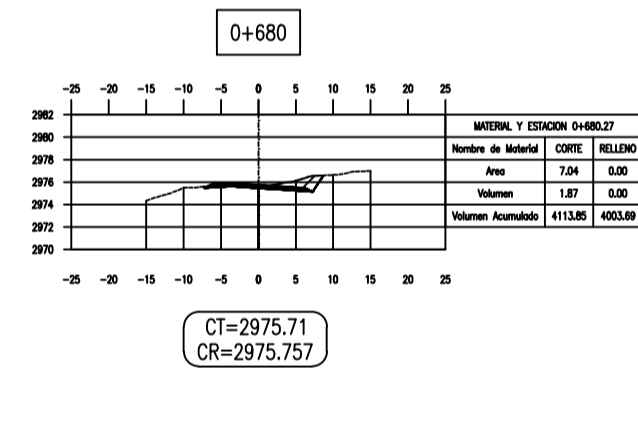
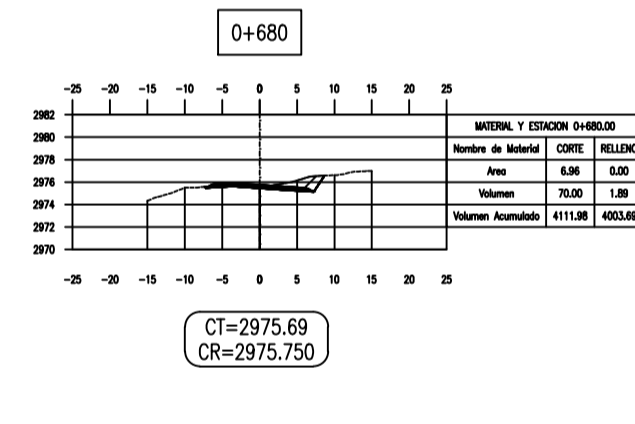
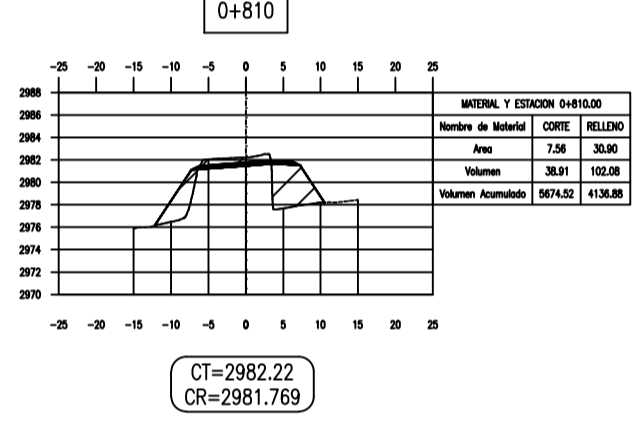
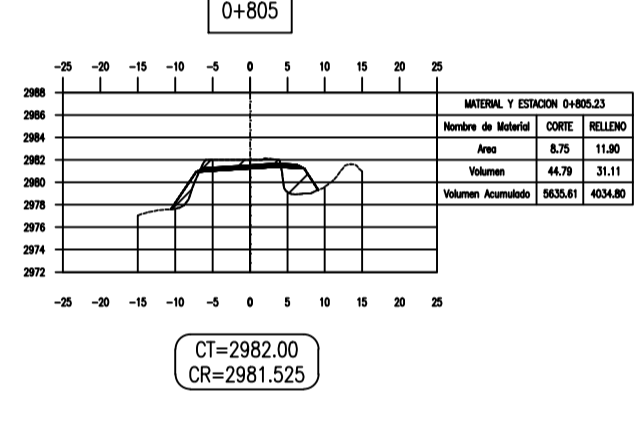
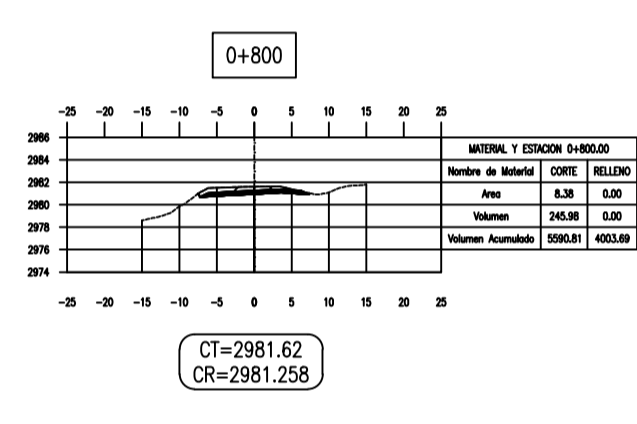
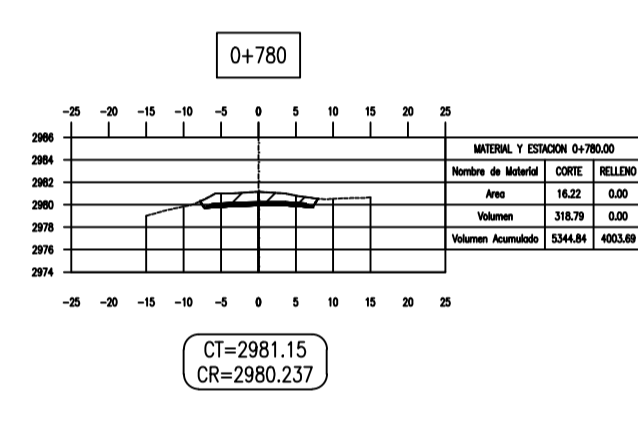
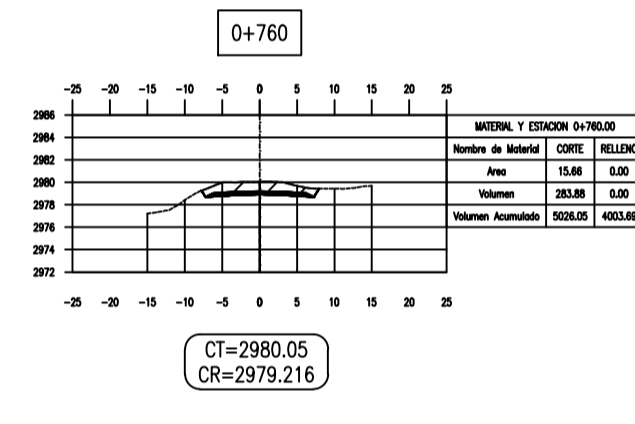
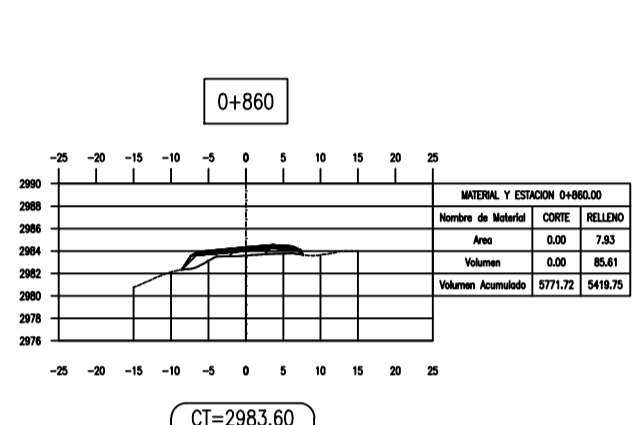
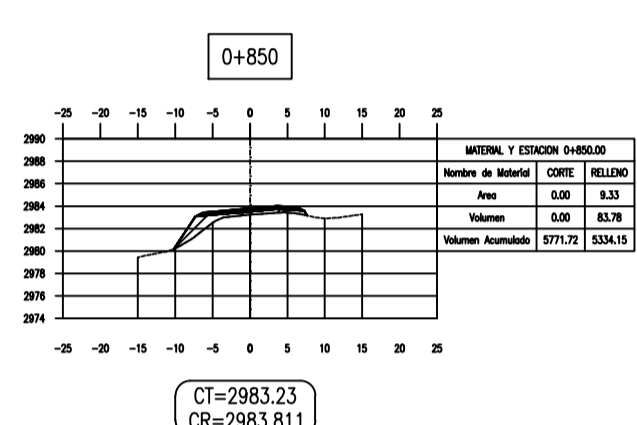
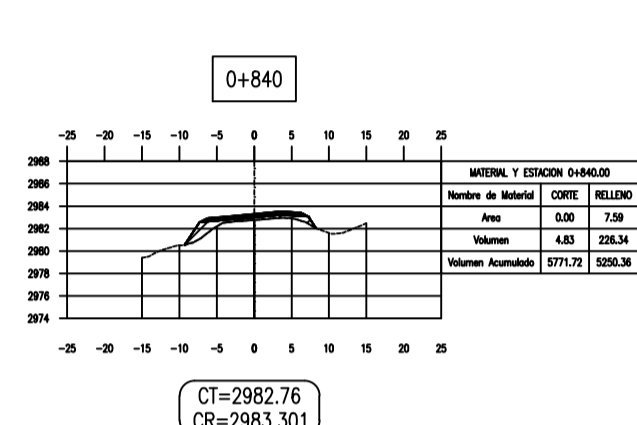
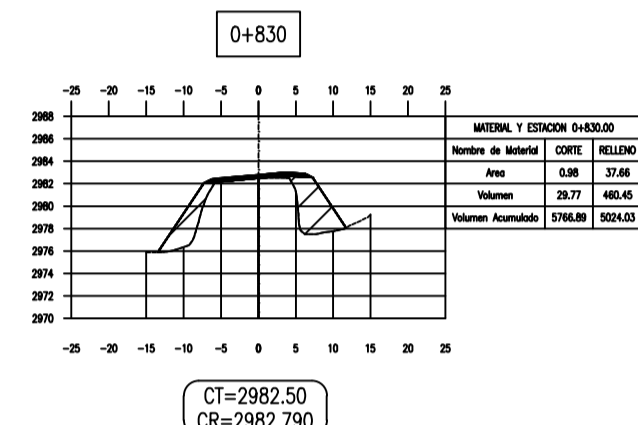
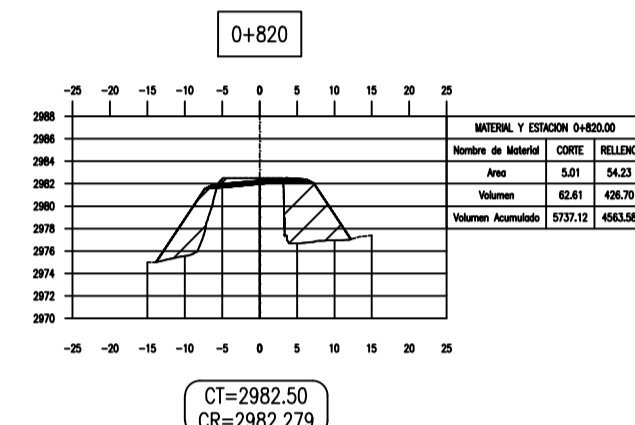
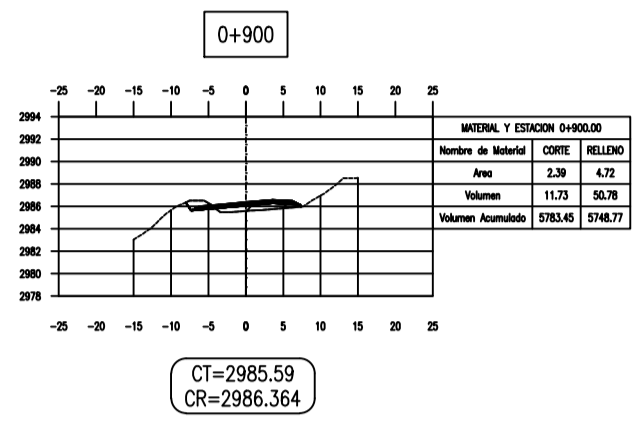
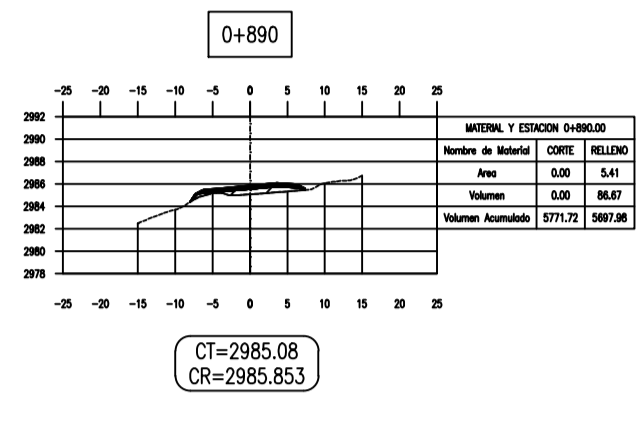
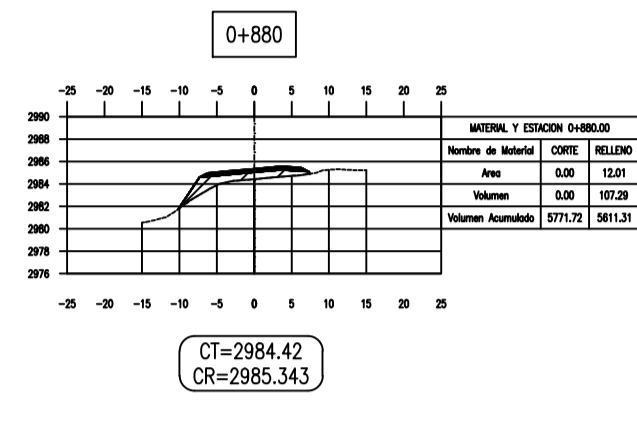
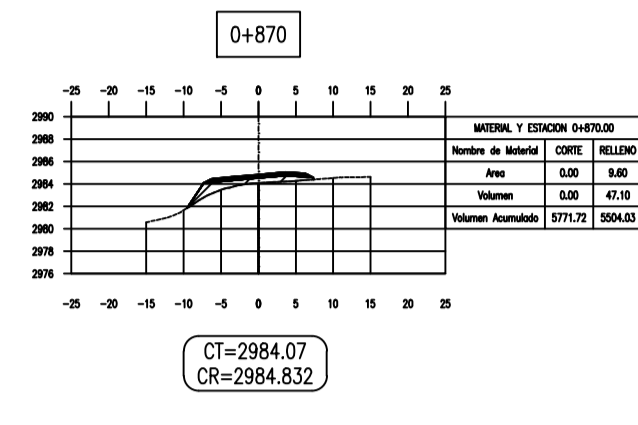
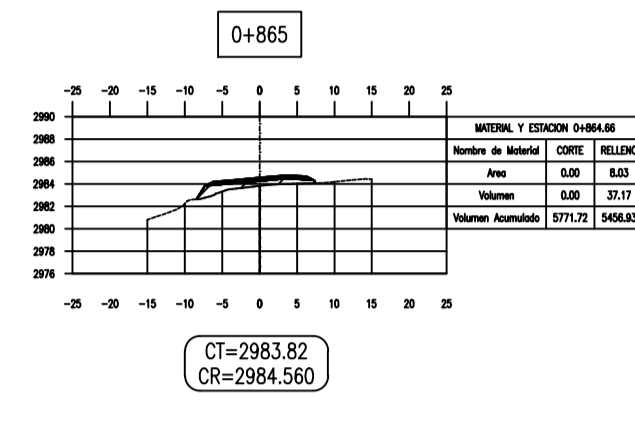
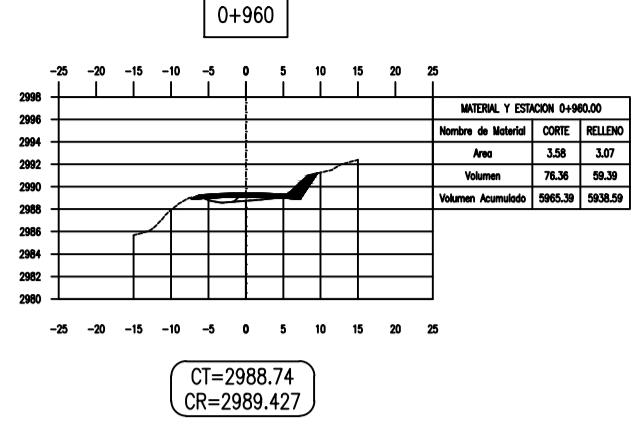
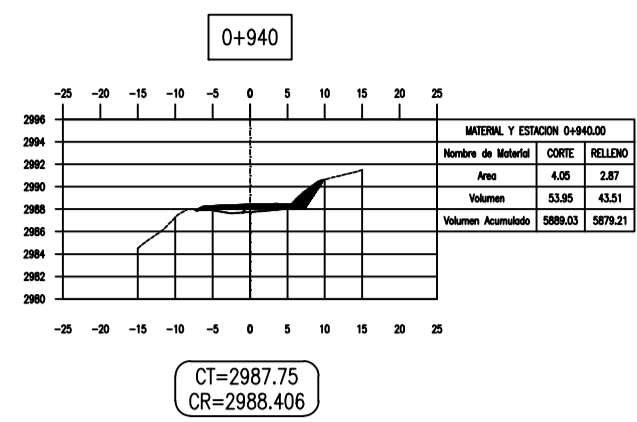
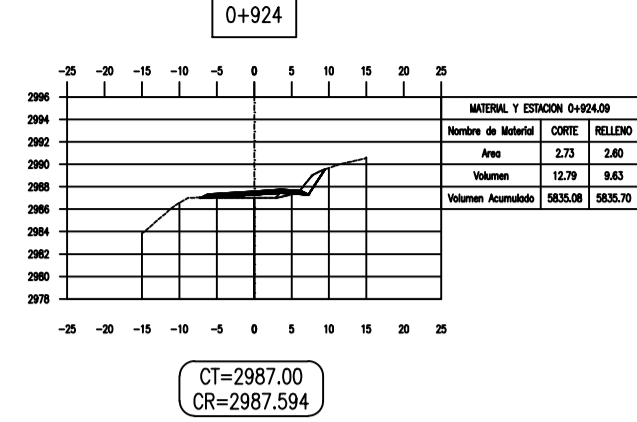
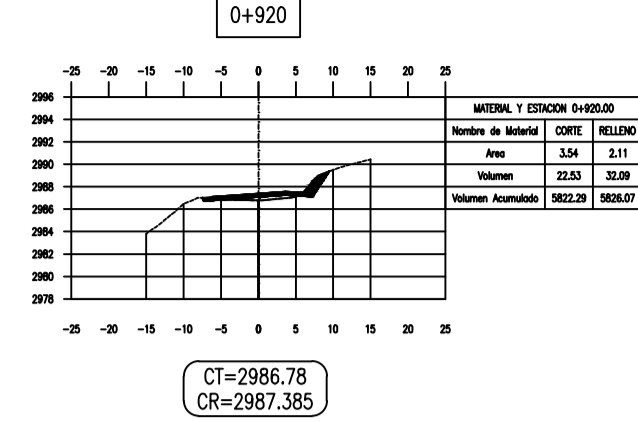
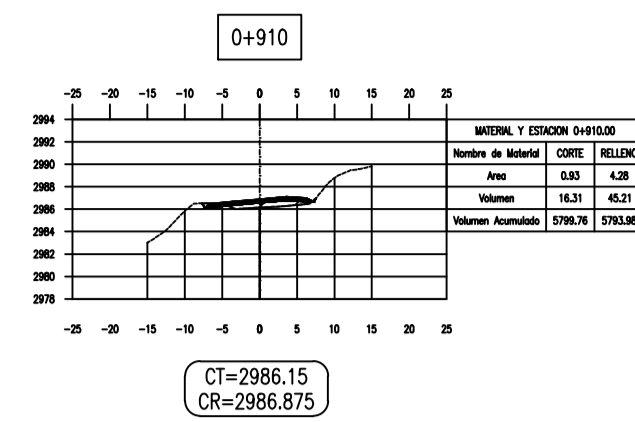
FECHA : OCTUBRE - 2020

ESCALA: 1:1000

FORMATO: A1

COD: SE-01

LAM: 07



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA

REGIÓN AREQUIPA



PRESENTADO POR:

BACH. AGUILAR CUSI ANTHONY CHRISTIAN
BACH. AGUILAR PONCE DE LEON ALEJANDRO ERASMO

UBICACIÓN POLITICA:

REGION: AREQUIPA
DEPARTAMENTO: AREQUIPA
PROVINCIA: AREQUIPA
DISTRITO: CHIGUATA

UBICACIÓN GEOGRAFICA:

LATITUD: 16°22'
LONGITUD: 71°21'
ALTITUD: 2939 m.s.n.m.

PROYECTO DE TESIS:

"ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+070"

PLANO:

SECCIONES TRANSVERSALES 0+540.00 - 0+960.00

ESPECIALIDAD:

MOV. DE TIERRAS

FECHA:

OCTUBRE - 2020

COD:

SE-02

ESCALA:

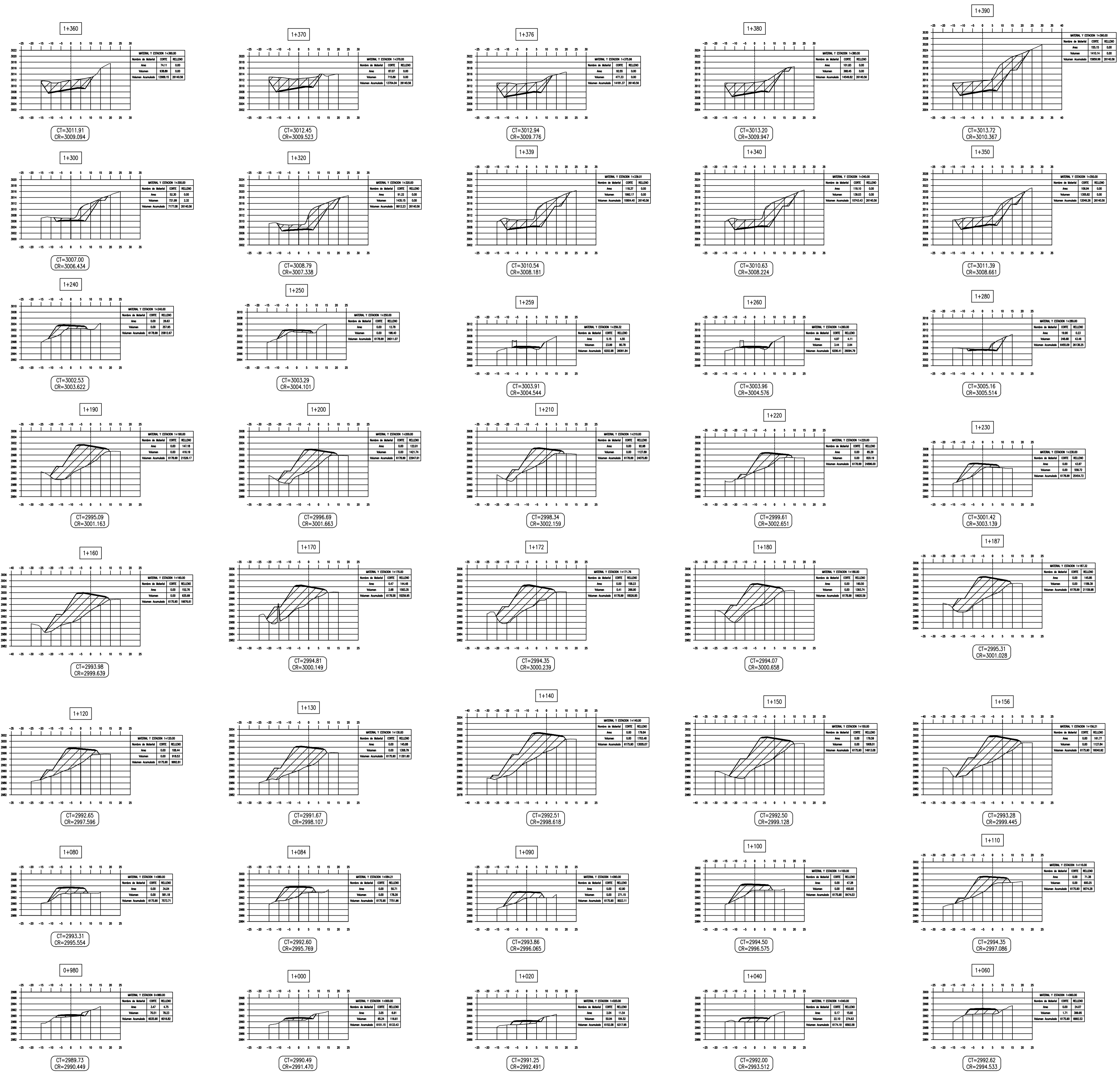
1:1000

FORMATO:

A1

LAM:

08



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA
REGION AREQUIPA

PRESENTADO POR:
BACH. AGUILAR CUSI ANTHONY CHRISTIAN
BACH. AGUILAR PONCE DE LEON ALEJANDRO ERASMO

UBICACION POLITICA:
REGION: AREQUIPA
DEPARTAMENTO: AREQUIPA
PROVINCIA: AREQUIPA
DISTRITO: CHIGUATA

UBICACION GEOGRAFICA:
LATITUD: 16°22'
LONGITUD: 71°21'
ALTITUD: 2939 m.s.n.m.

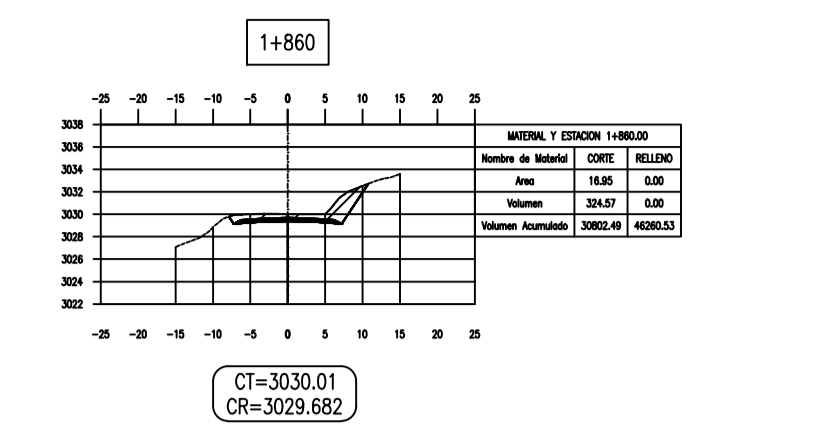
PROYECTO DE TESIS:
"ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+070"

PLANO:
SECCIONES TRANSVERSALES 0+980.00 - 1+390.00

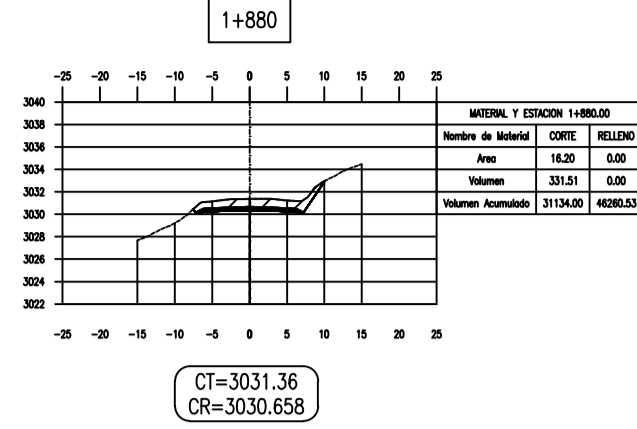
ESPECIALIDAD:
MOV. DE TIERRAS

FECHA: OCTUBRE - 2020
COD: SE-03

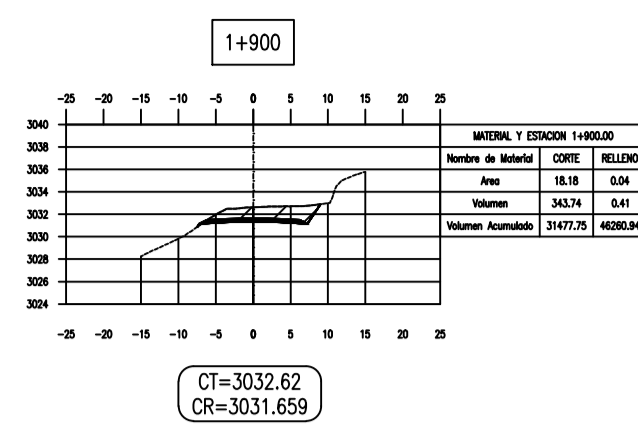
ESCALA: 1:1000
FORMATO: A1
LAM: 09



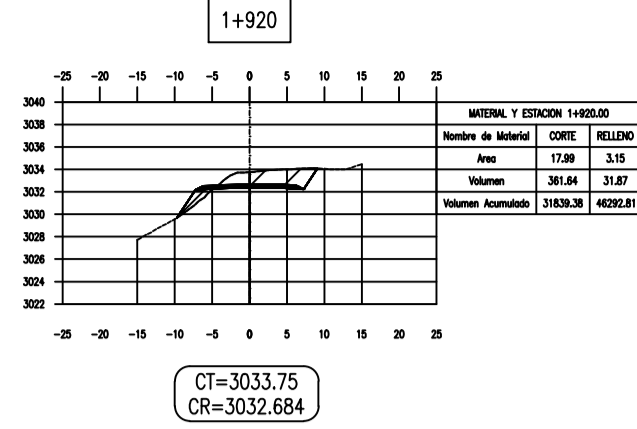
CT=3030.01
CR=3029.682



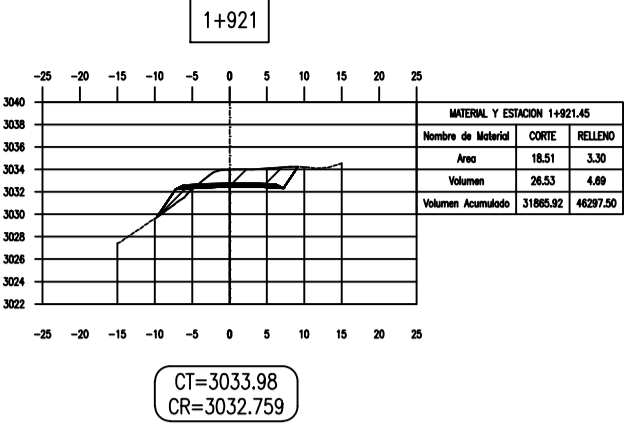
CT=3031.36
CR=3030.658



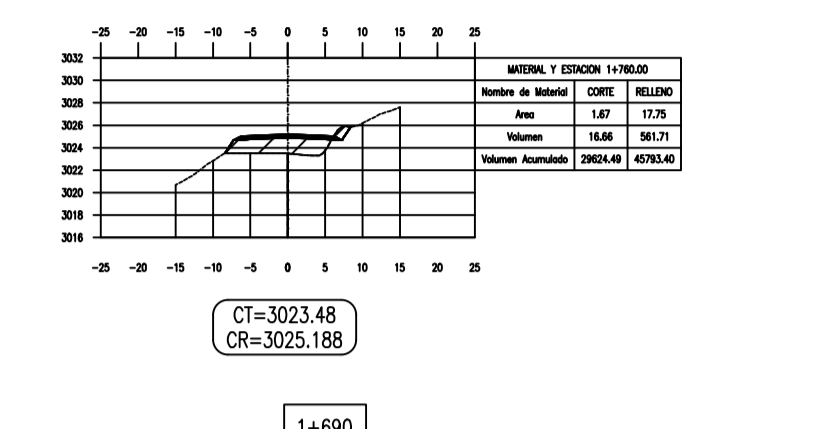
CT=3032.62
CR=3032.659



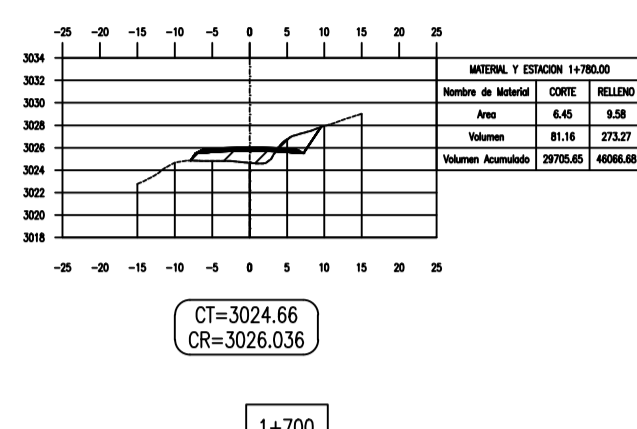
CT=3033.75
CR=3032.684



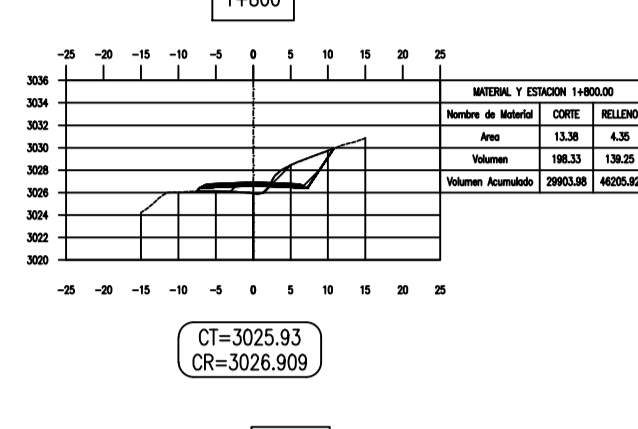
CT=3033.98
CR=3032.759



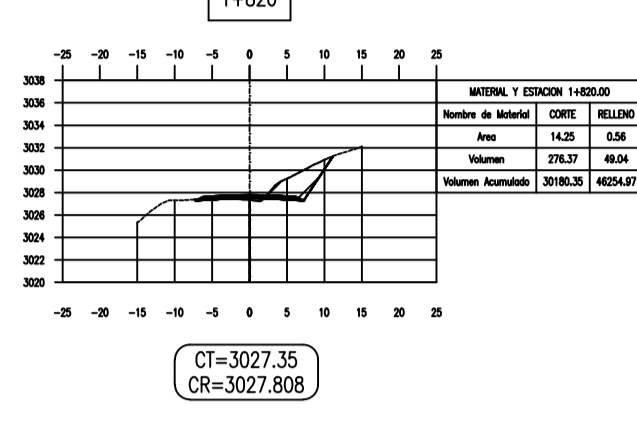
CT=3023.48
CR=3025.188



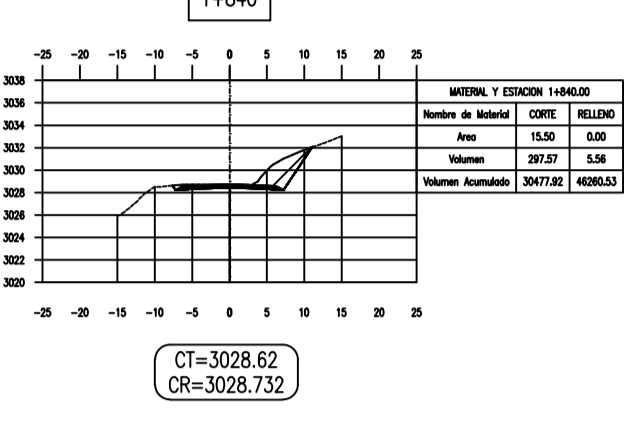
CT=3024.66
CR=3026.036



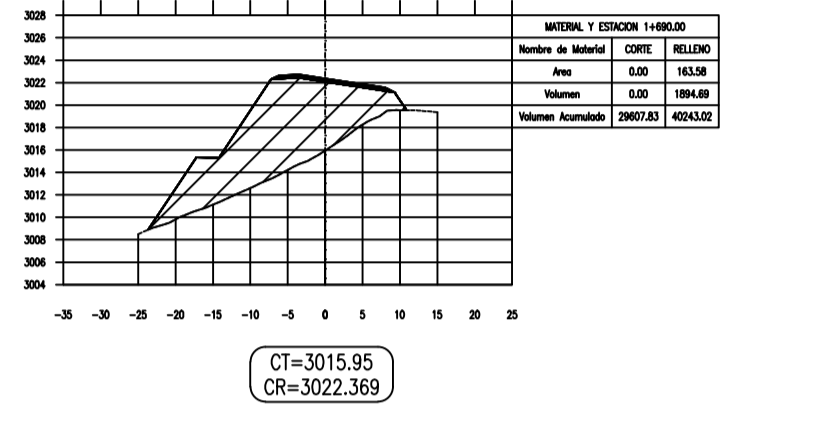
CT=3025.93
CR=3026.909



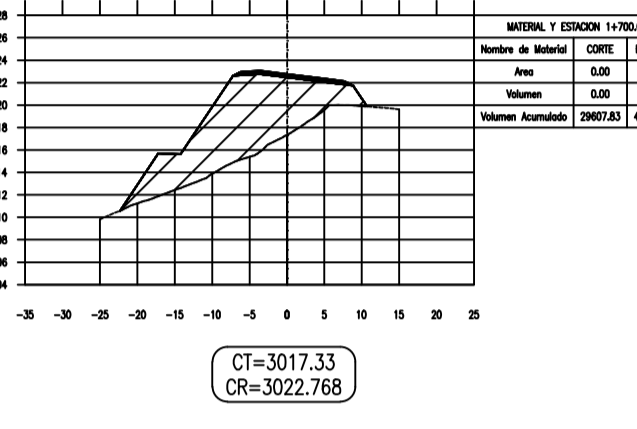
CT=3027.35
CR=3027.808



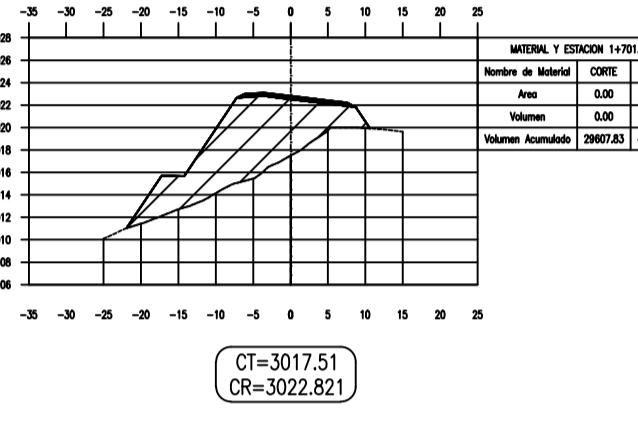
CT=3028.62
CR=3028.732



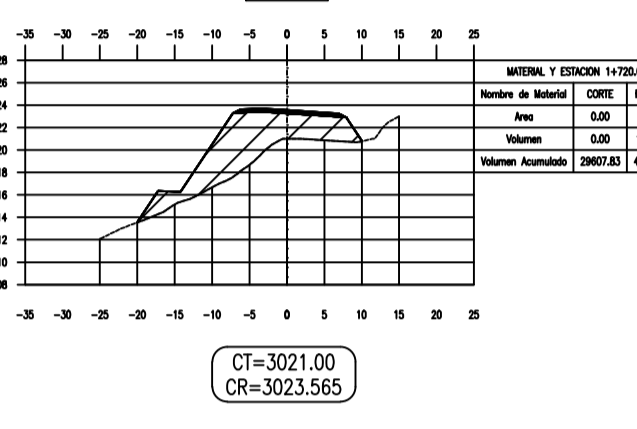
CT=3015.95
CR=3022.369



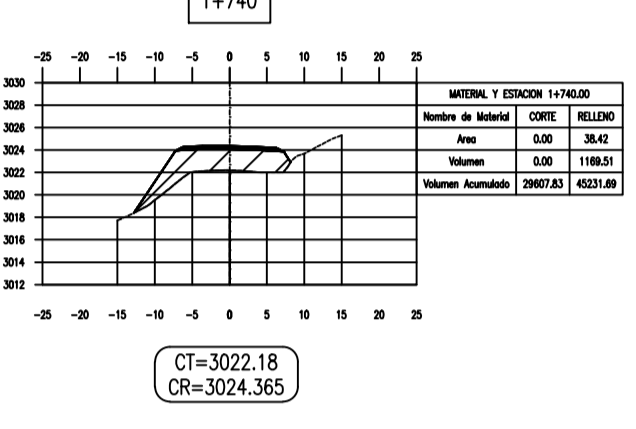
CT=3017.33
CR=3022.768



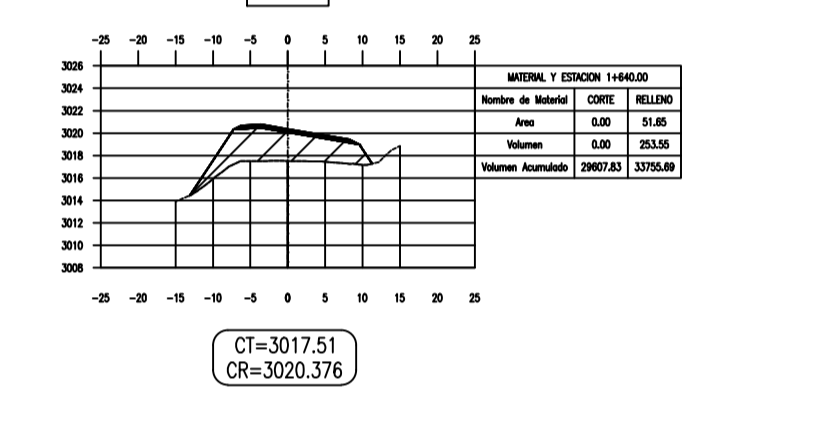
CT=3017.51
CR=3022.821



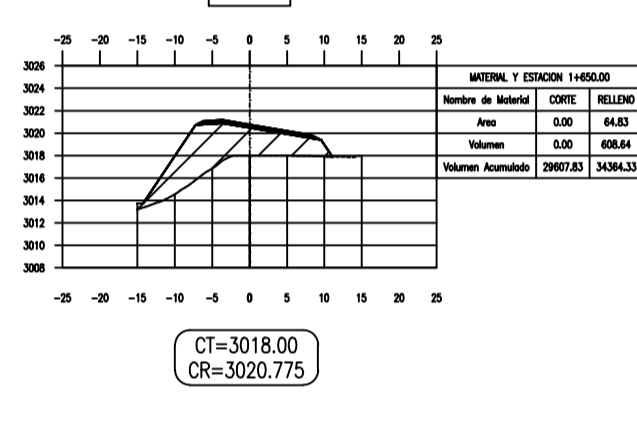
CT=3021.00
CR=3023.565



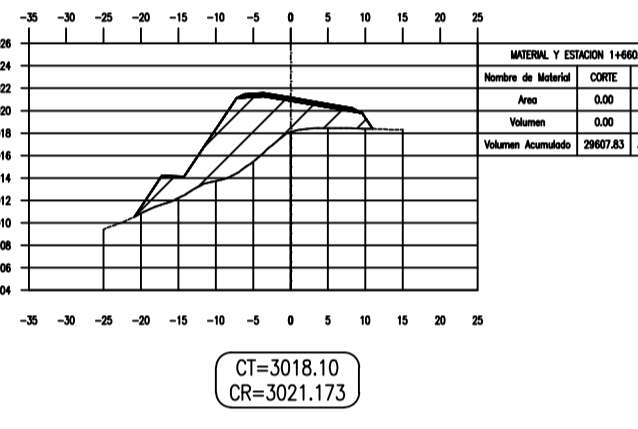
CT=3022.18
CR=3024.365



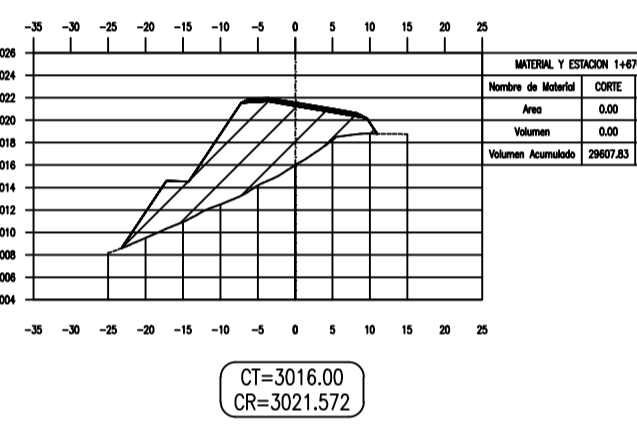
CT=3017.51
CR=3020.376



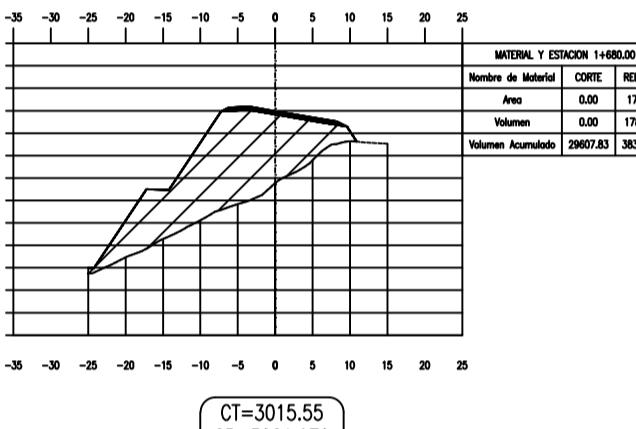
CT=3018.00
CR=3020.775



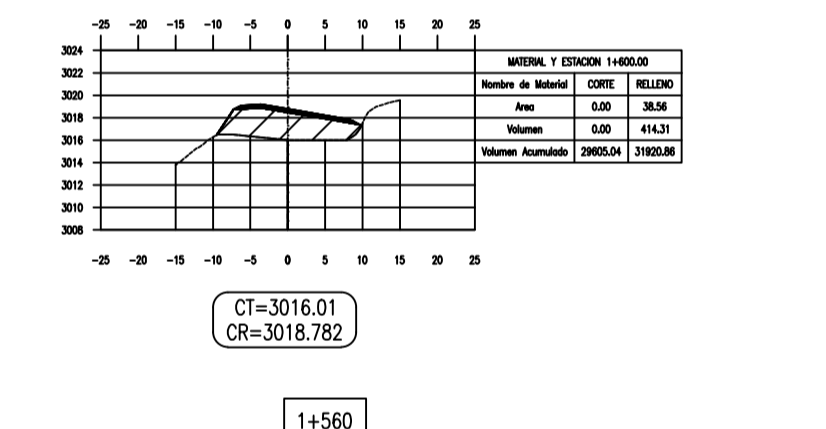
CT=3018.10
CR=3021.173



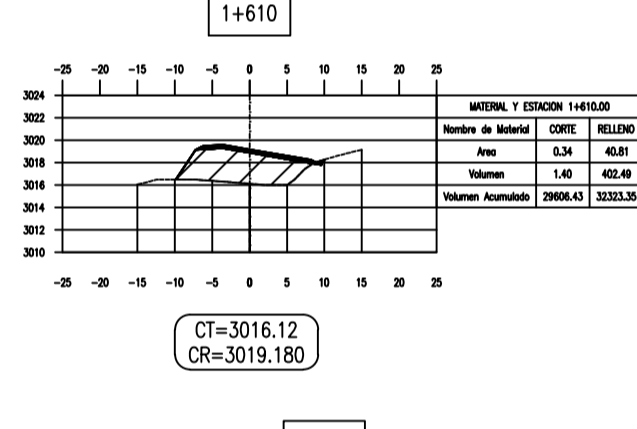
CT=3016.00
CR=3021.572



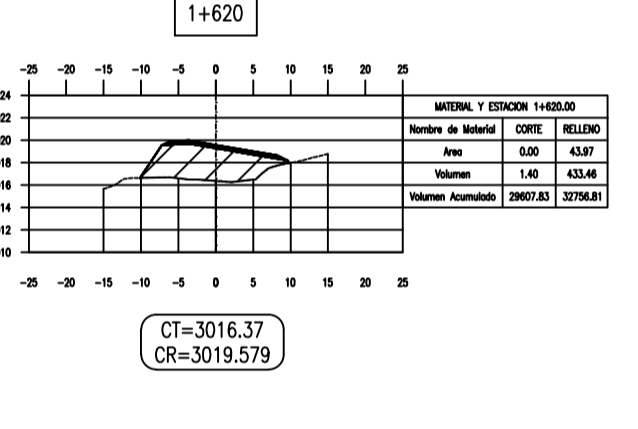
CT=3015.55
CR=3021.970



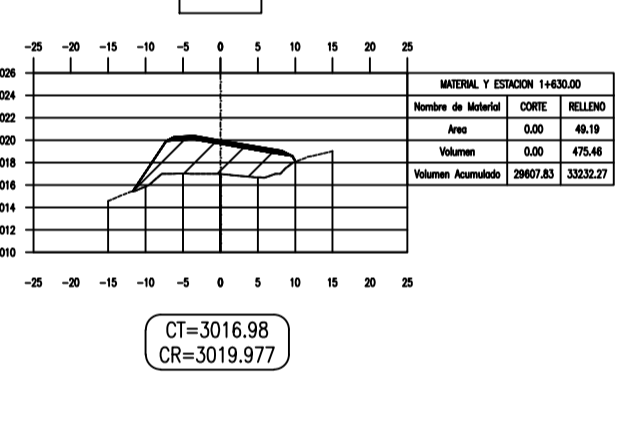
CT=3016.01
CR=3018.782



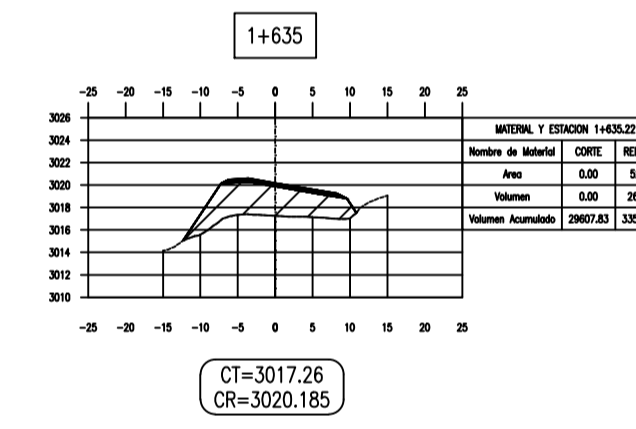
CT=3016.12
CR=3019.180



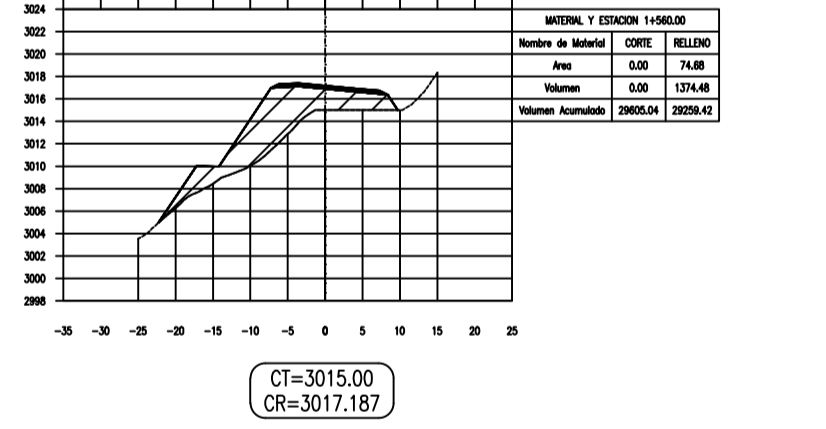
CT=3016.37
CR=3019.579



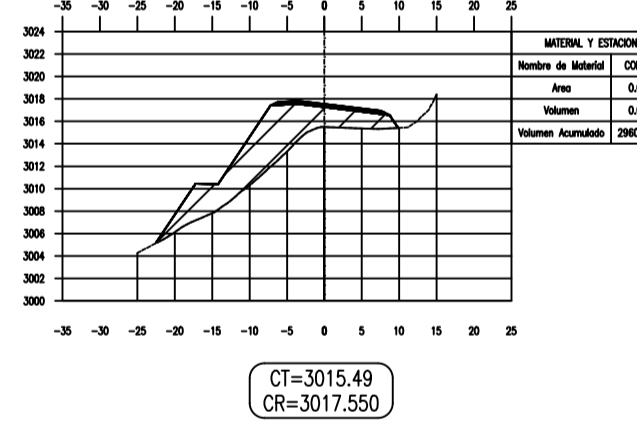
CT=3016.98
CR=3019.977



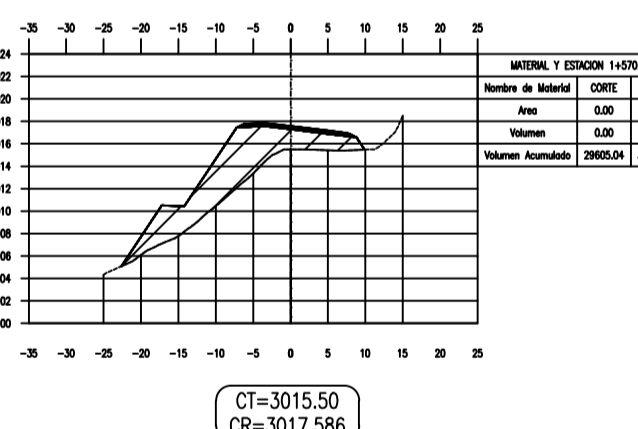
CT=3017.26
CR=3020.185



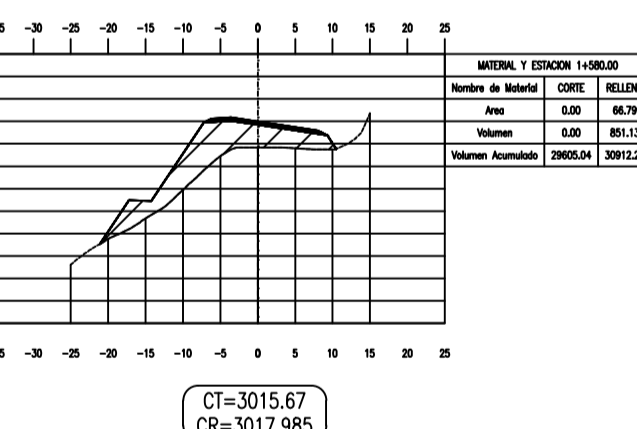
CT=3015.00
CR=3017.187



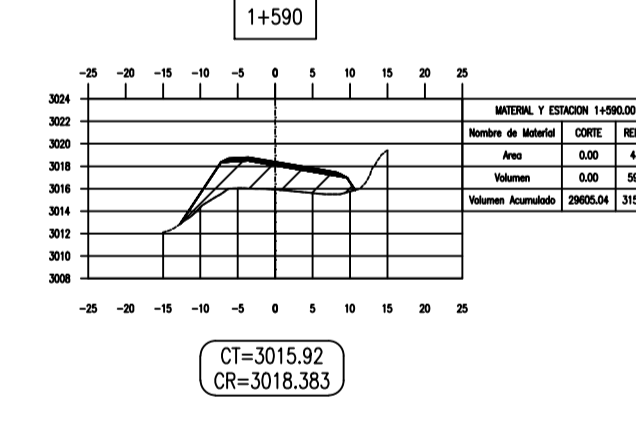
CT=3015.49
CR=3017.550



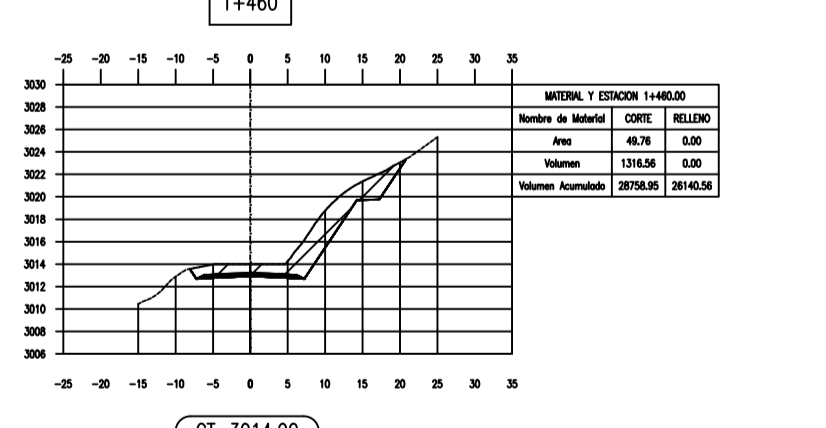
CT=3015.50
CR=3017.586



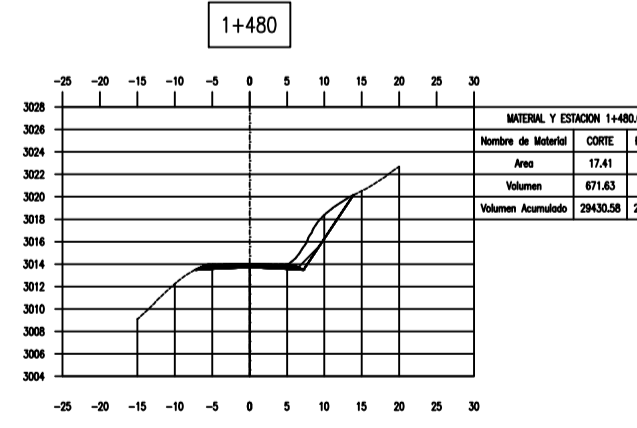
CT=3015.67
CR=3017.985



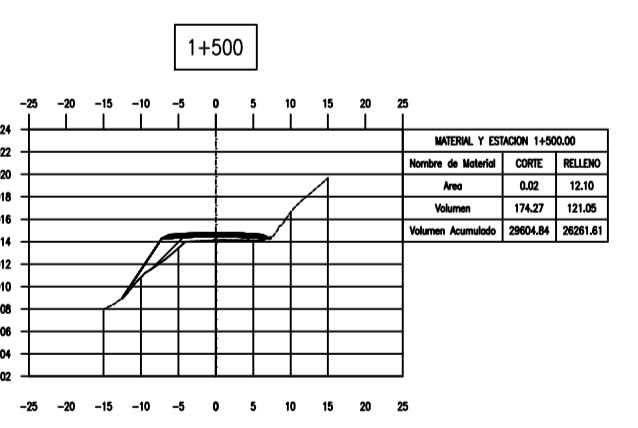
CT=3015.92
CR=3018.383



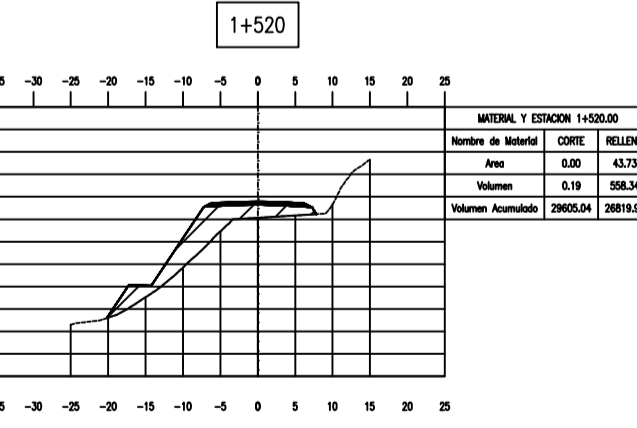
CT=3014.00
CR=3013.202



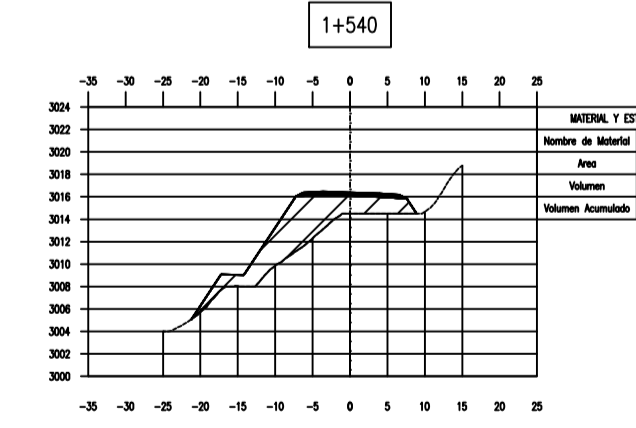
CT=3014.02
CR=3013.999



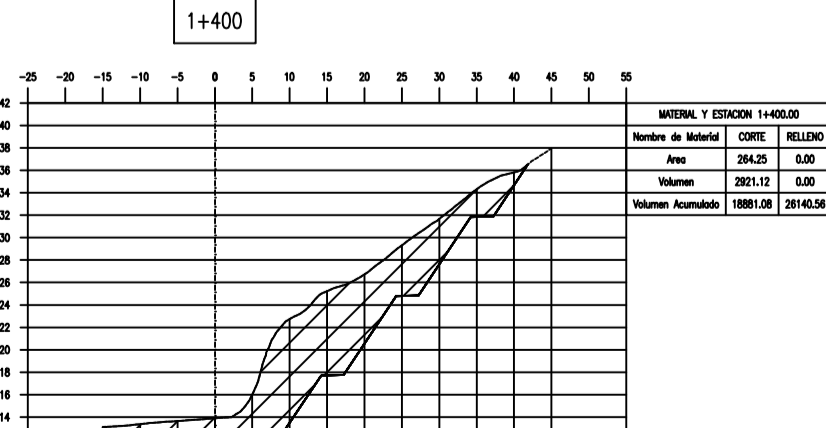
CT=3014.13
CR=3014.796



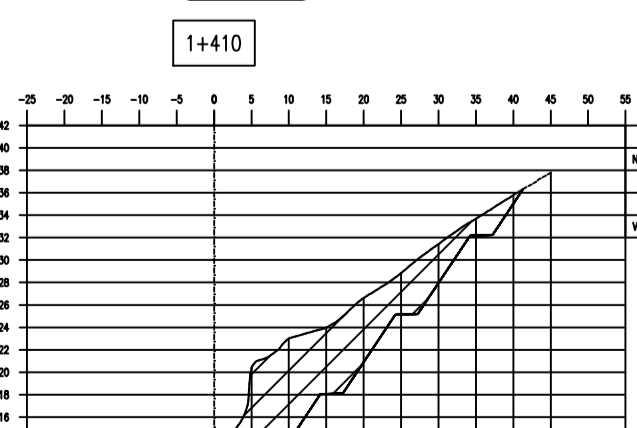
CT=3014.14
CR=3015.593



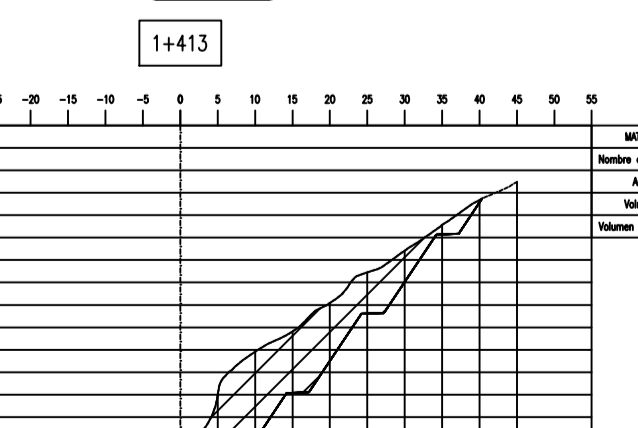
CT=3014.50
CR=3016.390



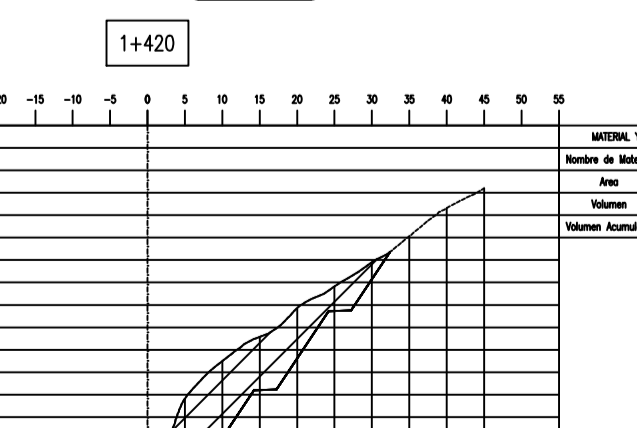
CT=3013.90
CR=3010.783



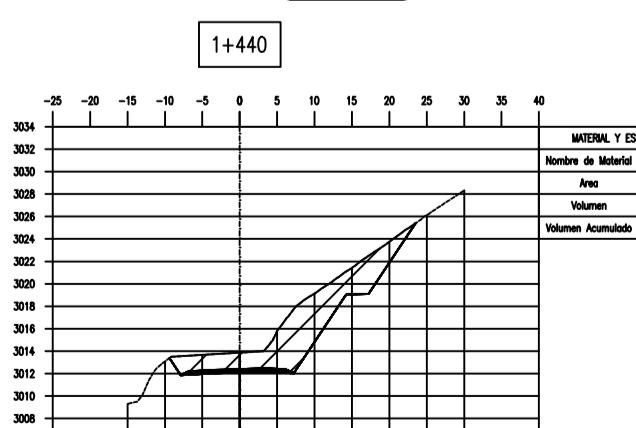
CT=3013.93
CR=3011.194



CT=3013.92
CR=3011.614



CT=3013.89
CR=3011.602



CT=3013.87
CR=3012.404



PRESENTADO POR:
BACH. AGUILAR CUSI ANTHONY CHRISTIAN
BACH. AGUILAR PONCE DE LEON ALEJANDRO ERASMO

UBICACIÓN POLITICA:
REGION: AREQUIPA
DEPARTAMENTO: AREQUIPA
PROVINCIA: AREQUIPA
DISTRITO: CHIGUATA

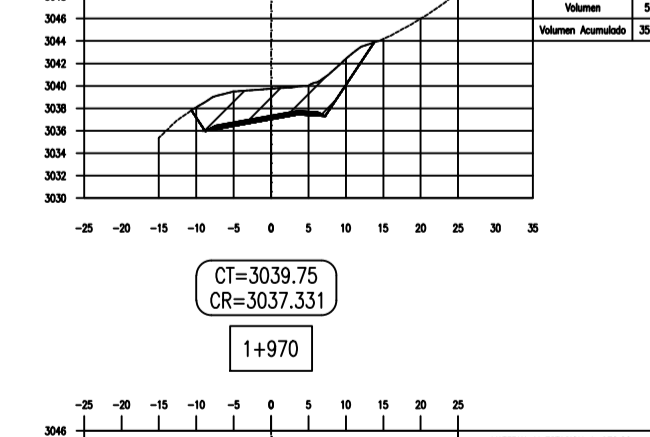
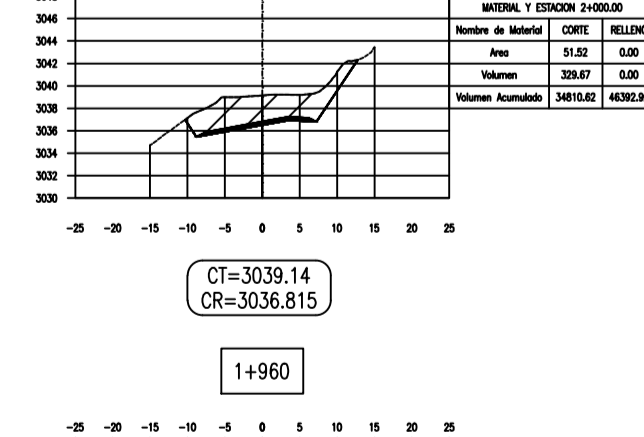
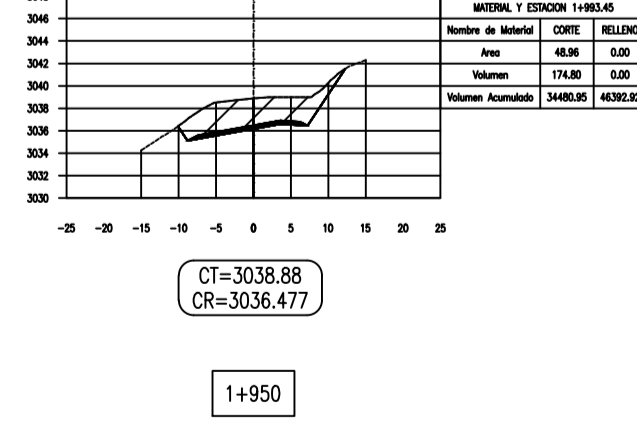
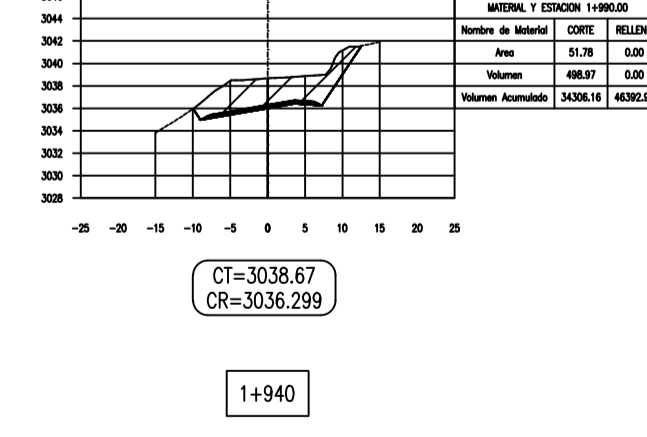
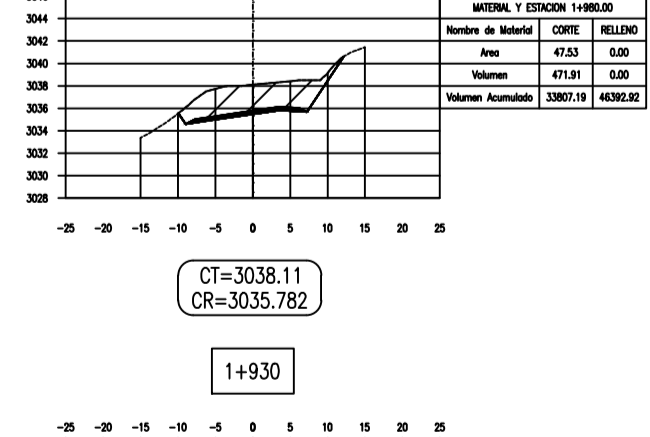
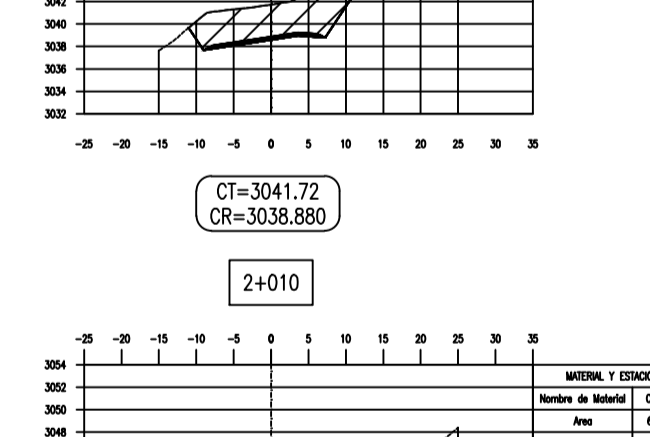
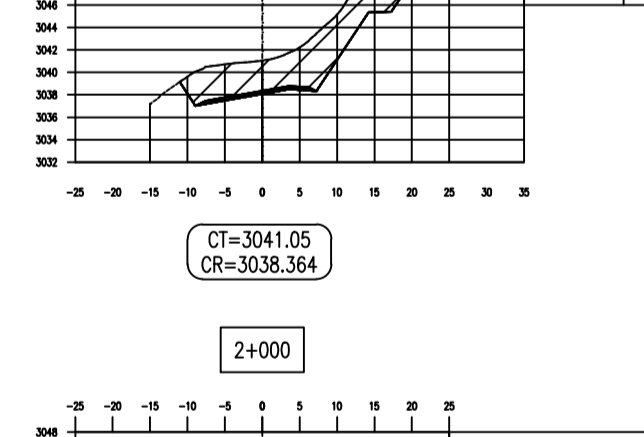
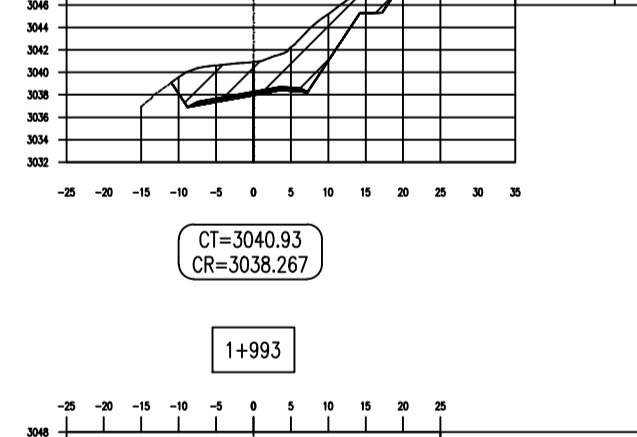
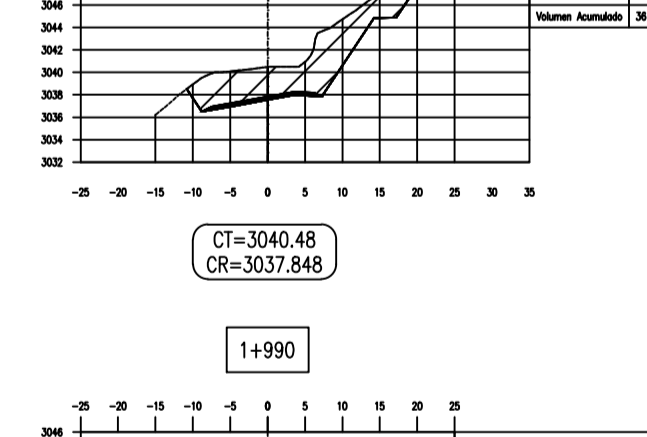
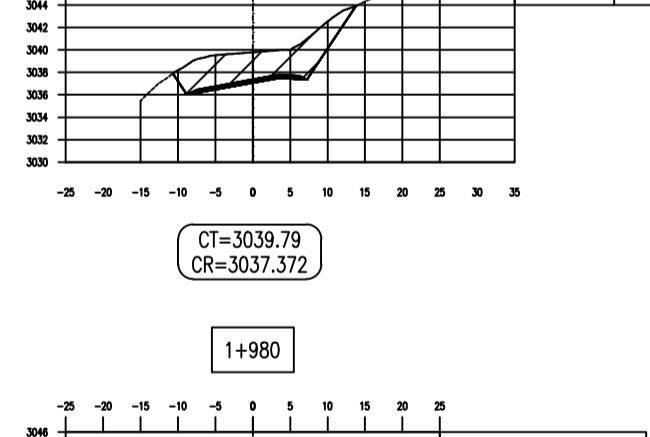
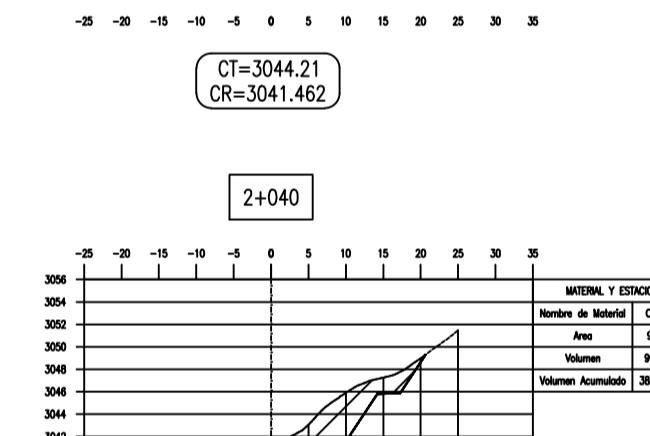
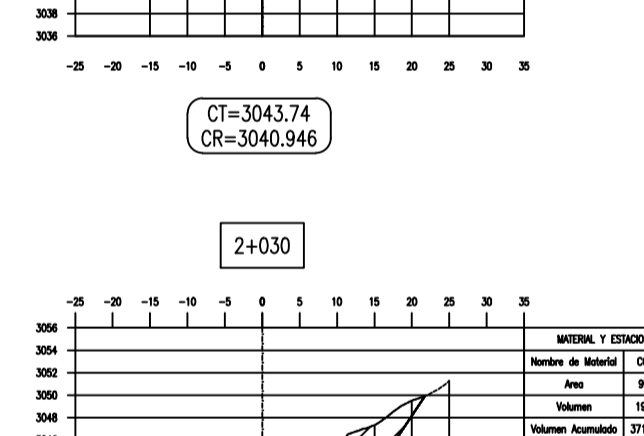
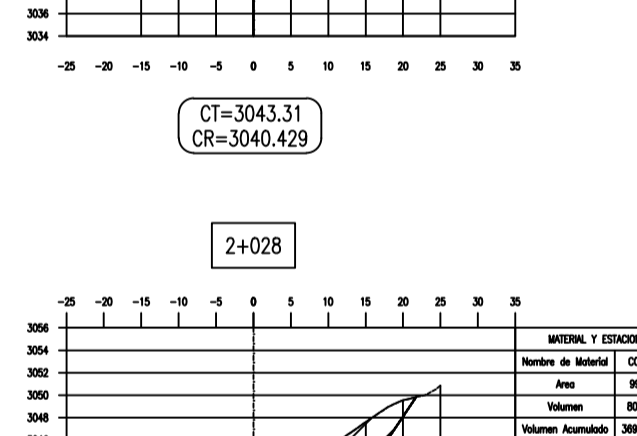
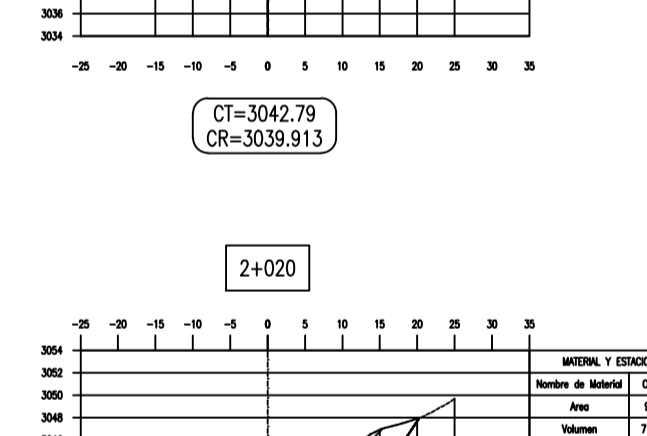
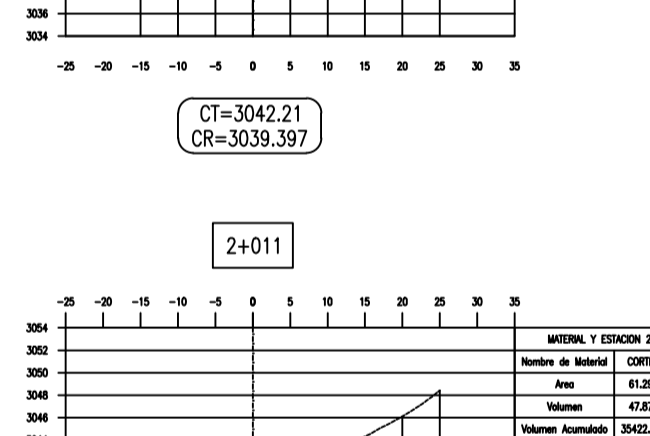
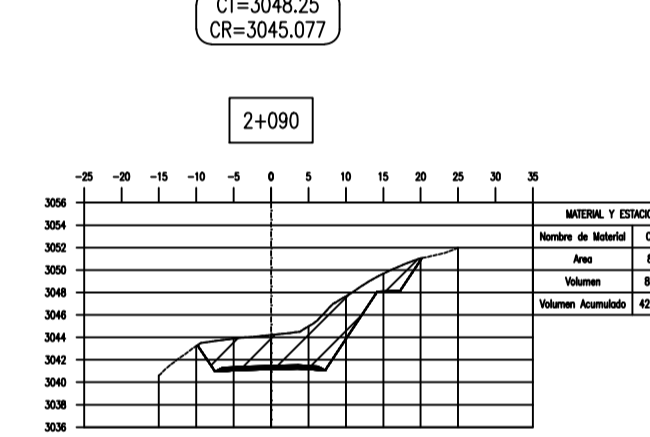
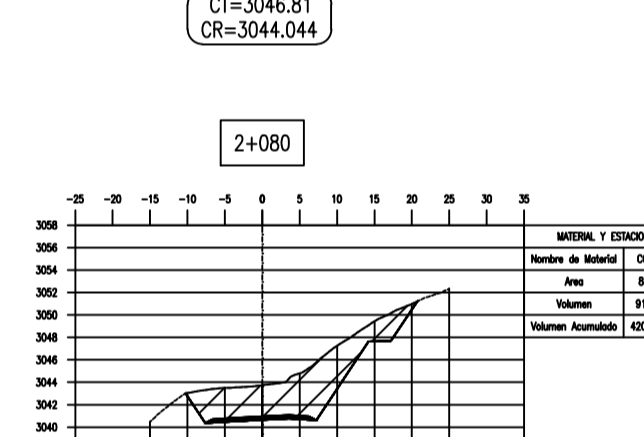
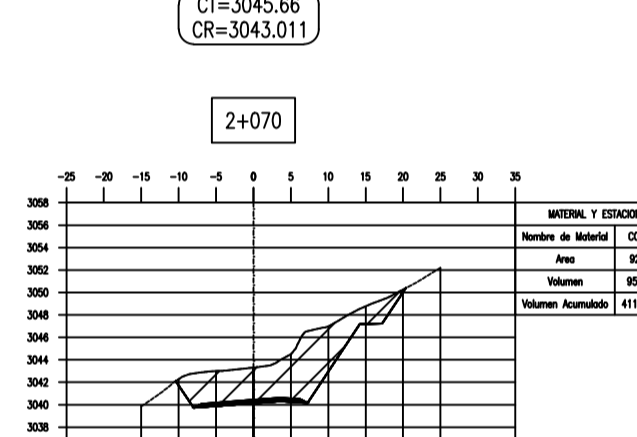
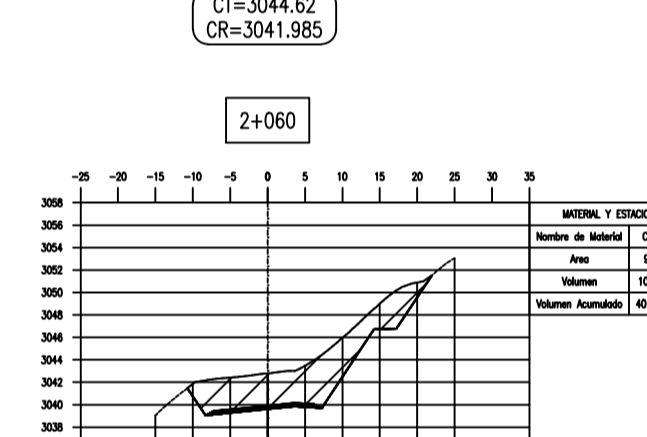
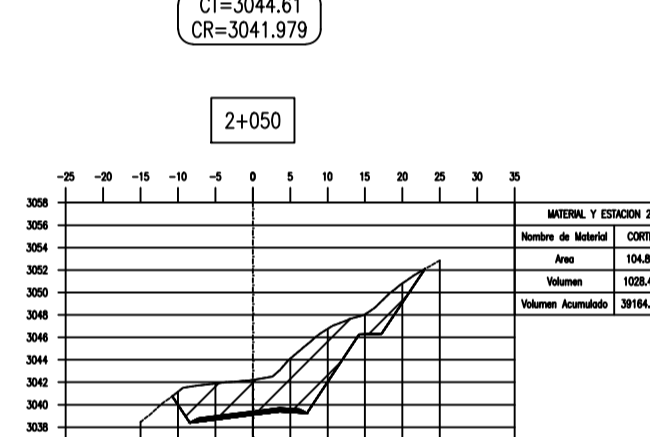
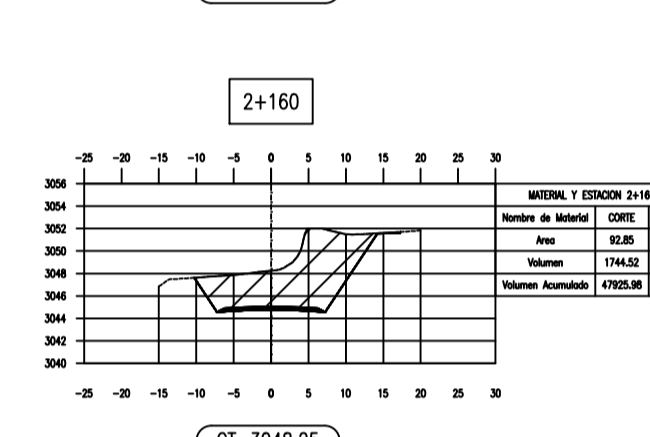
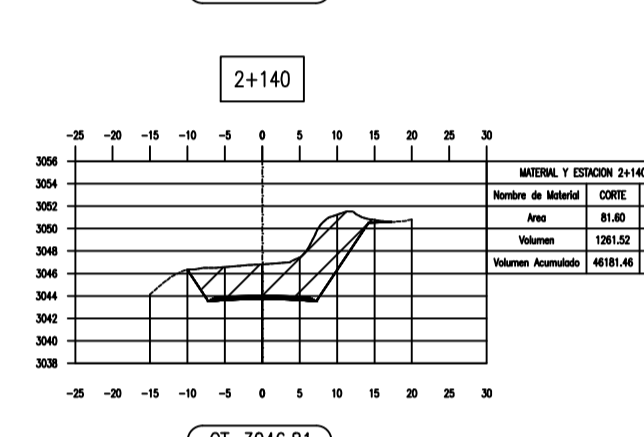
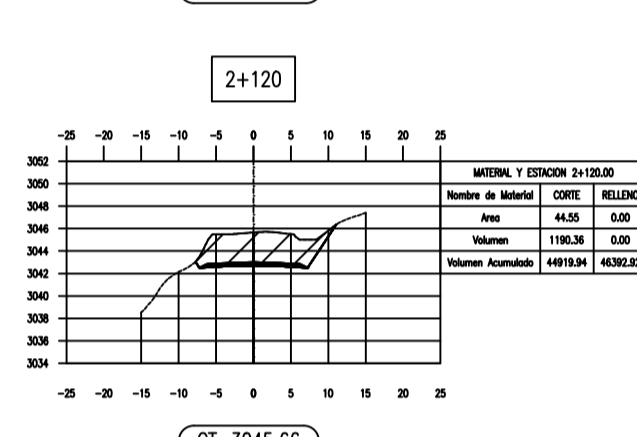
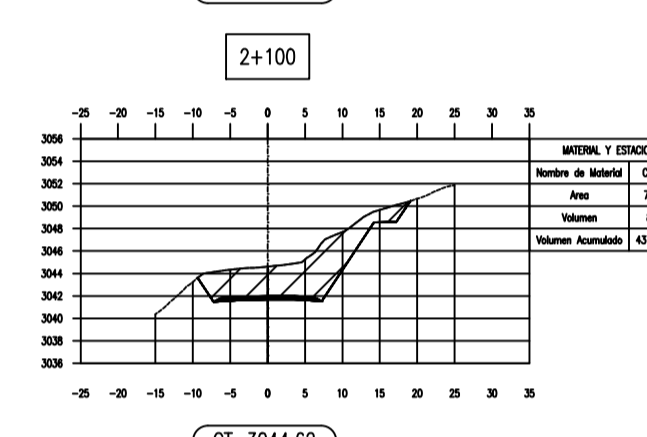
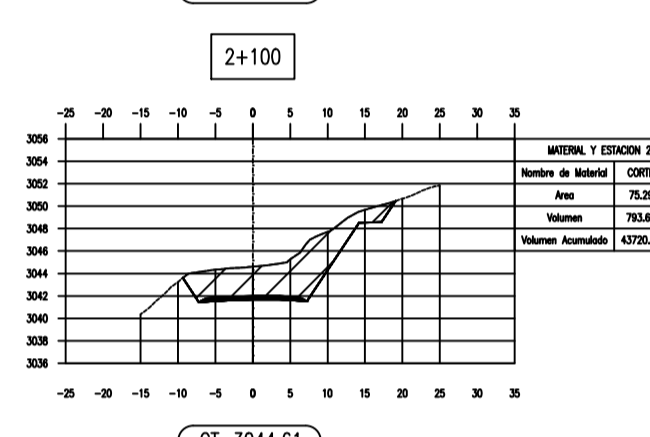
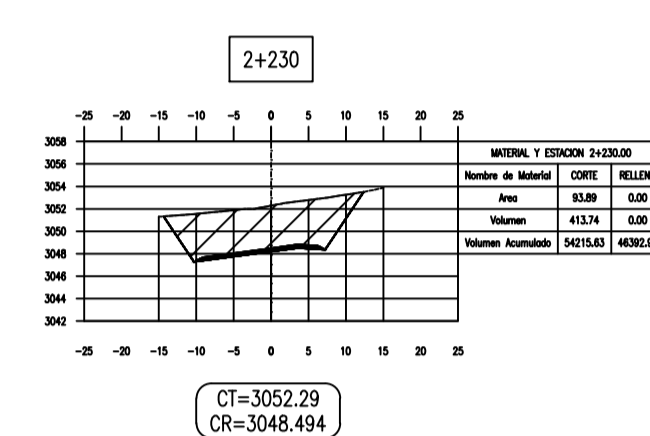
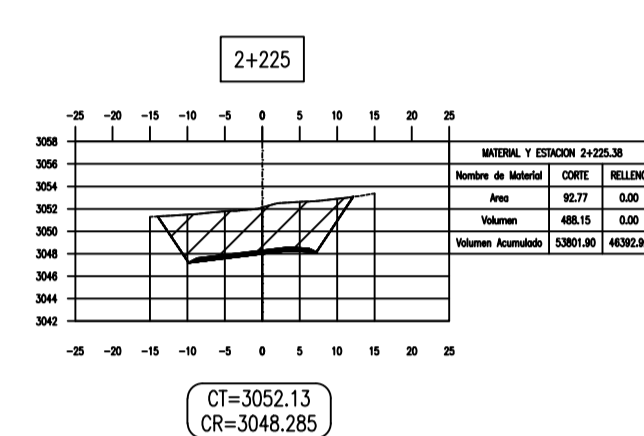
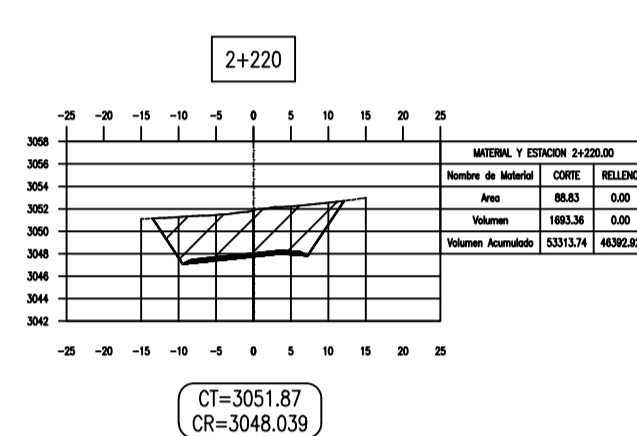
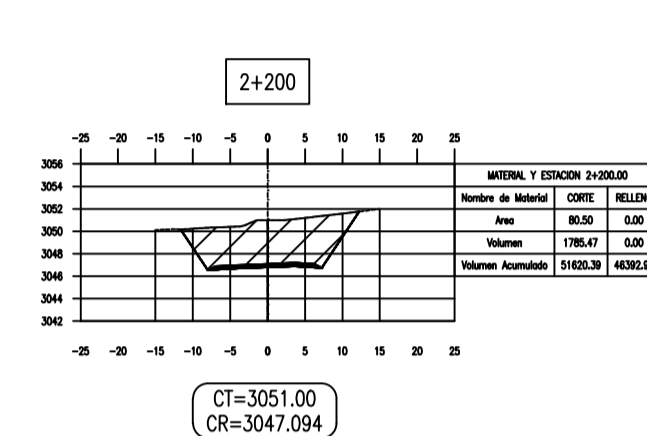
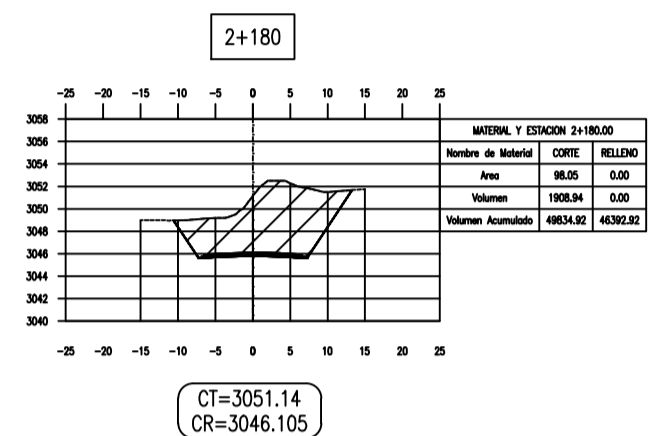
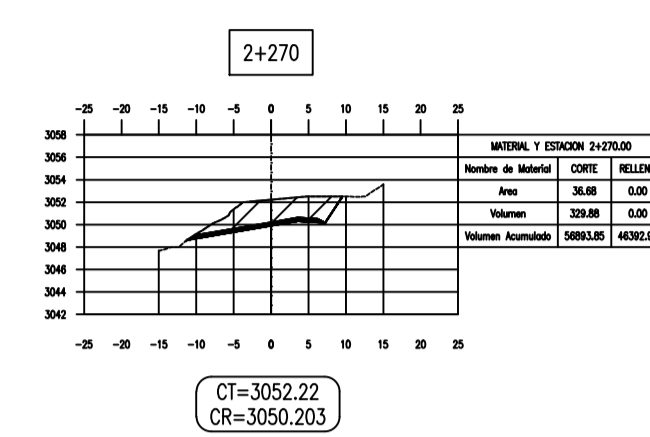
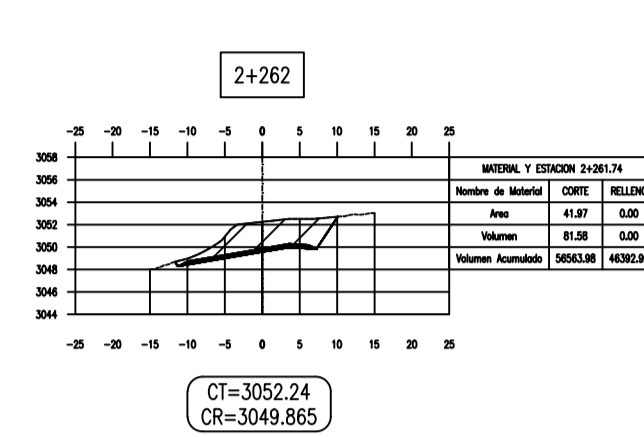
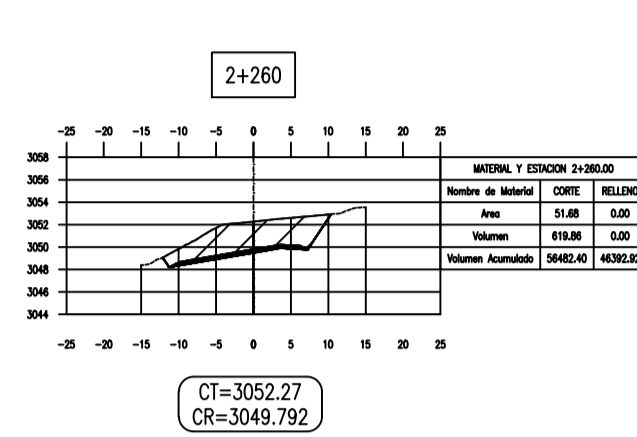
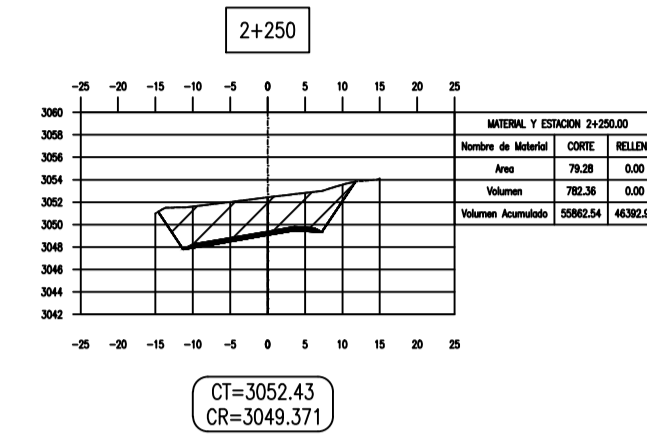
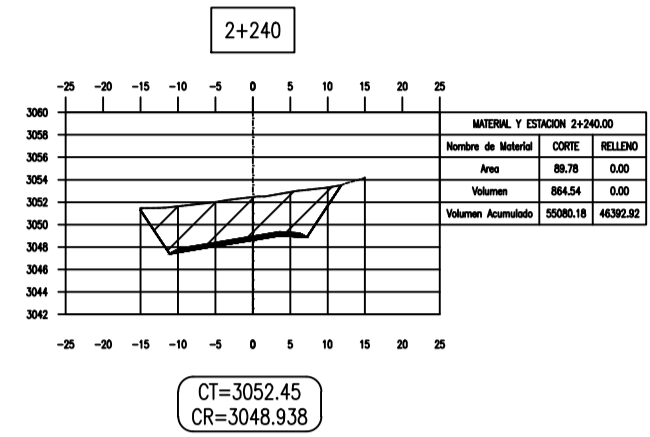
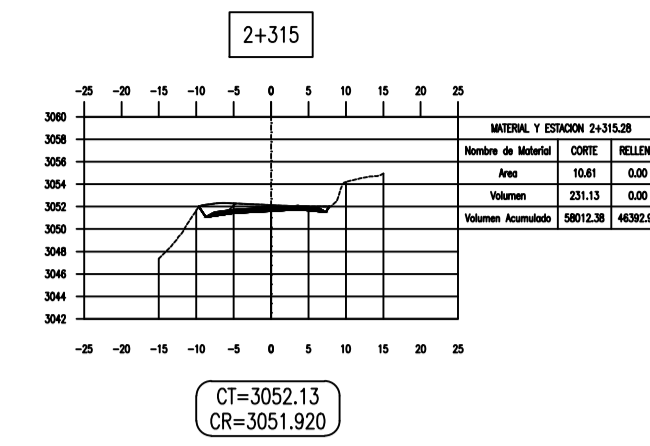
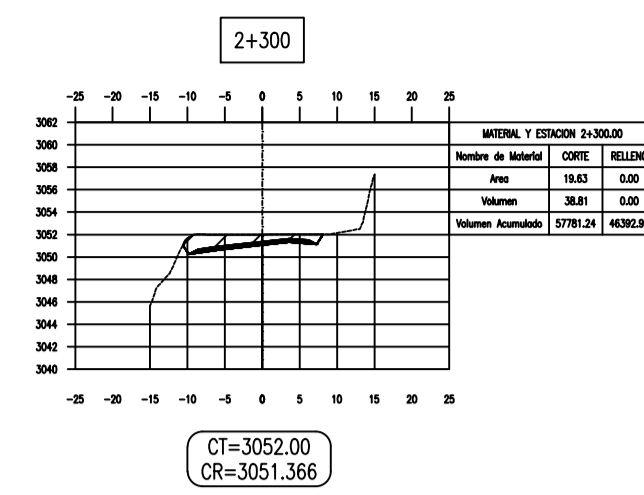
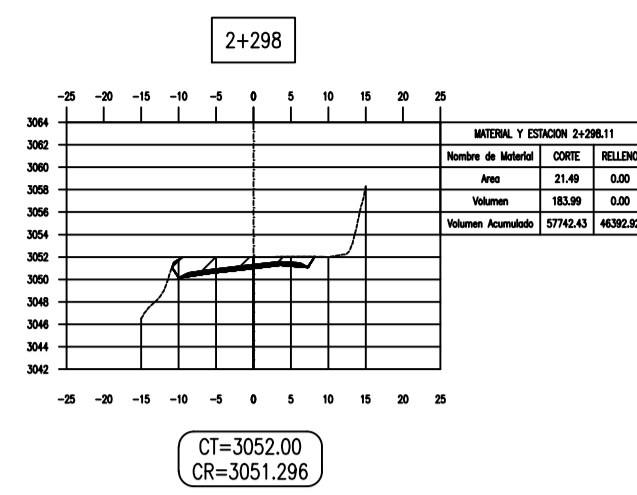
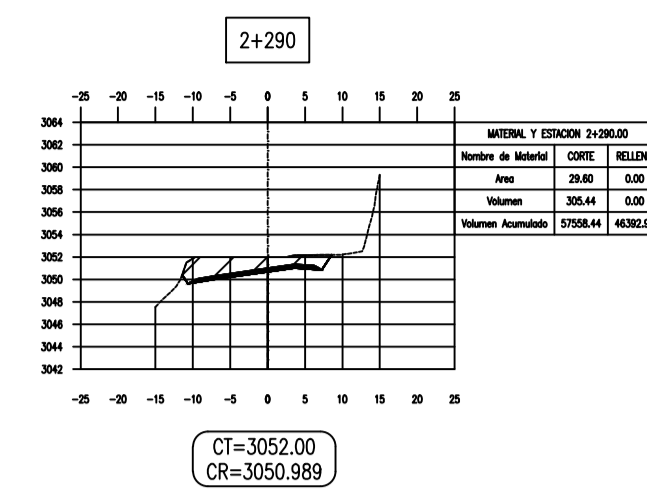
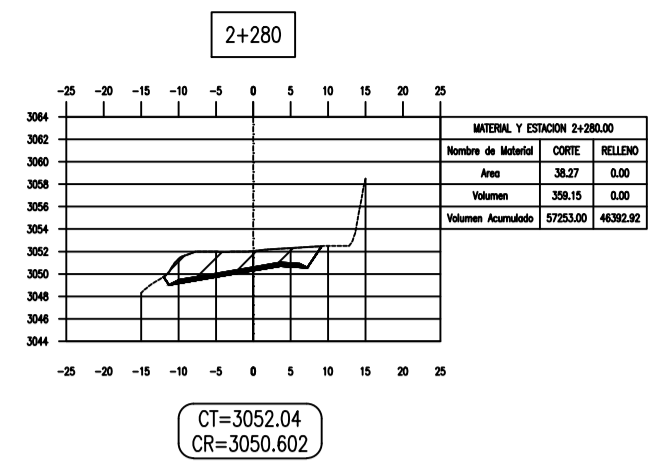
UBICACIÓN GEOGRAFICA:
LATITUD: 16°22'
LONGITUD: 71°21'
ALTITUD: 2939 m.s.n.m.

PROYECTO DE TESIS:
"ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+070"

PLANO:
SECCIONES TRANSVERSALES
1+400.00 - 1+921.00

ESPECIALIDAD:
MOV. DE TIERRAS

FECHA : OCTUBRE - 2020
ESCALA: 1:1000
FORMATO: A1
COD: SE-04
LAM: 10



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA

REGION AREQUIPA



PRESENTADO POR:

BACH. AGUILAR CUSI ANTHONY CHRISTIAN

BACH. AGUILAR PONCE DE LEON ALEJANDRO ERASMO

UBICACION POLITICA:

REGION: AREQUIPA
DEPARTAMENTO: AREQUIPA
PROVINCIA: AREQUIPA
DISTRITO: CHIGUATA

UBICACION GEOGRAFICA:

LATITUD: 16°22'
LONGITUD: 71°21'
ALTITUD: 2939 m.s.n.m.

PROYECTO DE TESIS:

"ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+070"

PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES 1+930.00 - 2+315.00

ESPECIALIDAD: MOV. DE TIERRAS

FECHA:

OCTUBRE - 2020

COD:

SE-05

ESCALA:

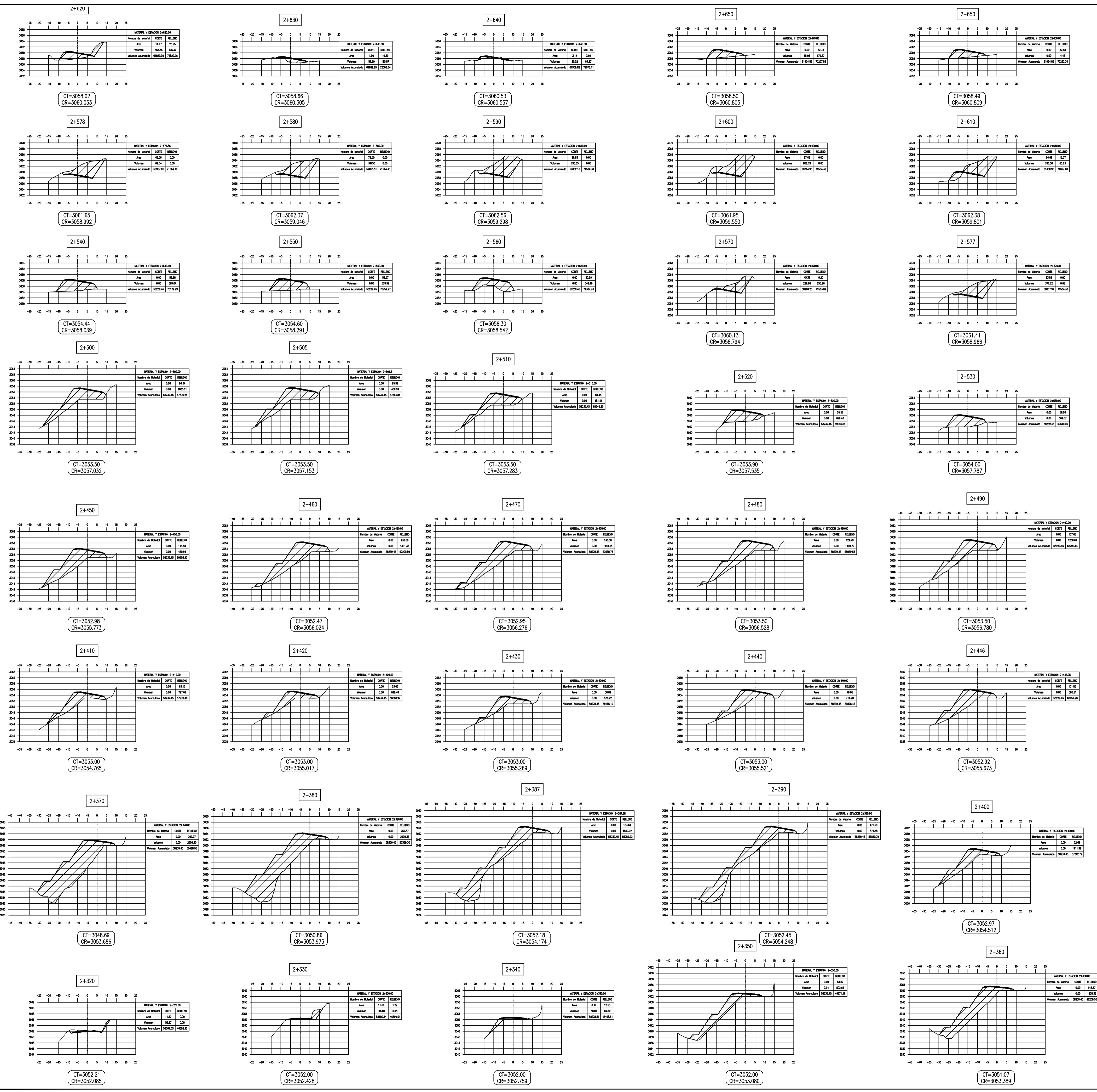
1:1000

FORMATO:

A1

LAM:

11



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA

REGION AREQUIPA



PRESENTADO POR:

BACH. AGUILAR CUSI ANTHONY CHRISTIAN

BACH. AGUILAR PONCE DE LEON ALEJANDRO ERASMO

UBICACION POLITICA:

REGION: AREQUIPA
 DEPARTAMENTO: AREQUIPA
 PROVINCIA: AREQUIPA
 DISTRITO: CHIGUATA

UBICACION GEOGRAFICA:

LATITUD: 16°22'
 LONGITUD: 71°21'
 ALTITUD: 2939 m.s.n.m.

PROYECTO DE TESIS:

"ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+070"

PLANO:

SECCIONES TRANSVERSALES 2+320.00 - 2+650.00

ESPECIALIDAD:

MOV. DE TIERRAS

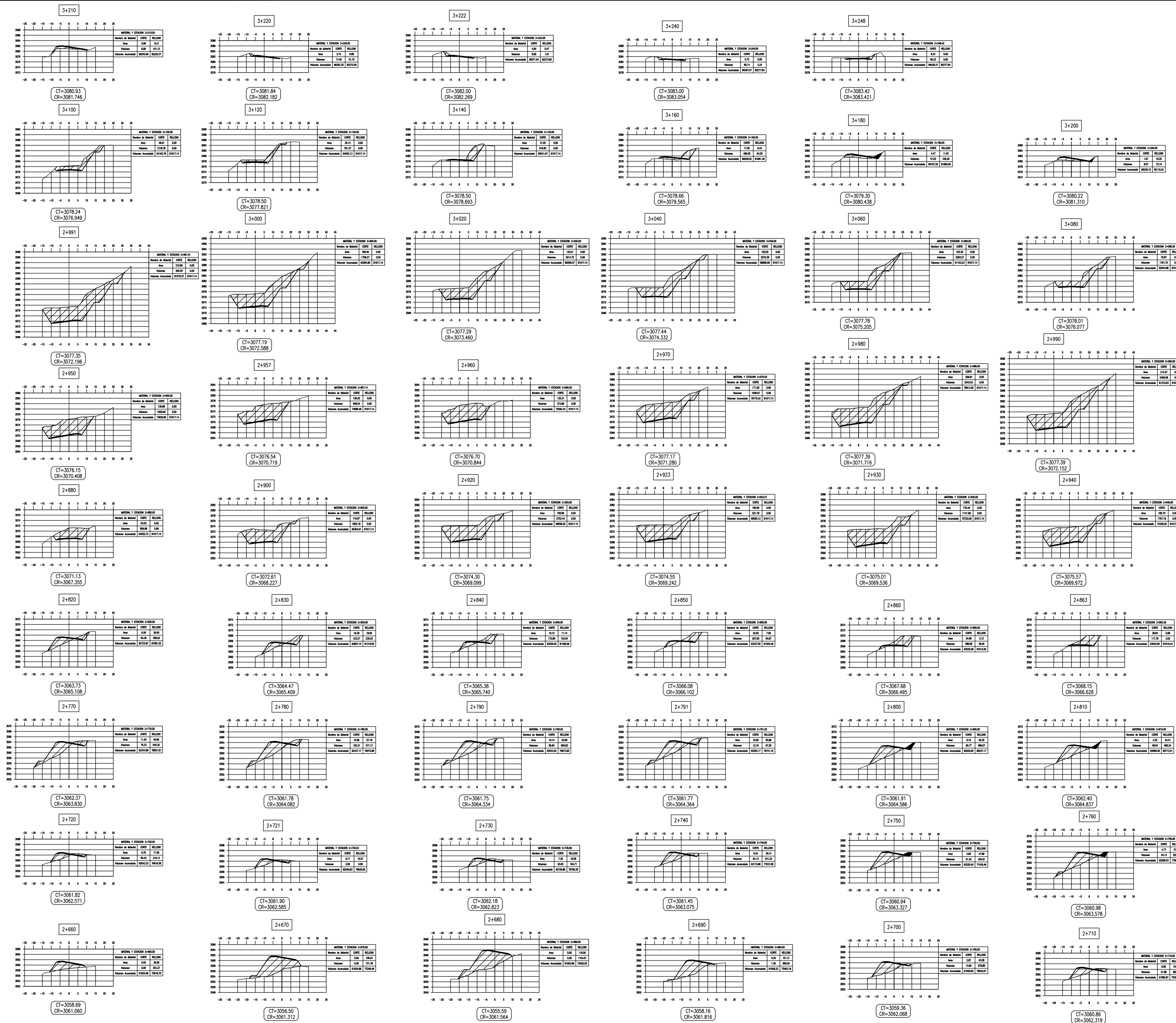
FECHA: OCTUBRE - 2020

ESCALA: 1:1000

FORMATO: A1

COD: SE-06

LAM: 12



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA

REGION AREQUIPA

PRESENTADO POR:

BACH. AGUILAR CUSI ANTHONY CHRISTIAN

BACH. AGUILAR PONCE DE LEON ALEJANDRO ERASMO

UBICACION POLITICA:

REGION: AREQUIPA
 DEPARTAMENTO: AREQUIPA
 PROVINCIA: AREQUIPA
 DISTRITO: CHIGUATA

UBICACION GEOGRAFICA:

LATITUD: 16°22'
 LONGITUD: 71°21"
 ALTITUD: 2939 m.s.n.m.

PROYECTO DE TESIS:

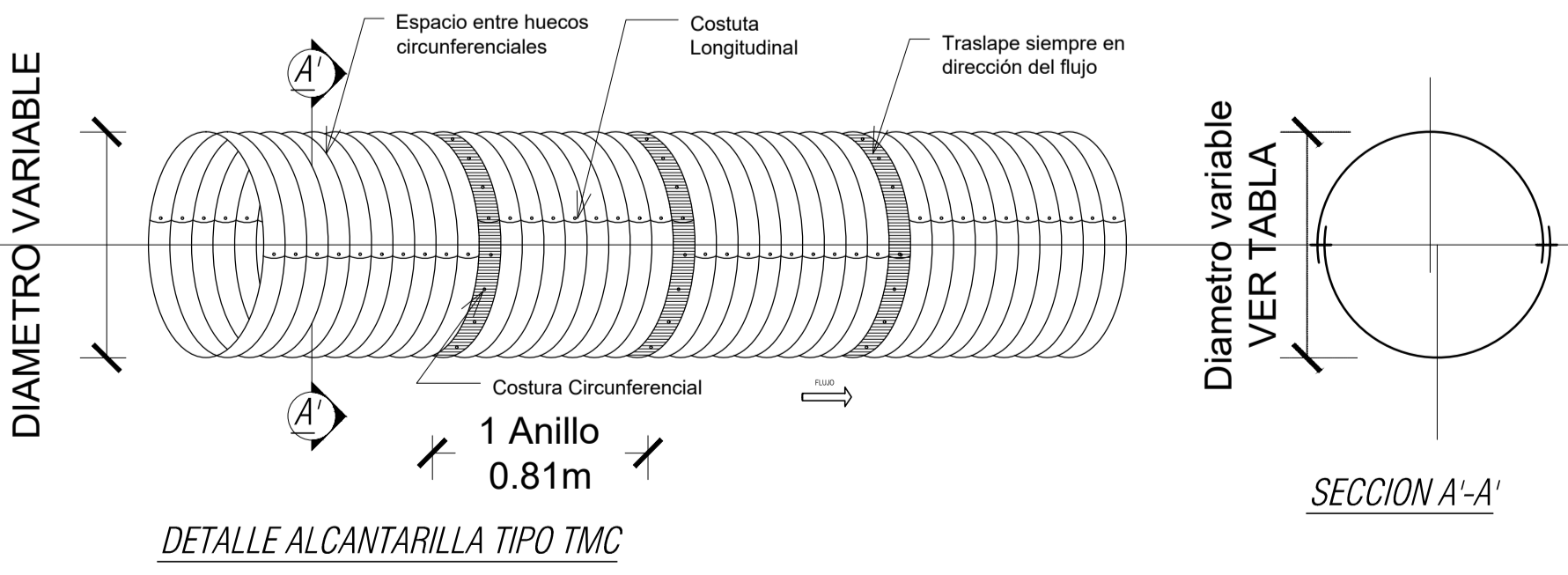
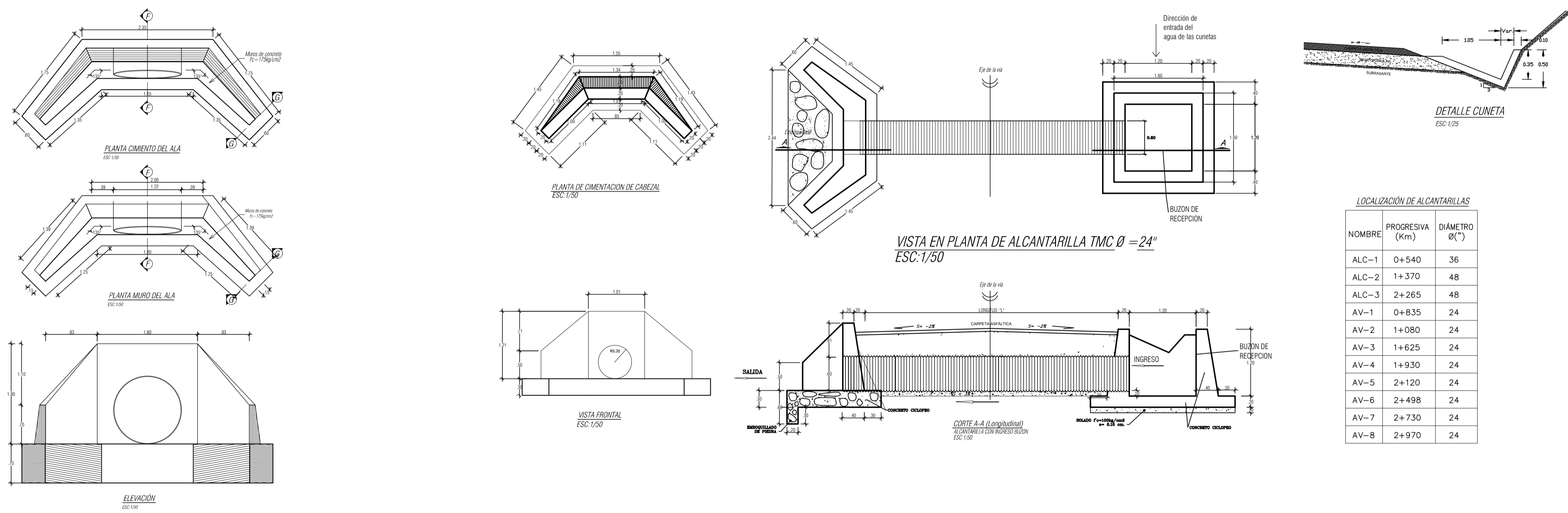
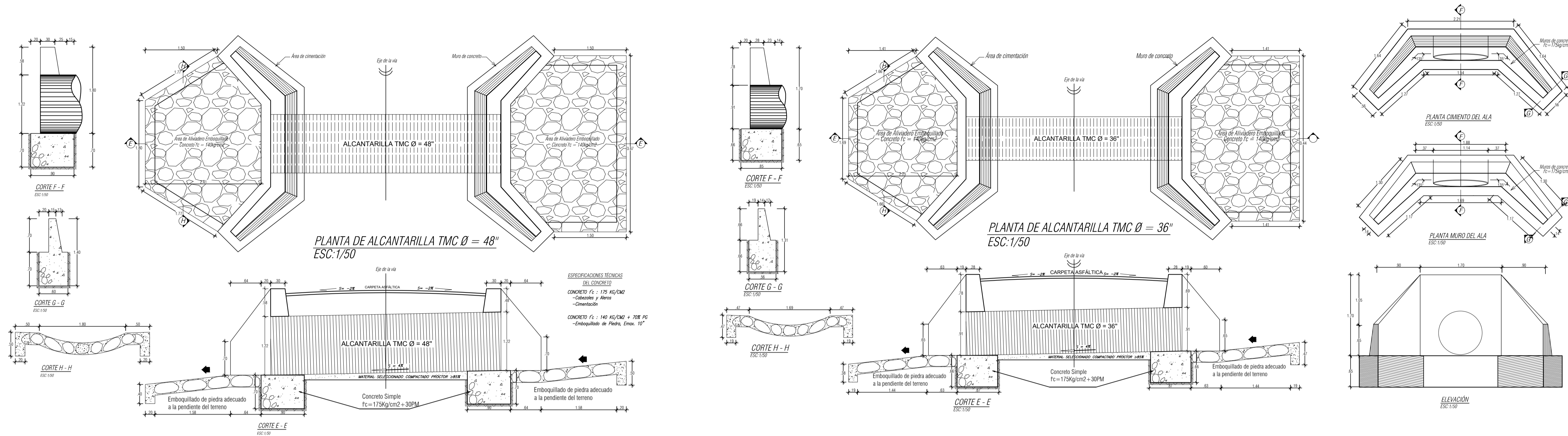
"ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+070"

PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES 2+660.00 - 3+248.00

ESPECIALIDAD: MOV. DE TIERRAS

FECHA: OCTUBRE - 2020
 ESCALA: 1:1000
 FORMATO: A1

COD: SE-07
 LAM: 13



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA ALCANTARILLA TMC

TUBERIA METALICA CORRUGADA TMC

- SON TUBERIAS FORMADAS POR PLANCHAS DE ACERO CORRUGADO, GALVANIZADO UNIDAS POR PERNOS
- ESTA TUBERIA ES UN PRODUCTO DE GRAN RESISTENCIA ESTRUCTURAL, LA SECCION DE ESTAS TUBERIAS
- PUEDEN SER DIVERSAS FORMAS: CIRCULARES, ELIPTICAS, ABOVEDADAS, O DE ARCO, CON COSTURAS EMPERNADAS
- QUE CONFIEREN MAYOR CAPACIDAD ESTRUCTURAL, FORMANDO UNA TUBERIA CASI HERMETICA, DE FACIL ARMADO

MATERIALES:

- ACERO Fy(MIN)=23 kg/mm² (AASTHO M-218-M-167,ASTM-569)
- ACERO Fy(ROTURA)=31 kg/mm² (AASTHO M-218-M-167,ASTM-569)
- GALVANIZADO DE BAÑO CALIENTE ZINC, CON RECUBRIMIENTO MINIMO DE 90 MICRAS POR LADO-ASTM-A-123
- LAS TMC TENDRAN ADICIONALMENTE, GANCHOS DE CARQUIO Y PERNOS DE ANCLAJE-ASTM 153-A-449

RESUMEN DE METRADOS

DIÁMETRO Ø (")	ENCOFRADO (m ²)	CONCRETO Fc=175 kg/cm ² (m ³)	EMBOQUILLADO Fc=140 kg/cm ² (m ³)
48	55.94	18.38	8.39
36	24.82	7.76	3.69
24	141.39	35.60	5.46

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA

REGIÓN AREQUIPA

PRESENTADO POR:

BACH. AGUILAR CUSI ANTHONY CHRISTIAN

BACH. AGUILAR PONCE DE LEON ALEJANDRO ERASMO

UBICACION POLITICA:

REGION: AREQUIPA

DEPARTAMENTO: AREQUIPA

PROVINCIA: AREQUIPA

DISTRITO: CHIGUATA

UBICACION GEOGRAFICA:

LATITUD: 16°22'

LONGITUD: 71°21'

ALTITUD: 2939 m.s.n.m.

PROYECTO DE TESIS:

"ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+070"

PLANO:

DRENAJE TRANSVERSAL Y LONGITUDINAL

ESPECIALIDAD:

DISEÑO DE DRENAJE

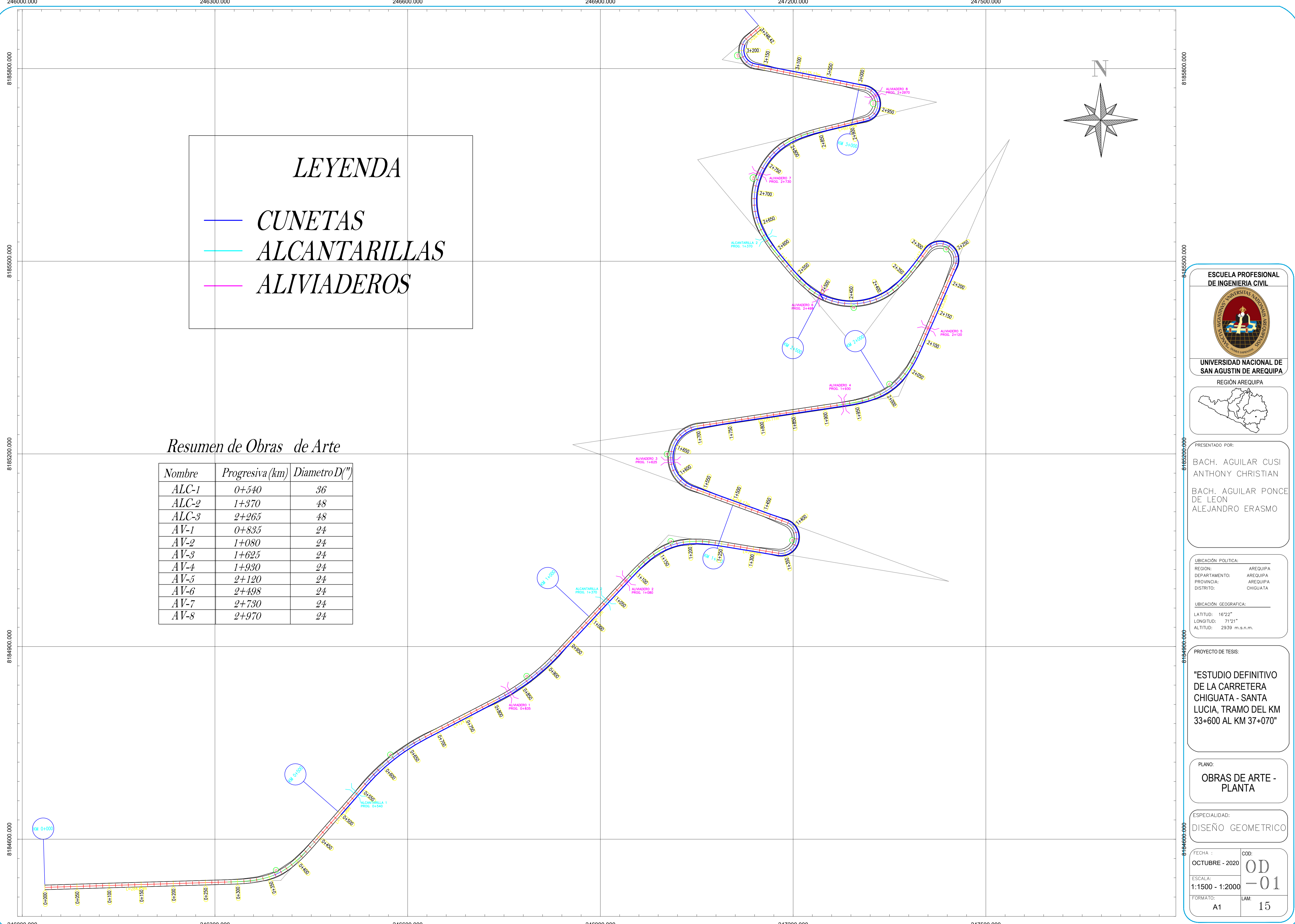
FECHA: OCTUBRE - 2020

ESCALA: INDICADA

FORMATO: A1

COD: EH 01

LAM: 14



LEYENDA

- CUNETAS
- ALCANTARILLAS
- ALIVIADEROS

Resumen de Obras de Arte

Nombre	Progresiva (km)	Diametro D(")
ALC-1	0+540	36
ALC-2	1+370	48
ALC-3	2+265	48
AV-1	0+835	24
AV-2	1+080	24
AV-3	1+625	24
AV-4	1+930	24
AV-5	2+120	24
AV-6	2+498	24
AV-7	2+730	24
AV-8	2+970	24

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA
REGIÓN AREQUIPA



PRESENTADO POR:

BACH. AGUILAR CUSI ANTHONY CHRISTIAN

BACH. AGUILAR PONCE DE LEÓN ALEJANDRO ERASMO

UBICACIÓN POLÍTICA:

REGION: AREQUIPA
DEPARTAMENTO: AREQUIPA
PROVINCIA: AREQUIPA
DISTRITO: CHIGUATA

UBICACIÓN GEOGRAFICA:

LATITUD: 16°22"
LONGITUD: 71°21"
ALTITUD: 2939 m.s.n.m.

PROYECTO DE TESIS:

"ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+070"

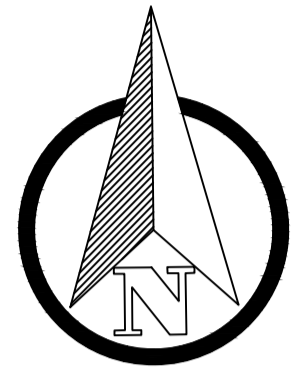
PLANO:

OBRAS DE ARTE - PLANTA

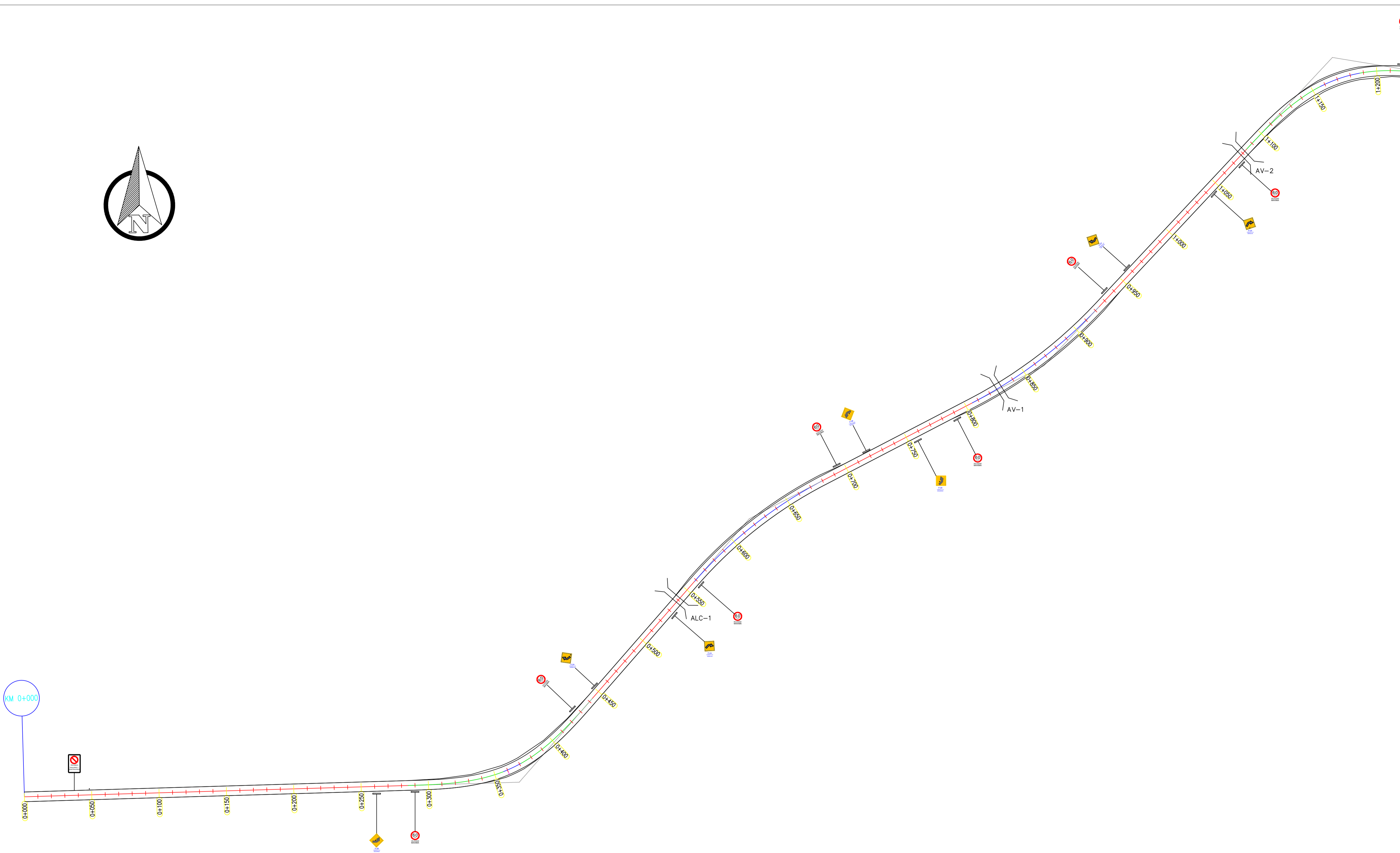
ESPECIALIDAD:

DISEÑO GEOMETRICO

FECHA :	OCTUBRE - 2020	COD:	OD
ESCALA:	1:1500 - 1:2000		-01
FORMATO:	A1	LAM:	15



KM 0+000



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA

REGIÓN AREQUIPA



PRESENTADO POR:

BACH. AGUILAR CUSI ANTHONY CHRISTIAN

BACH. AGUILAR PONCE DE LEÓN ALEJANDRO ERASMO

UBICACIÓN POLITICA:

REGION: AREQUIPA
DEPARTAMENTO: AREQUIPA
PROVINCIA: AREQUIPA
DISTRITO: CHIGUATA

UBICACIÓN GEOGRAFICA:

LATITUD: 16°22'
LONGITUD: 71°21'
ALTITUD: 2939 m.s.n.m.

PROYECTO DE TESIS:

"ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+070"

PLANO:

PLANO SEÑALIZACIÓN

ESPECIALIDAD:

SEÑALIZACIÓN

FECHA : OCTUBRE - 2020

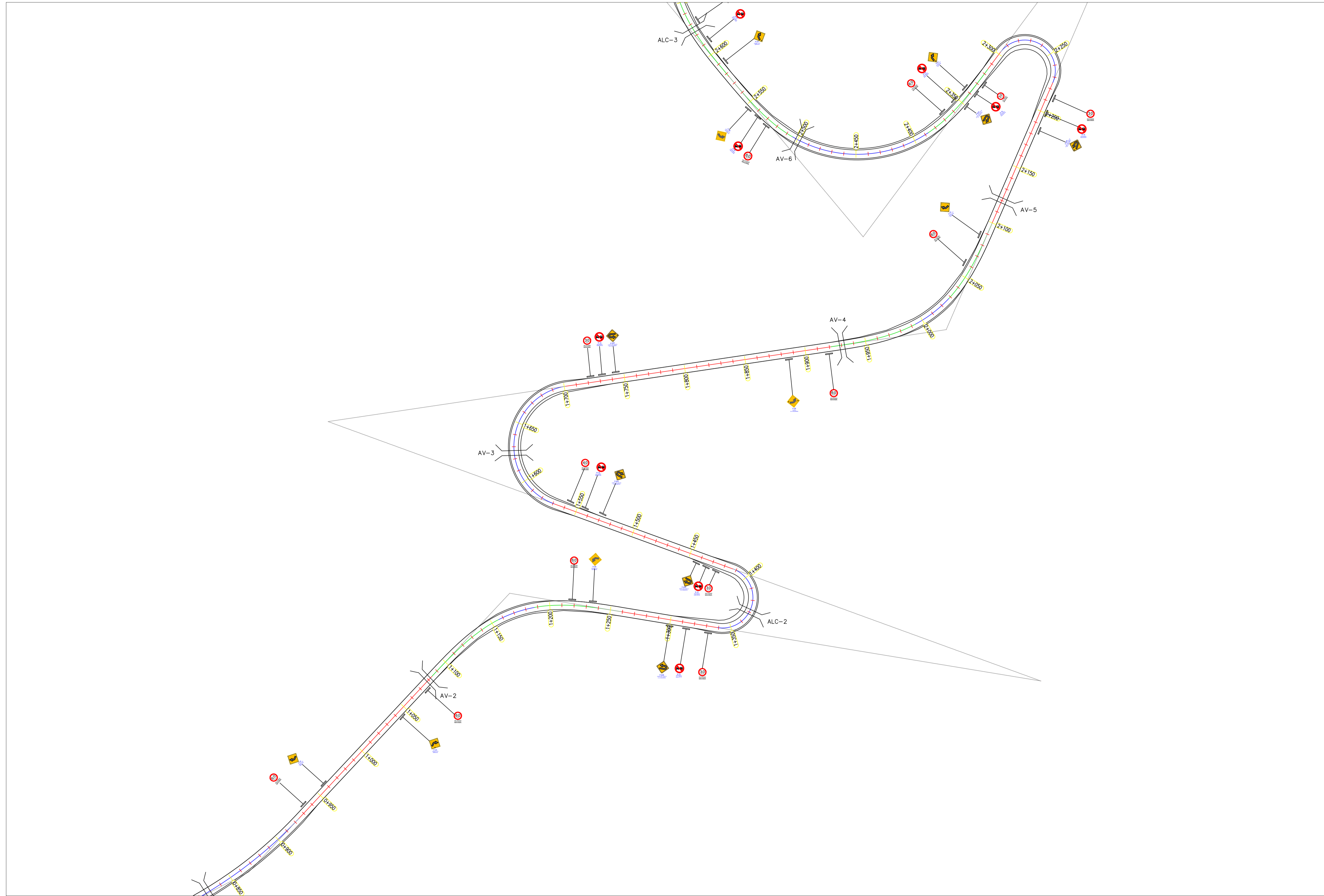
ESCALA: ESC: 1/1500

FORMATO: A1

COD:

SÑ -01

LAM: 16

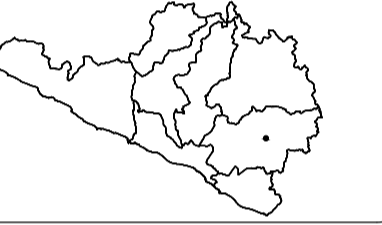


ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA

REGION AREQUIPA



PRESENTADO POR:

BACH. AGUILAR CUSI ANTHONY CHRISTIAN

BACH. AGUILAR PONCE DE LEON ALEJANDRO ERASMO

UBICACION POLITICA:

REGION: AREQUIPA
 DEPARTAMENTO: AREQUIPA
 PROVINCIA: AREQUIPA
 DISTRITO: CHIGUATA

UBICACION GEOGRAFICA:

LATITUD: 16°22'
 LONGITUD: 71°21'
 ALTITUD: 2939 m.s.n.m.

PROYECTO DE TESIS:

"ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+070"

PLANO:

PLANO SEÑALIZACION

ESPECIALIDAD:

SEÑALIZACION

FECHA : OCTUBRE - 2020

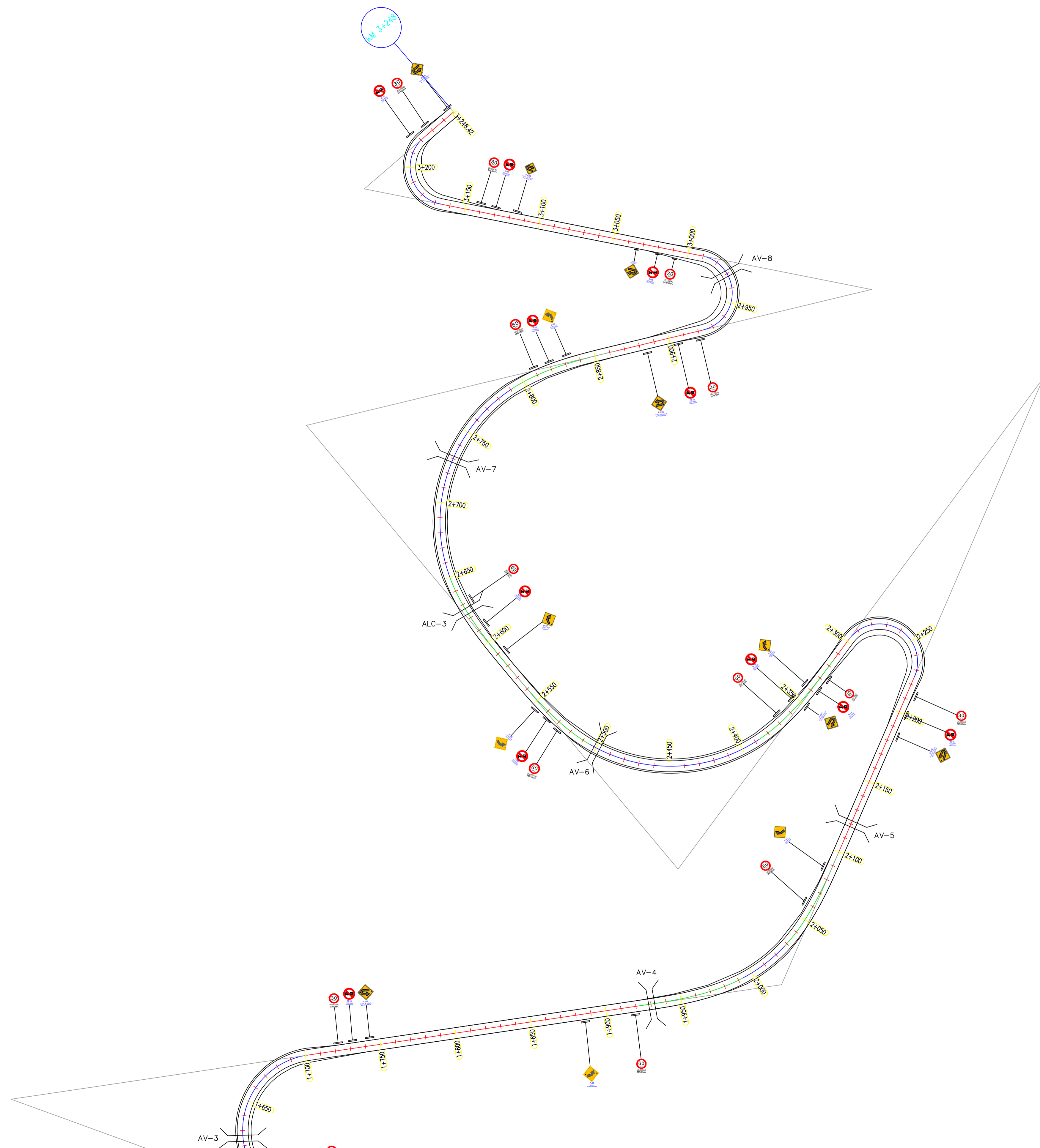
ESCALA: ESC : 1/1500

FORMATO: A1

COD: SÑ

-02

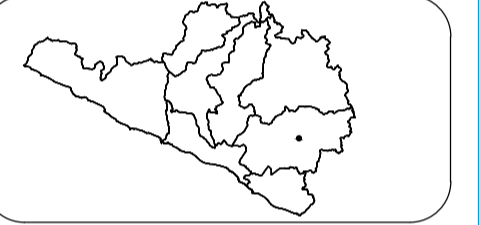
LAM: 17



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA
REGIÓN AREQUIPA



PRESENTADO POR:

BACH. AGUILAR CUSI ANTHONY CHRISTIAN

BACH. AGUILAR PONCE DE LEÓN ALEJANDRO ERASMO

UBICACIÓN POLITICA:

REGION: AREQUIPA
DEPARTAMENTO: AREQUIPA
PROVINCIA: AREQUIPA
DISTRITO: CHIGUATA

UBICACIÓN GEOGRAFICA:

LATITUD: 16°22'
LONGITUD: 71°21'
ALTITUD: 2939 m.s.n.m.

PROYECTO DE TESIS:

"ESTUDIO DEFINITIVO DE LA CARRETERA CHIGUATA - SANTA LUCIA, TRAMO DEL KM 33+600 AL KM 37+070"

PLANO:

PLANO SEÑALIZACIÓN

ESPECIALIDAD:

SEÑALIZACIÓN

FECHA : OCTUBRE - 2020

ESCALA: ESC: 1/1500

FORMATO: A1

COD: SÑ

-03

LAM: 18