

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE PAVIMENTO RÍGIDO
Y FLEXIBLE DE LAS VÍAS ALTERNAS CARRETERA MARGINAL
TRAMO OVALO RONDERO - BAJO PORTILLO, SATIPO

PRESENTADO POR:

Bach. Consuelo Francisca, Vilchez Alva

PARA OPTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

HUANCAYO-PERÚ

2020

HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS

DR. CASIO AURELIO TORRES LOPEZ
PRESIDENTE

PH.D. MOHAMED MHEDI HADI MOHAMED
JURADO

M.Sc. JULIO CESAR LLALLICO COLCA
JURADO

ING. CARLOS GERARDO FLORES ESPINOZA
JURADO

MG. MIGUEL ANGEL CARLOS CANALES
SECRETARIO DOCENTE

DEDICATORIA

Dedico a mi familia, a mi esposo Andrés, a mi hija Aisha, a mis padres Inés y Eduardo, a mis hermanas Gledy, Lucy y Lourdes, a Dios por iluminar mis sueños y metas.

Consuelo Francisca Vilchez
Alva

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Peruana los Andes , por brindarme educación de calidad en el campo de la Ingeniería Civil.

A mis docentes de la Facultad de Ingeniería Civil , los que desinteresadamente vertieron sus aportes a este trabajo de investigación.

A mis padres Inés y Eduardo por la constante entrega de amor y guía en el logro de mis sueños, mis hermanas y a mi familia con su consideración en todo momento.

A mis colegas de trabajo, a mis compañeros de estudio que contribuyeron en mi formación profesional.

A mi esposo por su encomiable labor y el esfuerzo en ayudar a los procesos de la ejecución de este trabajo de investigación.

A mis asesores por brindarme una guía y permitir que este trabajo se culmine en forma oportuna y en forma completa.

Consuelo Francisca Vilchez Alva

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE.....	v
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xv
RESUMEN.....	xviii
ABSTRAC	xix
INTRODUCCIÓN	xx
CAPITULO I	22
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	22
1.1 Problema.....	24
1.1.1 Problema general	24
1.1.2 Problema específico	24
1.2 Objetivo	24
1.2.1 Objetivo general	24
1.2.2 Objetivo específico	24
1.3 Justificación	24
1.4 “Delimitación de la investigación”	26
1.4.1 “Delimitación Espacial”	26
1.4.2 Delimitación Temporal	26
CAPITULO II: MARCO TEORICO	27
2.1 “Antecedentes”	27

2.1.1	Nacional	27
2.1.2	Internacional.....	28
2.2	Marco conceptual.....	28
2.2.1	Pavimento	28
2.2.2	Características que debe reunir un pavimento	29
2.2.3	Clasificación de Pavimentos.....	30
2.2.3.1	Pavimentos flexibles.	32
2.2.3.2	Pavimento rígido	32
2.2.4	Datos para el diseño.....	32
2.2.4.1	Estudio de tráfico	32
2.2.4.2	Estimación de la tasa de crecimiento	33
2.2.4.3	Factores destructivos.....	33
2.2.4.4	Diseño del tráfico	34
2.2.4.5	La mecánica de suelos y estudio de las Canteras.....	34
2.2.4.5.1	Caracterización de la Sub rasante	35
2.2.4.5.2	Registro de Excavación	36
2.2.4.5.3	Descripción de los Suelos.....	37
2.2.4.5.4	Ensayo de granulometría.....	41
2.2.4.5.5	Límites de Atterberg.....	41
2.2.4.5.6	Equivalente de arena	42
2.2.4.5.7	Índice de grupo.....	43
2.2.4.5.8	Humedad natural	43
2.2.4.5.9	Ensayo de compactación Proctor modificado	44
2.2.4.5.10	Ensayo CBR (ensayo de valor de soporte de California)	44
2.2.4.5.11	Estudio de canteras de suelo	46
2.2.4.5.12	Fuentes de agua	49

2.2.4.6	Estudios hidrológicos	49
2.3	Definición de Términos Básicos	49
CAPITULO III: METODOLOGÍA”		52
3.1	Tipo de estudio”	52
3.2	Nivel de estudio	52
3.3	Diseño de estudio	52
3.4	Técnica e instrumentos de recolección y análisis de datos	53
3.4.1	Técnicas	53
3.4.2	Instrumentos	54
3.4.3	Equipos y herramientas	54
3.4.4	Análisis de datos	54
CAPITULO IV: DESARROLLO DEL INFORME		55
4.1	RESULTADOS	55
4.1.1	“Estudio de Tráfico”	55
4.1.1.1	Situación Actual	55
4.1.1.2	Metodología - Trabajo de Campo	56
4.1.1.3	Cálculo del índice medio diario anual	59
4.1.1.4	Factor de Crecimiento Acumulado (Fca)	60
4.1.1.5	Cálculo del Factor de Distribución Direccional (Fd) y de Carril (Fc):	61
4.1.1.6	Cálculo de Factores de Ejes Equivalentes (E.E) y Factor Vehículo Pesado (Fvp)	62
4.1.1.7	Factor de Ajuste por Presión de Neumáticos (Fp)	66
4.1.1.8	Cálculo de EE día-carril	66
4.1.1.9	Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 tn	68
4.1.2	Estudio de mecánica de suelos y canteras	70
ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS		74

DESCRIPCIÓN DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO:	75
4.1.2.1 Sectorización del Tramo	113
4.1.2.2 Estabilización por sustitución de suelos.	116
4.1.2.3 Subbase granular	117
4.1.2.4 Base granular	118
4.1.2.5 Canteras	120
4.1.2.5.1 Cantera Rio Satipo.	120
4.1.2.5.2 Cantera Coviriali	121
4.1.2.5.3 Evaluación de canteras	121
4.1.3 Estudio Hidrológico	124
4.1.3.1 Temperatura	124
4.1.3.2 Humedad Relativa	125
4.1.3.3 Cantidad de días lluviosos al mes	125
4.1.3.4 Precipitación Total Mensual y Precipitación en 24 horas (mm)	126
4.1.4 Diseño de Pavimento Rígido por el Método ASSHTO 93	126
4.1.4.1 Parámetros de diseño	127
4.1.4.2 Calculo del espesor de la losa de diseño, D (pulg)	137
4.1.4.3 Diseño de Juntas Longitudinales, Juntas Transversales, y Barras de amarre 142	
Junta Longitudinal	142
4.1.4.4 Sellado de Juntas	146
4.1.5 Diseño de Pavimento Flexible por el Método ASSHTO 93	146
4.1.5.1 Parámetros de Diseño	147
4.1.6 Análisis Económico	162
4.1.6.1 Análisis de precios unitarios para el pavimento rígido	162
4.1.6.2 Presupuesto para el Pavimento Rígido	166

4.1.6.3	Análisis de Precios unitarios para el Pavimento Flexible	167
4.1.6.4	Presupuesto para el Pavimento Flexible	170
4.1.6.5	Mantenimiento de Ambas Alternativas y su Proyección de Costos	171
4.2	Discusión de Resultado	172
	CONCLUSIONES	175
	RECOMENDACIONES	177
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	178
	ANEXOS	180
	Anexo 01: Seguridad vial	181
	Anexo 02: inventario vial	189
	Anexo 03: Estudio de suelos	198
1.	GENERALIDADES	198
1.1	OBJETO:	198
1.2	NORMAS TÉCNICAS:	198
2.	ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS	199
2.1	INTRODUCCIÓN:	199
2.2	OBJETIVO	200
2.3	UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO:	200
2.4	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:	200
2.5	EXTENSIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	201
2.6	METODOLOGÍA DEL ESTUDIO	201
2.7	ESTUDIO DE SUELOS	201
2.7.1	INVESTIGACIÓN DE CAMPO	202
2.7.1.1	EXCAVACIÓN DE CALICATAS	202
2.7.1.2	MUESTRAS EXTRAÍDAS	202
2.8	GEOLOGÍA	203

3.	RESUMEN DE ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS REALIZADOS	204
3.1	GEOTECNIA DE LA ZONA DE ESTUDIO	206
3.1.1	REALIZACIÓN DE CALICATAS	206
3.1.2	CALICATAS EXPLORATORIAS:	207
3.1.3	ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS	208
3.1.4	DESCRIPCIÓN DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO:	208
4.	MEJORAMIENTO DE SUELOS	216
4.1	CRITERIOS PARA DETERMINAR SUELOS INADECUADOS	217
4.1.1	VALORACIÓN DEL SUELO DE SUB RASANTE	217
4.1.2	CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR)	218
	Anexo 04: Resultados de los estudios de cantera por el Laboratorio del MTC ..	220
	Anexo 05: Sección de vía	252
	Anexo 06: Perfil estratigráfico	253
	Anexo 07: cotización de equipos	254
	Anexo 08. Factores de corrección de vehículos ligeros por unidad de peaje - Promedio (2010-2016)	255
	Anexo 09. Factores de corrección de vehículos pesados por unidad de peaje - Promedio (2010-2016)	257
	Anexo 10. Tasa de crecimiento de vehículos pesados.	260
	Anexo 11. Abaco para factor de Tiempo	261
	Anexo 12. Monograma para el cálculo de porosidad efectiva (Ne)	262

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Numero de calicatas para exploraciones de suelo _____	35
Tabla 2: Numero de ensayos Mr y CBR _____	37
Tabla 3: signos convencionales para perfil de calicatas – Clasificación AASHTO _____	38
Tabla 4: Signos convencionales para perfil de calicatas – Clasificación SUCS. _____	38
Tabla 5: Correlación de tipos de suelos AASHTO - SUCS _____	39
Tabla 6: Clasificación de los suelos basada en AASHTO M 145 y/o ASTM D 3282 _____	40
Tabla 7: clasificación de suelos según tamaño de partículas _____	41
Tabla 8: clasificación de suelos según índice de plasticidad. _____	42
Tabla 9: clasificación de suelos según equivalente de arena. _____	42
Tabla 10: Clasificación de suelos según índice de grupo _____	43
Tabla 11: Categorías de sub rasante _____	45
Tabla 12: Conteo de vehículos en la Estación 01 _____	58
Tabla 13: Clasificación vehicular (veh./día) y su IMD anual _____	59
Tabla 14: Población del distrito del INEI _____	61
Tabla 15: “Tasa de crecimiento para vehículos pesados” _____	61
Tabla 16: “Factores de Distribución Direccional y de Carril para determinar el tránsito en el carril de diseño.” _____	62
Tabla 17: Configuración de los ejes de vehiculos _____	63
Tabla 18 “Relación de las cargas por los Ejes para determinar los Ejes Equivalentes (EE). Para Pavimentos Flexible, Semirrígidos y Afirmados.” _____	64
Tabla 19: “Relación de cargas por los ejes, para determinar los ejes Equivalentes (EE). Para diseño de los Pavimentos Rígidos.” _____	64
Tabla 20: Factor de equivalencia por eje y factor camión para pavimento flexible” _____	65
Tabla 21: “Factor Equivalencia Por Eje Y Factor Camión para Pavimento Rígido” _____	65
Tabla 22: EE carril para pavimento flexible _____	67

Tabla 23: EE carril para pavimento rígido _____	68
Tabla 24: “Ejes equivalentes por cada tipo de vehículo y numero de repeticiones de ejes equivalentes para pavimento flexible _____	69
Tabla 25: Ejes equivalentes por cada tipo de vehículo y número de repeticiones de ejes equivalentes para pavimento rígido. _____	69
Tabla 26: Número de repeticiones de los ejes equivalentes de 8.2 t. para ambos pavimentos	70
Tabla 27: Ensayo estándar de clasificación _____	72
Tabla 28: Caracterización de la subrasante _____	74
Tabla 29: Descripción del material presente para cada subtramo _____	113
Tabla 30: Cuadro de CBR de diseño para cada subtramo _____	114
Tabla 31: Categorías de subrasante _____	115
Tabla 32: Cuadro de CBR de diseño y Módulo Resilente _____	115
Tabla 33: “Requisitos granulométricos de la subbase granular” _____	117
Tabla 34: Requisitos de calidad de la subbase granular _____	118
Tabla 35: Requisitos granulométricos de la base granular _____	118
Tabla 36: Valor Relativo De Soporte, CBR En Base Granular _____	119
Tabla 37: Requerimientos para agregado grueso _____	119
Tabla 38: Requerimientos para agregado fino _____	119
Tabla 39: Características de materiales Cantera Rio Satipo _____	122
Tabla 40: Características de materiales Cantera Coviriali _____	123
Tabla 41: Días de lluvias por mes _____	125
Tabla 42: “Precipitación Total Mensual y Precipitación máxima en 24 horas (mm)” _____	126
Tabla 43: periodo de análisis _____	128
Tabla 44: nivel de confiabilidad R _____	128
Tabla 45: “Valores recomendados de Nivel de confiabilidad (R) y Desviación Estándar Normal (Zr) _____	129
Tabla 46: “Índice de servicialidad Inicial _____	130
Tabla 47: “Índice de servicialidad Inicial _____	130

Tabla 48: Coeficiente de reacción combinado	132
Tabla 49: Calidad de drenaje	135
Tabla 50: Coeficientes de Drenaje de las capas Granulares Cd para pavimentos rígidos	136
Tabla 51: Valores de Coeficiente de Transmisión de Carga J	137
Tabla 52: Resumen de las variables de diseño según el método AASHTO para el pavimento rígido en el tramo I.	137
Tabla 53: Resumen de las variables del diseño con el método AASHTO para el pavimento rígido en el tramo II.	139
Tabla 54: Resumen De Variables de Diseño con el Método AASHTO Para Pavimento Rígido del tramo III.	140
Tabla 55: Resumen de cálculo de espesores de la estructura del pavimento según AASTHO 93	141
Tabla 56: Diámetros y longitud recomendados en pasadores	145
Tabla 57: Resumen de CBR de diseño y Módulo Resilente	148
Tabla 58: Parámetros para el diseño del pavimento flexible según AASHTO 93 para el tramo I	149
Tabla 59: Parámetros para el diseño del pavimento flexible según AASHTO 93 para el tramo II	150
Tabla 60: Parámetros para diseño del pavimento flexible según AASHTO 93 para el tramo III	151
Tabla 61: Resumen de Cálculo de SN requerido según AASTHO 93	152
Tabla 62: Calidad de drenaje	157
Tabla 63: Calidad de drenaje	159
Tabla 64: Coeficientes de drenaje para pavimentos flexibles	160
Tabla 65: Resumen de Cálculo de SN Diseño según AASTHO 93	161
Tabla 66: Presupuesto para el pavimento rígido	166
Tabla 67: Presupuesto para el pavimento flexible	170
Tabla 68: Mantenimiento Rutinario para el Pavimento Rígido	171

Tabla 69: Mantenimiento Rutinario para el Pavimento Flexible	171
Tabla 70: Mantenimiento Periódico para el Pavimento Flexible	172
Tabla 71: Relación de accidentes en la vía de investigación	181
Tabla 72: Accesos e intersecciones en el tramo a intervenir.	184
Tabla 73: Señales Horizontales y de Seguridad.	187
Tabla 74: Inventario vial	194

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: “Composición típica de un pavimento con su elemento estructural”	29
Figura 2: “Principio para la distribución de presiones en los pavimentos”	31
Figura 3: Estructura de un diseño correlacional – causal	52
Figura 4: Ubicación de las estaciones seleccionadas	57
Figura 5: Distribución de Volumen de tránsito	60
Figura 6: registro de excavación	71
Figura 7: Registro de excavación de la calicata 1	83
Figura 8: Registro de excavación de la calicata 2	84
Figura 9: Registro de excavación de la calicata 3	85
Figura 10: Registro de excavación de la calicata 4	86
Figura 11: Registro de excavación de la calicata 5	87
Figura 12: Registro de excavación de la calicata 6	88
Figura 13: Registro de excavación de la calicata 7	89
Figura 14: Registro de excavación de la calicata 8	90
Figura 15: Registro de excavación de la calicata 9	91
Figura 16: Registro de excavación de la calicata 10	92
Figura 17: Registro de excavación de la calicata 11	93
Figura 18: Registro de excavación de la calicata 12	94
Figura 19: perfil estratigráfico de la calicata 13	95
Figura 20: Registro de excavación de la calicata 14	96
Figura 21: Registro de excavación de la calicata 15	97
Figura 22: Registro de excavación de la calicata 16	98
Figura 23: Registro de excavación de la calicata 17	99
Figura 24: Registro de excavación de la calicata 18	100
Figura 25: Registro de excavación de la calicata 19	101
Figura 26: Registro de excavación de la calicata 20	102

Figura 27: Registro de excavación de la calicata 21	103
Figura 28: Registro de excavación de la calicata 22	104
Figura 29: Registro de excavación de la calicata 23	105
Figura 30: Registro de excavación de la calicata 24	106
Figura 31: Registro de excavación de la calicata 25	107
Figura 32: Registro de excavación de la calicata 26	108
Figura 33: Registro de excavación de la calicata 27	109
Figura 34: Registro de excavación de la calicata 28	110
Figura 35: Registro de excavación de la calicata 29	111
Figura 36: Registro de excavación de la calicata 30	112
Figura 37: Promedio de días lluviosos por mes	125
Figura 38: “Correlación CBR y Modulo de Reacción de la subrasante”	131
Figura 39: Determinación del espesor de losa para el Tramo I	138
Figura 40: Determinación del espesor de los para el Tramo II	139
Figura 41: Determinación del espesor de losa para el Tramo III	141
Figura 42: Pavimento rígido y su estructuración según diseño	142
Figura 43: Esquema del Pavimento rígido	146
Figura 44: Determinación del Numero estructural para el Tramo I	150
Figura 45: Determinación del Numero estructural para el Tramo II	151
Figura 46: Determinación del Numero estructural para el Tramo III.	152
Figura 47: Esquema del Numero estructural de un pavimento flexible	153
Figura 48: Valores de coeficientes Estructurales recomendados –Manual MTC 2014	155
Figura 49: Espesores de Estructura para el Pavimento Flexible	161
Figura 50: Vista de Capilla, Progresiva 0+03	182
Figura 51: Vista de Capilla, Progresiva 0+610	183
Figura 52: Vista de Capilla, Progresiva 0+640	183
Figura 53: Vista de Capilla, Progresiva 1+360	183
Figura 54: Vista de Capilla, Progresiva 6+140	183

Figura 55: Vista de Capilla, Progresiva 7+240	184
Figura 56: Vista de Capilla, Progresiva 8+360	184
Figura 57: Ingreso a C.P la Union, ubicado en plena curva.	185
Figura 58: Ingreso a Av .Los Apóstoles, Sector la Paz.	186
Figura 59: Ingreso a Urbanización San Crisanto	186
Figura 60: Ingreso a urbanización bethel, CC.PP Villa pacifico	186
Figura 61: Postes Delineadores, Sector La Paz	187
Figura 62: Hito N° 115 caído, Sector cercado de Río Negro.	187
Figura 63: Señales Informativas en mal estado de conservación, Sector Valle Azul	188
Figura 64: Señal preventiva, altura de Bajo Portillo	188
Figura 65: Recolección de datos estación 1	193

RESUMEN

El presente informe técnico “Análisis comparativo de costos entre pavimento rígido y flexible de las vías alternas carretera marginal tramo ovalo rondero - bajo portillo, Satipo”, tuvo como problema general: ¿cuál es el resultado del análisis comparativo de costos entre el pavimento rígido y flexible de las vías alternas carretera marginal tramo Ovalo Rondero - Bajo Portillo, Satipo? y cuyo objetivo general fue determinar el resultado del análisis comparativo de costos entre el pavimento rígido y flexible en las vías alternas carretera marginal tramo Ovalo Rondero - Bajo Portillo, Satipo.

El método de estudio de este informe fue analítico – sintético, tipo de estudio fue el aplicada, el nivel de estudio es descriptivo y con diseño no experimental. La población estuvo conformada por la vía PE 5S y la muestra fue el tramo Ovalo Rondero – Bajo Portillo, cuyo muestreo fue el no probabilístico por conveniencia.

Los resultados obtenidos indican que al realizar la comparación de costos en los pavimentos rígidos y flexibles, se llegó a concluir que del resultado del análisis el pavimento flexible es más económico en 10.75% respecto al pavimento rígido. Y en el mantenimiento del pavimento rígido es más económico en 42.68% que el pavimento flexible. En general es más favorable el pavimento rígido.

Palabras clave: Capas granulares, diseño, flujo vehicular, pavimento rígido, pavimento flexible.

ABSTRAC

The general problem of the study was what is the result of the comparative analysis of the costs between the rigid and flexible pavement of the alternative roads of the marginal section Ovalo Rondero - Bajo Portillo, Satipo? and whose general objective was "to determine the result of the comparative analysis of costs between rigid and flexible pavement" in the alternative sections of the marginal road Ovalo Rondero - Bajo Portillo, Satipo.

The type of study is applied, the level of study is descriptive and non-experimental. The population consists of the PE 5S route and the sample was the Ovalo Rondero - Bajo Portillo section.

When comparing the costs in rigid and flexible pavements, it was concluded that, from the result of the analysis, the flexible pavement is cheaper at 10.75% compared to the rigid pavement. And in the maintenance of the rigid pavement is 42.68% cheaper than the flexible pavement. In general, rigid pavement is more favorable.

Keywords: Granular layers, design, vehicular flow, Rigid pavement, flexible pavement

INTRODUCCIÓN

El presente informe técnico titulado: ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE DE LAS VÍAS ALTERNAS CARRETERA MARGINAL TRAMO OVALO RONDERO - BAJO PORTILLO, SATIPO, se elaboró con la finalidad de obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil, según las normas vigentes emanadas por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana los Andes.

Luego de precisar la existencia de pavimentos de diferentes tipos a nivel nacional, en nuestra región existen en su mayoría pavimentos rígidos y flexibles. La investigación está orientado a evaluar una evaluación técnica sobre cuál de estos pavimentos son económicamente más óptima a través del tiempo.

El objetivo principal fue: analizar comparativamente el diseño y los costos entre el pavimento rígido y flexible en las vías alternas carretera marginal tramo ovalo rondero y bajo portillo, Satipo. Para la cual se realizó una adecuada revisión bibliográfica.

Según resultados el diseño tanto de pavimento flexible como rígido se hizo usando el método de la Asociación Americana de Oficiales de Carreteras y Transportes del Estado (AASHTO) en el que se definen las variables de diseño para pavimentos rígidos y flexibles. Una vez obtenidos los resultados para ambos pavimentos, se solicita la comparación de precios para su construcción y mantenimiento de las estructuras, dado que al final se debe seleccionar la opción de diseño más óptimo para el tramo de Ovalo Rondero – Bajo Portillo.

El desarrollo del presente Informe Técnico se ha estructurado en cuatro (04) capítulos, como sigue:

CAPÍTULO I planteamiento y formulación del problema general, así mismo los problemas específicos; del mismo modo el objetivo general y específico; la justificación metodológica y práctico; su delimitación y limitaciones de la investigación desde el punto económico que se tiene para la construcción de un pavimento.

CAPÍTULO II Marco teórico, aquí se muestran los antecedentes de tesis de pregrado, las bases teóricas, en la cual se abordan los temas de pavimentos rígidos y flexibles, con sus parámetros, considerados desde los estudios básicos, así como el estudio de mecánica de suelos, estudio hidrológico, el estudio de tráfico y definición de términos básicos.

CAPÍTULO III Metodología se muestran la metodología de investigación requerida; con el tipo y nivel de investigación, el diseño de la investigación, el método general y específico de investigación; las técnicas usadas y los instrumentos usados para la recolección de datos de la investigación.

CAPITULO IV, Contiene los resultados, análisis y discusión del mismo. El desarrollo del informe, está orientado expresamente en demostrar si el pavimento rígido o flexible es la más óptima en inversión.

Finalmente, se adjuntarán las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

La autora

Bach. Consuelo Francisca Vilchez Alva

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A nivel mundial el 90 por ciento de los pavimentos están hechos de asfalto, por lo tanto es un área en la que se tiene que hacer mucha investigación y desarrollo que ayude a mejorar las técnicas y obtener mejores resultados, pero sobre todo para que se usen los materiales con mayor eficiencia, todo ello con un enfoque hacia la sustentabilidad y el reciclaje.

En América Latina, hace falta reevaluar las consideraciones de corto plazo en la construcción de vías, aumentando las vidas útiles de los proyectos y exigiendo el cumplimiento de premisas muy claras de diseño a largo plazo (con vidas útiles de 20, 50 o más años).

Se debe considerar que, aunque siempre se haya tenido el paradigma de que el pavimento de hormigón es más costoso que el de asfalto, las comparaciones económicas en los últimos años muestran que los pavimentos de hormigón pueden tener costo inicial similar, o incluso más bajo que el de asfalto. Y siempre, en los análisis del Costo del Ciclo de Vida, el pavimento de hormigón es más económico que el de asfalto.

Sus porcentajes de mantenimiento son significativamente más bajos que los requeridos por los pavimentos asfálticos. Se han tenido experiencias en América Latina de pavimentos de hormigón con valores de mantenimiento cercanos al 8% del costo inicial, comparados con cerca del 90% de un pavimento de asfalto.

La vía pavimentada que une Satipo con Rio Negro se encuentran sometidos a lo largo de toda su vida útil desde la puesta en servicio, a diversos procesos de deterioro y fallas tales como ahuellamiento, grietas e incluso baches. Se encuentra colapsada con un tráfico que supera los 8 mil vehículos al día según los datos obtenidos en el conteo vehicular. Existen vías proyectadas según el plan de desarrollo urbano de Satipo vigente; de

esta vía solo el 1.88% es pavimentada en la margen izquierda y 7.98% en la margen derecha. Este porcentaje no descongestiona la vía central. En el derecho de vía existen tres tramos bien definidos desde 0+000 hasta 3+870 el derecho de vía es de 50m., desde el Rio Timari 3+880 hasta el Rio Negro 5+840 el derecho de vía es de 42m, finalmente desde 5+870 hasta 8+517 el derecho de vía es de 50m.

En la ciudad de Satipo no existe una planta de asfalto caliente, el más cercano se encuentra San Ramón (cerca al túnel Yanango); otra planta en la Oroya y en Huancayo. Sin embargo, en Satipo existen dos plantas de concreto, el de Rulo y Huancas de 60m³/h y 90m³/h respectivamente. Esto permite optimizar costos al momento de decidir la elección de cuál de los pavimentos conviene proponer para la construcción.

Es por esto, y dada la necesidad de optimizar los recursos que se emplean en el diseño, ejecución y conservación de los mismos, en la investigación se pretende realizar un análisis comparativo de costos entre el pavimento flexible y el rígido, con el propósito de definir criterios que permitan saber cuál de los dos tiene un mejor comportamiento económico, para las vías alternas que une Rio Negro con Satipo, esperando incrementar su servicio y reduciendo los costes de rehabilitación en un futuro.

La importancia de las carreteras radica en que son la columna vertebral del transporte, su construcción y mantenimiento pueden volverse estratégicos. Sin embargo, a pesar de su gran importancia, el diseño y la construcción de carreteras requiere de grandes inversiones, por lo que, para su construcción, son obras que deben ser analizadas cuidadosamente a fin de lograr estructuras que sean técnicamente realizables, funcionales y económicamente factibles.

1.1 Problema

1.1.1 Problema general

¿Cuál es el resultado del análisis comparativo de costos entre pavimento rígido y flexible de las vías alternas carretera marginal tramo Ovalo Rondero - Bajo Portillo, Satipo?

1.1.2 Problema específico

- ¿Cuáles son los parámetros de diseño para pavimentos rígido y flexible?
- ¿Cuáles son los espesores de pavimentos tanto para rígido y flexible?
- ¿Cuál es el costo más óptimo entre el pavimento rígido y flexible?

1.2 Objetivo

1.2.1 Objetivo general

Determinar el resultado del análisis comparativo de costos entre pavimento rígido y flexible de las vías alternas carretera marginal tramo Ovalo Rondero - Bajo Portillo, Satipo.

1.2.2 Objetivo específico

1. Estimar los parámetros de diseño para pavimentos rígido y flexible.
2. Calcular los espesores de pavimentos tanto para rígido y flexible.
3. Comparar los costos entre el pavimento rígido y flexible.

1.3 Justificación

1.3.1 Justificación práctica o social

Se tiene una vía de alto tránsito con 8491 vehículos diarios, de los cuales un 92.6% representan los vehículos ligeros (motos, moto taxis, autos, camionetas, etc.) y el 7.4% representan los vehículos pesados (bus, camiones, semitrailes y tráiler). Para ello se plantea construir dos vías auxiliares con dos carriles cada uno con pavimento

pudiendo ser rígido o flexible. Existe gran controversia para elegir cuál de ellos es el más adecuado, por lo que requiere de un análisis comparativo más profundo a la cual se orienta esta investigación.

En la importancia de la investigación es necesario fundamentar a través de estudios basados en las características técnicas y económicas de cada sistema constructivo, y que a su vez permita evaluar los costos iniciales de construcción, como de mantenimientos y fundamentar en el que se deje claro los planteamientos que demuestren que la alternativa seleccionada sea la que brinde mejores resultados al principio y a lo largo de su vida de diseño.

La investigación permitirá elegir entre pavimento rígido y flexible cual es el más adecuado para las vías alternas carretera marginal tramo Ovalo Rondero - Bajo Portillo, Satipo

También beneficiará a la sociedad puesto que nos proporcionará una alternativa más adecuada para afrontar el problema del inadecuado servicio de la infraestructura vial, viéndose favorecidos los pobladores de 9 centros poblado con 5,655 habitantes.

1.3.2 Justificación Metodológica

Actualmente la tecnología de los pavimentos se ha desarrollado a tal grado de constituir un campo de nuevas especializaciones, por ello, se hace necesario condensar en un mismo documento los aspectos y parámetros de diseño que se deben tomar en cuenta para el diseño de estructuras de pavimento, con el fin de contribuir con la difusión de los conocimientos que se han adquirido en nuestro medio sobre el tema se espera que este documento venga a llenar ese vacío y sirva como herramienta técnica, de tal manera que satisfaga la demanda de los investigadores y de esta manera les sirva en la toma

de decisiones basada en el análisis comparativo que se plasma en la investigación.

1.4 Delimitación de la investigación

1.4.1 Delimitación Espacial

Está delimitada espacialmente en la carretera marginal PE-5S en las vías auxiliares del Tramo Ovalo Rondero de Satipo - Bajo Portillo de Rio Negro, Provincia de Satipo – Región Junín.

La vía está limitada en tres tramos bien definidos desde 0+000 hasta 3+870 el derecho de vía es de 50m., desde el Rio Timari 3+880 hasta el Rio Negro 5+840 el derecho de vía es de 42m, finalmente desde 5+870 hasta 8+517 el derecho de vía es de 50m.

1.4.2 Delimitación Temporal

Se delimita temporalmente en el año 2019 desde septiembre a diciembre, dando la precisión del crecimiento de la zona urbana, que incrementa la congestión vehicular, mostrado en el estudio de tráfico realizado al proyecto “Mejoramiento del servicio de la transitabilidad en las dos vías alternas de la carretera marginal en el Tramo Ovalo Rondero de Satipo - Bajo Portillo de Rio Negro, Provincia de Satipo – región Junín”, de código SNIP N° 375881.

CAPITULO II: MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 Nacional

Kimiko K. (2014) en su tesis titulada: “*Diseño de los Pavimentos de la Nueva Carretera Panamericana Norte en el Tramo de Huacho a Pativilca (km 188 a 189)*”; de la Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería. Lima-Perú. Cuyo objetivo fue, realizar el estudio de tráfico. De sus resultados se puede observar el número de ejes equivalentes de diseño es $4.1E+07$ para el pavimento flexible y $6.6E+07$ para el pavimento rígido. Esta tesis aporta en el trabajo de investigación la utilización de los números de ejes equivalentes en el diseño para el pavimento rígido y flexible.

Vega D. (2018) en la tesis titulada “*Diseño De Los Pavimentos De La Carretera De Acceso Al Nuevo Puerto De Yurimaguas (Km 1+000 A 2+000)*”; en la Pontificia Universidad Católica Del Perú, Facultad De Ciencias e Ingeniería. Lima-Perú. Cuyo objetivo de la investigación fue “...diseñar el pavimento del tramo 1+000 hasta 2+000 para la carretera de acceso al Nuevo Puerto de Yurimaguas. El estudio concluyó que el pavimento flexible (subbase de 55 cm, base de 25 cm y carpeta asfáltica de 4 pulgadas) diseñado por la metodología de la AASHTO se reflejó como la alternativa de menor costo inicial (S/. 1, 203,703). Y el pavimento rígido su costo inicial fue de S/. 1, 261,528 que representa una diferencia de 4.8% con respecto al pavimento flexible...”

En otra tesis donde se recomienda el diseño de los métodos para estructuras de pavimento rígido con consideraciones diversas y más convenientes (tipo de vía, propiedades del concreto, drenaje, tráfico). El aporte principal al trabajo de investigación es en la metodología a utilizar ya que concluyen que el método de diseño que plantea la PCA presenta restricciones respecto al método AASHTO 93. Ya que no

considera, variables indispensables que afectan en el desempeño de la estructura de pavimento, así como el drenaje y la serviciabilidad. (Lorenzo, J., (2016)).

2.1.2 Internacional

En **Costa Rica**, Hurtado, en su investigación “*Análisis comparativo entre pavimento flexible y rígido para uso en ruta cantonal de El Guarco*”, llegó a la siguiente conclusión, “...Se determinó que su valor de Tránsito Promedio Diario (TPD) o Intensidad Media Diaria (IMD) de 171 vehículos/diarios. Mientras que los ejes equivalentes de diseño para los pavimentos flexibles fueron de 181 825, para un período de diseño de 15 años. Para pavimentos rígidos se obtuvo una cantidad de ejes equivalentes de 276 765, a un período de diseño de 20 años. El escenario 3 la alternativa más rentable fue de pavimento flexible en el camino Guayabal-Guatuso, ya que es la única alternativa con TIR de 14,1% y un VAN positivo de 45 millones de colones...”

2.2 Marco conceptual

2.2.1 Pavimento

Un pavimento según (Vivar, 1995) es un “...*elemento estructural de capas múltiples que soporta carga en toda la superficie, se diseña para soportar cargas estáticas y/o móviles durante la vida útil del pavimento luego de la puesta al servicio, durante el cual debe recibir mantenimiento preventivo y mantenimiento rutinario, tendiendo a prolongar su vida útil...*”

Según (Rico, A. & Del Castillo, H. , 2005) un pavimento cuyas funciones principales son “...*brindar una superficie de un apoyo uniformemente distribuido con texturas adecuadas y de color uniforme, resistente a la acción del tráfico. de intemperismo y otros agentes nocivos, además de transmitir en forma adecuada a los rellenos de los esfuerzos generados por cargas del tráfico...*”

Por su parte, un pavimento será la superestructura vial del tráfico vehicular con el confort, seguridad y economía proyectados por un proyecto. Los insumos considerados para la construcción de un pavimento permiten de muchas elecciones; Por lo tanto, esta estructura está compuesta de varias capas.

Estas capas generalmente se consideran a los materiales clasificados pero sujetos a varios tratamientos; y su superficie de rodamiento podría ser un aglutinante de asfalto, una losa de pavimento rígido o ser formado por acumulaciones de materiales de piedra compactados. Las tecnologías en la actualidad ofrecen una variedad muy diversificada de secciones estructurales combinables y dependen de las condiciones y requisitos del proyecto, para poder elegir la alternativa de diseño correcta.

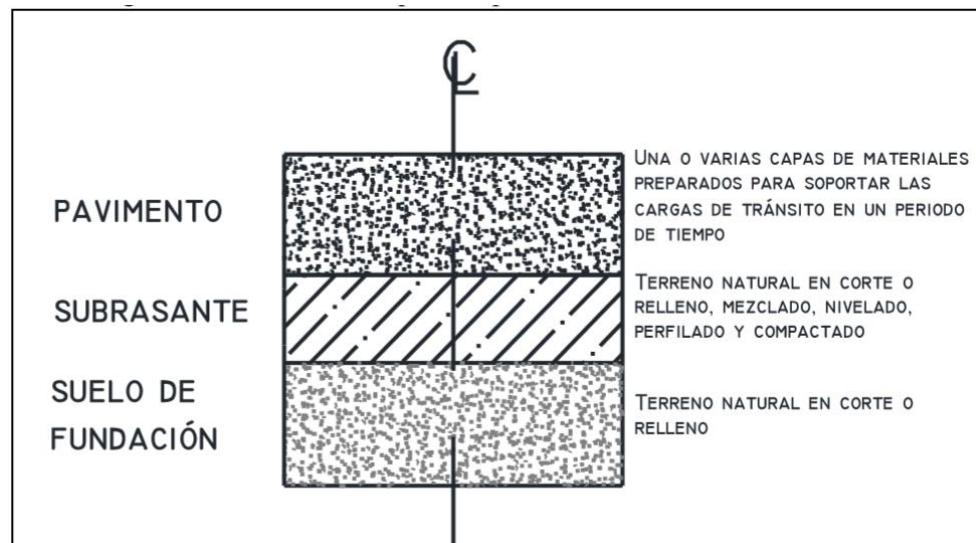


Figura 1: Composición típica de un pavimento con su elemento estructural

Fuente: según (Vivar, 1995)

2.2.2 Características que debe reunir un pavimento

Según **Montejo, (2002, p. 1)**, un pavimento necesita reunir los siguientes requerimientos:

“Resistencia a cargas exigidas por el tránsito, resistencia ante los agentes de intemperismo, ofrecer una textura externa apta para las velocidades del tráfico vehicular, resistencia al desgaste de los neumáticos de los vehículos livianos y pesados, condiciones adecuadas de drenaje, el sonido de desplazamiento vehicular debe ser moderado, debe ser económico y tener un color apropiado, y ofrecer una conveniente seguridad al tránsito.”

2.2.3 Clasificación de Pavimentos

Según (Vivar, 1995), los pavimentos tienden a clasificarse por:

- ✓ La calidad de los materiales utilizados en la construcción, pudiendo ser: aglomerados, estabilizados, afirmados de cemento Portland o mezclas asfálticas.
- ✓ El uso que se le dan a lo largo de su vida de servicio o el tipo de sollicitación que soportarán o el uso al que estarán destinados son: en carreteras, en aeropuertos, en espacios recreativos o deportivos, en zonas urbanas, en zonas industriales
- ✓ Su periodo de vida para el que fueron diseñados y construidos son: definitivos y temporales.
- ✓ En su forma que distribuyen las cargas al terreno: semirrígidos, flexibles, y rígidos. Estos dos últimos han sido considerados como tema de estudio, para el desarrollo de la investigación.

Si bien las denominaciones parecen rígidas y flexibles, se relacionan con las propiedades del cemento Portland y el aglutinante de asfalto utilizado en la fabricación de ambos pisos, se pueden encontrar recubrimientos de asfalto muy gruesos, lo que les confiere una rigidez mucho mayor a la normal, además de ser apreciados en armaduras. Revestimientos de concreto y en ciertas losas de cemento de concreto del cemento Portland, grietas, lo que indica un comportamiento flexible que es muy diferente del comportamiento rígido que probablemente construyeron y construyeron.

Por ello, según Menéndez, J. (2012, p,13)

“Los pavimentos se llaman flexibles o rígidos debido a la forma en que transmiten tensiones y deformaciones a las capas inferiores que dependen de la relación relativa de rigidez de las capas. Los esfuerzos concentrados en una pequeña área son transmitidos por pavimentos flexibles, mientras que los esfuerzos en un área mayor los distribuye los pavimentos rígidos. La figura 3 muestra el principio de la distribución de presión en suelos flexibles y rígidos. Se sabe que, para el módulo de elasticidad la relación entre un suelo flexible y el suelo de fundación que soporta es del orden de 4-1, mientras que la misma proporción sube a alrededor de 265-1 en el caso de suelos rígidos”.

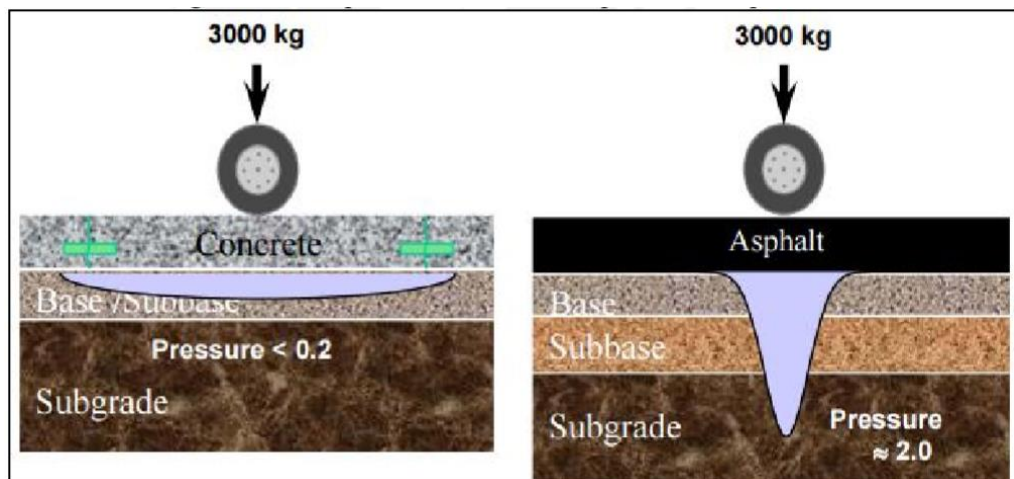


Figura 2: “Principio para la distribución de presiones en los pavimentos”

Fuente: Cement Association of Canada (2016)

El pavimento flexible, ya que tiene un módulo de elasticidad similar a la base del terreno, concentra las cargas por debajo del punto de aplicación (la carga es distribuida en un área mínima) por la baja resistencia al corte del subsuelo; Esto induce una gran presión en la base del pavimento. El pavimento rígido, debido a su alto módulo de elasticidad en relación con el suelo, distribuye las cargas en un área grande, causando bajas presiones en la base del pavimento.

2.2.3.1 Pavimentos flexibles.

Son compuestos por capas granulares (subbase y base drenantes) y una superficie de rodadura bituminosa en fría como: tratamiento superficial bicapa, lechada asfáltica o mortero asfáltico, micropavimento en frío, macadam asfáltico, carpetas de mezclas asfálticas en frío, etc.

Compuesto por capas granulares (subbase y base drenantes) y una capa de rodadura bituminosa de mezcla asfáltica en caliente de espesor variable según sea necesario.

2.2.3.2 Pavimento rígido

Conformados por losas de concreto de cemento hidráulico y una subbase granular para uniformizar las características de cimentación de la losa.

2.2.4 Datos para el diseño

Los estudios técnicos necesarios que proporcionan las principales variables deben ser consideradas para el diseño y para su posterior construcción, y comportamiento de las estructuras de pavimento son:

2.2.4.1 Estudio de tráfico

Para el diseño se consideran el flujo vehicular; en las cuales están los tipos de vehículos que transitar en el área y con qué frecuencia lo harán. Se considera el estudio de tráfico que expresa el flujo de tráfico en términos de un parámetro conocido como ESAL (equivalente de carga por eje único) o un único eje de carga equivalente que representa la suma del total de repeticiones diarias para el período de diseño del pavimento en todos los grupos de carga, en el caso de la metodología AASHTO.

Clasificación de los vehículos

Según el **Reglamento Nacional de Vehículos**, los vehículos se clasifican según el tipo y la cantidad de ejes que los componen (trídem, tándem o simple), así mismo por el peso máximo permitido en cada uno de los vehículos. 48 toneladas es el peso bruto vehicular máximo considerado. Su peso máximo permitido por eje es:

De 7 t., para de rueda simple y 11 t., de rueda doble, para eje simple.

De 12, 16 y 18 t., para el eje tándem:

De 16, 23 y 25 t., para eje trídem.

Para la clasificación, el tipo de vehículo está determinado por el tipo de ejes que lo constituyen y la cantidad de ellos. Dependiendo del peso que cargue cada eje, se asignará un factor destructivo en la carretera según el tipo de contrato de pavimento que se usará.

2.2.4.2 Estimación de la tasa de crecimiento

La información histórica es necesario para ayudarle a tener una idea de cómo el número de vehículos que viajan en esa carretera está aumentando. Genera dependencia con las acciones del área, su crecimiento poblacional, etc.

2.2.4.3 Factores destructivos

Para encontrar el número de ejes equivalentes presentados en la sección, primero es necesario estandarizar los tipos de vehículos que circulan con el mismo patrón. Este estándar es representado por el factor de carga equivalente por eje, basado en los ejes de 18 kip o 80 kN. Este factor es el llamado factor destructivo.

Cada eje que compone un vehículo tiene un peso fluctuante a la carga estándar. En el caso de nuestro estándar, todos son diferentes, entonces la aplicación de factores es necesaria.

Por otro lado, existen al menos dos ecuaciones diferentes para estimar estos factores, dependiendo del tipo de pavimento a ser utilizado. Si el pavimento es flexible, los valores proporcionados por el Asphalt Institute serán utilizados, pero si es rígido, se utilizarán la norma internacional AASHTO.

2.2.4.4 Diseño del tráfico

Para su proyección luego de calcular el índice medio diario anual (IMDA) del tramo en estudio, la tasa de crecimiento (r) de la localidad y los factores de carga equivalente para cada eje en cada vehículo en el tramo de estudio, se procede a establecer los parámetros de diseño .

Estos son:

D =Factor de distribución direccional.

F_c = Factor de distribución de carril.

n = Período de diseño.

f_{cv} = Factor de crecimiento.

2.2.4.5 La mecánica de suelos y estudio de las Canteras

Referidos a los ensayos que son necesarios para la caracterización del material granular cuyo objeto es utilizar como base o subbase. Asimismo, en el parámetro de diseño son estos calculos, el módulo de resiliencia de la subrasante, se puede obtener a partir de una correlación en base al CBR del terreno natural obtenido de la mecánica de suelos.

2.2.4.5.1 Caracterización de la Sub rasante

Para obtener las características físicas y mecánicas de los materiales de la sub rasante se realizaron calicatas de 1.50 m., de profundidad; el número de calicatas por kilómetro está según la clasificación de la carretera ver tabla 7.

Tabla 1: Numero de calicatas para exploraciones de suelo

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 4 calicatas x km 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 3 calicatas x km 	
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 2 calicatas x km 	
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 1 calicata x km 	

Fuente: Manual de carreteras Suelos, geología, geotecnia y pavimentos 2014

Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada. (*Manual de carreteras “Suelos, geología, geotecnia y pavimentos”, 2014, pág. 26*) El número de calicatas se aplica para pavimentos nuevos. En caso de estudios de factibilidad o prefactibilidad se considera cada 2.0 km las

calicatas. En caso de estudios de perfil se utilizará información secundaria de no existir a cada 4.00 km.

2.2.4.5.2 Registro de Excavación

En la exploración de las calicatas cuyos estratos encontrados se toman unas muestras representativas que serán registradas con descripciones e identaciones secuenciales con el uso de una tarjeta en la cual se debe consignar su ubicación (en coordenadas UTM - WGS84), el número, la profundidad de la muestra, se debe colocar en bolsas de polietileno para ser transferidos al laboratorio. De la misma forma, durante la exploración de campo se debe generar un registro de perfil estratigráfico, con registros de cada estrato del subsuelo, las principales características de la gradación y el estado de compactación de cada uno de los materiales serán registrados. De la misma manera, las muestras representativas sub rasante se diseñaron para módulos de prueba de resiliencia (MR) o pruebas de CBR para correlacionar con Mr ecuaciones, la cantidad de pruebas depende del tipo de carretera.

Tabla 2: Numero de ensayos Mr y CBR

Tipo de Carretera	N° Mr y CBR
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 1 Mr cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 1 Mr cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000 - 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> 1 Mr cada 3 km y 1 CBR cada 1 km
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000 - 401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> Cada 1.5 km se realizará un CBR (*)
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400 - 201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> Cada 2 km se realizará un CBR (*)
Carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada.	<ul style="list-style-type: none"> Cada 3 km se realizará un CBR

Fuente: Manual de carreteras Suelos, geología, geotecnia y pavimentos 2014

Se aplica para pavimentos nuevos, mejoramiento y rehabilitación. Para estudios de factibilidad o prefactibilidad se considera el doble en la longitud. Para estudios de perfil se utiliza información secundaria, de no existir se triplica la longitud para cada ensayo.

2.2.4.5.3 Descripción de los Suelos

Los suelos explorados serán clasificados y descritos con la metodología considerado para la construcción de vías, con la respectiva clasificación por SUCS y AASHTO de manera obligatoria con sus signos convencionales:



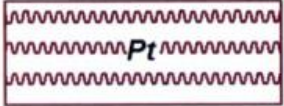
Tabla 3: signos convencionales para perfil de calicatas – Clasificación AASHTO

Simbología	Clasificación	Simbología	Clasificación
	A - 1 - a		A - 5
	A - 1 - b		A - 6
	A - 3		A - 7 - 5
	A - 2 - 4		A - 7 - 6
	A - 2 - 5		Materia Orgánica
	A - 2 - 6		Roca Sana
	A - 2 - 7		Roca Desintegrada
	A - 4		

Fuente: simbología AASHTO

Tabla 4: Signos convencionales para perfil de calicatas – Clasificación SUCS.

	Grava bien graduada mezcla, grava con poco o nada de materia fino, variacion en tamaños granulares		Materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy bajo
	Grava mal granulada, mezcla de arena-grava con poco o nada de material fino		Arena arcillosa, mezcla de arena-arcillosa
	Grava limosa, mezcla de grava, arena limosa		Limo organico y arena muy fina, polvo de roca, arena fina limosa o arcillosa o limo arcilloso con ligera plasticidad
	Grava arcillosa, mezcla de grava-arena-arcilla; grava con material fino cantidad apreciable de material fino		Limo organico de plasticidad baja o mediano, arcilla grava, arcillaarenosa, arena limosa, arcilla magra
	Arena bien graduada, arena con grava, poco o nada de material fino. Arena limpia poco o nada de material fino, amplia variacion en tamaños granulares y cantidades de particulas en tamaños intermedios		Limo organico y arcilla limosa organica, baja plasticidad
	Arena mal graduada con grava poco o nada de material fino. Un tamaño predominante o una serie de tamaños con ausencia de particulas intermedios		Limo inorgánico, suelo fino gravoso o limoso, micacea o diatometacea, limo elástico

 CH	Arcilla inorgánica de elevada plasticidad, arcilla gravosa
 OH	Arcilla orgánicas de mediana o elevada plasticidad, limo orgánico
 Pt	Turba, suelo considerablemente orgánico

Fuente: Manual de ensayo de materiales

A continuación, veremos la correlación entre estos dos sistemas de clasificación.

Tabla 5: Correlación de tipos de suelos AASHTO - SUCS

Clasificación de Suelos AASHTO AASHTO M-145	Clasificación de Suelos SUCS ASTM -D-2487
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-1-b	GM, GP, SM, SP
A-2	GM, GC, SM, SC
A-3	SP
A-4	CL, ML
A-5	ML, MH, CH
A-6	CL, CH
A-7	OH, MH, CH

Fuente: US Army Corps of Engineers

En la tabla 12 se presenta la Clasificación de los suelos basada en AASHTO M 145 y/o ASTM D 3282. Para completar la información.

Tabla 6: Clasificación de los suelos basada en AASHTO M 145 y/o ASTM D 3282

Clasificación general	Suelos granulares 35% máximo que pasa por tamiz de 0.075 mm (N° 200)							Suelos finos más de 35% pasa por el tamiz de 0.075 mm (N° 200)				
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7	
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5	A-7-6
Análisis granulométrico % que pasa por el tamiz de: 2 mm (N° 10) 0.425 mm (N° 40) F: 0.075 mm (N° 200)	máx. 50											
	máx. 30	máx. 50	min. 51									
	máx. 15	máx. 25	máx. 10	Máx. 35	máx. 35	máx. 35	máx. 35	min. 36	min. 36	min. 36	min. 36	min. 36
Características de la fracción que pasa el 0.425 (N° 40) Características de la fracción que pasa del tamiz (N° 40)												
LL: Límite de Líquido				máx. 40	min. 41	máx. 40	min. 41	máx. 40	Min. 41	máx. 40	min. 41	min. 41
IP: Índice de Plasticidad	máx. 6	máx. 6	NP	máx. 10	máx. 10	min. 11	min. 11	máx. 10	máx. 10	min. 11	min. 11 ^(a)	min. 11 ^(b)
Tipo de material	Piedras, gravas y arenas		Arenas Finas	Gravas y arenas limosas o arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillos		
Estimación general del suelo como sub rasante	Excelente a bueno						Regular a insuficiente					

(a) Índice de Plasticidad del subgrupo A-7-5: es igual o menor que LL-30.

(b) Índice de Plasticidad del subgrupo A-7-6: es mayor que LL-30.

- Cuando se requiera relacionar los grupos con el Índice de Grupo (IG), estos deben mostrarse entre paréntesis después del símbolo del grupo, ejemplo: A-18:182-6 (3), A-4(5),A-7-5 (17), etc
 $IG = (F-35) [0.2+0.005 ((LL-40)) +0.01 (F-15)(IP-10)]$.

Fuente: Manual de carreteras Suelos, geología, geotecnia y pavimentos 2014

2.2.4.5.4 Ensayo de granulometría

Representa la distribución de los tamaños del agregado mediante el tamizado según especificaciones técnicas (ensayo MTC E 107).

El análisis granulométrico tiene la finalidad de determinar la proporción de los diferentes elementos contribuyentes, clasificados en función a su tamaño (ver tabla 9).

Tabla 7: clasificación de suelos según tamaño de partículas

Tipo de Material		Tamaño de las partículas
Grava		75 mm – 4.75 mm
Arena		Arena gruesa: 4.75 mm – 2.00 mm
		Arena media: 2.00 mm – 0.425mm
		Arena fina: 0.425 mm – 0.075 mm
Material Fino	Limo	0.075 mm – 0.005 mm
	Arcilla	Menor a 0.005 mm

Fuente: Manual de carreteras Suelos, geología, geotecnia y pavimentos 2014

2.2.4.5.5 Límites de Atterberg

Para conocer su límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del material, de esta manera considerar si son suelos cohesivos.

Límite líquido (LL), cuando el suelo pasa del estado semilíquido a un estado semisólido y se rompe

Límite plástico (LP), cuando el suelo pasa del estado plástico a un estado semisólido y se rompe.

Límite de contracción (retracción), cuando el suelo pasa de un estado semisólido a un estado sólido y deja de contraerse al perder humedad.

Índice de plasticidad indica la magnitud del intervalo de humedades en el cual el suelo posee consistencia plástica y permite clasificar el suelo.

Tabla 8: clasificación de suelos según índice de plasticidad.

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

Fuente: Manual de carreteras Suelos, geología, geotecnia y pavimentos 2014

2.2.4.5.6 Equivalente de arena

Es la proporción relativa del contenido de polvo fino nocivo o material arcilloso en los suelos o agregados finos (ensayo MTC E 114)

Tabla 9: clasificación de suelos según equivalente de arena.

Equivalente de Arena	Característica
si EA > 40	el suelo no es plástico, es arena
Si 40 > EA > 20	el suelo es poco plástico y no heladizo
si EA < 20	el suelo es plástico y arcilloso

Fuente: Manual de carreteras Suelos, geología, geotecnia y pavimentos 2014

2.2.4.5.7 Índice de grupo

Es un índice normado por AASHTO de uso corriente para clasificar suelos, está basado en gran parte en los límites de Atterberg.

Se encuentra entre 0 y 20 o mas. Cuando el índice de grupo es negativo, se reporta como cero y significa un suelo muy bueno y un índice mayo a 20, un suelo no utilizable para caminos.

Tabla 10: Clasificación de suelos según índice de grupo

Índice de Grupo	Suelo de Sub rasante
IG > 9	Inadecuado
IG está entre 4 a 9	Insuficiente
IG está entre 2 a 4	Regular
IG está entre 1 – 2	Bueno
IG está entre 0 – 1	Muy Bueno

Fuente: Manual de carreteras Suelos, geología, geotecnia y pavimentos 2014

2.2.4.5.8 Humedad natural

La resistencia de los suelos de sub rasante, en especial de los finos, se encuentra directamente asociada con las condiciones de humedad y densidad que estos suelos presentan.

Para determinar se utiliza (ensayo MTC E 108), permitirá comparar con la humedad optima que se obtendrá en los ensayos Proctor para obtener el CRB del suelo (ensayo MTC E 132). Si la humedad natural resulta igual o inferior a la humedad óptima, el proyectista propondrá la compactación normal del suelo y el aporte de la cantidad conveniente de agua. Si la humedad natural es superior a la humedad optima y según la saturación del suelo,

se propondrá, aumentar la energía de compactación, airear el suelo, o reemplazar el material saturado.

2.2.4.5.9 Ensayo de compactación Proctor modificado

Se considera emplear el ensayo por el método C, donde se aplica 56 golpes por capa de suelo (considerar 5 capas) a cada muestra dentro del molde de tamaño estándar. El propósito del ensayo es determinar la máxima densidad seca a la que puede llegar el material y el contenido de humedad óptimo que permita aquella condición. Este ensayo es concordante a la **Norma MTC E 115**.

2.2.4.5.10 Ensayo CBR (ensayo de valor de soporte de California)

Este ensayo es concordante a la **Norma MTC E 132**. Una vez que se haya clasificado los suelos por el sistema AASHTO y SUCS, se elaborara un perfil estatigrafico para cada sector homogéneo o tramo de estudio, a partir del cual se determinara la cantidad de estudios de CBR que es el valor soporte o resistencia del suelo, que estará referido al 95% de la MDS (Máxima densidad seca) y una penetración de carga de 2.54 mm.

Para la obtención del CBR de diseño de la sub rasante, de debe considerar lo siguiente:

- En los sectores con 6 o más valores de CBR realizamos por tipo de suelo representativo o por sección de características homogéneas de suelos, se determinará el valor de CBR de diseño de la sub rasante considerando el promedio del total de los valores analizados por sector de características homogéneas.

- En los sectores con menos de 6 valores de CBR realizados por tipo de suelo representativo o por sección de características homogéneas de suelos, se determinará el valor de CBR de diseño de la sub rasante en función a los criterios:
Si los valores son parecidos o similares, tomar el valor promedio.
Si los valores no son parecidos o no son similares, tomar el valor critico (el más bajo) o en todo caso subdividir la sección e fin de agrupar subsectores con valores de CBR parecidos o similares y definir el valor promedio. La longitud de los subsectores no será menor a 100m.
- Una vez definido el valor de CBR de diseño, para cada sector de características homogéneas, se clasificará a que categoría de sub rasante pertenece. Ver tabla

Tabla 11: Categorías de sub rasante

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

Fuente: Manual de carreteras Suelos, geología, geotecnia y pavimentos 2014

2.2.4.5.11 Estudio de canteras de suelo

Es el estudio de las fuentes de los materiales que se van a extraer agregados para usos múltiples como mejoramiento de suelos, terraplenes, afirmado, agregados para rellenos, sub base y base granular, agregado para tratamientos bituminosos, agregados para mezcla asfáltica y agregados para mezclas de concreto, es determinar si los agregados son o no aptos para el tipo de obra a emplear, en tal sentido se requiere determinar sus características mediante la realización de los correspondientes ensayos de laboratorio.

Para el muestreo se considera el manual de ensayo de materiales del MTC vigente, norma MTC E 101. Considerando la menor distancia que cumpla con la calidad y cantidad requerida para la obra.

Los ensayos de laboratorio se debe contar con personal calificado, instalaciones adecuadas y métodos y procedimientos alineados a las normas de ensayos del MTC o normas internacionales. Equipos calibrados.

Los ensayos estándar para material afirmado son:

- Análisis granulométrico por tamizado ASTM D-422, MTC E 107
- Límite líquido malla N° 40 ASTM D-4318, MTC E 110
- Límite plástico malla N° 40 ASTM D-4318, MTC E 111
- Clasificación SUCS ASTM D-2487

- Clasificación de suelos AASHTO M-145, ASTM D -3282
- Contenido sales solubles totales, MTC E 219
- Materia orgánica en arena ASTM C-140, MTC E 213
- Partículas chatas y alargadas ASTM D-4791
- Porcentaje de caras de fractura ASTM D-5821, MTC E 210.

Los ensayos estándar para material

- Análisis granulométrico por tamizado ASTM D-422, MTC E 107
- Material que pasa la malla N° 200, ASTM C – 117, MTC E 202
- Límite líquido malla N° 40 ASTM D-4318, MTC E 110
- Límite plástico malla N° 40 ASTM D-4318, MTC E 111
- Clasificación SUCS ASTM D-2487
- Clasificación de suelos AASHTO M-145, ASTM D - 3282
- Contenido sales solubles totales, MTC E 219
- Materia orgánica en arena ASTM C-140, MTC E 213
- Partículas chatas y alargadas ASTM D-4791
- Porcentaje de caras de fractura ASTM D-5821, MTC E 210.

Ensayos especiales para afirmado:

- California Bearing Ratio (CBR) ASTM D-1883, MTC E 132

- Ensayo de Abrasión de los Angeles ASTM C-131, MTC E 207
- Equivalente de Arena ASTM D-2419, MTC E 114
- Proctor modificado ASTM D-1557, MTC E 115

Ensayos especiales para sub base:

- California Bearing Ratio (CBR) ASTM D-1883, MTC E 132; o Módulo resilente de materiales de sub base granular sin tratar, ensayo AASHTO T 292; o Módulo resilente de materiales de suelos y agregado, ensayo AASHTO T 307
- Ensayo de Abrasión de los Angeles ASTM C-131, MTC E 207
- Equivalente de Arena ASTM D-2419, MTC E 114
- Proctor modificado ASTM D-1557, MTC E 115

Ensayos especiales para sub base:

- California Bearing Ratio (CBR) ASTM D-1883, MTC E 132; o Módulo resilente de materiales de sub base granular sin tratar, ensayo AASHTO T 292; o Módulo resilente de materiales de suelos y agregado, ensayo AASHTO T 307
- Ensayo de Abrasión de los Angeles ASTM C-131, MTC E 207
- Equivalente de Arena ASTM D-2419, MTC E 114
- Proctor modificado ASTM D-1557, MTC E 115
- Durabilidate del agregado grueso ASTM C – 88, MTC E 209
- Durabilidate del agregado fino ASTM C – 88, MTC E 209

- Índice de durabilidad MTC E 214.

2.2.4.5.12 Fuentes de agua

Se tendrá en cuenta el tipo de fuente, calidad de agua y disponibilidad y variación estacional. En la fuente de agua es indispensable la cantidad de sulfatos, sólidos en suspensión y pH del agua.

2.2.4.6 Estudios hidrológicos

Estos datos son importantes para determinar el coeficiente de drenaje (Cd) necesario en el método AASHTO de pavimento rígido o para encontrar el valor de Mr que modifica los coeficientes estructurales de la ley en pavimentos flexibles.

Incluso la temperatura media del aire se puede obtener durante el año.

2.3 Definición de Términos Básicos

Se tomarán en cuenta indicadores como las del tráfico para obtener el EAL de diseño para el pavimento, también el tipo de suelo para obtener el CBR de diseño porcentual.

➤ **BASE:** es la capa de material procesado y selecto, que se coloca entre la parte superior de una subbase o de la subrasante y la capa de rodadura.

➤ **SUB BASE:** es la capa de la “...estructura de pavimento que impide el paso de los materiales que constituyen la base con la subrasante y, por otra parte, actúa como filtro de la base impermeabilizando que los finos de la subrasante la contaminen menoscabando su calidad...” (Montejo, 2002, pág. 14)

- **CARPETA DE RODADURA:** La rodadura es la capa superficial del pavimento, en gran medida, la encargada de transmitir seguridad y comodidad a los usuarios.

- **CALZADA O PISTA:** es “...la parte donde circulan vehículos, con un ancho suficiente para distribuir los carriles necesarios para el movimiento de los mismos, excluyendo los hombros laterales...” (**Coronado, 2002, pág. 16**)

- **SUBRASANTE:** Capa de terreno de una carretera, “...que soporta la estructura del pavimento y que se extiende hasta una profundidad en que no le afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto...” (**Coronado, 2002, pág. 18**)

- **California Bearing Ratio(CBR):** Ensayo de Relación de Soporte de California, mide la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo y sirve para poder evaluar la calidad del terreno en la subrasante, en el sub base y en la base para diseñar pavimentos. Se efectúa bajo condiciones controladas de humedad y densidad simulando en las peores condiciones.

- **EAL:** considerado como la representación estructural de la carga vehicular sometida hacia el pavimento, calculado por el número de aplicaciones de carga por eje estándar, que será previsto durante el periodo de diseño según la clasificación del tipo de pavimento.

- **RASANTE:** considerado como el “...nivel terminado de la superficie de rodadura. Cuya línea de rasante debe ser ubicada en el eje de la vía...” (**Montejo, 2006, p. 3**)

- **MÓDULO RESILENTE:** Es una “...relación que vincula las solicitaciones aplicadas y las deformaciones recuperables al suprimirse el estado de tensiones impuesto...” (**Becerra, 2012, pág. 75**)

➤ **SERVICIABILIDAD:** Indica el grado de confort que tiene la superficie para el desplazamiento natural y normal de un vehículo.

➤ **CONFIABILIDAD:** es la “...probabilidad de que una sección diseñada usando dicho proceso, se comportará satisfactoriamente bajo las condiciones de tránsito y ambientales durante el periodo de diseño...”
(Montejo, 2002, pág. 263)

➤ **COEFICIENTES ESTRUCTURALES:** El método designa a cada capa del pavimento un coeficiente, los cuales son considerados para el diseño estructural normal de los pavimentos flexibles. Estos coeficientes permiten convertir los espesores reales a números estructurales (SN). **(Montejo, 2002, pág. 267)**

CAPITULO III: METODOLOGÍA

3.1 Tipo de estudio

El tipo de estudio es aplicada, porque se caracteriza por el interés en la aplicación de los conocimientos teóricos para solucionar problemas.

3.2 Nivel de estudio

Es descriptivo, porque describe fenómenos, esto es, detallar cómo son y se manifiestan

3.3 Diseño de estudio

Es un diseño no experimental, porque: son estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que solo se observan los fenómenos en su ambiente natural para analizarlos. Esta a su vez se subdivide en transeccional o transversal, porque se recopilan datos en un momento único. Asimismo, esta se subdivide en correlacionales – causales.”

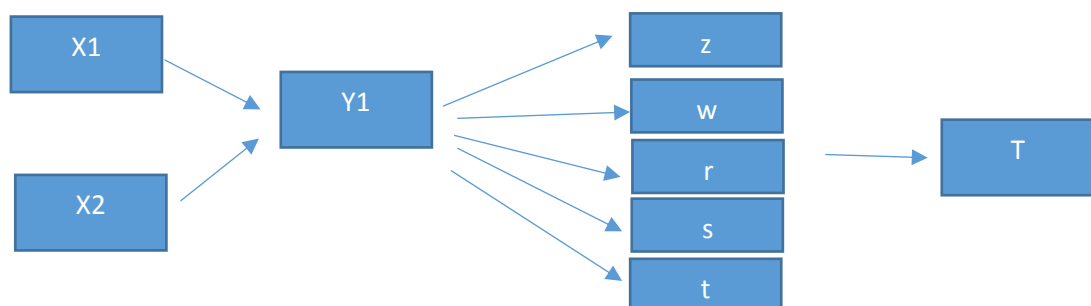


Figura 3: Estructura de un diseño correlacional – causal

Fuente: Elaboración propia - 2019

Dónde:

Se realizará un análisis comparativo en costos(Y1) de un pavimento rígido(X1) y flexible(X2), considerando los estudios básicos de ingeniería, levantamiento topográfico(z), estudio de mecánica de suelos(w), estudio hidrológico(r), estudio geológico(s) y estudio de tráfico(t). finalmente se realizará una selección de una alternativa(T) considerando el diseño según los espesores que satisfacen la investigación.

3.4 Técnica e instrumentos de recolección y análisis de datos

3.4.1 Técnicas

Las técnicas utilizadas fueron la observación, la encuestas, recopilación de información primaria y secundaria, la medición y las entrevistas.

Se realizó el análisis según (Hernández S 2016, p.397) define que la *“Recopilación de datos, es el acopio de datos en los ambientes naturales y cotidianos de los participantes o unidades de análisis”*. de fuentes bibliográficas; que nos sirvieron para estructurar el marco teórico referencial y conceptual.

Se realizó estudio de mecánica de suelos con fines de pavimentación; haciendo uso de laboratorios.

Las técnicas utilizadas son: medir cada 250 m en la vía y realizar una calicata, para extraer la muestra de 120 kg y llevarlos para análisis a laboratorio de MTC.

Se realizará estudios de volumen de tránsito, posteriormente se determina los espesores de Pavimento rígido y flexible. Apoyados con el MANUAL DE CARRETERAS SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS.

Las técnicas utilizadas son: utilizar formatos del MTC se realizó estudio hidrológico utilizando datos de senamhi.

Estudio socioeconómico con informaciones primarias.

3.4.2 Instrumentos

Los instrumentos utilizados son las siguientes:

Fichas de conteo vehicular para el estudio de tráfico.

Se realizaron calicatas según la recomendación

Los formatos de entrevistas

Los formatos de encuestas a los conductores de vehículos menores y pesados

Fichas de observación.

Fichas de registro de excavaciones

Formatos de ensayos

Resultados de ensayo de suelos

3.4.3 Equipos y herramientas

Estación total

GPS

Laptop

Flexómetro

3.4.4 Análisis de datos

Para el procesamiento de datos se utilizó los siguientes programas:

SOFTWARE:

➤ MICROSOFT EXCEL: Se prestará para hacer las hojas de cálculos para el diseño de cada tipo de pavimento.

➤ MICROSOFT WORD: Se usará para la edición del informe de la investigación.

➤ CIVIL3D: Ayudara para medir los niveles del terreno en estudio.

➤ AUTOCAD: Nos ayudara para dibujar el perfil del terreno y la ubicación de las calicatas.

CAPITULO IV: DESARROLLO DEL INFORME

4.1 RESULTADOS

4.1.1 Estudio de Tráfico

El estudio de tráfico es de gran importancia para el diseño del pavimento, ya que tendrán que soportar las continuas cargas vehiculares durante toda su vida útil, manteniendo un adecuado servicio.

Es por esta razón que el estudio de tráfico, se realizó con el fin de obtener el Número de Repeticiones de Eje Equivalente de 8.2 tn, para así poder diseñar el pavimento para ambas vías alternas.

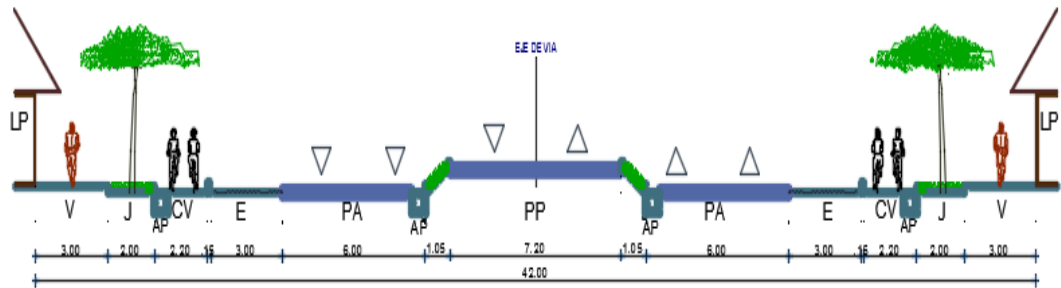
4.1.1.1 Situación Actual

La carretera en estudio se encuentra ubicada en el departamento de Junín, en jurisdicción de la Provincia de Satipo. De acuerdo al clasificador de rutas, forma parte de la Ruta Nacional PE-5S. Esta carretera dada su ubicación, permite la interconexión longitudinal de una parte de la sierra interandina de Tarma hacia la provincia de Satipo. “Los vehículos con cargas y pasajeros pertenecientes al departamento de Junín, lima, Huancavelica, Pasco y Huánuco, circulan por esta vía.

Por estas vías transitan diversidad de vehículos ligeros como: moto taxis, motocicletas, autos, camionetas, micros y también

vehículos pesados como: camiones, buses, trailers, semitrailer, etc.

Planteamiento de la sección de vía según el PDU de la Municipalidad Provincial de Satipo



Fuente: Sistema Vial Urbano-PDU- MPS. 2019

4.1.1.2 Metodología - Trabajo de Campo

El trabajo de campo consistió en hacer un conteo vehicular en el transcurso de 7 días consecutivos durante las 24 horas del día, para determinar el volumen de tránsito que soporta la vía y obtener el IMD.

Se tomó un punto de estación para el conteo de vehículos:

- Estación N° 1: Entrada de Villa Pacifico

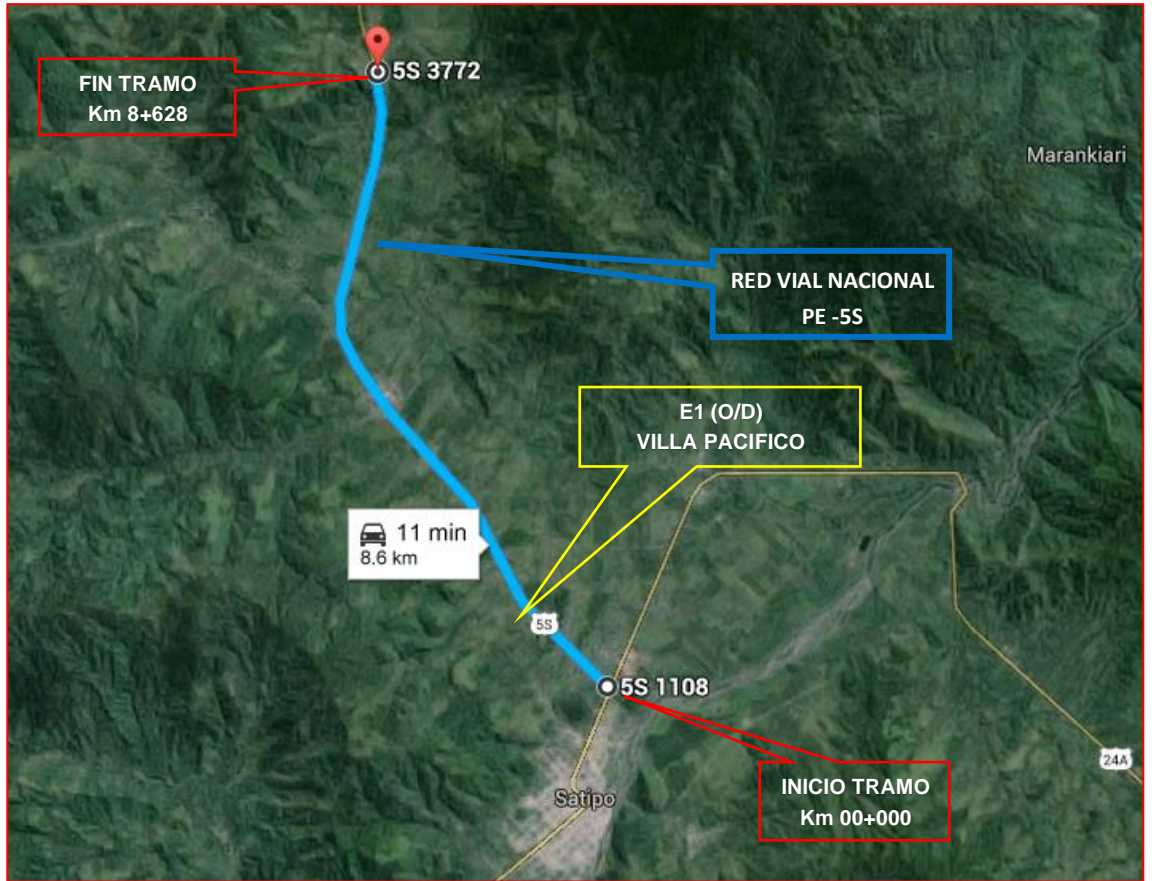


Figura 4: Ubicación de las estaciones seleccionadas

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 12: Conteo de vehículos en la Estación 01

DIA	STATION		CAMIONETAS				BUS		CAMION			SEMITRAYLER						TOTAL	PORC. %		
	AUTO	WAGON	PICK UP	PANEL	COMBI RURAL	MICRO	B2	B3-1	C2	C3	C4	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	C2R3	C3R2			C3R3	
LUNES	5622	326	832	3	244	20	53	74	324	158	14	4	0	6	36	0	0	1	7,717	13.01	
MARTES	5458	317	752	12	248	14	46	75	296	274	9	0	3	1	62	0	1	0	7,568	12.76	
MIERCOLES	6903	384	846	13	321	21	58	70	341	240	15	5	1	3	56	0	0	0	9,277	15.65	
JUEVES	6683	233	916	31	262	20	119	94	249	186	5	4	0	6	78	0	2	0	8,888	14.99	
VIERNES	6796	230	702	55	367	25	57	79	210	147	25	3	3	0	41	0	0	0	8,740	14.74	
SABADO	6496	256	823	59	237	13	37	71	265	171	4	2	1	3	57	2	1	2	8,500	14.33	
DOMINGO	6584	342	809	107	249	7	64	89	166	135	12	0	1	0	41	0	0	0	8,606	14.51	
TOTAL	44542	2088	5680	280	1928	120	434	552	1851	1311	84	18	9	19	371	2	4	3	59,296	100.00	
IMD	6363	298	811	40	275	17	62	79	264	187	12	3	1	3	53	0	1.0	0	8,469		
%	75.13	3.52	9.58	0.47	3.25	0.20	0.73	0.93	3.12	2.21	0.14	0.04	0.01	0.04	0.63	0.00	0.01	0.00	100.00		
	VEHICULOS LIGEROS										VEHICULOS PESADOS										

Fuente: Elaboración Propia 2019

4.1.1.3 Cálculo del índice medio diario anual

El IMDA obtenido por tipo de vehículo en el presente informe, se utilizó la clasificación de acuerdo al Reglamento Nacional de Tránsito del MTC, como se presenta en seguida:

$$IMDa = IMD * IVM$$

El índice de variación mensual para vehículos ligeros y pesados, se obtuvo de la Ficha técnica estándar formulación y evaluación de proyectos de inversión de carreteras interurbanas. Para ello se tomó como referencia el mes de mayo, ya que en ese mes se realizó el estudio de tráfico.

Peaje : Chalhuapuquio

Vehículos ligeros : 1.010289

Vehículos pesados : 1.053346

Tabla 13: Clasificación vehicular (veh./día) y su IMD anual

Tipo de Vehículos	IMD	IVM	IMDa	Distrib. %
LIGEROS	7,804	1.010289	7,884	91.85%
B2	62	1.053346	65	0.76%
B3-1	79	1.053346	83	0.97%
C2	264	1.053346	278	3.24%
C3	187	1.053346	197	2.29%
C4	12	1.053346	13	0.15%
T2S2	3	1.053346	3	0.03%
T2S3	1	1.053346	1	0.01%
T3S2	3	1.053346	3	0.03%
T3S3	53	1.053346	56	0.65%
C3R2	1	1.053346	1	0.01%
TOTAL IMD	8,469		8584	100%

Fuente: Elaboración Propia

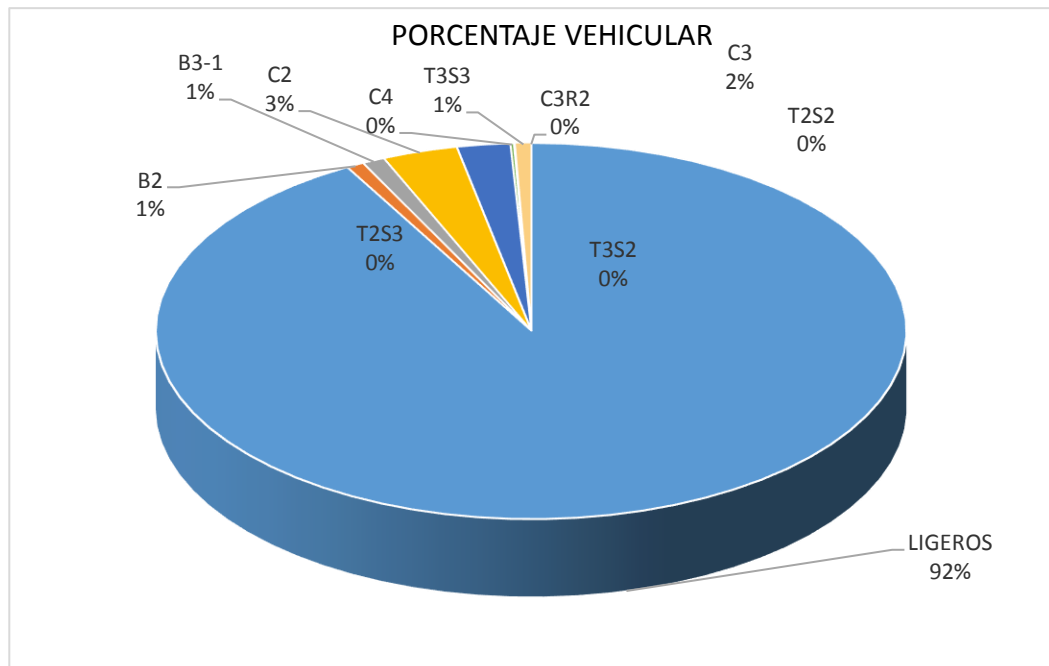


Figura 5: Distribución de Volumen de tránsito

Fuente: Elaborado por el tesista 2019.

4.1.1.4 Factor de Crecimiento Acumulado (Fca)

El “factor de crecimiento está considerado en la tasa de crecimiento, que se define en relación con la dinámica de crecimiento social y económico. Esto involucra a la tasa de crecimiento del tránsito de vehículos de pasajeros con la tasa anual de crecimiento poblacional;” y dicha tasa considera también a vehículos de carga Producto Bruto Interno (PBI) como una tasa anual del crecimiento de la economía.

$$Factor\ Fca = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

Dónde:

r = tasa anual de crecimiento

n = periodo de diseño

Para la tasa de vehículos ligeros se consideró la tasa de crecimiento anual de la población del distrito de Rio Negro.

Tabla 14: Población del distrito del INEI

AÑO	Habitantes
AÑO 1993	18,772
AÑO 2007	25,981
n	14

Fuente: Ficha técnica estándar del MTC

$$Tc = r_v = \left(\frac{Población\ 2007}{Población\ 1993} \right)^{1/n} - 1$$
$$r_v = 2.35\%$$

Para vehículos pesados se consideró la tasa de crecimiento anual del PBI de la región Junín, el cual se tomó como referencia del formato n° 1.2 de la Ficha técnica estándar formulación y evaluación de proyectos de inversión de carreteras interurbanas.

La tasa anual del PBI de la región Junín (Vehículos pesados):

Tabla 15: Tasa de crecimiento para vehículos pesados

V. Pesados	$r_v = 3.90\%$
------------	----------------

Fuente: Ficha técnica estándar del MTC

4.1.1.5 Cálculo del Factor de Distribución Direccional (Fd) y de Carril (Fc):

Estos factores se determinaron en base al número de calzadas que se pretenden diseñar para el pavimento, como también involucra el número de sentidos para las calzadas y el número de carriles por sentido.

En nuestro diseño se va a realizar dos calzadas nuevas y una calzada existente con separadores centrales de dos sentidos, con 3 carriles por sentido. Por lo tanto, para nuestro diseño se usará un factor Direccional de 0.50 y el de Carril de 0.60.

Tabla 16: Factores de Distribución Direccional y de Carril para determinar el tránsito en el carril de diseño.








Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de la 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 (para IMDa total de las dos calzadas)	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: Manual de carreteras 2014

4.1.1.6 Cálculo de Factores de Ejes Equivalentes (E.E) y Factor Vehículo Pesado (Fvp)

Para el cálculo de Los Ejes Equivalentes (EE) son los factores de equivalencia que representa el factor destructivo de las diferentes cargas, por tipo de eje que se conforman en cada tipo de vehículo pesado, sobre la estructura del pavimento.

Tabla 17: Configuración de los ejes de vehículos

EJE(S)	Nomenclatura	Nº de Neumáticos		T_n
EJE SIMPLE (con rueda simple)	1RS	2		7
EJE SIMPLE (con rueda doble)	1RD	4		11
EJE TANDEM (1 eje Rueda simple + 1 eje rueda doble)	1RS+1RD	6		16
EJE TANDEM (2 ejes rueda doble)	2RD	8		18
EJE TRIDEM (1 Rueda simple + 2 ejes rueda doble)	11RS+2RD	10		23
EJE TRIDEM (3 ejes rueda doble)	3RD	12		25

Fuente: Manual de Carreteras 2014

Para el cálculo de sus Ejes Equivalentes, se utilizarán las siguientes relaciones simplificadas, para las diferentes configuraciones de ejes de vehículos pesados (buses y camiones) y para cada tipo de pavimento:

Tabla 18 Relación de las cargas por los Ejes para determinar los Ejes Equivalentes (EE). Para Pavimentos Flexible, Semirrígidos y Afirmados.

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

Fuente: Manual de Carreteras2014.

Tabla 19: Relación de cargas por los ejes, para determinar los ejes Equivalentes (EE). Para diseño de los Pavimentos Rígidos.

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE _{8.2tn})
Eje Simple de ruedas simples (EE _{S1})	$EE_{S1} = [P / 6.6]^{4.1}$
Eje Simple de ruedas dobles (EE _{S2})	$EE_{S2} = [P / 8.2]^{4.1}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TA1})	$EE_{TA1} = [P / 13.0]^{4.1}$
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE _{TA2})	$EE_{TA2} = [P / 13.3]^{4.1}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TR1})	$EE_{TR1} = [P / 16.6]^{4.0}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE _{TR2})	$EE_{TR2} = [P / 17.5]^{4.0}$
P = peso real por eje en toneladas	

Fuente: Manual de Carreteras, 2014

Para la tesis se desarrolló para ambos diseños tanto para el pavimento flexible y pavimento rígido tal como se muestra a continuación:

Tabla 20: Factor de equivalencia por eje y factor camión para pavimento flexible

TIPO DE VEHICULOS	PESO MAXIMO EN (TN)					FACTOR EE			FVP
	EJE SIMPLE DELANTERO	EJES POSTERIORES			EJE SIMPLE DELANTERO	EJES POSTERIORES			
		1 EJE	2 EJE	3 EJE		EJE 1	EJE 2	EJE 3	
LIGEROS	1.00	1.00			0.0005	0.0005			0.001
B2	7.00	11.00			1.2654	3.2383			4.504
B3-1	7.00	16.00			1.2654	1.3659			2.631
C2	7.00	11.00			1.2654	3.2383			4.504
C3	7.00	18.00			1.2654	2.0192			3.285
C4	7.00	23.00			1.2654	1.5082			2.774
T2S2	7.00	11.00	18.00		1.2654	3.2383	2.0192		6.523
T2S3	7.00	11.00	25.00		1.2654	3.2383	1.7060		6.210
T3S2	7.00	18.00	18.00		1.2654	2.0192	2.0192		5.304
T3S3	7.00	18.00	25.00		1.2654	2.0192	1.7060		4.991
C3R2	7.00	18.00	11.00	11.00	1.2654	2.0192	3.2383	3.2383	9.761

Fuente: Elaboración propia 2019

Tabla 21: Factor Equivalencia Por Eje Y Factor Camión para Pavimento Rígido

TIPO DE VEHICULOS	PESO MAXIMO EN (TN)					FACTOR EE			FVP
	EJE SIMPLE DELANTERO	EJES POSTERIORES			EJE SIMPLE DELANTERO	EJES POSTERIORES			
		1 EJE	2 EJE	3 EJE		EJE 1	EJE 2	EJE 3	
LIGEROS	1.00	1.00			0.0004	0.0004			0.001
B2	7.00	11.00			1.2728	3.3348			4.608
B3-1	7.00	16.00			1.2728	2.3427			3.616
C2	7.00	11.00			1.2728	3.3348			4.608
C3	7.00	18.00			1.2728	3.4580			4.731
C4	7.00	23.00			1.2728	3.8075			5.080
T2S2	7.00	11.00	18.00		1.2728	3.3348	3.4580		8.066
T2S3	7.00	11.00	25.00		1.2728	3.3348	4.1649		8.773
T3S2	7.00	18.00	18.00		1.2728	3.4580	3.4580		8.189
T3S3	7.00	18.00	25.00		1.2728	3.4580	4.1649		8.896
C3R2	7.00	18.00	11.00	11.00	1.2728	3.4580	3.3348	3.3348	11.400

Fuente: Elaboración propia 2019

4.1.1.7 Factor de Ajuste por Presión de Neumáticos (Fp)

Otro “de los factores a ser considerados en la determinación del Número de Repeticiones de EE es el efecto de la presión de contacto de los neumáticos.”

Para el presente caso, se consideró un factor igual a 1.0 para pavimentos rígidos, siguiendo las recomendaciones del Manual de carreteras2014, se utilizó como presión inicial 80 psi.

Para el pavimento flexible, también se consideró un factor igual a 1, ya que la vía no presenta pendientes pronunciadas y se trata de pavimentos urbanos.

4.1.1.8 Cálculo de EE día-carril

Para el cálculo se necesita los Ejes Equivalentes por cada tipo de vehículo pesado por día para el carril de diseño.

Al hacer un estudio comparativo de pavimento flexible y rígido. Se calculará 2 diferentes EE día-carril porque el Factor Vehículo Pesado cambia en el caso de diseñar un pavimento Rígido.

En la Tabla 28 se muestra este valor obtenido de multiplicar el IMDa por cada tipo de vehículo pesado, por el Factor Direccional, Factor Carril, Factor Vehículo Pesado y Factor de Ajuste Por Presión de Neumático obtenidos anteriormente.

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

Dónde:

IMD_{pi}: corresponde al Índice Medio Diario según tipo de vehículo pesado seleccionado

F_d: Factor Direccional, según tabla 22.

Fc: Factor Carril de diseño, según tabla 22.

Fvpi: Factor vehículo pesado del tipo seleccionado (i) cuyo calculo según su composición de ejes. Representa el número de ejes equivalentes promedio para cada tipo de vehículo pesado (bus o camión), y su promedio es obtenido con la división del total de ejes equivalentes (EE) de un determinado tipo de vehículo pesado entre el número total del tipo de vehículo pesado seleccionado.

Fp: Factor de Presión de neumáticos, según tabla 22.

Se presenta el cálculo para EE-carril para pavimento flexible.

Tabla 22: EE carril para pavimento flexible

TIPO DE VEHICULOS	IMD	Fd	Fc	Fvp	Fp	EEcarril
LIGEROS	7884	0.5	0.6	0.001	1	2.492999
B2	65	0.5	0.6	4.504	1	87.82125
B3-1	83	0.5	0.6	2.631	1	65.51965
C2	278	0.5	0.6	4.504	1	375.6047
C3	197	0.5	0.6	3.285	1	194.1187
C4	13	0.5	0.6	2.774	1	10.81685
T2S2	3	0.5	0.6	6.523	1	5.87058
T2S3	1	0.5	0.6	6.210	1	1.862904
T3S2	3	0.5	0.6	5.304	1	4.773414
T3S3	56	0.5	0.6	4.991	1	83.84219
C3R2	1	0.5	0.6	9.761	1	2.928346

Fuente: Elaboración propia 2019

Para el cálculo del EE carril para pavimento rígido se consideró la misma fórmula y los criterios de los pesos del vehículo según la norma vigente como se puede apreciar en la tabla 23.

Tabla 23: EE carril para pavimento rígido

TIPO DE VEHICULOS	IMD	Fd	Fc	Fvp	Fp	EEcarril
LIGEROS	7884	0.5	0.6	0.001	1	2.064276
B2	65	0.5	0.6	4.608	1	89.84938
B3-1	83	0.5	0.6	3.616	1	90.02781
C2	278	0.5	0.6	4.608	1	384.2789
C3	197	0.5	0.6	4.731	1	279.5926
C4	13	0.5	0.6	5.080	1	19.81334
T2S2	3	0.5	0.6	8.066	1	7.259098
T2S3	1	0.5	0.6	8.773	1	2.631778
T3S2	3	0.5	0.6	8.189	1	7.369959
T3S3	56	0.5	0.6	8.896	1	149.4489
C3R2	1	0.5	0.6	11.400	1	3.420147

Fuente: Elaboración propia 2019

4.1.1.9 Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 tn

Se obtuvo el número de repeticiones de eje equivalente de 8.2 tn, que representa el parámetro que deseamos saber para el diseño del pavimento flexible, y rígido, se necesita el Factor de crecimiento acumulado obtenido anteriormente multiplicado por 365 días del año y por el EE día-carril.

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

Tabla 24: Ejes equivalentes por cada tipo de vehículo y número de repeticiones de ejes equivalentes para pavimento flexible

TIPO DE VEHICULOS	EEcarril	Fca	365	Nº de Rep. EE 8.2t
LIGEROS	2.492999	25.1625	365	22896.44886
B2	87.821247	29.4710	365	944685.572
B3-1	65.519651	29.4710	365	704789.2296
C2	375.604719	29.4710	365	4040347.523
C3	194.118690	29.4710	365	2088117.981
C4	10.816846	29.4710	365	116355.8819
T2S2	5.870580	29.4710	365	63149.3268
T2S3	1.862904	29.4710	365	20039.09728
T3S2	4.773414	29.4710	365	51347.20522
T3S3	83.842188	29.4710	365	901883.1785
C3R2	2.928346	29.4710	365	31499.96754
				8.99E+06

Fuente: Elaboración propia 2018

El ESAL calculado fue de $8,99 \times 10^6$ para el cálculo del pavimento flexible según los datos del estudio de tráfico.

Tabla 25: Ejes equivalentes por cada tipo de vehículo y número de repeticiones de ejes equivalentes para pavimento rígido.

TIPO DE VEHICULOS	EEcarril	Fca	365	Nº de Rep. EE 8.2t
LIGEROS	2.064276	25.1625	365	18958.92623
B2	89.849379	29.4710	365	966502.0069
B3-1	90.027809	29.4710	365	968421.3689
C2	384.278882	29.4710	365	4133654.737
C3	279.592561	29.4710	365	3007553.025
C4	19.813339	29.4710	365	213130.3801
T2S2	7.259098	29.4710	365	78085.49423
T2S3	2.631778	29.4710	365	28309.80345
T3S2	7.369959	29.4710	365	79278.00916
T3S3	149.448934	29.4710	365	1607609.272
C3R2	3.420147	29.4710	365	36790.22953
				1.10E+07

Fuente: Elaboración propia 2018

El ESAL calculado fue de $1,10 \times 10^7$ para el cálculo del pavimento flexible según los datos del estudio de tráfico.

Usando “la fórmula presentada anteriormente, el ESAL calculado para cada tipo de pavimento se presenta en la siguiente tabla y será requerido para el diseño de los pavimentos flexible y rígido por la metodología de la AASHTO.”

Tabla 26: Número de repeticiones de los ejes equivalentes de 8.2 t. para ambos pavimentos

TIPO DE PAVIMENTO	Nrep de EE 8.2tn
PAVIMENTO FLEXIBLE	8.99 x10 ⁶
PAVIMENTO RIGIDO	1,10 x 10 ⁷

Fuente: Elaboración propia 2019

4.1.2 Estudio de mecánica de suelos y canteras

Se consideran para determinar el parámetro más importante “para el diseño del pavimentos flexibles y rígidos con la capacidad de soporte de la subrasante (módulo de resiliencia y módulo de reacción de la subrasante), mientras que los estudios de canteras sirven para caracterizar el material granular que será usado como subbase y base del pavimento.

Exploración de suelos

La metodología seguida para la ejecución del estudio comprendió básicamente de una Investigación de campo en el tramo del Ovalo Rondero a Portillo bajo que es la zona de estudio, a través de prospecciones de exploración (obtención de muestras representativas) mediante calicatas de exploración a cielo abierto, las que fueron objeto de ensayos de Laboratorio y finalmente con los datos obtenidos en ambas fases se realizaron las labores de gabinete, para consignar luego en forma gráfica y escrita los resultados del estudio, los mismos que se adjuntan.

En dicha programación de exploración y muestreo se planifico tres fases marcadas, a fin de llevar un trabajo ordenado que permita lograr el objetivo final, dichas fases.

Caracterización de la Sub rasante:

Con el objetivo de determinar las características físico-mecánicas de los materiales de las sub rasante, se excavaron 29 calicatas hasta una profundidad mínima de 1.50 m, distanciados cada 300 m alternados en el lado derecho e izquierdo.

Complementariamente las calicatas realizadas cada 300 m, se realizaron calicatas adicionales donde existan diferencias entre los tipos de suelo de calicatas contiguas.

Registro de excavación

En todas las calicatas ejecutadas se efectuó un registro de excavación, en el cual se consignó la descripción de los estratos del suelo, la ubicación con respecto al eje de la carretera y el registro fotográfico de la calicata.

De los materiales encontrados en las calicatas se obtuvieron muestras disturbadas, las cuales fueron descritas e identificadas con la ubicación, número de muestra y profundidad luego fueron colocadas en bolsas de polietileno para su traslado al laboratorio.



Figura 6: registro de excavación

Descripción de los suelos:

Los suelos encontrados fueron descritos y clasificados de acuerdo a la metodología para la construcción de vías, cuya clasificación según SUCS y AASHTO. Se presenta la caracterización de los ensayos en la tabla n° 27.

Tabla 27: Ensayo estándar de clasificación

PROG. (Km)	CAL.	MST	PROF. (m)	W (%)	% MATERIAL QUE PASA				LL	LP	IP	CLASIFICACION		
					Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 200				SUCS	AASHTO	
00+000	C - 01	-	0.00 - 0.80	MATERIAL DE RELLENO										
		M - 01	0.80 - 1.60	15.5	91	88	74	56	50	30	20	MH	A-7-5	9
00+300	C - 02	-	0.00 - 0.80	MATERIAL DE RELLENO										
		M - 01	0.80 - 1.50	22.3	88	83	66	42	28	20	8	SC	A-4	0
00+600	C - 03	-	0.00 - 0.30	COBERTURA VEGETAL										
		M - 01	0.30 - 1.60	36.3	100	100	97	90	61	31	30	CH	A-7-5	32
00+900	C - 04	-	0.00 - 0.30	COBERTURA VEGETAL										
		M - 01	0.30 - 1.50	41.7	90	89	86	83	59	37	22	MH	A-7-5	22
01+200	C - 05	-	0.00 - 0.20	COBERTURA VEGETAL										
		-	0.20 - 0.80	MATERIAL DE RELLENO										
		M - 01	0.80 - 1.60	29.6	88	85	80	71	44	28	16	ML	A-7-6	11
01+500	C - 06	-	0.00 - 0.30	COBERTURA VEGETAL										
		M - 01	0.30 - 1.60	35.9	100	100	99	95	67	39	28	MH	A-7-5	35
01+800	C - 07	-	0.00 - 0.20	COBERTURA VEGETAL										
		M - 01	0.20 - 1.60	31.1	88	75	67	61	47	33	14	ML	A-7-6	8
02+100	C - 08	-	0.00 - 0.30	COBERTURA VEGETAL										
		M - 01	0.30 - 1.60	25.5	96	93	89	84	47	33	14	ML	A-7-6	20
02+400	C - 09	-	0.00 - 0.40	COBERTURA VEGETAL										
		M - 01	0.40 - 1.70	20.1	91	87	81	74	42	26	16	ML	A-7-5	0
02+700	C - 10	-	0.00 - 0.30	COBERTURA VEGETAL										
		M - 01	0.30 - 1.60	38.1	100	100	100	96	48	33	15	ML	A-7-5	35
03+000	C - 11	-	0.00 - 0.40	COBERTURA VEGETAL										
		M - 01	0.40 - 1.60	28.4	100	98	92	78	51	28	23	CH	A-7-5	19
03+300	C - 12	-	0.00 - 0.40	COBERTURA VEGETAL										
		M - 01	0.40 - 1.70	28.5	89	79	69	55	40	25	15	CL	A-6	6
03+600	C - 13	-	0.00 - 0.20	COBERTURA VEGETAL										
		M - 01	0.20 - 1.60	22.5	91	84	69	46	32	23	9	SC	A-4	1
03+900	C - 14	-	0.00 - 0.40	COBERTURA VEGETAL										
		M - 01	0.40 - 1.70	14.9	92	88	70	45	33	21	12	SC	A-6	2
04+200	C - 15	-	0.00 - 0.20	COBERTURA VEGETAL										
		-	0.20 - 0.80	MATERIAL DE RELLENO										

PROG. (Km)	CAL.	MST	PROF. (m)	W (%)	% MATERIAL QUE PASA				LL	LP	IP	CLASIFICACION		
					Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 200				SUCS	AASTHO	
		M - 01	0.80 - 1.60	15.3	95	89	67	41	31	19	12	SC	A-6	1
04+500	C - 16	-	0.00 - 0.20	COBERTURA VEGETAL										
		-	0.20 - 0.80	MATERIAL DE RELLENO										
		M - 01	0.80 - 1.60	15.1	89	83	61	37	29	19	10	SC	A-4	0
04+800	C - 17	-	0.00 - 0.10	COBERTURA VEGETAL										
		M - 01	0.10 - 1.60	5.6	70	61	26	9	NP	NP	NP	SP-SM	A-1-B	0
05+100	C - 18	-	0.00 - 0.30	COBERTURA VEGETAL										
		M - 01	0.30 - 1.60	30.8	84	77	71	61	39	24	15	CL	A-6	7
05+400	C - 19	-	0.00 - 0.50	COBERTURA VEGETAL										
		M - 01	0.50 - 1.70	28.7	70	57	48	40	37	25	12	SM	A-6	1
05+700	C - 20	-	0.00 - 0.40	COBERTURA VEGETAL										
		M - 01	0.40 - 1.70	28.7	100	97	92	79	47	26	21	CL	A-7-6	17
06+000	C - 21	-	0.00 - 0.30	COBERTURA VEGETAL										
		M - 01	0.30 - 1.70	26.1	67	60	47	23	19	NP	NP	SM	A-1-B	0
06+620	C - 30	-	0.00 - 0.20	COBERTURA VEGETAL										
		M - 01	0.20 - 1.80	18.9	97	89	79	59	30	18	12	CL	A-6	4
06+300	C - 22	-	0.00 - 0.30	COBERTURA VEGETAL										
		M - 01	0.30 - 1.40	20.7	95	93	85	65	35	21	14	CL	A-6	7
		M - 02	1.40 - 1.80	18.9	95	92	73	44	30	20	10	SC	A-4	1
06+600	C - 23	-	0.00 - 0.20	COBERTURA VEGETAL										
		-	0.20 - 1.10	MATERIAL DE RELLENO										
		M - 01	1.10 - 1.80	15.3	86	81	69	31	16	NP	NP	SM	A-2-4	0
06+900	C - 24	-	0.00 - 0.30	COBERTURA VEGETAL										
		M - 01	0.30 - 1.60	14.3	87	83	73	47	20	15	5	SC-SM	A-4	0
07+200	C - 25	-	0.00 - 0.40	COBERTURA VEGETAL										
		M - 01	0.40 - 1.70	13	80	76	64	32	18	14	4	SC-SM	A-2-4	0
07+500	C - 26	-	0.00 - 0.30	COBERTURA VEGETAL										
		M - 01	0.30 - 1.60	8.6	69	66	54	29	19	14	5	SC-SM	A-2-4	0
07+800	C - 27	-	0.00 - 0.20	COBERTURA VEGETAL										
		M - 01	0.20 - 1.30	5.1	37	29	23	11	NP	NP	NP	GP-GM	A-1-a	0
		M - 02	1.30 - 1.80	14.9	72	63	52	25	17	NP	NP	SM	A-2-4	0
08+100	C - 28	-	0.00 - 0.30	COBERTURA VEGETAL										
		M - 01	0.30 - 1.70	8.9	88	83	66	17	NP	NP	NP	SM	A-2-4	0
08+500	C - 29	-	0.00 - 0.20	COBERTURA VEGETAL										
		M - 01	0.20 - 1.60	10.2	41	37	30	16	19	15	4	GC-GM	A-1-b	0

Fuente: Ensayos de laboratorio MTC 2016

Con respecto a los ensayos CBR, se tomaron muestras de las calicatas de exploración en plataforma para el Diseño de paquete estructural siendo la toma de muestra más directa de la plataforma, para la realización de ensayos de capacidad de soporte CBR. Los valores obtenidos han sido evaluados en función al tipo de material presente, la estratigrafía de las calicatas, a la estratigrafía de la zona y a la tendencia de los valores de CBR.

Tabla 28: Caracterización de la subrasante

PROG. (Km)	CAL.	MST	PROF. (m)	W (%)	CLASIFICACION			OCH (%)	MDS (gr/cm3)	C.B.R	
					SUCS	AASTHO				95%	100%
00+900	C - 04	M - 01	0.30 - 1.50	41.7	MH	A-7-5	22	26.0	1.524	2.4	3.6
01+800	C - 07	M - 01	0.20 - 1.60	31.1	ML	A-7-6	8	21.9	1.619	5.0	7.1
02+700	C - 10	M - 01	0.30 - 1.60	38.1	ML	A-7-5	35	19.7	1.650	2.6	4.5
03+600	C - 13	M - 01	0.20 - 1.60	22.5	SC	A-4	1	13.9	1.873	5.1	6.6
04+500	C - 16	M - 01	0.80 - 1.60	15.1	SC	A-4	0	9.8	2.025	8.8	14.3
05+400	C - 19	M - 01	0.50 - 1.70	28.7	SM	A-6	1	11.0	1.926	9.0	13.0
06+300	C - 22	M - 02	1.40 - 1.80	18.9	SC	A-4	1	12.0	1.936	9.2	15.5
07+200	C - 25	M - 01	0.40 - 1.70	13	SC-SM	A-2-4	0	7.8	2.090	13.3	21.1
07+800	C - 27	M - 02	1.30 - 1.80	14.9	SM	A-2-4	0	8.5	2.037	30.7	50.7

Fuente: Ensayos de laboratorio MTC 2016

ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS

Para determinar las propiedades índices y geotécnicas de las muestras de suelo de fundación se han realizado los ensayos de acuerdo a los procedimientos descritos en las normas de ensayos de materiales del MTC.

Los ensayos realizados en muestras del suelo de fundación fueron las siguientes:

- Perfil estratigráfico
- Ensayo de Análisis Granulométrico por Tamizado MTC E 107 (ASTM-D-422)
- Ensayo de Límites de Consistencia
- Limite líquido MTC E 110 (ASTM-D-423)

- Límite Plástico MTC E 111 (ASTM-D-424)
- Clasificación SUCS (ASTM D-2487)
- Clasificación AASHTO (ASTM D-3282)
- Determinación del contenido de humedad MTC E 108 (ASTM-D-2216)
- Material que pasa el tamiz N° 200 (ASTM D-1140(2006))
- Peso específico relativo de las partículas sólidas del suelo MTC E-113(2000)
- Peso específico y absorción del agregado grueso MTC E-206 (2000)
- Determinación Humedad-Densidad(P. Modificado) MTC E 115 (ASTM D-1557)
- C.B.R. de suelos MTC E 132 (ASTM-D-1883)

DESCRIPCIÓN DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO:

La evaluación del perfil estratigráfico tiene como objetivo determinar la sectorización de la franja de terreno donde se apoyará la carretera de acuerdo con las características y condiciones del suelo donde se ha realizado en forma visual de acuerdo a procedimientos visual-manual del manual de suelos, según la norma ASTM D – 2488, que se muestran en los perfiles estratigráficos de las calicatas.

1. Calicata N ° 1 ubicada en el km: 0+000 vía izquierda el terreno
Consta de una capa desde 0.00 m hasta 0.80 m de profundidad de cobertura de material de relleno. El estrato es desde los 0.80 m hasta los 1.60 m de profundidad conformado por material (MH) material de Limos inorgánicos, suelos limosos o arenosos finos micáceos o diatomáceos, suelos elásticos, de color amarillento en estado semi húmedo.
2. Calicata N ° 2 ubicada en el km: 0+300 vía derecha el terreno
Consta de una capa desde 0.00 m hasta 0.80 m de profundidad de cobertura de material de relleno. El estrato es desde los 0.80

m hasta los 1.50 m de profundidad conformado por material (SC) material de arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla de color amarillento en estado semi húmedo.

3. Calicata N ° 3 ubicada en el km: 0+600 vía izquierda el terreno Consta de una capa desde 0.00 m hasta 0.30 m de profundidad de cobertura vegetal. El estrato es desde los 0.30 m hasta los 1.60 m de profundidad conformado por material (CH) material arcillas orgánicas de alta plasticidad, arcillas grasas de color rojizo en estado húmedo.
4. Calicata N ° 4 ubicada en el km: 0+900 vía derecha el terreno Consta de una capa desde 0.00 m hasta 0.30 m de profundidad de cobertura vegetal. El estrato es desde los 0.30 m hasta los 1.50 m de profundidad conformado por material (MH) material de Limos inorgánicos, suelos limosos o arenosos finos micáceos o diatomáceos, suelos elásticos de color rojizo en estado húmedo.
5. Calicata N ° 5 ubicada en el km: 1+200 vía izquierda el terreno consta de una capa desde 0.00 m hasta 0.20 m de profundidad de cobertura vegetal. Una capa de 0.20 m hasta 0.80 m conformado de material de relleno. El estrato es desde los 0.80 m hasta los 1.60 m de profundidad conformado por material (ML) limos inorgánicos y arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas, o limos arcillosos con poca plasticidad de color rojo claro en estado húmedo.
6. Calicata N ° 6 ubicada en el km: 1+500 vía derecha el terreno Consta de una capa desde 0.00 m hasta 0.30 m de profundidad de cobertura vegetal. El estrato es desde los 0.30 m hasta los 1.60 m de profundidad conformado por material (MH) material de Limos inorgánicos, suelos limosos o arenosos finos micáceos o diatomáceos, suelos elásticos de color naranja en estado húmedo.

7. Calicata N ° 7 ubicada en el km: 1+800 vía derecha el terreno
Consta de una capa desde 0.00 m hasta 0.20 m de profundidad de cobertura vegetal. El estrato es desde los 0.20 m hasta los 1.60 m de profundidad conformado por material (ML) limos inorgánicos y arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas, o limos arcillosos con poca plasticidad de color naranja en estado húmedo.

8. Calicata N ° 8 ubicada en el km: 2+100 vía derecha el terreno
Consta de una capa desde 0.00 m hasta 0.30 m de profundidad de cobertura vegetal. El estrato es desde los 0.30 m hasta los 1.60 m de profundidad conformado por material (ML) limos inorgánicos y arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas, o limos arcillosos con poca plasticidad de color amarillento claro en estado semi húmedo.

9. Calicata N ° 9 ubicada en el km: 2+400 vía izquierda el terreno
Consta de una capa desde 0.00 m hasta 0.40 m de profundidad de cobertura vegetal. El estrato es desde los 0.40 m hasta los 1.70 m de profundidad conformado por material (ML) limos inorgánicos y arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas, o limos arcillosos con poca plasticidad de color naranja oscuro en estado semi húmedo.

10. Calicata N ° 10 ubicada en el km: 2+700 vía derecha el terreno
Consta de una capa desde 0.00 m hasta 0.30 m de profundidad de cobertura vegetal. El estrato es desde los 0.30 m hasta los 1.60 m de profundidad conformado por material (ML) limos inorgánicos y arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas, o limos arcillosos con poca plasticidad de color marrón claro en estado semi húmedo.

11. Calicata N ° 11 ubicada en el km: 3+000 vía izquierda el terreno
Consta de una capa desde 0.00 m hasta 0.40 m de profundidad de cobertura vegetal. El estrato es desde los 0.40 m hasta los 1.60 m de profundidad conformado por material (CH) material arcillas orgánicas de alta plasticidad, arcillas grasas de color naranja oscuro en estado semi húmedo.
12. Calicata N ° 12 ubicada en el km: 3+300 vía derecha el terreno
Consta de una capa desde 0.00 m hasta 0.40 m de profundidad de cobertura vegetal. El estrato es desde los 0.40 m hasta los 1.70 m de profundidad conformado por material (CL) material arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras de color rojo con marrón oscuro en estado semi húmedo.
13. Calicata N ° 13 ubicada en el km: 3+600 vía izquierda el terreno
Consta de una capa desde 0.00 m hasta 0.20 m de profundidad de cobertura vegetal. El estrato es desde los 0.20 m hasta los 1.60 m de profundidad conformado por material (SC) material de arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla de color marrón claro en estado semi húmedo.
14. Calicata N ° 14 ubicada en el km: 3+900 vía derecha el terreno
Consta de una capa desde 0.00 m hasta 0.40 m de profundidad de cobertura vegetal. El estrato es desde los 0.40 m hasta los 1.70 m de profundidad conformado por material (SC) material de arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla de color naranja y marrón en estado semi seco.
15. Calicata N ° 15 ubicada en el km: 4+200 vía izquierda el terreno
consta de una capa desde 0.00 m hasta 0.20 m de profundidad de cobertura vegetal. Una capa de 0.20 m hasta 0.80 m conformado de material de relleno. El estrato es desde los 0.80 m hasta los 1.60 m de profundidad conformado por material (SC)

material de arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla de color marrón claro en estado semi húmedo.

16. Calicata N ° 16 ubicada en el km: 4+500 vía izquierda el terreno consta de una capa desde 0.00 m hasta 0.20 m de profundidad de cobertura vegetal. Una capa de 0.20 m hasta 0.80 m conformado de material de relleno. El estrato es desde los 0.80 m hasta los 1.60 m de profundidad conformado por material (SC) material de arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla de color amarillento claro en estado semi húmedo.
17. Calicata N ° 17 ubicada en el km: 4+800 vía derecha el terreno Consta de una capa desde 0.00 m hasta 0.10 m de profundidad de cobertura vegetal. El estrato es desde los 0.10 m hasta los 1.60 m de profundidad conformado por material (SP-SM) se encontró material arenas pobremente gradadas, arenas gravosas, pocos o ningún fino. Arenas limosas mezcla de arena-limo de color marrón oscuro.
18. Calicata N ° 18 ubicada en el km: 5+100 vía derecha el terreno Consta de una capa desde 0.00 m hasta 0.30 m de profundidad de cobertura vegetal. El estrato es desde los 0.30 m hasta los 1.60 m de profundidad conformado por material (CL) material arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras de color marrón claro en estado húmedo.
19. Calicata N ° 19 ubicada en el km: 5+400 vía derecha el terreno Consta de una capa desde 0.00 m hasta 0.50 m de profundidad de cobertura vegetal. El estrato es desde los 0.50 m hasta los 1.70 m de profundidad conformado por material (SM) Arenas limosas mezcla de arena-limo de color naranja oscuro en estado humedo

20. Calicata N ° 20 ubicada en el km: 5+700 vía derecha el terreno
Consta de una capa desde 0.00 m hasta 0.40 m de profundidad de cobertura vegetal. El estrato es desde los 0.40 m hasta los 1.70 m de profundidad conformado por material (CL) material arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras de color naranja oscuro en estado húmedo.

21. Calicata N ° 21 ubicada en el km: 6+000 vía izquierda el terreno
Consta de una capa desde 0.00 m hasta 0.30 m de profundidad de cobertura vegetal. El estrato es desde los 0.30 m hasta los 1.70 m de profundidad conformado por material (SM) Arenas limosas mezcla de arena-limo de color amarillento en estado semi humedo.

22. Calicata N ° 22 ubicada en el km: 6+300 vía izquierda el terreno
consta de una capa desde 0.00 m hasta 0.30 m de profundidad de cobertura vegetal. El primer estrato es desde los 0.30 m hasta 1.40 m conformado de material (CL) material arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras de color rojo oscuro en estado húmedo. El segundo estrato es desde los 1.40 m hasta los 1.80 m de profundidad conformado por material (SC) material de arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla de color verde oscuro en estado húmedo.

23. Calicata N ° 23 ubicada en el km: 6+600 vía derecha el terreno
consta de una capa desde 0.00 m hasta 0.20 m de profundidad de cobertura vegetal. Una capa desde 0.20 m hasta 1.10 m conformado de material de relleno. El estrato es desde los 1.10 m hasta los 1.80 m de profundidad conformado por material (SM) Arenas limosas mezcla de arena-limo en estado saturado.

24. Calicata N ° 24 ubicada en el km: 6+900 vía izquierda el terreno
Consta de una capa desde 0.00 m hasta 0.30 m de profundidad de cobertura vegetal. El estrato es desde los 0.30 m hasta los 1.60 m de profundidad conformado por material (SC-SM) material de arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla. (SM) Arenas limosas mezcla de arena-limo de color naranja con marrón claro en estado semi húmedo.

25. Calicata N ° 25 ubicada en el km: 7+200 vía derecha el terreno
Consta de una capa desde 0.00 m hasta 0.40 m de profundidad de cobertura vegetal. El estrato es desde los 0.40 m hasta los 1.70 m de profundidad conformado por material (SC-SM) material de arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla. (SM) Arenas limosas mezcla de arena-limo de color amarillento con plomo claro en estado semi húmedo.

26. Calicata N ° 26 ubicada en el km: 7+500 vía derecha el terreno
Consta de una capa desde 0.00 m hasta 0.30 m de profundidad de cobertura vegetal. El estrato es desde los 0.30 m hasta los 1.60 m de profundidad conformado por material (SC-SM) material de arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla. (SM) Arenas limosas mezcla de arena-limo de color rojo oscuro en estado semi húmedo.

27. Calicata N ° 27 ubicada en el km: 7+800 vía izquierda el terreno
consta de una capa desde 0.00 m hasta 0.20 m de profundidad de cobertura vegetal. El primer estrato desde 0.20 m hasta 1.30 m conformado de material (GP-GM) Grava pobremente gradadas, mezclas grava-arena, pocos fino. (GM) gravas limosas, mezcla de grava-arena limo se encontró material arenoso con buena cantidad apreciable de grava. El segundo estrato desde los 1.30 m hasta los 1.80 m de profundidad conformado por material (SM) Arenas limosas mezcla de arena-limo en estado húmedo.

28. Calicata N ° 28 ubicada en el km: 8+100 vía derecha el terreno Consta de una capa desde 0.00 m hasta 0.30 m de profundidad de cobertura vegetal. El estrato es desde los 0.30 m hasta los 1.70 m de profundidad conformado (SM) Arenas limosas mezcla de arena-limo de color marrón claro con presencia de piedra de 9" a 15" pulgadas en poca escala.
29. Calicata N ° 29 ubicada en el km: 8+500 vía derecha el terreno Consta de una capa desde 0.00 m hasta 0.20 m de profundidad de cobertura vegetal. El estrato es desde los 0.20 m hasta los 1.60 m de profundidad conformado por material (GC-GM) Gravas arcillosas, mezcla gravo-areno-arcillosas. (GM) gravas limosas, mezcla de grava-arena limo de color rojo oscuro en estado semi húmedo.
30. Se ha elegido un punto crítico la cual es la Calicata N ° 30 ubicada en el km: 6+620 vía izquierda el terreno Consta de una capa desde 0.00 m hasta 0.20 m de profundidad de cobertura vegetal. El estrato es desde los 0.20 m hasta los 1.80 m de profundidad conformado por material (CL) material arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras de color amarillento, arcilla en estado altamente húmedo.

Se elaboró el Perfil estratigráfico, para cada exploración de los suelos, en total son 30 calicatas.

REGISTRO DE CALICATAS EXPLORATORIAS Y PANEL FOTOGRAFICO					
PROYECTO: "CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD MARGINAL TRAMO OVALO RONDERO DE SATIPO - BAJO PORTILLO RIO NEGRO - SATIPO - JUNIN". TRAMO: <i>avala rundero de satipo - bajo portillo de rio negro</i> MATERIAL: De Plataforma Existente Terreno Natural KM: : km. 0+000 al km 8+600			ING* RESP.: D.M.S. FECHA: : 12/05/2016		
DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA: 1 VIA: : IZQUIERDO LADO: : DERECHO			PROF. (m): 1.60 m Prog: : Km 0+000 NIVEL FREATICO: -		
PROF.	M.	MUESTRA	SIMBOLO	DESCRIPCION	PANEL FOTOGRAFICO
0.10				0.00 - 0.80 m se encontro material de rrelleno	
0.20					
0.30					
0.40					
0.50					
0.60					
0.70					
0.80					
0.90		M-1		0.80 - 1.60 m (MH) material de Limos inorganicos, suelos limosos o arenosos finos micaceos o diatomaceos, suelos elasticos, de color amarillento en estado semi humedo.	
1.00					
1.10					
1.20					
1.30					
1.40					
1.50					
1.60					

Figura 7: Registro de excavación de la calicata 1


REGISTRO DE CALICATAS EXPLORATORIAS Y PANEL FOTOGRAFICO					
PROYECTO : "CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LAS DOS VIAS ALTERNA DE LA CARRETERA MARGINAL TRAMO OVALO RONDERO DE SATIPO - BAJO PORTILLO RIO NEGRO - SATIPO - JUNIN". TRAMO : ovalo rondero de satipo - bajo portillo de rio negro MATERIAL : De Plataforma Existente Terreno Natural KM : km. 0+000 al km 8+600					ING* RESP. : D.M.S. FECHA : 12/05/2016
DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA : 2 VIA : DERECHO LADO : EJE					PROF. (m) : 1.50 m Prog : Km 0+300 NIVEL FREATICO: _
PROF.	M.	MUESTRA	SIMBOLO	DESCRIPCION	PANEL FOTOGRAFICO
0.10					
0.20					
0.30					
0.40				0.00 - 0.80 m se encontro material de relleno	
0.50					
0.60					
0.70					
0.80					
0.90					
1.00					
1.10					
1.20		M-1		0.80 - 1.50 m (SC) material de arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla, arcilla de color amarillento en estado semi humedo.	
1.30					
1.40					
1.50					

Figura 8: Registro de excavación de la calicata 2



REGISTRO DE CALICATAS EXPLORATORIAS Y PANEL FOTOGRAFICO						
PROYECTO: "CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LAS DOS VIAS ALTERNA DE LA CARRETERA MARGINAL TRAMO OVALO RONDERO DE SATIPO - BAJO PORTILLO RIO NEGRO - SATIPO - JUNIN".					ING° RESP. : D.M.S. FECHA : 12/05/2016	
TRAMO : ovalo rondero de satipo - bajo portillo de rio negro						
MATERIAL : De Plataforma Existente Terreno Natural						
KM : km. 0+000 al km 8+600						
DATOS DE LA MUESTRA						
CALICATA : 3					PROF. (m) : 1.60 m	
VIA : IZQUIERDO					Prog : Km 0+600	
LADO : EJE					NIVEL FREATICO: -	
PROF.	M	MUES TRA	SIMBOLO	DESCRIPCION	PANEL FOTOGRAFICO	
0.10	---	Pt		0.00 - 0.30 m se encontro material organico en poca escala		
0.20	---					
0.30	---					
0.40	---	M-1	(CH)	0.30 - 1.60 m (CH) material arcillas organicas de alta plasticidad, arcillas grasas de color rojiso en estado humedo.		
0.50	---					
0.60	---					
0.70	---					
0.80	---					
0.90	---					
1.00	---					
1.10	---					
1.20	---					
1.30	---					
1.40	---					
1.50	---					
1.60	---					

Figura 9: Registro de excavación de la calicata 3



REGISTRO DE CALICATAS EXPLORATORIAS Y PANEL FOTOGRAFICO					
PROYECTO : "CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LAS DOS VIAS ALTERNA DE LA CARRETERA MARGINAL TRAMO OVALO RONDERO DE SATIPO - BAJO PORTILLO RIO NEGRO - SATIPO - JUNIN".				ING* RESP. : D.M.S. FECHA : 12/05/2016	
TRAMO : ovalo rondero de satipo - bajo portillo de rio negro					
MATERIAL : De Plataforma Existente Terreno Natural					
KM : km. 0+000 al km 8+600					
DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA : 4				PROF. (m) : 1.50 m	
VIA : DERECHO				Prog : Km 0+900	
LADO : EJE				NIVEL FREATICO :	
PROF.	M.	MUESTRA	SIMBOLO	DESCRIPCION	PANEL FOTOGRAFICO
0.10	Pt		0.00 - 0.30 m se encontro material organico en poca escala	
0.20				
0.30				
0.40	M-1		0.30 - 1.50 m (MH) material de Limos inorganicos, suelos limosos o arenosos finos micaceos o diatomaceos, suelos elasticos de color rojiso en estado humedo.	
0.50				
0.60				
0.70				
0.80				
0.90				
1.00				
1.10				
1.20				
1.30				
1.40				
1.50				

Figura 10: Registro de excavación de la calicata 4


REGISTRO DE CALICATAS EXPLORATORIAS Y PANEL FOTOGRAFICO					
PROYECTO: "CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LAS DOS VIAS ALTERNA DE LA CARRETERA MARGINAL TRAMO OVALO RONDERO DE SATIPO - BAJO PORTILLO RIO NEGRO - SATIPO - JUNIN".				ING* RESP. : D.M.S. FECHA : 12/05/2016	
TRAMO : ovalo rondero de satipo - bajo portillo de rio negro					
MATERIAL : De Plataforma Existente Terreno Natural					
KM : km. 0+000 al km 8+600					
DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA : 5				PROF. (m) : 1.60 m	
VIA : IZQUIERDO				Prog : Km 1+200	
LADO : EJE				NIVEL FREATICO :	
PROF.	M.	MUESTRA	SIMBOLO	DESCRIPCION	PANEL FOTOGRAFICO
0.10	---	Pt		0.00 - 0.20 m se encontro material organico en poca escala	
0.20	---				
0.30	---	0.20 - 0.80 m se encontro Material de rrelleno			
0.40	---				
0.50	---				
0.60	---				
0.70	---				
0.80	---				
0.90	---	M-1		0.80 - 1.60 m (ML) limos inorganicos y arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas, o limos arcillosos con poca plasticidad de color rojo claro en estado humedo.	
1.00	---				
1.10	---				
1.20	---				
1.30	---				
1.40	---				
1.50	---				
1.60	---				

Figura 11: Registro de excavación de la calicata 5



REGISTRO DE CALICATAS EXPLORATORIAS Y PANEL FOTOGRAFICO					
PROYECTO: "CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LAS DOS VIAS ALTERNA DE LA CARRETERA MARGINAL TRAMO OVALO RONDERO DE SATIPO - BAJO PORTILLO RIO NEGRO - SATIPO - JUNIN".				ING° RESP. : D.M.S. FECHA : 12/05/2016	
TRAMO : ovalo rondero de satipo - bajo portillo de rio negro					
MATERIAL : De Plataforma Existente Terreno Natural					
KM : km. 0+000 al km 8+600					
DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA : 6				PROF. (m) : 1.60 m	
VIA : DERECHO				Prog : Km 1+500	
LADO : EJE				NIVEL FREATICO: _	
PROF.	M	MUESTRA	SIMBOLO	DESCRIPCION	PANEL FOTOGRAFICO
0.10	---	Pt		0.00 - 0.30 m se encontro material organico en poca escala	
0.20	---				
0.30	---				
0.40	---	M-1		0.30 - 1.60 m (MH) material de Limos inorganicos, suelos limosos o arenosos finos micaceos o diatomaceos, suelos elasticos de color naranja en estado humedo.	
0.50	---				
0.60	---				
0.70	---				
0.80	---				
0.90	---				
1.00	---				
1.10	---				
1.20	---				
1.30	---				
1.40	---				
1.50	---				
1.60	---				

Figura 12: Registro de excavación de la calicata 6


REGISTRO DE CALICATAS EXPLORATORIAS Y PANEL FOTOGRAFICO					
PROYECTO: "CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LAS DOS VIAS ALTERNA DE LA CARRETERA MARGINAL TRAMO OVALO RONDERO DE SATIPO - BAJO PORTILLO RIO NEGRO - SATIPO - JUNIN". TRAMO: : ovalo rondero de satipo - bajo portillo de rio negro MATERIAL: : De Plataforma Existente Terreno Natural KM: : km. 0+000 al km 8+600				ING* RESP.: : D.M.S. FECHA: : 12/05/2016	
DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA: : 7 VIA: : DERECHO LADO: : EJE				PROF. (m): : 1.60 m Prog: : Km 1+800 NIVEL FREATICO: :	
PROF.	M.	MUESTRA	SIMBOLO	DESCRIPCION	PANEL FOTOGRAFICO
0.10	...	Pt		0.00 - 0.20 m se encontro material organico en poca escala	
0.20	...				
0.30	...	M-1		0.20 - 1.60 m (ML) limos inorganicos y arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas, o limos arcillosos con poca plasticidad de color naranja en estado humedo.	
0.40	...				
0.50	...				
0.60	...				
0.70	...				
0.80	...				
0.90	...				
1.00	...				
1.10	...				
1.20	...				
1.30	...				
1.40	...				
1.50	...				
1.60	...				

Figura 13: Registro de excavación de la calicata 7


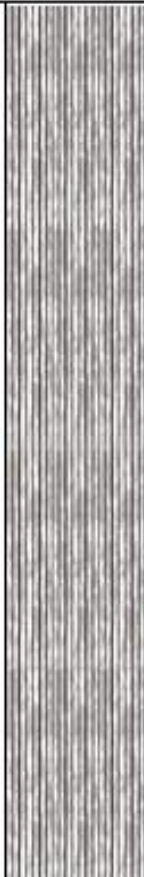

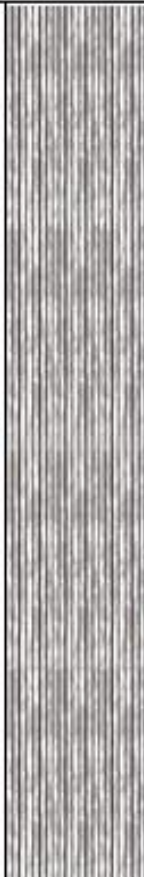

REGISTRO DE CALICATAS EXPLORATORIAS Y PANEL FOTOGRAFICO					
PROYECTO: "CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LAS DOS VIAS ALTERNA DE LA CARRETERA MARGINAL TRAMO OVALO RONDERO DE SATIPO - BAJO PORTILLO RIO NEGRO - SATIPO - JUNIN". TRAMO: : ovalo rondero de satipo - bajo portillo de rio negro MATERIAL: : De Plataforma Existente Terreno Natural KM: : km. 0+000 al km 8+600				ING* RESP.: D.M.S. FECHA: : 13/05/2016	
DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA: 8 VIA: : DERECHO LADO: : EJE				PROF. (m): 1.60 m Prog: : Km 2+100 NIVEL FREATICO: -	
PROF.	M	MUESTRA	SIMBOLO	DESCRIPCION	PANEL FOTOGRAFICO
0.10	---			0.00 - 0.30 m (Pt) se encontro material organico en poca escala.	
0.20	---				
0.30	---				
0.40	---	M-1		0.30 - 1.60 m (ML) limos inorganicos y arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas, o limos arcillosos con poca plasticidad de color amarillento claro en estado semi humedo.	
0.50	---				
0.60	---				
0.70	---				
0.80	---				
0.90	---				
1.00	---				
1.10	---				
1.20	---				
1.30	---				
1.40	---				
1.50	---				
1.60	---				

Figura 14: Registro de excavación de la calicata 8

REGISTRO DE CALICATAS EXPLORATORIAS Y PANEL FOTOGRAFICO					
PROYECTO : "CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LAS DOS VIAS ALTERNA DE LA CARRETERA MARGINAL TRAMO OVALO RONDERO DE SATIPO - BAJO PORTILLO RIO NEGRO - SATIPO - JUNIN". TRAMO : ovalo rondero de satipo - bajo portillo de rio negro MATERIAL : De Plataforma Existente Terreno Natural KM : km. 0+000 al km 8+600				ING^o RESP. : D.M.S. FECHA : 13/05/2016	
DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA : 9 VIA : IZQUIERDO LADO : EJE				PROF. (m) : 1.70 m Prog : Km 2+400 NIVEL FREATICO: -	
PROF.	M.	MUESTRA	SIMBOLO	DESCRIPCION	PANEL FOTOGRAFICO
0.10	...	M-1	[Symbol]	0.00 - 0.40 m se encontro material organico en poca escala.	[Image]
0.20	...				
0.30	...				
0.40	...				
0.50	...	M-1	[Symbol]	0.40 - 1.70 m (ML) limos inorganicos y arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas, o limos arcillosos con poca plasticidad de color naranja oscuro en estado semi humedo.	[Image]
0.60	...				
0.70	...				
0.80	...				
0.90	...				
1.00	...				
1.10	...				
1.20	...				
1.30	...				
1.40	...				
1.50	...				
1.60	...				
1.70	...				

Figura 15: Registro de excavación de la calicata 9


REGISTRO DE CALICATAS EXPLORATORIAS Y PANEL FOTOGRAFICO					
PROYECTO: "CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LAS DOS VIAS ALTERNA DE LA CARRETERA MARGINAL TRAMO OVALO RONDERO DE SATIPO - BAJO PORTILLO RIO NEGRO - SATIPO - JUNIN".				ING° RESP.: D.M.S. FECHA: 13/05/2016	
TRAMO: ovalo rondero de satipo - bajo portillo de rio negro					
MATERIAL: De Plataforma Existente Terreno Natural					
KM: km. 0+000 al km 8+600					
DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA: 10				PROF. (m): 1.60 m	
VIA: DERECHO				Prog: Km 2+700	
LADO: EJE				NIVEL FREATICO: -	
PROF.	M.	MUESTRA	DESCRIPCION	PANEL FOTOGRAFICO	
0.10	...	Pt	0.00 - 0.30 m se encontro material organico en poca escala		
0.20	...				
0.30	...				
0.40	...	M-1	0.30 - 1.60 m (ML) limos inorganicos y arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas, o limos arcillosos con poca plasticidad de color marron claro en estado semi humedo.		
0.50	...				
0.60	...				
0.70	...				
0.80	...				
0.90	...				
1.00	...				
1.10	...				
1.20	...				
1.30	...				
1.40	...				
1.50	...				
1.60	...				

Figura 16: Registro de excavación de la calicata 10


REGISTRO DE CALICATAS EXPLORATORIAS Y PANEL FOTOGRAFICO					
PROYECTO: "CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LAS DOS VIAS ALTERNA DE LA CARRETERA MARGINAL TRAMO OVALO RONDERO DE SATIPO - BAJO PORTILLO RIO NEGRO - SATIPO - JUNIN". TRAMO: ovalo rondero de satipo - bajo portillo de rio negro MATERIAL: De Plataforma Existente Terreno Natural KM: : km. 0+000 al km 8+600				ING* RESP.: D.M.S. FECHA: 13/05/2016	
DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA: 11 VIA: IZQUIERDO LADO: EJE				PROF. (m): 1.60 m Prog: Km 3+000 NIVEL FREATICO: -	
PROF.	M.	MUESTRA	SIMBOLO	DESCRIPCION	PANEL FOTOGRAFICO
0.10	[Checkered Scale]		0.00 - 0.40 m se encontro material organico en poca escala.	
0.20				
0.30				
0.40				
0.50	M-1	(CH)	0.40 - 1.60 m (CH) material arcillas organicas de alta plasticidad, arcillas grasas de color naranja oscuro en estado semi humedo.	
0.60				
0.70				
0.80				
0.90				
1.00				
1.10				
1.20				
1.30				
1.40				
1.50				
1.60				

Figura 17: Registro de excavación de la calicata 11




REGISTRO DE CALICATAS EXPLORATORIAS Y PANEL FOTOGRAFICO					
PROYECTO : "CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LAS DOS VIAS ALTERNA DE LA CARRETERA MARGINAL TRAMO OVALO RONDERO DE SATIPO - BAJO PORTILLO RIO NEGRO - SATIPO - JUNIN".				ING^º RESP. : D.M.S. FECHA : 13/05/2016	
TRAMO : ovalo roadero de satipo - bajo portillo de rio negro					
MATERIAL : De Plataforma Existente Terreno Natural					
KM : km. 0+000 al km 8+600					
DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA : 12				PROF. (m) : 1.70 m	
VIA : DERECHO				Prog : Km 3+300	
LADO : EJE				NIVEL FREATICO: -	
PROF.	M.	MUESTRA	SIMBOLO	DESCRIPCION	PANEL FOTOGRAFICO
0.10	...			0.00 - 0.40 m se encontro material organico en poca escala.	
0.20	...				
0.30	...				
0.40	...				
0.50	...	M-1		0.40 - 1.70 m (CL) material arcillas inorganicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras de color rojo con marron oscuro en estado semi humedo.	
0.60	...				
0.70	...				
0.80	...				
0.90	...				
1.00	...				
1.10	...				
1.20	...				
1.30	...				
1.40	...				
1.50	...				
1.60	...				
1.70	...				

Figura 18: Registro de excavación de la calicata 12

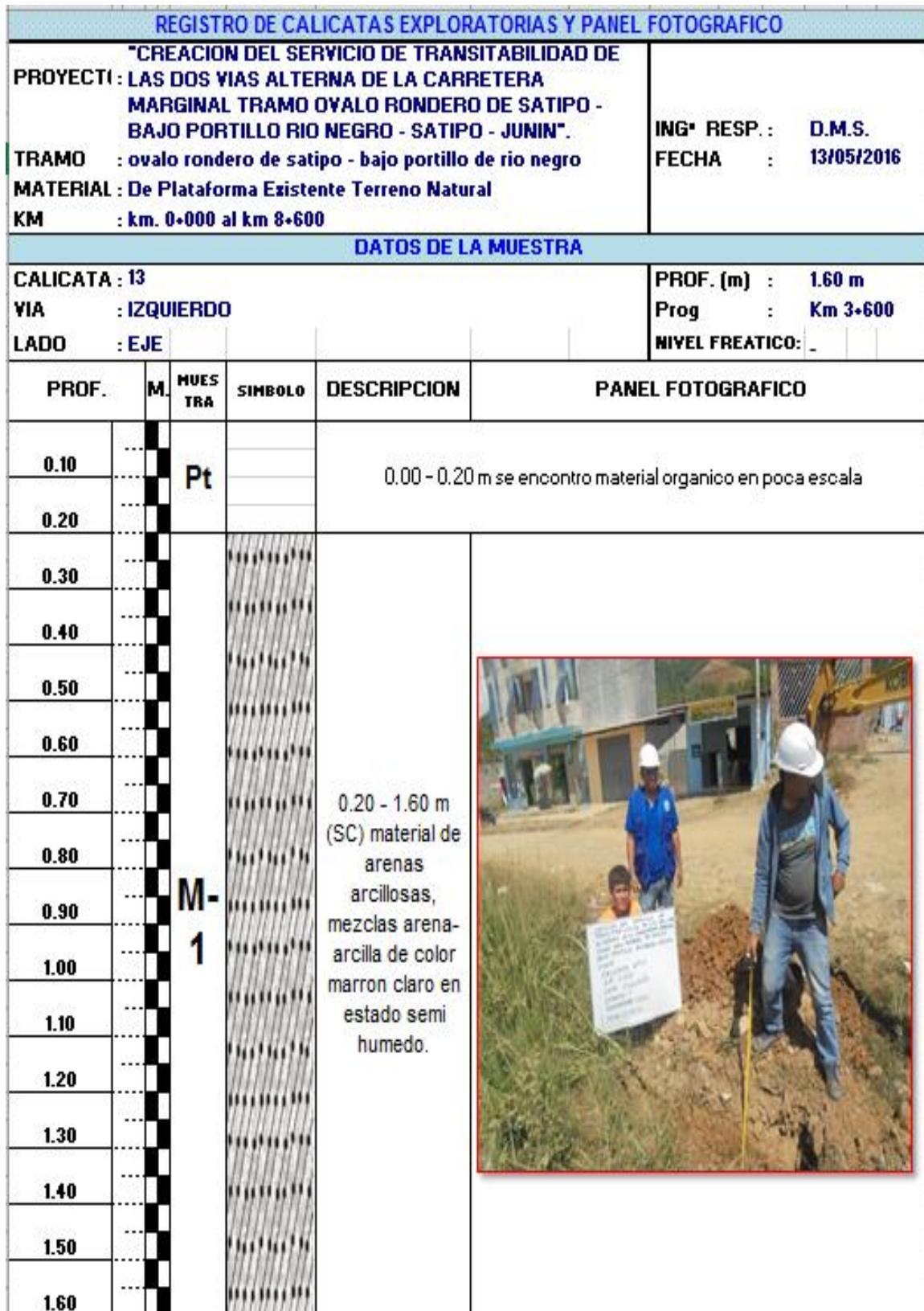


Figura 19: perfil estratigráfico de la calicata 13


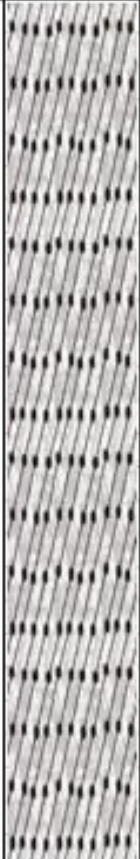

REGISTRO DE CALICATAS EXPLORATORIAS Y PANEL FOTOGRAFICO					
PROYECTO : "CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LAS DOS VIAS ALTERNA DE LA CARRETERA MARGINAL TRAMO OVALO RONDERO DE SATIPO - BAJO PORTILLO RIO NEGRO - SATIPO - JUNIN". TRAMO : ovalo rondero de satipo - bajo portillo de rio negro MATERIAL : De Plataforma Existente Terreno Natural KM : km. 0+000 al km 8+600				ING° RESP. : D.M.S. FECHA : 13/05/2016	
DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA : 14 VIA : DERECHO LADO : EJE				PROF. (m) : 1.70 m Prog : Km 3+300 NIVEL FREATICO: -	
PROF.	M.	MUES TRA	SIMBOLO	DESCRIPCION	PANEL FOTOGRAFICO
0.10	...				0.00 - 0.40 m se encontro material organico en poca escala.
0.20	...				
0.30	...				
0.40	...				
0.50	...	M-1		0.40 - 1.70 m (SC) material de arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla de color naranja y marron en estado semi seco.	
0.60	...				
0.70	...				
0.80	...				
0.90	...				
1.00	...				
1.10	...				
1.20	...				
1.30	...				
1.40	...				
1.50	...				
1.60	...				
1.70	...				

Figura 20: Registro de excavación de la calicata 14

REGISTRO DE CALICATAS EXPLORATORIAS Y PANEL FOTOGRAFICO					
PROYECTO: "CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LAS DOS VIAS ALTERNA DE LA CARRETERA MARGINAL TRAMO OVALO RONDERO DE SATIPO - BAJO PORTILLO RIO NEGRO - SATIPO - JUNIN". TRAMO: ovalo rondero de satipo - bajo portillo de rio negro MATERIAL: De Plataforma Existente Terreno Natural KM: : km. 0+000 al km 8+600				ING° RESP.: D.M.S. FECHA: : 13/05/2016	
DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA: 15 VIA: : IZQUIERDO LADO: : EJE				PROF. (m): : 1.60 m Prog: : Km 4+200 NIVEL FREATICO: -	
PROF.	M.	MUESTRA	SIMBOLO	DESCRIPCION	PANEL FOTOGRAFICO
0.10	[checkered]	Pt		0.00 - 0.20 m se encontro material organico en poca escala.	
0.20					
0.30	[checkered]			0.20 - 0.80 m se encontro material de rrelleno	[photo]
0.40					
0.50					
0.60					
0.70					
0.80					
0.90	[checkered]	M-1	[diagonal lines]	0.80 - 1.60 m (SC) material de arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla de color marron claro en estado semi humedo.	
1.00					
1.10					
1.20					
1.30					
1.40					
1.50					
1.60					

Figura 21: Registro de excavación de la calicata 15



REGISTRO DE CALICATAS EXPLORATORIAS Y PANEL FOTOGRAFICO					
PROYECTO: "CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LAS DOS VIAS ALTERNA DE LA CARRETERA MARGINAL TRAMO OVALO RONDERO DE SATIPO - BAJO PORTILLO RIO NEGRO - SATIPO - JUNIN". TRAMO: ovalo rondero de satipo - bajo portillo de rio negro MATERIAL: De Plataforma Existente Terreno Natural KM: : km. 0+000 al km 8+600				ING° RESP.: D.M.S. FECHA: : 13/05/2016	
DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA: 16 VIA: : IZQUIERDO LADO: : EJE				PROF. (m): : 1.60 m Prog: : Km 4+500 NIVEL FREATICO: -	
PROF.	M.	MUESTRA	SIMBOLO	DESCRIPCION	PANEL FOTOGRAFICO
0.10	Pt		0.00 - 0.20 m se encontro material organico en poca escala.	
0.20				
0.30			0.20 - 0.80 m se encontro material de relleno	
0.40				
0.50				
0.60				
0.70				
0.80				
0.90	M-1		0.80 - 1.60 m (SC) material de arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla de color amarillento claro en estado semi humedo.	
1.00				
1.10				
1.20				
1.30				
1.40				
1.50				
1.60				

Figura 22: Registro de excavación de la calicata 16


REGISTRO DE CALICATAS EXPLORATORIAS Y PANEL FOTOGRAFICO					
PROYECTO: "CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LAS DOS VIAS ALTERNA DE LA CARRETERA MARGINAL TRAMO OYALO RONDERO DE SATIPO - BAJO PORTILLO RIO NEGRO - SATIPO - JUNIN". TRAMO: ovalo rondero de satipo - bajo portillo de rio negro MATERIAL: De Plataforma Existente Terreno Natural KM: : km. 0+000 al km 8+600				ING° RESP.: D.M.S. FECHA: : 13/05/2016	
DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA: 17 VIA: : DERECHO LADO: : EJE				PROF. (m): : 1.60 m Prog: : Km 4+800 NIVEL FREATICO: : -	
PROF.	M.	MUESTRA	SIMBOLO	DESCRIPCION	PANEL FOTOGRAFICO
0.10	---	Pt		0.00 - 0.10 m se encontro material organico en poca escala	
0.20	---	M-1		0.10 - 1.60 m (SP-SM) se encontro material arenas pobremente gradadas, arenas gravosas, pocos o ningun fino. Arenas limosas mezcla de arena-limo de color marron oscuro.	
0.30	---				
0.40	---				
0.50	---				
0.60	---				
0.70	---				
0.80	---				
0.90	---				
1.00	---				
1.10	---				
1.20	---				
1.30	---				
1.40	---				
1.50	---				
1.60	---				

Figura 23: Registro de excavación de la calicata 17

REGISTRO DE CALICATAS EXPLORATORIAS Y PANEL FOTOGRAFICO					
PROYECTO: CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LAS DOS VIAS ALTERNA DE LA CARRETERA MARGINAL TRAMO OVALO RONDERO DE SATIPO - BAJO PORTILLO RIO NEGRO - SATIPO - JUNIN*.				ING* RESP.: D.M.S. FECHA: 13/05/2016	
TRAMO: ovalo rondero de satipo - bajo portillo de rio negro					
MATERIAL: De Plataforma Existente Terreno Natural					
KM: km. 0+000 al km 8+600					
DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA: 18				PROF. (m): 1.60 m	
VIA: DERECHO				Prog: Km 5+100	
LADO: EJE				NIVEL FREATICO: -	
PROF.	M.	MUESTRA	SIMBOLO	DESCRIPCION	PANEL FOTOGRAFICO
0.10	---			0.00 - 0.30 m se encontro material organico en poca escala.	
0.20	---				
0.30	---				
0.40	---	M-1	[Hatched Pattern]	0.30 - 1.60 m (CL) material arcillas inorganicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras de color marron claro en estado humedo.	
0.50	---				
0.60	---				
0.70	---				
0.80	---				
0.90	---				
1.00	---				
1.10	---				
1.20	---				
1.30	---				
1.40	---				
1.50	---				
1.60	---				

Figura 24: Registro de excavación de la calicata 18

REGISTRO DE CALICATAS EXPLORATORIAS Y PANEL FOTOGRAFICO					
PROYECTO : "CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LAS DOS VIAS ALTERNA DE LA CARRETERA MARGINAL TRAMO OVALO RONDERO DE SATIPO - BAJO PORTILLO RIO NEGRO - SATIPO - JUNIN".			ING° RESP. : D.M.S. FECHA : 13/05/2016		
TRAMO : ovalo roadero de satipo - bajo portillo de rio negro					
MATERIAL : De Plataforma Existente Terreno Natural					
KM : km. 0+000 al km 8+600					
DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA : 19			PROF. (m) : 1.70 m		
VIA : DERECHO			Prog : Km 5+400		
LADO : EJE			NIVEL FREATICO: -		
PROF.	M.	MUESTRA	SIMBOLO	DESCRIPCION	PANEL FOTOGRAFICO
0.10	---				
0.20	---				
0.30	---				
0.40	---				
0.50	---				
(Pt) 0.00 - 0.50 m se encontro material organico en poca escala.					
0.60	---	M-1		0.50 - 1.70 m (SM) Arenas limosas mezcla de arena-limo de color naranja oscuro en estado humedo	
0.70	---				
0.80	---				
0.90	---				
1.00	---				
1.10	---				
1.20	---				
1.30	---				
1.40	---				
1.50	---				
1.60	---				
1.70	---				

Figura 25: Registro de excavación de la calicata 19

REGISTRO DE CALICATAS EXPLORATORIAS Y PANEL FOTOGRAFICO					
PROYECTO : "CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LAS DOS VIAS ALTERNA DE LA CARRETERA MARGINAL TRAMO OVALO RONDERO DE SATIPO - BAJO PORTILLO RIO NEGRO - SATIPO - JUNIN".				ING° RESP. : D.M.S. FECHA : 13/05/2016	
TRAMO : ovalo roadero de satipo - bajo portillo de rio negro					
MATERIAL : De Plataforma Existente Terreno Natural					
KM : km. 0+000 al km 8+600					
DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA : 20				PROF. (m) : 1.70 m	
VIA : DERECHO				Prog : Km 5+700	
LADO : EJE				NIVEL FREATICO: -	
PROF.	M.	MUES TRA	SIMBOLO	DESCRIPCION	PANEL FOTOGRAFICO
0.10	...	[Checkered pattern]	[Diagonal lines]	0.00 - 0.40 m se encontro material organico en poca escala.	[Image of excavation site]
0.20	...				
0.30	...				
0.40	...				
0.50	...	M-1	[Diagonal lines]	0.40 - 1.70 m (CL) material arcillas inorganicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras de color naranja oscuro en estado humedo.	[Image of excavation site]
0.60	...				
0.70	...				
0.80	...				
0.90	...				
1.00	...				
1.10	...				
1.20	...				
1.30	...				
1.40	...				
1.50	...				
1.60	...				
1.70	...				

Figura 26: Registro de excavación de la calicata 20


REGISTRO DE CALICATAS EXPLORATORIAS Y PANEL FOTOGRAFICO					
PROYECTO : "CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LAS DOS VIAS ALTERNA DE LA CARRETERA MARGINAL TRAMO OVALO RONDERO DE SATIPO - BAJO PORTILLO RIO NEGRO - SATIPO - JUNIN". TRAMO : ovalo roadero de satipo - bajo portillo de rio negro MATERIAL : De Plataforma Existente Terreno Natural KM : km. 0+000 al km 8+600				ING° RESP. : D.M.S. FECHA : 13/05/2016	
DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA : 21 VIA : IZQUIERDO LADO : EJE				PROF. (m) : 1.70 m Prog : Km 6+000 NIVEL FREATICO: -	
PROF.	M.	MUES TRA	SIMBOLO	DESCRIPCION	PANEL FOTOGRAFICO
0.10	---	[Checkered pattern]	[Vertical line]	0.00 - 0.30 m se encontro material organico en poca escala.	[Blank]
0.20	---				
0.30	---				
0.40	---	M-1	[Vertical line]	0.30 - 1.70 m (SM) Arenas limosas mezcla de arena-limo de color amarillento en estado semi humedo.	
0.50	---				
0.60	---				
0.70	---				
0.80	---				
0.90	---				
1.00	---				
1.10	---				
1.20	---				
1.30	---				
1.40	---				
1.50	---				
1.60	---				
1.70	---				

Figura 27: Registro de excavación de la calicata 21




REGISTRO DE CALICATAS EXPLORATORIAS Y PANEL FOTOGRAFICO					
PROYECTO : "CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LAS DOS VIAS ALTERNA DE LA CARRETERA MARGINAL TRAMO OVALO RONDERO DE SATIPO - BAJO PORTILLO RIO NEGRO - SATIPO - JUNIN".				ING° RESP. : D.M.S. FECHA : 13/05/2016	
TRAMO : ovalo roadero de satipo - bajo portillo de rio negro					
MATERIAL : De Plataforma Existente Terreno Natural					
KM : km. 0+000 al km 8+600					
DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA : 22				PROF. (m) : 1.80 m	
VIA : IZQUIERDO				Prog : Km 6+300	
LADO : EJE				NIVEL FREATICO: -	
PROF.	M.	MUESTRA	SIMBOLO	DESCRIPCION	PANEL FOTOGRAFICO
0.10		Pt		0.00 - 0.30 m se encontro material organico en poca escala.	
0.20					
0.30					
0.40		M-1		0.30 - 1.40 m (CL) material arcillas inorganicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras de color rojo oscuro en estado humedo.	
0.50					
0.60					
0.70					
0.80					
0.90					
1.00					
1.10					
1.20					
1.30					
1.40					
1.50		M-2		1.40 - 1.80 m (SC) material de arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla de color verde oscuro en estado humedo.	
1.60					
1.70					
1.80					

Figura 28: Registro de excavación de la calicata 22


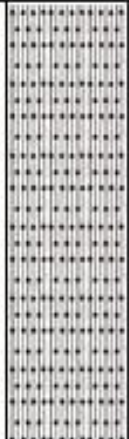
REGISTRO DE CALICATAS EXPLORATORIAS Y PANEL FOTOGRAFICO					
PROYECTO : "CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LAS DOS VIAS ALTERNA DE LA CARRETERA MARGINAL TRAMO OVALO RONDERO DE SATIPO - BAJO PORTILLO RIO NEGRO - SATIPO - JUNIN".				ING° RESP. : D.M.S. FECHA : 13/05/2016	
TRAMO : ovalo roadero de satipo - bajo portillo de rio negro					
MATERIAL : De Plataforma Existente Terreno Natural					
KM : km. 0+000 al km 8+600					
DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA : 23				PROF. (m) : 1.80 m	
VIA : DERECHO				Prog : Km 6+600	
LADO : EJE				NIVEL FREATICO: 1.3 m	
PROF.	M.	HUE STR A	SIMBOLO	DESCRIPCION	PANEL FOTOGRAFICO
0.10	...	Pt		0.00 - 0.20 m se encontro material organico en poca escala.	
0.20	...				
0.30	...		0.20 - 1.10 m se encontro material de relleno.		
0.40	...				
0.50	...				
0.60	...				
0.70	...				
0.80	...				
0.90	...				
1.00	...				
1.10	...				
1.20	...	M-1			
1.30	...				
1.40	...				
1.50	...				
1.60	...				
1.70	...				
1.80	...				

Figura 29: Registro de excavación de la calicata 23

REGISTRO DE CALICATAS EXPLORATORIAS Y PANEL FOTOGRAFICO					
PROYECTO: "CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LAS DOS VIAS ALTERNA DE LA CARRETERA MARGINAL TRAMO OVALO RONDERO DE SATIPO - BAJO PORTILLO RIO NEGRO - SATIPO - JUNIN".				ING* RESP. : D.M.S. FECHA : 14/05/2016	
TRAMO : ovalo roadero de satipo - bajo portillo de rio negro					
MATERIAL : De Plataforma Existente Terreno Natural					
KM : km. 0+000 al km 8+600					
DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA : 24				PROF. (m) : 1.60 m	
VIA : IZQUIERDO				Prog : Km 6+900	
LADO : EJE				NIVEL FREATICO: _	
PROF.	M	MUESTRA	SIMBOLO	DESCRIPCION	PANEL FOTOGRAFICO
0.10	---				
0.20	---				
0.30	---				
0.40	---	M-1		0.30 - 1.60 m (SC-SM) material de arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla. (SM) Arenas limosas mezcla de arena-limo de color naranja con marron claro en estado semi humedo.	
0.50	---				
0.60	---				
0.70	---				
0.80	---				
0.90	---				
1.00	---				
1.10	---				
1.20	---				
1.30	---				
1.40	---				
1.50	---				
1.60	---				

Figura 30: Registro de excavación de la calicata 24

REGISTRO DE CALICATAS EXPLORATORIAS Y PANEL FOTOGRAFICO					
PROYECTO : "CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LAS DOS VIAS ALTERNA DE LA CARRETERA MARGINAL TRAMO OVALO RONDERO DE SATIPO - BAJO PORTILLO RIO NEGRO SATIPO - JUNIN".				ING° RESP. : D.M.S. FECHA : 14/05/2016	
TRAMO : ovalo roadero de satipo - bajo portillo de rio negro					
MATERIAL : De Plataforma Existente Terreno Natural					
KM : km. 0+000 al km 8+600					
DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA : 25				PROF. (m) : 1.70 m	
VIA : DERECHO				Prog : Km 7+200	
LADO : EJE				NIVEL FREATICO: -	
PROF.	M.	MUES TRA	SIMBOLO	DESCRIPCION	PANEL FOTOGRAFICO
0.10	---	M-1	[Diagrama de muestra]	0.00 - 0.40 m se encontro material organico en poca escala.	[Panel Fotografico]
0.20	---				
0.30	---				
0.40	---				
0.50	---	M-1	[Diagrama de muestra]	0.40 - 1.70 m (SC-SM) material de arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla. (SM) Arenas limosas mezcla de arena-limo de color amarillento con plomo claro en estado semi humedo.	[Panel Fotografico]
0.60	---				
0.70	---				
0.80	---				
0.90	---				
1.00	---				
1.10	---				
1.20	---				
1.30	---				
1.40	---				
1.50	---				
1.60	---				
1.70	---				

Figura 31: Registro de excavación de la calicata 25

REGISTRO DE CALICATAS EXPLORATORIAS Y PANEL FOTOGRAFICO					
PROYECTO: "CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LAS DOS VIAS ALTERNA DE LA CARRETERA MARGINAL TRAMO OVALO RONDERO DE SATIPO - BAJO PORTILLO RIO NEGRO - SATIPO - JUNIN".				ING* RESP.: D.M.S. FECHA: 14/05/2016	
TRAMO: ovalo rondero de satipo - bajo portillo de rio negro					
MATERIAL: De Plataforma Existente Terreno Natural					
KM: : km. 0+000 al km 8+600					
DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA: 26				PROF. (m): 1.60 m	
VIA: DERECHO				Prog: Km 7+500	
LADO: EJE				NIVEL FREATICO: -	
PROF.	M.	MUESTRA	SIMBOLO	DESCRIPCION	PANEL FOTOGRAFICO
0.10	M-1	[Simbolo]	0.00 - 0.30 m se encontro material organico en poca escala.	[Fotografia]
0.20				
0.30				
0.40	M-1	[Simbolo]	0.30 - 1.60 m (SC-SM) material de arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla. (SM) Arenas limosas mezcla de arena-limo de color rojo oscuro en estado semi humedo.	[Fotografia]
0.50				
0.60				
0.70				
0.80				
0.90				
1.00				
1.10				
1.20				
1.30				
1.40				
1.50				
1.60				

Figura 32: Registro de excavación de la calicata 26

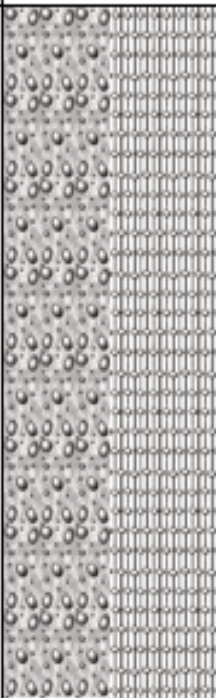

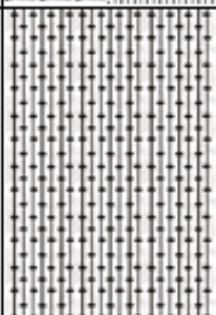
REGISTRO DE CALICATAS EXPLORATORIAS Y PANEL FOTOGRAFICO					
PROYECTO: "CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LAS DOS VIAS ALTERNA DE LA CARRETERA MARGINAL TRAMO OVALO RONDERO DE SATIPO - BAJO PORTILLO RIO NEGRO - SATIPO - JUNIN".				ING° RESP. : D.M.S. FECHA : 14/05/2016	
TRAMO : ovalo roadero de satipo - bajo portillo de rio negro					
MATERIAL: De Plataforma Existente Terreno Natural					
KM : km. 0+000 al km 8+600					
DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA : 27				PROF. (m) : 1.80 m	
VIA : IZQUIERDO				Prog : Km 7+800	
LADO : EJE				NIVEL FREATIC -	
PROF.	M.	MBES TRA	SIEMBOLO	DESCRIPCION	PANEL FOTOGRAFICO
0.10	---	Pt		0.00 - 0.20 m se encontro material organico en poca escala.	
0.20	---				
0.30	---	M-1		0.20 - 1.30 m (GP-GM) Grava pobremente gradadas, mezclas grava-arena, pocos fino. (GM)	
0.40	---			gravas limosas, mezcla de grava-arena	
0.50	---			limo se encontro material arenoso con buena cantidad apreciable de grava.	
0.60	---				
0.70	---				
0.80	---				
0.90	---				
1.00	---				
1.10	---				
1.20	---				
1.30	---	M-2		1.30 - 1.80 m (SM) Arenas limosas mezcla de arena-limo en estado humedo.	
1.40	---				
1.50	---				
1.60	---				
1.70	---				
1.80	---				

Figura 33: Registro de excavación de la calicata 27


REGISTRO DE CALICATAS EXPLORATORIAS Y PANEL FOTOGRAFICO					
PROYECTO : "CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LAS DOS VIAS ALTERNA DE LA CARRETERA MARGINAL TRAMO OVALO RONDERO DE SATIPO - BAJO PORTILLO RIO NEGRO - SATIPO - JUNIN".				ING° RESP. : D.M.S. FECHA : 14/05/2016	
TRAMO : ovalo roadero de satipo - bajo portillo de rio negro					
MATERIAL : De Plataforma Existente Terreno Natural					
KM : km. 0+000 al km 8+600					
DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA : 28				PROF. (m) : 1.70 m	
VIA : DERECHO				Prog : Km 8+100	
LADO : EJE				NIVEL FREATICO: -	
PROF.	M.	MUESTRAS	SIMBOLO	DESCRIPCION	PANEL FOTOGRAFICO
0.10	...	[Checkered pattern]	[Vertical line]	0.00 - 0.30 m se encontro material organico en poca escala.	
0.20	...				
0.30	...				
0.40	...	M-1	[Vertical line]	0.30 - 1.70 m (SM) Arenas limosas mezcla de arena-limo de color marron claro con presencia de piedra de 9" a 15" pulgadas en poca escala.	
0.50	...				
0.60	...				
0.70	...				
0.80	...				
0.90	...				
1.00	...				
1.10	...				
1.20	...				
1.30	...				
1.40	...				
1.50	...				
1.60	...				
1.70	...				

Figura 34: Registro de excavación de la calicata 28


REGISTRO DE CALICATAS EXPLORATORIAS Y PANEL FOTOGRAFICO					
PROYECTO: "CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LAS DOS VIAS ALTERNA DE LA CARRETERA MARGINAL TRAMO OVALO RONDERO DE SATIPO - BAJO PORTILLO RIO NEGRO - SATIPO - JUNIN". TRAMO : ovalo rondero de satipo - bajo portillo de rio negro MATERIAL : De Plataforma Existente Terreno Natural KM : km. 0+000 al km 8+600				ING* RESP. : D.M.S. FECHA : 14/05/2016	
DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA : 29 VIA : DERECHO LADO : EJE				PROF. (m) : 1.60 m Prog : Km 8+500 NIVEL FREATICO: -	
PROF.	M.	MUESTRA	SIMBOLO	DESCRIPCION	PANEL FOTOGRAFICO
0.10	...	Pt		0.00 - 0.20 m se encontro material organico en poca escala	
0.20	...				
0.30	...	M-1		0.20 - 1.60 m (GC-GM) Gravas arcillosas, mezcla gravo-areno-arcillosas. (GM) gravas limosas, mezcla de grava-arena limo de color rojo oscuro en estado semi humedo.	
0.40	...				
0.50	...				
0.60	...				
0.70	...				
0.80	...				
0.90	...				
1.00	...				
1.10	...				
1.20	...				
1.30	...				
1.40	...				
1.50	...				
1.60	...				

Figura 35: Registro de excavación de la calicata 29


REGISTRO DE CALICATAS EXPLORATORIAS Y PANEL FOTOGRAFICO					
PROYECTO : "CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LAS DOS VIAS ALTERNA DE LA CARRETERA MARGINAL TRAMO OVALO RONDERO DE SATIPO - BAJO PORTILLO RIO NEGRO - SATIPO - JUNIN".				ING° RESP. : D.M.S. FECHA : 14/05/2016	
TRAMO : ovalo rondero de satipo - bajo portillo de rio negro MATERIAL : De Plataforma Existente Terreno Natural KM : km. 0+000 al km 8+600					
DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA : 30 PUNTO CRITICO VIA : IZQUIERDO LADO : EJE				PROF. (m) : 1.80 m Prog : Km 6+620 NIVEL FREATICO: -	
PROF.	M.	HUEST BA	SIEMBOLO	DESCRIPCION	PANEL FOTOGRAFICO
0.10			Pt	0.00 - 0.20 m se encontro material organico en poca escala.	
0.20					
0.30		M-1	[Hatched pattern]	0.20 - 1.80 m (CL) material arcillas inorganicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras de color amarillento, arcilla en estado altamente humedo.	
0.40					
0.50					
0.60					
0.70					
0.80					
0.90					
1.00					
1.10					
1.20					
1.30					
1.40					
1.50					
1.60					
1.70					
1.80					

Figura 36: Registro de excavación de la calicata 30

El perfil estratigráfico se presenta en el anexo 06

4.1.2.1 Sectorización del Tramo

De acuerdo a la clasificación de los suelos, a los valores de capacidad de soporte (CBR), y a las características, condiciones del terreno y las condiciones topográficas, el tramo puede dividirse en 03 sectores. Las condiciones de la subrasante, debe ser descrito en forma separada del perfil estratigráfico para cada uno de los subtramos.

Tabla 29: Descripción del material presente para cada subtramo

Progresivas		Materiales presentes (clasificación)		Material mayormente presente en subtramo (AASHTO)	Descripción de Material de Subtramo
Inicio	Fin	SUCS	AASHTO		
0+000	3+600	SC CL ML CH MH	A-4 A-6 A-7-5 A-7-6	A-7-5	El subtramo en su mayor parte está compuesto por materiales finos compuestos por limos y arcillas de alta y baja plasticidad
3+600	7+200	SC SM SP-SM CL	A-1-b A-2-4 A-4 A-6 A-7-6	A-1-b A-2-4 A-4	El subtramo en su mayor parte está compuesto por materiales granulares tipo arenas con matriz fina (arenas limosas y arenas arcillosas), presenta zonas puntuales con presencia de material fino como arcillas de baja plasticidad
7+200	8+520	GP-GM GC-GM SC-SM SM	A-1-a A-1-b A-2-4	A-2-4	El subtramo en su mayor parte está compuesto por materiales granulares tipo gravas y arenas con matriz fina (mayormente matriz limosa)

Fuente: Elaboración propia a partir de los ensayos de laboratorio MTC 2016

De acuerdo al MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones), se considera “...material apto para la capa de subrasante suelos con CBR mayor o igual a 6% En nuestro estudio se realizará un reemplazo en las secciones que presentaba un CBR inferior a 6%...”

El estudio de mecánica de suelos la subrasante en estudio permite observar la importancia para obtener la capacidad de soporte de la misma (módulo de resiliencia y módulo de reacción, para

pavimentos flexibles y rígidos respectivamente) haciendo una relación con el ensayo de CBR.

Con los datos de CBR al 95% para cada calicata se procede a calcular el CBR de diseño. Con la finalidad de sectorizar la vía, se empleó la metodología de diferencias acumuladas de acuerdo a la guía de Diseño AASHTO 1993, obteniéndose sectores homogéneos representativos para cada sector. El valor de CBR de diseño será el promedio de los valores de CBRs dentro de cada subtramo delimitado. De acuerdo a esto se tiene los siguientes CBR de diseño para cada subtramo.

Tabla 30: Cuadro de CBR de diseño para cada subtramo

Subtramo	Inicio	Fin	CBR diseño 95%
I	0+000	3+600	3.8
II	3+600	7+200	9.1
III	7+200	8+520	22.0

Fuente: Elaboración propia 2019

Una vez determinado los CBR de diseño se procede a evaluar y clasificar el tipo de subrasante que posee cada subtramo. En este caso podemos observar que los dos subtramos presentan diferencias con respecto a los valores de CBR de diseño obtenidos. De acuerdo al Manual de Suelos y Pavimentos del MTC 2014 las características de la subrasante sobre las que se asienta el pavimento están definidas en 6 categorías en base a su capacidad de soporte.

Tabla 31: Categorías de subrasante

Categorías de Sub Rasante	CBR (%)
So: Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Sub rasante Insuficiente	3% ≤ CBR < 6%
S ₂ : Sub rasante Regular	6% ≤ CBR < 10%
S ₃ : Sub rasante Buena	10% ≤ CBR < 20%
S ₄ : Sub rasante Muy Buena	20% ≤ CBR < 30%
S ₅ : Sub rasante Excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: Manual Suelos y Pavimentos MTC 2014

Los materiales para ser considerados aptos como capa subrasante en el suelo deberán llegar a un CBR igual o mayor a 6%. En caso contrario (la subrasante ineficiente o inadecuada) se deberá necesariamente optar por la estabilización del suelo mediante reemplazo (mejoramiento).

Así mismo para la determinación de los valores del módulo resiliente se opta por utilizar la fórmula de correlación con CBR recomendado por el Manual de Suelos y Pavimentos del MTC el cual se obtiene de acuerdo a la siguiente expresión:

$$Mr \text{ (psi)} = 2555 \times \text{CBR}^{0.64}$$

A continuación, se muestra un cuadro resumen de los valores de CBR de diseño optados por tramo y los valores de Módulo Resiliente determinados, así como la clasificación del tipo de subrasante a presentarse para cada subtramo:

Tabla 32: Cuadro de CBR de diseño y Módulo Resiliente

Sub Tramo	Inicio	Fin	Longitud (Km)	CBR diseño 95%	Módulo Resiliente (psi)	Característica de la Subrasante
I	0+00	3+60	3,600.00	3.8	6,004	Subrasante Mala
II	3+60	7+20	3,600.00	9.1	10,485	Subrasante Regular
III	7+20	8+52	1,320.00	22.0	18,473	Subrasante Muy Buena

Fuente: Elaboración propia 2019

4.1.2.2 Estabilización por sustitución de suelos.

El espesor de material a reemplazar se aplicará solo en casos de subrasantes pobres, con suelos de plasticidad media, no expansivos y con valores soporte entre $\text{CBR} \geq 3\%$ y $\text{CBR} < 6\%$, calculándose según lo siguiente:

- a) Se calculará el número estructural SN del pavimento para 20 años, el material a emplear tendrá un $\text{CBR} \geq 10\%$ el IP menor a 10, o en todo caso será similar. Cuando en los sectores adyacentes al sector de sustitución de suelos presentan un $\text{CBR} > 10\%$, para el cálculo del SN se utilizará el mayor valor de CBR de diseño, que representa el material de reemplazo, este número estructural SN calculado se denominará SNm (mejorado), luego se calculará el SN del pavimento para el CBR del material de subrasante existente (menor a 6%), que se denominará SNe (existente).
- b) Se realizará la diferencia algebraica de números estructurales

$$\Delta \text{SN} = \text{SNe} - \text{SNm}$$

- c) Habiéndose escogido el material de reemplazo ($\text{CBR} \geq 10\%$) a colocar (según SNm calculado), se obtendrán los valores correspondientes de coeficiente estructural (a_i) y coeficiente de drenaje (m_i), luego de obtener dichos valores se procederá a obtener el espesor E, aplicando la siguiente ecuación:

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

Siendo:

E: Espesor de reemplazo en cm.

ai: Coeficiente estructural del material a colocar / cm

mi: Coeficiente de drenaje del material a colocar.

Espesor de Mejoramiento de Sub rasante

Debido a la sub rasante encontrada en el tramo I tienen valores de soporte entre $CBR \geq 3\%$ y $CBR < 6\%$ por ende consideradas sub rasantes pobre el manual de carreteras recomienda los siguientes espesores de material a reemplazar:

En nuestro caso usamos como matrial para reemplazar el de la cantera de coviriali que su CBR al 95% es de 47%

Para CBR 3.8% se calculó un $SNe = 5.05$

Para CBR 47% se calculó un $SNm = 2.88$

ai = 0.037/cm

mi = 1.20

$$\Delta SN = 5.05 - 2.88 = 2.17$$

$$E = \frac{2.17}{0.037 * 1.2} = 48.87 \text{ cm} = 50 \text{ cm}$$

Por lo tanto, usamos 25 cm para pavimento rígido.

4.1.2.3 Subbase granular

Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, el material de la subbase debe ajustarse a una de las franjas granulométricas indicadas en la siguiente tabla:

Tabla 33: Requisitos granulométricos de la subbase granular

Tamiz	% Pasante en peso			
	Gradación A*	Gradación B	Gradación C	Gradación D
2"	100	100	-	-
1"	-	75-95	100	100
3/8"	30-65	40-75	100	100
#4	25-55	30-60	35-65	50-85

#10	15-40	20-45	25-50	40-70
#40	8-20	15-30	15-30	25-45
#200	2-8	5-15	5-15	8-15

*"En zonas cuya altitud sea igual o superior a 3000 msnm."

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014)

Además, el material también deberá cumplir con los siguientes requisitos de calidad:

Tabla 34: Requisitos de calidad de la subbase granular

Ensayo	Norma MTC	Requerimiento	
		<3000 msnm	≥3000 msnm
Abrasión	MTC E 207	50% máx.	50% máx.
CBR (100% MDS)	MTC E 132	40% máx.	40% máx.
Límite líquido	MTC E 110	25% máx.	25% máx.
Índice de plasticidad	MTC E 111	6% máx.	4% máx.
Equivalente de arena	MTC E 114	25% máx.	35% máx.
Sales solubles	MTC E 219	1% máx.	1% máx.
Partículas chatas y alargadas		20% máx.	20% máx.

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013)

4.1.2.4 Base granular

Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, el material de la base debe ajustarse a una de las franjas granulométricas indicadas en la siguiente tabla:

Tabla 35: Requisitos granulométricos de la base granular

Tamiz	% Pasante en peso			
	Gradación A*	Gradación B	Gradación C	Gradación D
2"	100	100	-	-
1"	-	75-95	100	100
3/8"	30-65	40-75	100	60-100
#4	25-55	30-60	35-65	50-85
#10	15-40	20-45	25-50	40-70
#40	8-20	15-30	15-30	25-45
#200	2-8	5-15	5-15	8-15

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013)

Además, los valores mínimos del CBR del material de la base dependerán del tipo de tráfico presente en la zona:

Tabla 36: Valor Relativo De Soporte, CBR En Base Granular

Para carreteras de Segunda Clase, Tercera Clase, Bajo volumen de Tránsito; o, para carreteras con Tráfico en ejes equivalentes $\leq 10 \times 10^6$	Mínimo 80%
Para carreteras de Primera Clase, Carreteras Duales o Multicarril, Autopistas; o, para carreteras con Tráfico en ejes equivalentes $> 10 \times 10^6$	Mínimo 100%

Fuente: Manual de Carreteras 2014

Por otro lado, también existen requerimientos tanto para el agregado grueso (materiales retenidos en la malla N°4), como para el agregado fino (materiales pasantes de la malla N°4). Estos requerimientos se resumen en las siguientes tablas:

Tabla 37: Requerimientos para agregado grueso

Ensayo	Norma MTC	Requerimientos	
		Altitud < Menor de 3,000 msnm	> 3,000
Partículas con una cara fracturada	MTC E 210	80% mín.	
Partículas con dos caras fracturadas	MTC E 210	40% mín.	50% mín.
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	40% máx.	
Partículas Chatas y Alargadas	MTC E 221	15% máx.	
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0.5% máx.	
Pérdida con Sulfato de Magnesio	MTC E 209		18% máx.

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014)

Tabla 38: Requerimientos para agregado fino

Ensayo	Norma MTC	Requerimientos	
		Altitud < Menor de 3,000 msnm	> 3,000
Índice Plástico	MTC E 111	4% máx.	2% máx.
Equivalente de arena	MTC E 114	35% mín.	45% mín.
Sales solubles totales	MTC E 219	0,55% máx.	0,5% máx.
Durabilidad al sulfato de magnesio	MTC E 209		15% mín.

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014)

4.1.2.5 Canteras

Con la finalidad de conocer las características físico-mecánicas de los materiales que se emplearan en la construcción de las vías alternas, se efectuaron trabajos de campo, laboratorio y gabinete; basándonos en esta información se estableció la calidad de los materiales

Para el tramo en estudio existen dos canteras: Rio Satipo y Coviriali. Los resultados de sus ensayos se muestran a continuación:

4.1.2.5.1 Cantera Rio Satipo.

La cantera rio Satipo corresponde al material ubicado en el lecho del rio Satipo al cual se accede desde dos ubicaciones distintas el primer ingreso a la cantera está ubicado en el Km. 4+400 cuyo acceso presenta una distancia de 1700 m y el segundo ingreso se ubica en la progresiva Km. 8+360 cuyo acceso presenta una longitud de 2400 m. siendo el acceso por el Km. 8+360, el propuesto en el estudio, debido a que el acceso por el Km. 4+400 está la mayor parte del año inadecuado por las aguas del rio, y por no contar con el permiso autorizado por parte de los propietarios de dichas zonas además el ingreso a la cantera por el Km 8+360, presenta mayores beneficios con respecto a la anterior ubicación debido a que están pavimentadas con carpeta asfáltica en buen estado.

En el estudio de factibilidad la cantera rio Satipo ha sido denominado cantera chancadora, el material que conforma esta cantera corresponde a un depósito fluvial, cuyas partículas gruesas son duras y resistentes y el agregado fino es no plástico. Según el estudio de factibilidad el material de esta cantera está aprobado para ser usado en subbase.

De acuerdo a la evaluación realizada en campo y a los resultados de los ensayos se confirma el uso propuesto en el estudio de factibilidad, así como se extiende el uso a rellenos y mejoramientos.

Debido a que esta cantera, representa una de las canteras más importantes en cuanto a calidad y volumen de explotación, se está proyectando ubicar en esta cantera las plantas de producción de agregados para poder mejorarlo el material con piedra chancada y así cumplir las especificaciones técnicas generales para construcción EG 2013.

4.1.2.5.2 Cantera Coviriali

Cantera de tajo abierto identificada por el presente estudio se encuentra ubicada en dirección camino hacia Coviriali en el Km 0+750 lado izquierdo presenta un acceso de 25 m. el material recomendada para ser usada en rellenos, mejoramientos y sub base.

4.1.2.5.3 Evaluación de canteras

En el presente ítem se describe las canteras teniendo en cuenta las características de calidad del material, para esto se ha elaborado ensayos de laboratorio que conjuntamente con las especificaciones técnicas se determinó el uso y tratamiento que tendrá el material (natural y/o triturado) de cada cantera.

✓ Cantera Rio Satipo

Ubicación: Se ubica en el Km: 8+360 en lado derecho de la cantera

Accesibilidad: pavimento asfaltico en buen estado de Satipo hacia Mazamari en el Km: 8+360, luego se toma

una trocha en buen estado ancho de 6 m, longitud 2.40 Km,

Descripción Material: Deposito aluvial perteneciente al rio Satipo, presenta bolonería, agregados gruesos y finos no plásticos.

Evaluación: Esta cantera fue evaluada con la excavación de una calicata, de 1.60 m de profundidad en la cual se realizó los ensayos obteniendo el siguiente resultado:

El material se clasifica como:

Sistema SUCS: Grava pobremente gradada (GP)

Sistema AASHTO: A-1-a (0)

Tabla 39: Características de materiales Cantera Rio Satipo

CARACTERISTICAS DE MATERIALES CANTERA RIO SATIPO	
Contenido de humedad	3.8
Equivalente de arena	86
Limite liquido	-
Índice plástico	NP
% pasante malla 200	1.9
Abrasión maquina los ángeles	15
Peso específico bulk Agregado grueso	2.671
absorción del agregado grueso	0.88
Peso específico bulk Agregado fino	2.710
absorción del agregado fino	0.67
Partículas chatas y alargadas	1.0
Optimo contenido de humedad	8.5
Máxima densidad seca	2.114
CBR al 100 %	59.8

Fuente: Elaboración Propia según: Certificados de Suelos del MTC 2018

Se observa que solo cumple con los requerimientos para subbase y mejoramiento mas no para base.

✓ **Cantera Coviriali**

Ubicación: se ubica en el Km: 0+750 lado izquierdo con dirección a Coviriali.

Accesibilidad: con dirección de Satipo hacia Coviriali en el Km: 0+750 lado izquierdo en una carretera asfaltada con micro capa en regular estado de ancho de 4 m, longitud de 25 m.

Descripción del material: depósito de corte de talud perteneciente a Coviriali es necesario de realizar cortes para poder explotarlo.

Evaluación: esta cantera fue evaluada con el recojo de material de corte de talud, en la cual se realizó ensayos obteniendo el siguiente resultado:

El material se clasifica como:

Sistema SUCS: (GW-GM) Gravas bien gradadas, mezclas gravosas, poco o ningún fino. Gravas limosas, mezcla grava-arena-limo.

Sistema AASHTO: A-1-a (0)

Tabla 40: Características de materiales Cantera Coviriali

CARACTERISTICAS DE MATERIALES CANTERA COVIRIALI	
Contenido de humedad	6.2
Equivalente de arena	44
Limite liquido	-
Índice plástico	NP
% pasante malla 200	6.9
Abrasión maquina los ángeles	18
Peso específico bulk Agregado grueso	2.659
absorción del agregado grueso	2.45

Peso específico bulk Agregado fino	2.664
absorción del agregado fino	2.39
Partículas chatas y alargadas	7.4
Optimo contenido de humedad	5.5
Máxima densidad seca	2.188
CBR al 100 %	76.5

Fuente: Elaboración Propia según: Certificados de Suelos del MTC 2018

Se puede verificar que el material de esta cantera cumple tanto con los requisitos de granulometría como con los otros especificados anteriormente y puede ser usado como material para subbase y mejoramiento de subrasante.

4.1.3 Estudio Hidrológico

Para realizar el estudio hidrológico y de drenaje del área del proyecto de la carretera tramo Satipo (Ovalo) – Río Negro (curva), camino se ha realizado en base a la información meteorológica proporcionada por SEMANHI, dicha Estación es la de Satipo el cual se encuentra a una altitud de 588 m.s.n.m. La altitud donde se ejecutará el proyecto que varía desde 612 a 750 m.s.n.m. y se encuentra, aproximadamente a la misma latitud de la Estación de Satipo por lo que la información de precipitación máxima en 24 horas, temperatura y humedad.

4.1.3.1 Temperatura

Esta variable se ha considerado de la Estación de Satipo, el cual se encuentra dentro de la zona del proyecto.

La temperatura media mensual varía de 23.74 a 25.65 C°, llegando a una máxima de 31.74 °C en el mes de noviembre y una mínima de 16.98 °C en el mes de Julio.

4.1.3.2 Humedad Relativa

La humedad relativa media mensual varía del 82.20 % en septiembre a 85.05 % en enero, con un promedio anual de 83.64 %.

Los valores más bajos coinciden con las épocas más calurosa y de relativa menor precipitación, mientras que una mayor humedad se registra en los meses de mayor precipitación y temperaturas medias más bajas.

4.1.3.3 Cantidad de días lluviosos al mes

Con los datos de SENAMHI de las precipitaciones medias diarias se determina los días de lluvia por mes, así como el promedio de precipitaciones mensuales y anuales. Los resultados se muestran a continuación:

Tabla 41: Días de lluvias por mes

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2011	14	21	9	9	13	2	8	7	7	14	11	16
2012	13	21	9	9	11	4	4	5	7	10	15	24
2013	12	13	15	5	10	10	5	5	7	16	16	18
2014	21	23	17	12	13	4	9	6	12	13	10	19
2015	24	19	15	15	15	9	7	14	14	15	14	20
PROM.	16.8	19.4	13	10	12.4	5.8	6.6	7.4	9.4	13.6	13.2	19.4

Fuente: Elaboración Propia con los datos históricos del portal web del SENAMHI 2018

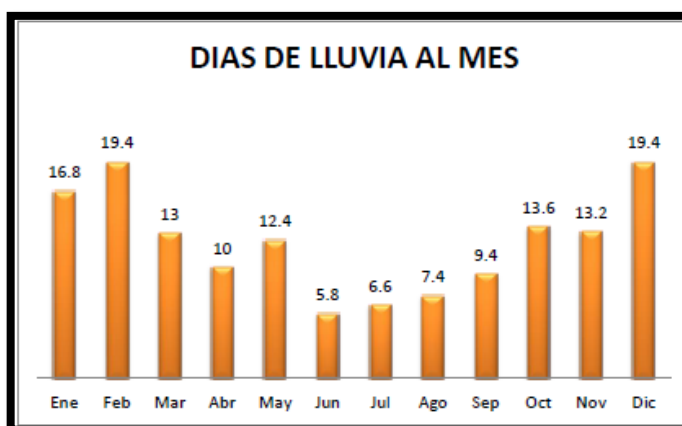


Figura 37: Promedio de días lluviosos por mes

Fuente: Elaboración Propia 2018

4.1.3.4 Precipitación Total Mensual y Precipitación en 24 horas (mm)

La precipitación máxima que ocurre en 24 horas en el área del proyecto según la Estación de Satipo, cuenta con un valor máximo de 87.9 mm., con dichos valores se estiman los caudales de avenidas máximos, los cuales se ven más adelante.

Tabla 42: Precipitación Total Mensual y Precipitación máxima en 24 horas (mm)

Año	Ene. (mm)	Feb. (mm)	Mar. (mm)	Abr. (mm)	May. (mm)	Jun. (mm)	Jul. (mm)	Ago. (mm)	Set. (mm)	Oct. (mm)	Nov. (mm)	Dic. (mm)	Precipitación Anual Máx. (24 hr.)
2011	54,90	36,90	16,30	67,30	36,40	24,70	29,00	29,70	36,30	70,50	53,90	36,30	70,50
2012	47,80	47,00	87,90	36,00	15,90	29,00	8,60	13,70	16,20	42,50	29,30	39,10	87,90
2013	21,20	80,50	42,50	20,10	13,40	38,60	7,40	71,50	30,50	34,10	27,80	32,90	80,50
2014	34,60	29,10	28,50	33,60	29,00	32,80	19,30	22,10	44,30	34,60	62,30	42,30	62,30
2015	70,50	29,20	52,00	67,60	21,40	8,10	15,60	19,80	24,00	41,10	59,30	24,10	70,50

Fuente: SENAMHI 2016

La distribución es más abundante en los meses de octubre a marzo con los máximos en los meses de diciembre, enero y febrero, lo que es característico en los regímenes pluviales y ecuatoriales. En este periodo se produce el 83% de la precipitación anual siendo el periodo de junio a septiembre relativamente más seco.

La tasa alta de precipitación anual de la zona del proyecto permite definir el clima como súper húmedo.

4.1.4 Diseño de Pavimento Rígido por el Método ASSHTO 93

El método a desarrollar para el diseño del pavimento es el AASHTO 93, que es el método de la AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS (AASHTO), el cual establece que la estructura de un pavimento rígido debe satisfacer un determinado Esfuerzo Estructural, el cual se calcula en función a:

- El tráfico que transcurrirá por la vía durante un determinado número de años (período de diseño)

- La resistencia del suelo que soportará el pavimento
- Los niveles de serviciabilidad deseados para la vía, tanto al inicio como al final de su vida de servicio. Adicionalmente, deben considerarse determinados parámetros estadísticos, que funcionan como factores de seguridad que garantizan que la solución obtenida cumple con un determinado nivel de confianza.

Para el cálculo del Espesor del pavimento “D” que debe satisfacer la estructura del pavimento, el método proporciona la siguiente expresión:

$$\text{Log}_{10}W_{82} = Z_r S_o + 7.35\text{Log}_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta \text{PSI}}{4.5-1.5}\right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32P_t) \times \text{Log}_{10}\left(\frac{M_r C_{dx} (0.09D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left(0.09D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c/k)^{0.25}}\right)}\right)$$

Dónde:

$\text{Log } W_{18}$: Número Total de Ejes Equivalentes, para el período de diseño.

ZR : Desviación Standard Normal.

S_o : Desviación Standard de todas las variables.

D : Espesor del pavimento rígido (pulg.)

P_i : Servicialidad inicial.

P_t : Servicialidad final.

$\Delta \text{PSI} = p_i - p_t$: Diferencia de serviciabilidad

E_c : Módulo de Elástico del Concreto (psi)

$S'c$: Modulo Rotura del Concreto (psi)

C_d : Coeficiente de drenaje

J : Coeficiente de Transmisión de carga

K : Módulo de Reacción de la subrasante (pci)

4.1.4.1 Parámetros de diseño

El periodo de diseño para el análisis interurbana es de 20 a 50 años.

Tabla 43: periodo de análisis

TIPO DE CARRETERA	PERIODO DE DISEÑO
Urbana con altos volúmenes de tránsito	30 - 50 años
Interurbana con altos volúmenes de tránsito	20 -50 años
Pavimentada con bajos volúmenes de tránsito	15 - 25 años
Revestidas con bajos volúmenes de tránsito	10 - 20 años

Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimentos, AASHTO, 1993

De acuerdo al Tipo de carretera se consideró una carretera interurbana con altos volúmenes de tránsito, para ello se consideró un tiempo de diseño de 20 años.

- **Número de Repeticiones de EE de 8.2 ton(W18)**

De acuerdo a la zona de estudio se determinó que para el pavimento rígido el:

$$W18 = 11,000,000.00$$

- **Nivel de Confiabilidad (R) y Desviación Estándar Normal (Zr)**

La confiabilidad es un parámetro que toma en cuenta las variaciones no esperadas que puedan tener el tráfico y el comportamiento del pavimento, para lo cual se especifican los valores recomendados de niveles de confiabilidad para los diferentes rangos de tráfico.

Tabla 44: nivel de confiabilidad R

TIPO DE CARRETERA	NIVELES DE CONFIABILIDAD R	
	Suburbanas	Rurales
autopista, carreteras inter estatales y otras vías	85 - 99.9	80 - 99.9
Arterias Principales	80 - 99	75 - 95
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales	50 - 80	50 - 80

Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimentos, AASHTO, 1993

R = 90%

Zr= -1.282

Tabla 45: Valores recomendados de Nivel de confiabilidad (R) y Desviación Estándar Normal (Zr)

CONFIABILIDAD R	
(%)	(ZR)
50	0,000
60	-0,253
70	-0,524
75	-0,647
80	-0,841
85	-1,037
90	-1,282
91	-1,340
92	-1,405
93	-1,476
94	-1,555
95	-1,645
96	-1,751
97	-1,881
98	-2,054
99	-2,327
99,9	-3,090
99,99	-3,750

Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimentos, AASHTO, 1993

- **Perdida de Serviciabilidad (ΔPSI)**

La Serviciabilidad, es la condición de un pavimento para proveer un manejo seguro y confortable a los usuarios en un determinado momento. La guía AASHTO 93, estableció la variación del índice de serviciabilidad como:

$$\Delta Psi = P_0 - P_t$$

Po = Índice de serviciabilidad inicial.

Pt = Índice de serviciabilidad final

Tabla 46: Índice de servicialidad Inicial

INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL	
Po = 4.5 para pavimentos rígidos	
Po = 4.2 para pavimentos flexibles	

Fuente: Norma CE 010-Pavimentos Urbanos

Tabla 47: Índice de servicialidad Inicial

INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL	
Pt	Tipo de via
3	Expresas
2.5	Arteriales
2.25	Colectoras
	Locales y
2	estacionamiento

Fuente: Norma CE 010-Pavimentos Urbanos

$$\Delta Psi = 4.5 - 2.25 = 2.25$$

- **Desviación estándar combinada (S_0)**

Es un valor que toma en cuenta la variabilidad esperada de la predicción del tránsito y de otros factores que afectan el comportamiento del pavimento. De acuerdo a la guía de AASHTO, se recomienda usar un valor de 0.35 para pavimentos rígidos.

- **Módulo de Reacción del Terreno (K_c)**

Se utilizará la alternativa que da AASHTO de utilizar correlaciones directas que permiten obtener el coeficiente de reacción K_c en función de la clasificación de suelos y el CBR.

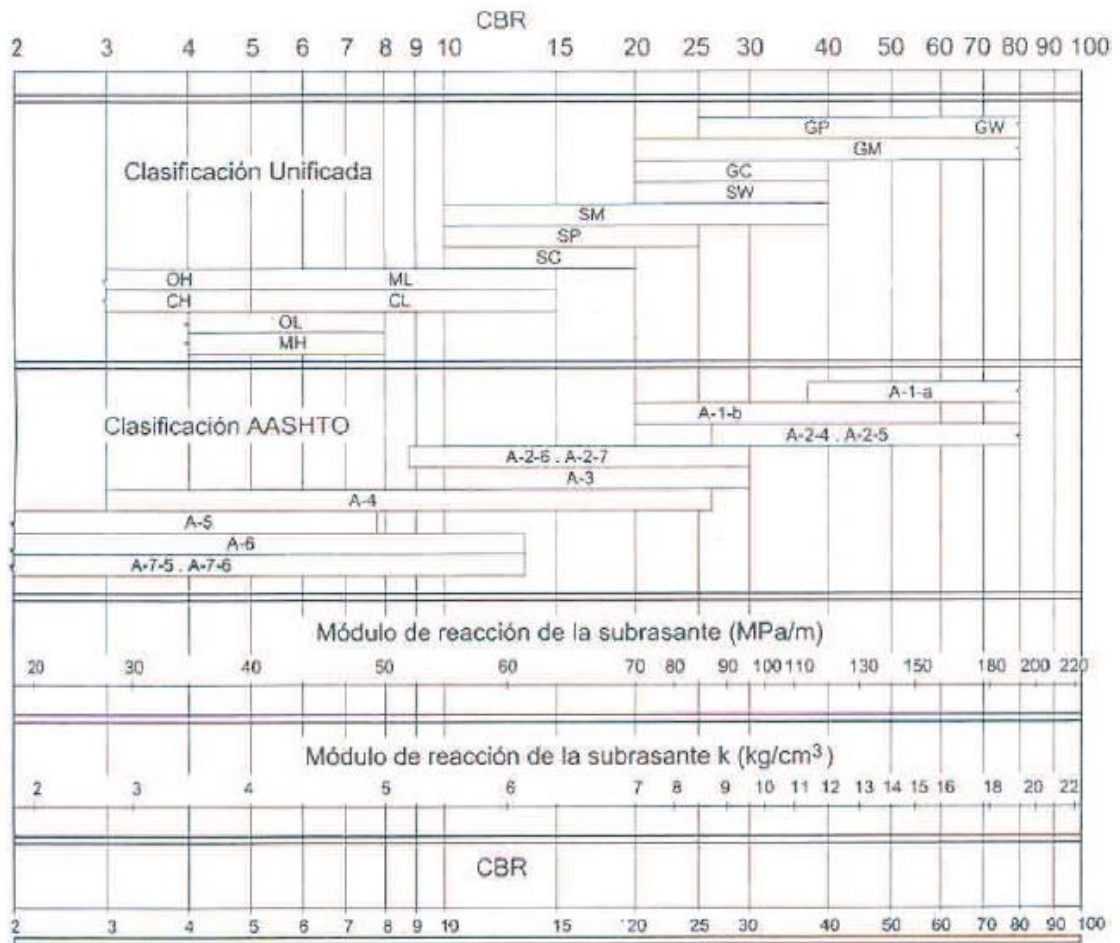


Figura 38: Correlación CBR y Modulo de Reacción de la subrasante

Fuente: Manual de carreteras2014

Se consideran como materiales aptos, para las capas de la subrasante, suelos con CBR igual o mayor de 6%. Para nuestro caso la subrasante es menor al 6% en el primer tramo y se requiere mejoramiento de subrasantes por sustitución de suelos con un espesor de 25cm, de los cuales se será reemplazado por material de la cantera Coviriali que presenta un CBR 95% de MDS 75.8%.

se aplicará la siguiente ecuación:

$$K_c = \left[1 + \left(\frac{h}{38} \right)^2 \times \left(\frac{K_1}{K_0} \right)^{2/3} \right]^{0.5} \times K_0$$

Dónde:

K1 (Kg/cm3): Coeficiente de reacción de la subbase granular

Kc (Kg/cm3): Coeficiente de reacción combinado

K0 (Kg/cm3): Coeficiente de reacción de la sub rasante

h: Espesor de la subbase granular

Cálculo del Kc:

se consideró un h=15cm:

Tabla 48: Coeficiente de reacción combinado

	K1 (Kg/cm3):	K0 (Kg/cm3):	Kc (Kg/cm3):	Kc (PCI)
Tramo I	15.6	3.299	3.957	143.15
Tramo II	15.6	5.290	6.079	219.89
Tramo III	15.6	7.859	8.773	317.36

Fuente: Elaboración propia 2019

- **Módulo de Rotura del concreto (MR)**

Los pavimentos son diseñados a flexión considerando en la ecuación de AASHTO 93. El módulo de rotura para los 28 días en concreto se encuentra estimado según la siguiente ecuación:

$$M_R = \alpha \sqrt{f'c}$$

Donde:

f'c = Resistencia a compresión del concreto en kg/cm²

α = fluctúa entre 1.99 y 3.18.

Según el MTC se consideró un F'c=300kg/cm² de acuerdo el Eje equivalente

$$S_c = 42.00 \text{ kg/cm}^2 = 597.41 \text{ psi} = 4.12 \text{ Mpa}$$

- **Módulo Elástico del concreto (Ec)**

Según AASHTO 93 se puede estimar el Modulo Elástico con la correlación que recomienda ACI:

$$E_c = 57000\sqrt{f'_c}$$

Para una resistencia a la compresión para el concreto a los 28 días de 300 kg/cm² el módulo de elasticidad resultaría:

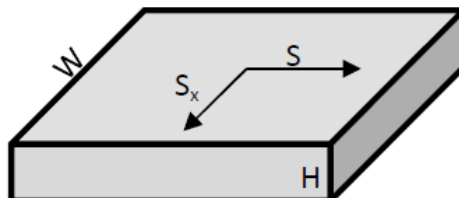
$$E_c = 3,723,371.11 \text{ psi.} = 25,691.26 \text{ Mpa.}$$

- **Coefficiente de Drenaje (Cd)**

Para la elección del Coeficiente de Drenaje se ha tomado en consideración las características de la orografía en donde se desarrolla el corredor vial, las condiciones pluviométricas y el tiempo de exposición al agua y la calidad del drenaje a la que podría estar el pavimento. Al respecto consideramos los siguientes puntos:

Tiempo de drenaje

Una de las maneras para determinar el tiempo de drenaje para una capa de un pavimento es a través del método del tiempo para drenar. Aquí se considera que el agua proveniente de la lluvia se infiltra a través de la superficie del pavimento hasta que la base se satura completamente; a partir de este momento no entra más agua dentro de la estructura del pavimento y la que cae simplemente escurre sobre la superficie; por lo tanto, al diseñar la capa base se tendrá en cuenta que una vez que la lluvia cese, la base permeable drenará rápido para evitar daños.



Pendiente longitudinal (S) mm	: 3.24%
Pendiente Transversal (Sx) mm	: 2.5%
Espesor de capa drenante (H) m	: 0.15m

Ancho de la base permeable (W) m : 6m

- Longitud resultante de la base

$$L_R = W \left[\left(\frac{S}{S_X} \right)^2 + 1 \right]^{0.5} = 9.82\text{m}$$

- Pendiente resultante de la base:

$$S_R = (S^2 + S_X^2)^{0.5} = 0.041\text{m/m}$$

$$S_1 = \frac{L_R * S_R}{H} = 2.68$$

- Grado de drenaje asumido

$$U=0.50$$

- Para determinar el factor de tiempo (T), usamos el Abaco para estimar los factores de tiempo de drenaje de capas saturadas. (ver anexo N°6)

Por lo tanto el factor de tiempo (T) = 0.14

- Factor (m):

$$m = \frac{N_e * L_R^2}{H * k}$$

Determinando la permeabilidad

$$k = \frac{1.867 \times 10^5 \times (D_{10})^{1.478} \times (n)^{6.654}}{(P_{200})^{0.597}}$$

Para la sub base de la Cantera de Coviriali tenemos

$$D_{10} = 0.10\text{mm}$$

$$P_{200} = 7\%$$

La porosidad (n) puede ser calculada por:

$$n = 1 - \frac{\gamma_d}{G_{s*} * 9.8}$$

Donde:

$\gamma_d = \text{peso unitario seco en gr/cm}^3$

$G_s = \text{gravedad especifica de los sólidos}$

$$n = 1 - \frac{2.188}{2.65 * 9.8} = 0.92$$

- Para la subbase

$$k = \frac{1.867 \times 10^5 \times (0.1)^{1.478} \times (0.92)^{6.654}}{(7)^{0.597}} = 11116 \text{ m/día} = 3661.42 \text{ pie/día}$$

- Determinando la porosidad efectiva del Monograma para el cálculo de porosidad efectiva (Ne). (Ver Anexo N°12)

Ne=0.18

$$\text{Por lo tanto, } m = \frac{0.18 * 9.82^2}{0.15 * 1223.20} = 0.094$$

De esta manera obtenemos el tiempo de drenaje

- $t = T * m * 24 = 0.14 * 0.094 * 24 = 0.32 \text{ hr.}$

Tabla 49: Calidad de drenaje

CALIDAD DEL DRENAJE	TIEMPO EN QUE TARDA EL AGUA EN SER EVACUADA
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Mediano	1 semana
Malo	1 mes
Muy malo	El agua no evacua

Fuente: Manual de carreteras– suelos, geología, geotecnia y pavimentos Sección Suelos y Pavimentos 2014.

En nuestra la calidad de drenaje es menor de 2 horas por lo tanto la calidad de drenaje de la subbase es Excelente.

$$P = \frac{(S+R) * 100}{365}$$

P = Porcentaje de tiempo en que el pavimento está próximo a la saturación

S = Días de traslape entre la época lluviosa y seca

R = Días con lluvia en que el pavimento puede drenar hasta el 85% del estado de saturación en 24 horas o menos.

De acuerdo a la Tabla N° 29, la época lluviosa son los meses de octubre-abril, la época seca son los meses de junio-setiembre y el mes de transición de época lluviosa a seca es en el mes de mayo.

Obteniéndose los siguientes datos:

R= 108.8 días

S= 29.2 días.

$$P = \frac{(108.8 + 29.2) * 100}{365}$$

$$P = 37.80\%$$

Para su diseño de los pavimentos en el uso de los materiales de subbase son excelente calidad de drenaje (menor de 2horas) y la exposición a humedades de saturación será mayor al 25% del porcentaje de tiempo que el pavimento este expuesto.

Tabla 50: Coeficientes de Drenaje de las capas Granulares Cd para pavimentos rígidos

Calidad de drenaje	% del tiempo en que el pavimento está expuesto e niveles de humedad próximos a la saturación			
	< 1%	1 a 5%	5 a 25%	> 25%
Excelente	1.25-1.2	1.20-1.15	1.15-1.10	1.10
Bueno	1.20-1.15	1.15-1.10	1.10-1.00	1.00
Regular	1.15-1,10	1.10-1.00	1.00-0.90	0.90
Pobre	1.10-1.00	1.00-0.90	0.90-0.80	0.80
Muy Pobre	1.00-0.90	0.90-0.80	0.80-0.70	0.70

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos 2014

De acuerdo a la Tabla N°50, el Coeficiente de drenaje es Cd=1.10

- **Coeficiente de Transferencia de Carga (J)**

Coeficiente considerado en el diseño de pavimentos rígido que permite determinar la capacidad de la estructura para generar la transmisión de las cargas entre juntas y fisuras.

La utilización de pasajuntas es la manera más conveniente de lograr la efectividad en la transferencia de cargas, y e debe utilizar cuando:

- El tráfico pesado sea mayor del tráfico total.
- El número de ejes equivalentes de diseño sea mayor de 5×10^6 millones de ESAL

Tabla 51: Valores de Coeficiente de Transmisión de Carga J

Tipo de Berma	J			
	Granular O Asfáltica		Concreto Hidráulico	
Valores J	SI (con pasadores)	NO (sin pasadores)	SI (con pasadores)	NO (sin pasadores)
	3.2	3.8-4.4	2.8	3.8

Fuente: MCSGGP – Sección Suelos y Pavimentos 2014

En el informe, se ha considerado el uso de los pasadores para mejorar la deformación de las juntas. Para nuestro caso con un $J=2.8$

4.1.4.2 Calculo del espesor de la losa de diseño, D (pulg)

Se calculó el espesor de la losa para los diferentes sub tramos tal como se muestra a continuación:

Tabla 52: Resumen de las variables de diseño según el método AASHTO para el pavimento rígido en el tramo I.

PARAMETROS	TRAMO I
Numero de Ejes Equivalentes (w18)	11×10^6
Periodo de diseño	20
Factor de Confiabilidad (R)	90%
Desviación estándar Normal (Zr)	-1.282
Desviación estándar combinada o total (So)	0.35
Índice de serviciabilidad inicial (pi)	4.5
Índice de serviciabilidad final (pf)	2.25
Resistencia a la compresión del concreto (f'c) kg/cm ²	300
Modelo de elasticidad del concreto (E) Mpa	256991.26
Modulo de ruptura del concreto (Sc) Mpa	4.12
CBR rasante mejorada	47%
CBR Sub base	76.50%
Modulo de reacción de la subrasante mejorada (k) Mpa	130.54
Módulo de reacción de la sub base (kb) Mpa	187.77
Módulo de reacción combinado(kc) Mpa	142.91
Coeficiente de transferencia (J)	2.8
Coeficiente de drenaje (Cd)	1.10

En la tabla 52 se consideran los principales parámetros para determinar con la ayuda del programa ecuación AASHTO 93 las dimensiones del espesor de la losa para el tramo I.

$$\text{Log}_{10} W_{82} = Z_r S_o + 7.35 \text{Log}_{10} (D + 25.4) - 10.39 + \frac{\text{Log}_{10} \left(\frac{\Delta \text{ PSI}}{4.5-1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32P_i) \times \text{Log}_{10} \left(\frac{M_r C_{dx} (0.09D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left(0.09D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c/k)^{0.25}} \right)} \right)$$

Página 1

DATOS:

K =	142.91	Mpa/m	So =	0.35	
Ec =	25691	Mpa	R =	90 % =>	ZR = -1.282
S'c = Mr =	4.12	Mpa	Pt =	2.25	
J =	2.80		ΔPSI =	2.25	
Cd =	1.10		W80 =	11.00 x 10 ^ 6	
					por tanteo
			D =	215.00	mm

RESOLVIENDO: POR LO TANTO EL ESPESOR SERA DE 22cm

1er miembro	=	Segundo miembro			
7.04	=	-0.4487	+	7.109868305	+
7.04	=	7.04			+ 0.494364332

OK

Figura 39: Determinación del espesor de losa para el Tramo I
Fuente: Programa "Ecuación AASHTO 93"

Los espesores calculados son de 22cm para la losa del Tramo I según las solicitudes considerados en la figura 39.

En la tabla 57 se consideran los principales parámetros para determinar con la ayuda del programa ecuación AASHTO 93 las dimensiones del espesor de la losa para el tramo II.

Tabla 53: Resumen de las variables del diseño con el método AASHTO para el pavimento rígido en el tramo II.

PARAMETROS	TRAMO II
Numero de Ejes Equivalentes (w18)	11x10 ⁶
Periodo de diseño	20
Factor de Confiabilidad (R)	90%
Desviación estándar Normal (Zr)	-1.282
Desviación estándar combinada o total (S ₀)	0.35
Índice de serviciabilidad inicial (pi)	4.5
Índice de serviciabilidad final (pf)	2.25
Resistencia a la compresión del concreto (f'c) kg/cm2	300
Modelo de elasticidad del concreto (E)Mpa	25691.26
Módulo de ruptura del concreto (Sc) Mpa	4.12
CBR rasante	9.1%
CBR Diseño	22%
CBR Sub base	76.50%
Módulo de reacción de la subrasante (k) Mpa	52.90
Módulo de reacción de la sub base (kb) Mpa	187.77
Módulo de reacción combinado(kc) Mpa	61.75
Coefficiente de transferencia (J)	2.8
Coefficiente de drenaje (Cd)	1.10

Fuente: Elaboración propia

$$\text{Log}_{10}W_{82} = Z_r S_o + 7.35 \text{Log}_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta \text{PSI}}{4.5-1.5}\right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32P_i) \times \text{Log}_{10}\left(\frac{M_r C_{dr} (0.09D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left(0.09D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c/k)^{0.25}}\right)}\right)$$

Página 1

DATOS:

K =	61.75	Mpa/m	So =	0.35	
Ec =	25691	Mpa	R =	90 % =>	ZR = -1.282
S'c = Mr =	4.12	Mpa	Pt =	2.25	
J =	2.80		ΔPSI =	2.25	
Cd =	1.10		W80 =	11.00 x 10 ⁶	
			D =	230.00	mm por tanteo

RESOLVIENDO: POR LO TANTO EL ESPESOR SERA DE 23cm

1er miembro	=	Segundo miembro		
7.04	=	-0.4487	+	7.303073563
7.04	=	7.04	+	-0.118545702
			+	0.300660376

OK

DISEÑO TEORICO			
LOSA DE CONCRETO	D1 =9.06 pulg	23.00	cm
CAPA SUB BASE	D1 =6.00 pulg	15.00	cm
sub rasante			

Figura 40: Determinación del espesor de los para el Tramo II

Fuente: Programa “Ecuación AASHTO 93”

Los espesores calculados son de 23cm para la losa del Tramo II según las solicitaciones considerados en la figura 16.

En la tabla 38 se consideran los principales parámetros para determinar con la ayuda del programa ecuación AASHTO 93 las dimensiones del espesor de la losa para el tramo III.

Tabla 54: Resumen De Variables de Diseño con el Método AASHTO Para Pavimento Rígido del tramo III.

PARAMETROS	TRAMO III
Numero de Ejes Equivalentes (w18)	11x10 ⁶
Periodo de diseño	20
Factor de Confiabilidad (R)	90%
Desviación estándar Normal (Zr)	-1.282
Desviación estándar combinada o total (S ₀)	0.35
Índice de serviciabilidad inicial (pi)	4.5
Índice de serviciabilidad final (pf)	2.25
Resistencia a la compresión del concreto(f'c) kg/cm ²	300
Modelo de elasticidad del concreto (E) Mpa	25691
Módulo de ruptura del concreto (Sc) Mpa	4.12
CBR sub rasante	22%
CBR Sub base	76.50%
Módulo de reacción de la subrasante (k) Mpa	78.59
Módulo de reacción de la sub base (kb) Mpa	187.77
Módulo de reacción combinado(kc) Mpa	88.86
Coefficiente de transferencia (J)	2.8
Coefficiente de drenaje (Cd)	1

$$\text{Log}_{10}W_{82} = Z_r S_o + 7.35 \text{Log}_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta \text{PSI}}{4.5-1.5}\right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32P_t) \times \text{Log}_{10}\left(\frac{M_r C_{dx} (0.09D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left(0.09D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c/k)^{0.25}}\right)}\right)$$

Página 1

DATOS:

K =	88.86	Mpa/m	So =	0.35	
Ec =	25691	Mpa	R =	90 % =>	ZR = -1.282
S'c = Mr =	4.12	Mpa	Pt =	2.25	
J =	2.80		ΔPSI =	2.25	
Cd =	1.10		W80 =	11.00 x 10 ^ 6	
					por tanteo
			D =	224.50	mm

RESOLVIENDO:

POR LO TANTO EL ESPESOR SERA DE

23cm

1er miembro	=	Segundo miembro				
7.04	=	-0.4487	+	7.233581983	+	-0.117331579
7.04	=	7.04			+	0.372990849

OK

DISEÑO TEORICO

LOSA DE CONCRETO	D1 =8.84 pulg	22.45	cm
CAPA SUB BASE	D1 =6.00 pulg	15.00	cm
sub rasante			

Figura 41: Determinación del espesor de losa para el Tramo III

Fuente: Programa "Ecuación AASHTO 93"

Los espesores calculados son de 23" para la losa del Tramo III según las sollicitaciones considerados en la figura 41.

Tabla 55: Resumen de cálculo de espesores de la estructura del pavimento según AASTHO 93

Sub Tramo	CBR diseño	Mr (psi)	Coeficiente de Drenaje	Espesores de Estructura de Pavimento			
				Mejoramie nto.	Sub Base	Base	Concreto
I	3,8	6,004	1,10	50,00	0,0	15	22
II	9,1	10.485	1,10	0,00	0,0	15	23
III	22,0	18.473	1,10	0,00	0,0	15	23

Fuente: Elaboración propia 2019

En la figura 49, se presenta que para el tramo I, requiere mejoramiento de la subrasante por estar fuera de las consideraciones como un CBR apto, sin embargo, en los tramos II y III cuyas subrasantes se encuentran aptos no requiere de mejoramiento.

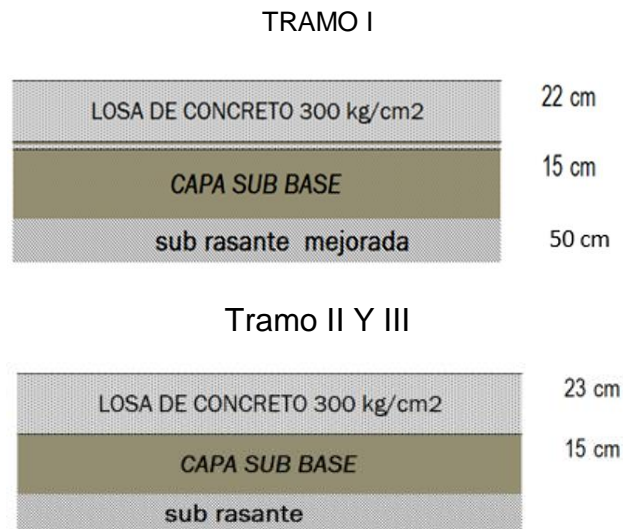


Figura 42: Pavimento rígido y su estructuración según diseño

Fuente: Elaboración propia 2019.

4.1.4.3 Diseño de Juntas Longitudinales, Juntas Transversales, y Barras de amarre

Junta Longitudinal

Para el corte considerar $H/3$ donde H es la profundidad y un ancho 3 mm. para posterior ensanche hasta 6mm para la generar la caja de sellado. Para nuestro estudio se logrará obtener las juntas a 8.6cm de profundidad.

En las juntas se consideran barras de amarre en función al espesor del pavimento y el ancho de carril cuyas características se debe seguir a las especificaciones de AASHTO.

Juntas de contracción

Su corte considerado es de una profundidad de $H/3$ y 3 milímetros de ancho, que posteriormente se amplía hasta 6 milímetros, generando la caja de sellado. Para nuestro estudio se logrará obtener las juntas a 8.6cm de profundidad.

BARRAS DE AMARRE

En las juntas se consideran barras de amarre en función al espesor del pavimento y el ancho de carril cuyas características se debe seguir a las especificaciones de AASHTO.

Se calcula el acero que se requiere, para ello, Consideramos la siguiente ecuación:

$$A_s = \frac{\gamma_c h L' f_a}{f_s}$$

Tramo I

Donde

γ_c = Peso específico del concreto (2400kg/cm³)

f_s = Esfuerzo permisible (30000psi)

f_a = coeficiente d fricción entre el acero y a base granular (1.5)

L' = Longitud de carril (4m)

h = espesor de la losa (22cm)

Datos

$$\gamma_c = 150 \frac{lb}{pie^3} \quad f_s = 27000psi \quad f_a = 1.5$$

$$L' = 12pie \quad h = 0.72pie$$

Reemplazando valores obtenemos:

$$A_s = \frac{\gamma_c h L' f_a}{f_s} = 0.0702 \frac{pu\ lg^2}{pie}$$

Separación de amarre

Diámetro a usar será de 5/8", con un área de $A's = 0.31pulg^2$

$$\#de\ barras = \frac{A_s}{A's} * L = \frac{0.072 * 12}{0.199} = 4barras$$

$$S = \frac{L}{\#barras + 1} = \frac{12}{5} = 2.4pies = 73.15cm = 75cm$$

Longitud de la barra de amarre

$$t = 0.5x \left(\frac{f_s d}{u} \right) + 3''$$

Donde:

u = esfuerzo permisible del acero para la adherencia (350psi)

d = diámetro de la barra.

$$t = 0.5x \left(\frac{27000lb/pulg^2 * 1/2pulg}{350lb/pulg} \right) + 3" = 22.28pulg = 56.59cm = 60cm$$

Por lo tanto, consideramos barra de 1/2" de longitud de 60cm @75cm

Tramo II

Donde

γ_c = Peso específico del concreto (2400kg/cm³)

f_s = Esfuerzo permisible (30000psi)

f_a = coeficiente de fricción entre el acero y a base granular (1.5)

L' = Longitud de carril (4m)

h = espesor de la losa (23cm)

Datos

$$\gamma_c = 150 \frac{lb}{pie^3} \quad f_s = 27000psi \quad f_a = 1.5$$

$$L' = 12pie \quad h = 0.75pie$$

Reemplazando valores obtenemos:

$$A_s = \frac{\gamma_c h L' f_a}{f_s} = 0.075 \frac{pulg^2}{pie}$$

Separación de amarre

Diámetro a usar será de 5/8", con un área de $A's = 0.31pulg^2$

$$\# \text{ de barras} = \frac{A_s}{A's} * L = \frac{0.072 * 12}{0.31} = 3 \text{ barras}$$

$$S = \frac{L}{\# \text{ barras} + 1} = \frac{12}{4} = 3 \text{ pies} = 90cm$$

Longitud de la barra de amarre

$$t = 0.5x \left(\frac{f_s d}{u} \right) + 3"$$

Donde:

u= esfuerzo permisible del acero para la adherencia (350psi)

d= diámetro de la barra.

$$t = 0.5x \left(\frac{27000b / \text{pulg}^2 * 5/8 \text{ pulg}}{350b / \text{pulg}} \right) + 3" = 27.10 \text{ pulg} = 68.83 \text{ cm} = 70 \text{ cm}$$

Por lo tanto, consideramos barra de 5/8" de longitud de 70cm @90cm

PASADORES:

Para nuestro diseño, de un espesor de 22cm en el tramo I y 23cm en el tramo II y III, se usó un diámetro de 1 ¼" de una longitud de 46cm @ 30cm según el Manual de carreteras de suelos geología, geotecnia y pavimentos.

Tabla 56: Diámetros y longitud recomendados en pasadores

RANGO DE ESPESOR DE LOSA (MM)	DIÁMETRO		LONGITUD DEL PASADOR O DOWELLS (MM)	SEPARACIÓN ENTRE PASADORES (MM)
	MM	PULGADA		
150 - 200	25	1"	410	300
200 - 300	32	1 ¼"	460	300
300 - 430	38	1 ½"	510	380

Fuente: Manual de carreteras de suelos geología, geotecnia y pavimentos edición 2014

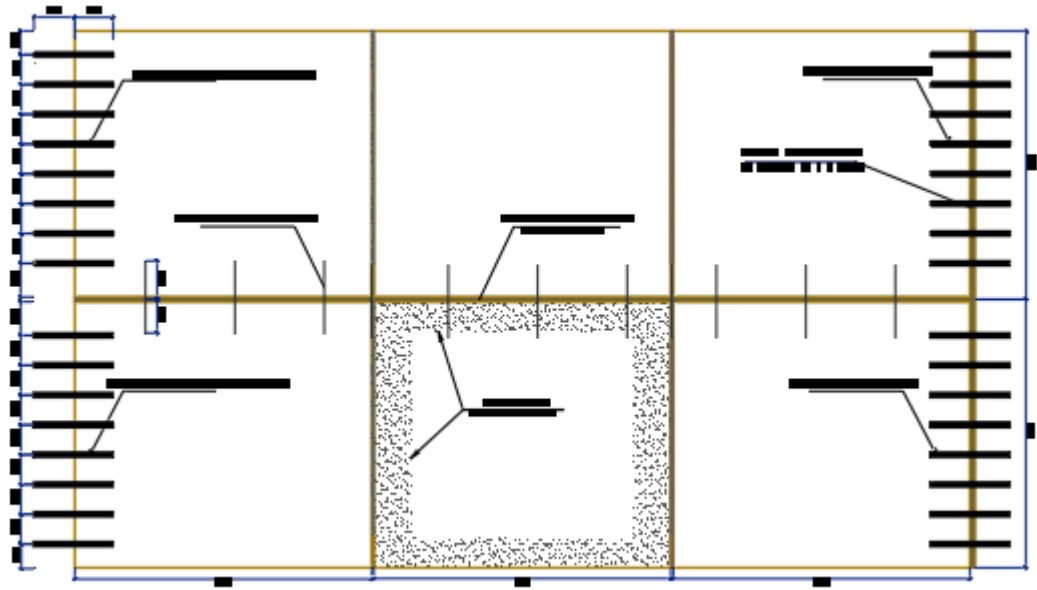


Figura 43: Esquema del Pavimento rígido

Fuente: Elaboración propia 2019

4.1.4.4 Sellado de Juntas

Se considera utilizar sellador elástico de poliuretano, autonivelante y monocomponente de alto desempeño.

4.1.5 Diseño de Pavimento Flexible por el Método AASHTO 93

Para determinar el número estructural requerido y el faltante estructural de cada tramo homogéneo, se empleó la metodología AASHTO.

Estos valores utilizados se han obtenido de las recomendaciones indicadas en el Manual de Carreteras del MTC los cuales están en función al Tráfico de Diseño y de los factores hidrometeorológicos de la zona. La ecuación básica de la Guía de AASHTO es la siguiente:

$$\log W_{18} = Z_R \cdot S_0 + 9.36 \cdot \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \cdot \log(M_R) - 8.07$$

Donde:

- W18 : Número Total de Ejes Equivalentes, para el período de diseño.
- Δ PSI : Diferencia entre el índice de Serviciabilidad Inicial (Po) y Serviciabilidad Final (Pf)
- MR : Módulo de Resiliencia de la subrasante.
- Zr : Coeficiente estadístico de desviación estándar normal
- So : Desviación estándar combinado de las predicciones del tránsito y del comportamiento.
- SN : Número estructural requerido

4.1.5.1 Parámetros de Diseño

- **Ejes equivalentes de la vía**

Para un periodo de diseño de 20 años. Se determinó el ESAL para pavimento flexible, el valor a utilizar es:

$$W_{18} = 8.99 \times 10^6$$

- **CBR de Diseño y Módulo Resiliente de Diseño**

Para la determinación de los valores del módulo resiliente se opta por utilizar la fórmula de correlación con CBR recomendado por el Manual de Suelos y Pavimentos del MTC el cual se obtiene de acuerdo a la siguiente expresión:

$$Mr (\text{psi}) = 2555 \times \text{CBR}^{0.64}$$

A continuación, se muestra un cuadro resumen de los valores de CBR de diseño optados por tramo y los valores de Módulo Resiliente determinados, así como la clasificación del tipo de subrasante a presentarse para cada subtramo:

Tabla 57: Resumen de *CBR de diseño y Módulo Resiliente*

Sub Tramo	Inicio	Fin	Longitud (Km)	CBR diseño 95%	Módulo Resiliente (psi)	Característica de la Subrasante
I	0+000	3+600	3,600.00	3.8	6004	Subrasante Mala
II	3+600	7+200	3,600.00	9.1	10,499	Subrasante Regular
III	7+200	8+520	1,320.00	22.0	18,473	Subrasante Muy Buena

Fuente: Elaboración propia 2019

- **Confiabilidad (R) y desviación estándar normal (Zr)**

Considera como vida útil del pavimento en la que no presenta fallas estructurales como una probabilidad. Cuyos valores son considerados en AASHTO cuya guía presenta tablas en el que se considera el $R=90\%$ y $Z_r = -1.282$. para el pavimento flexible.

- **Desviación Estándar Combinada (So)**

Considera la variabilidad esperada de la predicción del tránsito y de los otros factores que alteran el comportamiento del pavimento; así como la construcción, su incertidumbre, el ambiente. Según AASHTO considera para pavimentos flexibles utilizar entre 0.40 y 0.50 por lo que se ha considerado el promedio sienta esta de 0.45 para la desviación.

- **Serviciabilidad**

La serviciabilidad se usa como una medida del comportamiento del pavimento, la misma que se relaciona con la seguridad y comodidad que puede brindar al usuario (comportamiento funcional), cuando éste circula por la vialidad. También se relaciona con las características físicas que puede presentar el pavimento como grietas, fallas, peladuras, etc. que podrían

afectar la capacidad de soporte de la estructura (comportamiento estructural).

Para el pavimento flexible AASHTO, recomienda un índice de serviciabilidad inicial de $P_0 = 4.2$

De la tabla 57, el índice de serviciabilidad final, depende de la importancia de la viabilidad.

$P_t = 2.25$

$$\Delta Psi = 4.2 - 2.25 = 1.95$$

4.1.5.1 Numero Estructural Requerido

Para determinar el valor del número estructural (SN) se hará uso del programa “Ecuación AASHTO 93”, ingresando los datos requeridos obtenidos del estudio de tráfico y del Manual de 2014.

En la tabla 58 se muestran el resumen de los parámetros requeridos cuyos valores a utilizar en el cálculo del número estructural para el tramo I son:

Tabla 58: Parámetros para el diseño del pavimento flexible según AASHTO 93 para el tramo I

PARAMETROS	TRAMO I
Numero de Ejes Equivalentes (w_{18})	8.99×10^6
Periodo de diseño	20
Factor de Confiabilidad (R)	90%
Desviación estándar Normal (Z_r)	-1.282
Desviación estándar combinada (S_0)	0.45
Índice de serviciabilidad inicial (p_i)	4.2
Índice de serviciabilidad final (p_f)	2.25
CBR rasante mejorada	47%
Módulo resiliente (M_r) psi	30,028

Fuente: Elaboración propia

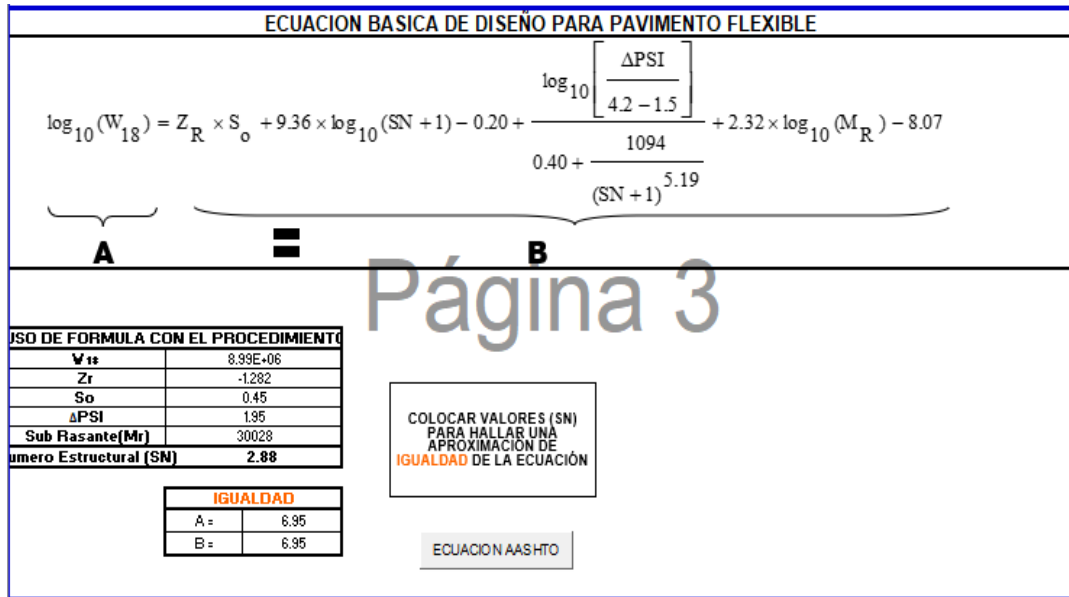


Figura 44: Determinación del Numero estructural para el Tramo I

Fuente: Programa “Ecuación AASHTO 93”

En la figura 44 de evidencia que el SN obtenido con el soporte del programa en mención es de 2.88

En la tabla 59 se muestran el resumen de los parámetros requeridos cuyos valores a utilizar en el cálculo del número estructural para el tramo II son:

Tabla 59: Parámetros para el diseño del pavimento flexible según AASHTO 93 para el tramo II

PARAMETROS	TRAMO II
Numero de Ejes Equivalentes (w ₁₈)	8.99x 10 ⁶
Periodo de diseño	20
Factor de Confiabilidad (R)	90%
Desviación estándar Normal (Z _r)	-1.282
Desviación estándar combinada (S _o)	0.45
Índice de serviciabilidad inicial (p _i)	4.2
Índice de serviciabilidad final (p _f)	2.25
CBR rasante	9.1%
Módulo resilente (M _r) psi	10,499.71

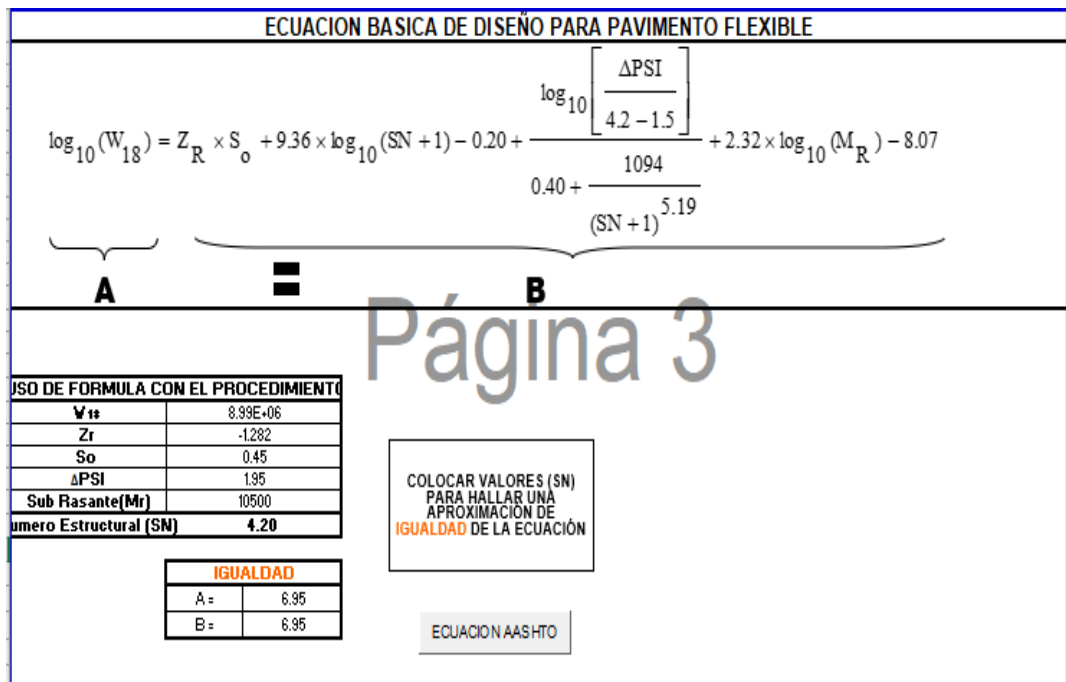


Figura 45: Determinación del Numero estructural para el Tramo II
Fuente: Programa “Ecuación AASHTO 93”

En la figura 45 de evidencia que el SN obtenido con el soporte del programa en mención es de 4.20

En la tabla 60 se muestran el resumen de los parámetros requeridos cuyos valores a utilizar en el cálculo del número estructural para el tramo III son:

Tabla 60: Parámetros para diseño del pavimento flexible según AASHTO 93 para el tramo III

PARAMETROS	TRAMO I
Numero de Ejes Equivalentes (w18)	8.99x 10 ⁶
Periodo de diseño	20
Factor de Confiabilidad (R)	90%
Desviación estándar Normal (Zr)	-1.282
Desviación estándar combinada (S _o)	0.45
Índice de serviciabilidad inicial (pi)	4.2
Índice de serviciabilidad final (pf)	2.25
CBR rasante	22%
Módulo resilente (Mr) psi	18473

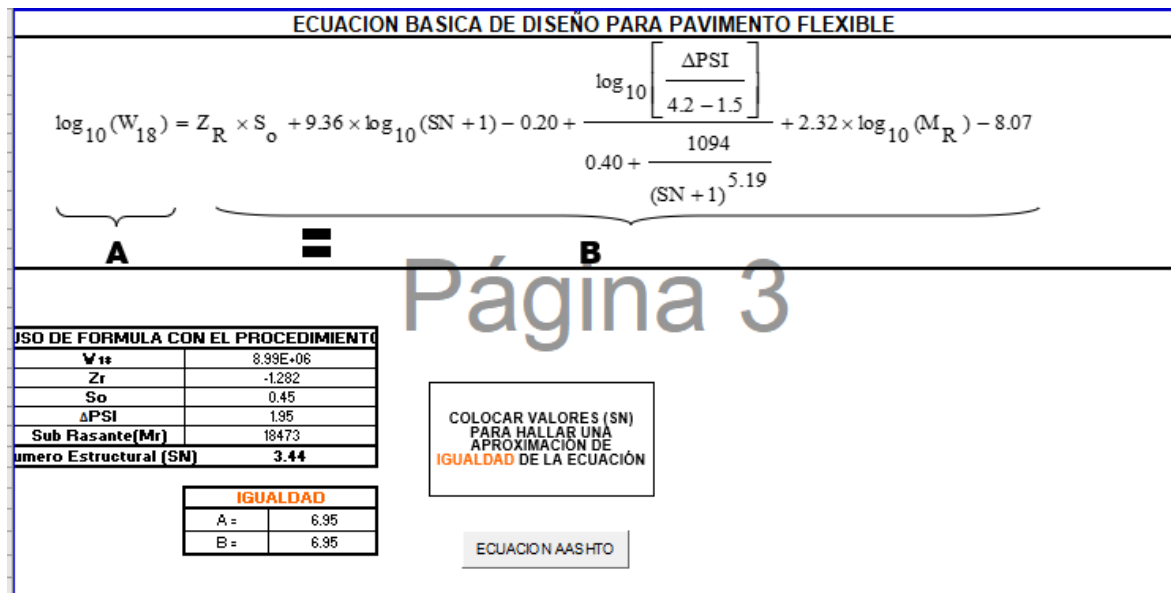


Figura 46: Determinación del Numero estructural para el Tramo III.

Fuente: Programa “Ecuación AASHTO 93”

En la figura 46 de evidencia que el SN obtenido con el soporte del programa en mención es de 3.44

En la tabla 61 se muestran el resumen de los parámetros requeridos cuyos valores a utilizar en el cálculo del número estructural para los tres tramos son:

Tabla 61: Resumen de Cálculo de SN requerido según AASTHO 93

Sub Tramo	Longitud (m)	CBR diseño 95%	Módulo Resiliente (psi)	ESAL diseño	Número Estructural Requerido
I	3,600.00	47	30028		2.88
II	3,600.00	9.1	10499	8.99E+06	4. 20
III	1,428.00	22.0	18,473		3.44

Fuente: Elaboración propia. 2019

4.1.5.2 Numero Estructural de Diseño

La ecuación permite hacer una relación del número estructural de diseño con los espesores de capa es como sigue:

$$SN = a_1 D_1 + a_2 m_2 D_2 + a_3 m_3 D_3 + a_4 m_4 D_4$$

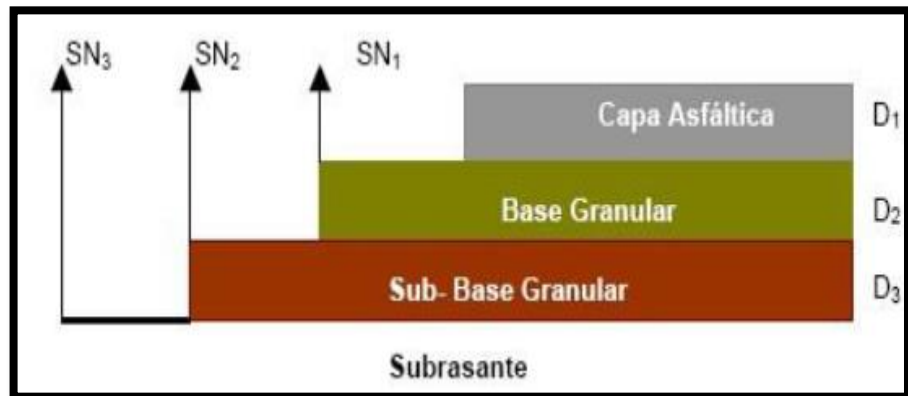


Figura 47: Esquema del Numero estructural de un pavimento flexible

Fuente: Elaboración propia 2019

Donde,

- a_1 a_2 a_3 a_4 : Coeficientes estructurales o de capa (carpeta asfáltica, base granular, sub base granular y mejoramiento respectivamente)
- D_1 D_2 D_3 D_4 : Espesores de capa (carpeta asfáltica, base granular, sub base granular y mejoramiento respectivamente)
- m_2 m_3 m_4 : Coeficientes de drenaje (base granular, sub base granular y mejoramiento respectivamente)

En la metodología de AASHTO para el diseño se utilizan datos obtenidos y procesados con lo que se calcula el Número Estructural, con el cual se determina el espesor total del pavimento utilizando la ecuación, y debe ser transformado al espesor efectivo de cada una de las capas que lo constituirán mediante el uso de coeficientes estructurales.

Para el caso de los mejoramientos se considera incluir como parte del cálculo del espesor de diseño para la zona donde se presenta baja capacidad de soporte CBR los cuales están ubicados en zonas donde el CBR es menor a 6%, principalmente en zonas donde se presentan materiales finos como limos y arcillas.

4.1.5.2.1 Determinación de los coeficientes a utilizar

A continuación, se determinan los valores de los coeficientes estructurales y coeficientes de drenaje a utilizar para la determinación de los espesores.

A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES

La presente propuesta de solución considera utilizar las capas estructurales de Carpeta Asfáltica, Sub Base Granular, Base Granular y Mejoramiento (sólo en subtramos con valor de CBR por debajo del 6%) por lo cual el coeficiente estructural a adoptar corresponde cada uno de estos tipos de material.

Al respecto de los coeficientes estructurales las capas de Carpeta Asfáltica, Base Granular y Sub Base Granular, el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos recomienda los siguientes valores de coeficiente estructural a considerar en el diseño:

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL a_i (cm)	OBSERVACIÓN
CAPA SUPERFICIAL			
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20 °C (68 °F)	a_1	0.170 / cm	Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico
BASE			
Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	a_2	0.052 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico $\leq 10'000,000$ EE
Base Granular CBR 100%, compactada al 100% de la MDS	a_2	0.054 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico $> 10'000,000$ EE
SUBBASE			
Subbase Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS	a_3	0.047 / cm	Capa de Subbase recomendada con CBR mínimo 40%, para todos los tipos de Tráfico

Figura 48: Valores de coeficientes Estructurales

recomendados –Manual MTC 2014

Fuente: Elaboración propia, en base a datos del Guía AASTHO' 93

Para el caso del coeficiente estructural de la capa de subrasante mejorada, se recomiendan los siguientes valores:

- $a_4 = 0.024 \text{ cm}^{-1}$ (reemplazo con subrasante regular CBR 6% – 10%)
- $a_4 = 0.030 \text{ cm}^{-1}$ (reemplazo con subrasante buena CBR 11% – 19%)
- $a_4 = 0.037 \text{ cm}^{-1}$ (reemplazo con subrasante muy buena CBR $\geq 20\%$)
- $a_4 = 0.035 \text{ cm}^{-1}$ (reemplazo con subrasante regular con 3% de cal en peso)

Para el presente trabajo se considera tomar como coeficiente estructural de la capa de mejoramiento el correspondiente a un material para una subrasante muy buena (CBR mayor a 20%).

B. COEFICIENTES DE DRENAJE

Calidad de drenaje de la Base

Pendiente longitudinal (S) mm : 3.24%

Pendiente Transversal (Sx) mm : 2.5%

Espesor de capa drenante (H) m : 0.30m

Ancho de la base permeable (W) m : 6m

- Longitud resultante de la base

$$L_R = W \left[\left(\frac{S}{S_x} \right)^2 + 1 \right]^{0.5} = 9.82\text{m}$$

- Pendiente resultante de la base:

$$S_R = (S^2 + S_x^2)^{0.5} = 0.041 \text{ m/m}$$

$$S_1 = \frac{L_R * S_R}{H} = 1.34$$

- Grado de drenaje asumido
U=0.50
- Para determinar el factor de tiempo (T), usamos el Abaco para estimar los factores de tiempo de drenaje de capas saturadas.
Por lo tanto, el factor de tiempo (T) = 0.14
- Factor (m):

$$m = \frac{N_e * L_R^2}{H * k}$$

Determinando la permeabilidad

$$k = \frac{1.867 \times 10^5 \times (D_{10})^{1.478} \times (n)^{6.654}}{(P_{200})^{0.597}}$$

K = Permeabilidad en m/día

$$D_{10} = 0.15 \text{ mm}$$

$$P_{200} = 10.6\%$$

La porosidad (n) puede ser calculada por:

$$n = 1 - \frac{\gamma_d}{G_s * 9.8}$$

Donde:

γ_d = peso unitario seco en gr/cm^3

G_s = gravedad específica de los sólidos

$$n = 1 - \frac{2.188}{2.65 * 9.8} = 0.92$$

- Para la subbase

$$k = \frac{1.867 \times 10^5 \times (0.1)^{1.478} \times (0.92)^{6.654}}{(7)^{0.597}}$$

$$=1586.15\text{m/día} =$$

$$5203.90/\text{día}$$

Determinando la porosidad efectiva del Monograma para el cálculo de porosidad efectiva (Ne). (Ver Anexo N°7)

$$Ne=0.18$$

$$\text{Por lo tanto, } m = \frac{0.20 * 9.82^2}{0.3 * 1586.15} = 0.04$$

De esta manera obtenemos el tiempo de drenaje

$$- t = T * m * 24 = 0.22 * 0.04 * 24 = 0.21 \text{hr.}$$

Tabla 62: Calidad de drenaje

CALIDAD DEL DRENAJE	TIEMPO EN QUE TARDA EL AGUA EN SER EVACUADA
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Mediano	1 semana
Malo	1 mes
Muy malo	El agua no evacua

Fuente: Manual de carreteras– suelos, geología, geotecnia y pavimentos Sección Suelos y Pavimentos 2014.

Calidad de drenaje de la Subbase

Pendiente longitudinal (S) mm : 3.24%

Pendiente Transversal (Sx) mm : 2.5%

Espesor de capa drenante (H) m : 0.20m

Ancho de la base permeable (W) m : 6m

- Longitud resultante de la base

$$L_R = W \left[\left(\frac{S}{S_X} \right)^2 + 1 \right]^{0.5} = 9.82\text{m}$$

- Pendiente resultante de la base:

$$S_R = (S^2 + S_X^2)^{0.5} = 0.041\text{m/m}$$

$$S_1 = \frac{L_R * S_R}{H} = 2$$

- Grado de drenaje asumido
U=0.50
- Para determinar el factor de tiempo (T), usamos el Abaco para estimar los factores de tiempo de drenaje de capas saturadas.
Por lo tanto, el factor de tiempo (T) = 0.16
- Factor (m):

$$m = \frac{N_e * L_R^2}{H * k}$$

Determinando la permeabilidad

$$k = \frac{1.867 \times 10^5 \times (D_{10})^{1.478} \times (n)^{6.654}}{(P_{200})^{0.597}}$$

K = Permeabilidad en m/día

$$D_{10} = 0.10 \text{ mm}$$

$$P_{200} = 7\%$$

La porosidad (n) puede ser calculada por:

$$n = 1 - \frac{\gamma_d}{G_s * 9.8}$$

Donde:

$$\gamma_d = \text{peso unitario seco en gr/cm}^3$$

$$G_s = \text{gravedad especifica de los sólidos}$$

$$n = 1 - \frac{2.188}{2.65 * 9.8} = 0.92$$

- Para la subbase

$$k = \frac{1.867 \times 10^5 \times (0.1)^{1.478} \times (0.92)^{6.654}}{(7)^{0.597}} = 1116 \text{ m/día} = 3661.42 \text{ pie/día}$$

Determinando la porosidad efectiva del Monograma para el cálculo de porosidad efectiva (Ne). (Ver Anexo N°7)

Ne=0.18

$$\text{Por lo tanto, } m = \frac{0.18 * 9.82^2}{0.2 * 1223.20} = 0.08$$

De esta manera obtenemos el tiempo de drenaje

$$- t = T * m * 24 = 0.16 * 0.08 * 24 = 0.31 \text{ hr.}$$

Tabla 63: Calidad de drenaje

CALIDAD DEL DRENAJE	TIEMPO EN QUE TARDA EL AGUA EN SER EVACUADA
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Mediano	1 semana
Malo	1 mes
Muy malo	El agua no evacua

Fuente: Manual de carreteras– suelos, geología, geotecnia y pavimentos Sección Suelos y Pavimentos 2014.

Porcentaje de tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximo a la saturación.

El porcentaje de tiempo en que el pavimento está próximo a la saturación es:

$$P = \frac{(S+R) * 100}{365}$$

P = Porcentaje de tiempo en que el pavimento está próximo a la saturación

S = Días de traslape entre la época lluviosa y seca

R = Días con lluvia en que el pavimento puede drenar hasta el 85% del estado de saturación en 24 horas o menos.

De acuerdo a la Tabla N° 41, la época lluviosa son los meses de octubre-abril, la época seca son los meses de junio-setiembre y el

mes de transición de época lluviosa a seca es en el mes de mayo.

Obteniéndose los siguientes datos:

R= 108.8 días

S= 29.2 días.

$$P = \frac{(108.8 + 29.2) * 100}{365}$$

$$P = 37.80\%$$

Para su diseño de los pavimentos en el uso de los materiales de subbase son excelente calidad de drenaje (menor de 2horas) y la exposición a humedades de saturación será mayor al 25% del porcentaje de tiempo que el pavimento este expuesto.

Tabla 64: Coeficientes de drenaje para pavimentos flexibles

Calidad del drenaje	Porcentaje de tiempo en que la estructura del pavimento es expuesta a niveles de humedad próximos a la saturación			
	Menos que 1%	1% a 5%	5% a 25%	Mayor que 25%
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 – 1.30	1.30 – 1.20	1.20
Bueno	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00
Regular	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
Pobre	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Muy Pobre	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40

Fuente: Manual de Carreteras Sección de Suelos, Geología y Pavimentos 2014.

De acuerdo a esto se considera optar por coeficientes de drenaje de 1.20 a considerar para cada una de las capas del pavimento, así como para ambos subtramos determinados.

4.1.5.2.2 Calculo de Espesores de Pavimento y Número Estructural de Diseño

Se realiza el cálculo de los espesores del nuevo diseño del pavimento flexible del tramo Ovalo Rondero – Bajo Portillo. La metodología a emplearse será la del AASHTO 1993, de manera convencional.

Coeficientes Estructurales a Considerar

Coeficiente Estructural de la Carpeta Asfáltica 0.170 /cm

Coeficiente Estructural de la Base (CBR = 80% 0.052/cm

Coeficiente Estructural de la Subbase (CBR = 40%)
0.047/cm

Coeficiente Estructural de Mejoramiento (CBR > 20%)
0.037/cm

Tabla 65: Resumen de Cálculo de SN Diseño según AASTHO 93

Sub Tramo	CBR diseño	Mr (psi)	Coeficiente de Drenaje	EAL diseño	SN requerido	Espesores de Estructura de Pavimento				SN Diseño
						Mejoramiento	Sub Base	Base	Carpeta Asfáltica	
I	47	6,004	1,20		2.88	50,00	15,00	30,0	12,0	6,98
II	9,1	10,499	1,20	8.99+06	4,20	0,00	15,0	30,0	12,0	4.76
III	22,0	18.473	1,20		3.44	0,00	15,00	30,0	12,0	4.76

Fuente: Elaboración propia 2019

En el diseño se obtuvieron los siguientes espesores y se muestran en la figura 49.

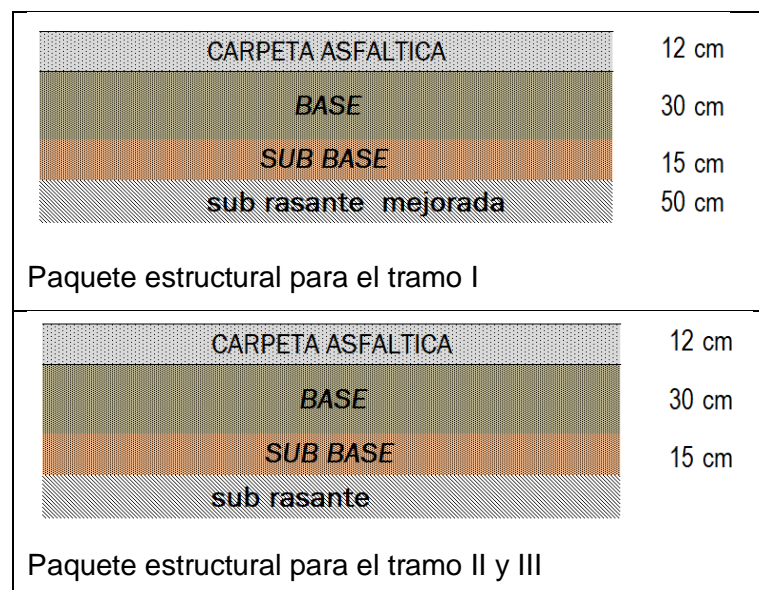


Figura 49: Espesores de Estructura para el Pavimento Flexible

4.1.6 Análisis Económico

Se evaluará cuál de las opciones del pavimento flexible y rígido es la más económica y luego se hará una comparación entre estas.

Los precios unitarios se detallan a continuación.

4.1.6.1 Análisis de precios unitarios para el pavimento rígido

Partida	04.01.01		MATERIAL P/MEJORAMIENTO SUB RASANTE PUESTO EN OBRA E=0.50 M				
Rendimiento	m3/DIA	75,0000	EQ.	75,0000	Costo unitario directo por : m3	27,59	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO	hh	0,5000	0,0533	16,30	0,87	
0147010004	PEON	hh	1,0000	0,1067	12,14	1,30	
						2,17	
Materiales							
0205030079	MATERIAL GRANULAR P/MEJORAMIENTO DE SUB RASANTE	m3		1,0000	25,42	25,42	
						25,42	

Fuente: Elaboración propia 2019

Partida	04.01.02		EXTENDIDO RIEGO Y COMPAC.DE MEJORAMIENTO SUB RASANTE E=0.50				
Rendimiento	m2/DIA	1.500,0000	EQ.	1.500,0000	Costo unitario directo por : m2	2,59	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0147010003	OFICIAL	hh	1,0000	0,0053	13,51	0,07	
0147010004	PEON	hh	3,0000	0,0160	12,14	0,19	
						0,26	
Materiales							
0239050000	AGUA	m3		0,3000	0,85	0,26	
						0,26	
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5,0000	0,26	0,01	
0348120096	CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 122 HP 2,000 gl	hm	0,5000	0,0027	122,59	0,33	
0349030074	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12T	hm	1,0000	0,0053	137,54	0,73	
0349090004	MOTONIVELADORA DE 145-150 HP	hm	1,0000	0,0053	188,65	1,00	
						2,07	

Fuente: Elaboración propia 2019

Partida	04.02.01	MATERIAL P/BASE GRANULAR PUESTO EN OBRA E=0.20 M						
Rendimiento	m3/DIA	75,0000	EQ.	75,0000	Costo unitario directo por : m3	27,59		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO	hh	0,5000	0,0533	16,30	0,87		
0147010004	PEON	hh	1,0000	0,1067	12,14	1,30		
						2,17		
	Materiales							
0205030077	MATERIAL GRANULAR PARA BASE	m3		1,0000	25,42	25,42		
						25,42		

Fuente: Elaboración propia 2019

Partida	04.02.02	EXTENDIDO/RIEGO/COMPAC. DE BASE E=0.20M						
Rendimiento	m2/DIA	1.500,0000	EQ.	1.500,0000	Costo unitario directo por : m2	2,59		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0147010003	OFICIAL	hh	1,0000	0,0053	13,51	0,07		
0147010004	PEON	hh	3,0000	0,0160	12,14	0,19		
						0,26		
	Materiales							
0239050000	AGUA	m3		0,3000	0,85	0,26		
						0,26		
	Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5,0000	0,26	0,01		
0348120096	CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 122 HP 2,000 gl	hm	0,5000	0,0027	122,59	0,33		
0349030074	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12T	hm	1,0000	0,0053	137,54	0,73		
0349090004	MOTONIVELADORA DE 145-150 HP	hm	1,0000	0,0053	188,65	1,00		
						2,07		

Fuente: Elaboración propia 2019

Partida	04.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PAV. RIGIDO						
Rendimiento	m2/DIA	20,0000	EQ.	20,0000	Costo unitario directo por : m2	38,22		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO	hh	1,0000	0,4000	16,30	6,52		
0147010003	OFICIAL	hh	2,0000	0,8000	13,51	10,81		
0147010004	PEON	hh	1,0000	0,4000	12,14	4,86		
						22,19		
	Materiales							

0202010003	CLAVOS PARA MADERA C/C 2"	kg	0,1600	4,24	0,68
0202040010	ALAMBRE NEGRO N°8	kg	0,2000	4,24	0,85
0243010003	MADERA TORNILLO	p2	3,9500	3,39	13,39
					14,92
	Equipos				
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	5,0000	22,19	1,11
					1,11

Fuente: Elaboración propia 2019

Partida	04.03.02	CONCRETO F'C = 300 KG/CM2 PARA PAV.RIGIDO				
Rendimiento	m3/DIA	12,0000	EQ.	12,0000	Costo unitario directo por : m3	420.24
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010002	OPERARIO	hh	2,0000	1,333	16,30	21,68
0147010003	OFICIAL	hh	2,0000	1,333	13,51	17,97
0147010004	PEON	hh	8,0000	5.333	12,14	64,74
						108,39
	Materiales					
0202010062	CLAVOS C/C 3"	kg		0,0200	4,24	0,08
0204000000	ARENA FINA	m3		0,0200	60,00	1,20
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0,4500	40,00	18,00
0205030007	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0,5100	60,00	30,60
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		13,340	18,64	248,65
0239050000	AGUA	m3		0,1890	0,85	0,16
						298.69
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5,0000	78,37	3,92
0348010007	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 11 P3-18 HP	hm	1,0000	0,5000	18,00	9,00
0349520003	VIBRADOR DE 4 HP CAB.=2.40"	hm	0,5000	0,2500	16,95	4,24
						17,16

Fuente: Elaboración propia 2019

Partida	04.03.03	CURADO DE CONCRETO DE PAV.RIGIDO				
Rendimiento	m2/DIA	120,0000	EQ.	120,0000	Costo unitario directo por : m2	1,14
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010002	OPERARIO	hh	1,0000	0,0667	16,30	1,09
						1,09
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5,0000	1,09	0,05
						0,05

Fuente: Elaboración propia 2019

Partida	04.03.04		SUMINISTRO E INSTALACION DE DOWELS - LONGITUDINALES				
Rendimiento	und/DIA	120,0000	EQ.	120,0000	Costo unitario directo por : und	8,21	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO	hh	1,0000	0,0667	16,30	1,09	
0147010003	OFICIAL	hh	1,0000	0,0667	13,51	0,90	
						1,99	
Materiales							
0203000033	FIERRO CORR. 3/4" x 1m	und		1,0000	6,12	6,12	
						6,12	
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5,0000	1,99	0,10	
						0,10	

Fuente: Elaboración propia 2019

Partida	04.03.05		SUMINISTRO E INSTALACION DE DOWELS- TRANSVERSALES				
Rendimiento	und/DIA	120,0000	EQ.	120,0000	Costo unitario directo por : und	19,04	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO	hh	1,0000	0,0667	16,30	1,09	
0147010003	OFICIAL	hh	1,0000	0,0667	13,51	0,90	
						1,99	
Materiales							
0203040002	DOWEL (O 1") INC. ACCESORIOS	und		1,0000	16,95	16,95	
						16,95	
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5,0000	1,99	0,10	
						0,10	

Fuente: Elaboración propia 2019

Partida	04.03.06		RELLENO DE JUNTAS C/ASFALTO				
Rendimiento	m/DIA	150,0000	EQ.	150,0000	Costo unitario directo por : m	3,70	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	

		Mano de Obra					
0147010002	OPERARIO	hh	1,0000	0,0533	16,30	0,87	
0147010004	PEON	hh	2,0000	0,1067	12,14	1,30	
							2,17
		Materiales					
0204000000	ARENA FINA	m3		0,0100	60,00	0,60	
0213000006	ASFALTO RC-250	gln		0,0500	15,25	0,76	
0241500002	LEÑA	kg		0,0300	1,69	0,05	
0253100003	PETROLEO	gln		0,0010	11,02	0,01	
							1,42
		Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5,0000	2,17	0,11	
							0,11

Fuente: Elaboración propia 2019

4.1.6.2 Presupuesto para el Pavimento Rígido

El presupuesto se elaboró en el software s10 para el Pavimento Rígido considerando los metrados a detalle adjunto en el anexo.

Tabla 66: Presupuesto para el pavimento rígido

ITEMS	PARTIDA	UNIDAD	METRADO	P.UND (S/.)	COSTO (S/.)
04.01	MEJORAMIENTO DE SUB RASANTE				782.424,00
04.01.01	MATERIAL P/MEJORAMIENTO SUB RASANTE PUESTO EN OBRA E=0.50 M	m3	21.600,00	27,59	595.944,00
04.01.02	EXTENDIDO RIEGO Y COMPAC.DE MEJORAMIENTO SUB RASANTE E=0.25	m2	72.000,00	2,59	186.480,00
04.02	BASE GRANULAR				1.412.193,55
04.02.01	MATERIAL P/BASE GRANULAR PUESTO EN OBRA E=0.15 M	m3	36.793,44	27,59	1.015.131,01
04.02.02	EXTENDIDO/RIEGO/COMPAC. DE BASE E=0.20M	m2	153.306,00	2,59	397.062,54
04.03	PAVIMENTO RIGIDO				16.364.520,31
04.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PAV. RIGIDO	m2	17.315,87	38,22	661.812,55
04.03.02	CONCRETO F'C = 300 KG/CM2 PARA PAV.RIGIDO	m3	33.216,30	420,24	13.958.904,94
04.03.03	CURADO DE CONCRETO DE PAV.RIGIDO	m2	153.306,00	1,14	174.768,84
04.03.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE DOWELS - LONGITUDINALES	und	18.926,67	8,21	155.387,96
04.03.05	SUMINISTRO E INSTALACION DE BARRAS DE AMARRE	und	63.877,50	19,04	1.216.227,60
04.03.06	RELLENO DE JUNTAS C/ASFALTO	m	53356,33	3,70	197.418,42
TOTAL (S/.)					18.559.137,86

Fuente: Elaboración propia 2019

4.1.6.3 Análisis de Precios unitarios para el Pavimento Flexible

Partida	04.01.01		MATERIAL P/MEJORAMIENTO SUB RASANTE PUESTO EN OBRA E=0.50 M				
Rendimiento	m3/DIA	75,0000	EQ.	75,0000	Costo unitario directo por : m3	27,59	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO	hh	0,5000	0,0533	16,30	0,87	
0147010004	PEON	hh	1,0000	0,1067	12,14	1,30	
						2,17	
Materiales							
0205030076	MATERIAL GRANULAR PARA AFIRMADO	m3		1,0000	25,42	25,42	
						25,42	

Fuente: Elaboración propia 2019

Partida	04.01.02		EXTENDIDO RIEGO Y COMPAC. DE MEJORAMIENTO SUB RASANTE E= 0.50 M				
Rendimiento	m2/DIA	1.500,0000	EQ.	1.500,0000	Costo unitario directo por : m2	2,59	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0147010003	OFICIAL	hh	1,0000	0,0053	13,51	0,07	
0147010004	PEON	hh	3,0000	0,0160	12,14	0,19	
						0,26	
Materiales							
0239050000	AGUA	m3		0,3000	0,85	0,26	
						0,26	
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5,0000	0,26	0,01	
0348120096	CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 122 HP 2,000 gl	hm	0,5000	0,0027	122,59	0,33	
0349030074	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12T	hm	1,0000	0,0053	137,54	0,73	
0349090004	MOTONIVELADORA DE 145-150 HP	hm	1,0000	0,0053	188,65	1,00	
						2,07	

Fuente: Elaboración propia 2019

Partida	04.02.01		MATERIAL P/SUB BASE GRANULAR PUESTO EN OBRA				
Rendimiento	m3/DIA	75,0000	EQ.	75,0000	Costo unitario directo por : m3	27,59	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO	hh	0,5000	0,0533	16,30	0,87	
0147010004	PEON	hh	1,0000	0,1067	12,14	1,30	
						2,17	
Materiales							

0205030076	MATERIAL GRANULAR PARA AFIRMADO	m3	1,0000	25,42	25,42
					25,42

Fuente: Elaboración propia 2019

Partida	04.02.02		EXTENDIDO RIEGO Y COMPAC DE SUB-BASE			
Rendimiento	m2/DIA	1.500,0000	EQ.	1.500,0000	Costo unitario directo por : m2	2,59
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010003	OFICIAL	hh	1,0000	0,0053	13,51	0,07
0147010004	PEON	hh	3,0000	0,0160	12,14	0,19
						0,26
Materiales						
0239050000	AGUA	m3		0,3000	0,85	0,26
						0,26
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5,0000	0,26	0,01
0348120096	CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 122 HP 2,000 gl	hm	0,5000	0,0027	122,59	0,33
0349030074	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12T	hm	1,0000	0,0053	137,54	0,73
0349090004	MOTONIVELADORA DE 145-150 HP	hm	1,0000	0,0053	188,65	1,00
						2,07

Fuente: Elaboración propia 2019

Partida	04.03.01		MATERIAL P/BASE GRANULAR PUESTO EN OBRA E=0.25M			
Rendimiento	m3/DIA	75,0000	EQ.	75,0000	Costo unitario directo por : m3	27,59
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	0,5000	0,0533	16,30	0,87
0147010004	PEON	hh	1,0000	0,1067	12,14	1,30
						2,17
Materiales						
0205030077	MATERIAL GRANULAR PARA BASE	m3		1,0000	25,42	25,42
						25,42

Fuente: Elaboración propia 2019

Partida	04.03.02		EXTENDIDO RIEGO Y COMPAC.DE BASE E=0.25M			
Rendimiento	m2/DIA	1.500,0000	EQ.	1.500,0000	Costo unitario directo por : m2	2,59
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.

Mano de Obra						
0147010003	OFICIAL	hh	1,0000	0,0053	13,51	0,07
0147010004	PEON	hh	3,0000	0,0160	12,14	0,19
						0,26
Materiales						
0239050000	AGUA	m3		0,3000	0,85	0,26
						0,26
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5,0000	0,26	0,01
0348120096	CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 122 HP 2,000 gl	hm	0,5000	0,0027	122,59	0,33
0349030074	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12T	hm	1,0000	0,0053	137,54	0,73
0349090004	MOTONIVELADORA DE 145-150 HP	hm	1,0000	0,0053	188,65	1,00
						2,07

Fuente: Elaboración propia 2019

Partida 04.04.01 IMPRIMACION ASFALTICA						
Rendimiento	m2/DIA	2.500,0000	EQ.	2.500,0000	Costo unitario directo por : m2	4,76
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010003	OFICIAL	hh	1,0000	0,0032	13,51	0,04
0147010004	PEON	hh	6,0000	0,0192	12,14	0,23
						0,27
Materiales						
0213010065	ASFALTO LIQUIDO	gln		0,3200	11,69	3,74
						3,74
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5,0000	0,27	0,01
0349010002	COMPRESORA NEUMATICA 250-330 PCM, 87 HP	hm	1,0000	0,0032	63,56	0,20
0349010091	BARREDORA MECANICA 10-20 HP	hm	1,0000	0,0032	48,77	0,16
0349310004	CAMION IMPRIMAD.6X2 1800 GLS.	hm	1,0000	0,0032	119,40	0,38
						0,75

Fuente: Elaboración propia 2019

Partida 04.04.03 PAVIMENTO DE CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE						
Rendimiento	m3/DIA	645,0000	EQ.	645,0000	Costo unitario directo por : m3	592,83
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	3,0000	0,0372	16,30	0,61
0147010003	OFICIAL	hh	2,0000	0,0248	13,51	0,34
0147010004	PEON	hh	8,0000	0,0992	12,14	1,20
						2,15
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5,0000	2,15	0,11

0349030046	RODILLO TANDEM VIB.AUTOP 111-130HP 9-11T	hm	1,0000	0,0124	156,04	1,93
0349050032	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 105 HP 10-16'	hm	1,0000	0,0124	154,69	1,92
0349110037	RODILLO NEUMAT.AUTOPROPULSADO 101-135 HP	hm	1,0000	0,0124	138,78	1,72
						5,68
	Subcontratos					
0401010031	MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE	m3		1,3000	450,00	585,00
						585,00

Fuente: Elaboración propia 2019

4.1.6.4 Presupuesto para el Pavimento Flexible

Tabla 67: Presupuesto para el pavimento flexible

ITEMS	PARTIDA	UNIDAD	METRADO	P.UND (S/.)	COSTO (S/.)
04.01	MEJORAMIENTO DE SUB RASANTE				1.562.340,96
04.01.01	MATERIAL P/MEJORAMIENTO SUB RASANTE PUESTO EN OBRA E=0.5 M EXTENDIDO RIEGO Y COMPAC. DE	m3	50.544,00	27,59	1.394.508,96
04.01.02	MEJORAMIENTO SUB RASANTE E= 0.50M	m2	64.800,00	2,59	167.832,00
04.02	SUB BASE GRANULAR				1.069.651,44
04.02.01	MATERIAL P/SUB BASE GRANULAR PUESTO EN OBRA	m3	30.456,00	27,59	840.281,04
04.02.02	EXTENDIDO RIEGO Y COMPAC DE SUB-BASE	m2	88.560,00	2,59	229.370,40
04.03	BASE GRANULAR				1.765.863,72
04.03.01	MATERIAL P/BASE GRANULAR PUESTO EN OBRA E=0.30M	m3	46.008,00	27,59	1.269.360,72
04.03.02	EXTENDIDO RIEGO Y COMPAC.DE BASE E=0.30M	m2	191.700,00	2,59	496.503,00
04.04	PAVIMENTO ASFALTICO (MAC)				9.518.579,78
04.04.01	IMPRIMACION ASFALTICA	m2	153.360,00	4,76	729.993,60
04.04.03	PAVIMENTO DE CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE	m3	14.824,80	592,83	8.788.586,18
	COSTO TOTAL S/.				13.916.435,90

Fuente: Elaboración propia 2019

Para construir el pavimento rígido se necesita de S/. 18, 559,137.86, y para el pavimento flexible se necesita de S/. 13, 916,435.90 cuya variación es de 25.02%.

Se predetermina que en la etapa de construcción la opción más favorable sería el de menor costo, sin embargo más adelante se presenta una evolución del mantenimiento para ambas alternativas que permitirá considerar en el tiempo la opción más favorable, en la toma de decisiones.

4.1.6.5 Mantenimiento de Ambas Alternativas y su Proyección de Costos

Para el caso de los pavimentos flexibles, se recomienda un mantenimiento rutinario la cual consiste en realizar trabajos año a año, se consideró como partidas el sello de fisuras y grietas, bacheos a profundidad parcial, junto con un mantenimiento periódico donde se suman bacheos a profundidad total de poca extensión, sellos asfáltico y la aplicación de recapeos y fresado asfáltico a todo el pavimento cada 5 años.

Por otro lado, para aceras rígidas, solo se debe tener en cuenta la conservación de rutina, ya que el número de ejes equivalentes a los que se expone este pavimento solo contempla hacer trabajos de sellado y resello de juntas y grietas para reducir al máximo el efecto de las condiciones climáticas en las que se encuentran los pavimentos. La región está expuesta.

El pavimento flexible requiere para su conservación el costo de S/. 4 368 459.6 para el mantenimiento periódico y S/. 871 851.60 para el mantenimiento rutinario. Sin embargo, el pavimento rígido su conservación es de S/ 372 160.40 para el mismo periodo del mantenimiento rutinario a precios sociales.

Tabla 68: Mantenimiento Rutinario para el Pavimento Rígido

Partida	Unidad	cantidad	Costo unitario S/.	Costo total S/. a precio de mercado	Factor	Costo Total S/. a precios sociales
Sellado de juntas y fisuras	m	53,356.33	9.30	496,213.87	0.75	372,160.40

Fuente: Elaboración propia 2019

Tabla 69: Mantenimiento Rutinario para el Pavimento Flexible

Partida	Unidad	cantidad	Costo unitario S/.	Costo total S/. a precio de mercado	Factor	Costo Total S/. a precios sociales
Sellado de Fisuras y Grietas	m	30,672.00	5.30	162,561.60	0.75	121,921.20
Bacheo Superficial	m ²	15,336.00	65.20	999,907.20	0.75	749,930.40

Costo total S/.	1,162,468.8	871,851.60
-----------------	-------------	------------

Fuente: Elaboración propia 2019

Tabla 70: Mantenimiento Periódico para el Pavimento Flexible

Partida	Unidad	cantidad	Costo unitario S/.	Costo total S/. a precio de mercado	Factor	Costo Total S/. a precios sociales
Bacheo Profundo	m ²	15,336	85.20	1,306,627.20	0.75	979,970.40
Sello Asfáltico	m ²	30,672.00	5.30	162,561.60	0.75	121,921.20
Colocación de Recapeos Asfálticos	m ²	153,360.00	28.40	4,335,424.00	0.75	3,266,588
Costo total S/.				5,824,612.80		4,368,459.6

Fuente: Elaboración propia 2018

4.2 Discusión de Resultado

El análisis y el estudio posterior sobre el pavimento rígido y el pavimento flexible realizado en el trabajo de título actual se centran en dos aspectos principales, el funcional, donde la construcción tiene una consideración importante y, por otro lado, la economía donde interviene el costo. Inicial de cada opción y costo de mantenimiento durante su vida útil.

Estudio de Trafico

Los valores del IMD de los diferentes tipos de vehículos que transitan por el tramo es de 8491 vehículos diarios de los cuales un 92.6% representan los vehículos ligeros (motos, moto taxis, autos, camionetas, etc.) y el 7.4% representan los vehículos pesados (bus, camiones, semitrailes y tráiler). La tasa de crecimiento poblacional anual obtenida INEI 2007 es de 2.35% para el distrito de Rio Negro, ello está asociado con la tasa de crecimiento de vehículos ligeros y el crecimiento económico (PBI) a nivel de la provincia de Satipo es de 4.30%, esto según el plan de Desarrollo concertado del año 2011 - 2021 de la Provincia de Satipo, ello está asociado a los vehículos pesados, los cuales son utilizados para el cálculo del factor de crecimiento acumulado que es necesario para el cálculo final del Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 Tn.

De los resultados obtenidos de la tabla 12, se observa que el número de repeticiones de ejes equivalente del pavimento rígido ($N_{rep.EE} = 11 \times 10^6$), es mayor que el pavimento flexible ($N_{rep.EE} = 8.99 \times 10^6$), debido a que los valores de los Ejes Equivalentes son mayores respecto a los valores de los Ejes Equivalentes para el pavimento flexible.

Estudio de suelos

De acuerdo a la clasificación de los suelos, los valores de capacidad de soporte (CBR), y a las características, condiciones del terreno y las condiciones topográficas, el tramo puede dividirse en 03 tramos.

El primer tramo en su mayor parte está compuesto por materiales finos compuestos por limos y arcillas de alta y baja plasticidad, SC o A-4, ML o A-7(6), MH o A-7(5)

El segundo tramo en su mayor parte está compuesto por materiales granulares tipo arenas con matriz fina (arenas limosas y arenas arcillosas), presenta zonas puntuales con presencia de material fino como arcillas de baja plasticidad, SP-SM o A-1-b, SC-SM o A-2-4, SC o A-4.

El tercer tramo en su mayor parte está compuesto por materiales granulares tipo gravas y arenas con matriz fina (mayormente matriz limosa) GP-GM o A-1-a, GC-GM o A-1-b, SC-CM o A-2-4.

El valor de CBR de diseño será el promedio de los valores de CBRs dentro de cada tramo delimitado. De acuerdo a esto se tiene los siguientes CBR de diseño para cada tramo. Para el primer tramo se tiene un CBR de 3.8%, se considera como un material apto para la sub rasante mayor o igual 6% (según "Sección de Suelos y Pavimentos" del manual de carreteras, por lo cual se plantea el mejoramiento de sub rasante por sustitución de suelos, según cálculos realizados se define 0.50 m para el pavimento flexible y para el pavimento rígido se define 0.50m de reemplazo con material de la cantera Coviriali esta muestra presenta las siguientes propiedades: al 95% un CBR de 47 % y al 100% un CBR DE 76.50% (Tabla 27); sin embargo los demás tramos en estudio cuentan con un CBR mayor o igual a 6%, significa que no requerirá un mejoramiento de sub rasante para el segundo tramo se tiene un CBR 9.1% y para el tercer tramo un CBR de 22%.

La cantera Coviriali se considera como material aceptable para su uso como subbase según las Normas vigentes del MTC (Tabla 27); en cambio para la base se tendrán que hacer un mejoramiento a la cantera rio Satipo o conseguir otra cantera que satisfaga los requerimientos según las Normas del MTC.

Estudio Hidrológico

Según SENAMHI el lugar cuyo tramo en estudio clasificado en el mapa corresponde a la zona A(r)A'H4 considerando una selva tropical muy húmeda.

Con temperaturas entre 27°C y 31.74°C máximas, las mínimas entre 10° y 12°C (Según SENAMHI).

En la tabla 29 considera a febrero con 80.50 mm y marzo con 87.90 mm de precipitación, con 17 y 20 días de lluvia respectivamente (ver Tabla 28) y para la estación de Satipo se registró 87.9 mm como máxima precipitación (ver Tabla 29).

Diseño de Pavimentos

Según la metodología AASHTO 93 para el pavimento rígido en el diseño se calculó los espesores de la losa de concreto en 22 cm y 23 cm de espesor (según el excel para el cálculo de espesor de losa) con una base de 15cm en todo el tramo en estudio. Solo en el primer tramo se hizo mejoramiento de sub rasante mediante sustitución de suelos con un espesor de 50cm, que se determinó mediante el cálculo de espesor por sustitución de suelos.

Para el pavimento flexible diseñado con la metodología AASHTO 93 para el tramo 1 mostró que el espesor de carpeta asfáltica es de 12 cm, 30cm de base y 15cm de sub base, con un mejoramiento de sub rasante por sustitución de suelos con un espesor de 50cm, según se especifica de acuerdo al tráfico y la normativa del Ministerio de transporte en la sección de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos; mientras que el espesor óptimo para el tramo II y III el espesor de carpeta asfáltica de es de 12 cm , 30cm de base y 15cm de subbase.

Análisis Unitario de los Costos

Se puede afirmar que el costo del pavimento rígido es mayor al pavimento flexible; en términos de ejecución. Para esto, se debe tener en cuenta que la comparación se realizó teniendo en cuenta los mismos parámetros de diseño, en términos de cargas, sub-grados, especificaciones de materiales y tiempo.

En lo que respecta al costo de mantenimiento se considera para el pavimento rígido un mantenimiento rutinario que es aplicado cada año, se consideró como partida resellado de juntas. Para el pavimento flexible, se consideró un mantenimiento rutinario con trabajos año a año, se consideró como partidas el sello de fisuras y grietas, bacheos a profundidad parcial, junto con un mantenimiento periódico donde se suman bacheos a profundidad total de poca extensión, sellos asfáltico y la aplicación de recapeos y fresados asfálticos a todo el pavimento cada 5 años.

CONCLUSIONES

1. Se concluye que del resultado del análisis el pavimento flexible es más económico en 25.02% respecto al pavimento rígido. Y en el mantenimiento del pavimento rígido es más económico en 42.68% que el pavimento flexible. En general es más favorable el pavimento rígido.
2. Se estimó los parámetros de diseño con el METODO AASHTO-93, para pavimentos rígidos: Numero de Ejes Equivalentes (w_{18}), Periodo de diseño, Factor de Confiabilidad (R), Desviación estándar Normal (Z_r), Desviación estándar combinada o total (S_0), Índice de serviciabilidad inicial (p_i), Índice de serviciabilidad final (p_f), Resistencia a la compresión del concreto ($f'c$) kg/cm^2 , Módulo de elasticidad del concreto (E) Mpa, Módulo de ruptura del concreto (Sc) Mpa, CBR (rasante mejorada, rasante, diseño, subrasante), Módulo de reacción de la subrasante mejorada (k) Mpa, Módulo de reacción de la sub base (k_b) Mpa Módulo de reacción combinado (k_c) Mpa, Coeficiente de transferencia (J) y Coeficiente de drenaje (C_d)
Para el pavimento flexible considerados fueron: Numero de Ejes Equivalentes (w_{18}), Periodo de diseño, Factor de Confiabilidad (R), Desviación estándar Normal (Z_r), Desviación estándar combinada (S_0), Índice de serviciabilidad inicial (p_i), Índice de serviciabilidad final (p_f), CBR rasante mejorada y Módulo resiliente (M_r) psi
3. Los espesores de los pavimentos calculados fueron:

Para el pavimento rígido: Tramo I losa de concreto $f'c = 300\text{kg/cm}^2$ de 0.22 m, sub base 0.15m y sub rasante mejorado de 0.50m; para el tramo II y III losa de concreto $f'c = 300\text{kg/cm}^2$ de 0.23 m, sub base 0.15m.

Para el pavimento flexible: Tramo I la carpeta asfáltica de 0.12m, base de 0.30m, sub base 0.15m y sub rasante mejorado de 0.50m; para los tramos II y III la carpeta asfáltica de 0.12m, base de 0.30m, sub base 0.15m .

4. El costo calculado para el pavimento flexible fue de S/. 18, 559,137.86. frente al costo inicial del pavimento rígido que se estimó en S/. 15, 592,835.24; con una diferencia del 25.02%.

Se analizó los costos de mantenimiento de ambos pavimentos para tener la mejor alternativa de diseño. En el caso del pavimento flexible se consideró mantenimiento rutinario año tras año y un mantenimiento periódico cada 5 años. En el caso del rígido se requiere del mantenimiento de conservación rutinaria, llegando al 42.68% menor que el pavimento flexible.

RECOMENDACIONES

- Utilizar los cálculos estimados en la investigación para proponer un proyecto de inversión pública y solucionar el problema de congestión vehicular generada entre estas dos ciudades.
- Utilizar los ensayos de suelos para la elaboración del expediente técnico debido a que estos fueron realizados en el laboratorio del Ministerio de transportes y comunicaciones.
- El factor de crecimiento para el tráfico estimado en realidad puede ser mayor a lo largo de los años gracias al progreso del país y los últimos requisitos para el transporte en el sector, la agricultura (café, cacao, bananas, cítricos, etc.), el ganado (carne de res). Por lo tanto, se recomienda llevar a cabo un monitoreo continuo del tráfico y cualquier peso máximo permisible por eje de manera que se intente no recubrir el pavimento hasta una carga mucho más grande de lo esperado, lo que puede traducirse en errores estructurales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AASHTO. (2015). *MECHANISTIC EMPIRICAL PAVEMENT DESIGN GUIDE (MEPDG)*. United States of America.: AASHTO.
- AASHTO, A. A. (1993). *GUIDE for Design of Pavement Structures*. Washington D.C.: AASHTO.
- ACI. (1997). *State-of-the-Art Report on High-Strength Concrete*.
- CAC, C. A. (2016). *CONCRETE, even smarter than you think*. Recuperado el 04 de Abril de 2015, de *CONCRETE, even smarter than you think*:. Retrieved from <http://www.cement.ca>
- Chávez Loaiza, V. (2005). *MANUAL DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE VIAS URBANAS 2005 - VCHI*. Instituto de la Construcción y Gerencia - ICG.
- Huang, Y. H. (2004). *PAVEMENT ANALYSIS AND DESIGN (Segunda ed.)*. . United States of America:: Pearson Prentice Hall. .
- Menéndez, J. (2012). *INGENIERÍA DE PAVIMENTOS: Materiales, Diseño y Conservación (Tercera ed.)*. Lima: Instituto de la Construcción y Gerencia. .
- Montejo, A. (2002). *INGENIERÍA DE PAVIMENTOS PARA CARRETERAS (Vol. 1)*. . Bogotá, Colombia: Universidad Católica de Colombia Ediciones y Publicaciones. .
- MTC, M. d. (2009). *NORMA E.060 CONCRETO ARMADO*. Lima: DIGIGRAF CORP.SA.
- MTC, M. d. (2013). *MANUAL DE CARRETERAS: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción*. Lima: MTC.
- MTC, M. d. (2013). *MANUAL DE CARRETERAS: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción*. Lima: MTC.
- MTC, M. d. (2014). *MANUAL DE CARRETERAS: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos*. Lima.: MTC.
- PCA, P. C. (1995). *Thickness Design for Concrete Highway and Street Pavements*. United States of America.
- Repsol.com. (n.d.). *Significadodcionario.com*. Retrieved from <http://www.significadodcionario.com/Transitabilidad>
- Rico, A. & Del Castillo, H. . (2005). *LA INGENIERÍA DE SUELOS EN LAS VÍAS TERRESTRES: Carreteras, Ferrocarriles y Aeropistas (Vol. 2)*. . Ciudad de México: : Limusa.
- RNE, R. N. (2009). *NORMA E.060 CONCRETO ARMADO (Primera ed.)*. Lima.

Roberto Hernández Sampieri; Carlos Fernández Collado; María del Pilar Baptista Lucio. (2016). *Metodología de la Investigación Sexta Edición*. Santa Fe, Mexico: Mc Graw Hill Education.

TAI, T. A. (1991). *THICKNESS DESIGN: Asphalt Pavements for Highways and Streets*. Lexington.

Vega, J. (2010, Agosto). *Provías Nacional*. Retrieved from Recuperado el 04 de Abril de 2015, de Provías Nacional: : <http://www.proviasnac.gob.pe>

Vivar, G. (1995). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS (Segunda ed.)*. . Lima: Colecciones del Ingeniero Civil.

ANEXOS

Anexo 01: Seguridad vial

Tabla 71: Relación de accidentes en la vía de investigación

N°	FECHA	HORA	LUGAR DEL ACCIDENTE
1	lunes, 08 de diciembre de 2008	16:40	Sector Ovalo Satipo
2	lunes, 08 de diciembre de 2008	16:50	Carretera Marginal Satipo -Pichanaki- altura Km 113
3	viernes, 16 de agosto de 2013	20:20	Carretera Marginal Satipo -Pichanaki- altura Puente Rio Negro.
4	miércoles, 11 de septiembre de 2013	09:10	Carretera Marginal Satipo -Rio Negro.
5	domingo, 29 de septiembre de 2013	20:00	Carretera Marginal Satipo -Pichanaki- altura Km 113
6	viernes, 01 de noviembre de 2013	04:00	Carretera Marginal Satipo -Rio Negro. Km 03
7	martes, 12 de noviembre de 2013	10:30	Carretera Marginal Satipo -Rio Negro- Sector la Paz Km 03
8	jueves, 14 de noviembre de 2013	15:10	Carretera Marginal Satipo -Rio Negro-altura Recreo Los Bungalows
9	miércoles, 11 de diciembre de 2013	17:00	Carretera Marginal Satipo -Rio Negro-altura de la Urbanización Bethel
10	lunes, 18 de noviembre de 2013	10:45	Carretera Marginal Satipo -Rio Negro-ref Avícola San Carlos.
11	lunes, 30 de diciembre de 2013	09:00	Carretera Marginal Satipo - Rio Negro Km 01.
12	viernes, 24 de enero de 2014	15:00	Carretera Marginal Satipo - Rio Negro altura UNCP.
13	lunes, 03 de febrero de 2014	01:30	Carretera Marginal Satipo - Rio Negro Km 02.
14	sábado, 15 de febrero de 2014	13:00	Carretera Marginal Satipo - Rio Negro altura SERNANP
15	lunes, 03 de marzo de 2014	21:00	Carretera Marginal Satipo -Pichanaki- altura Km 115
16	sábado, 29 de marzo de 2014	11:30	Carretera Marginal Satipo -Rio Negro-altura de la Urbanización Bethel
17	domingo, 30 de marzo de 2014	20.55	Sector Ovalo Satipo
18	martes, 01 de abril de 2014	19:50	Carretera Marginal Satipo - Rio Negro Km 04.
19	viernes, 11 de julio de 2014	16:05	Carretera Marginal Satipo -Pichanaki- altura Km 117
20	viernes, 25 de julio de 2014	14:20	Carretera Marginal Satipo -Rio Negro-altura de la Urbanización Bethel
21	domingo, 27 de julio de 2014	20:50	Carretera Marginal Satipo -Rio Negro-altura de Laguna Blanca
22	jueves, 18 de septiembre de 2014	19:15	Carretera Marginal Satipo -Rio Negro-altura de la Urbanización Bethel
23	lunes, 29 de septiembre de 2014	00:30	Carretera Marginal Satipo -Rio Negro-altura de la Urbanización Bethel
24	sábado, 18 de octubre de 2014	20:00	Carretera Marginal Satipo -Rio Negro-altura de la ULADECH
25	martes, 26 de agosto de 2014	10:40	Carretera Marginal Satipo -Rio Negro-altura del Mayni
26	sábado, 08 de noviembre de 2014	17:30	Carretera Marginal Satipo -Rio Negro-altura de la Urbanización Bethel
27	jueves, 27 de noviembre de 2014	07:00	Carretera Marginal Satipo - Rio Negro altura UNCP.
28	domingo, 30 de noviembre de 2014	23:30	Carretera Marginal Satipo -Pichanaki- altura Km 117
29	domingo, 14 de diciembre de 2014	04:30	Carretera Marginal Satipo - Rio Negro Km 1 1/2
30	miércoles, 07 de enero de 2015	09:30	Carretera Marginal Satipo - Rio Negro
31	sábado, 17 de enero de 2015	00:30	Carretera Marginal Satipo - Rio Negro Km 2 1/2
32	miércoles, 04 de febrero de 2015	21:04	Carretera Marginal Satipo -Pichanaki- altura Km 118
33	martes, 31 de marzo de 2015	16:00	Carretera Marginal Satipo - Rio Negro Km 2 1/2
34	martes, 16 de junio de 2015	20:15	Carretera Marginal Satipo - Rio Negro altura UNCP.
35	domingo, 21 de junio de 2015	12:10	Carretera Marginal Satipo -Pichanaki- altura Km 118
36	domingo, 05 de julio de 2015	16:00	Carretera Marginal Satipo - Rio Negro

37	domingo, 02 de agosto de 2015	17:00	Carretera Marginal Satipo -Pichanaki- altura Km 112+800
38	domingo, 23 de agosto de 2015	09:30	Carretera Marginal Satipo -Pichanaki- altura grifo Ortega
39	domingo, 04 de octubre de 2015	20:00	Carretera Marginal Satipo -Pichanaki- altura Km 118
40	viernes, 09 de octubre de 2015	07:00	Carretera Marginal Satipo -Pichanaki- altura Km 118
41	viernes, 09 de octubre de 2015	16:35	Carretera Marginal Satipo -Pichanaki- altura Km 117
42	miércoles, 21 de octubre de 2015	16:00	Carretera Marginal Satipo -Pichanaki- altura Km 112
43	lunes, 02 de noviembre de 2015	20:00	Carretera Marginal Satipo -Pichanaki- altura Km 114+200
44	jueves, 26 de noviembre de 2015	16:00	Carretera Marginal Satipo -Pichanaki- altura Km 118
45	sábado, 28 de noviembre de 2015	22:00	Carretera Marginal Satipo - Rio Negro
46	domingo, 13 de diciembre de 2015	03:00	Carretera Marginal Satipo -Pichanaki- altura grifo Medina
47	jueves, 24 de diciembre de 2015	20:40	Carretera Marginal Satipo -Pichanaki- altura Km 115+500
48	viernes, 25 de diciembre de 2015	13:46	Carretera Marginal Satipo - Rio Negro Km 03
49	viernes, 25 de diciembre de 2015	19:15	Carretera Marginal Satipo -Pichanaki- altura Km 114+200
50	martes, 05 de enero de 2016	19:16	Carretera Marginal Satipo -Pichanaki- altura Km 114
51	sábado, 05 de marzo de 2016	19:30	Carretera Marginal Satipo -Rio Negro-altura de la Casa Blanca Km 2.5
52	martes, 08 de marzo de 2016	11:30	Carretera Marginal Satipo -Rio Negro-altura de la Urbanización Bethel
53	jueves, 28 de abril de 2016	13:25	Carretera Marginal Satipo - Rio Negro Km 1.5
54	domingo, 05 de junio de 2016	18:00	Carretera Marginal Rio Negro-Satipo- frente al Control PNP.
55	jueves, 09 de junio de 2016	03:35	Carretera Marginal Satipo - Rio Negro Km 2
56	domingo, 12 de junio de 2016	09:10	Carretera Marginal Satipo - Rio Negro Km 1.5
57	martes, 07 de junio de 2016	05:00	Carretera Marginal Satipo -Rio Negro-altura de la SENATI.
58	domingo, 19 de junio de 2016	00:35	Carretera Marginal Satipo - Rio Negro Km 1.5
59	sábado, 02 de julio de 2016	03:50	Carretera Marginal Satipo - Rio Negro Km 02.
60	jueves, 07 de julio de 2016	20:00	Carretera Marginal Satipo - Rio Negro Km 2 1/2.

A continuación, se muestra imágenes de capillas construidas en memoria de fallecidos en accidentes de tránsito a lo largo de la vía principal.



Figura 50: Vista de Capilla, Progresiva 0+03



Figura 51: Vista de Capilla, Progresiva 0+610



Figura 52: Vista de Capilla, Progresiva 0+640



Figura 53: Vista de Capilla, Progresiva 1+360



Figura 54: Vista de Capilla, Progresiva 6+140



Figura 55: Vista de Capilla, Progresiva 7+240

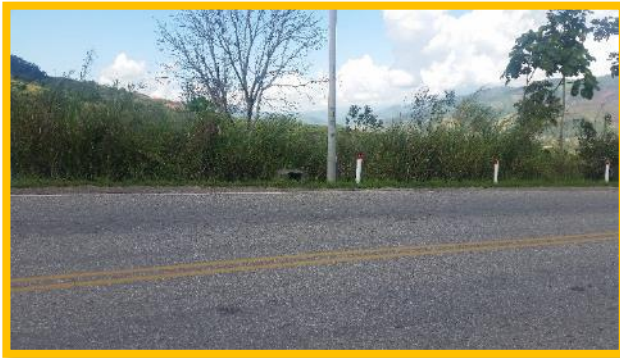


Figura 56: Vista de Capilla, Progresiva 8+360

Sobre los desvíos e intersecciones que se presentan en la vía se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 72: Accesos e intersecciones en el tramo a intervenir.

Evento	Descripción	Ubicación (Km.)	Lado	Observación
DESVIO	DV CALLE LOS ROSALES	0+330	DERECHO	URB. EL MILAGRO
DESVÍO	CA. LAS FLORES	0+330	IZQUIERDO	URB. HATUN YAUYOS
DESVÍO	DV. Jr. MCAL. CÁCERES	0+440	DERECHO	URB. SAN CRISANTO
DESVIO	Jr. 1	0+500	IZQUIERDO	CC.PP. SAN ISIDRO
DESVIO	DV. AV TÚPAC AMARU	0+760	DERECHO	CC.PP. VILLA PACÍFICO
DESVÍO	CA. SIN NOMBRE 083	0+870	IZQUIERDO	INGRESO A CLUB NOCTURNOS
DESVÍO	AV. BELÉN	0+855	IZQUIERDO	CLUB CENTRO SOCIAL
DESVÍO	CARRETERA	1+175	IZQUIERDO	URB. FILADELFIA
DESVIO	DV CA S/N 036	1+210	DERECHO	INSTITUTO TEODORO RIVERA
DESVIO	CARRETERA	1+405	IZQUIERDO	CARRETERA
DESVÍO	JR. SAN PEDRO CA S/N 124	1+710	IZQUIERDO	BETHEL
DESVÍO	JR. MANUEL PERALTA CA. SAN JUAN	1+840	IZQUIERDO	BETHEL
DESVÍO	JR. JORGE PERALTA	1+890	IZQUIERDO	BETHEL
INTERSECCIÓN	AV. LOS APÓSTOLES	2+140	DERECHO	
DESVÍO	DV A HOMBRES DE VALOR	2+770	IZQUIERDO	HOMBRES DE VALOR
DESVÍO	DV A CARRETERA ANTIGUA	2+770	DERECHO	CARRETERA ANTIGUA ANTIGUA
DESVÍO	DV AV. LOS LIBERTADORES	3+220	DERECHO	EX RESIDUOS SOLIDOS

INTERSECCIÓN	JR. TÚPAC AMARU	3+340	IZQUIERDO	
INTERSECCIÓN	JR. UNIVERSITARIA	3+510	DERECHO	JIRON
INTERSECCIÓN	JR. UNIVERSITARIA	3+510	IZQUIERDO	JIRON
INTERSECCIÓN	AV. UNIVERSITARIA	3+620	DERECHO	AVENIDA
INTERSECCIÓN	AV. UNIVERSITARIA	3+620	IZQUIERDO	AVENIDA
INTERSECCIÓN	CA. LOS NOGALES ESTE	4+280	DERECHO	CALLE
DESVÍO	DV CA. LOS NOGALES OESTE	4+280	IZQUIERDO	JIRON
INTERSECCIÓN	JR. LAS ORQUÍDEAS ESTE	4+390	DERECHO	JIRON
INTERSECCIÓN	JR. LAS ORQUÍDEAS OESTE	4+390	IZQUIERDO	CN. SAN MIGUEL
INTERSECCIÓN	DV AV. DEFENSORES DE LA PAZ ESTE	4+500	DERECHO	MDRN
INTERSECCIÓN	AV. DEFENSORES DE LA PAZ OESTE	4+500	IZQUIERDO	
INTERSECCIÓN	AV. 29 SETIEMBRE ESTE	4+620	DERECHO	AVENIDA
INTERSECCIÓN	AV. 29 SETIEMBRE OESTE	4+620	IZQUIERDO	AVENIDA
DESVÍO	DV JR. LOS CEDROS ESTE	4+730	DERECHO	C.N SAN SEBASTIAN
INTERSECCIÓN	JR. LOS CEDROS OESTE	4+730	IZQUIERDO	JIRON
INTERSECCIÓN	JR. LOS ISHIPINGOS ESTE	4+800	DERECHO	JIRON
INTERSECCIÓN	JR. LOS ISHIPINGOS OESTE	4+800	IZQUIERDO	JIRON
INTERSECCIÓN	JR. LOS ROBLES ESTE	4+870	DERECHO	JIRON
INTERSECCIÓN	JR. LOS ROBLES OESTE	4+870	IZQUIERDO	JIRON
INTERSECCIÓN	JR. LOS NOGALES ESTE	4+943	DERECHO	JIRON
INTERSECCIÓN	JR. LOS NOGALES OESTE	4+943	IZQUIERDO	JIRON
INTERSECCIÓN	JR. LAS CAOABAS ESTE	5+005	DERECHO	JIRON
INTERSECCIÓN	JR. LAS CAOABAS OESTE	5+005	IZQUIERDO	JIRON
INTERSECCIÓN	AV. LOS PINOS	5+080	DERECHO	AVENIDA
DESVIO	AV. SAN JOSÉ	5+595	IZQUIERDO	CC.PP UNIÓN
DESVÍO	DV ESTADIO RIO NEGRO	6+142	IZQUIERDO	ESTADIO
DESVÍO	CA S/N	6+643	DERECHO	CC.PP. SANTA ROSA
DESVÍO	DV A PORVENIR	6+620	IZQUIERDO	ZONA INDUSTRIAL
DESVÍO	DV A CIRDUITO DE MANEJO	6+787	DERECHO	CIRCUITO MANEJO
DESVÍO	CA. S/N	8+080	DERECHO	
DESVIO	DV A VALLE AZUL	8+500	DERECHO	CC.PP. VALLE AZUL

Fuente: elaboración propia

A continuación, se muestra imágenes de algún acceso principales a áreas urbanas:



Figura 57:: Ingreso a C.P la Union, ubicado en plena curva.



Figura 58: Ingreso a Av .Los Apóstoles, Sector la Paz.



Figura 59: Ingreso a Urbanización San Crisanto



Figura 60: Ingreso a urbanización Bethel, CC.PP Villa Pacifico

A lo largo de la vía existe señalización horizontal, con respecto a la señalización vertical se debe indicar que dicha señalización es insuficiente, En la vía existen señalizaciones verticales (Preventivas, Reglamiento, informativas) y señalizaciones horizontales en regular estado de conservación y que cumplen con las especificaciones técnicas exigidas para este tipo de señales

Tabla 73: Señales Horizontales y de Seguridad.

Ubicación Inicio		Ubicación Fin		Lado	Clase	Tipo
Código PR	Distancia	Código PR	Distancia			
0000	0+663.81	0000	0	S	19	4
0119	0+790.83	0119		S	19	4
0118	0+987.06	0117	0+56.1	D	19	2
0117	0+99.07	0117	0+136.61	S	19	4
0117	0+815.86	0117	0	S	19	4
0117	0+941.85	0117	0	S	19	4
0116	0+629.62	0116	0	S	19	4
0116	0+760.64	0116	0	S	19	4
0116	0+874.63	0116	0	S	19	4
0115	0+359.75	0115	0+395.51	D	19	2
0115	0+437.12	0115	0+593.84	I	19	2
0115	0+649.28	0115	0+896.31	I	19	2
0114	0+41.18	0114	0+112.04	I	19	2
0114	0+243.18	0114	0+260.64	I	19	1
0114	0+243.18	0114	0+260.64	D	19	1
0114	0+297.75	0114	0+313.27	I	19	1
0114	0+297.75	0114	0+313.27	D	19	1
0113	0+472.38	0113	0+530.58	I	19	2
0113	0+571.76	0113	0+689.9	I	19	2
0112	0+293.38	0112	0+412.28	I	19	2
0112	0+432.96	0112	0+814.63	D	19	2

Tipo
Señalización Horizontal - Marcas

- 1- Central
- 2- Lateral
- 3- Central y Lateral

Seguridad

- 1- Guardavías
- 2- Postes Delineadores
- 3- Barreras de contención
- 4- Resaltos

Señalización Horizontal - Tachas

- 1- Central
- 2- Lateral
- 3- Central y Lateral

Fuente: Elaboración propia



Figura 61: Postes Delineadores, Sector La Paz



Figura 62: Hito N° 115 caído, Sector cercado de Río Negro.



Figura 63: Señales Informativas en mal estado de conservación, Sector Valle Azul



Figura 64: Señal preventiva, altura de Bajo Portillo

Anexo 02: inventario vial

1. RESULTADOS GENERALES OBTENIDOS POR RUTA Y CARACTERISTICAS

- **Pavimento:**

Vía Principal: El tramo de la vía principal comprendido entre el ovalo rondero y bajo portillo consta de una carretera asfaltada con un ancho de calzada de 6.50m en promedio, de dos carriles. El inventario detallado se muestra en el Formato SIB-03, SIB-04-SIB-05-SIB-06.



Vía Principal Tramo 6+000km

Vía Alternativa margen derecho e izquierdo: El tramo de las vías alternas comprendido entre el ovalo rondero y bajo portillo, en su mayoría no existe carretera, solo en algunos tramos posee carretera afirmada, carretera pavimentada con pavimentos rígido, carretera sin afirmar, trocha carrozables. El inventario detallado se muestra en el Formato SIB-03, para ambas vías.

Vial Alternativa Margen Derecha



Tipo de superficie	Tramo Ovalo Rondero – Bajo Portillo
Pavimento rígido	7.98%
Afirmado	10.68%
Sin afirmar	20.2%
Trocha carrozable	
Proyectado	61.14%

Tramo 0+100km

Vial Alternativa Margen Izquierda



Tipo de superficie	Tramo Ovalo Rondero – Bajo Portillo
Pavimento rígido	1.88%
Afirmado	6.69%
Sin afirmar	16.91%
Trocha carrozable	
Proyectado	74.52%

Tramo 0+400km

- **Daños en el Pavimento:**

De la evaluación Superficial se han detectado mayoritariamente las siguientes fallas, de mayor a menor presencia en la carretera PE-5S en el tramo 1+500+4200km. El inventario detallado se muestra en el Formato SIC-14.

- ✓ Reparaciones
- ✓ Fisuras Longitudinales.
- ✓ Fisuras Transversales.
- ✓ Piel de cocodrilo
- ✓ Daños en bermas



Progresiva 2+160km

Sobre las vías alternas existentes se encuentran en procesos de instalación de redes de alcantarillado, por lo que se encuentran en constante movimiento de tierras y por factores climáticos estas se encuentran enlodados y se ha removido la parte afirmada.



Progresiva 3+440km

- **Señalización.-** En la vía existen señalizaciones verticales (Preventivas, Reglamento, informativas) y señalizaciones horizontales en regular estado de conservación y que cumplen con las especificaciones técnicas exigidas para este tipo de señales. El inventario detallado se muestra en el Formato SIB-03, SIC-21 Y SIC-22.

Tipo de señalizaciones	cantidad
Reglamentarias	4
Preventivas	8
Informativas	18
Poste Kilométrico	9

- **Drenaje.-** La vía construida consta con cunetas en algunos tramos. El inventario detallado se muestra en el Formato SIC-19
- **Obras de Arte.-** Existe un (01) puente de concreto armado en buen estado de 21m de luz; existe dos pontones de 6.5 y 5.57m de luz en buen estado; se proyecta en toda la vía la construcción 06 puentes; de las 14 alcantarillas, existen 13 unidades que los tubos se encuentran en buen estado pero es necesario cambiar los cabezales o cajas colectoras respectivamente, 01 unidad en mal estado que requieren reemplazarlos completamente y 26 unidades de alcantarillas en proyección. El inventario detallado se muestra en el Formato SIC-18-SIC-18^a.
- **Aspectos Críticos.-** Existe un punto crítico en el tramo: Km. 06+3450 de la Vía central. Para las vías alternas se proyecta realizar cortes y rellenos en algunos tramos.
- **Derecho de vía.-** Existen tres tramos bien definidos desde 0+000 hasta 3+870 el derecho de vía es de 50m., desde el Rio Timari 3+880 hasta el Rio Negro 5+840 el derecho de vía es de 42m, finalmente desde 5+870 hasta 8+517 el derecho de vía es de 50m.

Obstrucciones se ha considerado en la margen derecha 19 viviendas, grifo, laguna, el estadio de Mariátegui, cultivos de plátanos, naranja y malezas en todo el tramo. En la margen izquierda 17 viviendas, cultivos de plátanos, cerco de alambre y madera, cementerio, plantaciones de eucalipto, estadio de la I. E. N° 30001 - 55 BAJO PORTILLO y laguna de Gutiérrez.

Instalaciones de servicio público.- se ha encontrado líneas eléctricas y fibra óptica en un total de 336 postes, redes de alcantarillado en proceso de instalación desde 3+280 hasta 5+590. Asimismo para la margen izquierda 202 postes y redes de alcantarillado en proceso de instalación desde 3+180 hasta 5+040.

Veredas.- se tienen veredas en las vías alternas existentes pavimentadas en la progresiva 3+510 hasta 3+610 en ambas márgenes al lado derecho en la SENATI y en el lado izquierdo en la UNCP – sede Rio Negro. Asimismo desde la progresiva 4+280 hasta 4+724 en el lado derecho en el cercado de rio negro.

Zonas urbanas.- la vía une a las siguientes ciudades iniciando por A.D.V EL MILAGRO, A.D.V SANCRISANTO, CP VILLA PACIFICO, CP LA PAZ, C.P CERCADO DE RIO NEGRO, C.P LA UNION, C.P BARRIO SANTA ROSA MARIATEGUI, C.P. BAJO PORTILLO.

- Los vehículos encontrados en la recolección de información son diversos así como autos, camionetas, buses y camiones simples, camiones dobles, tráiler y semi tráiler, cada uno con sus propios ejes, realizadas en el estudio de tráfico en la Estación 01.



























Figura 65: Recolección de datos estación 1

- Inventario vial de la Vía en Estudio

Tabla 74: Inventario vial

LADO		EVENTO DESCRIPTIVO	Km
Izquierda	Derecha		
		Margen izquierdo y derecho carretera afirmada en regular estado de conservación.	0+000 hasta 0+450 km
		Margen izquierdo el derecho de vía se encuentra obstruido por plantaciones de plátano y vivienda. Margen derecho carretero afirmado obstruido por laguna.	0+560
		El Margen izquierdo no cuenta con carretera. El margen derecho carretero afirmado.	0+800
		El Margen izquierdo se visualiza talud. El margen derecho carretero afirmado en los ingresos de las viviendas existentes.	1+000
		El Margen izquierdo existe un desnivel. El margen derecho carretera afirmada cada cierto tramo.	1+100

		<p>Ambos márgenes se visualizan taludes.</p>	<p>2+960</p>
		<p>Ambos márgenes se encuentran en constante movimiento de tierra ya que se encuentran en proceso de ejecución de saneamiento.</p>	<p>3+400</p>
		<p>Ambos márgenes se encuentran pavimentados con pavimento rígido en buen estado.</p>	<p>3+560</p>
		<p>Ambos márgenes se encuentran sin afirmar y en constante movimiento de tierra por motivo de ejecución de obra de saneamiento.</p>	<p>3+650</p>
		<p>Margen izquierdo carretera sin afirmar y en constante movimiento de tierra por motivo de ejecución de obra de saneamiento. Margen derecha carretera con pavimento rígido en buen estado de conservación.</p>	<p>4+100</p>
		<p>Ambos márgenes se encuentran en constante movimiento de tierra ya que se encuentran en proceso de ejecución de saneamiento.</p>	<p>4+450</p>

		<p>Margen izquierdo sin carretera con talud. Margen derecha carretera sin afirmar en constante movimiento de tierra por motivo de ejecución de obra de saneamiento.</p>	<p>4+960</p>
		<p>Margen izquierdo y margen derecho no cuenta con carretera.</p>	<p>5+800</p>
		<p>Margen izquierdo terreno con agua saturada por falla hidrológica. Margen derecho no cuenta con carretera.</p>	<p>6+340</p>
		<p>Margen izquierdo parcialmente obstruido por laguna, ambos márgenes no cuenta con carretera.</p>	<p>7+720</p>
		<p>Ambos márgenes no cuenta con carretera.</p>	<p>8+380</p>
		<p>Ambos márgenes no cuenta con carretera. Talud en margen derecho</p>	<p>8+400</p>

		PUNTO FINAL, desvío a Valle Azul	8+517
---	--	-------------------------------------	-------

Fuente: Elaboración propia 2018

Anexo 03: Estudio de suelos

INFORME DE MECANICA DE SUELO, CANTERAS, FUENTES DE AGUA PARA LA "MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LAS DOS VIAS ALTERNA DE LA CARRETERA MARGINAL TRAMO OVALO RONDERO DE SATIPO - BAJO PORTILLO RIO NEGRO - SATIPO - JUNIN".

1. GENERALIDADES

1.1 OBJETO:

El presente informe técnico tiene por objeto investigar los subsuelos del área que está destinada para el desarrollo del distrito de Satipo y el distrito de Rio Negro de la Provincia de Satipo – Junín labor que se realiza mediante la excavación de calicatas.

a) Acceso Principal:

EL acceso principal a la zona del proyecto desde la Ciudad Metropolitana de Lima, se recorre la Carretera Central totalmente asfaltada hasta la ciudad de Satipo ubicado en el Km 412, posteriormente se parte del Ovalo Rondero de Satipo hasta Bajo Portillo Rio Negro está ubicada a 10 minutos de la provincia de Satipo, el cual pertenece al departamento de Junín.

1.2 NORMAS TÉCNICAS:

Todos los materiales a emplearse y todos los trabajos a desarrollar se ajustan a las presentes especificaciones y a las normas que se señalan a continuación; se emplearán de preferencia las Normas Peruanas; las normas indicadas son parte igualmente de estas especificaciones, aun cuando no se mencionan en forma explícita.

En casos particulares y a petición del Contratista, el Proyectista puede – pero no está obligado a aceptar otras normas, si los requerimientos mínimos de las normas ITINTEC, INDECOPI y del Reglamento Nacional de Construcciones son debidamente cumplidos y sin que esto significara un desmejoramiento de la calidad y de las cualidades prescritas en las presentes especificaciones.

a) Para las Obras Civiles:

- A.S.T.M. American Society for Testing Materials.
- AASHTO American Association of State Highway and Transport Official's.
- M.T.C. Ministerio de Transporte y comunicación.
- ITINTEC Instituto de Investigación Tecnológica, Industrial y de Normas Técnicas.
- R.N.C. Reglamento Nacional de Construcciones
- A.C.I. American Concrete Institute
- A.I.S.C American Institute of Steel Construction
- U.S.B.R. U.S. Bureau of Reclamation
- D.I.N. Dentshc Institute for Normung

2. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

2.1 INTRODUCCIÓN:

El presente estudio de suelos forma parte del estudio definitivo del proyecto de Mejoramiento y Ampliación del servicio de transpirabilidad de las dos vías alterna de la carretera marginal tramo Ovalo Rondero de Satipo - Bajo Portillo Rio Negro, con una longitud de 8.51 Km. Y el cual se desarrolla en los distritos de Satipo y Rio Negro, provincia de Satipo, departamento de Junín.

Los objetivos del estudio de suelos y pavimentos son los siguientes:

- Determinar las condiciones geotécnicas del suelo de fundación del pavimento.
- Determinar las canteras y fuentes de agua a ser empleadas durante la construcción.
- Trabajos de campo.
- Ensayos de laboratorio de muestras de suelo extraídas de la calicata de exploración.
- Descripción del perfil de las calicatas.

Los trabajos de campo y laboratorio del estudio de suelos, se llevaron a cabo entre los meses de junio y agosto del 2016.

2.2 OBJETIVO

Los Estudios de Mecánica de Suelos tienen por objetivo determinar las características geotécnicas del área de estudio, identificando las propiedades físicas y mecánicas de los suelos para el beneficio del distrito de Satipo y Rio Negro.

2.3 UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO:

✓ Ubicación Política

Departamento: Junín
Provincia : Satipo
Distrito : Rio Negro

✓ Ubicación Geográfica

Coordenadas al inicio del tramo:	UTM
Latitud Norte	: 8757368.127
Longitud Este	: 539885.665
Altitud	: 645.900 msnm

Coordenadas al final del tramo:	UTM
Latitud Norte	: 8764105.676
Longitud Este	: 537690.78
Altitud	: 774.00 msnm

2.4 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

- El proyecto de Mejoramiento y Ampliación del servicio de transpirabilidad de las dos vías alterna de la carretera marginal tramo Ovalo Rondero de Satipo - Bajo Portillo Rio Negro, se proyectara con

la finalidad de mejorar el tránsito vehicular para poder llegar antes a nuestro destino teniendo dos nuevas vías alternas.

- Las metas del proyecto consideran:
- Que los pobladores eviten los tránsitos vehiculares con las dos vías alternas.

2.5 EXTENSIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio comprendió al ámbito donde se proyecta la Mejora y Ampliación del servicio de transpirabilidad de las dos vías alterna de la carretera marginal tramo Ovalo Rondero de Satipo - Bajo Portillo Rio Negro, distrito de Rio Negro, provincia de Satipo – Junín.

2.6 METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

La metodología de trabajo para la realización del presente estudio comprendió las siguientes actividades:

- Recopilación de la información bibliográfica de la zona.
- Planificación de las actividades de campo que incluirán reconocimiento de la zona.
- Realización del Estudio de Mecánica de Suelos, que consistió en la ejecución de reconocimiento de la geología local, excavación de calicatas de investigación y recolección de muestras para su posterior análisis.
- Recopilación de muestras de las calicatas para su análisis en el laboratorio.
- Trabajo de gabinete, interpretando los resultados obtenidos en campo.
- El informe de Mecánica de Suelos, ha sido elaborado en base a la investigación geotécnica y muestreo de campo realizada in situ y los resultados de ensayos de Laboratorio.

2.7 ESTUDIO DE SUELOS

El estudio de suelos tiene por finalidad determinar las características físico-mecánicas del suelo donde se apoyara la estructura del pavimento, así

mismo identificar y evaluar sectores con presencia de suelos inadecuados los cuales permitirán establecer los remplazos de suelos necesarios.

Para la ejecución de los estudios de suelos se programaron los siguientes trabajos de campo y laboratorio:

- Inspección de la zona donde se construirá las vías, con la finalidad de definir la estrategia para la ejecución de los estudios.
- Excavación de calicatas, para obtener muestras que permitan conocer y evaluar las características físico-mecánicas del suelo de fundación.
- Procesamiento y análisis de la información recogida en campo.

2.7.1 INVESTIGACIÓN DE CAMPO

2.7.1.1 EXCAVACIÓN DE CALICATAS

Se excavaron 30 calicatas hasta una profundidad mínima de 1.50 m, distanciados cada 300 m alternados en el lado derecho e izquierdo.

Complementariamente las calicatas realizadas cada 300 m, se realizaron calicatas adicionales donde existan diferencias entre los tipos de suelo de calicatas contiguas.

En todas las calicatas ejecutadas se efectuó un registro de excavación, en el cual se consignó la descripción de los estratos del suelo, la ubicación con respecto al eje de la carretera y el registro fotográfico de la calicata.

2.7.1.2 MUESTRAS EXTRAÍDAS

De los materiales encontrados en las calicatas se obtuvieron muestras disturbadas, las cuales fueron descritas e identificadas con la ubicación, número de muestra y profundidad luego fueron colocadas en bolsas de polietileno para su traslado al laboratorio.

Para la ubicación de las calicatas excavadas durante los trabajos de campo se tomó como base una primera versión del eje el cual luego de sufrir varios cambios género que las progresivas de ubicación de las calicatas varíen ligeramente, en los cuadros donde se muestra la relación de calicatas tomadas cada 300 m, respectivamente así mismo en cada cuadro se muestra la ubicación tomada en campo y la ubicación con respecto al eje definitivo.

2.8 GEOLOGÍA

Las unidades geológicas que afloran el distrito de Satipo y Rio Negro de la provincia de Satipo, han sido originadas desde el Precámbrico (600-2 000 m.a) hasta nuestros tiempos. Debido a su complejidad, éstas han sido separadas en bloques y caracterizadas de acuerdo a su ambiente de sedimentación, edad de formación, presencia de fósiles y estructuras tectónicas; los cuales han definido la exposición del relieve actual.

El área de estudio presenta afloramientos litológicos superficiales, que datan desde el Precámbrico hasta el Cenozoico (Cuaternario holocénico), Éstas han sido identificadas mediante el análisis de sus características litoestratigráficas, cronoestratigráficas, paleontológicas, magmáticas, metamórficas y análisis de las sedimentitas recientes y subrecientes.

3. RESUMEN DE ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS REALIZADOS

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS	
OBRA:	"MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LAS DOS VIAS ALTERNA DE LA CARRETERA MARGINAL TRAMO OVALO RONDERO DE SATIPO - BAJO PORTILLO RIO NEGRO - SATIPO - JUNIN".
TRAMO:	OVALO RONDERO DE SATIPO - BAJO PORTILLO RIO NEGRO
MATERIAL:	MATERIAL EXISTENTE
PROGRESIVA:	Km. 00+000 - Km. 8+517
ING. RESPONSABLE:	D.M.S.
FECHA:	12-ago-16

RESUMEN DE CALICATAS CADA 300 m																				
N°	FECHA DE ENSAYO	PROGRESIVA (Km)	VIA	CALICATA	MUESTRA	PROF. (m)	HUMEDAD NATURAL %	% MATERIAL QUE PASA				LIMITE LIQUIDO	INDICE PLASTICO	CLASIFICACION			OPTIMO HUMEDAD %	MAXIMA DENSIDAD gr/cm3	C.B.R	
								N° 4	N° 10	N° 40	N° 200			SUCS	AASTHO				95%	100%
1	01 al 10/06/2016	00+000	Izquierdo	C - 01	M - 01	0.80 - 1.60	15.5	91.0	88.0	74.0	56.0	50.0	20.0	MH	A-7-5	9				
2	01 al 10/06/2016	00+300	Derecho	C - 02	M - 01	0.80 - 1.50	22.3	88.0	83.0	66.0	42.0	28.0	8.0	SC	A-4	0				
3	1 al 10/06/2016	00+600	Izquierdo	C - 03	M - 01	0.30 - 1.60	36.3	100.0	100.0	97.0	90.0	61.0	30.0	CH	A-7-5	32				
4	1 al 10/06/2016	00+900	Derecho	C - 04	M - 01	0.30 - 1.50	41.7	90.0	89.0	86.0	83.0	59.0	22.0	MH	A-7-5	22	26	1.524	2.4	3.6
5	1 al 10/06/2016	01+200	Izquierdo	C - 05	M - 01	0.80 - 1.60	29.6	88.0	85.0	80.0	71.0	44.0	16.0	ML	A-7-6	11				
6	1 al 10/06/2016	01+500	Derecho	C - 06	M - 01	0.30 - 1.60	35.9	100.0	100.0	99.0	95.0	67.0	28.0	MH	A-7-5	35				
7	1 al 10/06/2016	01+800	Derecho	C - 07	M - 01	0.20 - 1.60	31.1	88.0	75.0	67.0	61.0	47.0	14.0	ML	A-7-6	8	21.9	1.619	5.0	7.1
8	1 al 10/06/2016	02+100	Derecho	C - 08	M - 01	0.30 - 1.60	25.5	96.0	93.0	89.0	84.0	47.0	14.0	ML	A-7-6	20				
9	1 al 10/06/2016	02+400	Izquierdo	C - 09	M - 01	0.40 - 1.70	20.1	91.0	87.0	81.0	74.0	42.0	16.0	ML	A	0				
10	1 al 10/06/2016	02+700	Derecho	C - 10	M - 01	0.30 - 1.60	38.1	100.0	100.0	100.0	96.0	48.0	15.0	ML	A-7-5	35	19.7	1.650	2.6	4.5
11	1 al 10/06/2016	03+000	Izquierdo	C - 11	M - 01	0.40 - 1.60	28.4	100.0	98.0	92.0	78.0	51.0	23.0	CH	A-7-5	19				
12	1 al 10/06/2016	03+300	Derecho	C - 12	M - 01	0.40 - 1.70	28.5	89.0	79.0	69.0	55.0	40.0	15.0	CL	A-6	6				
13	1 al 10/06/2016	03+600	Izquierdo	C - 13	M - 01	0.20 - 1.60	22.5	91.0	84.0	69.0	46.0	32.0	9.0	SC	A-4	1	13.9	1.873	5.1	6.6
14	1 al 10/06/2016	03+900	Derecho	C - 14	M - 01	0.40 - 1.70	14.9	92.0	88.0	70.0	45.0	33.0	12.0	SC	A-6	2				

15	1 al 10/06/2016	04+200	Izquierdo	C - 15	M - 01	0.80 - 1.60	15.3	95.0	89.0	67.0	41.0	31.0	12.0	SC	A-6	1					
16	1 al 10/06/2016	04+500	Izquierdo	C - 16	M - 01	0.80 - 1.60	15.1	89.0	83.0	61.0	37.0	29.0	10.0	SC	A-4	0	9.8	2.025	8.8	14.3	
17	1 al 10/06/2016	04+800	Derecho	C - 17	M - 01	0.10 - 1.60	5.6	70.0	61.0	26.0	9.0	-	N.P	SP-SM	A-1-B	0					
18	1 al 10/06/2016	05+100	Derecho	C - 18	M - 01	0.30 - 1.60	30.8	84.0	77.0	71.0	61.0	39.0	15.0	CL	A-6	7					
19	1 al 10/06/2016	05+400	Derecho	C - 19	M - 01	0.50 - 1.70	28.7	70.0	57.0	48.0	40.0	37.0	12.0	SM	A-6	1	11.0	1.926	9.0	13.0	
20	1 al 10/06/2016	05+700	Derecho	C - 20	M - 01	0.40 - 1.70	28.7	100.0	97.0	92.0	79.0	47.0	21.0	CL	A-7-6	17					
21	1 al 10/06/2016	06+000	Izquierdo	C - 21	M - 01	0.30 - 1.70	26.1	67.0	60.0	47.0	23.0	19.0	N.P	SM	A-1-B	0					
22	1 al 10/06/2016	06+300	Izquierdo	C - 22	M - 01	0.30 - 1.40	20.7	95.0	93.0	85.0	65.0	35.0	14.0	CL	A-6	7					
23	1 al 10/06/2016	06+300	Izquierdo	C - 22	M - 02	1.40 - 1.80	18.9	95.0	92.0	73.0	44.0	30.0	10.0	SC	A-4	1	12.0	1.936	9.2	15.5	
24	1 al 10/06/2016	06+600	Derecho	C - 23	M - 01	1.10 - 1.80	15.3	86.0	81.0	69.0	31.0	16.0	N.P	SM	A-2-4	0					
25	1 al 10/06/2016	06+900	Izquierdo	C - 24	M - 01	0.30 - 1.60	14.3	87.0	83.0	73.0	47.0	20.0	5.0	SC-SM	A-4	0					
26	1 al 10/06/2016	07+200	Derecho	C - 25	M - 01	0.40 - 1.70	13.0	80.0	76.0	64.0	32.0	18.0	4.0	SC-SM	A-2-4	0	7.8	2.090	13.3	21.1	
27	1 al 10/06/2016	07+500	Derecho	C - 26	M - 01	0.30 - 1.60	8.6	69.0	66.0	54.0	29.0	19.0	5.0	SC-SM	A-S-4	0					
28	1 al 10/06/2016	07+800	Izquierdo	C - 27	M - 01	0.20 - 1.30	5.1	37.0	29.0	23.0	11.0	-	N.P	GP-GM	A-1-a	0					
29	1 al 10/06/2016	07+800	Izquierdo	C - 27	M - 02	1.30 - 1.80	14.9	72.0	63.0	52.0	25.0	17.0	N.P	SM	A-2-4	0	8.5	2.037	30.7	50.7	
30	1 al 10/06/2016	08+100	Derecho	C - 28	M - 01	0.30 - 1.70	8.9	88.0	83.0	66.0	17.0	-	N.P	SM	A-2-4	0					
31	1 al 10/06/2016	08+500	Derecho	C - 29	M - 01	0.20 - 1.60	10.2	41.0	37.0	30.0	16.0	19.0	4.0	GC-GM	A-1-b	0					
32	1 al 10/06/2016	06+620	Izquierdo	C - 30	M - 01	0.20 - 1.80	18.9	97.0	89.0	79.0	59.0	30.0	12.0	CL	A-6	4	calicata adicional				

PROMEDIO	21.55	85.19	80.16	69.34	51.31	36.38
MINIMO	5.10	37.00	29.00	23.00	9.00	16.00
MAXIMO	41.70	100.00	100.00	100.00	96.00	67.00

14.51	1.85	9.57	15.16
7.80	1.52	2.40	3.60
26.00	2.09	30.70	50.70

¡Error! Vínculo no válido.

El presente estudio se desarrolló en el distrito de Satipo y Rio Negro, provincia de Satipo y tuvo como finalidad determinar las características geotécnicas del área de estudio, identificando las propiedades físicas y mecánicas de los suelos para la utilización de los materiales existentes.

3.1 GEOTECNIA DE LA ZONA DE ESTUDIO

3.1.1 REALIZACIÓN DE CALICATAS

Los trabajos de exploración de campo se han realizado teniendo en consideración la ubicación de las vías alternas, excavando las calicatas hasta la profundidad de 1.50 metros.

Las calicatas exploratorias se han distribuido al eje de las vías con la finalidad de conocer las características estratigráficas del subsuelo donde se proyecta la Mejoramiento y Ampliacion del servicio de transpirabilidad de las dos vías alterna de la carretera marginal tramo Ovalo Rondero de Satipo - Bajo Portillo Rio Negro, distrito de Rio Negro, provincia de Satipo – Junín.

3.1.2 CALICATAS EXPLORATORIAS:



3.1.3 ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS

Para determinar las propiedades índices y geotécnicas de las muestras de suelo de fundación se han realizado los ensayos de acuerdo a los procedimientos descritos en las normas de ensayos de materiales del MTC.

Los ensayos realizados en muestras del suelo de fundación fueron las siguientes:

- Perfil estratigráfico
- Ensayo de Análisis Granulométrico por Tamizado MTC E 107 (ASTM-D-422)
- Ensayo de Límites de Consistencia
- Límite Líquido MTC E 110 (ASTM-D-423)
- Límite Plástico MTC E 111 (ASTM-D-424)
- Clasificación SUCS (ASTM D-2487)
- Clasificación AASHTO (ASTM D-3282)
- Determinación del contenido de humedad MTC E 108 (ASTM-D-2216)
- Material que pasa el tamiz N° 200 (ASTM D-1140(2006))
- Peso específico relativo de las partículas sólidas del suelo MTC E-113(2000)
- Peso específico y absorción del agregado grueso MTC E-206 (2000)
- Determinación Humedad-Densidad(P. Modificado) MTC E 115 (ASTM D-1557)
- C.B.R. de suelos MTC E 132 (ASTM-D-1883)

3.1.4 DESCRIPCIÓN DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO:

La evaluación del perfil estratigráfico tiene como objetivo determinar la sectorización de la franja de terreno donde se apoyara la carretera de acuerdo con las características y condiciones del suelo donde se ha realizado en forma visual de acuerdo a procedimientos visual-manual del

manual de suelos, según la norma ASTM D – 2488, que se muestran en los perfiles estratigráficos de las calicatas.

1. Calicata N ° 1 ubicada en el km: 0+000 vía izquierda el terreno
Consta de una capa desde 0.00 m hasta 0.80 m de profundidad de cobertura de material de relleno. El estrato es desde los 0.80 m hasta los 1.60 m de profundidad conformado por material (MH) material de Limos inorgánicos, suelos limosos o arenosos finos micáceos o diatomáceos, suelos elásticos, de color amarillento en estado semi húmedo.
2. Calicata N ° 2 ubicada en el km: 0+300 vía derecha el terreno
Consta de una capa desde 0.00 m hasta 0.80 m de profundidad de cobertura de material de relleno. El estrato es desde los 0.80 m hasta los 1.50 m de profundidad conformado por material (SC) material de arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla de color amarillento en estado semi húmedo.
3. Calicata N ° 3 ubicada en el km: 0+600 vía izquierda el terreno
Consta de una capa desde 0.00 m hasta 0.30 m de profundidad de cobertura vegetal. El estrato es desde los 0.30 m hasta los 1.60 m de profundidad conformado por material (CH) material arcillas orgánicas de alta plasticidad, arcillas grasas de color rojizo en estado húmedo.
4. Calicata N ° 4 ubicada en el km: 0+900 vía derecha el terreno
Consta de una capa desde 0.00 m hasta 0.30 m de profundidad de cobertura vegetal. El estrato es desde los 0.30 m hasta los 1.50 m de profundidad conformado por material (MH) material de Limos inorgánicos, suelos limosos o arenosos finos micáceos o diatomáceos, suelos elásticos de color rojizo en estado húmedo.

5. Calicata N ° 5 ubicada en el km: 1+200 vía izquierda el terreno consta de una capa desde 0.00 m hasta 0.20 m de profundidad de cobertura vegetal. Una capa de 0.20 m hasta 0.80 m conformado de material de relleno. El estrato es desde los 0.80 m hasta los 1.60 m de profundidad conformado por material (ML) limos inorgánicos y arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas, o limos arcillosos con poca plasticidad de color rojo claro en estado húmedo.
6. Calicata N ° 6 ubicada en el km: 1+500 vía derecha el terreno Consta de una capa desde 0.00 m hasta 0.30 m de profundidad de cobertura vegetal. El estrato es desde los 0.30 m hasta los 1.60 m de profundidad conformado por material (MH) material de Limos inorgánicos, suelos limosos o arenosos finos micáceos o diatomáceos, suelos elásticos de color naranja en estado húmedo.
7. Calicata N ° 7 ubicada en el km: 1+800 vía derecha el terreno Consta de una capa desde 0.00 m hasta 0.20 m de profundidad de cobertura vegetal. El estrato es desde los 0.20 m hasta los 1.60 m de profundidad conformado por material (ML) limos inorgánicos y arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas, o limos arcillosos con poca plasticidad de color naranja en estado húmedo.
8. Calicata N ° 8 ubicada en el km: 2+100 vía derecha el terreno Consta de una capa desde 0.00 m hasta 0.30 m de profundidad de cobertura vegetal. El estrato es desde los 0.30 m hasta los 1.60 m de profundidad conformado por material (ML) limos inorgánicos y arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas,

o limos arcillosos con poca plasticidad de color amarillento claro en estado semi húmedo.

9. Calicata N ° 9 ubicada en el km: 2+400 vía izquierda el terreno
Consta de una capa desde 0.00 m hasta 0.40 m de profundidad de cobertura vegetal. El estrato es desde los 0.40 m hasta los 1.70 m de profundidad conformado por material (ML) limos inorgánicos y arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas, o limos arcillosos con poca plasticidad de color naranja oscuro en estado semi húmedo.
10. Calicata N ° 10 ubicada en el km: 2+700 vía derecha el terreno
Consta de una capa desde 0.00 m hasta 0.30 m de profundidad de cobertura vegetal. El estrato es desde los 0.30 m hasta los 1.60 m de profundidad conformado por material (ML) limos inorgánicos y arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas, o limos arcillosos con poca plasticidad de color marrón claro en estado semi húmedo.
11. Calicata N ° 11 ubicada en el km: 3+000 vía izquierda el terreno
Consta de una capa desde 0.00 m hasta 0.40 m de profundidad de cobertura vegetal. El estrato es desde los 0.40 m hasta los 1.60 m de profundidad conformado por material (CH) material arcillas orgánicas de alta plasticidad, arcillas grasas de color naranja oscuro en estado semi húmedo.
12. Calicata N ° 12 ubicada en el km: 3+300 vía derecha el terreno
Consta de una capa desde 0.00 m hasta 0.40 m de profundidad de cobertura vegetal. El estrato es desde los 0.40 m hasta los 1.70 m de profundidad conformado por material (CL) material arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas

arenosas, arcillas limosas, arcillas magras de color rojo con marrón oscuro en estado semi húmedo.

13. Calicata N ° 13 ubicada en el km: 3+600 vía izquierda el terreno Consta de una capa desde 0.00 m hasta 0.20 m de profundidad de cobertura vegetal. El estrato es desde los 0.20 m hasta los 1.60 m de profundidad conformado por material (SC) material de arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla de color marrón claro en estado semi húmedo.
14. Calicata N ° 14 ubicada en el km: 3+900 vía derecha el terreno Consta de una capa desde 0.00 m hasta 0.40 m de profundidad de cobertura vegetal. El estrato es desde los 0.40 m hasta los 1.70 m de profundidad conformado por material (SC) material de arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla de color naranja y marrón en estado semi seco.
15. Calicata N ° 15 ubicada en el km: 4+200 vía izquierda el terreno consta de una capa desde 0.00 m hasta 0.20 m de profundidad de cobertura vegetal. Una capa de 0.20 m hasta 0.80 m conformado de material de relleno. El estrato es desde los 0.80 m hasta los 1.60 m de profundidad conformado por material (SC) material de arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla de color marrón claro en estado semi húmedo.
16. Calicata N ° 16 ubicada en el km: 4+500 vía izquierda el terreno consta de una capa desde 0.00 m hasta 0.20 m de profundidad de cobertura vegetal. Una capa de 0.20 m hasta 0.80 m conformado de material de relleno. El estrato es desde los 0.80 m hasta los 1.60 m de profundidad conformado por material (SC) material de arenas

arcillosas, mezclas arena-arcilla de color amarillento claro en estado semi húmedo.

17. Calicata N ° 17 ubicada en el km: 4+800 vía derecha el terreno
Consta de una capa desde 0.00 m hasta 0.10 m de profundidad de cobertura vegetal. El estrato es desde los 0.10 m hasta los 1.60 m de profundidad conformado por material (SP-SM) se encontró material arenas pobremente gradadas, arenas gravosas, pocos o ningún fino. Arenas limosas mezcla de arena-limo de color marrón oscuro.
18. Calicata N ° 18 ubicada en el km: 5+100 vía derecha el terreno
Consta de una capa desde 0.00 m hasta 0.30 m de profundidad de cobertura vegetal. El estrato es desde los 0.30 m hasta los 1.60 m de profundidad conformado por material (CL) material arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras de color marrón claro en estado húmedo.
19. Calicata N ° 19 ubicada en el km: 5+400 vía derecha el terreno
Consta de una capa desde 0.00 m hasta 0.50 m de profundidad de cobertura vegetal. El estrato es desde los 0.50 m hasta los 1.70 m de profundidad conformado por material (SM) Arenas limosas mezcla de arena-limo de color naranja oscuro en estado humedo
20. Calicata N ° 20 ubicada en el km: 5+700 vía derecha el terreno
Consta de una capa desde 0.00 m hasta 0.40 m de profundidad de cobertura vegetal. El estrato es desde los 0.40 m hasta los 1.70 m de profundidad conformado por material (CL) material arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas

arenosas, arcillas limosas, arcillas magras de color naranja oscuro en estado húmedo.

21. Calicata N ° 21 ubicada en el km: 6+000 vía izquierda el terreno Consta de una capa desde 0.00 m hasta 0.30 m de profundidad de cobertura vegetal. El estrato es desde los 0.30 m hasta los 1.70 m de profundidad conformado por material (SM) Arenas limosas mezcla de arena-limo de color amarillento en estado semi humedo.
22. Calicata N ° 22 ubicada en el km: 6+300 vía izquierda el terreno consta de una capa desde 0.00 m hasta 0.30 m de profundidad de cobertura vegetal. El primer estrato es desde los 0.30 m hasta 1.40 m conformado de material (CL) material arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras de color rojo oscuro en estado húmedo. El segundo estrato es desde los 1.40 m hasta los 1.80 m de profundidad conformado por material (SC) material de arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla de color verde oscuro en estado húmedo.
23. Calicata N ° 23 ubicada en el km: 6+600 vía derecha el terreno consta de una capa desde 0.00 m hasta 0.20 m de profundidad de cobertura vegetal. Una capa desde 0.20 m hasta 1.10 m conformado de material de relleno. El estrato es desde los 1.10 m hasta los 1.80 m de profundidad conformado por material (SM) Arenas limosas mezcla de arena-limo en estado saturado.
24. Calicata N ° 24 ubicada en el km: 6+900 vía izquierda el terreno Consta de una capa desde 0.00 m hasta 0.30 m de profundidad de cobertura vegetal. El estrato es desde los 0.30 m hasta los 1.60 m

de profundidad conformado por material (SC-SM) material de arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla. (SM) Arenas limosas mezcla de arena-limo de color naranja con marrón claro en estado semi húmedo.

25. Calicata N ° 25 ubicada en el km: 7+200 vía derecha el terreno Consta de una capa desde 0.00 m hasta 0.40 m de profundidad de cobertura vegetal. El estrato es desde los 0.40 m hasta los 1.70 m de profundidad conformado por material (SC-SM) material de arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla. (SM) Arenas limosas mezcla de arena-limo de color amarillento con plomo claro en estado semi húmedo.
26. Calicata N ° 26 ubicada en el km: 7+500 vía derecha el terreno Consta de una capa desde 0.00 m hasta 0.30 m de profundidad de cobertura vegetal. El estrato es desde los 0.30 m hasta los 1.60 m de profundidad conformado por material (SC-SM) material de arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla. (SM) Arenas limosas mezcla de arena-limo de color rojo oscuro en estado semi húmedo.
27. Calicata N ° 27 ubicada en el km: 7+800 vía izquierda el terreno consta de una capa desde 0.00 m hasta 0.20 m de profundidad de cobertura vegetal. El primer estrato desde 0.20 m hasta 1.30 m conformado de material (GP-GM) Grava pobremente gradadas, mezclas grava-arena, pocos fino. (GM) gravas limosas, mezcla de grava-arena limo se encontró material arenoso con buena cantidad apreciable de grava. El segundo estrato desde los 1.30 m hasta los 1.80 m de profundidad conformado por material (SM) Arenas limosas mezcla de arena-limo en estado húmedo.

28. Calicata N ° 28 ubicada en el km: 8+100 vía derecha el terreno Consta de una capa desde 0.00 m hasta 0.30 m de profundidad de cobertura vegetal. El estrato es desde los 0.30 m hasta los 1.70 m de profundidad conformado (SM) Arenas limosas mezcla de arena-limo de color marrón claro con presencia de piedra de 9" a 15" pulgadas en poca escala.
29. Calicata N ° 29 ubicada en el km: 8+500 vía derecha el terreno Consta de una capa desde 0.00 m hasta 0.20 m de profundidad de cobertura vegetal. El estrato es desde los 0.20 m hasta los 1.60 m de profundidad conformado por material (GC-GM) Gravas arcillosas, mezcla gravo-arena-arcillosas. (GM) gravas limosas, mezcla de grava-arena limo de color rojo oscuro en estado semi húmedo.
30. Se ha elegido un punto crítico la cual es la Calicata N ° 30 ubicada en el km: 6+620 vía izquierda el terreno Consta de una capa desde 0.00 m hasta 0.20 m de profundidad de cobertura vegetal. El estrato es desde los 0.20 m hasta los 1.80 m de profundidad conformado por material (CL) material arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras de color amarillento, arcilla en estado altamente húmedo.

4. MEJORAMIENTO DE SUELOS

El las construcción de las vías se atraviesa suelos naturales nunca antes intervenidos, estas situaciones generan que los suelos naturales tanto en las zonas de ampliación, como en las zonas de variantes sean analizados y evaluados con la finalidad de definir o descartar si es necesario tener que mejorarlos, las características que tienen mayor relevancia en este proceso de análisis son: el tipo

de suelo, la capacidad de soporte (CBR) y las propiedades ingenieriles de los suelos.

4.1 CRITERIOS PARA DETERMINAR SUELOS INADECUADOS

A partir de las características físicas y mecánicas de los suelos se ha establecido criterios de selección. Con la finalidad de poder establecer las progresivas con presencia de suelos inadecuados las cuales se identifican por los resultados de laboratorio.

4.1.1 VALORACIÓN DEL SUELO DE SUB RASANTE

En la figura 1 del apéndice CC-1, Mechanistic- Empirical Design of New & Rehabilitated Pavement Structures 2002, se observa que la clasificación de suelos AASHTO califica a los suelos de sub rasante en 4 categorías, los suelos A-1, A-2 Y A-3 presentan una calificación como suelo de sub rasante de regular a malo y los suelos A-6 y A-7 califican como suelo de sub rasante malo.

Según la estratigrafía del terreno, los suelos que más predominan son los limos y las arcillas, los cuales clasifican como A-4, A-5, A-6 y A-7 así como mezclas bien y mal proporcionadas de grava, arena, limo y arcilla los cuales clasifican como A-1 y A-2 respectivamente, de todos estos tipos de suelos, son los limos y las arcillas los que merecen mayor atención debido a que estos suelos al absorber agua, rápidamente se vuelven inestables, presentan hinchamientos, contracciones perjudiciales y es casi imposible obtener una buena compactación.

Teniendo en cuenta que el proyecto se desarrolla en la región de la selva alta, la cual se caracteriza por presentar fuertes precipitaciones entre los meses de noviembre a mayo, es necesario tener que mejorar a los suelos que se encuentren dentro de la categoría de suelo de sub rasante mala.

4.1.2 CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR)

Usualmente en el diseño de un pavimento se emplea el valor calculado al 95% de la máxima densidad seca, sin embargo en zonas de ampliación y variantes, el suelo se encuentra a un nivel de compactación inferior, esto genera que el pavimento proyectado, que fue diseñado para una capacidad de soporte mayor, no tenga el espesor suficiente para disipar los esfuerzos provocados por las cargas al suelo de fundación y el pavimento termine fallando, es así que con la finalidad de corregir este problema se tenga que mejorar las zonas que presentan valores de CBR bajos.

En vista de la dificultad que significa conocer el CBR que tienen los suelos en las zonas de ampliación y variantes por lo heterogéneo del material y la dispersión de sus resultados, se ha tenido que recurrir a diversos análisis que nos permitan calcular indirectamente este parámetro. Este análisis empieza considerando la evaluación del perfil estratigráfico y los resultados de los ensayos de CBR.

CUADRO COMPARATIVO DE CBR

N°	FECHA DE ENSAYO	PROGRESIVA (Km)	VIA	CALICATA	MUESTRA	PROF. (m)	HUMEDAD NATURAL %	% MATERIAL QUE PASA				LIMITE LIQUIDO	INDICE PLASTICO	CLASIFICACION			OPTIMO HUMEDAD %	MAXIMA DENSIDAD gr/cm ³	C.B.R	
								N° 4	N° 10	N° 40	N° 200			SUCS	AASTHO				95%	100%
1	01 al 10/06/2016	00+000	Izquierdo	C - 01	M - 01	0.80 - 1.60	15.5	91.0	88.0	74.0	56.0	50.0	20.0	MH	A-7-5	9				
2	01 al 10/06/2016	00+300	Derecho	C - 02	M - 01	0.80 - 1.50	22.3	88.0	83.0	66.0	42.0	28.0	8.0	SC	A-4	0				
3	1 al 10/06/2016	00+600	Izquierdo	C - 03	M - 01	0.30 - 1.60	36.3	100.0	100.0	97.0	90.0	61.0	30.0	CH	A-7-5	32				
4	1 al 10/06/2016	00+900	Derecho	C - 04	M - 01	0.30 - 1.50	41.7	90.0	89.0	86.0	83.0	59.0	22.0	MH	A-7-5	22	26	1.524	2.4	3.6
5	1 al 10/06/2016	01+200	Izquierdo	C - 05	M - 01	0.80 - 1.60	29.6	88.0	85.0	80.0	71.0	44.0	16.0	ML	A-7-6	11				
6	1 al 10/06/2016	01+500	Derecho	C - 06	M - 01	0.30 - 1.60	35.9	100.0	100.0	99.0	95.0	67.0	28.0	MH	A-7-5	35				
7	1 al 10/06/2016	01+800	Derecho	C - 07	M - 01	0.20 - 1.60	31.1	88.0	75.0	67.0	61.0	47.0	14.0	ML	A-7-6	8	21.9	1.619	5.0	7.1
8	1 al 10/06/2016	02+100	Derecho	C - 08	M - 01	0.30 - 1.60	25.5	96.0	93.0	89.0	84.0	47.0	14.0	ML	A-7-6	20				
9	1 al 10/06/2016	02+400	Izquierdo	C - 09	M - 01	0.40 - 1.70	20.1	91.0	87.0	81.0	74.0	42.0	16.0	ML	A	0				
10	1 al 10/06/2016	02+700	Derecho	C - 10	M - 01	0.30 - 1.60	38.1	100.0	100.0	100.0	96.0	48.0	15.0	ML	A-7-5	35	19.7	1.650	2.6	4.5

Categorías de Sub rasante

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

Se ha determinado en los ensayos de suelo que la sub rasante de la calicata 4 y 10 es material insuficiente.

Anexo 04: Resultados de los estudios de cantera por el Laboratorio del MTC



PERÚ
Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

Lima, 14 JUN. 2016

OFICIO N° 150 - 2016-MTC /14.01.-

Señores:
SIDESA S.R.L.
Jr. Alfonso Ugarte N° 258 Urb. Satipo - Junin - Satipo.
Junin

Asunto : Resultados de Ensayos de Laboratorio

Referencia : a) REC N° 087-2016-FPL-501-G
b) O.S. N° 149-2016-MTC/14.01
c) Factura: 004-N° 014437

Me dirijo a ustedes en atención a los documentos de la referencia, a fin de remitir el Informe de Ensayo N° 163-2016-MTC/14.01 (12 folios) con los resultados de ensayos de laboratorio, específicamente solicitados y realizados a una (01) muestras de agregados tomadas, remitidas e identificadas como procedentes del Proyecto: "Creación del Servicio de Transitabilidad de las dos Vías alternas de la carretera Marginal Tramo: Ovalo Rondero de Satipo - Bajo Portillo Río Negro - Satipo - Junin", ubicado en el departamento de Junin.

Atentamente,




Ing. Segundo S. Villalobos Celis
Dirección de Estudios Especiales
DIRECTOR (E)



000001

LABORATORIO DE LA DIRECCIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES

INFORME DE ENSAYO N° 1 6 3 - 2016-MTC/14.01

SOLICITANTE	: SIDESA S.R.L.	MUESTRA	: Agregados
DOMICILIO LEGAL	: Jr. Alfonso Ugarte N° 256 Urb. Satipo - Junin - Satipo	IDENTIFICACIÓN	: El que se indica
PROYECTO	: "Creación del Servicio de Transitabilidad de las dos Vías alternas de la Carretera Marginal Tramo: Ovalo Rondero de Satipo - Bajo Perfil Río Negro - Satipo - Junin"	CANTIDAD	: 235 Kg.
REFERENCIA	: REC N° 087-2016-FPL-501-G	PRESENTACIÓN	: Sacos de polietileno
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2016.05.19	FECHA DE ENSAYO	: 2016.05.30 al 31

MTC E-108 (2 000) SUELOS. CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO (*)

IDENTIFICACIÓN	RESULTADO (%)
CANtera: RÍO SATIPO, KM: 8+000	3,8

Observaciones:

- (*) Referencia: ASTM D-2216 (2005) "Standard test method for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock".
- Muestra proporcionada e identificada por el solicitante.
- Fecha de orden de ensayo y/o preparación: 2016.05.27
- Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 002 - 98/INDECOPI - CRT del 07.01.98).
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



[Handwritten signature]
 BACH ING : ORLANDO E. SAN MIGUEL CABRERA
 Lima, 13 de Junio de 2016

USA (01/08)
 ped/ojpc
 O.S. N° 149



LABORATORIO



DEE

Av. Túpac Amaru N°150 - Rimac.

Tel.: 481-3707

Fax: 481-0677



LABORATORIO DE LA DIRECCIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES

INFORME DE ENSAYO N° 1 6 3 - 2016-MTC/14.01

SOLICITANTE	: SIDESA S.R.L.	MUESTRA	: Agregados
DOMICILIO LEGAL	: Jr. Alfonso Ugarte N° 268 Urb. Satipo - Junin - Satipo	IDENTIFICACIÓN	: El que se indica
PROYECTO	: "Creación del Servicio de Transilabilidad de las dos Vías alternas de la Carretera Marginal Tramo: Ovalo Rondero de Satipo - Bajo Portillo Río Negro - Satipo - Junin"	CANTIDAD	: 235 Kg.
REFERENCIA	: REC N° 087-2016-FPL-501-G	PRESENTACIÓN	: Sacos de polietileno
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2016.05.19	FECHA DE ENSAYO	: 2016.06.02

MTC E-114 (2 000) SUELOS. EQUIVALENTE DE ARENA, SUELOS Y AGREGADOS FINOS (*)

DESCRIPCIÓN	RESULTADO (%)
CANtera: RÍO SATIPO, KM: 8+000	86

Observaciones:

- (*) Referencia: ASTM D 2419 (2002). "Standard test method for sand equivalent value of soils and fine aggregate".
- Muestra proporcionada e identificada por el solicitante.
- Fecha de orden de ensayo y/o preparación: 2016.05.19
- Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos, o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 0002-98/MINDECOPI- CRT del 07.04.98).
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.




BACHING ORLANDO E. SAN MIGUEL CABRERA
 Lima, 12 de Junio de 2016

LISA (02/08)
 paso/gmm.
 O.S. N° 149



LABORATORIO



Av. Túpac Amaru N°150 - Rimac. Telf.: 481-3707 Fax: 481-0677



LABORATORIO DE LA DIRECCIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES

INFORME DE ENSAYO N° 1 6 3 - 2016-MTC/14.01

SOLICITANTE	:	SIDESA S.R.L.	MUESTRA	:	Agregados
DOMICILIO LEGAL	:	Jr. Alfonso Ugarte N° 258 Urb. Selipo - Junín - Selipo	IDENTIFICACIÓN	:	01 que se indica
PROYECTO	:	"Creación del Servicio de Transversalidad de las dos Vías anexo de la Carretera Marginal Tramo: Ovalo Rondano de Selipo - Bajo Pontón Rio"	CANTIDAD	:	235 Kp
REFERENCIA	:	REC N° 067-2015-FPL-001-B	PRESENTACIÓN	:	Sacos de polietileno
FECHA DE RECEPCIÓN	:	2016 05 12	FECHA ENSAYO	:	2016 06 01 al 02

MALLAS		DENOMINACIÓN	CAMERA ROSSATO KM 9+300						
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	NORMAS ENSAYO	RET. (%)	PASA (%)					
2"	76 200	MTC E-204 (2 000)							
2 1/2"	63 500			100					
2"	50 800			6	94				
1 1/2"	38 100			17	77				
1"	25 400			13	85				
3/4"	19 050			3	92				
1/2"	12 750			7	95				
3/8"	9 525			3	92				
1/4"	6 350			3	97				
N° 4	4 750			2	98				
N° 6	3 300			2	93				
N° 8	2 360			2	91				
N° 10	2 000			1	99				
N° 16	1 180			5	95				
N° 20	0 840			5	90				
N° 30	0 590			6	94				
N° 40	0 425			5	95				
N° 50	0 297			6	93				
N° 60	0 177			7	93				
N° 100	0 149			1	99				
N° 200	0 074		0	100					
N° 300	-	NTP 339 132 (1 999)	2	-					
LÍMITE LÍQUIDO (Malla N° 40)		MTC E-110 (2 000)	---						
LÍMITE PLÁSTICO (Malla N° 40)		MTC E-111 (2 000)	---						
ÍNDICE PLÁSTICO (%)		MTC E-110 (2 000)	N.P.						
CLASIFICACIÓN DE SUELOS (USCS)		NTP 339 134 (1 999)	GP						
CLASIFICACIÓN DE SUELOS (AASHTO)		NTP 339 135 (1 999)	A-1-a (2)						

Observaciones:

- Muestra proporcionada e identificada por el solicitante
- Fecha de inicio de ensayo y/o preparación: 2016 05 27
- Los resultados de ensayo no deben ser utilizados sin una verificación de conformidad con normas de productos o como un estado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 002-00-INDICOM-CR7 del 07 01 98)
- Este documento no constituye el campo de los materiales analizados, siendo la interpretación del mismo responsabilidad del usuario.



[Handwritten Signature]
ING. ORLANDO E. SAN MIGUEL CABRERA
 Lima, 13 de Junio de 2016

USA 0006
 psc/pq/brm
 O.S. N° 708



LABORATORIO



Av. Túpac Amaru N° 180 - Rimac. Telf.: 481-3707 Fax: 481-0877



LABORATORIO DE LA DIRECCIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES

INFORME DE ENSAYO N° 1 6 3 - 2016-MTC/14.01

SOLICITANTE	: SIDESA S.R.L.	MUESTRA	: Agregados
DOMICILIO LEGAL	: Jr. Alfonso Ugarte N° 258 Urb. Satipo - Junin - Satipo	IDENTIFICACIÓN	: El que se indica
PROYECTO	: "Creación del Servicio de Transiliabilidad de las dos Vías alternas de la Carretera Marginal Tramo: Ovalo Rondero de Satipo - Bajo Portillo Río Negro - Satipo - Junin"	CANTIDAD	: 235 Kg.
REFERENCIA	: REC N° 087-2016-FPL-501-G	PRESENTACIÓN	: Sacos de polietileno
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2016.05.19	FECHA DE ENSAYO	: 2016.06.01 al 02

MTC E - 202 (2 000) DETERMINACIÓN DE MATERIAL MÁS FINO QUE PASAN TAMIZ N° 200 (0.75 µm) POR LAVADO EN AGREGADOS (PROCEDIMIENTO A) (*).

IDENTIFICACIÓN	RESULTADO (%)
CANTERA: RÍO SATIPO, KM: 6+000	1,9

Observaciones:

- (*) Referencia ASTM C-117-4 "Standard test for material finer than 75-µm (N° 200) sieve in mineral aggregates by washing"
- Muestra proporcionada e identificada por el solicitante.
- Fecha de orden de ensayo y/o preparación: 2016.05.27
- Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 0002 - 98/NDECOPI - CRT del 07.01.98).
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



BACH. ING. ORLANDO E. SAN MIGUEL CABRERA
Lima, 13 de Junio de 2016

LISA (06/08)
pedic/pedlc
O.S. N° 149



LABORATORIO



DEE

Av. Túpac Amaru N°150 - Rimac.

Tel.: 481-3707

Fax: 481-0677



LABORATORIO DE LA DIRECCIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES

INFORME DE ENSAYO N° 1 6 3 - 2016-MTC/14.01

SOLICITANTE	: SIDESA S.R.L.	MUESTRA	: Agregados
DOMICILIO LEGAL	: Jr. Alfonso Ugarte N° 258 Urb. Satipo - Junin - Satipo	IDENTIFICACIÓN	: El que se indica
PROYECTO	: "Creación del Servicio de Transitabilidad de las dos Vías alternas de la Carretera Marginal Tramo: Ovalo Rondero de Satipo - Bajo Portillo Río Negro - Satipo - Junin"	CANTIDAD	: 235 Kg.
REFERENCIA	: REC N° 087-2016-FPL-501-G	PRESENTACIÓN	: Sacos de polietileno
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2016.05.19	FECHA DE ENSAYO	: 2016.06.02 al 02.

MTC E-207 (2 000) **AGREGADOS. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA DEGRADACIÓN EN AGREGADOS GRUESOS DE TAMAÑOS MENORES POR ABRASIÓN E IMPACTO EN LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES (*)**

IDENTIFICACIÓN	ENSAYO		
CANTERA: RÍO SATIPO, KM: 8+000	Tamaño Máximo Nominal:	2"	15
	Gradación:	"A"	
	Número de Esferas:	12	

Observaciones:

- (*) ASTM C-131 (2006). "Standard method to degradation of small-large size coarse aggregate by abrasion and impact in the Los Angeles machine"
- Muestra proporcionada e identificada por el solicitante.
- Fecha de orden de ensayo y/o preparación: 2016.05.27
- Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 0002 - 98/INDECOPI - CRT del 07.01.98).
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



BACH ING: OSWALDO E. SAN MIGUEL CABRERA
Lima, 13 de Junio de 2016

USA (05/08)
padco/accv
O.S. N° 149



LABORATORIO



Av. Túpac Amaru N°190 - Rimac. Telf.: 481-3707 Fax: 481-0677



LABORATORIO DE LA DIRECCIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES

INFORME DE ENSAYO N° 1 6 3 - 2016-MTC/14.01

SOLICITANTE	: SIDESA S.R.L.	MUESTRA	: Agregados
DOMICILIO LEGAL	: Jr. Alfonso Ugarte N° 258 Urb. Satipo - Junín - Satipo	IDENTIFICACIÓN	: El que se indica
PROYECTO	: "Creación del Servicio de Transibilidad de las dos Vías alternas de la Carretera Marginal Tramo: Ovalo Rondero de Satipo - Bajo Portillo Río Negro - Satipo - Junín"	CANTIDAD	: 235 Kg.
REFERENCIA	: REC N° 087-2016-FPL-601-G	PRESENTACIÓN	: Sacos de polietileno
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2016.05.19	FECHA DE ENSAYO	: 2016.06.01 al 02.

MTC E-206 (2 000) AGREGADOS. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO (*)

IDENTIFICACIÓN	ENSAYO	RESULTADO
CANTERA: RÍO SATIPO, KM: 8+000	Peso específico bulk (base seca) g/cm ³	2,648
	Peso específico bulk (base saturada) g/cm ³	2,671
	Peso específico aparente (base seca) g/cm ³	2,711
	Absorción (%)	0,88

Observaciones:

- (*) Referencia: ASTM C-127 (2004). "Standard test method for density, relative density (specific gravity), and absorption of coarse aggregate".
- Muestra proporcionada e identificada por el solicitante.
- Fecha de orden de ensayo y/o preparación: 2016.05.27
- Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 0002 - 98/INDECOPI - CRT del 07.01.98).
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.




 BACH.ING.: ORLANDO E. SAN MIGUEL CABRERA
 Lima, 13 de Junio de 2016

LBA (06/08)
 pedic/pc
 O.S. N° 149



LABORATORIO



DEE

Av. Túpac Amaru N°150 - Rimac. Tel.: 481-3707 Fax: 481-0677



PERÚ

Ministerio de Transportes y Comunicaciones

000007

LABORATORIO DE LA DIRECCIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES

INFORME DE ENSAYO N° 1 6 3 - 2016-MTC/14.01

SOLICITANTE	: SIDESA S.R.L.	MUESTRA	: Agregados
DOMICILIO LEGAL	: Jr. Alfonso Ugarte N° 258 Urb. Salpo - Junín - Salpo	IDENTIFICACIÓN	: El que se indica
PROYECTO	: 'Creación del Servicio de Transitabilidad de las dos Vías alternas de la Carretera Marginal Tramo: Ovasio Rondero de Salpo - Bajo Portillo Río Negro - Salpo - Junín'	CANTIDAD	: 235 Kg.
REFERENCIA	: REC N° 087-2016-FPL-501-G	PRESENTACIÓN	: Sacos de polietileno
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2016.05.19	FECHA DE ENSAYO	: 2016.06.01 al 02.

MTC E-205 (2 000) AGREGADOS. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO (*)

IDENTIFICACIÓN	ENSAYO	RESULTADO
Arena Natural	Peso específico bulk (base seca) g/cm ³	2,802
	Peso específico bulk (base saturada) g/cm ³	2,710
	Peso específico aparente (base seca) g/cm ³	2,741
	Absorción (%)	0,87

Observaciones:

- (*) Referencia: ASTM C-128 (2004). "Standard test method for density, relative density (specific gravity), and absorption of fine aggregate".
- Muestra proporcionada e identificada por el solicitante.
- Fecha de orden de ensayo y/o preparación: 2016.05.27
- Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 0002 - 95/INDECOPI - CRT del 07.01.98).
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



BACH. ING. ORLANDO E. SAN MIGUEL CABRERA
1ma. 13 de Junio de 2016

USA (07108)
paco@pc.
O.S. N° 149



LABORATORIO



DEE

Av. Túpac Amaru N°150 - Rimac.

Tel. : 481-3707

Fax : 481-0677



LABORATORIO DE LA DIRECCIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES

INFORME DE ENSAYO N° 1 6 3 - 2016-MTC/14.01

SOLICITANTE	: SIDESA S.R.L.	MUESTRA	: Agregados
DOMICILIO LEGAL	: Jr. Alfonso Ugarte N° 258 Urb. Satipo - Junín - Satipo	IDENTIFICACIÓN	: El que se indica
PROYECTO	: "Creación del Servicio de Transitableidad de las dos Vías alternas de la Carretera Marginal Tramo: Ovalo Rondero de Satipo - Bajo Puñillo Río Negro - Satipo - Junín"	CANTIDAD	: 235 Kg.
REFERENCIA	: REC N° 087-2016-FPL-501-G	PRESENTACIÓN	: Sacos de polietileno
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2016.05.19	FECHA DE ENSAYO	: 2016.06.02 al 02.

NTP 400.040 (1 999) AGREGADOS. PARTÍCULAS CHATAS O ALARGADAS EN EL AGREGADO GRUESO (*)

Identificación	Descripción	Resultado (%)
CANTERA: RÍO SATIPO, KM: 8+000	Partículas chatas y alargadas (relación 1 a 3)	1.0

Observaciones:

- (*) Referencia: ASTM D 4791 (2005), "Aggregates. Flat or elongated particles in coarse aggregate"
- Muestra proporcionada e identificada por el solicitante.
- Fecha de orden de ensayo y/o preparación: 2016.05.27
- Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 0002 - 58/INDECOPI - CRT del 07.01.98).
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados, siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



BACH. ING. ORLANDO E. SAN MIGUEL CABRERA
Lima, 13 de Junio de 2016

USA (08/08)
padrón pc.
O.S. N° 145



LABORATORIO



DEE

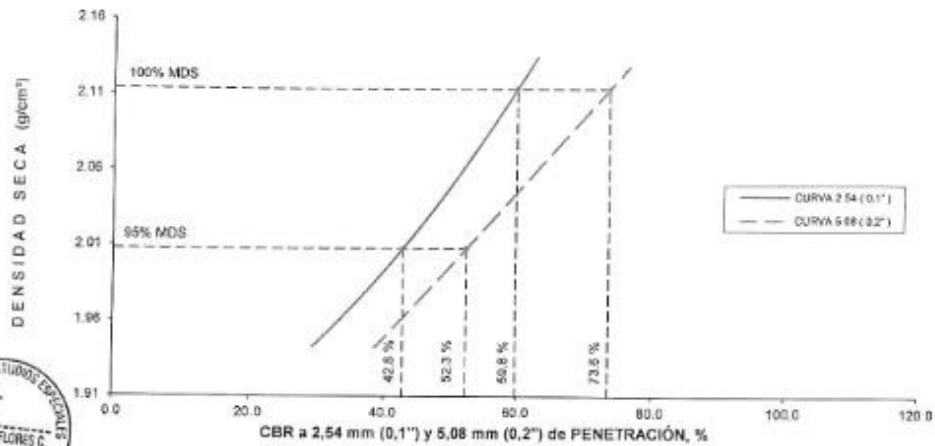
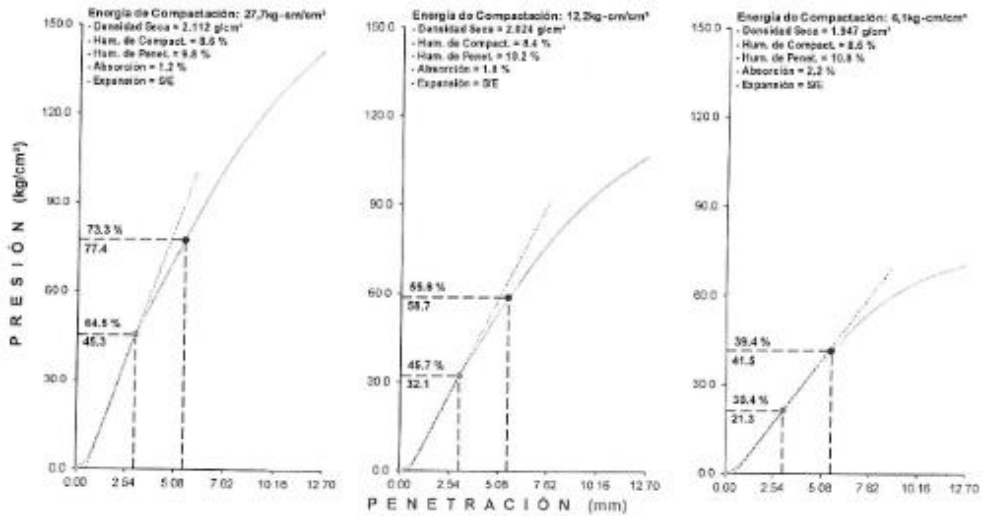
Av. Túpac Amaru N°150 - Rimac. Telf.: 481-3707 Fax: 481-0677



LABORATORIO DE LA DIRECCIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES
INFORME DE ENSAYO N° 163 - 2016 - MTC/14.01

SOLICITANTE : SIDESA S.R.L.	MUESTRA : Suelo
DOMICILIO LEGAL : Jr. Alfonso Ugarte N° 258 - Setipo	IDENTIFICACION : Cantero ; " Río Setipo ", Km 8-000
PROYECTO : Creación del Servicio de Transibilidad de las dos Vías Aterras de la Carretera Marginal : Tramo : Ovalo Rondero de Setipo - Bajo Puñillo Río Negro - Setipo - Junín	CANTIDAD : 156 kg
REFERENCIA : REC N° 087 - 2016 - FPL - 501 - G	PRESENTACION : Saco de polietileno
FECHA DE RECEPCION : 2016.05.19	FECHA DE ENSAYO : 2016.06.06 al 2016.06.10

MTC E-132 C.B.R. DE SUELOS (LABORATORIO)



UCC (2/3)
 hrc/av/abs
 O.S. N° 149



LABORATORIO



Av. Túpac Amaru N°150 - Rimac, Telf.: 481-3707 Fax: 481-0677



LABORATORIO DE LA DIRECCIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES
INFORME DE ENSAYO N° 163 - 2016 - MTC/14.01

SOLICITANTE : SIDESA S.R.L. MUESTRA : Suelo
 DOMICILIO LEGAL : Jr. Alfonso Ugarte N° 258 - Setipo IDENTIFICACION : Cantero : " Río Salpo ", Km. 8+000
 PROYECTO : Creación del Servicio de Transilabilidad de las dos Vías
 Aterrizajes de la Carretera Marginal : Tramo : Ovalo Rondero de Salpo - Bajo Puñillo Río Negro - Salpo - Junín CANTIDAD : 156 kg
 REFERENCIA : REC N° 087 - 2016 - FPL - 501 - G PRESENTACION : Saco de polietileno
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2016.05.19 FECHA DE ENSAYO : 2016.05.06 al 2016.06.10

MTC E-132 C.B.R. DE SUELOS (LABORATORIO)

• Procedimiento de Compactación	(MTC E-115 (2000))	:	"C"	
• Método de Preparación	(MTC E-115 (2000))	:	Húmedo	
• Máxima Densidad Seca (MDS)	(MTC E-115 (2000))	:	2.114 g/cm ³	(20.73 kN/m ³)
• Óptimo Contenido de Humedad (OCH)	(MTC E-115 (2000))	:	8.5 %	
• Penetración	2.54 mm (0.1")		5.08 mm (0.2")	
• CBR al 100% de la MDS	59.8 %		73.6 %	
• CBR al 95% de la MDS	42.8 %		52.3 %	
• Condición de la muestra ensayada	Embebido en agua: 4 días			
	<u>Especimen N° 01</u>		<u>Especimen N° 02</u>	<u>Especimen N° 03</u>
• Energía de compactación	27.7 kg*cm/cm ²		12.2 kg*cm/cm ²	6.1 kg*cm/cm ²
• Densidad seca (antes de ser remojada)	2.112 g/cm ³		2.024 g/cm ³	1.947 g/cm ³
• Masa de sobrecarga	4.53 kg		4.53 kg	4.53 kg
• Expansión (hinchamiento)	S/E		S/E	S/E
• Humedad (antes de la compactación)	8.6 %		8.4 %	8.6 %
• Humedad de penetración	9.8 %		10.2 %	10.8 %
• Absorción	1.2 %		1.8 %	2.2 %
• Características de los especímenes				
• Retenido acumulado en tamices (*)	(MTC E-107)	:	3/4" (19.050 mm)	34.0 %
	(MTC E-107)	:	3/8" (9.525 mm)	44.7 %
	(MTC E-107)	:	N°4 (4.074 mm)	52.1 %
• Pasa tamiz N° 200	(NTP 339.132)	:	N°200 (0.074 mm)	2.0 %
• Peso Especifico Relativo de Partículas Sólidas	(MTC E-113)	:	2.724	
• Limite líquido	(MTC E-110)	:	--	
• Índice de plasticidad	(MTC E-111)	:	NP	
• Clasificación SUCS	(NTP 339.134)	:	GP	
• Clasificación AASHTO	(NTP 339.135)	:	A-1-a (0)	

Observaciones :

Material proporcionado e identificado por el Solicitante.

(*) Ensayo efectuado eliminando el material mayor de 2" (50.8 mm).

Fecha de Orden de Ensayo y/o Preparación : 2016.05.27

Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98).

Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados, siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



LCC (3/3)
 hrc/ivv/abs
 O.S. N° 143



LABORATORIO



Av. Túpac Amaru N°150 - Rimac. Telf.: 481-3707 Fax: 481-0677



PERÚ

Ministerio de Transportes y Comunicaciones

000012

LABORATORIO DE LA DIRECCIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES

INFORME DE ENSAYO Nº 1 6 3 - 2016 - MTC/14.01

SOLICITANTE : SIDESA S.R.L. MUESTRA : Agregado
 DOMICILIO LEGAL : Jr. Alfonso Ugarte N° 256 Urb. Satipo - Satipo - Junín IDENTIFICACIÓN : La que se indica
 PROYECTO : "Creación del Servicio de Transitabilidad de las Dos Vías Alternas de la Carretera Marginal; Tramo: Ovalo Rondero de Satipo - Bajo Portillo Río Negro - Satipo - Junín" CANTIDAD : 236 kg aprox.
 REFERENCIA : REC N° 087-2016-FPL-501-G PRESENTACIÓN : Sacos de polietileno
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2016.05.19 FECHA DE ENSAYO : Del 2016.06.09 al 2016.06.10

MTC E - 219 (2 000) : SALES SOLUBLES EN AGREGADOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES

Identificación	Resultado (mg/kg)
Cantera Río Satipo km: 8+000 - Satipo	98

Observaciones:

- Muestra proporcionada e identificada por el solicitante
- Fecha de orden de ensayo 2016.05.27
- Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos ó como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 0002-96/INDECOPI-CRT del 07.01.96).
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario
- Equivalencias: mg/kg = ppm; para obtener resultados en % dividir valores (en mg/kg ó ppm) por 10,000



UAQ (1/1)
rfs/dco
O.S. Nº 149



LABORATORIO



DEE

Av. Túpac Amaru Nº150 - Rímac.

Tel.: 481-3707 Fax:481-0677



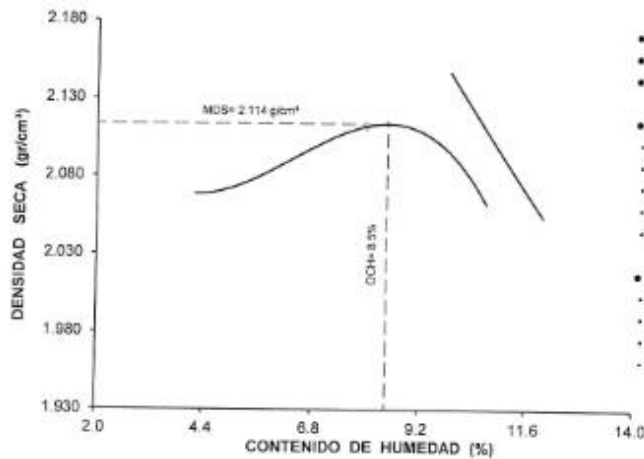
000009

LABORATORIO DE LA DIRECCIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES
INFORME DE ENSAYO N° 163 - 2016 - MTC/14.01

SOLICITANTE : SIDESA S.R.L. MUESTRA : Suelo
 DOMICILIO LEGAL : Jr. Alfonso Ugarte N° 258 - Satipo IDENTIFICACIÓN : Cartera : " Río Satipo ", Km 8+000
 PROYECTO : Creación del Servicio de Transibilidad de las dos Vías Alemanas de la Carretera Marginal : Tramo : Ovalo Rondero de Satipo - Bajo Portillo Río Negro - Satipo - Junín CANTIDAD : 156 kg
 REFERENCIA : REC N° 087 - 2016 - FPL - 501 - G PRESENTACIÓN : Saco de polietileno
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2016.05.19 FECHA DE ENSAYO : 2016.05.03 al 2016.06.04

MTC E-115 (2000) COMPACTACIÓN DEL SUELO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2700 kN- m/m² (56000 pie-lbf/pie²))

01 - Masa Suelo Humedo + Molde (g)	7760.0	7878.0	8010.0	8048.0
02 - Masa del Molde (g)	3209.0	3209.0	3209.0	3209.0
03 - Masa Suelo Humedo (g)	4551.0	4669.0	4801.0	4839.0
04 - Volumen del Molde (cm³)	2105.0	2105.0	2105.0	2105.0
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm³)	2.162	2.218	2.281	2.299
06 - Tarro N°	23	52	58	73
07 - Masa suelo humedo + tarro (g)	481.5	545.8	460.8	539.1
08 - Masa suelo seco + tarro (g)	445.6	525.9	438.8	513.0
09 - Masa del agua (g)	15.9	19.9	22.2	26.1
10 - Masa del tarro (g)	87.6	89.6	86.1	86.0
11 - Masa suelo seco (g)	358.0	436.3	352.5	427.0
12 - Contenido de Humedad (%)	4.44	4.56	6.30	6.11
13 - Promedio de Humedad (%)	4.5	6.2	8.0	10.1
14 - Densidad del Suelo Seco (g/cm³)	2.089	2.089	2.112	2.088



- Método de compactación "C"
- Máxima densidad seca, g/cm³ 2.114
- Óptimo cont. de humedad, % 8.5
- Características del espécimen:
 - Masa espec. rebal de sólidos (MTC E-113) 2.724
 - Límite líquido, % (MTC E-110) --
 - Índice de plasticidad, % (MTC E-111) NP
 - Clasificación SUCS (NTP 338.134) GP
 - Clasificación AASHTO (NTP 338.136) A-1-a (0)
- Retenidos acumulados, % (*):
 - Tamiz 3/4" (19.050 mm) (MTC E-107) 34.0
 - Tamiz 3/8" (9.525 mm) (MTC E-107) 44.7
 - Tamiz N° 4 (4.750 mm) (MTC E-107) 52.1
 - Pasa tamiz N°200 (0.075 mm) (NTP 338.132) 2.0

Observaciones :

Material proporcionado e identificado por el Solicitante.
 (*) Ensayo efectuado eliminando el material mayor de 2" (50.8 mm).
 Fecha de Orden de Ensayo y/o Preparación : 2016.05.27
 Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98).
 Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



UCC (1/3)
 hro/lu/abe
 O.S. N° 149



Av. Túpac Amaru N°150 - Rimac, Telf.: 481-3707 Fax: 481-0677



Anexo 03: Resultados de los estudios de suelos CBR - Laboratorio del MTC



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

Lima, 15 JUN. 2016

OFICIO N° 152-2016-MTC/14.01.-

Señores:

**SISTEMA INTEGRADO DE DESARROLLO
ECONOMICO SOCIAL Y AMBIENTAL S.R.L.**

Jr. Alfonso Ugarte N° 258 Urb. Satipo - Junin - Satipo.

Junín

Asunto : Resultados de Ensayos de Laboratorio

Referencia : a) REC N° 089-2016-FPL-501-G
b) O.S. N° 151-2016-MTC/14.01
c) Factura: 004-N° 014438

Me dirijo a ustedes en atención a los documentos de la referencia, a fin de remitir el Informe de Ensayo N° 166-2016-MTC/14.01 (43 folios) con los resultados de ensayos de laboratorio, específicamente solicitados y realizados a treintidos (32) muestras de suelos tomadas, remitidas e identificadas como procedentes del Proyecto: "Creación del Servicio de Transitabilidad de las dos Vías alternas de la carretera Marginal Tramo: Ovalo Rondero de Satipo - Bajo Portillo Río Negro - Satipo - Junín", ubicado en el departamento de Junín.

Atentamente,



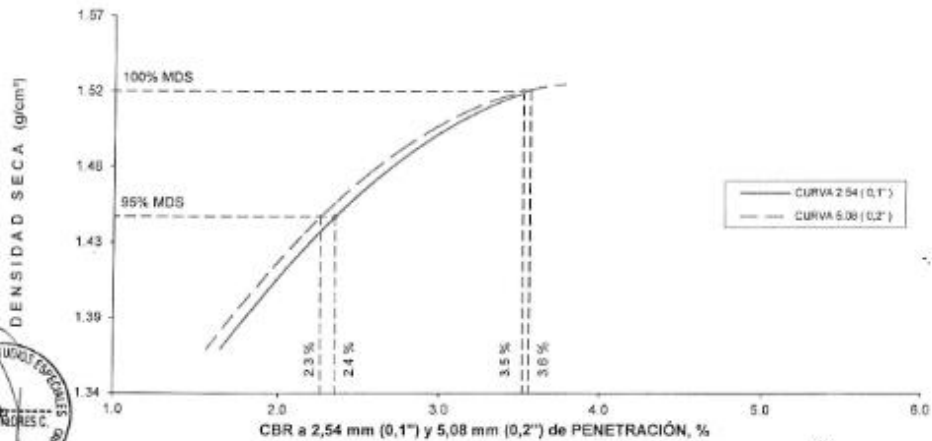
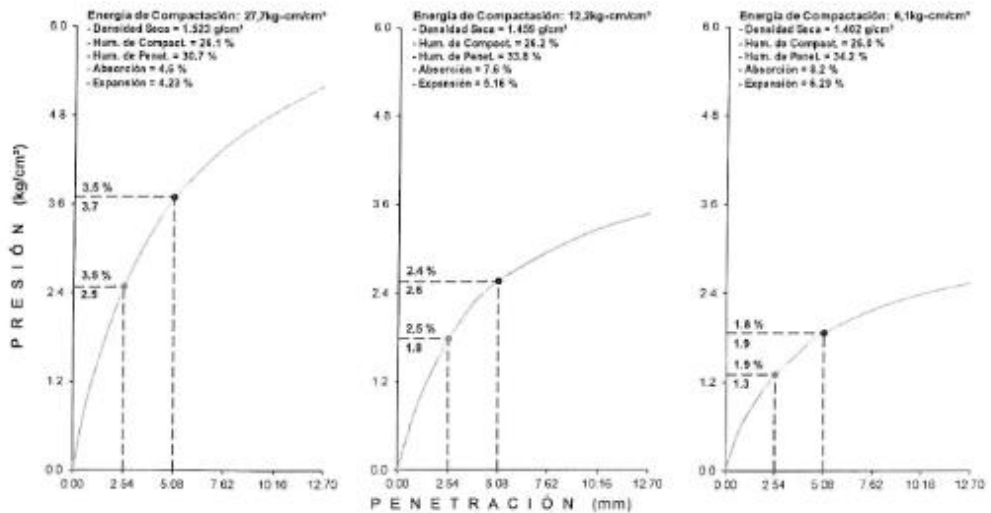

Ing. Segundo S. Vialobos Celis
Dirección de Estudios Especiales
DIRECTOR (E)



**LABORATORIO DE LA DIRECCIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES
INFORME DE ENSAYO N° 166 - 2016 - MTC/14.01**

SOLICITANTE : SIDESA S.R.L.	MUESTRA : Suelo
DOMICILIO LEGAL : Jr. Alfonso Ugarte N° 258 - Satipo	IDENTIFICACION : C - 4, Km. 0+900, L. Der, prof.(m) 0.30 - 1.50
PROYECTO : Creación del Servicio de Transitebilidad de las dos Vías Alternas de la Carretera Marginal : Tramo : Ovalo Rondero de Satipo - Bajo Portillo Rio Negro - Satipo - Junín	CANTIDAD : 38 kg
REFERENCIA : REC N° 089 - 2016 - FRL - 501 - G	PRESENTACION : Saco de polietileno
FECHA DE RECEPCION : 2016.05.19	FECHA DE ENSAYO : 2016.06.06 al 2016.06.10

MTC E-132 C.B.R. DE SUELOS (LABORATORIO)



UCC (2/27)
hrc/rmp/jma
O.S. N° 151



LABORATORIO



Av. Túpac Amaru N°150 - Rímac.

Tel. : 481-3707

Fax : 481-0677



**LABORATORIO DE LA DIRECCIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES
INFORME DE ENSAYO N° 166 - 2016 - MTC/14.01**

SOLICITANTE : SIDESA S.R.L.	MUESTRA : Suelo
DOMICILIO LEGAL : Jr. Alfonso Ugarte N° 258 - Satipo	IDENTIFICACION : C - 4, Km. 0-800, L. Der. prof.(m) 0.30 - 1.50
PROYECTO : Creación del Servicio de Transibilidad de las dos Vías Alemanas de la Carretera Marginal : Tramo : Ovalo Rondero de Satipo - Bajo Puñillo Río Negro - Satipo - Junín	CANTIDAD : 38 kg
REFERENCIA : REC N° 089 - 2016 - FPL - 501 - G	PRESENTACION : Saco de polietileno
FECHA DE RECEPCIÓN : 2016.05.19	FECHA DE ENSAYO : 2016.05.06 al 2016.06.10

MTC E-132 C.B.R. DE SUELOS (LABORATORIO)

• Procedimiento de Compactación	(MTC E-115 (2000))	:	"A"	
• Método de Preparación	(MTC E-115 (2000))	:	Húmedo	
• Máxima Densidad Seca (MDS)	(MTC E-115 (2000))	:	1.524 g/cm ³	(14.95 kN/m ²)
• Óptimo Contenido de Humedad (OCH)	(MTC E-115 (2000))	:	26.0 %	
• Penetración	2,54 mm (0,1")		5,08 mm (0,2")	
• CBR al 100% de la MDS	3,6 %		3,5 %	
• CBR al 95% de la MDS	2,4 %		2,3 %	
• Condición de la muestra ensayada	Embebido en agua: 4 días			
	<u>Especimen N° 01</u>		<u>Especimen N° 02</u>	<u>Especimen N° 03</u>
• Energía de compactación	27.7 kg*cm/cm ³		12.2 kg*cm/cm ³	6.1 kg*cm/cm ³
• Densidad seca (antes de ser remojada)	1.523 g/cm ³		1.464 g/cm ³	1.393 g/cm ³
• Masa de sobrecarga	4.53 kg		4.53 kg	4.53 kg
• Expansión (hinchamiento)	4.23 %		5.16 %	6.29 %
• Humedad (antes de la compactación)	26.1 %		26.2 %	26.0 %
• Humedad de penetración	30.7 %		33.8 %	34.2 %
• Absorción	4.6 %		7.6 %	8.2 %
• Características de los especímenes				
• Retenido acumulado en tamices (*)	(MTC E-107) : 3/4" (19,050 mm)		2.1 %	
	(MTC E-107) : 3/8" (9,525 mm)		4.1 %	
	(MTC E-107) : N°4 (4,074 mm)		7.2 %	
• Pasa tamiz N° 200	(NTP 339.132) : N°200 (0,074 mm)		88.0 %	
• Peso Especifico Relativo de Partículas Sólidas	(MTC E-113) : 2.704			
• Limite líquido	(MTC E-110) : 59.0 %			
• Índice de plasticidad	(MTC E-111) : 22.0 %			
• Clasificación SUCS	(NTP 339.134) : MH			
• Clasificación AASHTO	(NTP 339.135) : A-7-5 (22)			

Observaciones :

Material proporcionado e identificado por el Solicitante.
(*) Ensayo efectuado eliminando el material mayor de 2" (50.8 mm).

Fecha de Orden de Ensayo y/o Preparación : 2016.05.30

Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98).

Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



UCC (3/27)
hrc/rmp/jma
O.S. N° 151



LABORATORIO



DEE

Av. Túpac Amaru N°150 - Rimac. Telf.: 481-3707 Fax: 481-0677

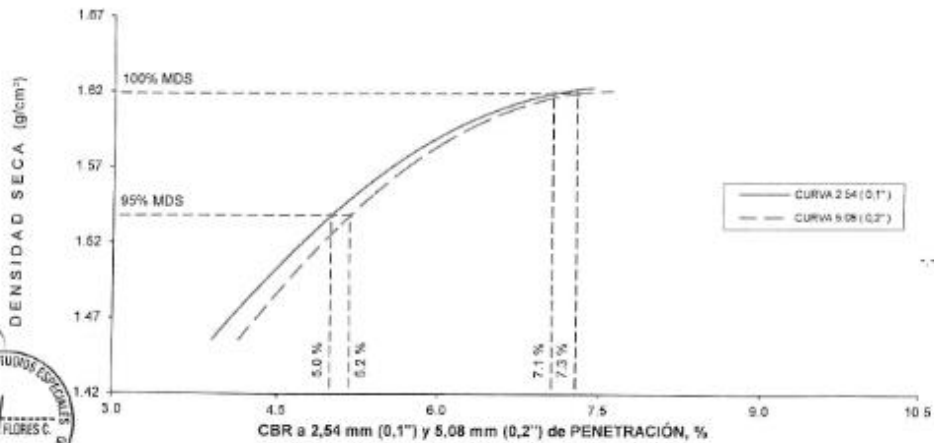
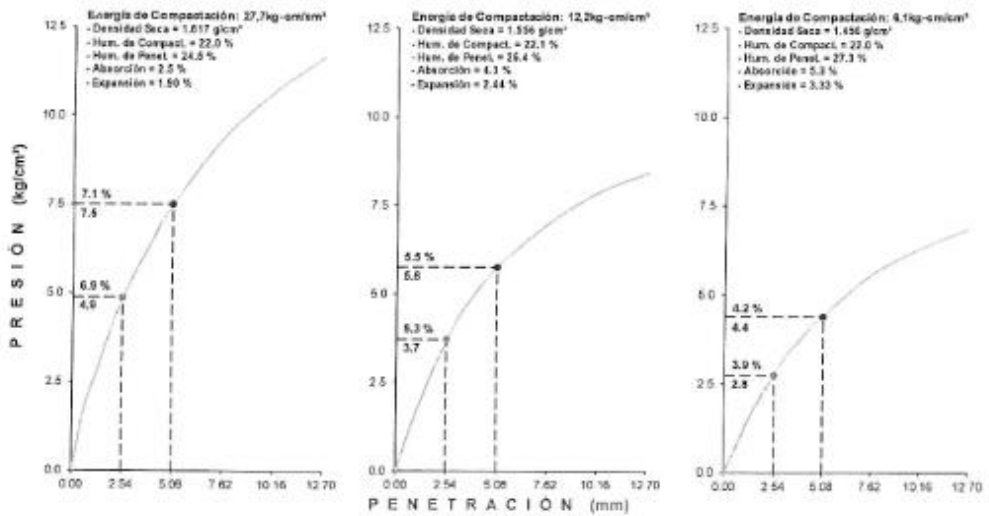


000021

**LABORATORIO DE LA DIRECCIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES
INFORME DE ENSAYO N° 166 - 2016 - MTC/14.01**

SOLICITANTE : SIDESA S.R.L.	MUESTRA : Suelo
DOMICILIO LEGAL : Jr. Alfonso Ugarte N° 258 - Salpo	IDENTIFICACION : C - 7, Km. 1+803, L.Der. prof.(m): 0.20 - 1.60
PROYECTO : Creación del Servicio de Transilabilidad de las dos Vías Allemas de la Carretera Marginal : Tramo : Ovalo Rondero de Salpo - Bajo Porillo Rio Negro - Salpo - Junín	CANTIDAD : 42 kg
REFERENCIA : REC N° 089 - 2016 - FPL - 501 - G	PRESENTACION : Saco de polietileno
FECHA DE RECEPCION : 2016.05.19	FECHA DE ENSAYO : 2016.05.06 al 2016.05.10

MTC E-132 C.B.R. DE SUELOS (LABORATORIO)



UCC (5/27)
hrc/mp/mr
O.S. N° 151



LABORATORIO



Av. Túpac Amaru N°150 - Rimac.

Tel. : 481-3707

Fax : 481-0677



LABORATORIO DE LA DIRECCIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES
INFORME DE ENSAYO N° 166 - 2016 - MTC/14.01

SOLICITANTE	: SIDESA S.R.L.	MUESTRA	: Suelo
DOMICILIO LEGAL	: Jr. Alfonso Ugarte N° 258 - Setipo	IDENTIFICACION	: C - 7, Km. 1+800, L. Der.
PROYECTO	: Creación del Servicio de Transilabilidad de las dos Vías		: prof.(m): 0.20 - 1.60
	: Altimas de la Carretera Marginal : Tramo : Ovalo Rondero de Salpo - Bajo Porillo Río Negro - Salpo - Junín	CANTIDAD	: 42 kg
REFERENCIA	: REC N° 089 - 2016 - FPL - 501 - G	PRESENTACION	: Saco de polietileno
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2016.05.19	FECHA DE ENSAYO	: 2016.06.06 al 2016.06.10

MTC E-132 C.B.R. DE SUELOS (LABORATORIO)

• Procedimiento de Compactación	(MTC E-115 (2000))	:	"A"	
• Método de Preparación	(MTC E-115 (2000))	:	Húmedo	
• Máxima Densidad Seca (MDS)	(MTC E-115 (2000))	:	1.619 g/cm ³	(15.88 kN/m ³)
• Óptimo Contenido de Humedad (OCH)	(MTC E-115 (2000))	:	21.9 %	
• Penetración	2,54 mm (0.1")		5,08 mm (0.2")	
• CBR al 100% de la MDS	7.1 %		7.3 %	
• CBR al 95% de la MDS	5.0 %		5.2 %	
• Condición de la muestra ensayada	Embebido en agua: 4 días			
	<u>Especimen N° 01</u>		<u>Especimen N° 02</u>	<u>Especimen N° 03</u>
• Energía de compactación	27.7 kg*cm/cm ²		12.2 kg*cm/cm ²	6.1 kg*cm/cm ²
• Densidad seca (antes de ser remojada)	1.617 g/cm ³		1.556 g/cm ³	1.456 g/cm ³
• Masa de sobrecarga	4.53 kg		4.53 kg	4.53 kg
• Expansión (hinchamiento)	1.90 %		2.44 %	3.33 %
• Humedad (antes de la compactación)	22.0 %		22.1 %	22.0 %
• Humedad de penetración	24.5 %		26.4 %	27.3 %
• Absorción	2.5 %		4.3 %	5.3 %
• Características de los especímenes				
• Retenido acumulado en tamizos (*)	(MTC E-107) : 3/4" (19.050 mm)		8.2 %	
	(MTC E-107) : 3/8" (9.525 mm)		8.2 %	
	(MTC E-107) : N°4 (4.074 mm)		9.3 %	
• Pasa tamiz N° 200	(NTP 339.132) : N°200 (0.074 mm)		63.0 %	
• Peso Especifico Relativo de Partículas Sólidas	(MTC E-113) : 2.774			
• Límite líquido	(MTC E-110) : 47.0 %			
• Índice de plasticidad	(MTC E-111) : 14.0 %			
• Clasificación SUCS	(NTP 339.134) : ML			
• Clasificación AASHTO	(NTP 339.135) : A-7-5 (8)			

Observaciones :

Material proporcionado e identificado por el Solicitante.

Fecha de Orden de Ensayo y/o Preparación : 2016.05.30

Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 002-96/INDECOPI-CRT del 07.01.98).

Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



UCC (6/27)
 hrc/rmp/jma
 O.S. N° 151

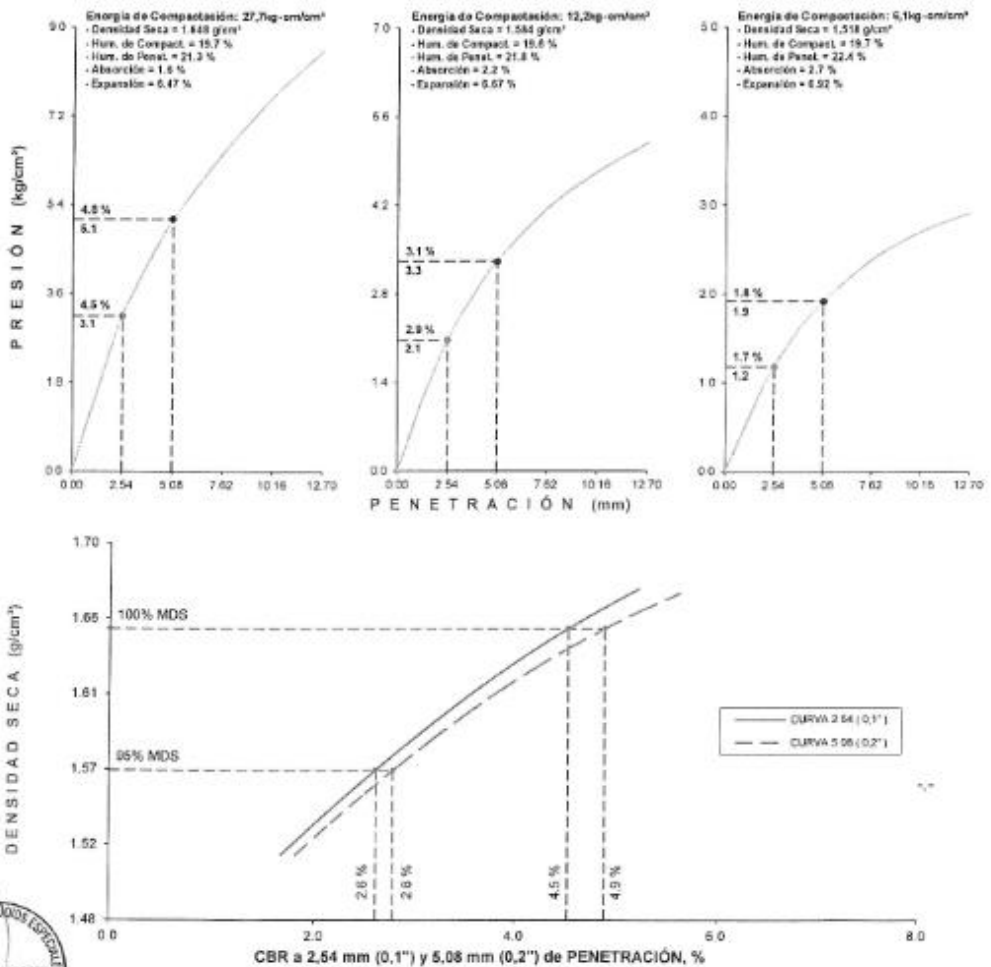




LABORATORIO DE LA DIRECCIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES
INFORME DE ENSAYO N° 166 - 2016 - MTC/14.01

SOLICITANTE : SIDESA S.R.L.	MUESTRA : Suelo
DOMICILIO LEGAL : Jr. Alfonso Ugarte N° 258 - Satipo	IDENTIFICACION : C - 10, Km. 2+700, L.Der.
PROYECTO : Creación del Servicio de Transitabilidad de las dos Vías Alemanas de la Carretera Marginal : Tramo : Ovalo Rondero de Satipo - Bajo Puñillo Río Negro - Satipo - Junín	prof.(m): 0.30 - 1.60
REFERENCIA : REC N° 089 - 2016 - FFL - 501 - G	CANTIDAD : 84 kg
FECHA DE RECEPCIÓN : 2016.05.19	PRESENTACIÓN : Saco de polietileno
	FECHA DE ENSAYO : 2016.06.06 al 2016.06.10

MTC E-132 C.B.R. DE SUELOS (LABORATORIO)



UCC (B/27)
 hrc/mp/ma
 O.S. N° 151



LABORATORIO DEE



DEE

Av. Túpac Amaru N°150 - Rimac. Telf.: 481-3707 Fax: 481-0677



LABORATORIO DE LA DIRECCIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES
INFORME DE ENSAYO N° 166 - 2016 - MTC/14.01

SOLICITANTE : SIDESA S.R.L.	MUESTRA : Suelo
DOMICILIO LEGAL : Jr. Alfonso Ugarte N° 258 - Satipo	IDENTIFICACION : C - 10, Km. 2-700, L.Der.
PROYECTO : Creación del Servicio de Transilabilidad de las dos Vías	prof. (m): 0.30 - 1.60
Allemas de la Carretera Marginal : Tramo : Ovalo Rondero de Satipo - Bajo Porullo Rio Negro - Satipo - Junín	CANTIDAD : 84 kg
REFERENCIA : REC N° 089 - 2016 - FFL - 501 - G	PRESENTACION : Saco de polietileno
FECHA DE RECEPCIÓN : 2016.05.19	FECHA DE ENSAYO : 2016.06.06 al 2016.06.10

MTC E-132 C.B.R. DE SUELOS (LABORATORIO)

• Procedimiento de Compactación	(MTC E-115 (2000))	:	"A"	
• Método de Preparación	(MTC E-115 (2000))	:	Húmedo	
• Máxima Densidad Seca (MDS)	(MTC E-115 (2000))	:	1.650 g/cm ³	(16.18 kN/m ²)
• Óptimo Contenido de Humedad (OCH)	(MTC E-115 (2000))	:	19.7 %	
• Penetración	2,54 mm (0.1")		5,08 mm (0.2")	
• CBR al 100% de la MDS	4.5 %		4.9 %	
• CBR al 95% de la MDS	2.6 %		2.8 %	
• Condición de la muestra ensayada	Embebido en agua: 4 días			
	<u>Especimen N° 01</u>		<u>Especimen N° 02</u>	<u>Especimen N° 03</u>
• Energía de compactación	27.7 kg*cm/cm ³		12.2 kg*cm/cm ³	6.1 kg*cm/cm ³
• Densidad seca (antes de ser remojada)	1.648 g/cm ³		1.584 g/cm ³	1.518 g/cm ³
• Masa de sobrecarga	4.53 kg		4.53 kg	4.53 kg
• Expansión (hinchamiento)	6.47 %		6.67 %	6.92 %
• Humedad (antes de la compactación)	19.7 %		19.8 %	19.7 %
• Humedad de penetración	21.3 %		21.8 %	22.4 %
• Absorción	1.6 %		2.2 %	2.7 %
• Características de los especímenes				
• Retenido acumulado en tamices (*)	(MTC E-107) : 3/4" (19,250 mm)	:	0.0 %	
	(MTC E-107) : 3/8" (9,525 mm)	:	0.0 %	
	(MTC E-107) : N°4 (4,074 mm)	:	0.0 %	
• Pasa tamiz N° 200	(NTP 339.132) : N°200 (0,074 mm)	:	96.0 %	
• Peso Especifico Relativo de Partículas Sólidas	(MTC E-113) :		2.669	
• Límite líquido	(MTC E-110) :		48.0 %	
• Índice de plasticidad	(MTC E-111) :		16.0 %	
• Clasificación SUCS	(NTP 339.134) :		ML	
• Clasificación AASHTO	(NTP 339.135) :		A-7-5 (20)	

Observaciones :

Material proporcionado e identificado por el Solicitante.

Fecha de Orden de Ensayo y/o Preparación : 2016.05.30

Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98).

Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



UCC (8/27)
 hrc/mpj/ma
 O.S. N° 151



LABORATORIO



Av. Túpac Amaru N°150 - Rimac.

Tel. : 481-3707

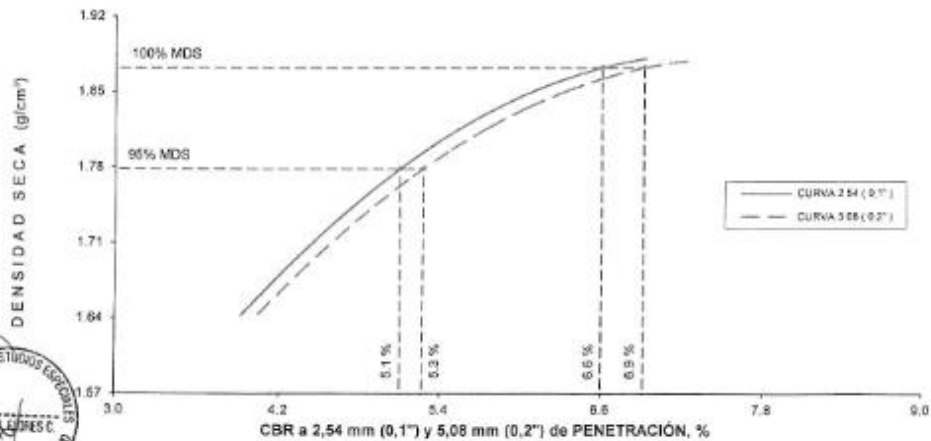
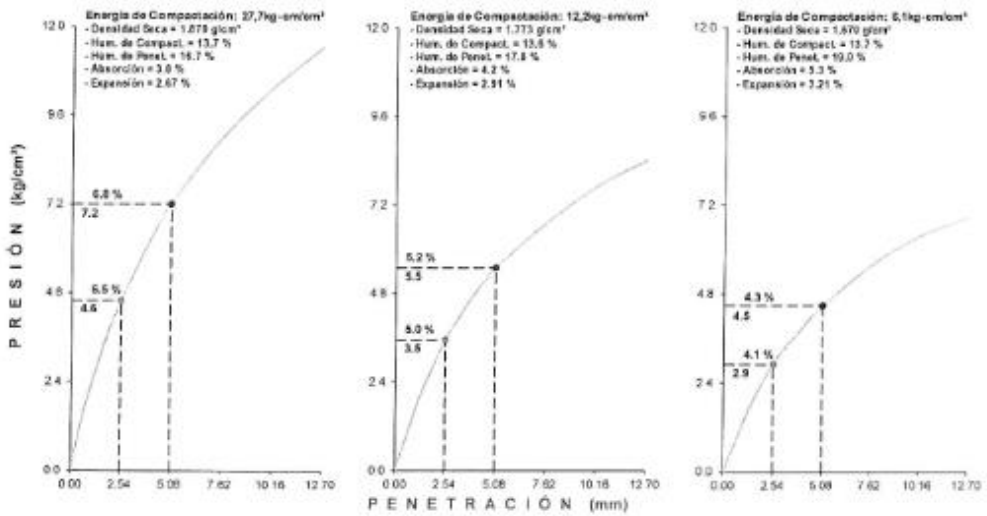
Fax : 481-0677



**LABORATORIO DE LA DIRECCIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES
INFORME DE ENSAYO N° 166 - 2016 - MTC/14.01**

SOLICITANTE : SIDESA S.R.L.	MUESTRA : Suelo
DOMICILIO LEGAL : Jr. Alfonso Ugarte N° 258 - Satipo	IDENTIFICACION : C - 13, Km. 3+600, Litzq. prof.(m): 0.20 - 1.60
PROYECTO : Creación del Servicio de Transitableidad de las dos Vías Alleenes de la Carretera Marginal : Tramo : Ovalo Rondero de Salpo - Bajo Portillo Río Negro - Salpo - Junin	CANTIDAD : 48 kg
REFERENCIA : REC N° 089 - 2016 - FPL - 501 - G	PRESENTACION : Saco de polietileno
FECHA DE RECEPCION : 2016.05.19	FECHA DE ENSAYO : 2016.05.06 al 2016.05.10

MTC E-132 C.B.R. DE SUELOS (LABORATORIO)



UCC (11/27)
hrc/rmp/lma
O.S. N° 151





**LABORATORIO DE LA DIRECCIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES
INFORME DE ENSAYO N° 166 - 2016 - MTC/14.01**

SOLICITANTE : SIDESA S.R.L.	MUESTRA : Suelo
DOMICILIO LEGAL : Jr. Alfonso Ugarte N° 258 - Setipo	IDENTIFICACION : C - 13, Km. 3+600, L/2q, prof.(m): 0.20 - 1.60
PROYECTO : Creación del Servicio de Transilabilidad de las dos Vías Alemas de la Carretera Marginal - Tramo : Ovalo Rondero de Setipo - Bajo Parillo Rio Negro - Setipo - Junín	CANTIDAD : 48 kg
REFERENCIA : REC N° 089 - 2016 - PPL - 501 - G	PRESENTACION : Saco de polietileno
FECHA DE RECEPCIÓN : 2016.05.19	FECHA DE ENSAYO : 2016.06.06 al 2016.06.10

MTC E-132 C.B.R. DE SUELOS (LABORATORIO)

• Procedimiento de Compactación	(MTC E-115 (2000))	:	"A"	
• Método de Preparación	(MTC E-115 (2000))	:	Húmedo	
• Máxima Densidad Seca (MDS)	(MTC E-115 (2000))	:	1.873 g/cm ³	(18.36 kN/m ³)
• Óptimo Contenido de Humedad (OCH)	(MTC E-115 (2000))	:	13.9 %	

• Penetración	2.54 mm (0.1")	5.08 mm (0.2")
• CBR al 100% de la MDS	6.6 %	6.9 %
• CBR al 95% de la MDS	5.1 %	5.3 %

• Condición de la muestra ensayada	Embebido en agua: 4 días		
	<u>Especimen N° 01</u>	<u>Especimen N° 02</u>	<u>Especimen N° 03</u>
• Energía de compactación	27.7 kg*cm/cm ²	12.2 kg*cm/cm ²	6.1 kg*cm/cm ²
• Densidad seca (antes de ser remojada)	1.870 g/cm ³	1.773 g/cm ³	1.670 g/cm ³
• Masa de sobrecarga	4.53 kg	4.53 kg	4.53 kg
• Expansión (hinchamiento)	2.67 %	2.91 %	3.21 %
• Humedad (antes de la compactación)	13.7 %	13.6 %	13.7 %
• Humedad de penetración	16.7 %	17.8 %	19.0 %
• Absorción	3.0 %	4.2 %	5.3 %

• Características de los especímenes			
• Retenido acumulado en tamices (*)	(MTC E-107) : 3/4" (19,050 mm)	1.0 %	
	(MTC E-107) : 3/8" (9,525 mm)	4.0 %	
	(MTC E-107) : N°4 (4,074 mm)	9.0 %	
• Pasa tamiz N° 200	(NTP 339.132) : N°200 (0,074 mm)	46.0 %	
• Peso Específico Relativo de Partículas Sólidas	(MTC E-113) :	2.783	
• Límite líquido	(MTC E-110) :	32.0 %	
• Índice de plasticidad	(MTC E-111) :	9.0 %	
• Clasificación SUCS	(NTP 339.134) :	SC	
• Clasificación AASHTO	(NTP 339.135) :	A-4 (1)	

Observaciones :

Material proporcionado e identificado por el Solicitante.
Fecha de Orden de Ensayo y/o Preparación : 2016.05.30

Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 002-98/INDECOP-CRT del 07.01.98).

Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



UCC (12/27)
hrc/rmp/jma
O.S. N° 151



LABORATORIO



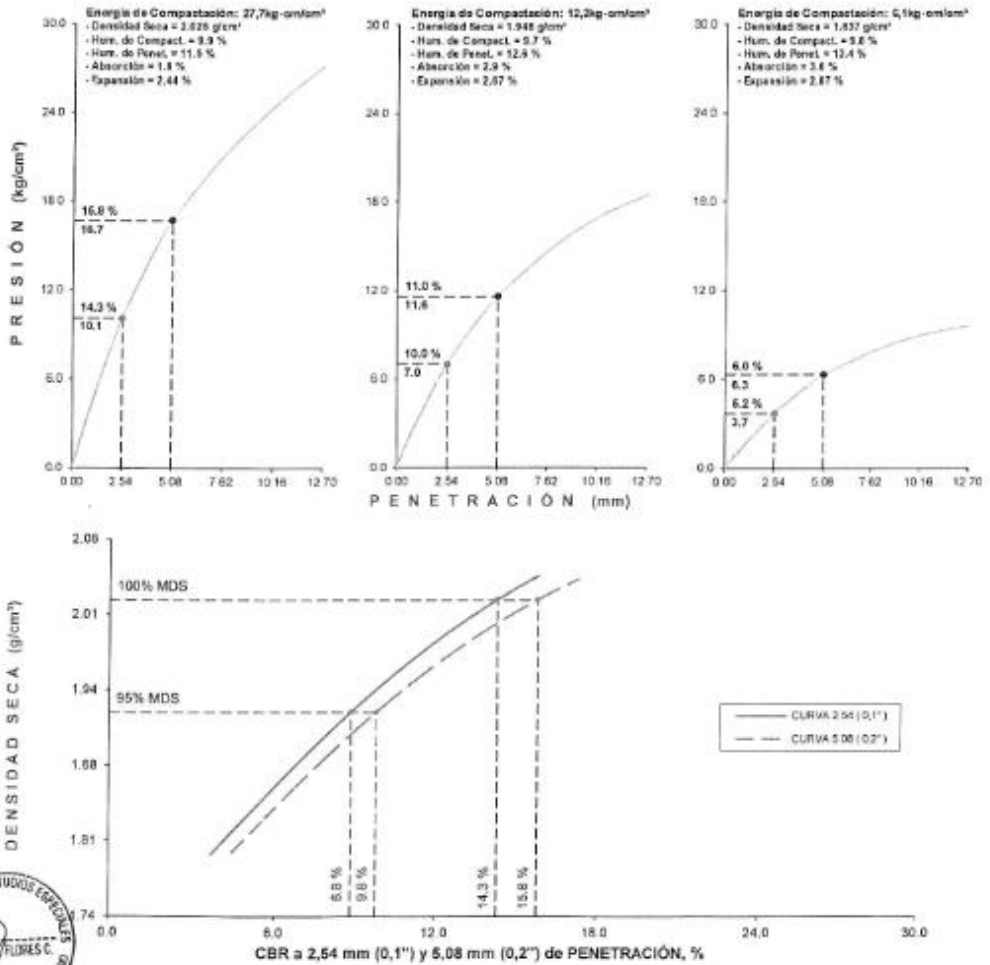
Av. Túpac Amaru N°150 - Rimac. Telf. : 481-3707 Fax : 481-0677



**LABORATORIO DE LA DIRECCIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES
INFORME DE ENSAYO N° 166 - 2016 - MTC/14.01**

SOLICITANTE : SIDESA S.R.L.	MUESTRA : Suelo
DOMICILIO LEGAL : Jr. Alfonso Ugarte N° 258 - Setipo	IDENTIFICACION : C - 16, Km. 4-500, L.lzq. prof.(m): 0.60 - 1.60
PROYECTO : Creación del Servicio de Transitabilidad de las dos Vías Alternas de la Carretera Marginal : Tramo : Ovalo Rondero de Setipo - Bajo Partido Río Negro - Setipo - Junín	CANTIDAD : 44 kg
REFERENCIA : REC N° 089 - 2016 - FPL - 501 - G	PRESENTACION : Saco de polietileno
FECHA DE RECEPCIÓN : 2016.05.19	FECHA DE ENSAYO : 2016.06.06 al 2016.06.10

MTC E-132 C.B.R. DE SUELOS (LABORATORIO)



UCC (14/27)
hrc/rmp/jma
O.S. N° 151



LABORATORIO



Av. Túpac Amaru N°150 - Rimac.

Tel.: 481-3707

Fax: 481-0877



**LABORATORIO DE LA DIRECCIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES
INFORME DE ENSAYO N° 166 - 2016 - MTC/14.01**

SOLICITANTE	: SIDESA S.R.L.	MUESTRA	: Suelo
DOMICILIO LEGAL	: Jr. Alfonso Ugarte N° 256 - Satipo	IDENTIFICACIÓN	: C - 16, Km. 4+600, L. 2a., prof.(m): 0.80 - 1.60
PROYECTO	: Creación del Servicio de Transibilidad de las dos Vías Alemanas de la Carretera Marginal : Tramo : Ovalo Rondero de Satipo - Bajo Portillo Rio Negro - Satipo - Junin	CANTIDAD	: 44 kg
REFERENCIA	: REC N° 089 - 2016 - FFL - 501 - G	PRESENTACIÓN	: Saco de polietileno
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2016.05.19	FECHA DE ENSAYO	: 2016.06.06 al 2016.06.10

MTC E-132 C.B.R. DE SUELOS (LABORATORIO)

• Procedimiento de Compactación	(MTC E-115 (2009))	:	"A"	
• Método de Preparación	(MTC E-115 (2009))	:	Húmedo	
• Máxima Densidad Seca (MDS)	(MTC E-115 (2009))	:	2.026 g/cm ³	(19.86 kN/m ³)
• Óptimo Contenido de Humedad (OCH)	(MTC E-115 (2009))	:	9.8 %	
• Penetración	2.54 mm (0.1")		5.08 mm (0.2")	
• CBR al 100% de la MDS	14.3 %		15.8 %	
• CBR al 95% de la MDS	8.8 %		9.8 %	
• Condición de la muestra ensayada	Embebido en agua: 4 días			
	<u>Especimen N° 01</u>		<u>Especimen N° 02</u>	<u>Especimen N° 03</u>
• Energía de compactación	27.7 kg*cm/cm ³		12.2 kg*cm/cm ³	6.1 kg*cm/cm ³
• Densidad seca (antes de ser remojada)	2.026 g/cm ³		1.948 g/cm ³	1.837 g/cm ³
• Masa de sobrecarga	4.53 kg		4.53 kg	4.53 kg
• Expansión (hinchamiento)	2.44 %		2.67 %	2.87 %
• Humedad (antes de la compactación)	9.9 %		9.7 %	9.8 %
• Humedad de penetración	11.5 %		12.6 %	13.4 %
• Absorción	1.6 %		2.9 %	3.6 %
• Características de los especímenes				
• Retenido acumulado en tamices (*)	(MTC E-107) : 3/4" (19,050 mm)		1.0 %	
	(MTC E-107) : 3/8" (9,525 mm)		7.0 %	
	(MTC E-107) : N°4 (4,074 mm)		11.0 %	
• Pasa tamiz N° 200	(NTP 339.132) : N°200 (0,074 mm)		37.0 %	
• Peso Especifico Relativo de Partículas Sólidas	(MTC E-113) : 2.723			
• Límite líquido	(MTC E-110) : 29.0 %			
• Índice de plasticidad	(MTC E-111) : 10.0 %			
• Clasificación SUCS	(NTP 339.134) : SC			
• Clasificación AASHTO	(NTP 339.135) : A-4 (0)			

Observaciones :

Material proporcionado e identificado por el Solicitante.
Fecha de Orden de Ensayo y/o Preparación : 2016.05.30

Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98).

Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



UCC (15/27)
hrc/rmp/jma
O.S. N° 151



LABORATORIO



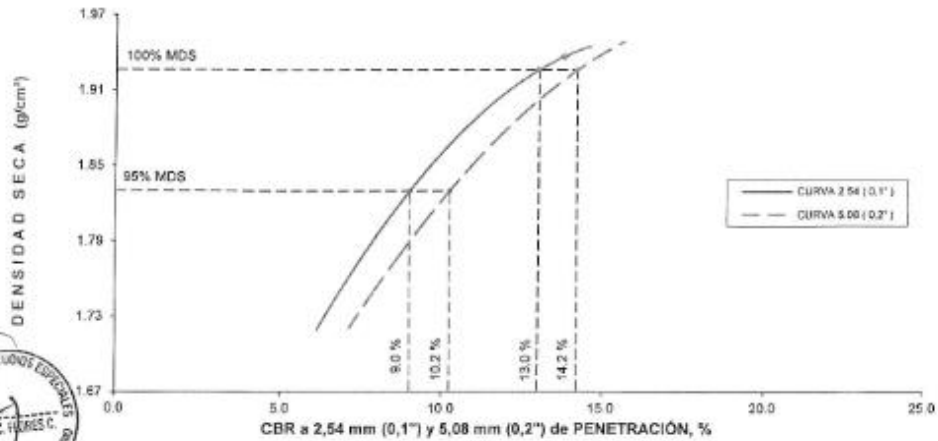
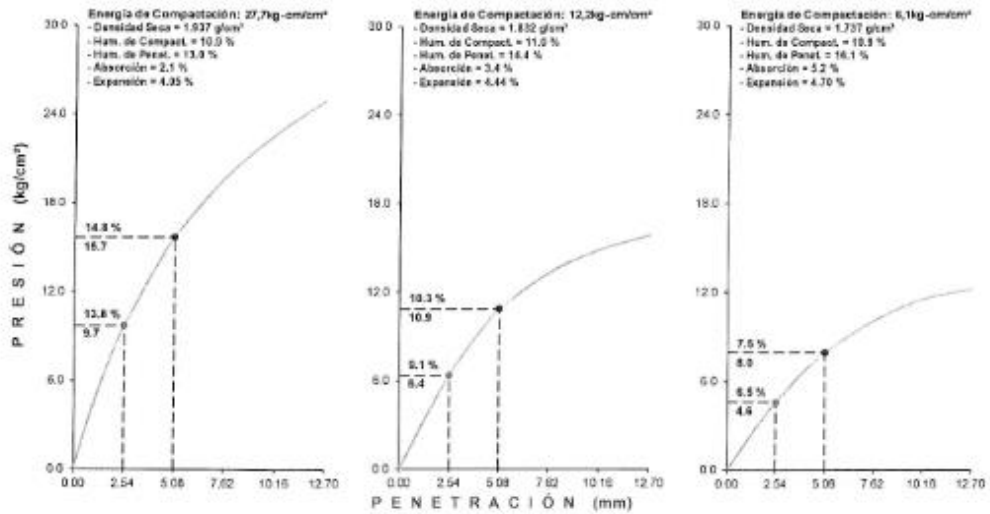
Av. Túpac Amaru N°150 - Rimac. Telf.: 481-3707 Fax: 481-0877



LABORATORIO DE LA DIRECCIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES
INFORME DE ENSAYO N° 166 - 2016 - MTC/14.01

SOLICITANTE : SIDESA S.R.L.	MUESTRA : Suelo
DOMICILIO LEGAL : Jr. Alfonso Ugarte N° 258 - Salpo	IDENTIFICACION : C - 19, Km. 5+400, L.Der.
PROYECTO : Creación del Servicio de Transitabilidad de las dos Vías	prof.(m): 0.50 - 1.70
Alternas de la Carretera Marginal : Tramo : Ovalo Redondo de Salpo - Bajo Portillo Rio Negro - Salpo - Junín	
REFERENCIA : REC N° 089 - 2016 - FPL - 501 - G	CANTIDAD : 44 kg
FECHA DE RECEPCIÓN : 2016.06.19	PRESENTACIÓN : Saco de polietileno
	FECHA DE ENSAYO : 2016.06.06 al 2016.06.10

MTC E-132 C.B.R. DE SUELOS (LABORATORIO)



UCC (17/27)
 hrc/vv/9bs
 O.S. N° 151





LABORATORIO DE LA DIRECCIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES
INFORME DE ENSAYO N° 166 - 2016 - MTC/14.01

SOLICITANTE	: SIDESA S.R.L.	MUESTRA	: Suelo
DOMICILIO LEGAL	: Jr. Alfonso Ugarte N° 258 - Setipo	IDENTIFICACION	: C - 19, Km. 5+400, L.Der.
PROYECTO	: Creación del Servicio de Transilabilidad de las dos Vías Alternas de la Carretera Marginal; Tramo : Ovalo Rondero de Setipo - Bajo Puente Río Negro - Setipo - Junín		: prof.(m): 0.50 - 1.70
REFERENCIA	: REC N° 089 - 2016 - FFL - 501 - G	CANTIDAD	: 44 kg
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2016.05.19	PRESENTACIÓN	: Saco de polietileno
		FECHA DE ENSAYO	: 2016.06.06 al 2016.06.10

MTC E-132 C.B.R. DE SUELOS (LABORATORIO)

• Procedimiento de Compactación	(MTC E-115 (2000))	:	"B"	
• Método de Preparación	(MTC E-115 (2000))	:	Húmedo	
• Máxima Densidad Seca (MDS)	(MTC E-115 (2000))	:	1.926 g/cm ³	(18.89 kN/m ³)
• Óptimo Contenido de Humedad (OCH)	(MTC E-115 (2000))	:	11.0 %	
• Penetración	2,54 mm (0,1")		5,08 mm (0,2")	
• CBR al 100% de la MDS	13.0 %		14.2 %	
• CBR al 95% de la MDS	9.0 %		10.2 %	
• Condición de la muestra ensayada	Embebido en agua: 4 días			
	Especimen N° 01		Especimen N° 02	Especimen N° 03
• Energía de compactación	27.7 kg*cm/cm ²		12.2 kg*cm/cm ²	6.1 kg*cm/cm ²
• Densidad seca (antes de ser remojada)	1.937 g/cm ³		1.832 g/cm ³	1.737 g/cm ³
• Masa de sobrecarga	4.53 kg		4.53 kg	4.53 kg
• Expansión (hinchamiento)	4.05 %		4.44 %	4.70 %
• Humedad (antes de la compactación)	10.9 %		11.0 %	10.9 %
• Humedad de penetración	13.0 %		14.4 %	16.1 %
• Absorción	2.1 %		3.4 %	5.2 %
• Características de los especímenes				
• Retenido acumulado en tamices (*)	(MTC E-107) : 3/4" (19,050 mm)		5.1 %	
	(MTC E-107) : 3/8" (9,525 mm)		17.3 %	
	(MTC E-107) : N°4 (4,074 mm)		28.6 %	
• Pasa tamiz N° 200	(NTP 339.132) : N°200 (0,074 mm)		41.0 %	
• Peso Específico Relativo de Partículas Sólidas	(MTC E-113) :		2.743	
• Límite líquido	(MTC E-110) :		37.0 %	
• Índice de plasticidad	(MTC E-111) :		12.0 %	
• Clasificación SUCS	(NTP 339.134) :		SM	
• Clasificación AASHTO	(NTP 339.135) :		A-6 (1)	

Observaciones :

Material proporcionado e identificado por el Solicitante.
 (*) Ensayo efectuado eliminando el material mayor de 2" (50.8 mm).
 Fecha de Orden de Ensayo y/o Preparación : 2016.05.30

Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 002-98/INDECOP-CRT del 07.01.98).

Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



UCC (18/27)
 hrc/vv/abs
 O.S. N° 151



LABORATORIO



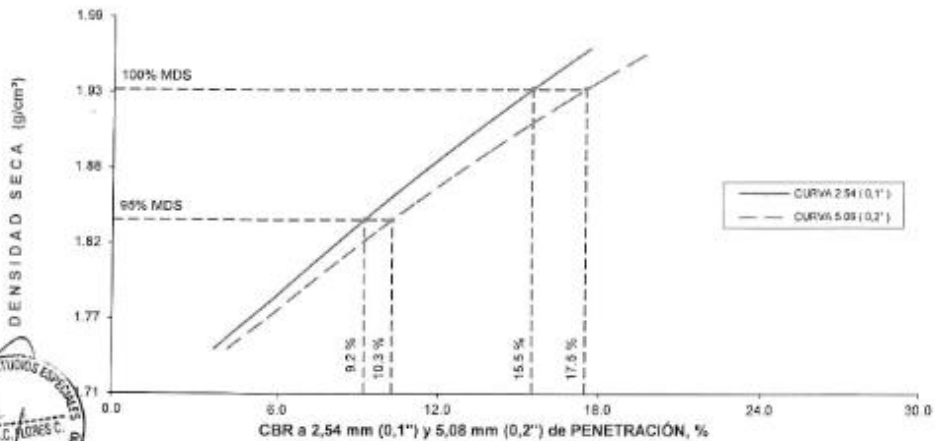
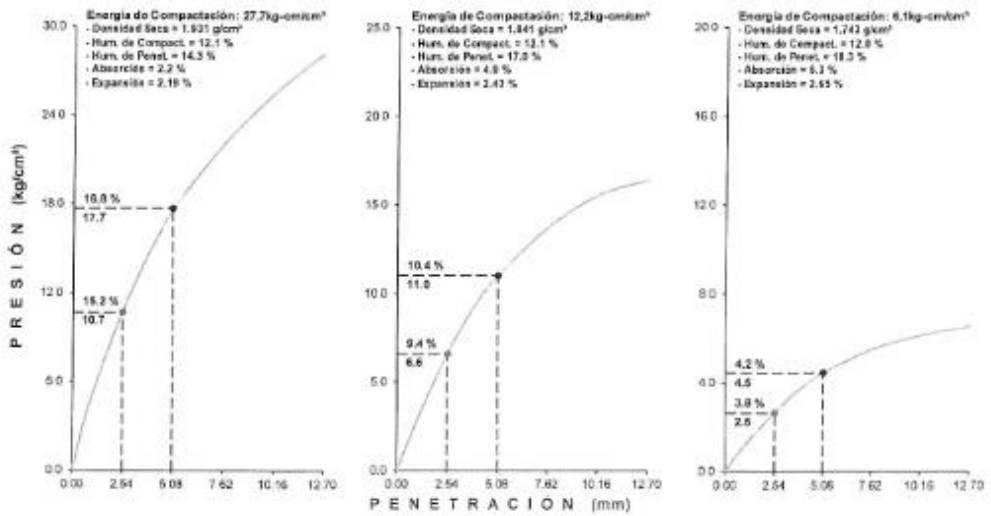
Av. Túpac Amaru N°150 - Rimac. Telf.: 481-3707 Fax: 481-0677



**LABORATORIO DE LA DIRECCIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES
INFORME DE ENSAYO N° 166 - 2016 - MTC/14.01**

SOLICITANTE : SIDESA S.R.L.	MUESTRA : Suelo
DOMICILIO LEGAL : Jr. Alfonso Ugarte N° 258 - Salpo	IDENTIFICACION : C - 22, Km. 6-300, L. 2a, prof.(m): 1.40 - 1.80
PROYECTO : Creación del Servicio de Transibilidad de las dos Vías Alternas de la Carretera Marginal : Tramo : Ovalo Redondo de Salpo - Bajo Puñilo Rio Negro - Salpo - Junin	CANTIDAD : 36 kg
REFERENCIA : REC N° 089 - 2016 - FPL - 501 - G	PRESENTACION : Saco de polietileno
FECHA DE RECEPCIÓN : 2016.05.19	FECHA DE ENSAYO : 2016.06.06 al 2016.06.10

MTC E-132 C.B.R. DE SUELOS (LABORATORIO)



UCC (20/27)
hrc/mpj/ma
O.S. N° 151



Av. Túpac Amaru N°150 - Rimac. Telf.: 481-3707 Fax: 481-0677



**LABORATORIO DE LA DIRECCIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES
INFORME DE ENSAYO N° 166 - 2016 - MTC/14.01**

SOLICITANTE : SÍDESA S.R.L.	MUESTRA : Suelo
DOMICILIO LEGAL : Jr. Alfonso Ugarte N° 258 - Saipo	IDENTIFICACIÓN : C - 22, Km. 6+300, L. Izq. prof.(m): 1.40 - 1.80
PROYECTO : Creación del Servicio de Transitableidad de las dos Vías Aleman de la Carretera Marginal : Tramo : Ovalo Rondero de Saipo - Bajo Portillo Río Negro - Saipo - Junín	CANTIDAD : 38 kg
REFERENCIA : REC N° 089 - 2016 - FPL - 501 - G	PRESENTACIÓN : Saco de polietileno
FECHA DE RECEPCIÓN : 2016.05.19	FECHA DE ENSAYO : 2016.06.06 al 2016.06.10

MTC E-132 C.B.R. DE SUELOS (LABORATORIO)

• Procedimiento de Compactación	(MTC E-115 (2000))	:	"A"	
• Método de Preparación	(MTC E-115 (2000))	:	Húmedo	
• Máxima Densidad Seca (MDS)	(MTC E-115 (2000))	:	1.936 g/cm ³	(18.98 kN/m ³)
• Óptimo Contenido de Humedad (OCH)	(MTC E-115 (2000))	:	12.0 %	
• Penetración	2,54 mm (0.1")		5,08 mm (0.2")	
• CBR al 100% de la MDS	15.5 %		17.5 %	
• CBR al 95% de la MDS	9.2 %		10.3 %	
• Condición de la muestra ensayada	Embebido en agua: 4 días			
	<u>Especimen N° 01</u>		<u>Especimen N° 02</u>	<u>Especimen N° 03</u>
• Energía de compactación	27.7 kg*cm/cm ²		12.2 kg*cm/cm ²	6.1 kg*cm/cm ²
• Densidad seca (antes de ser remojada)	1.931 g/cm ³		1.841 g/cm ³	1.743 g/cm ³
• Masa de sobrecarga	4.53 kg		4.53 kg	4.53 kg
• Expansión (hinchamiento)	2.19 %		2.43 %	2.65 %
• Humedad (antes de la compactación)	12.1 %		12.1 %	12.0 %
• Humedad de penetración	14.3 %		17.0 %	18.3 %
• Absorción	2.2 %		4.9 %	6.3 %
• Características de los especímenes				
• Retenido acumulado en tamices (*)	(MTC E-107) : 3/4" (19,050 mm)		1.0 %	
	(MTC E-107) : 3/8" (9,525 mm)		2.0 %	
	(MTC E-107) : N°4 (4,074 mm)		4.0 %	
• Pasa tamiz N° 200	(NTP 339.132) : N°200 (0,074 mm)		44.0 %	
• Peso Especifico Relativo de Partículas Sólidas	(MTC E-113) : 2.728			
• Límite líquido	(MTC E-110) : 30.0 %			
• Índice de plasticidad	(MTC E-111) : 10.0 %			
• Clasificación SUCS	(NTP 339.134) : SC			
• Clasificación AASHTO	(NTP 339.135) : A-4 (1)			

Observaciones :

Material proporcionado e identificado por el Solicitante.

(*) Ensayo efectuado eliminando el material mayor de 2" (50.8 mm).

Fecha de Orden de Ensayo y/o Preparación : 2016.05.30

Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98).

Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



UCC (21/27)
hrc/rmp/jma
O.S. N° 151



LABORATORIO



Av. Túpac Amaru N°150 - Rimac.

Telf. : 481-3707

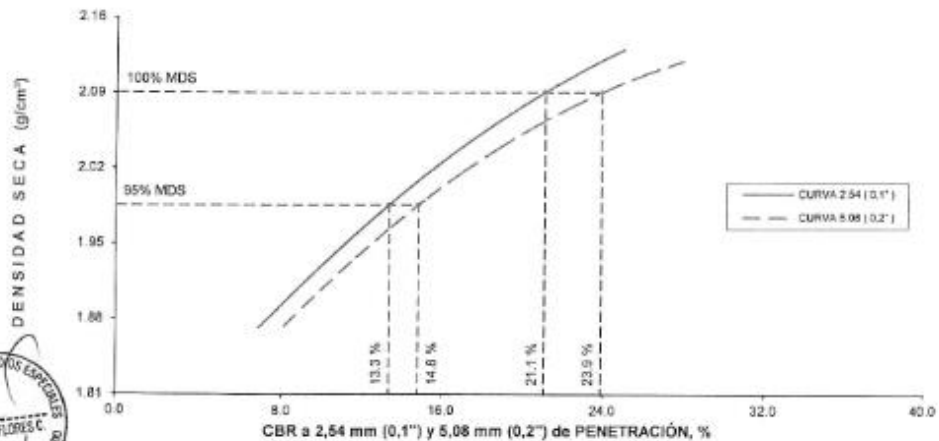
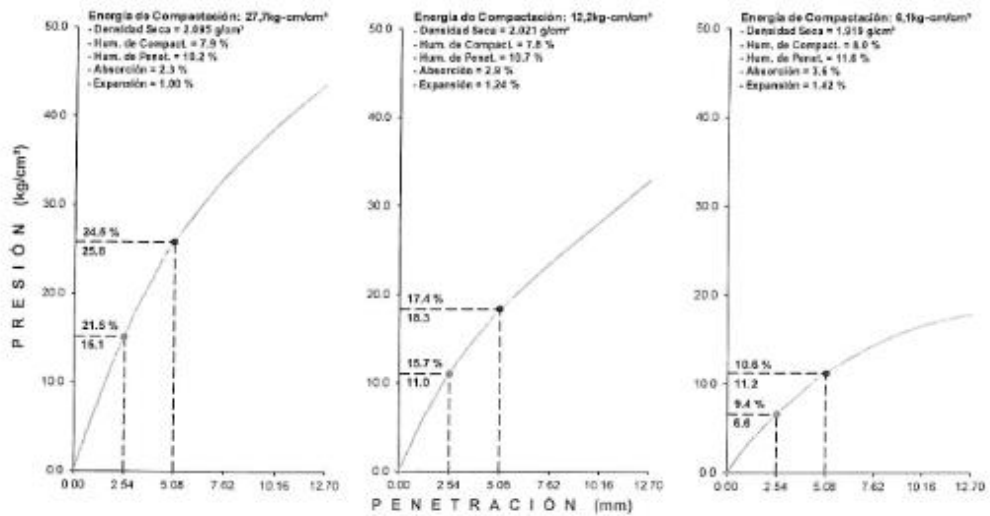
Fax : 481-0677



LABORATORIO DE LA DIRECCIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES
INFORME DE ENSAYO N° 166 - 2016 - MTC/14.01

SOLICITANTE : SIDESA S.R.L.	MUESTRA : Suelo
DOMICILIO LEGAL : Jr. Alfonso Ugarte N° 258 - Satipo	IDENTIFICACION : C - 25. Km. 7+200, L. Der. prof.(m): 0.40 - 1.70
PROYECTO : Creación del Servicio de Transibilidad de las dos Vías Aterras de la Carretera Marginal : Tramo : Ovalo Redondo de Satipo - Bajo Portillo Río Negro - Satipo - Junín	CANTIDAD : 102 kg
REFERENCIA : REC N° 089 - 2016 - FPL - 501 - G	PRESENTACIÓN : Saco de polietileno
FECHA DE RECEPCIÓN : 2016.05.19	FECHA DE ENSAYO : 2016.05.06 al 2016.05.10

MTC E-132 C.B.R. DE SUELOS (LABORATORIO)



UCC (23/27)
 hrc/rmp/jma
 O.S. N° 151



Av. Túpac Amaru N°150 - Rimac, Telf.: 481-3707 Fax: 481-0677



PERÚ

Ministerio de Transportes y Comunicaciones

000040

LABORATORIO DE LA DIRECCIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES
INFORME DE ENSAYO N° 166 - 2016 - MTC/14.01

SOLICITANTE : SIDESA S.R.L.
DOMICILIO LEGAL : Jr. Alfonso Ugarte N° 258 - Saipo
PROYECTO : Creación del Servicio de Transibilidad de las dos Vías
REFERENCIA : REC N° 089 - 2016 - FPL - 501 - G
FECHA DE RECEPCIÓN : 2016.05.19
MUESTRA : Suelo
IDENTIFICACION : C - 25, Km. 7+200, L. Der.
CANTIDAD : 102 kg
PRESENTACION : Saco de polietileno
FECHA DE ENSAYO : 2016.06.06 al 2016.06.10

MTC E-132 C.B.R. DE SUELOS (LABORATORIO)

- Procedimiento de Compactación (MTC E-115 (2000)) : "A"
Método de Preparación (MTC E-115 (2000)) : Húmedo
Máxima Densidad Seca (MDS) (MTC E-115 (2000)) : 2.090 g/cm³ (20.50 kN/m²)
Óptimo Contenido de Humedad (OCH) (MTC E-115 (2000)) : 7.8 %
Penetración 2,54 mm (0,1") 5,08 mm (0,2")
CBR al 100% de la MDS 21.1 % 23.9 %
CBR al 95% de la MDS 13.3 % 14.8 %
Condición de la muestra ensayada Embebido en agua: 4 días
Energía de compactación 27.7 kg*cm/cm²
Densidad seca (antes de ser remojada) 2.095 g/cm³
Masa de sobrecarga 4.53 kg
Expansión (hinchamiento) 1.00 %
Humedad (antes de la compactación) 7.9 %
Humedad de penetración 10.2 %
Absorción 2.3 %
Características de los especímenes
Retenido acumulado en tamices (*) (MTC E-107) : 3/4" (19,050 mm) 12.4 %
Pasa tamiz N° 200 (NTP 339.132) : N°200 (0,074 mm) 33.0 %
Partículas Sólidas (MTC E-113) : 2.617
Limite líquido (MTC E-110) : 18.0 %
Indice de plasticidad (MTC E-111) : 4.0 %
Clasificación SUCS (NTP 339.134) : SM-SC
Clasificación AASHTO (NTP 339.135) : A-2-4 (0)

Observaciones :

Material proporcionado e identificado por el Solicitante.
(*) Ensayo efectuado eliminando el material mayor de 2" (50.8 mm).
Fecha de Orden de Ensayo y/o Preparación : 2016.06.30
Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 002-96/INDECOP-CRT del 07.01.96).
Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



UCC (24/27)
hrc/mpj/ma
O.S. N° 151



LABORATORIO



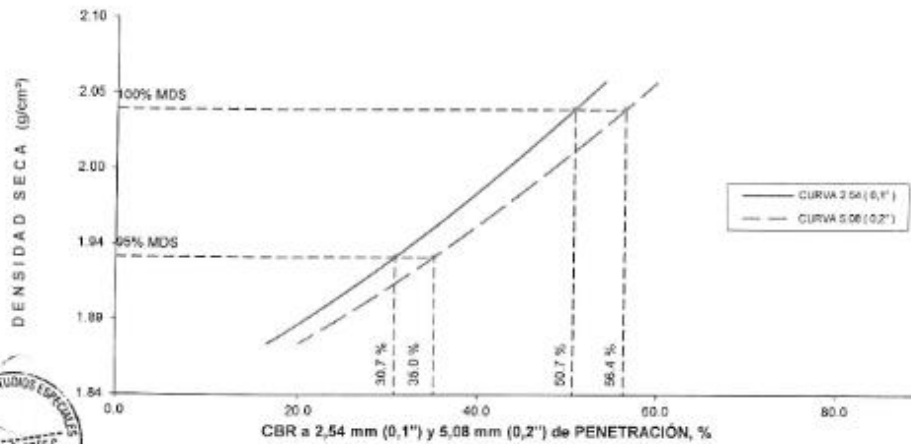
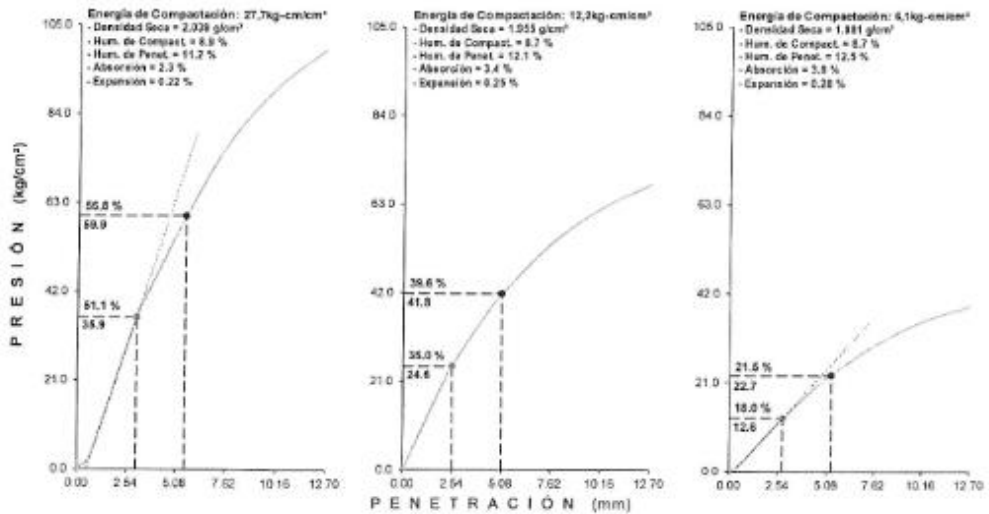
Av. Túpac Amaru N°150 - Rimac. Telf.: 481-3707 Fax: 481-0677



**LABORATORIO DE LA DIRECCIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES
INFORME DE ENSAYO N° 166 - 2016 - MTC/14.01**

SOLICITANTE : SIDESA S.R.L.	MUESTRA : Suelo
DOMICILIO LEGAL : Jr. Alfonso Ugarte N° 258 - Saipo	IDENTIFICACION : C - 27, Km. 7+800, L. Izq. prof.(m): 1.30 - 1.80
PROYECTO : Creación del Servicio de Transilabilidad de las dos Vías Alternas de la Carretera Marginal : Tramo : Ovalo Redondo de Saipo - Bajo Puñón Río Negro - Saipo - Junín	CANTIDAD : 101 kg
REFERENCIA : REC N° 089 - 2016 - FPL - 501 - G	PRESENTACION : Saco de polietileno
FECHA DE RECEPCIÓN : 2016.05.19	FECHA DE ENSAYO : 2016.06.08 al 2016.06.10

MTC E-132 C.B.R. DE SUELOS (LABORATORIO)



UCC (28/27)
hrc/abs/lvv
O.S. N° 151



LABORATORIO



Av. Túpac Amaru N°150 - Rimac.

Tel. : 481-3707

Fax : 481-0677



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

000043

LABORATORIO DE LA DIRECCIÓN DE ESTUDIOS ESPECIALES
INFORME DE ENSAYO N° 166 - 2016 - MTC/14.01

SOLICITANTE	: SIDESA S.R.L.	MUESTRA	: Suelo
DOMICILIO LEGAL	: Jr. Alfonso Ugarte N° 258 - Satipo	IDENTIFICACION	: C - 27, Km. 7+800, L. Iza, prof.(m): 1.30 - 1.80
PROYECTO	: Creación del Servicio de Transitabilidad de las dos Vías Altas de la Carretera Marginal; Tramo: Ovalo Rondero de Satipo - Bajo Porfíro Río Negro - Satipo - Junín	CANTIDAD	: 101 kg
REFERENCIA	: REC N° 089 - 2016 - FPL - 501 - G	PRESENTACION	: Saco de polietileno
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2016.05.19	FECHA DE ENSAYO	: 2016.06.06 al 2016.06.10

MTC E-132 C.B.R. DE SUELOS (LABORATORIO)

• Procedimiento de Compactación	(MTC E-115 (2000))	:	"B"	
• Método de Preparación	(MTC E-115 (2000))	:	Húmedo	
• Máxima Densidad Seca (MDS)	(MTC E-115 (2000))	:	2.037 g/cm ³	(19.97 kN/m ²)
• Óptimo Contenido de Humedad (OCH)	(MTC E-115 (2000))	:	8.5 %	
• Penetración	2,54 mm (0.1")		5,08 mm (0.2")	
• CBR al 100% de la MDS	50.7 %		56.4 %	
• CBR al 95% de la MDS	30.7 %		35.0 %	
• Condición de la muestra ensayada	Embebido en agua: 4 días			
	<u>Especimen N° 01</u>	<u>Especimen N° 02</u>	<u>Especimen N° 03</u>	
• Energía de compactación	27.7 kg*cm/cm ³	12.2 kg*cm/cm ³	6.1 kg*cm/cm ³	
• Densidad seca (antes de ser remojada)	2.039 g/cm ³	1.955 g/cm ³	1.881 g/cm ³	
• Masa de sobrecarga	4.53 kg	4.53 kg	4.53 kg	
• Expansión (hinchamiento)	0.22 %	0.25 %	0.26 %	
• Humedad (antes de la compactación)	8.9 %	8.7 %	8.7 %	
• Humedad de penetración	11.2 %	12.1 %	12.5 %	
• Absorción	2.3 %	3.4 %	3.8 %	
• Características de los especímenes				
• Retenido acumulado en tamices (*)	(MTC E-107) : 3/4" (19,050 mm)	9.1 %		
	(MTC E-107) : 3/8" (9,525 mm)	18.2 %		
	(MTC E-107) : N°4 (4,074 mm)	27.3 %		
• Pasa tamiz N° 200	(NTP 339.132) : N°200 (0,074 mm)	25.0 %		
• Peso Especifico Relativo de Partículas Sólidas	(MTC E-113) : 2.572			
• Límite líquido	(MTC E-110) : 17.0 %			
• Índice de plasticidad	(MTC E-111) : NP			
• Clasificación SUCS	(NTP 339.134) : SM			
• Clasificación AASHTO	(NTP 339.135) : A-2-4 (0)			

Observaciones :

Material proporcionado e identificado por el Solicitante.

(*) Ensayo efectuado eliminando el material mayor de 2" (50.8 mm).

Fecha de Orden de Ensayo y/o Preparación : 2016.05.30

Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 002-98/INDECOP-CRT del 07.01.98).

Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.

UCC (27/27)
hrc/sba/ivv
O.S. N° 151

LABORATORIO



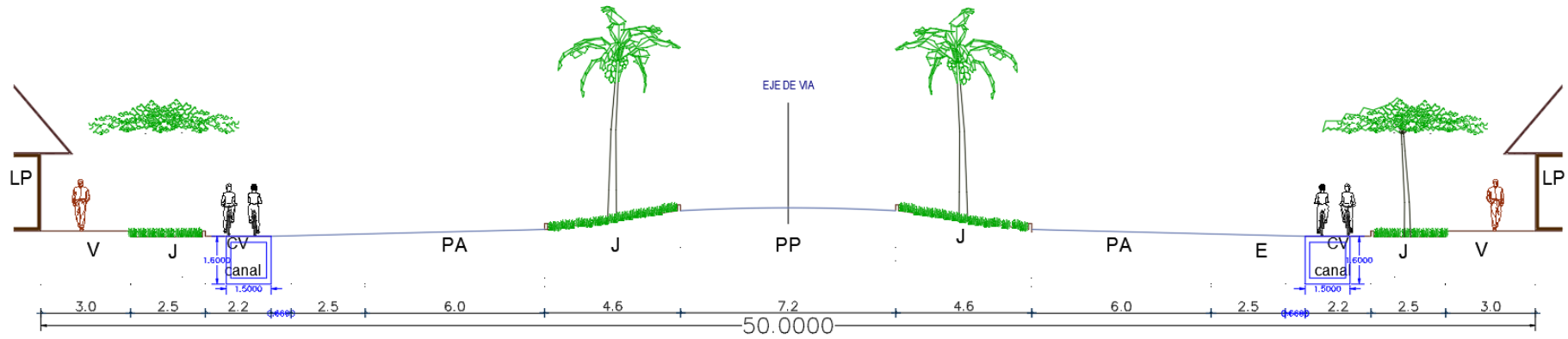
Av. Túpac Amaru N°150 - Rimac.

Telf. : 481-3707

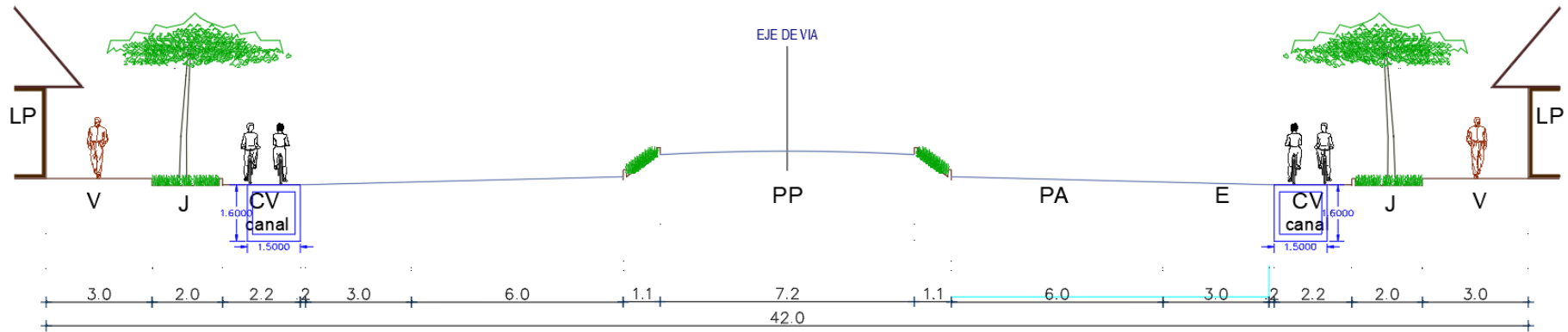
Fax : 481-0677

Anexo 05: Sección de vía

Derecho de vía de 50.00m (0+000 hasta 3+870) y (5+842 hasta 8+598)



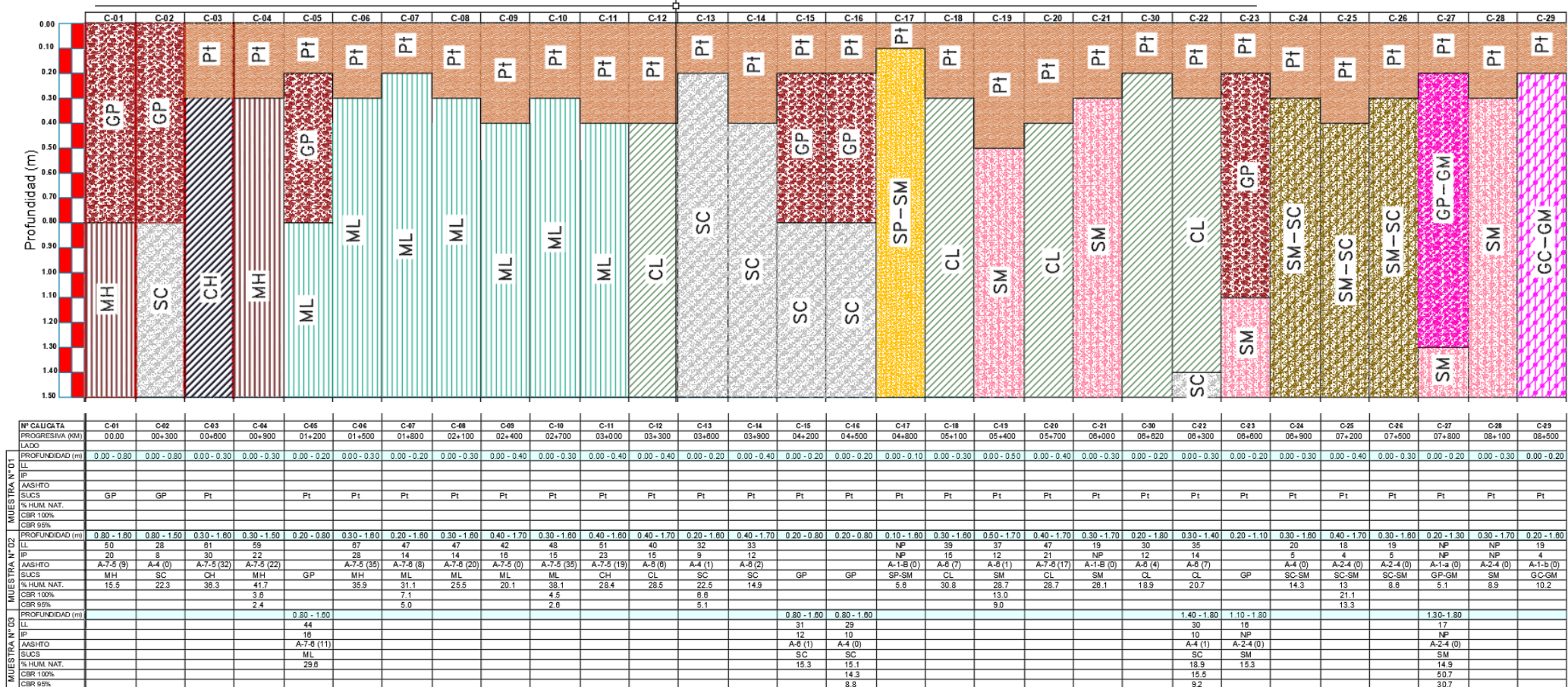
Derecho de vía de 42.00m (3+870 hasta 5+842)



Fuente: Plan de Desarrollo Urbano de la Municipalidad Provincial de Satipo 2015-2023

Anexo 06: Perfil estratigráfico

PERFIL ESTATIGRAFICO



	GRASA BIEN GRADADA		ARENA BIEN GRADADA		LIMO INORGANICO DE BAJA PLASTICIDAD		ARENA ARELLOSA
	GRASA MAL GRADADA		ARENA BIEN GRADADA CON LIMO		ARCILLA INORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD		TIERRA Y OTROS SUELOS ALIMENTE ORGANICO
	GRASA LIMSA		ARENA BIEN GRADADA CON ARCILLA		LIMO ORGANICO O ARCILLA ORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD		GRASA MAL GRADADA CON ARCILLA
	GRASA ARELLOSA		ARENA MAL GRADADA		LIMO INORGANICO DE ALTA PLASTICIDAD		GRASA ARELLA LIMSA
	GRASA BIEN GRADADA CON LIMO		ARENA MAL GRADADA CON LIMO		ARCILLA INORGANICA DE ALTA PLASTICIDAD		ARENA ARELLA LIMSA
	GRASA BIEN GRADADA CON ARCILLA		ARENA MAL GRADADA CON ARCILLA		LIMO ORGANICO O ARCILLA ORGANICA DE ALTA PLASTICIDAD		ROCA
	GRASA MAL GRADADA CON LIMO		ARENA LIMSA		MATERIAL GRANULAR NO CLASIFICADO		RELLENO RESIDUAL

Anexo 07: cotización de equipos

CLIENTE: CONSUELO FRANCISCA VILCHEZ ALVA

INVESTIGACION: ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE
DE LAS VÍAS ALTERNAS CARRETERA MARGINAL TRAMO OVALO RONDERO - BAJO PORTILLO,
SATIPO

COTIZACION PUESTA EN OBRA

N°	DESCRIPCION	UNDIDAD	CANTIDAD	COSTO
1	TRACTOR ORUGA D7	HM	1	180.00
2	CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 122 HP 2,000 gl	HM	1	110.00
3	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12T	HM	1	120.00
4	MOTONIVELADORA DE 145-150 HP	HM	1	140.00
5	COMPRESORA NEUMATICA 250-330 PCM, 87 HP	HM		70.00
6	CAMION IMPRIMAD.6X2 1800 GLS	HM	1	140.00
7	BARREDORA MECANICA 10-20 HP	HM	1	60.00
8	RODILLO TANDEM VIB.AUTOP 111-130HP 9-11T	HM	1	120.00
9	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 105 HP 10-16'	HM	1	200.00
10	RODILLO NEUMAT.AUTOPROPULSADO 101-135 HP	HM	1	140.00

RGR RULEX CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L.
RUC: 29569926784


Miro Escudero Baca
GERENTE GENERAL

Anexo 08. Factores de corrección de vehículos ligeros por unidad de peaje - Promedio (2010-2016)

N°	Peaje	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total	
		Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros
		FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC
1	AGUAS CALIENTES	0,9394	0,8663	1,1161	1,0973	1,1684	1,1945	0,9458	0,8773	0,9386	1,0294	1,0292	0,9845	1,0000	
2	AGUAS CLARAS	1,0204	1,0668	1,1013	1,0449	0,9979	0,9863	0,8917	0,9168	1,0069	1,0155	1,0712	0,8127	1,0000	
3	AMBO	0,7822	0,8431	0,8697	0,7549	0,7755	0,7823	0,7479	0,9820	1,0329	0,9842	0,9966	0,8835	1,0000	
4	ATICO	0,8849	0,7376	1,0576	1,0168	1,1538	1,1764	0,9711	0,9893	1,0821	1,0845	1,1559	0,9021	1,0000	
5	AYAVIRI	0,9913	0,9287	1,0870	1,0730	1,1003	1,0878	0,9449	0,9108	0,9242	1,0455	1,0348	0,9733	1,0000	
6	CAMANA	0,5935	0,4934	1,0509	1,2563	1,3886	1,3961	1,2549	1,2278	1,3076	1,2658	1,2303	0,8494	1,0000	
7	CANCAS	0,8722	0,8703	1,0694	1,1121	1,1631	1,2130	0,9722	0,9150	1,0516	1,0161	1,0259	0,8914	1,0000	
8	CARACOTO	1,0576	0,9886	1,0999	1,0550	1,0578	1,0471	0,9900	0,8677	0,9953	0,9895	1,0077	0,7648	1,0000	
9	CASARACRA	1,1441	1,1924	1,2529	0,9991	0,9240	1,0245	0,8401	0,8801	1,0508	0,9739	1,1465	0,8656	1,0000	
10	CATAC	1,0992	1,0589	1,3534	1,0405	1,0772	1,0762	0,8316	0,8717	0,9632	0,9514	1,1169	0,9747	1,0000	
11	CCASACANCHA	1,0321	1,0692	1,1050	1,0611	1,0719	1,0565	0,9517	0,9133	0,8930	0,9959	0,9734	0,7789	1,0000	
12	CHACAPAMPA	1,0342	0,9781	0,9986	1,0653	1,0693	1,2488	1,0419	0,9217	0,9818	0,9211	1,0968	0,9676	1,0000	
13	CHALHUAPUQUIO	1,1804	1,2304	1,2157	1,0487	1,0103	1,0467	0,7867	0,8314	1,0145	0,9547	1,0196	0,9379	1,0000	
14	CHICAMA	0,9891	0,9536	1,0369	1,0347	1,0520	1,0477	0,9368	0,9915	1,0553	1,0166	1,0421	0,7493	1,0000	
15	CHILCA	0,6041	0,5736	0,7824	1,0624	1,5470	1,6110	1,3032	1,4238	1,5046	1,2451	1,1887	0,6261	1,0000	
16	CHULLQUI	1,0428	1,0728	1,0509	1,0163	1,0500	0,9407	0,9832	0,9316	0,9915	0,9207	1,2832	0,8829	1,0000	
17	CHULUCANAS	1,0210	1,0629	1,1565	1,1355	1,0650	1,0374	0,9771	0,9150	0,9843	0,9479	0,9145	0,7502	1,0000	
18	CIUDAD DE DIOS	0,9338	0,9146	1,1930	1,0736	1,0024	1,0271	0,9071	0,9185	1,0902	0,8660	1,0664	0,6549	1,0000	
19	CORCONA	1,1416	1,1681	1,2623	1,0206	0,9748	1,0336	0,7786	0,8795	1,0065	0,9892	1,1933	0,8888	1,0000	
20	CRUCE BAYOVAR	0,9033	0,8846	1,0933	1,0974	1,1592	1,1950	0,8640	0,9864	1,1644	0,9986	1,0861	0,6673	1,0000	
21	CUCULI	0,9988	1,0350	1,1242	1,1174	1,1070	0,9545	0,9574	0,9186	0,9449	0,9671	0,9672	1,0218	1,0000	
22	DESVIO OLMOS	0,9736	1,0105	1,1312	1,1600	1,1451	1,0896	0,9427	0,8716	0,9919	0,9562	1,0093	0,7176	1,0000	
23	DESVIO TALARA	0,8889	0,8761	1,0496	1,0840	1,1438	1,1754	0,9465	0,9935	1,1153	1,0280	1,0362	0,8201	1,0000	
24	EL FISCAL	0,8940	0,8401	1,0559	1,0613	1,0717	1,1269	1,0109	0,9938	1,0838	1,0772	1,0791	0,8290	1,0000	
25	EL PARAISO	0,9205	0,9105	1,0517	0,9857	1,1149	1,1469	0,9012	0,9733	1,1060	1,0310	1,0929	0,7531	1,0000	
26	FORTALEZA	0,9181	0,8373	1,0150	1,0162	1,1492	1,1835	0,8765	1,0108	1,1687	1,0754	1,1540	0,6525	1,0000	
27	HUACRAPUQUIO	0,8954	0,9256	0,8519	0,7865	1,1504	0,9951	0,8705	0,9487	0,9945	0,9710	1,1529	0,8270	1,0000	
28	HUARMEY	0,9035	0,9244	1,1291	1,1310	1,2668	1,1960	0,8634	0,9658	1,1330	1,0542	1,1438	0,6719	1,0000	
29	ICA	0,8952	0,8816	1,0171	1,0174	1,1066	1,1329	0,9323	0,9830	1,0531	0,9755	1,1795	0,8886	1,0000	
30	ILAVE	1,0094	0,9590	0,9766	1,0121	1,1366	1,1846	0,9693	0,7789	1,0459	1,0628	1,1372	0,9867	1,0000	
31	ILO	0,8298	0,8229	1,0127	1,0787	1,0722	1,1206	1,1008	1,0550	0,9804	1,0440	1,0342	0,8332	1,0000	
32	JAHUAY - CHINCHA	0,8933	0,8732	1,0316	0,9075	1,1200	1,1826	0,9369	0,9922	1,1421	1,0329	1,0528	0,4477	1,0000	

33	LOMA LARGA BAJA	1,0542	1,2728	1,3705	1,2397	1,1376	1,0325	0,8263	0,9065	0,9251	0,8919	0,8810	0,7535	1,0000
34	LUNAHUANA	1,0078	1,0300	1,0448	0,9515	1,0102	1,1445	0,8265	0,9416	1,1121	0,9751	1,0782	1,0732	1,0000
35	MACUSANI	1,0451	1,0018	1,0480	1,0861	1,1085	1,1300	0,9928	0,9432	1,0228	0,9617	1,0240	0,7588	1,0000
36	MARCONA	0,9662	0,8961	0,9852	1,0088	1,0983	1,0530	1,0341	1,0196	1,0333	1,0271	1,0027	0,7889	1,0000
37	MATARANI	0,4710	0,3895	0,9813	1,5079	1,7155	1,6697	1,6168	1,5740	1,5939	1,4242	1,3091	0,7821	1,0000
38	MENOCUCHO	0,9317	1,0027	1,0511	1,0791	1,0349	1,0573	0,9502	0,9064	1,0854	0,8523	0,7838	0,5208	1,0000
39	MOCCE	1,0278	0,9771	1,0470	1,0650	1,0408	0,9962	0,9898	0,9054	1,0213	1,0118	1,0013	0,6605	1,0000
40	MONTALVO	0,9048	0,8791	1,0475	1,0354	1,0354	1,1059	1,0488	1,0071	1,0540	1,0687	1,0353	0,8310	1,0000
41	MORROPE	0,9513	0,9141	1,0811	1,1244	1,1424	1,1751	0,8926	0,9687	1,0920	0,9715	1,0545	0,6746	1,0000
42	MOYOBAMBA	1,0850	1,0698	1,0813	1,0651	1,0168	0,9738	0,9435	0,9373	0,9761	0,9702	0,9891	0,8038	1,0000
43	NAZCA	0,9661	0,9054	1,0447	1,0579	1,0734	1,0837	0,9221	0,9299	1,0191	1,0129	1,0678	1,0237	1,0000
44	PACANGUILLA	0,9367	0,9280	1,0694	1,0717	1,1095	1,1596	0,9319	0,9569	1,1054	1,0141	1,0390	0,6863	1,0000
45	PACRA	1,0292	1,0010	1,0522	0,9639	1,1074	1,0791	0,8941	0,9429	1,0130	0,9989	1,0593	0,9694	1,0000
46	PAITA	0,8338	0,8399	0,9955	1,0884	1,1366	1,1292	1,0983	1,0805	1,0034	1,0469	1,0315	0,7241	1,0000
47	PAMPA CUELLAR	1,0470	0,8406	1,0891	1,0786	1,1541	1,1507	0,9423	0,7893	1,0577	1,0224	1,0477	0,8316	1,0000
48	PAMPA GALERA	0,9682	1,0250	1,1275	1,1108	1,0497	1,0842	0,8216	0,7799	1,0466	1,0741	1,1328	0,8288	1,0000
49	PAMPAMARCA	0,9676	0,9879	1,0838	1,0298	1,1090	1,0882	0,8872	0,9048	0,8396	0,9118	0,9069	0,8363	1,0000
50	PATAHUASI	1,0587	0,9424	1,1593	1,0874	1,1075	1,1136	0,9016	0,7985	1,0365	0,9748	1,0193	0,8250	1,0000
51	PEDRO RUIZ	0,9743	1,0357	1,1043	1,1210	1,1162	1,0422	0,9404	0,9088	0,9643	0,9746	1,0028	0,7673	1,0000
52	PICHIRHUA	1,0429	1,1004	1,1389	1,0572	1,0324	1,0052	0,9096	0,8779	0,9784	0,9987	1,0072	0,7769	1,0000
53	PIURA SULLANA	1,1032	1,0808	1,1780	1,0977	1,0536	1,0475	0,9646	0,9472	0,9953	0,9479	0,9443	0,7354	1,0000
54	PLANCHON	1,0522	1,0822	1,0719	1,0640	1,0586	1,0147	0,9340	0,9113	0,9516	0,9578	1,0475	0,7584	1,0000
55	POMAHUACA	0,9923	0,9975	1,1424	1,1909	1,1430	1,0907	0,9262	0,8476	0,9921	0,9880	1,0076	0,7033	1,0000
56	PONGO	1,0334	1,0848	1,0606	1,0886	1,0567	1,0028	0,9826	0,9141	0,9728	0,9669	0,9699	0,8065	1,0000
57	POZO REDONDO	0,9235	0,8502	1,0219	1,0682	1,1022	1,0689	1,0385	1,0403	1,1089	1,0396	1,0052	0,8472	1,0000
58	PUNTA PERDIDA	0,9849	0,8010	1,1299	1,2158	1,4581	1,4051	0,8099	0,5874	1,1694	1,0552	1,2693	1,0738	1,0000
59	QUIULLA	1,1371	1,1635	1,2501	1,0385	1,0168	1,0572	0,8120	0,8670	0,9850	0,9894	1,1196	0,8197	1,0000
60	RUMICHACA	1,0728	0,9436	1,0297	0,8578	1,2202	1,1942	0,8757	0,8975	1,0348	1,0713	1,1703	0,9911	1,0000
61	SAN ANTON								1,1261	1,0559	0,9635	1,0337	0,8809	1,0000
62	SAN GABAN	1,0500	0,9816	1,0785	1,0904	1,1222	1,0984	0,9730	0,9088	0,9405	0,9236	0,9675	0,8185	1,0000
63	SAN LORENZO	0,9766	1,0535	1,1195	1,1258	1,1044	1,0287	0,8775	0,9294	0,9572	0,9531	1,0553	0,7550	1,0000
64	SANTA LUCIA	1,0119	0,8481	1,1341	1,1083	1,1142	1,1636	0,9390	0,7603	1,0670	1,0127	1,0654	0,8428	1,0000
65	SAYLLA	1,0247	0,9848	1,1232	1,0935	1,0634	1,0650	0,9819	0,9125	0,9189	0,9852	0,9876	0,9300	1,0000
66	SERPENTIN DE PASAMAYO	1,0952	1,0572	1,0806	1,0634	1,0649	1,0634	0,9685	0,8150	1,0387	1,0592	1,0482	0,9383	1,0000
67	SICUYANI	1,0307	0,8251	1,0268	1,0855	1,1303	1,1529	0,9101	0,7631	1,0878	1,0585	1,1855	1,0308	1,0000
68	SOCOS	1,2201	0,9974	0,9997	0,8936	1,0904	1,0721	0,9417	0,9564	1,0115	1,0043	1,0295	0,9394	1,0000

69	TAMBOGRANDE	0,9319	0,9595	1,0447	1,1058	1,0969	1,0611	1,0462	1,0492	1,0252	0,8999	0,9612	0,8933	1,0000
70	TOMASIRI	0,9857	0,9170	1,0642	1,0853	1,1028	1,0928	1,0370	0,9984	0,9003	1,0377	1,0434	0,7758	1,0000
71	TUNAN	1,0782	1,0585	1,1034	1,0103	1,0405	1,0399	0,8655	0,8521	0,9794	0,9803	1,1159	0,9908	1,0000
72	UNION PROGRESO	1,0447	1,0363	1,0948	1,0397	1,0254	1,0172	0,9599	0,9337	0,9674	1,0156	1,0481	0,7614	1,0000
73	UTCUBAMBA	1,2615	1,0304	1,0861	1,0957	1,0591	1,0235	0,9403	0,8986	0,9387	0,9666	0,9829	0,7404	1,0000
74	VARIANTE DE PASAMAYO	0,9446	0,9314	1,0413	0,9953	1,0835	1,1120	0,9454	0,9962	1,0777	0,9899	1,0378	0,7725	1,0000
75	VARIANTE DE UCHUMAYO	0,7271	0,6706	1,0249	1,1471	1,1965	1,1952	1,1283	1,0842	1,1307	1,1457	1,1340	0,8249	1,0000
76	VESIQUE	0,8541	0,8934	1,0456	1,0853	1,1403	1,1558	1,0155	1,0827	1,1187	1,0027	1,0222	0,6992	1,0000
77	VIRU	1,0216	0,9810	1,0936	1,0639	1,1199	1,1221	0,9508	1,0231	1,0946	0,9628	0,9888	0,6731	1,0000
78	YAUCA	0,8963	0,8050	1,0503	1,0220	1,1199	1,1231	0,9580	0,9940	1,0611	1,0581	1,1286	0,9101	1,0000

Anexo 09. Factores de corrección de vehículos pesados por unidad de peaje - Promedio (2010-2016)

Código	Peaje	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
		Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados
		FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC
1	AGUAS CALIENTES	1,0234	0,9771	1,0540	1,0631	1,0703	1,1254	0,9831	0,9574	0,9655	0,9434	0,9429	0,9922	1,0000
2	AGUAS CLARAS	1,0497	1,0164	0,9941	1,0038	0,9878	0,9823	0,9940	0,9597	0,9819	1,0086	1,0042	0,8920	1,0000
3	AMBO	0,7967	0,7869	0,8193	0,7762	0,7945	0,7905	0,7890	1,0495	1,0086	0,9572	0,9482	0,9447	1,0000
4	ATICO	1,0402	0,9961	1,0326	1,0478	1,0392	1,0365	1,0288	0,9862	0,9828	0,9573	0,9313	0,9458	1,0000
5	AYAVIRI	1,0377	1,0057	1,0835	1,0533	1,0511	1,0319	0,9884	0,9505	0,9335	0,9456	0,9485	0,9933	1,0000
6	CAMANA	0,9370	0,8802	1,0410	1,0753	1,0804	1,0953	1,0782	1,0099	1,0099	0,9947	0,9786	0,8325	1,0000
7	CANCAS	1,0490	0,9888	1,0151	1,0452	1,0584	1,0381	1,0041	0,9824	1,0019	0,9551	0,9433	0,9563	1,0000
8	CARACOTO	1,0489	1,0165	1,0879	1,0415	1,0743	1,0541	0,9982	0,9041	0,9575	0,9453	0,9765	0,8133	1,0000
9	CASARACRA	1,1123	1,0819	1,1121	0,9769	0,9865	0,9782	0,9872	0,9697	0,9731	0,9521	1,0674	0,9416	1,0000
10	CATAC	1,0538	1,0807	1,1606	1,0756	1,0119	0,9642	0,9591	0,9372	0,9719	0,9644	0,9958	0,9684	1,0000
11	CCASACANCHA	1,0985	1,0820	1,0974	1,0774	1,0216	0,9848	0,9688	0,9568	0,9552	0,9509	0,9198	0,7875	1,0000
12	CHACAPAMPA	1,1253	0,9872	0,9856	1,0061	1,0477	1,0441	1,0496	0,9939	0,9340	0,9269	0,9523	1,0257	1,0000
13	CHALHUAPUQUIO	1,0741	1,0868	1,0814	1,0640	1,0533	0,9822	0,9411	0,9321	0,9569	0,9455	0,9498	0,9948	1,0000
14	CHICAMA	0,9742	0,9585	1,0327	1,0799	1,0586	1,0428	1,0427	0,9889	0,9895	0,9814	0,9459	0,7964	1,0000
15	CHILCA	0,9471	0,9731	1,0202	1,0429	1,0652	1,0551	1,0341	0,9979	0,9991	0,9830	0,9674	0,8073	1,0000
16	CHULLQUI	0,9571	0,9658	1,0534	1,0776	1,0809	1,0402	1,0171	0,9865	0,9731	0,9169	1,2400	0,9257	1,0000
17	CHULUCANAS	1,0042	0,9705	1,1344	1,1580	1,0939	1,0464	1,0225	0,9536	0,9603	0,9195	0,8980	0,7996	1,0000
18	CIUDAD DE DIOS	0,9412	0,9568	1,1245	1,0109	0,9763	1,0522	1,0638	1,0509	1,0687	0,8375	0,8101	0,6639	1,0000
19	CORCONA	1,1221	1,0894	1,1031	0,9536	0,9648	0,9756	0,9759	0,9653	0,9769	0,9739	1,0900	0,9561	1,0000
20	CRUCE BAYOVAR	0,9925	0,9617	1,0163	1,0654	1,0473	1,0635	1,0368	0,9979	1,0155	0,9779	0,9314	0,7892	1,0000
21	CUCULI	0,9544	1,0489	1,1882	1,1610	1,0781	0,9789	0,9835	0,9222	0,9034	0,9413	0,9400	1,0895	1,0000

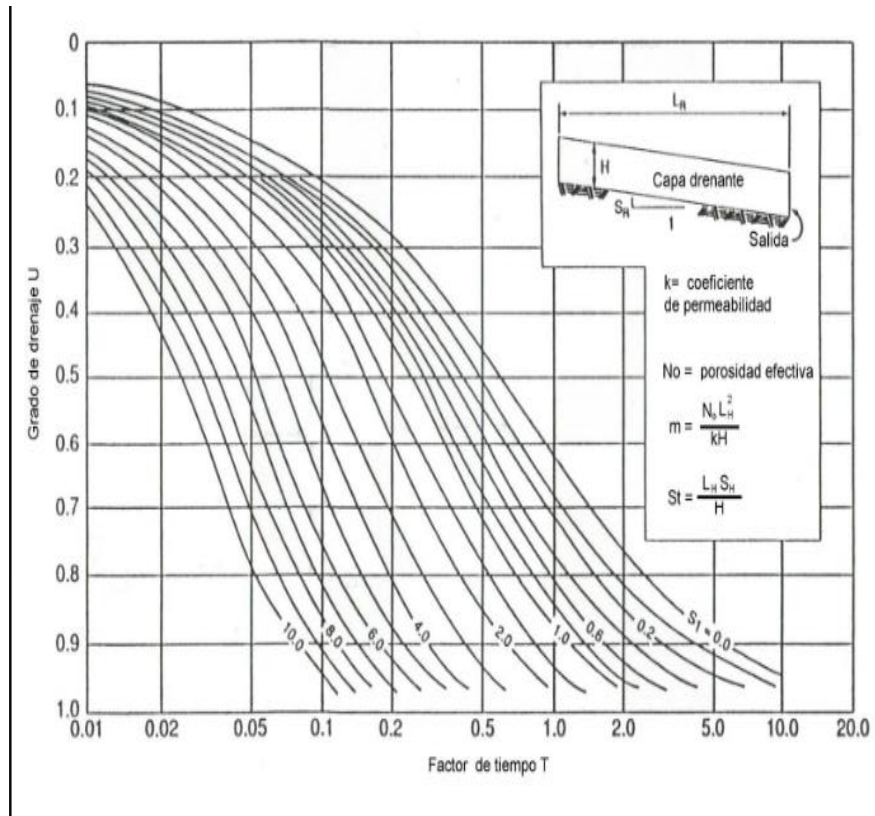
22	DESIVIO OLMOS	1,0670	1,0554	1,0607	1,0567	1,0520	1,0192	0,9857	0,9187	0,9394	0,9597	0,9510	0,8440	1,0000
23	DESIVIO TALARÁ	1,0234	0,9763	1,0148	1,0405	1,0343	1,0196	1,0096	0,9862	1,0060	0,9840	0,9643	0,9566	1,0000
24	EL FISCAL	0,9793	0,9154	1,0173	1,0391	1,0246	1,1024	1,0633	1,0320	1,0256	0,9910	0,9728	0,8304	1,0000
25	EL PARAISO	1,0139	0,9909	1,0354	1,0501	1,0370	1,0203	1,0117	0,9785	0,9958	0,9754	0,9592	0,8049	1,0000
26	FORTALEZA	1,0095	0,9646	1,0035	1,0378	1,0432	1,0527	1,0371	0,9852	0,9989	0,9807	0,9610	0,7830	1,0000
27	HUACRAPUQUIO	0,8680	0,9011	0,8423	0,7848	1,1603	1,0254	0,9226	0,9778	0,9218	0,9085	1,1194	0,9334	1,0000
28	HUARMEY	1,0626	1,0429	1,1171	1,1586	1,1478	1,0300	0,9937	0,9497	0,9638	0,9479	0,9288	0,7750	1,0000
29	ICA	0,9862	0,9844	1,0316	1,0471	1,0536	1,0587	1,0384	0,9804	0,9489	0,9352	1,0246	0,8853	1,0000
30	ILAVE	1,0287	0,9435	0,9580	1,0108	1,0332	1,0505	1,0763	0,8865	1,0774	1,0686	1,1077	1,0765	1,0000
31	ILO	1,0669	1,0457	1,0755	0,9887	1,0028	1,0483	1,0198	1,0030	0,9598	0,9650	0,9476	0,8449	1,0000
32	JAHUAY - CHINCHA	1,0249	0,9973	1,0339	1,0479	1,0542	1,0382	1,0310	0,9626	0,9677	0,9563	0,9390	0,4681	1,0000
33	LOMA LARGA BAJA	0,9984	1,0881	1,2082	1,2064	1,1264	1,0819	0,9625	0,9904	0,9475	0,9315	0,9058	0,7844	1,0000
34	LUNAHUANA	1,1157	1,0802	1,0493	1,0496	0,9891	1,0416	0,9823	0,9305	0,9768	0,9344	0,9505	1,0360	1,0000
35	MACUSANI	1,0472	1,0557	1,0808	1,0272	1,1020	1,0260	1,2521	0,9430	0,9199	0,9216	0,9320	0,8424	1,0000
36	MARCONA	1,0211	0,9817	0,9389	1,0037	1,1061	1,0323	1,0444	1,0595	1,0602	0,9693	0,9652	0,8165	1,0000
37	MATARANI	0,9769	0,8851	1,0520	1,0660	1,0756	1,0200	1,0076	1,0345	0,9879	0,9887	0,9761	0,8394	1,0000
38	MENOCUCHO	1,0902	1,0710	1,1233	1,0356	0,9978	0,9628	0,9467	0,9518	1,0001	0,8032	0,7510	0,6242	1,0000
39	MOCCE	0,9589	0,9880	1,0560	1,1377	1,0767	0,9655	1,0381	0,9850	0,9950	0,9641	0,9495	0,6739	1,0000
40	MONTALVO	0,9749	0,9489	1,0168	1,0360	1,0138	1,0964	1,0793	1,0412	1,0186	0,9900	0,9696	0,8286	1,0000
41	MORROPE	0,9853	0,9582	1,0108	1,0690	1,0412	1,0481	1,0383	1,0113	1,0140	0,9789	0,9444	0,7873	1,0000
42	MOYOBAMBA	1,0394	1,0126	1,0017	1,0501	1,0243	0,9980	0,9971	0,9593	0,9650	0,9824	0,9764	0,8706	1,0000
43	NAZCA	1,0512	1,0102	1,0291	1,0329	1,0337	1,0279	0,9978	0,9794	0,9595	0,9575	0,9266	1,0810	1,0000
44	PACANGUILLA	0,9774	0,9487	1,0090	1,0641	1,0495	1,0596	1,0523	0,9901	0,9939	0,9811	0,9523	0,8040	1,0000
45	PACRA	1,0868	1,0277	1,0319	1,0367	1,0279	0,9996	0,9696	0,9510	0,9694	0,9504	0,9933	1,0005	1,0000
46	PAITA	1,0781	1,0144	1,0791	1,1787	1,1043	1,0823	1,1406	1,0573	0,9480	0,9039	0,8388	0,7955	1,0000
47	PAMPA CUELLAR	1,1278	1,1060	1,0743	1,0196	1,1381	1,0914	0,9853	0,9499	0,9494	0,8790	0,8946	0,8184	1,0000
48	PAMPA GALERA	1,0903	1,0946	1,0837	1,0554	1,0345	1,0078	0,9802	0,9332	0,9554	0,9417	0,9377	0,8104	1,0000
49	PAMPAMARCA	1,0692	1,0541	1,0691	1,0606	1,0664	1,0201	0,9938	0,9473	0,7723	0,7828	0,7751	0,8073	1,0000
50	PATAHUASI	1,0842	1,0620	1,0935	1,0743	1,0716	1,0642	1,0134	0,9309	0,9448	0,8982	0,9068	0,7907	1,0000
51	PEDRO RUIZ	1,0395	1,0270	1,0141	1,0435	1,0091	0,9897	1,0051	0,9512	0,9635	0,9802	0,9788	0,8808	1,0000
52	PICHIRHUA	1,0749	1,0717	1,0921	1,0739	1,0482	1,0267	0,9978	0,9372	0,9326	0,9460	0,9215	0,7813	1,0000
53	PIURA SULLANA	1,0777	1,0635	1,1221	1,0607	1,0386	1,0120	1,0199	0,9693	0,9893	0,9711	0,9363	0,7840	1,0000
54	PLANCHON	1,3438	1,2774	1,1203	1,2187	1,0792	1,0400	0,9561	0,8949	0,8533	0,8878	0,9470	0,7937	1,0000
55	POMAHUACA	1,0921	1,0391	1,0626	1,0829	1,0577	1,0278	0,9851	0,9081	0,9596	0,9608	0,9436	0,8043	1,0000
56	PONGO	1,1352	1,0876	1,0772	1,0246	0,9968	0,9762	0,9396	0,9093	0,9267	0,9780	0,9737	0,9432	1,0000
57	POZO REDONDO	1,0265	0,9947	1,0212	1,0323	1,0463	1,0444	0,9966	0,9978	1,0416	1,0080	0,9479	0,8953	1,0000
58	PUNTA PERDIDA	1,1241	1,1208	1,0721	1,0308	1,3098	1,1524	0,9881	0,9410	0,9228	0,8658	0,9105	0,9502	1,0000
59	QUIJULLA	1,1612	1,0951	1,0804	0,9231	0,9335	0,9738	0,9523	0,9509	0,9766	0,9979	1,1258	0,9767	1,0000
60	RUMICHACA	1,0818	1,0268	1,0299	1,0168	1,0400	0,9999	0,9651	0,9211	0,9717	0,9617	1,0142	1,0086	1,0000
61	SAN ANTON								1,0513	1,0045	0,9507	1,0325	0,9682	1,0000
62	SAN GABAN	1,0987	1,0538	1,1783	1,1125	1,1375	1,0887	1,2293	0,8892	0,8511	0,8426	0,9370	0,8556	1,0000
63	SAN LORENZO	1,4046	1,3695	1,3441	1,2260	1,1596	1,0369	0,9617	0,9140	0,8716	0,8117	0,8314	0,7406	1,0000
64	SANTA LUCIA	1,0470	1,0248	1,0863	1,0801	1,0723	1,0987	1,0265	0,9249	0,9396	0,9085	0,9206	0,7987	1,0000
65	SAYLLA	1,0655	1,0234	1,0782	1,0621	1,0384	1,0339	0,9836	0,9496	0,9489	0,9527	0,9402	0,9677	1,0000
66	SERPENTIN DE PASAMAYO	1,0230	1,0047	1,0391	1,0460	1,0344	1,0180	1,0079	0,9814	0,9903	0,9671	0,9547	0,8073	1,0000

67	SICUYANI	1,1224	1,0194	1,0416	1,0932	1,1379	1,1370	1,0892	1,0167	1,0202	0,9074	0,9111	0,9537	1,0000
68	SOCOS	1,0895	1,0107	1,0057	1,0133	1,0501	0,9948	0,9791	0,9551	0,9911	0,9563	1,0190	0,9775	1,0000
69	TAMBOGRANDE	0,5981	0,7330	1,1320	1,4600	1,4249	1,2833	1,3179	1,3397	1,1955	1,0221	0,9193	0,7364	1,0000
70	TOMASIRI	0,9707	0,9200	1,0234	1,0693	1,0587	1,0722	1,0633	1,0043	0,9636	0,9993	0,9996	0,8396	1,0000
71	TUNAN	1,0667	1,0665	1,0946	1,0642	0,9824	0,9383	0,9359	0,9286	0,9760	0,9695	1,0221	1,0081	1,0000
72	UNION PROGRESO	1,1490	1,1263	1,0698	1,0555	1,0314	1,0245	0,9767	0,9104	0,9079	0,9712	0,9732	0,7871	1,0000
73	UTCUBAMBA	1,1972	1,0385	1,0281	1,0362	1,0103	0,9780	0,9674	0,9217	0,9488	0,9731	0,9745	0,8352	1,0000
74	VARIANTE DE PASAMAYO	0,9887	0,9310	0,9776	1,0407	1,0175	0,9947	1,0313	1,0007	1,0627	1,0236	0,9889	0,8481	1,0000
75	VARIANTE DE UCHUMAYO	1,0098	0,9718	1,0488	1,0730	1,0687	1,0488	1,0203	0,9727	0,9680	0,9544	0,9535	0,8176	1,0000
76	VESIQUE	1,0350	0,9958	1,0528	1,0910	1,0936	1,0812	1,0585	1,0182	1,0308	0,9303	0,9137	0,7587	1,0000
77	VIRU	1,0480	1,0102	1,0629	1,0926	1,0942	1,0887	1,0686	1,0210	1,0220	0,9200	0,8925	0,7637	1,0000
78	YAUCA	1,0357	0,9909	1,0322	1,0391	1,0356	1,0435	1,0345	0,9875	0,9833	0,9602	0,9350	0,9457	1,0000

Anexo 10. Tasa de crecimiento de vehículos pesados.

Tasa de Crecimiento de Vehículos Pesados	
	PBI
Amazonas	3,42%
Ancash	1,05%
Apurímac	6,65%
Arequipa.	3,37%
Ayacucho	3,60%
Cajamarca.	1,29%
Cusco.	4,43%
Huancavelica.	2,33%
Huánuco.	3,85%
Ica.	3,54%
Junín.	3,90%
La Libertad	2,83%
Lambayeque.	3,45%
Callao	3,41%
Lima Provincia	3,07%
Lima.	3,69%
Loreto.	1,29%
Madre de Dios	1,98%
Moquegua	0,27%
Pasco.	0,36%
Piura.	3,23%
Puno.	3,21%
San Martín.	3,84%
Tacna.	2,88%
Tumbes.	2,60%
Ucayali	2,77%

Anexo 11. Abaco para factor de Tiempo



Anexo 12. Monograma para el cálculo de porosidad efectiva (N_e)

