

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO
RIGIDO, SEMIRRIGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO Y
FLEXIBLE PARA LAS CALLES DEL SECTOR VI C- EL MILAGRO
TRUJILLO- LA LIBERTAD**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: TRANSPORTES

AUTORES: Br. RAMÍREZ ROJAS WALTER DAVID

Br. ZAVALETA ALVARADO ROGER JUNIOR

ASESOR: Ing. BURGOS SARMIENTO TITO ALFREDO

TRUJILLO - PERÚ

2017

ACREDITACIONES

TÍTULO: “Estudio comparativo del diseño del pavimento rígido, Semirrígido con adoquines de concreto y Flexible para las calles del sector VI C- El Milagro- Trujillo- La Libertad”

AUTORES: Br. Ramírez Rojas Walter David.
Br. Zavaleta Alvarado Roger Junior

APROBADO POR:

Ing. Mamerto Rodríguez Ramos
PRESIDENTE
N° CIP 3689

Ing. Juan Paul Henríquez Ulloa
SECRETARIO
N° CIP 118101

Ing. Rolando Ochoa Zevallos
VOCAL
N° CIP 9133

Ing. Tito Alfredo Burgos Sarmiento
ASESOR
N° CIP 82596

PRESENTACIÓN

Señores Miembros del Jurado:

Dando cumplimiento y conforme a las normas establecidas en el Reglamento de Grados y Títulos y Reglamento de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada Antenor Orrego, para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, se pone a vuestra consideración el Informe del Trabajo de Investigación Titulado “**Estudio comparativo del diseño del pavimento Rígido, Semirrígido con adoquines de concreto y Flexible para las calles del sector VI C- El Milagro- Trujillo- La Libertad**”, con la convicción de alcanzar una justa evaluación y dictamen.

Atentamente,

Trujillo, 7 de Setiembre del 2017.

Br. Walter David Ramírez Rojas.

Br. Roger Junior Zavaleta Alvarado.

DEDICATORIA

A Dios, por haberme dado la vida y permitirme haber llegado hasta este momento tan importante en mi formación profesional.

A mis padres: Haydee Rojas y Walter Ramírez por su apoyo, consejos, comprensión y amor; gracias a sus enseñanzas de valores y principios que me ayudaron a formarme como una persona perseverante para conseguir mis objetivos y metas trazadas además de enseñarme a ver en cada obstáculo la oportunidad para superarme y dar lo mejor de mí.

A mis Hermanos Lenin Ramírez, Milagros Ramírez y Cristina Ramírez quienes ha sido de gran ayuda en mi vida ya que siempre he contado con su apoyo.

Br. Ramírez Rojas Walter David.

A Dios, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y permitirme haber llegado hasta este momento tan importante en mi formación profesional.

A mis padres: Nola Alvarado y Roger Zavaleta por su apoyo, consejos, comprensión y amor; gracias a sus enseñanzas de valores y principios que me ayudaron a formarme como una persona perseverante para conseguir mis objetivos y metas trazadas.

A mi Hermana, Shirley Zavaleta, por haber sido de gran ayuda en mi vida ya que siempre ha estado ahí para apoyarme.

A mi Pareja, Mercedes Pérez, por haber formado parte de mi vida y por apoyarme día a día en mi formación profesional.

Br. Roger Junior Zavaleta Alvarado.

AGRADECIMIENTOS

A:

DIOS:

A Dios por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

PADRES:

Por todo su apoyo en cada momento de nuestra vida y en especial en nuestra formación profesional, por su apoyo moral y económico que nos permitió alcanzar esta meta.

DOCENTES:

A nuestros docentes que con sus enseñanzas y conocimiento aportaron al desarrollo de mi formación profesional y personal.

ING. TITO ALFREDO BURGOS SARMIENTO:

A nuestro asesor el ing. Tito Alfredo Burgos Sarmiento por su valiosa asesoría, colaboración y aporte brindado en el presente trabajo de investigación.

RESUMEN

“ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO, SEMIRRIGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO Y FLEXIBLE PARA LAS CALLES DEL SECTOR VI C- EL MILAGRO- TRUJILLO- LA LIBERTAD”

Por: Br. RAMÍREZ ROJAS WALTER DAVID
Br. ZAVALA ALVARADO ROGER JUNIOR

La investigación realizada en el presente trabajo tiene por objetivo realizar un estudio comparativo del diseño del pavimento rígido, semirrígido con adoquines de concreto y flexible, para ello el presente trabajo de investigación consta de 7 capítulos:

En el primer capítulo, se ha comenzado con una introducción a la problemática encontrada en el desarrollo del proyecto, partiendo de lo macro a lo micro, de más a menos, enfocándonos con mayor énfasis en la realidad problemática del sector en estudio, exponiendo además el objetivo general, objetivos específicos del proyecto y la justificación del desarrollo del presente trabajo de investigación.

En el segundo capítulo, se realiza una descripción de los aportes encontrados en las pesquisas a razón de antecedentes y una definición de los conceptos relacionados al proyecto.

En el tercer capítulo, se hace un resumen de los materiales y métodos utilizados en el desarrollo del presente trabajo, así como los procedimientos para el diseño del sistema planteado, esto mediante el estudio del proceso, análisis de las características y diseño. También se diseñó tanto el pavimento flexible, como el pavimento rígido y semirrígido con adoquines de concreto con el Método AASHTO 93. Y se realizó el presupuesto, el análisis de costos unitario; luego se hizo el análisis económico entre los tres tipos de pavimento.

En el cuarto capítulo, se presenta respectivamente los resultados obtenidos del desarrollo del proyecto.

Finalmente, en el sexto y séptimo capítulo, se expone las conclusiones, recomendaciones a trabajos futuros y las referencias bibliográficas.

ABSTRACT

The research carried out in the present work has the objective of carrying out a comparative study of the rigid, Semi-rigid concrete pavers and flexible pavement, for this the research work consists of 7 chapters:

In the first chapter, we began with an introduction to the problems encountered in the development of the project, starting from the macro to the micro, from more to less, Focusing more on the problematic reality of the sector under study, Stating the general objective, specific objectives of the project and justification of the development of research work.

In the second chapter, a description of the contributions found in the investigations by reason of antecedents and a definition of the concepts related to the project is made

In the third chapter, a summary of the materials and methods used in the development of the work, as well as the procedures for the design of the system proposed, this through the study of the process, analysis of the characteristics and design. Both the flexible pavement and the rigid and semi-rigid pavement with concrete pavers were designed with the AASHTO Method 93. In addition, the budget was carried out, the unit cost analysis; Then the economic analysis was done between the three types of pavement.

In the fourth chapter, the results obtained from the development of the project are presented respectively.

Finally, in the sixth and seventh chapter, the conclusions are presented, future work and bibliographical references are recommended.

ÍNDICE

PRESENTACIÓN	I
DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS	III
RESUMEN	IV
ABSTRACT	V
ÍNDICE.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	VIII
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	IX
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.2. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	4
1.4. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS	4
1.5. OBJETIVOS DE ESTUDIO.....	4
1.5.1. Objetivo General	4
1.5.2. Objetivos Específicos.....	5
1.6. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	5
2. MARCO TEÓRICO	7
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	8
2.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	9
2.3. DEFINICIONES	20
3. MATERIAL Y MÉTODOS	22
3.1. MATERIAL	23
3.1.1. Población.....	23
3.1.2. Muestra	23
3.1.3. Unidad de Análisis.....	23
3.2. METODOLOGÍA	23
3.2.1. Tipo de Investigación	23
3.2.2. Diseño de Investigación.....	23
3.2.3. Variables de Estudio y Operacionalización	24
3.2.4. Instrumentos de recolección de datos	25
3.2.5. Procedimientos y análisis de datos	25
3.2.6. Técnicas de análisis de datos	25
3.2.7. Procedimientos	27
3.2.7.1. ESTUDIO DE TRÁFICO	27
3.2.7.1.1. Situación Actual	27
3.2.7.1.2. Metodología - Trabajo de Campo.....	28
3.2.7.1.3. Metodología- Trabajo de Gabinete	29
3.2.7.2. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS	39
3.2.7.2.1. Exploración de Campo	40
3.2.7.2.2. Ensayos en Laboratorio.....	41
3.2.7.3. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	43
3.2.7.3.1. Trabajo en Campo	43
3.2.7.3.2. Trabajo en Gabinete	44
3.2.7.4. PERFIL ESTRATIGRÁFICO	45
3.2.7.5. DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE -MÉTODO AASHTO 93	45

3.2.7.5.1.	Número de Repeticiones de EE de 8.2 ton (W18)	47
3.2.7.5.2.	Módulo de Resiliencia (MR)	47
3.2.7.5.3.	Nivel de Confiabilidad (%R)	47
3.2.7.5.4.	Coefficiente Estadístico de Desviación Estándar Normal (Zr)	48
3.2.7.5.5.	Desviación Estándar Combinada (So)	49
3.2.7.5.6.	Índice de Serviciabilidad (Δ PSI)	50
3.2.7.5.7.	Cálculo del Número Estructural (SN)	51
3.2.7.5.8.	Coefficientes Estructurales de las Capas de Pavimentación	52
3.2.7.5.9.	Coefficientes de Drenaje	54
3.2.7.5.10.	Cálculo de los Espesores	54
3.2.7.6.	DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO- MÉTODO AASHTO 93	57
3.2.7.6.1.	Módulo de Reacción del Terreno (Kc).....	59
3.2.7.6.2.	Módulo Elástico del Concreto (Ec)	60
3.2.7.6.3.	Módulo de Rotura del Concreto (S'c).....	60
3.2.7.6.4.	Coefficiente de Transferencia de Carga (J).....	61
3.2.7.6.5.	Coefficiente de Drenaje (Cd)	62
3.2.7.6.6.	Perdida de Serviciabilidad (Δ PSI)	62
3.2.7.6.7.	Confiabilidad (%R) y Coeficiente Estadístico de Desviación Estándar Normal (Zr)	63
3.2.7.6.8.	Desviación Estándar Total (So).....	64
3.2.7.6.9.	Número de Repeticiones de EE de 8.2 ton (W18)	64
3.2.7.6.10.	Cálculo del Espesor de la Losa de Diseño, D(plgs)	64
3.2.7.7.	DISEÑO DE PAVIMENTO SEMIRRÍGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO	68
3.2.7.7.1.	Espesores.....	68
3.2.7.8.	ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	69
3.2.7.8.1.	PAVIMENTO FLEXIBLE	69
3.2.7.8.2.	PAVIMENTO RÍGIDO	72
3.2.7.8.3.	PAVIMENTO SEMIRRÍGIDO	75
3.2.7.9.	PRESUPUESTO	77
3.2.7.9.1.	PRESUPUESTO PAVIMENTO FLEXIBLE	77
3.2.7.9.2.	PAVIMENTO RÍGIDO	78
3.2.7.9.3.	PAVIMENTO SEMIRRÍGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO	80
4.	RESULTADOS	81
5.	CONCLUSIONES	84
6.	RECOMENDACIONES	86
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87
	ANEXOS	88

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 1: DEFINICIÓN OPERACIONAL	24
TABLA N° 2: TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE DATOS	26
TABLA N° 3: CONTEO DE VEHÍCULOS	29
TABLA N° 4: CÁLCULO DEL ÍNDICE MEDIO DIARIO SEMANAL	30
TABLA N° 5: CÁLCULO DEL ÍNDICE MEDIO DIARIO ANUAL	30
TABLA N° 6: FACTORES DE CRECIMIENTO ACUMULADO (FCA)	31
TABLA N° 7: FACTORES DE DISTRIBUCIÓN DIRECCIONAL Y DE CARRIL PARA DETERMINAR EL TRANSITO EN EL CARRIL DE DISEÑO	32
TABLA N° 8: CONFIGURACIÓN DE EJES.....	33
TABLA N° 9: RELACIÓN DE CARGAS POR EJE PARA DETERMINAR EJES EQUIVALENTES (EE) PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SEMIRRÍGIDOS	34
TABLA N° 10: RELACIÓN DE CARGAS POR EJE PARA DETERMINAR EJES EQUIVALENTES (EE) PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS	34
TABLA N° 11: FACTOR CAMIÓN C2 Y C3 PARA PAVIMENTOS.....	35
TABLA N° 12: FACTOR DE AJUSTE POR PRESIÓN DE NEUMÁTICOS (FP)	36
TABLA N° 13: EE DÍA-CARRIL PARA PAVIMENTO FLEXIBLE Y SEMIRRÍGIDO.....	37
TABLA N° 14: EE DÍA-CARRIL PARA PAVIMENTO RÍGIDO	37
TABLA N° 15: NÚMERO DE REPETICIONES DE E.E DE 8.2 TN PARA PAVIMENTO FLEXIBLE Y SEMIRRÍGIDO	38
TABLA N° 16: NÚMERO DE REPETICIONES DE E.E DE 8.2 TN PARA PAVIMENTO RÍGIDO	38
TABLA N° 17: TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE.....	38
TABLA N° 18: NÚMERO DE CALICATAS PARA EXPLORACIÓN DE SUELOS	39
TABLA N° 19: EXPLORACIÓN DE CAMPO	40
TABLA N° 20: CONTENIDO DE HUMEDAD.....	41
TABLA N° 21 : ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO.....	41
TABLA N° 22: GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS	42
TABLA N° 23: PROCTOR MODIFICADO.....	42
TABLA N° 24: CBR.....	43
TABLA N° 25: PERFIL ESTRATIGRÁFICO	45
TABLA N° 26: NIVEL DE CONFIABILIDAD , SEGÚN AASHTO.....	47
TABLA N° 27: VALORES RECOMENDADOS DE NIVEL DE CONFIABILIDAD PARA UNA SOLA ETAPA DE DISEÑO (10 O 20 AÑOS) SEGÚN RANGO DE TRÁFICO	48
TABLA N° 28: COEFICIENTE ESTADÍSTICO DE LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL PARA UNA SOLA ETAPA DE DISEÑO (10 O 20 AÑOS) SEGÚN RANGO DE TRÁFICO.....	49
TABLA N° 29: DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (Δ PSI), SEGÚN EL RANGO DE TRÁFICO.....	50
TABLA N° 30: COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE LAS CAPAS DE PAVIMENTACIÓN.....	53
TABLA N° 31: COEFICIENTES DE DRENAJE PARA BASES Y SUBBASE.....	54
TABLA N° 32: VALORES RECOMENDADOS ESPESORES MÍNIMOS DE CAPA SUPERFICIAL Y BASE GRANULAR	55
TABLA N° 33: CORRELACIÓN CBR Y MÓDULO DE REACCIÓN DE LA SUB RASANTE	59
TABLA N° 34: MÓDULO DE ELASTICIDAD (EC).....	60
TABLA N° 35: VALORES RECOMENDADOS DE RESISTENCIA DEL CONCRETO	60
TABLA N° 36: MÓDULO DE ROTURA DEL C° (S'C)	61
TABLA N° 37: COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE CARGA (J).....	61
TABLA N° 38: COEFICIENTES DE DRENAJE DE LAS CAPAS GRANULARES	62
TABLA N° 39: DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (Δ PSI), SEGÚN EL RANGO DE TRÁFICO.....	63
TABLA N° 40: ESPESORES MÍNIMOS DE ADOQUINES DE CONCRETO Y CAMA DE ARENA.....	68
TABLA N° 41: PARÁMETROS DE DISEÑO PARA LOS DIFERENTES TIPOS DE PAVIMENTOS.....	82
TABLA N° 42: ESPESORES OBTENIDOS, PARA LOS DIFERENTES TIPOS DE PAVIMENTOS.....	82
TABLA N° 43: CUADRO COMPARATIVO TÉCNICO - ECONÓMICO	83

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO N° 1: DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
GRÁFICO N° 2: NÚMERO DE ENSAYOS DE CBR.....	11
GRÁFICO N° 3: SIGNOS CONVENCIONALES PARA PERFIL DE CALICATAS- CLASIFICACIÓN AASHTO	12
GRÁFICO N° 4: SIGNOS CONVENCIONALES PARA PERFIL DE CALICATAS – CLASIFICACIÓN SUCS	13
GRÁFICO N° 5: CATEGORÍA DE SUB RASANTE	17
GRÁFICO N° 6: CÁLCULO DE NÚMERO DE REPETICIONES DE EJE EQUIVALENTE DE 8.2 TN.....	27
GRÁFICO N° 7: UBICACIÓN GRÁFICA DE LA ZONA DE ESTUDIO Y LOS PUNTOS DE CONTROL.....	29
GRÁFICO N° 8: UBICACIÓN DE CALICATAS EN PLANO.....	40
GRÁFICO N° 9: CURVAS DE NIVEL.....	44
GRÁFICO N° 10: MONOGRAMA PARA PAVIMENTO FLEXIBLE.....	46
GRÁFICO N° 11: ECUACIÓN DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE.....	46
GRÁFICO N° 12: ECUACIÓN QUE RELACIONA AL NÚMERO ESTRUCTURAL CON LOS ESPESORES DE LA CAPA	46
GRÁFICO N° 13: CÁLCULO DEL SN, EN PROGRAMA.....	51
GRÁFICO N° 14: CÁLCULO DEL SN EN NOMOGRAMA PARA PAVIMENTO FLEXIBLE.....	52
GRÁFICO N° 15: SECCIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE	56
GRÁFICO N° 16: ECUACIÓN DE DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO	57
GRÁFICO N° 17: MONOGRAMA PARA PAVIMENTO RÍGIDO.....	57
GRÁFICO N° 18: CÁLCULO DEL ESPESOR DE LA LOSA DE C° EN NOMOGRAMA.....	65
GRÁFICO N° 19: SECCIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO	67
GRÁFICO N° 20: SECCIÓN DEL PAVIMENTO SEMIRRÍGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO.....	68
GRÁFICO N° 21: SECCIÓN TRANSVERSAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE.....	77
GRÁFICO N° 22: SECCIÓN TRANSVERSAL DE PAVIMENTO RÍGIDO.....	79
GRÁFICO N° 23: SECCIÓN TRANSVERSAL DE PAVIMENTO SEMIRRÍGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO	80

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del Problema

Las carreteras son el medio de transporte a través de la cual circula la economía de un país, siendo importantes para la distribución de mercancías y transporte de pasajeros que desean movilizarse hacia las diferentes partes dentro o fuera de una determinada región, para establecer comunicación entre municipios y departamentos lo que fortalece las relaciones y el desarrollo social, por esta razón las carreteras se deben construir bajo especificaciones técnicas que garanticen la durabilidad y funcionabilidad durante un periodo de vida.

Las carreteras pavimentadas se ven sometidos desde su puesta en servicio y a lo largo de toda su vida útil, a diversos procesos de deterioro y fallas. Sin embargo, a pesar de su gran importancia, el diseño y la construcción de calles 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. **(Burgos,2014,Pag 4).**

En el caso del Distrito de Huanchaco, se pudo observar diferentes sectores con problemas de infraestructura vial. Siendo el Centro Poblado “El Milagro” el mas perjudicado, este Centro Poblado ya tiene muchos años donde se ha podido observar el gran problema de la infraestructura vial. En las visitas al sector de estudio se encontraron problemas en sus calles ,estas no estaban pavimentadas lo cual genera problemas a conductores y la falta de veredas genera incomodidades en los pobladores ,también hay presencia de contaminación ambiental en la zona por la causa de la transitabilidad de vehículos en calles sin ser pavimentadas perjudicándose a los pobladores del sector VI C del Centro Poblado El Milagro. **(Fuente Propia: Atraves de un recorrido por la zona de estudio)**

1.2. Delimitación del Problema.

El proyecto se está delimitado geográficamente entre : Jr. Ciro Alegria por el norte, con el Jr. Jose Carlos Mariategui por el sur, con la Av. El Milagro por el este y con la Av. Industrial por el oeste, este sector delimitado permitirá realizar el estudio comparativo del diseño vial que servirá para el Diseño del pavimento del sector VI C del Centro Poblado “El Milagro”.

Gráfico N° 1: Delimitación del Problema



Fuente: Municipalidad Distrital de Huanchaco

❖ Características problemáticas

- No cuenta con infraestructura vial (pavimentación)
- No cuenta con accesos peatonales (veredas)
- No Cuentan con señalización horizontal y vertical
- Presencia de contaminación atmosférica

❖ **Análisis de características**

Se visitó el sector que se escogió para realizar el desarrollo del proyecto y se observó que no cuenta con sus vías de acceso pavimentadas, además de no contar con accesos peatonales (veredas).

Se observó que no había presencia de señalización vertical, la cual es de vital importancia ya que el sector de estudio cuenta con un centro educativo, posta médica, zonas recreacionales y zonas de comercio las cuales generan afluencia peatonal. Es por eso que las señalizaciones verticales cumplirían un rol importante en la prevención de accidentes de tránsito.

Al no contar con sus vías pavimentadas genera polvo ocasionando de esta manera contaminación atmosférica, que pueden generar enfermedades respiratorias para los pobladores de dicha zona.

1.3. Formulación del Problema

¿Cuál es el diseño del pavimento más recomendable para la construcción de la vía del sector delimitado por el Jr. Ciro Alegría, el Jr. José Carlos Mariátegui, la Av. el Milagro y la Av. Industrial del sector “VI C” del Centro Poblado El Milagro Distrito de Huanchaco – Trujillo?

1.4. Formulación de la Hipótesis

De acuerdo al estudio se determinará cual diseño de pavimento es el más recomendable para el diseño vial en el sector VI C- El Milagro -Trujillo- La Libertad.

1.5. Objetivos de Estudio

1.5.1. Objetivo General

Realizar el estudio comparativo del diseño del pavimento Rígido, Semirrígido con adoquines de concreto y Flexible para las calles del sector VI C-El Milagro-Trujillo- La Libertad.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Realizar el estudio de tráfico, estudio de mecánica de suelos con fines de pavimentación, levantamiento topográfico de la zona de estudio y determinar el perfil estratigráfico.
- Determinar parámetros de diseño para pavimentos rígido, semirrígidos y flexible además de definir recomendaciones que permitan inclinarse por una de los pavimentos al momento de iniciar el proyecto de pavimentación.
- Determinar los espesores de pavimentos tanto para rígido, semirrígidos y flexible.
- Determinar el Costo Unitario, para los diferentes tipos de pavimentos.
- Realizar el análisis comparativo Técnico – Económico entre los tipos de diseño de pavimentos, analizando las variables de diseño.

1.6. Justificación del Estudio

a) 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.

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.

Académica

Este proyecto se justifica académicamente porque nos permite aplicar conocimientos, procedimientos y metodologías aprendidas en el curso de pavimentos para así realizar el estudio de comparación de los pavimentos rígidos, semirrígidos y flexibles en cuestión de costos, procesos constructivos y mantenimiento.

Técnicamente

Se justifica técnicamente porque está orientado a la metodología AASHTO 93 para el diseño del pavimento.

Social

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 del Centro Poblado “El Milagro Sector VI C”.

b) Viabilidad de la Investigación

Se cuenta con los recursos humanos, financiero y de tiempo, como acceso a la información y conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera profesional que son necesarios para desarrollar la investigación de nuestro proyecto.

➤ Limitaciones del estudio

Una limitación es al realizar el estudio de tráfico ya que estos datos pueden variar dependiendo de la hora del día. y temporada que se tomarán los datos. Por ejemplo, en tiempos de estudios se encontrarán más tráfico de lo normal.

Cabe recalcar que dicho estudio se realizará en las horas de máxima demanda (horas punta). (**Fuente: Manual de carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos**)

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

Habiendo realizado una pesquisa bibliográfica a nivel nacional e internacional vía web, se encontró información relevante relacionada al tema de la investigación, de lo cual se destaca lo siguiente:

En una tesis investigada para el aporte al desarrollo de nuestro proyecto de tesis se propuso como objetivo elaborar un análisis comparativo para diseño de pavimentos flexibles mediante las alternativas IMT-PAVE, CR-ME y el método AASHTO 93. El estudio concluyó que la condición más crítica es deformación permanente, esto principalmente a las altas temperaturas, de acuerdo a la modelación por la alternativa CR-ME, en cuanto a la fatiga no presenta mucho problema, ya que las fallas que esperaríamos en nuestras carreteras, serán del tipo de formación permanente. **(García, A., Gutiérrez, F., Hernández, J. (2014)).**

Por otro lado, revisando los antecedentes nacionales se encontró una tesis donde se propuso 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 de diseño para el pavimento flexible y rígido. **(Kimiko, K., Arakaki, R. (2014)).**

Investigando los antecedentes locales se encontró un a tesis donde se recomendar el método de diseño de estructuras de pavimento rígido más idóneo ante diversas consideraciones (propiedades del concreto, tráfico, drenaje, tipo de vía).

El aporte principal al trabajo de investigación es en la metodología a utilizar ya que concluyen que el método de diseño que propone la PCA presenta limitantes respecto al método AASHTO 93. Lo anterior, en vista de que no considera, variables importantes que impactan en el desempeño de la estructura de pavimento, tales como el drenaje y la serviciabilidad. **(Lorenzo, J., (2016)).**

2.2. Fundamentación teórica de la investigación

2.2.1. Exploración de Suelos

AASHTO para la investigación y muestreo de suelos y rocas recomienda la aplicación de la norma T 86-90 que equivale a la ASTM D420-69. Para la exploración de suelos y rocas primero deberá efectuarse un reconocimiento del terreno y como resultado de ello un programa de exploración e investigación de campo a lo largo de la vía y en las zonas de préstamo, para de esta manera identificar los diferentes tipos de suelo que puedan presentarse.

El reconocimiento del terreno permitirá identificar los cortes naturales y/o artificiales, definir los principales estratos de suelos superficiales, delimitar las zonas en las cuales los suelos presentan características similares, asimismo identificar las zonas de riesgo o poco recomendables para emplazar el trazo de la vía.

El programa de exploración e investigación de campo incluirá la ejecución de calicatas o pozos exploratorios, cuyo espaciamiento dependerá fundamentalmente de las características de los materiales subyacentes en el trazo de la vía.

Generalmente están espaciadas entre 250 m y 2,000 m, pero pueden estar más próximas dependiendo de puntos singulares, como en los casos de:

- Cambio en la topografía de la zona en estudio; por la naturaleza de los suelos o cuando los suelos se presentan en forma errática o irregular.
- Delimitar las zonas en que se detecten suelos que se consideren pobres o inadecuados.
- Zonas que soportarán terraplenes o rellenos de altura mayor a 5.0m.
- Zonas donde la rasante se ubica muy próxima al terreno natural ($h < 0.6$ m).
- En zonas de corte, se ubicarán los puntos de cambio de corte a terraplén o de terraplén a corte, para conocer el material a nivel de subrasante.

De las calicatas o pozos exploratorios deberán obtenerse de cada estrato muestras representativas en número y cantidades suficientes de suelo o de roca, o de ambos, de cada material que sea importante para el diseño y la construcción. El tamaño y

tipo de la muestra requerida depende de los ensayos que se vayan a efectuar y del porcentaje de partículas gruesas en la muestra, y del equipo de ensayo a ser usado.

Con las muestras obtenidas en la forma descrita, se efectuarán ensayos en laboratorio y finalmente con los datos obtenidos se pasará a la fase de gabinete, para consignar en forma gráfica y escrita los resultados obtenidos, asimismo se determinará un perfil estratigráfico de los suelos (eje y bordes), debidamente acotado en un espesor no menor a 1.50 m, teniendo como nivel superior la línea de subrasante del diseño geométrico vial y debajo de ella, espesores y tipos de suelos del terraplén y los del terreno natural, con indicación de sus propiedades o características y los parámetros básicos para el diseño de pavimentos. Para obtener el perfil estratigráfico en zonas donde existirán cortes cerrados, se efectuarán métodos geofísicos de prospección que permitan determinar la naturaleza y características de los suelos y/o roca subyacente **(según Norma MTC E101). (Manual de carreteras “Suelos, geología, geotecnia y pavimentos”, 2014, pág. 25)**

2.2.1.1. Caracterización de la Subrasante

Con el objeto de determinar las características físico-mecánicas de los materiales de la subrasante se llevarán a cabo investigaciones mediante la ejecución de pozos exploratorios o calicatas de 1.5 m de profundidad mínima; el número mínimo de calicatas por kilómetro. Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada, dentro de la faja que cubre el ancho de la calzada, a distancias aproximadamente iguales; para luego, sí se considera necesario, densificar la exploración en puntos singulares del trazo de la vía.

En caso el tramo tenga una longitud entre 500 m y 1,000 m el número de calicatas a realizar será la cantidad de calicatas para un kilómetro. Si el tramo tiene una longitud menor a 500 m, el número de calicatas a realizar será la mitad de calicatas indicadas. **(Manual de carreteras “Suelos, geología, geotecnia y pavimentos”, 2014, pág. 26)**

2.2.1.2.Registro de Excavación

De los estratos encontrados en cada una de las calicatas se obtendrán muestras representativas, las que deben ser descritas e identificadas mediante una tarjeta con la ubicación de la calicata (con coordenadas UTM - WGS84), número de muestra y profundidad y luego colocadas en bolsas de polietileno para su traslado al laboratorio. Así mismo, durante la ejecución de las investigaciones de campo se llevará un registro en el que se anotará el espesor de cada una de los estratos del sub-suelo, sus características de gradación y el estado de compacidad de cada uno de los materiales. Así mismo se extraerán muestras representativas de la subrasante para realizar ensayos de Módulos de resiliencia (M_R) o ensayos de CBR para correlacionarlos con ecuaciones de M_R , la cantidad de ensayos dependerá del tipo de carretera.

Gráfico N° 2: Número de Ensayos de CBR

Tipo de Carretera	N° M_R 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 M_R cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 1 M_R cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 1 M_R 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 M_R cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 1 M_R cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 1 M_R 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 M_R 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", pág. 28)

El número de ensayos indicado en la Gráfica N°2, se aplica para pavimentos nuevos, reconstrucción y mejoramiento.

En caso el tramo tenga una longitud menor a la indicada, para el número de Mr o de CBR a realizar, la cantidad de ensayos indicada en el cuadro debe ser tomada como mínima. (**Manual de carreteras “Suelos, geología, geotecnia y pavimentos”, 2014, pág. 28**)

2.2.1.3. Descripción de los Suelos

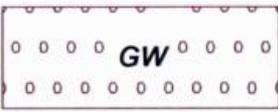
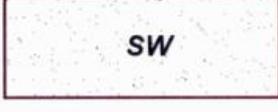
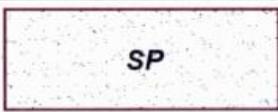
Los suelos encontrados serán descritos y clasificados de acuerdo a metodología para construcción de vías, la clasificación se efectuará obligatoriamente por AASHTO y SUCS, se utilizarán los signos convencionales:

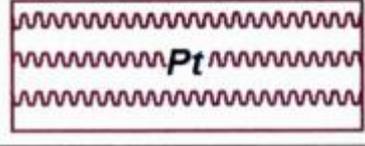
Gráfico N° 3: Signos Convencionales para Perfil de Calicatas- Clasificación AASHTO

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

Gráfico N° 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

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

Fuente: Manual de Ensayos y Materiales – Norma MTC E101, Símbolos gráficos para suelos

2.2.2.El Tráfico Vial

La demanda de tráfico es de gran importancia para el diseño del pavimento, porque los pavimentos tendrán que soportar las continuas cargas vehiculares durante toda su vida útil, manteniendo un adecuado servicio.

El tránsito está compuesto por vehículos de diferentes pesos y números de ejes que producen diferentes tensiones y deformaciones en el pavimento, lo cual origina distintas fallas en éste.

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.

2.2.3. Tipos de Pavimentos

2.2.3.1.Pavimento Rígido

El elemento estructural primordial en este tipo de pavimento consta de una losa de concreto que se apoya directamente en la subrasante o en una capa de material granular seleccionado denominada sub base.

La necesidad de utilizar la sub base surge sólo si la subrasante no tiene las condiciones necesarias como para resistir a la losa y las cargas sobre esta; es decir, que no actúe como un soporte adecuado. Una de las diferencias más saltantes entre los pavimentos flexibles y rígidos es la forma en que se distribuyen los esfuerzos producidos por el tránsito sobre ellos. Debido a que el concreto es mucho más rígido que la mezcla de asfalto, éste distribuye los esfuerzos en una zona mucho más amplia.

Del mismo modo, el concreto presenta un poco de resistencia a la tensión por lo que aún en zonas débiles de la subrasante su comportamiento es adecuado. Es por ello que la capacidad portante de un pavimento rígido recae en las losas en vez de en las capas subyacentes, las cuales ejercen poca influencia al momento del diseño. **(Montejo, A. (2006) Pág.5).**

Otra diferencia importante es la existencia de juntas en los pavimentos rígidos, las que no se presentan en los flexibles. Es así como la teoría de análisis que se utiliza para la primera clase de pavimento es la teoría de placa o plancha en

lugar de la teoría de capas utilizada para los caminos asfaltados. **(Huang, Y. (2004) Pág.11.)**.

La resistencia del concreto utilizada usualmente es alta, entre 200 y 400 kg/cm. Por su parte las losas pueden ser de concreto simple, reforzado o pre reforzado. **(Rico, A., Y Del Castillo, H. (1999). Pág. 205)**.

Otro autor clasifica los pavimentos rígidos de la siguiente manera:

- **Pavimento articulado de concreto simple o Jointed Plain Concrete Pavement (JPCP):** Es la solución más económica con juntas espaciadas de manera cercana.

- **Pavimento articulado de concreto reforzado o Jointed Reinforced Concrete Pavement (JRCP):** Si bien el refuerzo no aumenta la capacidad portante de la estructura, si permite espaciar las juntas un poco más. Asimismo, análogamente a otra estructura de concreto reforzado como una viga, el acero puede mantener el concreto unido en caso se produzca una grieta o rotura.

- **Pavimento continuo de concreto reforzado o Continuous Reinforced Concrete Pavement (CRCP):** Con esta clase se pueden eliminar las juntas transversales pero el espesor de la losa es igual al de los dos tipos antes mencionados (JPCP y JRCP).

- **Pavimento de concreto pre esforzado o Prestressed Concrete Pavement (PCP):** Al ser aplicada una pre compresión, los esfuerzos de tensión o tracción disminuyen cuando la estructura es sometida a cargas. Por lo tanto, la probabilidad de agrietamiento es menor y también se puede utilizar un menor número de juntas transversales. **(Huang, Y. (2004). Pág. 14-17)**.

2.2.3.2. Pavimento Semi-Rígido

El pavimento de adoquines de concreto tiene sus raíces en los empedrados, que posteriormente evolucionaron hacia los adoquines de piedra, de madera y de arcilla. Para finalmente con mejores tecnologías de fabricación se lograron los adoquines de concretas resistentes y duraderos con formas y texturas homogéneas, y de colores diversos. (**Manual de suelos geología geotecnia y pavimentos (2014) pág. 246 – 249**)

MÉTODO DE DISEÑO: Para el diseño de pavimento con adoquines de concreto, se propone el método de diseño del ICPI (Interlocking Concrete Pavement Institute), que es un procedimiento simplificado que toma en cuenta las siguientes guías de diseño: “Structural Design of Concrete Block Pavements” (Rada, G.R., Smith, D.R., Miller, J.S., and Witzak, M.W.) y la Guide for Design of Pavement Structures (AASHTO’93).

El método considera los siguientes factores de diseño:

- a. Aspectos ambientales
- b. Tráfico expresado en ejes equivalentes
- c. Características de la Subrasante
- d. Materiales del pavimento

a. Aspectos ambientales: Dos aspectos que influyen sobre el pavimento son la humedad y la temperatura. La humedad afecta al suelo y las capas granulares del pavimento. Y la temperatura puede afectar la capacidad de carga, especialmente cuando se tiene base tratada con asfalto, también cuando hay temperaturas frías bajo 0°C y a la vez humedad, el congelamiento y descongelamiento tiene efectos negativos en el pavimento.

b. Tráfico expresado en ejes equivalentes: Se describen los criterios a tener en cuenta en la determinación del Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes para diseño. Para el caso de los pavimentos semirrígidos con adoquines de concreto, el Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes que se recomienda aplicar, en este Manual, es hasta 15’000,000 EE en el carril de diseño y para un periodo de diseño de 20 años. No obstante, el Ingeniero

Proyectista podrá proponer este tipo de pavimentos con adoquines de concreto para un mayor Número de Repeticiones de EE previa justificación y sustento técnico.

- c. Características de la Subrasante:** Las características de la subrasante sobre la que se asienta el pavimento, están definidas en seis (06) categorías de subrasante, en base a su capacidad de soporte CBR.

Gráfico N° 5: Categoría 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 – Sección Suelos y Pavimentos (Pág.130)

Se considerarán como materiales aptos para las capas de la subrasante suelos con CBR igual o mayor de 6%. En caso de ser menor (subrasante pobre o subrasante inadecuada), se procederá a la estabilización de los suelos, para lo cual se analizarán alternativas de solución, como la estabilización mecánica, el reemplazo del suelo de cimentación, estabilización química de suelos, estabilización con geosintéticos u otros productos aprobados por el MTC, elevación de la rasante, cambiar el trazo vial, eligiéndose la más conveniente técnica y económica.

- d. Materiales del Pavimento:** Los materiales de la estructura de pavimento semirrígido de adoquines de concreto, son los siguientes:

- **Sub base Granular:** Es opcional incluir esta capa sobre la subrasante preparada y compactada, el Manual sólo contempla capas de base granular y de bases tratadas.
- **Base Granular**
- **Base Granular Tratada con Asfalto:** Las características del material granular corresponden a la Base Granular, indicada anteriormente, a la cual se le adiciona material asfáltico, la mezcla obtenida debe tener una estabilidad Marshall de 1,800 lb.
- **Base Granular Tratada con Cemento:** Las características del material granular corresponden a la Base Granular, indicada anteriormente, a la cual se le adiciona cemento portland, debe tener una resistencia a la compresión a los 7 días de 4.5 MPa.
- **Cama de Arena**
- **Adoquines de Concreto.**
- **Arena para sello**

2.2.3.3.Pavimento Flexible

Este tipo se caracteriza por estar conformado en la superficie por una capa de material bituminoso o mezcla asfáltica que se apoya sobre capas de material granular, las cuales generalmente van disminuyendo su calidad conforme se acercan más a la subrasante. Esto se debe a que los esfuerzos que se producen por el tránsito van disminuyendo con la profundidad y por razones económicas. La teoría que se utiliza para analizar su comportamiento es la teoría de capas de Burmister. **(Huang, Y. (2004). Pág. 8).**

Las características fundamentales que debe cumplir un pavimento flexible son **Rico, A., Del Castillo, H. (1999). Pág. 102-106)**

➤ **Resistencia estructural:** El pavimento debe ser capaz de soportar las cargas debidas al tránsito de tal manera que el deterioro sea paulatino y que se cumpla el ciclo de vida definido en el proyecto.

La causa de falla en este tipo de pavimentos con mayor aceptación es los esfuerzos cortantes. Sin embargo, también se producen esfuerzos

adicionales por la aceleración y frenado de los vehículos, así como esfuerzos de tensión en los niveles superiores de la estructura al deformarse esta verticalmente debido a la carga que soporta. Asimismo, el pavimento se encuentra sometido a cargas actuantes repetitivas. Éstas afectan a largo plazo la resistencia de las capas de relativa rigidez, que en los pavimentos flexibles serían sobre todo las carpetas y bases estabilizadas, donde podrían ocurrir fenómenos de fatiga. Además, la repetición de cargas puede causar la rotura de los granos del material granular modificando la resistencia de estas capas.

- **Deformabilidad:** El nivel de deformación del pavimento se debe controlar debido a que es una de las principales causas de falla en la estructura y si la deformación es permanentemente, el pavimento deja de cumplir las funciones para las cuales fue construido. Se presentan dos clases de deformaciones en una vía: elásticas (recuperación instantánea) y plásticas (permanentes).

- **Durabilidad:** Una carretera que tenga un ciclo de vida prolongado en condiciones aceptables no sólo evita la necesidad de construcción nueva, sino también la molestia de los usuarios de la vía al interrumpir el tránsito.

- **Costo:** Se debe hallar un equilibrio entre el costo de construcción inicial y el mantenimiento al que tendrá que ser sometida la vía. Asimismo, influye la calidad y la disponibilidad de los materiales para la estructura. Requerimientos de la conservación: las condiciones de drenaje y sub drenaje juegan un rol decisivo en el ciclo de vida del pavimento.
(Montejo, A. (2006). Pág. 4-5).

2.3. Definiciones

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:** Capa de material selecto y procesado que se coloca entre la parte superior de una súbase o de la subrasante y la capa de rodadura. Esta capa puede ser también de mezcla asfáltica o con tratamientos según diseños. La base es parte de la estructura de un pavimento.

- **SUB BASE:** Capa que forma parte de la estructura de un pavimento que se encuentra inmediatamente por debajo de la capa de Base. Es la capa de la estructura de pavimento que impide la penetración de los materiales que constituyen la base con los de la subrasante y, por otra parte, actúa como filtro de la base impidiendo 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:** Zona de la carretera destinada a la circulación de vehículos, con ancho suficiente para acomodar un cierto número de carriles para el movimiento de los mismos, excluyendo los hombros laterales. **(Coronado, 2002, pág. 16)**

- **SUBRANSANTE:** 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)**

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

- **EAL:** Es la representación estructural de la carga vehicular hacia el pavimento determinado por número de aplicaciones de carga por eje estándar, previsto durante el periodo de diseño.
- **RASANTE:** Nivel terminado de la superficie de rodadura. La línea de rasante se ubica en el eje de la vía. **(Montejo, 2006, Pág. 3)**
- **MÓDULO RESILIENTE:** Es una relación que vincula las solicitaciones aplicadas y las deformaciones recuperables al suprimirse el estado de tensiones impuesto. **(Becerra, 2012, pág. 75)**
- **SERVICIABILIDAD:** Es el valor que indica el grado de confort que tiene la superficie para el desplazamiento natural y normal de un vehículo: En otras palabras, un pavimento en perfecto estado se le asigna un valor de serviciabilidad inicial que depende del diseño del pavimento y de la calidad de la construcción.
- **CONFIABILIDAD:** Se entiende por confiabilidad de un proceso diseño-comportamiento de un pavimento a 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 asigna a cada capa del pavimento un coeficiente, los cuales son requeridos para el diseño estructural normal de los pavimentos flexibles. Estos coeficientes permiten convertir los espesores reales a números estructurales (SN), siendo cada coeficiente una medida de la capacidad relativa de cada material para funcionar como parte de la estructura del pavimento. **(Montejo, 2002, pág. 267)**
- **PERIODO DE DISEÑO:** Es el tiempo total para el cual se diseña un pavimento en función de la proyección del tránsito y el tiempo que se considere apropiado para que las condiciones del entorno se comiencen a alterar desproporcionadamente.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Material

3.1.1. Población

La población se considera todas las calles del Sector VI C.

3.1.2. Muestra

Nuestra Muestra está delimitado por Jr. Ciro Alegría, el Jr. José Carlos Mariátegui, Av. El Milagro y la Av. Industrial del sector VI C del Centro Poblado EL Milagro Distrito de Huanchaco – Trujillo.

3.1.3. Unidad de Análisis

Las calles a intervenir.

3.2. Metodología

3.2.1. Tipo de Investigación

Descriptiva

3.2.2. Diseño de Investigación

Por la Clase: De Campo

- Lo que realizaremos inicialmente será recopilar antecedentes sobre los métodos de diseño.
- Luego se analizará todas las posibilidades para obtener un diseño adecuado y óptimo.
- Posteriormente se tomará muestras de campo en la zona de estudio.
- Luego se aplicará lo analizado en el diseño de los pavimentos (pavimento rígido, pavimento semirrígido y pavimento flexible).
- Luego con ayuda del asesor se validará el proyecto y se concluirá si es que el diseño planteado es el correcto.
- Posteriormente y en caso fuera aprobado el anteproyecto, se iniciará el proyecto con los pasos debidos, correspondientes a este tipo de obras.
- Por último, el proyecto de tesis será observado y corregido a través de un juicio de expertos.

3.2.3. Variables de Estudio y Operacionalización

➤ **Variable independiente:**

Estudio comparativo del diseño vial de pavimento rígido, semirrígido con adoquines de concreto y flexible.

➤ **Variable Dependiente:**

Metodología para el diseño de pavimento rígido.
 Metodología para el diseño de pavimento semirrígido.
 Metodología para el diseño de pavimento flexible.

➤ **Definición Operacional**

Tabla N° 1: Definición Operacional

VARIABLE	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN
VARIABLE INDEPENDIENTE			
Estudio comparativo del diseño vial de pavimento rígido, semirrígido con adoquines de concreto y flexible	Costo	Soles	
	Plazo Ejecución	Días	Calendario
	Mantenimiento	Años	Calendario
	Durabilidad	Vida Útil	Lev. de Campo
VARIABLE DEPENDIENTE			
Metodología para el diseño de Pavimento Rígido	CBR	%	Laboratorio de Suelos
	Tráfico	# Vehículos	Estudio de Tráfico
Metodología para el diseño de Pavimento Semirrígido	Temperatura	°C	Termómetro
Metodología para el diseño de Pavimento Flexible	Topografía	Cotas	Lev. Topográfico

Fuente: Elaboración Propia

3.2.4. Instrumentos de recolección de datos

Se van a realizar ensayos del suelo, materiales, para luego ser procesados por los diversos métodos de la ingeniería, utilizando la mecánica de suelos, pavimentos y transportes, haciendo uso de laboratorios y de esta manera poder realizar un próspero proyecto.

3.2.5. Procedimientos y análisis de datos

Para el procesamiento de datos se utilizarán 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.

3.2.6. Técnicas de análisis de datos

Se realizará estudio de mecánica de suelos con fines de pavimentación; haciendo uso de laboratorios y de esta manera poder realizar un próspero proyecto.

También se realizará estudios de volumen de tránsito, posteriormente se determina los espesores de Pavimento rígido, semirrígidos y flexible para después de obtenido los resultados finalizar con un cuadro comparativo como la Tabla N°2 donde se determinará el análisis de diseño y sostenibilidad en el tiempo.

Tabla N° 2: Técnicas de Análisis de Datos

TECNICAS	INSTRUMENTOS	USOS
Levantamiento Topográfico	Estación Total	Se trasladara los datos romados en campo y se reflejara en un plano membretado, con curvas de nivel sobrepuestas en la planimetría del terreno estudiado.
Estudio de Tráfico	Investigadores	Mediante el conteo de Vehículos determinamos el número y tipo de vehículos que circulan en la via para reconocer el esfuerzo que soportara.
Estudio de Mecánica de Suelos	Laboratorio de Mecánica de suelos	Mediante las muestras obtenidas de las calicatas ,las cuales pasaran a un estudio donde obtendremos el factor CBR que nos permitirá para adecuar el espesor del pavimento.

Fuente: Elaboración Propia

3.2.7. Procedimientos

3.2.7.1. ESTUDIO DE TRÁFICO

La demanda de tráfico es de gran importancia para el diseño del pavimento, porque los pavimentos tendrán que soportar las continuas cargas vehiculares durante toda su vida útil, manteniendo un adecuado servicio.

El tránsito está compuesto por vehículos de diferentes pesos y números de ejes que producen diferentes tensiones y deformaciones en el pavimento, lo cual origina distintas fallas en éste.

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 las calles del Sector VI C “El Milagro”- Trujillo- La Libertad, durante su periodo de diseño.

Gráfico N° 6: Cálculo de Número de Repeticiones de Eje Equivalente de 8.2 tn


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

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

donde:

IMD_p: corresponde al Índice Medio Diario según tipo de vehículo pesado seleccionado (i)

F_d: Factor Direccional, según Cuadro N° 6.1.

F_c: Factor Carril de diseño, según Cuadro N° 6.1.

F_{vp}: Factor vehículo pesado del tipo seleccionado (i) calculado según su composición de ejes. Representa el número de ejes equivalentes promedio por tipo de vehículo pesado (bus o camión), y el promedio se obtiene dividiendo el total de ejes equivalentes (EE) de un determinado tipo de vehículo pesado entre el número total del tipo de vehículo pesado seleccionado.

F_p: Factor de Presión de neumáticos, según Cuadro N° 6.13.

3.2.7.1.1. Situación Actual

En el sector VI C, se estableció que la “Prolongación Calle 3” y “Av. Víctor Raúl Haya de la Torre” son las vías más importantes, seguida por la “Calle 05” y “Jr. Huáscar” que cruzan perpendicularmente a estas avenidas, estas avenidas son las que tiene mayor flujo vehicular.

Por estas vías transitan diversidad de vehículos ligeros como: mototaxis, motocicletas, tricar, autos, camionetas, micros y también vehículos pesados como: Camiones C2 y Camiones C3.

Este flujo vehicular consta principalmente de mototaxis y autos.

El flujo vehicular aumenta durante las horas pico, durante la mañana de 12 p.m. a 1 p.m., en la tarde de 5 a 6 p.m. y en la noche de 8 a 9 p.m.

3.2.7.1.2. Metodología - Trabajo de Campo

Todos los procedimientos realizados en esta tesis tanto para el conteo de vehículos como para el procesamiento de los datos y obtención del Número de Repeticiones de Eje Equivalente de 8.2 tn, se realizaron basándose según las recomendaciones del *“Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos – R.D. N° 10-2014-MTC/14”*.

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 tomaron 2 puntos de control para el conteo de vehículos:

- Punto de Control N° 1: Intersección de “Av. Víctor Raúl Haya de la Torre” y Jr. “Huáscar”
- Punto de Control N° 2: Intersección de “Calle 5” y Prolongación Calle 3.

Las labores de contero y clasificación en el campo, se desarrollaron de la siguiente manera:

- Punto de Control N°1: Día Lunes 22 al jueves 25 de mayo del 2017.
- Punto de Control N°2: Día Viernes 26 al Domingo 28 de mayo del 2017.

Gráfico N° 7: Ubicación gráfica de la zona de estudio y los puntos de control



PERIMETRO DE LA ZONA DE ESTUDIO	
VIAS CONSIDERADAS EN EL ESTUDIO	
PUNTOS DE CONTROL	

Fuente: Elaboración Propia

3.2.7.1.3. Metodología- Trabajo de Gabinete

3.2.7.1.3.1. Conteo de Vehículos

En la Tabla N°3 nos muestra los conteos vehiculares, desde el 22/05/17 al 28/05/17 para los 2 puntos de control.

Tabla N° 3: Conteo de Vehículos

Vehículo	Lunes 22/05/17	Martes 23/05/17	Miércoles 24/05/17	Jueves 25/05/17	Viernes 26/05/17	Sábado 27/05/17	Domingo 28/05/17
Mototaxi	522	529	523	526	530	536	502
Motocicleta	71	70	70	68	66	75	70
Tricar	19	23	24	22	21	24	14
Automóvil	180	182	187	184	173	197	171
Camioneta	58	54	60	58	53	68	55
Micro	105	106	105	107	104	104	100
Camión C2	27	23	25	24	26	23	17
Camión C3	12	15	14	14	13	14	12

Fuente: Elaboración Propia

3.2.7.1.3.2. Cálculo del IMDA

En el diseño, se tiene en cuenta el IMDs (Índice Medio Diario Semanal), cuyo valor nos brinda el volumen vehicular por días de la semana.

Tabla N° 4: Cálculo del Índice Medio Diario Semanal

Cálculo del Índice Medio Diario Semanal (IMDs)									
Vehículo	Lunes 22/05/17	Martes 23/05/17	Miércoles 24/05/17	Jueves 25/05/17	Viernes 26/05/17	Sábado 27/05/17	Domingo 28/05/17	TOTAL	IMDs
Mototaxi	522	529	523	526	530	536	502	3668	524
Motocicleta	71	70	70	68	66	75	70	490	70
Tricar	19	23	24	22	21	24	14	147	21
Automóvil	180	182	187	184	173	197	171	1274	182
Camioneta	58	54	60	58	53	68	55	406	58
Micro	105	106	105	107	104	104	100	731	104
Camión C2	27	23	25	24	26	23	17	165	24
Camión C3	12	15	14	14	13	14	12	94	13

Fuente: Elaboración Propia

Una vez obtenidos los datos del IMDs, procedemos al cálculo del IMDa (Índice Medio Diario Anual), considerando como factor corrección mensual el valor de 1.0.

En la siguiente Tabla N°5, se pueden observar los cálculos del IMDa.

Tabla N° 5: Cálculo del Índice Medio Diario Anual

Vehículo	IMDs	FC	IMDa
Mototaxi	524	1.00	524
Motocicleta	70	1.00	70
Tricar	21	1.00	21
Automóvil	182	1.00	182
Camioneta	58	1.00	58
Micro	104	1.00	104
Camión C2	24	1.00	24
Camión C3	13	1.00	13
IMDA=			996

Fuente: Elaboración Propia

3.2.7.1.3.3. Factor de Crecimiento Acumulado (Fca)

Para poder hacer un estudio comparativo del diseño de pavimento rígido, semirrígido con adoquines de concreto y flexible, se establecerá un periodo de diseño de 20 años para el Sector VI C “El Milagro”.

La tasa de crecimiento promedio anual de la población que se considerará, será un valor del 5% anual.

El *Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos – R.D. N° 10-2014-MTC/14* establece los valores para el factor de crecimiento acumulado (Fca), donde se obtuvo un valor de $Fca = 33.06$.

Tabla N° 6: Factores de Crecimiento Acumulado (Fca)

Periodo de Análisis (años)	Factor sin Crecimiento	Tasa anual de crecimiento (r)							
		2	3	4	5	6	7	8	10
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	2.00	2.02	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.10
3	3.00	3.06	3.09	3.12	3.15	3.18	3.21	3.25	3.31
4	4.00	4.12	4.18	4.25	4.31	4.37	4.44	4.51	4.64
5	5.00	5.20	5.19	5.42	5.53	5.64	5.75	5.87	6.11
6	6.00	6.31	6.47	6.63	6.80	6.98	7.15	7.34	7.72
7	7.00	7.43	7.66	7.90	8.14	8.39	8.65	8.92	9.49
8	8.00	8.58	8.89	9.21	9.55	9.90	10.26	10.64	11.44
9	9.00	9.75	10.16	10.58	11.03	11.49	11.98	12.49	13.58
10	10.00	10.95	11.46	12.01	12.58	13.18	13.82	14.49	15.94
11	11.00	12.17	12.81	13.49	14.21	14.97	15.78	16.65	18.53
12	12.00	13.41	14.19	15.03	15.92	16.87	17.89	18.98	21.38
13	13.00	14.68	15.62	16.63	17.71	18.88	20.14	21.50	24.52
14	14.00	15.97	17.09	18.29	19.16	21.01	22.55	24.21	27.97
15	15.00	17.29	18.60	20.02	21.58	23.28	25.13	27.15	31.77
16	16.00	18.64	20.16	21.82	23.66	25.67	27.89	30.32	35.95
17	17.00	20.01	21.76	23.70	25.84	28.21	30.84	33.75	40.55
18	18.00	21.41	23.41	25.65	28.13	30.91	34.00	37.45	45.60
19	19.00	22.84	25.12	27.67	30.54	33.76	37.38	41.45	51.16
20	20.00	24.30	26.87	29.78	33.06	36.79	41.00	45.76	57.28

Fuente: Tabla D-20 ASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993

3.2.7.1.3.4. 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 una calzada de dos sentidos, con un carril por sentido.

El Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos – R.D. N° 10-2014-MTC/14 establece los valores para los factores de Distribución Direccional (Fd) y de Carril (Fc) ver Tabla N°7 y en base con lo que pretendemos diseñar el factor Direccional fue de 0.50 y el de Carril de 1.00.

Tabla N° 7: Factores de Distribución Direccional y de Carril para determinar el Transito en el Carril de Diseño

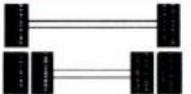
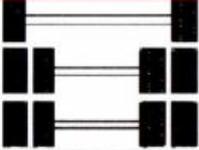
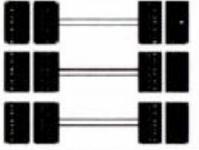
Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	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: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos (Pág.64)*

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

Los Ejes Equivalentes (EE) son factores de equivalencia que representan el factor destructivo de las distintas cargas, por tipo de eje que conforman cada tipo de vehículo pesado, sobre la estructura del pavimento.

Tabla N° 8: Configuración de Ejes

Conjunto de Eje (s)	Nomenclatura	N° de Neumáticos	Grafico
EJE SIMPLE (Con Rueda Simple)	1RS	02	
EJE SIMPLE (Con Rueda Doble)	1RD	04	
EJE TANDEM (1 Eje Rueda Simple + 1 Eje Rueda Doble)	1RS + 1RD	06	
EJE TANDEM (2 Ejes Rueda Doble)	2RD	08	
EJE TRIDEM (1 Rueda Simple + 2 Ejes Rueda Doble)	1RS + 2RD	10	
EJE TRIDEM (3 Ejes Rueda Doble)	3RD	12	

Nota:

RS : Rueda Simple
RD: Rueda Doble

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos (Pág.66)

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

Tabla N° 9: Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) Para Pavimentos Flexibles y Semirrígidos

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE _{8,2 tn})
Eje Simple de ruedas simples (EE _{S1})	EE _{S1} = [P / 6.6] ^{4.0}
Eje Simple de ruedas dobles (EE _{S2})	EE _{S2} = [P / 8.2] ^{4.0}
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TA1})	EE _{TA1} = [P / 14.8] ^{3.9}
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE _{TA2})	EE _{TA2} = [P / 15.1] ^{4.0}
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TR1})	EE _{TR1} = [P / 20.7] ^{3.9}
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE _{TR2})	EE _{TR2} = [P / 21.8] ^{3.9}
P = peso real por eje en toneladas	

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos (Pág.67)

Tabla N° 10: Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) Para Pavimentos Rígidos

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE _{8,2 tn})
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: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos (Pág.67)

El Factor Vehículo Pesado (Fvp), se define como el número de ejes equivalentes promedio por tipo de vehículo pesado (bus o camión), y el promedio se obtiene dividiendo la sumatoria de ejes equivalentes (E.E.) entre el número total del tipo de vehículo pesado seleccionado.

Tabla N° 11: Factor Camión C2 Y C3 para Pavimentos

Pavimento Flexible y Semirrígido

CAMIÓN C2		
Ejes	E1	E2
Carga (tn)	7	10
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Simple
Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble
Factor E.E	1.265	2.212
Total Factor Camión	3.477	

Pavimento Rígido

CAMIÓN C2		
Ejes	E1	E2
Carga (tn)	7	10
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Simple
Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble
Factor E.E	1.273	2.256
Total Factor Camión	3.529	

CAMIÓN C3		
Ejes	E1	E2
Carga (tn)	7	16
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Tándem
Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble
Factor E.E	1.265	2.261
Total Factor Camión	2.526	

CAMIÓN C3		
Ejes	E1	E2
Carga (tn)	7	16
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Tándem
Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble
Factor E.E	1.273	2.134
Total Factor Camión	3.406	

Fuente: Elaboración propia

3.2.7.1.3.6. 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, siguiendo las recomendaciones del Manual de carreteras “Suelos, geología, geotecnia y pavimentos”, se utilizó como presión inicial 80 psi para un pavimento flexible.

Tabla N° 12: Factor de Ajuste por Presión de Neumáticos (Fp)

Espeso de Capa de Rodadura (mm)	Presión de Contaco del Neumático (PCN) en psc PCN = 0.90x[Presión de inflado del neumático] (pai)						
	80	90	100	110	120	130	140
50	1.00	1.30	1.80	2.13	2.91	3.59	4.37
60	1.00	1.33	1.72	2.18	2.69	3.27	3.92
70	1.00	1.30	1.65	2.05	2.49	2.99	3.53
80	1.00	1.28	1.59	1.94	2.32	2.74	3.20
90	1.00	1.25	1.53	1.84	2.17	2.52	2.91
100	1.00	1.23	1.48	1.75	2.04	2.35	2.68
110	1.00	1.21	1.43	1.66	1.91	2.17	2.44
120	1.00	1.19	1.38	1.59	1.80	2.02	2.25
130	1.00	1.17	1.34	1.52	1.70	1.89	2.09
140	1.00	1.15	1.30	1.46	1.62	1.78	1.94
150	1.00	1.13	1.26	1.39	1.52	1.66	1.79
160	1.00	1.12	1.24	1.36	1.47	1.59	1.71
170	1.00	1.11	1.21	1.31	1.41	1.51	1.61
180	1.00	1.09	1.18	1.27	1.36	1.45	1.53
190	1.00	1.08	1.16	1.24	1.31	1.39	1.46
200	1.00	1.08	1.15	1.22	1.28	1.35	1.41

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos (Pág.73)

3.2.7.1.3.7. 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, semirrígido 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 N°13 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.

Tabla N° 13: EE día-carril para Pavimento Flexible y Semirrígido

VEHÍCULO	IMD	FACTOR DIRECCIONAL (Fd)	FACTOR CARRIL (Fc)	FACTOR VEHÍCULO PESADO (Fvp)	FACTOR DE AJUSTE POR PRESION DE NEUMÁTICO (Fp)	EE día-carril
Mototaxi	524	0.50	1.00	0.001	1.00	0.276
Motocicleta	70	0.50	1.00	0.001	1.00	0.037
Tricar	21	0.50	1.00	0.001	1.00	0.011
Automóvil	182	0.50	1.00	0.001	1.00	0.096
Camioneta	58	0.50	1.00	0.001	1.00	0.031
Micro	104	0.50	1.00	3.477	1.00	180.812
Camión C2	24	0.50	1.00	3.477	1.00	41.726
Camión C3	13	0.50	1.00	2.526	1.00	16.419
Total=						239.408

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 14: EE día-carril para Pavimento Rígido

VEHÍCULO	IMD	FACTOR DIRECCIONAL (Fd)	FACTOR CARRIL (Fc)	FACTOR VEHÍCULO PESADO (Fvp)	FACTOR DE AJUSTE POR PRESION DE NEUMÁTICO (Fp)	EE día-carril
Mototaxi	524	0.50	1.00	0.001	1.00	0.229
Motocicleta	70	0.50	1.00	0.001	1.00	0.031
Tricar	21	0.50	1.00	0.001	1.00	0.009
Automóvil	182	0.50	1.00	0.001	1.00	0.079
Camioneta	58	0.50	1.00	0.001	1.00	0.025
Micro	104	0.50	1.00	3.529	1.00	183.506
Camión C2	24	0.50	1.00	3.529	1.00	42.348
Camión C3	13	0.50	1.00	3.406	1.00	22.141
Total=						248.368

Fuente: Elaboración Propia

3.2.7.1.3.8. Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 tn

Al final 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, semirrígido y rígido, se necesita el Factor de crecimiento acumulado obtenido anteriormente multiplicado por 365 días del año y por el EE día-carril.

Tabla N° 15: Número de Repeticiones de E.E de 8.2 tn para Pavimento Flexible y Semirrígido

SECTOR VI C "EL MILAGRO"	Nrep de EE 8.2tn	
Ambos Sentidos	2,889,427.21	EAL o W18

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 16: Número de Repeticiones de E.E de 8.2 tn para Pavimento Rígido

SECTOR VI C "EL MILAGRO"	Nrep de EE 8.2tn	
Ambos Sentidos	2,997,570.69	EAL o W18

Fuente: Elaboración propia

3.2.7.1.3.9. Según el Tipo de tráfico Pesado

Según el análisis del número de repeticiones acumuladas de ejes equivalentes de 8.2 tn, el tipo de tráfico Pesado es TP6 con un rango entre >1500000 EE < 3000000 EE.

Este datos nos ayudara para el diseño de pavimento.

Tabla N° 17: Tipo de Tráfico Expresado en EE

Tipos Tráfico Pesado expresado en EE	Rangos de Tráfico Pesado expresado en EE
TP0	> 75,000 EE ≤ 150,000 EE
TP1	> 150,000 EE ≤ 300,000 EE
TP2	> 300,000 EE ≤ 500,000 EE
TP3	> 500,000 EE ≤ 750,000 EE
TP4	> 750,000 EE ≤ 1'000,000 EE
TP5	> 1'000,000 EE ≤ 1'500,000 EE
TP6	> 1'500,000 EE ≤ 3'000,000 EE
TP7	> 3'000,000 EE ≤ 5'000,000 EE
TP8	> 5'000,000 EE ≤ 7'500,000 EE
TP9	> 7'500,000 EE ≤ 10'000,000 EE
TP10	> 10'000,000 EE ≤ 12'500,000 EE
TP11	> 12'500,000 EE ≤ 15'000,000 EE
TP12	> 15'000,000 EE ≤ 20'000,000 EE
TP13	> 20'000,000 EE ≤ 25'000,000 EE
TP14	> 25'000,000 EE ≤ 30'000,000 EE
TP15	> 30'000,000 EE

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos (Pág.76)

3.2.7.2. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

El presente proyecto consiste en conocer las características físicas, mecánicas y químicas del suelo donde se realizará el estudio comparativo entre los pavimentos rígidos, semirrígido con adoquines de concreto y flexible.

Para determinar el número mínimo de calicatas por kilómetro a realizar se tomó en cuenta el “*Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos – R.D. N° 10-2014-MTC/14*”.

Tabla N° 18: Número de Calicatas para Exploración de Suelos

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 – Sección Suelos y Pavimentos* (Pág.26)

Si el tramo tiene una longitud menor a 500 m, el número de calicatas a realizar será la mitad de calicatas indicadas en la figura anterior.

3.2.7.2.1. Exploración de Campo

Se realizó la ejecución de 06 calicatas en total de 1.5 m de profundidad con respecto a la superficie actual del terreno. Las calicatas fueron excavadas con ayuda de un retroexcavadora.

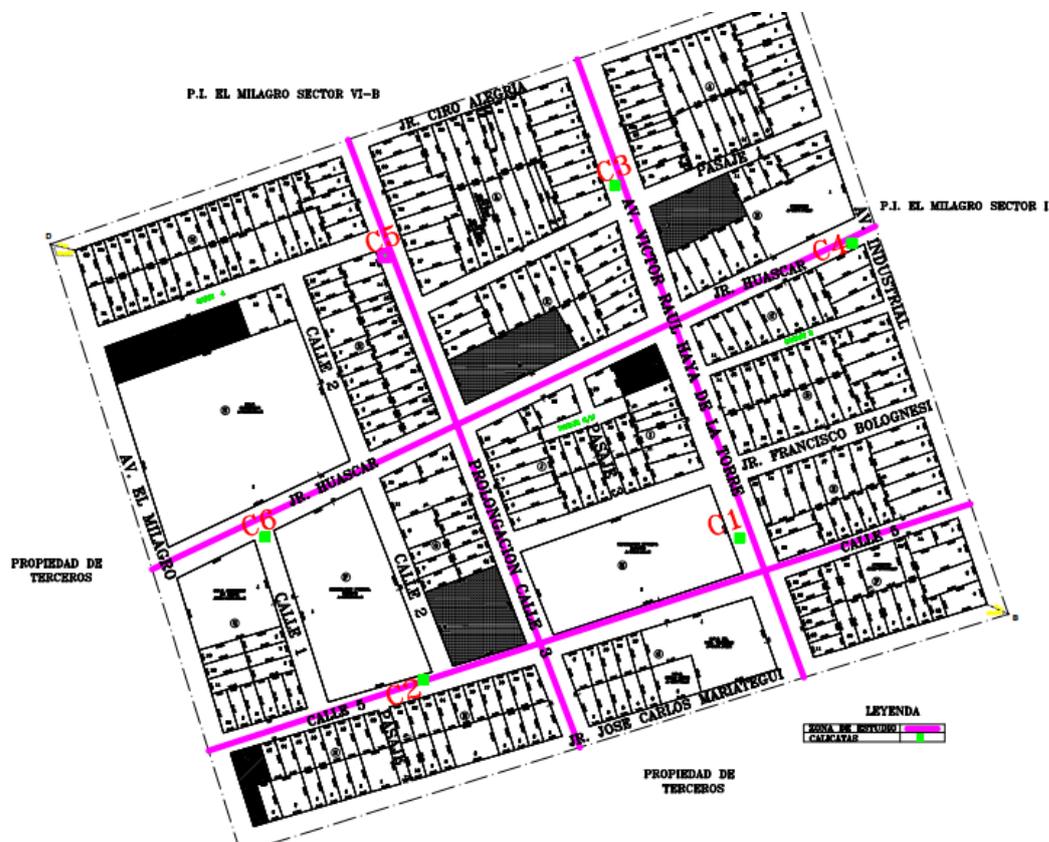
De las 06 calicatas realizadas para fines del presente estudio se han considerado todas las muestras.

Tabla N° 19: Exploración de Campo

N° CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	UBICACIÓN
C-1	M-1	1.50 m	Av. Víctor Raúl Haya de la Torre
C-2	M-2	1.50 m	Calle 5
C-3	M-3	1.50 m	Av. Víctor Raúl Haya de la Torre
C-4	M-4	1.50 m	Jr. Huáscar
C-5	M-5	1.50 m	Prolongación Calle 3
C-6	M-6	1.50 m	Jr. Huáscar

Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 8: Ubicación de calicatas en Plano



Fuente: Elaboración Propia

3.2.7.2.2. Ensayos en Laboratorio

Recogida las muestras se realizará los siguientes ensayos:

• Contenido de Humedad ASTM D- 2216

Este ensayo se realizó para poder determinar el contenido de humedad de una muestra de suelo. Saber el grado de humedad es importante ya que la resistencia de los suelos de subrasante, en especial los finos, se encuentran directamente asociadas con condiciones de humedad y densidad que estos suelos presenten.

Tabla N° 20: Contenido de Humedad

N° CALICATA	MUESTRA	CONTENIDO DE HUMEDAD
C-1	M-1	2.48
C-2	M-2	2.22
C-3	M-3	1.95
C-4	M-4	2.07
C-5	M-5	2.57
C-6	M-6	2.20

Fuente: Elaboración propio

• Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM D- 422

Este ensayo se realizó para determinar la proporción de sus diferentes elementos constituyentes, clasificados en función de su tamaño.

Tabla N° 21 : Análisis Granulométrico

N° CALICATA	MUESTRA	% GRAVA	% ARENA	% FINO
C-1	M-1	51.3	47.4	1.3
C-2	M-2	52.2	46.2	1.6
C-3	M-3	50.7	47.2	2.1
C-4	M-4	52.3	45.9	1.8
C-5	M-5	51.4	45.7	2.9
C-6	M-6	52.9	44.7	2.4

Fuente: Elaboración propio

• **Gravedad Específica de Sólidos ASTM D- 854**

Tabla N° 22: Gravedad Específica de Sólidos

N° CALICATA	MUESTRA	GRAVEDAD ESPECÍFICA
C-1	M-1	2.65
C-2	M-2	2.63
C-3	M-3	2.60
C-4	M-4	2.65
C-5	M-5	2.66
C-6	M-6	2.62

Fuente: Elaboración propio

• **Proctor Modificado ASTM D- 1557**

Esta prueba se realizó para determinar la densidad seca máxima de un terreno en relación con su grado de humedad, a una energía de compactación determinada.

Tabla N° 23: Proctor Modificado

N° CALICATA	MUESTRA	COMPACTACIÓN	
		DENSIDAD SECA MÁXIMA (g/cm ³)	HUMEDAD OPTIMA (%)
C-1	M-1	2.164	7.50
C-2	M-2	2.176	7.85
C-3	M-3	2.172	7.93
C-4	M-4	2.170	7.40
C-5	M-5	2.168	7.60
C-6	M-6	2.174	7.70

Fuente: Elaboración propio

• **CBR (California Bearing Ratio) ASTM D- 188**

Esta prueba se realizó para determinar la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo y para poder evaluar la calidad del terreno para la subrasante.

Tabla N° 24: CBR

N° CALICATA	MUESTRA	CBR	
		100%	95%
C-1	M-1	87.5	46.5
C-2	M-2	89.0	52.5
C-3	M-3	81.2	51.6
C-4	M-4	82.0	50.5
C-5	M-5	77.5	48.8
C-6	M-6	85.5	48.4

Fuente: Elaboración propia

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

En los sectores con menos de 6 valores de CBR se debe considerar los siguientes 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 más crítico (el más bajo).

CBR= 49.70

3.2.7.3.LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

El estudio de topografía se realizó con el objetivo de obtener el levantamiento topográfico del Sector VI C “El Milagro”, La Libertad.

3.2.7.3.1. Trabajo en Campo

Durante el trabajo de campo se realizó el recorrido en toda su totalidad la zona de estudio para proceder con la ubicación de las estaciones donde se tomarán los puntos para la poligonal.

3.2.7.3.2. Trabajo en Gabinete

Toda la información recaudada en el campo del levantamiento topográfico, mediante la Estación Total se transmitió a nuestra estación de trabajo (Laptop), a través del Programa Topconlink 7.2.

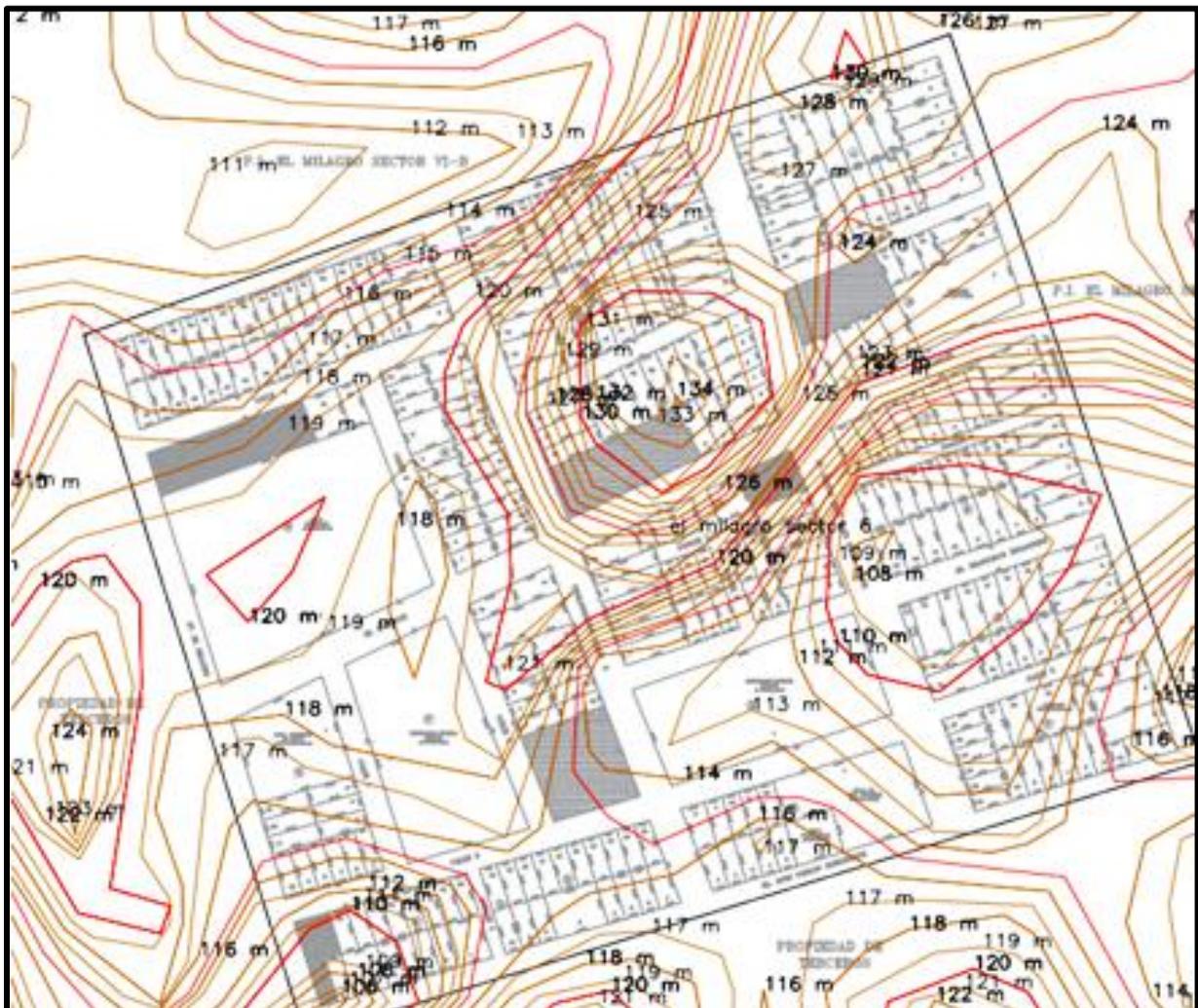
A través de este software se procesó directamente toda la información obtenida de la radiación de la zona de estudio sin errores de cálculo y con la respectiva ubicación de los puntos que cubren dicha zona, se empleó el siguiente formato:

N° Punto, Norte, Este, Elevación y Descripción.

Se elaboraron el plano de curvas de nivel, ver Fig.9.

Se utilizó el software CIVIL 3D, ya que permite la georreferenciación y elaboración de curvas de nivel a escalas indicadas.

Gráfico N° 9: Curvas de Nivel

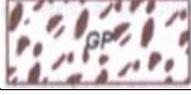


Fuente: Elaboración Propia

3.2.7.4.PERFIL ESTRATIGRÁFICO

Se realizó el Perfil Estratigráfico de cada calicata como se muestra a continuación:

Tabla N° 25: Perfil Estratigráfico

N° CALICATA	N° MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACIÓN		
			SUCS	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	AASHTO
C-1	M-1	1.50	 GP	Grava Pobrementemente Graduada	A-1-a(0)
C-2	M-2	1.50	 GP	Grava Pobrementemente Graduada	A-1-a(0)
C-3	M-3	1.50	 GP	Grava Pobrementemente Graduada	A-1-a(0)
C-4	M-4	1.50	 GP	Grava Pobrementemente Graduada	A-1-a(0)
C-5	M-5	1.50	 GP	Grava Pobrementemente Graduada	A-1-a(0)
C-6	M-6	1.50	 GP	Grava Pobrementemente Graduada	A-1-a(0)

Fuente: Elaboración Propia

3.2.7.5.DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE -MÉTODO AASHTO 93

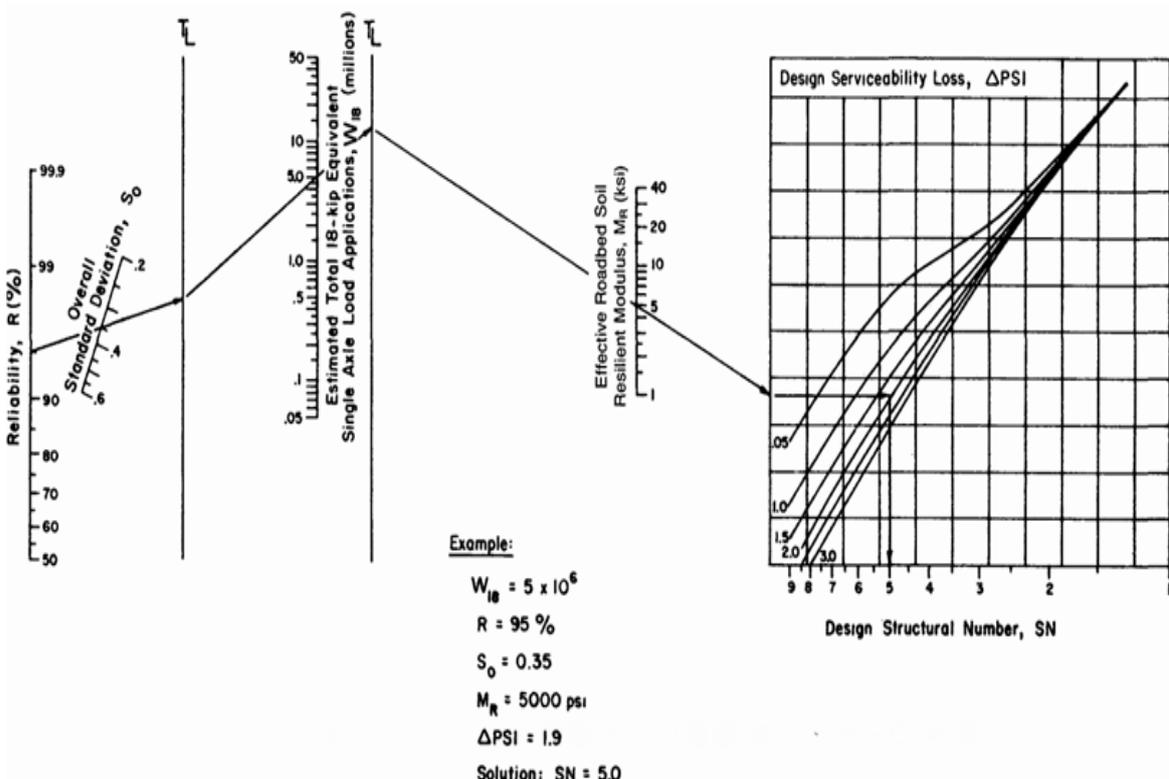
Una vez determinado el CBR y el Número de Repeticiones de E.E de 8.2 tn de la zona de estudio, siendo estos los parámetros más importantes, se procederá a realizar el diseño de pavimento por el Método AASHTO 93.

$$W18 = 2,889,427.21$$

$$CBR = 49.7$$

Este método proporciona una expresión analítica que, dada su complejidad, se hace uso de nomogramas para efectos más prácticos.

Gráfico N° 10: Monograma para Pavimento Flexible



Fuente: Guía AASHTO 1993 Para el Diseño de Estructuras de Pavimento

Pero cabe recalcar, para efectos de cálculo computarizados o programados la solución matemática es sumamente útil. Dicha formulación se presenta a continuación.

Gráfico N° 11: Ecuación de Diseño de Pavimento Flexible

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_o + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Fuente: Guía AASHTO 1993 Para el Diseño de Estructuras de Pavimento

Gráfico N° 12: Ecuación que relaciona al número estructural con los espesores de la capa

$$SN = a_1 \times d_1 + a_2 \times d_2 \times m_2 + a_3 \times d_3 \times m_3$$

Fuente: Guía AASHTO 1993 Para el Diseño de Estructuras de Pavimento

3.2.7.5.1. Número de Repeticiones de EE de 8.2 ton (W18)

De acuerdo a nuestra zona de estudio, se determinó que para el pavimento flexible el:

$$W18 = 2,889,427.21$$

3.2.7.5.2. Módulo de Resiliencia (MR)

El módulo de Resiliencia está en función a un CBR de 49.7% el cual se puede observar que pertenece a la categoría S5 (Sub rasante excelente calidad) cabe resaltar que se escogió el valor promedio de CBR.

$$Mr_{(psi)} = 2555 * CBR^{0.64}$$

Reemplazando se obtuvo:

$$Mr (psi) = 2555 \times 49.7^{0.64}$$

$$Mr (psi) = 31,121.39$$

3.2.7.5.3. Nivel de Confiabilidad (%R)

Esta probabilidad está en función de la variabilidad de los factores que influyen sobre la estructura del pavimento y su comportamiento.

En consecuencia, a mayor nivel de confiabilidad se incrementará el espesor de la estructura del pavimento a diseñar.

Basándonos en la guía AASHTO, para este caso comprende una carretera secundaria, cuya confiabilidad varía entre 80 – 95.

Tabla N° 26: Nivel de Confiabilidad , según AASHTO

Functional Classification	Recommended Level of Reliability	
	Urban	Rural
Interstate and Other Freeways	85-99	90-99
Principal Arterials	80-99	75-95
Collectors	80-95	75-95
Local	50-80	50-80

Fuente: AASTHO, Guide for Design of Pavement Estructure 1993

Pero con ayuda del “Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos – R.D. N° 10-2014-MTC/14”, nos proporciona un valor más exacto con relación al Rango de Tráfico en el cual le estimamos un valor de 85 % de confiabilidad.

$$R = 85\%$$

Tabla N° 27: Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad para una sola etapa de diseño (10 o 20 años) según rango de Tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	75,000	150,000	65%
	T _{P1}	150,001	300,000	70%
	T _{P2}	300,001	500,000	75%
	T _{P3}	500,001	750,000	80%
	T _{P4}	750,001	1,000,000	80%
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	85%
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	85%
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	85%
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	90%
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	90%
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	90%
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	90%
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	95%
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	95%
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	95%
	T _{P15}	>30'000,000		95%

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos (Pág.133)

3.2.7.5.4. Coeficiente Estadístico de Desviación Estándar Normal (Zr)

Este representa el valor de confiabilidad seleccionada, para un conjunto de datos en una distribución normal.

Con ayuda del “Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos”, nos proporciona un valor más exacto con relación al Rango de Tráfico en el cual le estimamos un valor de -1.036.

$$Zr = -1.036$$

Tabla N° 28: Coeficiente Estadístico de la Desviación Estándar Normal para una sola etapa de diseño (10 o 20 años) según rango de Tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Z _R)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	75,000	150,000	-0.385
	T _{P1}	150,001	300,000	-0.524
	T _{P2}	300,001	500,000	-0.674
	T _{P3}	500,001	750,000	-0.842
	T _{P4}	750,001	1,000,000	-0.842
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	-1.036
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	-1.036
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	-1.036
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	-1.282
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	-1.282
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	-1.282
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	-1.282
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	-1.645
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	-1.645
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	-1.645
	T _{P15}		>30'000,000	-1.645

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos (Pág.135)

3.2.7.5.5. Desviación Estándar Combinada (S_o)

La Guía AASTHO recomienda adoptar para los pavimentos flexibles, valores de S_o comprendidos entre 0.40 y 0.50.

En la etapa de diseño del pavimento flexible se recomienda el valor de:

$$S_o = 0.45$$

3.2.7.5.6. Índice de Serviciabilidad (Δ PSI)

Con ayuda del “Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos”, nos proporciona un valor más exacto con relación al Rango de Tráfico en el cual le estimamos un valor de:

p_0 = Índice de Servicio Inicial = 4.00

p_t = Índice de Servicio Final = 2.50

$$\Delta\text{PSI} = 1.50$$

Tabla N° 29: Diferencial de Serviciabilidad (Δ PSI), según el Rango de Tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)	ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (Pt)	DIFFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (Δ PSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	3.80	2.00	1.80
	T _{P2}	300,001	500,000	3.80	2.00	1.80
	T _{P3}	500,001	750,000	3.80	2.00	1.80
	T _{P4}	750,001	1,000,000	3.80	2.00	1.80
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	4.00	2.50	1.50
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	4.00	2.50	1.50
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	4.00	2.50	1.50
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	4.00	2.50	1.50
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	4.00	2.50	1.50
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	4.00	2.50	1.50
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	4.00	2.50	1.50
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	4.20	3.00	1.20
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	4.20	3.00	1.20
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	4.20	3.00	1.20
	T _{P15}		>30'000,000	4.20	3.00	1.20

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Guía AASHTO 93

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos (Pág.137-139)

3.2.7.5.7. Cálculo del Número Estructural (SN)

3.2.7.5.7.1. De forma Analítica

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_O + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Datos:

W18=	2,889,427.21
R =	85%
Zr=	-1.036
So =	0.45
Mr=	31121.39
ΔPSI =	1.5

Resolviendo la Ecuación:

Primer miembro	=	Segundo miembro
6.4608	=	-0.466395 + 4.67243887 + -0.09916327 + 2.35389686
6.4608	=	6.4608

Por la iteración, el Numero Estructural es:

SN = 2.32

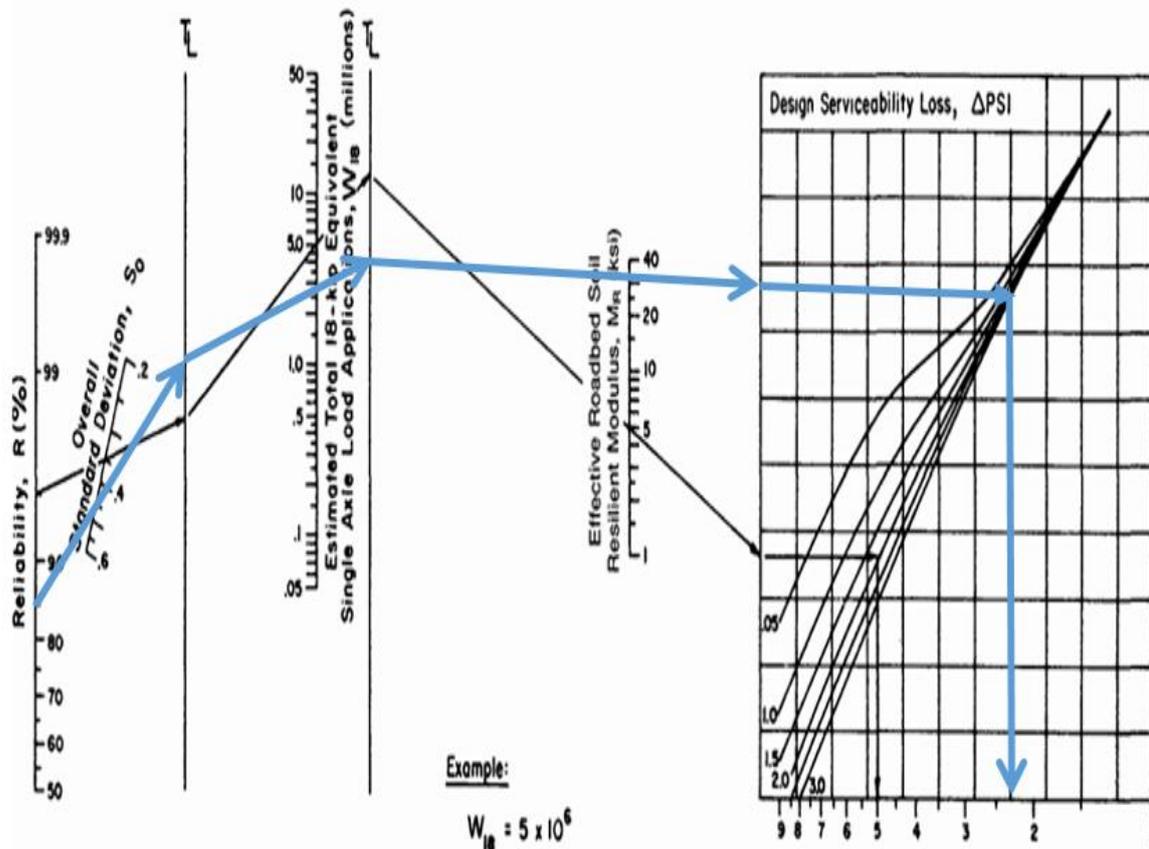
Verificado con un Programa:

Gráfico N° 13: Cálculo del SN, en Programa

Fuente: Programa Ecuación AASHTO93

3.2.7.5.7.2. Con uso de Nomograma

Gráfico N° 14: Cálculo del SN en nomograma para Pavimento Flexible



Fuente: Elaboración Propia

SN = 2.40

Para el diseño de pavimento se tomará el SN analítico porque es mucho más exacto dicho valor.

3.2.7.5.8. Coeficientes Estructurales de las Capas de Pavimentación

Basados en lo señalado según la norma: Manual de carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014, los coeficientes estructurales de capa considerados para el cálculo del Número Estructural de diseño son los siguientes:

- a1 = 0.170 (para carpeta asfáltica en caliente)
- a2 = 0.052 (Recomendada para Tráfico <10000000 EE)
- a3 = 0.047 (para agregados de CBR = 40%)

Tabla N° 30: Coeficientes Estructurales de las Capas de Pavimentación

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
Carpeta Asfáltica en Frio, mezcla asfáltica con emulsión.	a_1	0.125 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 1'000,000$ EE
Micropavimento 25 mm	a_1	0.130 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 1'000,000$ EE
Tratamiento Superficial Bicapa.	a_1	(*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 500,000$ EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8%; y, en vías con curvas pronunciadas, curvas de volteo, curvas y contracurvas, y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
Lechada asfáltica (slurry seal) de 12 mm.	a_1	(*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 500,000$ EE No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8% y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
(*) no se considerapor no tener aporte estructural			
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
Base Granular Tratada con Asfalto (Estabilidad Marshall = 1500 lb)	a_{2a}	0.115 / cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cemento (resistencia a la compresión 7 días = 35 kg/cm ²)	a_{2b}	0.070 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cal (resistencia a la compresión 7 días = 12 kg/cm ²)	a_{2c}	0.080 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
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

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos
(Pág.141)

3.2.7.5.9. Coeficientes de Drenaje

Debido a que en la zona no se cuenta con precipitaciones pluviales, se está considerando un Coeficiente de Drenaje (m) = 0.850

$$m_2 = m_3 = 0.850$$

Tabla N° 31: *Coeficientes de Drenaje para Bases y SubBase*

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

Fuente: *Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos* (Pág.142)

3.2.7.5.10. Cálculo de los Espesores

Aplicando la ecuación que relaciona al número estructural con los espesores del pavimento para los parámetros indicados y un periodo de 20 años, se obtuvieron los siguientes valores:

Con el $SN = 2.32$ se ingresa a la fórmula

$$SN = a_1*d_1 + a_2*d_2*m_2 + a_3*d_3*m_3$$

Tabla N° 32: Valores Recomendados espesores Mínimos de Capa Superficial y Base Granular

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		CAPA SUPERFICIAL	BASE GRANULAR
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	TSB, o Lechada Asfáltica (Slurry seal): 12mm, o Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 50mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 50mm	150 mm
	T _{P2}	300,001	500,000	TSB, o Lechada Asfáltica (Slurry seal): 12mm, o Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 60mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 60mm	150 mm
	T _{P3}	500,001	750,000	Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 60mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 70mm	150 mm
	T _{P4}	750,001	1,000,000	Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 70mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 80mm	200 mm
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 80mm	200 mm
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 90mm	200 mm
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 90mm	200 mm
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 100mm	250 mm
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 110mm	250 mm
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 120mm	250 mm

El espesor mínimo constructivo para capas superficiales con carpeta asfáltica en caliente es de 40 mm y el espesor mínimo constructivo de las capas granulares (Base y Subbase) es de 15 mm.

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos (Pág.135)

Para los espesores se planteó 2 Alternativas

Alternativa 1:

$h_1=5\text{cm}$, $h_2=20\text{cm}$ y $h_3=15\text{cm}$

$$2.32 = 0.170*5+0.052*20*0.85+0.047*15*0.85$$

$$2.32 = 2.33$$

Alternativa 2:

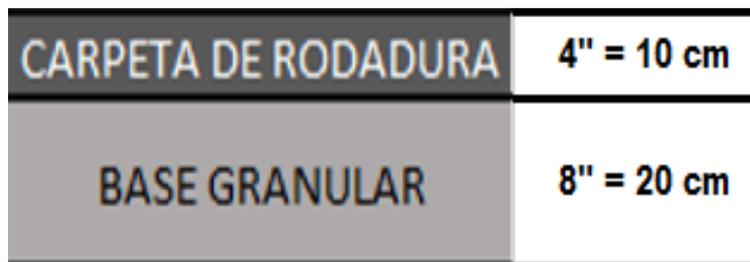
$h_1=9\text{cm}$, $h_2=20\text{cm}$ y $h_3=0\text{ cm}$, es la más adecuada tomando referencia al manual.

Reemplazando se obtuvo:

$$2.32 = 0.170*9+0.052*20*0.85+0.047*0*0.85$$

$$2.32 = 2.41$$

Gráfico N° 15: Sección del Pavimento Flexible



Fuente: Elaboración Propia

Nota:

- ❖ De acuerdo al tipo de tránsito pesado calculado para nuestra zona de estudio nos indica un espesor de 9cm, sin embargo, por razones constructivas se opta por un espesor de 10 cm.
- ❖ Debido al elevado valor de CBR de la zona en estudio y al tipo de suelo que este presenta GP grava pobremente graduada, se optó por no colocar la sub base en el pavimento flexible.

3.2.7.6. DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO- MÉTODO AASHTO 93

Mediante un proceso iterativo, se asumen espesores de losa de concreto hasta que la ecuación AASHTO 93 llegue al equilibrio.

Gráfico N° 16: Ecuación de Diseño de Pavimento Rígido

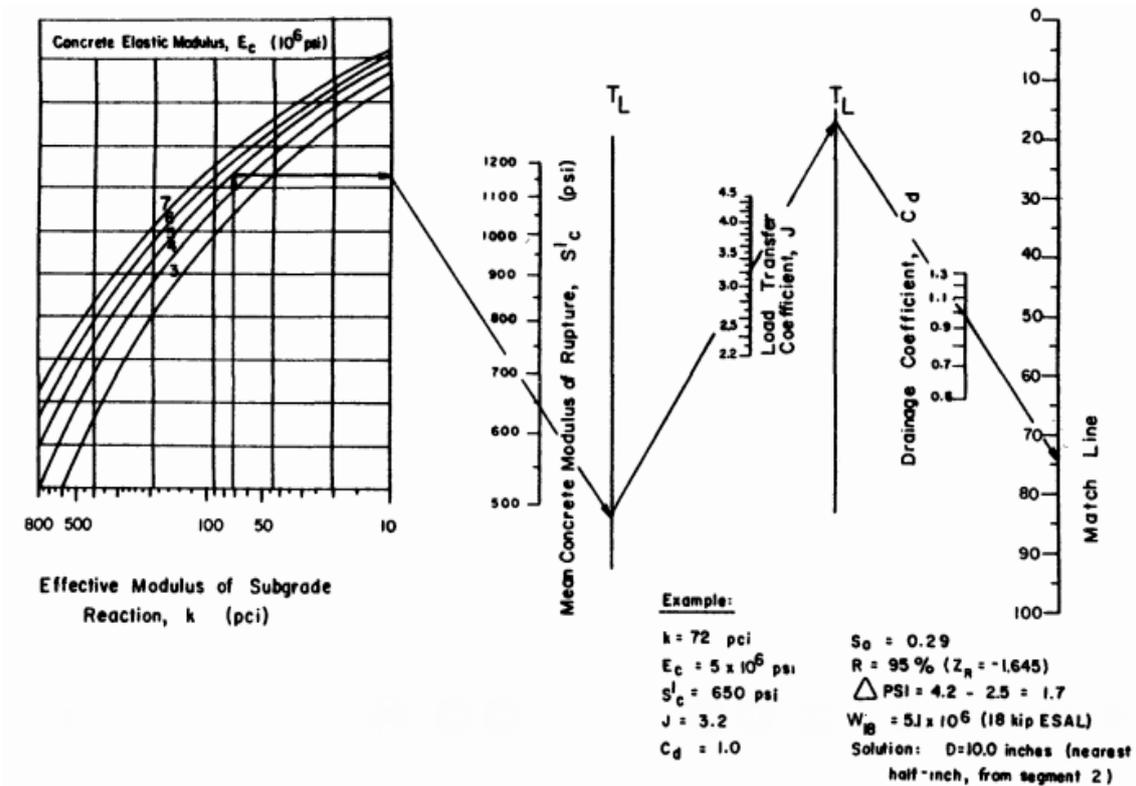
NOMOGRAPH SOLVES:

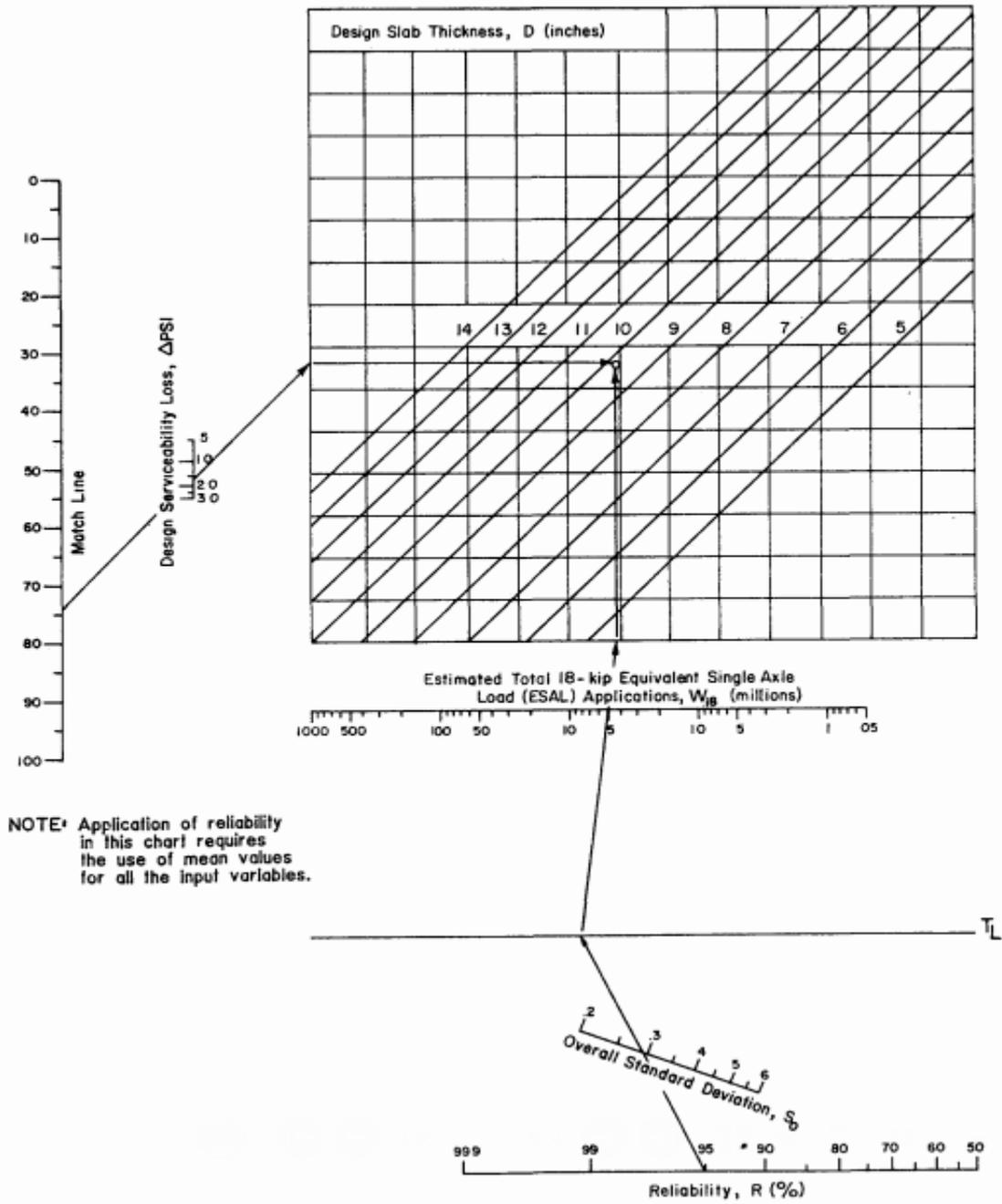
$$\log_{10} \frac{W_{18}}{18} = Z_R * S_o + 7.35 * \log_{10}(D+1) - 0.06 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta \text{ PSI}}{4.5 - 1.5} \right]}{1 + \frac{1.624 * 10^7}{(D+1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 p_t) * \log_{10} \left[\frac{S'_c * C_d \left[D^{0.75} - 1.132 \right]}{215.63 * \left[D^{0.75} - \frac{18.42}{(E_c/k)^{0.25}} \right]} \right]$$

Fuente: Guía AASHTO 1993 Para el Diseño de Estructuras de Pavimento

También se puede hacer uso de nomograma para que nos facilite el diseño:

Gráfico N° 17: Monograma para Pavimento Rígido





Fuente: AAHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993

3.2.7.6.1. Módulo de Reacción del Terreno (Kc)

La determinación directa del valor de “k” mediante ensayos de placa es difícil y costosa, teniendo la desventaja de que normalmente se analiza el suelo en estado seco y sin considerar los efectos de la humedad.

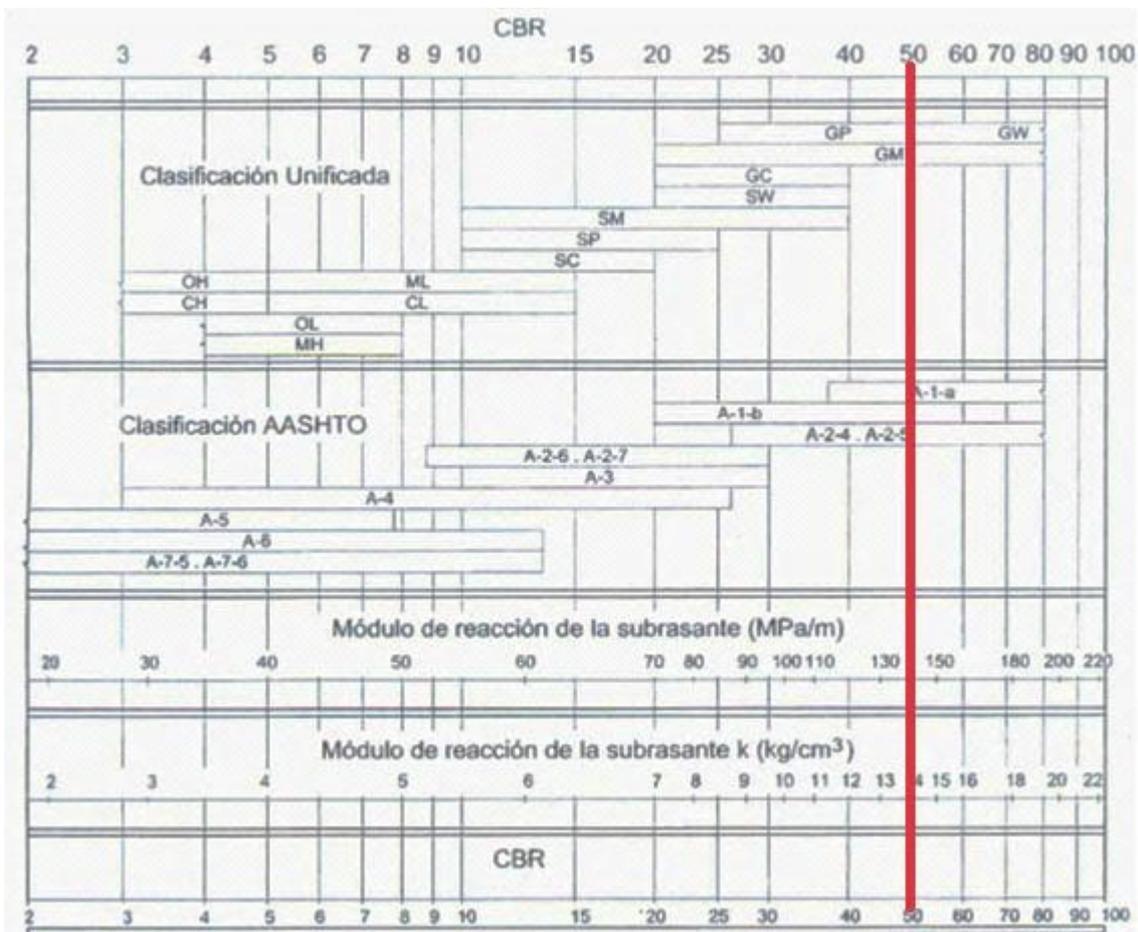
No obstante, se utilizará la alternativa que da AASHTO de utilizar correlaciones directas que permiten obtener el coeficiente de reacción Kc en función de la clasificación de suelos y el CBR.

Por lo tanto, el Kc según la correlación es de:

$$Kc \text{ (Mpa/m)} = 140$$

$$Kc \text{ (psi)} = 515.75$$

Tabla N° 33: Correlación CBR y Módulo de Reacción de la Subrasante



Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos (Pág.230)

3.2.7.6.2. Módulo Elástico del Concreto (Ec)

AASHTO 93 indica que el módulo elástico puede ser estimado usando una correlación, precisando la correlación recomendada por el ACI:

$$E = 57,000x(f'c)^{1.5}; (f'c \text{ en PSI})$$

Tabla N° 34: Módulo de Elasticidad (Ec)

Ecuación = 57000 * (f'c)^0.5		
Resistencia a la compresión del C° (f'c)	Módulo de Elasticidad	
	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2 (psi)
f'c = 210 kg/cm2	2987	3115191
f'c = 280 kg/cm2	3983	3597113
f'c = 350 kg/cm2	4978	4021694

Fuente: Elaboración Propia

Para el desarrollo del siguiente cálculo se utilizó un f'c = 280 kg/cm2 siendo su:

$$Ec \text{ (psi)} = 3,597,113$$

3.2.7.6.3. Módulo de Rotura del Concreto (S'c)

Debido a que los pavimentos de concreto trabajan principalmente a flexión es que se introduce este parámetro a la ecuación AASHTO 93.

Para determinar la resistencia mínima a la compresión del concreto (f'c) se obtendrá de acuerdo al rango de Tráfico Pesado Expresado en EE.

Tabla N° 35: Valores Recomendados de Resistencia del Concreto

RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RESISTENCIA MÍNIMA A LA FLEXOTRACCIÓN DEL CONCRETO (MR)	RESISTENCIA MÍNIMA EQUIVALENTE A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO (F'c)
≤ 5'000,000 EE	40 kg/cm ²	280 kg/cm ²
> 5'000,000 EE ≤ 15'000,000 EE	42 kg/cm ²	300 kg/cm ²
> 15'000,000 EE	45 kg/cm ²	350 kg/cm ²

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos (Pág.231)

El módulo de rotura de concreto se correlaciona con el módulo de compresión del concreto mediante la siguiente expresión:

$$Mr = a \sqrt{f'c} \quad (\text{Valores en kg/cm}^2), \text{ según el ACI 363}$$

Donde los valores "a" varían entre 1.99 y 3.18

Tabla N° 36: Módulo de Rotura del C° (S'c)

Ecuación = 3.18 * (f'c)^0.5		
Resistencia a la compresión del C° (f'c)	Módulo de Rotura del C°	
	Kg/cm2	Lbs/pulg2 (psi)
f'c = 210 kg/cm2	46.1	655
f'c = 280 kg/cm2	53.2	757
f'c = 350 kg/cm2	59.5	846

Fuente: Elaboración Propia

El Módulo de Rotura del Concreto (S'c) para un f'c = 280 kg/cm2 será:

S'c (psi) = 757

3.2.7.6.4. Coeficiente de Transferencia de Carga (J)

Es un parámetro empleado para el diseño de pavimentos de concreto que expresa la capacidad de la estructura como transmisora de cargas entre juntas y fisuras.

Tabla N° 37: Coeficiente de Transferencia 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

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos (Pág.233)

El Coeficiente de Transferencia de Carga (J) será:

J = 3.80

3.2.7.6.5. Coeficiente de Drenaje (Cd)

En este caso se usa un coeficiente de drenaje Cd que puede variar entre 0.70 y 1.25 según sea la calidad del drenaje, a mayor Cd, mejor drenaje.

Tabla N° 38: *Coeficientes de Drenaje de las Capas Granulares*

Calidad de drenaje	% del tiempo en que el pavimento esta expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	< 1%	1 a 5%	5 a 25%	> 25%
Excelente	1.25 - 1.20	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*
(Pág.233)

Para el presente proyecto se está considerando un coeficiente de drenaje de:

$$Cd = 0.85$$

3.2.7.6.6. Perdida de Serviabilidad (Δ PSI)

La Serviabilidad se define como la capacidad del pavimento de servir al tránsito que circula por la vía, y se magnifica en una escala de 0 a 5.

Con ayuda del “Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos”, nos proporciona un valor más exacto con relación al Rango de Tráfico en el cual le estimamos un valor de:

$$p_0 = \text{Índice de Servicio Inicial} = 4.30$$

$$p_t = \text{Índice de Servicio Final} = 2.50$$

$$\Delta PSI = 1.80$$

Tabla N° 39: Diferencial de Serviabilidad (Δ PSI), según el Rango de Tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)	ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL O TERMINAL (Pt)	DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (Δ PSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP1	150,001	300,000	4.10	2.00	2.10
	TP2	300,001	500,000	4.10	2.00	2.10
	TP3	500,001	750,000	4.10	2.00	2.10
	TP4	750 001	1,000,000	4.10	2.00	2.10
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	4.30	2.50	1.80
	TP6	1,500,001	3,000,000	4.30	2.50	1.80
	TP7	3,000,001	5,000,000	4.30	2.50	1.80
	TP8	5,000,001	7,500,000	4.30	2.50	1.80
	TP9	7,500,001	10'000,000	4.30	2.50	1.80
	TP10	10'000,001	12'500,000	4.30	2.50	1.80
	TP11	12'500,001	15'000,000	4.30	2.50	1.80
	TP12	15'000,001	20'000,000	4.50	3.00	1.50
	TP13	20'000,001	25'000,000	4.50	3.00	1.50
	TP14	25'000,001	30'000,000	4.50	3.00	1.50
	TP15		>30'000,000	4.50	3.00	1.50

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos (Pág.227)

3.2.7.6.7. Confiabilidad (%R) y Coeficiente Estadístico de Desviación Estándar Normal (Zr)

Al igual que en el diseño del Pavimento Flexible se está considerando una Confiabilidad del 85 %, por lo tanto, $Z_r = -1.036$.

R = 85%

Zr = -1.036

3.2.7.6.8. Desviación Estándar Total (So)

La Guía AASTHO recomienda adoptar para los pavimentos rígidos, valores de So comprendidos entre 0.30 y 0.40.

En la etapa de diseño del pavimento rígido se recomienda el valor de:

$$So = 0.35$$

3.2.7.6.9. Número de Repeticiones de EE de 8.2 ton (W18)

De acuerdo a nuestra zona de estudio en el apéndice 3.2.7.1.3.8. se determinó que para el pavimento rígido el:

$$W18 = 2,997,570.69$$

3.2.7.6.10. Cálculo del Espesor de la Losa de Diseño, D(plgs)

3.2.7.6.10.1. De Forma Analítica

NOMOGRAPH SOLVES:

$$\log_{10} W_{18} = Z_R * S_o + 7.35 * \log_{10}(D+1) - 0.06 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right]}{1 + \frac{1.624 * 10^7}{(D+1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 p_t) * \log_{10} \left[\frac{S'_c * C_d \left[D^{0.75} - 1.132 \right]}{215.63 * J \left[D^{0.75} - \frac{18.42}{(E_c/k)^{0.25}} \right]} \right]$$

Datos:

K = 515.75	Psi	So = 0.35	
Ec = 3597113	Psi	R = 85%	Zr = -1.036
S'c = 756.84	Psi	Pt = 2.5	
J = 3.8		ΔPSI = 1.8	
Cd = 0.85		W80 = 2,997,570.69	

Resolviendo la Ecuación:

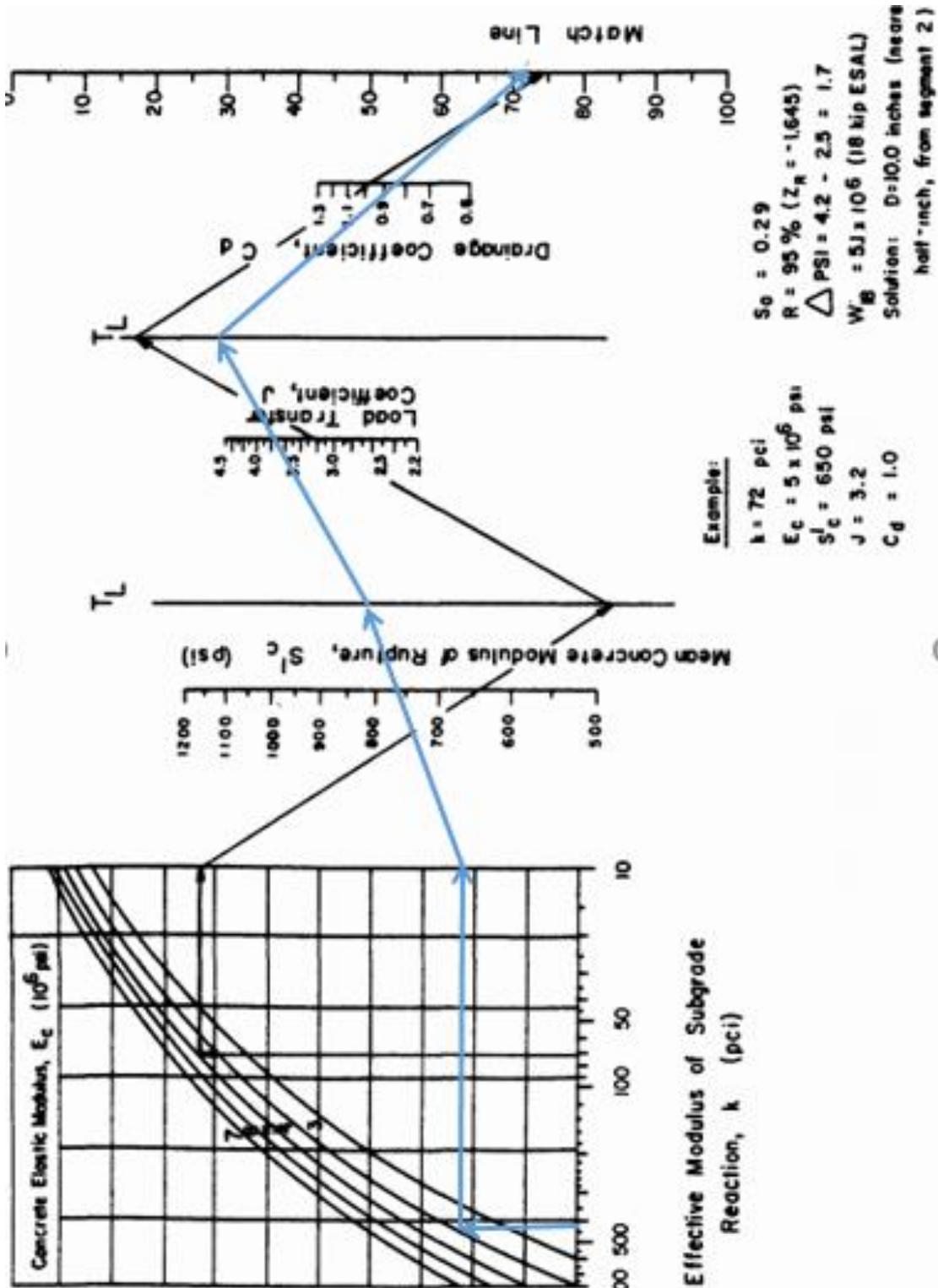
Primer miembro	=	Segundo miembro
6.4768	=	-0.36275169 + 6.986343444 + -0.197037441 + 0.050305359
6.4768	=	6.4768

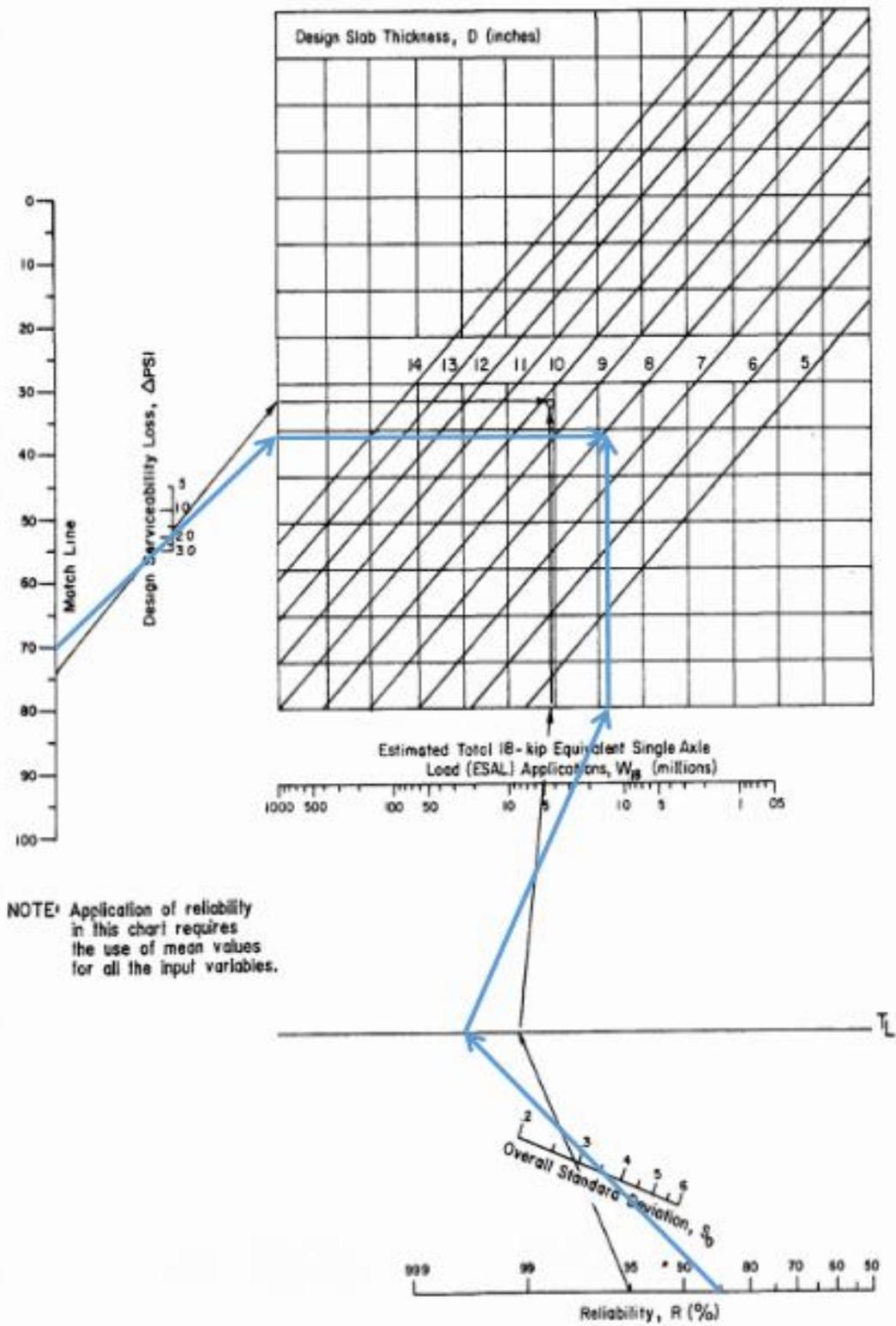
Por la iteración, el Espesor de la Losa es:

$$D = 8.09 \text{ plgs}$$

3.2.7.6.10.2. Con Uso de Nomograma para Pavimento Rígido

Gráfico N° 18: Cálculo del Espesor de la Losa de C° en nomograma





Fuente: Elaboración Propia

D = 8.00 plgs

Para el diseño de pavimento se tomará el D analítico porque es mucho más exacto dicho valor.

El espesor para la losa de concreto será de 8.00”.

Y para la base (afirmado) 4” como mínimo así lo especifica AAHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993.

Gráfico N° 19: Sección del Pavimento Rígido



Fuente: Elaboración Propia

3.2.7.7. DISEÑO DE PAVIMENTO SEMIRRÍGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO

Para el diseño de pavimento con adoquines de concreto se propone el método de diseño IPCI (Interlocking Concrete Pavement Institute), este es un proceso simplificado que toma en cuenta las siguientes guías de diseño:

Structural Design of Concrete Block Pavement y la Guide for Design of Pavement Structures.

Tabla N° 40: Espesores Mínimos de Adoquines de Concreto y Cama de Arena

Ejes equivalentes acumulados		Capa Superficial	Cama de Arena
≤ 150,000		Adoquin de Concreto: 60mm	40 mm
150,001	7,500,000	Adoquin de Concreto: 80mm	40 mm
7,500,001	15'000,000	Adoquin de Concreto: 100mm	40 mm

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos (Pág.211)

El espesor mínimo constructivo para base granulares es de 100 mm, para bases tratadas con asfalta 90 mm y para bases tratadas con cemento es de 100mm.

Bases Granulares = 100 mm

3.2.7.7.1. Espesores

Gráfico N° 20: Sección del Pavimento Semirrígido con Adoquines de Concreto



Fuente: Elaboración Propia

3.2.7.8. ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

3.2.7.8.1. PAVIMENTO FLEXIBLE

S10

Página : 1

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0403006 ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO, SEMIRRIGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO Y FLEXIBLE PARA LAS CALLES DEL SECTOR VI C- EL MILAGRO- TRUJILLO- LA LIBERTAD**
 Subpresupuesto **001 PAVIMENTO FLEXIBLE** Fecha presupuesto **14/08/2017**

Partida **01.01 CORTE HASTA NIVEL DE SUBRASANTE**

Rendimiento **m3/DIA MO. 200.0000 EQ. 200.0000 Costo unitario directo por : m3 6.40**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0040	18.17	0.07
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0400	14.14	0.57
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0800	11.35	0.91
1.55						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.55	0.05
0349040032	TRACTOR DE ORUGAS DE 105-135 HP	hm	1.0000	0.0400	120.00	4.80
4.85						

Partida **01.02 BASE GRANULAR e=0.20 m.**

Rendimiento **m2/DIA MO. 400.0000 EQ. 400.0000 Costo unitario directo por : m2 13.85**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0020	18.17	0.04
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0200	14.14	0.28
0147010003	OFICIAL	hh	6.0000	0.1200	12.40	1.49
1.81						
Materiales						
0205000042	MATERIAL GRANULAR PARA BASE	m3		0.2100	17.00	3.57
0239050000	AGUA	m3		0.2790	1.85	0.52
4.09						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.81	0.05
0348040001	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 122 HP 1,500 gl	hm	1.0000	0.0200	91.10	1.82
0349030007	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 ton	hm	1.0000	0.0200	70.20	1.40
0349030018	RODILLO NEUMATICO AUTOPROPULSADO 127 HP 8-23 ton	hm	1.0000	0.0200	118.95	2.38
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.0200	115.20	2.30
7.95						

Partida **01.03 PREPARACION DE LA SUB RASANTE C/MOTONIVELADORA**

Rendimiento **m2/DIA MO. 1,000.0000 EQ. 1,000.0000 Costo unitario directo por : m2 2.70**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0008	18.17	0.01
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0080	14.14	0.11
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.0320	11.35	0.36
0.48						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.48	0.01
0348120001	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 1,500 gl	hm	1.0000	0.0080	91.10	0.73
0349030007	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 ton	hm	1.0000	0.0080	70.20	0.56
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.0080	115.20	0.92
2.22						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0403006 ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO, SEMIRRIGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO Y FLEXIBLE PARA LAS CALLES DEL SECTOR VI C- EL MILAGRO- TRUJILLO- LA LIBERTAD**

Subpresupuesto **001 PAVIMENTO FLEXIBLE** Fecha presupuesto **14/08/2017**

Partida	01.04		ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 300.0000	EQ. 300.0000	Costo unitario directo por : m3			8.34
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0027	18.17	0.05
0147010002	OPERARIO		hh	1.0000	0.0267	14.14	0.38
							0.43
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	0.43	0.01
0348040025	CAMION VOLQUETE 4 X 2 210-280 HP 8 m3		hm	1.0000	0.0267	160.20	4.28
0349040007	CARGADOR S/ LLANTAS 80-95 HP 1.5-1.75 yd3		hm	1.0000	0.0267	135.50	3.62
							7.91

Partida	02.01		IMPRIMACION ASFALTICA C/EQUIPO				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 2,000.0000	EQ. 2,000.0000	Costo unitario directo por : m2			2.26
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ		hh	0.5000	0.0020	18.17	0.04
0147010004	PEON		hh	6.0000	0.0240	11.35	0.27
0147010023	CONTROLADOR OFICIAL		hh	1.0000	0.0040	11.05	0.04
							0.35
	Materiales						
0213000025	ASFALTO MC-30		L		0.3200	2.08	0.67
0253000000	KEROSENE INDUSTRIAL		gal		0.0600	9.17	0.55
							1.22
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	0.35	0.01
0349020011	COMPRESORA NEUMATICA 93 HP 335-375 PCM		hm	1.0000	0.0040	53.20	0.21
0349130004	CAMION IMPRIMIDOR 6 X 2 178 - 210 HP 1,800 gal		hm	1.0000	0.0040	118.20	0.47
							0.69

Partida	02.02		BARRIDO DE BASE PARA IMPRIMACION				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,000.0000	EQ. 1,000.0000	Costo unitario directo por : m2			0.56
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra						
0147010004	PEON		hh	6.0000	0.0480	11.35	0.54
							0.54
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	0.54	0.02
							0.02

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0403006 ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO, SEMIRRIGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO Y FLEXIBLE PARA LAS CALLES DEL SECTOR VI C- EL MILAGRO- TRUJILLO- LA LIBERTAD**
 Subpresupuesto **001 PAVIMENTO FLEXIBLE** Fecha presupuesto **14/08/2017**

Partida **02.03 RIEGO DE LIGA**

Rendimiento **m2/DIA MO. 1,000.0000 EQ. 1,000.0000** Costo unitario directo por : m2 **2.98**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.5000	0.0040	18.17	0.07
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0080	14.14	0.11
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0160	11.35	0.18
0.36						
Materiales						
0213520042	EMULSION ASFALTICA MODIFICADA	gal		0.0650	6.55	0.43
0239050000	AGUA	m3		0.0220	1.85	0.04
0.47						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.36	0.01
0349020011	COMPRESORA NEUMATICA 93 HP 335-375 PCM	hm	1.0000	0.0080	53.20	0.43
0349050003	BARREDORA MECANICA 10-20 HP 7 p LONGITUD	hm	0.5000	0.0040	85.50	0.34
0349080096	TRACTOR DE TIRO	hm	0.5000	0.0040	105.00	0.42
0349130004	CAMION IMPRIMIDOR 6 X 2 178 - 210 HP 1,800 gal	hm	1.0000	0.0080	118.20	0.95
2.15						

Partida **02.04 CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE e=0.10 m**

Rendimiento **m2/DIA MO. 200.0000 EQ. 200.0000** Costo unitario directo por : m2 **49.01**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.5000	0.0200	18.17	0.36
0147010002	OPERARIO	hh	3.0000	0.1200	14.14	1.70
0147010003	OFICIAL	hh	3.0000	0.1200	12.40	1.49
0147010004	PEON	hh	8.0000	0.3200	11.35	3.63
7.18						
Materiales						
0213000026	MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE PUESTA EN OBRA	m3		0.1000	288.50	28.85
28.85						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	7.18	0.36
0349030043	RODILLO TANDEM ESTATICO AUTOPROPULSADO 58-70HP 8-10 ton	hm	1.0000	0.0400	195.60	7.82
0349050008	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 69 HP 10-16'	hm	1.0000	0.0400	120.00	4.80
12.98						

3.2.7.8.2. PAVIMENTO RÍGIDO

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0403006 ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO, SEMIRRIGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO Y FLEXIBLE PARA LAS CALLES DEL SECTOR VI C- EL MILAGRO- TRUJILLO- LA LIBERTAD**

Subpresupuesto **002 PAVIMENTO RIGIDO** Fecha presupuesto **14/08/2017**

Partida **01.01 CORTE HASTA SUBRASANTE C/EQUIPO (H=0.30M.)**

Rendimiento **m3/DIA MO. 200.0000 EQ. 200.0000** Costo unitario directo por : m3 **6.40**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0040	18.17	0.07
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0400	14.14	0.57
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0800	11.35	0.91
1.55						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.55	0.05
0349040032	TRACTOR DE ORUGAS DE 105-135 HP	hm	1.0000	0.0400	120.00	4.80
4.85						

Partida **01.02 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE**

Rendimiento **m3/DIA MO. 300.0000 EQ. 300.0000** Costo unitario directo por : m3 **8.34**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0027	18.17	0.05
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0267	14.14	0.38
0.43						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.43	0.01
0348040025	CAMION VOLQUETE 4 X 2 210-280 HP 8 m3	hm	1.0000	0.0267	160.20	4.28
0349040007	CARGADOR S/ LLANTAS 80-95 HP 1.5-1.75 yd3	hm	1.0000	0.0267	135.50	3.62
7.91						

Partida **02.01 CONFORMACION DE LA SUB RASANTE C/MOTONIVELADORA**

Rendimiento **m2/DIA MO. 600.0000 EQ. 600.0000** Costo unitario directo por : m2 **4.50**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0013	18.17	0.02
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0133	14.14	0.19
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.0533	11.35	0.60
0.81						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.81	0.02
0348120001	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 1,500 gl	hm	1.0000	0.0133	91.10	1.21
0349030007	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 ton	hm	1.0000	0.0133	70.20	0.93
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.0133	115.20	1.53
3.69						

Partida **02.02 RIEGO Y COMPACTACION DE SUBRASANTE**

Rendimiento **m2/DIA MO. 800.0000 EQ. 800.0000** Costo unitario directo por : m2 **4.12**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0100	18.17	0.18
0147010004	PEON	hh	5.0000	0.0500	11.35	0.57
0.75						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.75	0.02
0349040034	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	1.0000	0.0100	220.00	2.20
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.0100	115.20	1.15
3.37						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0403006 ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO, SEMIRRIGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO Y FLEXIBLE PARA LAS CALLES DEL SECTOR VI C- EL MILAGRO- TRUJILLO- LA LIBERTAD**

Subpresupuesto **002 PAVIMENTO RIGIDO** Fecha presupuesto **14/08/2017**

Partida **02.03 BASE CON AFIRMADO EN PISTA (E=0.10 M.)**

Rendimiento **m2/DIA MO. 400.0000 EQ. 400.0000** Costo unitario directo por : m2 **13.41**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0020	18.17	0.04
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0200	12.40	0.25
0147010004	PEON	hh	5.0000	0.1000	11.35	1.14
1.43						
Materiales						
0205300040	MATERIAL AFIRMADO	m3		0.1100	36.48	4.01
0239050000	AGUA	m3		0.0200	1.85	0.04
4.05						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.43	0.04
0348040001	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 122 HP 1,500 gl	hm	1.0000	0.0200	91.10	1.82
0349030007	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 ton	hm	1.0000	0.0200	70.20	1.40
0349030025	RODILLO NEUMATICO AUTOPROPULSADO 81-100HP 5.5-20 ton	hm	1.0000	0.0200	118.60	2.37
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.0200	115.20	2.30
7.93						

Partida **02.04 LOSA CONCRETO PRE - MEZCLADO H=0.20 M. FC=280 KG/CM2**

Rendimiento **m2/DIA MO. 120.0000 EQ. 120.0000** Costo unitario directo por : m2 **81.89**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0067	18.17	0.12
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.1333	14.14	1.88
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0667	12.40	0.83
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.1333	11.35	1.51
4.34						
Materiales						
0221010038	CONCRETO PREMEZCLADO T.I fc=280 kg/cm2	m3		0.2100	350.00	73.50
73.50						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	4.34	0.13
0349070003	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	1.0000	0.0667	5.23	0.35
0349510011	BOMBA DE CONCRETO 10 m3/h	m3		0.1000	35.67	3.57
4.05						

Partida **02.05 CURADO DEL CONCRETO**

Rendimiento **m2/DIA MO. 240.0000 EQ. 240.0000** Costo unitario directo por : m2 **2.58**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010004	PEON	hh	3.0000	0.1000	11.35	1.14
1.14						
Materiales						
0229010100	CURADOR DE CONCRETO	gal		0.0600	21.40	1.28
1.28						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.14	0.06
0337900009	BROCHA NYLON DE 4"	u		0.0100	10.00	0.10
0.16						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0403006 ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO, SEMIRRIGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO Y FLEXIBLE PARA LAS CALLES DEL SECTOR VI C- EL MILAGRO- TRUJILLO- LA LIBERTAD**

Subpresupuesto **002 PAVIMENTO RIGIDO** Fecha presupuesto **14/08/2017**

Partida	02.06 SELLADO DE JUNTAS EN PAVIMENTO RIGIDO						
Rendimiento	m/DIA	MO. 40.0000	EQ. 40.0000	Costo unitario directo por : m			7.01
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0200	18.17	0.36	
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.2000	14.14	2.83	
0147010004	PEON	hh	0.5000	0.1000	11.35	1.14	
	Materiales						
0213000027	ASFALTO MC-30	gal		0.5000	2.08	1.04	
0229120067	IMPRIMANTE PARA SELLANTE DE JUNTAS	kg		0.0100	141.55	1.42	
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	4.33	0.22	
						0.22	

3.2.7.8.3. PAVIMENTO SEMIRRÍGIDO

S10

Página : 1

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0403006 ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO, SEMIRRIGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO Y FLEXIBLE PARA LAS CALLES DEL SECTOR VI C- EL MILAGRO- TRUJILLO- LA LIBERTAD**

Subpresupuesto **003 PAVIMENTO SEMIRRIGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO** Fecha presupuesto **14/08/2017**

Partida **05.01 CORTE HASTA SUBRASANTE C/EQUIPO (H=0.37M.)**

Rendimiento **m3/DIA MO. 200.0000 EQ. 200.0000** Costo unitario directo por : m3 **6.40**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0040	18.17	0.07
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0400	14.14	0.57
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0800	11.35	0.91
1.55						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.55	0.05
0349040032	TRACTOR DE ORUGAS DE 105-135 HP	hm	1.0000	0.0400	120.00	4.80
4.85						

Partida **05.02 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE**

Rendimiento **m3/DIA MO. 300.0000 EQ. 300.0000** Costo unitario directo por : m3 **8.34**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0027	18.17	0.05
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0267	14.14	0.38
0.43						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.43	0.01
0348040025	CAMION VOLQUETE 4 X 2 210-280 HP 8 m3	hm	1.0000	0.0267	160.20	4.28
0349040007	CARGADOR S/ LLANTAS 80-95 HP 1.5-1.75 yd3	hm	1.0000	0.0267	135.50	3.62
7.91						

Partida **06.01 CONFORMACION DE LA SUB RASANTE PARA ADOQUINES**

Rendimiento **m2/DIA MO. 600.0000 EQ. 600.0000** Costo unitario directo por : m2 **4.50**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0013	18.17	0.02
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0133	14.14	0.19
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.0533	11.35	0.60
0.81						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.81	0.02
0348120001	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 1,500 gl	hm	1.0000	0.0133	91.10	1.21
0349030007	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 ton	hm	1.0000	0.0133	70.20	0.93
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.0133	115.20	1.53
3.69						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0403006 ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO, SEMIRRIGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO Y FLEXIBLE PARA LAS CALLES DEL SECTOR VI C- EL MILAGRO- TRUJILLO- LA LIBERTAD**
 Subpresupuesto **003 PAVIMENTO SEMIRRIGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO** Fecha presupuesto **14/08/2017**

Partida **06.02 BASE GRANULAR COMPACTACION CON EQUIPO LIVIANO**

Rendimiento **m2/DIA MO. 250.0000 EQ. 250.0000** Costo unitario directo por : m2 **20.59**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0032	18.17	0.06
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	14.14	0.45
0147010003	OFICIAL	hh	6.0000	0.1920	12.40	2.38
2.89						
Materiales						
0205000042	MATERIAL GRANULAR PARA BASE	m3		0.2600	17.00	4.42
0239050000	AGUA	m3		0.2790	1.85	0.52
4.94						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	2.89	0.09
0348040001	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 122 HP 1,500 gl	hm	1.0000	0.0320	91.10	2.92
0349030007	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 ton	hm	1.0000	0.0320	70.20	2.25
0349030018	RODILLO NEUMATICO AUTOPROPULSADO 127 HP 8-23 ton	hm	1.0000	0.0320	118.95	3.81
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.0320	115.20	3.69
12.76						

Partida **06.03 CONFORMACION DE CAMA DE ARENA PARA ASENTADO DE ADOQUINES e=4cm**

Rendimiento **m2/DIA MO. 200.0000 EQ. 200.0000** Costo unitario directo por : m2 **6.74**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0400	18.17	0.73
0147010004	PEON	hh	8.0000	0.3200	11.35	3.63
4.36						
Materiales						
0205010038	ARENA PARA CONFINAMIENTO DEL ADOQUINADO	m2		0.0500	47.56	2.38
2.38						

Partida **06.04 PISO DE ADOQUIN DE CONCRETO**

Rendimiento **m2/DIA MO. 40.0000 EQ. 40.0000** Costo unitario directo por : m2 **51.30**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	0.5000	0.1000	14.14	1.41
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.2000	12.40	2.48
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.2000	11.35	2.27
6.16						
Materiales						
0205030073	ADOQUINES DE CONCRETO	m2		50.0000	0.85	42.50
42.50						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2.0000	6.16	0.12
0349030004	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 7 HP	hm	0.1250	0.0250	100.88	2.52
2.64						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0403006 ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO, SEMIRRIGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO Y FLEXIBLE PARA LAS CALLES DEL SECTOR VI C- EL MILAGRO- TRUJILLO- LA LIBERTAD						Fecha presupuesto	14/08/2017
Subpresupuesto	003 PAVIMENTO SEMIRRIGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO							
Partida	06.05 SELLO Y COMPACTADO FINAL DE PAVIMENTO							
Rendimiento	m2/DIA	MO. 600.0000	EQ. 600.0000	Costo unitario directo por : m2			3.40	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0133	12.40	0.16		
0147010004	PEON	hh	3.0000	0.0400	11.35	0.45		
	Materiales							
0204000000	ARENA FINA	m3		0.0300	47.43	1.42	1.42	
	Equipos							
0337010064	ESCOBA	u		0.0100	7.75	0.08		
0349110010	RODILLO LISO VIBRATORIO	hm	0.1275	0.0017	757.44	1.29	1.37	

3.2.7.9.PRESUPUESTO

3.2.7.9.1. PRESUPUESTO PAVIMENTO FLEXIBLE

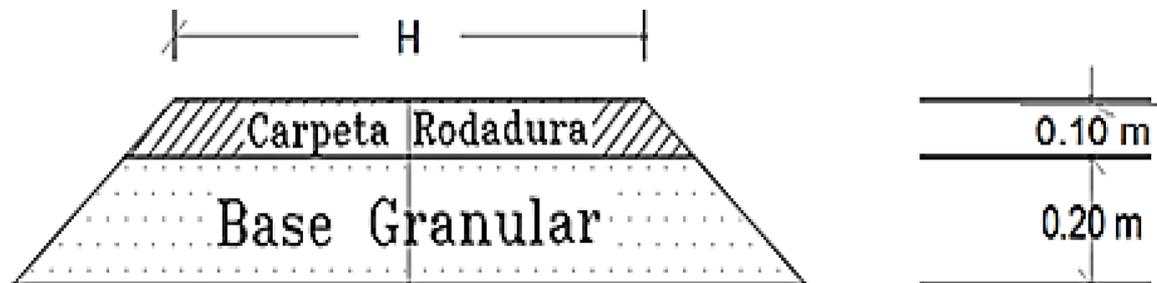
Longitud del Proyecto: 1,352.18 m

Ancho de la Calzadas:

- Av. Víctor Raúl Haya de la Torre : 15.92 m
- Jr. Huáscar : 11.82 m
- Prolongación Calle 3 : 12.48 m
- Calle 5 : 7.48 m

Espesor de capa SubBase : 0.15 m, según diseño.
 Espesor de capa Base : 0.20 m, según diseño.
 Espesor de capa de Rodadura : 0.10 m, según diseño.

Gráfico N° 21: Sección Transversal de Pavimento Flexible



PRESUPUESTO

Presupuesto 0201001 ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO, SEMIRRÍGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO Y FLEXIBLE PARA LAS CALLES DEL SECTOR VI - C EL MILAGRO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

Subpresupuesto 001 PAVIMENTACION FLEXIBLE

Cliente MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUANCHACO - TRUJILLO Costo al 14/08/2017

Lugar LA LIBERTAD - TRUJILLO - HUANCHACO

Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
01	OBRAS PROVISIONALES				
01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	Gib	1.00	6380.00	6,380.00
01.02	OFICINA DE ALMACEN Y CASETA DE GUARDIANA	Gib	1.00	2000.00	2,000.00
01.03	CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA 3.60 x 7.20m	Und	1.00	1200.00	1,200.00
01.04	TRASLADO MAQ/EQUIP. MATERIALES Y HERRAMIENTAS A OBRA	vje	2.00	2000.00	4,000.00
01.05	SEÑALIZACION Y SEGURIDAD EN OBRA	Gib	1.00	5250.00	5,250.00
01.06	MANTENIMIENTO Y DESVIO DE TRANSITO TEMPORAL	Mes	4.00	2750.00	11,000.00
02	OBRAS PRELIMINARES				
02.01	TRAZO NIVELACION Y REPLANTEO INICIAL DE OBRA	m2	15406.00	1.12	17,254.72
02.02	TRAZO NIVELACION Y REPLANTEO DURANTE LA OBRA	m2	15406.00	0.65	10,013.90
03	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
03.01	CORTE HASTA NIVEL DE SUBRASANTE	m3	6932.70	6.40	44,369.28
03.02	PREPARACION DE LA SUB RASANTE C/MOTONIVELADORA	m2	15406.00	2.70	41,596.20
03.03	BASE GRANULAR e=0.20m	m2	15406.00	13.85	213,373.10
03.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	870.34	8.34	7,258.64
04	PAVIMENTO FLEXIBLE				
04.01	BARRIDO DE BASE PARA IMPRIMACION	m2	15406.00	0.56	8,627.36
04.02	IMPRIMACION ASFALTICA	m2	15406.00	2.26	34,817.56
04.03	RIEGO DE LIGA	m2	15406.00	2.98	45,909.88
04.04	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE e=0.10 m	m2	15406.00	49.01	755,048.06
05	SEÑALIZACION				
05.01	PINTADO DE PAVIMENTOS (SIMBOLOS Y LETRAS)	m2	2650.70	21.69	57,493.68
05.02	PINTADO DE PAVIMENTOS (LINEAS DISCONTINUAS - AMAR N° CARRIL)	ml	8245.00	5.07	41,802.15
05.03	PINTADO DE PAVIMENTOS (LINEAS CONTINUAS - BLANCO)	ml	10345.00	5.00	51,725.00
06	VARIOS				
06.01	NIVELACION DE TECHOS DE BUZONES	Und	60.00	118.96	7,137.60
	COSTO GENERAL				1,366,257.13
	Gastos Generales 5%				68,312.86
	Utilidades 10%				136,625.71
	Sub Total				1,571,195.70
	IMPUESTO IGV 18%				282,815.23
	PRESUPUESTO TOTAL				1,854,010.92

SON: UN MILLON OCHOCIENTOS CINCUENTA Y CUATRO MIL DIEZ Y 92/100 NUEVOS SOLES

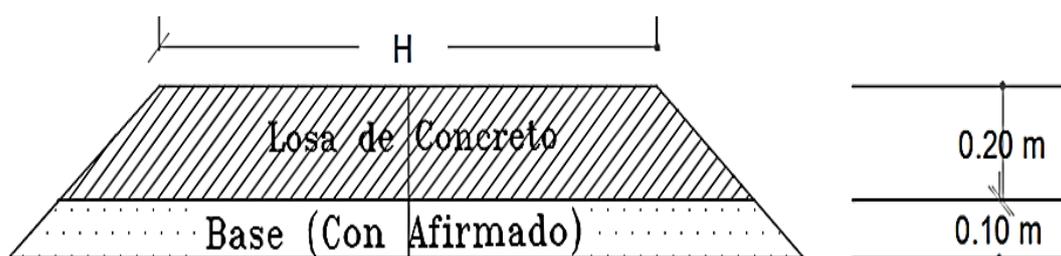
3.2.7.9.2. PAVIMENTO RÍGIDO**Ancho de la Calzadas:**

- Av. Víctor Raúl Haya de la Torre : 15.92 m
- Jr. Huáscar : 11.82 m
- Prolongación Calle 3 : 12.48 m
- Calle 5 : 7.48 m

Espesor de capa Base : 0.10 m, según diseño.

Espesor de Losa de Concreto : 0.20 m, según diseño.

Gráfico N° 22: Sección Transversal de Pavimento Rígido



S10 PAGINA 1 1

PRESUPUESTO

Presupuesto 0201001 ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO, SEMIRRÍGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO Y FLEXIBLE PARA LAS CALLES DEL SECTOR VI - C EL MILAGRO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
 Subpresupuesto 002 PAVIMENTACION RÍGIDO
 Cliente MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUANCHACO - TRUJILLO Costo al 14/08/2017
 Lugar LA LIBERTAD - TRUJILLO - HUANCHACO

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
01	OBRAS PROVISIONALES				
01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	Glb	1.00	6,380.00	6,380.00
01.02	OFICINA DE ALMACEN Y CASETA DE GUARDIANA	Glb	1.00	2,000.00	2,000.00
01.03	CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA 3.60 x 7.20m	Und	1.00	1,200.00	1,200.00
01.04	TRASLADO MAQ/EQUIP. MATERIALES Y HERRAMIENTAS A OBRA	vje	2.00	2,000.00	4,000.00
01.05	SEÑALIZACION Y SEGURIDAD EN OBRA	Glb	1.00	5,250.00	5,250.00
01.06	MANTENIMIENTO Y DESVIO DE TRANSITO TEMPORAL	Mes	4.00	2,750.00	11,000.00
02	OBRAS PRELIMINARES				
02.01	TRAZO NIVELACION Y REPLANTEO INICIAL DE OBRA	m2	15406.00	1.12	17,254.72
02.02	TRAZO NIVELACION Y REPLANTEO DURANTE LA OBRA	m2	15406.00	0.65	10,013.90
03	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
03.01	CORTE HASTA SUBRASANTE C/EQUIPO (H=0.30M.)	m3	6,162.40	6.40	39,439.36
03.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/ EQUIPO	m3	870.34	8.34	7,258.64
04	PAVIMENTO RIGIDO				
04.01	CONFORMACION DE SUBRASANTE C/ EQUIPO	m2	15406.00	4.50	69,327.00
04.02	RIEGO Y COMPACTACION DE SUBRASANTE	m2	15406.00	4.12	63,472.72
04.03	BASE AFIRMADO EN PISTA (E=0.10 M.)	m2	15406.00	13.41	206,594.46
04.04	LOSA CONCRETO PRE - MEZCLADO H=0.20 M. FC=280 KG/CM2	m2	15406.00	81.89	1,261,597.34
04.05	CURADO DEL CONCRETO	m2	15406.00	2.58	39,747.48
04.06	SELLADO DE JUNTAS EN PAVIMENTO RIGIDO	ML	3,540.00	7.01	24,815.40
05	SEÑALIZACION				
05.01	PINTADO DE PAVIMENTOS (SIMBOLOS Y LETRAS)	m2	2,650.70	21.69	57,493.68
05.02	PINTADO DE PAVIMENTOS (LINEAS DISCONTINUAS - AMAR N° CARRIL)	ml	8,245.00	5.07	41,802.15
05.03	PINTADO DE PAVIMENTOS (LINEAS CONTINUAS - BLANCO)	ml	10,345.00	5.00	51,725.00
06	VARIOS				
.06.01	NIVELACION DE TECHOS DE BUZONES	Und	60.00	118.96	7,137.60

COSTO GENERAL	1,927,509.45
Gastos Generales 5%	96,375.47
Utilidades 10%	192,750.94
Sub Total	2,216,635.87
IMPUESTO IGV 18%	398,994.46
PRESUPUESTO TOTAL	2,615,630.32

SON: DOS MILLONES SEISCIENTOS QUINCE MIL SEISCIENTOS TREINTA Y 32/100 NUEVOS SOLES

3.2.7.9.3. PAVIMENTO SEMIRRÍGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO

Ancho de la Calzadas:

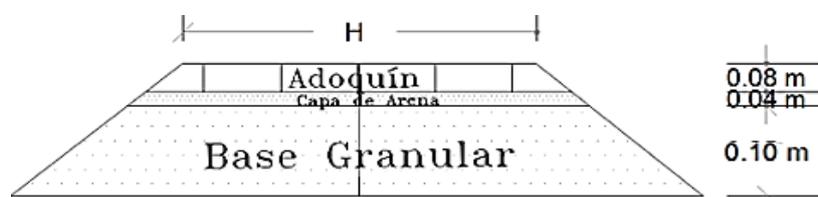
- Av. Víctor Raúl Haya de la Torre : 15.92 m
- Jr. Huáscar : 11.82 m
- Prolongación Calle 3 : 12.48 m
- Calle 5 : 7.48 m

Espesor de capa Base : 0.10 m, según diseño.

Espesor de la Capa de Arena : 0.04 m, según diseño.

Espesor del Adoquín : 0.08 m, según el diseño.

Gráfico N° 23: Sección Transversal de Pavimento Semirrígido con Adoquines de Concreto



S10 PAGINA 1 1

PRESUPUESTO

Presupuesto 0201001 ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO, SEMIRRÍGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO Y FLEXIBLE PARA LAS CALLES DEL SECTOR VI - C EL MILAGRO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

Subpresupuesto 003 PAVIMENTACION SEMIRRÍGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO

Cliente MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUANCHACO - TRUJILLO Costo al 14/08/2017

Lugar LA LIBERTAD - TRUJILLO - HUANCHACO

Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
01	OBRAS PROVISIONALES				
01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	Glb	1.00	6,380.00	6,380.00
01.02	OFICINA DE ALMACEN Y CASETA DE GUARDIANIA	Glb	1.00	2,000.00	2,000.00
01.03	CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA 3.60 x 7.20m	Und	1.00	1,200.00	1,200.00
01.04	TRASLADO MAQ/EQUIP. MATERIALES Y HERRAMIENTAS A OBRA	vje	2.00	2,000.00	4,000.00
01.05	SEÑALIZACION Y SEGURIDAD EN OBRA	Glb	1.00	5,250.00	5,250.00
01.06	MANTENIMIENTO Y DESVIO DE TRANSITO TEMPORAL	Mes	4.00	2,750.00	11,000.00
02	OBRAS PRELIMINARES				
02.01	TRAZO NIVELACION Y REPLANTEO INICIAL DE OBRA	m2	15406.00	1.12	17,254.72
03	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
03.01	CORTE HASTA SUBRASANTE PISTA C/EQUIPO (H=0.40M.)	m3	6,824.68	40.41	275,785.32
03.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/ EQUIPO	m3	870.34	8.34	7,258.64
04	PAVIMENTO SEMIRRIGIDO				
04.01	CONFORMACION DE SUBRASANTE PARA ADOQUINES	m2	15406.00	4.50	69,327.00
04.02	BASE GRANULAR e=0.10 m COMPACTACION EQUIPO LIVIANO	m2	15406.00	20.59	317,209.54
04.03	CONFORMACION DE CAMA DE ARENA PARA ASENTADO DE ADOQUINES e=0.1	m2	15406.00	6.74	103,836.44
04.04	PISO DE ADOQUIN DE CONCRETO e= 0.08 m	m2	15406.00	51.30	790,327.80
04.05	SELLO Y COMPACTADO FINAL DE PAVIMENTO	m2	15406.00	3.40	52,380.40
05	SEÑALIZACION				
05.01	PINTADO DE PAVIMENTOS (SIMBOLOS Y LETRAS)	m2	2,650.70	21.69	57,493.68
05.02	PINTADO DE PAVIMENTOS (LINEAS DISCONTINUAS - AMAR N° CARRIL)	ml	8,245.00	5.07	41,802.15
06	VARIOS				
.06.01	NIVELACION DE TECHOS DE BUZONES	Und	60.00	118.96	7,137.60
	COSTO GENERAL				1,769,643.29
	Gastos Generales 5%				88,482.16
	Utilidades 10%				176,964.33
	Sub Total				2,035,089.78
	IMPUESTO IGV 18%				366,316.16
	PRESUPUESTO TOTAL				2,401,405.94

SON: DOS MILLONES CUATROCIENTOS UN MIL CUATROCIENTOS CINCO Y 94/100 NUEVOS SOLES

4. RESULTADOS

- ❖ El conteo de vehículos se tomó en 7 días calendarios, desde el día lunes 22 hasta el día domingo 28 de mayo del presente año, también se tomó como periodo de diseño 20 años, para así poder hacer un análisis comparativo de los pavimentos, lo cual nos dio como resultado un EAL anual de:

SECTOR VI C "EL MILAGRO"	PAVIMENTO FLEXIBLE	PAVIMENTO RÍGIDO
Nrep de EE 8.2tn	2'889,427.21	2'997,570.69

- ❖ Con respecto al estudio de mecánica de suelos con fines de pavimentación, se realizó 6 calicatas a una profundidad de 1.50 m ,y se encontró como material predominante Grava Pobremente Graduada. Además de contar con :

Nº CALICATA	DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3)	HUMEDAD ÓPTIMA (%)	CBR (%)
C-1	2.164	7.50	46.5
C-2	2.176	7.85	52.5
C-3	2.172	7.93	51.6
C-4	2.170	7.40	50.5
C-5	2.168	7.60	48.8
C-6	2.174	7.70	48.4

Lo cual nos resultó un CBR de Diseño de 49.70 %.

- ❖ Con respecto al levantamiento topográfico se determino que su topografía es llana.
- ❖ El diseño del pavimento se realizó con el Método de AASHTO-93, con el cual se determinaron los parámetros de diseño para los pavimentos flexibles y rígidos, siendo estos los siguientes:

Tabla N° 41: Parámetros de Diseño para los diferentes Tipos de Pavimentos

PARÁMETROS	PAVIMENTO FLEXIBLE PAVIMENTO SEMIRRÍGIDO	PAVIMENTO RÍGIDO
EAL	2'889,427.21	2'997,570.69
Periodo de Diseño	20 años	20 años
CBR	49.70	49.70
Serviciabilidad Inicial	4.00	4.30
Serviciabilidad Final	2.50	2.50
Factor de Confiabilidad	85%	85%
Desviación Estándar	0.45	0.35
Número Estructural	2.32	.
Módulo de Reacción del Terreno	-	515.75 psi
Módulo de Rotura del Concreto	-	757 psi
Módulo de Elasticidad del Concreto	-	3,597,113 psi
Coefficiente de Drenaje	0.85	0.85
Transferencia de Carga	-	3.80

Fuente: Elaboración Propia

- ❖ Para determinar los espesores, nos apoyamos del “Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos”, de lo cual se obtuvo los siguientes espesores:

Tabla N° 42: Espesores obtenidos, para los diferentes Tipos de Pavimentos

	FLEXIBLE	RÍGIDO	SEMIRRÍGIDO
ESPEORES	CARPETA DE RODADURA 4" = 10 cm	LOSA DE CONCRETO 8" = 20 cm BASE (CON AFIRMADO) 4" = 10 cm	ADOQUÍN 3.2" = 8 cm
	BASE GRANULAR 8" = 20 cm		CAPA DE ARENA 1.6" = 4 cm
			BASE GRANULAR 4" = 10 cm

Fuente: Elaboración Propia

- ❖ En presupuesto obtenido no se tomo en consideración el costo de mantenimiento:

Pavimento Flexible	: S/.1'854,010.92
Pavimento Rígido	: S/.2'615,630.32
Pavimento Semirrígido con Adoquines de Concreto	: S/.2'401,405.94

CAUDRO COMPARATIVO TÉCNICO- ECONÓMICO

Tabla N° 43: Cuadro Comparativo Técnico - Económico

INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	PAVIMENTO FLEXIBLE	PAVIMENTO RÍGIDO	PAVIMENTO SEMIRRÍGIDO
COSTO	S/.	1'854,010.92	2'615,630.32	2'401,405.94
COSTO DIRECTO POR M2	S/.	88.68	125.11	114.87
COSTO POR M2 (GG Utilidades + IGV)	S/.	120.34	169.78	155.87
PLAZO DE EJECUCIÓN	DIAS	75	105	60
MANTENIMIENTO PERIODICO RUTINARIO	AÑOS	5	10	10
DURABILIDAD	AÑOS	15-20	20-40	20-40

Fuente: Elaboración Propia

5. CONCLUSIONES

- ❖ Se concluye que por temas económicos el pavimento flexible es el que mejor se ajusta a la zona de estudio, por lo tanto, dependerá de las autoridades respectivas tomar la decisión acerca de qué tipo de pavimento emplear.
- ❖ Al realizar el estudio de tráfico se concluye que gran parte del flujo vehicular consta principalmente de mototaxis, autos y micros posteriormente el número de repeticiones de ejes equivalentes para el diseño es de aproximadamente 3 millones.
- ❖ Al realizar el estudio de mecánica de suelos se obtuvo un CBR= 49.70 por lo que se concluye el terreno posee una buena capacidad portante, y debido a esto el pavimento flexible ya no necesitaría de una sub base granular en su diseño.
- ❖ Con respecto al levantamiento topográfico se determinó que su topografía es llana presentando pendiente longitudinal menor al 3%, demandando un mínimo movimiento de tierra, por lo que no presenta dificultades en su trazado
- ❖ El Diseño de la Estructura del Pavimento Rígido, Semirrígido con Adoquines de Concreto y Flexible, del presente proyecto, obedece a parámetros del comportamiento del lugar de emplazamiento, tomando como variables de entrada, la caracterización del tránsito, las propiedades mecánicas de los materiales y del terreno de fundación, las condiciones climáticas, las condiciones de drenaje y los niveles de serviciabilidad y confiabilidad.
- ❖ Concluimos indicando que, dentro del diseño del Pavimento Flexible, Pavimento Rígido y del Pavimento Semirrígido, siguiendo las recomendaciones del método AASTHO -93 se tiene las siguientes estructuras:

	FLEXIBLE	RÍGIDO	SEMIRRÍGIDO
ESPEORES	CARPETA DE RODADURA 4" = 10 cm	LOSA DE CONCRETO 8" = 20 cm	ADOQUÍN 3.2" = 8 cm
	BASE GRANULAR 8" = 20 cm		CAPA DE ARENA 1.6" = 4 cm
		BASE (CON AFIRMADO) 4" = 10 cm	BASE GRANULAR 4" = 10 cm

❖ Según el diseño y cálculo de volúmenes de obra se obtuvo que el costo del pavimento flexible es S/.1'854,010.92 y el costo del pavimento rígido es S/.2'615,630.32, es decir el costo del pavimento rígido es 41% del costo del pavimento flexible.

Y el costo de pavimento semirrígido con adoquines de concreto es S/.2'401,405.94 y el costo del pavimento rígido es S/.2'615,630.32, es decir el costo del pavimento rígido es 9% del costo del pavimento semirrígido con adoquines de concreto.

INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	PAVIMENTO FLEXIBLE	PAVIMENTO RÍGIDO	PAVIMENTO SEMIRRÍGIDO
COSTO	S/.	1'854,010.92	2'615,630.32	2'401,405.94
COSTO DIRECTO POR M2	S/.	88.68	125.11	114.87
PLAZO DE EJECUCIÓN	DIAS	75	105	60
MANTENIMIENTO PERIODICO RUTINARIO	AÑOS	5	10	10
DURABILIDAD	AÑOS	15-20	20-40	20-40

❖ Puede verse, en el análisis realizado, que el costo del pavimento rígido es más alto que el del pavimento flexible y pavimento semirrígido; en cuanto a ejecución se refiere. Para ello debe de tomarse en cuenta que se realizó la comparación tomando en consideración los mismos parámetros de diseño.

6. RECOMENDACIONES

- ❖ Se recomienda por temas de durabilidad y menor costo de mantenimiento, el pavimento rígido sería el mejor pavimento a escoger sin embargo el costo de ejecución inicial es un 41% mayor respecto al flexible.

- ❖ Realizar más de dos ensayos de CBR de la subrasante, para la obtención de un valor medio, el mismo nos permitirá obtener un valor óptimo del Módulo Resiliencia MR de la subrasante.

- ❖ Para obtener un análisis completo del estudio comparativo de costos realizado en el presente trabajo, deberá tomarse en cuenta, además de los costos de ejecución, incluidos anteriormente, los costos de mantenimiento, para ambos pavimentos.

- ❖ Hablar de qué tan económico resulta un pavimento respecto al otro, es muy relativo, ya que, si se toma en cuenta el costo total, el cual incluye la inversión inicial más el costo de mantenimiento, no se obtendrá una alternativa definitiva. Por lo tanto, dependerá de las autoridades respectivas tomar la decisión acerca de qué tipo de pavimento emplear en un proyecto determinado, contando con los fondos y financiamiento necesarios.

- ❖ Los tres tipos de pavimento tienen virtudes considerables que pueden ser bien aprovechadas, cada proyecto debe ser analizado a conciencia para determinar cuál es la mejor opción para cada caso, haciendo un análisis cuidadoso y a conciencia de todos los factores que intervienen en el proyecto.

Desde las condiciones del entorno, los estudios de ingeniería de tránsito, geotécnicos, de drenaje y subdrenaje, la disponibilidad de materiales y equipo de construcción.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Rico, A., Y Del Castillo, H. (1999).** *La ingeniería de suelos en las vías terrestres.* (2da ed.). México D. F.: Limusa.
- Huang, Y. (2004)** *Pavement analysis and design.* (2da ed.). Estados Unidos: Pearson Prentice Hall.
- Montejo, A (2006)** *Ingeniería de pavimentos: Fundamentos, estudios básicos y diseño.*(3raed.). Colombia: Universidad Católica de Colombia.
- Hernández, R., Fernández, C. (2010).** *Metodología de la investigación.* (5°. Ed.). Editorial McGraw-Hill.
- Aguilar, R., Benites, Edy. (2011).** *Comparación Técnica – Económica entre un Pavimento Flexible y un Pavimento Rígido.* (Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil). Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo.
- Gómez, S. (2014).** *Diseño estructural del pavimento flexible para el anillo Vial del Óvalo Grau – Trujillo – La Libertad.* (Tesis de para obtener el título de Ingeniero Civil) Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo.
- Rengifo, Kimiko. (2014).** *Diseño de los Pavimentos de la nueva carretera Panamericana Norte en el tramo de Huacho a Pativilca (KM 188 a 189).* (Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil). Pontifica Universidad Católica del Perú, Lima.
- Garcia,B., Gutierrez,R. (2014).** *Analisis Comparativo para Diseño de Pavimentos Flexibles mediante Las Alternativas IMT – PAVE y CR-ME del Método Mecanista empiricco, con el método AASHTO 93.* (Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil). Universidad de El Salvador.
- Reglamento Nacional de Edificaciones Norma CE.010 Aceras y Pavimentos** (2013), Lima –Perú.
- Ministerio De Transportes Y Comunicaciones (2003)** *Reglamento acional de Vehículos*
http://transparencia.mtc.gov.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_21.pdf
- Ministerio De Transportes Y Comunicaciones (2014)** *Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos- Sección Suelos y Pavimentos*

ANEXOS

Plano de Ubicación Geográfica



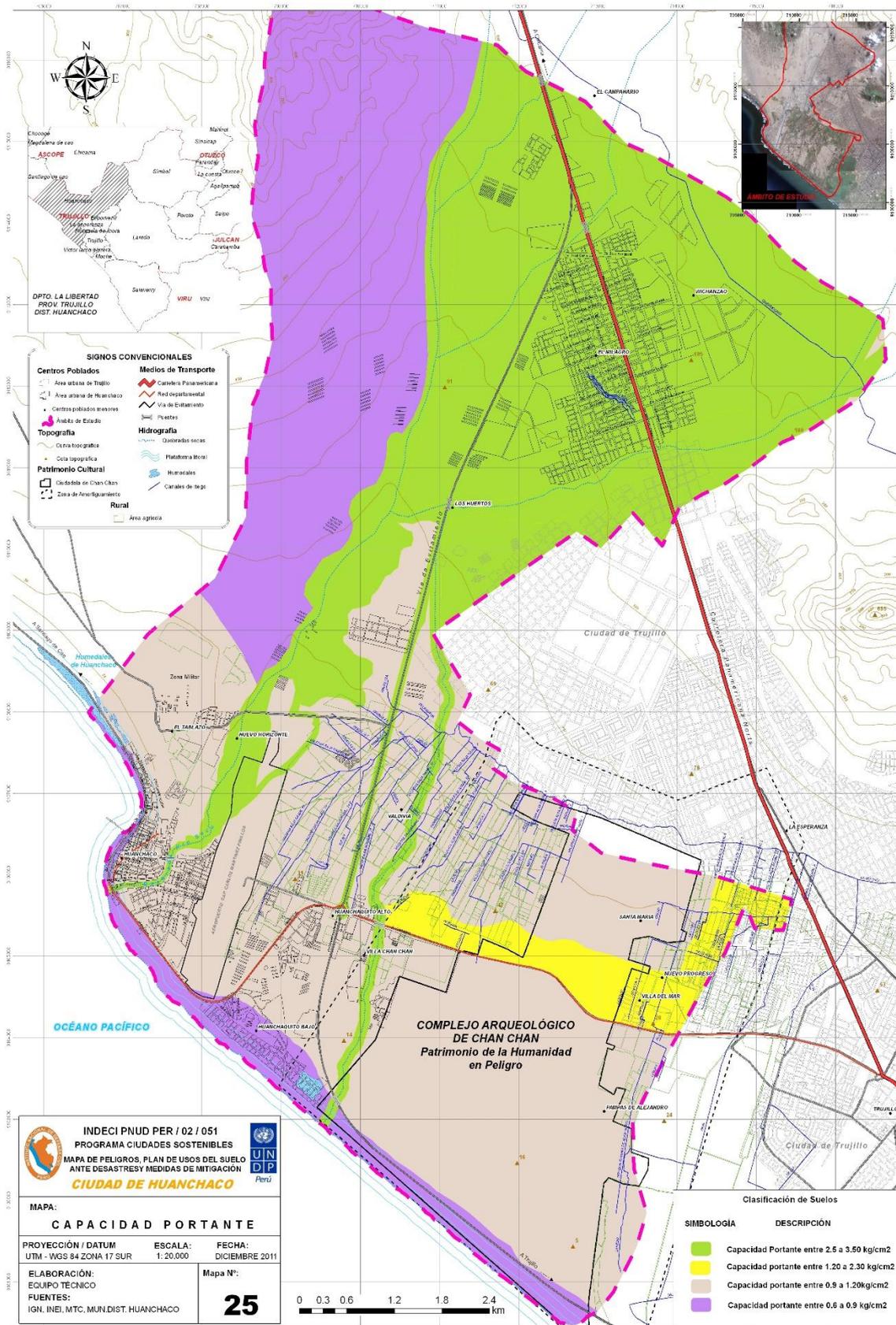
Sector VI C El Milagro



Plano de Ubicación

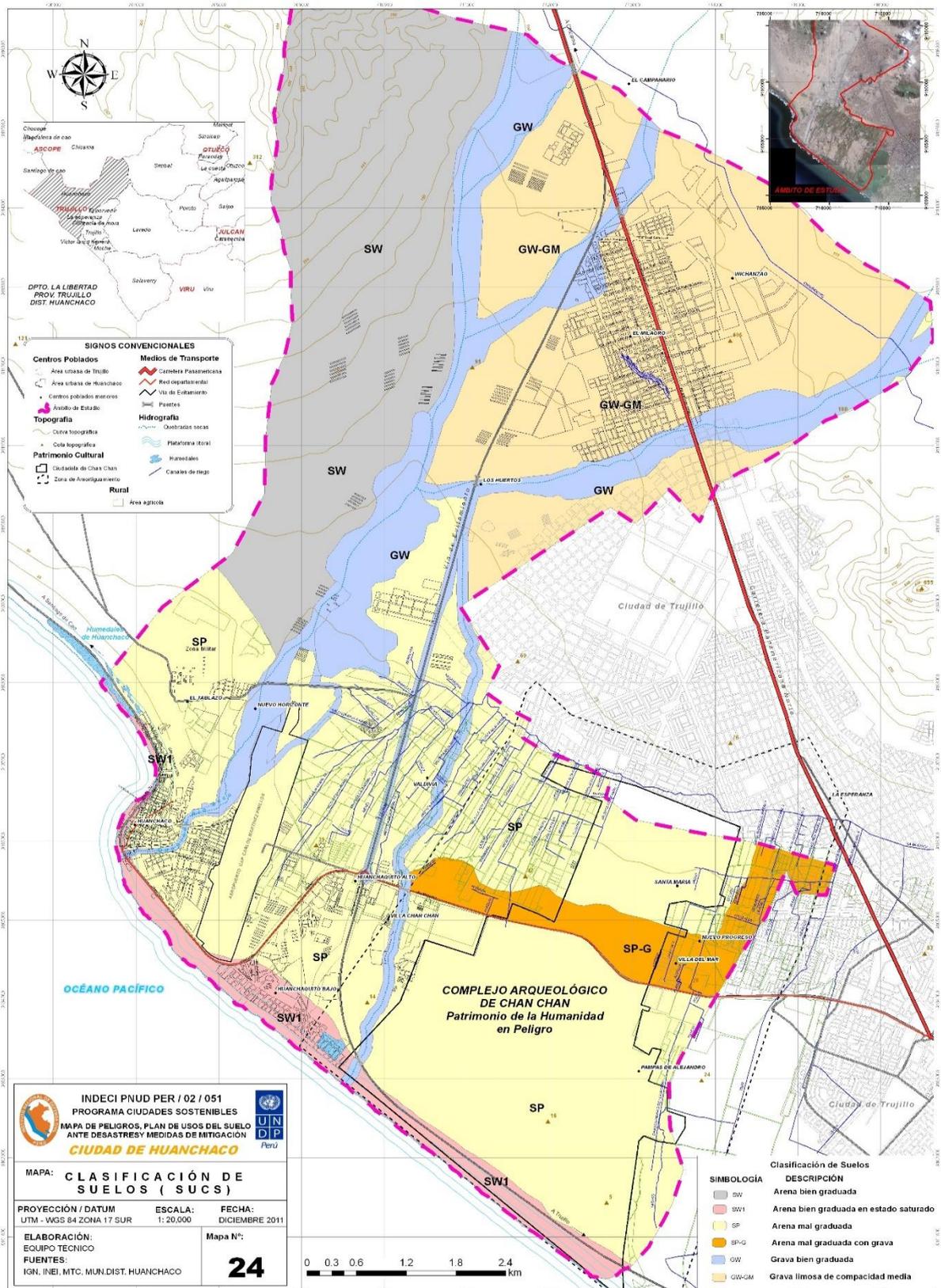


Mapa De Capacidad Portante Distrito de Huanchaco



Fuente :Municipalidad Distrital Huanchaco

Mapa De Clasificación de Suelos Distrito de Huanchaco



Fuente :Municipalidad Distrital Huanchaco

ENSAYO DE LABORATORIO

PERFIL ESTRATIGRÁFICO



PERFIL ESTRATIGRÁFICO

TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO, SEMIRRÍGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO Y FLEXIBLE PARA LAS CALLES DEL SECTOR VI C- EL MILAGRO- TRUJILLO- LA LIBERTAD.
SOLICITANTE: BR. RAMÍREZ ROJAS, WALTER DAVID
 BR. ZVALETA ALVARADO, ROGER JUNIOR
UBICACIÓN: EL MILAGRO - HUANCHACO - TRUJILLO – LA LIBERTAD.
FECHA: Junio del 2017.
CALICATA: C-1 (V.R. HAYA DE LA TORRE)

TIPO EXPLORACIÓN	PROF. (m)	ESPESOR (m.)	MUESTRA	CLASIFICACIÓN SUCS	SIMBOLO	AASHTO	% W	LP	IP
E x a c a v a l i ó n a c l e l o a b i e r t o	0.00								
	-0.40			Grava pobremente graduada con arena y partículas subredondeada, de baja humedad, color beige a gris claro, Clasificado según SUCS como GP, con presencia de piedras de 4" a 8" de tamaño distribuidos en la matriz arenosa de grano grueso y de compacidad media a Densa.	 GP	A-1-a(0)	2.48	NP	NP
	-0.80	1.50	M-1						
	-1.20								
1.50									
NAP. NO SE PRESENTÓ NIVEL DE AGUA PREÁTICA A LOS 1.50m. DE PROFUNDIDAD.									

KINSA GROUP S.A.C.
 LABORATORIO DE GEOTECNIA

 Mg. Javier De La Cruz Vásquez
 CIP. 145659

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO, SEMIRRÍGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO Y FLEXIBLE PARA LAS CALLES DEL SECTOR VI C- EL MILAGRO- TRUJILLO- LA LIBERTAD.
SOLICITANTE: BR. RAMÍREZ ROJAS, WALTER DAVID
 BR. ZAVALETA ALVARADO, ROGER JUNIOR
UBICACIÓN: EL MILAGRO - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD.
FECHA: Junio del 2017.
CALICATA: C-2 (CALLE 5)

TIPO EXPLORACIÓN	PROF. (m)	ESPESOR (m.)	MUESTRA	CLASIFICACIÓN SUCS	SIMBOLO	AASHTO	% W	LP	IP
E x a c a v a i ó n a c i e i o a b i e r t o	0.00								
	-0.40	1.50	M-1	Grava pobremente graduada con arena y partículas subredondeada, de baja humedad, color beige a gris claro, Clasificado según SUCS como GP, con presencia de piedras de 4" a 10" de tamaño distribuidos en la matriz arenosa de grano grueso y de compactación media a Densa.		A-1-a(0)	2.22	NP	NP
	-0.80								
	-1.20								
1.50									
									
	NAF. NO SE PRESENTÓ NIVEL DE AGUA FREÁTICA A LOS 1.50m. DE PROFUNDIDAD.								

KINSA GROUP S.A.C.
LABORATORIO DE GEOTECNIA

Ing. Javier De La Cruz Vásquez
CIP. 145659

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO, SEMIRRÍGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO Y FLEXIBLE PARA LAS CALLES DEL SECTOR VI C- EL MILAGRO- TRUJILLO- LA LIBERTAD.
SOLICITANTE: BR. RAMÍREZ ROJAS, WALTER DAVID
 BR. ZAVALA ALVARADO, ROGER JUNIOR
UBICACIÓN: EL MILAGRO - HUANCHACO - TRUJILLO – LA LIBERTAD.
FECHA: Junio del 2017.
CALICATA: C-3 (AV. V.R. HAYA DE LA TORRE)

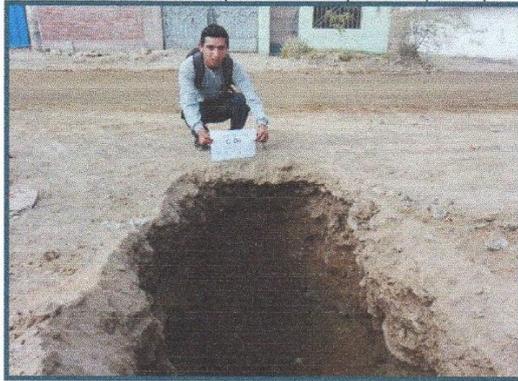
TIPO EXPLORACIÓN	PROF. (m)	ESPESOR (m.)	MUESTRA	CLASIFICACIÓN SUCS	SIMBOLO	AASHTO	% W	LP	IP
E x c a v a l i ó n a c i e l l o a b i e r t o	0.00								
	-0.40	1.50	M-1	Grava pobremente graduada con arena y partículas subredondeada, de baja humedad, color beige a gris claro. Clasificado según SUCS como GP, con presencia de piedras de 4" a 10" de tamaño distribuidos en la matriz arenosa de grano grueso y de compactación media a densa.		A-1-a(0)	1.95	NP	NP
-0.80									
-1.20									
	1.50								
									
NAF. NO SE PRESENTÓ NIVEL DE AGUA FREÁTICA A LOS 1.50m. DE PROFUNDIDAD.									

KINSA GROUP S.A.C.
LABORATORIO DE GEOTECNIA

Ing. Javier De La Cruz Vásquez
C.I.P. 145659

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO, SEMIRRÍGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO Y FLEXIBLE PARA LAS CALLES DEL SECTOR VI C- EL MILAGRO- TRUJILLO- LA LIBERTAD.
SOLICITANTE: BR. RAMÍREZ ROJAS, WALTER DAVID
 BR. ZAVALA ALVARADO, ROGER JUNIOR
UBICACIÓN: EL MILAGRO - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD.
FECHA: Junio del 2017.
CALICATA: C-4 (JR. HUASCAR)

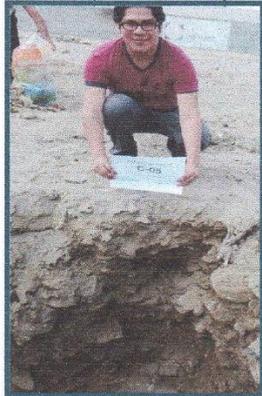
TIPO EXPLORACIÓN	PROF. (m)	ESPESOR (m.)	MUESTRA	CLASIFICACIÓN SUCS	SIMBOLO	AASHTO	% W	LP	IP
E x a c a v a l i ó n a c l e l o a b i e r t o	0.00								
	-0.40	1.50	M-1	Grava pobremente graduada con arena y partículas subredondeada, de baja humedad, color beige, Clasificado según SUCS como GP, con presencia de piedras de 4" a 10" de tamaño distribuidos en la matriz arenosa de grano grueso y de compacidad media a Densa.		A-1-a(0)	2.07	NP	NP
	-0.80								
	-1.20								
1.50									
									
NAF. NO SE PRESENTÓ NIVEL DE AGUA FREÁTICA A LOS 1.50m. DE PROFUNDIDAD.									

KINSA GROUP S.A.C.
 LABORATORIO DE GEOTECNIA

 Ing. Javier De La Cruz Vásquez
 CIP. 145669

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

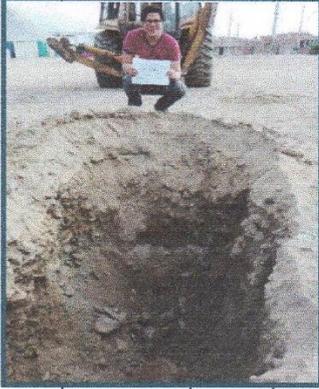
TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO, SEMIRRÍGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO Y FLEXIBLE PARA LAS CALLES DEL SECTOR VI C- EL MILAGRO- TRUJILLO- LA LIBERTAD.
SOLICITANTE: BR. RAMÍREZ ROJAS, WALTER DAVID
 BR. ZAVALA ALVARADO, ROGER JUNIOR
UBICACIÓN: EL MILAGRO - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD.
FECHA: Junio del 2017.
CALICATA: C-5 (PROL. CALLE 3)

TIPO EXPLORACIÓN	PROF. (m)	ESPESOR (m.)	MUESTRA	CLASIFICACIÓN SUCS	SIMBOLO	AASHTO	% W	LP	IP
E x a c a v a l i ó n a c i e l o a b i e r t o	0.00								
	-0.40								
	-0.80	1.50	M-1	Grava pobremente graduada con arena y partículas subredondeada, de baja humedad, color beige, Clasificado según SUCS como GP, con presencia de piedras de 4" a 12" de tamaño distribuidos en la matriz arenosa de grano grueso y de compactidad media a Densa.	GP	A-1-a(0)	2.57	NP	NP
	-1.20								
	1.50								
									
NAF. NO SE PRESENTÓ NIVEL DE AGUA FREÁTICA A LOS 1.50m. DE PROFUNDIDAD.									

KINSA GROUP S.A.C.
 LABORATORIO DE GESTECNIA
 Ing. *Javier De La Cruz Vásquez*
 CIP. 145659

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO, SEMIRRÍGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO Y FLEXIBLE PARA LAS CALLES DEL SECTOR VI C- EL MILAGRO- TRUJILLO- LA LIBERTAD.
SOLICITANTE: BR. RAMÍREZ ROJAS, WALTER DAVID
 BR. ZAVALA ALVARADO, ROGER JUNIOR
UBICACIÓN: EL MILAGRO - HUANCHACO - TRUJILLO – LA LIBERTAD.
FECHA: Junio del 2017.
CALICATA: C-6 (JR. HUASCAR)

TIPO EXPLORACIÓN	PROF. (m)	ESPESOR (m.)	MUESTRA	CLASIFICACIÓN SUCS	SÍMBOLO	AASHTO	% W	LP	IP
Excavación a cielo abierto	0.00	1.50	M-1	Grava pobremente graduada con arena y partículas subredondeada, de baja humedad, color beige, Clasificado según SUCS como GP, con presencia de piedras de 4" a 10" de tamaño distribuidos en la matriz arenosa de grano grueso y de compacidad media a Densa.		A-1-a(0)	2.20	NP	NP
	-0.40								
	-0.80								
	-1.20								
	1.50								
									
NAF. NO SE PRESENTÓ NIVEL DE AGUA FREÁTICA A LOS 1.50m. DE PROFUNDIDAD.									

KINSA GROUP S.A.C.
LABORATORIO DE GEOTECNIA

Ingeniero Javier De La Cruz Vásquez
CIP. 145659

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D-422

TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO, SEMIRRÍGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO Y FLEXIBLE PARA LAS CALLES DEL SECTOR VI C- EL MILAGRO- TRUJILLO- LA LIBERTAD.

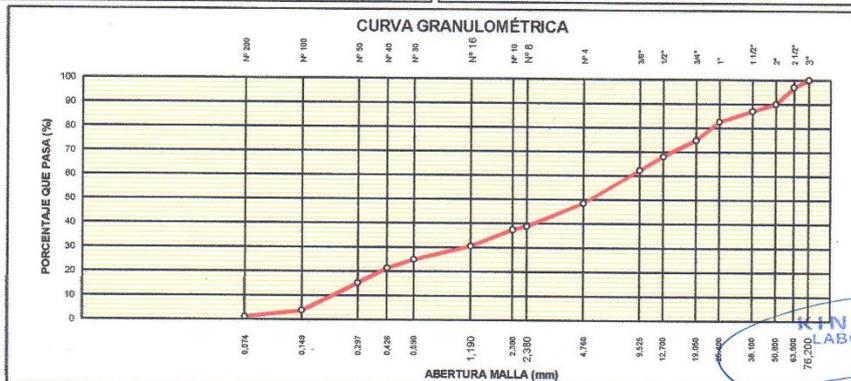
SOLICITANTE : BR. RAMÍREZ ROJAS, WALTER DAVID
BR. ZAVALETA ALVARADO, ROGER JUNIOR

UBICACIÓN: EL MILAGRO - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD.

FECHA ENTREGA: Junio del 2017.

CALICATA : C-1 (V.R. HAYA DE LA TORRE) PROFUNDIDAD: 0.00-1.50 m.
MUESTRA : M-1

TAMIZ	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO				Datos del Material		
	ABERTURA (mm)	P. RET. (g)	RET. (%)	PASA (%)	Peso Inicial Seco(g)	% Grava: 51.3	
3"	76.200	0.0	-	100	7403.10		
2 1/2"	63.500	214.2	3	97	7304.0	% Arena: 47.4	
2"	50.800	527.8	7.1	90.0	99.10	% Finos: 1.3	
1 1/2"	38.100	209.2	2.8	87.2	Resultados de Ensayos		
1"	25.400	333.6	4.5	82.6	Límite Líquido (%)	ASTM D4318	N.P.
3/4"	19.050	562.8	7.6	75.0	Límite Plástico (%)	ASTM D4318	N.P.
1/2"	12.700	509.7	6.9	68.2	Índice de Plasticidad (%)	ASTM D4318	N.P.
3/8"	9.525	426.3	5.8	62.4	Cont. de Humedad (%)	ASTM D 2216	2.48
Nº 4	4.760	1017.6	13.7	48.7	D10= 0.228	D30= 1.12	D60= 8.69
Nº 8	2.380	719.10	9.7	38.9	Cc= 0.63	Cu= 38.08	
Nº 10	2.000	100.20	1.4	37.6	Clasificación		
Nº 16	1.190	510.30	6.9	30.7	SUCS	ASTM D 2487	GP
Nº 30	0.590	417.60	5.6	25.1	AASHTO	ASTM D 3282	A-1-a(0)
Nº 40	0.426	268.50	3.6	21.4	Descripción de la muestra:		
Nº 50	0.297	450.60	6.1	15.3	GRAVA POBREMENTE GRADUADA		
Nº 100	0.149	851.10	11.5	3.8	Observaciones:		
Nº 200	0.074	185.40	2.5	1.3	Muestra tomada e identificada por el Solicitante.		
-200		99.10	1.3	-	El uso de esta información es exclusiva del solicitante.		



KINSA GROUP S.A.C. LABORATORIO DE GEOTECNIA

Ing. Javier De La Cruz Vásquez
C.I.P. 145659

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D-422

TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO, SEMIRRÍGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO Y FLEXIBLE PARA LAS CALLES DEL SECTOR VI C- EL MILAGRO- TRUJILLO- LA LIBERTAD.

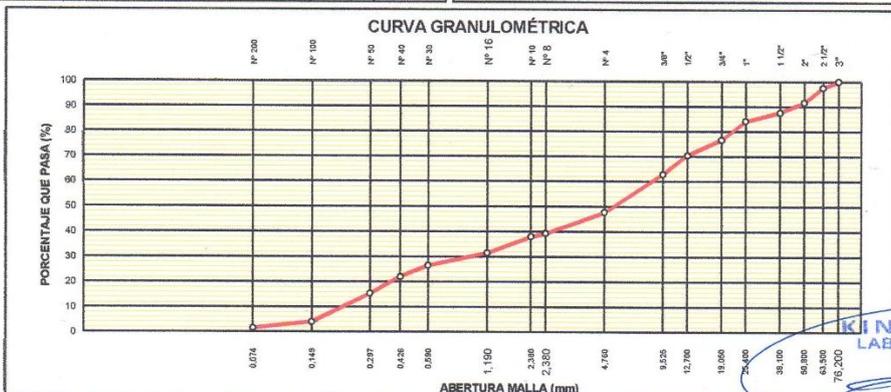
SOLICITANTE : BR. RAMÍREZ ROJAS, WALTER DAVID
BR. ZAVALETA ALVARADO, ROGER JUNIOR

UBICACIÓN: EL MILAGRO - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD.

FECHA ENTREGA: Junio del 2017.

CALICATA : C-2 (CALLE 5) **PROFUNDIDAD :** 0.00-1.50 m.
MUESTRA : M-1

TAMIZ	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO				Datos del Material		
	ABERTURA (mm)	P. RET. (g)	RET. (%)	PASA (%)			
3"	76.200	0.0	-	100	Peso Inicial Seco(g)	8002.10	% Grava: 52.2
2 1/2"	63.500	190.2	2	98	Peso Lavado Seco(g)	7871.7	% Arena: 46.2
2"	50.800	482.3	6.0	91.6	Pérdida por Lavado(g)	130.40	% Finos: 1.6
1 1/2"	38.100	319.5	4.0	87.6	Resultados de Ensayos		
1"	25.400	276.1	3.5	84.2	Límite Líquido (%)	ASTM D4318	N.P.
3/4"	19.050	597.8	7.5	76.7	Límite Plástico (%)	ASTM D4318	N.P.
1/2"	12.700	498.0	6.2	70.5	Índice de Plasticidad (%)	ASTM D4318	N.P.
3/8"	9.525	612.1	7.6	62.8	Cont. de Humedad (%)	ASTM D 2216	2.22
Nº 4	4.760	1203.4	15.0	47.8	D10=	0.226	D30= 1.00 D60= 8.63
Nº 8	2.380	678.30	8.5	39.3	Cc=	0.52	Cu= 38.23
Nº 10	2.000	98.10	1.2	38.1	Clasificación		
Nº 16	1.190	521.40	6.5	31.6	SUCS	ASTM D 2487	GP
Nº 30	0.590	397.70	5.0	26.6	AASHTO	ASTM D 3282	A-1-a(0)
Nº 40	0.426	355.90	4.4	22.1	Descripción de la muestra :		
Nº 50	0.297	532.60	6.7	15.5	GRAVA POBREMENTE GRADUADA		
Nº 100	0.149	912.00	11.4	4.1	Observaciones :		
Nº 200	0.074	196.30	2.5	1.6	Muestra tomada e identificada por el Solicitante.		
-200		130.40	1.6	-	El uso de esta información es exclusiva del solicitante.		



KINSA GROUP S.A.C.
LABORATORIO DE GEOTECNIA

Ing. Javier De La Cruz Vásquez
CIP. 145659

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D-422

TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO, SEMIRRÍGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO Y FLEXIBLE PARA LAS CALLES DEL SECTOR VI C- EL MILAGRO- TRUJILLO- LA LIBERTAD.

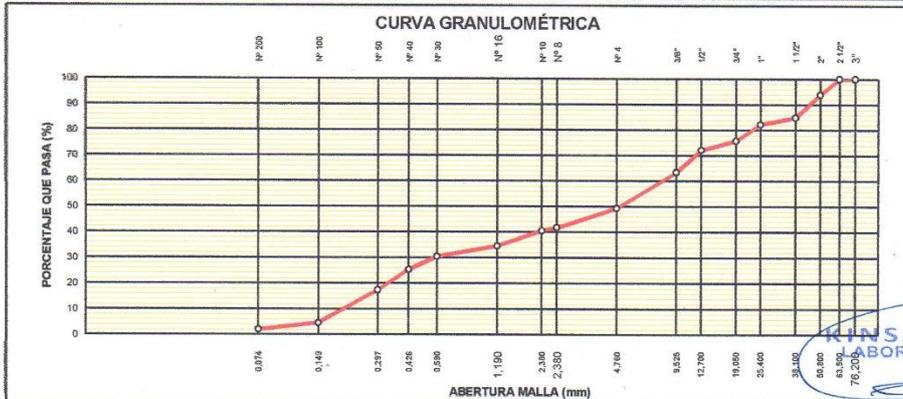
SOLICITANTE : BR. RAMÍREZ ROJAS, WALTER DAVID
BR. ZAVALETA ALVARADO, ROGER JUNIOR

UBICACIÓN: EL MILAGRO - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD.

FECHA ENTREGA: Junio del 2017.

CALICATA : C-3 (AV. V.R. HAYA DE LA TORRE) **PROFUNDIDAD:** 0.00-1.50 m.
MUESTRA : M-1

TAMIZ	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO				Datos del Material		
	ABERTURA (mm)	P. RET. (g.)	RET. (%)	PASA (%)			
3"	76.200	0.0	-	100	Peso Inicial Seco(g) : 8005.50	% Grava: 50.7	
2 1/2"	63.500	0.0	-	100	Peso Lavado Seco(g) : 7839.8	% Arena: 47.2	
2"	50.800	406.5	6.1	93.9	Pérdida por Lavado(g) : 165.70	% Finos: 2.1	
1 1/2"	38.100	718.3	9.0	85.0	Resultados de Ensayos		
1"	25.400	210.1	2.6	82.3	Límite Líquido (%)	ASTM D4318	N.P.
3/4"	19.050	510.8	6.4	75.9	Límite Plástico (%)	ASTM D4318	N.P.
1/2"	12.700	301.5	3.8	72.2	Índice de Plasticidad (%)	ASTM D4318	N.P.
3/8"	9.525	697.3	8.7	63.5	Cont. de Humedad (%)	ASTM D 2216	1.95
Nº 4	4.760	1130.7	14.1	49.3	D10= 0.210	D30= 0.57	D60= 8.35
Nº 8	2.380	611.30	7.6	41.7	Cc= 0.19	Cu= 39.71	
Nº 10	2.000	91.70	1.1	40.6	Clasificación		
Nº 16	1.190	472.40	5.9	34.7	SUCS	ASTM D 2487	GP
Nº 30	0.590	327.00	4.1	30.6	AASHTO	ASTM D 3282	A-1-a(0)
Nº 40	0.426	417.50	5.2	25.4	Descripción de la muestra :		
Nº 50	0.297	630.30	7.9	17.5	GRAVA POBREMENTE GRADUADA		
Nº 100	0.149	1024.50	12.8	4.7	Observaciones :		
Nº 200	0.074	209.90	2.6	2.1	Muestra tomada e identificada por el Solicitante.		
-200		165.70	2.1	-	El uso de esta información es exclusiva del solicitante.		



KINSA GROUP S.A.C.
LABORATORIO DE GEOTECNIA

Ing. Javier De La Cruz Vásquez
CIP. 145669

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D-422

TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO, SEMIRRÍGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO Y FLEXIBLE PARA LAS CALLES DEL SECTOR VI C- EL MILAGRO- TRUJILLO- LA LIBERTAD.

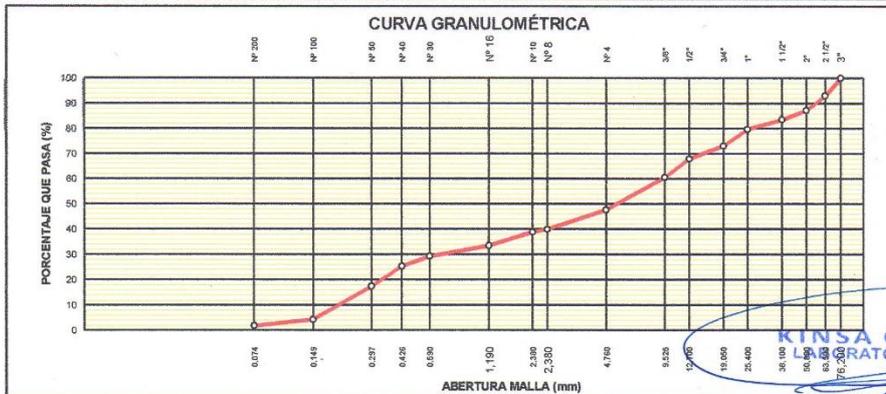
SOLICITANTE : BR. RAMÍREZ ROJAS, WALTER DAVID
BR. ZAVALETA ALVARADO, ROGER JUNIOR

UBICACIÓN: EL MILAGRO - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD.

FECHA ENTREGA: Junio del 2017.

CALICATA : C-4 (JR. HUASCAR) **PROFUNDIDAD** : 0.00-1.50 m.
MUESTRA : M-1

TAMIZ	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO				Datos del Material		
	ABERTURA (mm)	P. RET. (g.)	RET. (%)	PASA (%)	Peso Inicial Seco(g)	% Grava:	% Grava: 52.3
3"	76.200	0.0	-	100	Peso Lavado Seco(g)	% Arena:	45.9
2 1/2"	63.500	545.2	7	93	Pérdida por Lavado(g)	% Finos:	1.8
2"	50.800	450.6	5.8	87.2	Resultados de Ensayos		
1 1/2"	38.100	285.0	3.7	83.6	Límite Líquido (%)	ASTM D4318	N.P.
1"	25.400	300.9	3.9	79.7	Límite Plástico (%)	ASTM D4318	N.P.
3/4"	19.050	511.8	6.6	73.2	Índice de Plasticidad (%)	ASTM D4318	N.P.
1/2"	12.700	397.6	5.1	68.1	Cont. de Humedad (%)	ASTM D 2216	2.07
3/8"	9.525	587.5	7.5	60.5	D10= 0.213	D30= 0.68	D60= 9.32
Nº 4	4.760	1003.5	12.9	47.7	Cc= 0.23	Cu= 43.75	
Nº 8	2.380	598.20	7.7	40.0	Clasificación		
Nº 10	2.000	83.90	1.1	38.9	SUCS	ASTM D 2487	GP
Nº 16	1.190	418.30	5.4	33.6	AASHTO	ASTM D 3282	A-1-a(0)
Nº 30	0.590	327.70	4.2	29.4	Descripción de la muestra :		
Nº 40	0.426	316.30	4.1	25.3	GRAVA POBREMENTE GRADUADA		
Nº 50	0.297	610.60	7.8	17.5	Observaciones :		
Nº 100	0.149	1033.50	13.2	4.3	Muestra tomada e identificada por el Solicitante.		
Nº 200	0.074	188.80	2.4	1.8	El uso de esta información es exclusiva del solicitante.		
-200		144.20	1.8	-			



KINSA GROUP S.A.C.
LABORATORIO DE GEOTECNIA

Ing. Javier De La Cruz Vásquez
C.I.P. 145659

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D-422

TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO, SEMIRRÍGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO Y FLEXIBLE PARA LAS CALLES DEL SECTOR VI C- EL MILAGRO- TRUJILLO- LA LIBERTAD.

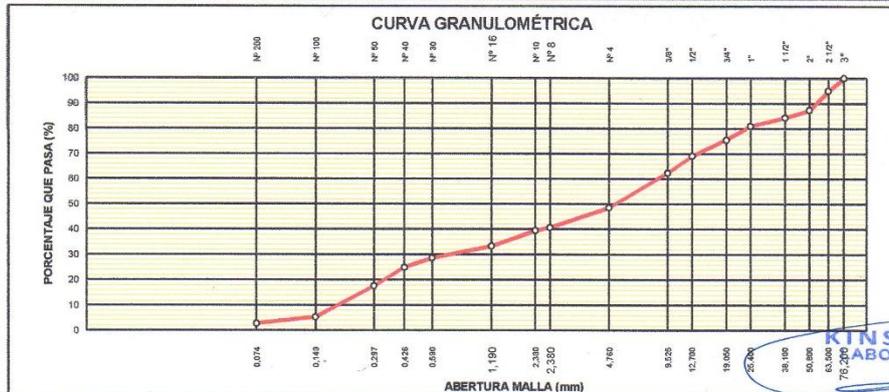
SOLICITANTE : BR. RAMÍREZ ROJAS, WALTER DAVID
BR. ZAVALETA ALVARADO, ROGER JUNIOR

UBICACIÓN: EL MILAGRO - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD.

FECHA ENTREGA: Junio del 2017.

CALICATA : C-5 (PROL. CALLE 3) **PROFUNDIDAD:** 0.00-1.50 m.
MUESTRA : M-1

TAMIZ	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO				Datos del Material		
	ABERTURA (mm)	P. RET. (g.)	RET. (%)	PASA (%)	Peso Inicial Seco(g)		% Grava: 51.4
3"	76.200	0.0	-	100	Peso Lavado Seco(g)	7771.8	% Arena: 45.7
2 1/2"	63.500	398.5	5	95	Pérdida por Lavado(g)	229.80	% Finos: 2.9
2"	50.800	612.2	7.7	87.4	Resultados de Ensayos		
1 1/2"	38.100	233.7	2.9	84.4	Límite Líquido (%)	ASTM D4318	N.P.
1"	25.400	275.4	3.4	81.0	Límite Plástico (%)	ASTM D4318	N.P.
3/4"	19.050	428.5	5.4	75.7	Índice de Plasticidad (%)	ASTM D4318	N.P.
1/2"	12.700	519.0	6.5	69.2	Cont. de Humedad (%)	ASTM D 2216	2.57
3/8"	9.525	539.9	6.7	62.4	D10=	0.204	D30= 0.75 D60= 8.69
Nº 4	4.760	1104.6	13.8	48.6	Cc=	0.32	Cu= 42.53
Nº 8	2.380	628.50	7.9	40.8	Clasificación		
Nº 10	2.000	95.50	1.2	39.6	SUCS	ASTM D 2487	GP
Nº 16	1.190	489.20	6.1	33.5	AASHTO	ASTM D 3282	A-1-a(0)
Nº 30	0.590	376.40	4.7	28.7	Descripción de la muestra :		
Nº 40	0.426	301.10	3.8	25.0	GRAVA POBREMENTE GRADUADA		
Nº 50	0.297	580.80	7.3	17.7	Observaciones :		
Nº 100	0.149	987.40	12.3	5.4	Muestra tomada e identificada por el Solicitante.		
Nº 200	0.074	201.10	2.5	2.9	El uso de esta información es exclusiva del solicitante.		
-200		229.80	2.9	-			



KINSA GROUP S.A.C.
LABORATORIO DE GEOTECNIA

Jg. Javier De La Cruz Vásquez
CIP. 145659

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D-422

TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO, SEMIRRÍGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO Y FLEXIBLE PARA LAS CALLES DEL SECTOR VI C- EL MILAGRO- TRUJILLO- LA LIBERTAD.

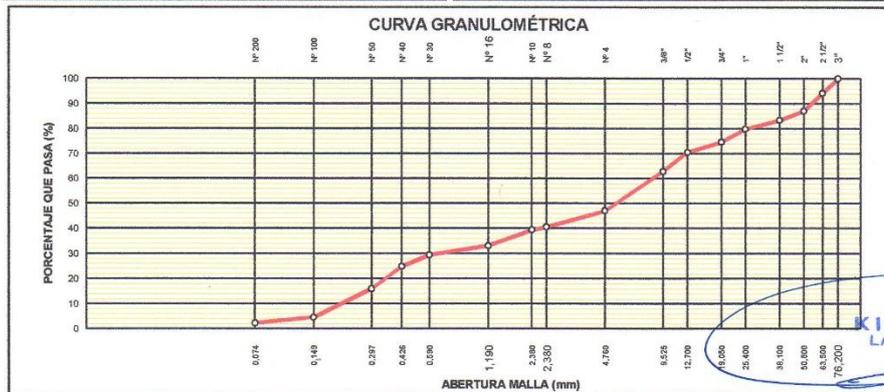
SOLICITANTE : BR. RAMÍREZ ROJAS, WALTER DAVID
BR. ZAVALETA ALVARADO, ROGER JUNIOR

UBICACIÓN: EL MILAGRO - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD.

FECHA ENTREGA: Junio del 2017.

CALICATA : C-6 (JR. HUASCAR) PROFUNDIDAD: 0.00-1.50 m.
MUESTRA : M-1

TAMIZ	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO				Datos del Material		
	ABERTURA (mm)	P. RET. (g.)	RET. (%)	PASA (%)	Peso Inicial Seco(g)	% Grava:	% Arena:
3"	76.200	0.0	-	100	8000.60	52.9	44.7
2 1/2"	63.500	456.6	6	94	7808.0		
2"	50.800	570.4	7.1	92.9	192.60	2.4	
1 1/2"	38.100	300.1	3.8	96.2	Resultados de Ensayos		
1"	25.400	285.5	3.6	96.4	Límite Líquido (%)	ASTM D4318	N.P.
3/4"	19.050	419.3	5.2	94.8	Límite Plástico (%)	ASTM D4318	N.P.
1/2"	12.700	327.4	4.1	95.9	Índice de Plasticidad (%)	ASTM D4318	N.P.
3/8"	9.525	618.7	7.7	92.3	Cont. de Humedad (%)	ASTM D 2216	2.20
Nº 4	4.760	1257.2	15.7	84.3	D10=	0.218	D30= 0.67 D60= 8.68
Nº 8	2.380	519.40	6.5	93.5	Cc=	0.24	Cu= 39.74
Nº 10	2.000	100.50	1.3	98.7	Clasificación		
Nº 16	1.190	489.20	6.1	93.9	SUCS	ASTM D 2487	GP
Nº 30	0.590	297.00	3.7	96.3	AASTHO	ASTM D 3282	A-1-a(0)
Nº 40	0.426	363.60	4.5	95.5	Descripción de la muestra :		
Nº 50	0.297	712.30	8.9	91.1	GRAVA POBREMENTE GRADUADA		
Nº 100	0.149	910.80	11.4	88.6	Observaciones :		
Nº 200	0.074	180.00	2.2	97.8	Muestra tomada e identificada por el Solicitante.		
-200		192.60	2.4		El uso de esta información es exclusiva del solicitante.		



KINSA GROUP S.A.C
LABORATORIO DE GEOTECNIA

Ing. Javier De La Cruz Vásquez
CIP. 145659

GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS



GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS

ASTM D-854

TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO, SEMIRRÍGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO Y FLEXIBLE PARA LAS CALLES DEL SECTOR VI C- EL MILAGRO- TRUJILLO- LA LIBERTAD.

SOLICITANTE : BR. RAMÍREZ ROJAS, WALTER DAVID
BR. ZVALETA ALVARADO, ROGER JUNIOR

UBICACIÓN : EL MILAGRO - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD.

FECHA DE ENTREGA : Junio del 2017.

CALICATA : C-1 (V.R. HAYA DE LA TORRE) PROFUNDIDAD: 0.00-1.50 m.
MUESTRA : M-1

Nº Fiola		1	2
Peso de la Frasco	g.	201.30	204.70
Peso de la Frasco+Agua Destilada	g.	698.40	704.50
Peso de la Frasco+Muestra	g.	328.10	333.40
Peso de la Muestra	g.	126.80	128.70
Peso de la Fiola+Muestra+Agua Destilada	g.	777.20	784.60
Peso de la Muestra Sumergida	g.	78.80	80.10
Volumen	cm ³	48.00	48.60
Peso Específico de Sólidos	g./cm ³	2.64	2.65
Gravedad Específica Promedio		2.65	

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante.
Muestra tomada e identificada por el Solicitante.

KINSA GROUP S.A.C.
LABORATORIO DE GEOTECNIA

Ing. Javier De La Cruz Vásquez
C.I.P. 145689

GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS

ASTM D-854

TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO, SEMIRRÍGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO Y FLEXIBLE PARA LAS CALLES DEL SECTOR VI C- EL MILAGRO- TRUJILLO- LA LIBERTAD.

SOLICITANTE : BR. RAMÍREZ ROJAS, WALTER DAVID
BR. ZAVALA ALVARADO, ROGER JUNIOR

UBICACIÓN : EL MILAGRO - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD.

FECHA DE ENTREGA : Junio del 2017.

CALICATA : C-2 (CALLE 5) **PROFUNDIDAD** : 0.00-1.50 m.
MUESTRA : M-1

Nº Fiola		1	-
Peso de la Frasco	g.	201.30	-
Peso de la Frasco+Agua Destilada	g.	698.40	-
Peso de la Frasco+Muestra	g.	330.10	-
Peso de la Muestra	g.	128.80	-
Peso de la Fiola+Muestra+Agua Destilada	g.	778.20	-
Peso de la Muestra Sumergida	g.	79.80	-
Volumen	cm3	49.00	-
Peso Específico de Sólidos	g./cm3	2.63	-
Gravedad Específica Promedio		2.63	

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante.
Muestra tomada e identificada por el Solicitante.

KINSA GROUP S.A.C.
LABORATORIO DE GEOTECNIA
Iny. Javier De La Cruz Vásquez
CIP. 145669

GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS

ASTM D-854

TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO, SEMIRRÍGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO Y FLEXIBLE PARA LAS CALLES DEL SECTOR VI C- EL MILAGRO- TRUJILLO- LA LIBERTAD.

SOLICITANTE : BR. RAMÍREZ ROJAS, WALTER DAVID
BR. ZAVALA ALVARADO, ROGER JUNIOR

UBICACIÓN : EL MILAGRO - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD.

FECHA DE ENTREGA : Junio del 2017.

CALICATA : C-3 (AV. V.R. HAYA DE LA TORRE) PROFUNDIDAD: 0.00-1.50 m.
MUESTRA : M-1

Nº Fiola		1	-
Peso de la Frasco	g.	202.50	-
Peso de la Frasco+Agua Destilada	g.	699.80	-
Peso de la Frasco+Muestra	g.	332.60	-
Peso de la Muestra	g.	130.10	-
Peso de la Fiola+Muestra+Agua Destilada	g.	779.80	-
Peso de la Muestra Sumergida	g.	80.00	-
Volumen	cm ³	50.10	-
Peso Específico de Sólidos	g./cm ³	2.60	-
Gravedad Específica Promedio		2.60	

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante.
Muestra tomada e identificada por el Solicitante.

KINSA GROUP S.A.C.
LABORATORIO DE GEOTECNIA



Ing. Javier De La Cruz Vásquez
CIP. 145659

GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS

ASTM D-854

TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO, SEMIRRÍGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO Y FLEXIBLE PARA LAS CALLES DEL SECTOR VI C- EL MILAGRO- TRUJILLO- LA LIBERTAD.

SOLICITANTE : BR. RAMÍREZ ROJAS, WALTER DAVID
BR. ZAVALA ALVARADO, ROGER JUNIOR

UBICACIÓN : EL MILAGRO - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD.

FECHA DE ENTREGA : Junio del 2017.

CALICATA : C-4 (JR. HUASCAR) PROFUNDIDAD : 0.00-1.50 m.
MUESTRA : M-1

Nº Fiola		1	-
Peso de la Frasco	g.	201.30	-
Peso de la Frasco+Agua Destilada	g.	698.40	-
Peso de la Frasco+Muestra	g.	331.80	-
Peso de la Muestra	g.	130.50	-
Peso de la Fiola+Muestra+Agua Destilada	g.	779.60	-
Peso de la Muestra Sumergida	g.	81.20	-
Volumen	cm ³	49.30	-
Peso Específico de Sólidos	g./cm ³	2.65	-
Gravedad Específica Promedio		2.65	

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante.
Muestra tomada e identificada por el Solicitante.

KINSA GROUP S.A.C.
LABORATORIO DE GEOTECNIA

Ing. Javier De La Cruz Vásquez
CIP. 145659

GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS

ASTM D-854

TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO, SEMIRRÍGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO Y FLEXIBLE PARA LAS CALLES DEL SECTOR VI C- EL MILAGRO- TRUJILLO- LA LIBERTAD.

SOLICITANTE : BR. RAMÍREZ ROJAS, WALTER DAVID
BR. ZAVALA ALVARADO, ROGER JUNIOR

UBICACIÓN : EL MILAGRO - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD.

FECHA DE ENTREGA : Junio del 2017.

CALICATA : C-5 (PROL. CALLE 3) PROFUNDIDAD: 0.00-1.50 m.
MUESTRA : M-1

Nº Fiola		I	-
Peso de la Frasco	g.	204.70	-
Peso de la Frasco+Agua Destilada	g.	704.50	-
Peso de la Frasco+Muestra	g.	340.00	-
Peso de la Muestra	g.	135.30	-
Peso de la Fiola+Muestra+Agua Destilada	g.	788.90	-
Peso de la Muestra Sumergida	g.	84.40	-
Volumen	cm ³	50.90	-
Peso Específico de Sólidos	g./cm ³	2.66	-
Gravedad Específica Promedio			2.66

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante.
Muestra tomada e identificada por el Solicitante.

KINSA GROUP S.A.C.
LABORATORIO DE GEOTECNIA

Ing. Javier De La Cruz Vásquez
CIP. 145659

GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS

ASTM D-854

TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO, SEMIRRÍGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO Y FLEXIBLE PARA LAS CALLES DEL SECTOR VI C- EL MILAGRO- TRUJILLO- LA LIBERTAD.

SOLICITANTE : BR. RAMÍREZ ROJAS, WALTER DAVID
BR. ZAVALA ALVARADO, ROGER JUNIOR

UBICACIÓN : EL MILAGRO - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD.

FECHA DE ENTREGA : Junio del 2017.

CALICATA : C-6 (JR. HUASCAR) PROFUNDIDAD: 0.00-1.50 m.
MUESTRA : M-1

Nº Fiola		1	-
Peso de la Frasco	g.	204.70	-
Peso de la Frasco+Agua Destilada	g.	704.50	-
Peso de la Frasco+Muestra	g.	336.70	-
Peso de la Muestra	g.	132.00	-
Peso de la Fiola+Muestra+Agua Destilada	g.	786.20	-
Peso de la Muestra Sumergida	g.	81.70	-
Volumen	cm ³	50.30	-
Peso Específico de Sólidos	g./cm ³	2.62	-
Gravedad Específica Promedio		2.62	

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante.
Muestra tomada e identificada por el Solicitante.

KINSA GROUP S.A.C.
LABORATORIO DE GEOTECNIA



Ing. Javier De La Cruz Vásquez
CIP. 145659

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD



DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO, SEMIRRÍGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO Y FLEXIBLE PARA LAS CALLES DEL SECTOR VI C- EL MILAGRO- TRUJILLO- LA LIBERTAD.

SOLICITANTE : BR. RAMÍREZ ROJAS, WALTER DAVID
BR. ZAVALETA ALVARADO, ROGER JUNIOR

UBICACIÓN : EL MILAGRO - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD.

FECHA DE ENTREGA : Junio del 2017.

CALICATA : C-1 (V.R. HAYA DE LA TORRE) PROFUNDIDAD: 0.00-1.50 m.
MUESTRA : M-1

Recipiente Nº		1	2
Peso de suelo humedo + tara	g.	2500.2	2519.4
Peso de suelo seco + tara	g.	2442.5	2463.0
peso de tara	g.	154.4	155.1
Peso de agua	g.	57.7	56.4
Peso de suelo seco	g.	2288.1	2307.9
Contenido de agua	%	2.52	2.44
Contenido de Humedad (%)		2.48	

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante.
Muestra tomada e identificada por el Solicitante.

KINSA GROUP S.A.C.
LABORATORIO DE GEOTECNIA

Ing. Javier De La Cruz Vásquez
CIP. 145669

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO, SEMIRRÍGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO Y FLEXIBLE PARA LAS CALLES DEL SECTOR VI C- EL MILAGRO- TRUJILLO- LA LIBERTAD.

SOLICITANTE : BR. RAMÍREZ ROJAS, WALTER DAVID
BR. ZAVALA ALVARADO, ROGER JUNIOR

UBICACIÓN : EL MILAGRO - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD.

FECHA DE ENTREGA : Junio del 2017.

CALICATA : C-2 (CALLE 5) PROFUNDIDAD : 0.00-1.50 m.
MUESTRA : M-1

Recipiente Nº	1	2
Peso de suelo humedo + tara g.	2563.0	2712.4
Peso de suelo seco + tara g.	2509.9	2657.6
peso de tara g.	154.4	155.1
Peso de agua g.	53.1	54.8
Peso de suelo seco g.	2355.5	2502.5
Contenido de agua %	2.25	2.19
Contenido de Humedad (%)	2.22	

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante.
Muestra tomada e identificada por el Solicitante.

KINSA GROUP S.A.C.
LABORATORIO DE GEOTECNIA

Ing. Javier De La Cruz Vásquez
CIP. 145669

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO, SEMIRRÍGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO Y FLEXIBLE PARA LAS CALLES DEL SECTOR VI C- EL MILAGRO- TRUJILLO- LA LIBERTAD.

SOLICITANTE : BR. RAMÍREZ ROJAS, WALTER DAVID
BR. ZAVALA ALVARADO, ROGER JUNIOR

UBICACIÓN : EL MILAGRO - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD.

FECHA DE ENTREGA : Junio del 2017.

CALICATA : C-3 (AV. V.R. HAYA DE LA TORRE) PROFUNDIDAD: 0.00-1.50 m.
MUESTRA : M-1

Recipiente N°	1	2
Peso de suelo humedo + tara g.	2677.8	2498.5
Peso de suelo seco + tara g.	2628.5	2454.8
peso de tara g.	152.3	154.5
Peso de agua g.	49.3	43.7
Peso de suelo seco g.	2476.2	2300.3
Contenido de agua %	1.99	1.90
Contenido de Humedad (%)	1.95	

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante.
Muestra tomada e identificada por el Solicitante.


KINSA GROUP S.A.C.
 LABORATORIO DE GEOTECNIA
 Ing. Javier De La Cruz Vásquez
 CIP. 145659

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO, SEMIRRÍGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO Y FLEXIBLE PARA LAS CALLES DEL SECTOR VI C- EL MILAGRO- TRUJILLO- LA LIBERTAD.

SOLICITANTE : BR. RAMÍREZ ROJAS, WALTER DAVID
BR. ZAVALA ALVARADO, ROGER JUNIOR

UBICACIÓN : EL MILAGRO - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD.

FECHA DE ENTREGA : Junio del 2017.

CALICATA : C-4 (JR. HUASCAR) PROFUNDIDAD : 0.00-1.50 m.
MUESTRA : M-1

Recipiente N°		1	2
Peso de suelo humedo + tara	g.	2802.1	2665.0
Peso de suelo seco + tara	g.	2748.9	2613.8
peso de tara	g.	153.5	150.2
Peso de agua	g.	53.2	51.2
Peso de suelo seco	g.	2595.4	2463.6
Contenido de agua	%	2.05	2.08
Contenido de Humedad (%)		2.07	

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante.
Muestra tomada e identificada por el Solicitante.

KINSA GROUP S.A.C.
LABORATORIO DE GEOTECNIA

Ing. Javier De La Cruz Vásquez
CIP. 145659

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO,
SEMIRRÍGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO Y FLEXIBLE PARA LAS
CALLES DEL SECTOR VI C- EL MILAGRO- TRUJILLO- LA LIBERTAD.

SOLICITANTE : BR. RAMÍREZ ROJAS, WALTER DAVID
BR. ZVALETA ALVARADO, ROGER JUNIOR

UBICACIÓN : EL MILAGRO - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD.

FECHA DE ENTREGA : Junio del 2017.

CALICATA : C-5 (PROL. CALLE 3) PROFUNDIDAD: 0.00-1.50 m.
MUESTRA : M-1

Recipiente N°		1	2
Peso de suelo humedo + tara	g.	2688.3	2500.1
Peso de suelo seco + tara	g.	2624.2	2442.3
peso de tara	g.	162.2	158.0
Peso de agua	g.	64.1	57.8
Peso de suelo seco	g.	2462.0	2284.3
Contenido de agua	%	2.60	2.53
Contenido de Humedad (%)		2.57	

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante.
Muestra tomada e identificada por el Solicitante.

KINSA GROUP S.A.C.
LABORATORIO DE GEOTECNIA

Ing. Javier De La Cruz Vásquez
CIP. 145639

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO, SEMIRRÍGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO Y FLEXIBLE PARA LAS CALLES DEL SECTOR VI C- EL MILAGRO- TRUJILLO- LA LIBERTAD.

SOLICITANTE : BR. RAMÍREZ ROJAS, WALTER DAVID
BR. ZAVALA ALVARADO, ROGER JUNIOR

UBICACIÓN : EL MILAGRO - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD.

FECHA DE ENTREGA : Junio del 2017.

CALICATA : C-6 (JR. HUASCAR) PROFUNDIDAD: 0.00-1.50 m.

MUESTRA : M-1

Recipiente N°		1	2
Peso de suelo humedo + tara	g.	2833.2	2802.4
Peso de suelo seco + tara	g.	2776.3	2745.1
peso de tara	g.	165.5	160.2
Peso de agua	g.	56.9	57.3
Peso de suelo seco	g.	2610.8	2584.9
Contenido de agua	%	2.18	2.22
Contenido de Humedad (%)		2.20	

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante.
Muestra tomada e identificada por el Solicitante.

KINSA GROUP S.A.C.
LABORATORIO DE GEOTECNIA

Ing. Javier De La Cruz Vásquez
CIP. 145659



ENSAYO SALES SOLUBLES TOTALES

TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO, SEMIRRÍGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO Y FLEXIBLE PARA LAS CALLES DEL SECTOR VI C- EL MILAGRO- TRUJILLO- LA LIBERTAD.

SOLICITANTE : BR. RAMÍREZ ROJAS, WALTER DAVID
BR. ZAVALA ALVARADO, ROGER JUNIOR

UBICACIÓN : EL MILAGRO - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD.

FECHA DE ENTREGA : Junio del 2017.

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

TIPO DE SUELOS : GRAVA POBREMENTE GRADUADA
CALICATA : C-1 (V.R. HAYA DE LA TORRE)
PROFUNDIDAD : 0.00-1.50 m.

TIPO DE MUESTRA	GP
Recipiente N°	1
PESO RECIPIENTE (g)	155.45
PESO RECIPIENTE + AGUA DESTILADA + SALES (g)	258.24
PESO RECIPIENTE + SALES (g)	155.64
CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES (%)	0.185
Contenido de Sales Solubles Totales (%)	0.185
Contenido de Sales Solubles Totales (ppm)	1850

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante.
Muestra tomada e identificada por el Solicitante.

KINSA GROUP S.A.C.
LABORATORIO DE GEOTECNIA



Ing. Javier De La Cruz Vásquez
CIP. 145659

ENSAYO SALES SOLUBLES TOTALES

TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO, SEMIRRÍGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO Y FLEXIBLE PARA LAS CALLES DEL SECTOR VI C- EL MILAGRO- TRUJILLO- LA LIBERTAD.

SOLICITANTE : BR. RAMÍREZ ROJAS, WALTER DAVID
BR. ZAVALA ALVARADO, ROGER JUNIOR

UBICACIÓN : EL MILAGRO - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD.

FECHA DE ENTREGA : Junio del 2017.

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

TIPO DE SUELOS : GRAVA POBREMENTE GRADUADA
CALICATA : C-2 (CALLE 5)
PROFUNDIDAD : 0.00-1.50 m.

TIPO DE MUESTRA	GP
Recipiente N°	1
PESO RECIPIENTE (g)	155.15
PESO RECIPIENTE + AGUA DESTILADA + SALES (g)	255.32
PESO RECIPIENTE + SALES (g)	155.34
CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES (%)	0.190
Contenido de Sales Solubles Totales (%)	0.190
Contenido de Sales Solubles Totales (ppm)	1900

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante.
Muestra tomada e identificada por el Solicitante.

KINSA GROUP S.A.C.
LABORATORIO DE GEOTECNIA

Ing. Javier De La Cruz Vásquez
C.I.P. 145659

ENSAYO SALES SOLUBLES TOTALES

TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO, SEMIRRÍGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO Y FLEXIBLE PARA LAS CALLES DEL SECTOR VI C- EL MILAGRO- TRUJILLO- LA LIBERTAD.

SOLICITANTE : BR. RAMÍREZ ROJAS, WALTER DAVID
BR. ZAVALA ALVARADO, ROGER JUNIOR

UBICACIÓN : EL MILAGRO - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD.

FECHA DE ENTREGA : Junio del 2017.

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

TIPO DE SUELOS : GRAVA POBREMENTE GRADUADA
CALICATA : C-4 (JR. HUASCAR)
PROFUNDIDAD : 0.00-1.50 m.

TIPO DE MUESTRA	GP
Recipiente N°	1
PESO RECIPIENTE (g)	156.44
PESO RECIPIENTE + AGUA DESTILADA + SALES (g)	258.58
PESO RECIPIENTE + SALES (g)	156.62
CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES (%)	0.176
Contenido de Sales Solubles Totales (%)	0.176
Contenido de Sales Solubles Totales (ppm)	1760

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante.
Muestra tomada e identificada por el Solicitante.

KINSA GROUP S.A.C.
LABORATORIO DE GEOTECNIA

Ing. Javier De La Cruz Vásquez
CIP. 145659

ENSAYO SALES SOLUBLES TOTALES

TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO, SEMIRRÍGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO Y FLEXIBLE PARA LAS CALLES DEL SECTOR VI C- EL MILAGRO- TRUJILLO- LA LIBERTAD.

SOLICITANTE : BR. RAMÍREZ ROJAS, WALTER DAVID
BR. ZAVALETA ALVARADO, ROGER JUNIOR

UBICACIÓN : EL MILAGRO - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD.

FECHA DE ENTREGA : Junio del 2017.

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

TIPO DE SUELOS : GRAVA POBREMENTE GRADUADA
CALICATA : C-5 (PROL. CALLE 3)
PROFUNDIDAD : 0.00-1.50 m.

TIPO DE MUESTRA	GP
Recipiente N°	1
PESO RECIPIENTE (g)	154.13
PESO RECIPIENTE + AGUA DESTILADA + SALES (g)	256.06
PESO RECIPIENTE + SALES (g)	154.31
CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES (%)	0.177
Contenido de Sales Solubles Totales (%)	0.177
Contenido de Sales Solubles Totales (ppm)	1770

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante.
Muestra tomada e identificada por el Solicitante.

KINSA GROUP S.A.C.
LABORATORIO DE GEOTECNIA

Ing. Javier De La Cruz Vásquez
CIP. 145659

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO



ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-1557

TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO,
: SEMIRRÍGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO Y FLEXIBLE PARA LAS
CALLES DEL SECTOR VI C- EL MILAGRO- TRUJILLO- LA LIBERTAD.

SOLICITANTE : BR. RAMÍREZ ROJAS, WALTER DAVID
BR. ZAVALETA ALVARADO, ROGER JUNIOR

UBICACIÓN : C.P. EL MILAGRO - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD.

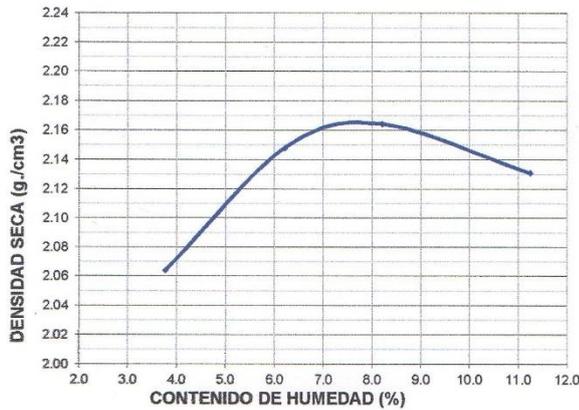
FECHA DE ENTREGA : Junio del 2017.

CALICATA : C-1(V.R. HAYA DE LA TORRE) PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50 m

MUESTRA : M-1

Nº DE ENSAYO	1	2	3	4
Peso molde+Suelo Húmedo (g.)	11014.70	11312.40	11440.50	11501.00
Peso del Molde (g.)	6462.70	6462.70	6462.70	6462.70
Peso Suelo Húmedo (g.)	4552.00	4849.70	4977.80	5038.30
Volúmen del molde (cm ³)	2125.50	2125.50	2125.50	2125.50
Densidad Suelo húmedo (g./cm ³)	2.142	2.282	2.342	2.370

Número de Tarro	1	2	3	4
Peso Tarro +Suelo húmedo (g.)	363.5	427.8	487.4	498.3
Peso Tarro + Suelo Seco (g.)	352.1	405.5	453.9	453.1
Peso Tarro (g.)	49	46.8	46	50.9
Peso del agua (g.)	11.4	22.3	33.5	45.2
Peso de suelo seco (g.)	303.1	358.7	407.9	402.2
Contenido de Humedad (%)	3.76	6.22	8.21	11.24
Densidad Seca (g./cm ³)	2.064	2.148	2.164	2.131



MÉTODO:	C
NÚMERO DE CAPAS:	5
NÚMERO DE GOLPES:	56
DSM (g./cm ³)	2.164
OCH (%)	7.5

DATOS DEL MOLDE	
Nº:	1
PESO(g.):	6462.7
VOLÚMEN(cm ³):	2125.5

Observación : Muestra tomada e identificada por el Solicitante.
El uso de esta información es exclusiva del solicitante.

1 de 3

KINSA GROUP S.A.C.
LABORATORIO DE GEOTECNIA

Iny. Javier De La Cruz Vásquez
C.I.P. 145659

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-1557

TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO, SEMIRRÍGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO Y FLEXIBLE PARA LAS CALLES DEL SECTOR VI C- EL MILAGRO- TRUJILLO- LA LIBERTAD.

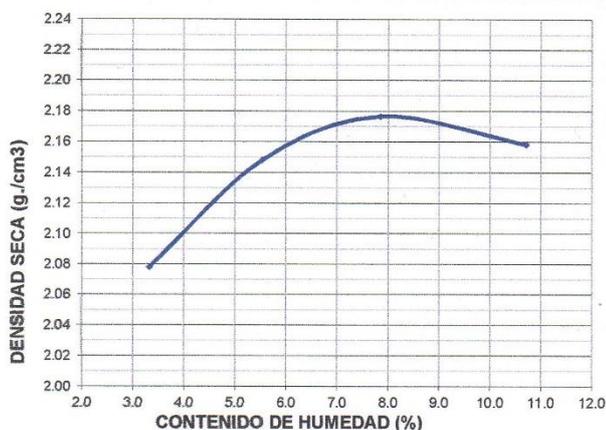
SOLICITANTE : BR. RAMÍREZ ROJAS, WALTER DAVID
BR. ZAVALA ALVARADO, ROGER JUNIOR

UBICACIÓN : EL MILAGRO - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD.

FECHA DE ENTREGA : Junio del 2017.

CALICATA : C-2 (CALLE 5) **PROFUNDIDAD** : 0.00 - 1.50 m
MUESTRA : M-1

Nº DE ENSAYO	1	2	3	4
Peso molde+Suelo Húmedo (g.)	11026.80	11281.30	11451.90	11542.00
Peso del Molde (g.)	6462.70	6462.70	6462.70	6462.70
Peso Suelo Húmedo (g.)	4564.10	4818.60	4989.20	5079.30
Volúmen del molde (cm ³)	2125.50	2125.50	2125.50	2125.50
Densidad Suelo húmedo (g./cm ³)	2.147	2.267	2.347	2.390
Número de Tarro	1	2	3	4
Peso Tarro +Suelo húmedo (g.)	342.5	383.2	411.3	375.9
Peso Tarro + Suelo Seco (g.)	333.1	365.5	384.9	344
Peso Tarro (g.)	50.1	45.6	48.6	46.2
Peso del agua (g.)	9.4	17.7	26.4	31.9
Peso de suelo seco (g.)	283	319.9	336.3	297.8
Contenido de Humedad (%)	3.32	5.53	7.85	10.71
Densidad Seca (g./cm ³)	2.078	2.148	2.176	2.158



MÉTODO:	C
NÚMERO DE CAPAS:	5
NÚMERO DE GOLPES:	56
DSM (g./cm ³)	2.176
OCH (%)	7.85

DATOS DEL MOLDE	
Nº:	I
PESO(g.):	6462.7
VOLÚMEN(cm ³):	2125.5

Observación : Muestra tomada e identificada por el Solicitante.
El uso de esta información es exclusiva del solicitante.

1 de 3

KINSA GROUP S.A.C.
LABORATORIO DE GEOTECNIA

Ing. Javier De La Cruz Vásquez
CIP. 145659

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-1557

TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO,
SEMIRRÍGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO Y FLEXIBLE PARA LAS CALLES DEL SECTOR VI C- EL MILAGRO- TRUJILLO- LA LIBERTAD.

SOLICITANTE : BR. RAMÍREZ ROJAS, WALTER DAVID
BR. ZAVALA ALVARADO, ROGER JUNIOR

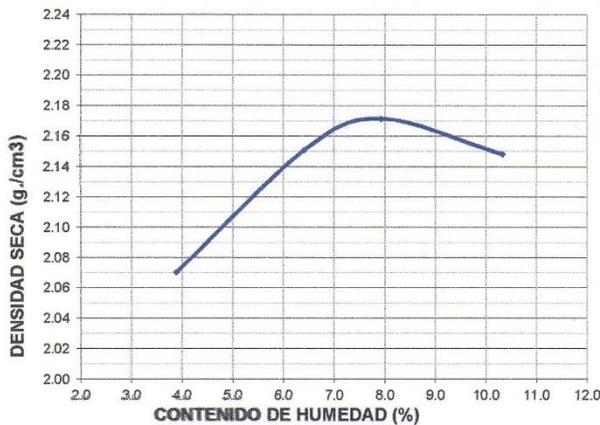
UBICACIÓN : EL MILAGRO - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD.

FECHA DE ENTREGA : Junio del 2017.

CALICATA : C-3 (AV. V.R. HAYA DE LA TORRE) PROFUNDIDAD: 0.00 - 1.50 m
MUESTRA : M-1

Nº DE ENSAYO	1	2	3	4
Peso molde+Suelo Húmedo (g.)	11034.50	11327.20	11444.10	11500.30
Peso del Molde (g.)	6462.70	6462.70	6462.70	6462.70
Peso Suelo Húmedo (g.)	4571.80	4864.50	4981.40	5037.60
Volúmen del molde (cm ³)	2125.50	2125.50	2125.50	2125.50
Densidad Suelo húmedo (g./cm ³)	2.151	2.289	2.344	2.370

Número de Tarro	1	2	3	4
Peso Tarro +Suelo húmedo (g.)	410.4	400.6	385.1	399.5
Peso Tarro + Suelo Seco (g.)	397.3	379.5	360.4	366.8
Peso Tarro (g.)	60.3	50.1	48.8	50
Peso del agua (g.)	13.1	21.1	24.7	32.7
Peso de suelo seco (g.)	337	329.4	311.6	316.8
Contenido de Humedad (%)	3.89	6.41	7.93	10.32
Densidad Seca (g./cm ³)	2.070	2.151	2.172	2.148



MÉTODO:	C
NÚMERO DE CAPAS:	5
NÚMERO DE GOLPES:	56
DSM (g./cm ³)	2.172
OCH (%)	7.93

DATOS DEL MOLDE	
Nº:	1
PESO(g.):	6462.7
VOLÚMEN(cm ³):	2125.5

Observación : Muestra tomada e identificada por el Solicitante.
El uso de esta información es exclusiva del solicitante.

1 de 3

KINSA GROUP S.A.C.
LABORATORIO DE GEOTECNIA

Ing. Javier De La Cruz Vásquez
CIP. 145669

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-1557

TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO, SEMIRRÍGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO Y FLEXIBLE PARA LAS CALLES DEL SECTOR VI C- EL MILAGRO- TRUJILLO- LA LIBERTAD.

SOLICITANTE : BR. RAMÍREZ ROJAS, WALTER DAVID
BR. ZAVALETA ALVARADO, ROGER JUNIOR

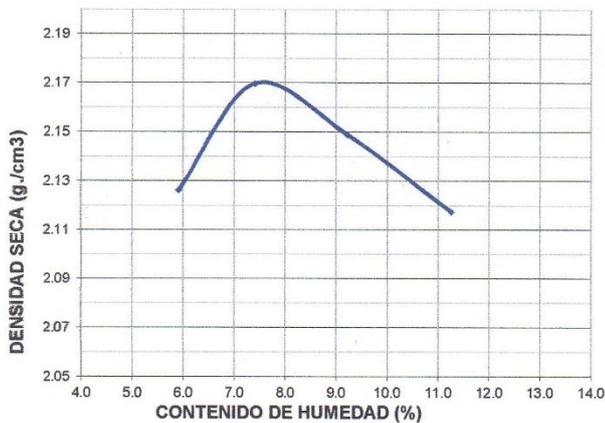
UBICACIÓN : EL MILAGRO - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD.

FECHA DE ENTREGA : Junio del 2017.

CALICATA : C-4 (JR. HUASCAR) **PROFUNDIDAD** : 0.00 - 1.50 m

MUESTRA : M-1

Nº DE ENSAYO	1	2	3	4
Peso molde+Suelo Húmedo (g.)	11249.70	11415.30	11451.10	11470.00
Peso del Molde (g.)	6462.70	6462.70	6462.70	6462.70
Peso Suelo Húmedo (g.)	4787.00	4952.60	4988.40	5007.30
Volúmen del molde (cm3)	2125.50	2125.50	2125.50	2125.50
Densidad Suelo húmedo (g./cm3)	2.252	2.330	2.347	2.356
Número de Tarro	1	2	3	4
Peso Tarro +Suelo húmedo (g.)	373.5	349.7	307.5	412.3
Peso Tarro + Suelo Seco (g.)	356	329.1	285.5	375.9
Peso Tarro (g.)	60.1	50.5	46.8	52.5
Peso del agua (g.)	17.5	20.6	22	36.4
Peso de suelo seco (g.)	295.9	278.6	238.7	323.4
Contenido de Humedad (%)	5.91	7.39	9.22	11.26
Densidad Seca (g./cm3)	2.126	2.170	2.149	2.117



MÉTODO:	C
NÚMERO DE CAPAS:	5
NÚMERO DE GOLPES:	56
DSM (g./cm³)	2.170
OCH (%)	7.40

DATOS DEL MOLDE	
Nº:	I
PESO(g.):	6462.7
VOLÚMEN(cm3):	2125.5

Observación : Muestra tomada e identificada por el Solicitante.
El uso de esta información es exclusiva del solicitante.

1 de 3

KINSA GROUP S.A.C.
LABORATORIO DE GEOTECNIA

Ing. Javier De La Cruz Vásquez
CIP. 145669

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-1557

TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO,
: SEMIRRÍGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO Y FLEXIBLE PARA LAS
CALLES DEL SECTOR VI C- EL MILAGRO- TRUJILLO- LA LIBERTAD.

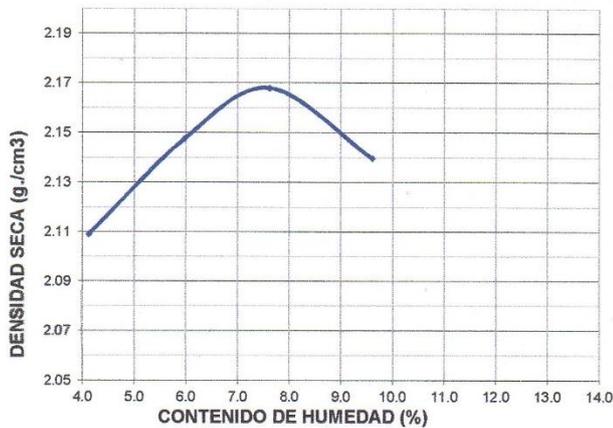
SOLICITANTE : BR. RAMÍREZ ROJAS, WALTER DAVID
BR. ZAVALA ALVARADO, ROGER JUNIOR

UBICACIÓN : EL MILAGRO - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD.

FECHA DE ENTREGA : Junio del 2017.

CALICATA : C-5 (PROLONG. CALLE 3) **PROFUNDIDAD** : 0.00 - 1.50 m
MUESTRA : M-1

Nº DE ENSAYO	1	2	3	4
Peso molde+Suelo Húmedo (g.)	11130.60	11300.30	11421.50	11447.50
Peso del Molde (g.)	6462.70	6462.70	6462.70	6462.70
Peso Suelo Húmedo (g.)	4667.90	4837.60	4958.80	4984.80
Volúmen del molde (cm ³)	2125.50	2125.50	2125.50	2125.50
Densidad Suelo húmedo (g./cm ³)	2.196	2.276	2.333	2.345
Número de Tarro	1	2	3	4
Peso Tarro +Suelo húmedo (g.)	391.1	292.5	311.8	286.3
Peso Tarro + Suelo Seco (g.)	377.8	278.8	292.9	265.6
Peso Tarro (g.)	55.2	49.5	44.6	50
Peso del agua (g.)	13.3	13.7	18.9	20.7
Peso de suelo seco (g.)	322.6	229.3	248.3	215.6
Contenido de Humedad (%)	4.12	5.97	7.61	9.60
Densidad Seca (g./cm ³)	2.109	2.148	2.168	2.140



MÉTODO:	C
NÚMERO DE CAPAS:	5
NÚMERO DE GOLPES:	56
DSM (g./cm ³)	2.168
OCH (%)	7.60

DATOS DEL MOLDE	
Nº:	I
PESO(g.):	6462.7
VOLÚMEN(cm ³):	2125.5

Observación : Muestra tomada e identificada por el Solicitante.
El uso de esta información es exclusiva del solicitante.

1 de 3

KINSA GROUP S.A.C.
LABORATORIO DE GEOTECNIA

Ing. Javier De La Cruz Vásquez
CIP. 145659

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-1557

TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO,
: SEMIRRÍGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO Y FLEXIBLE PARA LAS
: CALLES DEL SECTOR VI C- EL MILAGRO- TRUJILLO- LA LIBERTAD.

SOLICITANTE : BR. RAMÍREZ ROJAS, WALTER DAVID
: BR. ZAVALA ALVARADO, ROGER JUNIOR

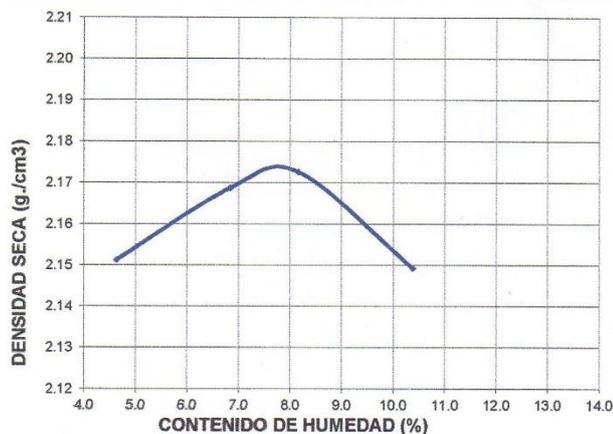
UBICACIÓN : EL MILAGRO - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD.

FECHA DE ENTREGA : Junio del 2017.

CALICATA : C-6 (JR. HUASCAR) **PROFUNDIDAD** : 0.00 - 1.50 m
MUESTRA : M-1

Nº DE ENSAYO	1	2	3	4
Peso molde+Suelo Húmedo (g.)	11246.80	11387.60	11457.40	11505.20
Peso del Molde (g.)	6462.70	6462.70	6462.70	6462.70
Peso Suelo Húmedo (g.)	4784.10	4924.90	4994.70	5042.50
Volúmen del molde (cm ³)	2125.50	2125.50	2125.50	2125.50
Densidad Suelo húmedo (g./cm ³)	2.251	2.317	2.350	2.372

Número de Tarro	1	2	3	4
Peso Tarro +Suelo húmedo (g.)	265.3	367.2	278.9	327.7
Peso Tarro + Suelo Seco (g.)	255.8	346.7	261.5	301.2
Peso Tarro (g.)	50.4	46.8	48.2	45.8
Peso del agua (g.)	9.5	20.5	17.4	26.5
Peso de suelo seco (g.)	205.4	299.9	213.3	255.4
Contenido de Humedad (%)	4.63	6.84	8.16	10.38
Densidad Seca (g./cm³)	2.151	2.169	2.173	2.149



MÉTODO:	C
NÚMERO DE CAPAS:	5
NÚMERO DE GOLPES:	56
DSM (g./cm ³)	2.174
OCH (%)	7.70

DATOS DEL MOLDE	
Nº:	I
PESO(g.):	6462.7
VOLÚMEN(cm ³):	2125.5

Observación : Muestra tomada e identificada por el Solicitante.
El uso de esta información es exclusiva del solicitante.

1 de 3

KINSA GROUP S.A.C.
LABORATORIO DE GEOTECNIA

Ing. Javier De La Cruz Vásquez
CIP. 145669

CBR Y HUMEDAD OPTIMA



RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

ASTM D-1883

TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO, SEMIRRÍGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO Y FLEXIBLE PARA LAS CALLES DEL SECTOR VI C- EL MILAGRO- TRUJILLO- LA LIBERTAD.

SOLICITANTE : BR. RAMÍREZ ROJAS, WALTER DAVID
BR. ZAVALETA ALVARADO, ROGER JUNIOR

UBICACIÓN : C.P. EL MILAGRO - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD.

FECHA DE ENTREGA : Junio del 2017.

CALICATA : C-1(V.R. HAYA DE LA TORRE) **PROFUNDIDAD:** 0.00 - 1.50 m

MUESTRA : M-1 **Sobrecarga Aplicada :** 4530

COMPACTACIÓN	MOLDE -1		MOLDE -2		MOLDE -3	
CONDICIÓN	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
Número de Capas/Nº Golpes	5/56		5/25		5/12	
Muestra húmeda + Molde (g.)	13547.00	13629.6	13362.20	13422.8	13157.00	13201.0
Peso del Molde (g.)	8611.00	8611.00	8541.10	8541.10	8563.30	8563.30
Peso de la Muestra húmeda (g.)	4936.00	5019	4821.10	4882	4593.70	4638
Volúmen de la Muestra (cm ³)	2109.20	2119.2	2120.00	2120	2121.00	2121
Densidad húmeda (g./cm ³)	2.340	2.368	2.274	2.303	2.166	2.187

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216)						
Tara N°	1	7	3	8	5	9
Muestra húmeda + Tara (g.)	150.90	312.10	214.50	328.30	297.00	282.50
Muestra seca + Tara (g.)	143.10	292.30	202.20	307.50	279.10	265.10
Peso del Agua (g.)	7.80	19.80	12.30	20.80	17.90	17.40
Peso de la Tara (g.)	38.50	48.10	38.10	45.60	39.50	48.40
Muestra Seca (g.)	104.60	244.20	164.10	261.90	239.60	216.70
Contenido de Humedad (%)	7.46	8.11	7.50	7.94	7.47	8.03
DENSIDAD SECA (g./cm ³)	2.178	2.191	2.116	2.133	2.015	2.024

EXPANSIÓN	Molde N°		1		2		3	
	Fecha	Tiempo	Lectura	Hincham.	Lectura	Hincham.	Lectura	Hincham.
		(horas)	dial	(mm)	dial	(mm)	dial	(mm)
NO EXPANSIVO								

ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN	PENETRACIÓN (mm)	(pulg)	Molde N° 01		Molde N° 02		Molde N° 03	
			Carga (Kg)	kg/cm ²	Carga (Kg)	kg/cm ²	Carga (Kg)	kg/cm ²
	0.64	0.025	133.2	6.9	63.6	3.29	33.2	1.72
1.27	0.050	237.1	12.3	100.5	5.20	64.5	3.33	
1.91	0.075	523.5	27.1	284.4	14.70	121.8	6.30	
2.54	0.100	840.6	43.5	562.5	29.08	252.8	13.07	
3.81	0.150	1235.6	63.9	818.3	42.30	411.8	21.29	
5.08	0.200	1888.9	97.6	1098.8	56.80	690.4	35.69	
6.35	0.250	2199.6	113.7	1365.0	70.56	867.4	44.84	
7.62	0.300	2819.8	145.8	1546.9	79.96	941.8	48.68	
12.7	0.500	3850.0	199.0	1850.0	95.63	1068.3	55.22	

2 de 3


KINSA GROUP S.A.C.
 LABORATORIO DE GEOTECNIA
 Ing. Javier De La Cruz Vásquez
 CIP. 145669

GRÁFICAS - C.B.R.

TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO, SEMIRRÍGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO Y FLEXIBLE PARA LAS CALLES DEL SECTOR VI C- EL MILAGRO- TRUJILLO- LA LIBERTAD.

SOLICITANTE : BR. RAMÍREZ ROJAS, WALTER DAVID

BR. ZAVALETA ALVARADO, ROGER JUNIOR

UBICACIÓN : C.P. EL MILAGRO - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD.

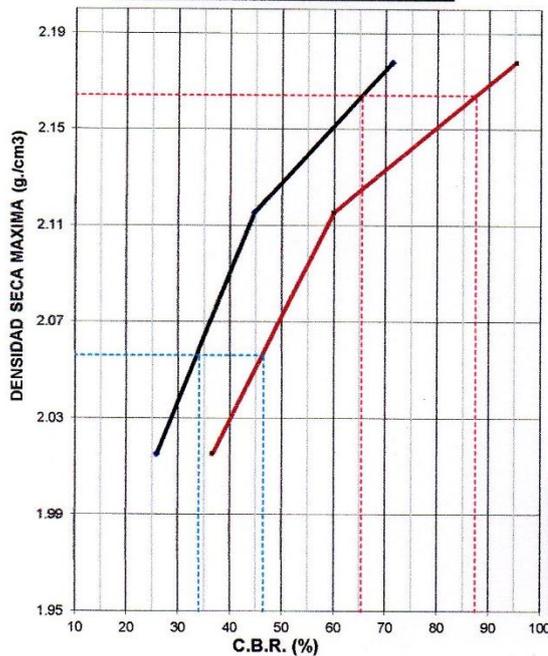
FECHA DE ENTREGA : Junio del 2017.

CALICATA: C-1(V.R. HAYA DE LA TORRE)

MUESTRA: M-1

PROFUNDIDAD: 0.00 - 1.50 m

CURVA DENSIDAD SECA - C.B.R.



ÁREA DEL PISTÓN:		19.35	cm ²
CARGAS PATRÓN	(2.54 mm) (0.1")	70	kg/cm ²
	(5.08 mm) (0.2")	105	kg/cm ²

Nº GOLPES	56	25	12
C.B.R. (%)	2.54mm (0.1")	71.35	44.77
	5.08mm (0.2")	95.21	59.98

RESUMEN PROCTOR MODIFICADO:

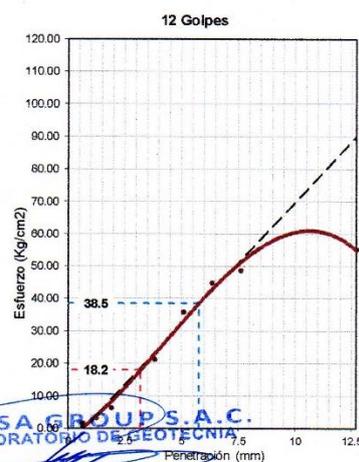
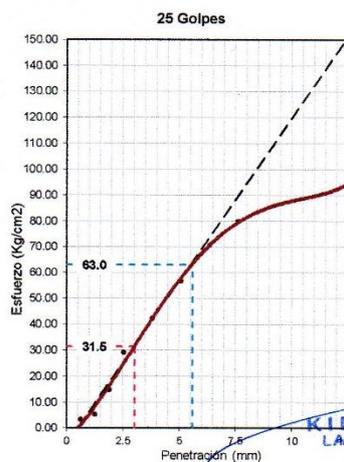
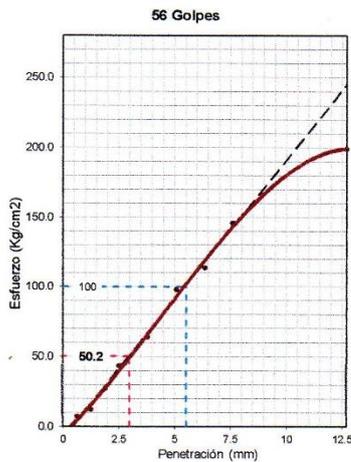
DENSIDAD SECA MÁXIMA : 2.164 (g./cm³)

HUMEDAD OPTIMA : 7.5 (%)

95 % DSM : 2.056 (g./cm³)

RESULTADOS DEL ENSAYO C.B.R.:

PENETRACIÓN	0.1"	0.2"
VALOR CBR AL 100% DSM:	65.5	87.5 (%)
VALOR CBR AL 95% DSM:	34.0	46.5 (%)



Observación : Muestra tomada e identificada por el Solicitante.
El uso de esta información es exclusiva del solicitante.

3 de 3

KINSA GROUP S.A.C.
LABORATORIO DE GEOTECNIA
Ing. Javier De La Cruz Vásquez
CIP. 145659

RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

ASTM D-1883

TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO, SEMIRRÍGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO Y FLEXIBLE PARA LAS CALLES DEL SECTOR VI C- EL MILAGRO- TRUJILLO- LA LIBERTAD.

SOLICITANTE : BR. RAMÍREZ ROJAS, WALTER DAVID
BR. ZAVALA ALVARADO, ROGER JUNIOR

UBICACIÓN : EL MILAGRO - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD.

FECHA DE ENTREGA : Junio del 2017.

CALICATA : 2 (CALLE 5) **PROFUNDIDAD:** 0.00 - 1.50 m
MUESTRA : M-1 **Sobrecarga Aplicada :** 4530

COMPACTACIÓN	MOLDE -1		MOLDE -2		MOLDE -3	
	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
CONDICIÓN	5/56		5/25		5/12	
Número de Capas/N° Golpes	5/56		5/25		5/12	
Muestra húmeda + Molde (g.)	13589.2	13643.1	13398.3	13451.7	13196.4	13298.6
Peso del Molde (g.)	8611.0	8611.0	8541.1	8541.1	8563.3	8563.3
Peso de la Muestra húmeda (g.)	4978.2	5032.1	4857.2	4910.6	4633.1	4735.3
Volúmen de la Muestra (cm ³)	2109.2	2119.2	2120.0	2120.0	2121.0	2121.0
Densidad húmeda (g./cm ³)	2.360	2.375	2.291	2.316	2.184	2.233

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216)						
Tara N°	1	7	3	8	5	9
Muestra húmeda + Tara (g.)	233.60	297.40	286.30	308.50	318.30	328.60
Muestra seca + Tara (g.)	219.10	278.20	268.10	287.80	297.90	306.10
Peso del Agua (g.)	14.50	19.20	18.20	20.70	20.40	22.50
Peso de la Tara (g.)	35.00	46.50	36.60	43.40	38.00	45.50
Muestra Seca (g.)	184.10	231.70	231.50	244.40	259.90	260.60
Contenido de Humedad (%)	7.88	8.29	7.86	8.47	7.85	8.63
DENSIDAD SECA (g./cm ³)	2.188	2.193	2.124	2.135	2.025	2.055

EXPANSIÓN	Molde N°		1		2		3	
	Fecha	Tiempo	Lectura	Hincham.	Lectura	Hincham.	Lectura	Hincham.
		(horas)	dial	(mm)	dial	(mm)	dial	(mm)
NO EXPANSIVO								

ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN	PENETRACIÓN (mm)	(pulg)	Molde N° 01		Molde N° 02		Molde N° 03	
			Carga (Kg)	kg/cm ²	Carga (Kg)	kg/cm ²	Carga (Kg)	kg/cm ²
	0.64	0.025	129.7	6.7	72.1	3.73	21.0	1.09
1.27	0.050	262.9	13.6	109.5	5.66	52.5	2.71	
1.91	0.075	510.1	26.4	293.7	15.18	116.8	6.04	
2.54	0.100	826.7	42.7	590.7	30.53	316.5	16.36	
3.81	0.150	1219.5	63.0	885.3	45.76	518.4	26.80	
5.08	0.200	1869.2	96.6	1258.4	65.05	710.2	36.71	
6.35	0.250	2082.3	107.6	1485.1	76.77	900.6	46.55	
7.62	0.300	2690.7	139.1	1749.6	90.44	1144.4	59.16	
12.7	0.500	3329.3	172.1	1893.5	97.88	1402.8	72.51	

2 de 3

KINSA GROUP S.A.C.
LABORATORIO DE GEOTECNIA

Ing. Javier De La Cruz Vásquez
C.I.P. 145659

GRÁFICAS - C.B.R.

TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO, SEMIRRÍGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO Y FLEXIBLE PARA LAS CALLES DEL SECTOR VI C- EL MILAGRO- TRUJILLO- LA LIBERTAD.

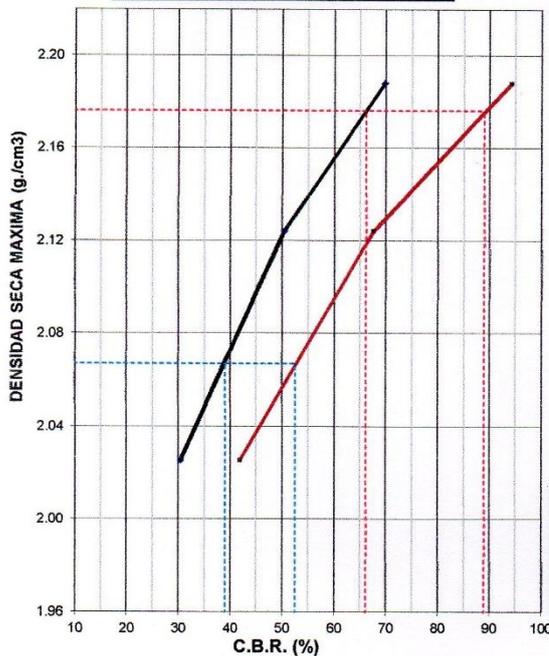
SOLICITANTE : BR. RAMÍREZ ROJAS, WALTER DAVID
BR. ZAVALETA ALVARADO, ROGER JUNIOR

UBICACIÓN : EL MILAGRO - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD.

FECHA DE ENTREGA : Junio del 2017.

CALICATA: C-2 (CALLE 5) MUESTRA: M-1 PROFUNDIDAD: 0.00 - 1.50 m

CURVA DENSIDAD SECA - C.B.R.



ÁREA DEL PISTÓN:		19.35	cm ²
CARGAS PATRÓN	(2.54 mm) (0.1")	70	kg/cm ²
	(5.08 mm) (0.2")	105	kg/cm ²

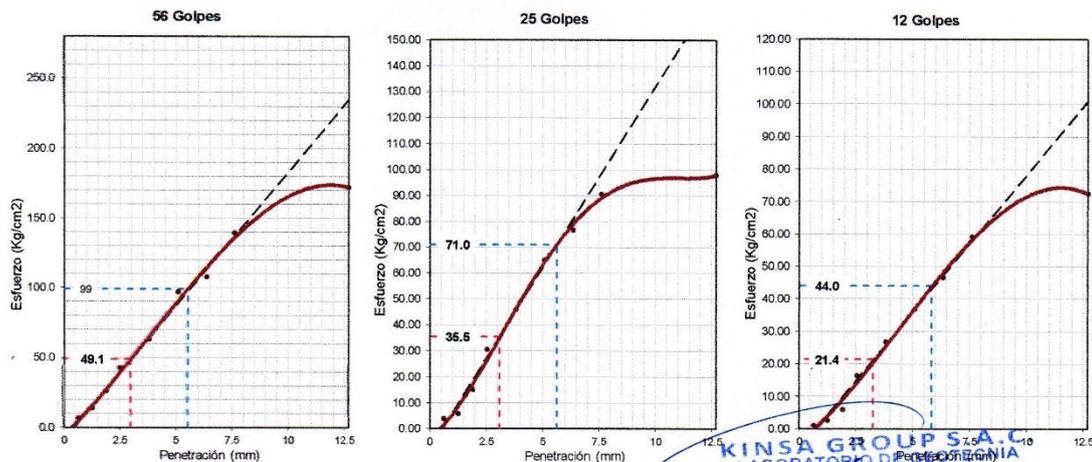
Nº GOLPES	56	25	12
C.B.R. (%)	2.54mm (0.1")	69.78	50.45
	5.08mm (0.2")	94.26	67.60

RESUMEN PROCTOR MODIFICADO:

DENSIDAD SECA MÁXIMA : 2.176 (g./cm³)
 HUMEDAD ÓPTIMA : 7.85 (%)
 95 % DSM : 2.067 (g./cm³)

RESULTADOS DEL ENSAYO C.B.R.:

PENETRACIÓN	0.1"	0.2"
VALOR CBR AL 100% DSM:	66.2	89.0 (%)
VALOR CBR AL 95% DSM:	39.0	52.5 (%)



Observación : Muestra tomada e identificada por el Solicitante.
El uso de esta información es exclusiva del solicitante.

3 de 3

Urb. San Isidro, Cal. Plata, Mz. H - N°2/ Email: Laboratorio_kingro@hotmail.com/RPC: 974473899

KINSA GROUP S.A.C.
LABORATORIO DE ENSAYOS DE SUELOS
Ing. Javier De La Cruz Vásquez
C.I.P. 145659

RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

ASTM D-1883

TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO, SEMIRRÍGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO Y FLEXIBLE PARA LAS CALLES DEL SECTOR VI C- EL MILAGRO- TRUJILLO- LA LIBERTAD.

SOLICITANTE : BR. RAMÍREZ ROJAS, WALTER DAVID
BR. ZAVALA ALVARADO, ROGER JUNIOR

UBICACIÓN : EL MILAGRO - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD.

FECHA DE ENTREGA : Junio del 2017.

CALICATA : C-3 (AV. V.R. HAYA DE LA TORRE) **PROFUNDIDAD:** 0.00 - 1.50 m
MUESTRA : M-1 **Sobrecarga Aplicada :** 4530

COMPACTACIÓN	MOLDE -1		MOLDE -2		MOLDE -3	
	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
Número de Capas/N° Golpes	5/56		5/25		5/12	
Muestra húmeda + Molde (g.)	13560.2	13633.6	13355.7	13440.8	13249.7	13368.6
Peso del Molde (g.)	8611.0	8611.0	8541.1	8541.1	8563.3	8563.3
Peso de la Muestra húmeda (g.)	4949.2	5022.6	4814.6	4899.7	4686.4	4805.3
Volúmen de la Muestra (cm ³)	2109.2	2119.2	2120.0	2120.0	2121.0	2121.0
Densidad húmeda (g./cm ³)	2.346	2.370	2.271	2.311	2.210	2.266

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216)						
Tara N°	1	7	3	8	5	9
Muestra húmeda + Tara (g.)	241.10	312.40	310.30	285.80	300.60	331.90
Muestra seca + Tara (g.)	225.90	291.00	290.40	266.40	281.30	309.00
Peso del Agua (g.)	15.20	21.40	19.90	19.40	19.30	22.90
Peso de la Tara (g.)	34.70	40.50	38.50	38.40	38.80	41.20
Muestra Seca (g.)	191.20	250.50	251.90	228.00	242.50	267.80
Contenido de Humedad (%)	7.95	8.54	7.90	8.51	7.96	8.55
DENSIDAD SECA (g./cm³)	2.174	2.184	2.105	2.130	2.047	2.087

EXPANSIÓN	Molde N°		1		2		3	
	Fecha	Tiempo	Lectura	Hincham.	Lectura	Hincham.	Lectura	Hincham.
		(horas)	dial	(mm)	dial	(mm)	dial	(mm)
			NO EXPANSIVO					

ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN	PENETRACIÓN (mm)	(pulg)	Molde N° 01		Molde N° 02		Molde N° 03	
			Carga (Kg)	kg/cm ²	Carga (Kg)	kg/cm ²	Carga (Kg)	kg/cm ²
		0.64	0.025	123.3	6.4	68.6	3.55	33.0
	1.27	0.050	255.0	13.2	101.1	5.23	56.0	2.89
	1.91	0.075	478.0	24.7	258.4	13.36	115.5	5.97
	2.54	0.100	745.2	38.5	522.5	27.01	390.3	20.18
	3.81	0.150	1018.4	52.6	824.7	42.63	598.2	30.92
	5.08	0.200	1610.8	83.3	1123.5	58.08	882.9	45.64
	6.35	0.250	1846.3	95.4	1304.8	67.45	985.0	50.92
	7.62	0.300	2344.7	121.2	1614.3	83.45	1267.4	65.51
	12.7	0.500	2859.9	147.8	1902.5	98.34	1467.0	75.83

2 de 3

KINSA GROUP S.A.C.
LABORATORIO DE GEOTECNIA

Ing. Javier De La Cruz Vásquez
CIP. 145659

GRÁFICAS - C.B.R.

TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO, SEMIRRÍGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO Y FLEXIBLE PARA LAS CALLES DEL SECTOR VI C- EL MILAGRO- TRUJILLO- LA LIBERTAD.

SOLICITANTE : BR. RAMÍREZ ROJAS, WALTER DAVID
BR. ZAVALETA ALVARADO, ROGER JUNIOR

UBICACIÓN : EL MILAGRO - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD.

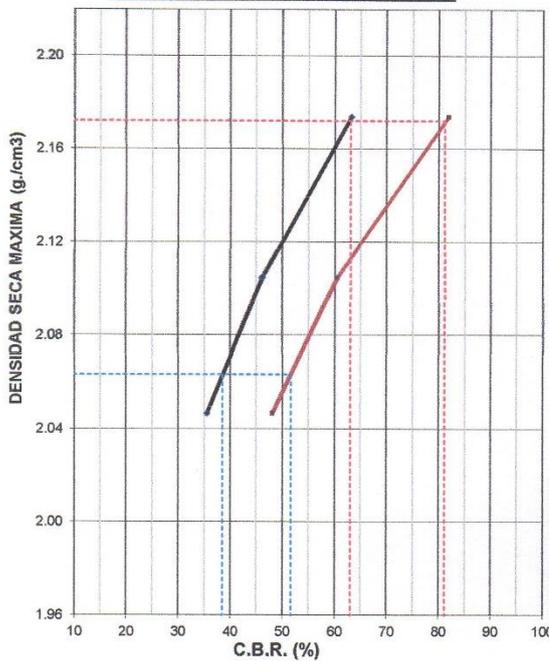
FECHA DE ENTREGA : Junio del 2017.

CALICATA: C-3 (AV. V.R. HAYA DE LA TORRE)

MUESTRA: M-1

PROFUNDIDAD: 0.00 - 1.50 m

CURVA DENSIDAD SECA - C.B.R.



ÁREA DEL PISTÓN: 19.35 cm²

CARGAS PATRÓN	(2.54 mm) (0.1")	70	kg/cm ²
	(5.08 mm) (0.2")	105	kg/cm ²

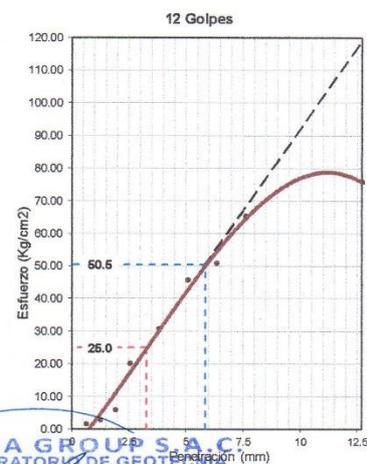
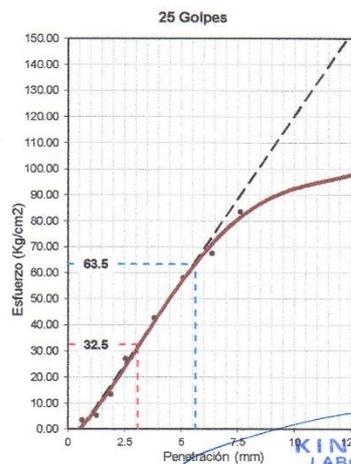
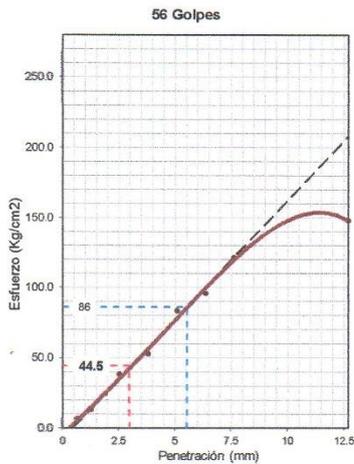
Nº GOLPES	56	25	12
C.B.R. (%)	63.25	46.19	35.53
	81.88	60.46	48.08

RESUMEN PROCTOR MODIFICADO:

DENSIDAD SECA MÁXIMA : 2.172 (g./cm³)
 HUMEDAD OPTIMA : 7.9 (%)
 95 % DSM : 2.063 (g./cm³)

RESULTADOS DEL ENSAYO C.B.R.:

PENETRACIÓN	0.1"	0.2"
VALOR CBR AL 100% DSM:	63.0	81.2 (%)
VALOR CBR AL 95% DSM:	38.5	51.6 (%)



Observación : Muestra tomada e identificada por el Solicitante.
El uso de esta información es exclusiva del solicitante.

3 de 3

Urb. San Isidro, Cal. Plata, Mz. H - N°2/ Email: Laboratorio_kingro@hotmail.com/RPC: 974473899

Ing. Javier De La Cruz Vásquez
CIP. 145669

RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

ASTM D-1883

TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO, SEMIRRÍGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO Y FLEXIBLE PARA LAS CALLES DEL SECTOR VI C- EL MILAGRO- TRUJILLO- LA LIBERTAD.

SOLICITANTE : BR. RAMÍREZ ROJAS, WALTER DAVID
BR. ZAVALETA ALVARADO, ROGER JUNIOR

UBICACIÓN : EL MILAGRO - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD.

FECHA DE ENTREGA : Junio del 2017.

CALICATA : (JR. HUASCAR)

PROFUNDIDAD: 0.00 - 1.50 m

MUESTRA : M-1

Sobrecarga Aplicada : 4530

COMPACTACIÓN	MOLDE -1		MOLDE -2		MOLDE -3	
CONDICIÓN	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
Número de Capas/Nº Golpes	5/56		5/25		5/12	
Muestra húmeda + Molde (g.)	13537.2	13655.3	13374.5	13458.5	13226.7	13315.6
Peso del Molde (g.)	8611.0	8611.0	8541.1	8541.1	8563.3	8563.3
Peso de la Muestra húmeda (g.)	4926.2	5044.3	4833.4	4917.4	4663.4	4752.3
Volúmen de la Muestra (cm ³)	2109.2	2119.2	2120.0	2120.0	2121.0	2121.0
Densidad húmeda (g./cm ³)	2.336	2.380	2.280	2.320	2.199	2.241

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216)						
Tara Nº	1	7	3	8	5	9
Muestra húmeda + Tara (g.)	339.60	321.60	299.40	317.00	349.40	315.50
Muestra seca + Tara (g.)	318.60	299.80	281.20	295.70	327.80	294.10
Peso del Agua (g.)	21.00	21.80	18.20	21.30	21.60	21.40
Peso de la Tara (g.)	36.60	40.30	38.00	40.50	38.80	39.60
Muestra Seca (g.)	282.00	259.50	243.20	255.20	289.00	254.50
Contenido de Humedad (%)	7.45	8.40	7.48	8.35	7.47	8.41
DENSIDAD SECA (g./cm ³)	2.174	2.196	2.121	2.141	2.046	2.067

EXPANSIÓN	Molde Nº		1		2		3	
	Fecha	Tiempo	Lectura	Hincham.	Lectura	Hincham.	Lectura	Hincham.
		(horas)	dial	(mm)	dial	(mm)	dial	(mm)
NO EXPANSIVO								

ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN	PENETRACIÓN (mm)	(pulg)	Molde Nº 01		Molde Nº 02		Molde Nº 03	
			Carga (Kg)	kg/cm ²	Carga (Kg)	kg/cm ²	Carga (Kg)	kg/cm ²
	0.64	0.025	117.4	6.1	55.2	2.85	37.1	1.92
1.27	0.050	243.3	12.6	98.4	5.09	66.9	3.46	
1.91	0.075	439.7	22.7	268.3	13.87	122.5	6.33	
2.54	0.100	740.2	38.3	544.0	28.12	414.6	21.43	
3.81	0.150	1007.4	52.1	830.7	42.94	611.1	31.59	
5.08	0.200	1648.0	85.2	1103.6	57.05	808.4	41.79	
6.35	0.250	1837.5	95.0	1308.2	67.62	999.6	51.67	
7.62	0.300	2244.5	116.0	1555.7	80.42	1286.0	66.48	
12.7	0.500	2860.3	147.9	1719.3	88.87	1479.2	76.46	

2 de 3


KINSA GROUP S.A.C.
 LABORATORIO DE GEOTECNIA
 Ing. Javier De La Cruz Vásquez
 C.I.P. 145659

GRÁFICAS - C.B.R.

TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO, SEMIRRÍGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO Y FLEXIBLE PARA LAS CALLES DEL SECTOR VI C- EL MILAGRO- TRUJILLO- LA LIBERTAD.

SOLICITANTE : BR. RAMÍREZ ROJAS, WALTER DAVID
BR. ZAVALA ALVARADO, ROGER JUNIOR

UBICACIÓN : EL MILAGRO - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD.

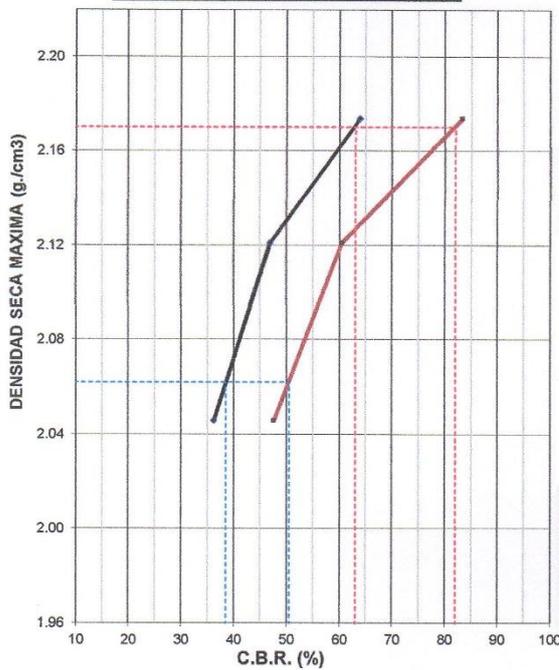
FECHA DE ENTREGA : Junio del 2017.

CALICATA: 4 (JR. HUASCAR)

MUESTRA: M-1

PROFUNDIDAD: 0.00 - 1.50 m

CURVA DENSIDAD SECA - C.B.R.



ÁREA DEL PISTÓN: 19.35 cm²

CARGAS PATRÓN			
(2.54 mm) (0.1")	70	kg/cm ²	
(5.08 mm) (0.2")	105	kg/cm ²	

Nº GOLPES	56	25	12
C.B.R. (%)	63.96	46.90	36.24
	83.31	60.46	47.61

RESUMEN PROCTOR MODIFICADO:

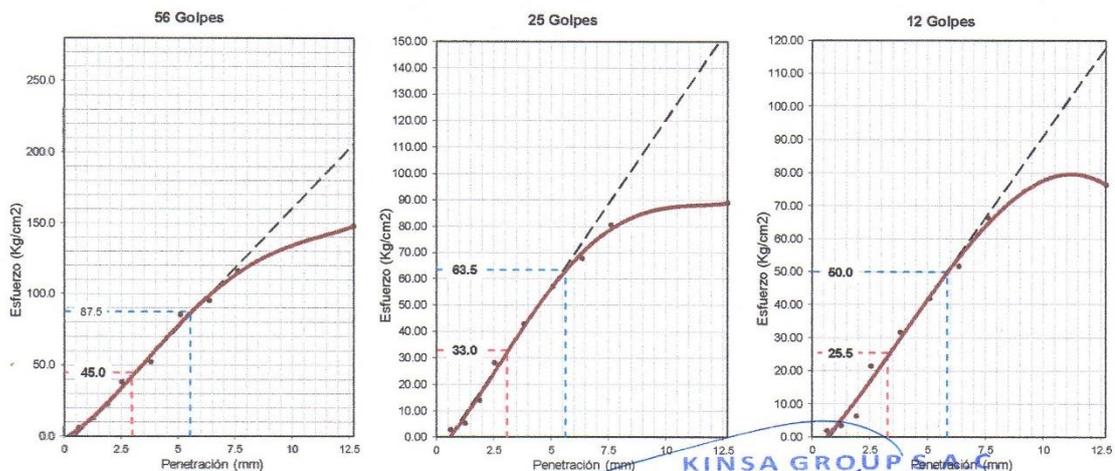
DENSIDAD SECA MÁXIMA : 2.170 (g./cm³)

HUMEDAD OPTIMA : 7.40 (%)

95 % DSM : 2.062 (g./cm³)

RESULTADOS DEL ENSAYO C.B.R.:

PENETRACIÓN	0.1"	0.2"	
VALOR CBR AL 100% DSM:	63.0	82.0	(%)
VALOR CBR AL 95% DSM:	38.5	50.5	(%)



Observación : Muestra tomada e identificada por el Solicitante.
El uso de esta información es exclusiva del solicitante.

3 de 3

Urb. San Isidro, Cal. Plata, Mz. H - N°2/ Email: Laboratorio_kingro@hotmail.com/RPC: 974473899

Ing. Javier De La Cruz Vásquez
CIP 145668

RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

ASTM D-1883

TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO, SEMIRRÍGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO Y FLEXIBLE PARA LAS CALLES DEL SECTOR VI C- EL MILAGRO- TRUJILLO- LA LIBERTAD.

SOLICITANTE : BR. RAMÍREZ ROJAS, WALTER DAVID
BR. ZAVALA ALVARADO, ROGER JUNIOR

UBICACIÓN : EL MILAGRO - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD.

FECHA DE ENTREGA : Junio del 2017.

CALICATA : C-5 (PROLONG. CALLE 3) **PROFUNDIDAD:** 0.00 - 1.50 m
MUESTRA : M-1 **Sobrecarga Aplicada :** 4530

COMPACTACIÓN	MOLDE -1		MOLDE -2		MOLDE -3	
CONDICIÓN	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
Número de Capas/N° Golpes	5/56		5/25		5/12	
Muestra húmeda + Molde (g.)	13534.6	13660.1	13366.0	13460.5	13231.8	13328.8
Peso del Molde (g.)	8611.0	8611.0	8541.1	8541.1	8563.3	8563.3
Peso de la Muestra húmeda (g.)	4923.6	5049.1	4824.9	4919.4	4668.5	4765.5
Volúmen de la Muestra (cm ³)	2109.2	2119.2	2120.0	2120.0	2121.0	2121.0
Densidad húmeda (g./cm ³)	2.334	2.383	2.276	2.320	2.201	2.247

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216)						
Tara N°	1	7	3	8	5	9
Muestra húmeda + Tara (g.)	265.50	385.20	317.30	355.90	315.80	297.30
Muestra seca + Tara (g.)	249.40	357.50	297.20	330.10	295.90	275.90
Peso del Agua (g.)	16.10	27.70	20.10	25.80	19.90	21.40
Peso de la Tara (g.)	37.40	35.50	35.10	38.00	36.80	34.80
Muestra Seca (g.)	212.00	322.00	262.10	292.10	259.10	241.10
Contenido de Humedad (%)	7.59	8.60	7.67	8.83	7.68	8.88
DENSIDAD SECA (g./cm ³)	2.170	2.194	2.114	2.132	2.044	2.064

EXPANSIÓN	Molde N°		1		2		3	
	Fecha	Tiempo	Lectura	Hincham.	Lectura	Hincham.	Lectura	Hincham.
		(horas)	dial	(mm)	dial	(mm)	dial	(mm)
NO EXPANSIVO								

ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN	PENETRACIÓN (mm)	(pulg)	Molde N° 01		Molde N° 02		Molde N° 03	
			Carga (Kg)	kg/cm ²	Carga (Kg)	kg/cm ²	Carga (Kg)	kg/cm ²
	0.64	0.025	110.2	5.7	45.0	2.33	23.6	1.22
1.27	0.050	228.7	11.8	94.9	4.91	64.7	3.34	
1.91	0.075	409.8	21.2	271.3	14.02	120.1	6.21	
2.54	0.100	802.2	41.5	598.4	30.93	400.5	20.70	
3.81	0.150	1109.4	57.3	894.6	46.24	572.3	29.58	
5.08	0.200	1466.2	75.8	1211.8	62.64	705.8	36.48	
6.35	0.250	1673.3	86.5	1409.5	72.86	859.3	44.42	
7.62	0.300	2015.9	104.2	1654.4	85.52	1164.6	60.20	
12.7	0.500	2458.1	127.1	1853.7	95.82	1390.5	71.88	

2 de 3


KINSA GROUP S.A.C.
 LABORATORIO DE GEOTECNIA
 Ing. Javier De La Cruz Vásquez
 CIP. 146669

GRÁFICAS - C.B.R.

TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO, SEMIRRÍGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO Y FLEXIBLE PARA LAS CALLES DEL SECTOR VI C- EL MILAGRO- TRUJILLO- LA LIBERTAD.

SOLICITANTE : BR. RAMÍREZ ROJAS, WALTER DAVID
BR. ZAVALA ALVARADO, ROGER JUNIOR

UBICACIÓN : EL MILAGRO - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD.

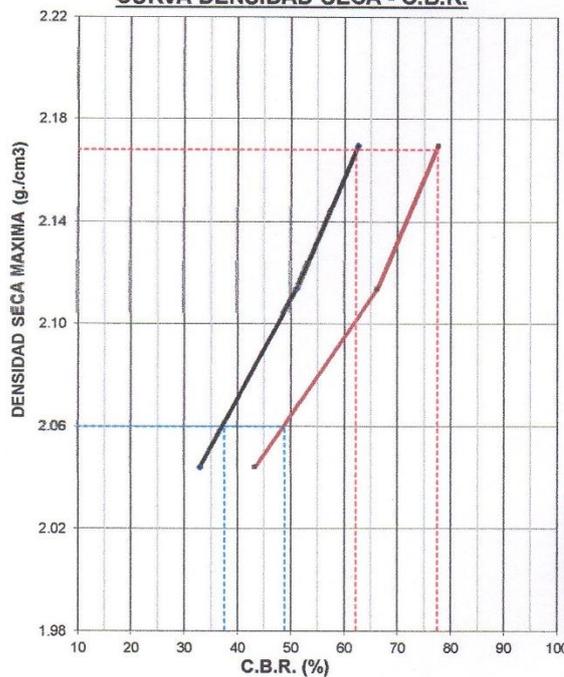
FECHA DE ENTREGA : Junio del 2017.

CALICATA: C-5 (PROLONG. CALLE 3)

MUESTRA: M-1

PROFUNDIDAD: 0.00 - 1.50 m

CURVA DENSIDAD SECA - C.B.R.



ÁREA DEL PISTÓN: 19,35 cm²

CARGAS PATRÓN		
(2.54 mm) (0.1")	70	kg/cm²
(5.08 mm) (0.2")	105	kg/cm²

Nº GOLPES	56	25	12
C.B.R. (%)	62.54	51.17	32.97
	77.60	66.27	43.32

RESUMEN PROCTOR MODIFICADO:

DENSIDAD SECA MÁXIMA : 2.168 (g./cm³)

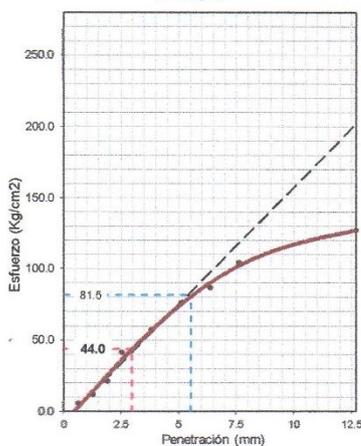
HUMEDAD ÓPTIMA : 7.60 (%)

95 % DSM : 2.060 (g./cm³)

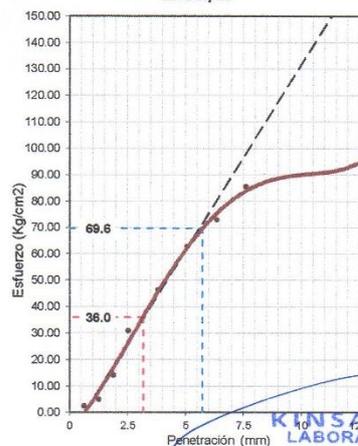
RESULTADOS DEL ENSAYO C.B.R.:

PENETRACIÓN	0.1"	0.2"
VALOR CBR AL 100% DSM:	62.2	77.5 (%)
VALOR CBR AL 95% DSM:	37.5	48.8 (%)

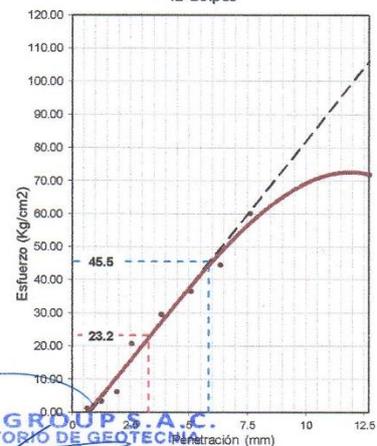
56 Golpes



25 Golpes



12 Golpes



Observación : Muestra tomada e identificada por el Solicitante.
El uso de esta información es exclusiva del solicitante.

3 de 3

Urb. San Isidro, Cal. Plata, Mz. H - N°2/ Email: Laboratorio_kingro@hotmail.com/RPC: 974473899

J. Javier De La Cruz Vásquez
CIP. 145659

RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

ASTM D-1883

TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO, SEMIRRÍGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO Y FLEXIBLE PARA LAS CALLES DEL SECTOR VI C- EL MILAGRO- TRUJILLO- LA LIBERTAD.

SOLICITANTE : BR. RAMÍREZ ROJAS, WALTER DAVID
BR. ZAVALA ALVARADO, ROGER JUNIOR

UBICACIÓN : EL MILAGRO - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD.

FECHA DE ENTREGA : Junio del 2017.

CALICATA : C-6 (JR. HUASCAR) PROFUNDIDAD: 0.00 - 1.50 m

MUESTRA : M-1 Sobrecarga Aplicada : 4530

COMPACTACIÓN	MOLDE -1		MOLDE -2		MOLDE -3	
CONDICIÓN	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
Número de Capas/N° Golpes	5/56		5/25		5/12	
Muestra húmeda + Molde (g.)	13562.6	13672.3	13370.5	13472.0	13244.1	13335.0
Peso del Molde (g.)	8611.0	8611.0	8541.1	8541.1	8563.3	8563.3
Peso de la Muestra húmeda (g.)	4951.6	5061.3	4829.4	4930.9	4680.8	4771.7
Volúmen de la Muestra (cm ³)	2109.2	2119.2	2120.0	2120.0	2121.0	2121.0
Densidad húmeda (g./cm ³)	2.348	2.388	2.278	2.326	2.207	2.250

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216)						
Tara N°	1	7	3	8	5	9
Muestra húmeda + Tara (g.)	385.50	339.10	297.00	313.30	309.60	413.70
Muestra seca + Tara (g.)	360.50	314.10	278.20	290.70	289.90	382.80
Peso del Agua (g.)	25.00	25.00	18.80	22.60	19.70	30.90
Peso de la Tara (g.)	38.80	34.60	34.50	36.80	35.40	36.00
Muestra Seca (g.)	321.70	279.50	243.70	253.90	254.50	346.80
Contenido de Humedad (%)	7.77	8.94	7.71	8.90	7.74	8.91
DENSIDAD SECA (g./cm ³)	2.178	2.192	2.115	2.136	2.048	2.066

EXPANSIÓN	Molde N°		1		2		3	
	Fecha	Tiempo	Lectura	Hincham.	Lectura	Hincham.	Lectura	Hincham.
		(horas)	dial	(mm)	dial	(mm)	dial	(mm)
NO EXPANSIVO								

ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN	PENETRACIÓN (mm)	(pulg)	Molde N° 01		Molde N° 02		Molde N° 03	
			Carga (Kg)	kg/cm ²	Carga (Kg)	kg/cm ²	Carga (Kg)	kg/cm ²
	0.64	0.025	281.2	14.5	73.3	3.79	20.6	1.06
1.27	0.050	334.6	17.3	125.6	6.49	73.2	3.78	
1.91	0.075	639.5	33.1	310.3	16.04	139.5	7.21	
2.54	0.100	936.8	48.4	539.5	27.89	387.7	20.04	
3.81	0.150	1326.5	68.6	797.6	41.23	529.1	27.35	
5.08	0.200	1723.9	89.1	1158.3	59.87	752.4	38.89	
6.35	0.250	1989.2	102.8	1500.0	77.54	899.5	46.50	
7.62	0.300	2512.1	129.9	1711.7	88.48	1225.1	63.33	
12.7	0.500	2983.3	154.2	1965.3	101.59	1454.7	75.20	

2 de 3


KINSA GROUP S.A.C.
 LABORATORIO DE GEOTECNIA
 Ing. Javier De La Cruz Vásquez
 C.I.P. 145659

GRÁFICAS - C.B.R.

TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO, SEMIRRÍGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO Y FLEXIBLE PARA LAS CALLES DEL SECTOR VI C- EL MILAGRO- TRUJILLO- LA LIBERTAD.

SOLICITANTE : BR. RAMÍREZ ROJAS, WALTER DAVID
BR. ZAVALA ALVARADO, ROGER JUNIOR

UBICACIÓN : EL MILAGRO - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD.

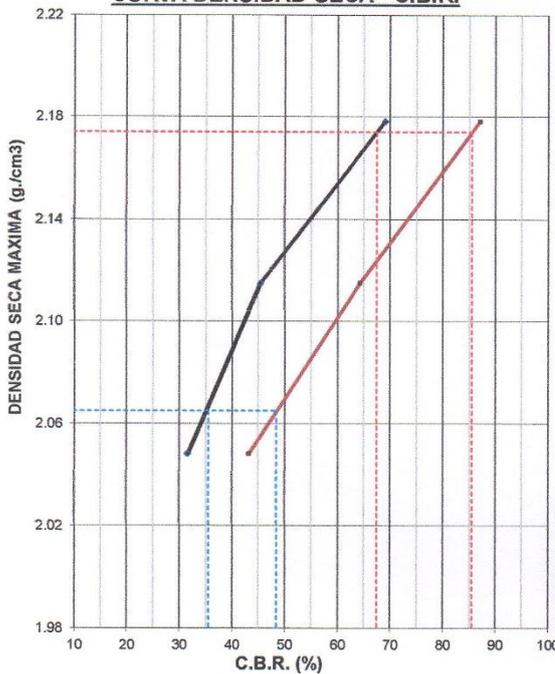
FECHA DE ENTREGA : Junio del 2017.

CALICATA: C-6 (JR. HUASCAR)

MUESTRA: M-1

PROFUNDIDAD: 0.00 - 1.50 m

CURVA DENSIDAD SECA - C.B.R.



ÁREA DEL PISTÓN: 19.35 cm²

CARGAS PATRÓN			
(2.54 mm) (0.1")	70	kg/cm ²	
(5.08 mm) (0.2")	105	kg/cm ²	

Nº GOLPES	56	25	12
C.B.R. (%)	69.07	45.48	31.55
	87.12	64.27	43.23

RESUMEN PROCTOR MODIFICADO:

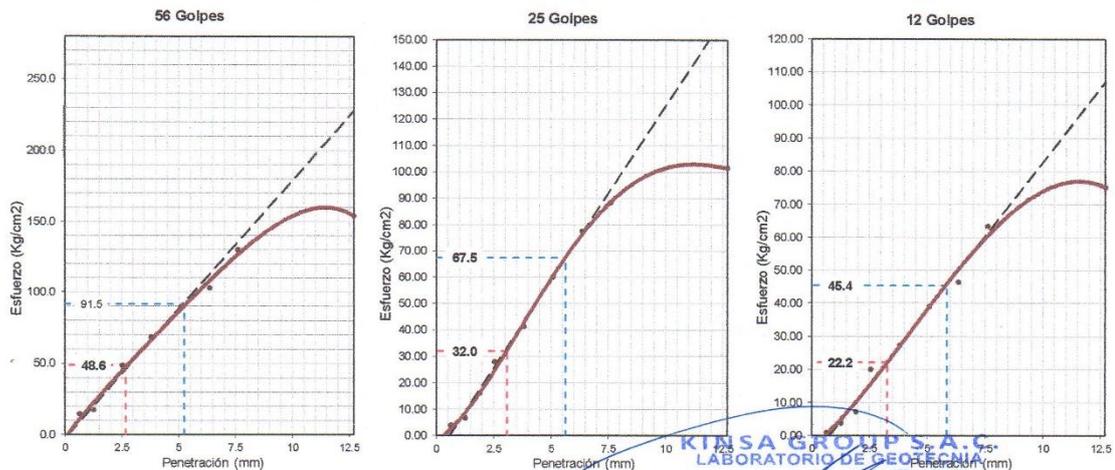
DENSIDAD SECA MÁXIMA : 2.174 (g./cm³)

HUMEDAD OPTIMA : 7.70 (%)

95 % DSM : 2.065 (g./cm³)

RESULTADOS DEL ENSAYO C.B.R.:

PENETRACIÓN	0.1"	0.2"	
VALOR CBR AL 100% DSM:	67.5	85.5	(%)
VALOR CBR AL 95% DSM:	35.5	48.4	(%)



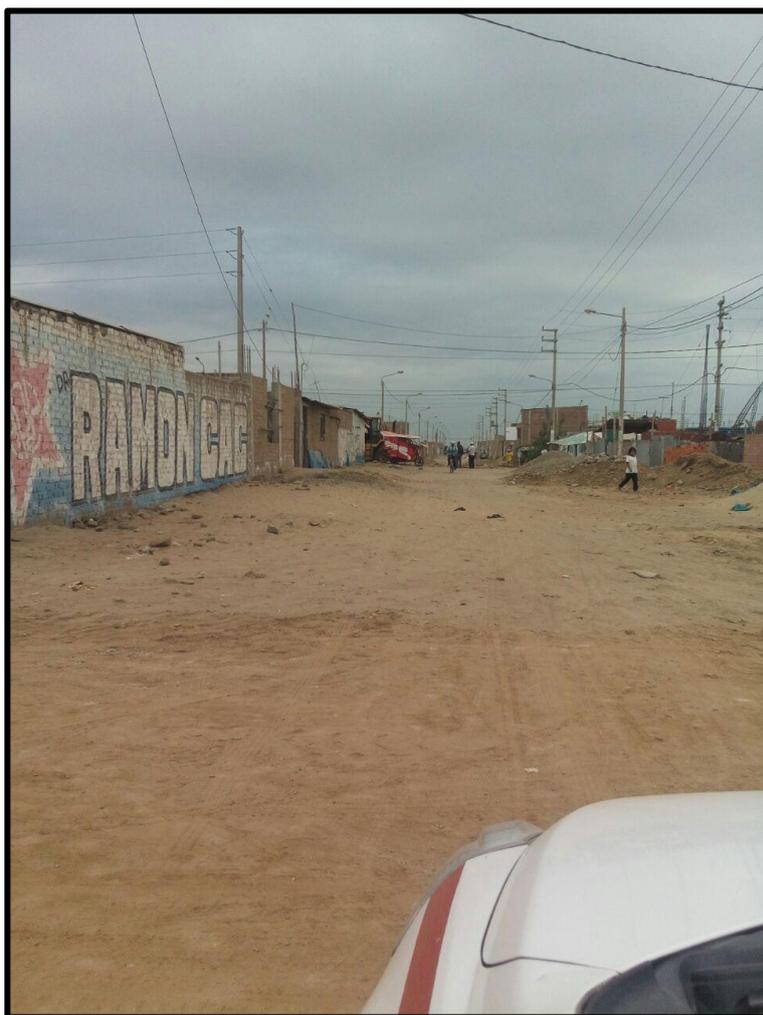
Observación : Muestra tomada e identificada por el Solicitante.
El uso de esta información es exclusiva del solicitante.

3 de 3

Urb. San Isidro, Cal. Plata, Mz. H - N°2/ Email: Laboratorio_kingro@hotmail.com/RPC: 974473898

Ing. Javier De La Cruz Vásquez
C.I.P. 145659

FOTOS DE LA ZONA DE ESTUDIO (sector VI El Milagro)





Fuente :Propia(Atraves de recorrido por la Zona de estudio)

CALICATAS REALIZADAS PARA LA EXTRACCION DE MUESTRAS DE SUELOS



RETROEXCAVADORA REALIZANDO CALICATAS A UNA PROF: 1:50 M.



MUESTRAS PUESTAS EN HORNO



TAMIZADO DE MUESTRAS



ENSAYOS DE LABORATORIO





