



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO
KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA -
PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN
PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA**

PRESENTADA POR

**RONY HELI CORONEL TENORIO
OSNAR HOYOS ESTELA**

ASESOR

**ERNESTO ANTONIO VILLAR GALLARDO
JUAN MANUEL OBLITAS SANTA MARÍA**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

LIMA – PERÚ

2019



CC BY-NC-ND

Reconocimiento – No comercial – Sin obra derivada

La autora sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede cambiar de ninguna manera ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL
TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA
SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL
DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA
DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADA POR

**CORONEL TENORIO, RONY HELI
HOYOS ESTELA, OSNAR**

LIMA – PERÚ

2019

DEDICATORIA

A mis queridos padres y familiares, quienes me inspiran fortaleza y ganas de continuar mejorando cada día, asumiendo los retos que nos otorga la vida.

A mis amigos y compañeros, por su invaluable apoyo en todos los momentos de mi vida, pues sus experiencias y conocimientos compartidos han permitido realizarme en una persona de bien.

Coronel Tenorio Rony Heli.

DEDICATORIA

A Dios, por bendecirnos la vida.

A mis padres y hermanos por todo su amor, sacrificio y por la perseverancia mostrada para la consecución de este logro.

Hoyos Estela Osnar.

AGRADECIMIENTO

Primero, a Dios todopoderoso por iluminar nuestras vidas y brindarnos salud para alcanzar nuestros objetivos.

Segundo, a nuestros padres y familiares quienes son el gran apoyo moral y económico, quienes nos motivaron a seguir a delante con esta investigación.

Tercero, a nuestros asesores Ing. Mg. Villar Gallardo Ernesto Antonio y Ing. Mg. Oblitas Santa María Juan Manuel, por todo su conocimiento y experiencia compartida, así como su esfuerzo y tiempo aportado durante todo el desarrollo de la tesis.

Por último, al Ing. Segura Saavedra Wiston Enrique, quien nos ha prestado su total apoyo y orientación, brindándonos consejos y recomendaciones durante el desarrollo del presente trabajo de investigación.

Coronel Tenorio Rony Heli.

Hoyos Estela Osnar.

ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
INTRODUCCIÓN	xvii
CAPÍTULO I : PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Situación problemática	1
1.2 Definición del problema	3
1.3 Formulación del problema	5
1.3.1 Problema principal	5
1.3.2 Problemas específicos	5
1.4 Objetivo general y específicos	6
1.4.1 Objetivo General	6
1.4.2 Objetivos específicos	6
1.5 Importancia de la investigación	7
1.5.1 Importancia teórica	7
1.5.2 Importancia práctica.....	7
1.6 Limitaciones	9
1.7 Viabilidad de la investigación	9
1.7.1 Viabilidad técnica	9
1.7.2 Viabilidad económica	9
1.7.3 Viabilidad social	9
1.7.4 Viabilidad operativa	9
CAPÍTULO II : MARCO TEÓRICO	10
2.1 Antecedentes de investigación	10
2.1.1 Antecedentes internacionales	10
2.1.2 Antecedentes nacionales	11
2.2 Bases teóricas.....	13
2.2.1 Estudios básicos preliminares de una carretera.....	13
2.2.2 Diseño geométrico	20
2.2.3 Carreteras pavimentadas	21
2.2.4 Carreteras no pavimentadas	23
2.2.5 Componentes de la infraestructura de carreteras afirmadas	23

	Pág.
2.2.6 Geosintéticos	25
2.2.7 Funciones principales de los geosintéticos	31
2.2.8 Métodos de diseño con geosintéticos	34
2.2.9 Separación de subrasante en vías	38
2.2.10 Estabilización de subrasante con geosintéticos	45
2.2.11 Refuerzo de subrasantes con geomallas biaxiales y triaxiales ...	46
2.2.12 Método para el diseño	49
2.2.13 Parámetros de diseño de Giroud-Han.....	51
2.3 Definición de términos básicos	52
2.4 Hipótesis	53
2.4.1 Hipótesis principal.....	53
2.4.2 Hipótesis específicas	53
CAPÍTULO III : METODOLOGÍA.....	54
3.1 Diseño metodológico	54
3.1.1 Enfoque de la investigación	54
3.1.2 Tipo de investigación	54
3.1.3 Nivel de la investigación	54
3.2 Diseño muestral	54
3.2.1 Población.....	54
3.2.2 Muestra.....	54
3.2.3 Muestreo.....	55
3.3 Técnicas, instrumentos y equipos de recolección de datos	55
3.3.1 Técnicas	55
3.3.2 Instrumentos	55
3.3.3 Equipos y herramientas para la recolección de datos	56
3.3.4 Validez y fiabilidad	56
3.4 Procedimiento y análisis de datos	57
3.5 Variables y definición operacional	58
3.5.1 Variables independientes (VI)	58
3.5.2 Variables dependientes (VD)	58
CAPÍTULO IV : DESARROLLO.....	60
4.1 Descripción del proyecto	60
4.1.1 Ubicación del proyecto.....	60

	Pág.
4.1.2 Población beneficiada.....	60
4.1.3 Actividad económica de la zona.....	61
4.1.4 Accesibilidad.....	62
4.1.5 Recursos hídricos	62
4.1.6 Recursos del suelo	62
4.2 Estudios básicos preliminares	63
4.2.1 Estudio topográfico	63
4.2.2 Estudio de suelos y canteras	67
4.2.3 Estudio de tráfico	89
4.3 Diseño geométrico	95
4.3.1 Criterios y parámetros básicos de diseño	96
4.3.2 Diseño del alineamiento horizontal	97
4.3.3 Distancias de Visibilidad	98
4.3.4 Trazo	99
4.3.5 Peraltes y transición de peraltes	106
4.3.6 Sobreanchos	107
4.3.7 Diseño del alineamiento vertical	109
4.3.8 Diseño de la sección transversal	112
4.4 Tipo de geosintético a utilizar	115
4.4.1 Geomallas	115
4.4.2 Geotextiles.....	117
4.6 Diseño de espesores de la carretera.....	118
4.6.1 Cálculo del número de repeticiones de ejes equivalentes.....	118
4.6.2 CBR de diseño.....	121
4.6.3 Diseño de la estructura de la carretera	122
CAPÍTULO V : RESULTADOS.....	155
5.1 Diseño de espesores con geomalla biaxial.....	155
5.1.1 Cálculo de espesores del sector I	155
5.1.2 Diseño de espesores del sector II	156
5.1.3 Diseño de espesores del sector III	156
5.1.4 Resumen del diseño de espesores de los tres sectores	157
5.2 Diseño de espesores con geomalla triaxial	158
5.2.1 Cálculo de espesores del sector I	158

	Pág.
5.2.2 Diseño de espesores del sector II	159
5.2.3 Diseño de espesores del sector III	159
5.2.4 Resumen del diseño de espesores de los tres sectores	160
5.3 Diseño de espesores con geotextil tejido	161
5.3.1 Cálculo de espesores del sector I	161
5.3.2 Diseño de espesores del sector II	162
5.3.3 Diseño de espesores del sector III	162
5.3.4 Resumen del diseño de espesores de los tres sectores	163
CAPÍTULO VI : DISCUSIÓN.....	164
6.1 Contrastación de hipótesis	164
6.2 Comparación con otras investigaciones	166
6.3 Análisis económico.....	167
CONCLUSIONES.....	168
RECOMENDACIONES.....	169
FUENTES DE INFORMACIÓN.....	170
ANEXOS.....	176
ANEXO I: Matriz de consistencia	177
ANEXO II: Validación externa	178
ANEXO III: Conteo vehicular	200
ANEXO IV: Estudio de suelos	207
ANEXO V: Estudio de canteras.....	295
ANEXO VI: Tablas y gráficos para el diseño geométrico	313
ANEXO VII: Tablas para el diseño por especificación	317
ANEXO VIII: Fichas técnicas de geosintéticos	319
ANEXO IX: Análisis económico del proyecto.....	327
ANEXO X: Panel fotográfico.....	331
ANEXO XI: Permiso de la municipalidad distrital de pión	341
ANEXO XII: Planos	343

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Recorrido para llegar al distrito de Pión	9
Tabla 2: Clasificación de suelos.....	17
Tabla 3: Funciones primarias de los principales geosintéticos.	31
Tabla 4: Clases de geotextil de acuerdo a requisitos de supervivencia por condiciones de instalación.	35
Tabla 5: Factores de reducción para geotextiles en aplicaciones de separación y refuerzo.	37
Tabla 6: Factores de reducción para geomallas de refuerzo.....	37
Tabla 7: Valores de $f(\epsilon)$	41
Tabla 8: Valores recomendados para los factores utilizados en análisis de punzonamiento.	42
Tabla 9: Valores recomendados de CBR de la subrasante para distinguir las diferentes funciones del geotextil.....	45
Tabla 10: Factores de capacidad de carga reforzada (N_c).....	46
Tabla 11: Operacionalización de las variables	59
Tabla 12: Ubicación del proyecto.....	60
Tabla 13: Población beneficiada.	61
Tabla 14: Ubicación de calicatas.	67
Tabla 15: Ensayos de suelos realizados.....	68
Tabla 16: Resultados del estudio de suelos - calicata 01.....	69
Tabla 17: Resultados del estudio de suelos - calicata 02.....	70
Tabla 18: Resultados del estudio de suelos - calicata 03.....	71
Tabla 19: Resultados del estudio de suelos - calicata 04.....	72
Tabla 20: Resultados del estudio de suelos - calicata 05.....	73
Tabla 21: Resultados del estudio de suelos - calicata 06.....	74
Tabla 22: Resultados del estudio de suelos - calicata 07.....	75
Tabla 23: Resultados del estudio de suelos - calicata 08.....	76
Tabla 24: Resultados del estudio de suelos - calicata 09.....	77
Tabla 25: Resultados del estudio de suelos - calicata 10.....	78
Tabla 26: Resultados del estudio de suelos - calicata 11.....	79
Tabla 27: Resumen del análisis de EMS de las 11 calicatas.	80

	Pág.
Tabla 28: Cuadro resumen de la clasificación de suelos y el CBR.....	81
Tabla 29: Descripción de la cantera Santa Rosa.	84
Tabla 30: Descripción de la cantera Puerto Churo.....	85
Tabla 31: Resumen de los ensayos de la cantera Santa Rosa	86
Tabla 32: Resumen de los ensayos de la cantera Puerto Churo	86
Tabla 33: Descripción de la estación para conteo vehicular.....	89
Tabla 34: Índice medio diario anual actual	91
Tabla 35: Tráfico actual por tipo de vehículo.....	92
Tabla 36: Tráfico proyectado para todos los años de periodo de diseño.....	93
Tabla 37: Tráfico proyectado por tipo de vehículo	94
Tabla 38: Diseño de curvas circulares	98
Tabla 39: Porcentaje de la carretera con visibilidad adecuada	99
Tabla 40: Longitud de tramos en tangente del diseño de la carretera	100
Tabla 41: Coordinación entre curvas	102
Tabla 42: Correspondencia entre curvas circulares consecutivas	104
Tabla 43: Peralte asignados a las curvas diseñadas.	106
Tabla 44: Longitud de transición asignados a las curvas diseñadas.	107
Tabla 45: Valores de sobreancho adaptados a las curvas diseñadas	108
Tabla 46: Rectas en pendiente del alineamiento horizontal.	109
Tabla 47: Diseño vertical longitudes en pendiente.	110
Tabla 48: Longitud mínima de curvas verticales en el diseño	111
Tabla 49: Inclinationes máximas del talud (V:H) interior de la cuneta	112
Tabla 50: Dimensiones mínimas de cuneta triangular típica	113
Tabla 51: Taludes de corte (Relación H: V)	114
Tabla 52: Categorías de sub rasante.	116
Tabla 53: Elección del tipo de geomalla biaxial.....	116
Tabla 54: Categorías de sub rasante.	117
Tabla 55: Factores de distribución direccional y de carril.	118
Tabla 56: Relación de cargas por eje para determinar EE para pavimentos flexibles, semirrígido y afirmados.....	119
Tabla 57: Tabla de pesos y medidas.	119
Tabla 58: Cálculo de EE día – carril.....	120
Tabla 59: Número de ejes equivalentes.	120

	Pág.
Tabla 60: Sectorización de carretera.	121
Tabla 61: Cantera para el diseño de carretera.	121
Tabla 62: Verificación de las propiedades de geotextil TR 4000 sector I. ..	136
Tabla 63: Verificación de las propiedades de geotextil TR 4000 Sector III. ..	153
Tabla 64: Resumen de espesores calculados y adoptados del sector I.	155
Tabla 65: Resumen de espesores calculados y adoptados del sector II. ...	156
Tabla 66: Resumen de espesores calculados y adoptados del sector III. ..	156
Tabla 67: Resumen de espesores calculados y adoptados del sector I.	158
Tabla 68: Resumen de espesores calculados y adoptados del sector II. ...	159
Tabla 69: Resumen de espesores calculados y adoptados del sector III. ..	159
Tabla 70: Resumen de espesores calculados y adoptados del sector I.	161
Tabla 71: Resumen de espesores calculados y adoptados del sector II. ...	162
Tabla 72: Resumen de espesores calculados y adoptados del sector III. ..	162
Tabla 73: Análisis de costos en las partidas involucradas.....	167
Tabla 74: Distancia de visibilidad de parada con pendiente(metros).....	315
Tabla 75: Longitud de tramos en tangente.....	316
Tabla 76: Valores de bombeo en calzada.	316
Tabla 77: Anchos mínimos de derecho de vía.	316
Tabla 78: Valores referenciales para taludes en corte.	316

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Demanda de geosintéticos en el mundo	2
Figura 2: Diagrama de causa – efecto (Diagrama Ishikawa).....	4
Figura 3: Resultados de encuesta a expertos.	4
Figura 4: Mapas de ubicación de Pión, Chota, Cajamarca.....	5
Figura 5: Representación gráfica de curvas de nivel.....	15
Figura 6: Ciclo hidrológico.	19
Figura 7: Sección típica de una cuneta triangular	20
Figura 8: Sección transversal mixta, pavimentada en recta.	21
Figura 9: Componentes de una sección típica de un pavimento.	22
Figura 10: Geotextil tejido, no tejido, tricotado y cosido.	26
Figura 11: Tipos de fibra polimérica usadas para la elaboración de geotextiles	27
Figura 12: Geomallas típicas: (a) extruida, (i) uniaxial, (ii) biaxial, (iii) triaxial, (b) soldada, (c) tejida (Scukla,2016).	28
Figura 13: Georedes típicas.....	28
Figura 14: Geomembranas típicas.	29
Figura 15: Geocelda	30
Figura 16: Geocompuestos típicos	30
Figura 17: Mecanismo básico involucrado en la función de separación	31
Figura 18: Mecanismo básico involucrado en la función de refuerzo.	32
Figura 19: Mecanismo básico involucrado en la función de filtración	32
Figura 20: Mecanismo básico de drenaje con geosintético.	33
Figura 21: Mecanismo básico involucrado en la función de contención.	33
Figura 22: Geotextil de separacion - resistencia al estallido.....	38
Figura 23: Presión vs resistencia al reventado.....	39
Figura 24: Geotextil de separación- resistencia a la tensión (GRAB)	40
Figura 25: Simulación de punzonamiento generado al geotextil.	41
Figura 26: Movilización de energía por una roca que cae sobre un geotextil con un soporte inflexible.	43
Figura 27: Factor de modificación para la energía de impacto con relación con la resistencia de la subrasante.	44

	Pág.
Figura 28: Mecanismo de confinamiento lateral.....	47
Figura 29: Distribución de zonas de confinamiento.....	47
Figura 30: Mecanismo de mejoramiento de la capacidad portante.	48
Figura 31: Efecto zapato de nieve.	48
Figura 32: Mecanismo de membrana tensionada.	49
Figura 33: Distribución de carga con refuerzo.....	50
Figura 34: Esquematación de los temas que subdividen los parámetros de la metodología Giroud-Han.....	51
Figura 35: Mapa de ubicación del proyecto.	60
Figura 36: Estructura dinámica de la economía de la provincia de Chota. ...	61
Figura 37: Principales productos producidos en el distrito de Pión.	62
Figura 38: Plano topográfico.....	66
Figura 39: Distribución porcentual del suelo.	81
Figura 40: Resumen de CBR de calicatas.	82
Figura 41: Ubicación de canteras.	83
Figura 42: Curva granulométrica de la cantera Santa Rosa.....	87
Figura 43: Curva granulométrica de la cantera Santa Rosa.....	88
Figura 44: Ubicación de estación para conteo vehicular.	90
Figura 45: Estación de peaje Bagua.	91
Figura 46: Variación de vehículos.....	92
Figura 47: Porcentaje vehicular actual.	92
Figura 48: Porcentaje vehicular proyectado.....	94
Figura 49: Distancia de visibilidad Paso(Da).....	99
Figura 50: Radio de salida (m).....	101
Figura 51: Cuneta de sección triangular.	113
Figura 52: Diagrama de sectorización.....	121
Figura 53: Cálculo del SNe sector I.	124
Figura 54: Cálculo del SNm sector I.	124
Figura 55: Diseño de espesores del sector I con el método tradicional.....	126
Figura 56: Criterio de filtro, para el sector I con geomalla BX 1100.....	128
Figura 57: Diseño del sector I con geomalla biaxial BX 1100.....	129
Figura 58: Criterio de filtro, para el sector I con geomalla TX 140.....	131
Figura 59: Diseño del sector I con geomalla triaxial TX 140.....	132

	Pág.
Figura 60: Diseño del sector I con geotextil TR4000.....	137
Figura 61: Diseño de espesor de afirmado del sector II.	138
Figura 62: Cálculo del SNe sector III.....	141
Figura 63: Cálculo del SNm sector III.....	141
Figura 64: Diseño de espesores del sector III con el método tradicional.	143
Figura 65: Criterio de filtro, para el sector III con geomalla BX1100.....	145
Figura 66: Diseño del sector III con geomalla biaxial BX 1100.....	146
Figura 67: Criterio de filtro, para el sector III con geomalla TX 140.	148
Figura 68: Diseño del sector III con geomalla triaxial TX 140.....	149
Figura 69: Diseño de espesores del sector III con geotextil TR4000.....	154
Figura 70: Diseño tradicional vs diseño geomalla BX 1100 del sector I.	155
Figura 71: Diseño del pavimento del sector II.	156
Figura 72: Diseño tradicional vs diseño geomalla BX 1100 del sector III. ..	157
Figura 73: Diseño del pavimento con aplicación de geomalla BX 1100.	157
Figura 74: Diseño tradicional vs diseño con geomalla TX 140 del sector I.	158
Figura 75: Diseño del pavimento del sector II.	159
Figura 76: Diseño tradicional vs diseño geomalla TX 140 del sector III.	160
Figura 77: Diseño del pavimento con aplicación de geomalla TX 140.	160
Figura 78: Diseño tradicional vs diseño geotextil TR 4000 del sector I.	161
Figura 79: Diseño del pavimento del sector II.	162
Figura 80: Diseño tradicional vs diseño geotextil TR 4000 del sector III.....	163
Figura 81: Diseño del pavimento con aplicación de geotextil TR 4000.	163
Figura 82: Diseño de espesores de todos los sectores.....	164
Figura 83: Diseño de espesores de todos los sectores.....	165
Figura 84: Diseño de espesores de todos los sectores.....	166
Figura 85: Porcentaje de ahorro económico de los sectores I y III.	167

RESUMEN

En las últimas décadas, la ingeniería civil ha manifestado un ascendente interés por los geosintéticos, primordialmente porque ofrecen soluciones técnicamente eficientes, rentables y ecológicas a cuantiosos problemas que usualmente se presentan en el campo de la construcción.

En esta investigación se determinó la influencia de la aplicación de geosintéticos en el diseño del tramo Km 0+000 al Km 5+000 de la carretera Santa Rosa - Puerto Churo, ubicado en el distrito de Pión, provincia de Chota, departamento de Cajamarca. Para tal fin, se desarrolló el diseño de espesores del pavimento de la carretera siguiendo el método de Giroud y Han y el método NAASRA.

Se emplearon una metodología con un enfoque cuantitativo, un diseño cuasi - experimental, de tipo aplicada y de nivel descriptivo, debido a que se describen los efectos que tuvo la variable independiente en la variable dependiente.

Los geosintéticos empleados en el diseño de espesores fueron la geomalla BX 1100, geomalla TX 140 y geotextil TR 4000, dando como resultado una reducción de espesores de relleno granular en promedio del 34.5%, 47.5% y 21.5% respectivamente en los tramos donde fue necesario su aplicación.

Se determinó que la geomalla TX 140 fue la más apropiada para este proyecto, debido a que permite un ahorro considerable de material granular que se traduce en una reducción de costos del 22.74% y 15.71% en los tramos I y III respectivamente, por lo que se deduce que su aplicación en la carretera Santa Rosa – Puerto Churo, es técnica y económicamente viable.

Palabras Clave: Geosintéticos, geomallas, geotextiles, diseño de carreteras no pavimentadas, separación, refuerzo.

ABSTRACT

In recent decades, civil engineering has shown an upward interest in geosynthetics, primarily because they offer technically efficient, cost-effective and ecological solutions to numerous problems that usually arise in the field of construction.

In this investigation the influence of the application of geosynthetics in the design of the Km 0 + 000 section to the Km 5 + 000 of the Santa Rosa - Puerto Churo highway, located in the district of Pión, province of Chota, department of Cajamarca, was determined. For this purpose, the design of road pavement thicknesses was developed following the method of Giroud and Han and the NAASRA method.

A methodology was used with a quantitative approach, quasi-experimental design, applied type and descriptive level, because it describes the effects that the independent variable had on the dependent variable.

The geosynthetics used in the design of thicknesses were the BX 1100 geogrid, TX 140 geogrid and TR 4000 geotextile, resulting in a reduction of granular filling thicknesses on average of 34.5%, 47.5% and 21.5% respectively in the sections where it was necessary your application.

It was determined that the TX 140 geogrid was the most appropriate for this project, because it allows a considerable saving of granular material that translates into a cost reduction of 22.74% and 15.71% in sections I and III respectively, so it follows that its application on the Santa Rosa - Puerto Churo highway is technically and economically viable.

Keywords: Geosynthetics, geogrids, geotextiles, design of unpaved roads, separation, reinforcement.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, los geosintéticos vienen transformando la industria de la construcción, debido a que proporcionan soluciones técnicamente buenas y rentables a los diversos problemas de ingeniería, sin descuidar la protección al medio ambiente (Shukla, 2016).

Según Koerner (2012), los geosintéticos son materiales que mejoran el comportamiento de las carreteras, ya que cumplen las principales funciones de separación, refuerzo, filtración y drenaje, cumpliendo con una o varias de estas funciones a la vez; además, resulta ventajoso respecto a los métodos convencionales por su fácil y rápida instalación; mayor durabilidad y tiempo de vida útil; reducción de espesores, trayendo consigo ahorro de material haciéndolas rentables a largo plazo por la poca frecuencia de mantenimiento.

Es por ello, que se presenta esta investigación con el objetivo de determinar la influencia de la aplicación de geosintéticos en el diseño del tramo Km 0+000 al Km 5+000 de la carretera Santa Rosa - Puerto Churo, ubicado en el distrito de Pión, provincia de Chota, departamento de Cajamarca, para lograr este objetivo se determinó la influencia de una geomalla biaxial, una geomalla triaxial y un geotextil tejido en el diseño de espesor del pavimento de la carretera en estudio.

Su importancia radica en brindar a la carretera en estudio mayor durabilidad, garantizando la buena transitabilidad a lo largo de su vida útil, ya que esta vía beneficiará a la población del distrito de Pión considerado por su gran potencial agrícola.

La investigación está estructurada en los capítulos que se describe a continuación:

En el **Capítulo I** se describió la situación problemática, se realizó la formulación del problema general y específicos, los objetivos, la importancia de la tesis, las limitaciones y la viabilidad del trabajo de investigación.

En el **Capítulo II** referidas al marco teórico se establece los antecedentes de la investigación, las bases teóricas requeridas para el entendimiento del tema

y la definición de términos básicos para conceptualizar las palabras claves utilizadas en el documento de tesis. También, se define la hipótesis general, las hipótesis específicas.

En el **Capítulo III** se establece la metodología aplicada en la investigación, es decir el diseño, la muestra, los instrumentos empleados y el procedimiento seguido para el procesamiento y el análisis de los datos.

En el **Capítulo IV** se realiza el desarrollo, en donde se describe en forma detallada como se llevó a cabo la investigación incluyendo los métodos, técnicas y procedimientos empleados.

En el **Capítulo V** se presentan los resultados en función a los objetivos establecidos en el capítulo I, buscando de esta manera responder a cada problema formulado.

En el **Capítulo VI** se discuten los resultados presentados en el capítulo anterior, analizando e interpretando los hallazgos de la investigación comparándolos con otras investigaciones similares. Asimismo, en este capítulo se contrasta los resultados obtenidos con las hipótesis formuladas.

Finalmente, se precisan las conclusiones, recomendaciones y las fuentes de información utilizadas, que permiten encontrar el origen de la información empleada en esta investigación.

Esta tesis incluye figuras y tablas que ayudan a entender el tema, así como también anexos, donde se muestra los instrumentos del estudio del tráfico, los ensayos de laboratorio realizados, la validación externa, las especificaciones técnicas de geosintéticos, el análisis de precios unitarios, el panel fotográfico, la matriz de consistencia y los planos respectivos.

CAPÍTULO I : PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Situación problemática

A lo largo de la historia el hombre se ha confrontado a diversas dificultades en la construcción de caminos y carreteras, debido a suelos de mala calidad y condiciones climáticas adversas, es por eso que utilizó materiales disponibles en su entorno como troncos, ramas, piedras, camas de bambú, entre otros, para reforzar suelos arcillosos y pantanosos (Orrego, 2014).

El diseño, construcción y mantenimiento de carreteras con métodos tradicionales requieren de materiales de alta calidad para cumplir con las normas establecidas, pero estos materiales son escasos en muchas partes del mundo, es por estas restricciones que los ingenieros se ven obligados a indagar alternativas de diseño innovadoras con productos como los geosintéticos que permitan mejorar la estructura, disminuir los costos de operación y reducir la frecuencia de mantenimiento (U.S. Army Corps of Engineers [USACE], 2003).

El uso de geosintéticos a nivel mundial se ha extendido desde 1970 con la aparición de los primeros geotextiles aplicados a obras de ingeniería, y más adelante a partir de 1980 con el desarrollo de la segunda generación de geosintéticos conformado por las georedes, las geomallas y los geodrenes, los cuales fueron diseñados para satisfacer necesidades particulares en obras realizadas en todo el mundo y ha sido una técnica muy usada para mejorar el comportamiento estructural de carreteras no pavimentadas y pavimentadas (Silva, 2016).

Los motivos de tal crecimiento es el mayor beneficio que traen los geosintéticos respecto a soluciones tradicionales. Según Koerner (2012) se estima que en las últimas décadas la demanda de geosintéticos (en millones de metros cuadrados) en obras de ingeniería civil el mundo es como ilustra en la figura 1.

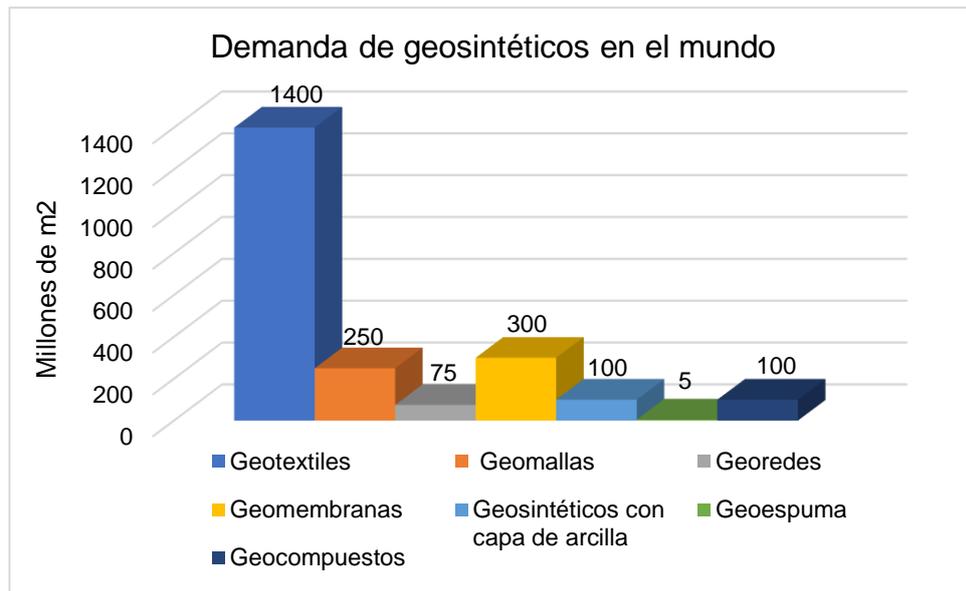


Figura 1: Demanda de geosintéticos en el mundo (en millones de metros cuadrados)

Fuente: Elaboración propia, basado en Koerner (2012).

En Latinoamérica, los geosintéticos han tenido un incremento extenso en los últimos tiempos, reaccionando a una necesidad que se está volviendo progresivamente básica en proyectos de ingeniería, que incluye la realización de obras con elevada calidad especializada, buscando una paridad financiera, reduciendo el impacto ambiental. La innovación de los geosintéticos se ha transformado en una alternativa para ocuparse de los problemas tanto técnicos, como económicos de proyectos ingenieriles y su uso se ha hecho en gran medida de manera empírica y ha generado efectos secundarios en actividades pasadas. Bajo esta idea, la mayoría de las veces, los geosintéticos se han convertido en una solución exitosa; sin embargo, en algunas ocasiones la ausencia de conocimiento y de una metodología de diseño, no ha permitido las ventajas de esta innovación en su totalidad (PAVCO, 2012).

En el Perú la aplicación de geosintéticos en las obras de infraestructura vial aún es escasa, por falta de información técnica y desconocimiento de metodologías para el diseño que permita trabajar con estos materiales que en mucho de los casos reduce espesores del pavimento, haciéndolas viables económicamente sin perjudicar la capacidad estructural de las carreteras, evitando su deterioro prematuro que conllevan a mantenimientos continuos durante toda su vida útil.

El 84 % de las carreteras en el país no están pavimentadas (MTC, 2018), las cuales presentan malas condiciones en el poco tiempo que vienen funcionando, debido al inadecuado sistema de drenaje y a la pérdida de capacidad estructural del pavimento causado por la contaminación de los agregados con los suelos del terreno de fundación durante la etapa de construcción y a través de su vida útil. Este problema conlleva a incrementar el costo de las carreteras por la mayor frecuencia de operación y mantenimiento que estas requieren, es por ello que se busca dar una solución viable que adopten técnicas modernas y novedosas para aplicarlas en este tipo de proyectos.

Un problema recurrente en la construcción de las vías en el departamento de Cajamarca y en la mayoría de regiones de Sierra y Selva, son los suelos de baja resistencia (suelo limo–arcillosos) utilizados como subrasantes, que obligan a sustituirlos por material de cantera, de tal manera que incremente sus propiedades mecánicas y pueda soportar los esfuerzos a los que son sometidos por los efectos del tránsito, sin embargo los elevados costos de estos materiales obligan a utilizar el suelo tal como es, que conllevan a diseños de pavimento con elevados espesores; para hacer frente a esta situación problemática, la aplicación de geosintéticos es una de las alternativas de solución (Silva, 2016).

1.2 Definición del problema

Diversas poblaciones que radican en las zonas más aisladas del Perú, como es el caso del distrito de Pión, en la provincia de Chota, departamento de Cajamarca, carecen de infraestructura vial adecuada, es decir cuentan en su gran mayoría con carreteras intransitables, debido a una serie de factores predominantes como mal diseño de la estructura del pavimento, defectuoso sistema de drenaje para fuertes precipitaciones, relieve accidentado del terreno, el clima, suelos de baja resistencia, entre otros, que conlleva al deterioro de las vías en un corto plazo desde su construcción, evitando que los pobladores puedan tener acceso oportuno a servicios básicos como educación, salud, además del transporte de sus productos a mejores mercados que se ve afectado por los elevados costos de operación y transporte. Dicha situación obliga a

que estas carreteras se rehabiliten permanentemente, generando elevados gastos por la frecuencia con la que estos mantenimientos se realizan. La problemática descrita se obtuvo de la validación de expertos (Anexo II), expresada en el siguiente diagrama de causa – efecto:

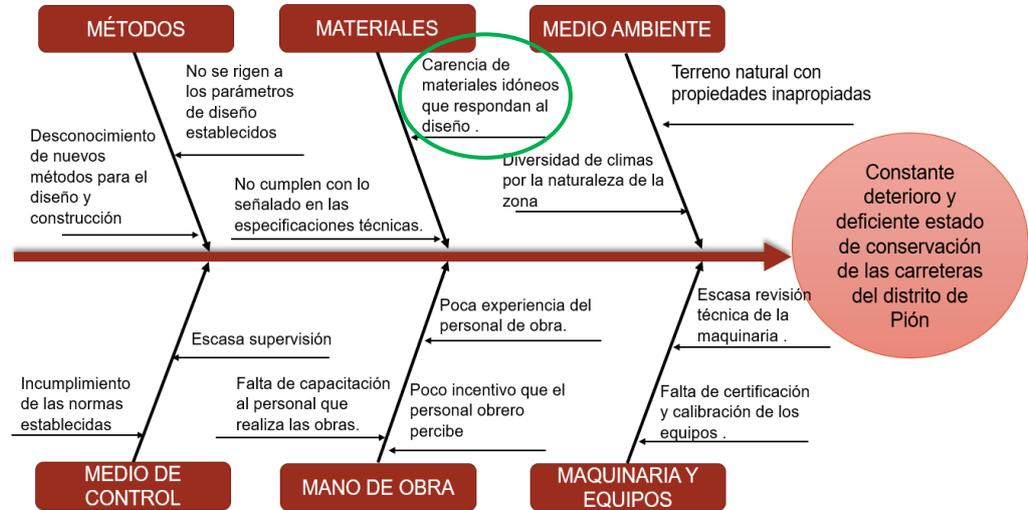


Figura 2: Diagrama de causa – efecto (Diagrama Ishikawa)
Fuente: Elaboración propia.

Del diagrama de causa - efecto presentado, la principal causa del problema está referido a los materiales, según los resultados de la encuesta a expertos (Anexo II) presentados en la figura 3.

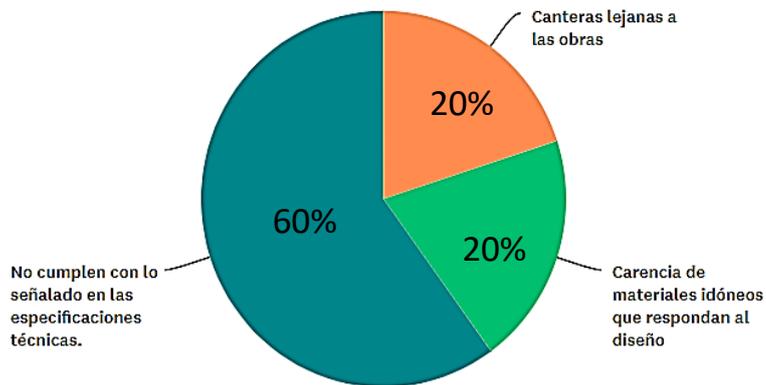


Figura 3: Resultados de encuesta a expertos.
Fuente: Elaboración propia, basado en validación externa.

En la actualidad, los pobladores de la zona en estudio caminan un promedio de 4 horas para poder comercializar sus productos agrícolas (café, yuca, papa, maíz, plátano, arroz, legumbres, entre otros), causándoles problemas de salud, elevados costos de alquiler de animales de carga (acémilas) y el limitado acceso de servicios básicos, los mismos que se traducen en una deficiente comercialización.

Por la problemática descrita, en esta investigación se propone el diseño de una carretera con la aplicación de geosintéticos que reduzca los espesores sin disminuir la capacidad estructural aumentando su durabilidad y tiempo de vida útil. La carretera en estudio se localiza en el distrito de Pión, provincia de Chota departamento de Cajamarca, cuyo punto de inicio se encuentra en la localidad Santa Rosa y el punto final en Puerto Churo con una longitud total de 18 km, de los cuales se analizarán los 5 primeros kilómetros para determinar su repercusión técnica y económica.

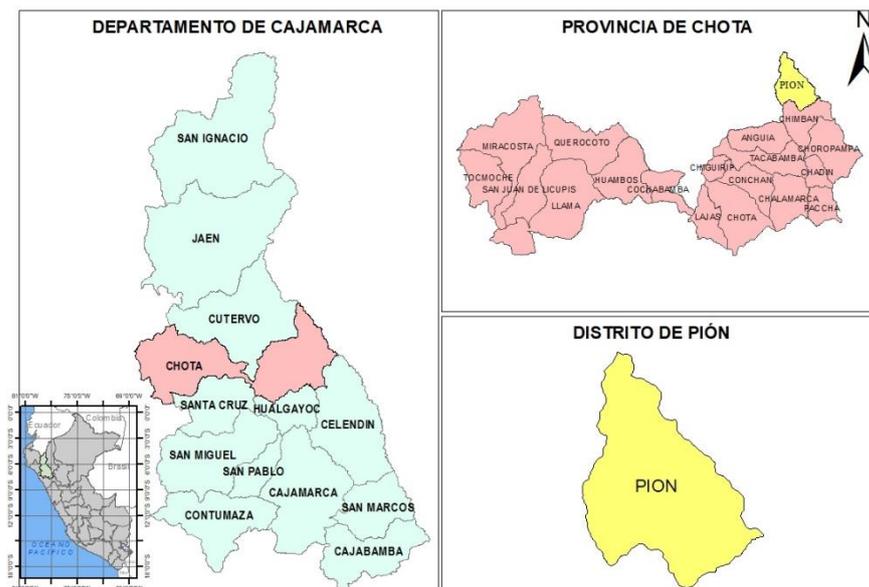


Figura 4: Mapas de ubicación de Pión, Chota, Cajamarca
Fuente: Elaboración propia, basado en datos del IGN (2018).

1.3 Formulación del problema

1.3.1 Problema principal

¿Cuál es la influencia de la aplicación de geosintéticos en el diseño del tramo Km 0+000 al Km 5+000 de la carretera Santa Rosa - Puerto Churo, ubicado en el distrito de Pión, provincia de Chota, departamento de Cajamarca?

1.3.2 Problemas específicos

- ¿Cuál es la influencia de la aplicación de geomalla biaxial en el diseño de espesor del pavimento del tramo Km 0+000 al Km 5+000 de la carretera Santa Rosa - Puerto Churo, ubicado en el distrito de Pión, provincia de Chota, departamento de Cajamarca?

- ¿Cuál es la influencia de la aplicación de geomalla triaxial en el diseño de espesor del pavimento del tramo Km 0+000 al Km 5+000 de la carretera Santa Rosa - Puerto Churo, ubicado en el distrito de Pión, provincia de Chota, departamento de Cajamarca?
- ¿Cuál es la influencia de la aplicación de geotextil tejido en el diseño de espesor del pavimento del tramo Km 0+000 al Km 5+000 de la carretera Santa Rosa - Puerto Churo, ubicado en el distrito de Pión, provincia de Chota, departamento de Cajamarca?

1.4 Objetivo general y específicos

1.4.1 Objetivo general

Determinar la influencia de la aplicación de geosintéticos en el diseño del tramo Km 0+000 al Km 5+000 de la carretera Santa Rosa - Puerto Churo, ubicado en el distrito de Pión, provincia de Chota, departamento de Cajamarca.

1.4.2 Objetivos específicos

- Determinar la influencia de la aplicación de geomalla biaxial en el diseño de espesor del pavimento del tramo Km 0+000 al Km 5+000 de la carretera Santa Rosa - Puerto Churo, ubicado en el distrito de Pión, provincia de Chota, departamento de Cajamarca.
- Determinar la influencia de la aplicación de geomalla triaxial en el diseño de espesor del pavimento del tramo Km 0+000 al Km 5+000 de la carretera Santa Rosa - Puerto Churo, ubicado en el distrito de Pión, provincia de Chota, departamento de Cajamarca.
- Determinar la influencia de la aplicación de geotextil tejido en el diseño de espesor del pavimento del tramo Km 0+000 al Km 5+000 de la carretera Santa Rosa - Puerto Churo, ubicado en el distrito de Pión, provincia de Chota, departamento de Cajamarca.

1.5 Importancia de la investigación

1.5.1 Importancia teórica

Con esta investigación se pretende ampliar el conocimiento de la utilización de geosintéticos en el diseño de carreteras no pavimentadas, considerando que en la actualidad no existen muchas indagaciones que traten acerca de la influencia técnica y económica de estos materiales.

La tesis será de interés para profesionales y estudiantes relacionados a la carrera de Ingeniería Civil que requieran información de la aplicación y uso de los geosintéticos en proyectos viales, ya que los conocimientos y métodos que se empleen contribuirán a otras que tengan el mismo interés.

1.5.2 Importancia práctica

Según Koerner (2012), los geosintéticos son materiales que permiten; reforzar los suelos blandos, separar las capas de material con diferente granulometría, mejorar el drenaje y filtración, haciendo que las carreteras incrementan su durabilidad y tiempo de vida, haciéndolas rentables debido a la reducción de espesores, simplificación de procesos constructivos, menor tiempo de ejecución, poca frecuencia de mantenimiento. Además, evita la utilización de métodos tradicionales para la estabilización del suelo que generan efectos negativos al medio ambiente y costos elevados. Es por ello, que la aplicación de geosintéticos en la construcción de obras viales se ha convertido en una solución viable y útil frente a problemas técnicos y económicos que enfrentan los proyectos.

Trata de la aplicación de geosintéticos en el diseño del tramo Km 0+000 al Km 5+000 de la carretera Santa Rosa - Puerto Churo, ubicado en el distrito de Pión, provincia de Chota, departamento de Cajamarca, que actualmente se encuentra como camino de herradura, que le permita incrementan su durabilidad, garantizando la buena transitabilidad a lo largo de su vida útil, ya que por esta vía transitarán vehículos pesados

que transporten a los pobladores y sus productos agrícolas. Además, se pretende que la carretera sea más económica mediante la reducción del espesor de material de relleno granular y afirmado que conlleva a menor movimiento de tierra, disminución de tiempos de ejecución y menores gastos de operación y mantenimiento.

Dicha carretera es considerada como una importante vía de desarrollo inter regional, es por ello que con este proyecto se pretende formar una red vial que integre los centros poblados del distrito de Pión en Chota, los cuales tienen altos niveles de producción agrícola y ganadera, con el distrito de Lonya Grande en la región Amazonas, disminuyendo el tiempo de transporte de los pobladores y sus productos agrícolas para su comercialización en las diversas ciudades como Jaén, Bagua Grande, Chiclayo, entre otras, mejorando así sus aspectos de salud, educación, transporte, economía, socialización, culturización, etc, brindándoles una mejor calidad de vida.

El presente trabajo de investigación beneficiará a los pobladores del distrito de Pión y sus centros poblados que cuenta con alrededor de 1,214 habitantes (INEI,2018), así como también a los pobladores aledaños a la zona de estudio. La población beneficiada tendrá mejores accesos a necesidades básicas como salud, educación, transporte, comercio, entre otros, como consecuencia de contar con una vía con nivel de serviciabilidad óptimo a lo largo de su vida útil, por lo que este proyecto es de necesidad inmediata.

Tiene una importancia social porque será presentado ante la entidad municipal del distrito de Pión, como un propuesta de diseño de carretera, para lograr la integración de sus pueblos y mejorar de esta manera su situación socio económica.

1.6 Limitaciones

- La economía no permite realizar un estudio completo de la vía en sus 18km, limitándonos hacer el diseño del pavimento de los 5 km iniciales.
- La lejanía de la zona para realizar los estudios de campo (topografía, estudio de tráfico, extracción de muestras de suelo).
- La distancia y el tiempo de viaje para llegar al distrito de Pión desde la ciudad de Chiclayo son extensos.

Tabla 1: Recorrido para llegar al distrito de Pión

RECORRIDO PARA LLEGAR A PION				
Tramo	Recorrido (horas)	Tipo de Vía	Distancia (Km)	Servicio de Transporte
Tramo I: Desde Chiclayo – Olmos - Pucará – Chamaya - Puente 24 de Julio (Corral Quemado).	6 horas	Asfaltada	295	Bus
Tramo II: Corral Quemado – Cumba – cruce El Triunfo.	3 horas	Afirmado	100	Camioneta rural
Tramo III: Cruce El Triunfo - Pión	2 horas	Trocha Carrozable	20	Camioneta rural

Fuente: Elaboración propia (2019).

1.7 Viabilidad de la investigación

1.7.1 Viabilidad técnica

Se dispuso de condiciones técnicas requeridas como bibliografía, softwares, herramientas, instrumentos y equipos, además de las facilidades y permisos por parte de la Municipalidad del distrito de Pión.

1.7.2 Viabilidad económica

Se contó con recursos económicos propios y externos, para llevar a cabo los estudios requeridos.

1.7.3 Viabilidad social

Beneficiará directamente a la población del distrito de Pión y sus alrededores, además pretende ampliar el conocimiento de la utilización de geosintéticos en carreteras.

1.7.4 Viabilidad operativa

Se contó con recursos humanos suficientes para llevar a cabo esta investigación.

CAPÍTULO II : MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de investigación

2.1.1 Antecedentes internacionales

Diversas investigaciones en el mundo tratan con geosintéticos para el diseño de carreteras, como se muestran en este apartado.

Jordan & Suárez (2017), en su proyecto de investigación, se diseñó un pavimento flexible utilizando la metodología tradicional ASSTHO 93, y para el caso con geomalla TIPO A P-BX11 el método de PAVCO. De la comparación del diseño de pavimento sin reforzar respecto al reforzado resultó una reducción de espesores alrededor del 24%, lo que significa que la utilización de geosintéticos en la estructura de pavimento es una alternativa viable y económica.

Bustamante & Bojorque (2016), en su tesis, se determinó la capacidad de resistencia que brinda la colocación simultánea de geotextil y geomalla comparado con la resistencia que proporciona tan solo la aplicación de un geotextil, una geomalla y sin ningún reforzamiento, para ello se realizaron ensayos de laboratorio que permitieron calcular los esfuerzos en la interface sub rasante-capa granular para cada situación analizada, dando como resultados que el uso de geosintéticos brinda a la estructura del pavimento un comportamiento elástico que le permite tener un alto nivel de deformación, sin perder su forma inicial.

Gavilanes (2012), desarrolló el diseño del pavimento tradicional basándose los métodos AASHTO 93 y método Shell, mientras que para el diseño con geomalla biaxial Mac Grid 20s a través del método de la Tensar, además se planteó como alternativa el diseño del pavimento con la utilización del método de la Portland Cement Association, de los cuales se hizo un análisis comprobatorio que dio como resultado un ahorro del 30 % de material granular con el uso de geosintéticos, que conllevó a la disminución de costos respecto al método tradicional.

Díaz, Escobar & Olivo (2009), en su investigación, se analizó la utilización de geosintéticos para solucionar dificultades que usualmente se dan durante la construcción de carreteras, para lo cual utilizó las

metodologías propuestas por AASHTO 93 empleando una geomalla biaxial coextruída, dando como resultado la disminución del espesor de la sub base en 15 cm y de la base en 5 cm.

Caballero (2006), en su trabajo de investigación, utilizó la geomalla BX 1100 y BX 1200 colocada entre la sub-base y la base, las mismas que presentaron una disminución de espesores, además de la reducción de los precios de construcción iguales al 2% en geomalla BX 1100 y el 8% en geomalla BX 1200.

2.1.2 Antecedentes nacionales

En el Perú, también existen numerosas investigaciones al respecto, dentro de las más principales se tiene.

Sicha (2018), en su tesis, usó el geotextil GT320P para la función de separación, obteniendo una reducción de más del 10% de serviciabilidad del pavimento con el método tradicional en todos los tramos analizados, resultando más rentable el uso de geotextil para esta función. Para la función de filtración se evaluó el geotextil GT240, disminuyendo la serviciabilidad cerca del 30% cuando no se trabaja con subdrenes longitudinales. Para la función de refuerzo, se utilizó la geomalla TX160 que aumentó en más del 20% la serviciabilidad del pavimento del sector 3 al 6, en los sectores 1 y 2 se logró superar la serviciabilidad del diseño tradicional, pero insignificadamente concluyó que el diseño con geomalla, generó un ahorro económico de más de 10 %.

Dávila & Gómez (2018), en su investigación, obtuvieron como resultado la reducción de la serviciabilidad del 47% del pavimento tradicional respecto al reforzado con geotextil. También el espesor de la sub base granular del pavimento flexible reforzado con geotextil se reduce en el 38.46 % conllevando a una reducción del costo de obra. Por lo que, se recomienda utilizar geotextiles en vías con sub rasantes cuyo CBR es menor a 6%, debido a que estos son suelos blandos con poco soporte a las cargas vehiculares.

Mera (2017) en su tesis, llegó a los siguientes resultados; la disminución de espesores que varían entre 5.4% y 39.2% en los tramos reforzados

respecto a los no reforzados, que conlleva una reducción de material granular. Asimismo, para suelos con CBR < 2.5% el empleo de una geomalla multiaxial es viable económicamente, cuyo ahorro varía entre el 10.09 % y 24.48 % con respecto al costo de ejecución con el diseño tradicional.

Silva (2016), presenta el diseño de subrasante con geomalla multiaxial para la estabilización del terreno en un tramo cuyo terreno es pobre del tipo limo arcilloso (CL), con CBR de 2.5% y con presencia de agua, para lo cual se utilizó el software Spectra Pave 4.0, dando como resultado el aumento de la resistencia de la subrasante, además de la reducción de espesores, obteniendo un ahorro de material del 72 % y 54 % con las geomallas tipo Tx160 y Tx140 respectivamente.

Núñez (2016), en su tesis, se tuvo por objetivo analizar el espesor de la subbase y base de una carretera tras la aplicación de geosintéticos, para este caso la geomalla biaxial Mac Grid EGB 40, obteniendo como resultado la disminución de espesor de la subbase en un 75%, una disminución del costo del 22.15 % respecto al pavimento sin refuerzo.

Melgarejo (2014), empleó en el diseño de relleno granular, la metodología AASHTO 93 utilizado por el MTC en el caso convencional y los softwares GEOSOFT – PAVCO 3.0 y SPECTRA PAVE PRO 4.6 para el caso con geosintéticos; mientras que para el cálculo de espesor de afirmado el método NAASRA. Los resultados obtenidos de los diseños demuestran un ahorro de material granular con geotextil tejido TR 4000 del 22%, en el caso de geomalla P-BX11 alrededor del 29%, con geomalla P-BX12 en un 43%, 19% con geotextil Tejido, para la geomalla BX type 1 el 24%, con geomalla BX type 2 el 37%, mientras que para las geomallas TX 140 y TX 160 se obtuvo una optimización de recursos del 37% y 49% respectivamente; por otro lado el espesor de afirmado fue de 20 cm para todos los casos.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Estudios básicos preliminares de una carretera

Son estudios realizados con el fin de recopilar información fundamental de la zona de estudio del proyecto, los mismos que se enfocan principalmente en el estudio de tráfico, topográfico, geotécnico (suelos), pluviométricos (hidrológico) y desarrollo de la zona (Bañón & Beviá, 2000).

En este trabajo se ha tratado los siguientes estudios básicos preliminares.

2.2.1.1 Estudio de tráfico

Permite conocer el volumen, el peso y las dimensiones de los vehículos que circulan por una carretera, que son factores determinantes para diseñar la plataforma del camino (MTC, 2014).

Índice medio diario anual (IMDA)

Es un valor numérico obtenido del promedio aritmético de los volúmenes de tránsito diario para cada día del año presente en un tramo de la carretera (MTC, 2014).

$$IMD_a = IMD_s * FC \qquad IMD_s = \sum \frac{Vi}{7}$$

Donde:

IMD_s = Índice Medio Diario Semanal.

IMD_a = Índice Medio Diario Anual.

Vi = Volumen vehicular diario de cada uno de los días de conteo .

FC = Factores de Corrección Estacional.

Demanda proyectada

Es el tránsito proyectado para el periodo de diseño, que conlleva a calcular el número de Ejes Equivalentes (EE) necesario para el diseño del pavimento (MTC, 2014).

$$T_n = T_0(1 + r)^n$$

Donde:

T_n = Tránsito proyectado al año “n” (veh/día).

T_0 = Tránsito actual (año base) (veh/día).

n = Número de años del período de diseño.

r = Tasa anual de crecimiento del tránsito.

La proyección de la demanda se divide en una proyección para vehículos de pasajeros que aumentará proporcionalmente a la tasa anual de crecimiento poblacional y otra proyección para vehículos de carga que se incrementará con la tasa de crecimiento económico expresada como el Producto Bruto Interno (PBI). Ambas tasas de crecimiento regularmente oscilan entre 2% y 6% y corresponden a la región donde se desarrolla el proyecto (MTC, 2014).

Factor de distribución direccional (Fd)

Concierno a la cantidad de vehículos pesados que transitan en una dirección o sentido de tráfico (MTC, 2014).

Factor de distribución carril (Fc)

Corresponde al carril que soporta la mayor cantidad de ejes equivalentes (EE), es decir aquel en donde el tráfico se concentra mayoritariamente (MTC, 2014).

Número de repeticiones de ejes equivalentes

Para diseñar el pavimento, el tráfico que predominantemente tiene importancia es el correspondiente al de vehículos pesados (ómnibus y camiones) (MTC, 2014).

El efecto causado por el tránsito se evalúa en la unidad definida, por AASHTO, como Ejes Equivalentes (EE) acumulados durante el periodo de diseño considerado en el análisis, el cual se define como el efecto de daño hacia el pavimento por un eje simple de dos neumáticos comunes con 8.2 tn de peso y una presión de 80 lbs/pulg². Los Ejes Equivalentes (EE) representan el factor destructivo del paquete estructural del pavimento, causado por las cargas de los vehículos según su tipo de eje que lo conforman (MTC, 2014).

2.2.1.2 Estudio topográfico

Permite medir extensiones de terreno por medio del empleo de equipos topográficos, adquiriendo la información necesaria para su posterior representación gráfica mediante un plano (Gámez, 2015). Tiene aplicaciones en la Ingeniería civil antes, durante y después de los

proyectos, como ferrocarriles, edificaciones, puentes, carreteras, canales, etc (Alcántara, 2014).

Los planos topográficos son representaciones gráficas que muestran las características del terreno como caminos, ríos, edificaciones existentes, cercas, bosques. El levamiento topográfico presenta las distancias horizontales y las cotas en el plano por medio de curvas de nivel a escalas apropiadas para la correcta lectura del plano por parte del ingeniero y así poder representar la carretera y sus componentes de manera adecuada (MTC, 2008).

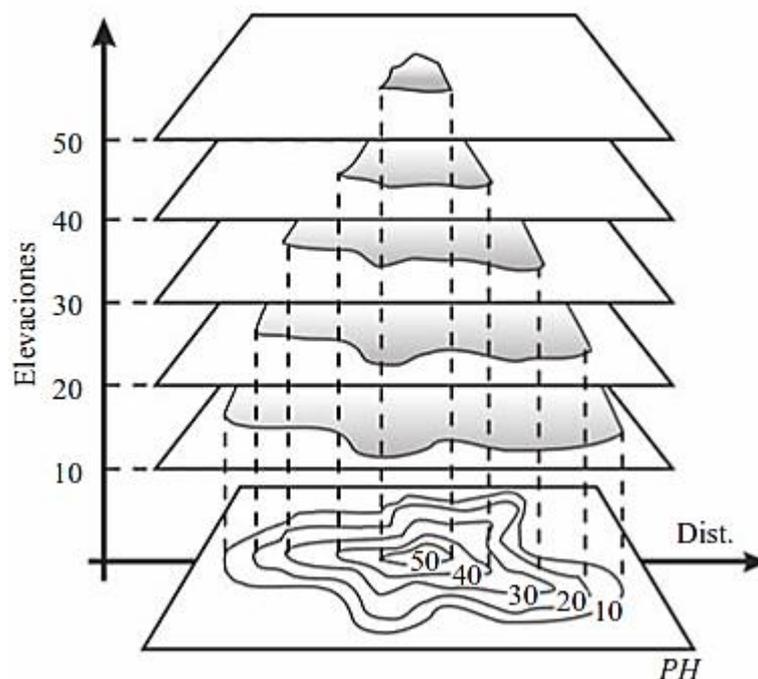


Figura 5: Representación gráfica de curvas de nivel.

Fuente: Alcántara (2014).

Según Gámez (2015) los levantamientos topográficos se clasifican en:

- a) **Levantamiento de terreno en general:** permite localizar terrenos en planos generales, para proyectar obras y construcciones.
- b) **Topografía de vías de comunicación:** es útil para proyectos viales como ferrocarriles, caminos, líneas de transmisión, acueductos, etc.
- c) **Topografía de minas:** su objetivo es controlar la ubicación de operaciones subterráneas, relacionándolas con las obras superficiales.
- d) **Levantamientos catastrales:** son realizados en zonas urbanas para establecer linderos o estudiar obras urbanas.

2.2.1.3 Estudio de suelo

La exploración y estudio del suelo es de vital importancia para determinar sus características, que permita el diseño adecuado de la estructura del pavimento (MTC, 2014).

Los principales ensayos de suelos para carreteras son:

Análisis granulométrico (MTC E 107)

Consiste en distribuir los suelos a partir de su tamaño, por medio de tamices con diferentes tamaños de abertura. Dicho procedimiento permitirá determinar la clasificación de suelos según el diámetro de sus partículas en gravas, arenas y material fino (limo, arcilla) (MTC, 2014).

Este ensayo en carreteras es indispensable, ya que permite definir el tipo de su suelo predominante en la zona de estudio, para caracterizar la subrasante que es en la cual se apoyará la estructura del pavimento.

Contenido de humedad (MTC E 108)

Es la relación existente entre el peso del agua en una muestra de suelo y el peso de las partículas sólidas de la misma muestra luego de haber sido secada en un horno a 105 ± 5 °C (MTC, 2016).

Determinar el contenido de humedad es también importante en el ámbito de las carreteras, porque está relacionado directamente con la capacidad de resistencia del suelo y permitirá compararlo con la humedad óptima necesario para determinar el CBR del suelo (MTC, 2014).

Plasticidad

Según el MTC (2014), es una propiedad que determina la estabilidad de los suelos hasta un determinado límite de humedad sin desintegrarse, es por ello que depende exclusivamente de sus partículas finas. Para determinar dicha característica es necesario obtener los límites de Atterberg, que se describen a continuación.

- **Límite líquido (LL):** es cuando se pasa de un estado semilíquido a un estado plástico en el que puede ser moldeado (MTC, 2014).
- **Límite plástico (LP):** se da al pasar de un estado plástico a uno semisólido y la muestra de suelo se fractura (MTC, 2014).
- **Índice de plasticidad (IP):** es la resta entre el LL y LP, la cual sirve para clasificar un suelo dependiendo del grado de plasticidad que tenga (alta, media, baja, no plástico) (MTC, 2014).

Clasificación de los suelos

Una vez determinadas la granulometría y los índices de plasticidad se puede clasificar los suelos con suficiente grado de confianza bajo los sistemas AASTHO y SUCS, de tal manera que permita determinar las características y comportamiento de los suelos, sectorizando la vía desde el punto de vista geotécnico para su posterior diseño (MTC, 2014).

Tabla 2: Clasificación de suelos.

Clasificación SUCS	Clasificación AASTHO
SM, SP, SW, GM, GP, GW	A-1-a
SP, SM, GP, GM	A-1-b
SC, SM, GC, GM	A – 2
SP	A – 3
ML, CL	A – 4
CH, MH, ML	A – 5
CH, CL	A – 6
CH, MH, OH	A – 7

Fuente: Elaboración propia, basado en el MTC (2014).

Ensayo de compactación (Proctor modificado)

Permite determinar cuál es la máxima densidad seca (MDS), así como también el óptimo contenido de humedad a una energía de compactación establecida, expresados mediante la curva de compactación (MTC, 2016).

Valor de relación de soporte (California Bearing Ratio – CBR)

Este ensayo es determinante en el diseño de carreteras, ya que permite evaluar la resistencia de la subrasante y material granular empleado (MTC, 2016). Dicho valor está referido al 95% de la MDS y una penetración de 2.54 mm (MTC, 2014).

2.2.1.4 Estudio de canteras

Se realiza para identificar el lugar o zona donde se obtiene materiales aptos con fines de estabilización de suelos, para afirmado, terraplenes, base y subbase granular, agregados para mezclas asfálticas, de concreto y tratamientos bituminosos, para lo cual se requiere realizar ensayos de laboratorio para determinar sus características. Estos materiales extraídos mayormente pasan por un tratamiento antes de ser usados en la obra misma (MTC, 2014).

Clasificación de Canteras

Según el tipo de muestreo que se tome, Henríquez (2016) clasifica a las canteras en:

a. Canteras a cielo abierto

Este tipo de canteras empieza con la limpieza del lugar donde se desarrollarán los trabajos, eliminando los residuos orgánicos e inorgánicos con el fin de no alterar las características físicas y mecánicas de los suelos a extraer para los posteriores ensayos en laboratorio. Este método es el más común en nuestro entorno.

b. Canteras subterráneas

Proviene de la explotación de rocas de manera subterránea, mediante el método de sostenimiento natural con la utilización de gigantescos pilares para un mejor beneficio de los materiales rocosos.

c. Canteras aluviales

Llamadas también canteras fluviales, se forman a partir de aluviones, en las cuales los ríos trasladan las rocas a un determinado espacio formando extensos depósitos de los cuales se extraen el material para ponerlos en obra.

En este tipo de canteras los materiales explotados son de buena calidad para las obras civiles, ya que quedan al final del recorrido y desgaste por todo el río, aquellos que tienen mayor dureza y mejores características geométricas.

d. Canteras de roca

Denominadas también canteras de peña, este tipo de canteras son estáticas por lo que no presentan la condición de autoabastecimiento, por lo que el material que se extrae es limitado.

Las canteras de roca están situadas en formaciones rocosas en las montañas, generalmente sus materiales presentan menor dureza respecto a los materiales de ríos, debido a que no sufren ningún proceso de selección, el material de estas canteras se extrae realizando cortes o excavaciones en los depósitos.

2.2.1.5 Estudio Hidrológico

El MTC (2011) define la hidrología como la ciencia dedicada al estudio de la distribución temporal y espacial del agua, además de sus

propiedades en la corteza terrestre y en la atmósfera; incluyendo de esta manera la evapotranspiración, las precipitaciones, la humedad del terreno y el equilibrio entre las masas glaciares los mismos que forman parte del ciclo hidrológico. El mismo que se define como el conjunto de transformaciones que sufre el agua en su estado y forma (Cahuana & Yugar, 2009).

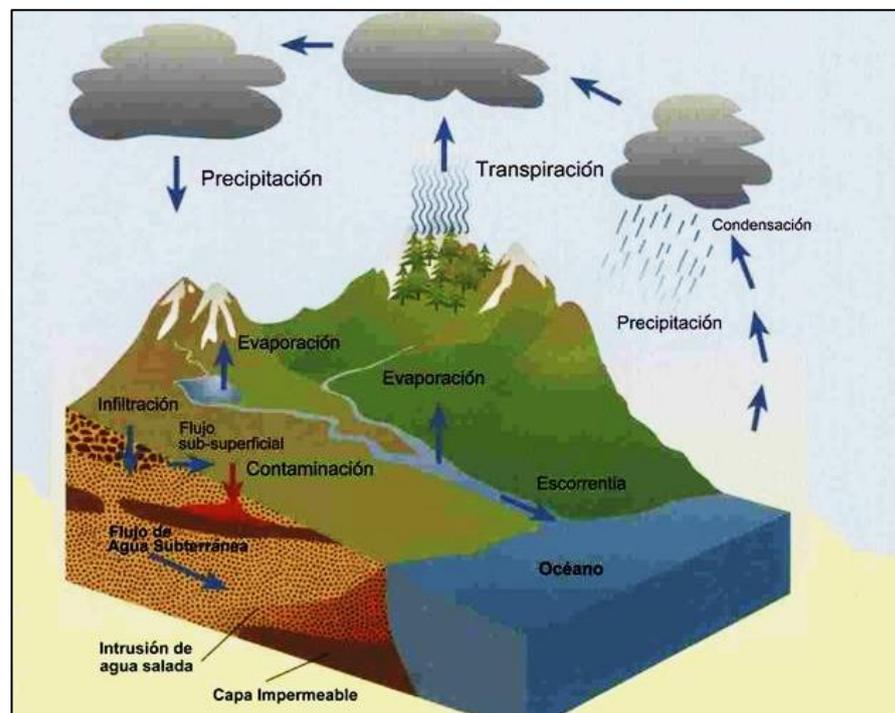


Figura 6: Ciclo hidrológico (Cahuana & Yugar, 2009).

El estudio hidrológico es esencial para diseñar de manera adecuada las obras hidráulicas de las carreteras, permitiendo conocer cómo se comporta la cuenca estudiada a través de modelos matemáticos (MTC, 2011).

2.2.1.6 Hidráulica

La hidráulica se encarga de investigar las propiedades y características mecánicas de los fluidos, que permiten diseñar las secciones hidráulicas de las obras de drenaje de las carreteras (MTC, 2011).

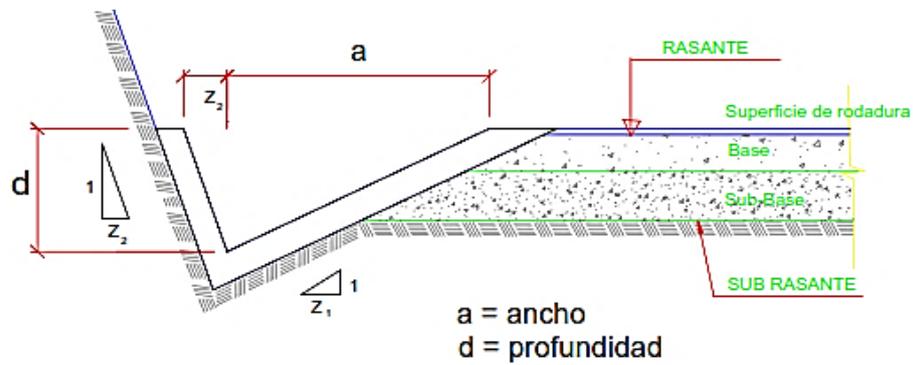


Figura 7: Sección típica de una cuneta triangular (MTC, 2011).

2.2.2 Diseño geométrico

El diseño geométrico permite establecer la configuración geométrica tridimensional de una vía, de modo tal que sea funcional, cómoda, segura, económica, estética (Cárdenas, 2013).

En consecuencia, se debe diseñar los componentes geométricos de la vía, tanto en planta, perfil y sección transversal, los cuales deben estar correctamente relacionados, garantizando el tránsito vehicular ininterrumpido, preservando una velocidad continua, acorde a las características de la vía (MTC, 2018).

a) Diseño geométrico en planta o alineamiento horizontal

Es el eje real de una vía proyectado sobre un plano horizontal, dicho eje está conformado por una sucesión de alineamientos rectos llamados tangentes, unidos por curvas (Cárdenas, 2013). Este alineamiento deberá proporcionar el tránsito ininterrumpido de los vehículos, tratando de mantener una velocidad de diseño constante durante la mayor distancia posible (MTC, 2018).

b) Diseño geométrico en perfil o alineamiento vertical

Según Cárdenas (2013), es la proyección sobre un plano vertical del eje real de la vía (rasante o subrasante). Está conformado por rectas conectadas mediante curvas verticales parabólicas, en cuyo desarrollo, el sentido de las pendientes se define en positivas y negativas según el avance del kilometraje (MTC, 2018).

Las curvas verticales que unen dos pendientes de diferente magnitud y/o sentido permiten eliminar el quiebre de la rasante. El buen diseño de las mismas garantiza las distancias de visibilidad estipuladas en las especificaciones de los proyectos (MTC, 2018).

c) Diseño geométrico de la sección transversal

Según el MTC (2018), consiste en describir a través de un plano de corte vertical normal al alineamiento horizontal, los elementos de la carretera; definiendo así las dimensiones y el arreglo de tales elementos, correspondientes a cada sección. De este modo, se logrará fijar el ancho que ocupará la carretera, así como también la rasante, y calcular así las áreas y volúmenes del movimiento de tierra (Cárdenas, 2013).

Elementos geométricos que integran la sección transversal

Está conformada por el derecho de vía, el ancho de plataforma, el ancho de explanación, la calzada, la corona, los carriles, las bermas, las cunetas, los taludes laterales y otros elementos complementarios como se detalla en la Figura 8 (Cárdenas, 2013).

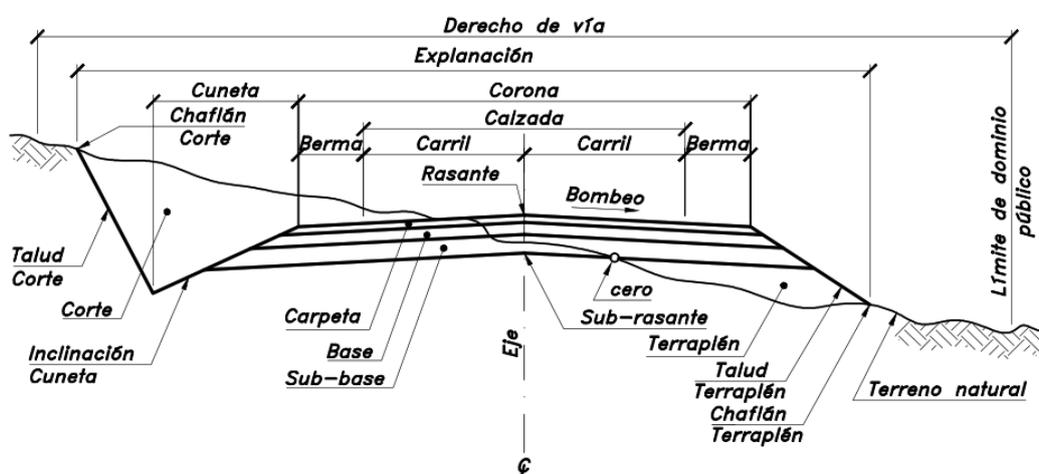


Figura 8: Sección transversal mixta, pavimentada en recta.

Fuente: (Cárdenas, 2013).

El elemento principal de la sección transversal es la calzada, en la cual sus dimensiones deben permitir un nivel de servicio adecuado, acorde a lo previsto en el proyecto (MTC, 2018).

2.2.3 Carreteras pavimentadas

Son caminos cuyo rango de número de repeticiones de EE está entre 75000 EE hasta 30 000 000 EE, dentro de este tipo de caminos se encuentran los pavimentos flexibles, semirrígidos y rígidos (MTC, 2014).

2.2.3.1 Pavimento

Un pavimento es una estructura formada por varias capas sobrepuestas, relativamente horizontales, que se construye y diseña con materiales

seleccionados. Estas estructuras son construidas sobre la subrasante de la vía para soportar los esfuerzos de las cargas repetidas del tránsito y las condiciones ambientales (Rondón & Reyes, 2015).

Según el MTC (2014), un pavimento en la mayoría de los casos está conformado por la siguiente estructura:

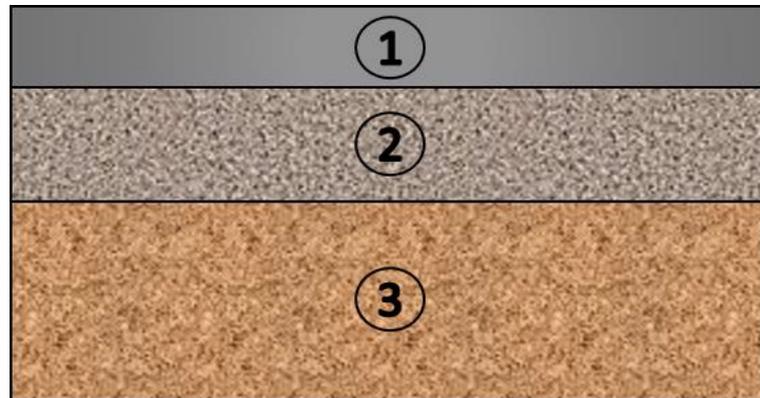


Figura 9: Componentes de una sección típica de un pavimento.

Fuente: Elaboración propia.

1.- Capa de rodadura: Esta puede ser del tipo rígido, flexible o adoquinado, es la parte superior de un pavimento, cuyo cometido es sostener de manera directa el tránsito.

2.- Base: Su función primordial es distribuir, sostener y transmitir las cargas generadas por el tránsito vehicular, es la capa inferior a la capa de rodadura. Los materiales granulares empleados para la base tendrán un CBR $\geq 80\%$ o será tratada con otros materiales químicos o sintéticos.

3.- Subbase: Es la que soporta a la base y a la capa de rodadura, los materiales empleados en esta capa pueden ser de material granular con CBR $\geq 40\%$ o tratada con cemento, asfalto, cal o material geosintético.

Según el MTC (2014) entre los tipos de pavimento tenemos los siguientes:

a) Pavimento flexible

Tiene como capa de rodadura una carpeta bituminosa (aglomerantes, agregados, aditivos), compuesta además por capas granulares, tales como base y/o subbase.

b) Pavimento semirrígido

Es aquel tipo de pavimento cuya estructura básicamente está formada por una capa asfáltica sobre una base estabilizada con cemento o cal. Los pavimentos adoquinados son considerados pavimentos semirrígidos.

c) Pavimento rígido

Es el pavimento cuya estructura está compuesta generalmente por una carpeta de rodadura constituida por una losa de concreto hidráulico, además de capas granulares como base o subbase que pueden ser mejoradas con materiales químicos y sintéticos.

2.2.4 Carreteras no pavimentadas

Son caminos cuya superficie de rodadura está dado por un revestimiento granular, con un rango de número de repeticiones de EE menor o igual a 300 000 EE (MTC, 2014).

Según el MTC (2014) este tipo de carreteras a su vez se clasifican en:

- a) Carreteras de tierra.
- b) Carreteras gravosas.
- c) Carreteras afirmadas.
 - c.1) Afirmados con gravas homogenizadas mediante chancado.
 - c.2) Afirmados con gravas naturales o zarandeadas
- d) Carreteras con superficie de rodadura tratada con materiales industriales.
 - d.1) Suelos naturales estabilizados.
 - d.2) Afirmados con superficie tratada para el control de polvo.

2.2.5 Componentes de la infraestructura de carreteras afirmadas

2.2.5.1 Subrasante del camino

Según el MTC (2014) es la superficie culminada de la vía a nivel de movimiento de tierras, que soportará la estructura del pavimento o afirmado. La capacidad de la subrasante, el tránsito y las propiedades de los materiales utilizados en la construcción constituyen los parámetros básicos para el diseño del pavimento de las carreteras.

Las subrasantes con $CBR \leq 6\%$ son consideradas como pobres o inadecuadas, las cuales requieren de una estabilización utilizando los diversos tipos y métodos como estabilización mecánica, la sustitución del

suelo por uno con mejores propiedades, estabilización química de suelos, estabilización con empleo de geosintéticos, entre otras, eligiéndose la más favorable (MTC, 2014).

Para la estabilización de suelos comúnmente se sustituye por un material con mejores propiedades mecánicas empleando la expresión de AASHTO para calcular el espesor del material de reemplazo.

$$E = \frac{\Delta SN}{a_i \times m_i} \quad \Delta SN = SN_e - SN_m$$

Donde:

E= Espesor de reemplazo (cm)

SN_e=Número estructural existente.

SN_m=Número estructural mejorado (con material de relleno CBR ≥10%)

a_i = Coeficiente estructural del material granular a colocar (/cm)

m_i = Coeficiente de drenaje del material granular a colocar

2.2.5.2 Relleno granular

Es el material granular empleado como relleno para mejorar los suelos cuya capacidad de resistencia es baja, generalmente son materiales de reemplazo cuyo CBR ≥ 10%.

2.2.5.3 Afirmado

Es una capa de revestimiento granular conformada por material de cantera, seleccionado por medios naturales o mediante zarandeo, en la cual se combinan correctamente tres tipos o tamaños de material (arcilla, arena y piedra), siendo el tamaño máximo de estos 25mm.

Se comporta como superficie de rodadura en carreteras no pavimentadas, soportando directamente los esfuerzos y cargas ocasionados por el tránsito vehicular (MTC, 2014).

El MTC (2014), para calcular el espesor de la capa de afirmado emplea el método NAASRA, a través de la siguiente ecuación:

$$e = [219 - 211 \times (\log_{10} \text{CBR}) + 58 \times (\log_{10} \text{CBR})^2] \times \log_{10} \left(\frac{N_{rep}}{120} \right)$$

Donde:

e = espesor de la capa de afirmado (mm)

N_{rep} = Número de repeticiones de EE para el carril de diseño.

CBR = Valor del CBR de la subrasante.

2.2.6 Geosintéticos

Según ASTM D4439, los geosintéticos son productos planos fabricados a base de polímeros naturales o sintéticos, empleados en contacto con el suelo u otro material dentro del campo de la ingeniería civil y geotécnica; como parte de proyectos realizados por el hombre (Koerner, 2012).

Los geosintéticos tienen varios campos de aplicación en el ámbito de la construcción tales como, obras hidráulicas, obras viales, sistemas de control de erosión, etc. (PAVCO, 2012).

Según Rojas (2018), las razones principales de sus usos dentro de la Ingeniería Civil son las que siguen:

- Calidad al momento de ser manufacturados.
- Rápida instalación.
- Pueden reemplazar materias primas.
- Realización de diseños antes imposibles.
- Costos cómodos, comparados con suelos u otros materiales de construcción.
- Su huella de carbono es baja comparada con otras soluciones.
- Simplificación de procesos constructivos.
- Poca frecuencia de mantenimiento.
- Reducción de espesores y menor tiempo de ejecución.

Dentro de los principales tipos de geosintéticos tenemos:

2.2.6.1 Geotextil

Es un material textil polimérico plano, permeable, en forma de lámina flexible (Shukla, 2016), son elaborados de polipropileno en su gran mayoría (aunque algunos son poliéster, polietileno o poliamida), formados en fibras o hilos (las opciones son monofilamento, multifilamento, hilo de fibra corta, hilo continuo, cinta monofilamento o cinta multifilamento); y finalmente, fabricado como una tela tejida, no tejida (Koerner, 2012).

Según PAVCO (2012), los geotextiles disponibles actualmente se clasifican en:

a) Según su método de fabricación

a.1. Geotextiles tejidos

Formadas por cintas entrelazadas en máquinas de tejer, los cuales pueden ser tejidos de calada o tricotados.

a.2. Geotextiles no tejidos

Son estructuras planas formados por fibras o filamentos superpuestos.

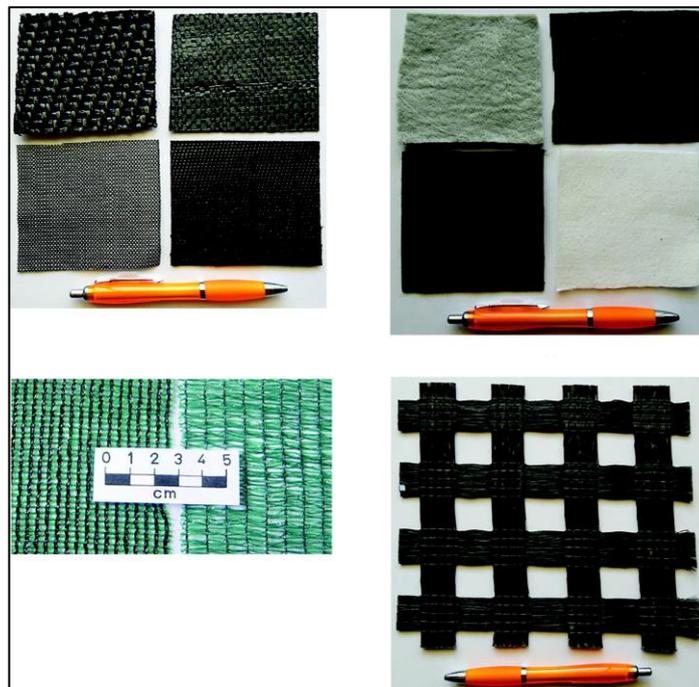


Figura 10: Geotextil tejido, no tejido, tricotado y cosido.

Fuente: (Shukla, 2016).

b) Según su composición

En la composición de los geotextiles las fibras más empleadas son las sintéticas, pero además se elaboran con fibras artificiales y naturales.

b.1. Fibras naturales

Fabricadas de origen animal y/o vegetal para los geotextiles biodegradables empleados en la revegetación de taludes.

b.2. Fibras artificiales

Fibras obtenidas de la celulosa. En la cuales se encuentran el rayón, el acetato y la viscosa.

b.3. Fibras sintéticas

Son aquellos fabricados con filamentos o fibras obtenidos de polímeros sintéticos. Los más utilizados son el polipropileno (92%), poliéster (5%), polietileno (2%), poliamida (1%) y poliacrílico.

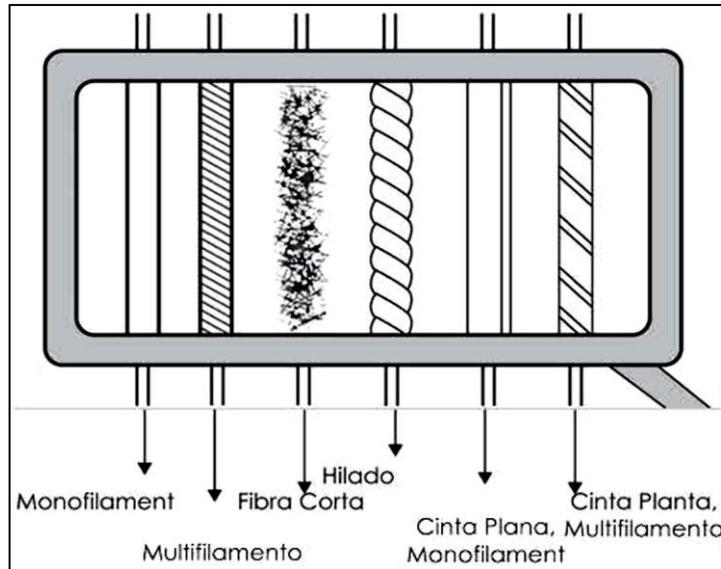


Figura 11: Tipos de fibra polimérica usadas para la elaboración de geotextiles (PAVCO, 2012).

2.2.6.2 Geomalla

Es un geosintético constituido por una configuración regular de costillas paralelas enlazadas, formando una configuración de cuadrícula muy abierta, que permite la trabazón entre el suelo, piedra y otro material geotécnico adyacente (Koerner, 2012). Las costillas se pueden unir mediante extrusión, unión o entrelazado (Shukla, 2016).

Shukla (2016), clasifica las geomallas extruidas según la dirección del estiramiento durante su fabricación de la siguiente manera:

- **Geomalla uniaxial:** elaborado por la elongación longitudinal de una lámina de polímero, la cual posee una resistencia a la tracción mucho más elevado en la dirección longitudinal que en la dirección transversal.
- **Geomalla biaxial:** producida por la elongación tanto en la dirección longitudinal como transversal de una lámina de polímero, por lo que posee una resistencia a la tracción igual en dichas direcciones.

- **Geomalla triaxial:** este tipo de geomalla tiene una resistencia a la tracción igual en varias direcciones.

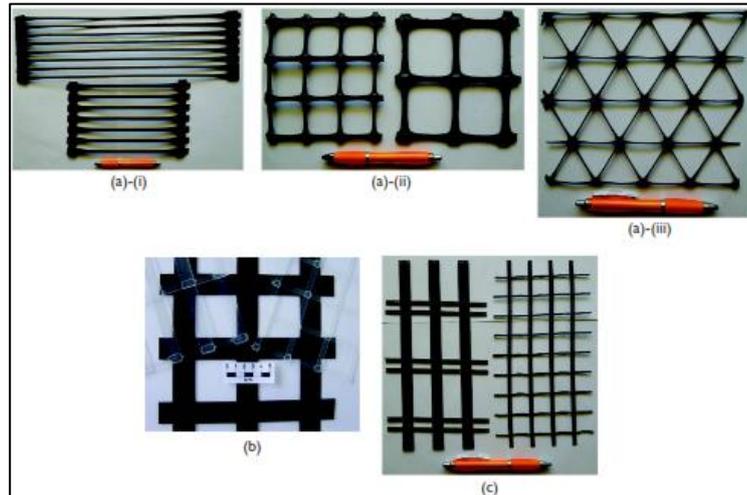


Figura 12: Geomallas típicas: (a) extruida, (i) uniaxial, (ii) biaxial, (iii) triaxial, (b) soldada, (c) tejida (Scukla,2016).

2.2.6.3 Geored o Geoespaciador

Es una estructura de polipropileno de alta densidad, generado por pequeñas fibras un poco más gruesas tipo costillas intercaladas uno sobre otras que permiten una adecuada circulación de líquidos o gases a través de ellos (Martínez, 2009).

Cumple la función principal de drenaje detrás de muros de contención, en suelos expuestos al congelamiento, en rellenos sanitarios, debajo de autopistas y aeropuertos (Koerner, 2012).

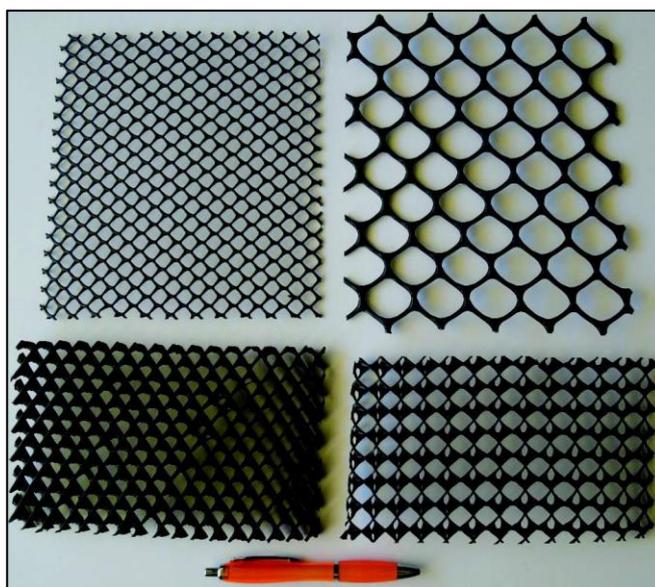


Figura 13: Georedes típicas (Shukla, 2016).

2.2.6.4 Geomembrana

Es un geosintético que actúa como barrera impermeable, compuesto de una o más láminas de material polimérico. Su función principal es la impermeabilización, ya que controla la migración de fluidos (Martínez, 2009).

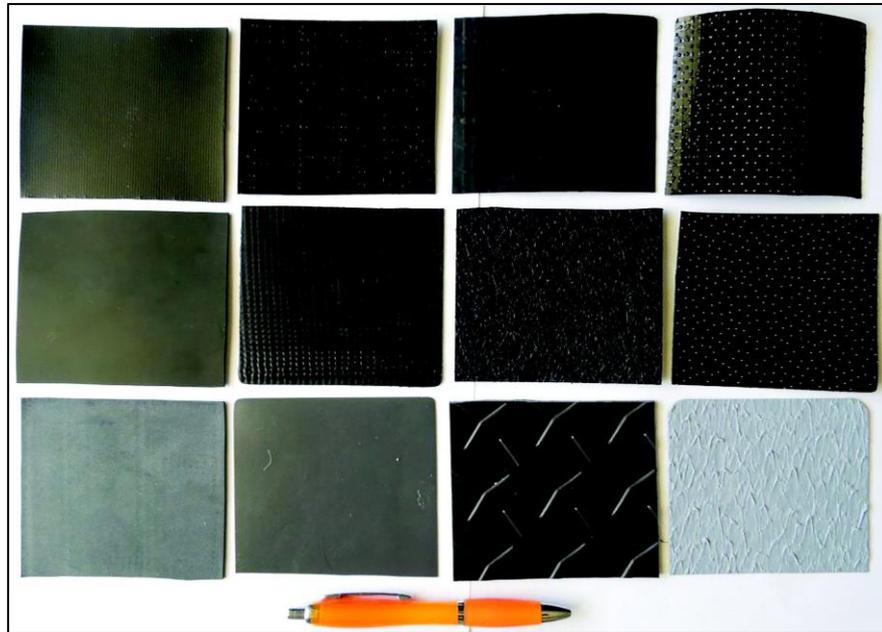


Figura 14: Geomembranas típicas (Shukla, 2016).

2.2.6.5 Geosintético con capa de arcilla

Es un material arcilloso bentonítica envuelta en dos capas de geotextil, lo que le da una propiedad muy importante al geosintético que está interactuando (Calles, 2002). Este tipo de geotextil tiene espesores que varían entre 4 y 6 mm. Su propósito primordial es ser una correcta barrera para el agua y otros líquidos, entre sus aplicaciones principales están, como revestimiento para canales, debajo de geomembranas como capa primaria en vertederos, como capa primaria en rellenos sanitarios y también junto a geomembranas en muros de corte (Koerner, 2012).

2.2.6.6 Geoespuma (GF)

Es un material geosintético polimérico espumado. Por lo general, se utiliza como relleno liviano en suelos compresibles, como elementos de compresión dentro de las cimentaciones, como elementos de compresión detrás de los muros de contención, como elementos de compresión dentro de las estructuras mecánicas (Koerner, 2012).

2.2.6.7 Geocelda

La geocelda es una estructura tridimensional permeable creados con bandas de polímeros (sintéticos o naturales), cuyas celdas están conformadas por bandas de geomembranas o geotextiles ligadas alternativamente y empleada para todo tipo de estabilización de suelo o con otros materiales (Botasso, Fensel, & Delbono, 2008).

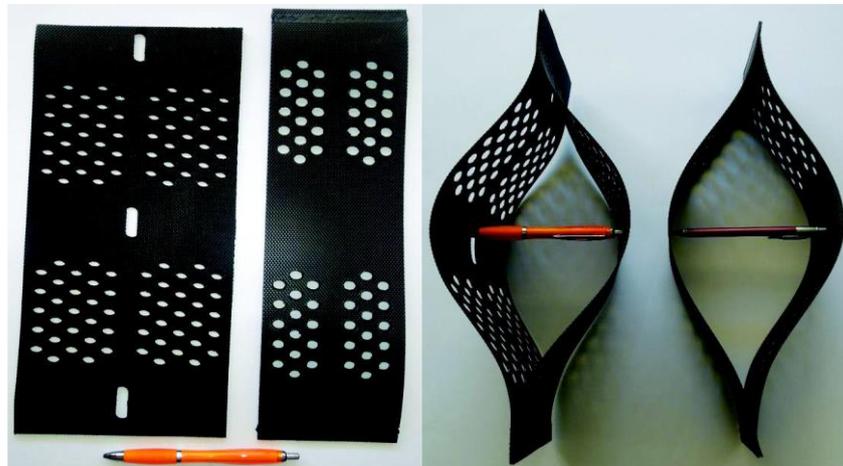


Figura 15: Geocelda (Shukla, 2016).

2.2.6.8 Geocompuesto

En general, los geocompuestos son la combinación de dos o más geosintéticos, cuyo propósito es solucionar un problema específico de la forma más rápida posible. Las opciones de combinarse son infinitas; entre las cuales están: geotextil con geomembrana, geotextil y geored, geotextil con geomalla (Calles, 2002).

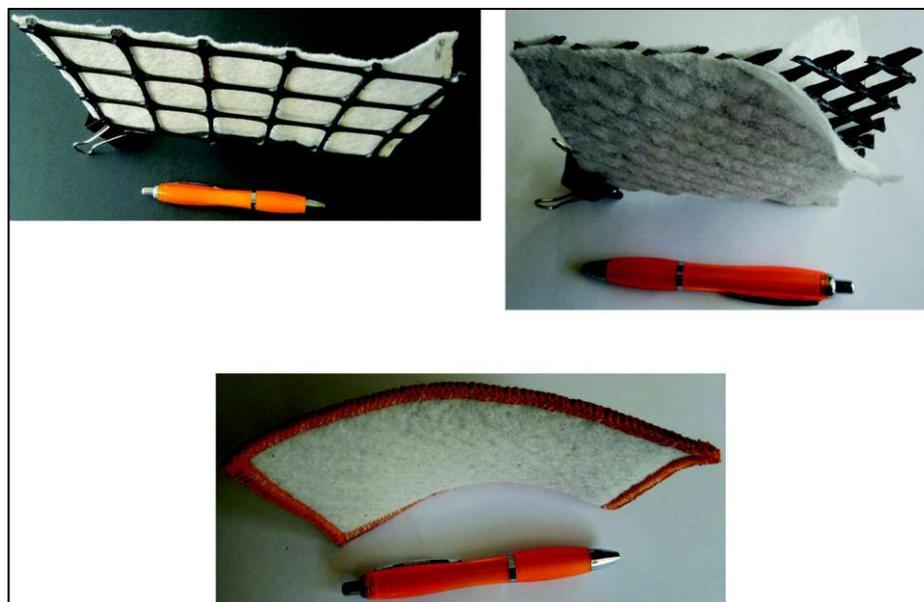


Figura 16: Geocompuestos típicos (Shukla, 2016).

2.2.7 Funciones principales de los geosintéticos

Las funciones principales que cumplen los geosintéticos son separación, filtración, refuerzo, drenaje y contención (Koerner, 2012).

Tabla 3: Funciones primarias de los principales geosintéticos.

Geosintéticos	Función Primaria				
	Separación	Refuerzo	Filtración	Drenaje	Contención
Geotextil (GT)	✓	✓	✓	✓	
Geomalla (GG)		✓			
Geored (GN)				✓	
Geomembrana (GM)					✓
Geosintéticos con capa de arcilla (GCL)					✓
Geoespuma (GF)	✓				
Geocompuesto (GC)	✓	✓	✓	✓	✓

Fuente: "Designing With Geosynthetics" (Koerner, 2012).

2.2.7.1 Separación

Los geosintéticos actúan para separar suelos que tienen diferentes granulometrías; son usados para prevenir el entrelazado del relleno granular y los suelos finos y/o blandos de estratos subyacentes, manteniendo así la integridad estructural y el funcionamiento de ambos materiales intactos durante la construcción y durante el tiempo de vida útil proyectado (Shukla, 2016).

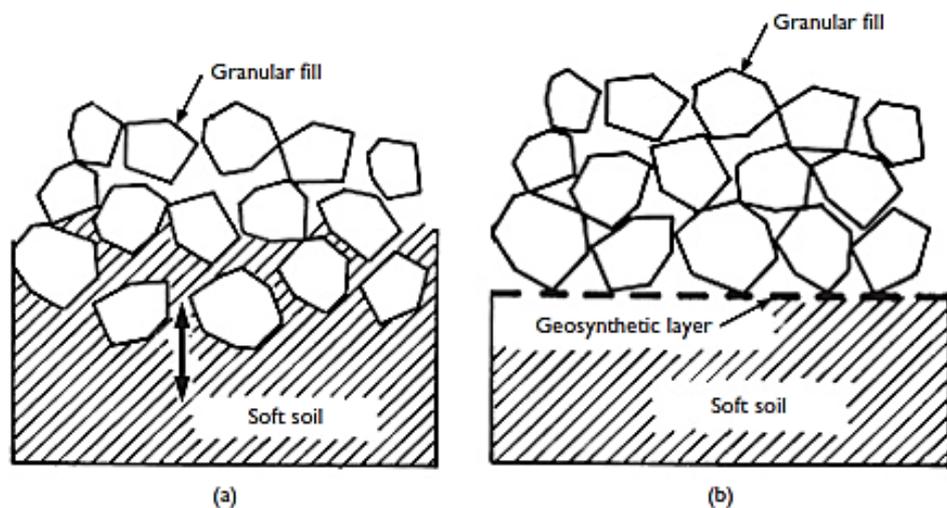


Figura 17: Mecanismo básico involucrado en la función de separación (Shukla, 2016).

2.2.7.2 Refuerzo

Los geosintéticos se comportan como un elemento de refuerzo mediante la mejora de las propiedades mecánicas de una masa de suelo, ya que la inclusión de estos productos en el suelo mejora sus propiedades de soporte y deformación (Shukla, 2016).

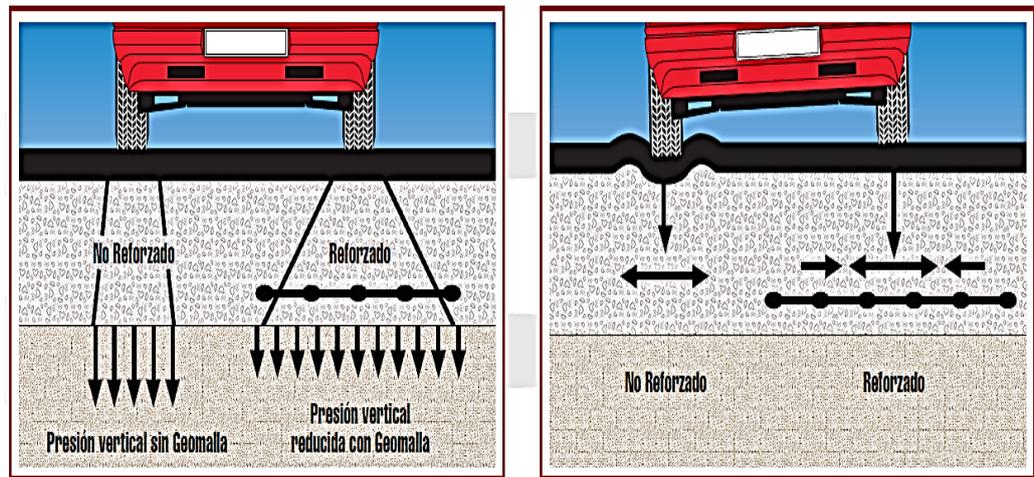


Figura 18: Mecanismo básico involucrado en la función de refuerzo.

Fuente: (Tensar Earth Technologies, 1999)

2.2.7.3 Filtración

Los geosintéticos actúan como un filtro que buscan el equilibrio del sistema suelo – geosintético, permitiendo el adecuado flujo de líquido con pérdida limitada de partículas de suelo a través de su plano a lo largo de la vida útil proyectado (Koerner, 2012).

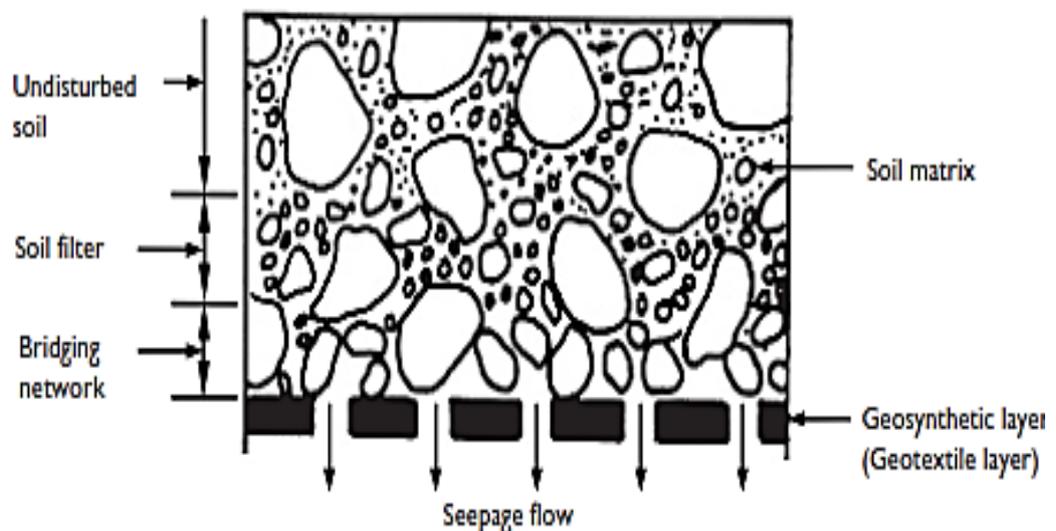


Figura 19: Mecanismo básico involucrado en la función de filtración

Fuente: (Shukla, 2016).

2.2.7.4 Drenaje

Los geosintéticos permite un flujo adecuado de líquidos, ya que funcionan como drenes, conduciendo así el fluido por medio de suelos poco permeables dentro de su plano, desde la masa de suelo circundante a varias salidas a lo largo de vida útil proyectada (Shukla, 2016).

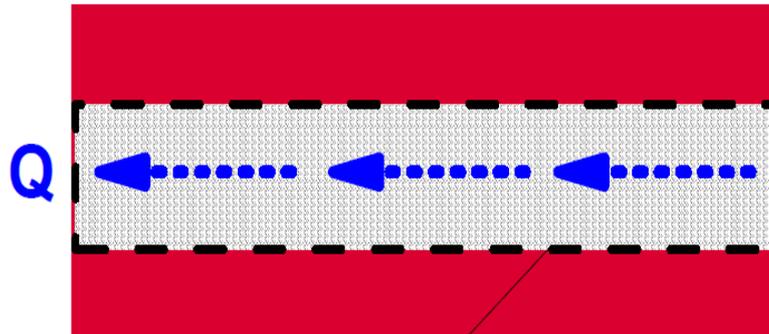


Figura 20: Mecanismo básico de drenaje con geosintético.

Fuente: (International Geosynthetics Society (IGS), 2005).

2.2.7.5 Contención

Los geosintéticos funcionan como barreras impermeables para gases y fluidos. Esta función permite utilizar en pavimentos, contenedores de residuos y encapsulación de suelos expansivos (International Geosynthetics Society (IGS), 2005).

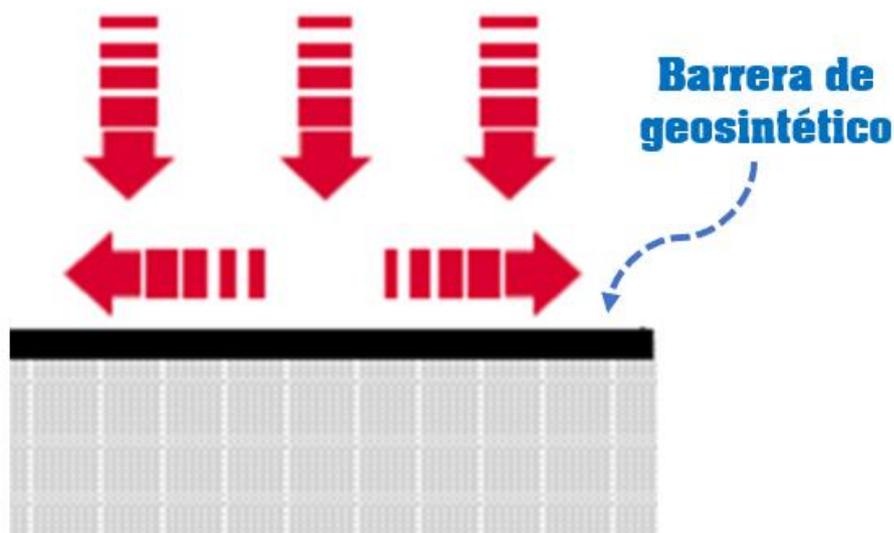


Figura 21: Mecanismo básico involucrado en la función de contención.

Fuente: (International Geosynthetics Society (IGS), 2005).

2.2.8 Métodos de diseño con geosintéticos

Para la selección de los geosintéticos a emplear existen principalmente cuatro métodos de diseño (Sicha, 2018).

2.2.8.1 Diseño por costo y disponibilidad

Este método es el más antiguo y simple, pero es técnicamente pobre; consiste en dividir el presupuesto disponible entre el área que se cubrirá cuyo resultado es el precio unitario máximo del geosintético, luego de este cálculo se selecciona el geosintético con la mejor calidad dentro de este límite de precio unitario según su disponibilidad (Shukla, 2016).

2.2.8.2 Diseño por experiencia

Este método se fundamenta en la experiencia de proyectos pasados, en los cuales se han utilizado geosintéticos. Este tipo de diseño se recomienda cuando no se tiene claro una función básica o su método de prueba es irreal (Shukla, 2016).

2.2.8.3 Diseño por especificación

Este método de diseño, es muy común y de uso exclusivo por las entidades públicas como AASTHO o DOT, pero también en menor número por entidades privadas (Koerner, 2012).

Al utilizar este método el valor de las propiedades predeterminadas son las mínimas requeridas para su empleo. Cuando trabaje con este método debe ser extremadamente cauteloso, ya que las empresas que se dedican a fabricar estos materiales hacen mención del valor promedio de las propiedades del lote del geotextil, en cambio las especificaciones generales mencionan al valor mínimo requerido de las características del material individual (Koerner, 2012).

Se confeccionan tablas de propiedades (físicas, mecánicas e hidráulicas) para las áreas de aplicación común, las mismas que se enumeran junto con los valores mínimos y a veces máximos de las propiedades. Dichas tablas de propiedades generalmente se elaboran, tomando como base experiencias locales y las condiciones de campo por la mayoría de las entidades gubernamentales y otros usuarios grandes de geosintéticos (Shukla, 2016).

Muchas entidades, incluyendo la AASHTO sugiere tener en cuenta el valor mínimo promedio del rollo (MARV), los cuales tienen un nivel de confianza usualmente del 97.5 % (Koerner, 2012). Eso quiere decir que es muy alta la probabilidad que las propiedades del geosintéticos sean mayores o iguales (Koerner, 2012).

La AASHTO, una entidad federal, proporciona en su norma M 288 una categorización de 3 clases de geotextiles que dependen de una lista de propiedades de resistencia mecánica que se basa en tres grados de supervivencia para los esfuerzos de instalación (Koerner, 2012).

Tabla 4: Clases de geotextil de acuerdo a requisitos de supervivencia por condiciones de instalación.

CLASE	CONDICIONES DE INSTALACIÓN
Clase 1	Supervivencia a condiciones de instalación severa o agresiva con gran potencial de daño al geotextil.
Clase 2	Supervivencia a condiciones típicas. Se puede escoger si no hay información específica de la zona.
Clase 3	Supervivencia a condiciones de supervivencia ligera.

Fuente: “Designig With Geosynthetics” (Koerner, 2012).

Según Koerner (2012), el procedimiento para escoger valores de comparación es como sigue:

1. Seleccionar la clase de geotextil.
2. Seleccionar propiedades generales de resistencia.
3. Seleccionar propiedades específicas de acuerdo a la aplicación.
 - a. Filtración, como subdrenaje de carreteras.
 - b. Separación, en subrasantes firmes.
 - c. Estabilización, en subrasantes de resistencia moderada.
 - d. En control de erosión temporal y permanente.
 - e. En pavimentación.

2.2.8.4 Diseño por función

Este método se basa en identificar la función primaria exigida al geosintético y luego calcular el valor numérico requerido de una propiedad particular para dicha función (Koerner, 2012). Al dividir el valor permisible del geosintético entre el valor requerido se obtendrá un factor de seguridad (FS) como se muestra en la siguiente fórmula.

$$FS = \frac{\text{Propiedad permisible}}{\text{Propiedad requerida}}$$

Donde:

- **Propiedad permisible:** valor que modela la situación real, obtenido a través de ensayos de laboratorio ajustado por los factores de reducción.
- **Propiedad requerida:** valor que modela la situación real, determinado a partir de métodos de diseño.
- **Factor de seguridad:** relación entre las propiedades permisibles obtenidas en ensayos y propiedades requeridas obtenidas del diseño. Si este factor es mayor a 1 ($FS > 1$), el geosintético candidato es aceptable (Koerner, 2012).

Propiedades permisibles vs últimas

En el criterio de diseño por función, el FS formulado tiene como numerador un valor permisible; este valor no debe ser utilizado de manera directa como resultado del ensayo, sino que debe ser modificado por las condiciones reales. Los valores numéricos de las propiedades de los geotextiles provienen de representar condiciones de trabajo idealizadas y, en consiguiente, resultan valores máximos que tienen que ser usados con este criterio en el diseño (Koerner, 2012).

Para tener en cuenta las diferencias existentes entre las condiciones de ensayo y las condiciones de campo, se usan los llamados factores de reducción, que convierten el valor último, obtenido en el laboratorio, en un valor permisible (Koerner, 2012).

Para determinar la propiedad permisible en base de la propiedad última y los factores de reducción se emplea la expresión:

$$\text{Propiedad permisible} = \frac{\text{Propiedad última}}{\prod \text{FR}}$$

Donde:

- **Propiedad última:** valor obtenido mediante ensayos de laboratorio.
- $\prod \text{FR}$: productorio de factores de reducción. Es decir, es la multiplicación de estos factores (Koerner, 2012).

Los factores de reducción para geosintéticos en separación y refuerzo se muestran en las tablas 5 y 6.

Tabla 5: Factores de reducción para geotextiles en aplicaciones de separación y refuerzo.

Área	Daños por instalación	Fluencia	Degradación Química-Biológica
	FR _{ID}	FR _{FL}	FR _{DQB}
Separación	1.1 a 2.5	1.5 a 2.5	1.0 a 1.5
Caminos no pavimentados	1.1 a 2.0	1.5 a 2.5	1.0 a 1.5
Muros de contención	1.1 a 2.0	2.0 a 4.0	1.0 a 1.5
Terraplenes sobre suelos blandos	1.1 a 2.0	2.0 a 3.5	1.0 a 1.5
Fundaciones	1.1 a 2.0	2.0 a 4.0	1.0 a 1.5
Estabilización de taludes	1.1 a 1.5	2.0 a 3.0	1.0 a 1.5
Ferrocarriles	1.5 a 3.0	1.0 a 1.5	1.5 a 2.0

Fuente: Elaboración propia basada en (PAVCO, 2012).

Tabla 6: Factores de reducción para geomallas en aplicaciones de refuerzo.

Área	Daños por instalación	Fluencia	Degradación Química-Biológica
	FR _{ID}	FR _{FL}	FR _{DQB}
Caminos no pavimentados	1.1 a 1.6	1.5 a 2.5	1.0 a 1.6
Caminos pavimentados	1.2 a 1.5	1.5 a 2.5	1.1 a 1.7
Terraplenes sobre suelos blandos	1.1 a 1.4	2.0 a 3.0	1.1 a 1.5
Estabilización de taludes	1.1 a 1.4	2.0 a 3.0	1.1 a 1.5
Muros de contención	1.1 a 1.4	2.0 a 3.0	1.1 a 1.5
Fundaciones	1.2 a 1.5	2.0 a 3.0	1.1 a 1.6

Fuente: Elaboración propia basada en (PAVCO, 2012).

2.2.9 Separación de subrasante en vías

En estructuras viales los geotextiles son los más utilizados para la función de separación entre la subrasante y la capa granular, pero para que desempeñen su función correctamente la sub rasante debe tener un CBR entre el 3% y 10%. Para la función de separación se deben examinar 4 aspectos:

2.2.9.1 Resistencia al reventado o estallido

Considera un geotextil entre una subrasante y una capa granular de diámetro medio de partícula (d_a), si la piedra de la capa granular tiene un tamaño uniforme hay espacios disponibles para que el geotextil entre en ellos, debido a las cargas de los vehículos transmitidas a la capa granular, al geotextil y a la sub rasante (PAVCO, 2012).

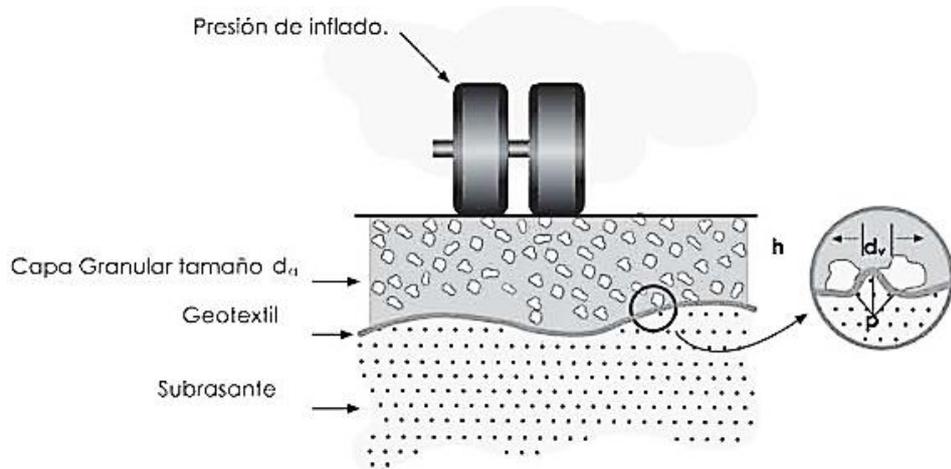


Figura 22: Geotextil de separacion - Resistencia al estallido
Fuente: (PAVCO,2012).

Según Giroud la resistencia del geotextil requerida se calcula aplicando la formula siguiente (Koerner, 2012):

$$T_{req} = \frac{1}{2} p' d_v [f(\epsilon)]$$

Donde:

T_{req} = Resistencia al reventado requerida del geotextil (kPa)

p' = Esfuerzo en la superficie del geotextil: $p' < p$ (kPa)

p = Presión de inflado (kPa)

d_v = Diámetro máximo de vacíos ($0.33 d_a$)

d_a = Diámetro máximo de las partículas de agregados (mm)

$f(\epsilon)$ = Función de deformación (elongación) del geotextil.

Por lo tanto, la fórmula siguiente permite calcular la resistencia última (Koerner, 2012):

$$T_{ult} = \frac{1}{2} p_{test} d_{test} [f(\epsilon)]$$

Donde:

T_{ult} = Resistencia última del geotextil (kPa)

p_{test} = Presión del ensayo al reventado (Mullen Burst) (kPa)

d_{test} = Diámetro del cilindro de ensayo (30.48 mm)

Se ha generado una guía de diseño para un rango de diámetros de partículas del agregado granular (d_a), valores de la presión de inflado de las llantas (p'), para un factor de seguridad de 2.0 y con un factor de reducción acumulado de 1.5. Se ha considerado un agregado mal gradado, pero si existe mayor presencia de finos podría disminuir la severidad del diseño, así que esta aproximación representa el peor caso (Koerner, 2012).

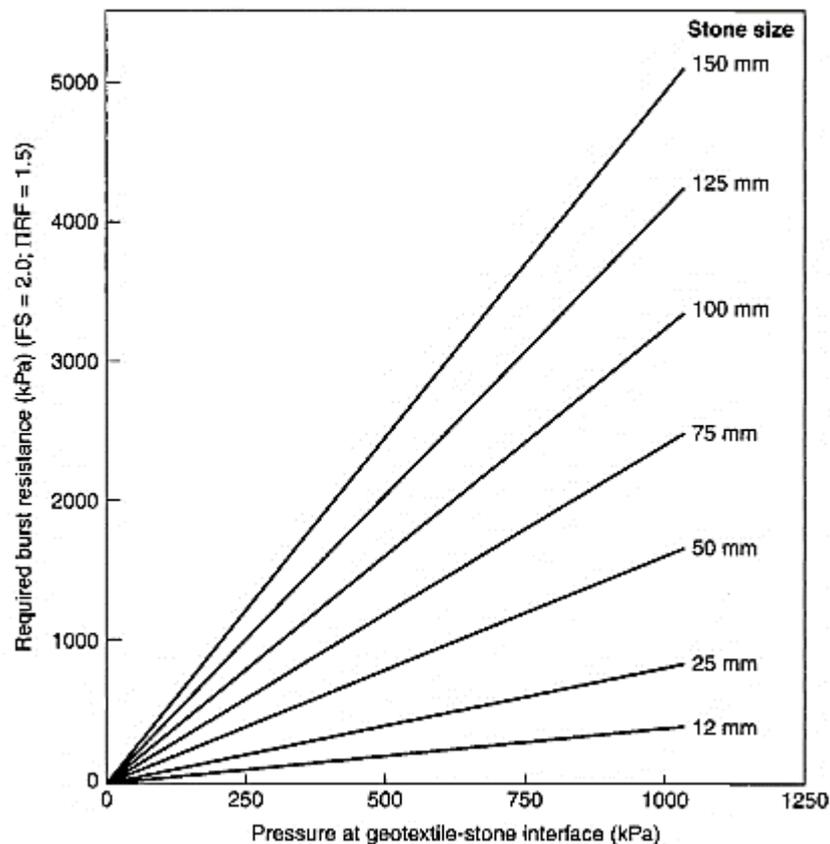


Figura 23: Presión Vs Resistencia al reventado según el tamaño del agregado

Fuente: (Koerner, 2012).

2.2.9.2 Resistencia a la tensión (GRAB)

En la capa granular cuando una partícula superior empuja sobre dos partículas inferiores que están apoyadas sobre el geotextil genera esfuerzo a la tensión (PAVCO, 2012).

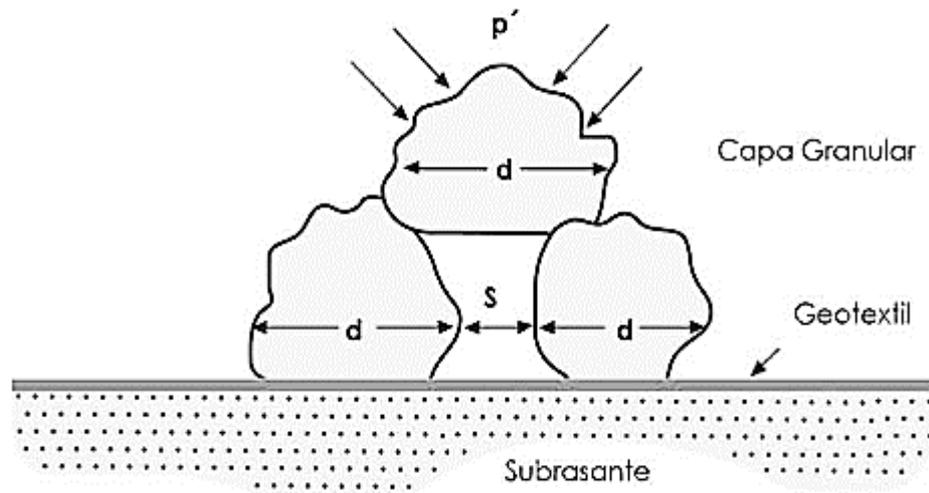


Figura 24: Geotextil de separación- Resistencia a la tensión (GRAB)

Fuente: (PAVCO, 2012).

Según PAVCO (2012), el geotextil utilizado para separación no debe fallar por tensión, por lo que debe cumplir con la resistencia mínima.

$$T_{\text{req}} = p' * 10^{-3} * (d_v)^2 * [f(\epsilon)]$$

Donde:

T_{req} = Resistencia Grab requerida (N)

p' = Presión aplicada (kPa)

d_v = Diámetro máximo de los vados: $d \approx 0.33 d_a$ (mm)

d_a = Diámetro máximo de las partículas de agregado (mm)

$f(\epsilon)$ = Función de deformación (elongación) del geotextil (ver tabla 7)

$$f(\epsilon) = \frac{1}{4} \left(\frac{2y}{b} + \frac{b}{2y} \right)$$

b = Ancho de apertura

y = Deformación en la abertura

Tabla 7: Valores de $f(\epsilon)$.

$\epsilon(\%)$	$f(\epsilon)$	$\epsilon(\%)$	$f(\epsilon)$
0	∞	25	0.55
2	1,47	30	0.53
4	1,23	35	0.52
6	1,08	40	0.51
8	0.97	45-70	0.5
10	0.9	75	0.51
12	0.8	90	0.52
14	0.73	100	0.53
16	0.69	110	0.54
18	0.64	120	0.55
20	0.58	130	0.56

Fuente: Elaboración propia basado en PAVCO (2012).

2.2.9.3 Resistencia al punzonamiento

La resistencia al punzonamiento se debe a la presencia de objetos como piedras angulares, desechos, rama de arbustos, raíces, entre otros que se encuentran en el suelo (subrasante), que podrían punzonar al geotextil a lo largo de la instalación y bajo cargas del servicio (PAVCO, 2012).

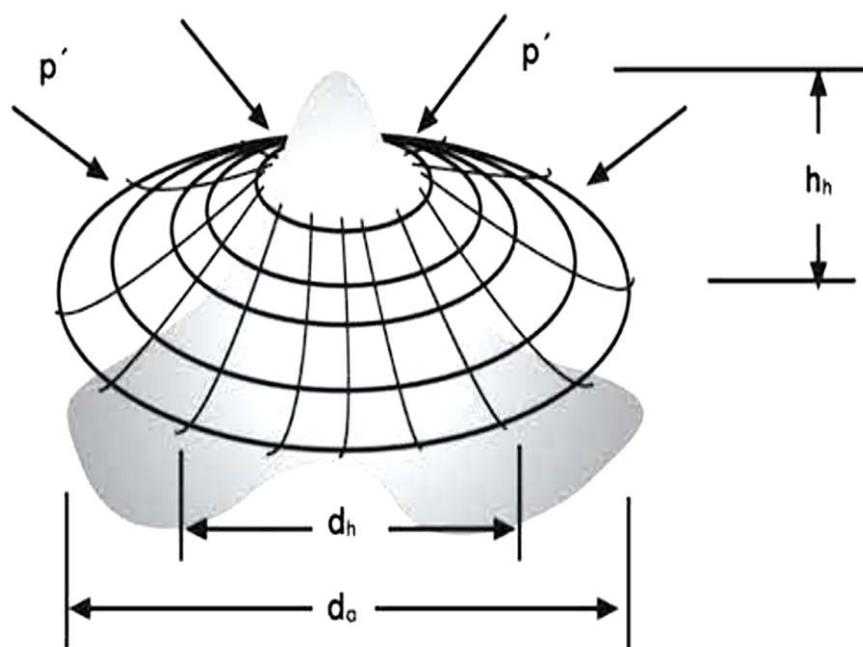


Figura 25: Simulación de punzonamiento generado al geotextil.

Fuente: (PAVCO, 2012).

La ecuación que se describe a continuación permite calcular la resistencia requerida de punzonamiento del geotextil.

$$F_{reqd} = p' d_a^2 S_1 S_2 S_3$$

Donde:

F_{reqd} = Fuerza punzonante vertical a resistir.

p' = Esfuerzo en la superficie del geotextil (\leq presión de llanta)

d_a = Diámetro del agregado u objeto punzonante.

S_1 = Factor de protusión del objeto punzonante.

S_2 = Factor de escala (ajusta el diámetro del vástago del ensayo al diámetro de la partícula punzonante real).

S_3 = Factor de forma (ajusta la forma plana del vástago del ensayo, a la forma del objeto punzonante real).

La tabla 8 muestra los factores de acuerdo al tamaño y forma del agregado que se encuentra en contacto con el geotextil.

Tabla 8: Valores recomendados para los factores utilizados en análisis de punzonamiento.

Objeto punzonante	S_1	S_2	S_3
Angular y relativamente grande	0.9	0.8	0.9
Angular y relativamente pequeño	0.6	0.6	0.7
Sub redondeado y relativamente grande	0.7	0.6	0.6
Sub redondeado y relativamente pequeño	0.4	0.4	0.5
Redondeado y relativamente grande	0.5	0.4	0.4
Redondeado y relativamente pequeño	0.2	0.2	0.3

Fuente: Elaboración propia, basado en Koerner.

2.2.9.4 Resistencia a impacto

Otro de los probables perjuicios por instalación que se puede crear en el geotextil es la de estar sujeto a caída libre de materiales o equipos de construcción que puede causar daño por impacto, el más evidente es el

de la roca cayendo sobre el geotextil. Se puede calcular la energía transmitida por un objeto en caída libre teniendo en cuenta el peso del elemento y de su altura de caída conocida. Para desarrollar un procedimiento de diseño, se asume una roca de gravedad específica de 2.6, que varía en diámetros 25 a 600 milímetros, cayendo desde alturas 0.5 a 5 m, con estos datos, se desarrolla las curvas de diseño de la figura 26 (Koerner, 2012).

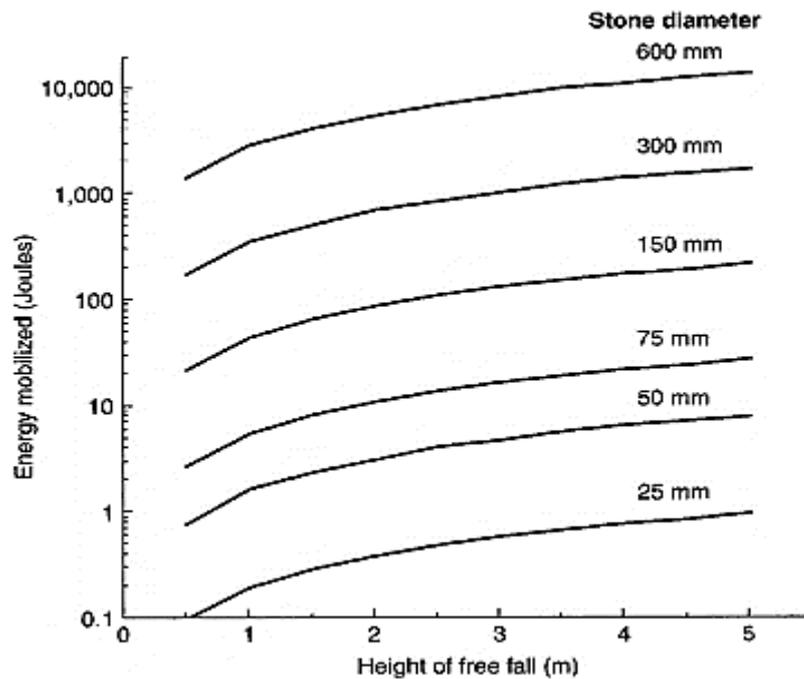


Figura 26: Movilización de energía por una roca que cae sobre un geotextil con un soporte inflexible (Koerner, 2012).

La ecuación para calcular la energía potencial es la siguiente (Koerner, 2012):

$$E = mgh$$

$$E = (V \times \rho)gh$$

$$E = [V \times (\rho_w G_s)]gh$$

$$E = \left(\frac{\pi(d_a/1000)^3}{6} \right) \left(\frac{1000\text{kg}}{\text{m}^3} \right) (2.6)(9.81)h$$

$$E = 13.35 \times 10^{-6} d_a^3 h$$

Donde:

E = Energía desarrollada (Joules).

m = Masa del objeto (kg).

g = Aceleración de la gravedad (m/s²)

h = Altura de caída (m)

V = Volumen del objeto (m³)

ρ_w = Densidad del agua (kg/m³)

G_s = Gravedad específica del objeto (adimensional)

d_a = Diámetro del objeto (mm)

Las energías calculadas están basadas en un geotextil que descansa sobre una superficie indeformable, la cual es la peor condición posible. Mientras que el suelo debajo del geotextil se deforma, el geotextil puede absorber superiores proporciones de energía de impacto. Como este tiende a ser el caso, los factores de modificación para la energía de impacto en relación con la resistencia de la subrasante Figura 27 tienen que utilizarse junto con las curvas en la figura 26. Una vez que se calcula la energía requerida, debe compararse con la resistencia al impacto admisible del geotextil (Koerner, 2012).

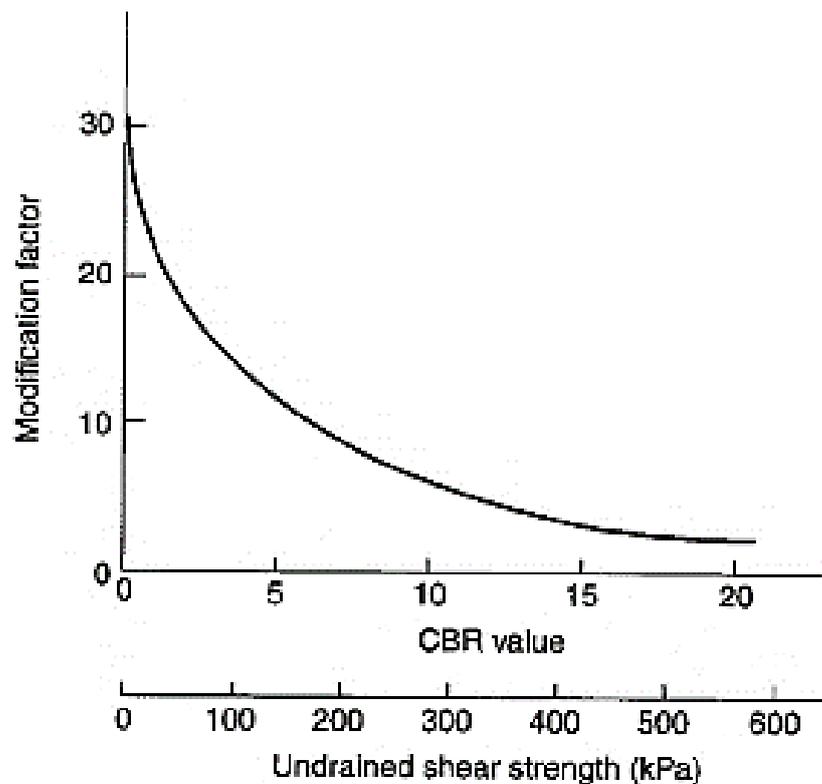


Figura 27: Factor de modificación para la energía de impacto con relación con la resistencia de la subrasante (Koerner, 2012).

2.2.10 Estabilización de subrasante con geosintéticos

Permite mejorar el comportamiento estructural de la carretera, ya que disminuye los esfuerzos generados por el tráfico hacia la sub rasante. Para esta aplicación los geosintéticos más utilizados son las geomallas y los geotextiles (PAVCO, 2012) .

Según PAVCO (2012) existen varios métodos para el diseño de geosintéticos como refuerzo de la sub rasante.

- US Forrest Service Method (1977).
- Giroud y Noray (1981).
- Cuerpo de Ingenieros de Estados unidos USACE (2003).
- Giroud y Han (2004).

El uso combinado de geotextil (bueno en tensión y pobre en compresión) y un suelo (bueno en compresión y pobre en tensión) recomienda una serie de situaciones en las que los geotextiles han hecho que los diseños existentes funcionen mejor (Koerner, 2012).

El esfuerzo de tensión del geotextil debe transmitirse, a través de la deformación, a la subrasante. Es necesario un suelo flexible y suave para transmitirle los esfuerzos del geotextil y el CBR es el indicador más usado (Koerner, 2012).

Tabla 9: Valores recomendados de CBR de la subrasante para distinguir las diferentes funciones del geotextil (Koerner, 2012).

Función del geotextil	CBR	
	No saturado	Saturado
Separación	≥ 8	≥ 3
Estabilización	8 a 3	3 a 1
Refuerzo y separación	≤ 3	≤ 1

Fuente: Elaboración propia, en base a Koerner.

USACE (2003), en su documento, "Uso de geomallas en construcción de pavimentos", describe el uso de geomallas en sistemas de pavimentos que incluyen gráficos de diseño, especificaciones de productos y orientación de construcción. Dentro del cual establece los siguientes parámetros para carreteras de superficie de agregado.

Tabla 10: Factores de capacidad de carga reforzada (Nc)

Factores de capacidad de carga reforzada, Nc ¹, Para pavimentos con superficie de agregado			
Determinar la resistencia de diseño del subsuelo y aplicabilidad de los geosintéticos			
CBR < 0.5	0.5 < CBR < 2.0	2.0 < CBR < 4.0	CBR > 4.0
Utilizar un geotextil y una geomalla en la interface del subsuelo y la base. La reducción del espesor de la base no se recomienda. Utilice TM 5-822-12 Para el diseño de espesores.	Tanto una geomalla como una geotextil son recomendado. Utilizar esta procedimiento de diseño para el cálculo del espesor total con reducción. <u>Geotextil</u> 5.0 ³ <u>Geomalla</u> 5.8 <u>Ambos</u> ² 5.8	Se requiere un geotextil para suelos finos. La geomalla también puede ser rentable. Realizar un análisis del costo. <u>Geotextil</u> 5.0 ³ <u>Geomalla</u> 5.8 <u>Ambos</u> 5.8	Realizar una análisis de costos. Considerar los beneficios "No establecidos " La escasez de datos no está disponible para determinarlos.
¹ El factor de capacidad de carga no reforzada, Nc, es 2.8. ² Tanto un geotextil como una geomalla son recomendables. El geotextil sirve principalmente como una separación. ³ Utilice un factor de 3.6 para diseños de pavimento conservados con geotextil reforzado.			

Fuente: (USACE, 2003).

2.2.11 Refuerzo de subrasantes con geomallas biaxiales y triaxiales

Mediante diversos estudios de investigación (Giroud y Noray, 1981; Giroud et al. 1985; Berg et al, 2000), existen tres mecanismos primordiales de refuerzo brindados por las geomallas biaxiales y triaxiales (PAVCO, 2012), que se describen a continuación:

2.2.11.1 Confinamiento lateral

Este mecanismo está referido al confinamiento del material granular durante la aplicación de cargas vehiculares. Este confinamiento se obtiene mediante la trabazón y fricción de la geomalla con el material granular, restringiendo así el movimiento lateral de sus partículas que conlleva al aumento del módulo del agregado granular sobre la geomalla de refuerzo. También, se disminuye los ahuellamientos y deformaciones verticales en la capa de rodadura (PAVCO, 2012; USACE, 2003).

Las estructuras de las carreteras, generalmente presentan fallas antes de concluir su tiempo de vida útil para la cual ha sido diseñada, debido al movimiento lateral progresivo que genera un debilitamiento del material granular. Por ello, han sido diseñadas las geomallas que permiten mejorar el comportamiento estructural de las carreteras, mejorando el rendimiento de las mismas, mediante el mecanismo de confinamiento lateral (Almendarez, Reyes, & Moncada, 2017).

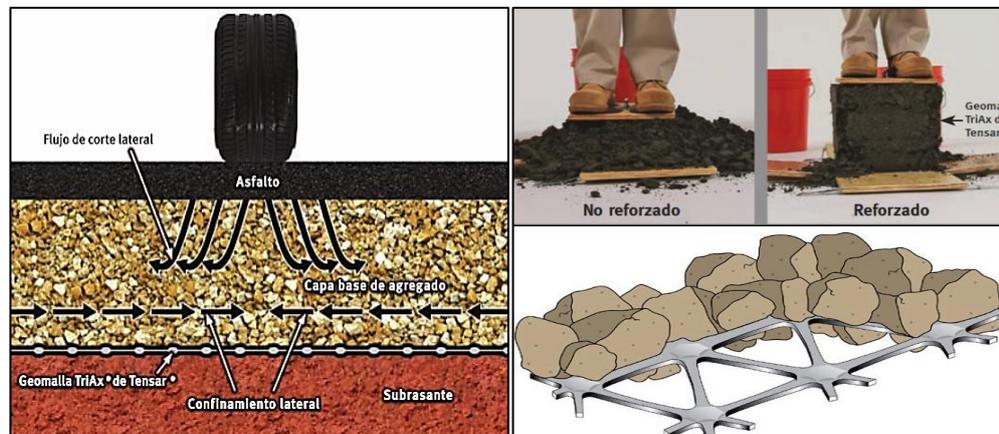


Figura 28: Mecanismo de confinamiento lateral (TENSAR, 2009).

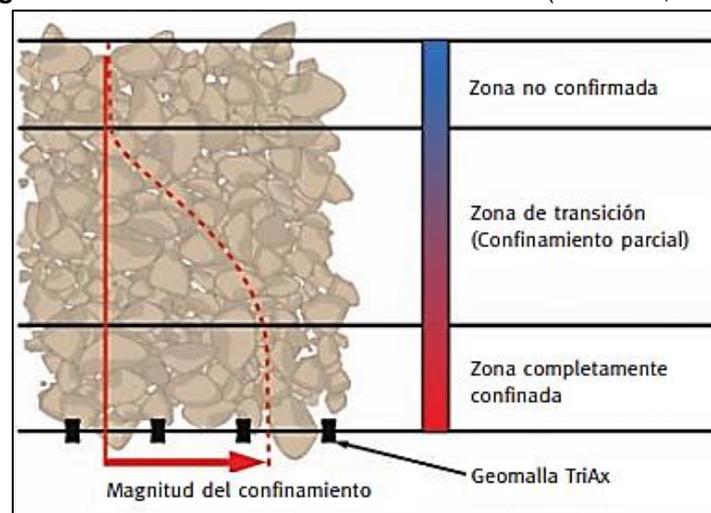


Figura 29: Distribución de zonas de confinamiento (TENSAR, 2009).

2.2.11.2 Mejoramiento de la capacidad portante

Este mecanismo permite mejorar el comportamiento de subrasantes blandas mediante el empleo de geomallas, como consecuencia de la disipación de presiones en la subrasante, es decir la superficie de falla en el suelo blando se traslada hacia la capa de material granular que posee mayor resistencia. Tiene mejor aceptación en carreteras no pavimentadas, en las que se evidencian grandes ahuellamientos, permitiéndolas tener una superficie estable de trabajo.

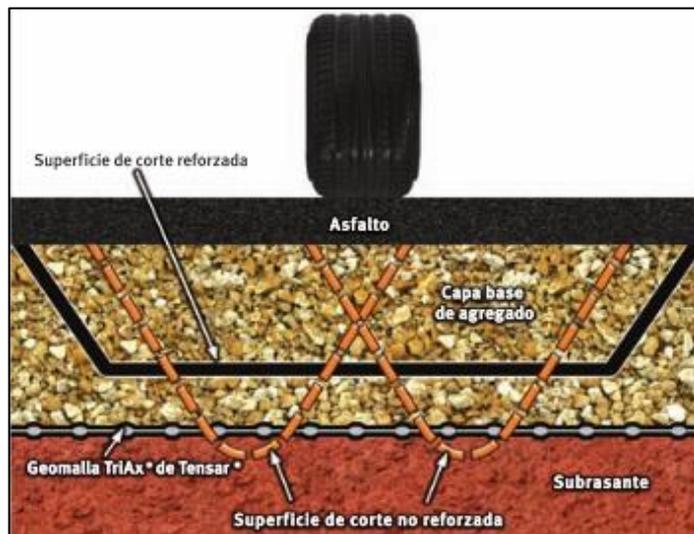


Figura 30: Mecanismo de mejoramiento de la capacidad portante.

Fuente: (TENSAR, 2009).

Este sistema es también conocido como el “efecto del zapato de nieve” ya que permite distribuir las cargas en un área mayor, reduciendo de esta manera los esfuerzos soportados por la subrasante débil, tal cual ocurre con el zapato de nieve empleado en algunas naciones para caminar por encima de la nieve (PAVCO, 2012; TENSAR, 2009).



Figura 31: Efecto zapato de nieve.

Fuente: TENSAR (2013), citado por Mera (2017).

2.2.11.3 Membrana tensionada

Este mecanismo es generado por la deformación de la geomalla tras aplicar cargas verticales, adoptando una forma curva, que permite distribuir de mejor manera los esfuerzos verticales a la subrasante. Este fenómeno se presenta cuando la deformación en la subrasante es significativa, es por ello que generalmente ocurren en carreteras no pavimentadas bajo condiciones de tráfico elevado (PAVCO, 2012; USACE, 2003).

Durante mucho tiempo se pensó que este efecto era el principal mecanismo de refuerzo de las geomallas, sin embargo, posteriores hallazgos señalan que el confinamiento lateral es el primordial aporte de refuerzo seguido del mejoramiento de la capacidad portante y el efecto de membrana tensionada.

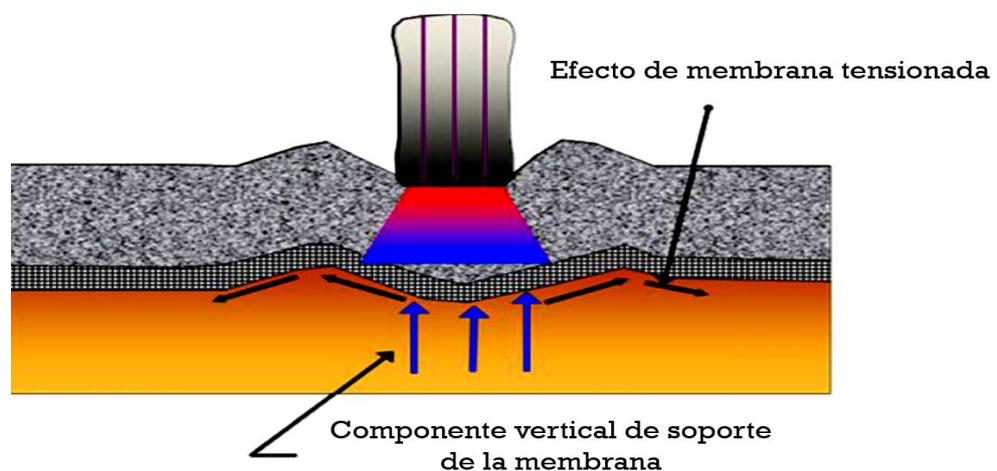


Figura 32: Mecanismo de membrana tensionada.

Fuente: (USACE, 2003).

2.2.12 Método para el diseño

El método que se presenta a continuación fue desarrollado por los profesores J. P. Giroud y Jie Han (2004). Este método puede ser utilizado para dimensionar carreteras sin pavimentar y estabilizar subrasantes con y sin geosintéticos. Dicho método se apoya en la teoría de capacidad portante por medio de pruebas de laboratorio y verificaciones en campo. (PAVCO, 2012). Fue publicado por la Sociedad de Ingenieros Civiles de los Estados Unidos (ASCE) en su edición de agosto, y que luego fue compartida por entidades como USACE, NHI en la publicación N° FHWA NHI-07-092 "Pautas de diseño y construcción para geosintéticos" (Holtz, Christopher, & Berg, 2008).

Giroud y Han (2004) afirma, sabiendo las condiciones de la subrasante es posible calcular el espesor de material granular compactado requerido para estabilizar un terreno blando, con y sin la utilización de un refuerzo con geosintéticos.

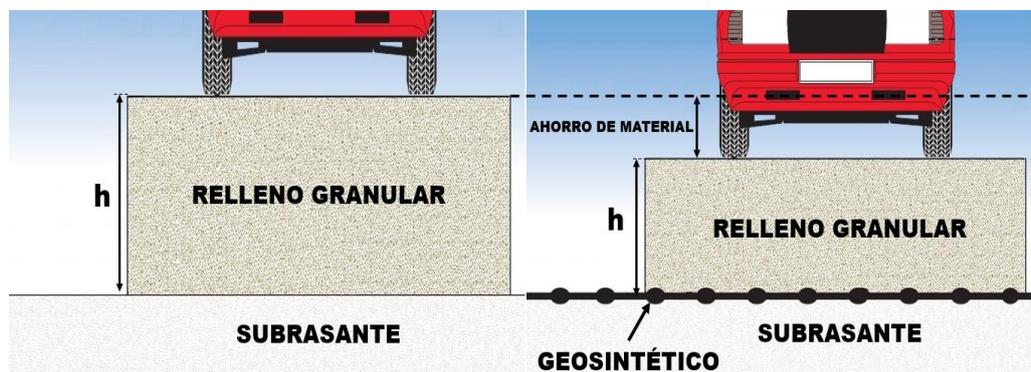


Figura 33: Distribución de carga con refuerzo.

Fuente: Elaboración propia, en base a TENSAR.

El espesor de material granular requerido se calcula con la fórmula siguiente:

$$h = \frac{0.868 + (0.661 - 1.006 J^2) \left(\frac{r}{h}\right)^{1.5} \log N}{1 + 0.204(R_E - 1)} \left(\sqrt{\frac{\frac{P}{\pi r^2}}{\frac{S}{f_s} \left[1 - 0.9e^{-\left(\frac{r}{h}\right)^2} \right] N_c f_c CBR_{sg}} - 1} \right) r$$

Donde:

h = Espesor de la capa granular (m).

J = Módulo de estabilidad de la abertura del refuerzo (N-m/grados)

En caso sin refuerzo $J=0$

En caso con geotextil $J=0$

En caso con geomalla (Ver especificación técnica)

P = Carga por rueda (KN)

r = Radio del área de contacto de llanta (m)

$$r = \sqrt{\frac{P}{\pi p}}$$

p = Presión de inflado de llanta (kPa)

N = Número de pasadas de ejes equivalentes.

R_E = Relación de módulos

$$R_E = \frac{E_{bc}}{E_{sg}} = \frac{3.28 CBR_{bc}^{0.3}}{CBR_{sg}} \leq 5$$

CBR_{bc} = CBR del relleno.

CBR_{sg} = CBR de la subrasante.

N_c = Factor de capacidad de soporte del suelo de fundación:

En casos sin refuerzo $N_c = 3.14$

En vías reforzadas con geotextiles $N_c = 5.14$

En vías reforzadas con geomallas $N_c = 5.71$.

F_s = Factor de profundidad de ahuellamiento. Factor igual a 75 mm.

S = Máxima profundidad de ahuellamiento.

Por lo general "S" varía entre 25 - 100 mm. Para esta aplicación se utiliza un criterio de 75 mm. En AASHTO 93, para vías de menor volumen de tránsito se considera "S" entre 13 - 75 mm.

F_c = Factor involucrado al CBR de la subrasante en condiciones no drenadas, $c_u = 4.3$ psi (30 kPa).

2.2.13 Parámetros de diseño de Giroud-Han

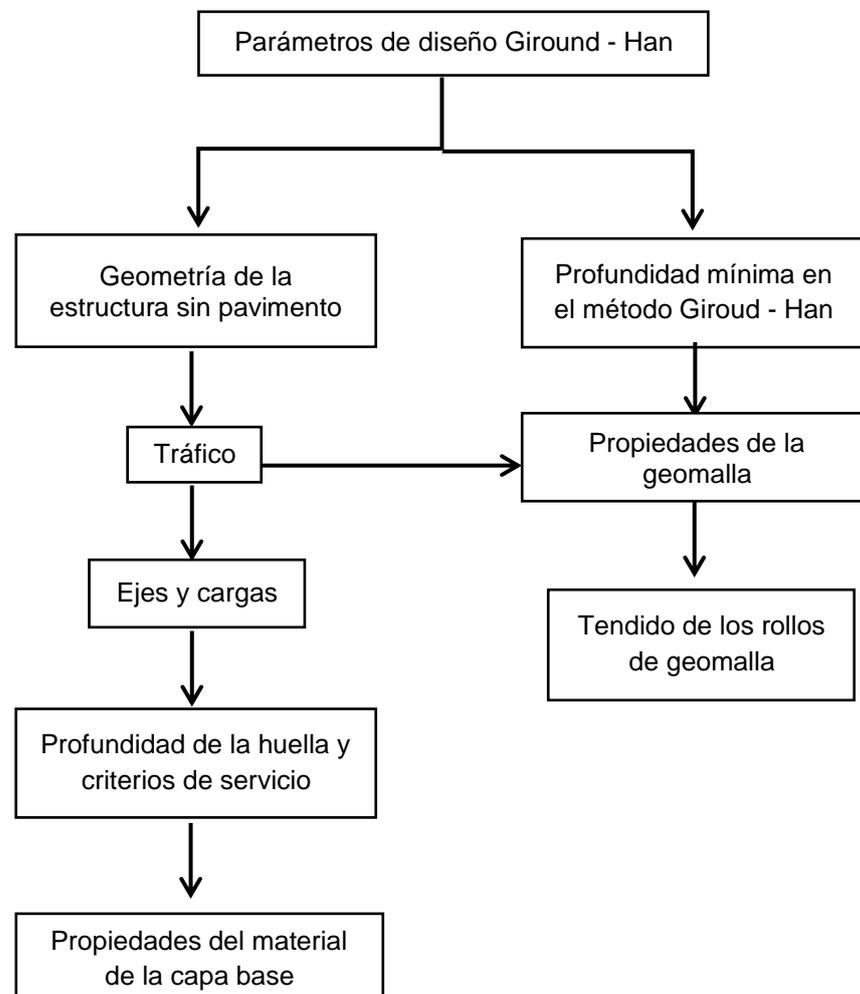


Figura 34: Esquemización de los temas que subdividen los parámetros de la metodología Giroud-Han (Almendarez, Reyes, & Moncada, 2017).

2.3 Definición de términos básicos

Afirmado: revestimiento compactado de material granular que soporta las cargas vehiculares de manera directa (MTC, 2018).

Ahuellamiento: huellas o surcos generados en la superficie de rodadura de una carretera, como consecuencia del movimiento lateral de los materiales, dicho movimiento se debe al tránsito (MTC, 2018).

Arcillas: suelos finos cohesivos compuestos por partículas con diámetros menores a 0.006 mm (MTC, 2018).

Carretera no pavimentada: carretera con revestimiento granular compuesto por afirmado, gravas, suelos estabilizados o terreno natural como superficie de rodadura (MTC, 2018).

Ejes equivalentes: es la unidad de medida que representa el efecto destructivo sobre la carretera ocasionado por un eje simple cargado con 8.2 tn de peso, durante todo el periodo de diseño (MTC, 2014).

Geomalla: geosintético conformado por una red regular de elementos de tracción, usualmente utilizado para el refuerzo (FHWA, 2008).

Geotextil: geosintético permeable conformado exclusivamente de textiles utilizado en contacto con el suelo principalmente para la función de separación (FHWA, 2008).

Geosintético: productos planos elaborados a base de polímeros utilizados en contacto con la tierra para diversas aplicaciones dentro de la ingeniería civil y geotécnica (FHWA, 2008).

Estabilización de suelos: mejoramiento del comportamiento de suelos pobres, mediante procesos mecánicos o inclusión de productos naturales, químicos o sintéticos (MTC, 2018).

Material de cantera: material con características aceptables para ser usados en diversas partidas como material de préstamo o como afirmado, las cuales deben estar cercanas a las obras para que resulten rentables (MTC, 2018).

Subrasante: superficie terminada sobre la cual se construye la estructura del afirmado o pavimento de una carretera (MTC, 2018).

Suelo arcilloso: suelo predominantemente constituidos por arcillas. Este tipo de suelos no son adecuados para soportar las cargas generados por el tránsito vehicular (MTC, 2018).

Superficie de rodadura: es aquella capa superficial de la carretera que soporta de manera directa las cargas del tránsito (MTC, 2018).

Relleno granular: material granular utilizado para rellenar la estructura de la carretera, colocada sobre el terreno original (MTC, 2018).

Vida útil: tiempo mediante el cual una obra vial debe funcionar o brindar servicios en condiciones aceptables (MTC, 2018).

2.4 Hipótesis

2.4.1 Hipótesis principal

La aplicación de geosintéticos optimiza el diseño del tramo Km 0+000 al Km 5+000 de la carretera Santa Rosa - Puerto Churo, ubicado en el distrito de Pión, provincia de Chota, departamento de Cajamarca.

2.4.2 Hipótesis específicas

- La aplicación de geomalla biaxial reduce en un 25% el espesor del pavimento del tramo Km 0+000 al Km 5+000 de la carretera Santa Rosa - Puerto Churo, ubicado en el distrito de Pión, provincia de Chota, departamento de Cajamarca.
- La aplicación de geomalla triaxial reduce en un 35% el espesor del pavimento del tramo Km 0+000 al Km 5+000 de la carretera Santa Rosa - Puerto Churo, ubicado en el distrito de Pión, provincia de Chota, departamento de Cajamarca.
- La aplicación de geotextil tejido reduce en un 15% el espesor del pavimento del tramo Km 0+000 al Km 5+000 de la carretera Santa Rosa - Puerto Churo, ubicado en el distrito de Pión, provincia de Chota, departamento de Cajamarca.

CAPÍTULO III : METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

La presente investigación es de diseño **cuasi experimental**, porque al manipular la variable independiente (geosintéticos) en un grado de “presencia – ausencia”, se evalúa los efectos en la variable dependiente (diseño de la carretera), es decir con la aplicación de geosintéticos se obtiene un diseño de espesores de la carretera respecto a otro que no usa geosintéticos.

3.1.1 Enfoque de la investigación

Esta investigación presenta un enfoque **cuantitativo**, debido a que se recolecta los datos de manera numérica, para poder contrastar las hipótesis planteadas mediante el análisis de la información.

3.1.2 Tipo de investigación

La tesis desarrollada es de tipo **aplicada** porque se emplean los conocimientos alcanzados acerca de los geosintéticos para aplicarlos en el diseño de la carretera no pavimentada, que permita solucionar los problemas reales existentes.

3.1.3 Nivel de la investigación

Esta investigación tiene un nivel **descriptivo**, porque describe las características de geosintéticos y el diseño de la carretera en estudio, a partir de los resultados obtenidos.

3.2 Diseño muestral

3.2.1 Población

La población es la carretera Santa Rosa – Puerto Churo, ubicada en el distrito de Pión, provincia de Chota, departamento de Cajamarca, cuya extensión es de 18 kilómetros.

3.2.2 Muestra

La muestra es el tramo desde el km 0+000 al km 5+000 de la carretera Santa Rosa - Puerto Churo del distrito de Pión, Chota, Cajamarca. Se

eligió este tramo porque es una muestra representativa debido a que presenta características recurrentes en toda la carretera.

3.2.3 Muestreo

En este estudio se emplea el método de muestreo **no probabilístico o dirigido** debido a que la muestra fue elegida acorde a las características de la investigación y no siguió métodos estadísticos para su elección.

3.3 Técnicas, instrumentos y equipos de recolección de datos

3.3.1 Técnicas

Las técnicas que utilizaremos serán las siguientes:

a) Observación directa (Estructurada)

Se usó esta técnica para recolectar datos de la zona de estudio, como el levantamiento topográfico, la identificación de canteras cercanas, la exploración de calicatas para el estudio de suelo, ubicar la estación donde se realizó el conteo vehicular para el estudio de tráfico.

b) Técnica documental y bibliográfica

Mediante esta técnica se recolectó información de fuentes secundarias como libros, manuales, reglamentos, artículos científicos, trabajos de investigación pasados, tesis similares, fichas técnicas, datos estadísticos de entidades nacionales como, INEI, MTC, entre otras, además se recolectó información de páginas web.

3.3.2 Instrumentos

Se utilizaron cuatro instrumentos que se detallan a continuación:

a) Validación externa: este instrumento permitió recopilar opinión de ingenieros expertos en carreteras para determinar la pertinencia y la importancia del tema de investigación, además mediante la opinión de estos profesionales se pudo identificar la problemática existente en la zona de estudio.

b) Formato de clasificación vehicular (Formato del MTC): este instrumento fue utilizado para contar y clasificar los vehículos desde una estación ubicada estratégicamente. Dichos datos son utilizados para realizar el estudio de tráfico.

- c) **Formatos para el estudio de suelos:** formatos de Excel empleados para recopilar la información obtenida en el laboratorio de mecánica de suelos, que permiten determinar las principales propiedades del suelo de la carretera en estudio.
- d) **Formatos para el diseño del pavimento:** formatos de Excel que permiten calcular los espesores de pavimento a partir de los datos de entrada que provienen de los estudios preliminares.
- e) **Fichas técnicas de geosintéticos:** fichas que especifican las propiedades de los geosintéticos, brindados por las principales empresas proveedoras de estos materiales.

3.3.3 Equipos y herramientas para la recolección de datos

- Herramientas de excavación (pico, palana) para extraer muestras de suelo.
- Estación total para realizar el levantamiento topográfico.
- Se utilizó un equipo GPS para la geolocalización UTM de las calicatas extraídas.
- Equipos de laboratorio de suelos.
- Cámara fotográfica.
- Computadora.

3.3.4 Validez y fiabilidad

La validez de los instrumentos, se fundamenta en el juicio de expertos, es decir son evaluados y aprobados por ingenieros colegiados con muchos años de experiencia en infraestructura vial.

Los instrumentos empleados son confiable, debido a que se obtendrá el mismo resultado al utilizarlos repetidamente.

A continuación, se presenta la validez y fiabilidad para cada instrumento utilizado:

- La fiabilidad y validez de la **validación externa** se realizó mediante juicio de expertos, ya que se recopiló la opinión de ingenieros especialistas en ese tipo de obras de carreteras.

- Para el **formato de clasificación vehicular** se basa en la validez por juicio de expertos, además es fiable y válido porque es un formato brindado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, el cual está estandarizado y aprobado para recolección de datos del tráfico.
- La fiabilidad y validez del **formato para el estudio de suelos** se desarrolla mediante el juicio de expertos, además de seguir los procedimientos estructurados del manual de ensayos de materiales del MTC. Por otro lado, los equipos utilizados para realizar los ensayos de laboratorio serán validados mediante certificados de calibración con el objeto de adquirir datos confiables.
- La fiabilidad y validez del **formato para diseño de espesores**, se realizó mediante juicio de expertos, y fueron realizados en base a antecedentes de investigación siguiendo las metodologías de diseño adecuada sugeridas por las principales entidades mundiales en el sector de carreteras.
- En cuanto a la fiabilidad y validez de las **fichas técnicas de geosintéticos** se presentan certificados de calidad (ISO 9001, 14001) de las empresas proveedoras de geosintéticos reconocidas a nivel internacional, que garantizan las propiedades de los mismos para utilizarlos como datos iniciales para el diseño.

3.4 Procedimiento y análisis de datos

El procedimiento seguido por esta investigación es el siguiente:

- Reconocimiento total de la zona de estudio.
- Recopilación de la información en campo a través de la observación directa que permitió realizar el levantamiento topográfico, el conteo vehicular, la identificación de canteras y la extracción de muestras de suelo.
- Se realizaron los ensayos de mecánica de suelos en el laboratorio de la Universidad de San Martín de Porres – Filial Norte, utilizando los procedimientos establecidos en el Manual de ensayos de materiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

- Se procesó la información previamente obtenida, mediante formatos de hojas de cálculo en Excel que permitieron determinar las propiedades y parámetros de diseño.
- Se realizó el diseño geométrico de la carretera, de acuerdo a los requerimientos establecidos en el DG - 2018 del MTC y empleando el software Civil 3D.
- Se presenta el diseño de la carretera sin la aplicación de geosintéticos siguiendo la metodología tradicional para determinar el espesor de relleno granular y afirmado de la carretera.
- Luego se desarrolló el diseño de espesores de relleno granular con la aplicación de geosintéticos, mediante los métodos de Giroud y Han (2004) y el espesor de afirmado con el método NAASRA.
- Se efectuó un análisis de costos de las partidas involucradas, para determinar que alternativa de diseño es la más rentable para este proyecto.
- Por último, se analizaron los resultados para determinar la influencia que tuvo la aplicación de geosintéticos en el diseño de la carretera no pavimentada.

3.5 Variables y definición operacional

3.5.1 Variables independientes (VI)

- Geosintéticos.

3.5.2 Variables dependientes (VD)

- Diseño de la carretera.

Tabla 11: Operacionalización de las variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Variable independiente: Geosintéticos	Según ASTM D4439, los geosintéticos son productos planos fabricados a base de polímeros naturales o sintéticos, empleados en contacto con el suelo u otro material dentro del campo de la ingeniería civil y geotécnica; como parte de proyectos realizados por el hombre (Koerner, 2012).	La aplicación de geosintéticos en carreteras principalmente se da como refuerzo y separación en aquellas cuyo suelo está constituido por material blando.	Geomalla biaxial	- Características geométricas. - Integridad estructural. - Durabilidad. - Resistencia.	- Fichas técnicas.
			Geomalla triaxial	- Características geométricas. - Integridad estructural. - Durabilidad. - Resistencia.	- Fichas técnicas.
			Geotextil tejido	- Propiedades mecánicas. - Propiedades hidráulicas. - Propiedades físicas.	- Fichas técnicas.
Variables dependientes: Diseño de la carretera	Las carreteras afirmadas son aquellas cuya capa de revestimiento granular está conformada por material de cantera, seleccionada por medios naturales o mediante zarandeo, en la cual se combinan correctamente tres tipos o tamaños de material (piedra, arena y finos o arcilla), siendo el tamaño máximo de estos 25mm (MTC, 2014).	El diseño de una carretera afirmada, consiste en determinar los espesores del pavimento (relleno granular y de afirmado como carpeta de rodadura).	Diseño de espesor del pavimento	-Espesor de relleno granular. -Espesor de afirmado.	-Hojas de cálculo.

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV : DESARROLLO

4.1 Descripción del proyecto

4.1.1 Ubicación del proyecto

La carretera está ubicada en el distrito de Pión, el cual pertenece a la provincia de Chota en la región Cajamarca.

Tabla 12: Ubicación del proyecto.

Región	Cajamarca
Provincia	Chota
Distrito	Pión
Coordenadas UTM	778698.7 N, 9316391.8 S

Fuente: Elaboración propia, basados en la Municipalidad distrital de Pión.

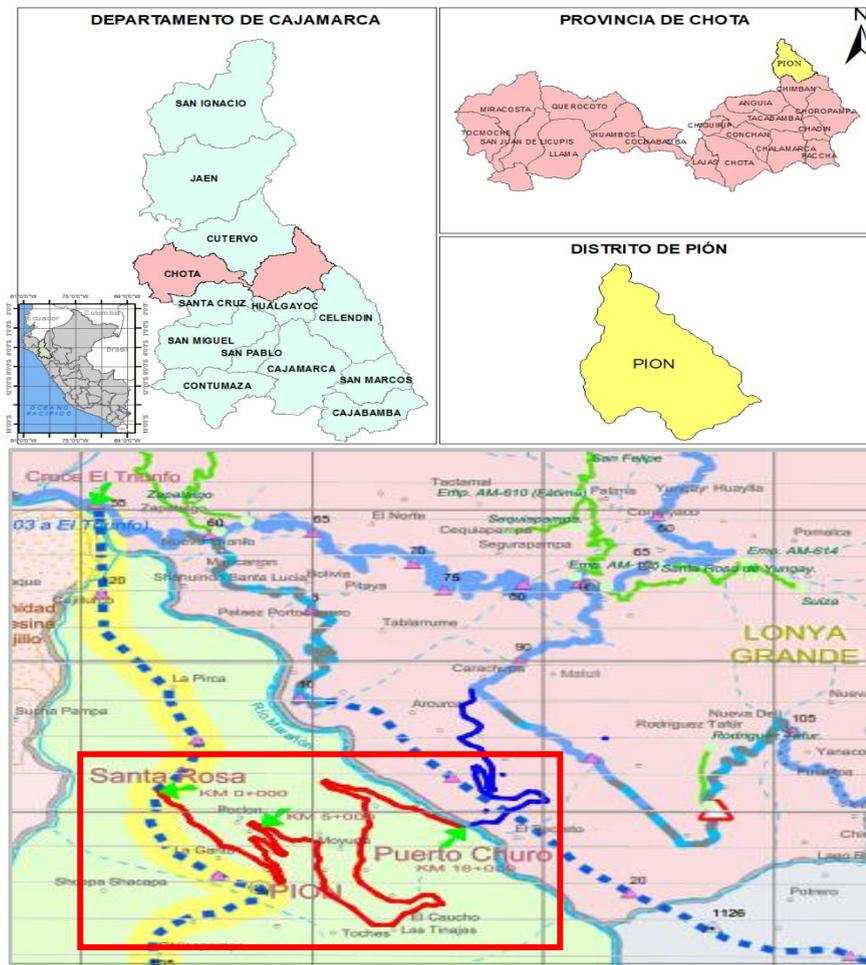


Figura 35: Mapa de ubicación del proyecto.

Fuente: Elaboración propia, en base a IGN.

4.1.2 Población beneficiada

La población beneficiada con este proyecto son los habitantes del distrito de Pión y los poblados aledaños, ya que este proyecto les va a permitir la integración con otros pueblos de la región Amazonas.

Tabla 13: Población beneficiada.

Población beneficiada	Habitantes
Centro poblados de Pión	1214 hab
Centros poblados aledaños	2199 hab
Total de beneficiados	3413 hab

Fuente: Elaboración propia, basados en datos del INEI (2018).

4.1.3 Actividad económica de la zona

En la provincia de Chota prevalece la actividad agropecuaria como motor de su economía, tal como se muestra en la gráfica 36, en las cuales los tres principales productos producidos en esta provincia es la papa, el arroz cáscara y el café.



Figura 36: Estructura dinámica de la economía de la provincia de Chota.

Fuente: (Ministerio de Agricultura y Riego, 2018)

El distrito de Pión no es ajeno a esa tendencia de producción, es por ello que la actividad económica predominante en el área de influencia es la agropecuaria, prevaleciendo los sembríos de café (abundante producción), papa, maíz, yuca, camote, frijol, haba, arveja, cebada, frutas como plátano, piñas, limas, paltas, papayas, naranja, limón, mango y gran variedad de frutas nativas; así como también la crianza de animales menores y mayores, como el ganado vacuno lechero y de carne. Dichas actividades son las principales fuentes de empleo de los pobladores de la zona, que necesitan comercializar sus productos hacia los diferentes mercados locales y zonales.

En la figura 37, se puede observar que el producto predominante en el distrito de Pión es el café, es por ello que los pobladores necesitan trasladar sus productos a los mercados de Lonya Grande en la región Amazonas, considerado uno de los principales mercados de café en el Perú, donde existen principales empresas exportadoras en este rubro.

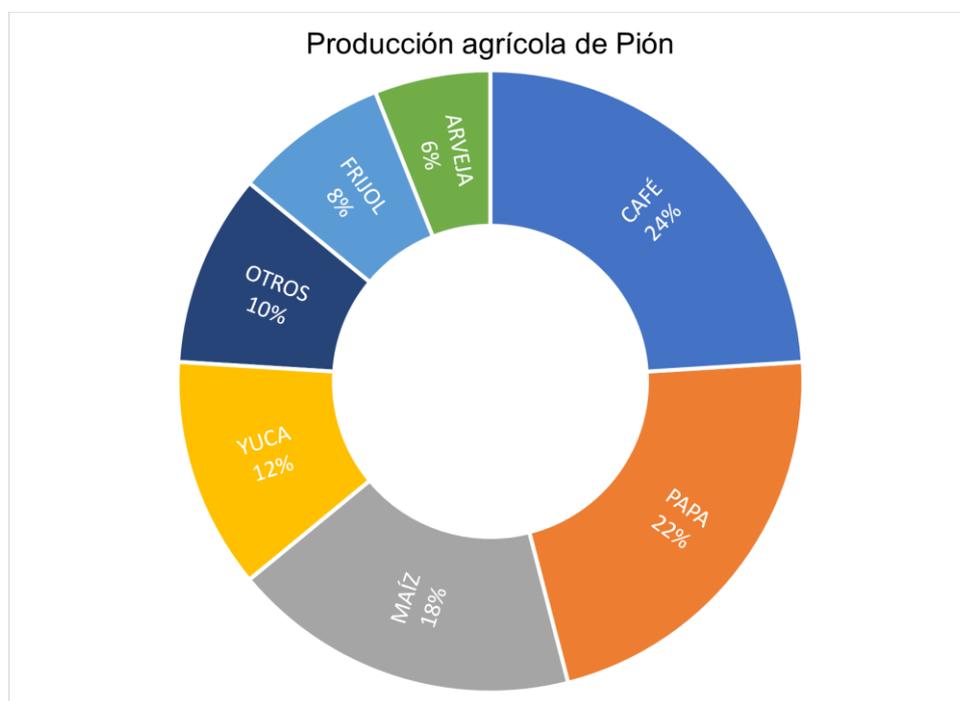


Figura 37: Principales productos producidos en el distrito de Pión.

Fuente: Elaboración propia, basado en datos de la Municipalidad Distrital de Pión.

4.1.4 Accesibilidad

El acceso al distrito de Pión aún carece de condiciones aceptables, es decir cuenta con vías en mal estado, las mismas que se vuelven intransitables en épocas de lluvia.

4.1.5 Recursos hídricos

En la zona de estudio se cuenta con recursos hídricos importantes como es el caso del Río Marañón y el Río Silaco, además de quebradas como la Tinajas, que vierten sus aguas a ríos de mayor o menor importancia y también son aprovechados por la población para sus diversas actividades.

4.1.6 Recursos del suelo

Se cuenta con tierras aptas para el cultivo en limpio, cultivo permanente, pastos y también para la producción forestal. Es por ello, que los habitantes se dedican primordialmente a la actividad agrícola y ganadera.

4.2 Estudios básicos preliminares

4.2.1 Estudio topográfico

4.2.1.1 Topografía y trazado

El levantamiento topográfico muestra las distintas cotas o elevaciones y distancias horizontales de los elementos de la carretera y las estructuras que la componen representados en el plano por medio de curvas de nivel a escalas (MTC, 2008).

En los planos se muestra el trazado con sus respectivas coordenadas, tangentes, PCs, PIs y PTs, etc. con sus coordenadas referenciales.

4.2.1.2 El trazo directo

El trazo se realiza por el método directo, es decir, establecida la ruta se calcula el nivel del terreno en cada estaca.

4.2.1.3 Sistema de georreferencia

El presente proyecto está ubicado en las zonas 17S, según el Sistema de Coordenadas Universal Transversal de Mercator UTM.

El elipsoide utilizado fue WGS84(World Geodetic System 1984).

4.2.1.4 Trabajos topográficos

El trabajo topográfico abarca los puntos siguientes:

En el levantamiento topográfico la metodología empleada fue el método directo.

Los equipos e instrumentos utilizados para el levantamiento topográfico fueron:

- **01 estación total.**
Utilizado para el alineamiento del eje de la carretera.
- **01 nivel**
Utilizado en la nivelación de la carretera.
- **01 eclímetro**
Utilizado en el seccionamiento.
- **01 wincha**
Usado para medir las distancias de cada sección transversal, las cuales se hicieron en curvas cada 10 metros y en tramos en

tangente cada 20 metros según la accesibilidad de la topografía del terreno.

- **01 mira**
- **01 prisma**
- **GPS**

4.2.1.5 Método directo

Procede principalmente de un levantamiento topográfico, es más exacto respecto al método indirecto, se puede conseguir mediante una nivelación trigonométrica o geométrica.

El levantamiento topográfico se realizó siguiendo los siguientes pasos.

- Se determinó las coordenadas del punto inicial, es decir de la progresiva Km 0+000 de la vía.
- El alineamiento del eje de carretera se hizo mediante la estación total.
- La medición del alineamiento para el estaqueo en tramos de curvas es cada 10 m y en tramos en tangente cada 20m, la cual sirvió de base para dimensionar las secciones transversales, en cada estaca se midió longitudes con cinta métrica, así como también se anotó el kilometraje de cada sección trasversal y la anotación de BM en un punto fijo (roca o árbol).
- Se efectuó la nivelación mediante el nivel topográfico.
- El levantamiento topográfico de las secciones transversales se hizo mediante el Eclímetro.
- Se determinó las coordenadas del punto final de la vía, es decir del Km 18+000.

En las fotografías siguientes se puede visualizar que la zona de estudio presenta una topografía pronunciada, con presencia de arbustos elevados.

Fotografía 1: Estudio topográfico.



Fuente: Elaboración propia (2019).

Para efectos de la georreferenciación del proyecto, está ubicado en la zona 17S, según el Sistema de Coordenadas Universal Transversal de Mercator UTM. El elipsoide utilizado es el World Geodetic System 1984 (WGS84).

El levantamiento topográfico como ya se mencionó se realizó mediante método directo empleando una estación total, y dio como resultado las curvas de nivel reflejadas en la figura 38, a partir del cual se realiza el trazo de la carretera.

Se observó además que en la zona de estudio se tienen pendientes fuertes, lo que dio como resultado que se cuenta con una topografía escarpada (tipo 4).

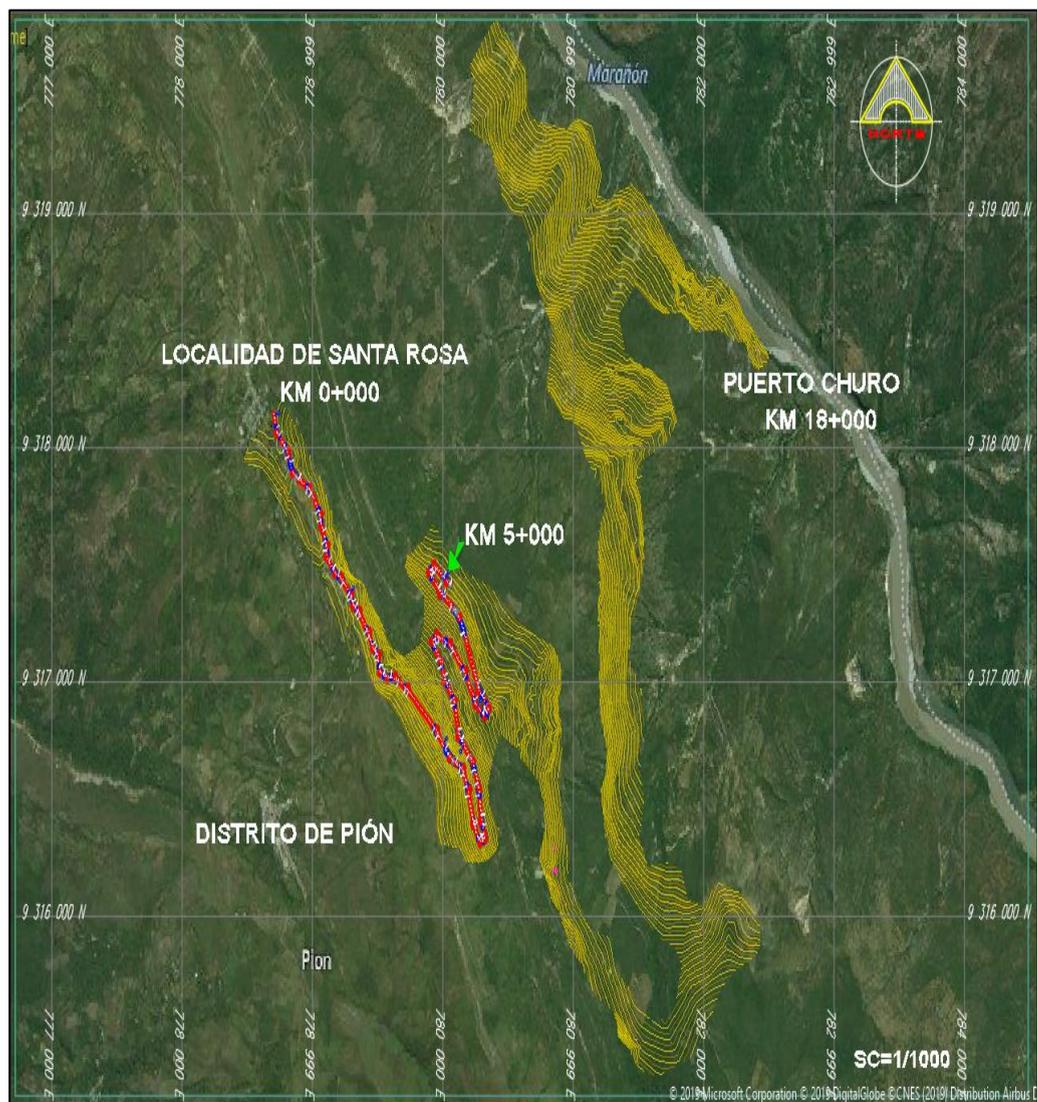


Figura 38: Plano topográfico.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2 Estudio de suelos y canteras

4.2.2.1 Estudio de suelos

Trabajo de campo

El trabajo de campo incluye el reconocimiento del terreno, que permite identificar zonas con características similares, además de la exploración del suelo mediante 11 calicatas, realizadas cada 500 m con una profundidad de 1.50 m tal como lo indica el MTC en su Manual de Suelos y Pavimentos, para carreteras de tercera clase; permitiendo de esta manera obtener suficiente información del suelo en estudio.

En la tabla 14 se detalla la progresiva y la profundidad de las 11 calicatas extraídas.

Tabla 14: Ubicación de calicatas.

Número de calicata	Progresiva	Profundidad (m)
C-1	Km 0+000	1.50
C-2	Km 0+500	1.50
C-3	Km 1+000	1.50
C-4	Km 1+500	1.50
C-5	Km 2+000	1.50
C-6	Km 2+500	1.50
C-7	Km 3+000	1.50
C-8	Km 3+500	1.50
C-9	Km 4+000	1.50
C-10	Km 4+500	1.50
C-11	Km 5+000	1.50

Fuente: Elaboración propia.

Ensayos de laboratorio

Las muestras extraídas a través de las calicatas fueron trasladadas al laboratorio de la Universidad de San Martín de Porres – Filial Norte, para llevar a cabo los ensayos correspondientes.

Las pruebas de laboratorio desarrolladas fueron los recomendados por el Manual de Suelos y Pavimentos del MTC, los cuales fueron los que se detallan a continuación, en la tabla 15.

Tabla 15: Ensayos de suelos realizados.

Nombre del ensayo	Norma
Contenido de humedad	MTC E 108, ASTM D-2216
Contenido sales solubles totales	MTC E 219
Análisis granulométrico por tamizado	MTC E 107, ASTM D-422
Clasificación SUCS	ASTM D-2487
Clasificación AASHTO	AASHTO M-145
Límites de consistencia <ul style="list-style-type: none">• Límite líquido• Límite plástico• Índice de plasticidad	MTC E 110, ASTM D-4318 MTC E 111, ASTM D-4318
Proctor modificado	MTC E 115, ASTM D-1557
California Bearing Ratio (CBR)	MTC E 132, ASTM D-1883

Fuente: Elaboración propia, basado en el MTC.

Los ensayos de laboratorio se realizaron siguiendo los procedimientos señalados en el Manual de Ensayo de Materiales del MTC, con la guía de algunos ingenieros y técnicos especialistas en suelos.

El procesamiento de los ensayos se desarrolló mediante hojas de cálculo aprobada por especialistas, que permiten garantizar los resultados obtenidos. Dichos formatos están en el anexo IV del presente trabajo.

En las tablas que se muestran a continuación se presentan los resultados de los ensayos para cada calicata.

CALICATA N° 01: presenta un relleno de 70 cm de arcilla y limos orgánicos de color marrón oscuro, consistencia media, presencia de raíces y restos vegetales. La muestra M-1 fue tomada entre los 0.70 m – 1.50 m, la cual está conformado por arcillas de alta plasticidad de color marrón amarillento, consistencia media. No presenta nivel freático.



Tabla 16: Resultados del estudio de suelos - calicata 01.

IDENTIFICACIÓN				
Coordenadas UTM		778706.51E, 9318139.97N		
Profundidad	M-1	0.70 m - 1.50 m		
CUADRO DE ENSAYOS				
Calicata			C-1	
Contenido de humedad (MTC E 108)			29.05 %	
Contenido de sales solubles (N.T.P. 339.152)			0.00 %	
Análisis granulométrico (MTC E 107)	Tamices de ensayo	Pulg	mm	% Que pasa
		1"	25.400	100.00 %
		1/2"	12.500	100.00 %
		3/8"	9.500	100.00 %
		1/4"	6.350	100.00 %
		N° 4	4.760	100.00 %
		N° 10	2.000	99.62 %
		N° 20	0.840	98.10 %
		N° 40	0.425	97.28 %
		N° 50	0.215	96.79 %
		N° 100	0.150	96.21 %
N° 200	0.075	95.79 %		
Clasificación	SUCS			CH
	AASHTO			A-7-6
Límites de consistencia (MTC E 110/111)	Límite líquido (LL)			53.89 %
	Límite plástico (LP)			27.53 %
	Índice de plasticidad (IP)			26.36 %
Próctor modificado (MTC E 115)	Máxima densidad seca			1.83 gr/cm ³
	Óptimo contenido de humedad			16.85 %
CBR (MTC E132)	C.B.R al 100%			3.30 %
	C.B.R al 95%			2.08 %

Fuente: Elaboración propia.

CALICATA N° 02: se pudo apreciar entre 0.00 m - 0.70 m un relleno de arcilla y limos orgánicos de color marrón oscuro, consistencia media, presencia de raíces y restos vegetales; de 0.70 m a 1.50 m se obtuvo la muestra M-1 conformada por arcillas de alta plasticidad de color amarillento, consistencia media. No presenta nivel freático.



Tabla 17: Resultados del estudio de suelos - calicata 02

IDENTIFICACIÓN				
Coordenadas UTM		779017.07E, 9317775.41N		
Profundidad	M-1	0.70 m - 1.50 m		
CUADRO DE ENSAYOS				
Calicata			C-2	
Contenido de humedad (MTC E 108)			29.42 %	
Contenido de sales solubles (N.T.P. 339.152)			0.00 %	
Análisis granulométrico (MTC E 107)	Tamices de ensayo	Pulg	mm	% Que pasa
		1"	25.400	100.00 %
		1/2"	12.500	100.00 %
		3/8"	9.500	100.00 %
		1/4"	6.350	100.00 %
		N° 4	4.760	100.00 %
		N° 10	2.000	99.68 %
		N° 20	0.840	98.45 %
		N° 40	0.425	97.10 %
		N° 50	0.215	95.61 %
		N° 100	0.150	94.41 %
N° 200	0.075	93.35 %		
Clasificación	SUCS			CH
	AASHTO			A-7-6
Límites de consistencia (MTC E 110/111)	Límite líquido (LL)			50.12 %
	Limite plástico (LP)			25.05 %
	Índice de plasticidad (IP)			25.07 %
Próctor modificado (MTC E 115)	Máxima densidad seca			1.82 gr/cm ³
	Óptimo contenido de humedad			17.15 %
CBR (MTC E132)	C.B.R al 100%			3.70 %
	C.B.R al 95%			2.35 %

Fuente: Elaboración propia.

CALICATA N° 03: se apreció de 0.00m - 0.70m un relleno de arcilla y limos orgánicos de color marrón oscuro, consistencia media, con presencia de raíces y restos vegetales; además de 0.70m - 1.50m se extrajo la muestra M-1 conformada por arcillas de alta plasticidad de color marrón amarillento, consistencia media. No presenta nivel freático.



Tabla 18: Resultados del estudio de suelos - calicata 03

IDENTIFICACIÓN				
Coordenadas UTM		779287.23E, 9317377.78N		
Profundidad	M-1	0.70 m - 1.50 m		
CUADRO DE ENSAYOS				
Calicata			C-3	
Contenido de humedad (MTC E 108)			23.26 %	
Contenido de sales solubles (N.T.P. 339.152)			0.00 %	
Análisis granulométrico (MTC E 107)	Tamices de ensayo	Pulg	mm	% Que pasa
		1"	25.400	100.00 %
		1/2"	12.500	100.00 %
		3/8"	9.500	100.00 %
		1/4"	6.350	98.32 %
		N° 4	4.760	96.95 %
		N° 10	2.000	95.61 %
		N° 20	0.840	93.08 %
		N° 40	0.425	91.09 %
		N° 50	0.215	89.83 %
		N° 100	0.150	87.26 %
		N° 200	0.075	84.98 %
Clasificación	SUCS			CH
	AASHTO			A-7-6
Límites de consistencia (MTC E 110/111)	Límite líquido (LL)			54.81 %
	Limite plástico (LP)			24.61 %
	Índice de plasticidad (IP)			30.20 %
Próctor modificado (MTC E 115)	Máxima densidad seca			1.86 gr/cm ³
	Óptimo contenido de humedad			14.35 %
CBR (MTC E132)	C.B.R al 100%			2.90 %
	C.B.R al 95%			1.80 %

Fuente: Elaboración propia.

CALICATA N° 04: presenta un relleno de 70 cm de arcilla y limos orgánicos de color marrón oscuro, con presencia de raíces y restos vegetales. La muestra M-1 fue tomada entre los 0.70 m – 1.50 m, la cual está conformado por arcillas de alta plasticidad de color marrón amarillento, consistencia media. No presenta nivel freático.



Tabla 19: Resultados del estudio

de suelos - calicata 04

IDENTIFICACIÓN				
Coordenadas UTM		779599.20 E, 9317019.27 N		
Profundidad	M-1	0.70 m - 1.50 m		
CUADRO DE ENSAYOS				
Calicata			C-4	
Contenido de humedad (MTC E 108)			29.47 %	
Contenido de sales solubles (N.T.P. 339.152)			0.00 %	
Análisis granulométrico (MTC E 107)	Tamices de ensayo	Pulg	mm	% Que pasa
		1"	25.400	100.00 %
		1/2"	12.500	100.00 %
		3/8"	9.500	100.00 %
		1/4"	6.350	100.00 %
		Nº 4	4.760	96.44 %
		Nº 10	2.000	91.22 %
		Nº 20	0.840	88.66 %
		Nº 40	0.425	86.98 %
		Nº 50	0.215	82.99 %
		Nº 100	0.150	81.43 %
Nº 200	0.075	80.44 %		
Clasificación	SUCS			CH
	AASHTO			A-7-5
Límites de consistencia (MTC E 110/111)	Límite líquido (LL)			53.82 %
	Limite plástico (LP)			27.41 %
	Índice de plasticidad (IP)			26.41 %
Próctor modificado (MTC E 115)	Máxima densidad seca			1.84 gr/cm ³
	Óptimo contenido de humedad			15.46 %
CBR (MTC E132)	C.B.R al 100%			5.60 %
	C.B.R al 95%			3.52 %

Fuente: Elaboración propia.

CALICATA N° 05: tiene un relleno entre los 0.00 m – 0.70 m compuesto por arcilla y limos orgánicos de color marrón oscuro, consistencia media, con presencia de raíces y restos vegetales; de 0.70 m – 1.50 m se extrajo la muestra M-1 conformada por arcillas de mediana plasticidad de color marrón oscuro, consistencia media a dura. No presenta nivel freático.



Tabla 20: Resultados del estudio de suelos - calicata 05

IDENTIFICACIÓN				
Coordenadas UTM		780000.54 E, 9316734.48 N		
Profundidad	M-1	0.70 m - 1.50 m		
CUADRO DE ENSAYOS				
Calicata			C-5	
Contenido de humedad (MTC E 108)			27.54 %	
Contenido de sales solubles (N.T.P. 339.152)			0.02 %	
Análisis granulométrico (MTC E 107)	Tamices de ensayo	Pulg	mm	% Que pasa
		1"	25.400	100.00 %
		1/2"	12.500	100.00 %
		3/8"	9.500	100.00 %
		1/4"	6.350	100.00 %
		Nº 4	4.760	98.18 %
		Nº 10	2.000	95.52 %
		Nº 20	0.840	94.29 %
		Nº 40	0.425	92.15 %
		Nº 50	0.215	87.47 %
Nº 100	0.150	86.20 %		
Nº 200	0.075	85.53 %		
Clasificación	SUCS			CL
	AASHTO			A-6
Límites de consistencia (MTC E 110/111)	Límite líquido (LL)			37.98 %
	Limite plástico (LP)			18.50 %
	Índice de plasticidad (IP)			19.48 %
Próctor modificado (MTC E 115)	Máxima densidad seca			1.80 gr/cm ³
	Óptimo contenido de humedad			18.20 %
CBR (MTC E132)	C.B.R al 100%			11.20 %
	C.B.R al 95%			7.15 %

Fuente: Elaboración propia.

CALICATA N°06: se obtuvo una muestra entre los 0.70 m – 1.50 m, conformado por arcillas de mediana plasticidad de color marrón oscuro, consistencia media, con presencia de bolonería, en la parte superior se tiene un relleno de 70 cm con arcillas y limos orgánicos de color marrón oscuro, encontrándose en él, raíces y restos vegetales. No presenta nivel freático.



Tabla 21: Resultados del estudio de suelos - calicata 06

IDENTIFICACIÓN				
Coordenadas UTM		780269.43 E, 9316338.42 N		
Profundidad	M-1	0.70 m - 1.50 m		
CUADRO DE ENSAYOS				
Calicata			C-6	
Contenido de humedad (MTC E 108)			26.36 %	
Contenido de sales solubles (N.T.P. 339.152)			0.01 %	
Análisis granulométrico (MTC E 107)	Tamices de ensayo	Pulg	mm	% Que pasa
		1"	25.400	100.00 %
		1/2"	12.500	100.00 %
		3/8"	9.500	100.00 %
		1/4"	6.350	100.00 %
		Nº 4	4.760	97.16 %
		Nº 10	2.000	92.66 %
		Nº 20	0.840	90.23 %
		Nº 40	0.425	88.34 %
		Nº 50	0.215	85.01 %
		Nº 100	0.150	83.24 %
Nº 200	0.075	82.14 %		
Clasificación	SUCS			CL
	AASHTO			A-6
Límites de consistencia (MTC E 110/111)	Límite líquido (LL)			39.89 %
	Limite plástico (LP)			21.83 %
	Índice de plasticidad (IP)			18.06 %
Próctor modificado (MTC E 115)	Máxima densidad seca			1.83 gr/cm ³
	Óptimo contenido de humedad			17.42 %
CBR (MTC E132)	C.B.R al 100%			10.10 %
	C.B.R al 95%			6.30 %

Fuente: Elaboración propia.

CALICATA N°07: tiene un relleno entre los 0.00 m – 0.70 m compuesto por arcilla y limos orgánicos de color marrón oscuro, consistencia media, con presencia de raíces y restos vegetales; de 0.70 m – 1.50 m se extrajo la muestra M-1 conformada por arcillas de mediana plasticidad de color marrón claro, consistencia media. No presenta nivel freático.



Tabla 22: Resultados del estudio de suelos - calicata 07

IDENTIFICACIÓN				
Coordenadas UTM		780161.72 E, 9316728.61 N		
Profundidad	M-1	0.70 m - 1.50 m		
CUADRO DE ENSAYOS				
Calicata				C-7
Contenido de humedad (MTC E 108)				24.56 %
Contenido de sales solubles (N.T.P. 339.152)				0.00 %
Análisis granulométrico (MTC E 107)	Tamices de ensayo	Pulg	mm	% Que pasa
		1"	25.400	100.00 %
		1/2"	12.500	100.00 %
		3/8"	9.500	100.00 %
		1/4"	6.350	100.00 %
		Nº 4	4.760	96.34 %
		Nº 10	2.000	91.33 %
		Nº 20	0.840	88.82 %
		Nº 40	0.425	86.49 %
		Nº 50	0.215	83.49 %
		Nº 100	0.150	81.43 %
		Nº 200	0.075	79.88 %
Clasificación	SUCS			CL
	AASHTO			A-6
Límites de consistencia (MTC E 110/111)	Límite líquido (LL)			38.17 %
	Limite plástico (LP)			18.61 %
	Índice de plasticidad (IP)			19.56 %
Próctor modificado (MTC E 115)	Máxima densidad seca			1.84 gr/cm ³
	Óptimo contenido de humedad			15.69 %
CBR (MTC E132)	C.B.R al 100%			10.40 %
	C.B.R al 95%			6.45 %

Fuente: Elaboración propia.

CALICATA N°08: la muestra M1 para esta calicata fue sacada a una profundidad entre 0.70 m – 1.50 m, la misma que está conformada por un estrato de arcillas de alta plasticidad de color marrón oscuro, consistencia media, con presencia de rocas fijas. No presenta nivel freático.



Tabla 23: Resultados del estudio de suelos - calicata 08

IDENTIFICACIÓN				
Coordenadas UTM		779926.24 E, 9317159.70 N		
Profundidad	M-1	0.70 m - 1.50 m		
CUADRO DE ENSAYOS				
Calicata			C-8	
Contenido de humedad (MTC E 108)			30.23 %	
Contenido de sales solubles (N.T.P. 339.152)			0.00 %	
Análisis granulométrico (MTC E 107)	Tamices de ensayo	Pulg	mm	% Que pasa
		1"	25.400	100.00 %
		1/2"	12.500	100.00 %
		3/8"	9.500	100.00 %
		1/4"	6.350	100.00 %
		Nº 4	4.760	98.23 %
		Nº 10	2.000	96.51 %
		Nº 20	0.840	93.90 %
		Nº 40	0.425	91.29 %
		Nº 50	0.215	89.48 %
		Nº 100	0.150	86.90 %
Nº 200	0.075	83.64 %		
Clasificación	SUCS			CH
	AASHTO			A-7-6
Límites de consistencia (MTC E 110/111)	Límite líquido (LL)			60.09 %
	Limite plástico (LP)			26.61 %
	Índice de plasticidad (IP)			33.48 %
Próctor modificado (MTC E 115)	Máxima densidad seca			1.78 gr/cm ³
	Óptimo contenido de humedad			15.23 %
CBR (MTC E-132)	C.B.R al 100%			3.10 %
	C.B.R al 95%			2.00 %

Fuente: Elaboración propia.

CALICATA N°09: tras la toma de la muestra M-1 de 0.70m – 1.50m se puede apreciar un estrato conformado por arcillas limosas de alta plasticidad de color marrón oscuro, consistencia media. Cabe señalar que en esta calicata no se apreció nivel freático.



Tabla 24: Resultados del estudio de suelos - calicata 09

IDENTIFICACIÓN				
Coordenadas UTM		780268.59 E, 9316893.65 N		
Profundidad	M-1	0.70 m - 1.50 m		
CUADRO DE ENSAYOS				
Calicata			C-9	
Contenido de humedad (MTC E 108)			26.23 %	
Contenido de sales solubles (N.T.P. 339.152)			0.00 %	
Análisis granulométrico (MTC E 107)	Tamices de ensayo	Pulg	mm	% Que pasa
		1"	25.400	100.00 %
		1/2"	12.500	100.00 %
		3/8"	9.500	100.00 %
		1/4"	6.350	100.00 %
		Nº 4	4.760	100.00 %
		Nº 10	2.000	99.28 %
		Nº 20	0.840	98.65 %
		Nº 40	0.425	97.63 %
		Nº 50	0.215	96.81 %
		Nº 100	0.150	95.81 %
Nº 200	0.075	95.25 %		
Clasificación	SUCS		MH	
	AASHTO		A-7-5	
Límites de consistencia (MTC E 110/111)	Límite líquido (LL)		69.15 %	
	Límite plástico (LP)		34.51 %	
	Índice de plasticidad (IP)		34.64 %	
Próctor modificado (MTC E 115)	Máxima densidad seca		1.75 gr/cm³	
	Óptimo contenido de humedad		18.22 %	
CBR (MTC E132)	C.B.R al 100%		4.80 %	
	C.B.R al 95%		3.10 %	

Fuente: Elaboración propia.

CALICATA N°10: con perforación de 0.70 m – 1.50 m de profundidad se obtuvo como resultado que existe arcillas de alta elasticidad de color marrón claro, consistencia media, con presencia de rocas fijas. Cabe señalar que no hubo presencia de nivel freático.



Tabla 25: Resultados del estudio de suelos - calicata 10

IDENTIFICACIÓN				
Coordenadas UTM		780155.35 E, 9317225.70 N		
Profundidad	M-1	0.70 m - 1.50 m		
CUADRO DE ENSAYOS				
Calicata			C-10	
Contenido de humedad (MTC E 108)			30.65 %	
Contenido de sales solubles (N.T.P. 339.152)			0.00 %	
Análisis granulométrico (MTC E 107)	Tamices de ensayo	Pulg	mm	% Que pasa
		1"	25.400	100.00 %
		1/2"	12.500	100.00 %
		3/8"	9.500	100.00 %
		1/4"	6.350	100.00 %
		Nº 4	4.760	100.00 %
		Nº 10	2.000	98.73 %
		Nº 20	0.840	97.59 %
		Nº 40	0.425	96.05 %
		Nº 50	0.215	94.75 %
Nº 100	0.150	93.31 %		
Nº 200	0.075	92.23 %		
Clasificación	SUCS			MH
	AASHTO			A-7-5
Límites de consistencia (MTC E 110/111)	Límite líquido (LL)			52.80 %
	Límite plástico (LP)			30.43 %
	Índice de plasticidad (IP)			22.37 %
Próctor modificado (MTC E 115)	Máxima densidad seca			1.77 gr/cm ³
	Óptimo contenido de humedad			16.02 %
CBR (MTC E132)	C.B.R al 100%			6.50 %
	C.B.R al 95%			4.15 %

Fuente: Elaboración propia.

CALICATA N°11: con una profundidad de 0.70m – 1.50 m se obtuvo una muestra M-1 constituida por arcillas de mediana plasticidad de color marrón oscuro, consistencia media. A esta profundidad excavada, no se encontró nivel freático.



Tabla 26: Resultados del estudio de suelos - calicata 11

IDENTIFICACIÓN				
Coordenadas UTM		780020.85 E, 9317437.95 N		
Profundidad	M-1	0.70 m - 1.50 m		
CUADRO DE ENSAYOS				
Calicata			C-11	
Contenido de humedad (MTC E 108)			26.20 %	
Contenido de sales solubles (N.T.P. 339.152)			0.00 %	
Análisis granulométrico (MTC E 107)	Tamices de ensayo	Pulg	mm	% Que pasa
		1"	25.400	100.00 %
		1/2"	12.500	100.00 %
		3/8"	9.500	100.00 %
		1/4"	6.350	100.00 %
		Nº 4	4.760	99.15 %
		Nº 10	2.000	98.06 %
		Nº 20	0.840	94.94 %
		Nº 40	0.425	89.81 %
		Nº 50	0.215	86.24 %
		Nº 100	0.150	83.69 %
		Nº 200	0.075	82.62 %
Clasificación	SUCS			CL
	AASHTO			A-6
Límites de consistencia (MTC E 110/111)	Límite líquido (LL)			39.95 %
	Límite plástico (LP)			22.54 %
	Índice de plasticidad (IP)			17.41 %
Próctor modificado (MTC E 115)	Máxima densidad seca			1.83 gr/cm ³
	Óptimo contenido de humedad			15.25 %
CBR (MTC E132)	C.B.R al 100%			9.60 %
	C.B.R al 95%			6.04 %

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27: Resumen del análisis de EMS de las 11 calicatas.

ENSAYO		CALICATA											
		C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6	C-7	C-8	C-9	C-10	C-11	
Contenido de humedad (%)		29.05	29.42	23.26	29.47	27.54	26.36	24.56	30.23	26.23	30.65	26.20	
Sales solubles (%)		0.000	0.000	0.000	0.000	0.015	0.013	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Análisis granulométrico (%)	Tamices	1"	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
		1/2"	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
		3/8"	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
		1/4"	100.00	100.00	98.32	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
		Nº 4	100.00	100.00	96.95	96.44	98.18	97.16	96.34	98.23	100.00	100.00	99.15
		Nº 10	99.62	99.68	95.61	91.22	95.52	92.66	91.33	96.51	99.28	98.73	98.06
		Nº 20	98.10	98.45	93.08	88.66	94.29	90.23	88.82	93.90	98.65	97.59	94.94
		Nº 40	97.28	97.10	91.09	86.98	92.15	88.34	86.49	91.29	97.63	96.05	89.81
		Nº 50	96.79	95.61	89.83	82.99	87.47	85.01	83.49	89.48	96.81	94.75	86.24
		Nº 100	96.21	94.41	87.26	81.43	86.20	83.24	81.43	86.90	95.81	93.31	83.69
Nº 200	95.79	93.35	84.98	80.44	85.53	82.14	79.88	83.64	95.25	92.23	82.62		
Clasificación SUCS		CH	CH	CH	CH	CL	CL	CL	CH	MH	MH	CL	
Clasificación AASHTO		A-7-6	A-7-6	A-7-6	A-7-5	A-6	A-6	A-6	A-7-6	A-7-5	A-7-5	A-6	
Límite líquido (%)		53.89	50.12	54.81	53.82	37.98	39.89	38.17	60.09	69.15	52.80	39.95	
Limite plástico (%)		27.53	25.05	24.61	27.41	18.50	21.83	18.61	26.61	34.51	30.43	22.54	
Índice de plasticidad %		26.36	25.07	30.20	26.41	19.48	18.06	19.56	33.48	34.64	22.37	17.41	
Máx densidad seca (gr/cm3)		1.83	1.82	1.86	1.84	1.80	1.83	1.84	1.78	1.75	1.77	1.83	
Óptimo cont de humedad (%)		16.85	17.15	14.35	15.46	18.20	17.42	15.69	15.23	18.22	16.02	15.25	
C.B.R al 100%		3.30	3.70	2.90	5.60	11.20	10.10	10.40	3.10	4.80	6.50	9.60	
C.B.R al 95%		2.08	2.35	1.80	3.52	7.15	6.30	6.45	2.00	3.10	4.15	6.04	

Fuente: Elaboración propia.

Para el diseño de carreteras el parámetro más importante es la capacidad de soporte (CBR) de la subrasante, por lo que se muestra la tabla 28, que es un resumen de los CBRs de las 11 calicatas extraídas.

Tabla 28: Cuadro resumen de la clasificación de suelos y el CBR

CALICATAS	MUESTRA	CLASIFICACIÓN SUCS	CBR (95%)
C-1	M-2	CH	2.08
C-2	M-3	CH	2.35
C-3	M-2	CH	1.80
C-4	M-1	CH	3.52
C-5	M-1	CL	7.15
C-6	M-1	CL	6.30
C-7	M-1	CL	6.45
C-8	M-1	CH	2.00
C-9	M-1	MH	3.10
C-10	M-1	MH	4.15
C-11	M-1	CL	6.04

Fuente: Elaboración propia.

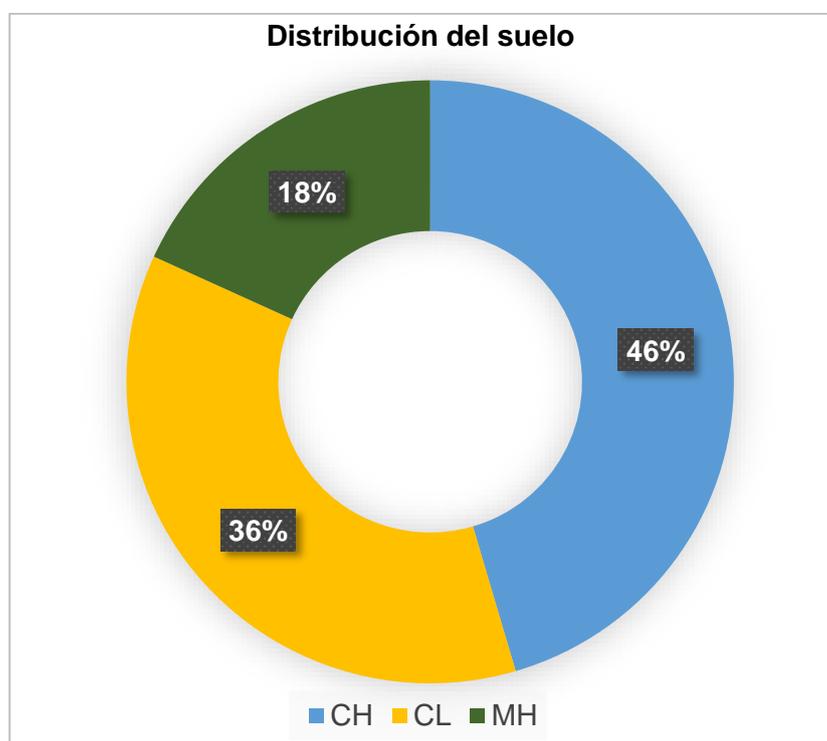


Figura 39: Distribución porcentual del suelo.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En la gráfica se puede observar que el suelo en su gran mayoría pertenece a la clasificación CH (46%) y CL (36%), los cuales representan a suelos blandos, que generalmente son de mala calidad para emplearlos como subrasante de una vía.

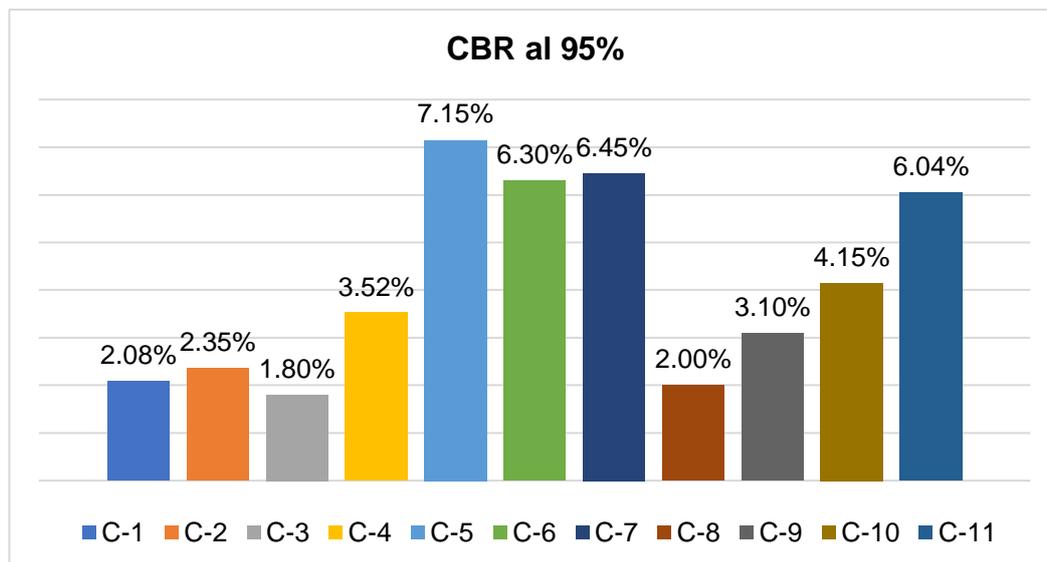


Figura 40: Resumen de CBR de calicatas.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Se observa que existen CBRs de regular a muy malo, el menor valor pertenece a la calicata C-3 con un CBR de 1.80%, mientras que el valor más alto de CBR pertenece a la calicata C-5 con 7.15%.

4.2.2.2 Estudio de canteras

Trabajo de campo

Para identificar las canteras a ser usadas como material de relleno granular y afirmado en la carretera Santa Rosa – Puerto Churo, primero se realizó una inspección visual que permita la localización de afloramientos rocosos ya sea en ladera o a las márgenes de los ríos, complementando con información de proyectos pasados y de los mismos pobladores.

Luego, se realizaron exploraciones a cielo abierto (calicatas) con una profundidad de 1.50 m para su posterior estudio de sus propiedades físicas y mecánicas, que permitieron conocer las propiedades comunes de los materiales, de tal manera que permitan determinar si son aptos para utilizarlos en la carretera.

Se identificaron 2 canteras durante el recorrido de la vía, que se mencionan a continuación.

- Cantera Santa Rosa, ubicada cerca del Km 0+000 hacia el lado derecho de la vía, en el centro poblado de Santa Rosa con un acceso aproximado a 2,500 m.

- Cantera Puerto Churo, ubicada en el Km 18+000 hacia el lado izquierdo de la vía, en el cauce del Río Marañón, con un acceso aproximado a 2,000 m.

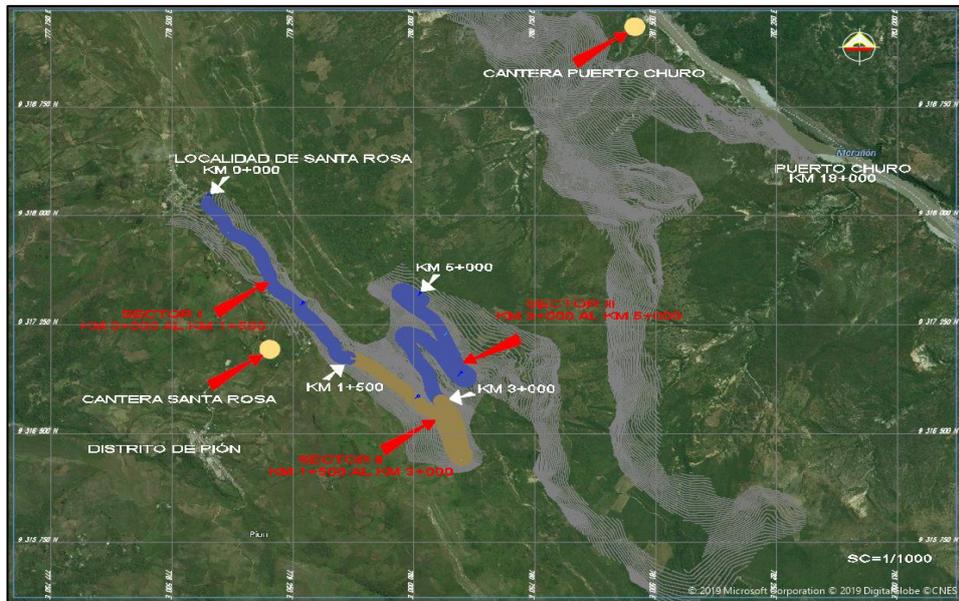


Figura 41: Ubicación de canteras.

Fuente: Elaboración propia, en base a Google Earth.

4.2.2.3 Ensayos de laboratorio de canteras

Los ensayos estándares, así como los especiales en las muestras de canteras se han realizado en el laboratorio de suelos de la Universidad de San Martín de Porres – Filial Norte, los cuales permitieron obtener las propiedades y características tanto físicas, como mecánicas, determinando así el uso que se le da a cada cantera.

Dichos ensayos han sido considerados de acuerdo al uso propuesto para cada cantera y en forma general se resume en los siguientes ensayos:

Ensayos estándar

- Análisis granulométrico por tamizado ASTM D 422, MTC E 107.
- Contenido de humedad MTC E 108.
- Límite líquido (MTC E 110).
- Límite plástico (MTC E 111).
- Proctor modificado (MTC E 115, ASTM C 1557).
- California Bearing Ratio (CBR) (MTC E 132, ASTM D 1883).
- Clasificaciones SUCS.
- Clasificaciones AASHTO.

Ensayos Especiales

- Sales Solubles Totales MTC E 219, N.T.P 339.152.
- Abrasión Mecánica (máquina de los Ángeles) MTC E 207, ASTM C-131.

Los ensayos para el uso de canteras se realizaron siguiendo la metodología descrita en el Manual de Ensayo de Materiales del MTC, luego se procedió al procesamiento de la información mediante hojas de cálculo que se presentan en el anexo V.

Los resultados obtenidos del procesamiento de la información permitieron determinar si dichas canteras cumplen con los requerimientos mínimos para usarlos como material de afirmado, según lo indica en Manual de Suelos y Pavimentos de MTC, que señalan que deben cumplir con una determinada gradación, tamaños máximos, rango de índice de plasticidad, entre otros parámetros, evaluados en este estudio.

Descripción de las canteras

Tabla 29: Descripción de la cantera Santa Rosa.

Cantera	Santa Rosa
Ubicación	Km 0+000 (L.D)
Acceso	A 2,500 metros
Disponibilidad	Libre
Potencia (m ³)	50,000 m3
Rendimiento (%)	96.00
Usos	Relleno granular y afirmado
Tratamiento	Natural y zarandeo
Exploración	Cargador, Tractor, Volquete
Época de Explotación	Todo el año

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 30: Descripción de la cantera Puerto Churo.

Cantera	Puerto Churo Río Marañón
Ubicación	Km 18+000 (L.D.)
Acceso	A 2,000 metros
Disponibilidad	Libre
Potencia (m ³)	45,000 m ³
Rendimiento (%)	95.0
Usos	Relleno granular y afirmado
Tratamiento	Natural, zarandeo, trituración primaria, trituración secundaria
Forma de explotación	Excavadora, cargador, tractor, volquete
Época de explotación	Época de estiaje (abril – diciembre)

Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 13: Calicatas de canteras.



Fuente: Elaboración propia (2019).

Resumen de resultados de las canteras Santa Rosa y Puerto Churo

En las tablas 31 y 32 muestran el resumen de los resultados de estudio de las canteras Santa Rosa y Puerto Churo, respectivamente; tales ensayos dan a conocer las características físicas y mecánicas de cada cantera según especificado en el Manual de carreteras del MTC vigente.

Tabla 31: Resumen de los ensayos de la cantera Santa Rosa

ENSAYO	CANTERA SANTA ROSA
Contenido de humedad	3.31%
Clasificación SUCS	GC, Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.
Clasificación AASHTO	A-2-4 (0)
Límite líquido	28.62 %
Límite plástico	21.45 %
Índice de plasticidad	7.17%
Gradación	A
Abrasión Los Ángeles	30 %
Proctor modificado (OPC – MDS)	7.16% - 2.19 gr/cm ³
CBR al 95 %	38 %
CBR al 100 %	45 %
Contenido de sales totales solubles	0.015 %

Fuente: Elaboración propia.

Se puede ver en la tabla 31 que tiene gradación A, la cual es adecuada según el MTC; su porcentaje de abrasión es 30%, es decir está por debajo del valor máximo permitido (50%); en cuanto a su índice de plasticidad es aceptable ya que se encuentra dentro del rango permitido (entre 4 – 9); también el límite líquido es menor al 30 % que es el valor máximo permitido y su CBR al 100% es mayor al valor mínimo establecido por el MTC que es 40 %.

Tabla 32: Resumen de los ensayos de la cantera Puerto Churo

ENSAYO	CANTERA PUERTO CHURO
Contenido de humedad	4.39%
Clasificación SUCS	GW-GC, gravas limo, arcillosas, mezcla de grava, arena, limo y arcilla.
Clasificación AASHTO	A-2-4
Límite líquido	25.92 %
Límite plástico	18.6 %
Índice de plasticidad	7.29 %
Gradación	C
Abrasión Los Ángeles	26 %
Proctor modificado (OPC – MDS)	6.25% - 2.23 gr/cm ³
CBR al 95 %	54 %
CBR al 100 %	60 %
Contenido de sales totales solubles	0.017 %

Fuente: Elaboración propia.

Se puede ver en la tabla 32 que tiene gradación C la cual es adecuada según el MTC; su porcentaje de abrasión es 26%, es decir está por debajo del valor máximo permitido (50%); en cuanto a su índice de plasticidad es aceptable, ya que se encuentra dentro del rango permitido (entre 4 – 9); también el límite líquido es menor al 30 % que es el valor máximo permitido y su CBR al 100% es mayor al valor mínimo establecido por el MTC que es 40%.

Análisis granulométrico de las canteras

La curva granulométrica de las canteras permite identificar si son o no aptas para los diversos usos de material granular en la construcción de vías, ya que para cada uso que se le dé al material pétreo debe tener características de gradación mínimas, o sea debe contar con los requerimientos y tamaños establecidos por las normas.

Curva granulométrica de la cantera Santa Rosa

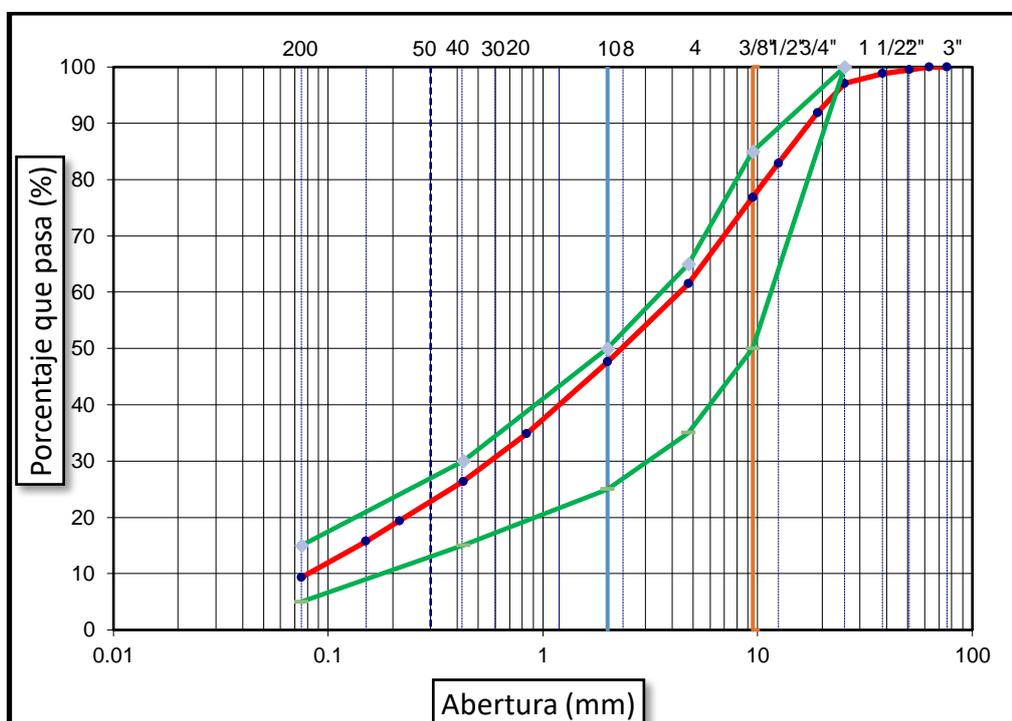


Figura 42: Curva granulométrica de la cantera Santa Rosa.

Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar en la figura 42 que la curva granulométrica de la cantera Santa Rosa (línea roja), se encuentra dentro de los valores mínimos y máximos (líneas verdes) establecidos por el MTC, por lo que cumple con los parámetros establecidos por la norma y está apta para su utilización en la carretera.

Curva granulométrica de la cantera Puerto Churo

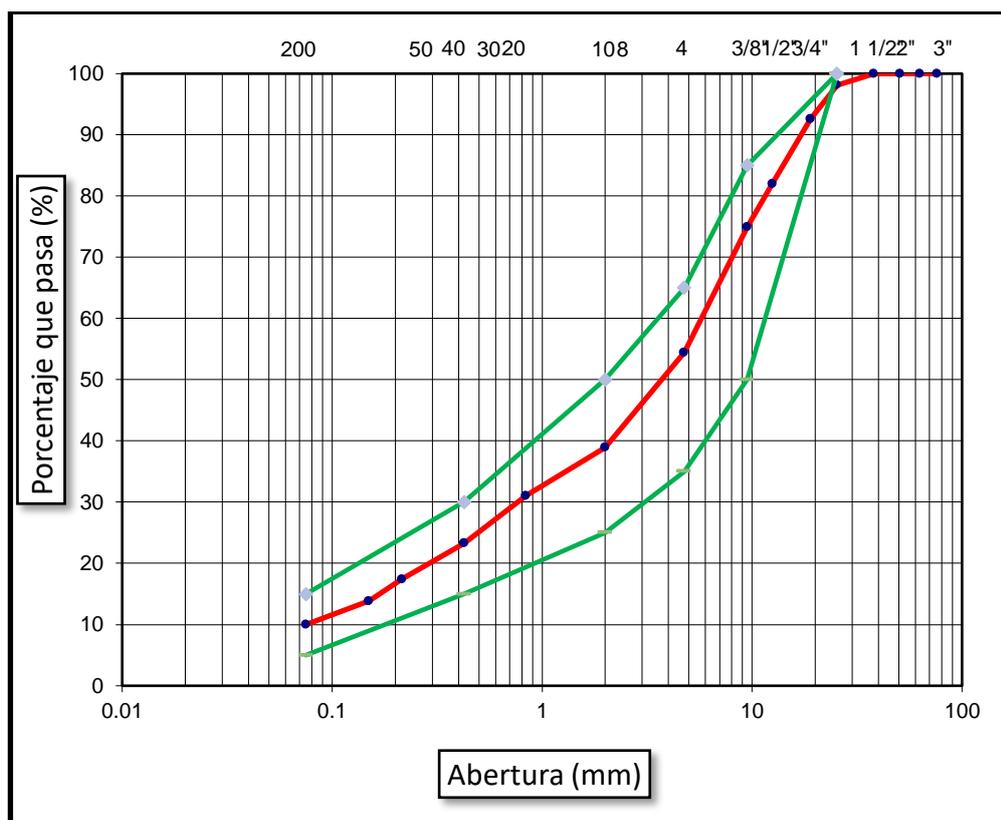


Figura 43: Curva granulométrica de la cantera Santa Rosa.

Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar en la figura 43 que la curva granulométrica de la cantera Puerto Churo (línea roja), se encuentra dentro de los valores mínimos y máximos (líneas verdes) establecidos por el MTC, por lo que cumple con los parámetros establecidos por la norma y está apta para su utilización en la carretera.

Ambas canteras cumplen con los requerimientos necesarios para ser utilizados como material de afirmado, sin embargo, la más cercana y accesible al tramo en estudio, es la cantera Santa Rosa, por lo que se opta por ésta.

Cabe indicar que esta cantera también será utilizada para el relleno granular debido a que cumple con los parámetros establecidos por la norma. Para el caso de relleno granular se utilizará el material sin ningún tratamiento, mientras que para el material de afirmado como superficie de rodadura se realizará un zarandeo para seleccionar las partículas con un diámetro hasta 25 mm.

4.2.3 Estudio de tráfico

En el estudio de tráfico se identificó un tramo homogéneo cercano a la carretera proyectada Santa Rosa – Puerto Churo, en el cual se efectuó el conteo vehicular durante siete días utilizando los formatos de clasificación vehicular proporcionado por el MTC como se muestra en el anexo III.

4.2.3.1 Estación para el conteo vehicular

Para el conteo se estableció la estación E-01 llamada “Cruce El Triunfo” por su ubicación estratégica que permitió desarrollar un adecuado conteo vehicular que sea representativo para proyectar la carretera en estudio. Es decir, esta estación permitió caracterizar el tráfico que transitará por la carretera proyectada, no solo por su cercanía, sino que, además, por esta transitan vehículos que van a localidades como puerto Recodo, Lonya Grande, y centros poblados aledaños al distrito de Pión, que son lugares que se pretende intercomunicar mediante la carretera.

Tabla 33: Descripción de la estación para conteo vehicular.

Nombre de la estación	Cruce El Triunfo
Código	E - 01
Sentido	E ← → S
Ubicación	Cruce Lonya Grande - Puerto Recodo - Distrito Pión - Provincia de Chota
Fecha inicial	Lunes 13/05/2019
Fecha final	Domingo 19/05/2019

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 44, se presenta la ubicación de la estación escogida para realizar el conteo vehicular.

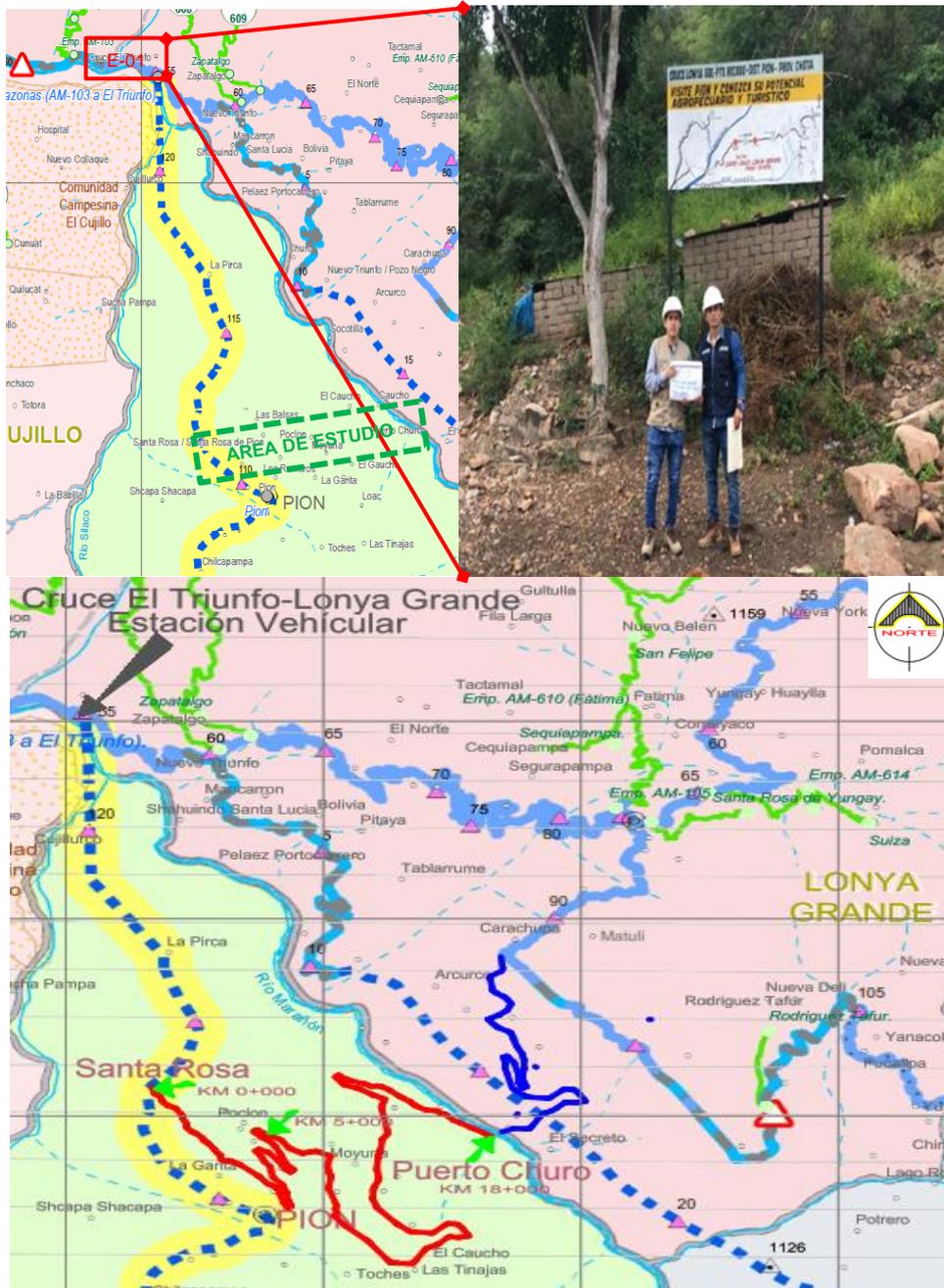


Figura 44: Ubicación de estación para conteo vehicular.

Fuente: Elaboración propia, Google Earth y DGCF (2019).

4.2.3.2 Determinación del índice medio diario anual (IMDA)

Se determinaron los factores de corrección promedio de una estación de peaje cercano a la carretera, para esta investigación la estación Bagua.

Estación de peaje : Bagua
 Mes : Mayo
 Ruta : AM - 101

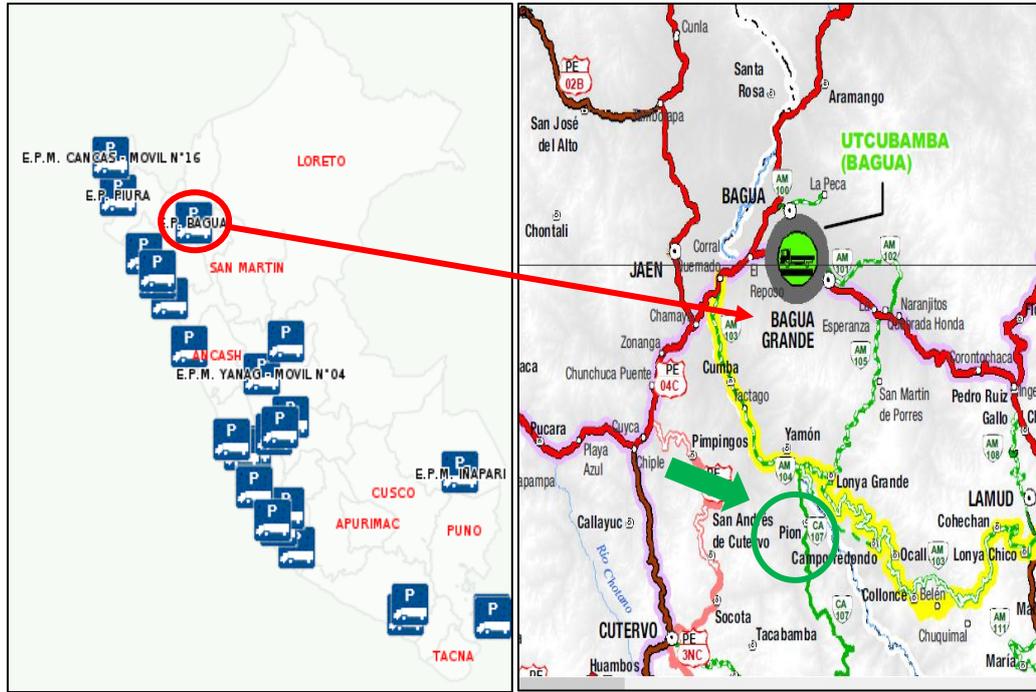


Figura 45: Estación de peaje Bagua.

Fuente: SUTRAN, 2019.

Según la Unidad de Peaje PVN – OGPP (2000-2010) para el mes de mayo en la estación Bagua se tienen los factores de corrección.

F.C.E Vehículos ligeros : 1.07448

F.C.E Vehículos pesados : 1.03571

Se determinó el IMDA actual como se muestra en la tabla 34.

Tabla 34: Índice medio diario anual actual

TIPO DE VEHÍCULO	TRÁFICO VEHICULAR EN DOS SENTIDOS POR DÍA							TOTAL SEMANA	IMDs	FC	IMDA
	Lun	Mar	Mie	Jue	Vie	Sáb	Dom				
Auto	27	19	29	21	22	29	36	183	26	1.075	28
Station Wagon	40	32	37	31	42	48	29	259	37	1.074	40
Pickup	48	44	50	49	43	48	15	297	42	1.075	46
Panel	4	2	2	2	3	1	6	20	3	1.075	3
Camioneta rural	20	25	15	17	22	32	26	157	22	1.075	24
Camión 2E	12	11	14	18	24	20	13	112	16	1.036	17
Camión 3E	9	12	11	15	22	17	13	99	14	1.036	15
TOTAL	160	145	158	153	178	195	138	1127	161		173

Fuente: Elaboración propia.

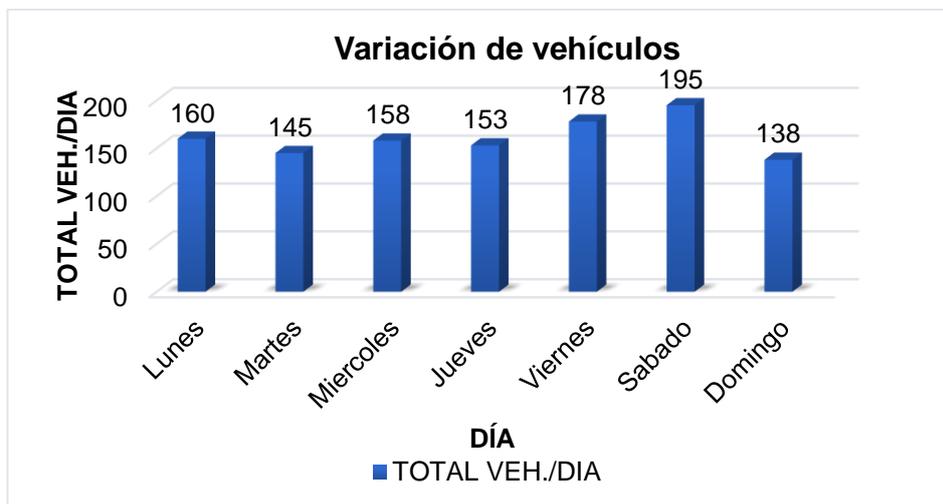


Figura 46: Variación de vehículos.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.3.3 Análisis de la demanda

a. Demanda Actual

Tabla 35: Tráfico actual por tipo de vehículo.

Tráfico actual por tipo de vehículo		
Tipo de vehículo	IMDA	Distrib. %
Auto	28	16.18
Station Wagon	40	23.12
Pickup	46	26.59
Panel	3	1.73
Camioneta rural	24	13.87
Camión 2E	17	9.83
Camión 3E	15	8.67
TOTAL	173	100

Fuente: Elaboración propia.

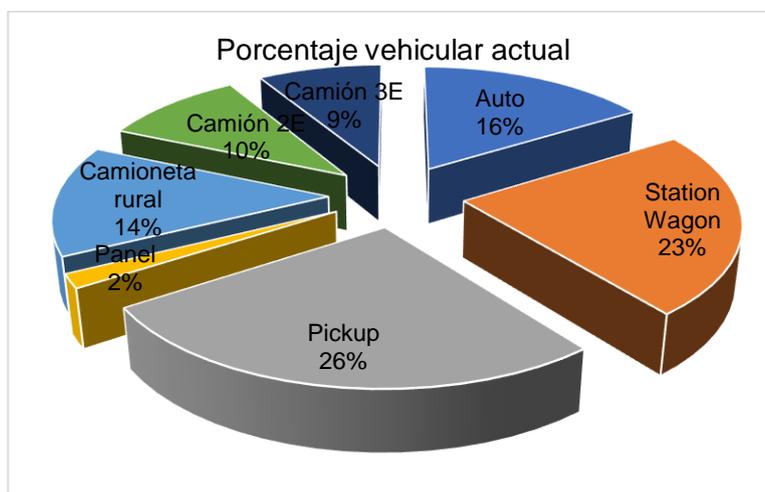


Figura 47: Porcentaje vehicular actual.

Fuente: Elaboración propia.

b. Demanda proyectada

Para proyectar la demanda se utilizará la fórmula de progresión geométrica.

$$T_n = T_0(1 + r)^n$$

Donde:

T_n = Tránsito proyectado al año en veh/día.

T_0 = Tránsito actual (año base) en veh/día.

n = Número de años del período de diseño.

r = Tasa anual de crecimiento del tránsito.

Tasas de crecimiento regional

Con datos obtenidos del INEI se asumen las tasas de crecimiento r_{vp} y r_{vc} para vehículos de pasajeros y vehículos de carga respectivamente:

$r_{vp} = 2.00 \%$ (Tasa de crecimiento anual de la población)

$r_{vc} = 2.30 \%$ (Tasa de crecimiento anual del PBI regional)

Número de años de periodo de diseño

$n = 10$ años

De acuerdo con la guía AASTHO 93 para carreteras no pavimentadas se puede asumir un periodo de diseño de 10 años.

Proyección del tráfico

Tabla 36: Tráfico proyectado para todos los años de periodo de diseño.

Tipo de Vehículo	Año 2019	Año 2020	Año 2021	Año 2022	Año 2023
Auto	28	29	29	30	30
Station Wagon	40	41	42	42	43
Pickup	46	47	48	49	50
Panel	3	3	3	3	3
Camioneta rural	24	24	25	25	26
Camión 2E	17	17	18	18	19
Camión 3E	15	15	16	16	16
IMDproy TOTAL	173	176	181	183	187

Tipo de Vehículo	Año 2024	Año 2025	Año 2026	Año 2027	Año 2028	Año 2029
Auto	31	32	32	33	33	34
Station Wagon	44	45	46	47	48	49
Pickup	51	52	53	54	55	56
Panel	3	3	3	4	4	4
Camioneta rural	26	27	28	28	29	29
Camión 2E	19	19	20	20	21	21
Camión 3E	17	17	18	18	18	19
IMDproy TOTAL	191	195	200	204	208	212

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 37: Tráfico proyectado por tipo de vehículo

Tráfico proyectado por tipo de vehículo		
TIPO DE VEHÍCULO	IMDA	Distrib. %
Auto	34	16.04
Station Wagon	49	23.11
Pickup	56	26.42
Panel	4	1.89
Camioneta rural	29	13.68
Camión 2E	21	9.91
Camión 3E	19	8.96
TOTAL	212	100

Fuente: Elaboración propia.

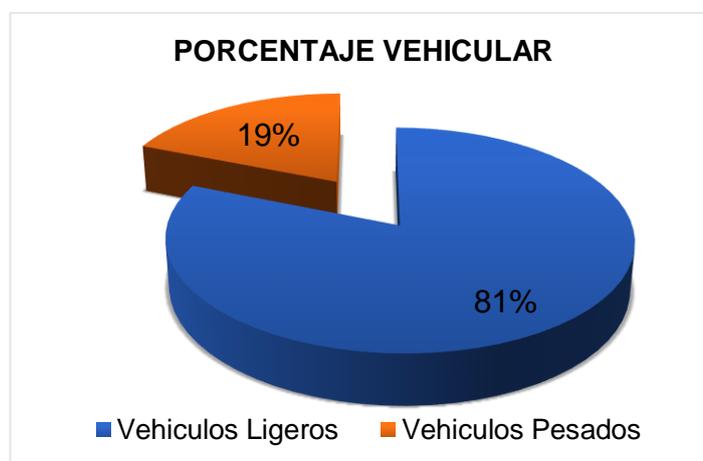


Figura 48: Porcentaje vehicular proyectado.

Fuente: Elaboración propia (2019).

Vehiculos Ligeros	81.13 %
Vehiculos Pesados	18.87 %

4.3 Diseño geométrico

Se ha observado que no existe una vía de acceso en la zona en estudio, por lo que se plantea el diseño geométrico, adaptándose a las condiciones del terreno como se muestra a continuación.

En las fotografías siguientes se muestra las condiciones de la topografía.

Fotografía 14: Topografía de la zona (Vista desde Río Marañón).



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 15: Topografía de la zona.



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 16: Topografía de la zona (Vista desde arriba).



Fuente: Elaboración propia.

4.3.1 Criterios y parámetros básicos de diseño

En el ítem siguiente se describirá los criterios, requisitos mínimos, recomendaciones y pautas que debe cumplir el diseño geométrico según el Manual de carreteras: diseño Geométrico DG – 2018.

4.3.1.1 Clasificación de la carretera

Por su demanda

A partir de la demanda vehicular existente en la vía en estudio se tiene que el IMDA para el año 2029 es de 212 veh/día, por lo que se clasifica como una carretera de tercera clase, debido a que el IMDA es menor a 400 veh/día, tal como se muestra en la tabla 37.

Por su orografía

De la topografía se puede determinar que las pendientes longitudinales excepcionales son superiores al 8% y sus pendientes transversales al eje de la carretera son mayores al 100%, por lo cual la clasificación por orografía es terreno escarpado (tipo 4).

4.3.1.2 Vehículo de diseño

Se adopta de tal manera que la carretera tenga una configuración geométrica que permita la circulación cómoda y segura de todos los vehículos considerados en el estudio de tráfico.

El vehículo más grande que transita por la zona en estudio es un camión tipo C3, con su máxima longitud de 13.20 metros (Ver Figura 57).

4.3.1.3 Velocidad de diseño

De acuerdo al manual de carreteras de diseño geométrico DG-2018, la carretera en el estudio corresponde a una carretera de tercera clase con orografía del tipo 4 (terreno escarpado). Por tanto, velocidad de diseño adecuada es de 30km/h (Ver Anexo VI).

4.3.1.4 Radio mínimo

A partir de la velocidad de diseño definido, se calcula el radio mínimo de diseño.

Según MTC (2018), los radios mínimos se calculan empleado la siguiente ecuación.

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

Dónde:

- 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.

$$V = 30\text{km/h}$$

$$P_{\max} = 12\% = 0.12$$

$$F_{\max} = 0.17$$

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

$$R_{\min} = 24.44\text{m} \approx 25\text{m}$$

Se determina el radio mínimo de diseño para curvas circulares queda definido en 25m, debido a que se encuentra en un área rural (escarpada) cuya velocidad de diseño de 30km/h.

4.3.2 Diseño del alineamiento horizontal

4.3.2.1 Radios mayores al mínimo

Las curvas han sido diseñadas de tal manera que eviten generar grandes cantidades de corte o relleno para que el trazo se aproxime a la geometría de las curvas de nivel.

En la tabla 38 se indica los radios para cada curva comprendido en el tramo de diseño, la mayoría de estas tienen radios mayores al radio mínimo, siendo en total 39 curvas horizontales en todo el tramo de diseño de las cuales las curvas C-22, C-30, C-34 y C-38 tienen radio mínimo.

Tabla 38: Diseño de curvas circulares

N°	Radio(m)	N°	Radio(m)
C-1	80	C-21	80
C-2	100	C-22	25
C-3	130	C-23	190
C-4	80	C-24	220
C-5	100	C-25	200
C-6	150	C-26	100
C-7	90	C-27	80
C-8	130	C-28	150
C-9	70	C-29	150
C-10	60	C-30	25
C-11	100	C-31	150
C-12	210	C-32	200
C-13	80	C-33	130
C-14	50	C-34	25
C-15	50	C-35	160
C-16	150	C-36	290
C-17	240	C-37	350
C-18	250	C-38	25
C-19	60	C-39	400
C-20	360		

Fuente: Elaboración propia

4.3.3 Distancias de visibilidad

4.3.3.1 Distancia de visibilidad de parada

Se determinó que la distancia de visibilidad de parada va desde 29m a 35m, cuando la pendiente sea en subida con 9% y en bajada con 9% de inclinación.

4.3.3.2 Distancia de visibilidad de adelantamiento

Mediante la figura 49 mostrada a continuación se determinó que la distancia de visibilidad de adelantamiento es de 110 m, de acuerdo a la velocidad de diseño.

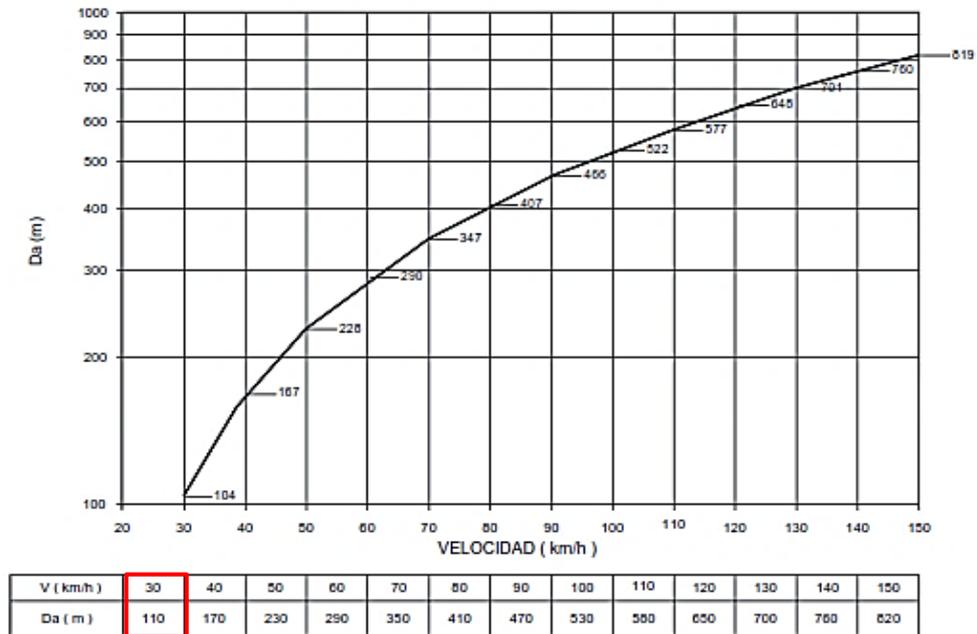


Figura 49: Distancia de visibilidad Paso(Da).

Fuente: Manual DG-2018 (MTC, 2018).

La carretera de tercera clase con condiciones orográficas cuyo terreno es escarpado tipo 4, se ha diseñado de tal modo que más del 15% tenga la visibilidad adecuada para adelantar. El manual de carreteras: DG-2018 hace la recomendación siguiente:

Tabla 39: Porcentaje de la carretera con visibilidad adecuada

Condiciones orográficas	% mínimo	% deseable
Terreno plano Tipo 1	50	>72
Terreno ondulado Tipo 2	33	>50
Terreno accidentado Tipo 3	25	>35
Terreno escarpado Tipo 4	15	>25

Fuente: DG-2018 (MTC, 2018).

4.3.4 Trazo

4.3.4.1 Tramos en tangente

Según el MTC (2018), las longitudes mínimas y máximas admisibles para una velocidad de diseño de 30 km/h, en tramo en tangente para curvas en S es de 42 m y en curvas en O es de 84 m cuya longitud máxima es 500m.

A continuación, se muestran los tramos en tangentes con sus respectivas longitudes.

Tabla 40: Longitud de tramos en tangente del diseño de la carretera

Tramo en tangente	Curva Correspondiente	Sentido	Tipo de Curva	Longitud tramo en tangente (m)	Verificación
L-1	C-1	Izquierda	---	53.37	---
L-2	C-2	Derecha	S	65.84	Cumple
L-3	C-3	Izquierda	S	26.53	No Cumple
L-4	C-4	Derecha	S	73.217	Cumple
L-5	C-5	Derecha	O	89.59	Cumple
L-6	C-6	Derecha	S	46.02	Cumple
L-7	C-7	Izquierda	S	0.00	No Cumple
L-8	C-8	Izquierda	S	44.11	Cumple
L-9	C-9	Derecha	S	113.33	Cumple
L-10	C-10	Izquierda	S	19.06	No Cumple
L-11	C-11	Derecha	S	19.41	No Cumple
L-12	C-12	Derecha	O	81.41	No Cumple
L-13	C-13	Izquierda	S	40.99	No Cumple
L-14	C-14	Derecha	S	17.51	No Cumple
L-15	C-15	Izquierda	S	26.64	No Cumple
L-16	C-16	Derecha	S	179.39	Cumple
L-17	C-17	Derecha	O	251.79	Cumple
L-18	C-18	Izquierda	S	81.085	Cumple
L-19	C-19	Derecha	S	37.99	No Cumple
L-20	C-20	Derecha	O	55.03	No Cumple
L21	C-21	Izquierda	S	116.96	Cumple
L-22	C-22	Izquierda	O	64.69	No Cumple
L-23	C-23	Derecha	S	70.48	Cumple
L-24	C-24	Izquierda	S	89.17	Cumple
L-25	C-25	Izquierda	O	61.27	No Cumple
L-26	C-26	Derecha	S	84.89	Cumple
L-27	C-27	Izquierda	S	109.02	Cumple
L-28	C-28	Izquierda	S	74.01	Cumple
L-29	C-29	Izquierda	S	43.95	Cumple
L-30	C-30	Derecha	S	60.44	Cumple
L-31	C-31	Derecha	O	51.96	No Cumple
L-32	C-32	Derecha	O	108.77	Cumple
L-33	C-33	Izquierda	S	120.42	Cumple
L-34	C-34	Izquierda	S	44.35	Cumple
L-35	C-35	Derecha	S	94.75	Cumple
L-36	C-36	Izquierda	S	238.37	Cumple
L-37	C-37	Izquierda	S	77.48	Cumple
L-38	C-38	Derecha	O	74.77	No Cumple
L-39	C-39	Izquierda	S	68.46	Cumple

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 40 se puede observar que la mayoría de los tramos en tangente cumplen las longitudes mínimas. No obstante, los tramos en tangente L-3, L-7, L-10, L-11, L-12, L-13, L-14, L-15, L-19, L-20, L-22, L-25, L-31 y L-38 tienen una longitud menor a la mínima referida en el DG-2018. Se optó por este diseño ya que el terreno tiene una topografía tipo escarpada, en efecto dichas longitudes demanda menor volumen de corte la cual minimiza costos. Si bien, no se recomienda tramos en tangentes menores a las mínimas, pero mediante una adecuada señalización es posible preservar la seguridad vial.

4.3.4.2 Coordinación entre curvas

Según el MTC (2018), en su manual DG-2018, para toda clase de carretera, la relación de radios de las curvas no excederá los valores adquiridos a partir de la figura 50 para los casos en los cuales se unan curvas consecutivas sin tangente intermedia o con tangente menor a 200 m de longitud.

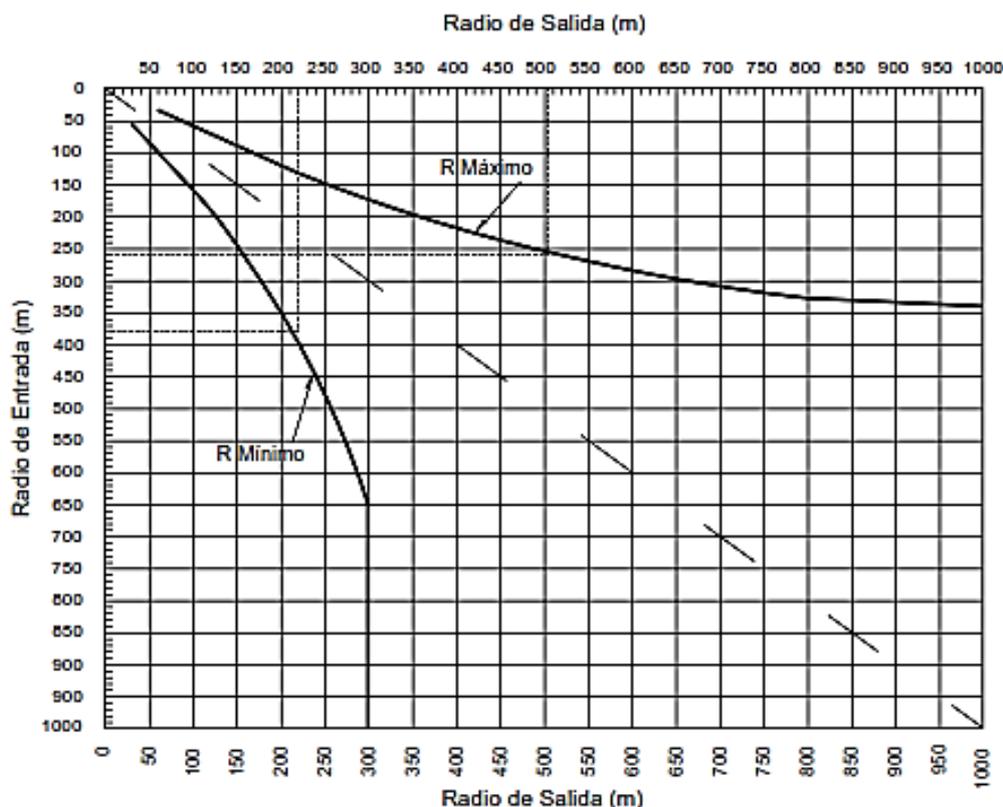


Figura 50: Radio de salida (m)

Fuente: DG – 2018 (MTC, 2018).

La tabla 41 muestra la verificación de la coordinación entre las curvas que presenten tangente intermedia menor a 200 m.

Tabla 41: Coordinación entre curvas

Tramo en tangente	Longitud (m)	Curva	Radio de entrada(m)	Radio de Salida(m)			Observaciones
				Mín	Máx	Proy.	
L2	65.84	C1	80.00				Adecuado
		C2		45	140	100.00	
L3	26.53	C2	100.00	Mín	Máx	Proy.	Adecuado
		C3		60	170	100.00	
L4	73.22	C3	130.00	Mín	Máx	Proy.	Adecuado
		C4		60	220	130.00	
L5	89.59	C4	80.00	Mín	Máx	Proy.	Adecuado
		C5		50	140	80.00	
L6	46.02	C5	100.00	Mín	Máx	Proy.	Adecuado
		C6		60	170	100.00	
L7	0.00	C6	150.00	Mín	Máx	Proy.	Adecuado
		C7		90	250	150.00	
L8	44.11	C7	90.00	Mín	Máx	Proy.	Adecuado
		C8		60	160	90.00	
L9	113.33	C8	130.00	Mín	Máx	Proy.	Adecuado
		C9		60	220	130.00	
L10	19.06	C9	70.00	Mín	Máx	Proy.	Adecuado
		C10		40	120	70.00	
L11	19.41	C10	60.00	Mín	Máx	Proy.	Adecuado
		C11		30	100	60.00	
L12	81.41	C11	100.00	Mín	Máx	Proy.	Adecuado
		C12		60	170	100.00	
L13	40.99	C12	210.00	Mín	Máx	Proy.	Adecuado
		C13		140	420	210.00	
L14	17.51	C13	80.00	Mín	Máx	Proy.	Adecuado
		C14		50	140	80.00	
L15	26.64	C14	50.00	Mín	Máx	Proy.	Adecuado
		C15		30	90	50.00	
L16	179.39	C15	50.00	Mín	Máx	Proy.	Adecuado
		C16		30	90	50.00	
L18	81.09	C17	240.00	Mín	Máx	Proy.	Adecuado
		C18		145	465	240.00	
L19	37.99	C18	250.00	Mín	Máx	Proy.	Adecuado
		C19		150	470	250.00	
L20	55.03	C19	60.00	Mín	Máx	Proy.	Adecuado

		C20		30	100	60.00	
L21	116.96	C20	360.00	Mín	Máx	Proy.	Adecuado
		C21		200	1000	360.00	
L22	64.69	C21	80.00	Mín	Máx	Proy.	Adecuado
		C22		50	140	80.00	
L23	70.48	C22	25.00	Mín	Máx	Proy.	Adecuado
		C23		25	60	25.00	
L24	89.17	C23	190.00	Mín	Máx	Proy.	Adecuado
		C24		120	340	190.00	
L25	61.27	C24	220.00	Mín	Máx	Proy.	Adecuado
		C25		135	400	220.00	
L26	84.89	C25	200.00	Mín	Máx	Proy.	Adecuado
		C26		125	355	200.00	
L27	109.02	C26	100.00	Mín	Máx	Proy.	Adecuado
		C27		60	170	100.00	
L28	74.01	C27	80.00	Mín	Máx	Proy.	Adecuado
		C28		50	140	80.00	
L29	43.95	C28	150.00	Mín	Máx	Proy.	Adecuado
		C29		90	250	150.00	
L30	60.44	C29	150.00	Mín	Máx	Proy.	Adecuado
		C30		90	250	150.00	
L31	51.96	C30	25.00	Mín	Máx	Proy.	Adecuado
		C31		25	60	25.00	
L32	108.77	C31	150.00	Mín	Máx	Proy.	Adecuado
		C32		90	250	150.00	
L33	120.42	C32	200.00	Mín	Máx	Proy.	Adecuado
		C33		125	355	200.00	
L34	44.35	C33	130.00	Mín	Máx	Proy.	Adecuado
		C34		60	220	130.00	
L35	94.75	C34	25.00	Mín	Máx	Proy.	Adecuado
		C35		25	60	25.00	
L37	77.48	C36	290.00	Mín	Máx	Proy.	Adecuado
		C37		170	630	290.00	
L38	74.77	C37	350.00	Mín	Máx	Proy.	Adecuado
		C38		200	1000	350.00	
L39	68.46	C38	25.00	Mín	Máx	Proy.	Adecuado
		C39		25	60	25.00	

Fuente: Elaboración propia

Es posible observar que en los 37 casos cumplen con lo estipulado en el DG-2018, por tanto, en el diseño, los radios proyectados son los adecuados.

4.3.4.3 Correspondencia entre curvas

Es posible predecir una velocidad teórica teniendo el diseño horizontal y el radio de cada curva, esta velocidad es con la que los vehículos transitarán dichas curvas circulares. La variación de velocidad (ΔV) entre curvas consecutivas debe ser menor a 20 Km/h, con el propósito de verificar la correspondencia entre dichas curvas circulares.

Al emplear la fórmula siguiente se toma como variable la velocidad y se asigna el valor de los radios, es posible determinar la velocidad de cada curva del trazo.

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

Dónde:

- 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.

La tabla 42 detalla la variación (ΔV) de la velocidad entre dos curvas circulares consecutivas. Se asumió f_{\max} como 0.17 y P_{\max} igual al 0.12 correspondientes a la velocidad de diseño.

Tabla 42: Correspondencia entre curvas circulares consecutivas

Curva N°	Radio (m)	Velocidad teórica (Kph)	Variación(ΔV) Kph
C-1	80	54	
C-2	100	61	7.00
C-3	130	69	8.00
C-4	80	54	15.00
C-5	100	61	7.00
C-6	150	74	13.00
C-7	90	58	16.00
C-8	130	69	11.00
C-9	70	51	18.00
C-10	60	47	4.00
C-11	100	61	14.00
C-12	210	88	27.00

C-13	80	54	34.00
C-14	50	43	11.00
C-15	50	43	0.00
C-16	150	74	31.00
C-17	240	94	20.00
C-18	250	96	2.00
C-19	60	47	49.00
C-20	360	115	68.00
C-21	80	54	61.00
C-22	25	30	24.00
C-23	190	84	54.00
C-24	220	90	6.00
C-25	200	86	4.00
C-26	100	61	25.00
C-27	80	54	7.00
C-28	150	74	20.00
C-29	150	74	0.00
C-30	25	30	44.00
C31	150	74	44.00
C-32	200	86	12.00
C-33	130	69	17.00
C-34	25	30	39.00
C-35	160	77	47.00
C-36	290	103	26.00
C-37	350	114	11.00
C-38	25	30	84.00
C-39	400	121	91.00

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 42 mostrada anteriormente existen valores mayores a los 20 km/h. Esto se debe a la gran diferencia de radios entre dos curvas circulares consecutivas. Sin embargo, es posible reducir el peligro mediante una señalización adecuada en las curvas. Es poco admisible cambiar el radio de las curvas debido a que se presentaría mayores alturas de corte, esto demandaría mayor volumen de corte la cual generaría mayor costo.

4.3.5 Peraltes y transición de peraltes

El MTC (2018), a través del DG-2018 en la Figura 302.04 (Ver Anexo VI) establece los rangos de peralte en zona rural tipo 4. En la tabla 43 se han asignado valores de peralte en cada curva diseñada.

Tabla 43: Peralte asignados a las curvas diseñadas.

Peralte de curvas circulares					
N°	Radio(m)	Peralte asignado (%)	N°	Radio(m)	Peralte asignado (%)
C-1	80	6.3	C-21	80	6.3
C-2	100	5.8	C-22	25	12.0
C-3	130	4.8	C-23	190	3.4
C-4	80	6.3	C-24	220	3.0
C-5	100	5.8	C-25	200	3.2
C-6	150	4.0	C-26	100	5.8
C-7	90	6.2	C-27	80	6.3
C-8	130	4.8	C-28	150	4.0
C-9	70	7.3	C-29	150	4.0
C-10	60	8.1	C-30	25	12.0
C-11	100	5.8	C-31	150	4.0
C-12	210	3.1	C-32	200	3.2
C-13	80	6.8	C-33	130	4.8
C-14	50	9.0	C-34	25	12
C-15	50	9.0	C-35	160	3.9
C-16	150	4.0	C-36	290	2.3
C-17	240	2.8	C-37	350	1.9
C-18	250	2.7	C-38	25	12
C-19	60	8.1	C-39	400	1.7
C-20	360	1.8			

Fuente: Elaboración propia

Se definen los siguientes valores para calcular la longitud de transiciones de cada curva:

Clasificación de la carretera: carretera de tercera clase

Ancho de calzada = 6.00m

$B = \text{An. calzada} / 2 = 3.00\text{m}$

Tipo de zona: zona rural tipo 4

Tipo de orografía: escarpado Tipo 4

Bombeo: 3 %

Inclinación de berma: 4%

Velocidad(V) =30kph

$$L_{\text{mín}} = \frac{P_f - P_i}{i_{\text{pmax}}} B$$

$$i_{\text{pmax}} = 1.8 - 0.01v.$$

Donde: P_f= Peralte asignado, P_i= Bombeo.

A continuación, se indica la longitud de transición de peralte para cada curva circular:

Tabla 44: Longitud de transición asignados a las curvas diseñadas.

Longitud de transición de curvas circulares							
Curva N°	Radio (m)	Peralte asignado(%)	Longitud de Transición(m)	Curva N°	Radio(m)	Peralte asignado (%)	Longitud de Transición(m)
C-1	80	6.30	19.00	C-21	80	6.3	19.00
C-2	100	5.80	18.00	C-22	25	12	30.00
C-3	130	4.80	16.00	C-23	190	3.4	13.00
C-4	80	6.30	19.00	C-24	220	3	12.00
C-5	100	5.80	18.00	C-25	200	3.2	12.00
C-6	150	4.00	14.00	C-26	100	5.8	18.00
C-7	90	6.20	18.00	C-27	80	6.3	19.00
C-8	130	4.80	16.00	C-28	150	4	14.00
C-9	70	7.30	21.00	C-29	150	4	14.00
C-10	60	8.10	22.00	C-30	25	12	30.00
C-11	100	5.80	18.00	C-31	150	4	14.00
C-12	210	3.10	12.00	C-32	200	3.2	12.00
C-13	80	6.80	20.00	C-33	130	4.8	16.00
C-14	50	9.00	24.00	C-34	25	12	30.00
C-15	50	9.00	24.00	C-35	160	3.9	14.00
C-16	150	4.00	14.00	C-36	290	2.3	11.00
C-17	240	2.80	12.00	C-37	350	1.9	10.00
C-18	250	2.70	11.00	C-38	25	12	30.00
C-19	60	8.10	22.00	C-39	400	1.7	9.00
C-20	360	1.80	10.00				

Fuente: Elaboración propia.

4.3.6 Sobreanchos

Para calcular los sobreanchos de las curvas se toma en cuenta los siguientes parámetros:

- Número de carriles (n): 2
- Velocidad de diseño (V): 30 Km/h
- Vehículo de diseño: Camión C3

- Distancia entre la parte frontal y eje posterior del vehículo de diseño (L): 10.55 m

El sobreebancho se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$S_a = n(R - \sqrt{R^2 - L^2}) + \frac{V}{10\sqrt{R}}$$

Donde:

S_a = Sobreebancho (m)

R = Radio de la curva (m)

n = Número de carriles

L = Longitud del vehículo de diseño medido entre el eje posterior y la parte frontal del vehículo (m)

Los valores de sobreebanchos se indican en la tabla 45:

Tabla 45: Valores de sobreebancho adaptados a las curvas diseñadas

Valores de sobreebancho adaptados a las curvas circulares diseñadas					
Curva N°	Radio(m)	Sobreebancho	Curva N°	Radio(m)	Sobreebancho
C-1	80	1.8	C-21	80	1.80
C-2	100	1.5	C-22	25	1.50
C-3	130	1.2	C-23	190	1.20
C-4	80	1.8	C-24	220	1.80
C-5	100	1.5	C-25	200	1.50
C-6	150	1.00	C-26	100	1.00
C-7	90	1.70	C-27	80	1.70
C-8	130	1.20	C-28	150	1.20
C-9	70	2.00	C-29	150	2.10
C-10	60	2.40	C-30	25	2.40
C-11	100	1.50	C-31	150	1.50
C-12	210	0.80	C-32	200	0.80
C-13	80	1.85	C-33	130	1.80
C-14	50	2.80	C-34	25	2.80
C-15	50	2.80	C-35	160	2.80
C-16	150	1.00	C-36	290	1.20
C-17	240	0.70	C-37	350	0.70
C-18	250	0.70	C-38	25	0.70
C-19	60	2.40	C-39	400	2.40
C-20	360	0.50			

Fuente: Elaboración propia

4.3.7 Diseño del alineamiento vertical

Este diseño está controlado por la velocidad de diseño, condiciones de drenaje, condiciones de seguridad, valores estéticos y costos de construcción.

El perfil de la vía se ha diseñado de tal modo que la rasante se ajuste, en lo posible, al terreno. En el diseño de la configuración geométrica vertical se estableció una velocidad de diseño de 30 km/h conforme al estudio de tráfico.

4.3.7.1 Rasante, pendiente mínima y máxima

Para esta investigación, se han adoptado pendientes mayores a la máxima (10%), incrementándose hasta en 1% en casos excepcionales, así como también se tuvo en cuenta la pendiente mínima de 0.5%.

En la tabla 46 se listan los tramos en pendiente de entrada y salida al PIV junto con los puntos de inflexión verticales (PIV).

Tabla 46: Rectas en pendiente del alineamiento horizontal.

PVI N°	Progresiva	Elevación (m.s.n.s)	Pendiente en entrada	Pendiente en salida
1	0+652.606	1916.225	-8.45%	-9.99%
2	0+955.478	1885.970	-9.99%	-10.61%
3	1+1254.969	1854.184	-10.61%	-8.77%
4	1+776.597	1808.463	-8.77%	-10.53%
5	2+502.898	1731.980	-10.53%	-11.00%
6	3+387.267	1634.700	-11.00%	-10.82%
7	4+034.481	1564.669	-10.82%	-8.41%
8	4+546.979	1521.554	-8.41%	-9.95%
9	4+965.100	1479.936	-9.95%	-3.70%

Fuente: Elaboración propia.

Se observa que en su gran mayoría las pendientes son inferiores al 10%, a excepción de algunos casos que se aumentó hasta 1%, como lo recomienda el MTC en el DG-2018. También es importante tener

presente las siguientes consideraciones que establece el manual DG - 2018 en el diseño de la rasante:

- No es necesario establecer tramos de descanso, en longitudes mayores a 3 kilómetros con pendiente superiores al 5%, al no existir accesos continuos.
- El Manual DG-2018 establece que, se evita en lo posible que la pérdida de velocidad de vehículos pesados en subida supere los 15 Km/h.

Tabla 47: Diseño vertical longitudes en pendiente.

PVI N°	Progresiva	Pendiente en entrada	Longitud en pendiente(m)
1	0+652.606	-8.45%	802.152
2	0+955.478	-9.99%	297.962
3	1+125.969	-10.61%	308.457
4	1+776.597	-8.77%	560.773
5	2+502.898	-10.53%	909.520
6	3+387.267	-11.00%	1238.918
7	4+034.481	-10.82%	808.147
8	4+546.979	-8.41%	539.057
9	4+965.100	-9.95%	448.846

Fuente: Elaboración propia.

4.3.7.2 Curvas verticales

Se han diseñado de tal manera que tienen longitudes superiores a las distancias de visibilidad. Ambas curvas convexas y cóncavas se han diseñadas bajo ciertos parámetros.

- Velocidad de diseño = 30 km/h
- El tiempo de percepción - reacción mínimo requerido por el manual DG (2018) es de 2 seg.
- La distancia de visibilidad de adelantamiento de acuerdo a la figura 49 (Da) es de 110 m.
- La distancia de visibilidad de parada según tabla (Dp) varía desde 29m hasta 35m.

Tabla 48: Longitud mínima de curvas verticales en el diseño

Curvas verticales	Tipo de Curva	Pendiente de entrada(%)	Pendiente de salida(%)	A	Distancia de Parada Dp, por grafica(m)	Distancia de Parada Dp(m)	Distancia de visibilidad de paso Da(m)	Longitud de curva(m)	Longitud mínima, por Dp(m)	Longitud mínima, por Da(m)	Longitud mínima, por Estética (m)	Longitud mínima de CV(m)	Observación
1	Convexa	-8.45	-9.99	1.54	33	33	110	80.00	4.151	19.698	30	30	Cuenta con Dp
2	Convexa	-9.99	-10.61	0.62	33	33	110	100.00	1.671	7.930	30	30	Cuenta con Da y Dp
3	Cóncava	-10.61	-8.87	1.74	33	33	110	80.00	8.046		30	30	Cuenta con Dp
4	Convexa	-8.87	-10.53	1.66	33	33	110	120.00	4.475	21.233	30	30	Cuenta con Da y Dp
5	Convexa	-10.53	-11.00	0.47	33	33	110	80.00	1.267	6.012	30	30	Cuenta con Da y Dp
6	Cóncava	-11.00	-10.82	0.18	33	33	110	60.00	0.832		30	30	Cuenta con Dp
7	Cóncava	-10.82	-8.41	2.41	33	33	110	100.00	11.144		30	30	Cuenta con Dp
8	Convexa	-8.41	-9.95	1.54	33	33	110	100.00	4.151	19.698	30	30	Cuenta con Da y Dp
9	Cóncava	-9.95	-3.7	6.25	33	33	110	100.00	28.901		30	30	Cuenta con Dp

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 48, quedan definidas las curvas verticales, concluyendo que sus longitudes superan a las distancias de visibilidad de parada.

4.3.8 Diseño de la sección transversal

4.3.8.1 Calzada

El ancho de calzada en tangente viene a ser de 6 m, con dos carriles cuyo ancho de cada uno de estos es de 3 m (Ver anexo VI).

4.3.8.2 Bombeo

La carretera proyectada es a nivel de afirmado y la precipitación anual determinada es mayor a 500mm/año, el bombeo recomendado para el proyecto es de 3.00% según el DG - 2018.

4.3.8.3 Bermas

Para el caso de la presente carretera de tercera clase con terreno escarpado (tipo 4), para una velocidad de diseño 30 Km/h el ancho mínimo de las bermas en toda la vía es 0.5 m. (Ver anexo VI).

Las bermas serán a nivel de afirmado con una pendiente transversal de 4% tal como indica el manual de diseño geométrico de carreteras DG-2018. (Ver anexo VI).

4.3.8.4 Cunetas

Las cunetas diseñadas en el presente proyecto son revestidas de concreto ubicadas a un solo lado de la carretera.

El talud interior de la cuneta cuya inclinación depende, por condiciones de seguridad, del IMDA y la velocidad de diseño.

Tabla 49: Inclinaciones máximas del talud (V:H) interior de la cuneta

V.D(km/h)	I.M.D.A(Veh/Día)		
	<750		>750
<70	1:02	(*)	1:03
	1:03		
>70	1:03		1:04

(*) Sólo en casos muy especiales

Fuente: Manual de hidrología, hidráulica y drenaje MTC(2018)

El talud exterior de la cuneta se ha considerado (V:H) 1:2 .

Según MTC (2018) el procedimiento para determinar las obras de arte, en este caso cunetas, es el siguiente:

a) Capacidad de las cunetas

Para diseñar las cunetas se tiene en cuenta la precipitación media anual, según SENAMHI en la provincia de Chota es 916 mm.

b) Dimensiones mínimas de cunetas

Las dimensiones mínimas serán determinadas de acuerdo a las condiciones pluviales como se indica a continuación.

Tabla 50: 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

* Sección Trapezoidal con un ancho mínimo de fondo de 0.30m

Fuente: Manual de hidrología, hidráulica y drenaje (MTC, 2011).

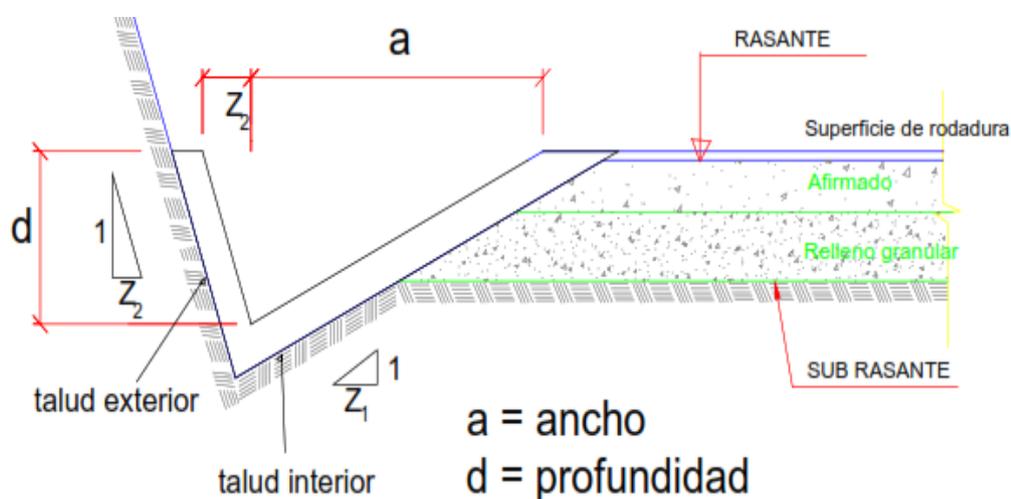


Figura 51: Cuneta de sección triangular.

Fuente: Manual de hidrología, hidráulica y drenaje MTC(2013)

Por tratarse de una región lluviosa, se considero cunetas con profundidad 0.30m y ancho 0.75 m tal como lo indica el manual de Hidrología, hidráulica y drenaje del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

c) Desagüe de las cunetas

Se efectuará la descarga a través de alcantarillas de alivio.

Por ser una zona lluviosa la longitud de las cunetas es de 250 m como máximo.

4.3.8.5 Derecho de vía

Según el MTC (2018), establece los anchos mínimos de derecho de vía conforme a la clasificación de carreteras por demanda.

Para este caso el derecho de vía es de 16 m por tratarse de una carretera de tercera clase. Sin embargo, las pautas dadas por la norma de carreteras DG 2018 también debe tenerse en cuenta.

El ancho de la faja de derecho de vía, en algunos casos establecidos por la autoridad pertinente se aumentará en 5.00m, (MTC,2018).

4.3.8.6 Taludes

En el DG-2018 se muestra valores para taludes en zonas de corte, las cuales se detalla a continuación:

Mediante el diseño geométrico se pueden determinar las alturas de corte los cuales están comprendidos en los rangos de 5 - 10 m y mayores a 10 m para rocas sueltas con taludes de 2:1.

Tabla 51: Taludes de corte (Relación H: V)

Progresiva	Altura de corte	V:H	Material
0+000 AL 1+500	5-10m	2:1	Limo o arcilla
1+500 AL 3+000	>10m	2:1	Limo o arcilla
3+000 AL 5+000	>10m	2:1	Limo o arcilla

Fuente: Elaboración propia.

4.4 Tipo de geosintético a utilizar

El MTC (2014), considera que las subrasantes cuyo CBR < 6% necesitan estabilización de suelo, con diferentes alternativas como estabilización mecánica, estabilización química, estabilización con geosintéticos, etc.

Según PAVCO (2012), señala que si se tiene subrasantes con CBR < 3% los geosintéticos absorben esfuerzos a tensión grandes que lo llevan a trabajar como refuerzo, es por ello que se debe diseñar por refuerzo y verificar los criterios para separación.

Los proyectos realizados durante años por entidades como AASHTO, FWHA, USACE, entre otros, llevaron a señalar que en los proyectos de carreteras generalmente se tienen problemas de refuerzo, separación, filtración y drenaje, por lo que los geosintéticos más usados para solucionar estos problemas son las geomallas y los geotextiles.

En la presente investigación se identificó que el principal problema de la carretera planteada es la presencia de suelos blandos, por lo que se diseñará principalmente para la función de refuerzo.

Las geomallas y algunos de los geotextiles cumplen la función de refuerzo por lo que se elegirá la que mejor se ajuste al proyecto mediante la comprobación de sus principales propiedades relacionándoles con su costo, para hacerlos rentables en el tiempo.

4.4.1 Geomallas

Las geomallas son geosintéticos diseñados para el reforzamiento de suelos blandos, dentro de las cuales existen tres tipos: las geomallas uniaxiales, biaxiales y triaxiales.

Las geomallas uniaxiales son utilizadas generalmente para estabilizar taludes por su configuración de abertura, por lo que no se considera para el diseño de la carretera en esta investigación.

Para el diseño de espesores de la carretera afirmada se trabajó con las geomallas biaxiales y triaxiales que son las más comunes en estructuras viales.

Dentro de las geomallas biaxiales se examinaron las geomallas BX 1100, BX 1200, P-BX11 y P-BX12 cuyos módulos de estabilidad de abertura o rigidez torsional “J” es como se describe en la tabla 52.

Tabla 52: Categorías de sub rasante.

Tipo de geomalla	J
BX 1100	0.32 m-N/grado
BX 1200	0.64 m-N/grado
P-BX 11	0.32 m-N/grado
P-BX 12	0.64 m-N/grado

Fuente: PAVCO y TENSAR.

Dentro de estos tipos se optó por utilizar las geomallas biaxial BX 1100, debido a que son las mejor recomendadas para carreteras cuyos vehículos de diseño son camiones de carga considerando que el CBR de diseño esta entre el 1 % - 3%. Porque las geomallas BX 1200 son utilizados para reforzar suelos blandos para soportar camiones todo terreno, cuyos pesos son mucho mayores a los camiones convencionales, tal como lo señala la empresa Tensar.

Tabla 53: Elección del tipo de geomalla biaxial.

Estabilización de la subrasante			
CBR<1	1 < CBR < 3	3 < CBR < 5	Condiciones de carga
BX1200* BX4200*	BX1100* BX4100*	BX1100 BX4100	Con camiones de carretera
BX1200* BX4200*	BX1200* BX4200*	BX1100 BX4100	Con vehículos todo terreno

* Para suelos designados como CL, ML, GM, GC, SP-SM, SC, SM, (conforme a la USCS) y para emplazamientos con una capa freática alta, un geotextil y malla Tensar o compuesto pueden ser de utilidad especialmente si los siguientes criterios de filtración no se ven satisfechos por la subrasante del suelo, el material de la subbase ni por el de la capa base (filtro):
D15 (filtro)/D85 (suelo) < 5

Fuente: (Tensar Earth Technologies, 1999)

En cuanto a las geomallas triaxiales, son aquellas cuyas aberturas son de forma triangular y permiten distribuir de mejor manera las cargas vehiculares transmitidas, dentro de este tipo de geomallas existen diversos tipos como la TX 140, TX 160, TX 170, entre otras más de diversos fabricantes. Es por ello que se puede elegir cualquiera de ellas, pero siempre considerando la rentabilidad económica, para el caso de esta investigación por tratarse de una carretera no pavimentadas sería suficiente la geomalla TX 140, que brinda suficiente capacidad de refuerzo debido a que se trabaja con bajas cargas de ejes equivalentes.

4.4.2 Geotextiles

Según los principales investigadores de los geosintéticos, los geotextiles se comportan como estabilizador de suelos cuando los CBR están entre 1% y 3%, además posee resistencia cortante entre los 30 kPa y 90 kPa en condiciones no saturadas. Es por ello que del estudio de suelos realizado se determinó estas condiciones de suelo, por lo que se utilizará un geotextil de refuerzo para el diseño del espesor de material granular de la carretera afirmada.

Los geotextiles pueden ser tejidos o no tejidos. Se escogió los geotextiles del tipo tejido debido a que son éstos los recomendados para la función de refuerzo de subrasantes blandas.

Una vez definido qué tipo de geotextil se pretende especificar, se buscó las fichas técnicas de los productos geotextiles de las principales empresas de este rubro, a partir de un diseño preliminar que permitió escoger entre varios el geotextil tejido TR 4000, ya que este cumplió con todos los requisitos mínimos necesarios.

Las principales características de este geotextil se detallan en la tabla 54

Tabla 54: Categorías de sub rasante.

Propiedad del geotextil	Valor (Tult)
Resistencia Grab	2500 N
Elongación del geotextil	23 %
Resistencia al estallido	1190 N
Resistencia al punzonado	181.6 N

Fuente: MTC (2014).

4.6 Diseño de espesores de la carretera

4.6.1 Cálculo del número de repeticiones de ejes equivalentes

Se calcula siguiendo el procedimiento descrito en el manual de carreteras (MTC, 2014) basado en la metodología AASHTO tomando en cuenta las siguientes relaciones.

a) Cálculo de EE día – Carril

$$EE_{\text{día-carril}} = IMD_{pi} \times F_d \times F_c \times F_{vpi} \times F_p$$

Donde:

IMD_{pi} = IMDA según tipo de vehículo pesado

$F_d = 0.5$ Factor direccional

$F_c = 1.0$ Factor carril

$F_p = 1.0$ Factor presión de neumáticos

Según el MTC (2014), los valores de F_d , F_c se obtiene de la tabla 55, y para el F_p recomienda 1.0 para el caso de afirmados.

Tabla 55: Factores de distribución direccional y de carril.

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor direccional (F_d)	Factor carril (F_c)	Factor ponderado $F_d \times F_c$
1 calzada	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Fuente: Elaboración propia, en base MTC (2014).

El factor vehículo pesado (F_{vpi}) se determina en base a la composición de ejes de cada tipo de vehículo como se muestra en la tabla 56 proporcionada por el manual de suelos y pavimentos del MTC.

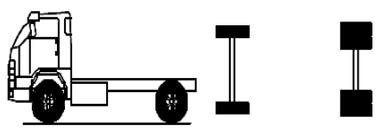
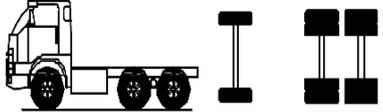
Tabla 56: Relación de cargas por eje para determinar EE para pavimentos flexibles, semirrígido y afirmados.

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 rueda doble+1 eje rueda simple) (EE_{TA1})	$EE_{TA1}=[P/14.8]^{4.0}$
Eje Tandem (2 ejes ruedas dobles) (EE_{TA2})	$EE_{TA2}=[P/15.1]^{4.0}$
P = Peso real por eje en toneladas	

Fuente: Elaboración propia, basado en (MTC, 2014).

El peso por eje “P” de obtiene de la tabla 57, proporcionada por el Reglamento Nacional de Vehículos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Tabla 57: 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
C2		12,30	7	11	---	---	---	18
C3		13,20	7	18	---	---	---	25

Fuente: Reglamento Nacional de Vehículos (MTC, 2003).

Reemplazando los datos en la formula se calcula el EE día – carril como se muestra en la tabla 58.

Tabla 58: Cálculo de EE día – carril.

TIPO DE VEHÍCULO	IMDA 2019	CARGA DE VEH. EJE	FACTOR E.E	Fvpi	EE día - carril
CAMIÓN C2	17	7	1.265	4.50365	38.2811
		11	3.238		
CAMIÓN C3	15	7	1.265	3.28458	24.6344
		18	2.019		

Fuente: Elaboración propia.

b) Cálculo del número de repeticiones de ejes equivalentes

De acuerdo al MTC (2014), para calcular el número de repeticiones de EE de 8.2 tn, en el periodo de diseño proyectado, se utiliza la siguiente fórmula.

$$N_{rep} \text{ de } EE_{8.2 \text{ tn}} = \sum [EE_{\text{día-carril}} \times F_{ca} \times 365]$$

$$F_{ca} = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

Donde:

$EE_{\text{día-carril}}$ = Ejes equivalentes por cada tipo de vehículo pesado.

$F_{ca} = 11.10$ Factor de crecimiento acumulado.

$r = 2.3\%$ Tasa anual de crecimiento para vehículos pesados.

$n = 10$ años Periodo de diseño.

Reemplazando datos en la formula se calcula el N_{rep} de $EE_{8.2 \text{ TN}}$:

Tabla 59: Número de ejes equivalentes.

TIPO DE VEHÍCULO	EE día-carril	F_{ca}	Días anuales	$EE_{d-c} \times F_{ca} \times 365$
Camión C2	38.2811	11.10	365	155111.17
Camión C3	24.6344	11.10	365	99816.03
Nrep de EE 8.2 tn =				254927.20

Fuente: Elaboración propia.

4.6.2 CBR de diseño

4.6.2.1 CBR de diseño de la subrasante

Para el diseño del pavimento se sectorizó la carretera de acuerdo a las características homogéneas del suelo de subrasante, según lo recomienda el MTC. Para la carretera en estudio se consideró 3 sectores de acuerdo al estudio de suelos como se detalla en el diagrama.

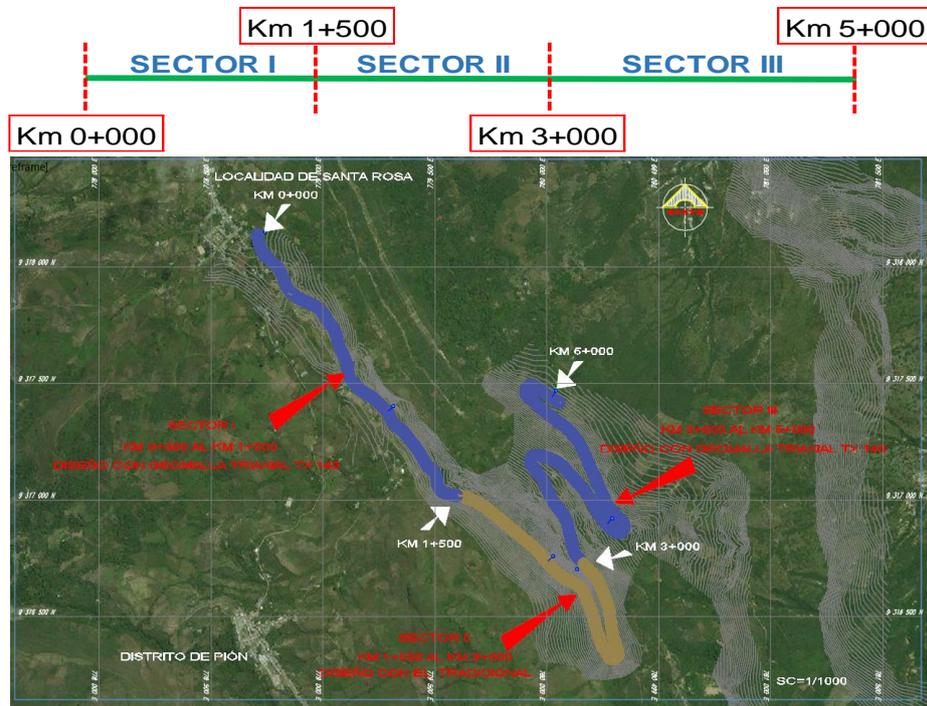


Figura 52: Diagrama de sectorización.

Fuente: Elaboración propia.

Para cada sector se consideraron los CBR más bajos para el diseño.

Tabla 60: Sectorización de carretera.

Sector	Progresivas	C.B.R. (%) de diseño
I	Km. 0+000 - Km. 1+500	1.80
II	Km. 1+500 - Km. 3+000	6.30
III	Km. 3+000 - Km. 5+000	2.00

Fuente: Elaboración propia.

4.6.2.2 CBR del material de afirmado

Para el material de afirmado se consideró la cantera Santa Rosa, ya que cumple con los parámetros establecidos por el MTC y es más cercana y accesible.

Tabla 61: Cantera para el diseño de carretera.

Cantera	Progresiva	C.B.R. al 100 %
Santa Rosa	Km. 0+000	45.00

Fuente: Elaboración propia.

4.6.3 Diseño de la estructura de la carretera

4.6.3.1 Diseño del sector I (Km 0+000 – Km 1+500)

a) Diseño sin geosintéticos

a.1) Cálculo del espesor de material de relleno granular

El cálculo del espesor de material de relleno granular se realizó mediante el método de Giroud - Han y se comparó con el espesor calculado con el método tradicional AASHTO.

Método Giroud - Han

Datos iniciales

P =	40	KN	Carga por rueda
p =	550	KPa	Presión de inflado de llanta
N =	254927	rep	Nº de pasadas de EE
r =	0.15	m	Radio del área de contacto de llanta

$$r = \sqrt{\frac{P}{\pi p}}$$

CBR _{bc} =	45	%	CBR de relleno
CBR _{sg} =	1.80	%	CBR de subrasante
R _E =	5.00		Relación de módulos

$$R_E = \frac{E_{bc}}{E_{sg}} = \frac{3.28 \text{ CBR}_{bc}^{0.3}}{\text{CBR}_{sg}} \leq 5$$

J =	0	N-m/º	Módulo de estabilidad de abertura
s =	40	mm	Máxima profundidad de ahuellamiento
f _s =	75	mm	Factor de profundidad de ahuellamiento
f _c =	30	Kpa	Factor relacionado al CBR
N _c =	3.14		No reforzado (N _c =3.14)

Comprobación de la capacidad de la subrasante

$$P_{h=0, \text{ sin refuerzo}} = \left[\frac{S}{f_s} \right] \pi r^2 N_c C_u = \left[\frac{S}{f_s} \right] \pi r^2 N_c f_c \text{CBR}_{sg}$$

$$P_{h=0, \text{ sin refuerzo}} = 13.1 \text{ KN} < 40 \text{ KN} \text{ Requiere refuerzo}$$

Cálculo de espesor de relleno granular requerido

$$h = \frac{0.868 + (0.661 - 1.006 J^2) \left(\frac{r}{h}\right)^{1.5} \log N}{1 + 0.204(R_E - 1)} \left(\sqrt{\frac{\frac{P}{\pi r^2}}{\frac{S}{f_s} \left[1 - 0.9e^{-\left(\frac{r}{h}\right)^2}\right] N_c f_c CBR_{sg}} - 1} \right) r$$

Luego de reemplazar los datos en la fórmula y de iterar se tiene:

$$h = 0.58 \text{ m}$$

Para fines constructivos se adopta 0.60 m

$$h = \mathbf{0.60 \text{ m}}$$

Método tradicional AASHTO

Se calculó el espesor de relleno con el método tradicional AASHTO indicado en el manual de Suelos y Pavimentos del MTC, para comparar con el espesor calculado con el método Giroud – Han.

$$E = \frac{\Delta SN}{a_i \times m_i}$$

Donde:

E= Espesor de reemplazo en cm.

$a_i = 0.037 \rightarrow$ Coeficiente estructural del material a colocar.

$m_i = 1.00 \rightarrow$ Coeficiente de drenaje del material a rellenar.

$$\Delta SN = SNe - SNm$$

SNm= Número estructural mejorado ($CBR \geq 10\%$)

SNe = Número estructural existente ($CBR < 6\%$)

Cálculo del número estructural existente (SNe)

Datos

R (%) =	70	Confiability
Zr =	-0.524	Desviación estándar normal
So =	0.45	Desviación estándar combinada
Pi =	3.80	Índice de serviciabilidad inicial
Pt =	2.00	Índice de serviciabilidad final
CBR _{sg} =	1.80	CBR de sub rasante a mejorar
M _r =	2700	Módulo resiliente
W18 =	254927	Número de ejes equivalentes
SNe =	3.56	

Con el uso del programa de AASHTO 93 se calculó el SNe

Figura 53: Cálculo del SNe sector I.

Fuente: Elaboración propia.

Cálculo del número estructural mejorado (SNm)

R (%) =	70	Confiabilidad
Zr =	-0.524	Desviación estándar normal
So =	0.45	Desviación estándar combinada
Pi =	3.80	Índice de serviciabilidad inicial
Pt =	2.00	Índice de serviciabilidad final
CBRsg =	45.00	CBR de sub rasante a mejorar
Mr =	29204	Módulo resiliente
W18 =	254927	Número de ejes equivalentes
SNm =	1.41	

Con el uso del programa de AASHTO 93 se calculó el SNm

Figura 54: Cálculo del SNm sector I.

Fuente: Elaboración propia.

Cálculo de espesor de material granular mínimo requerido con el método AASHTO

Reemplazando en la ecuación se tiene:

$a_i =$	0.037	Coficiente estructural de material a colocar
$m_i =$	1.00	Recomendado por el MTC
$S_{Ne} =$	3.56	Número estructural existente
$S_{Nm} =$	1.41	Número estructural mejorada

$$E = \frac{\Delta SN}{a_i \times m_i}$$

Donde:

$E =$ Espesor de reemplazo en cm.

$a_i = 0.037 \rightarrow$ Coficiente estructural del material a colocar.

$m_i = 1.00 \rightarrow$ Coficiente de drenaje del material a rellenar.

$\Delta SN = 2.15$

$$E = \mathbf{0.60 \text{ m}}$$

Espesor del relleno granular definido

Se pudo comprobar que el espesor calculado con el método Giroud - Han y el método tradicional AASHTO es el mismo, por lo que permite definir con certeza el espesor del relleno granular igual a 0.60 m.

$$h = \mathbf{0.60 \text{ m}}$$

a.2) Cálculo del espesor de afirmado con el método NAASRA

Se realiza el cálculo de espesor de afirmado como superficie de rodadura utilizando el método NAASRA brindado por el MTC en el Manual de Suelos y Pavimentos, como se muestra en la fórmula.

$$e = [219 - 211 \times (\log_{10} \text{CBR}) + 58 \times (\log_{10} \text{CBR})^2] \times \log_{10} \left(\frac{N_{rep}}{120} \right)$$

Donde:

$e =$ espesor de afirmado (mm)

$N_{rep} = 254927$ N_{rep} de $EE_{8.2 \text{ tn}}$ para el carril de diseño.

$\text{CBR} = 23 \%$ valor del CBR de la subrasante con material de relleno.

El valor de CBR para el diseño de espesor de afirmado del método NAASRA se calcula como el promedio ponderado del CBR del material de relleno (CBR_{bc}) con el que fue sustituido y el CBR del suelo debajo de este material (CBR_{sg}).

$$CBR = \frac{CBR_{bc} + CBR_{sg}}{2}$$

$$CBR = \frac{45 + 1.80}{2} = 23\%$$

Reemplazando datos se tiene:

$$e = 129.20 \text{ mm}$$

$$e = 0.129 \text{ m}$$

El espesor de afirmado adoptado como superficie de rodadura queda como:

$$e = \boxed{0.15 \text{ m}}$$

Diseño de la estructura del sector I sin geosintéticos

El diseño del sector I sin utilización de geosintéticos queda definido como el espesor de material de relleno y material de afirmado como superficie de rodadura.

$$e = \boxed{0.15 \text{ m}} \text{ (Espesor de afirmado)}$$

$$h = \boxed{0.60 \text{ m}} \text{ (Espesor de relleno)}$$

La estructura de la carretera en el sector I con el diseño tradicional sin geosintético) queda como se observa en la figura 55.

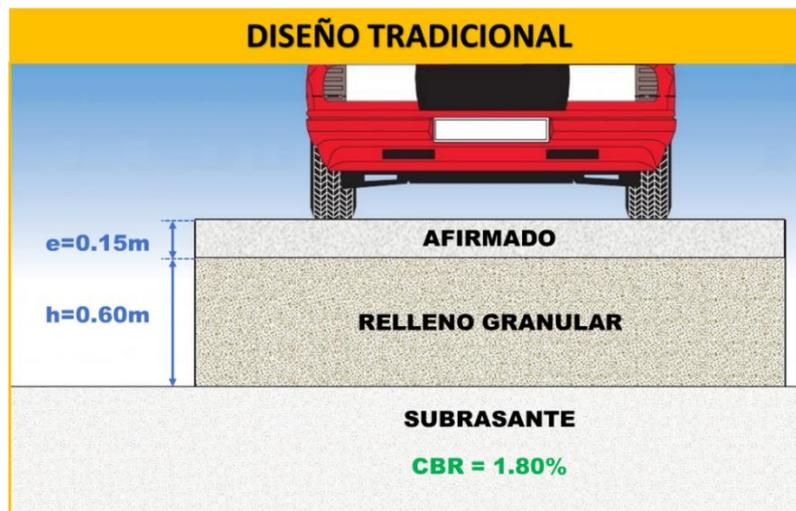


Figura 55: Diseño de espesores del sector I con el método tradicional.

Fuente: Elaboración propia.

b) Diseño con geosintéticos

b.1) Diseño con geomalla biaxial BX 1100

Datos iniciales

P =	40	KN	Carga por rueda
p =	550	KPa	Presión de inflado de llanta
N =	254927	rep	Nº de pasadas de EE
r =	0.15	m	Radio del área de contacto de llanta

$$r = \sqrt{\frac{P}{\pi p}}$$

CBR _{bc} =	45	%	CBR de relleno
CBR _{sg} =	1.80	%	CBR de subrasante
R _E =	5.00		Relación de módulos

$$R_E = \frac{E_{bc}}{E_{sg}} = \frac{3.28 \text{ CBR}_{bc}^{0.3}}{\text{CBR}_{sg}} \leq 5$$

J =	0.32	N-m/º	Módulo de estabilidad de abertura
s =	40	mm	Máxima profundidad de ahuellamiento
f _s =	75	mm	Factor de profundidad de ahuellamiento
f _c =	30	Kpa	Factor relacionado al CBR
N _c =	5.71		Reforzado con geomalla (N _c =5.71)

Cálculo de espesor de relleno granular requerido

Luego de reemplazar los datos en la fórmula y de iterar se tiene:

$$h = \frac{0.868 + (0.661 - 1.006 J^2) \left(\frac{r}{h}\right)^{1.5} \log N}{1 + 0.204(R_E - 1)} \left(\sqrt{\frac{\frac{P}{\pi r^2}}{\frac{s}{f_s} \left[1 - 0.9e^{-\left(\frac{r}{h}\right)^2}\right] N_c f_c \text{CBR}_{sg}} - 1} \right) r$$

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

Para fines constructivos se aproxima a 0.40 m

$$h = \boxed{0.40 \text{ m}}$$

Comprobación para la función de separación

Se comprueba la función de separación mediante el criterio del filtro, el cual indica que el diámetro de partículas del relleno correspondiente al

15% dividido entre el diámetro de las partículas de la subrasante correspondiente al 85% debe ser menor o igual a 5, para garantizar que no se necesita adicionarle un geotextil de separación debajo de la geomalla. Dichos datos se obtienen del análisis granulométrico de la cantera utilizada para el relleno (D_{15}) y de la subrasante de diseño (D_{85}).

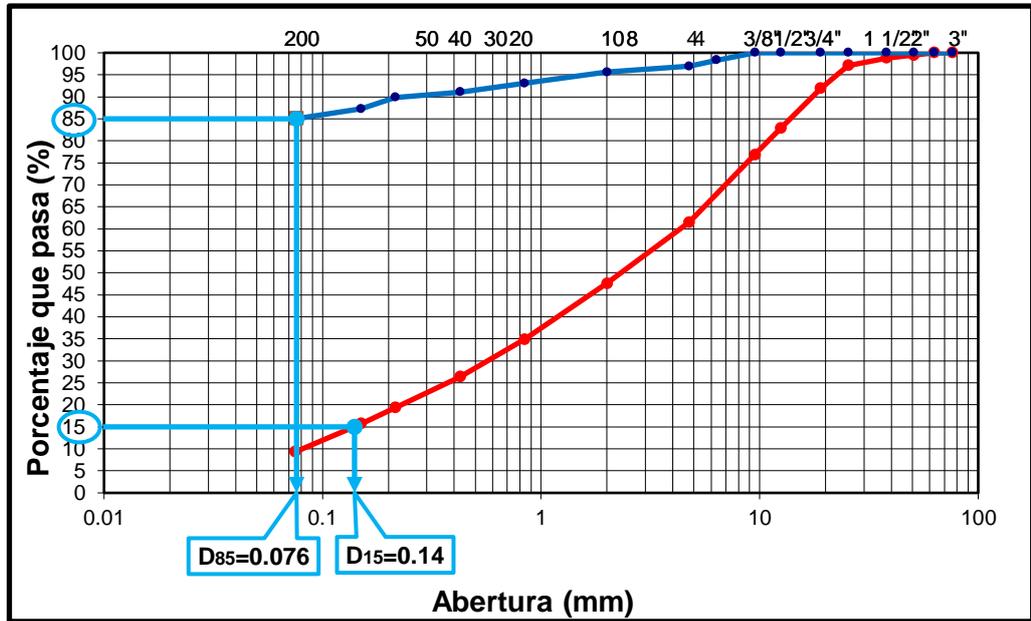


Figura 56: Comprobación del criterio de filtro, para el sector I con geomalla BX 1100.

Fuente: Elaboración propia.

$$\frac{D_{15 \text{ relleno}}}{D_{85 \text{ subrasante}}} \leq 5$$

$$\frac{0.14}{0.076} = 1.84 \leq 5 \text{ OK}$$

Cumple el criterio, por lo tanto, no es necesario adicionarle un geotextil de separación debajo de la geomalla.

Cálculo de espesor de afirmado con el método NAASRA

Se realiza el cálculo de espesor de afirmado como superficie de rodadura utilizando el método NAASRA brindado por el MTC en el Manual de Suelos y Pavimentos, como se muestra en la fórmula.

$$e = [219 - 211 \times (\log_{10} \text{CBR}) + 58 \times (\log_{10} \text{CBR})^2] \times \log_{10} \left(\frac{N_{\text{rep}}}{120} \right)$$

Donde:

e = espesor de afirmado (mm)

$N_{\text{rep}} = 254927$ N_{rep} de $EE_{8.2 \text{ tn}}$ para el carril de diseño.

$\text{CBR} = 23 \%$ valor del CBR de la subrasante con material de relleno.

El valor de CBR para el diseño de espesor de afirmado del método NAASRA se calcula como el promedio ponderado del CBR del material de relleno (CBR_{bc}) con el que fue sustituido y el CBR del suelo debajo de este material (CBR_{sg}).

$$CBR = \frac{CBR_{bc} + CBR_{sg}}{2}$$

$$CBR = \frac{45 + 1.80}{2} = 23\%$$

Reemplazando datos se tiene:

$$e = 129.20 \text{ mm}$$

$$e = 0.13 \text{ m}$$

El espesor de afirmado adoptado como superficie de rodadura queda como:

$$e = \boxed{0.15 \text{ m}}$$

Diseño de la estructura del sector I con geomalla biaxial BX 1100

El diseño del sector I con el empleo de la geomalla biaxial BX 1100 queda definido como la geomalla, el espesor de material de relleno y el material de afirmado como superficie de rodadura.

$$e = \boxed{0.15 \text{ m}} \text{ (Espesor de afirmado)}$$

$$h = \boxed{0.40 \text{ m}} \text{ (Espesor de relleno)}$$

La estructura de la carretera en el sector I con la geomalla biaxial BX 1100 queda como se observa en la figura 57.

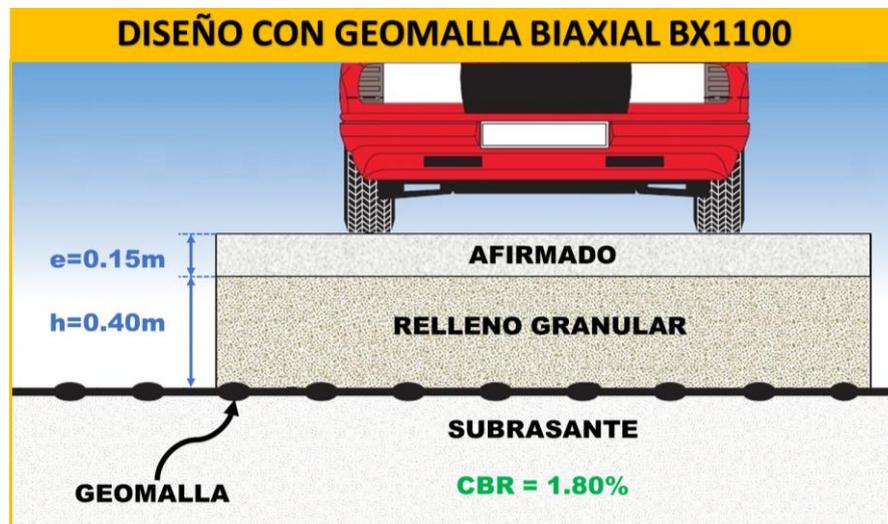


Figura 57: Diseño de espesores del sector I con geomalla biaxial BX 1100.

Fuente: Elaboración propia.

b.2) Diseño con geomalla triaxial TX 140

Datos iniciales

P =	40	KN	Carga por rueda
p =	550	KPa	Presión de inflado de llanta
N =	254927	rep	Nº de pasadas de EE
r =	0.15	m	Radio del área de contacto de llanta

$$r = \sqrt{\frac{P}{\pi p}}$$

CBR _{bc} =	45	%	CBR de relleno
CBR _{sg} =	1.80	%	CBR de subrasante
R _E =	5.00		Relación de módulos

$$R_E = \frac{E_{bc}}{E_{sg}} = \frac{3.28 \text{ CBR}_{bc}^{0.3}}{\text{CBR}_{sg}} \leq 5$$

J =	0.56	N-m/º	Módulo de estabilidad de abertura
s =	40	mm	Máxima profundidad de ahuellamiento
f _s =	75	mm	Factor de profundidad de ahuellamiento
f _c =	30	Kpa	Factor relacionado al CBR
N _c =	5.71		Reforzado con geomalla (N _c =5.71)

Cálculo de espesor de relleno granular requerido

Luego de reemplazar los datos en la fórmula y de iterar se tiene:

$$h = \frac{0.868 + (0.661 - 1.006 J^2) \left(\frac{r}{h}\right)^{1.5} \log N}{1 + 0.204(R_E - 1)} \left(\sqrt{\frac{\frac{P}{\pi r^2}}{\frac{s}{f_s} \left[1 - 0.9e^{-\left(\frac{r}{h}\right)^2}\right] N_c f_c \text{CBR}_{sg}} - 1} \right) r$$

$$h = 0.30 \text{ m}$$

Para fines constructivos se aproxima a 0.30 m

$$h = \boxed{0.30 \text{ m}}$$

Comprobación para la función de separación

Se comprueba la función de separación mediante el criterio del filtro, el cual indica que el diámetro de partículas del relleno correspondiente al 15% dividido entre el diámetro de las partículas de la subrasante correspondiente al 85% debe ser menor o igual a 5, para garantizar que

no se necesita adicionarle un geotextil de separación debajo de la geomalla. Dichos datos se obtienen del análisis granulométrico de la cantera utilizada para el relleno (D_{15}) y de la subrasante de diseño (D_{85}).

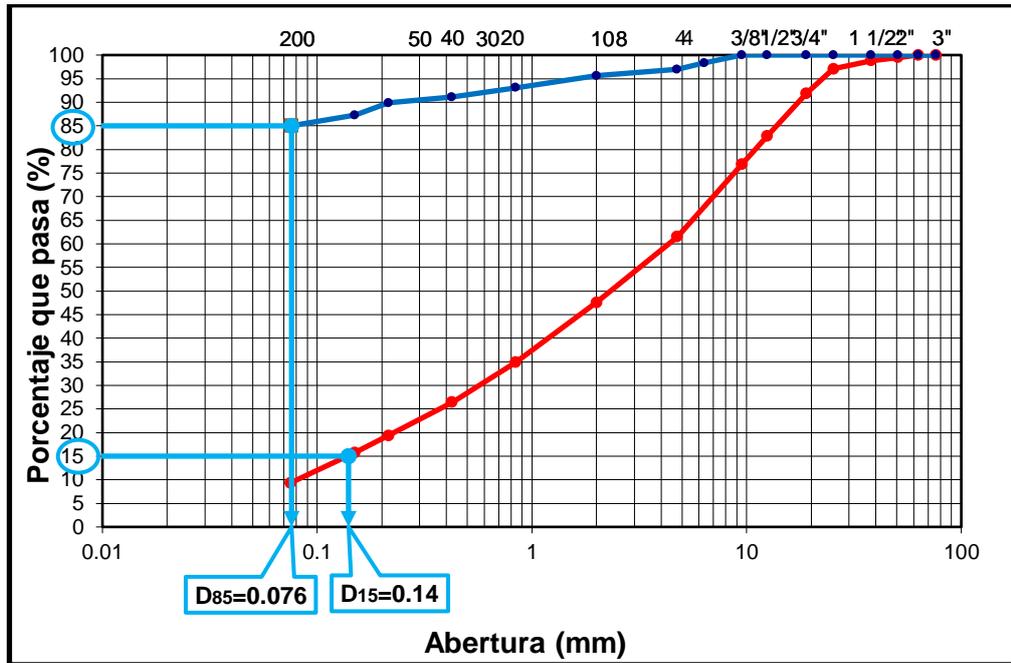


Figura 58: Comprobación del criterio de filtro, para el sector I con geomalla TX 140.

Fuente: Elaboración propia.

$$\frac{D_{15 \text{ relleno}}}{D_{85 \text{ subrasante}}} \leq 5$$

$$\frac{0.14}{0.076} = 1.84 \leq 5 \text{ OK}$$

Cumple el criterio, por lo tanto, no es necesario adicionarle un geotextil de separación debajo de la geomalla.

Cálculo de espesor de afirmado con el método NAASRA

Se realiza el cálculo de espesor de afirmado como superficie de rodadura utilizando el método NAASRA brindado por el MTC en el Manual de Suelos y Pavimentos, como se muestra en la fórmula.

$$e = [219 - 211 \times (\log_{10} \text{CBR}) + 58 \times (\log_{10} \text{CBR})^2] \times \log_{10} \left(\frac{N_{\text{rep}}}{120} \right)$$

Donde:

e = espesor de afirmado (mm).

$N_{\text{rep}} = 254927$ N_{rep} de EE_{8.2 tn} para el carril de diseño.

$\text{CBR} = 23 \%$ valor del CBR de la subrasante con material de relleno.

El valor de CBR para el diseño de espesor de afirmado del método NAASRA se calcula como el promedio ponderado del CBR del material de relleno (CBR_{bc}) con el que fue sustituido y el CBR del suelo debajo de este material (CBR_{sg}).

$$CBR = \frac{CBR_{bc} + CBR_{sg}}{2}$$

$$CBR = \frac{45 + 1.80}{2} = 23\%$$

Reemplazando datos se tiene:

$$e = 129.20 \text{ mm}$$

$$e = 0.13 \text{ m}$$

El espesor de afirmado adoptado como superficie de rodadura queda como:

$$e = \boxed{0.15 \text{ m}}$$

Diseño de la estructura del sector I con geomalla triaxial TX 140

El diseño del sector I con el empleo de la geomalla triaxial TX 140 queda definido como la geomalla, el espesor de material de relleno y el material de afirmado como superficie de rodadura.

$$e = \boxed{0.15 \text{ m}} \text{ (Espesor de afirmado)}$$

$$h = \boxed{0.30 \text{ m}} \text{ (Espesor de relleno)}$$

La estructura de la carretera en el sector I con la geomalla triaxial TX 140 queda como se observa en la figura 59.

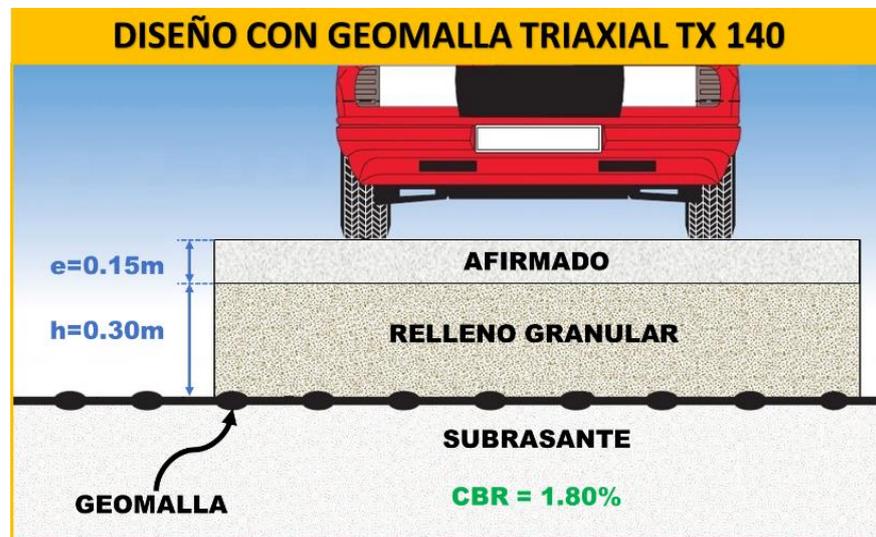


Figura 59: Diseño de espesores del sector I con geomalla triaxial TX 140.
Fuente: Elaboración propia.

b.3) Diseño con geotextil TR 4000

Datos iniciales

P =	40	KN	Carga por rueda
p =	550	KPa	Presión de inflado de llanta
N =	254927	rep	Nº de pasadas de EE
r =	0.15	m	Radio del área de contacto de llanta

$$r = \sqrt{\frac{P}{\pi p}}$$

CBR _{bc} =	45	%	CBR de relleno
CBR _{sg} =	1.80	%	CBR de subrasante
R _E =	5.00		Relación de módulos

$$R_E = \frac{E_{bc}}{E_{sg}} = \frac{3.28 \text{ CBR}_{bc}^{0.3}}{\text{CBR}_{sg}} \leq 5$$

J =	0	N-m/º	Módulo de estabilidad de abertura
s =	40	mm	Máxima profundidad de ahuellamiento
f _s =	75	mm	Factor de profundidad de ahuellamiento
f _c =	30	Kpa	Factor relacionado al CBR
N _c =	5.14		Reforzado con geotextil (N _c =5.14)

Cálculo de espesor de relleno granular requerido

Luego de reemplazar los datos en la fórmula y de iterar se tiene:

$$h = \frac{0.868 + (0.661 - 1.006 J^2) \left(\frac{r}{h}\right)^{1.5} \log N}{1 + 0.204(R_E - 1)} \left(\sqrt{\frac{\frac{P}{\pi r^2}}{\frac{s}{f_s} \left[1 - 0.9e^{-\left(\frac{r}{h}\right)^2}\right] N_c f_c \text{CBR}_{sg}} - 1} \right) r$$

$$h = 0.44 \text{ m}$$

Para fines constructivos se aproxima a 0.45 m

$$h = \boxed{0.45 \text{ m}}$$

Verificación por separación

El geotextil debe ser verificado para la función de separación mediante el método por función, que consiste en comprobar los valores requeridos por estallido, por resistencia a la tensión (GRAB) y por punzonamiento.

Resistencia a tención GRAB (ASTM D4632)

$$T_{req} = p' * 10^{-3} * (d_v)^2 * [f(\epsilon)]$$

$p' = 550$ kPa	Esfuerzo en la superficie del geotextil: $p' < p$ (kPa)
$p = 550$ kPa	Presión de inflado (kPa)
$d_a = 50.0$ mm	Diámetro máx de partículas de agregado (mm)
$d_v = 16.5$ mm	Diámetro máximo de los vacíos (mm) (0.33 d_a)

$$\epsilon = \frac{4(d/2) - 3(d/2)}{3(d/2)} \times 100$$

$$d = 50 \text{ mm}$$

$$\epsilon (\%) = 22 \%$$

De la tabla 7 se tiene:

$$f(\epsilon) = 0.56$$

Reemplazando en la fórmula

$$T_{req} = 84.00 \text{ N} \quad \text{Resistencia GRAB requerida (N)}$$

Asumir un factor de seguridad FS_g

$$FS_g = 2.00$$

$$FS_p = 1.50$$

Se sabe:

$$FS_g = \frac{T_{adm}}{T_{req}} \quad T_{adm} = \frac{T_{ult}}{FS_p}$$

Reemplazando:

$$T_{ult} = FS_g \times FS_p \times T_{req}$$

$$T_{ult} = 252 \text{ N}$$

Resistencia al punzonamiento (ASTM D6241)

$$F_{reqd} = p' d_a^2 S_1 S_2 S_3$$

$$S_1 = 0.6$$

$$S_2 = 0.6$$

$$S_3 = 0.7$$

$$p' = 550 \text{ kPa}$$

$$d_a = 50 \text{ mm}$$

Remplazando en la fórmula

$$F_{reqd} = p'd_a^2 S_1 S_2 S_3$$

$$F_{reqd} = 346.50 \text{ N}$$

Factores de reducción acumulados

$$FS_p = 1.5$$

Asumir el factor de seguridad

$$FS_g = 2.0$$

Cálculo de F_{ult}

$$F_{ult} = 1040 \text{ N}$$

Resistencia al estallido Mullen Burst (ASTM3786)

Se sabe que:

$$FS_g = \frac{T_{adm}}{T_{req}} \quad T_{adm} = \frac{T_{ult}}{FS_p}$$

Reemplazando:

$$T_{ult} = FS_g \times FS_p \times T_{req}$$

Remplazando la ecuación queda:

$$FS_g = \frac{p_{test} \times d_{test}}{FS_p \times p' \times d_v}$$
$$p_{test} = \frac{FS_g \times FS_p \times p' \times d_v}{d_{test}}$$

Sabiendo que:

$d_{test} = 30.48$	Diámetro del diafragma - ensayo Burst
$d_v = 0.33d_a$	Diámetro máximo de los vacíos
$p' = 550 \text{ kPa}$	Esfuerzo en la superficie del geotextil: $p' < p$
$d_a = 50 \text{ mm}$	Diámetro máx de partículas de agregado
$p = 550 \text{ kPa}$	Presión de inflado (kPa)
$FS_p = 1.5$	

Se asume un FS_g , para calcular la presión del ensayo al reventado.

$$FS_g = 2.0$$

$$p_{test} = \frac{FS_g \times FS_p \times p' \times 0.33d_a}{30.48}$$

$$P_{test} = 894 \text{ kPa}$$

Con estos valores requeridos comprobamos en las fichas técnicas (Anexo VIII) si cumple o no con los valores mínimos.

El factor de seguridad debe ser mayor a 1:

$$FS = \frac{T_{adm}}{T_{req}} > 1$$

Donde:

FS = Factor de seguridad

Tadm= Propiedad especificada por el fabricante.

Treq= Propiedad requerida del diseño.

Tabla 62: Verificación de las propiedades de geotextil TR 4000 sector I.

Propiedad	Norma	Treq	Tadm	FS	Chequeo
Resistencia a la tensión (GRAB)	ASTM D4632	252 N	2400 N	9.52	Cumple
Resistencia al punzonamiento	ASTM D4833	1040 N	1060 N	1.02	Cumple
Resistencia al estallido	ASTM D3786	894 Kpa	6653 Kpa	7.44	Cumple

Fuente: Elaboración propia.

Cálculo de espesor de afirmado con el método NAASRA

Se realiza el cálculo de espesor de afirmado como superficie de rodadura utilizando el método NAASRA brindado por el MTC en el Manual de Suelos y Pavimentos, como se muestra en la fórmula.

$$e = [219 - 211 \times (\log_{10} CBR) + 58 \times (\log_{10} CBR)^2] \times \log_{10} \left(\frac{N_{rep}}{120} \right)$$

Donde:

e = espesor de afirmado (mm).

Nrep = 254927 Nrep de EE_{8.2 tn} para el carril de diseño.

CBR = 23 % valor del CBR de la subrasante con material de relleno.

El valor de CBR para el diseño de espesor de afirmado del método NAASRA se calcula como el promedio ponderado del CBR del material

de relleno (CBR_{bc}) con el que fue sustituido y el CBR del suelo debajo de este material (CBR_{sg}).

$$CBR = \frac{CBR_{bc} + CBR_{sg}}{2}$$

$$CBR = \frac{45 + 1.80}{2} = 23\%$$

Reemplazando datos se tiene:

$$e = 129.20 \text{ mm}$$

$$e = 0.13 \text{ m}$$

El espesor de afirmado adoptado como superficie de rodadura queda como:

$$e = \boxed{0.15 \text{ m}}$$

Diseño de la estructura del sector I con geotextil TR 4000

El diseño del sector I con el empleo del geotextil TR 4000 queda definido como el geotextil, el espesor de material de relleno y el material de afirmado como superficie de rodadura.

$$e = \boxed{0.15 \text{ m}} \text{ (Espesor de afirmado)}$$

$$h = \boxed{0.45 \text{ m}} \text{ (Espesor de relleno)}$$

La estructura de la carretera en el sector I con el geotextil TR 4000 queda como se observa en la figura 60.

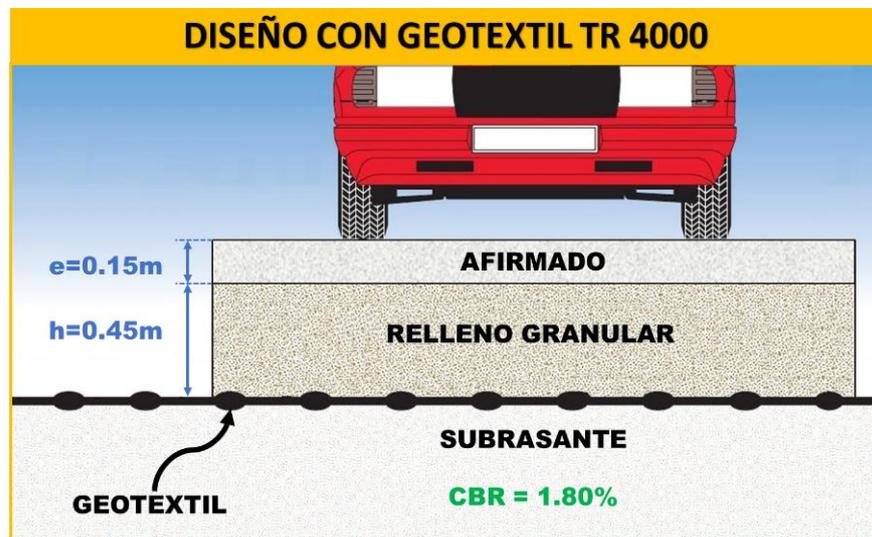


Figura 60: Diseño de espesores del sector I con geotextil TR4000.
Fuente: Elaboración propia.

4.6.3.2 Diseño del sector II (Km 1+500 – Km 3+000)

Para el diseño del sector II no se considera refuerzo, debido a que presenta un CBR de diseño mayor a 6%, por lo que no requiere estabilización como lo indica el manual de suelos y pavimentos de MTC.

Cálculo de espesor de afirmado con el método NAASRA

Se realiza el cálculo de espesor de afirmado utilizando el método tradicional NAASRA brindado por el MTC en el Manual de Suelos y Pavimentos, como se muestra en la fórmula.

$$e = [219 - 211 \times (\log_{10} \text{CBR}) + 58 \times (\log_{10} \text{CBR})^2] \times \log_{10} \left(\frac{N_{rep}}{120} \right)$$

Donde:

e = espesor de afirmado (mm).

CBR = 6.30 % valor del CBR de la subrasante.

Nrep = 254927 Nrep de EE_{8.2 tn} para el carril de diseño.

Reemplazando se tiene

$$e = 290.79 \text{ mm}$$

$$e = 0.29 \text{ m}$$

El espesor de afirmado queda definido como 0.30 m:

$$e = \boxed{0.30 \text{ m}}$$

La estructura de la carretera en el sector II queda como se aprecia en la figura 61.

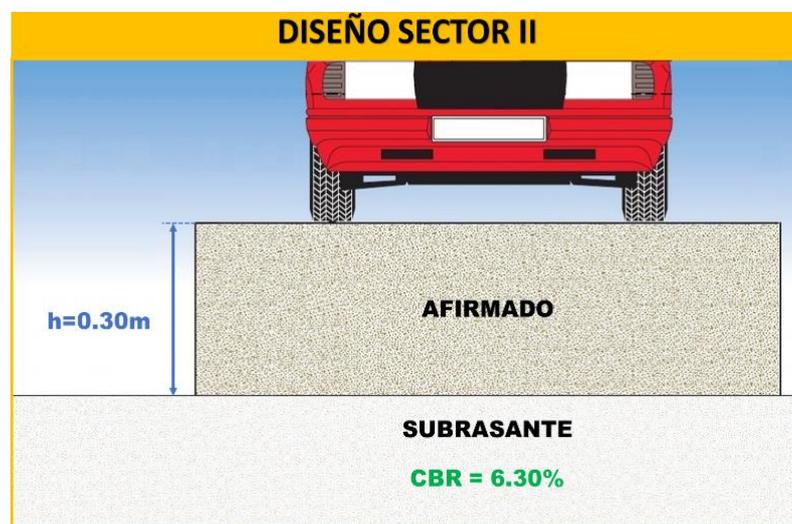


Figura 61: Diseño de espesor de afirmado del sector II.

Fuente: Elaboración propia.

4.6.3.3 Diseño del sector III (Km 3+000 – Km 5+000)

a) Diseño sin geosintéticos

a.1) Cálculo del espesor de material de relleno granular

El cálculo del espesor de material de relleno granular se realizó mediante el método de Giroud - Han y se comparó con el espesor calculado con el método tradicional AASHTO.

Método Giroud - Han

Datos iniciales

P =	40	KN	Carga por rueda
p =	550	KPa	Presión de inflado de llanta
N =	254927	rep	N° de pasadas de EE
r =	0.15	m	Radio del área de contacto de llanta

$$r = \sqrt{\frac{P}{\pi p}}$$

CBR _{bc} =	45	%	CBR de relleno
CBR _{sg} =	2.00	%	CBR de subrasante
R _E =	5.00		Relación de módulos

$$R_E = \frac{E_{bc}}{E_{sg}} = \frac{3.28 \text{ CBR}_{bc}^{0.3}}{\text{CBR}_{sg}} \leq 5$$

J =	0	N-m/°	Módulo de estabilidad de abertura
s =	40	mm	Máxima profundidad de ahuellamiento
f _s =	75	mm	Factor de profundidad de ahuellamiento
f _c =	30	Kpa	Factor relacionado al CBR
N _c =	3.14		No reforzado (N _c =3.14)

Comprobación de la capacidad de la subrasante

$$P_{h=0, \text{ sin refuerzo}} = \left[\frac{S}{f_s} \right] \pi r^2 N_c C_u = \left[\frac{S}{f_s} \right] \pi r^2 N_c f_c \text{ CBR}_{sg}$$

$$P_{h=0, \text{ sin refuerzo}} = 14.6 \text{ KN} < 40 \text{ Requiere refuerzo}$$

Cálculo de espesor de relleno granular requerido

$$h = \frac{0.868 + (0.661 - 1.006 J^2) \left(\frac{r}{h}\right)^{1.5} \log N}{1 + 0.204(R_E - 1)} \left(\sqrt{\frac{\frac{P}{\pi r^2}}{\frac{S}{f_s} \left[1 - 0.9e^{-\left(\frac{r}{h}\right)^2}\right] N_c f_c CBR_{sg}} - 1}} \right) r$$

Luego de reemplazar los datos en la fórmula y de iterar se tiene:

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

Se adopta un espesor de 0.55 m

$$h = \boxed{0.55 \text{ m}}$$

Método tradicional AASHTO

Se calculó el espesor de relleno con el método tradicional AASHTO indicado en el manual de Suelos y pavimentos del MTC, para comparar con el espesor calculado con el método Giroud – Han.

$$E = \frac{\Delta SN}{a_i \times m_i}$$

Donde:

E= Espesor de reemplazo en cm.

$a_i = 0.037 \rightarrow$ Coeficiente estructural del material a colocar.

$m_i = 1.00 \rightarrow$ Coeficiente de drenaje del material a rellenar.

$$\Delta SN = SNe - SNm$$

SNm= Número estructural mejorado ($CBR \geq 10\%$)

SNe = Número estructural existente ($CBR < 6\%$)

Cálculo del número estructural existente (SNe)

Datos

R (%) =	70	Confiability
Zr =	-0.524	Desviación estándar normal
So =	0.45	Desviación estándar combinada
Pi =	3.80	Índice de serviciabilidad inicial
Pt =	2.00	Índice de serviciabilidad final
CBR _{sg} =	2.00	CBR de sub rasante a mejorar
M _r =	3000	Módulo resiliente
W18 =	254927	Número de ejes equivalentes
SNe =	3.43	

Con el uso del programa de AASHTO 93 se calculó el SNe

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' window. The 'Tipo de Pavimento' is 'Pavimento flexible'. The 'Confianza (R) y Desviación estándar (So)' are 70% and 0.45. The 'Serviciabilidad inicial y final' are 3.8 and 2.0. The 'Módulo resiliente de la subrasante' (Mr) is 3000 psi. The 'Número Estructural' (SN) is calculated as 3.43. The 'W18' value is 254927.

Figura 62: Cálculo del SNe sector III.

Fuente: Elaboración propia.

Cálculo del número estructural mejorado (SNm)

R (%) =	70	Confianza
Zr =	-0.524	Desviación estándar normal
So =	0.45	Desviación estándar combinada
Pi =	3.80	Índice de serviciabilidad inicial
Pt =	2.00	Índice de serviciabilidad final
CBRsg =	45.00	CBR de sub rasante a mejorar
Mr =	29204	Módulo resiliente
W18 =	254927	Número de Ejes Equivalentes
SNm =	1.41	

Con el uso del programa de AASHTO 93 se calculó el SNm

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' window. The 'Tipo de Pavimento' is 'Pavimento flexible'. The 'Confianza (R) y Desviación estándar (So)' are 70% and 0.45. The 'Serviciabilidad inicial y final' are 3.8 and 2.0. The 'Módulo resiliente de la subrasante' (Mr) is 29204 psi. The 'Número Estructural' (SNm) is calculated as 1.41. The 'W18' value is 254927.

Figura 63: Cálculo del SNm sector III.

Fuente: Elaboración propia.

Cálculo de espesor de material granular mínimo requerido con el método AASHTO

Reemplazando en la ecuación se tiene:

$a_i =$	0.037	Para carreteras con EE entre
$m_i =$	1.00	Recomendado por el MTC
$S_{Ne} =$	3.43	Número estructural existente
$S_{Nm} =$	1.41	Número estructural mejorada

$$E = \frac{\Delta SN}{a_i \times m_i}$$

Donde:

E= Espesor de reemplazo en cm.

$a_i = 0.037 \rightarrow$ Coeficiente estructural del material a colocar.

$m_i = 1.00 \rightarrow$ Coeficiente de drenaje del material a rellenar.

$\Delta SN = 2.02$

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

Espesor del relleno granular definido

Se pudo comprobar que el espesor calculado con el método Giroud - Han y el método tradicional AASHTO es el mismo, por lo que permite definir con certeza el espesor del relleno granular igual a 0.55 m.

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

a.2) Cálculo del espesor de afirmado con el método NAASRA

Se realiza el cálculo de espesor de afirmado como superficie de rodadura utilizando el método NAASRA brindado por el MTC en el Manual de Suelos y Pavimentos, como se muestra en la fórmula.

$$e = [219 - 211 \times (\log_{10} \text{CBR}) + 58 \times (\log_{10} \text{CBR})^2] \times \log_{10} \left(\frac{N_{rep}}{120} \right)$$

Donde:

e = espesor de afirmado (mm).

$N_{rep} = 254927$ N_{rep} de $EE_{8.2 \text{ tn}}$ para el carril de diseño.

$\text{CBR} = 24 \%$ valor del CBR de la subrasante con material de relleno.

El valor de CBR para el diseño de espesor de afirmado del método NAASRA se calcula como el promedio ponderado del CBR del material de relleno (CBR_{bc}) con el que fue sustituido y el CBR del suelo debajo de este material (CBR_{sg}).

$$CBR = \frac{CBR_{bc} + CBR_{sg}}{2}$$

$$CBR = \frac{45 + 2.0}{2} = 23.5\%$$

Reemplazando datos se tiene:

$$e = 127.32 \text{ mm}$$

$$e = 0.13 \text{ m}$$

El espesor de afirmado adoptado como superficie de rodadura queda como:

$$e = 0.15 \text{ m}$$

Diseño de la estructura del sector III sin geosintéticos

El diseño del sector III sin utilización de geosintéticos queda definido como el espesor de material de relleno y material de afirmado como superficie de rodadura.

$$e = 0.15 \text{ m} \text{ (Espesor de afirmado)}$$

$$h = 0.55 \text{ m} \text{ (Espesor de relleno)}$$

La estructura de la carretera en el sector III con el diseño tradicional sin geosintético) queda como se observa en la figura 64.

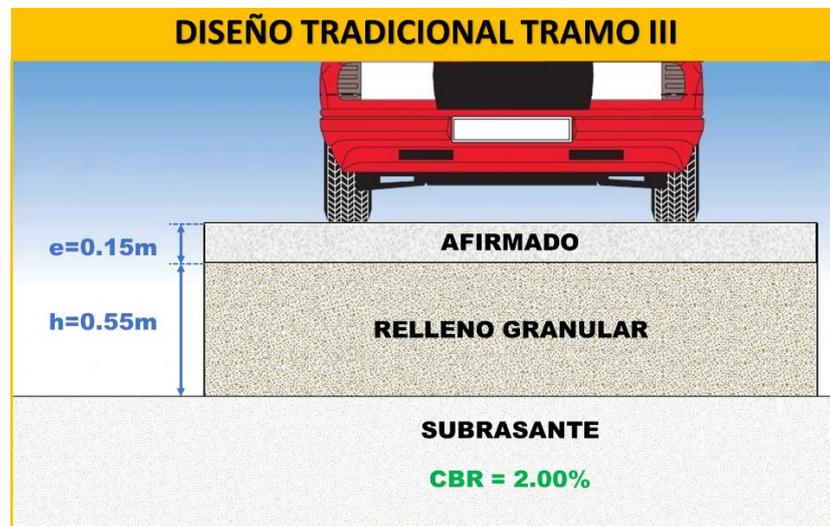


Figura 64: Diseño de espesores del sector III con el método tradicional.

Fuente: Elaboración propia.

b) Diseño con geosintéticos

b.1) Diseño con geomalla biaxial BX 1100

Datos iniciales

P =	40	KN	Carga por rueda
p =	550	KPa	Presión de inflado de llanta
N =	254927	rep	N° de pasadas de EE
r =	0.15	m	Radio del área de contacto de llanta
$r = \sqrt{\frac{P}{\pi p}}$			
CBR _{bc} =	45	%	CBR de relleno
CBR _{sg} =	2.00	%	CBR de subrasante
R _E =	5.00		Relación de módulos
$R_E = \frac{E_{bc}}{E_{sg}} = \frac{3.28 \text{ CBR}_{bc}^{0.3}}{\text{CBR}_{sg}} \leq 5$			
J =	0.32	N-m/°	Módulo de estabilidad de abertura
s =	40	mm	Máxima profundidad de ahuellamiento
f _s =	75	mm	Factor de profundidad de ahuellamiento
f _c =	30	Kpa	Factor relacionado al CBR
N _c =	5.71		Reforzado con geomalla (N _c =5.71)

Cálculo de espesor de material granular requerido

Luego de reemplazar los datos en la fórmula y de iterar se tiene:

$$h = \frac{0.868 + (0.661 - 1.006 J^2) \left(\frac{r}{h}\right)^{1.5} \log N}{1 + 0.204(R_E - 1)} \left(\sqrt{\frac{\frac{P}{\pi r^2}}{\frac{s}{f_s} \left[1 - 0.9e^{-\left(\frac{r}{h}\right)^2}\right] N_c f_c \text{CBR}_{sg}} - 1} \right) r$$

$$h = 0.35 \text{ m}$$

Se adopta un espesor de 0.35 m

$$h = \boxed{0.35 \text{ m}}$$

Comprobación para la función de separación

Se comprueba la función de separación mediante el criterio del filtro, el cual indica que el diámetro de partículas del relleno correspondiente al

15% dividido entre el diámetro de las partículas de la subrasante correspondiente al 85% debe ser menor o igual a 5, para garantizar que no se necesita adicionarle un geotextil de separación debajo de la geomalla. Dichos datos se obtienen del análisis granulométrico de la cantera utilizada para el relleno (D_{15}) y de la subrasante de diseño (D_{85}).

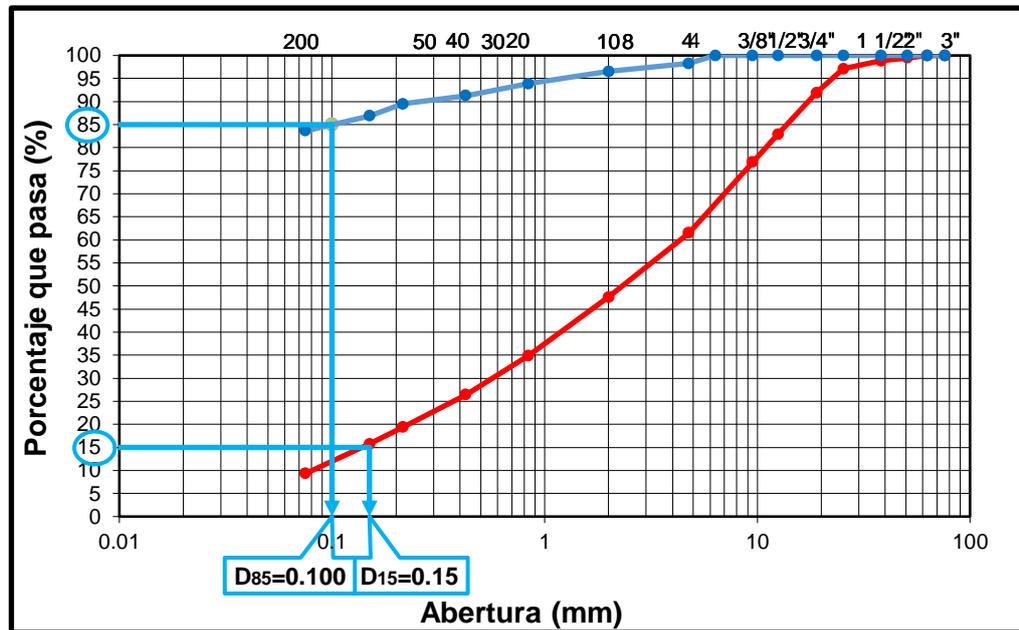


Figura 65: Comprobación del criterio de filtro, para el sector III con geomalla BX1100.

Fuente: Elaboración propia.

$$\frac{D_{15 \text{ relleno}}}{D_{85 \text{ subrasante}}} \leq 5$$

$$\frac{0.15}{0.10} = 1.50 \leq 5 \text{ OK}$$

Cumple el criterio, por lo tanto, no es necesario adicionarle un geotextil de separación debajo de la geomalla.

Cálculo de espesor de afirmado con el método NAASRA

Se realiza el cálculo de espesor de afirmado como superficie de rodadura utilizando el método NAASRA brindado por el MTC en el Manual de Suelos y Pavimentos, como se muestra en la fórmula.

$$e = [219 - 211 \times (\log_{10} \text{CBR}) + 58 \times (\log_{10} \text{CBR})^2] \times \log_{10} \left(\frac{N_{\text{rep}}}{120} \right)$$

Donde:

e = espesor de afirmado (mm).

$N_{\text{rep}} = 254927$ N_{rep} de $EE_{8.2 \text{ tn}}$ para el carril de diseño.

$\text{CBR} = 24 \%$ valor del CBR de la subrasante con material de relleno.

El valor de CBR para el diseño de espesor de afirmado del método NAASRA se calcula como el promedio ponderado del CBR del material de relleno (CBR_{bc}) con el que fue sustituido y el CBR del suelo debajo de este material (CBR_{sg}).

$$CBR = \frac{CBR_{bc} + CBR_{sg}}{2}$$

$$CBR = \frac{45 + 2.00}{2} = 23.5\%$$

Reemplazando datos se tiene:

$$e = 127.32 \text{ mm}$$

$$e = 0.13 \text{ m}$$

El espesor de afirmado adoptado como superficie de rodadura queda como:

$$e = \boxed{0.15 \text{ m}}$$

Diseño de la estructura del sector I con geomalla biaxial BX 1100

El diseño del sector III con el empleo de la geomalla biaxial BX 1100 queda definido como la geomalla, el espesor de material de relleno y el material de afirmado como superficie de rodadura.

$$e = \boxed{0.15 \text{ m}} \text{ (Espesor de afirmado)}$$

$$h = \boxed{0.35 \text{ m}} \text{ (Espesor de relleno)}$$

La estructura de la carretera en el sector III con la geomalla biaxial BX 1100 queda como se observa en la figura 66.

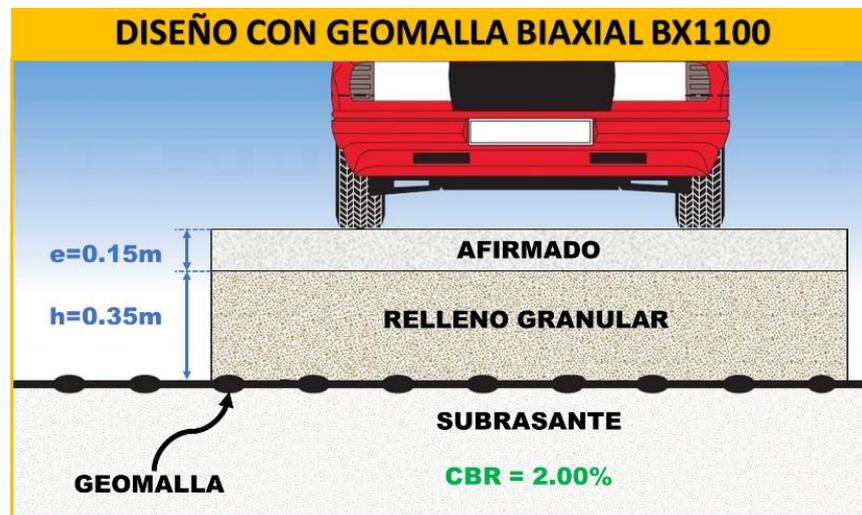


Figura 66: Diseño de espesores del sector III con geomalla biaxial BX 1100.

Fuente: Elaboración propia.

b.2) Diseño con geomalla triaxial TX 140

Datos iniciales

P =	40	KN	Carga por rueda
p =	550	KPa	Presión de inflado de llanta
N =	254927	rep	Nº de pasadas de EE
r =	0.15	m	Radio del área de contacto de llanta

$$r = \sqrt{\frac{P}{\pi p}}$$

CBR _{bc} =	45	%	CBR de relleno
CBR _{sg} =	2.00	%	CBR de subrasante
R _E =	5.00		Relación de módulos

$$R_E = \frac{E_{bc}}{E_{sg}} = \frac{3.28 \text{ CBR}_{bc}^{0.3}}{\text{CBR}_{sg}} \leq 5$$

J =	0.56	N-m/°	Módulo de estabilidad de abertura
s =	40	mm	Máxima profundidad de ahuellamiento
f _s =	75	mm	Factor de profundidad de ahuellamiento
f _c =	30	Kpa	Factor relacionado al CBR
N _c =	5.71		Reforzado con geomalla (N _c =5.71)

Cálculo de espesor de material granular requerido

Luego de reemplazar los datos en la fórmula y de iterar se tiene:

$$h = \frac{0.868 + (0.661 - 1.006 J^2) \left(\frac{r}{h}\right)^{1.5} \log N}{1 + 0.204(R_E - 1)} \left(\sqrt{\frac{\frac{P}{\pi r^2}}{\frac{s}{f_s} \left[1 - 0.9e^{-\left(\frac{r}{h}\right)^2}\right] N_c f_c \text{CBR}_{sg}} - 1} \right) r$$

$$h = 0.27 \text{ m}$$

Se adopta un espesor de 0.30 m

$$h = \boxed{0.30 \text{ m}}$$

Comprobación para la función de separación

Se comprueba la función de separación mediante el criterio del filtro, el cual indica que el diámetro de partículas del relleno correspondiente al 15% dividido entre el diámetro de las partículas de la subrasante correspondiente al 85% debe ser menor o igual a 5, para garantizar que

no se necesita adicionarle un geotextil de separación debajo de la geomalla. Dichos datos se obtienen del análisis granulométrico de la cantera utilizada para el relleno (D_{15}) y de la subrasante de diseño (D_{85}).

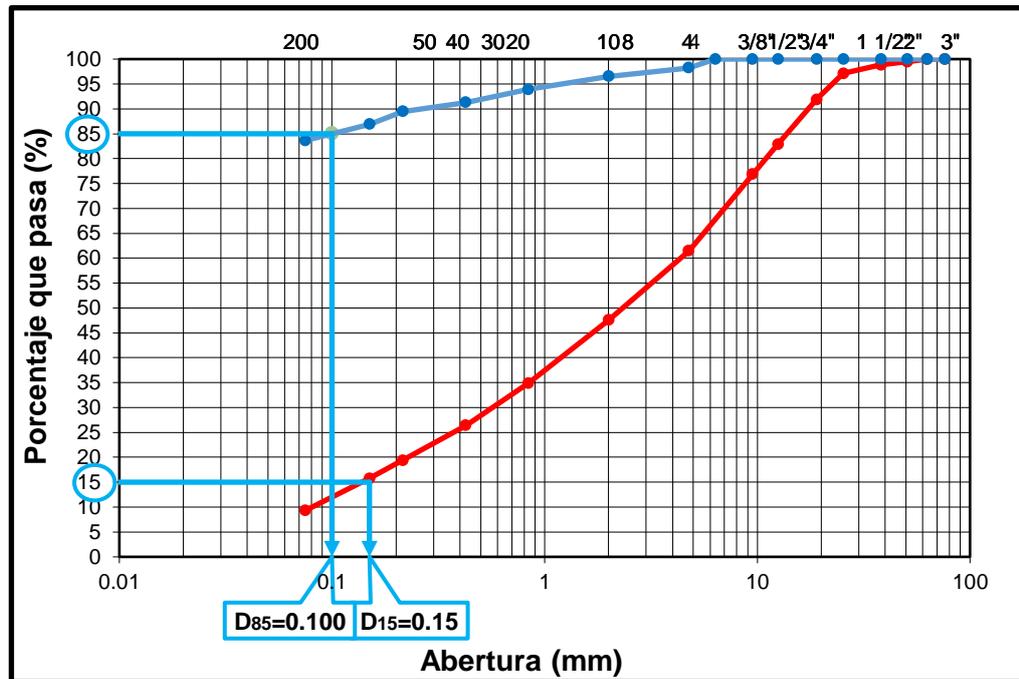


Figura 67: Comprobación del criterio de filtro, para el sector III con geomalla TX 140.

Fuente: Elaboración propia.

$$\frac{D_{15 \text{ relleno}}}{D_{85 \text{ subrasante}}} \leq 5$$

$$\frac{0.15}{0.10} = 1.50 \leq 5 \text{ OK}$$

Cumple el criterio, por lo tanto, no es necesario adicionarle un geotextil de separación debajo de la geomalla.

Cálculo de espesor de afirmado con el método NAASRA

Se realiza el cálculo de espesor de afirmado como superficie de rodadura utilizando el método NAASRA brindado por el MTC en el Manual de Suelos y Pavimentos, como se muestra en la fórmula.

$$e = [219 - 211 \times (\log_{10} \text{CBR}) + 58 \times (\log_{10} \text{CBR})^2] \times \log_{10} \left(\frac{N_{\text{rep}}}{120} \right)$$

Donde:

e = espesor de la capa de afirmado en mm

$N_{\text{rep}} = 254927$ número de repeticiones de EE para el carril de diseño.

$\text{CBR} = 24 \%$ valor del CBR de la subrasante con material de relleno.

El valor de CBR para el diseño de espesor de afirmado del método NAASRA se calcula como el promedio ponderado del CBR del material de relleno (CBR_{bc}) con el que fue sustituido y el CBR del suelo debajo de este material (CBR_{sg}).

$$CBR = \frac{CBR_{bc} + CBR_{sg}}{2}$$

$$CBR = \frac{45 + 2.00}{2} = 23.5\%$$

Reemplazando datos se tiene:

$$e = 127.32 \text{ mm}$$

$$e = 0.13 \text{ m}$$

El espesor de afirmado adoptado como superficie de rodadura queda como:

$$e = \boxed{0.15 \text{ m}}$$

Diseño de la estructura del sector III con geomalla triaxial TX 140

El diseño del sector III con el empleo de la geomalla triaxial TX 140 queda definido como la geomalla, el espesor de material de relleno y el material de afirmado como superficie de rodadura.

$$e = \boxed{0.15 \text{ m}} \text{ (Espesor de afirmado)}$$

$$h = \boxed{0.30 \text{ m}} \text{ (Espesor de relleno)}$$

La estructura de la carretera en el sector III con la geomalla triaxial TX 140 queda como se observa en la figura 68.

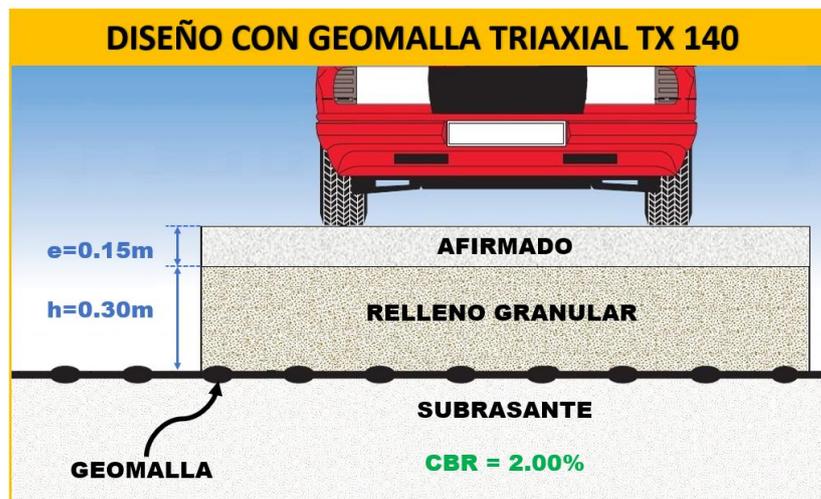


Figura 68: Diseño de espesores del sector III con geomalla triaxial TX 140.
Fuente: Elaboración propia.

b.3) Diseño con geotextil TR 4000

Datos iniciales

P =	40	KN	Carga por rueda
p =	550	KPa	Presión de inflado de llanta
N =	254927	rep	Nº de pasadas de EE
r =	0.15	m	Radio del área de contacto de llanta

$$r = \sqrt{\frac{P}{\pi p}}$$

CBR _{bc} =	45	%	CBR de relleno
CBR _{sg} =	2.00	%	CBR de subrasante
R _E =	5.00		Relación de módulos

$$R_E = \frac{E_{bc}}{E_{sg}} = \frac{3.28 \text{ CBR}_{bc}^{0.3}}{\text{CBR}_{sg}} \leq 5$$

J =	0	N-m/º	Módulo de estabilidad de abertura
s =	40	mm	Máxima profundidad de ahuellamiento
f _s =	75	mm	Factor de profundidad de ahuellamiento
f _c =	30	Kpa	Factor relacionado al CBR
N _c =	5.14		Reforzado con geotextil (N _c =5.14)

Cálculo de espesor de material granular requerido

Luego de reemplazar los datos en la fórmula y de iterar se tiene:

$$h = \frac{0.868 + (0.661 - 1.006 J^2) \left(\frac{r}{h}\right)^{1.5} \log N}{1 + 0.204(R_E - 1)} \left(\sqrt{\frac{\frac{P}{\pi r^2}}{\frac{s}{f_s} \left[1 - 0.9e^{-\left(\frac{r}{h}\right)^2} \right] N_c f_c \text{CBR}_{sg}} - 1} \right) r$$

$$h = 0.41 \text{ m}$$

Para fines constructivos se adopta a 0.45 m

$$h = \boxed{0.45 \text{ m}}$$

Verificación por separación

El geotextil debe ser verificado para la función de separación mediante el método por función, que consiste en comprobar los valores requeridos por estallido, por resistencia a la tensión (GRAB) y por punzonamiento.

Resistencia a tención GRAB (ASTM D4632)

$$T_{req} = p' * 10^{-3} * (d_v)^2 * [f(\epsilon)]$$

$p' = 550$ kPa	Esfuerzo en la superficie del geotextil: $p' < p$ (kPa)
$p = 550$ kPa	Presión de inflado (kPa)
$d_a = 50.0$ mm	Diámetro máx de partículas de agregado (mm)
$d_v = 16.5$	Diámetro máximo de los vacíos (mm) (0.33 d_a)

$$d = 50 \text{ mm}$$

$$\epsilon (\%) = 22 \%$$

De la tabla 7 se tiene:

$$f(\epsilon) = 0.56$$

Reemplazando en la fórmula

$$T_{req} = 84.00 \text{ N} \quad \text{Resistencia GRAB requerida (N)}$$

Asumir un fator de seguridad FS_g

$$FS_g = 2.00$$

$$FS_p = 1.50$$

Se sabe:

$$FS_g = \frac{T_{adm}}{T_{req}} \quad T_{adm} = \frac{T_{ult}}{FS_p}$$

Reemplazando:

$$T_{ult} = FS_g \times FS_p \times T_{req}$$

$$T_{ult} = 252 \text{ N}$$

Resistencia al punzonamiento (ASTM D6241)

$$F_{reqd} = p' d_a^2 S_1 S_2 S_3$$

$$S_1 = 0.6$$

$$S_2 = 0.6$$

$$S_3 = 0.7$$

$$p' = 550 \text{ kPa}$$

$$d_a = 50 \text{ mm}$$

Remplazando en la fórmula

$$F_{reqd} = p'd_a^2 S_1 S_2 S_3$$

$$F_{reqd} = 346.50 \text{ N}$$

Factores de reducción acumulados

$$FS_p = 1.5$$

Asumir el factor de seguridad

$$FS_g = 2.0$$

Cálculo de F_{ult}

$$F_{ult} = 1040 \text{ N}$$

Resistencia al estallido Mullen Burst (ASTM3786)

Se sabe que:

$$FS_g = \frac{T_{adm}}{T_{req}} \quad T_{adm} = \frac{T_{ult}}{FS_p}$$

Reemplazando:

$$T_{ult} = FS_g \times FS_p \times T_{req}$$

Remplazando la ecuación queda:

$$FS_g = \frac{p_{test} \times d_{test}}{FS_p \times p' \times d_v}$$
$$p_{test} = \frac{FS_g \times FS_p \times p' \times d_v}{d_{test}}$$

Sabiendo que

$d_{test} = 30.48$	Diámetro del diafragma - ensayo Burst
$d_v = 0.33d_a$	Diámetro máximo de los vacíos
$p' = 550 \text{ kPa}$	Esfuerzo en la superficie del geotextil: $p' < p$
$d_a = 50 \text{ mm}$	Diámetro máx de partículas de agregado
$p = 550 \text{ kPa}$	Presión de inflado (kPa)
$FS_p = 1.5$	

Se asume un FS_g , para calcular la presión del ensayo al reventado.

$$FS_g = 2.0$$

$$p_{test} = \frac{FS_g \times FS_p \times p' \times 0.33d_a}{30.48}$$

$$P_{test} = 894 \text{ kPa}$$

Con estos valores requeridos comprobamos en las fichas técnicas (Anexo VIII) si cumple o no con los valores mínimos.

El factor de seguridad debe ser mayor a 1:

$$FS = \frac{T_{adm}}{T_{req}} > 1$$

Donde:

FS = Factor de seguridad

Tadm= Propiedad especificada por el fabricante.

Treq= Propiedad requerida del diseño.

Tabla 63: Verificación de las propiedades de geotextil TR 4000 Sector III

Propiedad	Norma	Treq	Tadm	FS	Chequeo
Resistencia a la tensión (GRAB)	ASTM D4632	252 N	2400 N	9.52	Cumple
Resistencia al punzonamiento	ASTM D4833	1040 N	1060 N	1.02	Cumple
Resistencia al estallido	ASTM D3786	894 Kpa	6653 Kpa	7.44	Cumple

Fuente: Elaboración propia.

Cálculo de espesor de afirmado con el método NAASRA

Se realiza el cálculo de espesor de afirmado como superficie de rodadura utilizando el método NAASRA brindado por el MTC en el Manual de Suelos y Pavimentos, como se muestra en la fórmula.

$$e = [219 - 211 \times (\log_{10} CBR) + 58 \times (\log_{10} CBR)^2] \times \log_{10} \left(\frac{N_{rep}}{120} \right)$$

Donde:

e = espesor de afirmado (mm).

Nrep = 254927 Nrep de EE_{8.2 tn} para el carril de diseño.

CBR = 24 % valor del CBR de la subrasante con material de relleno.

El valor de CBR para el diseño de espesor de afirmado del método NAASRA se calcula como el promedio ponderado del CBR del material

de relleno (CBR_{bc}) con el que fue sustituido y el CBR del suelo debajo de este material (CBR_{sg}).

$$CBR = \frac{CBR_{bc} + CBR_{sg}}{2}$$

$$CBR = \frac{45 + 2.00}{2} = 23.5\%$$

Reemplazando datos se tiene:

$$e = 127.32 \text{ mm}$$

$$e = 0.13 \text{ m}$$

El espesor de afirmado adoptado como superficie de rodadura queda como:

$$e = 0.15 \text{ m}$$

Diseño de la estructura del sector III con geotextil TR 4000

El diseño del sector III con el empleo del geotextil TR 4000 queda definido como el geotextil, el espesor de material de relleno y el material de afirmado como superficie de rodadura.

$$e = 0.15 \text{ m} \text{ (Espesor de afirmado)}$$

$$h = 0.45 \text{ m} \text{ (Espesor de relleno)}$$

La estructura de la carretera en el sector III con el geotextil TR 4000 queda como se observa en la figura 69.

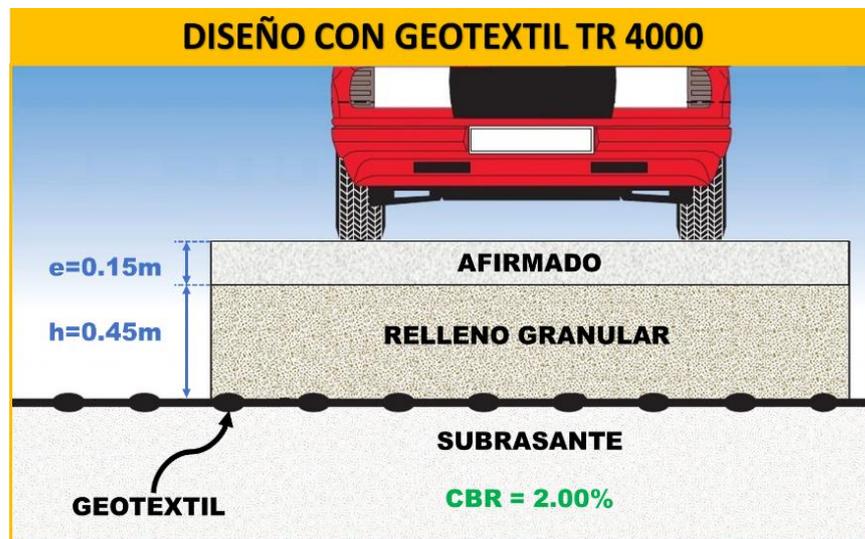


Figura 69: Diseño de espesores del sector III con geotextil TR4000.

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO V : RESULTADOS

5.1 Diseño de espesores con geomalla biaxial

5.1.1 Cálculo de espesores del sector I (Km 0+000 – Km 1+500)

En la tabla 64 se presentan los espesores calculados en el diseño, los cuales se aproximan por razones constructivas, obteniéndose así los espesores adoptados de relleno granular y afirmado del sector I.

Tabla 64: Resumen de espesores calculados y adoptados del sector I.

Tipo de diseño	Diseño de espesores	Espesor calculado	Espesor adoptado
Diseño tradicional	Afirmado	0.13 m	0.15 m
	Relleno granular	0.58 m	0.60 m
Geomalla biaxial BX 1100	Afirmado	0.13 m	0.15 m
	Relleno granular	0.38 m	0.40 m

Fuente: Elaboración propia.

Los espesores de relleno granular y afirmado con la aplicación de geomalla biaxial comparado con el diseño tradicional se representan gráficamente en la figura 70.

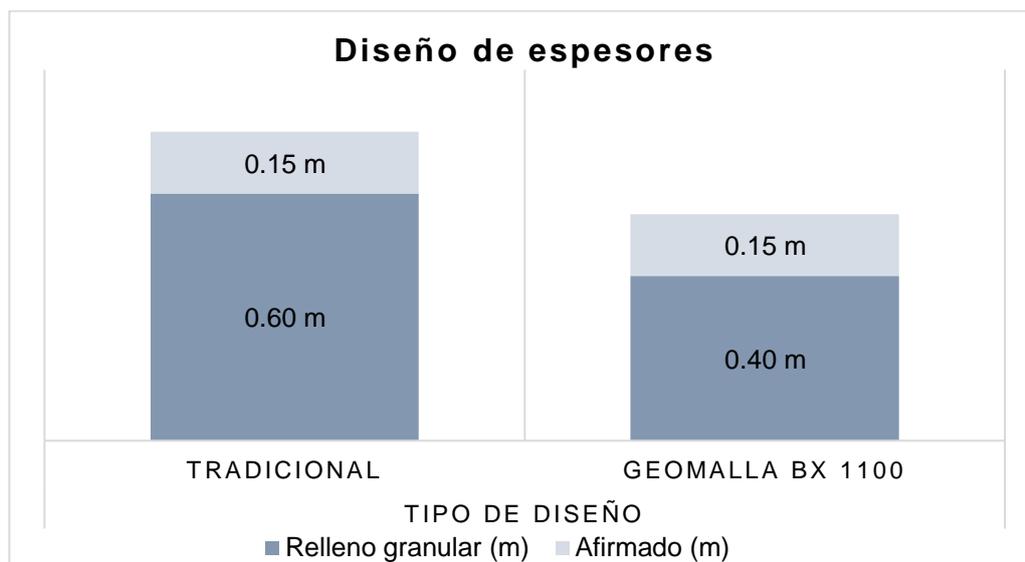


Figura 70: Diseño tradicional vs diseño con geomalla BX 1100 del sector I.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En el sector I el espesor de afirmado es constante con o sin la aplicación de una geomalla, la diferencia está en el espesor de relleno granular, el cual se reduce en 20 cm con la aplicación de la geomalla biaxial BX 1100.

5.1.2 Diseño de espesores del sector II (Km 1+500 – Km 3+000)

En el sector II por su calidad de suelo regular no requirió de reforzamiento de subrasante por lo que solo se diseñó el espesor de afirmado como superficie de rodadura con el método NAASRA, sugerido por el Manual de Suelos y Pavimentos del MTC, como se muestra en la tabla 65.

Tabla 65: Resumen de espesores calculados y adoptados del sector II.

Tipo de diseño	Diseño de espesores	Espesor calculado	Espesor adoptado
Diseño tradicional	Afirmado	0.29 m	0.30 m
	Relleno granular	-	-

Fuente: Elaboración propia.



Figura 71: Diseño del pavimento del sector II.

Fuente: Elaboración propia.

5.1.3 Diseño de espesores del sector III (Km 3+000 – Km 5+000)

En la tabla 66 se presentan los espesores calculados en el diseño, los cuales se aproximan por razones constructivas, obteniéndose así los espesores adoptados de relleno granular y afirmado del sector III.

Tabla 66: Resumen de espesores calculados y adoptados del sector III.

Tipo de diseño	Diseño de espesores	Espesor calculado	Espesor adoptado
Diseño tradicional	Afirmado	0.13 m	0.15 m
	Relleno granular	0.55 m	0.55 m
Geomalla biaxial BX 1100	Afirmado	0.13 m	0.15 m
	Relleno granular	0.35 m	0.35 m

Fuente: Elaboración propia.

Los espesores de relleno granular y afirmado con la aplicación de geomalla biaxial comparado con el diseño tradicional, para el sector III, se representan gráficamente en la figura 72.

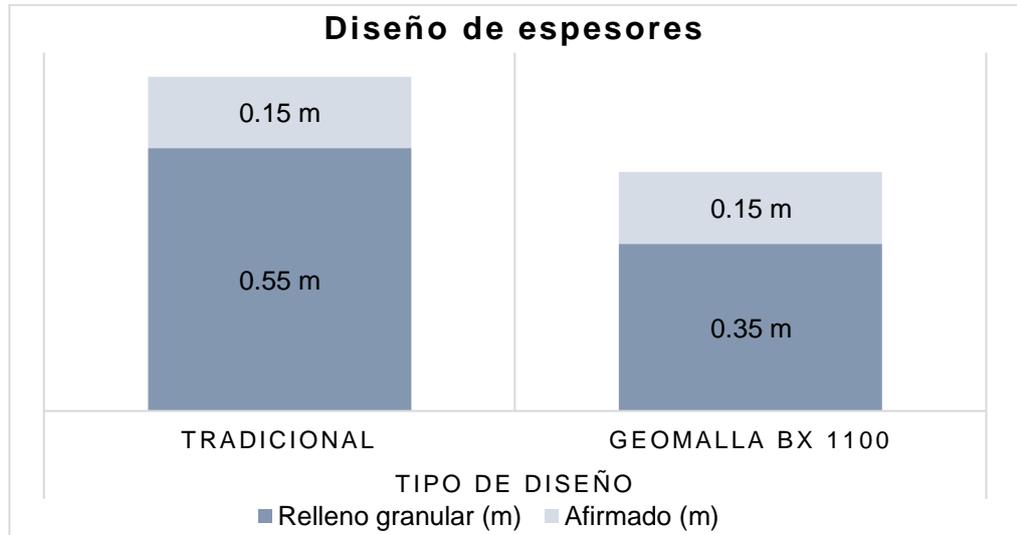


Figura 72: Diseño tradicional vs diseño con geomalla BX 1100 del sector III.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En el sector III el espesor de afirmado es constante con o sin la aplicación de una geomalla, la diferencia está en el espesor de relleno granular, el cual se reduce en 20 cm con la aplicación de la geomalla biaxial BX 1100.

5.1.4 Resumen del diseño de espesores de los tres sectores

En la figura 73 se aprecia que se aplicó geomalla biaxial en los sectores I y III, mientras que en el sector II no fue necesario su aplicación por tener subrasante de buena calidad.

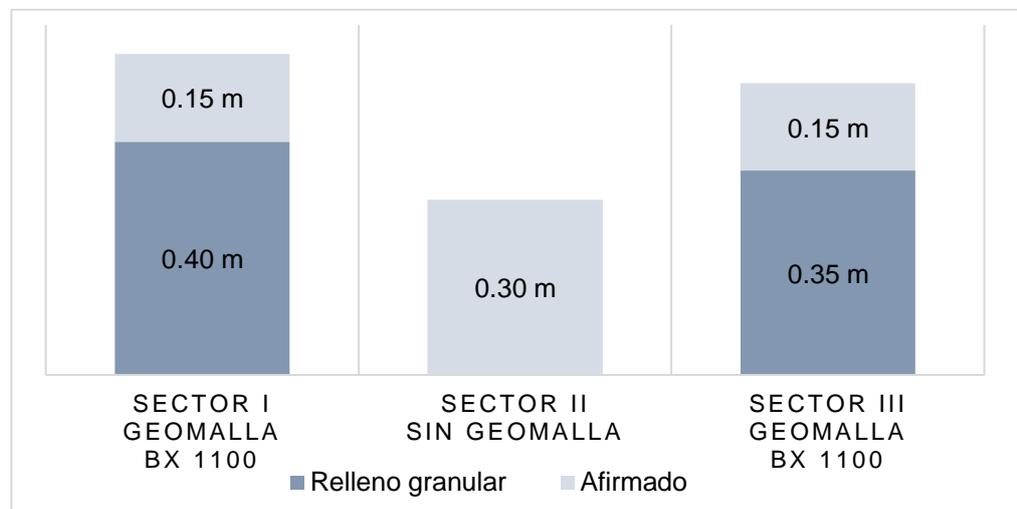


Figura 73: Diseño del pavimento con aplicación de geomalla BX 1100.

Fuente: Elaboración propia.

5.2 Diseño de espesores con geomalla triaxial

5.2.1 Cálculo de espesores del sector I (Km 0+000 – Km 1+500)

En la tabla 67 se presentan los espesores calculados en el diseño, los cuales se aproximan por razones constructivas, obteniéndose así los espesores adoptados de relleno granular y afirmado del sector I.

Tabla 67: Resumen de espesores calculados y adoptados del sector I.

Tipo de diseño	Diseño de espesores	Espesor calculado	Espesor adoptado
Diseño tradicional	Afirmado	0.13 m	0.15 m
	Relleno granular	0.58 m	0.60 m
Geomalla triaxial TX 140	Afirmado	0.13 m	0.15 m
	Relleno granular	0.30 m	0.30 m

Fuente: Elaboración propia.

Los espesores de relleno granular y afirmado con la aplicación de geomalla triaxial comparado con el diseño tradicional se representan gráficamente en la figura 74.

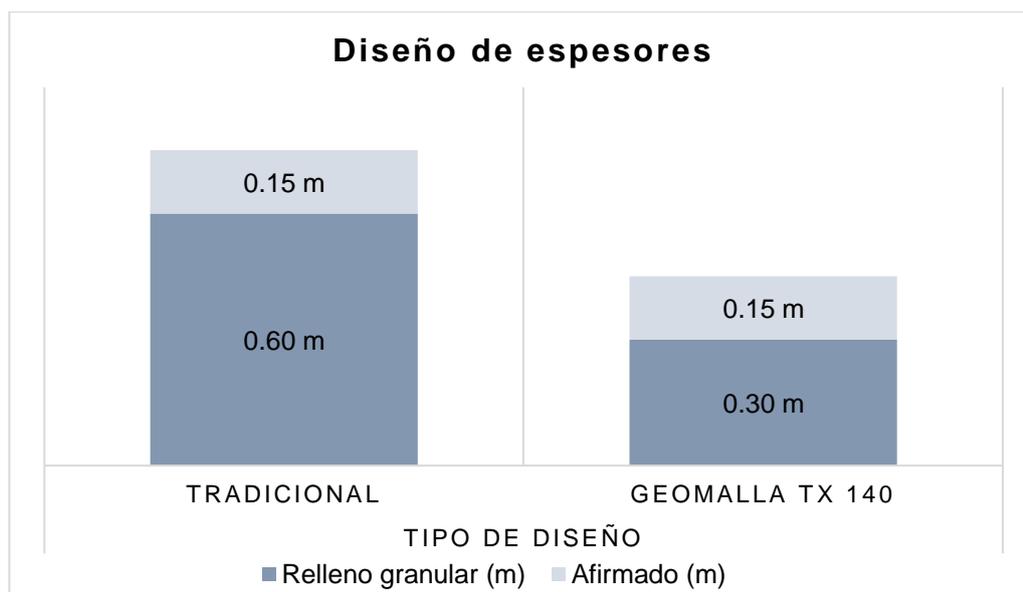


Figura 74: Diseño tradicional vs diseño con geomalla TX 140 del sector I.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En el sector I el espesor de afirmado es constante con o sin la aplicación de una geomalla, la diferencia está en el espesor de relleno granular, el cual se reduce en 30 cm con la aplicación de la geomalla triaxial TX 140.

5.2.2 Diseño de espesores del sector II (Km 1+500 – Km 3+000)

En el sector II por su calidad de suelo regular no requirió de reforzamiento de subrasante por lo que solo se diseñó el espesor de afirmado como superficie de rodadura con el método NAASRA, sugerido por el Manual de Suelos y Pavimentos del MTC, como se muestra en la tabla 68.

Tabla 68: Resumen de espesores calculados y adoptados del sector II.

Tipo de diseño	Diseño de espesores	Espesor calculado	Espesor adoptado
Diseño tradicional	Afirmado	0.29 m	0.30 m
	Relleno granular	-	-

Fuente: Elaboración propia.



Figura 75: Diseño del pavimento del sector II.

Fuente: Elaboración propia.

5.2.3 Diseño de espesores del sector III (Km 3+000 – Km 5+000)

En la tabla 69 se presentan los espesores calculados en el diseño, los cuales se aproximan por razones constructivas, obteniéndose así los espesores adoptados de relleno granular y afirmado del sector III.

Tabla 69: Resumen de espesores calculados y adoptados del sector III.

Tipo de diseño	Diseño de espesores	Espesor calculado	Espesor adoptado
Diseño tradicional	Afirmado	0.13 m	0.15 m
	Relleno granular	0.55 m	0.55 m
Geomalla triaxial TX 140	Afirmado	0.13 m	0.15 m
	Relleno granular	0.27 m	0.30 m

Fuente: Elaboración propia.

Los espesores de relleno granular y afirmado con la aplicación de geomalla triaxial comparado con el diseño tradicional, para el sector III, se representan gráficamente en la figura 76.

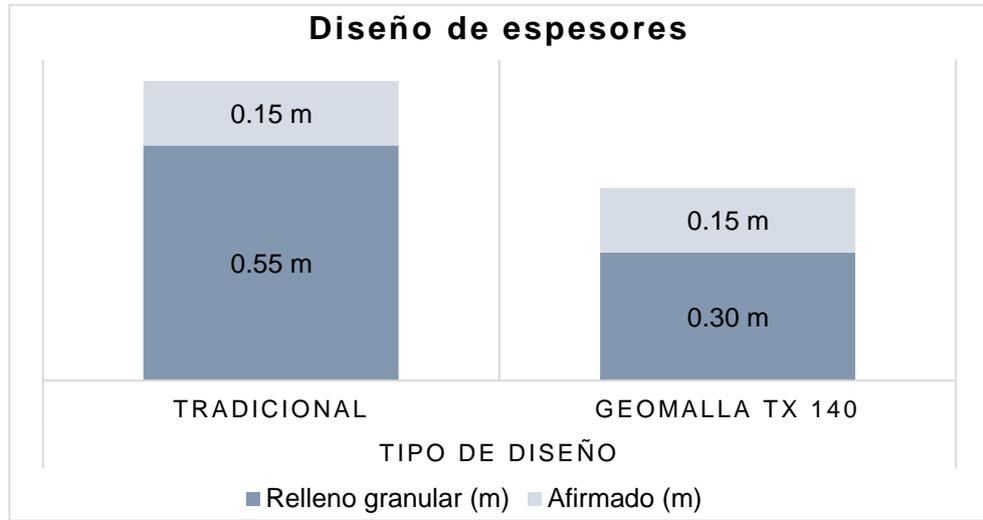


Figura 76: Diseño tradicional vs diseño con geomalla TX 140 del sector III.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En el sector III el espesor de afirmado es constante con o sin la aplicación de una geomalla, la diferencia está en el espesor de relleno granular, el cual se reduce en 25 cm con la aplicación de la geomalla triaxial TX 140.

5.2.4 Resumen del diseño de espesores de los tres sectores

En la figura 77 se aprecia que se aplicó geomalla triaxial en los sectores I y III, mientras que en el sector II no fue necesario su aplicación por tener subrasante de buena calidad.

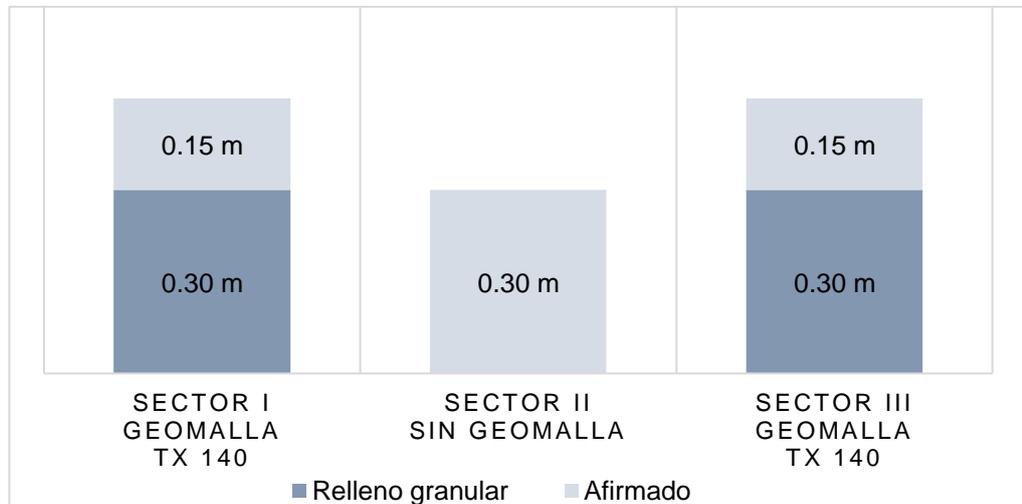


Figura 77: Diseño del pavimento con aplicación de geomalla TX 140.

Fuente: Elaboración propia.

5.3 Diseño de espesores con geotextil tejido

5.3.1 Cálculo de espesores del sector I (Km 0+000 – Km 1+500)

En la tabla 70 se presentan los espesores calculados en el diseño, los cuales se aproximan por razones constructivas, obteniéndose así los espesores adoptados de relleno granular y afirmado del sector I.

Tabla 70: Resumen de espesores calculados y adoptados del sector I.

Tipo de diseño	Diseño de espesores	Espesor calculado	Espesor adoptado
Diseño tradicional	Afirmado	0.13 m	0.15 m
	Relleno granular	0.58 m	0.60 m
Geotextil tejido TR 4000	Afirmado	0.13 m	0.15 m
	Relleno granular	0.44 m	0.45 m

Fuente: Elaboración propia.

Los espesores de relleno granular y afirmado con la aplicación de geotextil tejido comparado con el diseño tradicional se representan gráficamente en la figura 78.

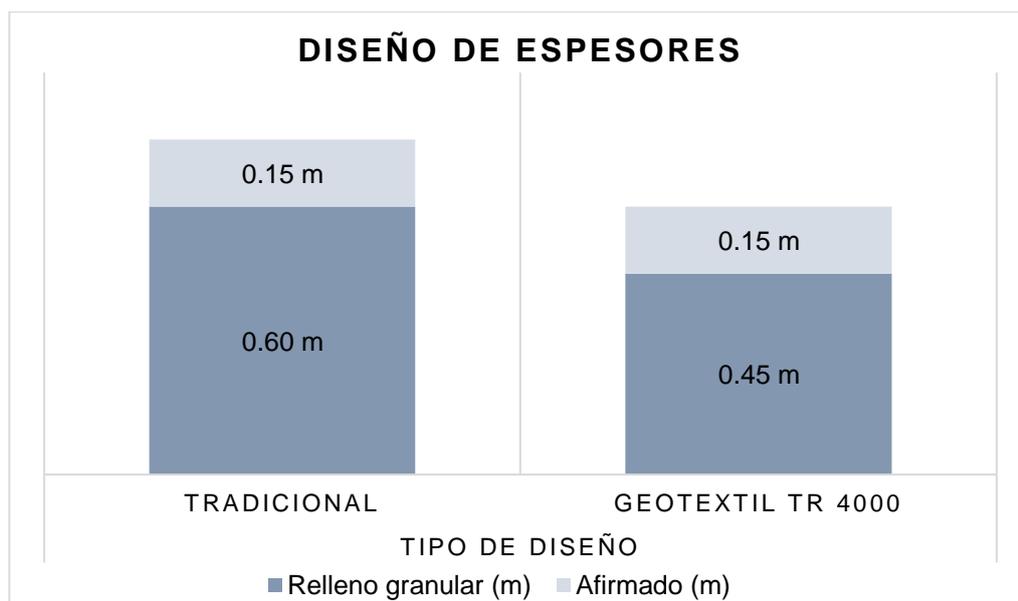


Figura 78: Diseño tradicional vs diseño con geotextil TR 4000 del sector I.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En el sector I el espesor de afirmado es constante con o sin la aplicación de un geotextil tejido, la diferencia está en el espesor de relleno granular, el cual se reduce en 15 cm con la aplicación del geotextil tejido TR 4000.

5.3.2 Diseño de espesores del sector II (Km 1+500 – Km 3+000)

En el sector II por su calidad de suelo regular no requirió de reforzamiento de subrasante por lo que solo se diseñó el espesor de afirmado como superficie de rodadura con el método NAASRA, sugerido por el Manual de Suelos y Pavimentos del MTC, como se muestra en la tabla 71.

Tabla 71: Resumen de espesores calculados y adoptados del sector II.

Tipo de diseño	Diseño de espesores	Espesor calculado	Espesor adoptado
Diseño tradicional	Afirmado	0.29 m	0.30 m
	Relleno granular	-	-

Fuente: Elaboración propia.



Figura 79: Diseño del pavimento del sector II.

Fuente: Elaboración propia.

5.3.3 Diseño de espesores del sector III (Km 3+000 – Km 5+000)

En la tabla 72 se presentan los espesores calculados en el diseño, los cuales se aproximan por razones constructivas, obteniéndose así los espesores adoptados de relleno granular y afirmado del sector III.

Tabla 72: Resumen de espesores calculados y adoptados del sector III.

Tipo de diseño	Diseño de espesores	Espesor calculado	Espesor adoptado
Diseño tradicional	Afirmado	0.13 m	0.15 m
	Relleno granular	0.55 m	0.55 m
Geotextil tejido TR 4000	Afirmado	0.13 m	0.15 m
	Relleno granular	0.41 m	0.45 m

Fuente: Elaboración propia.

Los espesores de relleno granular y afirmado con la aplicación del geotextil tejido comparado con el diseño tradicional, para el sector III, se representan gráficamente en la figura 80.

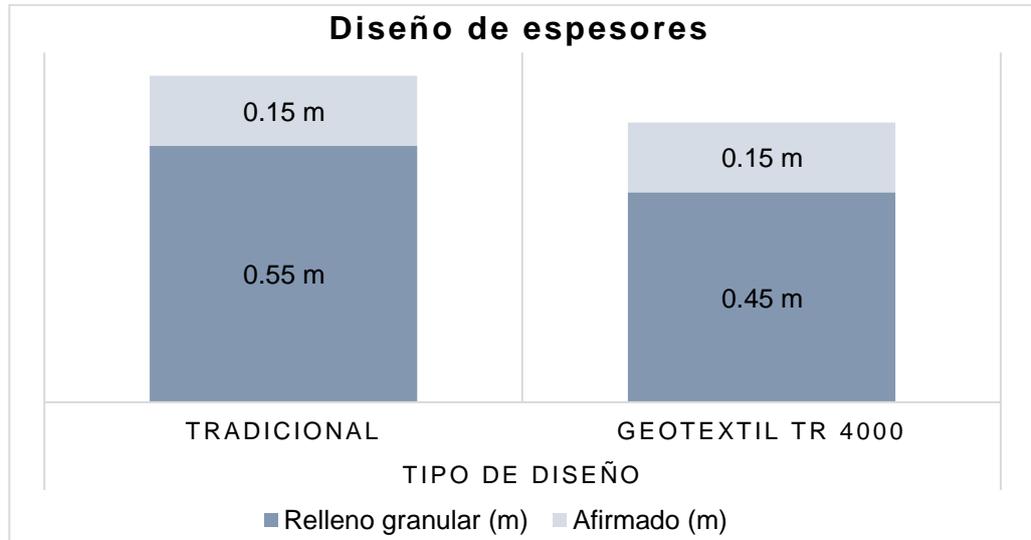


Figura 80: Diseño tradicional vs diseño con geotextil TR 4000 del sector III.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En el sector III el espesor de afirmado es constante con o sin la aplicación de un geotextil, la diferencia está en el espesor de relleno granular, el cual se reduce en 10 cm con la aplicación del geotextil tejido TR 4000.

5.3.4 Resumen del diseño de espesores de los tres sectores

En la figura 81 se aprecia que se aplicó geotextil tejido en los sectores I y III, mientras que en el sector II no fue necesario su aplicación por tener subrasante de buena calidad.

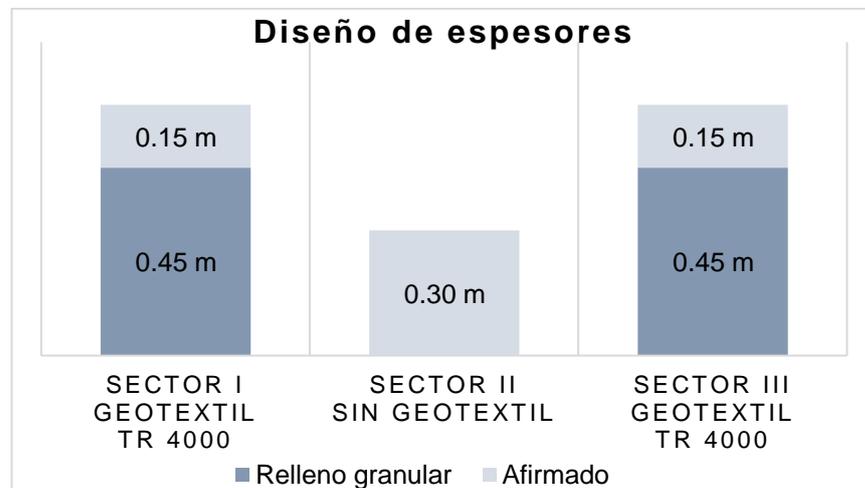


Figura 81: Diseño del pavimento con aplicación de geotextil TR 4000.

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO VI : DISCUSIÓN

6.1 Contrastación de hipótesis

Hipótesis específica 1

“La aplicación de geomalla biaxial reduce en un 25% el espesor del pavimento del tramo Km 0+000 al Km 5+000 de la carretera Santa Rosa -Puerto Churo, ubicado en el distrito de Pión, provincia de Chota, departamento de Cajamarca”.

La hipótesis planteada es válida porque los porcentajes de reducción de espesores de relleno granular en los sectores I y III, que fue en donde se aplicó una geomalla biaxial en el diseño, son superiores al porcentaje de reducción tentativo de la hipótesis, tal como se muestra en la figura 82.

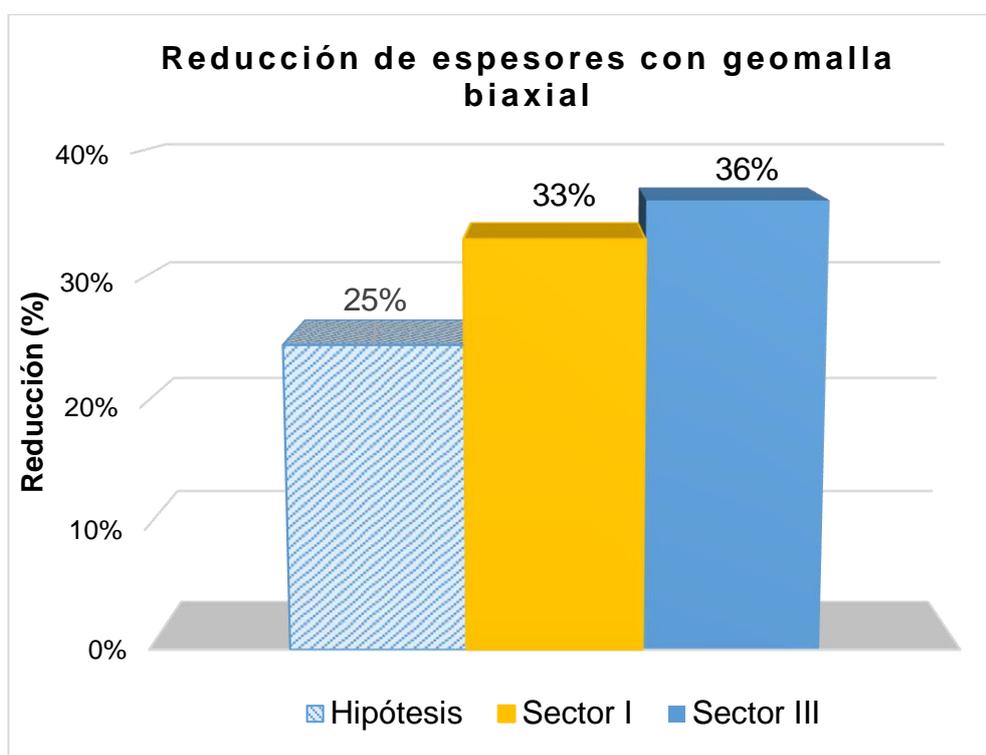


Figura 82: Diseño de espesores de todos los sectores.

Fuente: Elaboración propia.

Se aprecia en la figura 82 que con la aplicación de una geomalla biaxial BX 1100 en los sectores I y III, se obtiene una reducción de espesores del 33% y 36% respectivamente, los cuales son superiores al 25% que fue el propuesto en la hipótesis específica. Cabe indicar que el sector II no se analizó el porcentaje de reducción, porque en él no fue necesario la aplicación de una geomalla biaxial.

Hipótesis específica 2

“La aplicación de geomalla triaxial reduce en un 35% el espesor del pavimento del tramo Km 0+000 al Km 5+000 de la carretera Santa Rosa - Puerto Churo, ubicado en el distrito de Pión, provincia de Chota, departamento de Cajamarca”.

La hipótesis específica es válida, ya que los porcentajes de reducción de espesores de relleno granular en los sectores en donde se aplicó la geomalla triaxial (sectores I y III), son superiores al porcentaje de reducción planteado en la hipótesis, como se demuestra en la figura 83.

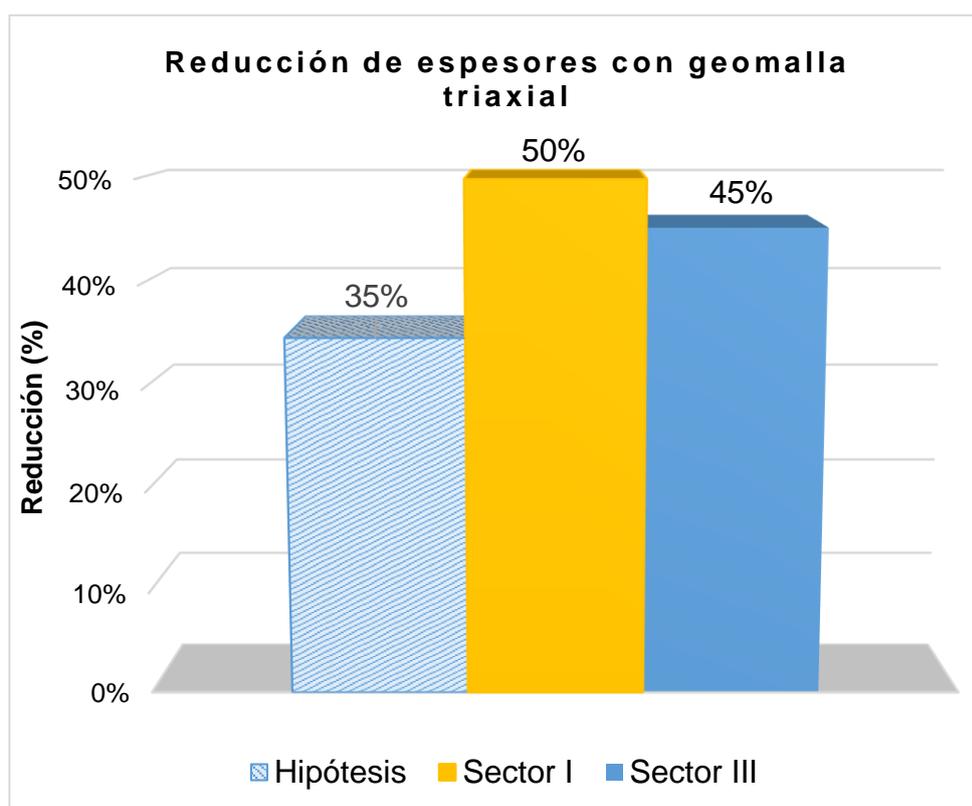


Figura 83: Diseño de espesores de todos los sectores.

Fuente: Elaboración propia.

Se muestra en la figura 83 que con la aplicación de una geomalla triaxial TX 140 se obtiene porcentajes de reducción de espesores de material granular del 50% y 45% en aquellos sectores reforzados I y III respectivamente, dichos porcentajes de reducción superan al porcentaje estimado en la hipótesis específica que fue el 35%. En cuanto al sector II no se aplicó geomalla triaxial por lo que, no se obtuvo un porcentaje de reducción.

Hipótesis específica 3

“La aplicación de geotextil tejido reduce en un 15% el espesor del pavimento del tramo Km 0+000 al Km 5+000 de la carretera Santa Rosa - Puerto Churo, ubicado en el distrito de Pión, provincia de Chota, departamento de Cajamarca”.

Según los resultados de esta investigación la hipótesis planteada es válida, debido a que la reducción de espesores con la aplicación de un geotextil tejido es superior a lo propuesto en la hipótesis, en aquellos sectores en donde fue necesario la aplicación de este tipo de geosintético, como se muestra en la figura 84.

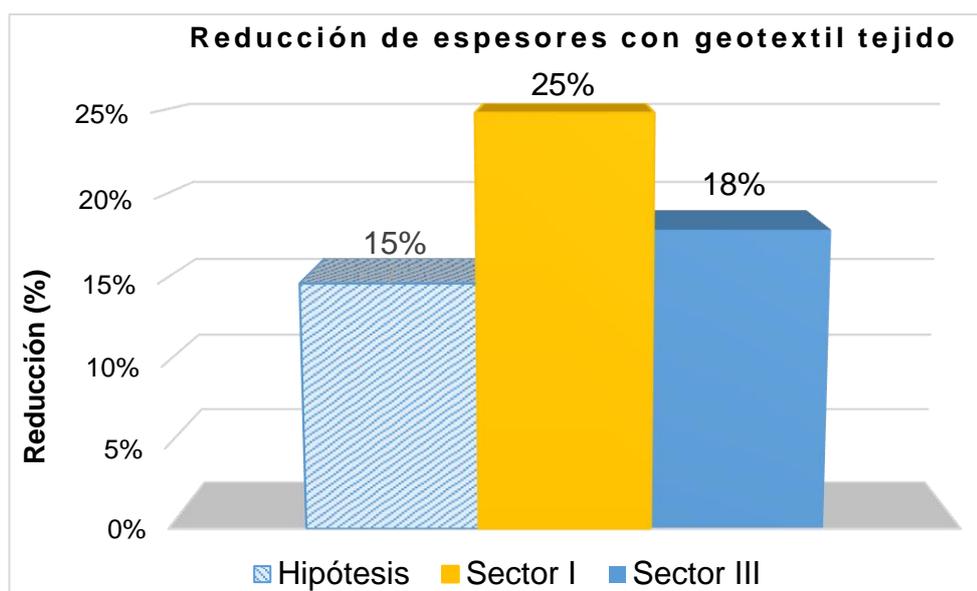


Figura 84: Diseño de espesores de todos los sectores.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 84, se aprecia que con la aplicación de un geotextil tejido TR 4000 en los sectores I y III, se obtiene una reducción de espesores del 25% y 18% respectivamente, los cuales son superiores al 15% que fue el porcentaje tentativo de la hipótesis específica. Además, en el sector II no se analizó el porcentaje de reducción, porque en él no fue necesario la aplicación de un geotextil tejido.

6.2 Comparación con otras investigaciones

Silva (2016), encontró una reducción de espesores con aplicación de geomalla triaxial TX 140 del 54%, el cual es un porcentaje parecido a lo encontrado en esta investigación con ese tipo de geomalla.

Melgarejo (2014), utilizó varios tipos de geosintéticos entre los cuales están los empleados en esta investigación, cuyos resultados son similares a los obtenidos en este trabajo. Melgarejo (2014) encontró una reducción con geotextil tejido TR 4000 del 22%, en el caso de geomalla P-BX11 alrededor del 29%, mientras que para las geomallas TX 140 se obtuvo una optimización de recursos del 37%, por otro lado el espesor de afirmado fue de 20 cm para todos los casos.

Los porcentajes de ahorro encontrado por Dávila y Gómez (2018), Mera (2017), Orrego (2014), son del 38.46%, 39.2% y 50% respectivamente, los cuales guardan relación con lo obtenido en este proyecto. Las diferencias que pueda haber se deben a los diferentes porcentajes de CBR que se cuenta en cada investigación en particular.

6.3 Análisis económico

En los sectores I y III que fue en donde se empleó geosintéticos, se observa que existe ahorro económico respecto al método tradicional, destacando la geomalla TX 140, con la que se obtuvo mayor ahorro económico como se puede ver el gráfico 85.

Tabla 73: Análisis de costos en las partidas involucradas.

Tipo de diseño	Sector I	Sector III
Tradicional	S/.314,192.98	S/.384,013.64
Geomalla BX 1100	S/.275,097.19	S/.331,885.92
Geomalla TX 140	S/.242,749.49	S/.323,665.99
Geotextil TR 4000	S/.320,936.78	S/.427,915.71

Fuente: Elaboración propia.

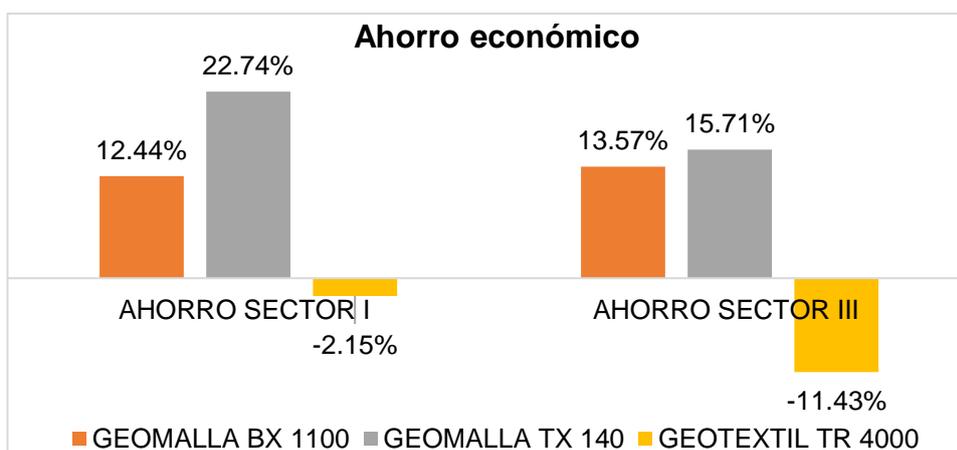


Figura 85: Porcentaje de ahorro económico de los sectores I y III.

Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. Los espesores de relleno granular con la aplicación de la geomalla biaxial BX 1100 en el sector I y III fueron de 40 cm y 35 cm respectivamente, además para ambos sectores el espesor de afirmado es de 15 cm; para el sector II no fue necesario el empleo de una geomalla, por lo que solo consta de una capa de afirmado como superficie de rodadura de 30 cm. Es por ello, que en los sectores donde fue necesario el reforzamiento de la subrasante, la geomalla biaxial influyó en la reducción de espesores del pavimento de la carretera. Es así que, en sector I se obtuvo una reducción de espesor de relleno granular del 33% y en el sector III una reducción del 36%, respecto a los métodos tradicionales.
2. Mediante la aplicación de la geomalla triaxial TX 140 se obtuvieron espesores de relleno granular de 30 cm y espesor de afirmado de 15 cm en los sectores I y III, en el caso del sector II no fue necesario la utilización de este tipo de geosintético por lo que únicamente consta de una capa de afirmado como superficie de rodadura de 30 cm de espesor. Entonces se concluye, que la geomalla triaxial produjo una reducción de espesores del 50% y 45% en los sectores I y III respectivamente. Con este tipo de geosintético se obtuvo el mayor porcentaje de ahorro de material granular.
3. El geotextil tejido TR 4000 produjo espesores de relleno granular y afirmado de 45 cm y 15 cm respectivamente en los sectores I y III, mientras que en el sector II se tiene únicamente un espesor de afirmado de 30 cm ya que no se aplicó ningún tipo de geosintético. El geotextil tejido en cuestión causó una reducción de espesores del 25% en el sector I y 18% en el sector III, siendo estos los porcentajes más bajos obtenidos.
4. Del análisis de costos se determinó que la geomalla triaxial TX 140 es la más apropiada para este proyecto, ya que brinda un mejor comportamiento estructural, permitiendo una disminución de espesores que se traduce en un ahorro económico del 22.74% y 15.71% en los tramos I y III respectivamente, por lo que se deduce que su aplicación en la carretera Santa Rosa – Puerto churo, es técnica y económicamente viable.

RECOMENDACIONES

- Realizar de manera adecuada los estudios básicos preliminares, ya que estos permiten caracterizar la zona de trabajo como su tipo de topografía, tipo de suelo, hidrología, además del estudio de tráfico que son parámetros necesarios para el diseño de carreteras.
- Identificar las características más importantes del terreno para desarrollar el alineamiento horizontal, evitando rediseños innecesarios.
- Utilizar geosintéticos cuando se tienen CBR pobres o inadecuados es decir menores al 6%, ya que son suelos que necesitan algún tipo de estabilización ya sea de refuerzo y/o separación.
- Emplear geomallas cuando se tiene $CBR < 3\%$ y geotextiles cuando se tiene CBR entre 3% y 10%, siempre y cuando se determine el tipo de suelo para ver su pertinencia de cada uno de ellos.
- Verificar el criterio de separación cuando se utiliza geomalla para evaluar si requiere o no adicionarle un geotextil de separación, para evitar que el material granular se contamine con las partículas finas de la subrasante.
- Realizar el análisis de costos del uso de geosintéticos respecto a las soluciones tradicionales para evaluar la pertinencia de su utilización, de tal manera que permita definir cuál de las alternativas es más rentable.
- Elaborar el diseño de espesores de la carretera con los diversos softwares brindados por las empresas del rubro de geosintéticos, para poder corroborarlos con los espesores calculados.
- Utilizar geosintéticos en carreteras con suelos blandos, ya que permite ahorros considerables de material que deriva en menor mano de obra, menor empleo de maquinaria, menores tiempos de ejecución, menores efectos negativos al medio ambiente.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Alcántara, D. (2014). *Topografía y sus aplicaciones*. México D.F.: Grupo Patria Cultural S.A. de C.V. Obtenido de <https://editorialpatria.com.mx/pdf/files/9789702409151.pdf>
- Almendarez, L., Reyes, J., & Moncada, R. (Julio de 2017). *Diseño de Pavimentos Flexibles con Refuerzo de Geomalla Triaxial Utilizando la Metodología Giroud-Han: Caso de aplicación en Honduras*. Presentado en 15th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: "Global Partnerships for Development and Engineering Education". Obtenido de http://www.laccei.org/LACCEI2017-BocaRaton/student_Papers/SP495.pdf
- Bañón , L., & Beviá, J. (2000). *Manual de carreteras. Volumen I: elementos y proyecto*. Obtenido de <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/1788>
- Botasso, Fensel, & Delbono. (2008). *Caracterización de geosintéticos en virtud de su función principal en la obra vial*. Obtenido de https://lemac.frlp.utn.edu.ar/wp-content/uploads/2011/12/2008_Geosinteticos-en-Virtud-de-su-Funcion-Ppal_SAM-CONAMET.pdf
- Bustamante, A., & Bojorque , J. (2016). *Evaluación en el nivel de resistencia de una subrasante, con el Uso combinado de una geomalla y un geotextil*. (Tesis de maestría, Universidad de Cuenca). Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/25429>
- Caballero , E. (2006). *Utilización de geomalla como refuerzo de la estructura del pavimento flexible*. (Trabajo de graduación, Universidad de San Carlos de Guatemala). Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2672_C.pdf
- Cahuana, A., & Yugar, W. (2009). *Material de apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje de la asignatura de hidrología CIV-223*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/yovanapaucariojeda1/10-texto-de-hidrologa-umss>
- Calles, A. (2002). *Diseño y construcción de confinamientos de residuos peligrosos utilizando geosintéticos*. (Tesis de maestría, Instituto

- Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey). Obtenido de <https://repositorio.tec.mx/handle/11285/570265>
- Cárdenas, J. (2013). *Diseño geométrico de carreteras* (2da ed.). Obtenido de <http://www.edukations.com/wp-content/uploads/2019/01/Dise%C3%B1o-Geom%C3%A9trico-de-Carreteras-2da-Edici%C3%B3n-James-C%C3%A1rdenas-Grisales-1.pdf>
- Dávila, M., & Gómez, J. (2018). *Aplicación de geotextiles en pavimentos flexibles para su diseño, Carretera Oxapampa - San Jorge: km 14+000 - km15+000, Pasco, 2018*. (Tesis de grado, Universidad César Vallejo). Obtenido de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/34752>
- Díaz, J., Escobar, O., & Olivo, E. (2009). *Aplicación de geosintéticos en la estructura de los pavimentos y en obras de drenaje para carreteras*. (Tesis de grado, Universidad de El Salvador). Obtenido de http://ri.ues.edu.sv/2100/1/Aplicacion_de_los_geosint%C3%A9ticos_en_la_estructura_de_los_pavimentos_y_en_obras_de_drenaje_para_carreteras.pdf
- Gámez, W. (2015). *Texto básico autoformativo de topografía general*. Obtenido de <http://repositorio.una.edu.ni/3179/1/NP31G192t.pdf>
- Gavilanes, N. (2012). *Diseño de la estructura del pavimento con reforzamiento de geosintéticos aplicado a un tramo de la carretera Zumbahua - La Maná*. (Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador). Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/6427/9.20.001877.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Giroud, J., & Han, J. (2004). Design Method for Geogrid-Reinforced Unpaved Roads." By Dr. J. P. Giroud and Dr. Jie Han. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 775-786-797. Obtenido de https://www.academia.edu/7935666/Design_Method_for_Geogrid-Reinforced_Unpaved_Roads._I._Development_of_Design_Method
- Henriquez, P. (2016). *Estudio de cantera de agregados*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/319102088/ESTUDIO-DE-CANTERA-pdf>

- Holtz, R., Christopher, B., & Berg, R. (2008). *Geosynthetic Design & Construction Guidelines Reference Manual*. Manual, National Highway Institute, U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration (FHWA), Washington, D.C. Obtenido de <https://es.scribd.com>:
<https://es.scribd.com/doc/301465629/Geosynthetic-Design-Construction-Guidelines-NHI-Course-No-132013-Reference-Manual-Final-August-2008>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI] . (2018). *Resultados definitivos de los censos nacionales 2017*. Obtenido de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1558/
- International Geosynthetics Society (IGS). (2005). *International Geosynthetics Society*. Folleto. Obtenido de Folletos Educativos sobre Geosintéticos: <https://www.geosyntheticssociety.org/wp-content/plugins/resources/documents/Functions/Espanol.pdf>
- Jordan, C., & Suárez, J. (2017). *Diseño de pavimentos flexibles con el uso de geosintéticos como refuerzo aplicado en las vías de acceso a la ciudadela la Milina del Cantón Salinas*. (Proyecto de investigación, Universidad Estatal Península de Santa Elena). Obtenido de <http://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/4098>
- Koerner, R. (2012). *Designig With Geosynthetics* (Vol. 1). Obtenido de <https://books.google.com.pe/books?id=qZtSAAAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Designing+With+Geosynthetics&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiQouOE8MLIAhXnp1kKHf9xBAAQ6AEIMDAB#v=onepage&q=Designing%20With%20Geosynthetics&f=false>
- Martínez, A. (2009). *Comportamiento resistente al deslizamiento de geosintéticos*. (Tesis doctoral, Universidad de Cantabria). Obtenido de <https://repositorio.unican.es/xmlui/handle/10902/1219?show=full>
- Melgarejo, W. (2014). *Aplicación de la guía AASHTO 93 para el diseño del pavimento con geosintéticos en la carretera: Variante Coporaque (2.2 Km)*. (Informe de suficiencia, Universidad Nacional de Ingeniería). Obtenido de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/14526>

- Mera, J. (2017). *Evaluación técnico- económico del uso de geomalla multiaxial como refuerzo en la subrasante de la carretera Santa Cruz - Bellavista, distrito Bellavista – Jaén - Cajamarca*. (Tesis profesional, Universidad Nacional de Cajamarca). Obtenido de <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1060>
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2018). *Política Nacional Agraria y Plan Nacional de Cultivos*. Cajamarca. Obtenido de <https://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/rediagro/2018/exposiciones-minagriatualcance/cajamarca/servicios-pnc.pdf>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2003). *Reglamento Nacional de Vehículos*. Obtenido de http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_70.pdf
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2008). *Manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito*. Obtenido de <http://www.sutran.gob.pe/wp-content/uploads/2015/08/manualdedisenodecarreterasnopavimentada sdebajovolumendetransito.pdf>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2011). *Manual de hidrología, hidráulica y drenaje*. Obtenido de http://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/M C-07-11%20Hidrolog%C3%ADa,%20Hidr%C3%A1ulica%20y%20Drenaje.pdf
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). *Manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos*. Obtenido de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/M C-05-14%20Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos_Manual_de_Carreteras_OK.pdf
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). *Manual de enayo de materiales*. Obtenido de

- http://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-06-16%20Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). *Boletín Estadístico II*. Obtenido de https://portal.mtc.gob.pe/estadisticas/publicaciones/boletines/boletin_estadistico_II_semestre_2018.pdf
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). *Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial*. Obtenido de http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_4032.pdf
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). *Manual de carreteras: Diseño Geométrico DG - 2018*. Obtenido de http://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-02-18%20Dise%C3%B1o%20Geometrico%20DG-2018.pdf
- Núñez, A. (2016). *Optimización de espesores de pavimentos con aplicación de geosintéticos*. (Tesis de grado, Universidad Nacional del Altiplano). Obtenido de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/2056>
- Orrego, D. (2014). *Análisis técnico-económico del uso de geomallas como refuerzo de bases granulares en pavimentos flexibles*. (Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica del Perú). Obtenido de http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/5419/ORREGO_DANIEL_ANALISIS_GEOMALLAS_BASES_GRANULARES_PAVIMENTOS_FLEXIBLES.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- PAVCO. (2012). *Manual de diseño con geosintéticos*. Obtenido de <http://www.geosoftpavco.com/manualvirtual/document.pdf>
- Rojas, M. (2018). *Suelo reforzado con geosintéticos: Influencia del porcentaje de volumen de suelo confinado por el geosintético en la resistencia del conjunto*. (Tesis de pregrado, Universidad de Cuenca). Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/30241>
- Rondón, H., & Reyes, F. (2015). *Pavimentos: Materiales, construcción y diseño*. Obtenido de

https://books.google.com.pe/books?id=zuwcDgAAQBAJ&printsec=frontcover&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

Shukla, S. K. (2016). *An Introduction to Geosynthetic Engineering*. Obtenido de

<https://books.google.com.pe/books?id=LVazDAAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=An+Introduction+to+Geosynthetic+Engineering&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwig76DZ4sHIAhUuo1kKHfqVCPUQ6AEIKDAA#v=onepage&q=An%20Introduction%20to%20Geosynthetic%20Engineering&f=false>

Sicha, G. (2018). *Diseño con geosintéticos para la función de separación, filtración y refuerzo en pavimentos flexibles*. (Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica del Perú). Obtenido de http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/11730/SICHA_GINO_GEOSINTETICOS_SEPARACION_PAVIMENTOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Silva, M. (2016). *Mejoramiento de la subrasante con geomallas multiaxiales Tipo TX140 y TX160, aplicado a un tramo de la calle Alemania - La Molina - Cajamarca 2016*. (Tesis de grado, Universidad Privada del Norte). Obtenido de <http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/10543/Silva%20Arce%20Mayra%20Ayllen.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

TENSAR. (2009). SPECTRA: Sistema de mejoramiento de carreteras. *Resumen general del sistema*. Obtenido de <http://aguayo.com.do/wp-content/uploads/catalogo-sistema-mejoramiento-suelos-spectra.pdf>

Tensar Earth Technologies. (1999). *Mejoramiento de subrasantes: Construcción sobre suelos blandos*. folleto. Obtenido de http://tecnextsa.com/Productos/Geogrillas/br_spec.pdf

U.S. Army Corps of Engineers [USACE]. (2003). *Use of Geogrids in Pavement Construction*. Manual, U.S. Army Corps of Engineers (USACE), Department Of The Army, Washington, D.C. Obtenido de http://www.geotechnicalinfo.com/usace_use_of_geogrids_in_pavement_construction.pdf

ANEXOS

	<u>Pág.</u>
ANEXO I: Matriz de consistencia.....	177
ANEXO II : Validación externa.....	178
ANEXO III: Conteo vehicular.....	200
ANEXO IV: Estudio de suelos.....	207
ANEXO V: Estudio de canteras.....	295
ANEXO VI: Tablas y gráficos para el diseño geométrico.....	313
ANEXO VII: Tablas para el diseño por especificación.....	317
ANEXO VIII: Fichas técnicas de geosintéticos.....	319
ANEXO IX: Análisis económico del proyecto.....	327
ANEXO X: Panel fotográfico.....	331
ANEXO XI: Permiso de la Municipalidad distrital de Pión.....	341
ANEXO XII: Planos.....	343

ANEXO I: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:

**APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO
UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA**

ELABORADO POR:

**CORONEL TENORIO RONY HELI
HOYOS ESTELA OSNAR**

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES		METODOLOGÍA	
PROBLEMA PRINCIPAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS PRINCIPAL	Variable Independiente Geosintéticos	DIMENSIONES	INDICADORES	
¿Cuál es la influencia de la aplicación de geosintéticos en el diseño del tramo Km 0+000 al Km 5+000 de la carretera Santa Rosa - Puerto Churo, ubicado en el distrito de Pión, provincia de Chota, departamento de Cajamarca?	Determinar la influencia de la aplicación de geosintéticos en el diseño del tramo Km 0+000 al Km 5+000 de la carretera Santa Rosa - Puerto Churo, ubicado en el distrito de Pión, provincia de Chota, departamento de Cajamarca.	La aplicación de geosintéticos optimiza el diseño del tramo Km 0+000 hasta Km 5+000 de la carretera Santa Rosa -Puerto Churo, ubicada en el distrito de Pión, provincia de Chota, departamento de Cajamarca.		Geomalla biaxial	- Características geométricas. - Integridad estructural. - Durabilidad. - Resistencia.	DISEÑO Cuasi – experimental Se manipula la variable independiente para determinar su efecto en la variable dependiente. Aplicado Se aplica a casos reales para solucionar problemas. Descriptivo Se describen las características de las variables. MUESTRA Tramo km 0+000 al km 5+000 de la carretera Santa Rosa - Puerto Churo del distrito de Pión, provincia de Chota, departamento de Cajamarca. INSTRUMENTOS - Validación externa - Observación - Fichas técnicas - Hojas de cálculo. - Softwares (Civil 3D, AASHTO 93) - Normas nacionales e internacionales (M288, AASHTO, MTC) PROCEDIMIENTO - Recopilación de la información en campo. - Realización de ensayos en laboratorio. - Procesamiento de la información en gabinete. - Diseño del espesor de material granular y afirmado con el método Giroud - Han y NAASRA respectivamente. - Análisis de resultados para determinar su influencia.
PROBLEMAS ESPECÍFICOS ¿Cuál es la influencia de la aplicación de geomalla biaxial en el diseño de espesor del pavimento del tramo Km 0+000 al Km 5+000 de la carretera Santa Rosa - Puerto Churo, ubicado en el distrito de Pión, provincia de Chota, departamento de Cajamarca?	OBJETIVOS ESPECIFICOS Determinar la influencia de la aplicación de geomalla biaxial en el diseño de espesor del pavimento del tramo Km 0+000 al Km 5+000 de la carretera Santa Rosa -Puerto Churo, ubicado en el distrito de Pión, provincia de Chota, departamento de Cajamarca.	HIPOTESIS ESPECÍFICAS La aplicación de geomalla biaxial reduce en un 25% el espesor del pavimento del tramo Km 0+000 hasta Km 5+000 de la carretera Santa Rosa -Puerto Churo, ubicada en el distrito de Pión, provincia de Chota, departamento de Cajamarca.		Geomalla triaxial	- Características geométricas. - Integridad estructural. - Durabilidad. - Resistencia.	
¿Cuál es la influencia de la aplicación de geomalla triaxial en el diseño de espesor del pavimento del tramo Km 0+000 al Km 5+000 de la carretera Santa Rosa - Puerto Churo, ubicado en el distrito de Pión, provincia de Chota, departamento de Cajamarca?	Determinar la influencia de la aplicación de geomalla triaxial en el diseño de espesor del pavimento del tramo Km 0+000 al Km 5+000 de la carretera Santa Rosa -Puerto Churo, ubicado en el distrito de Pión, provincia de Chota, departamento de Cajamarca.	La aplicación de geomalla triaxial reduce en un 35% el espesor del pavimento del tramo Km 0+000 hasta Km 5+000 de la carretera Santa Rosa -Puerto Churo, ubicada en el distrito de Pión, provincia de Chota, departamento de Cajamarca.	Geotextil tejido	- Propiedades mecánicas. - Propiedades hidráulicas. - Propiedades físicas.		
¿Cuál es la influencia de la aplicación de geotextil tejido en el diseño de espesor del pavimento del tramo Km 0+000 al Km 5+000 de la carretera Santa Rosa - Puerto Churo, ubicado en el distrito de Pión, provincia de Chota, departamento de Cajamarca?	Determinar la influencia de la aplicación de geotextil tejido en el diseño de espesor del pavimento del tramo Km 0+000 al Km 5+000 de la carretera Santa Rosa -Puerto Churo, ubicado en el distrito de Pión, provincia de Chota, departamento de Cajamarca.	La aplicación de geotextil tejido reduce en un 15% el espesor del pavimento del tramo Km 0+000 hasta Km 5+000 de la carretera Santa Rosa -Puerto Churo, ubicada en el distrito de Pión, provincia de Chota, departamento de Cajamarca.	Variable Dependiente Diseño de la carretera	Diseño de espesor del pavimento	-Espesor de relleno granular. - Espesor de afirmado.	

ANEXO II: VALIDACIÓN EXTERNA



USMP
UNIVERSIDAD DE
SAN MARTÍN DE PORRES

FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ENCUESTA PARA EL DIAGRAMA CAUSA EFECTO

PROBLEMA: Poca vida útil de la carretera Santa Rosa – Puerto Churo del distrito de Pión, provincia de Chota, departamento de Cajamarca.

CAUSAS

1. MÉTODOS

No difundidos, pero existentes.
falta de Decisión para Aplicarlos.

2. MATERIALES

Al ser desconocidas, son costosas.

3. MEDIO AMBIENTE

Diversidad de climas y tipos de suelos.

4. MEDIO DE CONTROL

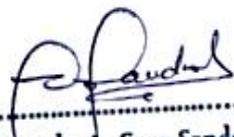
No Considerado por las Entidades Encargadas

5. MANO DE OBRA

SIN Capacitacion

6. MAQUINARIAS Y EQUIPOS

No Disponibles en la ZONA.


.....
Ricardo A. Sosa Sandoval
Ingeniero Civil Colegiado

FIRMA



ENCUESTA PARA EL DIAGRAMA CAUSA EFECTO

PROBLEMA: Poca vida útil de la carretera Santa Rosa – Puerto Churo del distrito de Pión, provincia de Chota, departamento de Cajamarca.

CAUSAS

1. MÉTODOS

La metodología diseñada de diseño para una carretera afirmada no resulta efectiva por ser solo una colocación de material con un espesor y un drenaje adecuado frente a disparejas y profundas.

2. MATERIALES

La calidad de los materiales que existen en los cantones de la zona no resultan del todo óptimos, por lo tanto los costos se elevan cuando se tienen cantones más lejos.

3. MEDIO AMBIENTE

El medio ambiente es agresivo debido a los cantones fluviales que corren en la zona.
A su vez están expuestas a deslizamientos por la calidad de suelo existente.

4. MEDIO DE CONTROL

Las medidas de control de ser ser efectivas para hacer cumplir los especificados en el proyecto.

Los presentativos usados a propósito de esta y bajo supervisión directa imponen una mayor integridad de funcionamiento

5. MANO DE OBRA

La mano de obra debe ser especializada debido a que las técnicas usadas para la ejecución deben ser precisas debido a que los presentativos funcionan bajo condiciones establecidas.

6. MAQUINARIAS Y EQUIPOS

Igualmente los equipos y maquinarias deben ser las adecuadas que no dañen la integridad de los mismos por la ejecución de estas manobras.



FIRMA
ING. Winston Enrique Acosta
CIP. 33100



ENCUESTA PARA EL DIAGRAMA CAUSA EFECTO

PROBLEMA: Poca vida útil de la carretera Santa Rosa – Puerto Churo del distrito de Pión, provincia de Chota, departamento de Cajamarca.

CAUSAS

1. MÉTODOS

- Procesos constructivos que no rigen los parámetros establecidos en el diseño de las carreteras

2. MATERIALES

- Carencia de materiales idóneos que respondan al diseño y a la transitabilidad de los vehículos, que el terreno no responde ante estos requerimientos.

3. MEDIO AMBIENTE

- Los métodos tradicionales generan mayor impacto negativo en el medio ambiente.

4. MEDIO DE CONTROL

- Falta supervisión de las carreteras cuando se están ejecutando
- No se cumplen las normas establecidas para carreteras

5. MANO DE OBRA

- Falta de capacitación al personal que realiza las obras de carreteras

6. MAQUINARIAS Y EQUIPOS

- Falta de certificación y calibración de los equipos

M. Medina
REG CIP 59091
ING° CIVIL

FIRMA



ENCUESTA PARA EL DIAGRAMA CAUSA EFECTO

PROBLEMA: Poca vida útil de la carretera Santa Rosa – Puerto Churo del distrito de Pión, provincia de Chota, departamento de Cajamarca.

CAUSAS

1. MÉTODOS

-El Perú tiene tres áreas geográficas de características de relieve, topografía, clima, actividades económicas diferentes, que conllevaría a plantear 3 tipos de diseños diferentes que se ajusten a las exigencias típicas del lugar donde se plantean los estudios, como por ejemplo espesores de pavimentos, tipo de pavimentos, mejoramiento de subcarreteras, planteamiento de obras de arte acordes.

2. MATERIALES

- Mezclar vecas los materiales con extractores de canchales más próximos a las obras para abaratar costos sin cumplir con su calidad lo señalado en las especificaciones técnicas.

3. MEDIO AMBIENTE

-La extracción de los agregados para este tipo de obras va a requerir volúmenes considerables de traslado y movimiento de tierra en las mismas obras que deben ser debidamente planificadas para no afectar al medio ambiente (Vegetación, aire, agua y población adyacente), durante la ejecución de las obras.

4. MEDIO DE CONTROL

- Los volquetes que transportan los materiales desde las canteras deben estar debidamente cubiertos a fin de evitar pérdidas de materiales, accidentes, o contaminación del aire.
- Los procesos constructivos deben estar debidamente garantizados mediante pruebas de control de calidad como CBR, próctor, entre otros.

5. MANO DE OBRA

- Poca experiencia del personal obrero para este tipo de obras.
- Poco incentivo que el personal obrero percibe.

6. MAQUINARIAS Y EQUIPOS

- Escasa revisión técnica de la maquinaria usada para este tipo de proyectos u obras.
- Equipos que ya cumplieron su vida útil y que siguen siendo empleados en obra.



FIRMA

CIP 62314



ENCUESTA PARA EL DIAGRAMA CAUSA EFECTO

PROBLEMA: Poca vida útil de la carretera Santa Rosa – Puerto Churo del distrito de Pión, provincia de Chota, departamento de Cajamarca.

CAUSAS

1. MÉTODOS

DEFICIENTES PARÁMETROS DE DISEÑO PARA
LA APLICACIÓN DEL MÉTODO AASHTO Y PCA.

2. MATERIALES

UBICAR CANTERAS QUE CUMPLAN CON LAS
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE ACUERDO
CON LA E.6-2013.

3. MEDIO AMBIENTE

IMPLEMENTACIÓN DE PLANES DE MITIGACIÓN
DURANTE EL PROCESO CONSTRUCTIVO, PRESER-
VANDO EL MEDIO AMBIENTE.

4. MEDIO DE CONTROL

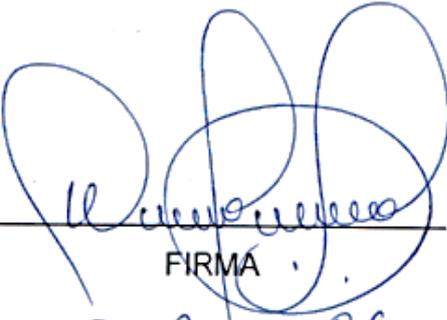
PRESERVAR EL MEDIO AMBIENTE EN LO
REFERENTE AL SUELO, AIRE Y AGUA.

5. MANO DE OBRA

UTILIZAR MANO DE OBRA CALIFICADA.

6. MAQUINARIAS Y EQUIPOS

QUE CUMPLAN LOS ESTANDARES MINIMOS
DE RENDIMIENTO, CON UNA VIDA
ECONOMICA ACEPTABLE.


FIRMA
C.I.P. N° 25386.



ENCUESTA A EXPERTOS

TÍTULO DE LA TESIS: "APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA SANTA ROSA – PUERTO CHURO EN LA PROGRESIVA KM 0+000 AL KM 5+000 DEL DISTRITO DE PIÓN – CHOTA – CAJAMARCA".

A. DATOS DEL ENCUESTADO

Nombre del encuestado: Wiston Enrique Regue Scaevola

Profesión: Ingeniero Civil

Lugar donde labora: Gobierno Regional Lambayeque

B. CUESTIONARIO

1. ¿Qué opina sobre el tema de tesis elegido?

Es un importante aporte al tema de
pavimentos, pues es un tema que viene
innovando el diseño de pavimentos
logrando mejores condiciones de funcio-
namiento

2. ¿Qué tan importante considera usted el tema elegido?

Es importante pues la intención es
demonstrar que el uso de Geosintéticos
mejore el rendimiento de un pavimento
en diversos factores.

3. ¿Qué posibles beneficios o utilidades producirá? ¿A quién beneficiará el tema seleccionado?

Primariamente beneficiará a la población elegida, luego el tema fue tomado como anodato para el diseño de futuros proyectos en zonas de rubro deficientes de bajo PIB.

4. ¿Qué tanto se sabe sobre el tema elegido?

Al momento se viene incrementando el uso de smartphones, existen muchos diseños lo cual demuestra que cada día se conoce más en cuanto a este tema de diseño.

C. RECOMENDACIONES

- Hacer los cálculos con el siguiente detalle para que los usuarios de esta tesis encuentren la información de bide
- Elegir un tema de las condiciones sean más desfavorables para una adecuada aplicación de la técnica



FIRMA DEL ENCUESTADO

CIP: - 33100



ENCUESTA A EXPERTOS

TÍTULO DE LA TESIS: "APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA SANTA ROSA – PUERTO CHURO EN LA PROGRESIVA KM 0+000 AL KM 5+000 DEL DISTRITO DE PIÓN – CHOTA – CAJAMARCA".

A. DATOS DEL ENCUESTADO

Nombre del encuestado: MEDRANO LIZARZABURU EITHEL

Profesión: INGENIERO CIVIL

Lugar donde labora: USMP - FN

B. CUESTIONARIO

1. ¿Qué opina sobre el tema de tesis elegido?

ES UN TEMA DE DESARROLLO ANTE LA
PROBLEMATICA DE FALTA DE VIAS LAS
QUE SE VERAN SOSTENIBLES CON LOS
APORTES DE LOS TESISISTAS

2. ¿Qué tan importante considera usted el tema elegido?

DE TENER OPORTUNIDAD DE REALIZARSE
SE ECONOMIZA EL PROYECTO ANTE
LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS TRA-
DICIONALES Y UNA SOSTENIBILIDAD
ANTE LOS PROBLEMAS DE DISEÑO

3. ¿Qué posibles beneficios o utilidades producirá? ¿A quién beneficiará el tema seleccionado?

SE BENEFICIAN AMBAS POBLACIONES
SE TIENE TRANSITABILIDAD
SE DA OPORTUNIDAD A QUE PRODUCTOS
DE LA ZONA TENGAN MEJORES MERCADOS

4. ¿Qué tanto se sabe sobre el tema elegido?

TRABAJO EN EL DISEÑO DE CARRETERAS
TENGO ESTUDIOS EN GEOTECNIA
Y HE REALIZADO TRABAJOS DE ESTE
RUBRO

C. RECOMENDACIONES

REALIZAR UNA VARIACIÓN A SU TÍTULO
DE ACUERDO A LO CONVERSADO

Vin Medrano

FIRMA DEL ENCUESTADO

ING. CIVIL

REG. CIP. N° 59091



ENCUESTA A EXPERTOS

TÍTULO DE LA TESIS: "APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA SANTA ROSA – PUERTO CHURO EN LA PROGRESIVA KM 0+000 AL KM 5+000 DEL DISTRITO DE PIÓN – CHOTA – CAJAMARCA".

A. DATOS DEL ENCUESTADO

Nombre del encuestado: Walter David Ruiz Scaedo

Profesión: Ingeniero Civil

Lugar donde labora: Gerencia Ejecutiva Vivienda y Saneamiento

B. CUESTIONARIO

1. ¿Qué opina sobre el tema de tesis elegido?

El tema elegido me parece necesario debido a que en el Perú existen regiones con condiciones climáticas adversas y propiedades de terreno inadecuado, que requieren soluciones novedosas para el diseño de sus carreteras.

2. ¿Qué tan importante considera usted el tema elegido?

Es importante porque ayuda a conservar la estructura del pavimento de las carreteras, incrementando así su durabilidad y vida útil.

3. ¿Qué posibles beneficios o utilidades producirá? ¿A quién beneficiará el tema seleccionado?

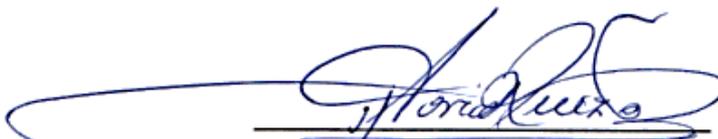
- Su aplicación en carreteras tiene impactos positivos en lo económico, en lo técnico y en lo ambiental debido a que se reduce volúmenes de movimiento de tierras, mejora el comportamiento del pavimento en cuanto a drenaje, relleno, separación y por último reduce el impacto de la emisión de carbono en las actividades de construcción realizadas.
- Los principales beneficiados son los pobladores de zonas cercanas a la carretera propuesta.

4. ¿Qué tanto se sabe sobre el tema elegido?

Se desconoce un poco el uso de geosintéticos, debido a que las universidades del país no dictan cursos al respecto; sin embargo en otros países se usan estas tecnologías con más frecuencia además de realizar continuas investigaciones para mejorar su aplicación.

C. RECOMENDACIONES

Realizar esta investigación acorde a la normativa nacional vigente, y de ser necesario utilizar normas y métodos novedosos aplicadas y desarrolladas en otros países.


FIRMA DEL ENCUESTADO
CIP 24446



ENCUESTA A EXPERTOS

TÍTULO DE LA TESIS: "APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO EN LA PROGRESIVA KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA – PUERTO CHURO DEL DISTRITO DE PIÓN – CHOTA – CAJAMARCA".

A. DATOS DEL ENCUESTADO

Nombre del encuestado: WESLEY SALAZAR BRAYO

Profesión: MG. ING. CIVIL

Lugar donde labora: UNPRG

B. CUESTIONARIO

1. ¿Qué opina sobre el tema de tesis elegido?

CONSIDERO QUE ES UNA BUENA ALTERNATIVA
PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTOS. ES
UNA OPCION POCO USADA EN EL DISEÑO.

2. ¿Qué tan importante considera usted el tema elegido?

ES UN TRABAJO INNOVADOR EN LA ZONA
DE APLICACION.

3. ¿Qué posibles beneficios o utilidades producirá? ¿A quién beneficiará el tema seleccionado?

EL PAQUETE ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO
EN LO REFERENTE A SU SUPERFICIE DE
RODADURA BATARA LOS ESPESORES
CONVENCIONALES.

4. ¿Qué tanto se sabe sobre el tema elegido?

ES UN TEMO NO COMUN EN EL DISEÑO DE
PAVIMENTOS.

C. RECOMENDACIONES

PROPICIAR NUEVOS METODOS DE DISEÑO
DE PAVIMENTOS EN LA ZONA DE ESTUDIO.


FIRMA DEL ENCUESTADO
CIP. N° 25386



ENCUESTA A EXPERTOS

TÍTULO DE LA TESIS: "APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO EN LA PROGRESIVA KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA – PUERTO CHURO DEL DISTRITO DE PIÓN – CHOTA – CAJAMARCA".

A. DATOS DEL ENCUESTADO

Nombre del encuestado: Rocio del Pilar Blar Rebaza

Profesión: Ingeniero Civil

Lugar donde labora: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo

B. CUESTIONARIO

1. ¿Qué opina sobre el tema de tesis elegido?

Es un tema novedoso acorde a la coyuntura actual que debe ser demostrado según las características propias del área geográfica donde se plantearán el pavimento; debe considerarse también un análisis comparativo de costos entre una estructura convencional y la planteada por los tesisistas, que permitan demostrar los beneficios de esta investigación.

2. ¿Qué tan importante considera usted el tema elegido?

El enfoque que las universidades deben dar a nivel de pregrado, está dentro de sus competencias inducir al estudiante o egresado a realizar investigaciones que conlleven a planteamientos cuya aplicación resuelva problemas de la realidad actual, dentro de la rama de ingeniería civil, en consecuencia esta investigación considero importante.

3. ¿Qué posibles beneficios o utilidades producirá? ¿A quién beneficiará el tema seleccionado?

Alargar la vida de la estructura del pavimento dentro de una carretera.

Los beneficiarios serán directamente a la población de la zona donde se aplicaría esta metodología si se demuestra su efectividad.

4. ¿Qué tanto se sabe sobre el tema elegido?

El tema es relativamente nuevo como componente dentro de la estructura del pavimento, puesto que en la zona de costa no se presentan estratigrafías de suelos variables, clima de fuertes precipitaciones, como ocurren en la sierra y la selva del país.

C. RECOMENDACIONES

Realizar en la investigación el análisis comparativo técnico y económico del planteamiento presentado por los testigos con respecto al diseño convencional a fin de poder demostrar las bondades que se puedan obtener, que permita garantizar la aplicación en zonas que pudieran requerir dicho planteamiento.


FIRMA DEL ENCUESTADO
CIP 6234



ENCUESTA A EXPERTOS

TÍTULO DE LA TESIS: "APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO EN LA PROGRESIVA KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA – PUERTO CHURO DEL DISTRITO DE PIÓN – CHOTA – CAJAMARCA".

A. DATOS DEL ENCUESTADO

Nombre del encuestado: Ricardo Antonio Sosa Sandoval

Profesión: Ingeniero Civil

Lugar donde labora: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo

B. CUESTIONARIO

1. ¿Qué opina sobre el tema de tesis elegido?

Interesante, desde el punto de vista de manteni-
miento y vida útil del Pavimento.

2. ¿Qué tan importante considera usted el tema elegido?

Importante desde el punto de vista Técnico
(tema de Investigación) Económico (solución
viable) y Social (Mayor Cobertura Pavimentada)
y Tecnológica (Aplicando soluciones Modernas).

3. ¿Qué posibles beneficios o utilidades producirá? ¿A quién beneficiará el tema seleccionado?

En primer lugar a la población local y en Segundo lugar a la Región y por ende a la Red Vial. El Beneficio se logra con la aplicación de esta Metodología Técnica y Económicamente viable.

4. ¿Qué tanto se sabe sobre el tema elegido?

Se tiene conocimiento q' este Solución se ha aplicado y Aplica en proyectos con diferentes tipos de climas y Suelos, como la Intersección.

C. RECOMENDACIONES

Tomar conocimiento de la Información Técnica de los fabricantes de Este asumo, su disponibilidad y Costo para plantear su aplicación.

Ricardo A. Sosa Sandoval

Ingeniero Civil Caliente

FIRMA DEL ENCUESTADO

CIP 45581

ANEXO III: CONTEO VEHICULAR



FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR ESTUDIO DE TRAFICO

TRAMO DE LA CARRETERA	Carretera Cruce El Triunfo - Chota	ESTACION	Cruce El Triunfo			
SENTIDO	Entrada ← E Salida S →	CODIGO DE LA ESTACION	E-01			
UBICACION	Cruce Lonya Gde - Pto. Recodo - Distrito Piñon - Provincia de Cotacachi	DIA Y FECHA	Lunes	13	5	19
DIA	1					

HORA	SEN TI DO	CAMILONETAS		BUS			CAMION				SEMI TRAYLER				TRAYLER							
		AUTO	STATION WAGON	PICK UP	PANEL	RURAL Combi	MICRO	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
DIAGRA. VEH.																						
00-01	E	1		1							1											
	S		1																			
01-02	E		1																			
	S		1	1																		
02-03	E		1																			
	S	1	2																			
03-04	E		1	1																		
	S		1			1					1											
04-05	E	1	1	2		1					1											
	S	2	1			1					1	1										
05-06	E	2	2		1	1																
	S	1	2	1		2					1											
06-07	E	1	1	1		1					1											
	S		2	3		1					1											
07-08	E					1																
	S		1	3																		
08-09	E	2	1	1		1																
	S	2	1																			
09-10	E		2								1											
	S	1	2	4		1					1											
10-11	E		1																			
	S		1			1																
11-12	E		1	2		1																
	S	2	1	1							1											
12-13	E	1		1	1	1																
	S			1		1					1											
13-14	E			1	1	1																
	S		1	1																		
14-15	E			2		1					1											
	S			1																		
15-16	E		1																			
	S	2		2		1					1											
16-17	E			1																		
	S	1		1																		
17-18	E	1		1																		
	S	1	2																			
18-19	E		1	2																		
	S					2					1											
19-20	E	2	1	2																		
	S	1	1	1							1											
20-21	E			2	1						1											
	S	1	1	2							1											
21-22	E		2																			
	S			2							1											
22-23	E	1	1	1																		
	S		1	2																		
23-24	E			1							1											
	S																					
PARCIAL:	27	40	48	4	20	0	0	0	0	12	9	0										

ENCUESTADOR : _____ JEFE DE BRIGADA : _____ ING.RESPONS: _____ SUPERV.MTC : _____

FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

TRAMO DE LA CARRETERA	Carretera Cruce El Triunfo - Chota		
SENTIDO	Entrada	← E	Salida S →
UBICACION	Cruce Lonya Gde - Pto. Recodo - Distrito Piñon - Provincia de Cotacachi		
DIA	2		

ESTACION	Cruce El Triunfo		
CODIGO DE LA ESTACION	E-01		
DIA Y FECHA	Martes	14	5 19

HORA	SEN TI DO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS				MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER			
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi	2 E		>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
00-01	E	1	1	2		1					1										
	S		1	1																	
01-02	E		1	2								1									
	S	1	1	1		1					1										
02-03	E	1	2	1																	
	S		2	1							1	1									
03-04	E	1	1	1		1															
	S	1	2			1						1									
04-05	E	2	1	1		1															
	S		1	1		2															
05-06	E		2	1		1															
	S	1	1	1		1						1									
06-07	E					1															
	S		1			2					1										
07-08	E			2		1					1										
	S	1		2		2						1									
08-09	E	1		1																	
	S	1		2								1									
09-10	E			1		1															
	S		1	1		1						1									
10-11	E	1	1	2	1																
	S		1									1									
11-12	E					1						1									
	S	1		1																	
12-13	E			1		1															
	S	1				1						1	1								
13-14	E		1																		
	S		1	1	1	1							1								
14-15	E					1															
	S			1		1						1	1								
15-16	E		1	1																	
	S	1	1	1		1															
16-17	E		1	1									1								
	S			1																	
17-18	E			1								1									
	S	1											1								
18-19	E	1	1	1		1						1									
	S			1																	
19-20	E		1	2																	
	S		1	1																	
20-21	E	1	1	1																	
	S		2	1																	
21-22	E			1																	
	S																				
22-23	E		1	1																	
	S	1		2																	
23-24	E																				
	S																				
PARCIAL:	19	32	44	2	25	0	0	0	0	11	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ENCUESTADOR : _____ JEFE DE BRIGADA : _____ ING.RESPONS: _____ SUPERV.MTC : _____

FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

TRAMO DE LA CARRETERA	Carretera Cruce El Triunfo - Chota		
SENTIDO	Entrada	← E	Salida S →
UBICACIÓN	Cruce Lonya Gde - Pto. Recodo - Distrito Piñon - Provincia de C		
DIA	3		

ESTACION	Cruce El Triunfo		
CODIGO DE LA ESTACION	E-01		
DIA Y FECHA	Miercoles	15	5 19

HORA	SEN TI DO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER		
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2
00-01	E		1																
	S		1	2						1									
01-02	E			1															
	S	1		1							1								
02-03	E	1		1						1									
	S	1	1	2							1								
03-04	E	1		1															
	S		1	1															
04-05	E	1	2																
	S	1	1	1							1								
05-06	E	1	2																
	S		1	1						1									
06-07	E	1	3	2		1				1									
	S		2	2		1				1	1								
07-08	E	1	2	1		1				1									
	S	1	1	3		1													
08-09	E			2						1	1								
	S	1																	
09-10	E	1	1	2	1					1									
	S		2	2						1									
10-11	E	1	1	1															
	S	3		2		1													
11-12	E			1															
	S	1		2							1								
12-13	E			1															
	S	1		2		1				1	1								
13-14	E	1		1		1													
	S	1	1	2	1	1													
14-15	E	2	2	3		1				1	1								
	S	1	2	1		1				1									
15-16	E	1	2			1													
	S		1	1		1													
16-17	E	1	1								1								
	S			2															
17-18	E			1		1				1									
	S	1									1								
18-19	E		1	1															
	S	2				1				1									
19-20	E		1	2															
	S	1		2															
20-21	E		1								1								
	S		1																
21-22	E			1															
	S																		
22-23	E			1		1													
	S																		
23-24	E																		
	S																		
PARCIAL:	29	37	50	2	15	0	0	0	14	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ENCUESTADOR : _____ JEFE DE BRIGADA : _____ ING.RESPONS: _____ SUPERV.MTC : _____

**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO**

TRAMO DE LA CARRETERA	Carretera Cruce El Triunfo - Chota			ESTACION	Cruce El Triunfo		
SENTIDO	Entrada	← E	Salida	S →	CODIGO DE LA ESTACION	E-01	
UBICACION	Cruce Lonya Gde - Pto. Recodo - Distrito Piñon - Provincia de Cotacachi			DIA Y FECHA	Jueves	16	5
DIA	4						

HORA	SEN TI DO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			SEMI TRAYLER				TRAYLER				
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2
00-01	E	1	2																
	S		1	1		1			1										
01-02	E			1															
	S			1					1										
02-03	E		1	1		1													
	S		2	1						1									
03-04	E	1	1	1															
	S		1																
04-05	E			2						1	1								
	S	1	1																
05-06	E		1	1		2				1	1								
	S	1		1						1									
06-07	E			1		1													
	S		1			1				1	1								
07-08	E	2		3		1				1									
	S			1						1									
08-09	E	1		2															
	S	2		2		2					1								
09-10	E		3	1		1													
	S	1	2	1						1	1								
10-11	E	1	1			1													
	S		2	2		1													
11-12	E									1	1								
	S	1	2	1															
12-13	E			1															
	S	1		1						1	1								
13-14	E	1		3		1													
	S	1		1		1					1								
14-15	E																		
	S	1		1		1				1									
15-16	E		1	2															
	S		1	1		1													
16-17	E		1	1						1	1								
	S			1		1					1								
17-18	E			1						1									
	S	1		1		2					1								
18-19	E		1	1						1									
	S																		
19-20	E	1	1	1															
	S		1	1						1	1								
20-21	E	1	1	2															
	S			1							1								
21-22	E	1	1	1															
	S	1		1						1									
22-23	E		1																
	S		1	2						1									
23-24	E			1															
	S																		
PARCIAL		21	31	49	2	17	0	0	0	18	15	0							

ENCUESTADOR : _____ JEFE DE BRIGADA : _____ ING.RESPONS: _____ SUPERV.MTC : _____

FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

TRAMO DE LA CARRETERA	Carretera Cruce El Triunfo - Chota			ESTACION	Cruce El Triunfo		
SENTIDO	Entrada	E	Salida	S	CODIGO DE LA ESTACION	E-01	
UBICACION	Cruce Lonya Gde - Pto. Recodo - Distrito Piñon - Provincia de C			DIA Y FECHA	Viernes	17	5
DIA	5						

HORA	SEN TI DO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS		MICRO	BUS				CAMION				SEMI TRAYLER			TRAYLER		
				PICK UP	PANEL		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
DIAGRA. VEH.																				
00-01	E	1	2	2																
	S		1			1			1	1										
01-02	E	1	1			1				1										
	S								1											
02-03	E		1	1						1										
	S	1	2	2					1	1										
03-04	E		2			2				1										
	S	1	1			1				1										
04-05	E		1	2		1				1	1									
	S	2	2	2		2				1										
05-06	E	1	1	2		1				1										
	S		1	2																
06-07	E	1	2	1		1					1									
	S	1	2	1		1				1										
07-08	E	2	3	2		2				1	1									
	S	1	2	1						1										
08-09	E	1	1	2		1				1	1									
	S	1	2	2		1				1										
09-10	E	1			1	1				1	1									
	S	1	1	2		1				1	1									
10-11	E		1	1																
	S		1			1				1	1									
11-12	E	1		2							1									
	S			2																
12-13	E		2	1						1										
	S	1				1					1									
13-14	E																			
	S			1		1				1										
14-15	E																			
	S	1		1						1	1									
15-16	E		1							1										
	S	1				1														
16-17	E		1	1						1	1									
	S		1	1																
17-18	E			1						1	1									
	S		1		1															
18-19	E		1																	
	S	1	1	1	1					1	1									
19-20	E																			
	S	1		1																
20-21	E			4						1										
	S									1	1									
21-22	E																			
	S		1							1										
22-23	E		1			1														
	S																			
23-24	E		1	2						1	1									
	S		1																	
PARCIAL:	22	42	43	3	22	0	0	0	24	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

ENCUESTADOR : _____ JEFE DE BRIGADA : _____ ING.RESPONS: _____ SUPERV.MTC : _____

**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO**

TRAMO DE LA CARRETERA	Carretera Cruce El Triunfo - Chota		ESTACION	Cruce El Triunfo	
SENTIDO	Entrada	← E Salida → S	CODIGO DE LA ESTACION	E-01	
UBICACION	Cruce Lonya Gde - Pto. Recodo - Distrito Piñon - Provincia de C		DIA Y FECHA	Sábado	18 5 19
DIA	6				

HORA	SEN TI DO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS		MICRO	BUS			CAMION				SEMI TRAYLER			TRAYLER		
				PICK UP	PANEL		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3
DIAGRA. VEH.																			
00-01	E		1	1		1				1	1								
	S					1				1									
01-02	E	1			1						1								
	S				1	1													
02-03	E				1						1								
	S	1	2	1		1				1									
03-04	E		2	1							1								
	S	1	1	1							1								
04-05	E	1	1	2		1													
	S	2	2			2													
05-06	E		2							1	1								
	S	1	1	2		1					1								
06-07	E		1	1		1													
	S	1	1	2						1	1								
07-08	E	2	1			1					1								
	S	2	1	1							1								
08-09	E	1	1																
	S		2	1		1				1	1								
09-10	E	1	2	1		1				1	1								
	S	1	2	1						1									
10-11	E	1	2	2		1				1	1								
	S		2	2		1													
11-12	E									1									
	S	1	2	1		1					1								
12-13	E			1															
	S		1																
13-14	E	1	1	2		1													
	S	2	2	2															
14-15	E			2		2					1								
	S																		
15-16	E									1	1								
	S	1		2		1													
16-17	E																		
	S		1								1								
17-18	E			3		1													
	S	1									1								
18-19	E	2	3	2		2				1									
	S	1	1	2		1				1	1								
19-20	E	1	1	1	1	1					1								
	S		2	2		2				1									
20-21	E		2	1		1													
	S		1	1		2				1									
21-22	E	2				1													
	S		1	1						1									
22-23	E		1	1		1													
	S	1	1	1															
23-24	E		1			1													
	S			1						1									
PARCIAL:	29	48	48	1	32	0	0	0	0	20	17	0	0	0	0	0	0	0	0

ENCUESTADOR : _____ JEFE DE BRIGADA : _____ ING.RESPONS: _____ SUPERV.MTC : _____

**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO**

TRAMO DE LA CARRETERA	Carretera Cruce El Triunfo - Chota			ESTACION	Cruce El Triunfo		
SENTIDO	Entrada	← E	Salida	S →	CODIGO DE LA ESTACION	E-01	
UBICACION	Cruce Lonya Gde - Pto. Recodo - Distrito Piñon - Provincia de C			DIA Y FECHA	Domingo	19	5 19
DIA	7						

HORA	SEN TI DO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS		MICRO	BUS			SEMI TRAYLER				TRAYLER			
				PICK UP	PANEL		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3
DIAGRA. VEH.																	
00-01	E	1						1	1								
	S		1	1	1												
01-02	E	1							1								
	S																
02-03	E	1															
	S		1	1													
03-04	E	2	1						1								
	S																
04-05	E	1		3	2				1								
	S	1	2														
05-06	E	1	1		2				1								
	S	1		1					1								
06-07	E	1			2												
	S	2	1														
07-08	E	2			2												
	S	1							1								
08-09	E	1															
	S	2	1	1	1												
09-10	E	1		2													
	S		1		2												
10-11	E																
	S	2			1												
11-12	E		1	2													
	S	1		1	1												
12-13	E	2	1														
	S	1		1	1												
13-14	E			1					1								
	S	1															
14-15	E		1														
	S	1	1		1				1								
15-16	E	1			1												
	S																
16-17	E		2		1				1								
	S	2															
17-18	E		2		3				1	1							
	S	1															
18-19	E		2	1						1							
	S	2	1		1				1								
19-20	E	1								1							
	S		1						1								
20-21	E	1		1	1					1							
	S		1		1				1								
21-22	E	1		1	2					1	1						
	S	1	2	1	2				1	1							
22-23	E	1								1							
	S		2		1				1								
23-24	E	1			1					1							
	S		1		2					1							
PARCIAL:		36	29	15	6	26	0	0	0	13	13	0	0	0	0	0	0

ENCUESTADOR : _____ JEFE DE BRIGADA : _____ ING.RESPONS: _____ SUPERV.MTC : _____

ANEXO IV: ESTUDIO DE SUELOS



USMP
UNIVERSIDAD DE
SAN MARTÍN DE PORRES

FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

REGISTRO DE EXPLORACIÓN

DATOS GENERALES:

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA
FECHA:	JUNIO DEL 2019
CALICATA:	C-1

IDENTIFICACIÓN:

Coordenadas UTM		778706.51E, 9318139.97N
Ubicación		Distrito de Pión
Profundidad	M-1	0.70 m - 1.50 m

PROFUNDIDAD	SUCS	MUESTRA	DESCRIPCIÓN
-0.70			<i>Relleno: Arcilla y limos orgánicos de color marrón oscuro, consistencia media. Presencia de raíces y restos vegetales.</i>
-1.50	CH	M-1 	<i>Estrato conformado por arcillas de alta plasticidad de color marrón amarillento, consistencia media.</i>

OBSERVACIONES: No se encontró Nivel freático



CONTENIDO DE HUMEDAD
MTC E 108/ASTM D 2216

DATOS GENERALES:

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

Coordenadas UTM			778706.51E, 9318139.97N		
Calicata	C-1	Muestra	M-1	Profundidad	0.70 m - 1.50 m

RECOLECCIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

Nº	Denominación	Unid.	M-1
1	Tara	Nº	1
2	Peso de suelo húmedo utilizado + tara	gr	209.21
3	Peso de suelo seco utilizado + tara	gr	193.03
4	Peso del agua	gr	16.18
5	Peso de la tara	gr	137.33
6	Peso del suelo seco utilizado	gr	55.70
7	Contenido de humedad	%	29.05



CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES
N.T.P. 339.152/BS 1377

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

Coordenadas UTM				778706.51E, 9318139.97N	
Calicata	C-1	Muestra	M-1	Profundidad	0.70 m - 1.50 m

RECOLECCIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

Nº	Denominación	Unid.	Valor
1	Muestra de suelo usada	gr	100.00
2	Agua destilada usada	ml	300.00
3	Relación de la mezcla suelo - agua destilada		3
4	Número de frasco (beaker)		2
5	Peso del frasco (beaker)	gr	56.93
6	Peso del frasco + Agua + residuo de sales	gr	252.35
7	Peso de frasco+ residuo de sales	gr	56.93
8	Peso de residuo de sales	gr	0.00
9	Volúmen de solución tomada	ml	195.42
10	Constituyentes de sales solubles totales	ppm	0.0
11	Constituyentes de sales solubles totales en peso seco	(%)	0.00



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

M.T.C. E 107/ASTM D 422

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

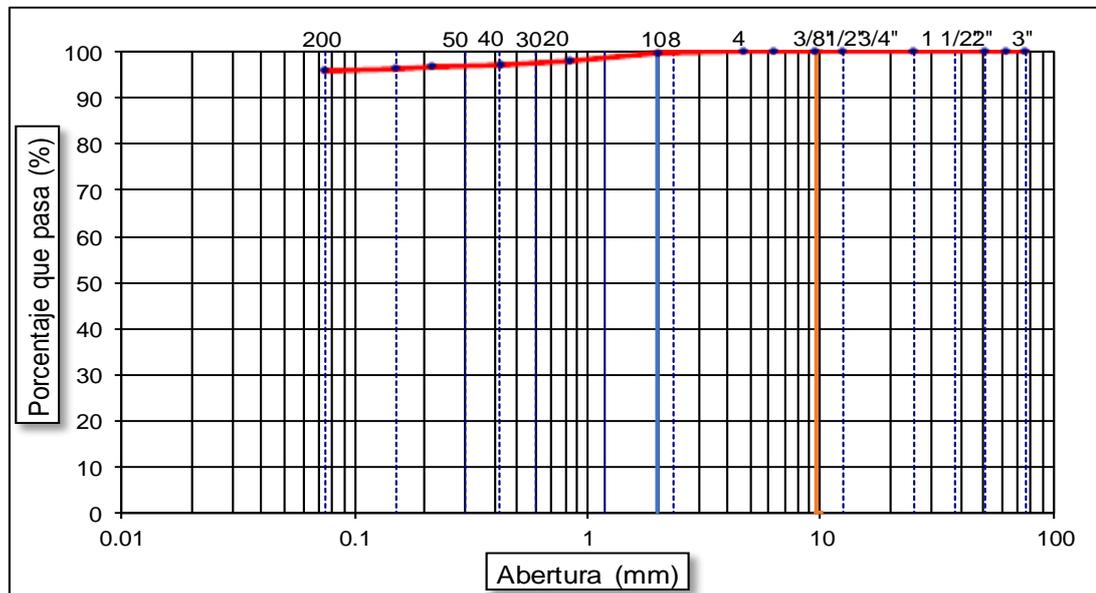
Coordenadas UTM				778706.51E, 9318139.97N	
Calicata	C-1	Muestra	M-1	Profundidad	0.70 m - 1.50 m

RECOLECCIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULA	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
(plg.)	(mm)					
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00	CH, arcillas inorgánicas con elevada plasticidad
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite Líquido (LL) : 53.89%
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite Plástico (LP) : 27.53%
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00	Índice Plástico (IP) : 26.36%
Nº 4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00	Clasificación (SUCS) : CH
Nº 10	2.00	0.76	0.38	0.38	99.62	Clasificación (AASHTO) A-7-6
Nº 20	0.84	3.04	1.52	1.90	98.10	OBSERVACIONES :
Nº 40	0.425	1.65	0.83	2.73	97.28	Profundidad: 0.70 m - 1.50 m
Nº 50	0.215	0.98	0.49	3.22	96.79	Grava 3" - Nº 4 : 0.00
Nº 100	0.150	1.16	0.58	3.80	96.21	Arena Nº4 - Nº 200 : 4.21
Nº 200	0.075	0.83	0.42	4.21	95.79	Finos < Nº 200 : 95.79
<Nº 200	FONDO	191.58	95.79	100.00	0.00	Fraccion: 8.42

Peso inicial seco: 200 gr

CURVA GRANULOMÉTRICA





LÍMITE LÍQUIDO Y PLÁSTICO
M.T.C. E110 - E111/N.T.P 339.129

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

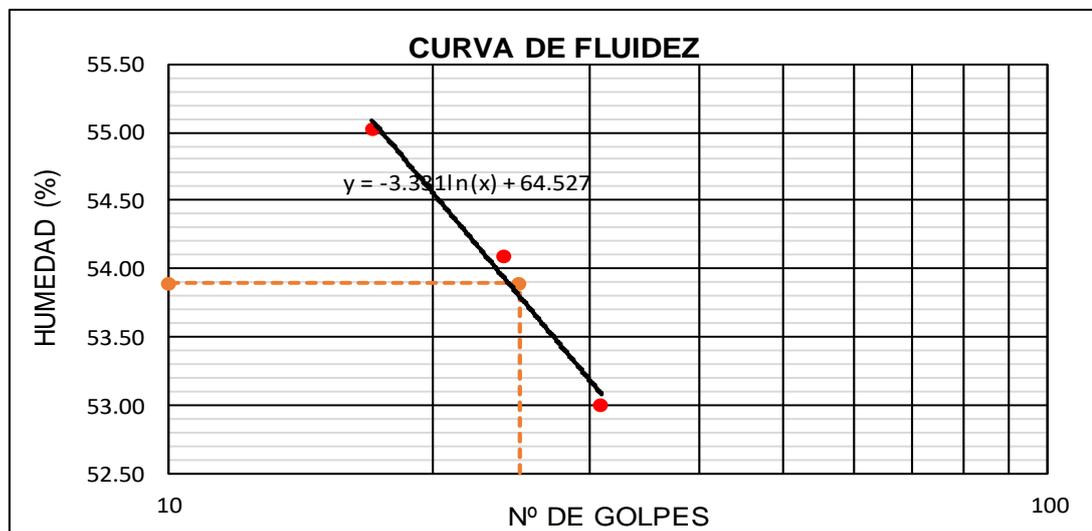
IDENTIFICACIÓN

Coordenadas UTM				778706.51E, 9318139.97N	
Calicata	C-1	Muestra	M-1	Profundidad	0.70 m - 1.50 m

RECOLECCIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

Datos de ensayo	Unid.	Límite Líquido			Límite Plástico	
		1	2	3	A	B
Nº Recipiente						
Nº de golpes		17	24	31	-----	-----
Peso suelo húmedo+Tara	gr	56.69	56.97	56.21	53.77	50.34
Peso suelo seco+ Tara	gr	44.09	44.89	45.07	47.27	44.12
Peso de tara	gr	21.19	22.56	24.05	23.22	21.93
Peso del Agua	gr	12.60	12.08	11.14	6.50	6.22
Peso de suelo seco	gr	22.90	22.33	21.02	24.05	22.19
Contenido de humedad	%	55.02	54.10	53.00	27.03	28.03

Consistencia física de la muestra		
Límite Líquido	LL	53.89 %
Límite Plástico	LP	27.53 %
Índice de Plasticidad	IP	26.36 %





PROCTOR MODIFICADO
MTC E 115/ASTM D 1557

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

Coordenadas UTM	778706.51E, 9318139.97N
Calicata	C-1

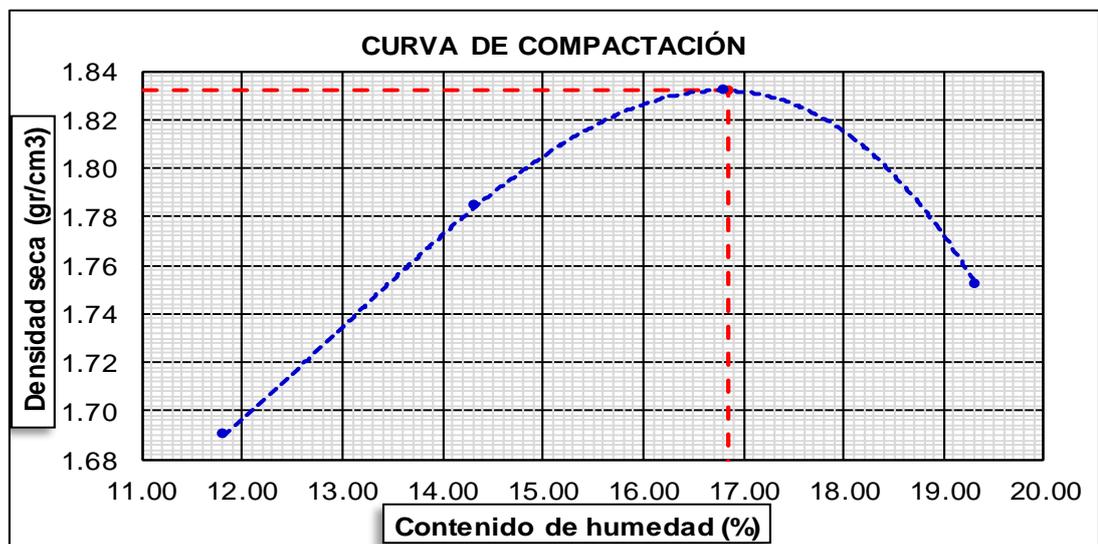
COMPACTACIÓN

Número de ensayo:		1	2	3	4
1	Volúmen del molde(cm ³)	2111	2111	2111	2111
2	Peso molde + suelo húmedo compactado(gr)	6610	6926	7138	7032
3	Peso molde (gr)	2620	2620	2620	2620
4	Peso suelo húmedo compactado (gr)	3990	4306	4518	4412
5	Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.89	2.04	2.14	2.09
6	Densidad seca (gr/cm ³)	1.69	1.78	1.83	1.75

CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°		1	2	3	4
1	Peso del frasco + suelo húmedo (gr)	290.01	293.92	292.20	305.09
2	Peso del frasco + peso suelo seco (gr)	273.31	273.95	268.25	277.42
3	Peso del frasco (gr)	132.06	134.58	125.87	134.19
4	Peso del agua contenida (gr)	16.70	19.97	23.95	27.67
5	Peso suelo seco (gr)	141.25	139.37	142.38	143.23
6	Contenido de humedad (%)	11.82	14.33	16.82	19.32

Máxima densidad seca (gr/cm³) :	1.83
Óptimo contenido de humedad (%) :	16.85





ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

MTC E 132/ASTM D 1883

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

Coordenadas UTM	778706.51E, 9318139.97N
Calicata	C-1

COMPACTACIÓN

Molde Nº	1		2		3	
	56		25		12	
Nº de golpes por capa	56		25		12	
Condiciones de la muestra	s/mojar	mojada	s/mojar	mojada	s/mojar	mojada
Peso del molde + suelo húmedo (grs)	8710	8785	8507	8610	8394	8596
Peso del molde (gramos)	4126	4126	4084	4084	4134	4134
Peso del suelo húmedo (grs.)	4584	4659	4423	4526	4260	4462
Volumen del molde (cc)	2143	2143	2143	2143	2143	2143
Densidad húmeda (grs./cm ³)	2.14	2.17	2.06	2.11	1.99	2.08
Densidad seca (grs./cm ³)	1.83	1.84	1.76	1.77	1.70	1.71
Capsula Nº	16		12		10	
Peso capsula + suelo húmedo (grs.)	313.78	337.67	385.90	380.4	350.96	369.3
Peso capsula + suelo seco (grs.)	285.90	306.45	356.38	347.4	324.10	330.6
Peso del agua (grs.)	27.88	31.22	29.52	33.03	26.86	38.70
Peso capsula (grs.)	120.56	134.51	185.35	176.4	165.45	152.7
Peso del suelo seco (grs.)	165.34	171.94	171.03	171.06	158.65	177.91
% de humedad	16.86	18.16	17.26	19.31	16.93	21.75
Promedio de humedad	17.51		18.28		19.34	

EXPANSIÓN

Fecha	Tiempo	Expansión			Expansión			Expansión		
	hrs	Lectura Dial	mm	%	Lectura Dial	mm	%	Lectura Dial	Mm.	%
Jun-19	0	1.650	0.000	0	3.150	0.000	0	4.150	0.000	0
Jun-19	24	1.842	0.192	0.165	3.560	0.410	0.352	4.500	0.350	0.301
Jun-19	48	2.051	0.401	0.345	3.990	0.840	0.722	4.830	0.680	0.584
Jun-19	72	2.633	0.983	0.845	4.290	1.140	0.979	5.180	1.030	0.885
Jun-19	96	3.107	1.457	1.252	4.450	1.300	1.117	5.490	1.340	1.151

PENETRACIÓN

Penetración	Carga estándar	Molde N° 01			Molde N° 02			Molde N° 03		
		Lectura		Corrección	Lectura		Corrección	Lectura		Corrección
		Dial	lb	b/plg ²	Dial	lb	lb/plg ²	Dial	lb	lb/plg ²
0.000				0.00			0.00			0.00
0.025		18.70	41	14	13.66	30	10	5.67	13	4
0.050		27.19	60	20	19.76	44	15	11.93	26	9
0.075		35.66	79	26	25.87	57	19	15.65	35	12
0.100	1000	44.58	98	33	32.37	71	24	19.36	43	14
0.200	1500	71.84	158	53	52.17	115	38	31.07	68	23
0.300		92.21	203	68	67.00	148	49	40.20	89	30
0.400		106.80	235	78	77.61	171	57	46.57	103	34
0.500		111.58	246	82	80.93	178	59	48.69	107	36



ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

MTC E 132/ASTM D 1883

DATOS GENERALES

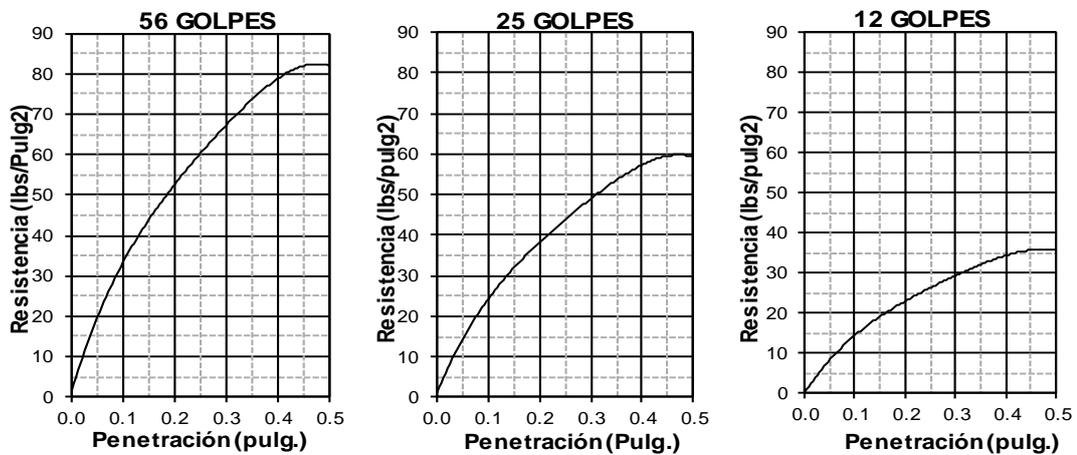
TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

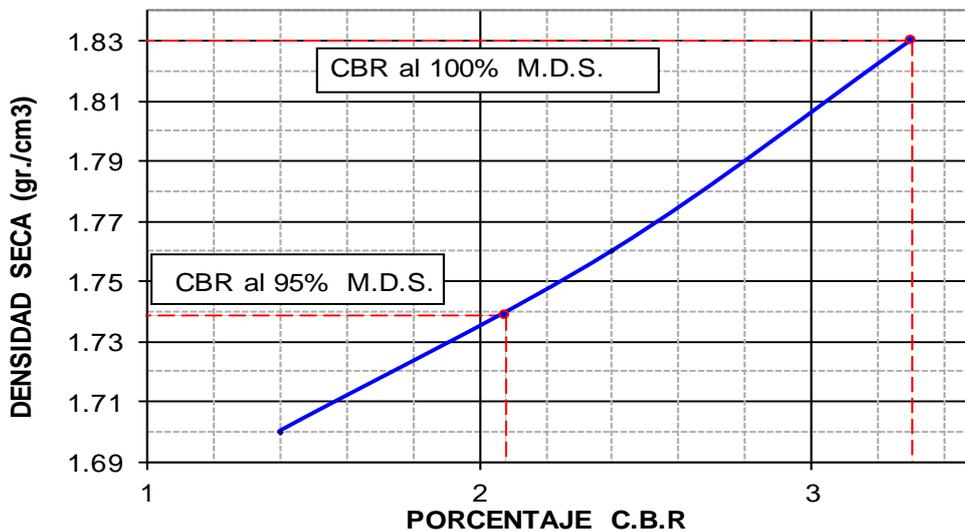
Coordenadas UTM	778706.51E, 9318139.97N
Calicata	C-1

DATOS DEL PROCTOR

Máxima Densidad Seca (gr/cm³)	1.83
Optimo Contenido de Humedad (%)	16.85



C.B.R al 100%	3.30
C.B.R al 95%	2.08





REGISTRO DE EXPLORACIÓN

DATOS GENERALES:

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA
FECHA:	JUNIO DEL 2019
CALICATA:	C-2

IDENTIFICACIÓN:

Coordenadas UTM		779017.07E, 9317775.41N
Ubicación		Distrito de Pión
Profundidad	M-1	0.70 m - 1.50 m

PROFUNDIDAD	SUCS	MUESTRA	DESCRIPCIÓN
-0.70	[Hatched Pattern]		<i>Relleno: Arcilla y limos orgánicos de color marrón oscuro, consistencia media. Presencia de raíces y restos vegetales.</i>
-1.50	CH	M-1 	<i>Estrato conformado por arcillas de alta plasticidad de color amarillento, consistencia media.</i>

OBSERVACIONES: No se encontró Nivel freático



CONTENIDO DE HUMEDAD
MTC E 108/ASTM D 2216

DATOS GENERALES:

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

Coordenadas UTM			779017.07E, 9317775.41N		
Calicata	C-2	Muestra	M-1	Profundidad	0.70 m - 1.50 m

RECOLECCIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

Nº	Denominación	Unid.	M-1
1	Tara	Nº	2
2	Peso de suelo húmedo utilizado + tara	gr	232.34
3	Peso de suelo seco utilizado + tara	gr	210.03
4	Peso del agua	gr	22.31
5	Peso de la tara	gr	134.21
6	Peso del suelo seco utilizado	gr	75.82
7	Contenido de humedad	%	29.42



CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES

N.T.P. 339.152/BS 1377

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

Coordenadas UTM				779017.07E, 9317775.41N	
Calicata	C-2	Muestra	M-1	Profundidad	0.70 m - 1.50 m

RECOLECCIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

Nº	Denominación	Unid.	Valor
1	Muestra de suelo usada	gr	100.00
2	Agua destilada usada	ml	300.00
3	Relación de la mezcla suelo - agua destilada		3
4	Número de frasco (beaker)		5
5	Peso del frasco (beaker)	gr	56.90
6	Peso del frasco + Agua + residuo de sales	gr	281.12
7	Peso de frasco+ residuo de sales	gr	56.90
8	Peso de residuo de sales	gr	0.00
9	Volúmen de solución tomada	ml	224.22
10	Constituyentes de sales solubles totales	ppm	0.0
11	Constituyentes de sales solubles totales en peso seco	(%)	0.00



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

M.T.C. E 107/ASTM D 422

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

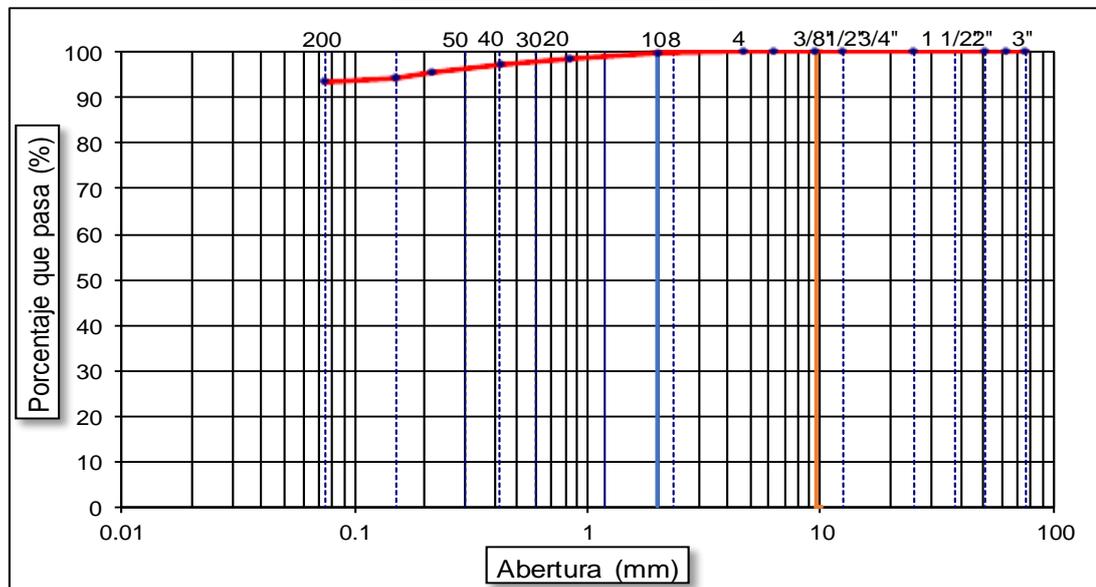
Coordenadas UTM				779017.07E, 9317775.41N	
Calicata	C-2	Muestra	M-1	Profundidad	0.70 m - 1.50 m

RECOLECCIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULA	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
(plg.)	(mm)					
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00	CH, arcillas inorgánicas de plasticidad elevada
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite Líquido (LL) : 50.12%
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite Plástico (LP) : 25.05%
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00	Índice Plástico (IP) : 25.07%
Nº 4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00	Clasificación (SUCS) : CH
Nº 10	2.00	0.64	0.32	0.32	99.68	Clasificación (AASHTO) A-7-6
Nº 20	0.84	2.47	1.24	1.56	98.45	OBSERVACIONES :
Nº 40	0.425	2.69	1.35	2.90	97.10	Profundidad: 0.70 m - 1.50 m
Nº 50	0.215	2.99	1.50	4.40	95.61	Grava 3" - Nº 4 : 0.00
Nº 100	0.150	2.39	1.20	5.59	94.41	Arena Nº4 - Nº 200 : 6.65
Nº 200	0.075	2.12	1.06	6.65	93.35	Finos < Nº 200 : 93.35
<Nº 200	FONDO	186.70	93.35	100.00	0.00	Fraccion: 13.30

Peso inicial seco: 200 gr

CURVA GRANULOMÉTRICA





LÍMITE LÍQUIDO Y PLÁSTICO
M.T.C. E110 - E111/N.T.P 339.129

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

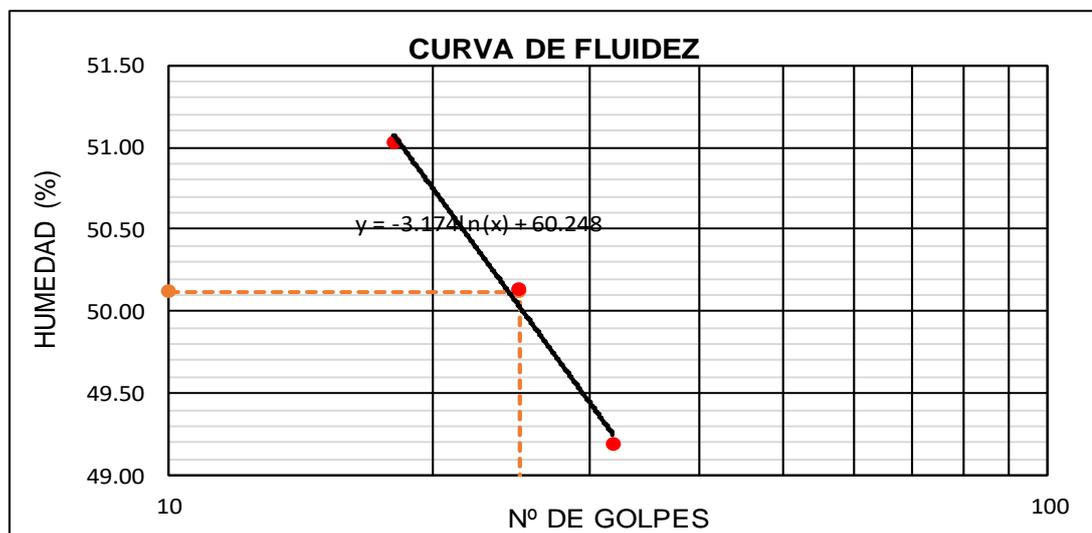
IDENTIFICACIÓN

Coordenadas UTM				779017.07E, 9317775.41N	
Calicata	C-2	Muestra	M-1	Profundidad	0.70 m - 1.50 m

RECOLECCIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

Datos de ensayo	Unid.	Límite Líquido			Límite Plástico	
		1	2	3	A	B
Nº Recipiente						
Nº de golpes		18	25	32	-----	-----
Peso suelo húmedo+Tara	gr	54.83	56.00	57.41	50.70	51.24
Peso suelo seco+ Tara	gr	43.43	45.02	45.59	45.11	45.22
Peso de tara	gr	21.09	23.12	21.56	22.33	21.67
Peso del Agua	gr	11.40	10.98	11.82	5.59	6.02
Peso de suelo seco	gr	22.34	21.90	24.03	22.78	23.55
Contenido de humedad	%	51.03	50.14	49.19	24.54	25.56

Consistencia física de la muestra		
Límite Líquido	LL	50.12 %
Límite Plástico	LP	25.05 %
Índice de Plasticidad	IP	25.07 %





PROCTOR MODIFICADO
MTC E 115/ASTM D 1557

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

Coordenadas UTM	779017.07E, 9317775.41N
Calicata	C-2

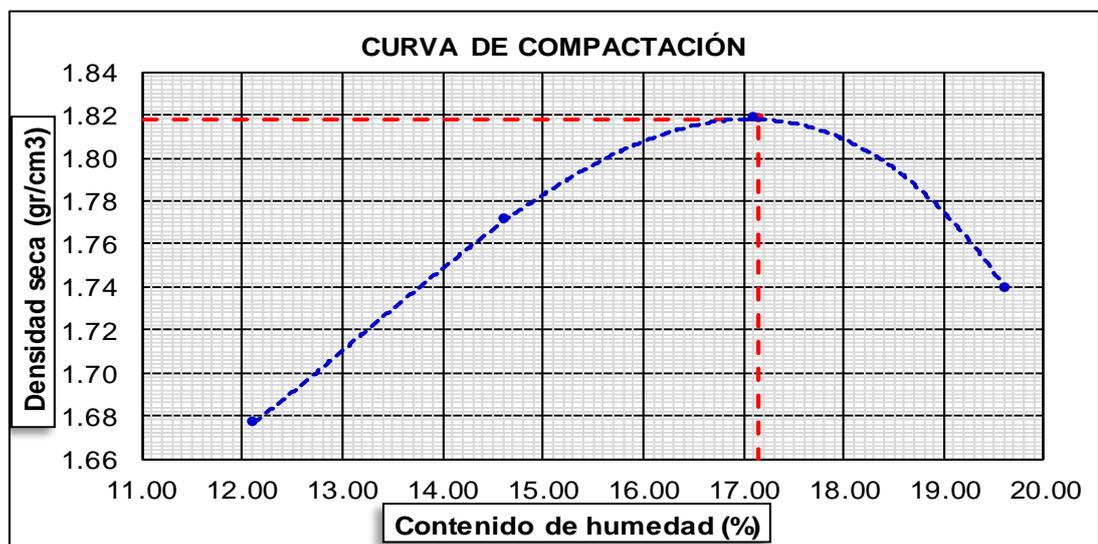
COMPACTACIÓN

Número de ensayo:		1	2	3	4
1	Volúmen del molde(cm ³)	2111	2111	2111	2111
2	Peso molde + suelo húmedo compactado(gr)	6589	6905	7116	7011
3	Peso molde (gr)	2620	2620	2620	2620
4	Peso suelo húmedo compactado (gr)	3969	4285	4496	4391
5	Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.88	2.03	2.13	2.08
6	Densidad seca (gr/cm ³)	1.68	1.77	1.82	1.74

CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°		1	2	3	4
1	Peso del frasco + suelo húmedo (gr)	316.96	330.69	316.95	324.59
2	Peso del frasco + peso suelo seco (gr)	298.39	308.55	290.53	294.15
3	Peso del frasco (gr)	145.20	157.24	136.21	138.98
4	Peso del agua contenida (gr)	18.57	22.14	26.42	30.44
5	Peso suelo seco (gr)	153.19	151.31	154.32	155.17
6	Contenido de humedad (%)	12.12	14.63	17.12	19.62

Máxima densidad seca (gr/cm³) :	1.82
Óptimo contenido de humedad (%) :	17.15





ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

MTC E 132/ASTM D 1883

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

Coordenadas UTM	779017.07E, 9317775.41N
Calicata	C-2

COMPACTACIÓN

Molde Nº	1		2		3	
Nº de golpes por capa	56		25		12	
Condiciones de la muestra	s/mojar	mojada	s/mojar	mojada	s/mojar	mojada
Peso del molde + suelo húmedo (grs)	8636	8713	8659	8762	8334	8536
Peso del molde (gramos)	4067	4067	4251	4251	4089	4089
Peso del suelo húmedo (grs.)	4569	4646	4408	4511	4245	4447
Volumen del molde (cc)	2143	2143	2143	2143	2143	2143
Densidad húmeda (grs./cm ³)	2.13	2.17	2.06	2.10	1.98	2.08
Densidad seca (grs./cm ³)	1.82	1.83	1.75	1.76	1.69	1.70
Capsula Nº	658	257	231	512	431	664
Peso capsula + suelo húmedo (grs.)	358.53	342.24	378.18	352.8	324.79	371.5
Peso capsula + suelo seco (grs.)	328.31	308.51	346.25	317.1	295.60	329.9
Peso del agua (grs.)	30.22	33.73	31.93	35.66	29.19	41.61
Peso capsula (grs.)	152.18	125.78	164.43	135.3	126.16	141.2
Peso del suelo seco (grs.)	176.13	182.73	181.82	181.85	169.44	188.70
% de humedad	17.16	18.46	17.56	19.61	17.23	22.05
Promedio de humedad	17.81		18.59		19.64	

EXPANSIÓN

Fecha	Tiempo	Lectura			Expansión			Lectura			Expansión		
	hrs	Dial	mm	%	Dial	mm	%	Dial	Mm.	%	Dial	Mm.	%
Jun-19	0	2.640	0.000	0	3.150	0.000	0	5.190	0.000	0			
Jun-19	24	2.947	0.307	0.264	3.530	0.380	0.326	5.330	0.140	0.120			
Jun-19	48	3.240	0.600	0.515	3.760	0.610	0.524	5.930	0.740	0.636			
Jun-19	72	3.548	0.908	0.780	4.100	0.950	0.816	6.210	1.020	0.876			
Jun-19	96	3.982	1.342	1.153	4.570	1.420	1.220	6.480	1.290	1.108			

PENETRACIÓN

Penetración	Carga estándar	Molde Nº 01			Molde Nº 02			Molde Nº 03		
		Lectura		Corrección	Lectura		Corrección	Lectura		Corrección
		Dial	lb	b/plg ²	Dial	lb	lb/plg ²	Dial	lb	lb/plg ²
0.000				0.00			0.00			0.00
0.025		21.22	47	16	15.13	33	11	9.20	20	7
0.050		30.74	68	23	22.00	49	16	13.57	30	10
0.075		40.42	89	30	29.18	64	21	17.63	39	13
0.100	1000	50.41	111	37	36.36	80	27	22.00	49	16
0.200	1500	82.10	181	60	59.15	130	43	36.05	79	26
0.300		104.42	230	77	75.23	166	55	45.57	100	33
0.400		120.81	266	89	87.25	192	64	52.75	116	39
0.500		126.12	278	93	91.31	201	67	55.25	122	41



ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

MTC E 132/ASTM D 1883

DATOS GENERALES

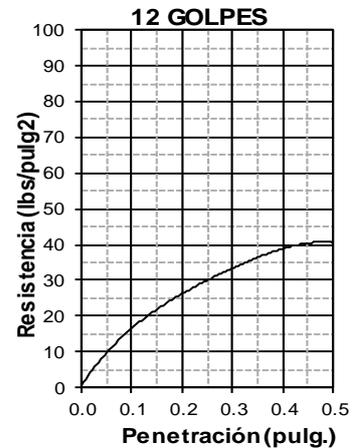
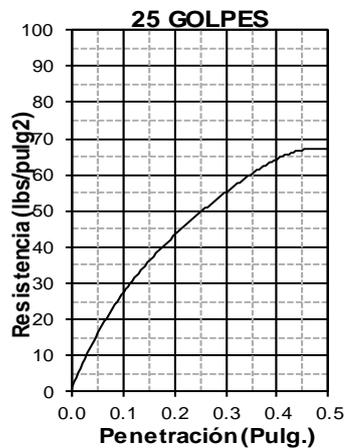
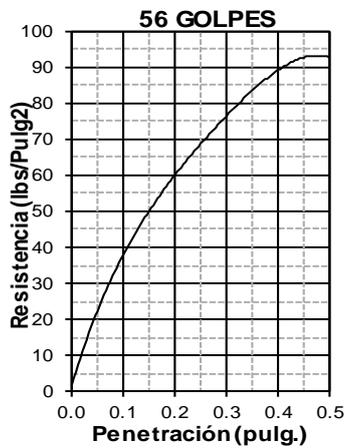
TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

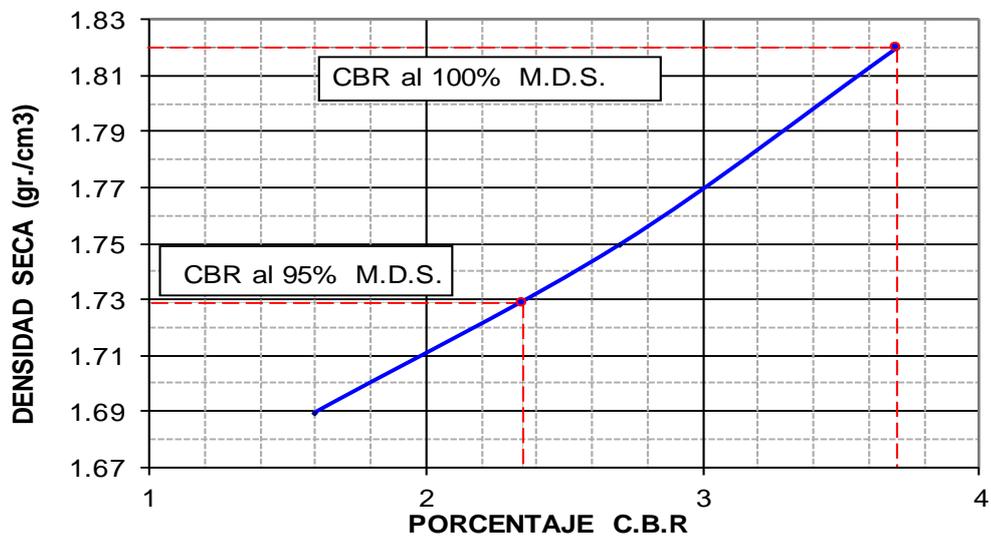
Coordenadas UTM	779017.07E, 9317775.41N
Calicata	C-2

DATOS DEL PROCTOR

Máxima Densidad Seca (gr/cm³)	1.82
Óptimo Contenido de Humedad (%)	17.15



C.B.R al 100%	3.70
C.B.R al 95%	2.35





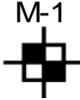
REGISTRO DE EXPLORACIÓN

DATOS GENERALES:

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA
FECHA:	JUNIO DEL 2019
CALICATA:	C-3

IDENTIFICACIÓN:

Coordenadas UTM	779287.23E, 9317377.78N
Ubicación	Distrito de Pión
Profundidad	M-1 0.70 m - 1.50 m

PROFUNDIDAD	SUCS	MUESTRA	DESCRIPCIÓN
-0.70			<i>Relleno:</i> Arcilla y limos orgánicos de color marrón oscuro, consistencia media. Presencia de raíces y restos vegetales.
-1.50	CH	M-1 	<i>Estrato</i> conformado por arcillas de alta plasticidad de color marrón amarillento, consistencia media.

OBSERVACIONES: No se encontró Nivel freático



CONTENIDO DE HUMEDAD
MTC E 108/ASTM D 2216

DATOS GENERALES:

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

Coordenadas UTM			779287.23E, 9317377.78N		
Calicata	C-3	Muestra	M-1	Profundidad	0.70 m - 1.50 m

RECOLECCIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

Nº	Denominación	Unid.	M-1
1	Tara	Nº	3
2	Peso de suelo húmedo utilizado + tara	gr	178.12
3	Peso de suelo seco utilizado + tara	gr	169.44
4	Peso del agua	gr	8.68
5	Peso de la tara	gr	132.12
6	Peso del suelo seco utilizado	gr	37.32
7	Contenido de humedad	%	23.26



CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES
N.T.P. 339.152/BS 1377

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

Coordenadas UTM				779287.23E, 9317377.78N	
Calicata	C-3	Muestra	M-1	Profundidad	0.70 m - 1.50 m

RECOLECCIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

Nº	Denominación	Unid.	Valor
1	Muestra de suelo usada	gr	100.00
2	Agua destilada usada	ml	300.00
3	Relación de la mezcla suelo - agua destilada		3
4	Número de frasco (beaker)		2
5	Peso del frasco (beaker)	gr	57.02
6	Peso del frasco + Agua + residuo de sales	gr	284.32
7	Peso de frasco+ residuo de sales	gr	57.02
8	Peso de residuo de sales	gr	0.00
9	Volúmen de solución tomada	ml	227.30
10	Constituyentes de sales solubles totales	ppm	0.0
11	Constituyentes de sales solubles totales en peso seco	(%)	0.00



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

M.T.C. E 107/ASTM D 422

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

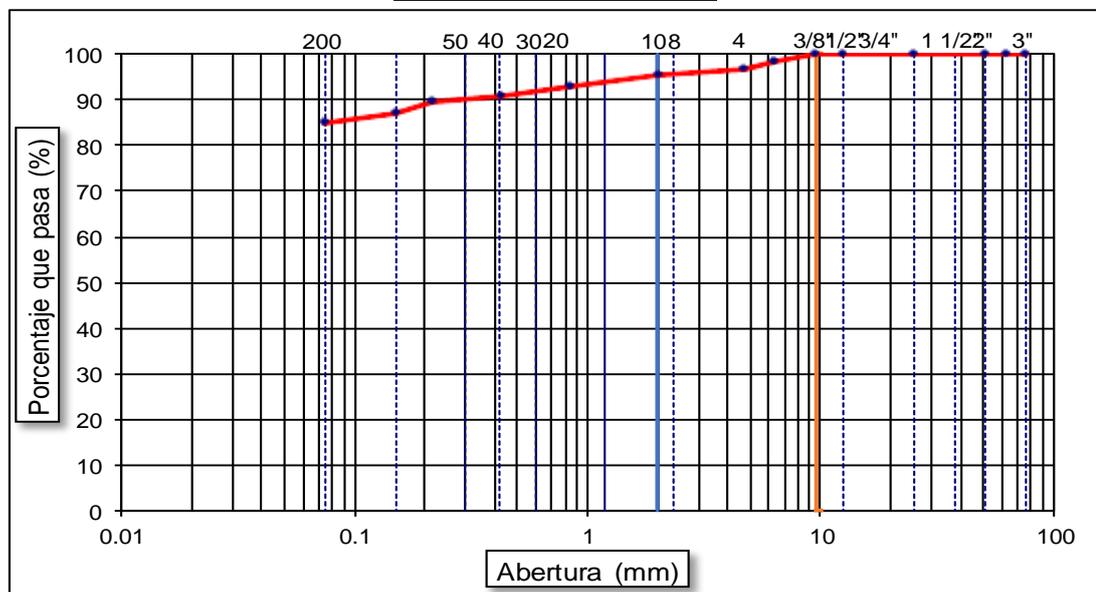
Coordenadas UTM				779287.23E, 9317377.78N	
Calicata	C-3	Muestra	M-1	Profundidad	0.70 m - 1.50 m

RECOLECCIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULA	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
(plg.)	(mm)					
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00	CH, arcillas inorgánicas de plasticidad alta
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite Líquido (LL) : 54.81%
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite Plástico (LP) : 24.61%
1/4"	6.35	3.36	1.68	1.68	98.32	Índice Plástico (IP) : 30.20%
Nº 4	4.76	2.74	1.37	3.05	96.95	Clasificación (SUCS) : CH
Nº 10	2.00	2.69	1.35	4.40	95.61	Clasificación (AASHTO) A-7-6
Nº 20	0.84	5.05	2.53	6.92	93.08	OBSERVACIONES :
Nº 40	0.425	3.98	1.99	8.91	91.09	Profundidad: 0.70 m - 1.50 m
Nº 50	0.215	2.52	1.26	10.17	89.83	Grava 3" - Nº 4 : 3.05
Nº 100	0.150	5.15	2.58	12.75	87.26	Arena Nº4 - Nº 200 : 11.97
Nº 200	0.075	4.55	2.27	15.02	84.98	Finos < Nº 200 : 84.98
<Nº 200	FONDO	169.97	84.98	100.00	0.00	Fraccion: 23.94

Peso inicial seco: 200 gr

CURVA GRANULOMÉTRICA





LÍMITE LÍQUIDO Y PLÁSTICO
M.T.C. E110 - E111/N.T.P 339.129

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

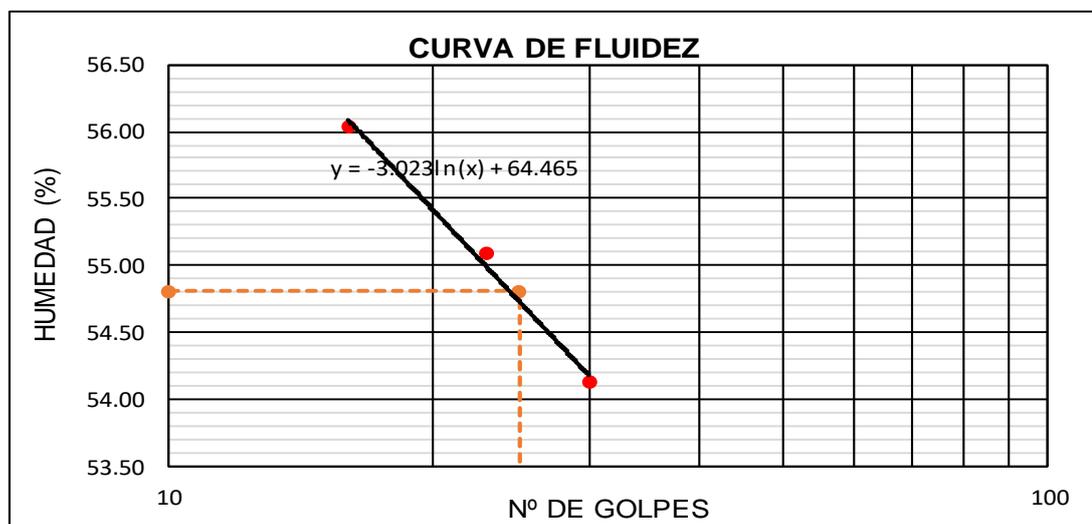
IDENTIFICACIÓN

Coordenadas UTM				779287.23E, 9317377.78N	
Calicata	C-3	Muestra	M-1	Profundidad	0.70 m - 1.50 m

RECOLECCIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

Datos de ensayo	Unid.	Límite Líquido			Límite Plástico	
		1	2	3	A	B
Nº Recipiente						
Nº de golpes		16	23	30	-----	-----
Peso suelo húmedo+Tara	gr	58.22	60.09	54.88	49.35	50.97
Peso suelo seco+ Tara	gr	45.28	47.31	43.27	44.11	45.64
Peso de tara	gr	22.19	24.11	21.82	22.34	24.45
Peso del Agua	gr	12.94	12.78	11.61	5.24	5.33
Peso de suelo seco	gr	23.09	23.20	21.45	21.77	21.19
Contenido de humedad	%	56.04	55.09	54.13	24.07	25.15

Consistencia física de la muestra		
Límite Líquido	LL	54.81 %
Límite Plástico	LP	24.61 %
Índice de Plasticidad	IP	30.20 %





PROCTOR MODIFICADO
MTC E 115/ASTM D 1557

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

Coordenadas UTM	779287.23E, 9317377.78N
Calicata	C-3

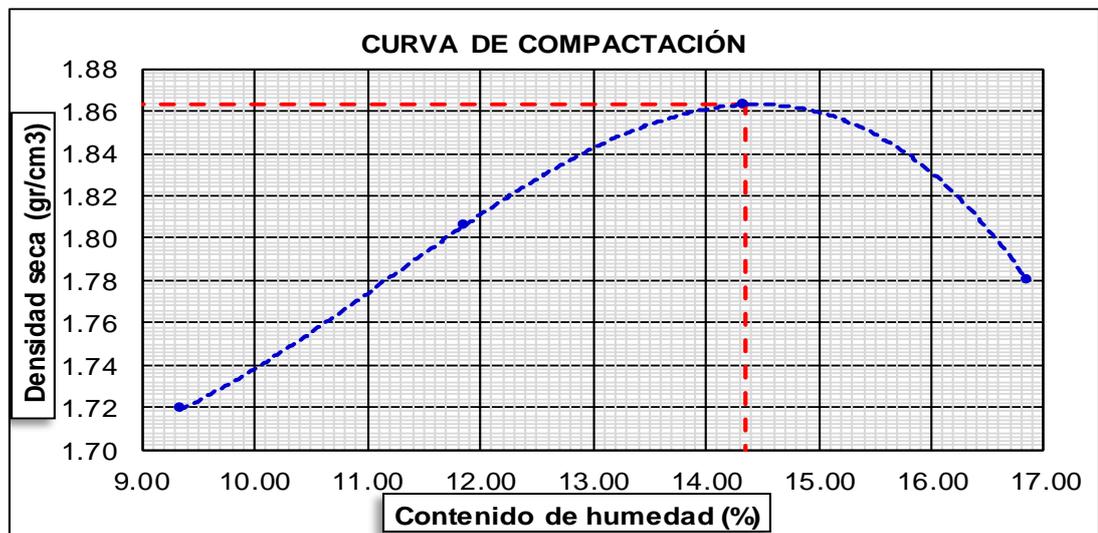
COMPACTACIÓN

Número de ensayo:		1	2	3	4
1	Volúmen del molde(cm ³)	2111	2111	2111	2111
2	Peso molde + suelo húmedo compactado(gr)	6589	6884	7116	7011
3	Peso molde (gr)	2620	2620	2620	2620
4	Peso suelo húmedo compactado (gr)	3969	4264	4496	4391
5	Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.88	2.02	2.13	2.08
6	Densidad seca (gr/cm ³)	1.72	1.81	1.86	1.78

CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°		1	2	3	4
1	Peso del frasco + suelo húmedo (gr)	288.93	301.25	319.91	317.22
2	Peso del frasco + peso suelo seco (gr)	275.39	284.29	298.96	292.48
3	Peso del frasco (gr)	130.54	141.32	152.98	145.65
4	Peso del agua contenida (gr)	13.54	16.96	20.95	24.74
5	Peso suelo seco (gr)	144.85	142.97	145.98	146.83
6	Contenido de humedad (%)	9.35	11.86	14.35	16.85

Máxima densidad seca (gr/cm³) :	1.86
Óptimo contenido de humedad (%) :	14.35





ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

MTC E 132/ASTM D 1883

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

Coordenadas UTM	779287.23E, 9317377.78N
Calicata	C-3

COMPACTACIÓN

Molde Nº	1		2		3	
	56		25		12	
Nº de golpes por capa	56		25		12	
Condiciones de la muestra	s/mojar	mojada	s/mojar	mojada	s/mojar	mojada
Peso del molde + suelo húmedo (grs)	8727	8802	8462	8565	8559	8763
Peso del molde (gramos)	4167	4167	4058	4058	4316	4316
Peso del suelo húmedo (grs.)	4560	4635	4404	4507	4243	4447
Volumen del molde (cc)	2143	2143	2143	2143	2143	2143
Densidad húmeda (grs./cm ³)	2.13	2.16	2.06	2.10	1.98	2.08
Densidad seca (grs./cm ³)	1.86	1.87	1.79	1.80	1.73	1.74
Capsula Nº	615	555	167	643	518	467
Peso capsula + suelo húmedo (grs.)	327.71	320.17	326.00	342.8	306.77	344.7
Peso capsula + suelo seco (grs.)	304.48	293.81	301.28	314.6	284.39	311.2
Peso del agua (grs.)	23.23	26.36	24.72	28.15	22.38	33.55
Peso capsula (grs.)	143.05	125.78	134.16	147.5	129.65	137.2
Peso del suelo seco (grs.)	161.43	168.03	167.12	167.15	154.74	174.00
% de humedad	14.39	15.69	14.79	16.84	14.46	19.28
Promedio de humedad	15.04		15.82		16.87	

EXPANSIÓN

Fecha	Tiempo hrs	Expansión			Expansión			Expansión		
		Lectura Dial	mm	%	Lectura Dial	mm	%	Lectura Dial	Mm.	%
Jun-19	0	3.184	0.000	0	4.760	0.000	0	6.810	0.000	0
Jun-19	24	3.562	0.378	0.325	5.110	0.350	0.301	7.210	0.400	0.344
Jun-19	48	4.167	0.983	0.845	5.540	0.780	0.670	7.690	0.880	0.756
Jun-19	72	4.526	1.342	1.153	5.910	1.150	0.988	7.950	1.140	0.979
Jun-19	96	4.749	1.565	1.345	6.330	1.570	1.349	8.300	1.490	1.280

PENETRACIÓN

Penetración	Carga estándar	Molde Nº 01			Molde Nº 02			Molde Nº 03		
		Lectura		Corrección	Lectura		Corrección	Lectura		Corrección
		Dial	lb	b/plg ²	Dial	lb	lb/plg ²	Dial	lb	lb/plg ²
0.000				0.00			0.00			0.00
0.025		16.61	37	12	11.88	26	9	7.15	16	5
0.050		24.22	53	18	17.41	38	13	10.38	23	8
0.075		31.61	70	23	23.07	51	17	13.61	30	10
0.100	1000	39.68	87	29	28.72	63	21	17.18	38	13
0.200	1500	64.49	142	47	46.72	103	34	28.14	62	21
0.300		81.91	181	60	59.41	131	44	35.53	78	26
0.400		95.30	210	70	68.87	152	51	41.07	91	30
0.500		99.10	218	73	71.87	158	53	42.91	95	32



ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

MTC E 132/ASTM D 1883

DATOS GENERALES

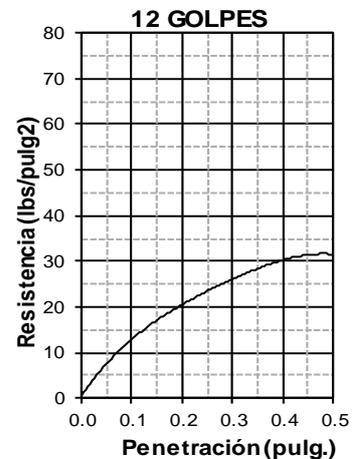
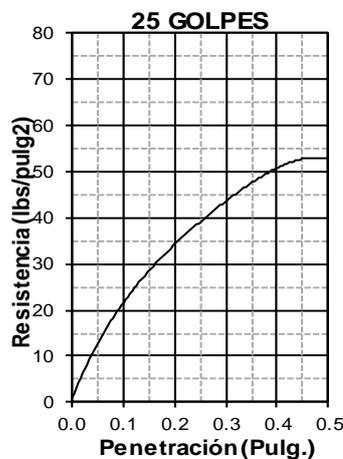
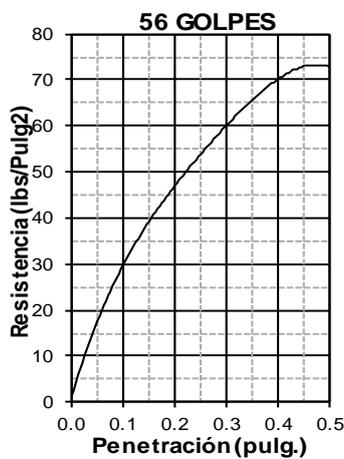
TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

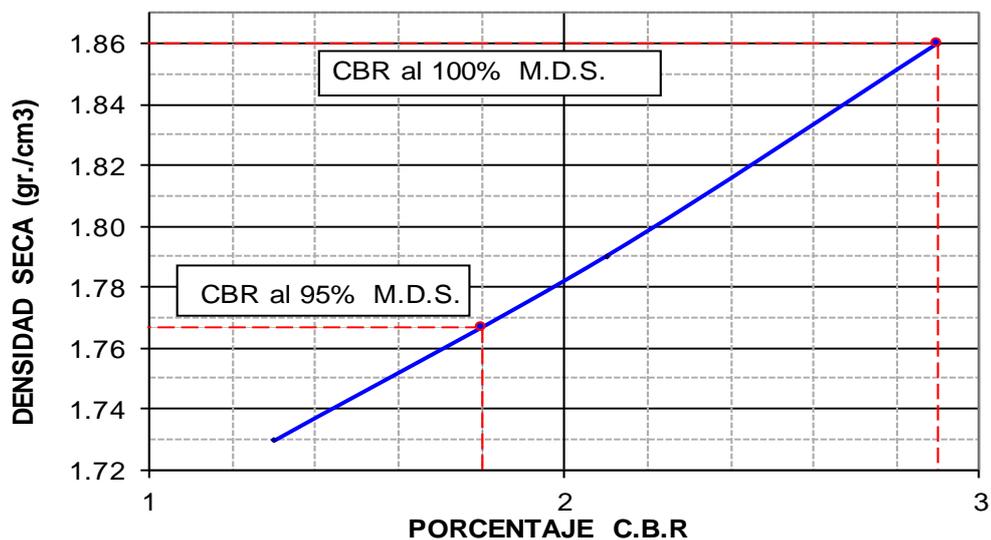
Coordenadas UTM	779287.23E, 9317377.78N
Calicata	C-3

DATOS DEL PROCTOR

Máxima Densidad Seca (gr/cm³)	1.86
Optimo Contenido de Humedad (%)	14.35



C.B.R al 100%	2.90
C.B.R al 95%	1.80





REGISTRO DE EXPLORACIÓN

DATOS GENERALES:

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA
FECHA:	JUNIO DEL 2019
CALICATA:	C-4

IDENTIFICACIÓN:

Coordenadas UTM	779599.20E, 9317019.27N
Ubicación	Distrito de Pión
Profundidad	M-1 0.70 m - 1.50 m

PROFUNDIDAD	SUCS	MUESTRA	DESCRIPCIÓN
-0.70			<i>Relleno: Arcilla y limos orgánicos de color marrón oscuro, consistencia media. Presencia de raices y restos vegetales.</i>
-1.50	CH	M-1 	<i>Estrato conformado por arcillas de alta plasticidad de color marrón amarillento, consistencia media.</i>

OBSERVACIONES: No se encontró Nivel freático



CONTENIDO DE HUMEDAD
MTC E 108/ASTM D 2216

DATOS GENERALES:

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

Coordenadas UTM			779599.20E, 9317019.27N		
Calicata	C-4	Muestra	M-1	Profundidad	0.70 m - 1.50 m

RECOLECCIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

Nº	Denominación	Unid.	M-1
1	Tara	Nº	8
2	Peso de suelo húmedo utilizado + tara	gr	189.56
3	Peso de suelo seco utilizado + tara	gr	177.04
4	Peso del agua	gr	12.52
5	Peso de la tara	gr	134.56
6	Peso del suelo seco utilizado	gr	42.48
7	Contenido de humedad	%	29.47



CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES
N.T.P. 339.152/BS 1377

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

Coordenadas UTM				779599.20E, 9317019.27N	
Calicata	C-4	Muestra	M-1	Profundidad	0.70 m - 1.50 m

RECOLECCIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

Nº	Denominación	Unid.	Valor
1	Muestra de suelo usada	gr	100.00
2	Agua destilada usada	ml	300.00
3	Relación de la mezcla suelo - agua destilada		3
4	Número de frasco (beaker)		8
5	Peso del frasco (beaker)	gr	56.79
6	Peso del frasco + Agua + residuo de sales	gr	248.23
7	Peso de frasco+ residuo de sales	gr	56.79
8	Peso de residuo de sales	gr	0.00
9	Volúmen de solución tomada	ml	191.44
10	Constituyentes de sales solubles totales	ppm	0.0
11	Constituyentes de sales solubles totales en peso seco	(%)	0.00



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

M.T.C. E 107/ASTM D 422

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

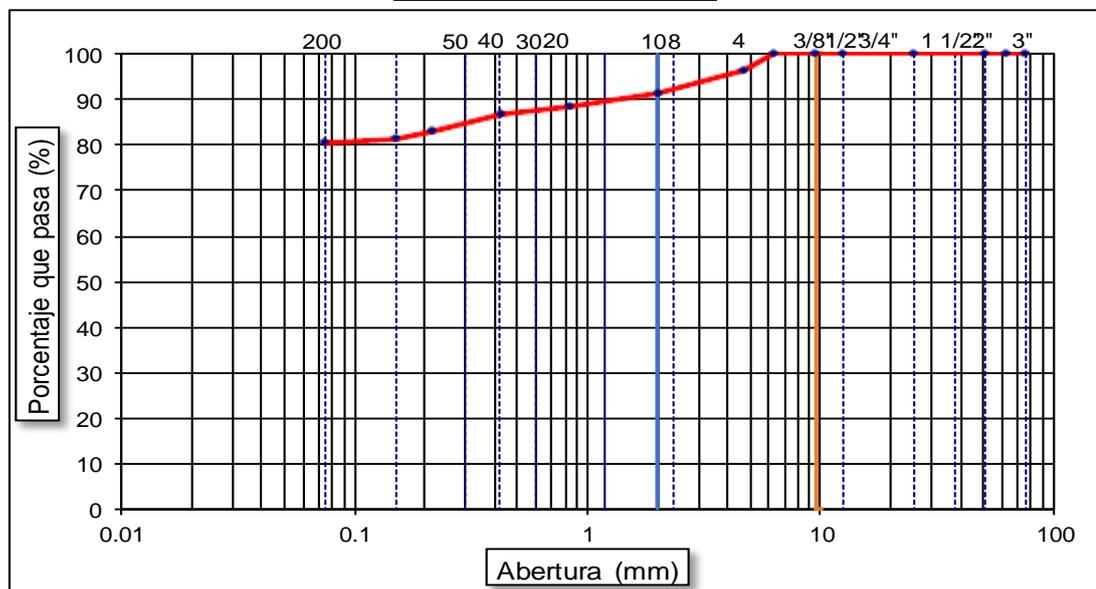
Coordenadas UTM				779599.20E, 9317019.27N	
Calicata	C-4	Muestra	M-1	Profundidad	0.70 m - 1.50 m

RECOLECCIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULA	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
(plg.)	(mm)					
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00	CH, arcillas inorgánicas con elevada plasticidad
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite Líquido (LL) : 53.82%
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite Plástico (LP) : 27.41%
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00	Índice Plástico (IP) : 26.41%
Nº 4	4.76	7.12	3.56	3.56	96.44	Clasificación (SUCS) : CH
Nº 10	2.00	10.45	5.23	8.79	91.22	Clasificación (AASHTO) A-7-5
Nº 20	0.84	5.12	2.56	11.35	88.66	OBSERVACIONES :
Nº 40	0.425	3.36	1.68	13.03	86.98	Profundidad: 0.70 m - 1.50 m
Nº 50	0.215	7.97	3.99	17.01	82.99	Grava 3" - Nº 4 : 3.56
Nº 100	0.150	3.12	1.56	18.57	81.43	Arena Nº4 - Nº 200 : 16.01
Nº 200	0.075	1.99	1.00	19.57	80.44	Finos < Nº 200 : 80.44
<Nº 200	FONDO	160.87	80.44	100.00	0.00	Fraccion: 32.01

Peso inicial seco: 200 gr

CURVA GRANULOMÉTRICA





LÍMITE LÍQUIDO Y PLÁSTICO
M.T.C. E110 - E111/N.T.P 339.129

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

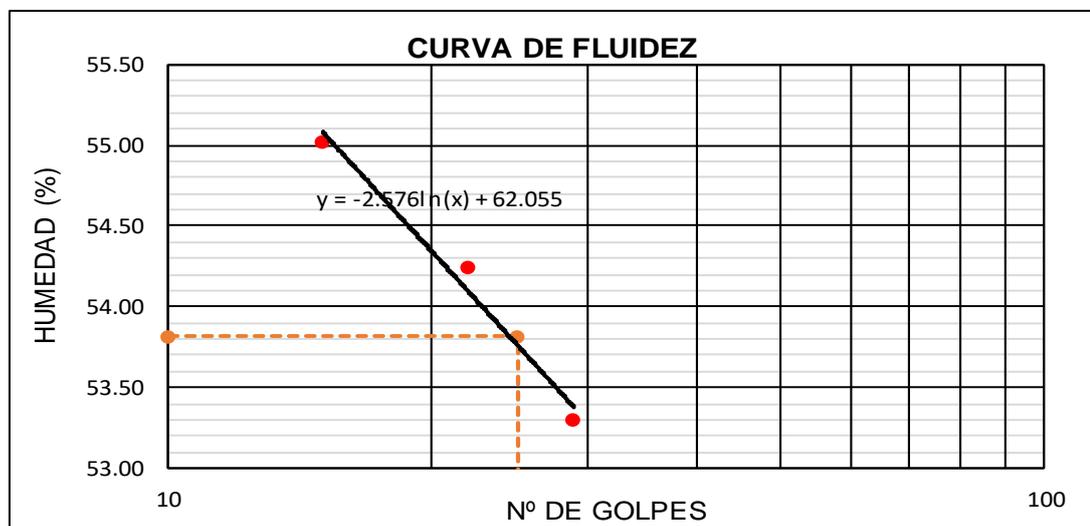
IDENTIFICACIÓN

Coordenadas UTM				779599.20E, 9317019.27N	
Calicata	C-4	Muestra	M-1	Profundidad	0.70 m - 1.50 m

RECOLECCIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

Datos de ensayo	Unid.	Límite Líquido			Límite Plástico	
		1	2	3	A	B
Nº Recipiente						
Nº de golpes		15	22	29	-----	-----
Peso suelo húmedo+Tara	gr	56.72	56.95	56.31	53.75	50.32
Peso suelo seco+ Tara	gr	44.11	44.86	45.07	47.23	44.16
Peso de tara	gr	21.19	22.57	23.98	23.21	21.91
Peso del Agua	gr	12.61	12.09	11.24	6.52	6.16
Peso de suelo seco	gr	22.92	22.29	21.09	24.02	22.25
Contenido de humedad	%	55.02	54.24	53.30	27.14	27.69

Consistencia física de la muestra		
Límite Líquido	LL	53.82 %
Límite Plástico	LP	27.41 %
Índice de Plasticidad	IP	26.41 %





PROCTOR MODIFICADO
MTC E 115/ASTM D 1557

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

Coordenadas UTM	779599.20E, 9317019.27N
Calicata	C-4

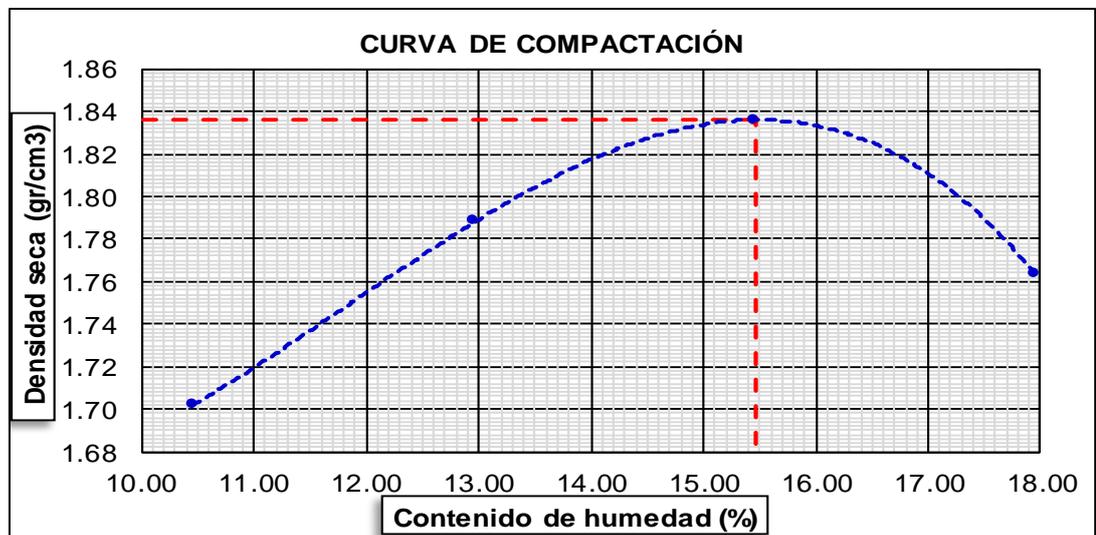
COMPACTACIÓN

Número de ensayo:		1	2	3	4
1	Volúmen del molde(cm ³)	2111	2111	2111	2111
2	Peso molde + suelo húmedo compactado(gr)	6589	6884	7095	7011
3	Peso molde (gr)	2620	2620	2620	2620
4	Peso suelo húmedo compactado (gr)	3969	4264	4475	4391
5	Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.88	2.02	2.12	2.08
6	Densidad seca (gr/cm ³)	1.70	1.79	1.84	1.76

CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE Nº		1	2	3	4
1	Peso del frasco + suelo húmedo (gr)	301.66	308.60	331.93	369.12
2	Peso del frasco + peso suelo seco (gr)	285.94	289.36	308.53	341.78
3	Peso del frasco (gr)	135.68	140.98	157.14	189.54
4	Peso del agua contenida (gr)	15.72	19.24	23.40	27.34
5	Peso suelo seco (gr)	150.26	148.38	151.39	152.24
6	Contenido de humedad (%)	10.46	12.97	15.46	17.96

Máxima densidad seca (gr/cm³) :	1.84
Óptimo contenido de humedad (%) :	15.46





ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

MTC E 132/ASTM D 1883

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELI BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

Coordenadas UTM	779599.20E, 9317019.27N
Calicata	C-4

COMPACTACIÓN

Molde Nº	1		2		3	
Nº de golpes por capa	56		25		12	
Condiciones de la muestra	s/mojar	mojada	s/mojar	mojada	s/mojar	mojada
Peso del molde + suelo húmedo (grs)	8767	8844	8549	8654	8596	8796
Peso del molde (gramos)	4213	4213	4154	4154	4358	4358
Peso del suelo húmedo (grs.)	4554	4631	4395	4500	4238	4438
Volumen del molde (cc)	2143	2143	2143	2143	2143	2143
Densidad húmeda (grs./cm ³)	2.13	2.16	2.05	2.10	1.98	2.07
Densidad seca (grs./cm ³)	1.84	1.85	1.77	1.78	1.71	1.72
Capsula Nº	251	233	205	197	315	264
Peso capsula + suelo húmedo (grs.)	305.57	328.47	343.88	336.5	309.08	346.9
Peso capsula + suelo seco (grs.)	280.81	300.52	317.57	306.8	285.25	311.8
Peso del agua (grs.)	24.76	27.95	26.31	29.70	23.83	35.14
Peso capsula (grs.)	121.05	134.16	152.12	141.3	132.18	139.5
Peso del suelo seco (grs.)	159.76	166.36	165.45	165.48	153.07	172.33
% de humedad	15.50	16.80	15.90	17.95	15.57	20.39
Promedio de humedad	16.15		16.92		17.98	

EXPANSIÓN

Fecha	Tiempo	Expansión			Expansión			Expansión		
	hrs	Lectura Dial	mm	%	Lectura Dial	mm	%	Lectura Dial	mm	%
Jun-19	0	5.160	0.000	0	3.150	0.000	0	4.150	0.000	0
Jun-19	24	5.452	0.292	###	3.560	0.410	0.352	4.500	0.350	0.301
Jun-19	48	5.910	0.750	###	3.990	0.840	0.722	4.830	0.680	0.584
Jun-19	72	6.200	1.040	###	4.290	1.140	0.979	5.180	1.030	0.885
Jun-19	96	6.658	1.498	###	4.450	1.300	1.117	5.490	1.340	1.151

PENETRACIÓN

Penetración	Carga estándar	Molde Nº 01			Molde Nº 02			Molde Nº 03		
		Lectura		Corrección	Lectura		Corrección	Lectura		Corrección
		Dial	lb	p/plg	Dial	lb	lb/plg ²	Dial	lb	lb/plg ²
0.000				0.00			0.00			0.00
0.025		31.83	70	23	23.25	51	17	13.99	31	10
0.050		46.28	102	34	34.09	75	25	20.31	45	15
0.075		61.42	135	45	44.48	98	33	26.64	59	20
0.100	1000	76.32	168	56	55.54	122	41	32.96	73	24
0.200	1500	124.43	274	91	90.33	199	66	53.74	118	39
0.300		158.08	349	116	115.17	254	85	68.42	151	50
0.400		183.60	405	135	133.24	294	98	79.26	175	58
0.500		191.05	421	140	138.88	306	102	82.87	183	61



ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

MTC E 132/ASTM D 1883

DATOS GENERALES

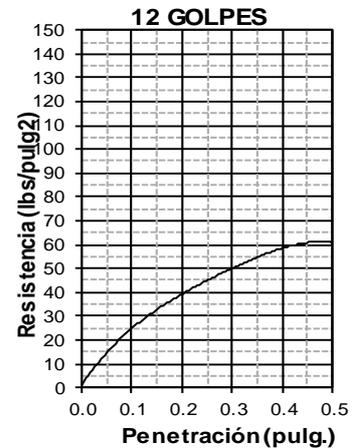
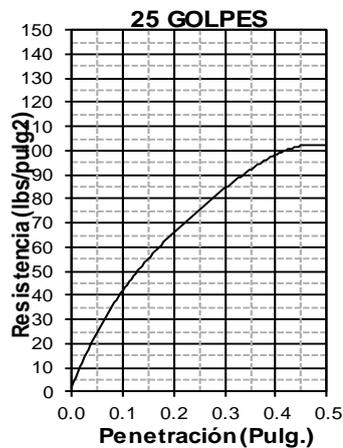
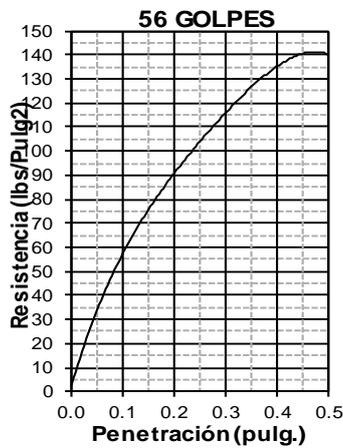
TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

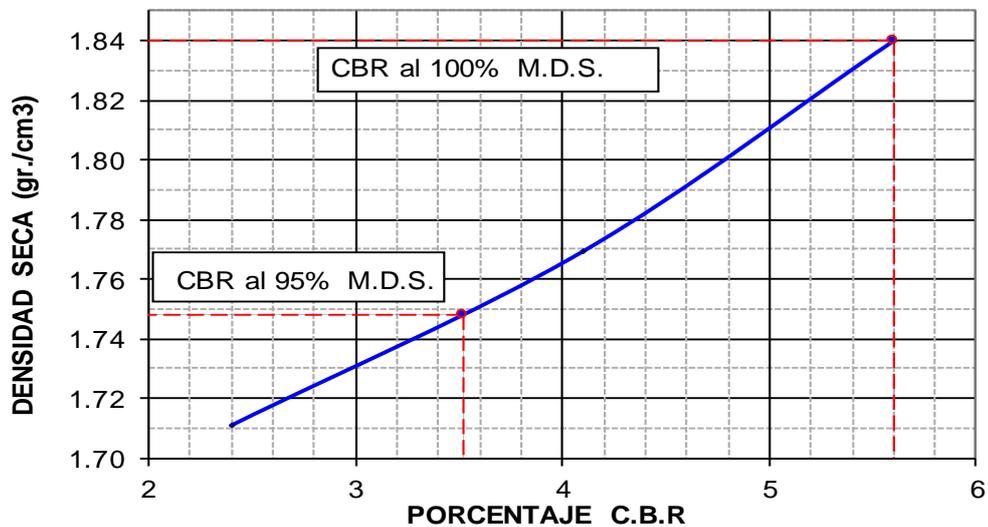
Coordenadas UTM	779599.20E, 9317019.27N
Calicata	C-4

DATOS DEL PROCTOR

Máxima Densidad Seca (gr/cm³)	1.84
Optimo Contenido de Humedad (%)	15.46



C.B.R al 100%	5.60
C.B.R al 95%	3.52





REGISTRO DE EXPLORACIÓN

DATOS GENERALES:

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA
FECHA:	JUNIO DEL 2019
CALICATA:	C-5

IDENTIFICACIÓN:

Coordenadas UTM	780000.54E, 9316734.48N
Ubicación	Distrito de Pión
Profundidad	M-1 0.70 m - 1.50 m

PROFUNDIDAD	SUCS	MUESTRA	DESCRIPCIÓN
-0.70			<i>Relleno:</i> Arcilla y limos orgánicos de color marrón oscuro, consistencia media. Presencia de raíces y restos vegetales
-1.50	CL	M-1 	<i>Estrato</i> conformado por arcillas de mediana plasticidad de color marrón oscuro, consistencia media a dura.

OBSERVACIONES: No se encontró Nivel freático



CONTENIDO DE HUMEDAD
MTC E 108/ASTM D 2216

DATOS GENERALES:

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

Coordenadas UTM			780000.54E, 9316734.48N		
Calicata	C-5	Muestra	M-1	Profundidad	0.70 m - 1.50 m

RECOLECCIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

Nº	Denominación	Unid.	M-1
1	Tara	Nº	9
2	Peso de suelo húmedo utilizado + tara	gr	202.34
3	Peso de suelo seco utilizado + tara	gr	186.45
4	Peso del agua	gr	15.89
5	Peso de la tara	gr	128.76
6	Peso del suelo seco utilizado	gr	57.69
7	Contenido de humedad	%	27.54



CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES

N.T.P. 339.152/BS 1377

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

Coordenadas UTM				780000.54E, 9316734.48N	
Calicata	C-5	Muestra	M-1	Profundidad	0.70 m - 1.50 m

RECOLECCIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

Nº	Denominación	Unid.	Valor
1	Muestra de suelo usada	gr	100.00
2	Agua destilada usada	ml	300.00
3	Relación de la mezcla suelo - agua destilada		3
4	Número de frasco (beaker)		9
5	Peso del frasco (beaker)	gr	56.83
6	Peso del frasco + Agua + residuo de sales	gr	252.30
7	Peso de frasco+ residuo de sales	gr	56.84
8	Peso de residuo de sales	gr	0.01
9	Volúmen de solución tomada	ml	195.46
10	Constituyentes de sales solubles totales	ppm	153.5
11	Constituyentes de sales solubles totales en peso seco	(%)	0.015



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

M.T.C. E 107/ASTM D 422

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

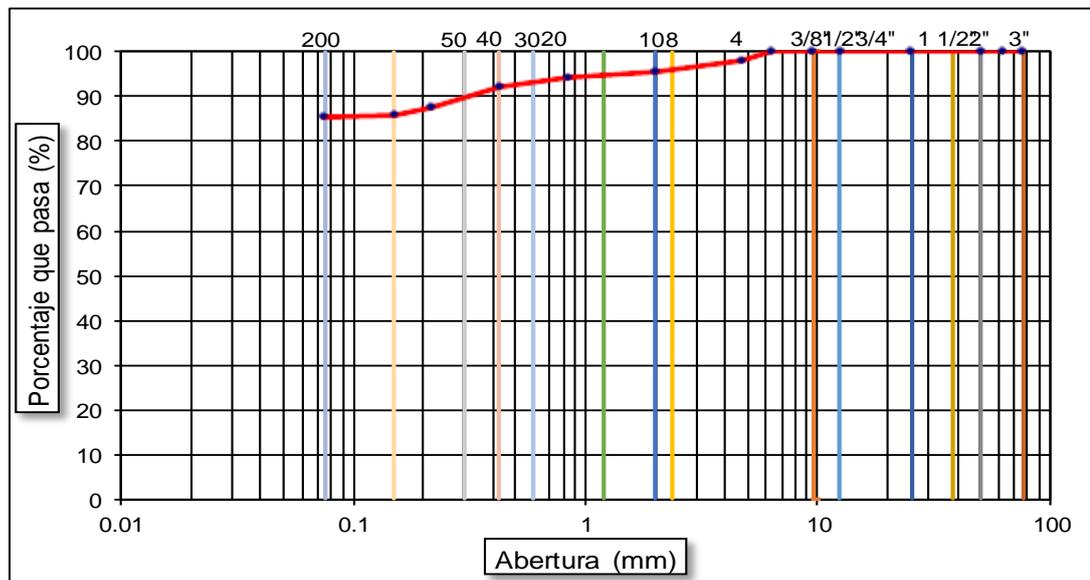
Coordenadas UTM				780000.54E, 9316734.48N	
Calicata	C-5	Muestra	M-1	Profundidad	0.70 m - 1.50 m

RECOLECCIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULA	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
(plg.)	(mm)					
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00	CL, arcillas inorgánicas con debil o mediana plasticidad
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite Líquido (LL) : 37.98%
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite Plástico (LP) : 18.50%
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00	Índice Plástico (IP) : 19.48%
Nº 4	4.76	3.65	1.83	1.83	98.18	Clasificación (SUCS) : CL
Nº 10	2.00	5.32	2.66	4.49	95.52	Clasificación (AASHTO) A-6
Nº 20	0.84	2.45	1.23	5.71	94.29	OBSERVACIONES :
Nº 40	0.425	4.29	2.15	7.86	92.15	Profundidad: 0.70 m - 1.50 m
Nº 50	0.215	9.35	4.68	12.53	87.47	Grava 3" - Nº 4 : 1.83
Nº 100	0.150	2.55	1.28	13.81	86.20	Arena Nº4 - Nº 200 : 12.65
Nº 200	0.075	1.33	0.67	14.47	85.53	Finos < Nº 200 : 85.53
<Nº 200	FONDO	171.06	85.53	100.00	0.00	Fraccion: 25.29

Peso inicial seco: 200 gr

CURVA GRANULOMÉTRICA





LÍMITE LÍQUIDO Y PLÁSTICO
M.T.C. E110 - E111/N.T.P 339.129

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

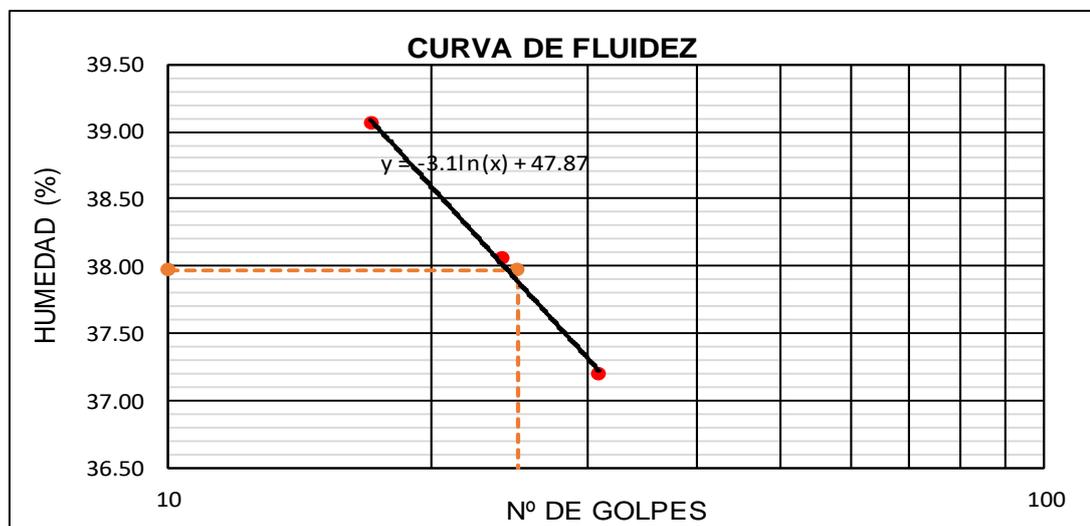
IDENTIFICACIÓN

Coordenadas UTM				780000.54E, 9316734.48N	
Calicata	C-5	Muestra	M-1	Profundidad	0.70 m - 1.50 m

RECOLECCIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

Datos de ensayo	Unid.	Límite Líquido			Límite Plástico	
		1	2	3	A	B
Nº Recipiente						
Nº de golpes		17	24	31	-----	-----
Peso suelo húmedo+Tara	gr	52.17	51.89	52.02	49.17	48.70
Peso suelo seco+ Tara	gr	43.79	43.87	44.00	45.18	44.40
Peso de tara	gr	22.34	22.80	22.44	23.00	21.77
Peso del Agua	gr	8.38	8.02	8.02	3.99	4.30
Peso de suelo seco	gr	21.45	21.07	21.56	22.18	22.63
Contenido de humedad	%	39.07	38.06	37.20	17.99	19.00

Consistencia física de la muestra		
Límite Líquido	LL	37.98 %
Límite Plástico	LP	18.50 %
Índice de Plasticidad	IP	19.48 %





PROCTOR MODIFICADO
MTC E 115/ASTM D 1557

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

Coordenadas UTM	780000.54E, 9316734.48N
Calicata	C-5

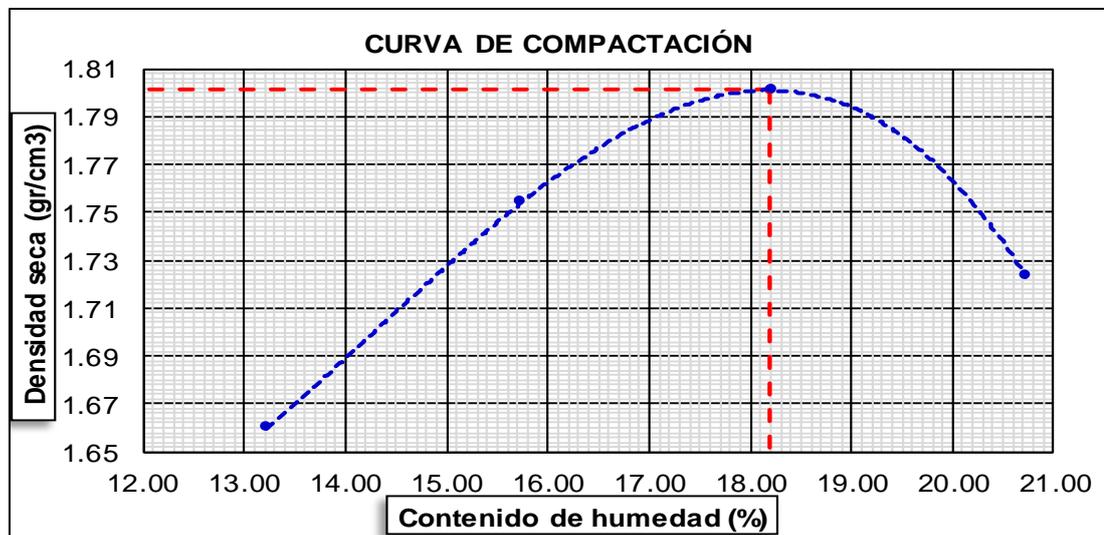
COMPACTACIÓN

Número de ensayo:		1	2	3	4
1	Volúmen del molde(cm ³)	2111	2111	2111	2111
2	Peso molde + suelo húmedo compactado(gr)	6589	6905	7116	7011
3	Peso molde + suelo húmedo	2620	2620	2620	2620
4	Peso suelo húmedo compactado (gr)	3969	4285	4496	4391
5	Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.88	2.03	2.13	2.08
6	Densidad seca (gr/cm ³)	1.66	1.75	1.80	1.72

CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°		1	2	3	4
1	Peso del frasco + suelo húmedo (gr)	329.81	329.59	328.43	372.07
2	Peso del frasco + peso suelo seco (gr)	308.49	304.52	298.84	338.25
3	Peso del frasco (gr)	147.32	145.23	136.54	175.10
4	Peso del agua contenida (gr)	21.32	25.07	29.59	33.82
5	Peso suelo seco (gr)	161.17	159.29	162.30	163.15
6	Contenido de humedad (%)	13.23	15.74	18.23	20.73

Máxima densidad seca (gr/cm³) :	1.80
Óptimo contenido de humedad (%) :	18.20





ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

MTC E 132/ASTM D 1883

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

Coordenadas UTM	780000.54E, 9316734.48N
Calicata	C-5

COMPACTACIÓN

Molde Nº	1		2		3	
	56		25		12	
Nº de golpes por capa	56		25		12	
Condiciones de la muestra	s/mojar	mojada	s/mojar	mojada	s/mojar	mojada
Peso del molde + suelo húmedo (grs.)	9026	9101	9025	9127	8523	8722
Peso del molde (gramos)	4464	4464	4625	4625	4288	4288
Peso del suelo húmedo (grs.)	4562	4637	4400	4502	4235	4434
Volumen del molde (cc)	2143	2143	2143	2143	2143	2143
Densidad húmeda (grs./cm ³)	2.13	2.16	2.05	2.10	1.98	2.07
Densidad seca (grs./cm ³)	1.80	1.81	1.73	1.74	1.67	1.68
Capsula Nº	231	151	264	324	287	266
Peso capsula + suelo húmedo (grs.)	319.16	347.1	358.74	321.59	328.34	354.4
Peso capsula + suelo seco (grs.)	290.58	315.2	328.47	287.99	300.88	315.3
Peso del agua (grs.)	28.58	31.90	30.27	33.60	27.46	39.14
Peso capsula (grs.)	134.15	152.2	166.35	125.84	151.14	146.3
Peso del suelo seco (grs.)	156.43	163.03	162.12	162.15	149.74	169.00
% de humedad	18.27	19.57	18.67	20.72	18.34	23.16
Promedio de humedad	18.92		19.70		20.75	

EXPANSIÓN

Fecha	tiempo	Expansión			Expansión			Expansión		
	hrs	Lectura Dial	mm	%	Lectura Dial	mm	%	Lectura Dial	Mm.	%
Jun-19	0	3.551	0.000	0	4.160	0.000	0	6.150	0.000	0
Jun-19	24	3.959	0.408	0.351	4.150	-0.010	-0.009	6.580	0.430	0.369
Jun-19	48	4.440	0.889	0.764	4.900	0.740	0.636	6.790	0.640	0.550
Jun-19	72	4.657	1.106	0.950	5.170	1.010	0.868	7.170	1.020	0.876
Jun-19	96	5.115	1.564	1.344	5.630	1.470	1.263	7.700	1.550	1.332

PENETRACIÓN

Penetración	Carga estándar	Molde Nº 01			Molde Nº 02			Molde Nº 03		
		Lectura		Corrección	Lectura		Corrección	Lectura		Corrección
		Dial	lb	b/plg ²	Dial	lb	lb/plg ²	Dial	lb	lb/plg ²
0.000				0.00			0.00			0.00
0.025		63.66	140	47	46.41	102	34	27.39	60	20
0.050		92.85	205	68	68.08	150	50	39.78	88	29
0.075		122.49	270	90	88.43	195	65	52.16	115	38
0.100	1000	153.00	337	112	110.99	245	82	65.87	145	48
0.200	1500	249.42	550	183	181.31	400	133	107.89	238	79
0.300		316.21	697	232	230.40	508	169	136.20	300	100
0.400		367.51	810	270	266.67	588	196	157.43	347	116
0.500		383.44	845	282	277.73	612	204	164.50	363	121



ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

MTC E 132/ASTM D 1883

DATOS GENERALES

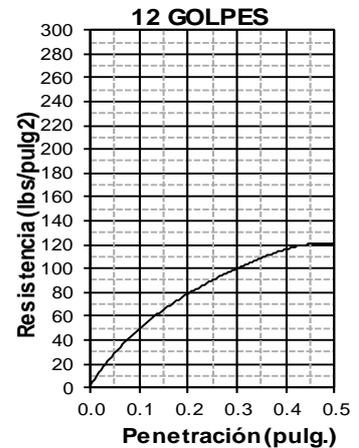
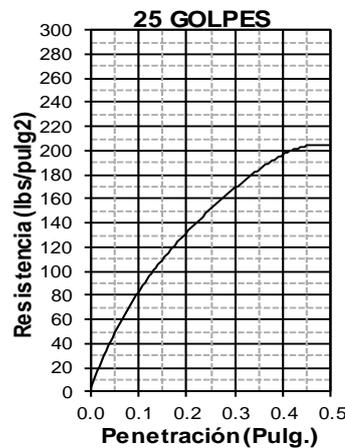
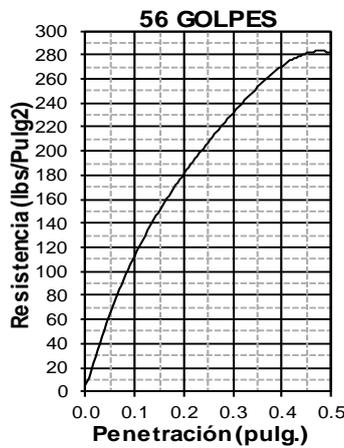
TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

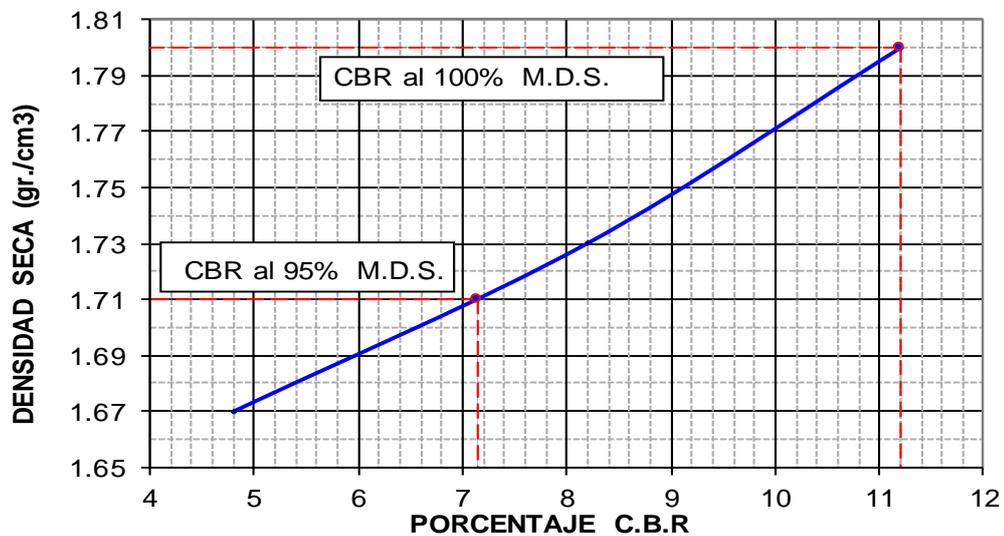
Coordenadas UTM	780000.54E, 9316734.48N
Calicata	C-5

DATOS DEL PROCTOR

Máxima Densidad Seca (gr/cm³)	1.80
Óptimo Contenido de Humedad (%)	18.20



C.B.R al 100%	11.20
C.B.R al 95%	7.15





REGISTRO DE EXPLORACIÓN

DATOS GENERALES:

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA
FECHA:	JUNIO DEL 2019
CALICATA:	C-6

IDENTIFICACIÓN:

Coordenadas UTM		780269.43E, 9316338.42N
Ubicación		Distrito de Pión
Profundidad	M-1	0.70 m - 1.50 m

PROFUNDIDAD	SUCS	MUESTRA	DESCRIPCIÓN
-0.70			<i>Relleno: Arcilla y limos orgánicos de color marrón oscuro, consistencia media. Presencia de raíces y restos vegetales.</i>
-1.50	CL	M-1 	<i>Estrato conformado por arcillas de mediana plasticidad de color marrón oscuro, consistencia media, con presencia de bolonería.</i>

OBSERVACIONES: No se encontró Nivel freático



CONTENIDO DE HUMEDAD
MTC E 108/ASTM D 2216

DATOS GENERALES:

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

Coordenadas UTM			780269.43E, 9316338.42N		
Calicata	C-6	Muestra	M-1	Profundidad	0.70 m - 1.50 m

RECOLECCIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

Nº	Denominación	Unid.	M-1
1	Tara	Nº	10
2	Peso de suelo húmedo utilizado + tara	gr	265.78
3	Peso de suelo seco utilizado + tara	gr	237.45
4	Peso del agua	gr	28.33
5	Peso de la tara	gr	129.97
6	Peso del suelo seco utilizado	gr	107.48
7	Contenido de humedad	%	26.36



CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES

N.T.P. 339.152/BS 1377

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

Coordenadas UTM				780269.43E, 9316338.42N	
Calicata	C-6	Muestra	M-1	Profundidad	0.70 m - 1.50 m

RECOLECCIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

Nº	Denominación	Unid.	Valor
1	Muestra de suelo usada	gr	100.00
2	Agua destilada usada	ml	300.00
3	Relación de la mezcla suelo - agua destilada		3
4	Número de frasco (beaker)		10
5	Peso del frasco (beaker)	gr	57.12
6	Peso del frasco + Agua + residuo de sales	gr	280.23
7	Peso de frasco+ residuo de sales	gr	57.13
8	Peso de residuo de sales	gr	0.01
9	Volúmen de solución tomada	ml	223.10
10	Constituyentes de sales solubles totales	ppm	134.5
11	Constituyentes de sales solubles totales en peso seco	(%)	0.013



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

M.T.C. E 107/ASTM D 422

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

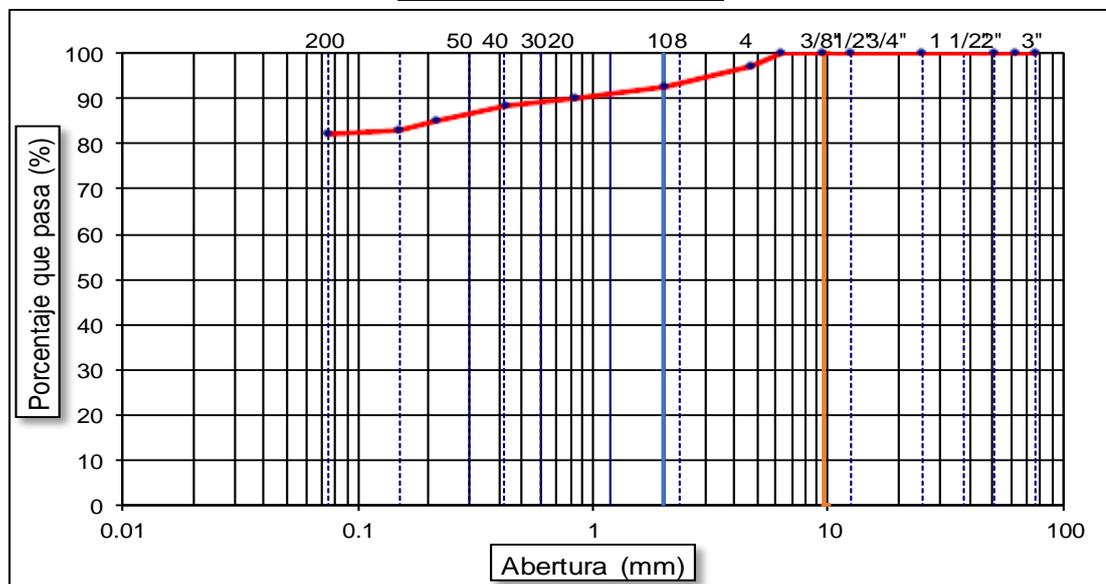
Coordenadas UTM				780269.43E, 9316338.42N	
Calicata	C-6	Muestra	M-1	Profundidad	0.70 m - 1.50 m

RECOLECCIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULA	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
(plg.)	(mm)					
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00	CL, arcillas inorgánicas con debil o mediana plasticidad
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite Líquido (LL) : 39.89%
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite Plástico (LP) : 21.83%
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00	Índice Plástico (IP) : 18.06%
Nº 4	4.76	5.69	2.85	2.85	97.16	Clasificación (SUCS) : CL
Nº 10	2.00	9.00	4.50	7.35	92.66	Clasificación (AASHTO) A-6
Nº 20	0.84	4.85	2.43	9.77	90.23	OBSERVACIONES :
Nº 40	0.425	3.78	1.89	11.66	88.34	Profundidad: 0.70 m - 1.50 m
Nº 50	0.215	6.66	3.33	14.99	85.01	Grava 3" - Nº 4 : 2.85
Nº 100	0.150	3.54	1.77	16.76	83.24	Arena Nº4 - Nº 200 : 15.02
Nº 200	0.075	2.21	1.11	17.87	82.14	Finos < Nº 200 : 82.14
<Nº 200	FONDO	164.27	82.14	100.00	0.00	Fraccion: 30.04

Peso inicial seco: 200 gr

CURVA GRANULOMÉTRICA





LÍMITE LÍQUIDO Y PLÁSTICO
M.T.C. E110 - E111/N.T.P 339.129

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

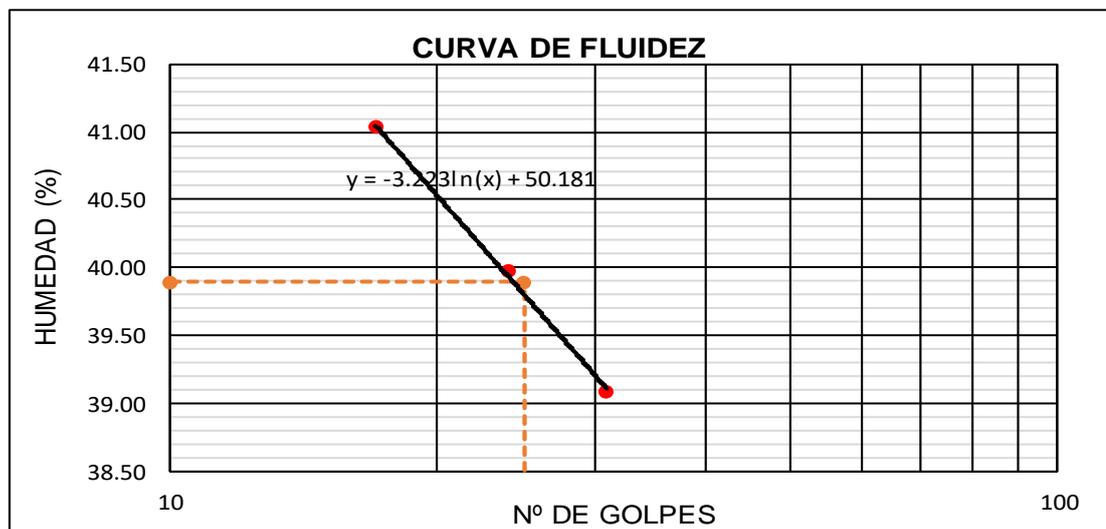
IDENTIFICACIÓN

Coordenadas UTM				780269.43E, 9316338.42N	
Calicata	C-6	Muestra	M-1	Profundidad	0.70 m - 1.50 m

RECOLECCIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

Datos de ensayo	Unid.	Límite Líquido			Límite Plástico	
		1	2	3	A	B
Nº Recipiente						
Nº de golpes		17	24	31	-----	-----
Peso suelo húmedo+Tara	gr	53.85	52.28	52.93	51.09	50.88
Peso suelo seco+ Tara	gr	44.45	43.84	44.28	46.19	45.80
Peso de tara	gr	21.54	22.73	22.15	23.56	22.71
Peso del Agua	gr	9.40	8.44	8.65	4.90	5.08
Peso de suelo seco	gr	22.91	21.11	22.13	22.63	23.09
Contenido de humedad	%	41.03	39.98	39.09	21.65	22.00

Consistencia física de la muestra		
Límite Líquido	LL	39.89 %
Límite Plástico	LP	21.83 %
Índice de Plasticidad	IP	18.06 %





PROCTOR MODIFICADO
MTC E 115/ASTM D 1557

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

Coordenadas UTM	780269.43E, 9316338.42N
Calicata	C-6

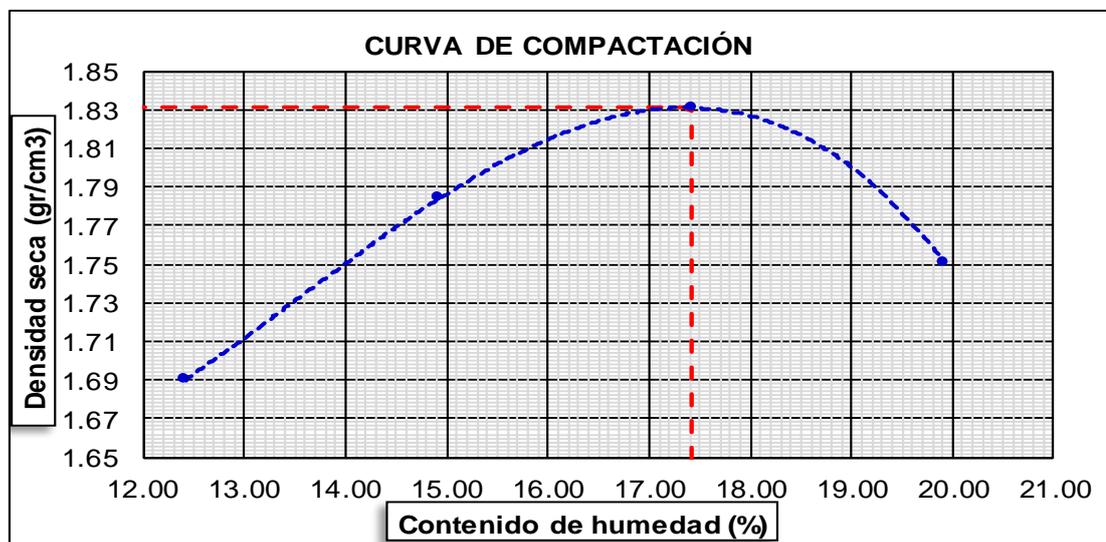
COMPACTACIÓN

Número de ensayo:		1	2	3	4
1	Volúmen del molde(cm ³)	2111	2111	2111	2111
2	Peso molde + suelo húmedo compactado(gr)	6631	6948	7159	7053
3	Peso molde + suelo húmedo	2620	2620	2620	2620
4	Peso suelo húmedo compactado (gr)	4011	4328	4539	4433
5	Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.90	2.05	2.15	2.10
6	Densidad seca (gr/cm ³)	1.69	1.78	1.83	1.75

CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°		1	2	3	4
1	Peso del frasco + suelo húmedo (gr)	296.08	303.51	321.53	328.19
2	Peso del frasco + peso suelo seco (gr)	278.13	282.21	296.15	299.00
3	Peso del frasco (gr)	133.58	139.54	150.47	152.47
4	Peso del agua contenida (gr)	17.95	21.30	25.38	29.19
5	Peso suelo seco (gr)	144.55	142.67	145.68	146.53
6	Contenido de humedad (%)	12.42	14.93	17.42	19.92

Máxima densidad seca (gr/cm³) :	1.83
Óptimo contenido de humedad (%) :	17.42





ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

MTC E 132/ASTM D 1883

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

Coordenadas UTM	780269.43E, 9316338.42N
Calicata	C-6

COMPACTACIÓN

Molde Nº	1		2		3	
Nº de golpes por capa	56		25		12	
Condiciones de la muestra	s/mojar	mojada	s/mojar	mojada	s/mojar	mojada
Peso del molde + suelo húmedo (grs)	8915	8990	8630	8732	8516	8717
Peso del molde (gramos)	4308	4308	4185	4185	4234	4234
Peso del suelo húmedo (grs.)	4607	4682	4445	4547	4282	4483
Volumen del molde (cc)	2143	2143	2143	2143	2143	2143
Densidad húmeda (grs./cm ³)	2.15	2.18	2.07	2.12	2.00	2.09
Densidad seca (grs./cm ³)	1.83	1.84	1.76	1.77	1.70	1.71
Capsula Nº	164	521	315	297	146	315
Peso capsula + suelo húmedo (grs.)	338.35	360.7	316.92	320.8	310.51	359.3
Peso capsula + suelo seco (grs.)	311.04	330.2	287.97	288.5	284.26	321.5
Peso del agua (grs.)	27.31	30.58	28.95	32.28	26.25	37.77
Peso capsula (grs.)	154.61	167.1	125.85	126.3	134.52	152.5
Peso del suelo seco (grs.)	156.43	163.03	162.12	162.15	149.74	169.00
% de humedad	17.46	18.76	17.86	19.91	17.53	22.35
Promedio de humedad	18.11		18.88		19.94	

EXPANSIÓN

Fecha	Tiempo	Expansión			Expansión			Expansión		
	hrs	Lectura Dial	mm	%	Lectura Dial	mm	%	Lectura Dial	mm	%
Jun-19	0	5.611	0.000	0	3.750	0.000	0	2.970	0.000	0
Jun-19	24	5.933	0.322	0.277	4.160	0.410	0.352	3.300	0.330	0.284
Jun-19	48	6.267	0.656	0.564	4.540	0.790	0.679	3.600	0.630	0.541
Jun-19	72	6.616	1.005	0.863	4.890	1.140	0.979	3.860	0.890	0.765
Jun-19	96	7.019	1.408	1.210	5.240	1.490	1.280	4.280	1.310	1.125

PENETRACIÓN

Penetración	Carga estándar	Molde N° 01			Molde N° 02			Molde N° 03		
		Lectura	Corrección		Lectura	Corrección		Lectura	Corrección	
		Dial	lb	lb/plg ²	Dial	lb	lb/plg ²	Dial	lb	lb/plg ²
0.000				0.00			0.00			0.00
0.025		57.37	126	42	41.25	91	30	25.14	55	18
0.050		84.50	186	62	60.52	133	44	36.14	80	27
0.075		110.84	244	81	79.78	176	59	47.55	105	35
0.100	1000	137.97	304	101	99.83	220	73	59.34	131	44
0.200	1500	224.85	496	165	162.34	358	119	96.69	213	71
0.300		286.19	631	210	206.77	456	152	123.03	271	90
0.400		331.79	731	244	239.79	529	176	143.08	315	105
0.500		345.55	762	254	250.02	551	184	148.98	328	109



ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

MTC E 132/ASTM D 1883

DATOS GENERALES

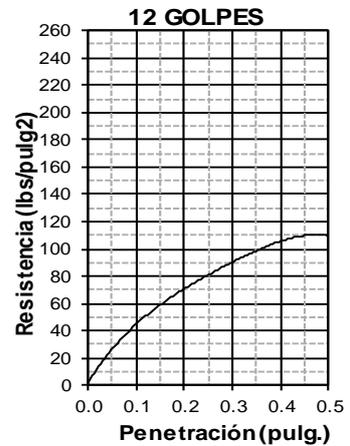
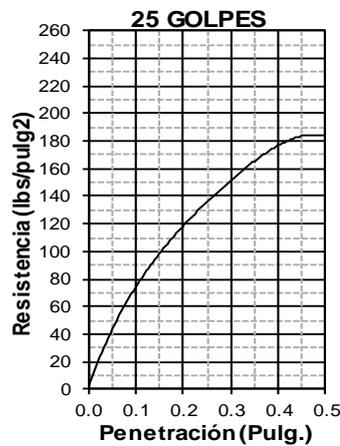
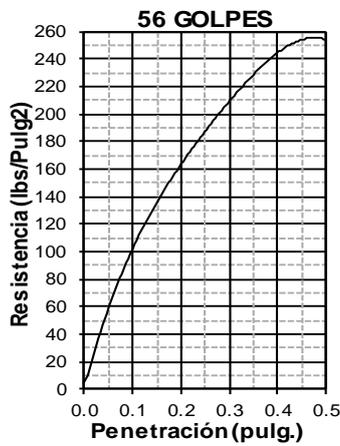
TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

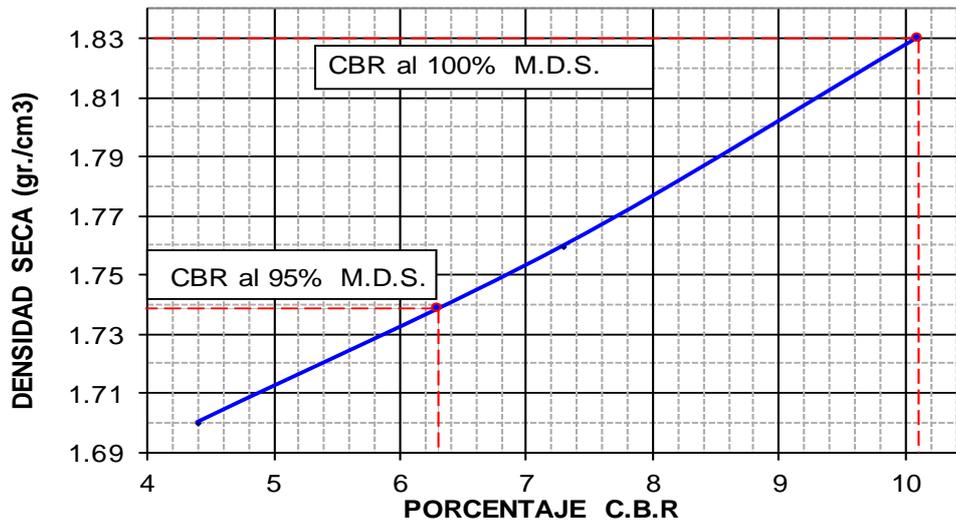
Coordenadas UTM	780269.43E, 9316338.42N
Calicata	C-6

DATOS DEL PROCTOR

Máxima Densidad Seca (gr/cm³)	1.83
Optimo Contenido de Humedad (%)	17.42



C.B.R al 100%	10.10
C.B.R al 95%	6.30





REGISTRO DE EXPLORACIÓN

DATOS GENERALES:

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA
FECHA:	JUNIO DEL 2019
CALICATA:	C-7

IDENTIFICACIÓN:

Coordenadas UTM	780161.72E, 9316728.61N
Ubicación	Distrito de Pión
Profundidad	M-1 0.70 m - 1.50 m

PROFUNDIDAD	SUCS	MUESTRA	DESCRIPCIÓN
-0.70			<i>Relleno:</i> Arcilla y limos orgánicos de color marrón oscuro, consistencia media. Presencia de raíces y restos vegetales.
-1.50	CL	M-1 	<i>Estrato</i> conformado por arcillas de mediana plasticidad de color marrón claro, consistencia media.

OBSERVACIONES: No se encontró Nivel freático



CONTENIDO DE HUMEDAD
MTC E 108/ASTM D 2216

DATOS GENERALES:

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

Coordenadas UTM			780161.72E, 9316728.61N		
Calicata	C-7	Muestra	M-1	Profundidad	0.70 m - 1.50 m

RECOLECCIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

Nº	Denominación	Unid.	M-1
1	Tara	Nº	11
2	Peso de suelo húmedo utilizado + tara	gr	231.09
3	Peso de suelo seco utilizado + tara	gr	212.23
4	Peso del agua	gr	18.86
5	Peso de la tara	gr	135.43
6	Peso del suelo seco utilizado	gr	76.80
7	Contenido de humedad	%	24.56



CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES

N.T.P. 339.152/BS 1377

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

Coordenadas UTM				780161.72E, 9316728.61N	
Calicata	C-7	Muestra	M-1	Profundidad	0.70 m - 1.50 m

RECOLECCIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

Nº	Denominación	Unid.	Valor
1	Muestra de suelo usada	gr	100.00
2	Agua destilada usada	ml	300.00
3	Relación de la mezcla suelo - agua destilada		3
4	Número de frasco (beaker)		10
5	Peso del frasco (beaker)	gr	56.36
6	Peso del frasco + Agua + residuo de sales	gr	280.23
7	Peso de frasco+ residuo de sales	gr	56.36
8	Peso de residuo de sales	gr	0.00
9	Volúmen de solución tomada	ml	223.87
10	Constituyentes de sales solubles totales	ppm	0.0
11	Constituyentes de sales solubles totales en peso seco	(%)	0.000



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

M.T.C. E 107/ASTM D 422

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

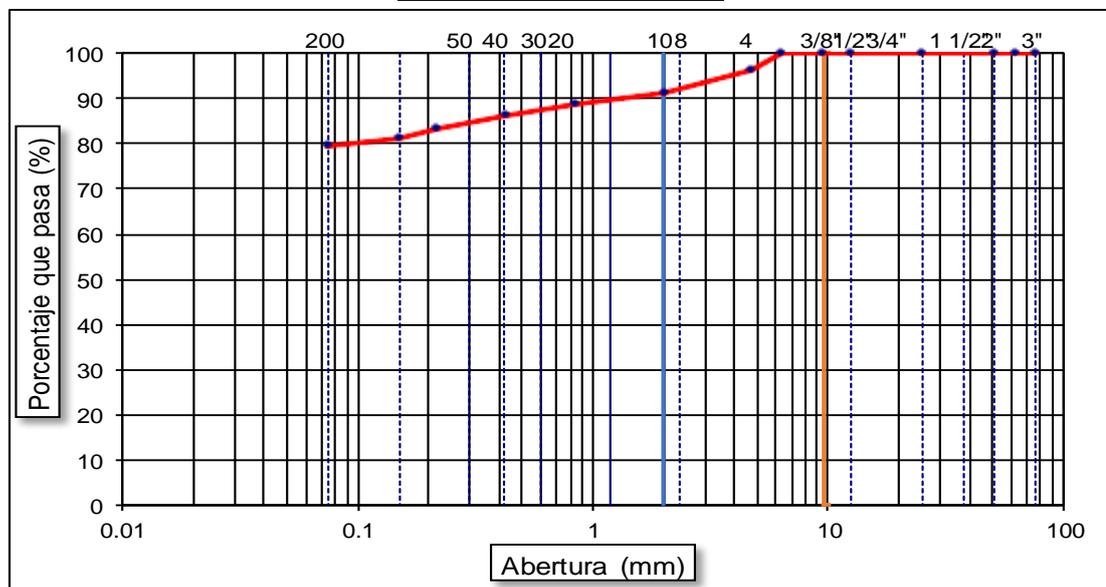
Coordenadas UTM				780161.72E, 9316728.61N	
Calicata	C-7	Muestra	M-1	Profundidad	0.70 m - 1.50 m

RECOLECCIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULA	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
(plg.)	(mm)					
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00	CL, arcillas inorgánicas con debil o mediana plasticidad
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite Líquido (LL) : 38.17%
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite Plástico (LP) : 18.61%
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00	Índice Plástico (IP) : 19.56%
Nº 4	4.76	7.33	3.67	3.67	96.34	Clasificación (SUCS) : CL
Nº 10	2.00	10.02	5.01	8.68	91.33	Clasificación (AASHTO) A-6
Nº 20	0.84	5.02	2.51	11.19	88.82	OBSERVACIONES :
Nº 40	0.425	4.65	2.33	13.51	86.49	Profundidad: 0.70 m - 1.50 m
Nº 50	0.215	6.01	3.01	16.52	83.49	Grava 3" - Nº 4 : 3.67
Nº 100	0.150	4.11	2.06	18.57	81.43	Arena Nº4 - Nº 200 : 16.46
Nº 200	0.075	3.10	1.55	20.12	79.88	Finos < Nº 200 : 79.88
<Nº 200	FONDO	159.76	79.88	100.00	0.00	Fraccion: 32.91

Peso inicial seco: 200 gr

CURVA GRANULOMETRICA





LÍMITE LÍQUIDO Y PLÁSTICO
M.T.C. E110 - E111/N.T.P 339.129

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

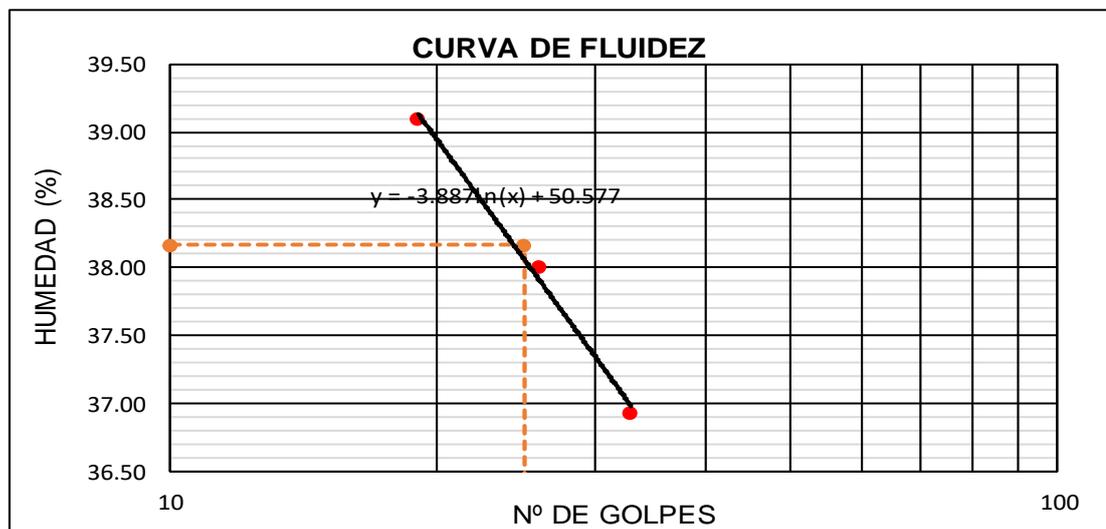
IDENTIFICACIÓN

Coordenadas UTM				780161.72E, 9316728.61N	
Calicata	C-7	Muestra	M-1	Profundidad	0.70 m - 1.50 m

RECOLECCIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

Datos de ensayo	Unid.	Límite Líquido			Límite Plástico	
		1	2	3	A	B
Nº Recipiente						
Nº de golpes		19	26	33	-----	-----
Peso suelo húmedo+Tara	gr	51.08	53.46	51.31	46.99	50.09
Peso suelo seco+ Tara	gr	42.96	44.89	43.52	43.31	45.91
Peso de tara	gr	22.19	22.34	22.43	23.12	23.90
Peso del Agua	gr	8.12	8.57	7.79	3.68	4.18
Peso de suelo seco	gr	20.77	22.55	21.09	20.19	22.01
Contenido de humedad	%	39.09	38.00	36.94	18.23	18.99

Consistencia física de la muestra		
Límite Líquido	LL	38.17 %
Límite Plástico	LP	18.61 %
Índice de Plasticidad	IP	19.56 %





PROCTOR MODIFICADO
MTC E 115/ASTM D 1557

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

Coordenadas UTM	780161.72E, 9316728.61N
Calicata	C-7

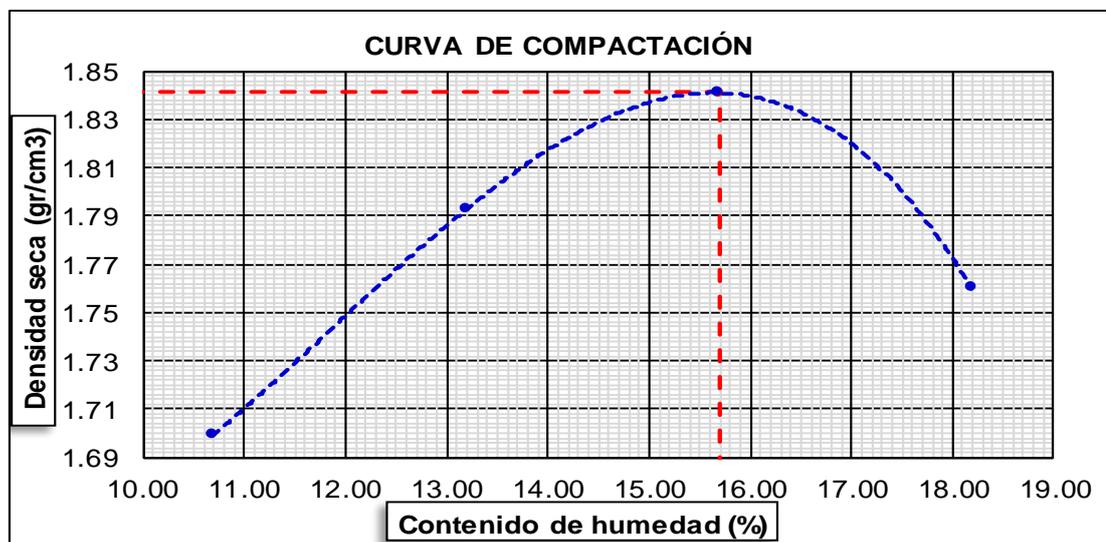
COMPACTACIÓN

Número de ensayo:		1	2	3	4
1	Volúmen del molde(cm ³)	2111	2111	2111	2111
2	Peso molde + suelo húmedo compactado(gr)	6589	6905	7116	7011
3	Peso molde + suelo húmedo	2620	2620	2620	2620
4	Peso suelo húmedo compactado (gr)	3969	4285	4496	4391
5	Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.88	2.03	2.13	2.08
6	Densidad seca (gr/cm ³)	1.70	1.79	1.84	1.76

CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°		1	2	3	4
1	Peso del frasco + suelo húmedo (gr)	317.08	360.36	365.63	335.72
2	Peso del frasco + peso suelo seco (gr)	300.72	340.40	341.44	307.52
3	Peso del frasco (gr)	147.65	189.21	187.24	152.47
4	Peso del agua contenida (gr)	16.36	19.96	24.19	28.20
5	Peso suelo seco (gr)	153.07	151.19	154.20	155.05
6	Contenido de humedad (%)	10.69	13.20	15.69	18.19

Máxima densidad seca (gr/cm³) :	1.84
Óptimo contenido de humedad (%) :	15.69





ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

MTC E 132/ASTM D 1883

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELI BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

Coordenadas UTM	780161.72E, 9316728.61N
Calicata	C-7

COMPACTACIÓN

Molde Nº	1		2		3	
Nº de golpes por capa	56		25		12	
Condiciones de la muestra	s/mojar	mojada	s/mojar	mojada	s/mojar	mojada
Peso del molde + suelo húmedo (grs)	9080	9158	8614	8717	8328	8532
Peso del molde (gramos)	4518	4518	4208	4208	4085	4085
Peso del suelo húmedo (grs.)	4562	4640	4406	4509	4243	4447
Volumen del molde (cc)	2143	2143	2143	2143	2143	2143
Densidad húmeda (grs./cm3)	2.13	2.17	2.06	2.10	1.98	2.08
Densidad seca (grs./cm3)	1.84	1.85	1.77	1.78	1.71	1.72
Capsula Nº	218	632	345	408	511	574
Peso capsula + suelo húmedo (grs.)	308.93	327.1	329.87	350.9	324.40	340
Peso capsula + suelo seco (grs.)	283.39	298.3	302.77	320.3	299.81	304
Peso del agua (grs.)	25.54	28.77	27.10	30.55	24.59	36.07
Peso capsula (grs.)	121.05	129.3	134.74	152.3	144.16	129.1
Peso del suelo seco (grs.)	162.34	168.94	168.03	168.06	155.65	174.91
% de humedad	15.73	17.03	16.13	18.18	15.80	20.62
Promedio de humedad	16.38		17.15		18.21	

EXPANSIÓN

Fecha	Tiempo	Expansión			Expansión			Expansión		
	hrs	Dial	mm	%	Dial	mm	%	Dial	Mm.	%
Jun-19	0	3.056	0.000	0	6.740	0.000	0	1.770	0.000	0
Jun-19	24	3.327	0.271	0.233	7.050	0.310	0.266	2.140	0.370	0.318
Jun-19	48	3.801	0.745	0.640	7.410	0.670	0.576	2.560	0.790	0.679
Jun-19	72	3.968	0.912	0.784	7.720	0.980	0.842	2.750	0.980	0.842
Jun-19	96	4.412	1.356	1.165	8.140	1.400	1.203	3.140	1.370	1.177

PENETRACIÓN

Penetración	Carga estándar	Molde Nº 01			Molde Nº 02			Molde Nº 03		
		Lectura		Corrección	Lectura		Corrección	Lectura		Corrección
		Dial	lb	lb/plg ²	Dial	lb	lb/plg ²	Dial	lb	lb/plg ²
0.000				0.00			0.00			0.00
0.025		58.57	129	43	42.43	94	31	25.02	55	18
0.050		86.17	190	63	61.96	137	46	36.91	81	27
0.075		113.34	250	83	81.50	180	60	48.80	108	36
0.100	1000	141.36	312	104	102.30	226	75	61.11	135	45
0.200	1500	230.95	509	170	166.41	367	122	98.90	218	73
0.300		292.95	646	215	212.27	468	156	126.08	278	93
0.400		339.65	749	250	245.81	542	181	146.03	322	107
0.500		353.66	780	260	256.01	564	188	152.40	336	112



ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

MTC E 132/ASTM D 1883

DATOS GENERALES

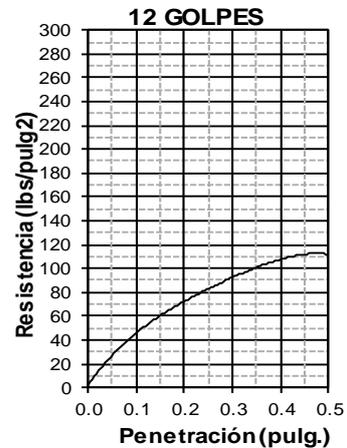
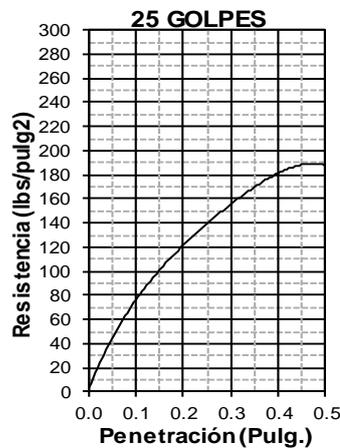
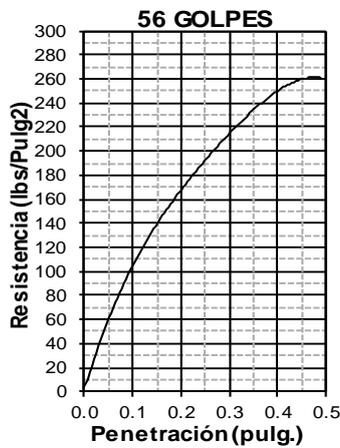
TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

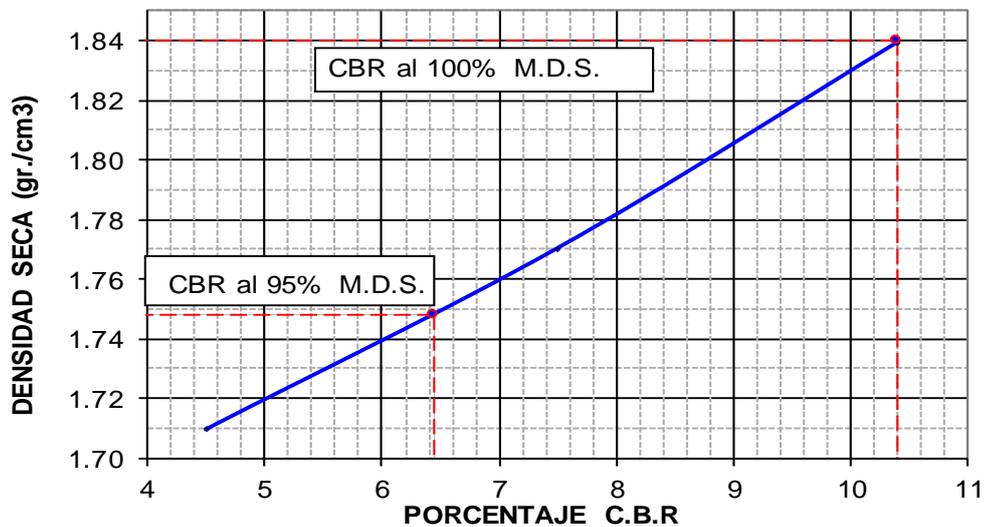
Coordenadas UTM	780161.72E, 9316728.61N
Calicata	C-7

DATOS DEL PROCTOR

Máxima Densidad Seca (gr/cm³)	1.84
Optimo Contenido de Humedad (%)	15.69



C.B.R al 100%	10.40
C.B.R al 95%	6.45





REGISTRO DE EXPLORACIÓN

DATOS GENERALES:

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA
FECHA:	JUNIO DEL 2019
CALICATA:	C-8

IDENTIFICACIÓN:

Coordenadas UTM	779926.24E, 9317159.70N
Ubicación	Distrito de Pión
Profundidad	M-1 0.70 m - 1.50 m

PROFUNDIDAD	SUCS	MUESTRA	DESCRIPCIÓN
-0.70			Relleno: Arcilla y limos orgánicos de color marrón oscuro, consistencia media. Presencia de raíces y restos vegetales.
-1.50	CH	M-1 	Estrato conformado por arcillas de alta plasticidad de color marrón oscuro, consistencia media, con presencia de rocas fijas.

OBSERVACIONES: No se encontró Nivel freático



CONTENIDO DE HUMEDAD
MTC E 108/ASTM D 2216

DATOS GENERALES:

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

Coordenadas UTM			779926.24E, 9317159.70N		
Calicata	C-8	Muestra	M-1	Profundidad	0.70 m - 1.50 m

RECOLECCIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

Nº	Denominación	Unid.	M-1
1	Tara	Nº	12
2	Peso de suelo húmedo utilizado + tara	gr	245.33
3	Peso de suelo seco utilizado + tara	gr	219.05
4	Peso del agua	gr	26.28
5	Peso de la tara	gr	132.11
6	Peso del suelo seco utilizado	gr	86.94
7	Contenido de humedad	%	30.23



CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES
N.T.P. 339.152/BS 1377

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

Coordenadas UTM				779926.24E, 9317159.70N	
Calicata	C-8	Muestra	M-1	Profundidad	0.70 m - 1.50 m

RECOLECCIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

Nº	Denominación	Unid.	Valor
1	Muestra de suelo usada	gr	100.00
2	Agua destilada usada	ml	300.00
3	Relación de la mezcla suelo - agua destilada		3
4	Número de frasco (beaker)		10
5	Peso del frasco (beaker)	gr	56.95
6	Peso del frasco + Agua + residuo de sales	gr	280.23
7	Peso de frasco+ residuo de sales	gr	56.95
8	Peso de residuo de sales	gr	0.00
9	Volúmen de solución tomada	ml	223.28
10	Constituyentes de sales solubles totales	ppm	0.0
11	Constituyentes de sales solubles totales en peso seco	(%)	0.000



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
M.T.C. E 107/ASTM D 422

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

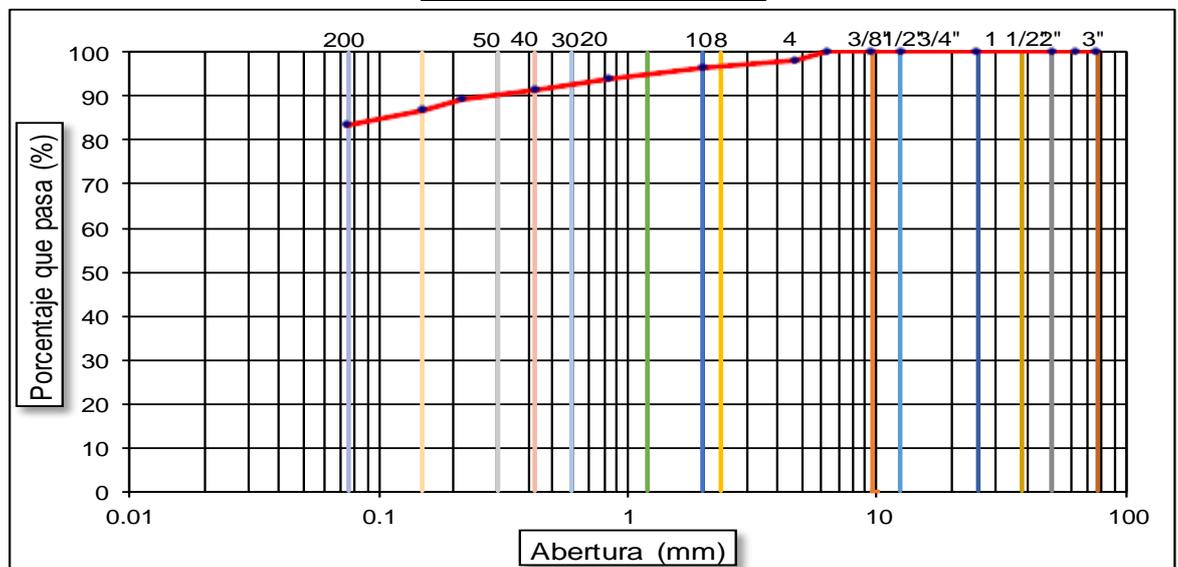
Coordenadas UTM				779926.24E, 9317159.70N	
Calicata	C-8	Muestra	M-1	Profundidad	0.70 m - 1.50 m

RECOLECCIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULA	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
(plg.)	(mm)					
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00	CH, arcillas inorgánicas, de plasticidad elevada.
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite Líquido (LL) : 60.09%
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite Plástico (LP) : 26.61%
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00	Índice Plástico (IP) : 33.48%
Nº 4	4.76	3.53	1.77	1.77	98.23	Clasificación (SUCS) : CH
Nº 10	2.00	3.44	1.72	3.49	96.51	Clasificación (AASHTO) A-7-6
Nº 20	0.84	5.23	2.62	6.10	93.90	OBSERVACIONES :
Nº 40	0.425	5.21	2.61	8.71	91.29	Profundidad: 0.70 m - 1.50 m
Nº 50	0.215	3.62	1.81	10.52	89.48	Grava 3" - Nº 4 : 1.77
Nº 100	0.150	5.17	2.59	13.10	86.90	Arena Nº4 - Nº 200 : 14.60
Nº 200	0.075	6.52	3.26	16.36	83.64	Finos < Nº 200 : 83.64
<Nº 200	FONDO	167.27	83.64	100.00	0.00	Fraccion: 29.19

Peso inicial seco: 200 gr

CURVA GRANULOMÉTRICA





LÍMITE LÍQUIDO Y PLÁSTICO
M.T.C. E110 - E111/N.T.P 339.129

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

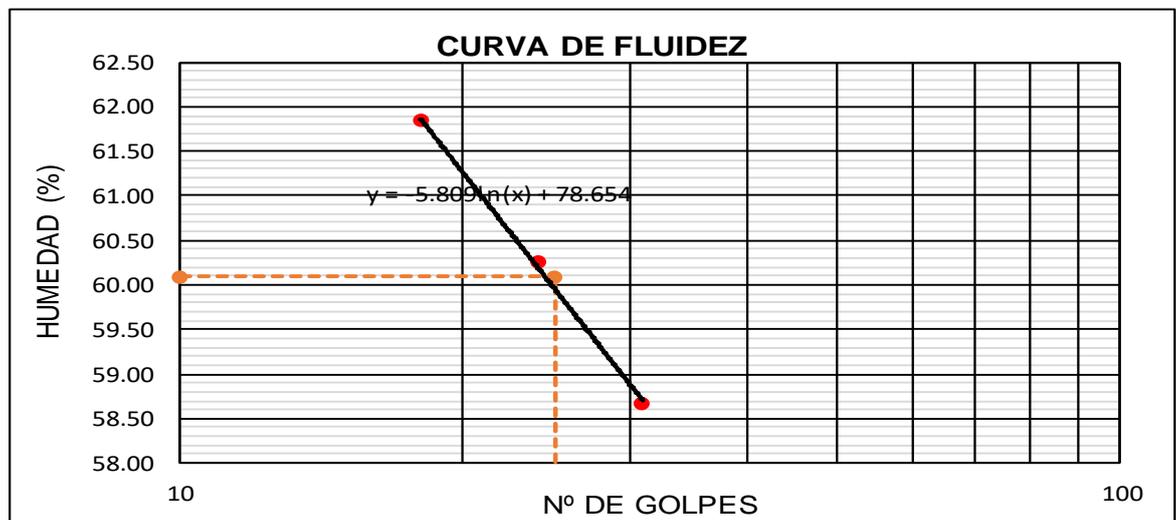
IDENTIFICACIÓN

Coordenadas UTM				779926.24E, 9317159.70N	
Calicata	C-8	Muestra	M-1	Profundidad	0.70 m - 1.50 m

RECOLECCIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

Datos de ensayo	Unid.	Límite Líquido			Límite Plástico		
		Nº Recipiente	1	2	3	A	B
Nº de golpes			18	24	31	-----	-----
Peso suelo húmedo+Tara	gr		58.84	53.64	60.95	49.80	50.08
Peso suelo seco+ Tara	gr		45.18	41.59	47.29	44.22	44.29
Peso de tara	gr		23.09	21.59	24.01	22.77	23.01
Peso del Agua	gr		13.66	12.05	13.66	5.58	5.79
Peso de suelo seco	gr		22.09	20.00	23.28	21.45	21.28
Contenido de humedad	%		61.84	60.25	58.68	26.01	27.21

Consistencia física de la muestra		
Límite Líquido	LL	60.09 %
Límite Plástico	LP	26.61 %
Índice de Plasticidad	IP	33.48 %





PROCTOR MODIFICADO
MTC E 115/ASTM D 1557

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

Coordenadas UTM	779926.24E, 9317159.70N
Calicata	C-8

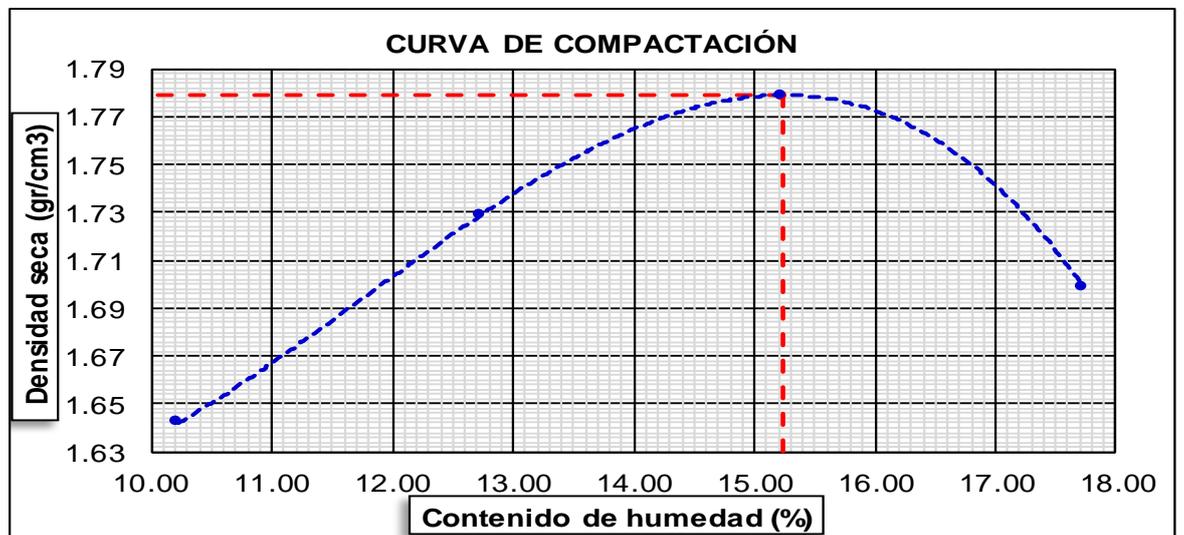
COMPACTACIÓN

Número de ensayo:		1	2	3	4
1	Volúmen del molde(cm ³)	2111	2111	2111	2111
2	Peso molde + suelo húmedo compactado(gr)	6441	6736	6948	6842
3	Peso molde (gr)	2620	2620	2620	2620
4	Peso suelo húmedo compactado (gr)	3821	4116	4328	4222
5	Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.81	1.95	2.05	2.00
6	Densidad seca (gr/cm ³)	1.64	1.73	1.78	1.70

CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°		1	2	3	4
1	Peso del frasco + suelo húmedo (gr)	313.96	321.39	355.09	367.98
2	Peso del frasco + peso suelo seco (gr)	297.38	300.98	330.23	338.89
3	Peso del frasco (gr)	135.26	140.74	166.98	174.79
4	Peso del agua contenida (gr)	16.58	20.41	24.86	29.09
5	Peso suelo seco (gr)	162.12	160.24	163.25	164.10
6	Contenido de humedad (%)	10.23	12.74	15.23	17.73

Máxima densidad seca (gr/cm³) :	1.78
Óptimo contenido de humedad (%) :	15.23





ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

MTC E 132/ASTM D 1883

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

Coordenadas UTM	779926.24E, 9317159.70N
Calicata	C-8

COMPACTACIÓN

Molde N°	1		2		3	
	56		25		12	
N° de golpes por capa	56		25		12	
Condiciones de la muestra	s/mojar	mojada	s/mojar	mojada	s/mojar	mojada
Peso del molde + suelo húmedo (grs)	8725	8800	8397	8498	8342	8539
Peso del molde (gramos)	4328	4328	4158	4158	4264	4264
Peso del suelo húmedo (grs.)	4397	4472	4239	4340	4078	4275
Volumen del molde (cc)	2143	2143	2143	2143	2143	2143
Densidad húmeda (grs./cm3)	2.05	2.09	1.98	2.03	1.90	1.99
Densidad seca (grs./cm3)	1.78	1.79	1.71	1.72	1.65	1.66
Capsula N°	418	437	405	422	461	453
Peso capsula + suelo húmedo (grs.)	290.54	293.5	306.87	304.7	292.97	318
Peso capsula + suelo seco (grs.)	269.81	269.9	284.70	279.7	273.17	288.1
Peso del agua (grs.)	20.73	23.59	22.17	25.07	19.80	29.90
Peso capsula (grs.)	134.05	127.5	143.25	138.2	144.10	139.8
Peso del suelo seco (grs.)	135.76	142.36	141.45	141.48	129.07	148.33
% de humedad	15.27	16.57	15.67	17.72	15.34	20.16
Promedio de humedad	15.92		16.70		17.75	

EXPANSIÓN

Fecha	Tiempo hrs	Expansión			Expansión			Expansión		
		Lectura Dial	mm	%	Lectura Dial	mm	%	Lectura Dial	mm	%
Jun-19	0	3.056	0.000	0	6.740	0.000	0	1.770	0.000	0
Jun-19	24	3.327	0.271	0.233	7.050	0.310	0.266	2.140	0.370	0.318
Jun-19	48	3.801	0.745	0.640	7.410	0.670	0.576	2.560	0.790	0.679
Jun-19	72	3.968	0.912	0.784	7.720	0.980	0.842	2.750	0.980	0.842
Jun-19	96	4.412	1.356	1.165	8.140	1.400	1.203	3.140	1.370	1.177

PENETRACIÓN

Penetración	Carga estándar	Molde N° 01			Molde N° 02			Molde N° 03		
		Lectura		Corrección	Lectura		Corrección	Lectura		Corrección
		Dial	lb	lb/plg ²	Dial	lb	lb/plg ²	Dial	lb	lb/plg ²
0.000				0.00			0.00			0.00
0.025		17.43	38	13	12.88	28	9	7.72	17	6
0.050		25.62	56	19	18.64	41	14	11.21	25	8
0.075		33.81	75	25	24.56	54	18	14.70	32	11
0.100	1000	42.30	93	31	30.77	68	23	18.34	40	13
0.200	1500	69.14	152	51	50.18	111	37	29.86	66	22
0.300		87.79	194	65	63.83	141	47	37.75	83	28
0.400		101.89	225	75	73.84	163	54	43.97	97	32
0.500		106.14	234	78	77.02	170	57	45.94	101	34



ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

MTC E 132/ASTM D 1883

DATOS GENERALES

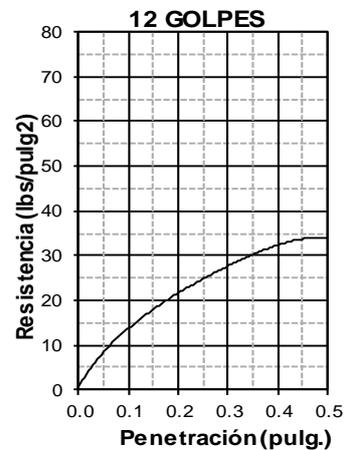
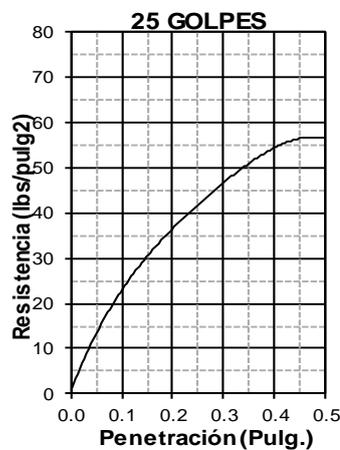
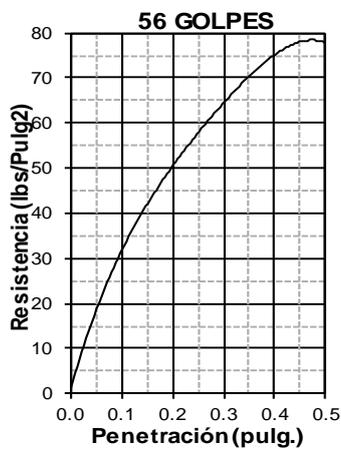
TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACION	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

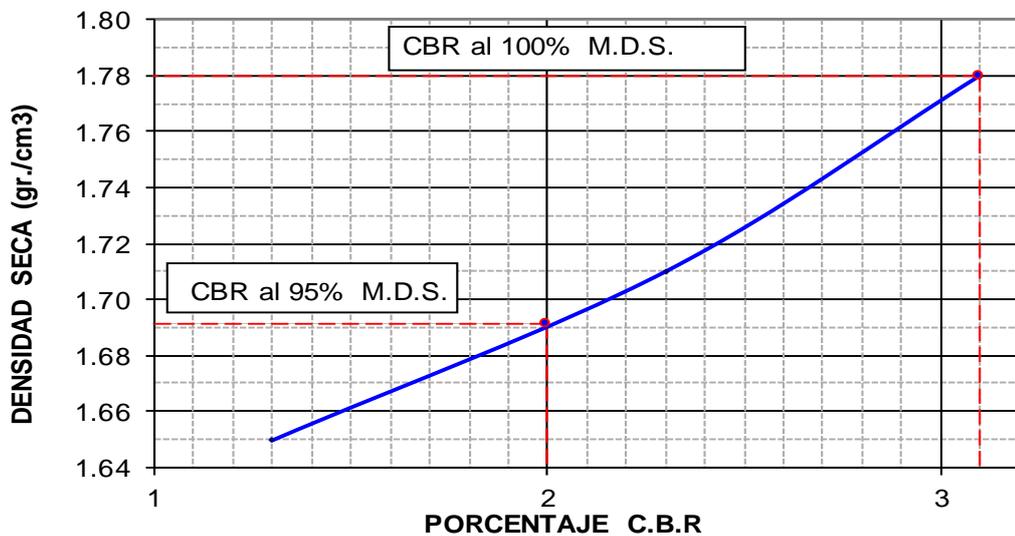
Coordenadas UTM	779926.24E, 9317159.70N
Calicata	C-8

DATOS DEL PROCTOR

Máxima Densidad Seca (gr/cm³)	1.78
Optimo Contenido de Humedad (%)	15.23



C.B.R al 100%	3.10
C.B.R al 95%	2.00





REGISTRO DE EXPLORACIÓN

DATOS GENERALES:

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA
FECHA:	JUNIO DEL 2019
CALICATA:	C-9

IDENTIFICACIÓN:

Coordenadas UTM	780268.59E, 9316893.65N
Ubicación	Distrito de Pión
Profundidad	M-1 0.70 m - 1.50 m

PROFUNDIDAD	SUCS	MUESTRA	DESCRIPCIÓN
-0.70			<i>Relleno: Arcilla y limos orgánicos de color marrón oscuro, consistencia media. Presencia de raíces y restos vegetales.</i>
-1.50	MH	M-1 	<i>Estrato conformado por arcillas limosas de alta plasticidad de color marrón oscuro, consistencia media.</i>

OBSERVACIONES: No se encontró Nivel freático



CONTENIDO DE HUMEDAD
MTC E 108/ASTM D 2216

DATOS GENERALES:

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

Coordenadas UTM			780268.59E, 9316893.65N		
Calicata	C-9	Muestra	M-1	Profundidad	0.70 m - 1.50 m

RECOLECCIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

Nº	Denominación	Unid.	M-1
1	Tara	Nº	13
2	Peso de suelo húmedo utilizado + tara	gr	229.83
3	Peso de suelo seco utilizado + tara	gr	210.03
4	Peso del agua	gr	19.80
5	Peso de la tara	gr	134.54
6	Peso del suelo seco utilizado	gr	75.49
7	Contenido de humedad	%	26.23



CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES
N.T.P. 339.152/BS 1377

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

Coordenadas UTM				780268.59E, 9316893.65N	
Calicata	C-9	Muestra	M-1	Profundidad	0.70 m - 1.50 m

RECOLECCIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

Nº	Denominación	Unid.	Valor
1	Muestra de suelo usada	gr	100.00
2	Agua destilada usada	ml	300.00
3	Relación de la mezcla suelo - agua destilada		3
4	Número de frasco (beaker)		16
5	Peso del frasco (beaker)	gr	56.13
6	Peso del frasco + Agua + residuo de sales	gr	280.23
7	Peso de frasco+ residuo de sales	gr	56.13
8	Peso de residuo de sales	gr	0.00
9	Volúmen de solución tomada	ml	224.10
10	Constituyentes de sales solubles totales	ppm	0.0
11	Constituyentes de sales solubles totales en peso seco	(%)	0.000



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

M.T.C. E 107/ASTM D 422

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

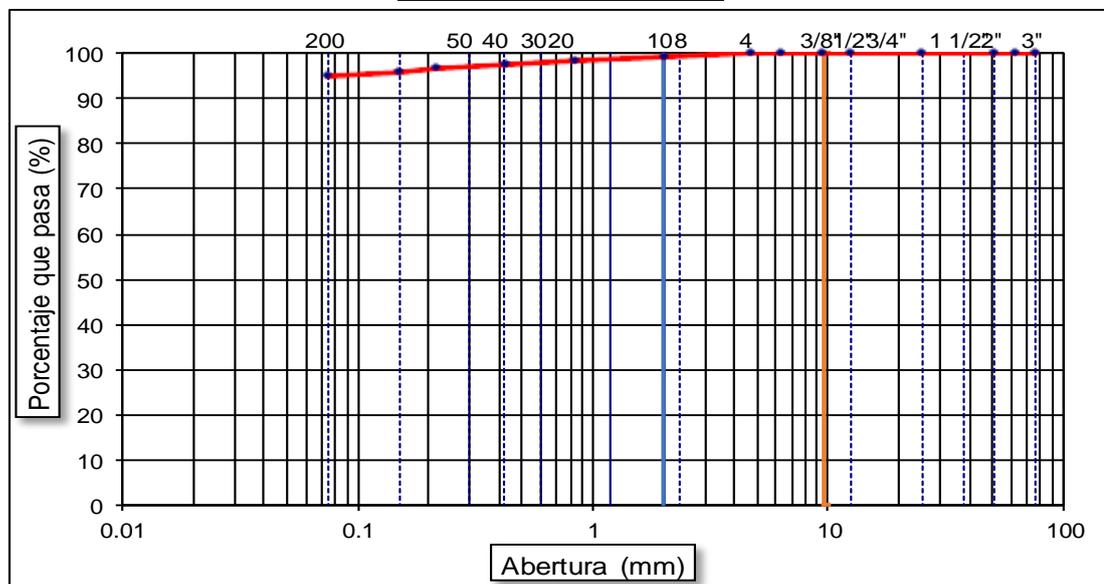
Coordenadas UTM				780268.59E, 9316893.65N	
Calicata	C-9	Muestra	M-1	Profundidad	0.70 m - 1.50 m

RECOLECCIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULA	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
(plg.)	(mm)					
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00	MH, limos inorgánicos, suelos finos de mica.
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite Líquido (LL) : 69.15%
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite Plástico (LP) : 34.51%
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00	Índice Plástico (IP) : 34.64%
Nº 4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00	Clasificación (SUCS) : MH
Nº 10	2.00	1.45	0.73	0.73	99.28	Clasificación (AASHTO) A-7-5
Nº 20	0.84	1.25	0.63	1.35	98.65	OBSERVACIONES : Profundidad: 0.70 m - 1.50 m
Nº 40	0.425	2.05	1.03	2.38	97.63	
Nº 50	0.215	1.64	0.82	3.20	96.81	
Nº 100	0.150	2.00	1.00	4.20	95.81	
Nº 200	0.075	1.12	0.56	4.76	95.25	
<Nº 200	FONDO	190.49	95.25	100.00	0.00	

Peso inicial seco: 200 gr

CURVA GRANULOMÉTRICA





LÍMITE LÍQUIDO Y PLÁSTICO
M.T.C. E110 - E111/N.T.P 339.129

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

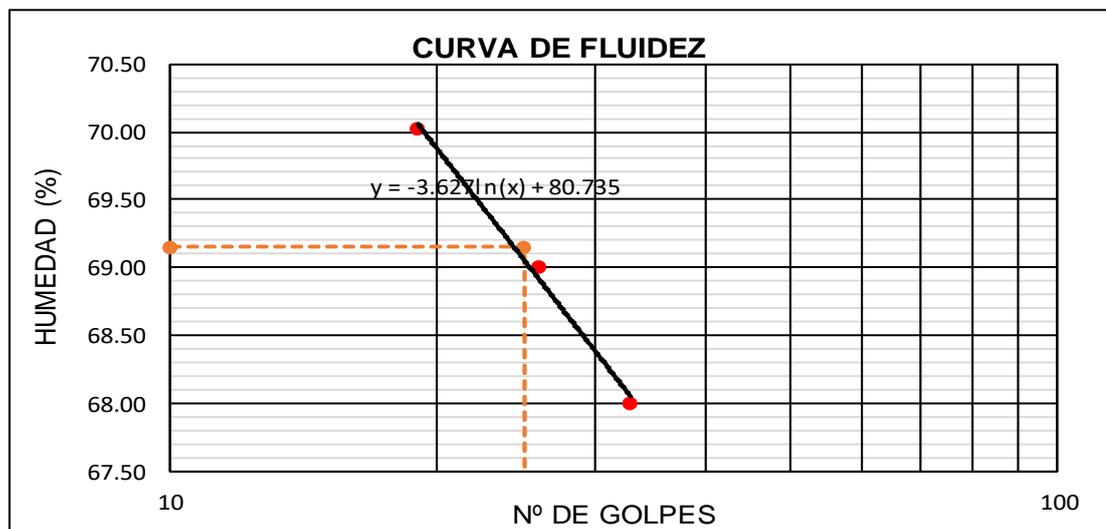
IDENTIFICACIÓN

Coordenadas UTM				780268.59E, 9316893.65N	
Calicata	C-9	Muestra	M-1	Profundidad	0.70 m - 1.50 m

RECOLECCIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

Datos de ensayo	Unid.	Límite Líquido			Límite Plástico	
		1	2	3	A	B
Nº Recipiente						
Nº de golpes		19	26	33	-----	-----
Peso suelo húmedo+Tara	gr	56.71	58.42	61.50	51.37	52.12
Peso suelo seco+ Tara	gr	41.88	43.93	45.58	44.04	44.39
Peso de tara	gr	20.70	22.93	22.17	22.49	22.31
Peso del Agua	gr	14.83	14.49	15.92	7.33	7.73
Peso de suelo seco	gr	21.18	21.00	23.41	21.55	22.08
Contenido de humedad	%	70.02	69.00	68.01	34.01	35.01

Consistencia física de la muestra		
Límite Líquido	LL	69.15 %
Límite Plástico	LP	34.51 %
Índice de Plasticidad	IP	34.64 %





PROCTOR MODIFICADO
MTC E 115/ASTM D 1557

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

Coordenadas UTM	780268.59E, 9316893.65N
Calicata	C-9

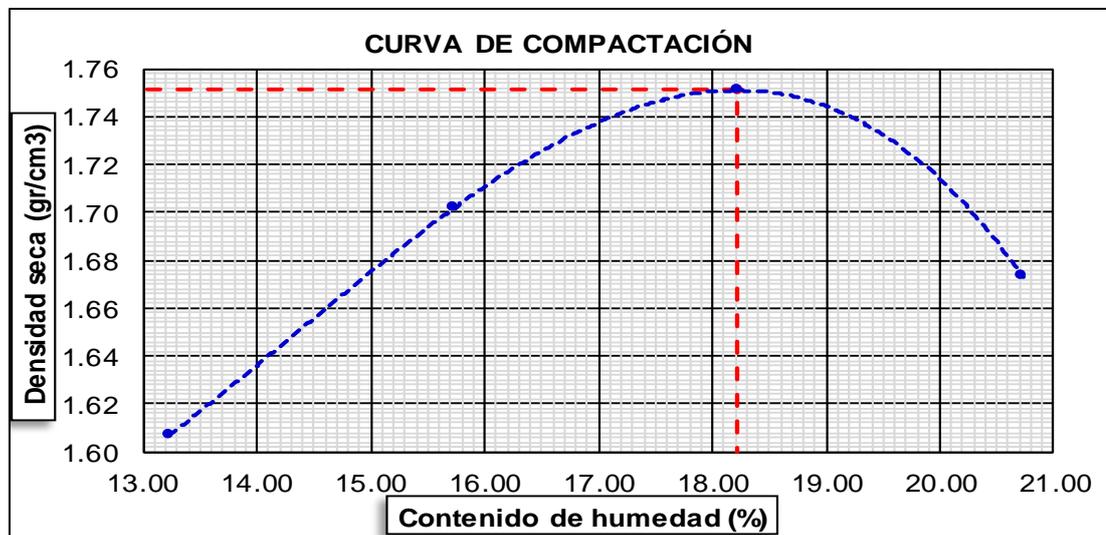
COMPACTACIÓN

Número de ensayo:		1	2	3	4
1	Volúmen del molde(cm ³)	2111	2111	2111	2111
2	Peso molde + suelo húmedo compactado(gr)	6462	6779	6990	6884
3	Peso molde (gr)	2620	2620	2620	2620
4	Peso suelo húmedo compactado (gr)	3842	4159	4370	4264
5	Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.82	1.97	2.07	2.02
6	Densidad seca (gr/cm ³)	1.61	1.70	1.75	1.67

CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°		1	2	3	4
1	Peso del frasco + suelo húmedo (gr)	320.76	332.58	344.74	335.11
2	Peso del frasco + peso suelo seco (gr)	298.64	306.56	314.06	300.04
3	Peso del frasco (gr)	131.45	141.25	145.74	130.87
4	Peso del agua contenida (gr)	22.12	26.02	30.68	35.07
5	Peso suelo seco (gr)	167.19	165.31	168.32	169.17
6	Contenido de humedad (%)	13.23	15.74	18.23	20.73

Máxima densidad seca (gr/cm³) :	1.75
Óptimo contenido de humedad (%) :	18.22





ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

MTC E 132/ASTM D 1883

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELI BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

Coordenadas UTM	780268.59E, 9316893.65N
Calicata	C-9

COMPACTACIÓN

Molde Nº	1		2		3	
Nº de golpes por capa	56		25		12	
Condiciones de la muestra	s/mojar	mojada	s/mojar	mojada	s/mojar	mojada
Peso del molde + suelo húmedo (grs)	8701	8774	8483	8582	8343	8538
Peso del molde (gramos)	4265	4265	4210	4210	4235	4235
Peso del suelo húmedo (grs.)	4436	4509	4273	4372	4108	4303
Volumen del molde (cc)	2143	2143	2143	2143	2143	2143
Densidad húmeda (grs./cm3)	2.07	2.10	1.99	2.04	1.92	2.01
Densidad seca (grs./cm3)	1.75	1.76	1.68	1.69	1.62	1.63
Capsula Nº	454	456	458	459	467	470
Peso capsula + suelo húmedo (grs.)	296.80	300.8	309.76	304.9	299.75	321.8
Peso capsula + suelo seco (grs.)	271.89	272.9	283.24	275.5	275.97	287.4
Peso del agua (grs.)	24.91	27.97	26.52	29.43	23.78	34.49
Peso capsula (grs.)	135.56	129.9	141.22	133.4	146.33	138.5
Peso del suelo seco (grs.)	136.33	142.93	142.02	142.05	129.64	148.90
% de humedad	18.27	19.57	18.67	20.72	18.34	23.16
Promedio de humedad	18.92		19.70		20.75	

EXPANSIÓN

Fecha	Tiempo	Expansión			Expansión			Expansión		
	hrs	Lectura Dial	mm	%	Lectura Dial	mm	%	Lectura Dial	Mm.	%
Jun-19	0	2.920	0.000	0	5.390	0.000	0	1.240	0.000	0
Jun-19	24	3.447	0.527	0.453	6.030	0.640	0.550	2.030	0.790	0.679
Jun-19	48	3.838	0.918	0.789	6.310	0.920	0.790	2.390	1.150	0.988
Jun-19	72	4.063	1.143	0.982	6.440	1.050	0.902	2.760	1.520	1.306
Jun-19	96	4.626	1.706	1.466	7.480	2.090	1.796	3.380	2.140	1.838

PENETRACIÓN

Penetración	Carga estándar	Molde Nº 01			Molde Nº 02			Molde Nº 03		
		Lectura		Corrección	Lectura		Corrección	Lectura		Corrección
		Dial	lb	lb/plg ²	Dial	lb	lb/plg ²	Dial	lb	lb/plg ²
0.000				0.00			0.00			0.00
0.025		27.32	60	20	19.62	43	14	11.66	26	9
0.050		39.52	87	29	28.64	63	21	16.97	37	12
0.075		51.73	114	38	37.40	82	27	22.54	50	17
0.100	1000	64.73	143	48	46.95	104	35	27.85	61	20
0.200	1500	105.34	232	77	76.15	168	56	45.63	101	34
0.300		134.00	295	98	97.38	215	72	57.83	127	42
0.400		155.23	342	114	113.03	249	83	66.59	147	49
0.500		161.86	357	119	117.81	260	87	70.04	154	51



ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

MTC E 132/ASTM D 1883

DATOS GENERALES

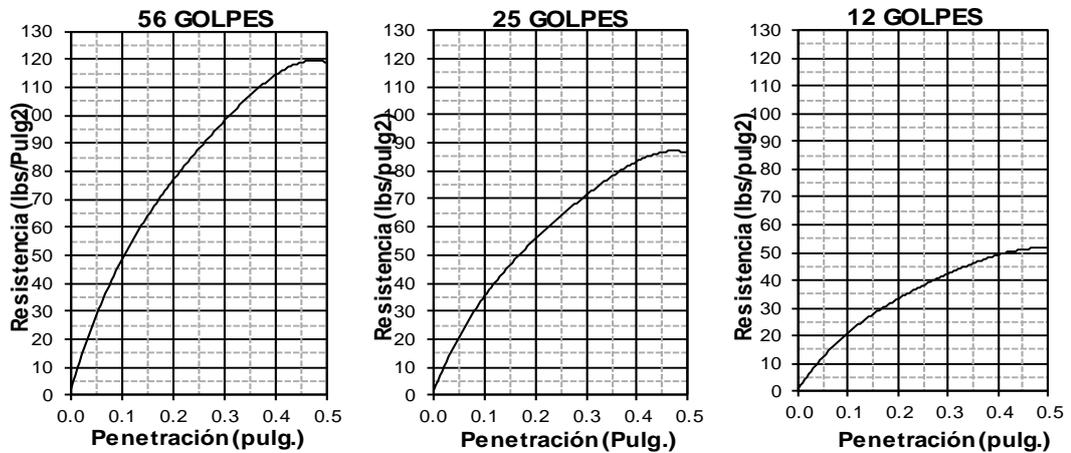
TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

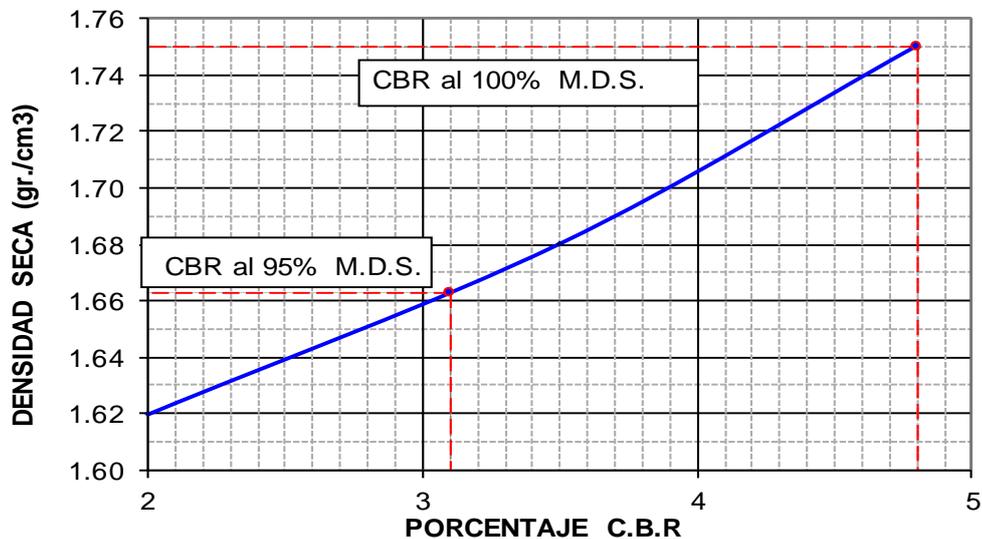
Coordenadas UTM	780268.59E, 9316893.65N
Calicata	C-9

DATOS DEL PROCTOR

Máxima Densidad Seca (gr/cm³)	1.75
Optimo Contenido de Humedad (%)	18.22



C.B.R al 100%	4.80
C.B.R al 95%	3.10





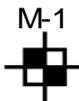
REGISTRO DE EXPLORACIÓN

DATOS GENERALES:

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA
FECHA:	JUNIO DEL 2019
CALICATA:	C-10

IDENTIFICACIÓN:

Coordenadas UTM		780155.35E, 9317225.70N
Ubicación		Distrito de Pión
Profundidad	M-1	0.70 m - 1.50 m

PROFUNDIDAD	SUCS	MUESTRA	DESCRIPCIÓN
-0.70			<i>Relleno: Arcilla y limos orgánicos de color marrón oscuro, consistencia media. Presencia de raíces y restos vegetales.</i>
-1.50	MH		<i>Estrato conformado por arcillas de alta elasticidad de color marrón claro, consistencia media, con presencia de rocas fijas.</i>

OBSERVACIONES: No se encontró Nivel freático



CONTENIDO DE HUMEDAD

MTC E 108/ASTM D 2216

DATOS GENERALES:

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

Coordenadas UTM			780155.35E, 9317225.70N		
Calicata	C-10	Muestra	M-1	Profundidad	0.70 m - 1.50 m

RECOLECCIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

Nº	Denominación	Unid.	M-1
1	Tara	Nº	14
2	Peso de suelo húmedo utilizado + tara	gr	195.47
3	Peso de suelo seco utilizado + tara	gr	180.34
4	Peso del agua	gr	15.13
5	Peso de la tara	gr	130.98
6	Peso del suelo seco utilizado	gr	49.36
7	Contenido de humedad	%	30.65



CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES

N.T.P. 339.152/BS 1377

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

Coordenadas UTM				780155.35E, 9317225.70N	
Calicata	C-10	Muestra	M-1	Profundidad	0.70 m - 1.50 m

RECOLECCIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

Nº	Denominación	Unid.	Valor
1	Muestra de suelo usada	gr	100.00
2	Agua destilada usada	ml	300.00
3	Relación de la mezcla suelo - agua destilada		3
4	Número de frasco (beaker)		10
5	Peso del frasco (beaker)	gr	56.94
6	Peso del frasco + Agua + residuo de sales	gr	280.23
7	Peso de frasco+ residuo de sales	gr	56.94
8	Peso de residuo de sales	gr	0.00
9	Volúmen de solución tomada	ml	223.29
10	Constituyentes de sales solubles totales	ppm	0.0
11	Constituyentes de sales solubles totales en peso seco	(%)	0.000

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

M.T.C. E 107/ASTM D 422

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

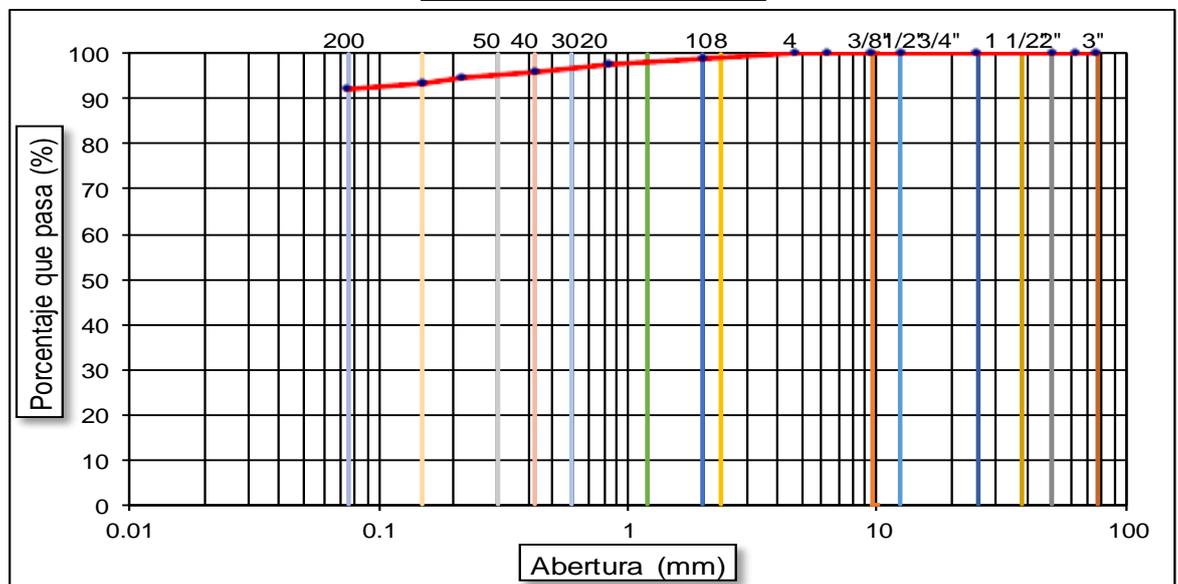
Coordenadas UTM				780155.35E, 9317225.70N	
Calicata	C-10	Muestra	M-1	Profundidad	0.70 m - 1.50 m

RECOLECCIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULA	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
(plg.)	(mm)					
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00	MH, limos inrgánicos, suelos finos de mica
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite Líquido (LL) : 52.80%
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite Plástico (LP) : 30.43%
Nº 4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00	Índice Plástico (IP) : 22.37%
Nº 10	2.00	2.54	1.27	1.27	98.73	Clasificación (SUCS) : MH
Nº 20	0.84	2.29	1.15	2.42	97.59	Clasificación (AASHTO) A-7-5
OBSERVACIONES :						
Nº 40	0.425	3.08	1.54	3.96	96.05	Profundidad: 0.70 m - 1.50 m
Nº 50	0.215	2.59	1.30	5.25	94.75	Grava 3" - Nº 4 : 0.00
Nº 100	0.150	2.89	1.45	6.70	93.31	Arena Nº4 - Nº 200 : 7.78
Nº 200	0.075	2.16	1.08	7.78	92.23	Finos < Nº 200 : 92.23
<Nº 200	FONDO	184.45	92.23	100.00	0.00	Fraccion: 15.55

Peso inicial seco: 200 gr

CURVA GRANULOMÉTRICA





LÍMITE LÍQUIDO Y PLÁSTICO
M.T.C. E110 - E111/N.T.P 339.129

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

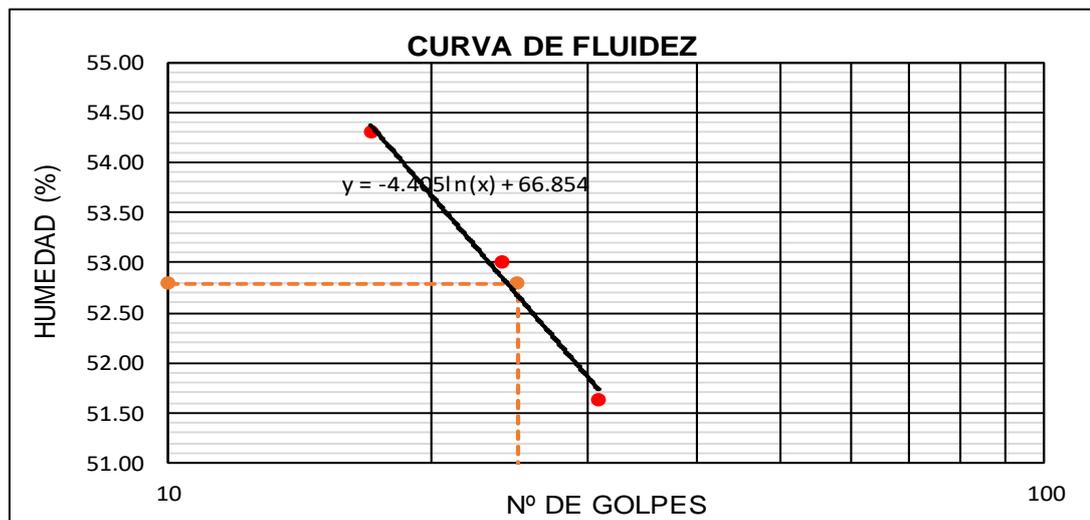
IDENTIFICACIÓN

Coordenadas UTM				780155.35E, 9317225.70N	
Calicata	C-10	Muestra	M-1	Profundidad	0.70 m - 1.50 m

RECOLECCIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

Datos de ensayo	Unid.	Límite Líquido			Límite Plástico		
		Nº Recipiente	1	2	3	A	B
Nº de golpes			17	24	31	-----	-----
Peso suelo húmedo+Tara	gr		57.23	59.11	53.86	49.25	51.62
Peso suelo seco+ Tara	gr		45.25	47.33	43.29	43.13	44.65
Peso de tara	gr		23.19	25.11	22.82	21.29	23.43
Peso del Agua	gr		11.98	11.78	10.57	6.12	6.97
Peso de suelo seco	gr		22.06	22.22	20.47	21.84	21.22
Contenido de humedad	%		54.31	53.02	51.64	28.02	32.85

Consistencia física de la muestra		
Límite Líquido	LL	52.80 %
Límite Plástico	LP	30.43 %
Índice de Plasticidad	IP	22.37 %





PROCTOR MODIFICADO
MTC E 115/ASTM D 1557

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

Coordenadas UTM	780155.35E, 9317225.70N
Calicata	C-10

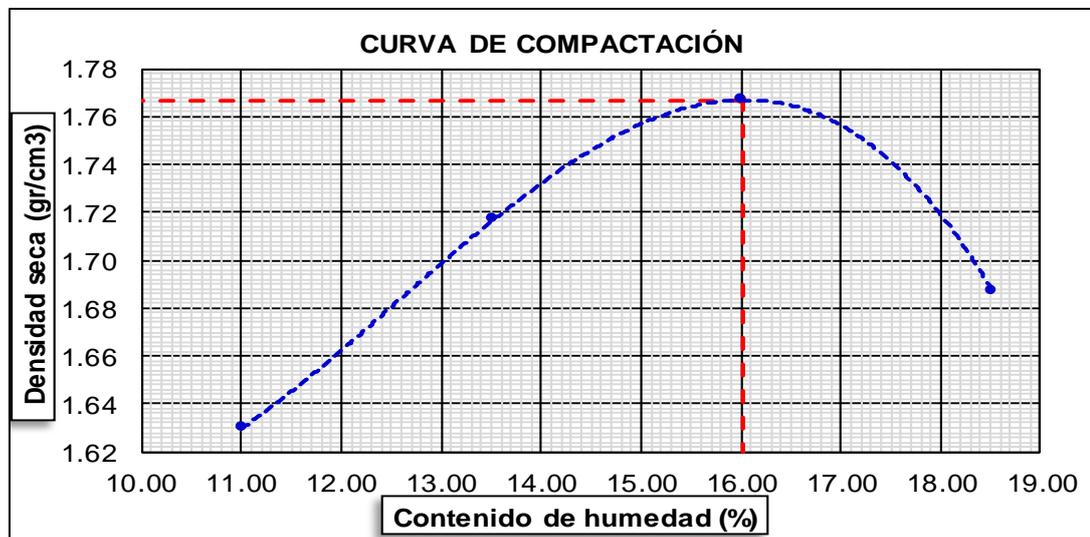
COMPACTACIÓN

Número de ensayo:		1	2	3	4
1	Volúmen del molde(cm ³)	2111	2111	2111	2111
2	Peso molde + suelo húmedo compactado(gr)	6441	6736	6948	6842
3	Peso molde (gr)	2620	2620	2620	2620
4	Peso suelo húmedo compactado (gr)	3821	4116	4328	4222
5	Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.81	1.95	2.05	2.00
6	Densidad seca (gr/cm ³)	1.63	1.72	1.77	1.69

CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°		1	2	3	4
1	Peso del frasco + suelo húmedo (gr)	319.06	323.83	334.40	349.21
2	Peso del frasco + peso suelo seco (gr)	300.98	301.88	307.93	318.45
3	Peso del frasco (gr)	136.87	139.65	142.69	152.36
4	Peso del agua contenida (gr)	18.08	21.95	26.47	30.76
5	Peso suelo seco (gr)	164.11	162.23	165.24	166.09
6	Contenido de humedad (%)	11.02	13.53	16.02	18.52

Máxima densidad seca (gr/cm³) :	1.77
Óptimo contenido de humedad (%) :	16.02





ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

MTC E 132/ASTM D 1883

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

Coordenadas UTM	780155.35E, 9317225.70N
Calicata	C-10

COMPACTACIÓN

Molde Nº	1		2		3	
Nº de golpes por capa	56		25		12	
Condiciones de la muestra	s/mojar	mojada	s/mojar	mojada	s/mojar	mojada
Peso del molde + suelo húmedo (grs)	8569	8644	8437	8538	8405	8600
Peso del molde (gramos)	4167	4167	4194	4194	4323	4323
Peso del suelo húmedo (grs.)	4402	4477	4243	4344	4082	4277
Volumen del molde (cc)	2143	2143	2143	2143	2143	2143
Densidad húmeda (grs./cm3)	2.05	2.09	1.98	2.03	1.90	2.00
Densidad seca (grs./cm3)	1.77	1.78	1.70	1.71	1.64	1.65
Capsula Nº	475	476	477	478	479	480
Peso capsula + suelo húmedo (grs.)	299.57	308.7	311.65	302.3	287.20	318.6
Peso capsula + suelo seco (grs.)	277.26	283.4	287.85	275.6	265.87	286.8
Peso del agua (grs.)	22.31	25.26	23.80	26.77	21.33	31.74
Peso capsula (grs.)	138.33	137.9	143.23	130.9	133.63	135.3
Peso del suelo seco (grs.)	138.93	145.53	144.62	144.65	132.24	151.50
% de humedad	16.06	17.36	16.46	18.51	16.13	20.95
Promedio de humedad	16.71		17.48		18.54	

EXPANSIÓN

Fecha	Tiempo	Lectura	Expansión		Lectura	Expansión		Lectura	Expansión	
	hrs	Dial	mm	%	Dial	mm	%	Dial	Mm.	%
Jun-19	0	2.840	0.000	0	5.000	0.000	0	1.340	0.000	0
Jun-19	24	3.437	0.597	0.513	5.730	0.730	0.627	2.320	0.980	0.842
Jun-19	48	3.886	1.046	0.899	5.920	0.920	0.790	2.470	1.130	0.971
Jun-19	72	4.018	1.178	1.012	6.070	1.070	0.919	3.040	1.700	1.460
Jun-19	96	4.619	1.779	1.528	7.180	2.180	1.873	3.650	2.310	1.985

PENETRACIÓN

Penetración	Carga estándar	Molde N° 01			Molde N° 02			Molde N° 03		
		Lectura	Corrección		Lectura	Corrección		Lectura	Corrección	
		Dial	lb	lb/plg ²	Dial	lb	lb/plg ²	Dial	lb	lb/plg ²
0.000				0.00			0.00			0.00
0.025		36.47	80	27	26.18	58	19	16.23	36	12
0.050		53.72	118	39	39.12	86	29	22.87	50	17
0.075		70.63	156	52	51.06	113	38	30.50	67	22
0.100	1000	88.55	195	65	63.67	140	47	38.13	84	28
0.200	1500	144.61	319	106	103.81	229	76	62.01	137	46
0.300		182.75	403	134	131.67	290	97	78.93	174	58
0.400		212.61	469	156	153.23	338	113	91.86	203	68
0.500		221.23	488	163	159.87	352	117	96.18	212	71



ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

MTC E 132/ASTM D 1883

DATOS GENERALES

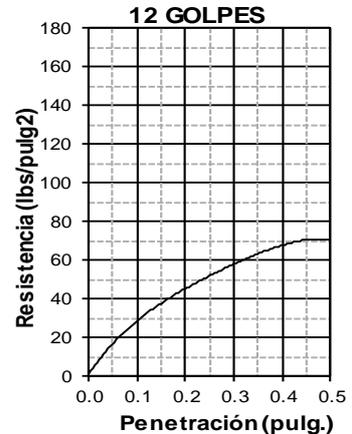
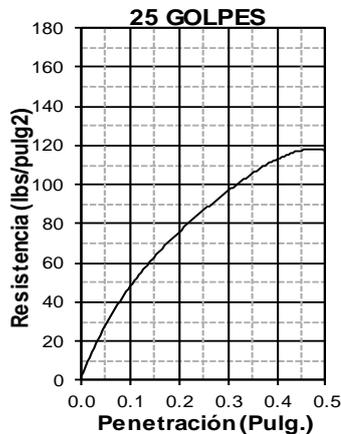
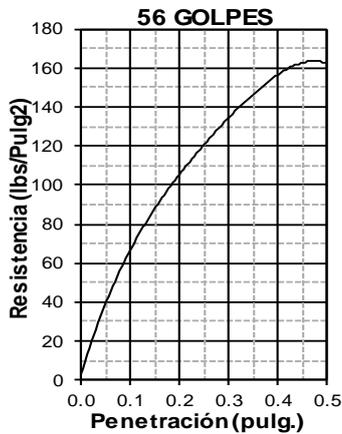
TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

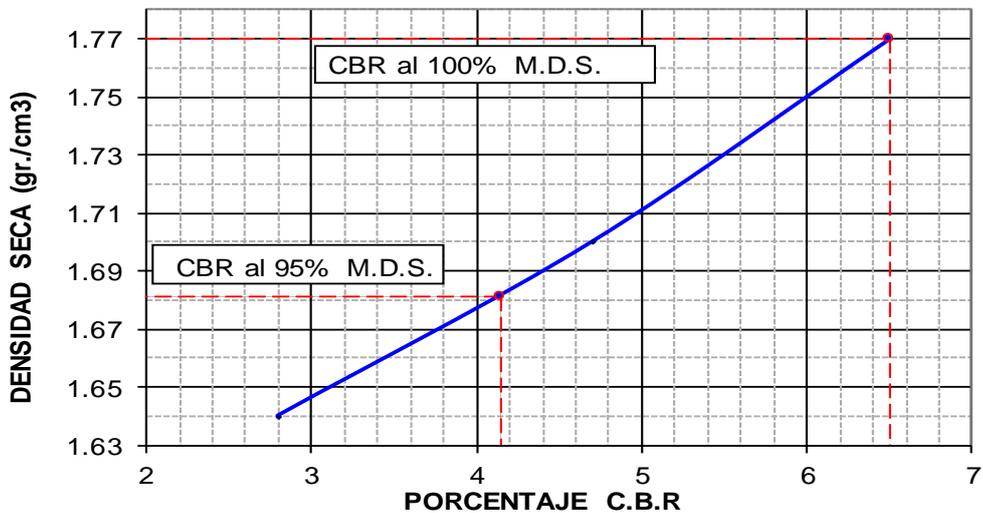
Coordenadas UTM	780155.35E, 9317225.70N
Calicata	C-10

DATOS DEL PROCTOR

Máxima Densidad Seca (gr/cm³)	1.77
Optimo Contenido de Humedad (%)	16.02



C.B.R al 100%	6.50
C.B.R al 95%	4.15





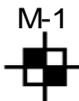
REGISTRO DE EXPLORACIÓN

DATOS GENERALES:

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA
FECHA:	JUNIO DEL 2019
CALICATA:	C-11

IDENTIFICACIÓN:

Coordenadas UTM		780020.85E, 9317437.95N
Ubicación		Distrito de Pión
Profundidad	M-1	0.70 m - 1.50 m

PROFUNDIDAD	SUCS	MUESTRA	DESCRIPCIÓN
-0.70			Relleno: Arcillas y limos orgánicos de color marrón oscuro, consistencia media. Presencia de raíces y restos vegetales.
-1.50	CL	M-1 	Estrato conformado por arcillas de mediana plasticidad de color marrón oscuro, consistencia media.

OBSERVACIONES: No se encontró Nivel freático



CONTENIDO DE HUMEDAD

MTC E 108/ASTM D 2216

DATOS GENERALES:

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

Coordenadas UTM			780020.85E, 9317437.95N		
Calicata	C-11	Muestra	M-1	Profundidad	0.70 m - 1.50 m

RECOLECCIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

Nº	Denominación	Unid.	M-1
1	Tara	Nº	14
2	Peso de suelo húmedo utilizado + tara	gr	234.23
3	Peso de suelo seco utilizado + tara	gr	215.66
4	Peso del agua	gr	18.57
5	Peso de la tara	gr	144.77
6	Peso del suelo seco utilizado	gr	70.89
7	Contenido de humedad	%	26.20



CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES
N.T.P. 339.152/BS 1377

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

Coordenadas UTM				780020.85E, 9317437.95N	
Calicata	C-11	Muestra	M-1	Profundidad	0.70 m - 1.50 m

RECOLECCIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

Nº	Denominación	Unid.	Valor
1	Muestra de suelo usada	gr	100.00
2	Agua destilada usada	ml	300.00
3	Relación de la mezcla suelo - agua destilada		3
4	Número de frasco (beaker)		10
5	Peso del frasco (beaker)	gr	57.01
6	Peso del frasco + Agua + residuo de sales	gr	280.23
7	Peso de frasco+ residuo de sales	gr	57.01
8	Peso de residuo de sales	gr	0.00
9	Volúmen de solución tomada	ml	223.22
10	Constituyentes de sales solubles totales	ppm	0.0
11	Constituyentes de sales solubles totales en peso seco	(%)	0.000



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
M.T.C. E 107/ASTM D 422

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

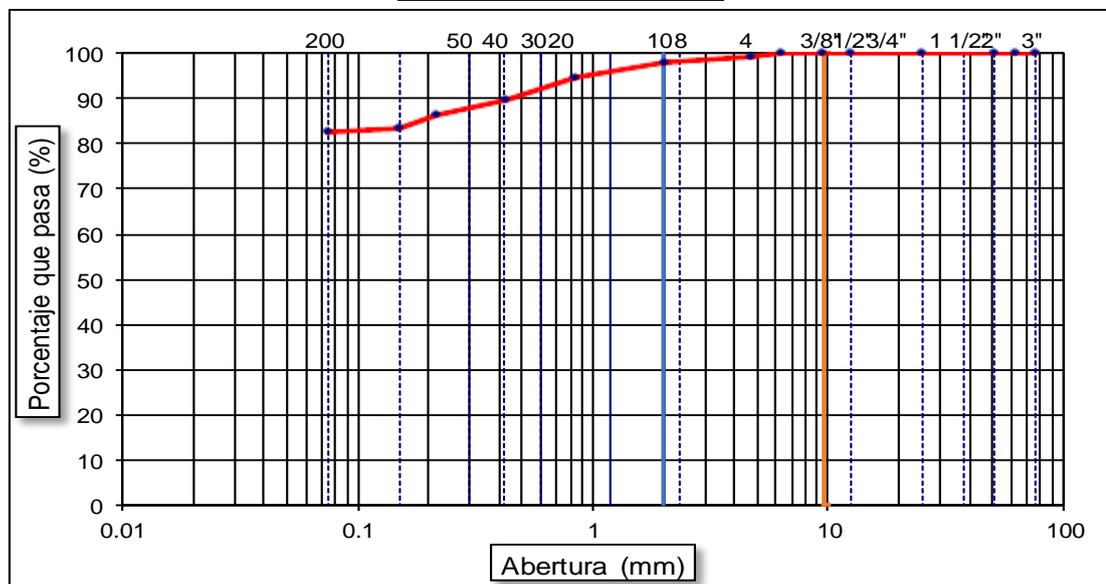
Coordenadas UTM				780020.85E, 9317437.95N	
Calicata	C-11	Muestra	M-1	Profundidad	0.70 m - 1.50 m

RECOLECCIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULA	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
(plg.)	(mm)					
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00	CL, arcillas inorgánicas con debil o mediana plasticidad
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite Líquido (LL) : 39.95%
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite Plástico (LP) : 22.54%
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00	Índice Plástico (IP) : 17.41%
Nº 4	4.76	1.71	0.86	0.86	99.15	Clasificación (SUCS) : CL
Nº 10	2.00	2.18	1.09	1.95	98.06	Clasificación (AASHTO) A-6
Nº 20	0.84	6.24	3.12	5.07	94.94	OBSERVACIONES :
Nº 40	0.425	10.25	5.13	10.19	89.81	Profundidad: 0.70 m - 1.50 m
Nº 50	0.215	7.14	3.57	13.76	86.24	Grava 3" - Nº 4 : 0.86
Nº 100	0.150	5.11	2.56	16.32	83.69	Arena Nº4 - Nº 200 : 16.53
Nº 200	0.075	2.14	1.07	17.39	82.62	Finos < Nº 200 : 82.62
<Nº 200	FONDO	165.23	82.62	100.00	0.00	Fraccion: 33.06

Peso inicial seco: 200 gr

CURVA GRANULOMETRICA





LÍMITE LÍQUIDO Y PLÁSTICO
M.T.C. E110 - E111/N.T.P 339.129

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

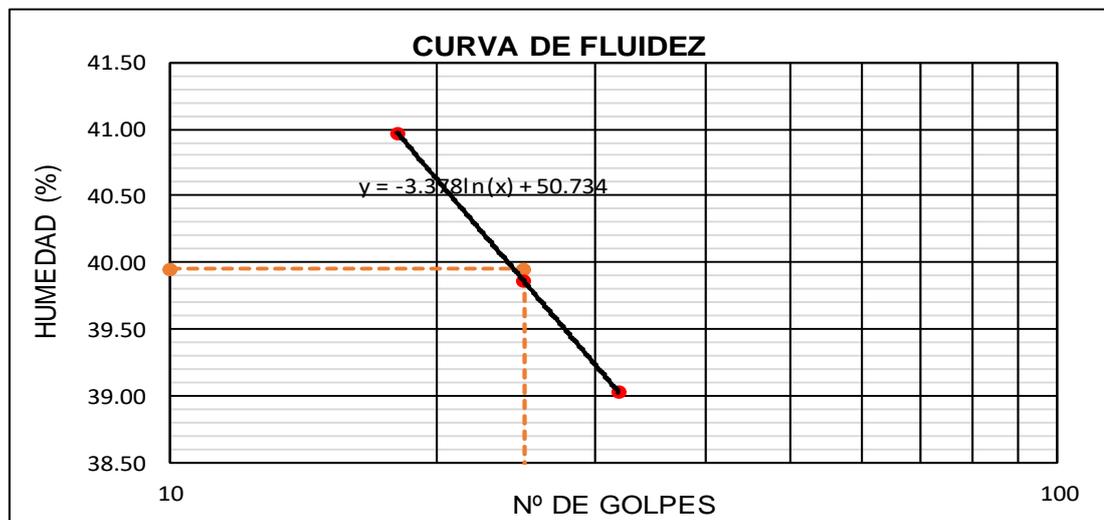
IDENTIFICACIÓN

Coordenadas UTM				780020.85E, 9317437.95N	
Calicata	C-11	Muestra	M-1	Profundidad	0.70 m - 1.50 m

RECOLECCIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

Datos de ensayo	Unid.	Límite Líquido			Límite Plástico		
		Nº Recipiente	1	2	3	A	B
Nº de golpes			18	25	32	-----	-----
Peso suelo húmedo+Tara	gr		53.83	52.25	52.91	47.87	49.50
Peso suelo seco+ Tara	gr		44.44	43.83	44.27	43.19	44.42
Peso de tara	gr		21.52	22.71	22.13	22.00	22.32
Peso del Agua	gr		9.39	8.42	8.64	4.68	5.08
Peso de suelo seco	gr		22.92	21.12	22.14	21.19	22.10
Contenido de humedad	%		40.97	39.87	39.02	22.09	22.99

Consistencia física de la muestra		
Límite Líquido	LL	39.95 %
Límite Plástico	LP	22.54 %
Índice de Plasticidad	IP	17.41 %





PROCTOR MODIFICADO
MTC E 115/ASTM D 1557

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

Coordenadas UTM	780020.85E, 9317437.95N
Calicata	C-11

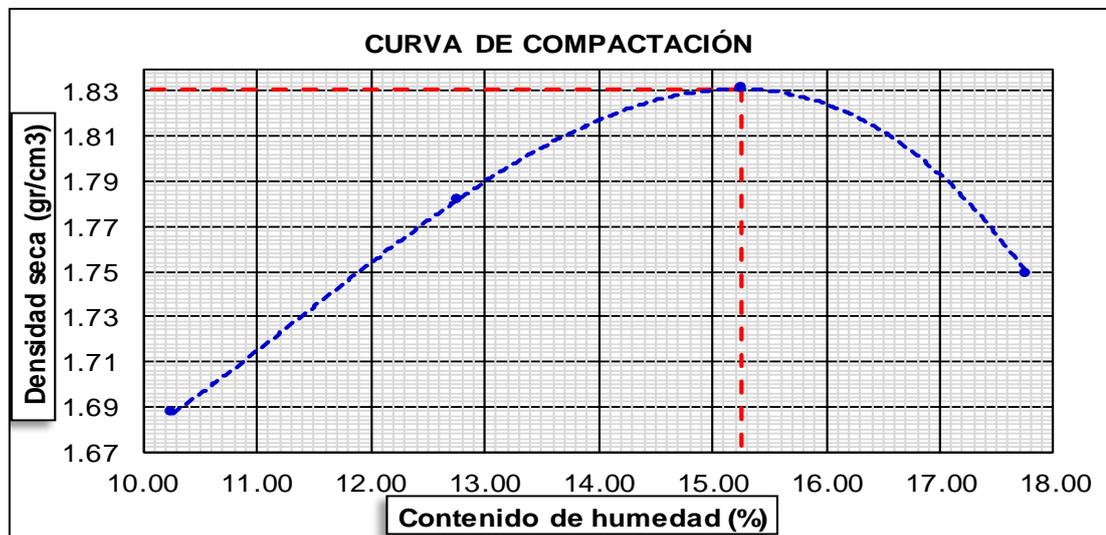
COMPACTACIÓN

Número de ensayo:		1	2	3	4
1	Volúmen del molde(cm ³)	2111	2111	2111	2111
2	Peso molde + suelo húmedo compactado(gr)	6546	6863	7074	6969
3	Peso molde + suelo húmedo	2620	2620	2620	2620
4	Peso suelo húmedo compactado (gr)	3926	4243	4454	4349
5	Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.86	2.01	2.11	2.06
6	Densidad seca (gr/cm ³)	1.69	1.78	1.83	1.75

CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°		1	2	3	4
1	Peso del frasco + suelo húmedo (gr)	304.52	295.34	353.22	346.01
2	Peso del frasco + peso suelo seco (gr)	288.70	275.89	329.52	318.27
3	Peso del frasco (gr)	134.51	123.58	174.20	162.10
4	Peso del agua contenida (gr)	15.82	19.45	23.70	27.74
5	Peso suelo seco (gr)	154.19	152.31	155.32	156.17
6	Contenido de humedad (%)	10.26	12.77	15.26	17.76

Máxima densidad seca (gr/cm³) :	1.83
Óptimo contenido de humedad (%) :	15.25





ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

MTC E 132/ASTM D 1883

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELI BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

Coordenadas UTM	780020.85E, 9317437.95N
Calicata	C-11

COMPACTACIÓN

Molde N°	1		2		3	
N° de golpes por capa	56		25		12	
Condiciones de la muestra	s/mojar	mojada	s/mojar	mojada	s/mojar	mojada
Peso del molde + suelo húmedo (grs)	8954	9029	8819	8919	8049	8251
Peso del molde (gramos)	4432	4432	4453	4453	3847	3847
Peso del suelo húmedo (grs.)	4522	4597	4366	4466	4202	4404
Volumen del molde (cc)	2143	2143	2143	2143	2143	2143
Densidad húmeda (grs./cm ³)	2.11	2.15	2.04	2.08	1.96	2.06
Densidad seca (grs./cm ³)	1.83	1.84	1.76	1.77	1.70	1.71
Capsula N°	23	333	298	300	734	431
Peso capsula + suelo húmedo (grs.)	339.21	336.6	338.17	336.2	324.91	343.6
Peso capsula + suelo seco (grs.)	314.37	308.6	311.79	306.4	300.99	308.3
Peso del agua (grs.)	24.84	28.04	26.38	29.83	23.92	35.31
Peso capsula (grs.)	152.03	139.7	143.76	138.3	145.34	133.3
Peso del suelo seco (grs.)	162.34	168.94	168.03	168.06	155.65	174.91
% de humedad	15.30	16.60	15.70	17.75	15.37	20.19
Promedio de humedad	15.95		16.72		17.78	

EXPANSIÓN

Fecha	Tiempo	Lectura	Expansión		Lectura	Expansión		Lectura	Expansión	
	hrs	Dial	mm	%	Dial	mm	%	Dial	Mm.	%
Jun-19	0	2.503	0.000	0	4.570	0.000	0	1.910	0.000	0
Jun-19	24	2.901	0.398	0.342	4.800	0.230	0.198	2.370	0.460	0.395
Jun-19	48	3.175	0.672	0.577	5.100	0.530	0.455	2.700	0.790	0.679
Jun-19	72	3.474	0.971	0.834	5.320	0.750	0.644	2.980	1.070	0.919
Jun-19	96	3.973	1.470	1.263	5.870	1.300	1.117	3.350	1.440	1.237

PENETRACIÓN

Penetración	Carga estándar	Molde N° 01			Molde N° 02			Molde N° 03		
		Lectura	Corrección		Lectura	Corrección		Lectura	Corrección	
		Dial	lb	lb/plg ²	Dial	lb	lb/plg ²	Dial	lb	lb/plg ²
0.000				0.00			0.00			0.00
0.025		54.23	120	40	39.29	87	29	23.17	51	17
0.050		79.78	176	59	57.37	126	42	34.18	75	25
0.075		104.94	231	77	75.46	166	55	45.19	100	33
0.100	1000	130.89	289	96	94.72	209	70	56.59	125	42
0.200	1500	213.85	471	157	154.09	340	113	91.58	202	67
0.300		271.25	598	199	196.55	433	144	116.74	257	86
0.400		314.49	693	231	227.61	502	167	135.22	298	99
0.500		327.47	722	241	237.04	523	174	141.11	311	104



ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

MTC E 132/ASTM D 1883

DATOS GENERALES

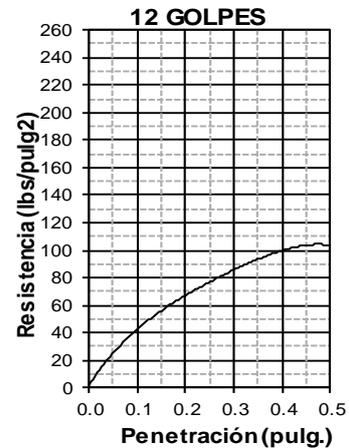
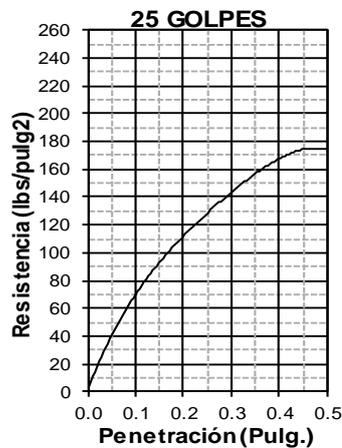
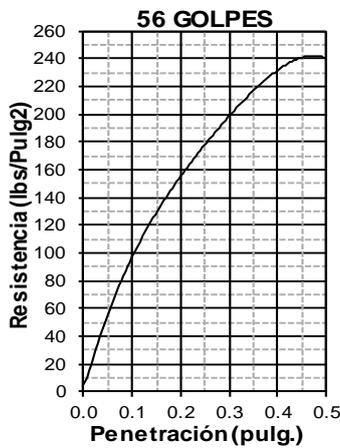
TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

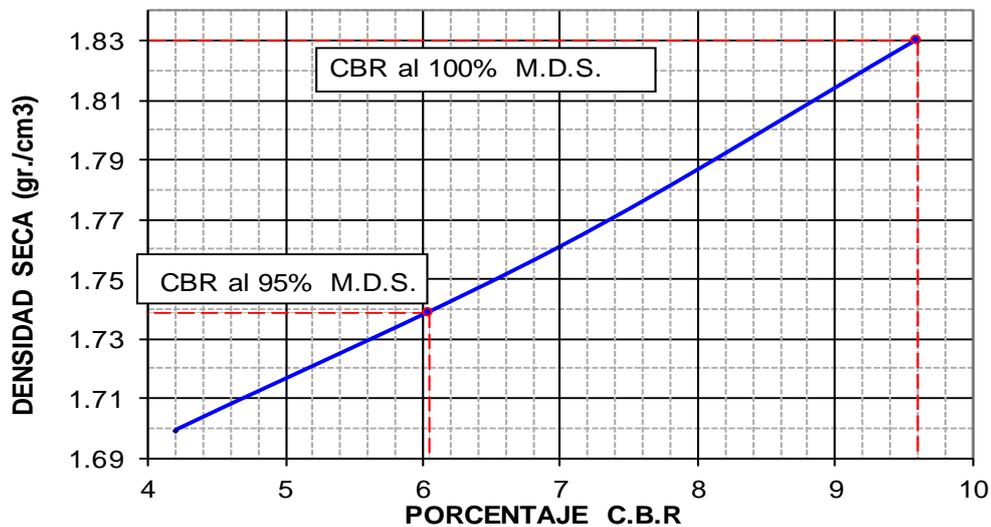
Coordenadas UTM	780020.85E, 9317437.95N
Calicata	C-11

DATOS DEL PROCTOR

Máxima Densidad Seca (gr/cm³)	1.83
Optimo Contenido de Humedad (%)	15.25



C.B.R al 100%	9.60
C.B.R al 95%	6.04



ANEXO V: ESTUDIO DE CANTERAS



USMP
UNIVERSIDAD DE
SAN MARTÍN DE PORRES

FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

REGISTRO DE EXPLORACIÓN

DATOS GENERALES:

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA
FECHA:	JUNIO DEL 2019
CANTERA:	SANTA ROSA
CALICATA:	C-1

IDENTIFICACIÓN:

Coordenadas UTM		779114.53E, 9317316.57N
Ubicación		Distrito de Pión
Profundidad	M-1	0.00 m - 1.50 m

PROFUNDIDAD	SUCS	MUESTRA	DESCRIPCIÓN
-0.70	GC		<p><i>Estrato conformado por gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.</i></p>
-1.50			

OBSERVACIONES: No se encontró Nivel freático



CONTENIDO DE HUMEDAD
MTC E 108/ASTM D 2216

DATOS GENERALES:

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

Cantera	Santa Rosa
Potencia	50000 m ³

DATOS DE LA MUESTRA

Prog. (Km.)	Km 0+000 (Lado derecho)
Material	Relleno granular y afirmado
Prof (m.)	0.00 m - 1.50 m
Coordenadas UTM	779114.53E, 9317316.57N

RECOLECCIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

Nº	Denominación	Unid.	1	2
1	Tara	Nº	458	758
2	Peso de suelo húmedo utilizado + tara	gr	163.52	154.00
3	Peso de suelo seco utilizado + tara	gr	160.33	149.67
4	Peso del agua	gr	3.19	4.33
5	Peso de la tara	gr	42.05	39.33
6	Peso del suelo seco utilizado	gr	118.28	110.34
7	Contenido de humedad	%	2.70	3.92
8	Promedio porcentaje de humedad	%	3.31	



CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES

N.T.P. 339.152/BS 1377

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

Cantera	<u>Santa Rosa</u>
Potencia	<u>50000 m3</u>

DATOS DE LA MUESTRA

Prog. (Km.)	<u>Km 0+000 (Lado derecho)</u>
Material	<u>Relleno granular y afirmado</u>
Prof (m.)	<u>0.00 m - 1.50 m</u>
Coordenadas UTM	<u>779114.53E, 9317316.57N</u>

RECOLECCIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

Nº	Denominación	Unid.	Santa Rosa	
1	Muestra de suelo usada	gr	100.00	100.00
2	Agua destilada usada	ml	300.00	300.00
3	Relación de la mezcla suelo - agua destilada		3	3
4	Número de frasco (beaker)		21	22
5	Peso del frasco (beaker)	gr	55.10	56.86
6	Peso del frasco + Agua + residuo de sales	gr	215.20	160.21
7	Peso de frasco+ residuo de sales	gr	55.10	56.87
8	Peso de residuo de sales	gr	0.00	0.01
9	Volúmen de solución tomada	ml	160.10	103.34
10	Constituyentes de sales solubles totales	ppm	0.00	290.3
11	Constituyentes de sales solubles totales en peso seco	(%)	0.00	0.03
11	Promedio porcentaje de sal	(%)	0.015	



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

M.T.C. E 107/ASTM D 422

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

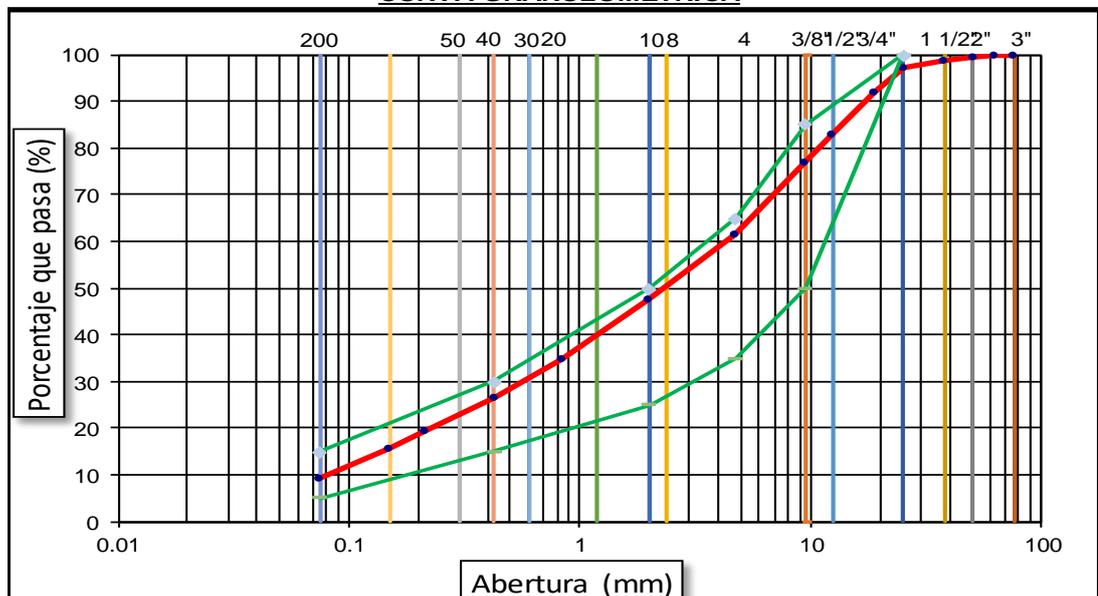
Cantera Santa Rosa
Potencia 50000 m³
Coordenadas UTM 779114.53E, 9317316.57N
Prog. (Km.) Km 0+000 (Lado derecho)

RECOLECCIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULA	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
(plg.)	(mm)					
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00	GC, Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.80	13.12	0.52	0.52	99.48	
1 1/2"	38.10	16.54	0.66	1.19	98.81	Límite Líquido (LL) 28.62%
1"	25.40	43.08	1.72	2.91	97.09	Límite Plástico (L) 21.45%
3/4"	19.00	130.04	5.20	8.11	91.89	Índice Plástico (IP) 7.17%
1/2"	12.50	225.24	9.01	17.12	82.88	Clasificación (SUCS) : GC
3/8"	9.50	150.93	6.04	23.16	76.84	Clasificación (AASHTO) A-2-4
Nº 4	4.760	384.22	15.37	38.53	61.47	OBSERVACIONES :
Nº 10	2.000	347.36	13.89	52.42	47.58	Profundidad 0.00 m - 1.50 m
Nº 20	0.840	317.26	12.69	65.11	34.89	Cantera: Santa Rosa
Nº 40	0.425	212.54	8.50	73.61	26.39	Grava 3" - Nº 4 : 38.53
Nº 50	0.215	175.26	7.01	80.62	19.38	Arena Nº4 - Nº 200 : 52.15
Nº 100	0.150	90.65	3.63	84.25	15.75	Finos < Nº 200 : 9.32
Nº 200	0.075	160.67	6.43	90.68	9.32	Finos < Nº 200 : 9.32
<Nº 200	FONDO	233.10	9.32	100.00	0.00	Fracción: 1303.74

P inicial seco 2500.0

CURVA GRANULOMETRICA





LÍMITE LÍQUIDO Y PLÁSTICO
M.T.C. E110 - E111/N.T.P 339.129

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

Cantera : Santa Rosa
Potencia : 50000 m³

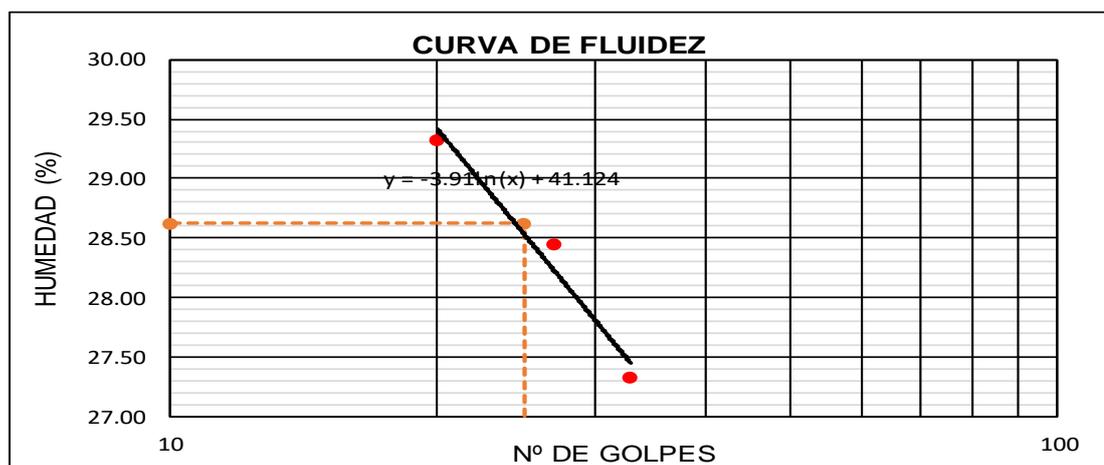
DATOS DE LA MUESTRA

Prog. (Km.) Km 0+000 (Lado derecho)
Material Relleno granular y afirmado
Prof (m.) 0.00 m - 1.50 m
Coordenadas UTM 779114.53E, 9317316.57N

RECOLECCIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

Datos de ensayo	Unid.	Límite Líquido			Límite Plástico	
		58	66	37	73	64
Nº de golpes		20	27	33	-----	-----
Peso suelo húmedo+Tara	gr	60.57	54.93	50.03	55.73	53.65
Peso suelo seco+ Tara	gr	53.06	48.37	44.24	49.64	48.32
Peso de tara	gr	27.45	25.31	23.05	21.12	23.58
Peso del Agua	gr	7.51	6.56	5.79	6.09	5.33
Peso de suelo seco	gr	25.61	23.06	21.19	28.52	24.74
Contenido de humedad	%	29.32	28.45	27.32	21.35	21.54

Consistencia física de la muestra		
Límite Líquido	LL	28.62 %
Límite Plástico	LP	21.45 %
Índice de Plasticidad	IP	7.17 %





PROCTOR MODIFICADO
MTC E 115/ASTM D 1557

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

Coordenadas UTM	779114.53E, 9317316.57N
Cantera	Santa Rosa

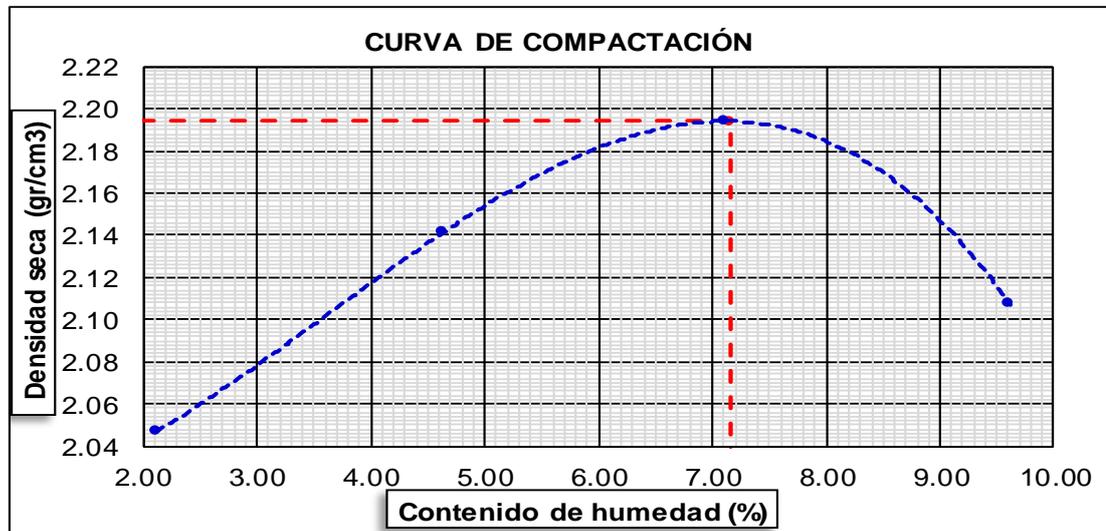
COMPACTACIÓN

Número de ensayo:		1	2	3	4
1	Volúmen del molde(cm ³)	2130	2130	2130	2130
2	Peso molde + suelo húmedo compactado(gr)	7072	7391	7626	7540
3	Peso molde (gr)	2620	2620	2620	2620
4	Peso suelo húmedo compactado (gr)	4452	4771	5006	4920
5	Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.09	2.24	2.35	2.31
6	Densidad seca (gr/cm ³)	2.05	2.14	2.19	2.11

CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°		1	2	3	4
1	Peso del frasco + suelo húmedo (gr)	290.74	303.13	319.34	312.89
2	Peso del frasco + peso suelo seco (gr)	287.30	295.71	307.72	297.11
3	Peso del frasco (gr)	125.23	135.52	144.52	133.06
4	Peso del agua contenida (gr)	3.44	7.42	11.62	15.78
5	Peso suelo seco (gr)	162.07	160.19	163.20	164.05
6	Contenido de humedad (%)	2.12	4.63	7.12	9.62

Máxima densidad seca (gr/cm³) :	2.19
Óptimo contenido de humedad (%) :	7.16





ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

MTC E 132/ASTM D 1883

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELI BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

Coordenadas UTM	779114.53E, 9317316.57N
Cantera	Santa Rosa

COMPACTACIÓN

Molde Nº	1		2		3	
	56		25		12	
Nº de golpes por capa	56		25		12	
Condiciones de la muestra	s/mojar	mojada	s/mojar	mojada	s/mojar	mojada
Peso del molde + suelo húmedo (grs)	9200	9283	8862	8965	8662	8905
Peso del molde (gramos)	4170	4170	4205	4205	4156	4156
Peso del suelo húmedo (grs.)	5030	5113	4657	4760	4506	4749
Volumen del molde (cc)	2143	2143	2143	2143	2143	2143
Densidad húmeda (grs./cm3)	2.35	2.39	2.17	2.22	2.10	2.22
Densidad seca (grs./cm3)	2.19	2.20	2.02	2.03	1.96	1.98
Capsula Nº	654	825	954	45	332	602
Peso capsula + suelo húmedo (grs.)	201.34	213.1	212.71	207.6	194.32	219.4
Peso capsula + suelo seco (grs.)	189.56	198.6	199.84	191.2	182.91	198.1
Peso del agua (grs.)	11.78	14.48	12.87	16.36	11.41	21.34
Peso capsula (grs.)	25.04	27.52	29.63	21	25.08	21
Peso del suelo seco (grs.)	164.52	171.12	170.21	170.24	157.83	177.09
% de humedad	7.16	8.46	7.56	9.61	7.23	12.05
Promedio de humedad	7.81		8.59		9.64	

EXPANSIÓN

Fecha	Tiempo hrs	Expansión			Expansión			Expansión		
		Lectura Dial	mm	%	Lectura Dial	mm	%	Lectura Dial	Mm.	%
Jul-19	0	1.485	0.000	0	2.630	0.000	0	7.220	0.000	0
Jul-19	24	1.863	0.378	0.325	3.110	0.480	0.412	7.870	0.650	0.558
Jul-19	48	1.983	0.498	0.428	3.350	0.720	0.619	8.130	0.910	0.782
Jul-19	72	2.479	0.994	0.854	3.540	0.910	0.782	8.330	1.110	0.954
Jul-19	96	2.793	1.308	1.124	3.750	1.120	0.962	8.640	1.420	1.220

PENETRACIÓN

Penetración	Carga estándar	Molde Nº 01			Molde Nº 02			Molde Nº 03		
		Lectura		Corrección	Lectura		Corrección	Lectura		Corrección
		Dial	lb	lb/plg ²	Dial	lb	lb/plg ²	Dial	lb	lb/plg ²
0.000				0.00			0.00			0.00
0.025		260.4	574	191	188.4	415	138	112.6	248	83
0.050		380.2	838	279	276.0	608	203	165.3	364	121
0.075		499.6	1102	367	361.6	797	266	215.7	476	159
0.100	1000	612.2	1350	450	451.9	996	332	270.3	596	199
0.200	1500	1016.7	2242	747	737.0	1625	542	440.5	971	324
0.300		1292.0	2848	949	936.0	2064	688	558.8	1232	411
0.400		1497.8	3302	1101	1085.0	2392	797	648.3	1429	476
0.500		1560.0	3439	1146	1130.5	2492	831	675.5	1489	496



ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

MTC E 132/ASTM D 1883

DATOS GENERALES

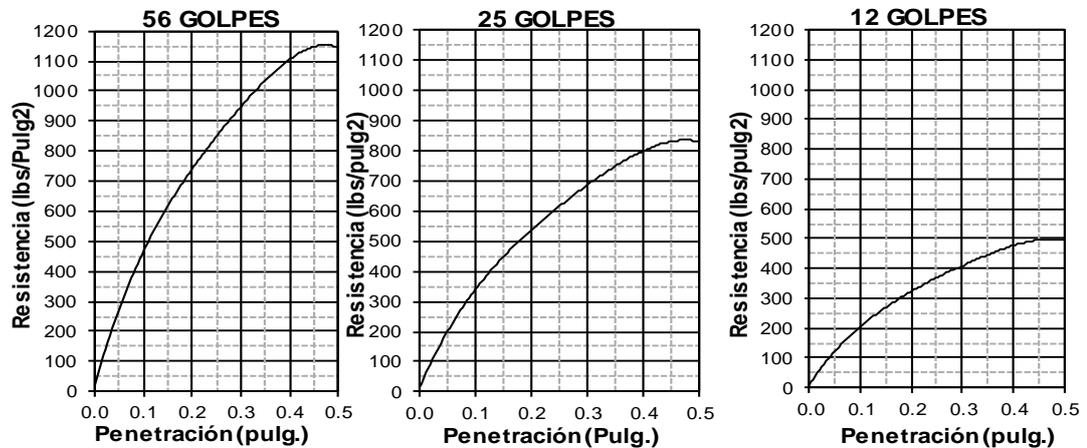
TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

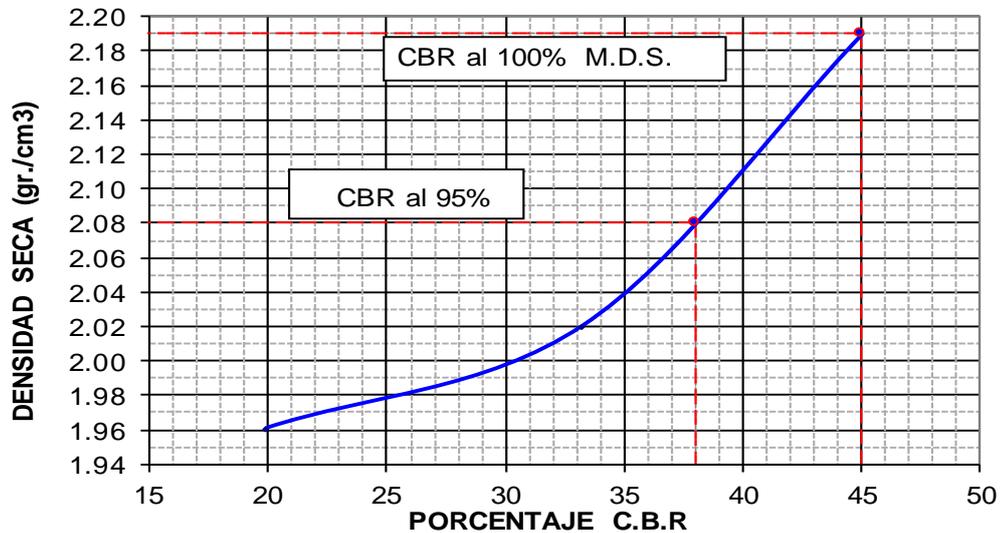
Cantera	Santa Rosa
Coordenadas	779114.53E, 9317316.57N

DATOS DEL PROCTOR

Máxima Densidad Seca	2.19
Optimo Contenido de	7.16



C.B.R al 100%	45.00
C.B.R al 95%	38.00





CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES

N.T.P. 339.152/BS 1377

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

Cantera Santa Rosa
Potencia 50000 m³

DATOS DE LA MUESTRA

Prog. (Km.) Km 0+000 (Lado derecho)
Material Relleno granular y afirmado
Prof (m.) 0.00 m - 1.50 m
Coordenadas UTM 779114.53E, 9317316.57N

GRADACIÓI "A" **N°DE ESFERAS: 12**

GRADACIÓN MAQUINA: 500 REVOLUCIONES

MUESTRANº		01
PESO INICIAL MUESTRA		5000
MALLA PASA	MALLA RETIENE	
3"	2.1/2"	-
2.1/2"	2"	-
2"	1.1/2"	1250
1.1/2"	1"	1250
1"	3/4"	1250
3/4"	1/2"	1250
1/2"	3/8"	-
3/8"	1/4"	-
1/4"	Nº 4	-
Nº 4	Nº 8	-
PESO RETENIDO TAMIZ Nº12		3700
PESO QUE PASA TAMIZ Nº 12		1500
% DESGASTE		30
% DE DESGASTE DE ABRACIÓI		30%

OBSERVACIONES:

.....
.....



REGISTRO DE EXPLORACIÓN

DATOS GENERALES:

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA
FECHA:	JUNIO DEL 2019
CANTERA:	PUERTO CHURO
CALICATA:	C-1

IDENTIFICACIÓN:

Coordenadas UTM	781405.77E, 9319359.02N
Ubicación	Distrito de Pión
Profundidad	M-1 0.00 m - 1.50 m

PROFUNDIDAD	SUCS	MUESTRA	DESCRIPCIÓN
-0.70	GW-GC	 M-1	<i>Estrato gravas bien graduadas, mezcla de grava, arena, limo y arcilla.</i>
-1.50			

OBSERVACIONES: No se encontró Nivel freático



CONTENIDO DE HUMEDAD
MTC E 108/ASTM D 2216

DATOS GENERALES:

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

Cantera	Puerto Churo
Potencia	45000

DATOS DE LA MUESTRA

Prog. (Km.)	Km 18+000 (Lado izquierdo)
Material	Relleno granular y afirmado
Prof (m.)	0.00 m - 1.50 m
Coordenadas UTM	781405.77E, 9319359.02N

RECOLECCIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

Nº	Denominación	Unid.	1	2
1	Tara	Nº	522	567
2	Peso de suelo húmedo utilizado + tara	gr	352.65	348.21
3	Peso de suelo seco utilizado + tara	gr	344.18	338.76
4	Peso del agua	gr	8.47	9.45
5	Peso de la tara	gr	145.25	129.68
6	Peso del suelo seco utilizado	gr	198.93	209.08
7	Contenido de humedad	%	4.26	4.52
8	Promedio porcentaje de humedad	%	4.39	



CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES

N.T.P. 339.152/BS 1377

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

Cantera Puerto Churo
Potencia 45000

DATOS DE LA MUESTRA

Prog. (Km.) Km 18+000 (Lado izquierdo)
Material Relleno granular y afirmado
Prof (m.) 0.00 m - 1.50 m
Coordenadas UTM 781405.77E, 9319359.02N

RECOLECCIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

Nº	Denominación	Unid.	Puerto Churo	
1	Muestra de suelo usada	gr	100.00	100.00
2	Agua destilada usada	ml	300.00	300.00
3	Relación de la mezcla suelo - agua destilada		3	3
4	Número de frasco (beaker)		21	22
5	Peso del frasco (beaker)	gr	56.89	57.23
6	Peso del frasco + Agua + residuo de sales	gr	246.36	226.87
7	Peso de frasco+ residuo de sales	gr	56.90	57.24
8	Peso de residuo de sales	gr	0.01	0.01
9	Volúmen de solución tomada	ml	189.46	169.63
10	Constituyentes de sales solubles totales	ppm	158.34	176.9
11	Constituyentes de sales solubles totales en peso seco	(%)	0.02	0.02
11	Promedio porcentaje de sal	(%)	0.017	



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

M.T.C. E 107/ASTM D 422

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELI BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

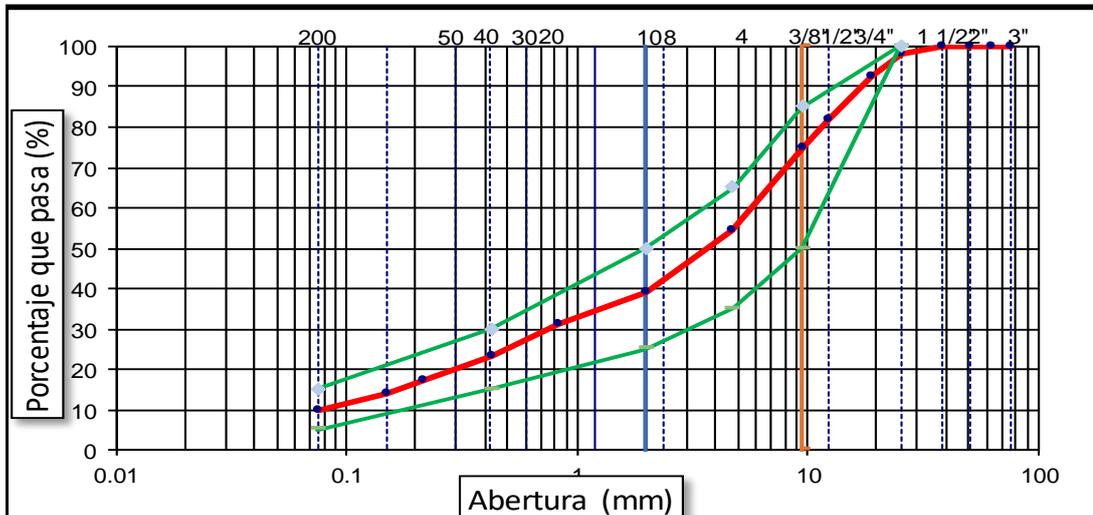
Cantera Puerto Churo
Potencia 45000
Coordenadas UTI 781405.77E, 9319359.02N
Prog. (Km.) Km 18+000 (Lado izquierdo)

RECOLECCIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
(plg.)	(mm)					
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00	GW-GC, gravas limo arcillosas, mezcla de grava, arena, limo y arcilla.
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite Líquido (LL) 25.92%
1"	25.40	112.56	1.88	1.88	98.12	Límite Plástico (L) 18.63%
3/4"	19.00	332.46	5.54	7.42	92.58	Índice Plástico (IP) 7.29%
1/2"	12.50	634.53	10.58	17.99	82.01	Clasificación (SUCS) : GW-GC
3/8"	9.50	424.25	7.07	25.06	74.94	Clasificación (AASHTO) A-2-4
Nº 4	4.760	1228.08	20.47	45.53	54.47	OBSERVACIONES :
Nº 10	2.000	932.35	15.54	61.07	38.93	Profundidad 0.00 m - 1.50 m
Nº 20	0.840	472.05	7.87	68.94	31.06	Cantera: Puerto Churo
Nº 40	0.425	466.15	7.77	76.71	23.29	Grava 3" - Nº 4 : 45.53
Nº 50	0.215	352.54	5.88	82.58	17.42	Arena Nº4 - Nº 200 : 44.48
Nº 100	0.150	213.94	3.57	86.15	13.85	Finos < Nº 200 : 9.99
Nº 200	0.075	231.74	3.86	90.01	9.99	Finos < Nº 200 : 9.99
<Nº 200	FONDO	599.34	9.99	100.00	0.00	Fracción: 2668.77

P inicial seco 6000.0

CURVA GRANULOMÉTRICA





LÍMITE LÍQUIDO Y PLÁSTICO
M.T.C. E110 - E111/N.T.P 339.129

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACION	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

Cantera : Puerto Churo
Potencia : 45000

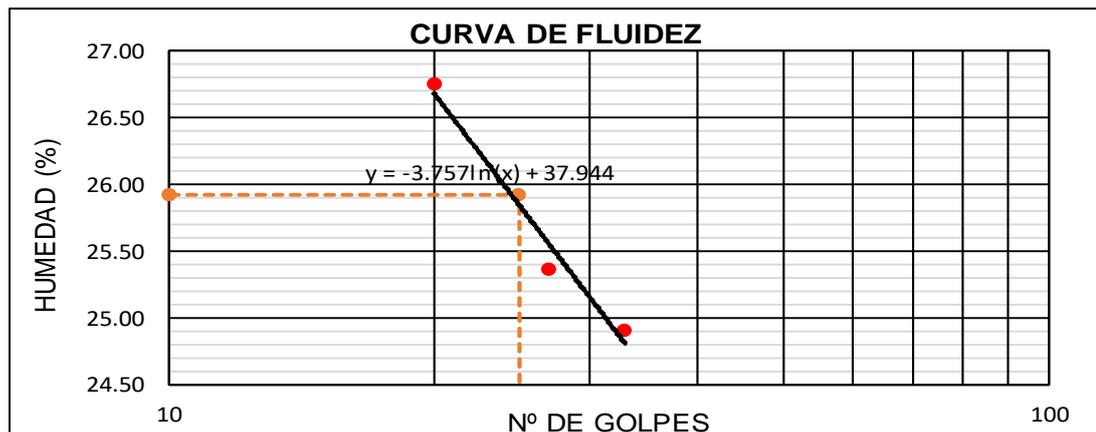
DATOS DE LA MUESTRA

Prog. (Km.) : Km 18+000 (Lado izquierdo)
Material : Relleno granular y afirmado
Prof (m.) : 0.00 m - 1.50 m
Coordenadas UTM : 781405.77E, 9319359.02N

RECOLECCIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

Datos de ensayo	Unid.	Límite Líquido			Límite Plástico	
		59	85	45	102	103
Nº Recipiente						
Nº de golpes		20	27	33	-----	-----
Peso suelo húmedo+Tara	gr	54.95	54.93	53.98	55.62	54.32
Peso suelo seco+ Tara	gr	48.42	48.53	47.95	50.15	49.54
Peso de tara	gr	24.02	23.31	23.75	21.12	23.58
Peso del Agua	gr	6.53	6.40	6.03	5.47	4.78
Peso de suelo seco	gr	24.40	25.22	24.20	29.03	25.96
Contenido de humedad	%	26.76	25.38	24.92	18.84	18.41

Consistencia física de la muestra		
Límite Líquido	LL	25.92 %
Límite Plástico	LP	18.63 %
Índice de Plasticidad	IP	7.29 %





PROCTOR MODIFICADO
MTC E 115/ASTM D 1557

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

Coordenadas UTM	781405.77E, 9319359.02N
Cantera	Puerto Churo

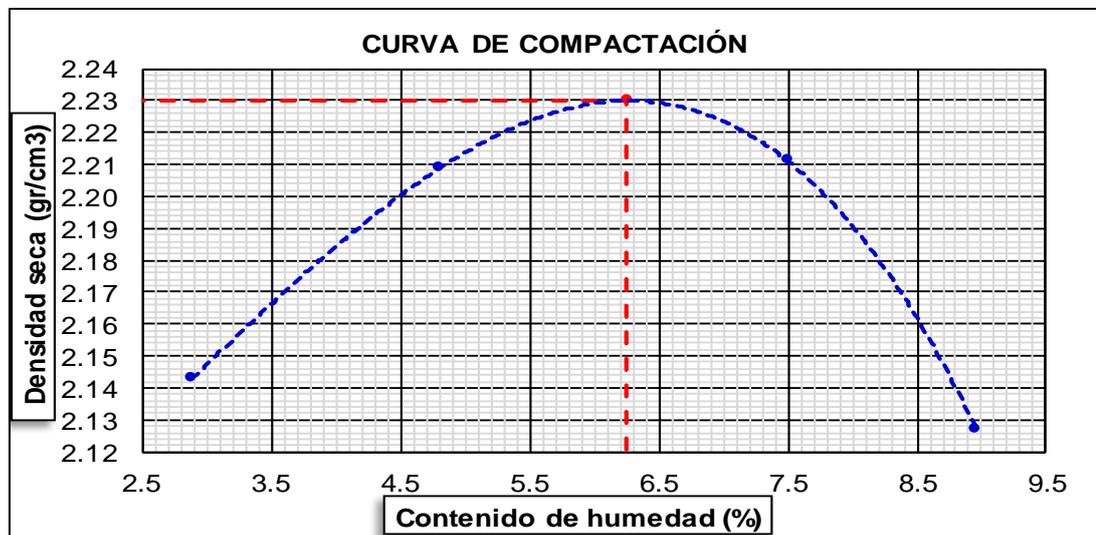
COMPACTACIÓN

Número de ensayo:		1	2	3	4
1	Volúmen del molde(cm ³)	2111	2111	2111	2111
2	Peso molde + suelo húmedo compactado(gr)	7444	7678	7808	7683
3	Peso molde (gr)	2790	2790	2790	2790
4	Peso suelo húmedo compactado (gr)	4654	4888	5018	4893
5	Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.20	2.32	2.38	2.32
6	Densidad seca (gr/cm ³)	2.14	2.21	2.21	2.13

CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE Nº		5	6	7	8
1	Peso del frasco + suelo húmedo (gr)	330.69	284.71	329.13	432.24
2	Peso del frasco + peso suelo seco (gr)	325.27	277.69	315.28	407.35
3	Peso del frasco (gr)	137.59	131.77	130.66	129.62
4	Peso del agua contenida (gr)	5.42	7.02	13.85	24.89
5	Peso suelo seco (gr)	187.68	145.92	184.62	277.73
6	Contenido de humedad (%)	2.89	4.81	7.50	8.96

Máxima densidad seca (gr/cm³) :	2.23
Óptimo contenido de humedad (%) :	6.25





ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

MTC E 132/ASTM D 1883

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELI BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

Coordenadas UTM	781405.77E, 9319359.02N
Cantera	Puerto Churo

COMPACTACIÓN

Molde Nº	1		2		3	
	56		25		12	
Nº de golpes por capa	56		25		12	
Condiciones de la muestra	s/mojar	mojada	s/mojar	mojada	s/mojar	mojada
Peso del molde + suelo húmedo (grs.)	9233	9318	8756	8910	8425	8652
Peso del molde (gramos)	4156	4156	4205	4205	4187	4187
Peso del suelo húmedo (grs.)	5077	5162	4551	4705	4238	4465
Volumen del molde (cc)	2143	2143	2143	2143	2143	2143
Densidad húmeda (grs./cm ³)	2.37	2.41	2.12	2.20	1.98	2.08
Densidad seca (grs./cm ³)	2.23	2.24	1.99	2.02	1.86	1.87
Capsula Nº	265	236	251	358	156	267
Peso capsula + suelo húmedo (grs.)	335.98	357.5	348.13	347.8	322.61	368.7
Peso capsula + suelo seco (grs.)	324.58	343.2	335.63	331.4	311.51	347
Peso del agua (grs.)	11.40	14.27	12.50	16.36	11.10	21.71
Peso capsula (grs.)	142.23	154.2	147.59	143.4	135.85	152.1
Peso del suelo seco (grs.)	182.35	188.95	188.04	188.07	175.66	194.92
% de humedad	6.25	7.55	6.65	8.70	6.32	11.14
Promedio de humedad	6.90		7.67		8.73	

EXPANSIÓN

Fecha	Tiempo hrs	Expansión			Expansión			Expansión		
		Lectura Dial	mm	%	Lectura Dial	mm	%	Lectura Dial	Mm.	%
Jun-19	0	5.234	0.000	0	6.350	0.000	0	8.210	0.000	0
Jun-19	24	5.961	0.727	0.625	6.970	0.620	0.533	8.900	0.690	0.593
Jun-19	48	6.230	0.996	0.856	7.270	0.920	0.790	9.190	0.980	0.842
Jun-19	72	6.295	1.061	0.912	7.350	1.000	0.859	9.280	1.070	0.919
Jun-19	96	6.330	1.096	0.942	7.400	1.050	0.902	9.340	1.130	0.971

PENETRACIÓN

Penetración	Carga estándar	Molde Nº 01			Molde Nº 02			Molde Nº 03		
		Lectura Dial	Corrección		Lectura Dial	Corrección		Lectura Dial	Corrección	
			lb	lb/plg ²		lb	lb/plg ²		lb	lb/plg ²
0.000				0.00			0.00			0.00
0.025		359.9	793	264	261.0	575	192	155.8	344	115
0.050		526.9	1162	387	382.1	842	281	227.7	502	167
0.075		690.4	1522	507	500.8	1104	368	299.6	661	220
0.100	1000	816.6	1800	600	625.8	1380	460	373.4	823	274
0.200	1500	1407.9	3104	1035	1020.5	2250	750	608.9	1342	447
0.300		1787.6	3941	1314	1295.5	2856	952	773.4	1705	568
0.400		2072.3	4569	1523	1502.0	3311	1104	896.9	1977	659
0.500		2158.7	4759	1586	1565.2	3451	1150	934.1	2059	686



ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

MTC E 132/ASTM D 1883

DATOS GENERALES

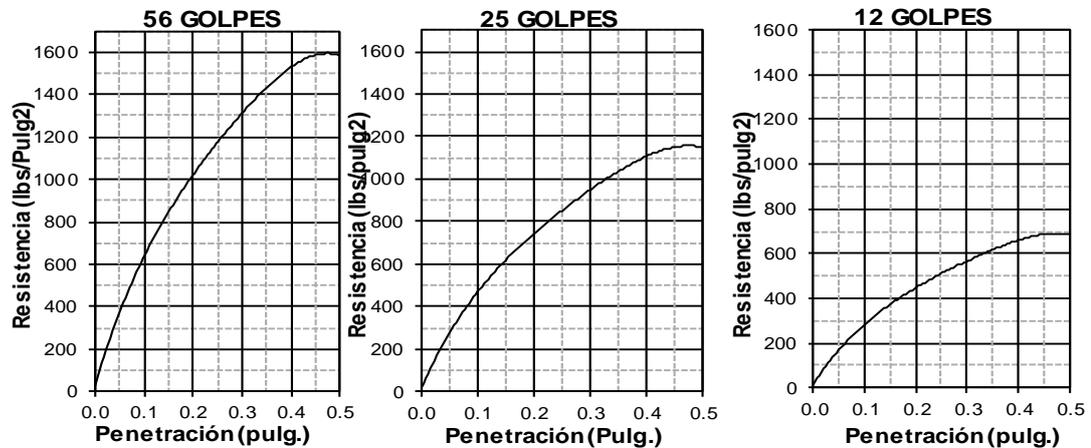
TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

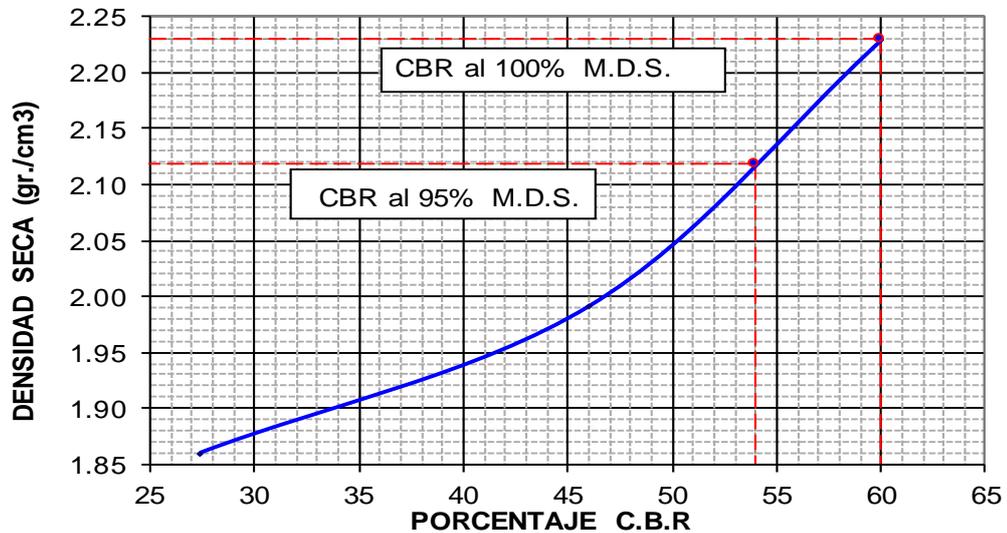
Cantera	Puerto Churo
Coordenadas	781405.77E, 9319359.02N

DATOS DEL PROCTOR

Máxima Densidad Seca	2.23
Optimo Contenido de	6.25



C.B.R al 100%	60.00
C.B.R al 95%	54.00





CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES
N.T.P. 339.152/BS 1377

DATOS GENERALES

TESIS:	APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA - PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.
TESISTAS:	BACH. CORONEL TENORIO RONY HELÍ BACH. HOYOS ESTELA OSNAR
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PIÓN, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA

IDENTIFICACIÓN

Cantera Puerto Churo
Potencia :45000

DATOS DE LA MUESTRA

Prog. (Km.) :Km 18+000 (Lado izquierdo)
Material Relleno granular y afirmado
Prof (m.) 0.00 m - 1.50 m
Coordenadas UTM 781405.77E, 9319359.02N

GRADACIÓN: "C" Nº DE ESFERAS: 8

GRADACIÓN MAQUINA: 500 REVOLUCIONES

MUESTRA Nº		01
PESO INICIAL MUESTRA		5000
MALLA PASA	MALLA RETIENE	
3"	2.1/2"	-
2.1/2"	2"	-
2"	1.1/2"	-
1.1/2"	1"	-
1"	3/4"	-
3/4"	1/2"	-
1/2"	3/8"	-
3/8"	1/4"	2500
1/4"	Nº 4	-
Nº 4	Nº 8	2500
PESO RETENIDO TAMIZ Nº12		3800
PESO QUE PASA TAMIZ Nº 12		1300
% DESGASTE		26
%DE DESGASTE DE ABRACIÓN		26%

OBSERVACIONES:
.....
.....

ANEXO VI: TABLAS Y GRÁFICOS PARA EL DISEÑO GEOMETRICO

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													

Figura: Rango de velocidades en función a la clase de carreteras.

Fuente: Manual de diseño geométrico DG-2018

Tabla: Anchos mínimos de calzada en tangente

Clasificación	Autopista				Carretera				Carretera				Carretera				
	Tráfico vehículos/día				Tráfico vehículos/día				Tráfico vehículos/día				Tráfico vehículos/día				
Tipo	Primera Clase		Segunda Clase		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	
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	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	6.60		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: Manual diseño geométrico MTC(2018)

Tabla: Ancho de bermas.

Ancho de bermas																				
Clasificación	Autopista								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																		0.50	0.50	
40 km/h															1.20	1.20	0.90	0.50		
50 km/h										2.60	2.60			1.20	1.20	1.20	0.90	0.90		
60 km/h					3.00	3.00	2.60	2.60	3.00	3.00	2.60	2.60	2.00	2.00	1.20	1.20	1.20	1.20		
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		
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		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: Manual diseño gemetrico MTC(2018)

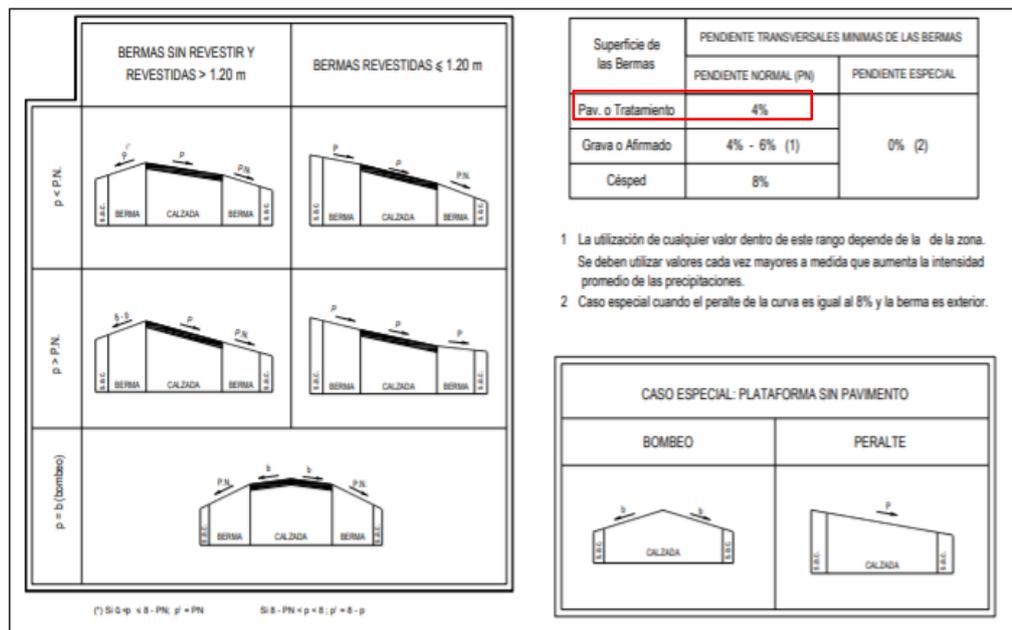


Figura: Pendiente transversal de la Berma.

Fuente: Manual de diseño geométrico DG-2018

Figura 302.04
Peralte en zona rural (Tipo 3 ó 4)

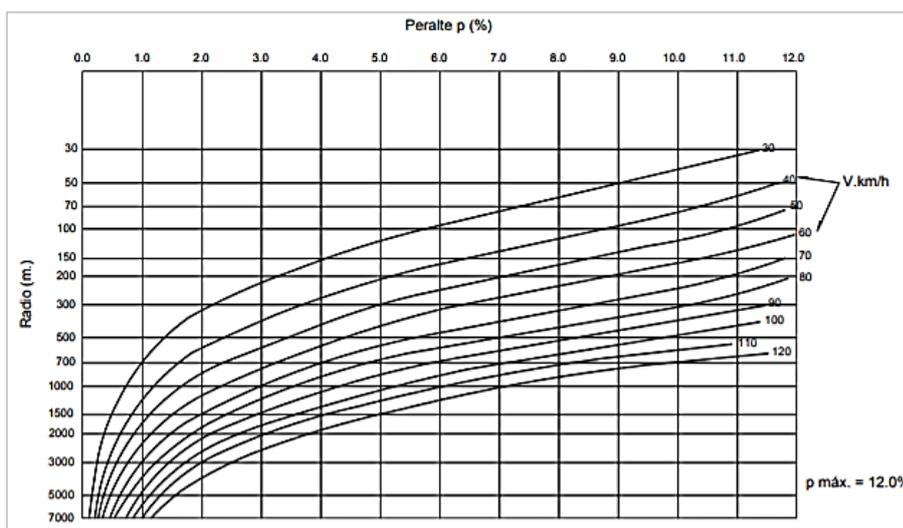


Figura: Peralte en zona rural(tipo 3 o 4)

Fuente: Manual de diseño geométrico DG-2018

Tabla 74: Distancia de visibilidad de parada con pendiente(metros)

Velocidad De diseño (km/h)	Pendiente nula o en bajada			Pendiente en subida		
	3%	6%	9%	3%	6%	9%
20	20	20	20	19	18	18
30	35	35	35	31	30	29
40	50	50	53	45	44	43
50	66	70	74	61	59	58
60	87	92	97	80	77	75
70	110	116	124	100	97	93
80	136	144	154	123	118	114
90	164	174	187	148	141	136
100	194	207	223	174	167	160
110	227	243	262	203	194	186
120	283	293	304	234	223	214
130	310	338	375	267	252	238

Fuente: Manual de diseño geométrico DG-2018

Tabla 75: Longitud de tramos en tangente

V(km/h)	L mín.(m)	L mín.(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: Manual de diseño geométrico DG-2018

Tabla 76: Valores de bombeo en calzada.

Tipo de Superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación <500mm/año	Precipitación >500mm/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: Manual diseño geométrico MTC(2018)

Tabla 77: Anchos mínimos de derecho de vía.

Clasificación	Anchos mínimos(m)
Autopistas Primera Clase	40
Autopistas Segunda Clase	30
Carretera Primera Clase	25
Carretera Segunda Clase	20
Carretera Tercera Clase	16

Fuente: Manual diseño geométrico MTC(2018).

Tabla 78: Valores referenciales para taludes en corte.

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

(*) Requerimiento de banquetas y/o estudios de estabilidad.

Fuente: Manual de carreteras diseño geométrico MTC(2018)

ANEXO VII: TABLAS PARA EL DISEÑO POR ESPECIFICACIÓN

Tabla 511-01: Requerimientos para las propiedades de resistencia de los geotextiles.

Propiedad	Ensayo	UNIDAD	Requerimientos					
			Clase de Geotextil (1) (2)					
			Clase 1		Clase 2		Clase 3	
			Elongación < 50% (3)	Elongación < 50% (3)	Elongación < 50% (3)	Elongación < 50% (3)	Elongación < 50% (3)	Elongación < 50% (3)
Resistencia Grab	ASTM D 4632	N	1.400	900	1.100	700	800	500
Resistencia de la costura (4)	ASTM D 4632	N	1.260	810	990	630	720	450
Resistencia al rasgado	ASTM D 4533	N	500	350	400	250	300	180
Resistencia punzonado	ASTM D 6241	N	2.750	1.925	2.200	1.375	1.650	990
Permitividad	ASTM D 4491	S ⁻¹	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)
Tamaño de abertura aparente	AST D 4751	Mm	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)
Estabilidad ultravioleta	ASTM D 4355	%	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)

Fuente: MTC (2013), basado en la norma M288-96 (AASHTO, 1997)

(1) La clase requerida de geotextil está designada en Tablas 511 – 2, 3, 4, 5, 6 o 7, para las aplicaciones indicadas. La severidad de las condiciones de instalación para la aplicación generalmente requiere una clase geotextil. Clase 1 está especificada para las condiciones de instalación más severa, donde existe un gran potencial de daño geotextil, y clases 2 y 3, son especificadas para condiciones menos severas.

(2) Todos los valores numéricos representan VMPR (Valor Mínimo Promedio por Rollo), en la dirección más débil (Ver Sección 8.1.2).

(3) Medido de acuerdo al ASTM D4632.

(4) El VMPR requerido para resistencia al Rasgado Trapezoidal, para geotextiles tejidos de monofilamentos, es de 250 Newtons.

(5) Los valores mínimos de las propiedades par la Permitividad, TAA y Estabilidad UV están basados en la aplicación para el geotextil, Refiérase a la Tabla 511-2 para el drenaje subsuperficial, las Tablas 511-3 y 4 para la Separación, la Tabla 511-5 para la Estabilización y la Tabla 511-6 para el Control Permanente de Erosión.

Tabla 511-02: Requerimientos para las propiedades de geotextil de filtración.

Propiedad	Ensayo	Unidad	Requerimientos		
			Porcentaje de Suelo in Situ que pasa Tamiz N° 200 (0,75 mm) (1)		
			< 15	15-50	>50
Clase de Geotextil			Clase de la tabla 4 (2) Permitividad		
(3) (4)	ASTM D 4491	S ¹	0,5	0,2	0,1
Tamaño de abertura Aparente (3) (4)	ASTM D 4751	mm	0,43 Valores max. prom. por rollo	0,25 Valores máx. prom. por rollo	0,22 (5) Valores máx. prom. por rollo
Estabilidad Ultravioleta (Resistencia Mantenido)	ASTM D 4355	%	50% después de 500 horas de exposición		

Fuente: MTC (2013), basado en la norma M288-96 (AASHTO,1997).

- (1) Basado en el análisis granulométrico del suelo in-situ de acuerdo con la AASHTO T 88
- (2) Selección por omisión del geotextil. El Contratista puede especificar un geotextil Clase 3 de la Tabla 511-01 para aplicaciones de drenaje en trincheras basado en uno o más de los siguientes conceptos:
 - a) El Contratista ha encontrado que los geotextiles Clase 3 tienen una supervivencia suficiente basada en la experiencia de campo
 - b) El Contratista ha encontrado que los geotextiles Clase 3 tienen una supervivencia basada en ensayos de laboratorio y la inspección visual de una muestra de geotextil removida de una sección de ensayo en el campo construida anticipadamente bajo unas condiciones de campo.
 - c) La profundidad del subdren es menor de 2.0 m, el diámetro del agregado es menor de 30 mm y los requerimientos de compactación son menores del 95% de la AASHTO T 99.
- (3) Estos valores para omisión de las propiedades en filtración están basados en los tamaños de las partículas predominantes de un suelo in-situ. Adicionalmente al valor por omisión para la permitividad, el Contratista puede requerir de la permeabilidad del geotextil y/o ensayos de desempeño basado en la ingeniería de diseño para sistemas de drenaje en ambientes de suelos problemáticos.
- (4) Debería efectuarse un diseño del geotextil para un sitio específico especialmente si uno o más de los siguientes suelos problemáticos son encontrados; suelos laminados alternado arenas y limos; arcillas dispersivas y/o polvo de roca.
- (5) Para los suelos cohesivos con un índice de plasticidad mayor a 7, el valor máximo por rollo (VMPR) es de 0.30 mm.

Tabla 511-03: Requerimientos para las propiedades de geotextil de separación.

Propiedad	Ensayo	Unidad	Requerimiento
Clase de Geotextil			Ver Tabla 511-04
Permitividad	ASTM D-4491	S ¹	0,02 ⁽¹⁾
Tamaño de Abertura Aparente (TAA)	ASTM D-4751	mm	0,60 valor máx. prom. por rollo
Estabilidad Ultravioleta (Resistencia Mantenido)	ASTM D-4355	%	50% después de 500 horas de exposición

Fuente: MTC (2013), basado en la norma M288-96 (AASHTO,1997).

Valor por omisión. La permitividad del geotextil debería ser mayor que la del suelo ($\psi_g > \psi_s$). El Contratista también puede exigir que la permeabilidad del geotextil sea mayor que la del suelo ($K_g > k_s$)

ANEXO VIII: FICHAS TÉCNICAS DE GEOSINTÉTICOS

Ficha técnica de geomalla biaxial BX 1100



Tensar. THE COMPANY YOU CAN BUILD ON®

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

GEOMALLA BIAxIAL BX1100

Para mejoramiento de subrasantes blandas y refuerzo de capa base

Las geomallas son elementos elaborados con resinas selectas de polipropileno, las cuales son química y biológicamente inertes y muy resistentes a procesos degenerativos de los suelos; son resistentes al desgaste, rasgaduras y punzonamiento, a fin de resistir cargas dinámicas aplicadas en cualquier dirección en el plano de la geomalla.

La geomalla es una estructura integral, con un peso molecular y características moleculares que imparten:

- Alta resistencia a la pérdida de capacidad de carga o integridad estructural contra los esfuerzos mecánicos desarrollados durante la instalación.
- Alta resistencia a la deformación provocada por fuerzas aplicadas durante su uso
- Alta resistencia a la pérdida de capacidad de carga o integridad estructural contra las sollicitaciones ambientales de largo plazo.

La geomalla estructural acepta la fuerza aplicada mediante trabazón mecánica con:

- Suelo compactado o materiales de relleno.
- Secciones contiguas de la misma malla cuando está traslapada y embebida en suelo compactado o materiales de relleno.
- Conectores mecánicos rígidos como horquillas, pines o ganchos.

La geomalla estructural posee suficiente rigidez a la flexión para ser capaz de lograr una instalación eficiente sobre suelos pobres o húmedos; y suficiente rigidez torsional para resistir movimientos de rotación en el plano provocados por los suelos compactados o los materiales de relleno, cuando están sujetos a fuerzas de desplazamiento lateral tales como las causadas por un vehículo en movimiento.

La geomalla estructural posee completa continuidad de todas las propiedades a través de su estructura y es apropiada para el refuerzo interno del suelo compactado o materiales de relleno a fin de mejorar su capacidad de soporte en aplicaciones estructurales.

La geomalla estructural presenta las características indicadas en la tabla siguiente:

PROPIEDAD	METODO DE ENSAYO	UNIDAD	VALOR MARV ¹
Tamaño de Abertura²			
MD	ASTM D 4751	mm (Pulg.)	25 (1.0)
XMD	ASTM D 4751	mm (Pulg.)	33 (1.3)
Espesor mínimo de la costilla²			
MD	ASTM D 1777	mm (Pulg.)	0.76 (0.03)
XMD	ASTM D 1777	mm (Pulg.)	0.76 (0.03)
Capacidad a la Tensión al 2% de Elongación³			
MD	ASTM D 6637-01	kN/m (lb/ft)	4.1 (280)
XMD	ASTM D 6637-01	kN/m (lb/ft)	6.6 (450)

Revisión: ENERO 2012

Alameda Los Horizontes 905. Los Huertos de Villa. Chorrillos. Telf 6174700 Fax 6174701/ dtecnico@grupotdm.com

ESPECIFICACIONES TECNICAS

GEOMALLA BIAXIAL BX1100

Para mejoramiento de subrasantes blandas y refuerzo de capa base

PROPIEDAD	METODO DE ENSAYO	UNIDAD	VALOR MARV ¹
Capacidad a la Tensión al 5% de Elongación³			
MD	ASTM D 6637-01	kN/m (lb/ft)	8.5 (580)
XMD	ASTM D 6637-01	kN/m (lb/ft)	13.4 (920)
Resistencia última a la tensión³			
MD	ASTM D 6637-01	kN/m (lb/ft)	12.4 (850)
XMD	ASTM D 6637-01	kN/m (lb/ft)	19.0 (1,300)
Eficiencia de las Juntas⁴	GR1 – GG2 – 87	%	93
Rigidez Flexural⁵	ASTM D 5732-95	mg-cm	250,000
Estabilidad de las Aperturas⁶	U.S. A.C. of E. METHODOLOGY	m-N/deg	0.32
Resistencia al Daño por Instalación⁷	ASTM D6637	%SC / %SW / %GP	95/93/90
Resistencia a la Degradación a Largo Plazo⁸	EPA 9090 INMERSION	%	100
Resistencia a la Degradación por rayos UV⁹	ASTM D4355-05	%	100

Notas:

- Los valores indicados son los valores mínimos promedio de rollo determinados por el método de ASTM D-4759-02 salvo que se especifique lo contrario. Los valores mínimos promedios de rollo (MARV) son valores estadísticos iguales a los valores promedio menos dos veces la desviación estándar.
- Dimensiones nominales.
- La resistencia real a la deformación al inicio de la colocación de la carga se mide vía ASTM D-6637-01 sin deformar el material bajo carga antes de medir esa resistencia o usando el método de medida de tangente "secant" o "offset" para que no influya en la propiedad de resistencia.
- La capacidad de transferencia de carga se mide vía GRI-GG2-05. Expresada como un porcentaje de la resistencia a la tensión última.
- La resistencia a la carga flexural se mide sobre la base de ASTM-D5732-01, usando una muestra de 2 costillas de ancho y longitud lo suficientemente larga para permitir el desarrollo de la prueba. La rigidez flexural es calculada como la raíz cuadrada del producto de los valores de rigidez torsional tanto en la dirección de la maquina como en la dirección transversal.
- La resistencia al movimiento rotacional en el plano es medida aplicando un momento de 20 kg-cm en la junta central de un espécimen de 9" x 9" restringido en su perímetro, de acuerdo a la Metodología del Cuerpo de Ingenieros de los EE.UU. para medir la rigidez torsional.

Revisión: ENERO 2012

Alameda Los Horizontes 905. Los Huertos de Villa. Chorrillos. Telf 6174700 Fax 6174701/ dtecnico@grupotdm.com

ESPECIFICACIONES TECNICAS

GEOMALLA BIAXIAL BX1100

Para mejoramiento de subrasantes blandas y refuerzo de capa base

7. La pérdida de capacidad de carga o integridad estructural debido a los daños de construcción en arena arcillosa (SC), arena bien gradada (SW) y piedra chancada clasificada o agregado pobremente gradado (GP). El material será ensayado de acuerdo con ASTM D5818-06 y la capacidad de carga medida de acuerdo con ASTM D6637-01.
8. La pérdida de capacidad debido a ataque químico o biológico se mide sobre la base de la prueba de inmersión EPA 9090.
9. La resistencia a la pérdida de capacidad de carga o integridad estructural se mide sometiendo a la muestra a 550 horas de luz ultravioleta y un ambiente agresivo de acuerdo a ASTM D4355-05
10. Las iniciales MD denotan la dirección principal de la geomalla (dirección de extrusión de la máquina) y XMD la dirección transversal del espécimen.
11. Para mayor información sobre los procesos de ensayos y normas mencionadas puede visitar los siguientes websites: www.astm.org; www.drexel.edu/gri o www.epa.gov.

Revisión: ENERO 2012

Alameda Los Horizontes 905. Los Huertos de Villa. Chorrillos. Telf 6174700Fax 6174701/ dtecnico@grupotdm.com



Geomalla BX1100

Para mejoramiento de subrasantes blandas y refuerzo de capa base

Las geomallas son elementos elaborados con resinas selectas de polipropileno, las cuales son química y biológicamente inertes y muy resistentes a procesos degenerativos de los suelos; son resistentes al desgaste, rasgaduras y punzonamiento, a fin de resistir cargas dinámicas aplicadas en cualquier dirección en el plano de la geomalla.

La geomalla es una estructura integral, con un peso molecular y características moleculares que imparten:

- Alta resistencia a la pérdida de capacidad de carga o integridad estructural cuando la geomalla se somete a esfuerzos mecánicos en la instalación.
- Alta resistencia a la deformación cuando la geomalla se somete a esfuerzos aplicados durante su uso.
- Alta resistencia a la pérdida de capacidad de carga o integridad estructural cuando la geomalla se somete a esfuerzos ambientales a largo plazo.

La geomalla estructural acepta la fuerza aplicada mediante trabazón mecánica con:

- Suelo compactado o materiales de relleno.
- Secciones contiguas de geomalla traslapadas y empotradas en suelos y materiales de relleno compactados..

La geomalla estructural posee suficiente rigidez a la flexión para ser capaz de lograr una instalación eficiente sobre suelos pobres o húmedos; y suficiente rigidez torsional para resistir movimientos de rotación en el plano, provocados por los suelos compactados o los materiales de relleno, cuando están sujetos a fuerzas de desplazamiento lateral tales como las causadas por un vehículo en movimiento.

La geomalla estructural posee completa continuidad de todas las propiedades a través de su estructura y es apropiada para el refuerzo interno del suelo compactado o materiales de relleno a fin de mejorar su capacidad de soporte en aplicaciones estructurales de suelos.

Características			
PROPIEDAD	METODO DE ENSAYO	UNIDAD	VALOR MARV
Tamaño de apertura¹			
MD	ASTM D 4751	mm (pulg)	25(1.0)
XMD	ASTM D 4751	mm (pulg)	33(1.3)
Espesor mínimo de la costilla²			
MD	ASTM D 1777	mm (pulg)	0.760(03)
XMD	ASTM D 1777	mm (pulg)	0.760(03)
Capacidad a la Tensión al 2% de elongación³			
MD	ASTM D 6637-10	MN/m (lb/psi)	4.1(280)
XMD	ASTM D 6637-10	MN/m (lb/psi)	6.6(450)

Características Mecánicas			
PROPIEDAD	METODO DE ENSAYO	UNIDAD	VALOR MARV
Capacidad a la Tensión al 5% de elongación⁴			
MD	ASTM D 6637-10	MN/m (lb/psi)	8.5 (580)
XMD	ASTM D 6637-10	MN/m (lb/psi)	13.4 (930)
Resistencia última a la tensión⁵			
MD	ASTM D 6637-10	MN/m (lb/psi)	12.4 (850)
XMD	ASTM D 6637-10	MN/m (lb/psi)	19.0 (1300)
Eficiencia de las juntas⁶			
	ASTM D7737-11	%	93
Rigidez Flexural⁷			
	ASTM D 7748-12	mp-cm	250,000
Estabilidad de las Aperturas⁸			
	GRI GGP	m-N/dag	0.52
Resistencia al Dicho por Inicialización⁹			
	ASTM D6637	%SC / %SW / %GP	95/90/90
Resistencia a la Degradación a Largo Plazo¹⁰			
	EPA 9090 INMERSION	%	100
Resistencia a la Degradación por rayos UV¹⁰			
	ASTM D4335-05	%	100

Notas
1. Los valores indicados son los valores mínimos promedio de rollo determinados por el método de ASTM D-4759-02 salvo que se especifique lo contrario. Los valores mínimos promedios de rollo (MARV) son valores estadísticos iguales a los valores promedio menos dos veces la desviación estándar.
2. Dimensiones nominales.
3. Determinado de acuerdo con la norma ASTM D6637 - 10 Método A.
4. La capacidad de transferencia de carga se determina de acuerdo a la norma ASTM D7737-11 usando un 10% de la velocidad mínima de esfuerzo.
5. La resistencia a la carga flexural se mide sobre la base de la norma ASTM-D7748-12, usando una muestra de 2 costillas de ancho, con costillas transversales cortadas al ras con los bordes externos de las costillas longitudinales, y longitud lo suficientemente larga para permitir el desarrollo de la prueba.
6. La resistencia al movimiento rotacional en el plano es medida aplicando un momento de 20 kg-cm en la junta central de un espécimen de 9" x 9" restringido en su perímetro, de acuerdo a la metodología GRI GGP.
7. La pérdida de capacidad de carga o integridad estructural debido a los daños de construcción en arena arcillosa (SC), arena bien gradada (SW) y piedra chancada clasificada o agregado pobremente gradado (GP). El material será ensayado de acuerdo con ASTM D5818-06 y la capacidad de carga medida de acuerdo con ASTM D6637-01.
8. La pérdida de capacidad debido a ataque químico o biológico se mide sobre la base de la prueba de Inmersión EPA 9090.
9. La resistencia a la pérdida de capacidad de carga o integridad estructural se mide sometiendo a la muestra a 500 horas de luz ultravioleta y un ambiente agresivo de acuerdo a ASTM D4335-05
10. Las iniciales MD denotan la dirección principal de la geomalla (dirección de extrusión de la máquina) y XMD la dirección transversal del espécimen.

Ficha técnica de geomalla triaxial TX 140

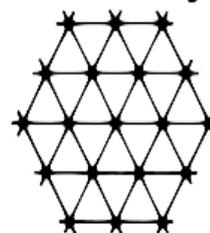
 <p>Más allá siempre</p>	<p>GEOMALLA MULTIDIRECCIONAL TRIAX® TX140 FICHA TÉCNICA</p>	 
---	--	--

GEOMALLA MULTIDIRECCIONAL TX140

Descripción

Geomalla TriAx® elaborada por proceso de coextrusión multidireccional patentado por TENSAR, el cual orienta las moléculas del Polipropileno PP en las tres direcciones principales de un triángulo equilátero, conformando una abertura triangular que es mecánica y geoméricamente la más estable.

Tensar TriAx® Geogrid



Especificaciones Técnicas

Propiedades	Método de Prueba	Unidad	Valores NOMINALES ⁽¹⁾		
			Longitudinal	Diagonal	Transversal
Geométricas Características			DIRECCIÓN:		
Longitud costilla	Medido	mm	40	40	-
Altura central costilla			-	1,2	1,2
Ancho central costilla			-	1,1	1,1
Integridad estructural			Valores MARV ⁽²⁾		
Rigidez radial a baja deformación (@0,5%)	ASTM D6637	kN/m	225		
Eficiencia de transferencia de carga en las uniones/nodos	ASTM D6637 ASTM D7737	%	93		
Durabilidad					
Resistencia a la pérdida de capacidad-integridad estructural por degradación química	EPA 9090	%	100		
Resistencia a los rayos ultravioleta e intemperie	ASTM D4355	%Ret/hrs	70/500		
PRESENTACIÓN					
Dimensiones del rollo (Ancho x Largo)	Medido	m x m	3/4 x 75		
Área	Calculado	m ²	225/300		

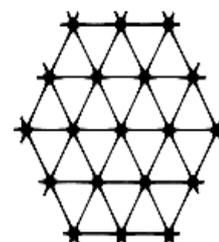
(1) Dimensión NOMINAL: Valor teórico de referencia, entre el máximo y el mínimo real.

(2) Valor MARV: valor mínimo promedio de rollo (*Minimum average roll value*). Es un valor estadístico igual a la media menos dos veces la desviación estándar. Estadísticamente esto significa que al tomar una muestra aleatoria el nivel de confianza de exceder el valor reportado es del 97,7%.

Especificación de Producto – Geomalla TriAx® TX140

Tensar International Corporation se reserva el derecho de cambiar las especificaciones de su producto en cualquier momento. Es responsabilidad de la persona que especifica el uso de este producto, y del comprador, asegurarse que las especificaciones del mismo se incluyen para propósitos de diseño y son actualizadas, y que el producto es adecuado para el uso que se pretende en cada caso.

Tensar TriAx® Geogrid



General

- La geomalla es fabricada de una lámina perforada de polipropileno, la cual es orientada en tres direcciones equilaterales de tal forma que las costillas resultantes tendrán un alto grado de dirección molecular, la cual continúa al menos en parte a través de la masa del nodo o unión integral.
- Las propiedades que contribuyen al desempeño de una capa mecánicamente estabilizada incluye lo siguiente:

Propiedades Índice	Longitudinal	Diagonal	Transversal	General
<ul style="list-style-type: none"> Distancia entre costillas paralelas⁽²⁾, mm (pulg) Profundidad a mitad de costilla⁽²⁾, mm (pulg) Ancho a mitad de costilla⁽²⁾, mm (pulg) Forma de costilla Forma de apertura 	<p>40 (1.60)</p> <p>-</p> <p>-</p>	<p>40 (1.60)</p> <p>1.2 (0.05)</p> <p>1.1 (0.04)</p>	<p>-</p> <p>1.2 (0.05)</p> <p>1.1 (0.04)</p>	<p>rectangular</p> <p>triangular</p>

Integridad Estructural

<ul style="list-style-type: none"> Eficiencia en unión⁽³⁾, % Estabilidad de apertura⁽⁴⁾, kg-cm/grad @ 5.0kg-cm⁽²⁾ Rigidez radial a baja deformación⁽⁵⁾, kN/m @ 0.5% deformación 	<p>(lb/ft @ 0.5% deformación)</p>	<p>93</p> <p>3.0</p> <p>225</p> <p>(15,430)</p>
--	-----------------------------------	---

Durabilidad

<ul style="list-style-type: none"> Resistencia a degradación química⁽⁶⁾ Resistencia a luz ultravioleta e intemperismo⁽⁷⁾ 	<p>100%</p> <p>100%</p>
--	-------------------------

Dimensiones y Despacho

La geomalla TX será entregada en el sitio de la obra en forma de rollo y cada rollo identificado individualmente y midiendo 3.0 metros (9.8 piés) y/o 4.0 metros (13.1 piés) de ancho y 75 metros (246 piés) de largo.

Notas

- A menos que se muestre diferente, los valores mostrados son valores mínimos promedio del rollo determinados de acuerdo con la norma ASTM D4759-02. Breves descripciones de los procedimientos de las pruebas se dan en las siguientes notas.
- Dimensiones nominales.
- Capacidad de transferencia de carga determinada según la norma GRI-CG2-87 y GRI-CG1-87 y es expresada como porcentaje de la resistencia última a tensión.
- Rigidez torsional en su plano es medida aplicando un momento a la unión central de una muestra de 225mm x 225mm fijada en su perímetro según la norma GRI-CG9 modificada.
- Rigidez radial es determinada de la rigidez a tensión medida en cualquier eje de su plano en una prueba según la norma ASTM D6637-10.
- Resistencia a la pérdida de capacidad de carga o integridad estructural cuando se somete a ambientes químicamente agresivos según la norma EPA 9090, prueba de inmersión.
- Resistencia a pérdida de capacidad de carga o integridad estructural cuando se somete a 500 horas de luz ultravioleta e intemperismo agresivo según la norma ASTM D4355-05.

Tensar International Corporation
2500 Northwinds Pkwy., Suite 500
Alpharetta, Georgia 30009
Tel: 770-344-2090
www.tensar-international.com

Esta especificación reemplaza cualquier especificación previa para el producto designado arriba y no es aplicable a ningún producto despachado antes de Febrero 1, 2011. Tensar y TriAx son marcas registradas de Tensar International Corporation o sus afiliados en los EE.UU y otros países. La geomalla TriAx® y por lo tanto su uso está protegida por la patente americana No. 7,001,112. Otras patentes o aplicaciones de patentes existen también en otros países. La determinación final de la idoneidad de la información o producto mencionados arriba para el uso contemplado, y su forma de uso son entera responsabilidad del usuario. Tensar International Corporation se exime de cualquier garantía expresa, implícita o legal, incluyendo pero no limitada a cualquier garantía de comerciabilidad o aptitud para un propósito particular referente a este producto u otros productos, tecnologías o servicios de la empresa. La información contenida aquí no constituye asesoramiento de Ingeniería.

GEOTEXTILES TEJIDOS

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS I

Ficha técnica de geotextil tejido TR 4000

PROPIEDADES MECÁNICAS		NORMA	UNIDAD	T 1050	T 1400	T 1700	T 2100	T 2400	TR 3000	TR 4000	TR 6000
Método Grab		ASTM D4632	N (lb)	730 (164)	950 (213)	990 (222)	1360 (306)	1519 (340)	2150 (484)	2540 (572)	3070 (691)
Resistencia a la tensión	%			20	16	17	17	17	18	19	20
Elongación											
Método tira ancha		ASTM D4595	kN/m	19	24	25	35	42	60	72	122
Sentido longitudinal	%			22	21	16	19	21	23	24	19
Elongación											
Método transversal		ASTM D4595	kN/m	19	25	27	37	43	58	64	127
Sentido transversal	%			14	15	13	14	15	16	17	18
Elongación											
Resistencia al punzonamiento		ASTM D4833	N (lb)	400 (90)	470 (106)	490 (110)	560 (126)	680 (153)	950 (213)	1100 (247)	1100 (247)
Método CBR		ASTM D6241	kN	2.9	3.4	3.6	5.0	5.5	8.0	8.1	12.0
Resistencia al punzonamiento											
Resistencia al rasgado trapezoidal		ASTM D4533	N (lb)	300 (67)	270 (61)	340 (76)	470 (106)	520 (117)	630 (142)	770 (173)	1611 (363)
Método Muller Burst		ASTM D3786	kPa (psi)	2302 (334)	2909 (422)	3088 (448)	3957 (574)	4653 (675)	6288 (912)	7074 (1026)	8100 (1174)
Resistencia al estallido											
PROPIEDADES HIDRAULICAS		NORMA	UNIDAD	T 1050	T 1400	T 1700	T 2100	T 2400	TR 3000	TR 4000	TR 6000
Tamaño de abertura aparente		ASTM D4751	mm (N. Tamiz)	0.425 (40)	0.300 (50)	0.300 (50)	0.300 (50)	0.425 (40)	0.425 (40)	0.425 (40)	0.425 (40)
Permeabilidad		ASTM D4491	cm/s	1.2×10^{-2}	1.2×10^{-2}	1.2×10^{-2}	6.3×10^{-2}	5.3×10^{-2}	6.0×10^{-2}	8.1×10^{-2}	7.0×10^{-2}
Permitividad		ASTM D4491	s ⁻¹	0.30	0.20	0.17	0.66	0.55	0.55	0.62	1.20
Tasa de flujo		ASTM D4491	L/min/m ²	831	490	458	2100	1506	1513	1720	1900
PROPIEDADES FÍSICAS		NORMA	UNIDAD	T 1050	T 1400	T 1700	T 2100	T 2400	TR 3000	TR 4000	TR 6000
Espesor		ASTM D5199	mm	0.4	0.6	0.7	1.0	1.0	1.1	1.3	0.6
Resistencia UV @ 500 horas		ASTM D4355	%	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70
Rollo ancho		Medido	m	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	3.75
Rollo largo		Medido	m	200	160	160	140	120	100	100	100
Rollo área		Calculado	m ²	770	616	616	539	462	385	385	375
PROPIEDADES GEOTEXTIL		NORMA	UNIDAD	T 1050	T 1400	T 1700	T 2100	T 2400	TR 3000	TR 4000	TR 6000
Separación				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Estabilización				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Refuerzo				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

CONVENCIONES

ASTM: American Society for Testing and Materials.
N.A.: No aplica.

La presente ficha técnica está vigente a partir de agosto de 2011. Geosistemas PAVCO se reserva el derecho de introducir las modificaciones de especificaciones que considere necesarias para garantizar la óptima calidad y funcionalidad de sus productos sin previo aviso. La información aquí contenida se ofrece gratis, es clara y exacta a nuestro leal saber y entender, no obstante, todas las recomendaciones y sugerencias están hechas sin garantía, puesto que las condiciones de uso están fuera de nuestro control.

Los valores enunciados corresponden a los promedios estadísticos de los lotes de producción (valores típicos).

Los geotextiles son productos fotodegradables, no biodegradables, no deben ser inclinados y se debe disponer de ellos en forma adecuada.

Estos productos han sido manufacturados bajo los controles de calidad establecidos por un sistema de gestión de calidad que cumple con los requisitos ISO 9001:2008.

Para asesoría en diseño, proceso constructivo e instalación, favor contactar al Departamento de Ingeniería de Geosistemas PAVCO al correo ingenieria@geosinteticos.amico@pavco.com.co

SEPTIEMBRE 2012

COLOMBIA: Oficina principal: Autopista Sur N° 71-75 • Bogotá D.C., Colombia • Tel.: (571) 782 5100 • Fax: (571) 782 5013.
Servicio al cliente Bogotá: (571) 782 5100 Exts: 3301 / 02 / 03 / 04 / 05 • Todo el país: 01 8000 912 286 - 01 8000 972 826.
Medellín: (574) 325 6660 • Cali: (572) 442 3444 • Barranquilla: (575) 375 8100.
E-mail: ingenieria@geosinteticos.amico@pavco.com.co • www.pavco.com.co
PERU: Av. Separadora Industrial 2557, Ate • Lima, Perú • Tels.: (511) 627 6038 / 39 • Fax: (511) 627 6039.
E-mail: geosperu@mexichem.com

Geosistemas
PAVCO

mexichem.
SOLUCIONES INTEGRALES



FICHA TÉCNICA GEOTEXTIL TEJIDO TR4000

Es un Geotextil Tejido de Polipropileno, conformado por un sistema de fibras, conformado por un sistema de cintas planas, tejidas entre sí

	PROPIEDADES	NORMA	UNIDAD	VALOR TÍPICO ²
MECANICAS	Método Grab			
	Resistencia a la Tensión	ASTM D 4632	N (lb)	2400 (540)
	Elongación		%	16
	Método Tira Ancha			
	Sentido Longitudinal	ASTM D 4595	kN/m	66
	Elongación		%	22
	Sentido Transversal	ASTM D 4595	kN/m	57
	Elongación		%	15
	Resistencia al Punzonamiento	ASTM D 4833	N (lb)	1060 (238)
	Resistencia al Punzonamiento CBR	ASTM D 6241	kN	8
	Resistencia al Rasgado Trapezoidal	ASTM D 4533	N(lb)	6902(155)
	Resistencia a la Costura	ASTM D 4884	kN/m	30
	Método Mullen Burst			
Resistencia al Estallido	ASTM D 3786	Kpa (psi)	6653 (965)	
HIDRAULICAS	Tamaño de Abertura Aparente	ASTM D 4751	mm (No Tamiz)	0.6 mm
	Permeabilidad	ASTM D 4491	cm/s	6.4×10^{-2}
	Permitividad	ASTM D 4491	s^{-1}	0.54
	Tasa de flujo	ASTM D 4491	L/min/m ²	1500
FISICAS	Espesor	ASTM D 5199	mm	1.2
	Resistencia UV (% retenido @ 500 hr)	ASTM D 4355	%	> 70
	Ancho	Medido	m	2.3
	Largo	Medido	m	4.5
	Alto	Calculado	m	1.0



Dirección: Asociación Compradores de Campoy – Campoy Sjl

ANEXO IX: ANÁLISIS ECONÓMICO DEL PROYECTO

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE LAS PARTIDAS

PARTIDA: SUMINISTRO DE MATERIAL PARA RELLENO GRANULAR						
Rend: m3/DIA	MO. 400.00	EQ. 400.00	Costo unit. directo por: m3			58.18
Descripción Recurso		Und.	Cuadrilla	Cant.	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
OPERARIO		hh	1.0000	0.0200	22.96	0.46
PEON		hh	6.0000	0.1200	16.41	1.97
						2.43
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	2.43	0.12
TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP		hm	1.0000	0.0200	353.88	7.08
RODILLO LISO VIBR AUTOP 101- 135 HP 7-9 TN		hm	1.0000	0.0200	152.49	3.05
MOTONIVELADORA DE 145-150 HP		hm	1.0000	0.0200	208.45	4.17
						14.42
Subpartidas						
TRANSP. AGUA/OBRA		m3		0.1200	18.11	2.17
MATERIAL GRANULAR PARA MEJORAMIENTO		m3		1.2500	31.33	39.16
						41.34

PARTIDA: SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE GEOMALLA BIAxIAL BX1100						
Rend: m2/DIA	MO. 600	EQ. 600	Costo unit. directo por: m2			7.29
Descripción Recurso		Und.	Cuadrilla	Cant.	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
OPERARIO		hh	0.5000	0.0067	22.96	0.15
OFICIAL		hh	1.0000	0.0133	18.16	0.24
PEON		hh	2.0000	0.0267	16.41	0.44
						0.59
Materiales						
GEOMALLA BIAxIAL BX1100 (4X75M)		m2		1.1000	6.07	6.67
						6.67
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	0.59	0.03
						0.03

PARTIDA: SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE GEOMALLA TRIAXIAL TX 140						
Rend: m2/DIA	MO. 600	EQ. 600	Costo unit. directo por: m2			9.52
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
OPERARIO		hh	0.5000	0.0067	22.96	0.15
OFICIAL		hh	1.0000	0.0133	18.16	0.24
PEON		hh	2.0000	0.0267	16.41	0.44
						0.59
Materiales						
GEOMALLA TRIAXIAL TX 140 (4X75M)		m2		1.1000	8.09	8.90
						8.90
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	0.59	0.03
						0.03

PARTIDA: SUMINISTRO E INSTALACIÓN DEL GEOTEXTIL TEJIDO TR 4000						
Rend: m2/DIA	MO. 600	EQ. 600	Costo unit. directo por: m2			9.48
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
OPERARIO		hh	0.5000	0.0067	22.96	0.15
OFICIAL		hh	1.0000	0.0133	18.16	0.24
PEON		hh	2.0000	0.0267	16.41	0.44
						0.59
Materiales						
GEOTEXTIL TR4000		m2		1.1000	8.05	8.86
						8.86
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	0.59	0.03
						0.03

ANÁLISIS PRECIOS UNITARIOS DE LAS SUB PARTIDAS

SUB PARTIDA:		TRANSPORTE DE AGUA PARA LA OBRA				
Rend: m3/DIA	MO. 76.00	EQ. 76.00	Costo unit. directo por: m3			18.11
Descripción Recurso		Und.	Cuadrilla	Cant.	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
PEON		hh	1.0000	0.1053	16.41	1.73
						1.73
Equipos						
CAMIÓN CISTERNA 4X2 (AGUA) 2000 GAL		hm	1.0000	0.1053	155.64	16.38
						16.38

SUB PARTIDA:		MATERIAL GRANULAR PARA MEJORAMIENTO				
Rend: m3/DIA	MO. 1.00	EQ. 1.00	Costo unit. directo por: m3			31.33
Descripción Recurso		Und.	Cuadrilla	Cant.	Precio S/.	Parcial S/.
Subpartidas						
EXTRACCIÓN Y APILAMIENTO		m3		1.3300	11.19	14.88
ZARANDEO ESTÁTICO		m3		1.3300	5.57	7.41
TRANSPORTE A LA OBRA		m3		1.3300	12.37	16.45
						31.33

SUB PARTIDA:		EXTRACCIÓN Y APILAMIENTO				
Rend: m3/DIA	MO. 460	EQ. 460	Costo unit. directo por: m3			11.19
Descripción Recurso		Und.	Cuadrilla	Cant.	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
OPERARIO		hh	0.1000	0.0017	22.96	0.04
OFICIAL		hh	1.0000	0.0174	18.16	0.32
PEÓN		hh	2.0000	0.0348	16.41	0.57
						0.93
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	0.93	0.05
EXCAVADORA S/ORUGA 115-165 HP, 0.75-1.6 yd		hm	1.0000	0.0174	233.35	4.06
TRACTOR SOBRE ORUGA 190-240 HP		hm	1.0000	0.0174	353.88	6.15
						10.26

SUB PARTIDA:		ZARANDEO ESTÁTICO				
Rend: m3/DIA	MO. 475.00	EQ. 475.00	Costo unit. directo por: m3			5.57
Descripción Recurso		Und.	Cuadrilla	Cant.	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
OPERARIO		hh	0.5000	0.0084	22.96	0.19
PEON		hh	4.0000	0.0674	16.41	1.11
						1.30
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	1.30	0.06
ZARANDA ESTÁTICA		hm	1.0000	0.0168	12.52	0.21
CARGADOR SOBRE LLANTAS 200-250 HP 4-4.1		hm	1.0000	0.0168	237.37	4.00
						4.27

SUB PARTIDA:		TRANSPORTE A OBRA				
Rend: m3/DIA	MO. 230.00	EQ. 230.00	Costo unit. directo por: m3			12.37
Descripción Recurso		Und.	Cuadrilla	Cant.	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
OFICIAL		hh	0.4429	0.0154	18.16	0.28
						0.28
Equipos						
CARGADOR SOBRE LLANTAS 200-250 HP 4-4.1		hm	0.4429	0.0154	237.37	3.66
CAMION VOLQUETE 15m3		hm	1.0000	0.0348	242.52	8.44
						12.09

COSTO DE EJECUCIÓN DE PARTIDAS

SUMINISTRO DE MATERIAL PARA RELLENO GRANULAR /m3	S/.58.18
INSTALACIÓN DE LA GEOMALLA BIAxIAL BX 1100/ m2	S/.7.29

ANCHO DE LA VÍA (m): 6

TRAMO DE DISEÑO	SECCIONES TRADICIONALES				SECCIONES CON GEOMALLA BIAxIAL				
	ESPEJOR (cm)	VOLUMEN A UTILIZAR (m3)	COSTO MATERIAL /m3	COSTO TOTAL S/.	ESPEJOR (cm)	VOLUMEN A UTILIZAR (m3)	COSTO DEL MATERIAL	COSTO GEOMALLA BX 1100 S/.	COSTO TOTAL S/.
Km. 0+000 al km. 1+500	60.00	5400	58.18	314192.98	40.00	3600	209461.988	65635.20	275097.19
Km. 3+000 al km. 5+000	55.00	6600	58.18	384013.64	35.00	4200	244372.319	87513.60	331885.92
				698206.63					606983.11

SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE MATERIAL GRANULAR /m3	S/.58.18
INSTALACIÓN DE LA GEOMALLA TRIAxIAL TX 140/ m2	S/.9.52

ANCHO DE LA VÍA (m): 6

TRAMO DE DISEÑO	SECCIONES TRADICIONALES				SECCIONES CON GEOMALLA TRIAxIAL				
	ESPEJOR (cm)	VOLUMEN A UTILIZAR (m3)	COSTO MATERIAL /m3	COSTO TOTAL S/.	ESPEJOR (cm)	VOLUMEN A UTILIZAR (m3)	COSTO DEL MATERIAL	COSTO GEOMALLA TX 140 S/.	COSTO TOTAL S/.
Km. 0+000 al km. 1+500	60.00	5400	58.18	314192.98	30.00	2700	157096.491	85653.00	242749.49
Km. 3+000 al km. 5+000	55.00	6600	58.18	384013.64	30.00	3600	209461.988	114204.00	323665.99
				698206.63					566415.48

SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE MATERIAL GRANULAR/m3	S/.58.18
INSTALACIÓN DE LA GEOTEXIL TEJIDO TR 4000/ m2	S/.9.48

ANCHO DE LA VÍA (m): 6

TRAMO DE DISEÑO	SECCIONES TRADICIONALES				SECCIONES CON GEOTEXIL TEJIDO				
	ESPEJOR (cm)	VOLUMEN A UTILIZAR (m3)	COSTO MATERIAL /m3	COSTO TOTAL S/.	ESPEJOR (cm)	VOLUMEN A UTILIZAR (m3)	COSTO DEL MATERIAL	COSTO GEOTEXIL TR 4000 S/.	COSTO TOTAL S/.
Km. 0+000 al km. 1+500	60.00	5400	58.18	314192.98	45.00	4050	235644.736	85292.05	320936.78
Km. 3+000 al km. 5+000	55.00	6600	58.18	384013.64	45.00	5400	314192.981	113722.73	427915.71
				698206.63					748852.49

EVALUACIÓN ECONÓMICA

COMPARACIÓN ECONÓMICA DEL DISEÑO TRADICIONAL VS GEOMALLA BIAXIAL

TRAMO DE DISEÑO	TRADICIONAL	GEOMALLA BIAXIAL	% de Ahorro con refuerzo
	COSTO TOTAL S/.	COSTO TOTAL S/.	
Km. 0+000 al km. 1+500	314192.98	275097.19	12.44
Km. 3+000 al km. 5+000	384013.64	331885.92	13.57
	698206.63	606983.11	13.07

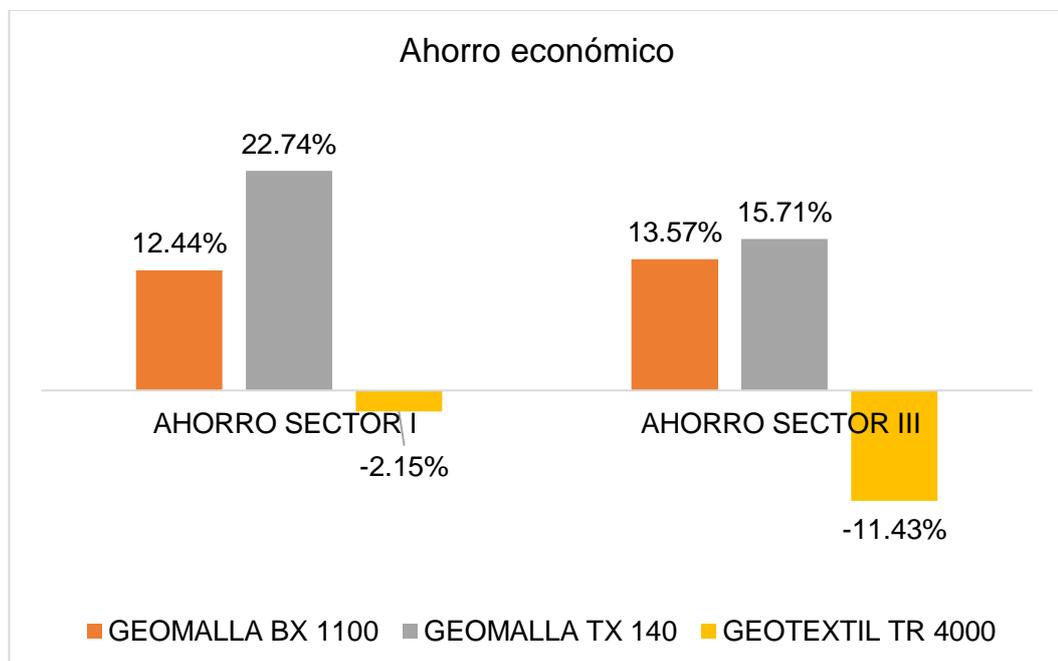
COMPARACIÓN ECONÓMICA DEL DISEÑO TRADICIONAL VS GEOMALLA TRIAXIAL

TRAMO DE DISEÑO	TRADICIONAL	GEOMALLA TRIAXIAL	% de Ahorro con refuerzo
	COSTO TOTAL S/.	COSTO TOTAL S/.	
Km. 0+000 al km. 1+500	314192.9813	242749.49	22.74
Km. 3+000 al km. 5+000	384013.6438	323665.99	15.71
	698206.6251	566415.48	18.88

COMPARACIÓN ECONÓMICA DEL DISEÑO TRADICIONAL VS GEOTEXTIL TEJIDO

TRAMO DE DISEÑO	TRADICIONAL	GEOTEXTIL TEJIDO	% de Ahorro con refuerzo
	COSTO TOTAL S/.	COSTO TOTAL S/.	
Km. 0+000 al km. 1+500	314192.9813	320936.78	-2.15
Km. 3+000 al km. 5+000	384013.6438	427915.71	-11.43
	698206.6251	748852.49	-7.25

EVALUACIÓN ECONÓMICA



ANEXO X: PANEL FOTOGRÁFICO

CONSULTA A EXPERTOS

 <p>USMP UNIVERSIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRES</p> <p>TESIS:</p> <p>Aplicación de geosintéticos en el diseño del tramo Km 0+000 al Km 5+000 de la carretera Santa Rosa - Puerto Churo ubicado en el distrito de Pión provincia de Chota departamento de Cajamarca.</p> <p>UBICACIÓN:</p> <p>Distrito Pión - Provincia de Chota, Departamento de Cajamarca.</p>	
<p>Fotografía 01: Encuesta y consulta a uno de los ingenieros expertos en pavimentos y carreteras.</p>	

 <p>USMP UNIVERSIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRES</p> <p>TESIS:</p> <p>Aplicación de geosintéticos en el diseño del tramo Km 0+000 al Km 5+000 de la carretera Santa Rosa - Puerto Churo ubicado en el distrito de Pión provincia de Chota departamento de Cajamarca.</p> <p>UBICACIÓN:</p> <p>Distrito Pión - Provincia de Chota, Departamento de Cajamarca.</p>	
<p>Fotografía 02: Encuesta y consulta a uno de los ingenieros expertos en pavimentos y carreteras.</p>	



USMP
UNIVERSIDAD DEL
SAN MARTÍN DE PORRES

TESIS:

Aplicación de geosintéticos en el diseño del tramo Km 0+000 al Km 5+000 de la carretera Santa Rosa - Puerto Churo ubicado en el distrito de Pión provincia de Chota departamento de Cajamarca.

UBICACIÓN:

Distrito Pión - Provincia de Chota, Departamento de Cajamarca.



Fotografía 03: Encuesta y consulta a uno de los ingenieros expertos en pavimentos y carreteras.



USMP
UNIVERSIDAD DEL
SAN MARTÍN DE PORRES

TESIS:

Aplicación de geosintéticos en el diseño del tramo Km 0+000 al Km 5+000 de la carretera Santa Rosa - Puerto Churo ubicado en el distrito de Pión provincia de Chota departamento de Cajamarca.

UBICACIÓN:

Distrito Pión - Provincia de Chota, Departamento de Cajamarca.



Fotografía 04: Encuesta y consulta a uno de los ingenieros expertos en pavimentos y carreteras.

ESTUDIO TOPOGRÁFICO

	
TESIS:	
Aplicación de geosintéticos en el diseño del tramo Km 0+000 al Km 5+000 de la carretera Santa Rosa - Puerto Churo ubicado en el distrito de Pión provincia de Chota departamento de Cajamarca.	
UBICACIÓN:	
Distrito Pión - Provincia de Chota, Departamento de Cajamarca.	
FECHA: Abril del 2019.	
Fotografía 05: Cuadrilla con la que se realizó el levantamiento topográfico.	

	
TESIS:	
Aplicación de geosintéticos en el diseño del tramo Km 0+000 al Km 5+000 de la carretera Santa Rosa - Puerto Churo ubicado en el distrito de Pión provincia de Chota departamento de Cajamarca.	
UBICACIÓN:	
Distrito Pión - Provincia de Chota, Departamento de Cajamarca.	
FECHA: Abril del 2019.	
Fotografía 06: Se aprecia el levantamiento topográfico de carretera Santa Rosa-Puerto Churo.	



USMP
UNIVERSIDAD DE
SAN MARTÍN DE PORRES

TESIS:

Aplicación de geosintéticos en el diseño del tramo Km 0+000 al Km 5+000 de la carretera Santa Rosa - Puerto Churo ubicado en el distrito de Pión provincia de Chota departamento de Cajamarca.

UBICACIÓN:

Distrito Pión - Provincia de Chota, Departamento de Cajamarca.

FECHA: Abril del 2019.



Fotografía 07: Se aprecia en la fotografía el levantamiento topográfico de carretera Santa Rosa-Puerto Churo.



USMP
UNIVERSIDAD DE
SAN MARTÍN DE PORRES

TESIS:

Aplicación de geosintéticos en el diseño del tramo Km 0+000 al Km 5+000 de la carretera Santa Rosa - Puerto Churo ubicado en el distrito de Pión provincia de Chota departamento de Cajamarca.

UBICACIÓN:

Distrito Pión - Provincia de Chota, Departamento de Cajamarca.

FECHA: Abril del 2019.



Fotografía 08: Se aprecia en la fotografía el levantamiento topográfico de carretera Santa Rosa-Puerto Churo.

ESTUDIO DE TRÁFICO

<p> USMP UNIVERSIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRES</p> <p>TESIS: Aplicación de geosintéticos en el diseño del tramo Km 0+000 al Km 5+000 de la carretera Santa Rosa - Puerto Churo ubicado en el distrito de Pión provincia de Chota departamento de Cajamarca.</p> <p>UBICACIÓN: Distrito Pión - Provincia de Chota, Departamento de Cajamarca.</p> <p>FECHA: Mayo del 2019.</p>	
<p>Fotografía 09: Se aprecia la estación donde se realizó el conteo vehicular denominada "Cruce El Triunfo".</p>	

<p> USMP UNIVERSIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRES</p> <p>TESIS: Aplicación de geosintéticos en el diseño del tramo Km 0+000 al Km 5+000 de la carretera Santa Rosa - Puerto Churo ubicado en el distrito de Pión provincia de Chota departamento de Cajamarca.</p> <p>UBICACIÓN: Distrito Pión - Provincia de Chota, Departamento de Cajamarca.</p> <p>FECHA: Mayo del 2019.</p>	
<p>Fotografía 10: Se observa a los tesisistas realizado el respectivo conteo vehicular en estación "Cruce El Triunfo".</p>	

ESTUDIO DE SUELOS

 <p>USMP UNIVERSIDAD SAN MARTÍN DE PORRÉS</p> <p>TESIS: Aplicación de geosintéticos en el diseño del tramo Km 0+000 al Km 5+000 de la carretera Santa Rosa - Puerto Churo ubicado en el distrito de Pión provincia de Chota departamento de Cajamarca.</p> <p>UBICACIÓN: Distrito Pión - Provincia de Chota, Departamento de Cajamarca.</p> <p>FECHA: Mayo del 2019.</p>	
<p>Fotografía 11: Se aprecia en la fotografía la cuadrilla para realizar la exploración de campo.</p>	

 <p>USMP UNIVERSIDAD SAN MARTÍN DE PORRÉS</p> <p>TESIS: Aplicación de geosintéticos en el diseño del tramo Km 0+000 al Km 5+000 de la carretera Santa Rosa - Puerto Churo ubicado en el distrito de Pión provincia de Chota departamento de Cajamarca.</p> <p>UBICACIÓN: Distrito Pión - Provincia de Chota, Departamento de Cajamarca.</p> <p>FECHA: Mayo del 2019.</p>	
<p>Fotografía 12: Se aprecia las muestras de suelo de cada estrato extraído.</p>	



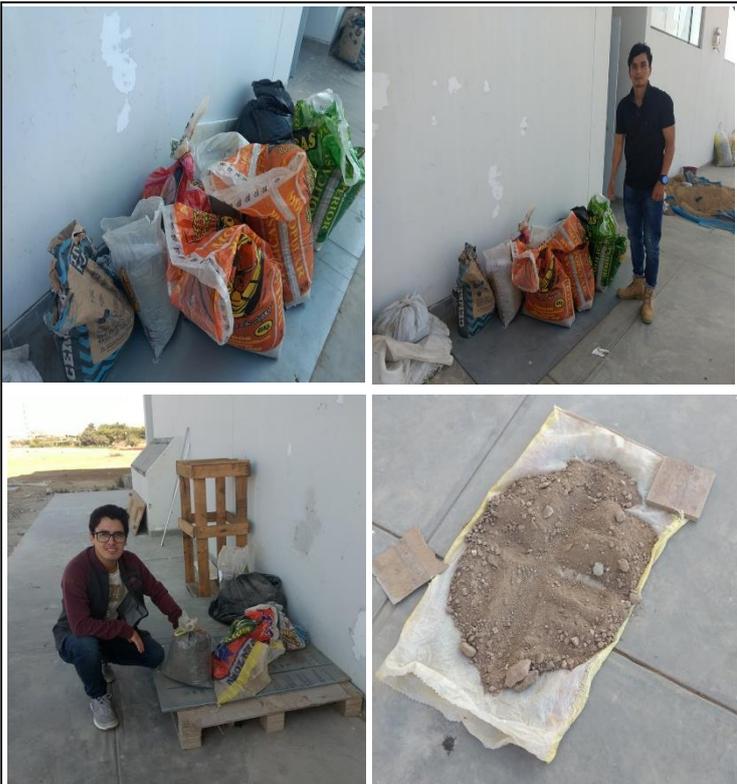
TESIS:

Aplicación de geosintéticos en el diseño del tramo Km 0+000 al Km 5+000 de la carretera Santa Rosa - Puerto Churo ubicado en el distrito de Pión provincia de Chota departamento de Cajamarca.

UBICACIÓN:

Distrito Pión - Provincia de Chota, Departamento de Cajamarca.

FECHA: Junio del 2019.



Fotografía 13: Se observan las muestras de suelo trasladadas al laboratorio de la Universidad de San Martín de Porres – Filial Norte.



TESIS:

Aplicación de geosintéticos en el diseño del tramo Km 0+000 al Km 5+000 de la carretera Santa Rosa - Puerto Churo ubicado en el distrito de Pión provincia de Chota departamento de Cajamarca.

UBICACIÓN:

Distrito Pión - Provincia de Chota, Departamento de Cajamarca.

FECHA: Junio del 2019.

ENSAYO: Contenido de humedad



Fotografía 14: Se aprecia a los tesisistas realizando el ensayo de contenido de humedad.

 <p>USMP UNIVERSIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRES</p> <p>TESIS: Aplicación de geosintéticos en el diseño del tramo Km 0+000 al Km 5+000 de la carretera Santa Rosa - Puerto Churo ubicado en el distrito de Pión provincia de Chota departamento de Cajamarca.</p> <p>UBICACIÓN: Distrito Pión - Provincia de Chota, Departamento de Cajamarca.</p> <p>FECHA: Junio del 2019.</p> <p>ENSAYO: Contenido de sales</p>	 
--	--

Fotografía 15: Se observa a los tesistas realizando el ensayo de Contenido de sales, dicho ensayo fue realizado en el laboratorio de la Universidad de San Martín de Porres – Filial Norte.

 <p>USMP UNIVERSIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRES</p> <p>TESIS: Aplicación de geosintéticos en el diseño del tramo Km 0+000 al Km 5+000 de la carretera Santa Rosa - Puerto Churo ubicado en el distrito de Pión provincia de Chota departamento de Cajamarca.</p> <p>UBICACIÓN: Distrito Pión - Provincia de Chota, Departamento de Cajamarca.</p> <p>FECHA: Junio del 2019.</p> <p>ENSAYO: Granulometría</p>	 
---	---

Fotografía 16: Se aprecia a los tesistas realizando el ensayo de granulometría por tamizado, ejecutado en el laboratorio de la Universidad de San Martín de Porres.

 <p>USMP UNIVERSIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRES</p> <p>TESIS:</p> <p>Aplicación de geosintéticos en el diseño del tramo Km 0+000 al Km 5+000 de la carretera Santa Rosa - Puerto Churo ubicado en el distrito de Pión provincia de Chota departamento de Cajamarca.</p> <p>UBICACIÓN:</p> <p>Distrito Pión - Provincia de Chota, Departamento de Cajamarca.</p> <p>FECHA: Junio del 2019.</p> <p>ENSAYO: Límite Líquido.</p>	
<p>Fotografía 17: Se aprecia la realización del ensayo para determinar el Límite Líquido, en el cual se utiliza el aparato de Casagrande. Dicho ensayo fue realizado en el laboratorio de la Universidad de San Martín de Porres.</p>	

 <p>USMP UNIVERSIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRES</p> <p>TESIS:</p> <p>Aplicación de geosintéticos en el diseño del tramo Km 0+000 al Km 5+000 de la carretera Santa Rosa - Puerto Churo ubicado en el distrito de Pión provincia de Chota departamento de Cajamarca.</p> <p>UBICACIÓN:</p> <p>Distrito Pión - Provincia de Chota, Departamento de Cajamarca.</p> <p>FECHA: Junio del 2019.</p> <p>ENSAYO: Limite Plástico.</p>	
<p>Fotografía 18: Se aprecia a los tesisistas realizando el ensayo de límite plástico, trabajo ejecutado en el laboratorio de la Universidad de San Martín de Porres.</p>	

 <p>TESIS: Aplicación de geosintéticos en el diseño del tramo Km 0+000 al Km 5+000 de la carretera Santa Rosa - Puerto Churo ubicado en el distrito de Pión provincia de Chota departamento de Cajamarca.</p> <p>UBICACIÓN: Distrito Pión - Provincia de Chota, Departamento de Cajamarca.</p> <p>FECHA: Junio del 2019.</p> <p>ENSAYO: Proctor Modificado.</p>	
--	---

Fotografía 19: Se aprecia en la fotografía a los tesisistas realizando el ensayo de Proctor Modificado, en el cual se utilizó el martillo y los moldes respectivos. El ensayo fue realizado en el laboratorio de la Universidad de San Martín de Porres – Filial Norte.

 <p>TESIS: Aplicación de geosintéticos en el diseño del tramo Km 0+000 al Km 5+000 de la carretera Santa Rosa - Puerto Churo ubicado en el distrito de Pión provincia de Chota departamento de Cajamarca.</p> <p>UBICACIÓN: Distrito Pión - Provincia de Chota, Departamento de Cajamarca.</p> <p>FECHA: Junio del 2019.</p> <p>ENSAYO: CBR</p>	
--	--

Fotografía 20: Se aprecia a los tesisistas realizando el ensayo de CBR para determinar la capacidad de soporte del suelo.

VISITA A PRINCIPALES EMPRESAS DE GEOSINTÉTICOS

<p> USMP UNIVERSIDAD SAN MARTÍN DE PORRÉS</p> <p>TESIS:</p> <p>Aplicación de geosintéticos en el diseño del tramo Km 0+000 al Km 5+000 de la carretera Santa Rosa - Puerto Churo ubicado en el distrito de Pión provincia de Chota departamento de Cajamarca.</p> <p>UBICACIÓN:</p> <p>Distrito Pión - Provincia de Chota, Departamento de Cajamarca.</p>	
<p>Fotografía 21: Visita a la empresa CIDELSA, dedicada a los geosintéticos.</p>	

<p> USMP UNIVERSIDAD SAN MARTÍN DE PORRÉS</p> <p>TESIS:</p> <p>Aplicación de geosintéticos en el diseño del tramo Km 0+000 al Km 5+000 de la carretera Santa Rosa - Puerto Churo ubicado en el distrito de Pión provincia de Chota departamento de Cajamarca.</p> <p>UBICACIÓN:</p> <p>Distrito Pión - Provincia de Chota, Departamento de Cajamarca.</p>	
<p>Fotografía 22: Entrevista con asesor de ventas de la empresa CIDELSA.</p>	

ANEXO XI: PERMISO DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PIÓN



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PIÓN REGION CAJAMARCA

"Año de la Lucha Contra la Corrupción e Impunidad"

CARTA N° 53 – 2019 – MPP

ASUNTO: AUTORIZACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.

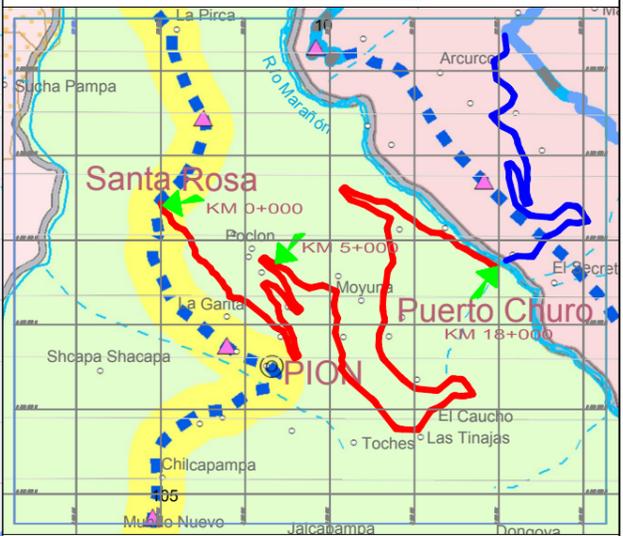
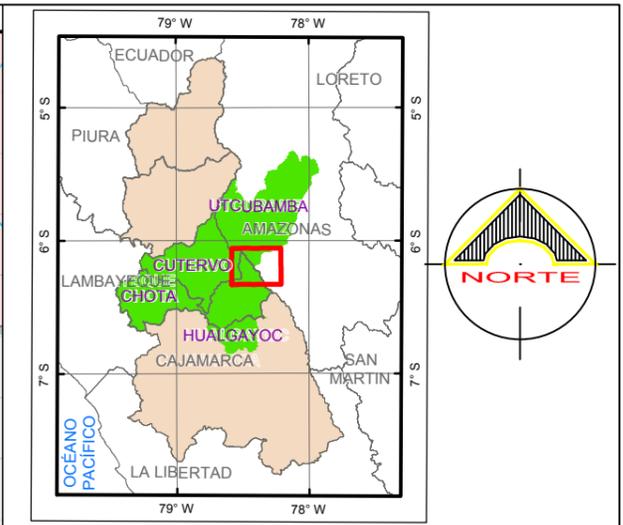
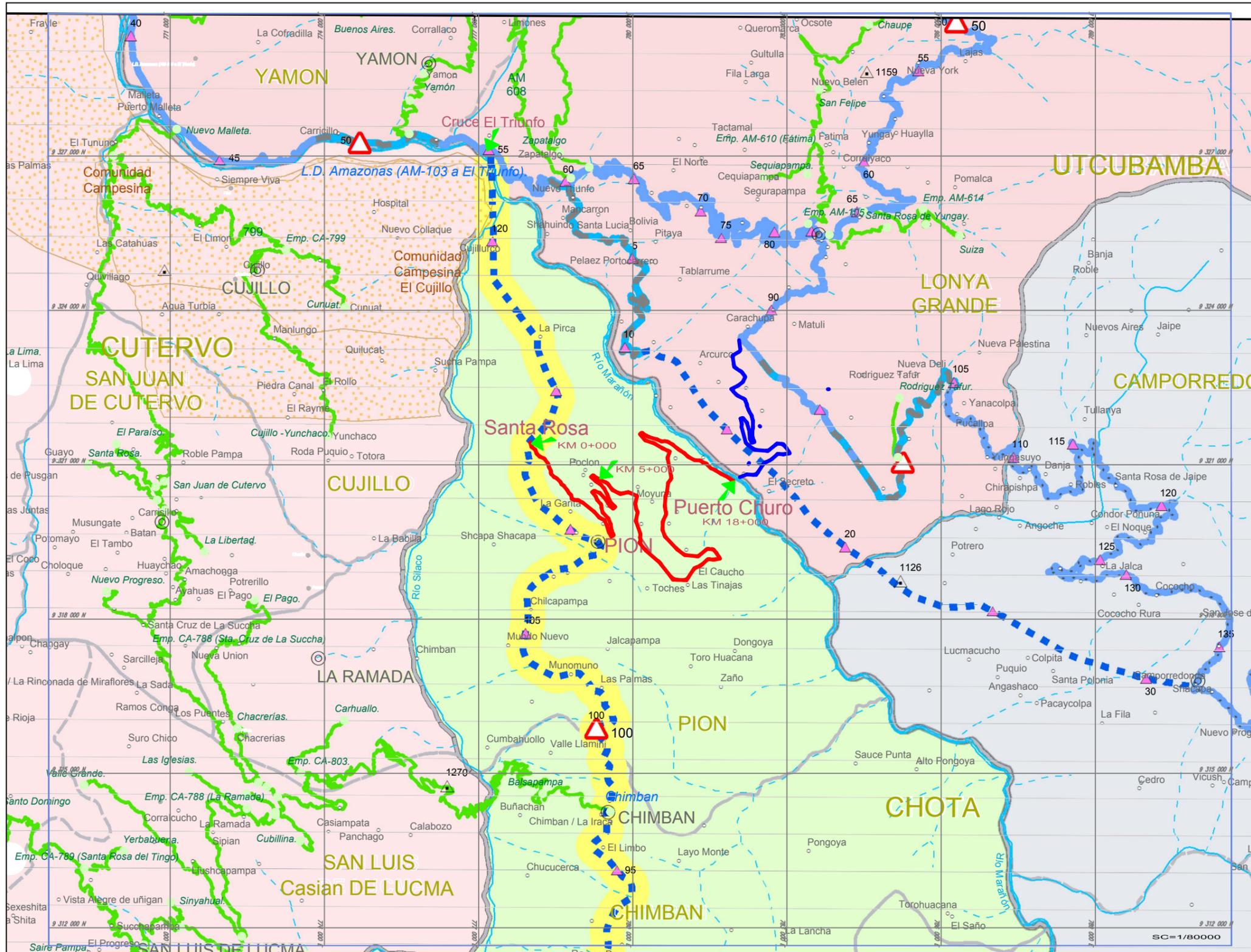
FECHA: PIÓN 13 DE MAYO DEL AÑO 2019.

Por el presente la Municipalidad Distrital de Pión, AUTORIZA que los bachilleres de la carrera profesional de Ingeniería Civil, Rony Helí Coronel Tenorio y Osnar Hoyos Estela identificados con DNI. N° 70757644, DNI. N° 47753059 y códigos universitarios N° 2012512917, N° 2012513024 respectivamente; realicen su proyecto de investigación "ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE DISEÑO DEL PAVIMENTO EMPLEANDO GEOSINTÉTICOS Y EL MÉTODO TRADICIONAL APLICADO A UN TRAMO DE LA CARRETERA SANTA ROSA – PUERTO CHURO, CHOTA, CAJAMARCA".

Atentamente,



ANEXO XII: PLANOS



LEYENDA

CARRETERA AFIRMADA	
RIOS Y QUEBRADAS	
PROYECTO DE TESIS	
CARRETERA AFIRMADA	
CARRETERA AFIRMADA	

LOGOTIPO:

UNIVERSIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRES

NORTE:

TESIS :

APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA-PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÑON PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA

UBICACION:

PIÑON, CHOTA, CAJAMARCA

FECHA:

OCTUBRE 2019

FACULTAD:

INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA :

INGENIERÍA CIVIL

TESISTAS :

CORONEL TENORIO, RONY HELI HOYOS ESTELA, OSNAR

CONTENIDO :

PLANO DE UBICACIÓN

ESCALA :

INDICADA

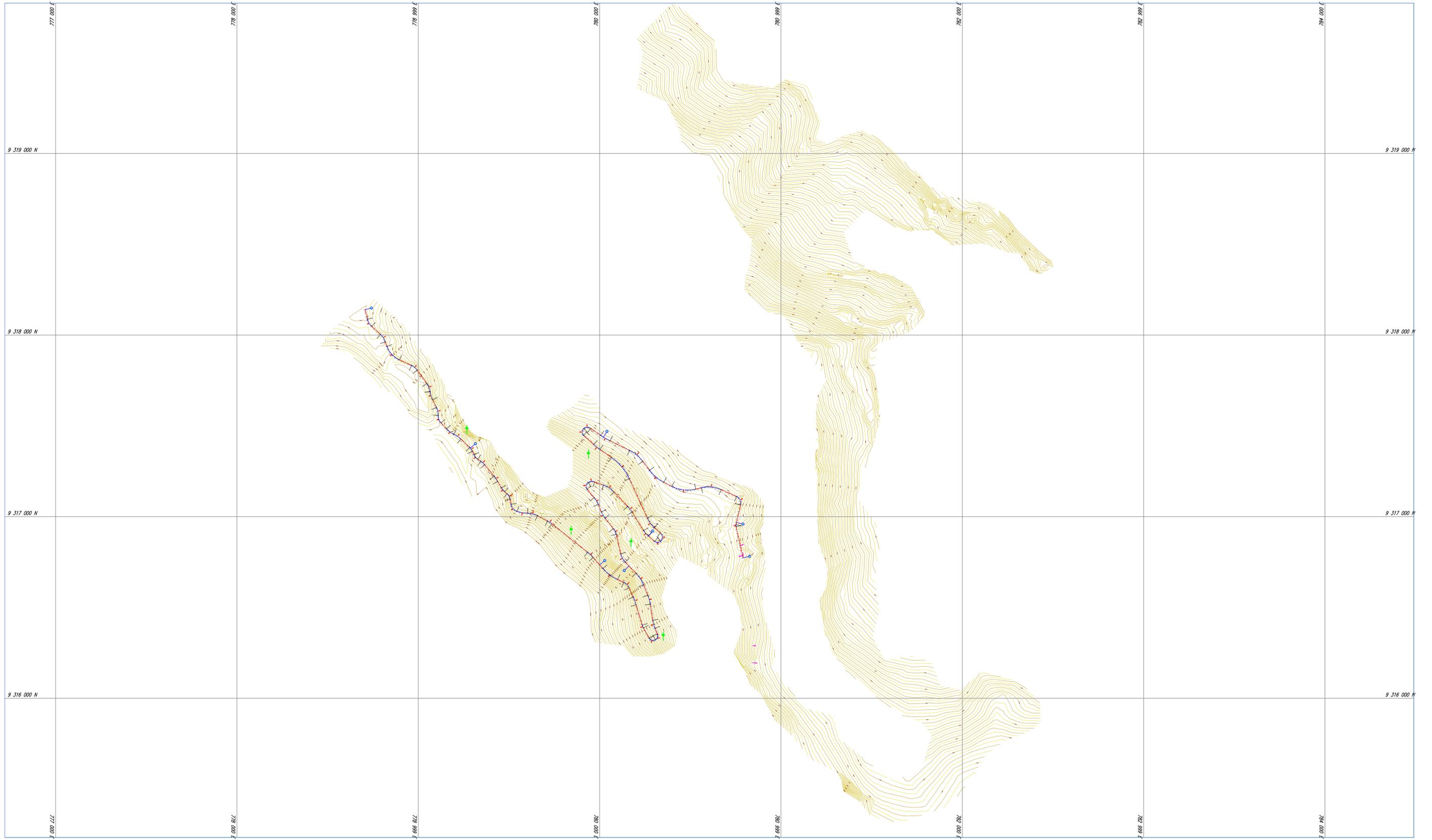
FUENTE:

DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES

Nº DE LAMINA

P.U

1/1



LOGOTIPO:

UNIVERSIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRES

NORTE:

TESIS :

APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO
 KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA-
 PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN
 PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA

CONTENIDO :

PLANO CURVAS DE NIVEL

UBICACION:
 PIÓN, CHOTA, CAJAMARCA

FACULTAD:
 INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA :
 INGENIERÍA CIVIL

TESISTAS :
 CORONEL TENORIO, RONY HELI
 HOYOS ESTELA, OSNAR

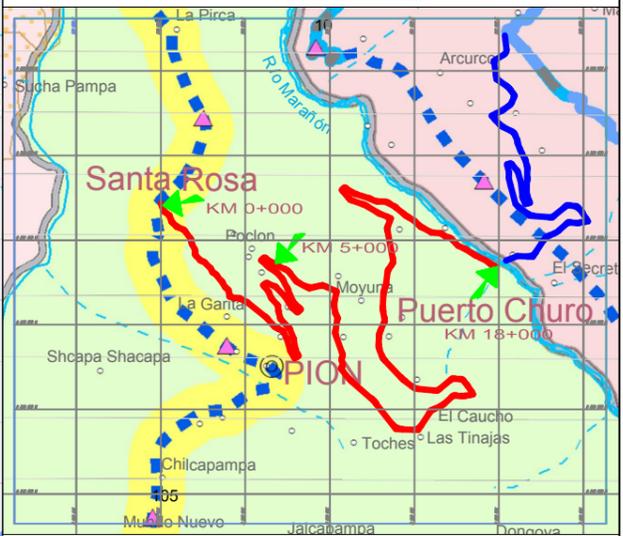
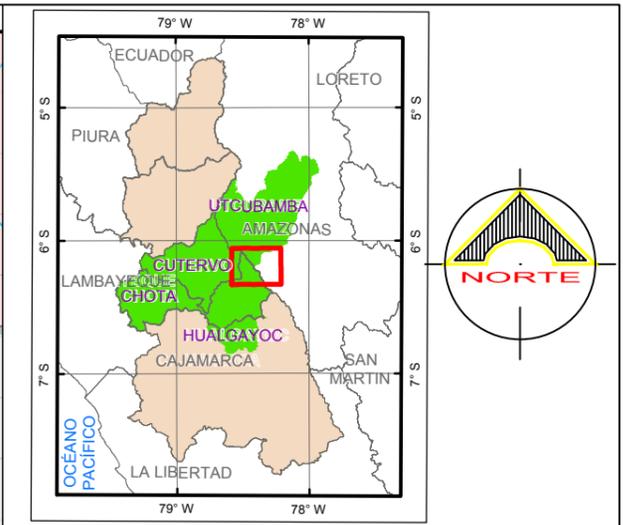
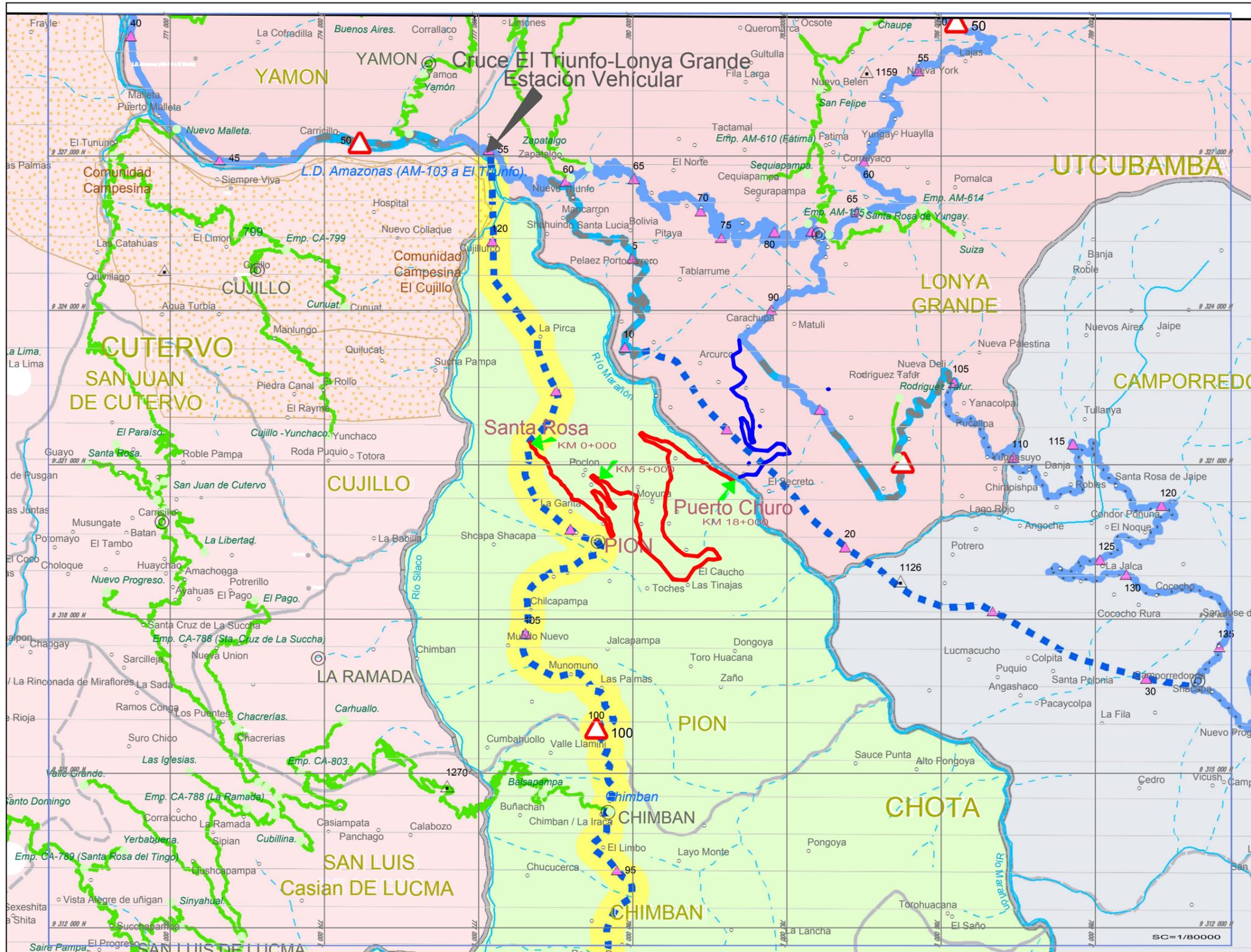
FECHA :
 OCTUBRE 2019

ESCALA :
 INDICADA

FUENTE:
 MPDP

Nº DE LAMINA

CDN
1/1



LEYENDA	
CARRETERA AFIRMADA	
RIOS Y QUEBRADAS	
PROYECTO DE TESIS	
CARRETERA AFIRMADA	
CARRETERA AFIRMADA	

LOGOTIPO:

UNIVERSIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRES

NORTE:

TESIS:

APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA-PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PÍON PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA

UBICACION:

PÍON, CHOTA, CAJAMARCA

FECHA:

OCTUBRE 2019

FACULTAD:

INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA:

INGENIERÍA CIVIL

TESISTAS:

CORONEL TENORIO, RONY HELI HOYOS ESTELA, OSNAR

CONTENIDO:

PLANO DE ESTACIÓN VEHICULAR

ESCALA:

INDICADA

FUENTE:

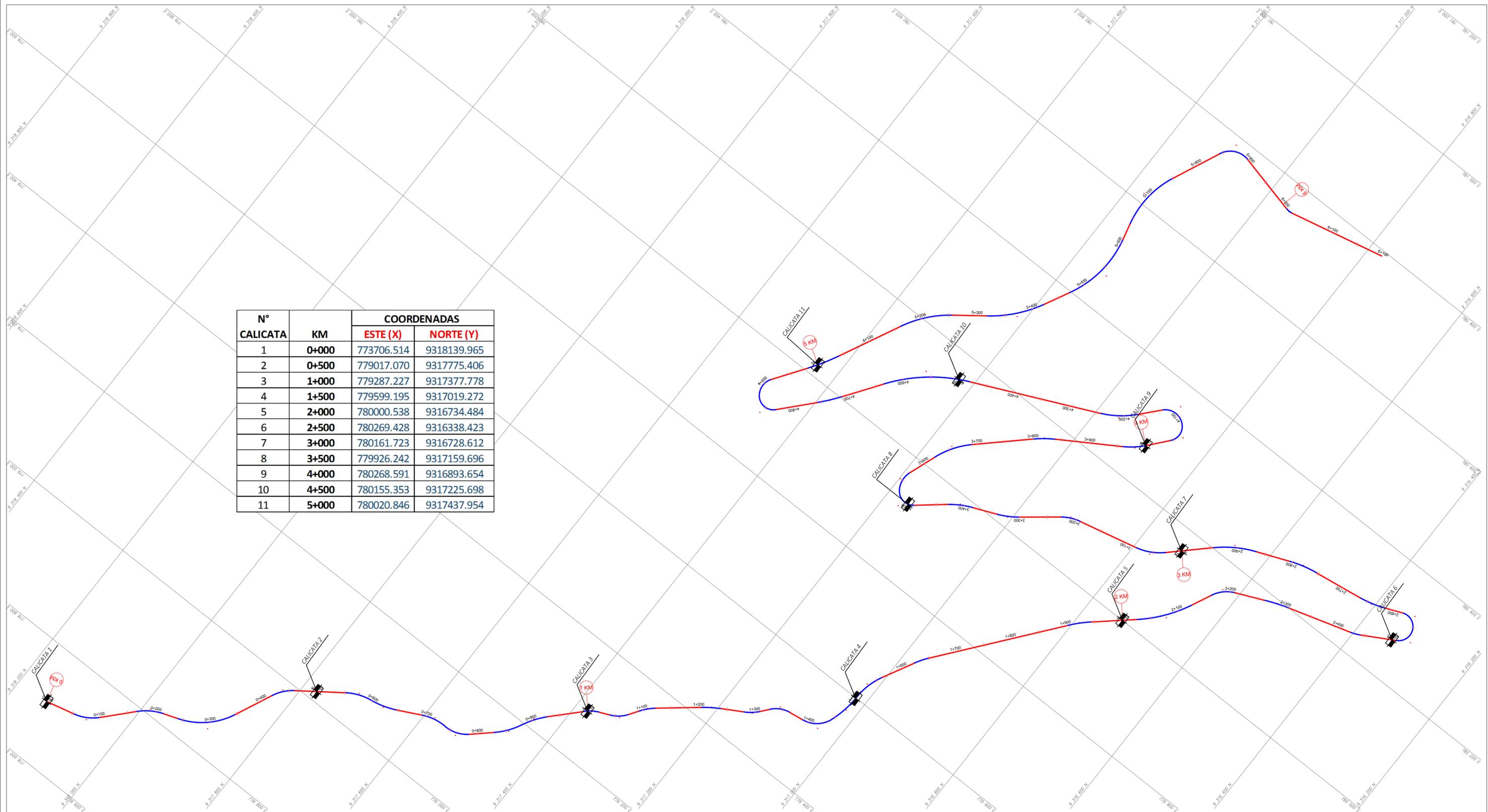
DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES

Nº DE LAMINA

E.V

1/1

N° CALICATA	KM	COORDENADAS	
		ESTE (X)	NORTE (Y)
1	0+000	773706.514	9318139.965
2	0+500	779017.070	9317775.406
3	1+000	779287.227	9317377.778
4	1+500	779599.195	9317019.272
5	2+000	780000.538	9316734.484
6	2+500	780269.428	9316338.423
7	3+000	780161.723	9316728.612
8	3+500	779926.242	9317159.696
9	4+000	780268.591	9316893.654
10	4+500	780155.353	9317225.698
11	5+000	780020.846	9317437.954



LOGOTIPO:

UNIVERSIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRES

NORTE:

TESIS :

APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO
 KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA-
 PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN
 PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA

CONTENIDO :

CALICATAS
 0+000 - 5+000

UBICACION:
 PIÓN, CHOTA, CAJAMARCA

FACULTAD:
 INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA :
 INGENIERÍA CIVIL

TESISTAS :
 CORONEL TENORIO, RONY HELI
 HOYOS ESTELA, OSNAR

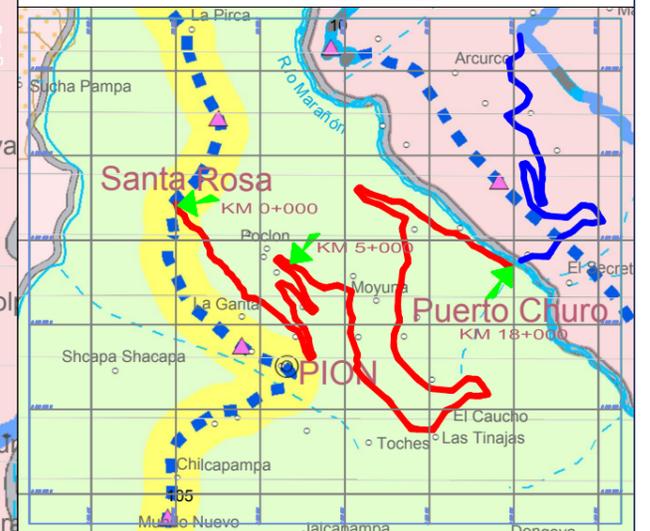
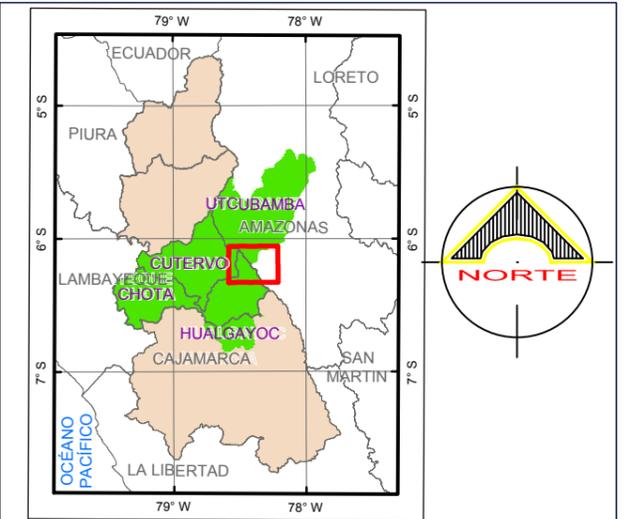
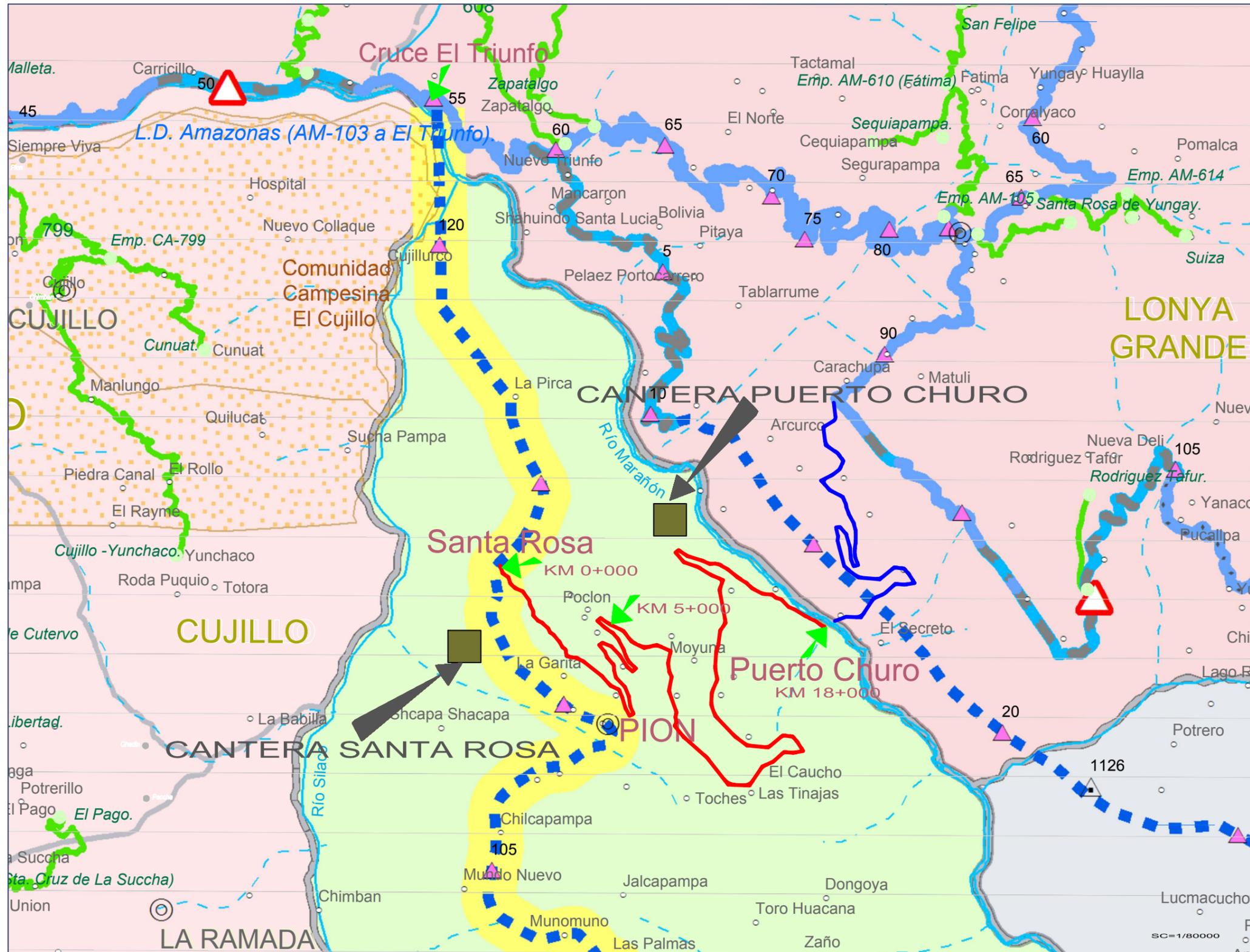
FECHA :
 OCTUBRE 2019

ESCALA :
 1/2500

FUENTE:
 MPDP

N° DE LAMINA

PC
 1/1



LOGOTIPO:

UNIVERSIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRES

NORTE:

TESIS:

APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA-PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÑON PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA

UBICACION:

PIÑON, CHOTA, CAJAMARCA

FECHA:

OCTUBRE 2019

FACULTAD:

INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA:

INGENIERÍA CIVIL

TESISTAS:

CORONEL TENORIO, RONY HELI HOYOS ESTELA, OSNAR

CONTENIDO:

PLANO DE CANTERAS

ESCALA:

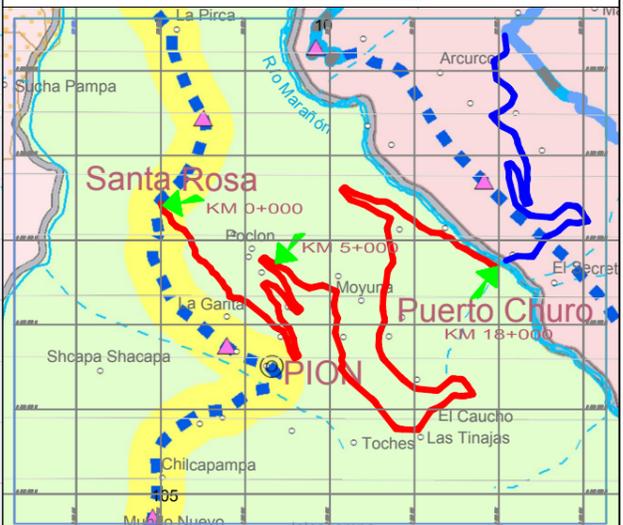
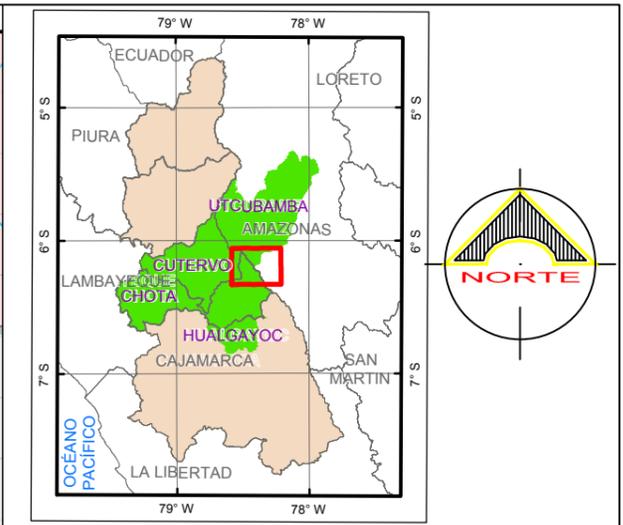
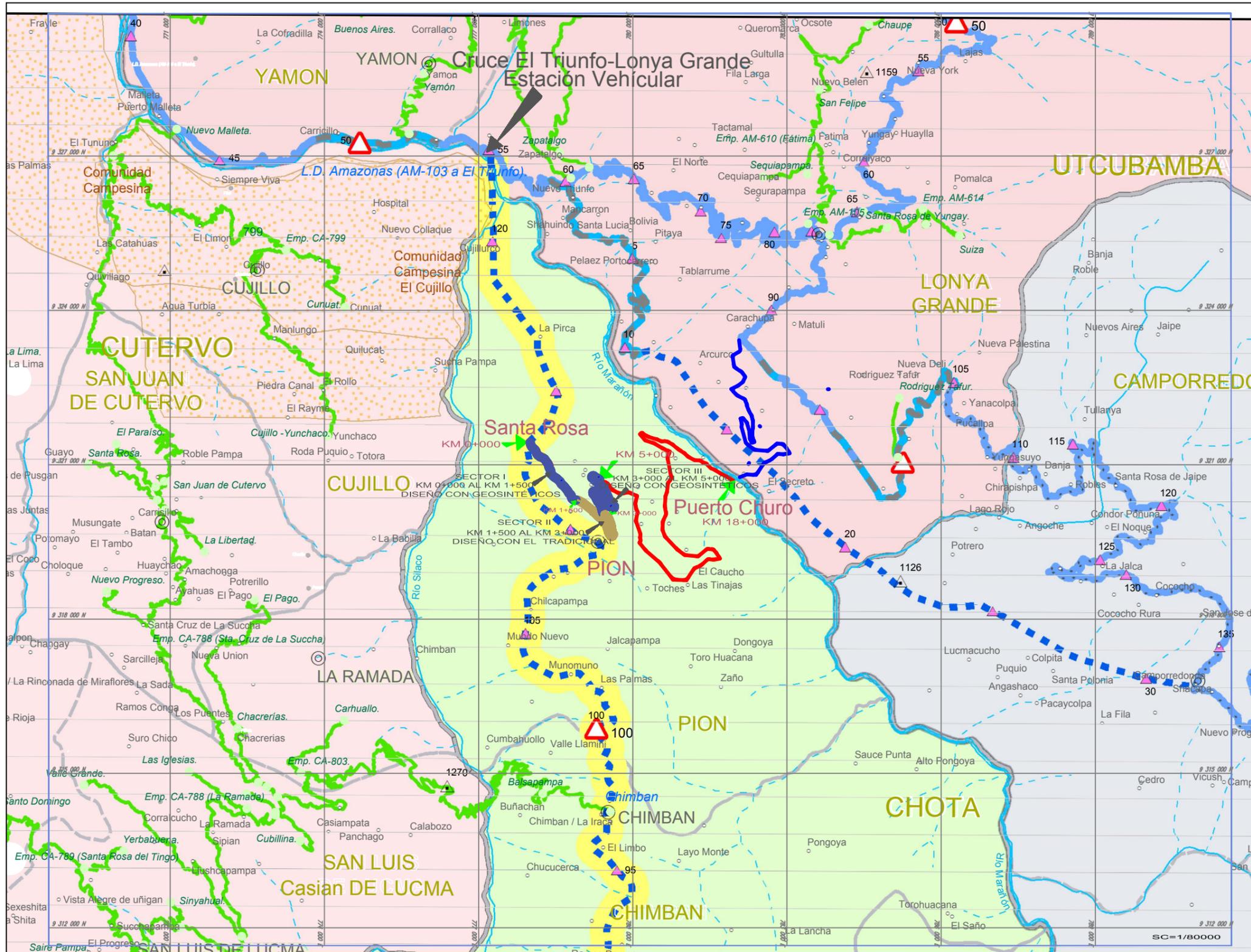
INDICADA

FUENTE:

DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES

Nº DE LAMINA

P.C
1/1



LOGOTIPO:

UNIVERSIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRES

NORTE:

TESIS:

APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA-PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÑON PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA

UBICACION:

PIÑON, CHOTA, CAJAMARCA

FECHA:

OCTUBRE 2019

FACULTAD:

INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA:

INGENIERÍA CIVIL

TESISTAS:

CORONEL TENORIO, RONY HELI HOYOS ESTELA, OSNAR

CONTENIDO:

PLANO TRAMO DE DISEÑO

ESCALA:

INDICADA

FUENTE:

DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES

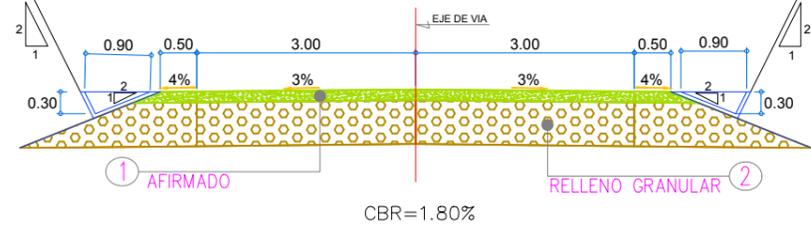
Nº DE LAMINA

T.D

1/1

DISEÑO MÉTODO TRADICIONAL

SECCIÓN TIPO KM 0+000.00 - KM 1+500.00

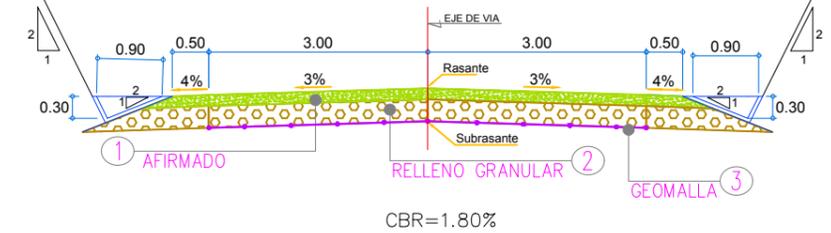


- ① *AFIRMADO, ESPESOR DE 0.15m.
- ② *RELLENO GRANULAR, ESPESOR DE 0.55m.

DISEÑO DEL SECTOR I

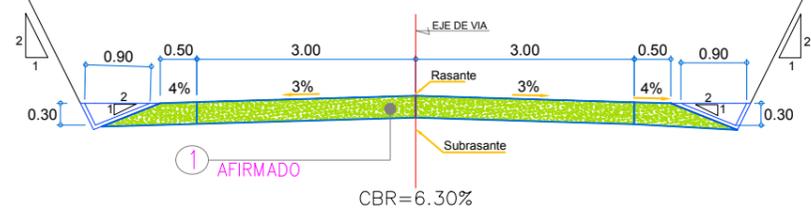
DISEÑO CON GEOSINTÉTICOS

SECCIÓN TIPO KM 0+000.00 - KM 1+500.00



- ① *AFIRMADO, ESPESOR DE 0.15m.
- ② *RELLENO GRANULAR, ESPESOR DE 0.30m.
- ③ *GEOMALLA TRIAXIAL TX 140

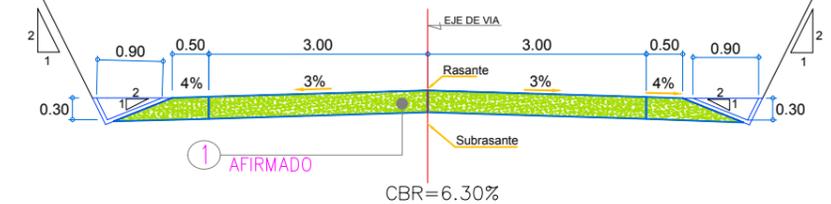
SECCIÓN TIPO KM 1+500.00 - KM 3+000.00



- ① *AFIRMADO, ESPESOR DE 0.30m.

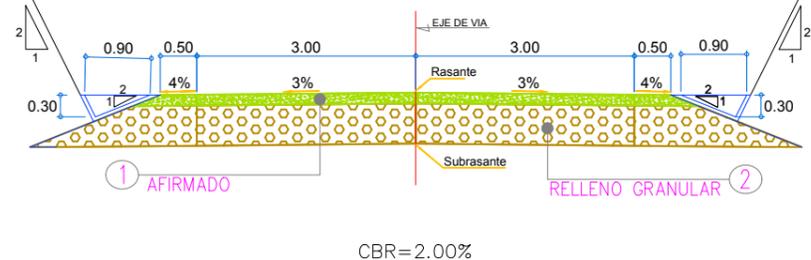
DISEÑO DEL SECTOR II

SECCIÓN TIPO KM 1+500.00 - KM 3+000.00



- ① *AFIRMADO, ESPESOR DE 0.30m.

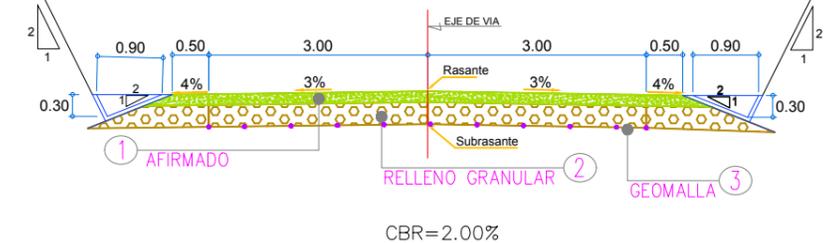
SECCIÓN TIPO KM 3+000.00 - KM 5+000.00



- ① *AFIRMADO, ESPESOR DE 0.15m.
- ② *RELLENO GRANULAR, ESPESOR DE 0.55m.

DISEÑO DEL SECTOR III

SECCIÓN TIPO KM 3+000.00 - KM 5+000.00



- ① *AFIRMADO, ESPESOR DE 0.15m.
- ② *RELLENO GRANULAR, ESPESOR DE 0.30m.
- ③ *GEOMALLA TRIAXIAL TX 140

LOGOTIPO:



UNIVERSIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRES

NORTE:



TESIS:

APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO
KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA-
PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN
PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA

UBICACION:

PIÓN, CHOTA, CAJAMARCA

FECHA:

OCTUBRE 2019

FACULTAD:

INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA:

INGENIERÍA CIVIL

TESISTAS:

CORONEL TENORIO, RONY HELI
HOYOS ESTELA, OSNAR

CONTENIDO:

SECCIONES TÍPICAS

ESCALA:

INDICADA

FUENTE:

ELABORACIÓN PROPIA

Nº DE LAMINA

S.T
1/1

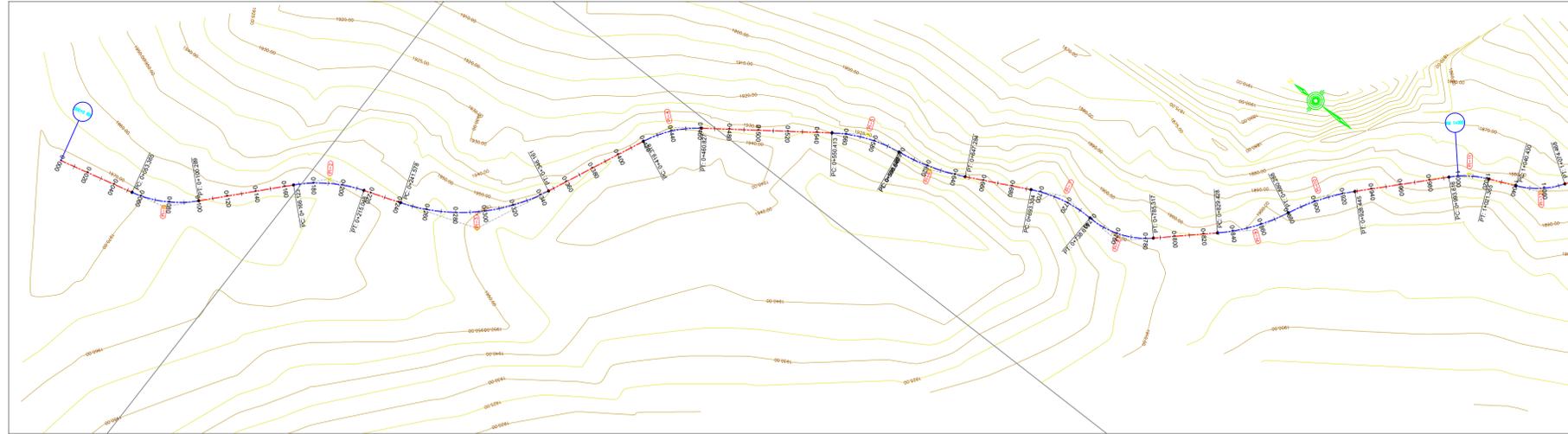
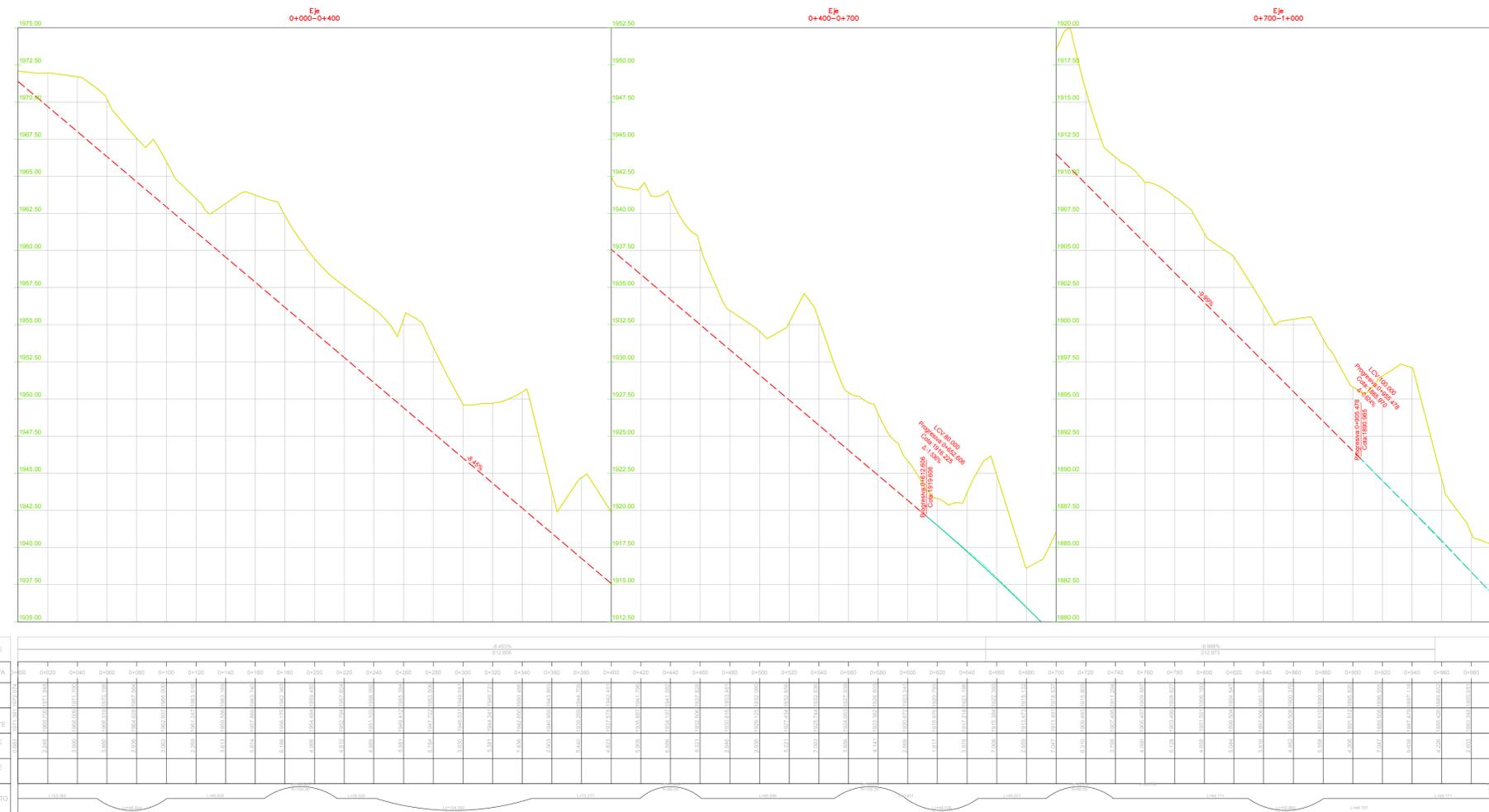


Tabla de Elementos de Curva									
N° PI	Prog.PC	Prog.PI	Prog.PT	Radio	Long.Curva	Cuerda	Tangente	Externo	Ang.Deflexión
PI-1	0+053.365	0+077.523	0+100.289	80.00	46.924	46.255	24.159	3.568	33°36'26"
PI-2	0+166.123	0+191.086	0+215.048	100.00	48.925	48.438	24.962	3.068	28°01'54"
PI-3	0+241.578	0+296.885	0+346.161	130.00	104.583	101.786	55.307	11.276	46°05'37"
PI-4	0+419.378	0+440.579	0+460.827	80.00	41.449	40.987	21.201	2.762	29°41'08"
PI-5	0+550.413	0+575.009	0+598.647	100.00	48.234	47.768	24.596	2.980	27°38'11"
PI-6	0+598.648	0+623.180	0+647.284	150.00	48.636	48.423	24.533	1.993	18°34'39"
PI-7	0+693.304	0+716.451	0+738.615	90.00	45.310	44.833	23.146	2.929	28°50'44"
PI-8	0+738.615	0+763.221	0+785.317	60.00	46.702	45.532	24.606	4.849	44°35'49"
PI-9	0+829.428	0+855.187	0+880.288	130.00	50.860	50.537	25.760	2.528	22°24'58"
PI-10	0+880.288	0+904.576	0+928.445	150.00	48.157	47.950	24.287	1.954	18°23'41"

LEYENDA

- CURVAS MAYOR
- CURVAS MENOR
- BENCH MARK - BM
- ALCANTARILLA - ESTRUCTURA
- EJE PROYECTADO

PLANTA
ESCALA: 1/2000



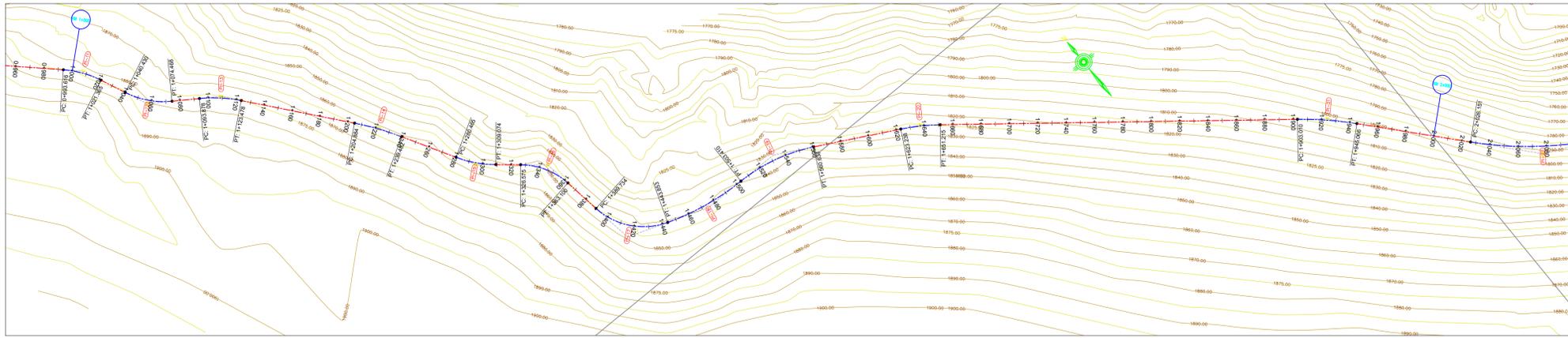
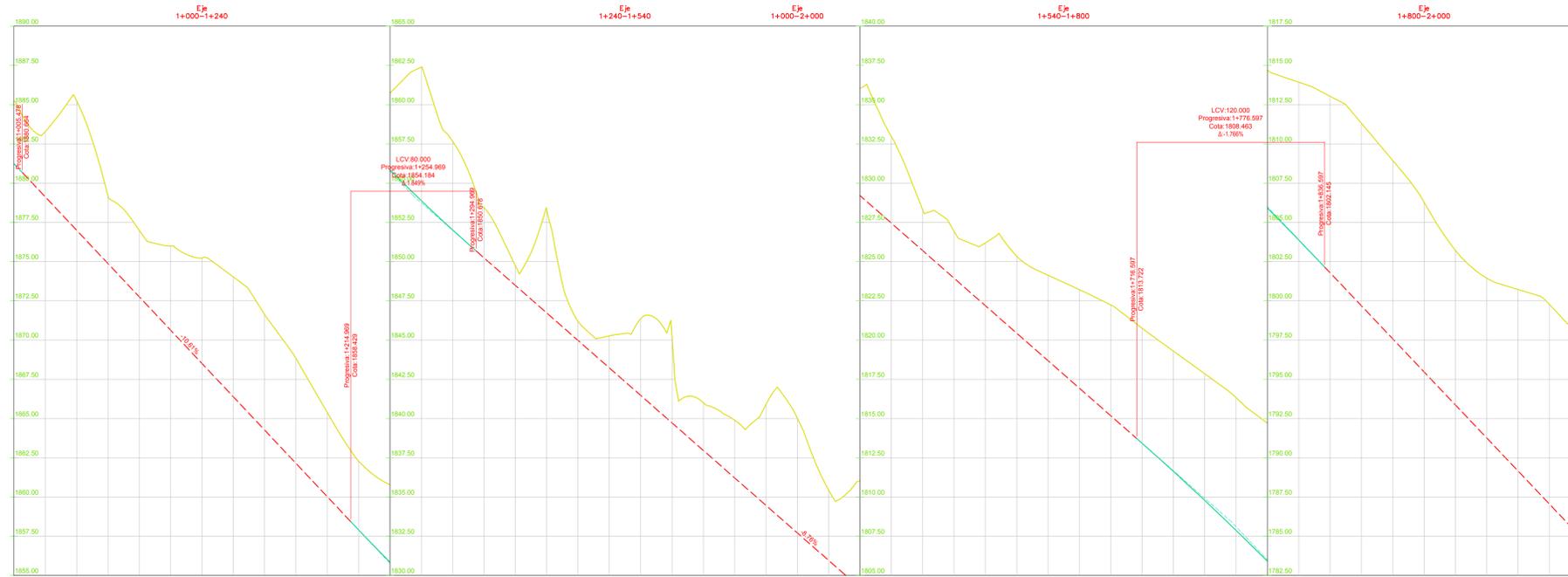


Tabla de Elementos de Curva

N° PI	Prog.PC	Prog.PI	Prog.PT	Radio	Long.Curva	Cuerdo	Tangente	Externo	Ang.Deflexión
PI-11	0+993.616	1+007.675	1+021.365	70.00	27.748	27.567	14.059	1.398	22°42'44"
PI-12	1+040.430	1+057.921	1+074.468	60.00	34.038	33.583	17.491	2.497	32°30'14"
PI-13	1+093.878	1+108.787	1+123.478	100.00	29.601	29.493	14.909	1.105	16°57'36"
PI-14	1+204.884	1+222.222	1+239.482	210.00	34.598	34.559	17.338	0.715	9°26'22"
PI-15	1+280.465	1+294.924	1+309.074	80.00	28.609	28.457	14.459	1.296	20°29'22"
PI-16	1+326.575	1+345.695	1+363.100	50.00	36.524	35.718	19.120	3.531	41°51'14"
PI-17	1+389.734	1+419.787	1+443.853	50.00	54.120	51.516	30.053	8.337	62°00'59"
PI-18	1+443.853	1+473.906	1+503.410	180.00	59.556	59.285	30.053	2.492	18°57'26"
PI-19	1+503.410	1+532.579	1+560.638	120.00	57.228	56.687	29.169	3.494	27°19'28"
PI-20	1+623.238	1+637.268	1+651.215	150.00	27.977	27.936	14.029	0.655	10°41'11"
PI-21	1+903.010	1+924.092	1+945.066	240.00	42.056	42.002	21.082	0.924	10°02'24"

PLANTA
ESCALA: 1/2000

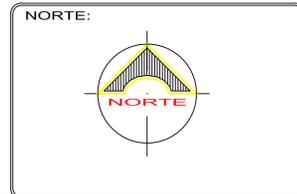


LEYENDA

- CURVAS MAYOR
- CURVAS MENOR
- BENCH MARK - BM
- ALCANTARILLA - ESTRUCTURA
- EJE PROYECTADO

PENDIENTE	-10.00%										-6.76%										-10.00%									
	200.460										431.820										638.351									
PROGRESIVA	0+000	1+000	1+050	1+100	1+150	1+200	1+250	1+300	1+350	1+400	1+450	1+500	1+550	1+600	1+650	1+700	1+750	1+800	1+850	1+900	1+950	2+000								
COTA DE TERRENO	1885.00	1887.50	1885.00	1882.50	1880.00	1877.50	1875.00	1872.50	1870.00	1867.50	1865.00	1862.50	1860.00	1857.50	1855.00	1852.50	1850.00	1847.50	1845.00	1842.50	1840.00	1837.50	1835.00							
COTA DE BARRANTE	1885.00	1887.50	1885.00	1882.50	1880.00	1877.50	1875.00	1872.50	1870.00	1867.50	1865.00	1862.50	1860.00	1857.50	1855.00	1852.50	1850.00	1847.50	1845.00	1842.50	1840.00	1837.50	1835.00							
COTA DE SUBRASANTE	1885.00	1887.50	1885.00	1882.50	1880.00	1877.50	1875.00	1872.50	1870.00	1867.50	1865.00	1862.50	1860.00	1857.50	1855.00	1852.50	1850.00	1847.50	1845.00	1842.50	1840.00	1837.50	1835.00							
ALTURA DE CORTE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00								
ALTURA DE RELLENO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00								
ALINEAMIENTO																														

PERFILLONGITUDINAL
EH: 1/200 EV: 1/200



TESIS :

APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO
KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA-
PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN
PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA

CONTENIDO :

PLANTA - PERFIL LONGITUDINAL
1+000 - 2+000

UBICACION:
PIÓN, CHOTA, CAJAMARCA

FACULTAD:
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA :
INGENIERÍA CIVIL

TESISTAS :
CORONEL TENORIO, RONY HELI
HOYOS ESTELA, OSNAR

FECHA :
OCTUBRE 2019

ESCALA :
INDICADA

FUENTE:
MPDP

N° DE LAMINA
P-PL
2/5

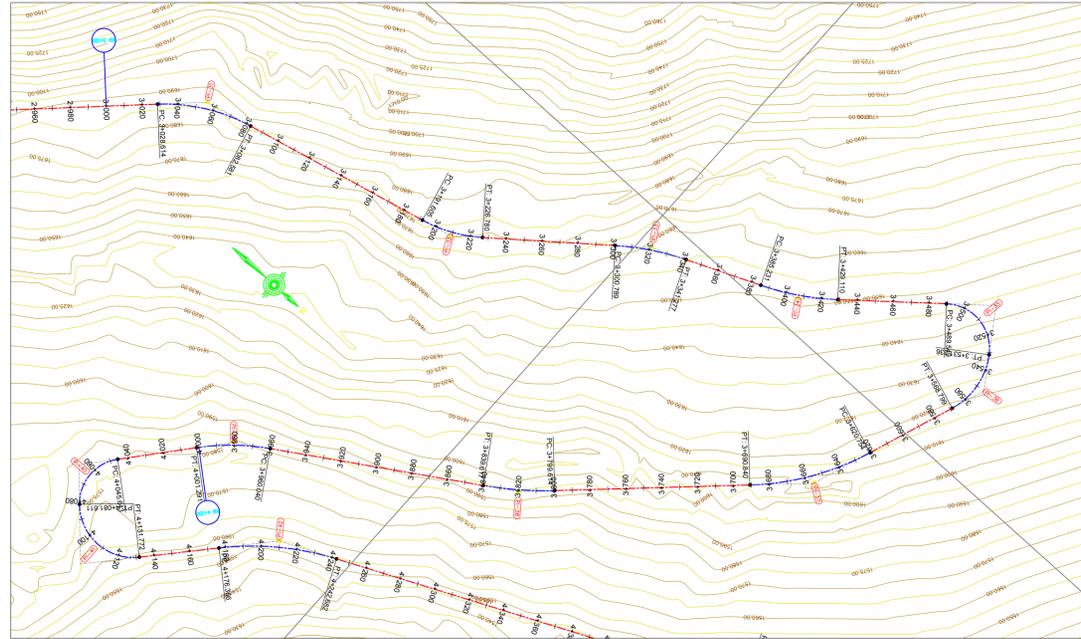
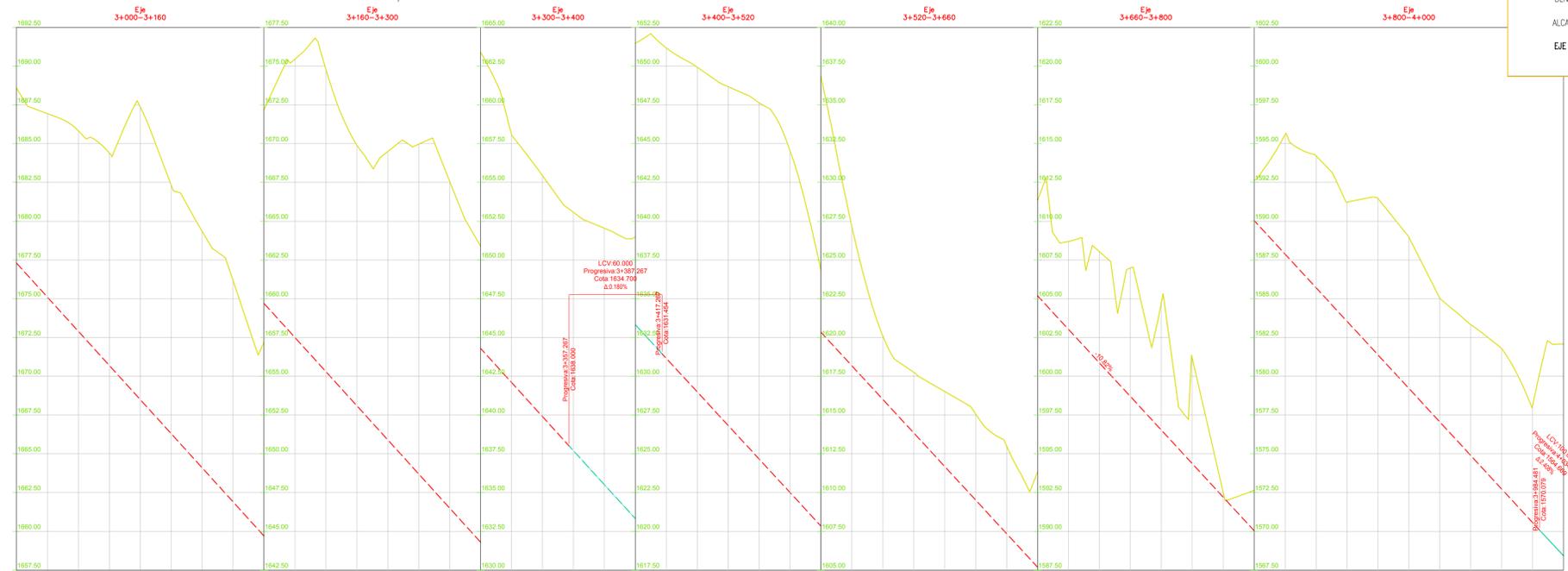


Tabla de Elementos de Curva									
N° PI	Prog.PC	Prog.PI	Prog.PT	Radio	Long.Curva	Cuerda	Tangente	Externa	Ang.Deflexión
PI-31	3+028.614	3+056.272	3+082.581	100.00	53.967	53.315	27.658	3.754	30°55'15"
PI-32	3+191.605	3+209.482	3+226.780	80.00	35.175	34.893	17.877	1.973	25°11'33"
PI-33	3+300.789	3+321.156	3+341.277	150.28	40.488	40.366	20.367	1.374	15°26'11"
PI-34	3+385.231	3+407.328	3+429.110	150.00	43.879	43.723	22.098	1.619	16°45'39"
PI-35	3+489.549	3+517.202	3+531.336	25.00	41.788	37.090	27.654	12.279	95°46'13"
PI-36	3+531.336	3+551.569	3+568.799	40.00	37.462	36.108	20.232	4.826	53°39'40"
PI-37	3+620.754	3+656.449	3+690.840	150.00	70.086	69.450	35.695	4.189	26°46'15"
PI-38	3+799.614	3+819.682	3+839.617	200.00	40.003	39.936	20.068	1.004	11°27'36"
PI-39	3+960.040	3+980.840	4+001.291	130.00	41.251	41.078	20.800	1.654	18°10'51"

PLANTA
ESCALA: 1/2000

LEYENDA

- CURVAS MAYOR
- CURVAS MENOR
- BENCH MARK - BM
- ALCANTARILLA - ESTRUCTURA
- EJE PROYECTADO



PENDIENTE	-11.000%		-10.800%	
PROGRESIVA	3+000	3+400	3+000	3+400
COTA DE TERRENO	1687.50	1677.50	1665.00	1652.50
COTA DE RASANTE	1677.50	1667.50	1655.00	1642.50
COTA DE SUBRASANTE	1667.50	1657.50	1645.00	1632.50
ALTURA DE CORTE	10.00	10.00	10.00	10.00
ALTURA DE RELLENO	0.00	0.00	0.00	0.00
ALINEAMIENTO	L.000.000		L.000.000	

PERFILLONGITUDINAL
EH: 1/200 EV: 1/200

LOGOTIPO:

UNIVERSIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRES

NORTE:

TESIS :

APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DEL TRAMO KM 0+000 AL KM 5+000 DE LA CARRETERA SANTA ROSA-PUERTO CHURO UBICADO EN EL DISTRITO DE PIÓN PROVINCIA DE CHOTA DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA

CONTENIDO :

PLANTA - PERFIL LONGITUDINAL 3+000 - 4+000

UBICACION: PIÓN, CHOTA, CAJAMARCA

FACULTAD: INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL

TESISTAS : CORONEL TENORIO, RONY HELI HOYOS ESTELA, OSNAR

FECHA : OCTUBRE 2019

ESCALA : INDICADA

FUENTE: MPDP

N° DE LAMINA

P-PL
4/5

