UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABI

UNIDAD ACADEMICA DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCION
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

MODALIDAD DE GRADUACION POR EL SISTEMA DE PROGRAMA DE SEMINARIO, ELABORACION Y SUSTENTACION DE TESINA

PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL

TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

TEMA:

ESTUDIO DE SUELOS PARA EL REDISEÑO DEL CAMINO VECINAL, LA PALMA - LA PROSPERINA - SAN CRISTÓBAL DEL CANTÓN JIPIJAPA, PROVINCIA MANABÍ, AÑO 2012.

AUTOR:

MENÉNDEZ GONZÁLEZ JUAN GABRIEL

TUTOR:

ING. RONALD PASTOR DELGADO ALVIA

JIPIJAPA – MANABÍ – ECUADOR

2012

UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABI

Creada el 7 de Febrero del año 2001, según Registro Oficial Nº 261

UNESUM

PROGRAMA DE TITULACION MODALIDAD SEMINARIO DE FIN DE CARRERA

ACTA/043 DE SUSTENTACION POR EL SISTEMA DE SEMINARIO DE FIN DE CARRERA, PREVIA LA OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERO CIVIL DE LA UNIDAD ACADEMICA CIENCIAS DE LA CONSTRUCCION

En la ciudad de Jipijapa, Provincia de Manabí, a los diez y siete días del mes de Septiembre del año dos mil doce, siendo las 15H00, en el Salón Auditórium de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, ubicado en el edificio Central Calle Santistevan entre Mejía y Alejo Lascano, se constituye el Tribunal de sustentación presidido por: Ing. Jorge Clímaco Cañarte Murillo, Mg. Sc. Rector de la Universidad, Ec. Wilkins Álvarez Pincay, Mg. Sc. Director del Programa de Titulación, e integrado por los siguientes miembros: Ing. Manolo Castro Solís, Miembro del Tribunal de Sustentación, Ing. Miguel Fienco Sánchez, Miembro del Tribunal de Sustentación, para receptar la sustentación del trabajo de tesina del egresado: ***MENENDEZ GONZALEZ JUAN GABRIEL****. Quien ha cumplido con todo el proceso académico de rigor, como requisito prescrito en la Ley de Educación Superior y los Estatutos de la Universidad, se ha matriculado y aprobado todos los semestres y ha elaborado su trabajo de tesina sobre el tema* ***"ESTUDIO DE SUELOS PARA EL REDISEÑO DEL CAMINO VECINAL, LA PALMA – LA PROSPERINA – SAN CRISTOBAL DEL CANTON JIPIJAPA PROVINCIA MANABI, AÑO 2012"*** *que ha sido aprobado.*

Luego de la sustentación rendida ante este tribunal, se recogió la evaluación que dio como resultado ***10,00 (DIEZ).***

Acto seguido, el presidente del Tribunal procedió a declararlos aptos para conferirles el Título de Ingeniero Civil, todo en presencia del Secretario General – Procurador de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, que certifica.-

Ing. Clímaco Cañarte Murillo, Mg. Sc.
RECTOR

Ec. Wilkins Álvarez Pincay, Mg. Sc.
DIRECTOR DEL PROGRAMA

Ing. Manolo Castro Solís
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Miguel Fienco Sánchez
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Dr. Antonio González Vásquez
SECRETARIO GENERAL PROCURADOR

DEDICATORIA

La persona exitosa no es la que nunca fracasa, sino la que se equivoca y vuelve a levantarse para continuar.

Dedico este éxito:

A Dios, por estar a mi lado en todo momento dándome las fuerzas necesarias para continuar luchando día tras día.

A mis padres Gabriel Menéndez y María González (+), por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, por su ejemplo de perseverancia y constancia, por sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien y por su amor incondicional.

A mi hermano Carlos Menéndez, por ser el ejemplo de un hermano mayor, brindándome su gran apoyo y motivación para la culminación de mis estudios.

A mi tía Tania Cañarte, por quererme mucho, creer en mí y brindarme siempre su apoyo.

A mi sobrino Carlitos, para que vea en mí un ejemplo a seguir.

¡Gracias a ustedes!

Juan Gabriel Menéndez González

AGRADECIMIENTO

Una vez culminado este trabajo de investigación debo dejar constancia de nuestro sincero y profundo agradecimiento:

A las Autoridades de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, a los miembros del Tribunal de Sustentación del Sistema de Titulación por Seminario de Fin de Carrera, quienes introdujeron las correcciones pertinentes para mejorar el trabajo.

A cada uno de los docentes de cada etapa de estudio por las orientaciones en el desarrollo de este proceso.

A los Directivos de la Unidad Académica de Ingeniería Civily a las personas que colaboraron para obtener la información y así poder culminar el trabajo planteado.

Juan Gabriel Menéndez González

ING. RONALD PASTOR DELGADO ALVIA

CERTIFICA:

Haber asesorado minuciosamente el proceso de desarrollo de la tesina, titulada: ESTUDIO DE SUELO PARA EL REDISEÑO DEL CAMINO VECINAL, LA PALMA –LA PROSPERINA – SAN CRISTÓBAL DEL CANTÓN JIPIJAPA, PROVINCIA MANABÍ, AÑO 2012, cuyo autor es Juan Gabriel Menéndez González, egresado de la Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, Tesina elaborada de acuerdo a las normas técnicas y en base a las normativas vigentes de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, por lo que se autoriza su presentación ante las instancias universitarias correspondientes.

Es cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Ing. Ronald Pastor Delgado Alvia

Tutor

DECLARACION SOBRE LOS DERECHOS DEL AUTOR

Los conceptos, ideas y planteamientos que se exponen en el presente trabajo de investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor. El patrimonio de la misma es de propiedad de la Universidad Estatal del Sur de Manabí.

Juan Gabriel Menéndez González

RESUMEN

Diagnosticada la situación actual de la infraestructura vial en el sector rural del cantón Jipijapa, con la finalidad de efectuar el respectivo trabajo de titulación, se escogió como tema de tesina: **ESTUDIO DE SUELO DEL CAMINO VECINAL LA PALMA-LA PROSPERINA-SAN CRISTÓBAL DEL CANTÓN JIPIJAPA, DE LA PROVINCIA DE MANABÍ, AÑO 2012.**

Los objetivos planteados sirvieron como guía para tratar temas referentes a: granulometría, límite líquido, límite plástico, compactación, CBR.

Para operativizar el trabajo se realizaron ensayos de laboratorio y la aplicación de hojas de cálculo en Microsoft Excel. La metodología se basó en los requerimientos necesarios para el desarrollo de un proyecto vial tal como lo solicita el Ministerio de Transportes y Obras Públicas del Ecuador.

Los resultados obtenidos indican que en el aspecto técnico el suelo de subrasante donde se proyecta la vía tiene una baja resistencia mecánica; en lo relacionado a las características del material de subbase y base, cumple con las especificaciones técnicas requeridas, esto deriva básicamente porque se trabajó con material de canteras que tienen varios años de experiencia en lo concerniente a obras civiles en general.

Finalmente se incluye una propuesta global de ejecución de la vía, con su respectivo presupuesto, cronograma valorado y demás especificaciones constructivas.

INDICE DE CONTENIDOS

		Pág.
	DEDICATORIA	i
	AGRADECIMIENTO	ii
	CERTIFICACION DEL TUTOR	iii
	DECLARACION SOBRE LOS DERECHOS DEL AUTOR	iv
	RESUMEN	v
1	TEMA	1
2	PRESENTACION	2
3	INTRODUCCION	4
4	JUSTIFICACION	7
5	OBJETIVOS GENERALES Y ESPECIFICOS	9
5.1	OBJETIVO GENERAL	9
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
6	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMATICA	10
7	DEFINICION DEL PROBLEMA	11
8	DIAGNOSTICO DE IDENTIFICACION DEL PROBLEMA	11
9	APLICACIÓN DE CONOCIMIENTOS ADQUIRIDOS EN LA ELABORACIÓN DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	13
9.1	CARACTERIZACIÓN De LOS CAMINOS VECINALES LA PALMA-LA PROSPERINA – SAN CRISTOBAL - San Pascual	13
9.2	ESTUDIOS DE SUELOS	18

9.2.1 CONTENIDO DE HUMEDAD 19
9.2.2 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (MÉTODO MECÁNICO) 20
9.2.3 LÍMITES DE CONSISTENCIA O DE ATTERBERG 23
9.2.4 CLASIFICACIÓN DE SUELOS 26
9.2.4.1 CLASIFICACIÓN UNIFICADA DE SUELOS (S.U.C.S). 27
9.2.4.2 CLASIFICACIÓN DE LA AASHTO 31
9.2.5 COMPACTACIÓN-MÉTODO PROCTOR MODIFICADO (AASHTO T180-90). 34
9.2.6 VALOR RELATIVO SOPORTE O RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) 37
9.2.7 ESPECIFICACIONES PARA SUBRASANTE, SUBBASE Y BASE. 40
9.2.7.1 SUBRASANTE 40
9.2.7.2 SUBBASE 40
9.2.7.3 BASE 42
9.3 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN. 45
9.3.1 ENSAYOS DE SUELOS SUBRASANTE 45
9.3.2 ENSAYOS DE SUELOS SUBBASE 67
9.3.3 ENSAYOS DE SUELOS BASE 72
10 PRESUPUESTO 78
11 CRONOGRAMA 79
12 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 80
13 BIBLIOGRAFIA 81
14 ANEXOS 83

ANEXOS 1: FOTOGRAFIA DE CAMPO

ANEXOS2: FOTOGRAFIA DE ENSAYOS DEL LABORATORIO DE SUELO

1. TEMA

ESTUDIO DE SUELOS PARA EL REDISEÑO DEL CAMINO VECINAL, LA PALMA - LA PROSPERINA - SAN CRISTÓBAL DEL CANTÓN JIPIJAPA, PROVINCIA MANABÍ, AÑO 2012.

2. PRESENTACION

El avance tecnológico ha generado que existan métodos de cómo mejorar y estabilizar los diferentes tipos de suelos que se encuentren en las obras de ingeniería civil, ya que estas se apoyan sobre el mismo de una u otra forma, y muchas de ellas, además, utilizan la tierra como elemento de construcción para terraplenes, diques y rellenos en general.

Actualmente las condiciones han cambiado, lo que nos conlleva a nuevas perspectivas, esto ha generado que la sociedad sea integrada de manera directa o indirecta, permitiendo que los lugares del ámbito rural, sean cada vez más considerados dentro de las estrategias de desarrollo para un determinado cantón.

Los sitios involucrados, se encuentran ubicados en el lado noreste, respecto a la cabecera cantonal de Jipijapa; estos cuentan con una topografía ondulada, con cambios de temperatura en el transcurso del año, las cuales son de gran beneficio para sus producciones, entre las que destacan: café, yuca, tagua, banano, naranjas, madera y además de valor comercial como alimento de ganado; el pasto.

Lo expuesto, conlleva a que los pobladores de estas localidades necesitan del camino vecinal, para que los comunique con la carretera principal y sitios aledaños, esto permitirá y facilitara el transporte tanto de ellos como de sus diversos productos y abaratando costos.

Conociendo que técnicamente toda obra de ingeniería civil, dentro de la cual se insertan las vías de comunicación, se fundamenta en el principio de las condiciones físicas, químicas y mecánicas del suelo que la soportará, se deriva la necesidad de realizar el respectivo estudio de suelo como punto de partida para iniciar el estudio, diseño y posterior funcionamiento del camino vecinal La Palma-La Prosperina-San Cristóbal.

3. INTRODUCCION

Hablar de la historia de los caminos, es hablar de la historia del hombre, porque desde siempre este binomio ha sido inseparable, es decir, se han complementado y así vemos que el camino tiene dos puntas: para el que viene y para el que se va. Y es precisamente esta dualidad lo que nos refiere a un origen y un destino.

Las vías de comunicación, en especial las carreteras tienen relacionadas su economía a las civilizaciones, ya que por medio de éstas se ha logrado acortar distancias y servir más a los pueblos.

El cantón Jipijapa, no cuenta en la actualidad con una apropiada red vial, básicamente caminos rurales, teniendo con ello dificultades para que exista una adecuada comunicación de las principales ciudades con los pueblos que se encuentran a su alrededor, dejándolos totalmente aislados por la falta de vías de comunicación, eximiéndolos de educación, salud, comercio. También perjudicando a los productos de estas zonas que se pierden especialmente en épocas de invierno donde se hace imposible ingresar a los centros rurales más poblados.

El análisis de este documento se efectúa con todas las habilidades y técnicas innovadoras que existen en la actualidad, y que son el producto de investigaciones realizadas por

expertos en la materia, superficialmente se analizará de forma teórica las diferentes técnicas de refuerzo de suelos con lo cual crearé un enfoque global del problema.

Al llevar a cabo una obra de ingeniería civil, uno de los principales factores que actúan en la estabilidad, durabilidad y funcionalidad de estas son las propiedades del suelo, sobre el cual se cimentara la obra; siendo la capacidad para soportar las cargas del suelo y a la vez dependerá en gran medida la funcionalidad de dicha obra.

Este proyecto de titulación « ESTUDIO DE SUELOS PARA EL REDISEÑO DEL CAMINO VECINAL, LA PALMA – LA PROSPERINA - SAN CRISTÓBAL DEL CANTÓN JIPIJAPA, PROVINCIA MANABÍ, AÑO 2012.» tiene como objetivo presentar los resultados de la investigación de la subrasante, realizada principalmente mediante exploraciones de campo y ensayos de laboratorio.

Este proyecto consta con un marco teórico, donde se recopila información bibliográfica con relación al tema de investigación, la cual sirve para poder ejecutar los objetivos planteados. Esta información se basa en la caracterización de los recintos La Palma - La Prosperina -San Cristóbal, estudio de suelo necesario para la vía; granulometría, limite líquido, limite plástico, compactación, CBR.

Cabe destacar que para el desarrollo del trabajo, se recopilo información de campo que luego fue estudiada y procesada mediante el uso de equipos de laboratorio de suelos, de normas, entre otros.

Para el proyecto planteado se ha elaborado su respectivo presupuesto, el cronograma de ejecución, conclusiones y recomendaciones, con la finalidad que en su momento este trabajo se convierta en una ayuda técnica, para quienes se interesen en hacer realidad el anhelo de los habitantes del sector.

3. JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo de titulación tiene como finalidad aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo de nuestra formación profesional, fundamentado en lo teórico, práctico y con las experiencias de los docentes, con el fin de beneficiar a las localidades involucradas, con la realización de los estudios de suelos, para el rediseño del camino vecinal La Palma - La Prosperina - San Cristóbal, realizada mediante un proceso investigativo, experimental, analítico y propositivo. Procuramos plantear una solución técnica a los problemas en las vías rurales de la provincia y en especial del cantón Jipijapa, mediante un estudio de suelo para la construcción de una vía de 3km, que permitirá conectar a estos importantes sectores productivos.

En lo social, el desarrollo del proyecto permitirá que el Gobierno Provincial de Manabí, el Ministerio de Obras Públicas o el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón de Jipijapa puedan orientarlo técnicamente y a través de un convenio u otra forma se pueda solucionar un problema de las comunidades implicadas en lo inherente a lo comunicación vial en época invernal.

Económicamente, la ejecución del proyecto permitirá que los habitantes de las comunidades involucradas desarrollen sus actividades agrícolas, ganaderas y productivas sin mayores dificultades, ya que con un adecuado estudio de suelo en la construcción

de una carretera vial es de vital importancia tanto para su vida útil, resistencia, comportamiento y además la movilización vehicular será fluida.

En lo socio-económico se aportará de manera muy notable al desarrollo de otras acciones tales como salud y educación, ya que actualmente se dificulta llegar a los centros de educación y salud en casos de emergencia. Esperando que produzca ahorro de tiempo durante el viaje de un sitio a otro obteniendo un mejor mantenimiento de los vehículos.

En lo académico, este proyecto de investigación formativa, espera ser una ayuda de trabajos y consultas para todos los que estén inmersos en la carrera de Ingeniería Civil, siendo aporte en sus destrezas académicas. Constituyéndose en una colaboración que los profesionales formados en la Universidad Estatal del Sur de Manabí, efectúan a toda la sociedad.

4. OBJETIVOS GENERALES Y ESPECIFICOS

5.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar el estudio de suelos para el rediseño del camino vecinal La Palma – La Prosperina - San Cristóbal del cantón Jipijapa, Provincia Manabí.

5.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Recolectar muestras in-situ del material de subrasante.

- Obtener las características y propiedadesde la subrasante, subbase y base a partir de los ensayos de granulometría, contenido de humedad, límite líquido, límite plástico, proctor estándar, modificado y C.B.R.

- Calcular los valores de los parámetros de la subrasante, subbase y base necesarios para el diseño de la estructura del pavimento.

6. DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

En nuestro país existe la necesidad de construir vías de comunicación, en especial en la zona rurales, en donde es difícil el acceso para transitar con normalidad perjudicando la economía del sector.

Para ello se debe partir de conocer el tipo de suelo de acuerdo a su composición química y la estructura física en un lugar dado que están determinadas por el tipo de material geológico del que se origina, por la cubierta vegetal, por la cantidad de tiempo en que ha actuado la meteorización, por la topografía y por los cambios artificiales resultantes de las actividades humanas.

El camino a evaluar actualmente está en uso, pero en malas condiciones debido a la estación invernal, ya que estas son transitadas con mayor frecuencia solo en época de verano. Por esto es importante ejecutar estudios de suelos en los diferentes caminos vecinales que se encuentran en mal estado, debido a que en el cantón Jipijapa una de las fuentes de ingreso se debe al comercio que se ejerce por medio de la comunidad campesina.

.

7. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuáles son las propiedades y características que se deben valorar en el estudio de suelo para rediseñar el camino vecinal La Palma - La Prosperina - San Cristóbal?

8. DIAGNÒSTICO DE IDENTIFICACIÒN DEL PROBLEMA

El principal problema que se presenta en la comuna es la carencia de una adecuada vía de comunicación, la misma que con la llegada del invierno se vuelve un inconveniente perjudicando a la población al momento del ingreso de los alimentos a la comunidad, además los productos que cosechan en esta época invernal en su gran mayoría se dañan en el sector por el difícil traslado a la ciudad y para su venta posterior, ya que el camino vecinal solo cuenta con terreno natural.

Con la construcción de la vía se va a dar solución a estos problema, también se busca mejorar la economía de los habitantes, ya que podrán sacar los productos que ellos cosechan tanto en invierno como en verano, por el momento solo lo sacan los productos de verano.

También se solucionara la parte educativa, ya que los niños no pueden salir a la ciudad a estudiar por el mal estado de la vía, solo estudian la primaria en la comunidad, los

jóvenes no estudian en los colegios de la ciudad por la dificultad de trasladarse del campo a la ciudad de Jipijapa.

Los principales beneficiados serán los moradores del sector ya que se facilitara su traslado a la ciudad, de sus los productos que producen e ingresar los alimentos que compran en la ciudad.

9. APLICACIÓN DE CONOCIMIENTOS ADQUIRIDOS EN LA ELEVORACIÒN DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÒN.

9.1 CARACTERIZACIÓN DE LOS RECINTOS LA PALMA - LA PROSPERINA - SAN CRISTÓBAL Y LA PROSPERINA – SAN PASCUAL.

Los sectores involucrados pertenecen al cantón Jipijapa provincia de Manabí, existe una vía principal de acceso a esta localidad; desde la vía Jipijapa – Noboa, comprendida hasta el sitio La Palma con una longitud de:

Jipijapa – La Palma: 11.500 km

Jipijapa – San Cristóbal: 14.800 km

Jipijapa – La Prosperina: 12.610 Km

Jipijapa – San Pascual: 14.225 Km

La caracterización de los Recintos desde La Palma - La Prosperina - San Cristóbal y La Prosperina - San Pascual, mediante el levantamiento de información realizada tenemos:

LA PALMA

Ubicación Geográfica:

Norte: 9851183.0000

Este: 555490.0000

Altitud: 312.0000 msnm.

Población:

180 habitantes.

Hombres: 102

Mujeres: 78

Vivienda: 45

SAN CRISTÓBAL

Ubicación Geográfica:

Norte: 9854028.7927

Este: 556513.5215

Altitud: 203.0078 msnm.

Población:

22 habitantes.

Hombres: 10

Mujeres: 12

Vivienda: 10

SAN PASCUAL

Ubicación Geográfica:

Norte: 9852316.2954

Este: 556467.0335

Altitud: 252.9239 msnm.

Población:

168 habitantes.

Hombres: 78

Mujeres: 90

Vivienda: 45

Estos Recintos están conformados por casas de caña, madera, hormigón y mixtas, las que disponen de energía eléctrica y su dotación de agua es por medio de reservorio ya que no cuentan con una red de agua potable, tampoco tienen un sistema de alcantarillado, por esta razón, la población utiliza los conocidos pozos sépticos; tampoco cuentan con servicio de recolección de basura, debido a esto los desperdicios son arrojados en quebradas produciendo contaminación, alteraciones ambientales y por ende un desequilibrio ecológico.

Recursos Naturales:

Cuenta con una flora y fauna favorable al entorno y ambiente de la comunidad.

Recursos Culturales:

Sus tradiciones son las Fiestas típicas de cada uno de estos sectores; aniversario del sector, divirtiéndose en algunos aspectos como: jugos deportivos, ensacados, caña encebadas, la olla encantada, misas, bautizos, proclamación de reinas, entre otros.

Aspectos Económicos:

La economía de estos sectores se basa principalmente de los cultivos: café, tagua, banano, naranjas, limón, aguacate, gramíneas, también desarrollan sus actividades agrícolas y ganaderas sin mayores dificultades. Además de valor comercial como alimento de ganado, como el pasto.

Aspectos Socioeconómicos:

Salud: Estas comunidades no cuentan con un centro de salud.

Educación: Cuenta con una escuela de educación primaria (calidad de educación del nivel medio).

Datos climáticos:

Para las variables meteorológicos de este sector, no tienen datos específicos, sin embargo para realizar este trabajo de titulación, se tomaros los valores reportados en la estación agrometeorología de la Granja Temática de la Universidad Estatal del Sur de Manabí ubicada en el sitio Andíl, la cual tiene un radio de cobertura de alrededor de 20 km; los valores son:

TOTALIZADOS POR MES ESTACION METEOROLOGICA GRANJA TEMATICA ANDIL					
MESES	TEMPERATURAS EXTREMAS			HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACION (mm)
	MAX	MIN	MEDIA		
ENERO	27,6	20,1	23,8	86,0	235,2
FEBRERO	54,4	20,2	24,2	87,0	537,3
MARZO	29,0	21,2	25,1	86,0	452,1
ABRIL	29,6	20,9	25,3	87,0	178,7
S.TOT	140,6	82,4	98,4	346,0	1403,3
Med	35,1	20,6	24,6	86,5	350,9
MAX.	54,4	21,2	25,3	87,0	537,8
MIN.	27,6	20,1	23,8	86,0	178,7

En las actividades socio productivo encontramos: agricultura y ganadería (como: café, tagua, banano, naranjas, maderada, etc. Además de valor comercial como alimento de ganado).

9.2 ESTUDIO DE SUELOS

Los estudios de suelos varían de acuerdo con su objeto o importancia; antes de realizarse una nueva obra es adecuado realizar dichos estudios esto para determinar la mejor localización y definir los suelos más apropiados para un camino. También pueden realizarse en caminos existentes en los que se experimenten algunas dificultades por destrucción de la capa superficial o levantamientos desiguales de la misma.

Es necesario saber el tipo de suelo con que se cuenta en el área de trabajo. Así en la gran mayoría de los casos, por condiciones de trazo geométrico, topografía y calidad de los suelos naturales de apoyo, es necesario determinar si el suelo es adecuado para utilizarse como capa de rodadura o es necesario ubicar un banco adecuado de material selecto (balasto) para ser aplicado como capa de rodadura.

Los ensayos de suelos deben ejecutarse de acuerdo con la división siguiente:

1. Para la clasificación del tipo de suelo.
2. Para el control de la construcción.
3. Para determinar la resistencia del suelo.

Las muestras de suelos obtenidas en campo serán sometidas a un programa de ensayos mínimo, los diferentes ensayos se efectuaran den acuerdo a las especificaciones y normas.

Los ensayos de suelos son de mucha importancia para poder identificar qué tipo de suelo existe en el área de trabajo de modo que puedan ser descritos y clasificados adecuadamente.

9.2.1 CONTENIDO DE HUMEDAD

La determinación del contenido de humedad es un ensayo rutinario de laboratorio, se define como la cantidad de agua presente en el suelo al momento de efectuar el ensayo, relacionado al peso de su fase sólida, se representa por la siguiente expresión:

$$W = \frac{Peso\ del\ agua\ contenida}{Peso\ seco} = \frac{Wh - Ws}{Ws}$$

Dónde:

W= humedad

Wh= peso de muestra húmeda

Ws= peso de muestra seca

9.2.2. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (MÉTODO MECÁNICO)

Su finalidad es obtener la distribución por tamaño de las partículas presentes en una muestra de suelo. Así es posible también su clasificación mediantes sistemas como AAAHTO o USCS. El ensayo es importante, ya que gran parte de los criterios de aceptación de suelos para ser utilizados es base o sub-bases de carreteras, presas de tierras o diques, drenajes, etc., depende de este análisis.

La variedad en el tamaño de las partículas de suelos, casi es ilimitada; por definición, los granos mayores son los que se pueden mover con la mano, mientras que los más finos son tan pequeños que no se pueden apreciar con un microscopio corriente.

Para obtener la distribución de tamaños, se emplean tamices normalizados y numerados, dispuestos en orden decreciente.

Para suelos con tamaño de partículas mayor a 0,074 mm. (74 micrones) se utiliza el método del análisis mecánico mediante tamices de abertura y numeraciones indicado en la tabla. Para suelos de tamaño inferior, se utiliza el método del hidrómetro, basado en la ley de Stokes.

Tabla de numeración y abertura de tamices.

Tamiz (ASTM)	Tamiz (Nch) (mm.)	Abertura real (mm.)	Tipo de suelo
3 "	80	76,12	GRAVA
2 "	50	50,80	
1 1/2 "	40	38,10	
1 "	25	25,40	
3/4 "	20	19,05	
3/8 "	10	9,52	
N° 4	5	4,76	ARENA GRUESA
N° 10	2	2,00	ARENA MEDIA
N° 20	0,90	0,84	
N° 40	0,50	0,42	
N° 60	0,30	0,25	ARENA FINA
N° 140	0,10	0,105	
N° 200	0,08	0,074	

Todos los sistemas de clasificación utilizan el tamiz No. 200 como punto divisorio; las clasificaciones se basan en términos de cantidad retenida y cantidad que pasa el tamiz No. 200. Ocasionalmente es deseable conocer la escala aproximada de las partículas menores que el tamiz No. 200. Cuando esto se requiere, el método a seguir es el ensayo de “análisis granulométrico – método del hidrómetro”.

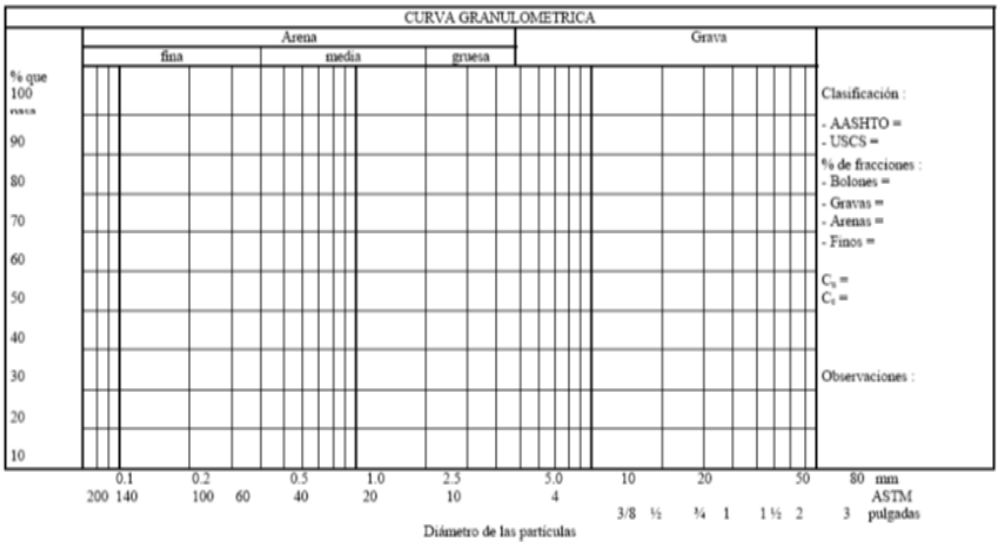
La información obtenida del análisis granulométrico se presenta en forma de curva.En el análisis por tamices se obtienen los resultados de pesos parciales retenido en cada uno de ellos. Después se calcula los porcentajes retenidos parciales, los porcentajes acumulativos, los porcentajes que pasan por cada tamiz.

Datos para el Análisis Granulométrico

TAMIZ NO.	PESO RETENIDO PARCIAL EN GRS.	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULATIVO	% QUE PASA POR EL TAMIZ
1 ½				
1”				
¾ “				
½ “				
3/8 “				
No. 4				
PASA No. 4				
SUMA				
ANÁLISIS GRANULOMETRICO DEL MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ NO. 4 (LAVADO)				
TAMIZ NO.	**PESO RETENIDO PARCIAL EN GRS.**	**% RETENIDO PARCIAL**	**% RETENIDO ACUMULATIVO**	**% QUE PASA POR EL TAMIZ**
10				
40				
200				
PASA 200				
SUMA				

Además es conveniente presentar resultados en forma gráfica que tabular. La presentación gráfica se efectúa por medio de la curva granulométrica, que es la curva de los porcentajes que pasa por cada tamiz, esta curva se gráfica en papel semilogaritmico. En las ordenadas (escala natural del papel) se anotan los porcentajes que pasa y en las abscisas (escala logarítmica del papel) se anotan los diámetros de los tamices en milímetros.

Curva granulométrica



9.2.3 LÍMITES DE CONSISTENCIA O DE ATTERBERG

Las propiedades del suelo formado por partículas finamente divididas dependen en gran parte de la humedad. El agua forma una película alrededor de los granos y su espesor puede ser determinante de comportamientos diferentes del material.

Cuando el contenido de agua es muy elevado, el suelo no tiene resistencia al esfuerzo cortante; al perder agua va aumentando esa resistencia. El límite líquido y plástico nos da una idea de que tan comprensible puede ser el suelo.

Atterberg definió los siguientes estados de consistencia según el contenido de agua en orden decreciente, para un suelo susceptible de ser plástico:

1. Estado líquido, con las propiedades y apariencia de suspensión.

2. Estado semilíquido, con las propiedades de un fluido viscoso.

3. Estado plástico, en el que el suelo se comporta plásticamente, es decir, se puede moldear y deformar sin exhibir propiedades elásticas, cambios de volumen o agrietamiento.

4. Estado semisólido, en el que el suelo tiene la apariencia de un sólido pero disminuye de volumen al ser secado.

5. Estado sólido, en que el volumen del suelo no varía con el secado.

Límite Líquido.- Se determina realizando pruebas en las cuales se esparce una porción de la muestra en una copa de bronce, dividida en dos por un ranurador y luego permitiendo que fluya debido a los impactos causados por las repetidas caídas de la copa en un dispositivo mecánico estándar. Se requiere realizar tres o más pruebas sobre un rango de contenidos de humedad y graficas o calcular la información de las pruebas para estableces una relación a partir de la cual se determine el límite líquido.

Los ensayos de límite líquido se hacen solamente con la fracción de suelo que pasa por el tamiz No. 40.

Datos de la determinación del límite líquido					
Proyecto:				Dueño:	
Sondeo No.	Muestra No.			Ubicación:	
Ensaye No.	1	2	3	4	5
Tara No.					
No. de Golpes					
Peso de Tara					
Peso Muestra Humedad + Tara (grs)					
Peso Muestra Seca + Tara (grs)					
Peso de Agua					
Peso de Muestra Seca					
Porcentaje de Humedad					

Limite Plástico. - Se determina presionando y enrollando alternadamente a un hilo de 3.2 mm de diámetro (1/8”), una porción pequeña de suelo plástico hasta que su contenido de humedad se reduzca hasta el punto en que el hilo se quiebre y no pueda ser más presionado y enrollado. El contenido de humedad del suelo en este punto se reporta como el límite plástico.

Límite de Contracción (L.C.).-se define como el porciento de humedad con respecto al peso seco de la muestra, con el cual una reducción de agua no ocasiona y a disminución en el volumen del suelo.

Suelos con L.C menor a 5%; suelos buenos.

Suelos con L.C. entre 5% y 10%; suelos regulares.

Suelos con L.C. entre 10% y 15%; suelos pobres.

Suelos con L.C. mayor 15%; suelos muy pobres

9.2.4 CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Un sistema de clasificación de suelos es el agrupamiento de diferentes tipos de suelos con propiedades similares, en grupos y sub-grupos, basado en sus aplicaciones. Proporciona un lenguaje común para expresar brevemente las propiedades generales de los suelos. Se basan en propiedades índices tales como granulometría y plasticidad.

Las clasificaciones de suelos usadas actualmente se basan en dos resultados fundamentalmente.

-Los del análisis granulométrico

-Los de los límites de consistencia o límites de Atterberg.

Dichas clasificaciones son: la Clasificación Unificada de Suelos (U.S.C) y la de la AASHTO.

9.2.4.1. CLASIFICACIÓN UNIFICADA DE SUELOS (U.S.C.)

Este sistema, basado en el análisis granulométrico por mallas y los límites de consistencia, fue originalmente propuesto por Arturo Casagrande. Posteriormente ha sufrido algunos cambios por parte de “Corps of Engineers” de los Estados Unidos y por el “Bureau of Reclamation” de los Estados Unidos, con la finalidad de hacerla de uso más universal.

Este sistema también requiere del conocimiento del contenido de materia orgánica, el cual se determina por medio de inspecciones visuales o por medio del límite líquido. Por medio del límite líquido lo que se hace es medir el límite líquido del suelo seco al aire y el del suelo seco al horno, al cual se le quema la materia orgánica, si la tiene. Si la relación entre el límite líquido del suelo seco en la estufa y el límite líquido del suelo seco al aire es menor que 0.7, se dice que el suelo es orgánico.

Los límites en tamaños de los granos adoptados para la clasificación son los siguientes:

Cascajo grueso (grava gruesa) De 3” a ¾”

Cascajo fino (grava fina) De ¾”·a malla 4

Arena gruesa De malla 4 a malla 10

Arena media De malla 10 a malla 40

Arena fina De malla 40 a malla 200

Finos Menor que malla 200

Con base en esto, como una primera etapa en el uso de este sistema se pueden calcular los porcentajes de gravas, arenas y finos del suelo, de acuerdo con el ensayo de granulometría por mallas. La cantidad de gravas de la muestra se determina como la diferencia entre el 100%, que representa la totalidad del suelo ensayado, y el porcentaje que pasa la malla No. 4, la cantidad de arenas se determina como la diferencia entre el porcentaje que pasa la malla No. 4 y el porcentaje que pasa la malla No. 200 y la cantidad de finos se determina con la cantidad que pasa la malla No. 200.

%Gravas = 100% - %Pasa No. 4

%Arenas = %Pasa No. 4 - %Pasa No. 200

%Finos = %Pasa No. 200

Si más del 50% de las partículas es grava se dice que ese suelo es predominantemente una grava, así contenga arena y finos. Igualmente, si más del 50% de las partículas es arena se dice que ese suelo es predominantemente una arena, así contenga gravas y finos.

Una vez hecho lo anterior, se puede terminar de clasificar el suelo, para lo cual el sistema permite ubicar cada uno de los suelos existentes dentro de algunos de los siguientes 15 grupos de suelos.

GW, GP, GM, GC, SW, SP, SM, SC, ML, CL, OL, MH, CH. OH y Pt

En ellos cada una de las letras tiene el siguiente significado:

G: Grava (del inglés gravel)

S: Arena (del inglés sand)

M: Limo (del sueco mo)

C: Arcillas (del inglés clay)

W: Bien gradado (del inglés web)

P: Mal o pobremente gradado (del inglés poor)

L: Baja plasticidad (del inglés low)

H: Alta plasticidad (del inglés high)

O: Orgánico (del inglés organic)

Pt: Turba (del inglés peat)

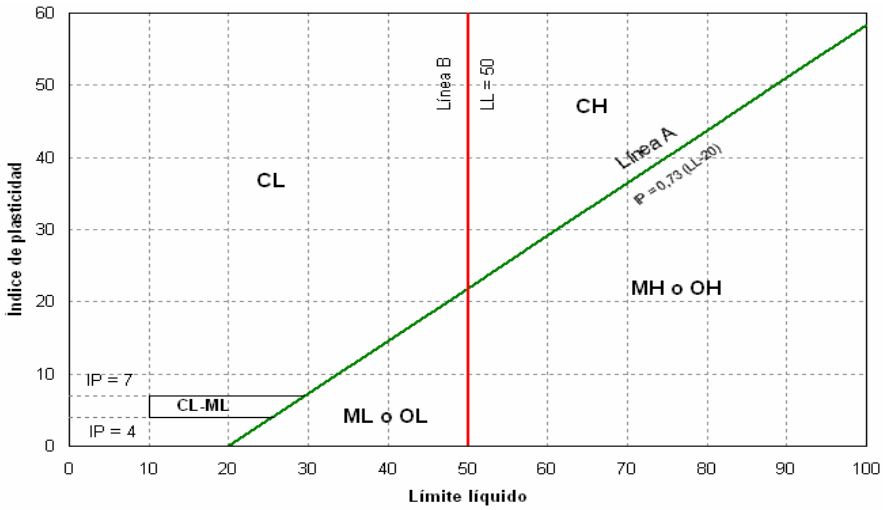
La primera letra asignada a cada suelo tiene el carácter de sustantivo y la segunda el carácter de adjetivo.

No hay suelos diferentes que los señalados en la tabla, es decir, no existen suelos MC aunque parezcan ser limos arcillosos. Pero si se asignan símbolos dobles a suelos intermedios entre dos grupos, como son:

GM-GC, GW-GM, GP-GM, GW-GC, GP-GC, SM-SC, SW-SM, SP-SM, SW-SC,SP-SC y el CL-ML.

Para distinguir entre limos y arcillas se emplea el límite líquido y el índice plástico por medio de la Carta de Plasticidad de Casagrande. Esta carta está dividida en cuatro zonas separadas por dos rectas, una llamada Línea A de la cual la ecuación es IP=0.73(LL-20) y la línea B de la cual la ecuación es LL=50

.



Carta de plasticidad de Casagrande:

En ella se coloca para cada suelo ensayado un punto, del cual la abscisa representa el límite líquido y la ordenada el índice plástico. En términos generales, los suelos que

caen por encima de la Línea A son arcillas (C) y aquellos que caen por debajo de la Línea A son limos (M). Por otro lado, los suelos que quedan situados a la derecha de la Línea B son suelos de alta plasticidad (H) y los suelos que quedan situados a la izquierda de la Línea B son suelos de baja plasticidad (L). La ecuación dada para la Línea A permite determinar con exactitud cuando un suelo queda muy próximo a ella si se trata de un limo o una arcilla.

También hay una faja comprendida entre el 4% y el 7% del índice plástico en las ordenadas y entre el 10% del límite líquido y la Línea A. En esta franja quedan comprendidos los suelos con doble símbolo CL-ML

9.2.4.2. CLASIFICACIÓN DE LA AASHTO

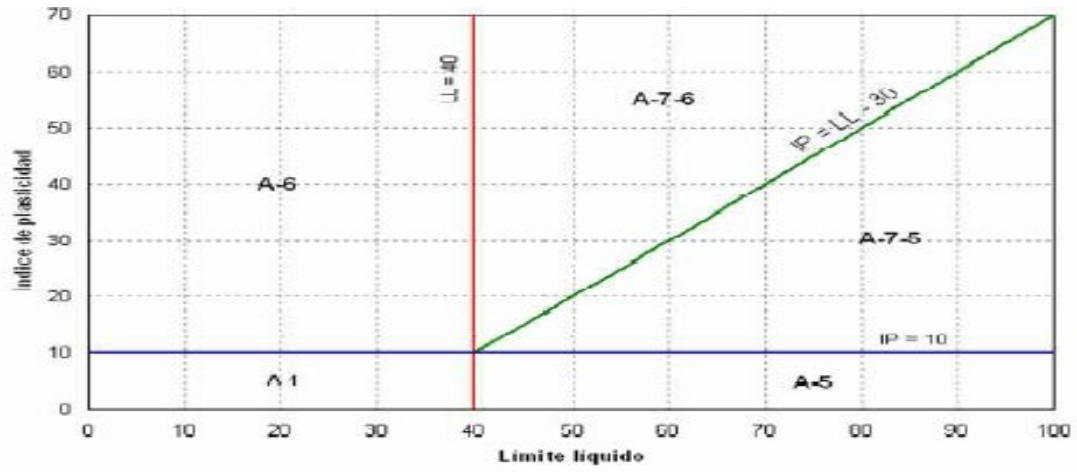
Este sistema es del Departamento de Caminos Públicos de las Estados Unidos y es uno de los más antiguos en el mundo. Este sistema divide los suelos en grupos de acuerdo con el uso para subrasante de carreteras y terraplenes.

Igual que el Sistema de Clasificación Unificado, este sistema está basado en el análisis granulométrico por mallas y los límites de consistencia, sólo que en este caso se requiere conocer no sólo el porcentaje de gravas, finos y arenas sino determinar los porcentajes de suelo más fino que las mallas 10, 40 y 200.

Con base en estos porcentajes y los límites de consistencia permite clasificar los suelos en uno de los siguientes grupos:

Grupo	Nombre	Características
Suelos grueso granulares	A-1-a	Materiales que constan predominantemente de fragmentos de piedra o cascajo, sea con recebo o sin él.
	A-1-b	Materiales que constan predominantemente de arena gruesa (arena que queda retenida en la malla 10), sea con recebo o sin él.
	A-3	El material típico de este grupo es arena fina de playa o arena fina del desierto sin finos limosos ni arcillas o con una pequeña cantidad de finos no plásticos.
	A-2-4 y A-2-5	Gravas o arenas gruesas con contenidos de limo y también arenas finas con contenidos de limo no plástico.
	A-2-6 y A-2-7	Gravas o arenas gruesas con contenidos de limo y también arenas finas con contenidos de finos plásticos.
Suelos fino granulares	A-4	Suelo limoso no plástico o moderadamente plástico. También incluye mezcla de limo con grava y arena pero hasta el 65%.
	A-5	Suelo limoso no plástico o moderadamente plástico. También incluye mezcla de limo con grava y arena pero hasta el 65%. La diferencia con el anterior es que este puede ser mucho más elástico.
	A-6	Arcilla plástica con grava y arena hasta el 65%. Muy expansivos al pasar del estado seco al húmedo.
	A-7-5	Arcilla plástica con grava y arena hasta el 65% pero con alto límite líquido e índice de plasticidad moderado en relación con el límite líquido. Es altamente elástico y expansivo al pasar del estado seco al húmedo.
	A-7-6	Arcilla plástica con grava y arena hasta el 65% pero con alto límite líquido e índice de plasticidad alto en relación con el límite líquido. Es extremadamente elástico y expansivo al pasar del estado seco

La clasificación de los suelos dentro de los grupos A-1-a, A-1-b y A-3 depende directamente de los porcentajes de suelo más fino que las mallas 10, 40 y 200 y de que el índice de plasticidad sea menor del 10%. Para clasificar los suelos dentro de los grupos restantes, se emplea la carta de plasticidad que se muestran en la siguiente figura.



Carta de plasticidad para el sistema AASHTO

El índice de grupo es un número que se emplea para complementar la clasificación de suelos de la AASHTO de modo que suministra información que permite evaluar la calidad del material dentro de su propio grupo y no ubicarlo dentro de un grupo determinado. Este índice, que se denomina IG se calcula de la siguiente manera:

$$IG = 0.2a+0.005ac+0.01bd$$

En donde:

a: Porcentaje que pasa la malla 200 – 35% (varia de 0a 40)

b: Porcentaje que pasa la malla 200 – 35% (varia de 0a 40)

c: LL – 40% (varia de 0 a 20)

d: IP -10% (varia de o a 20)

Cuando el valor de alguna de estas variables es menor que 0 se toma igual a 0 y cuando es mayor que 40 o 20, según el caso, se toma igual a 40 o a 20.

Con estas restricciones, los índices de grupo de todos los suelos quedan comprendidos entre 0 y 20. Los valores más altos del índice de grupo indican menor calidad del material como subrasante.

9.2.5. COMPACTACIÓN-MÉTODO PROCTOR MODIFICADO (AASHTO T180-90).

El propósito de un ensayo de compactación en laboratorio es determinar la curva de compactación para una determinada energía de compactación. Esta curva considera en abscisas el contenido de humedad y en ordenadas la densidad seca. A partir de ella, se podrá obtener la humedad llamada óptima que es la que corresponde a la densidad máxima.

Con estos resultados se podrá determinar la cantidad de agua de amasado a usar cuando se compacta el suelo en terreno para obtener la máxima densidad seca para una determinada energía de compactación. Para cumplir este propósito, un ensaye de laboratorio debe considerar un tipo de compactación similar a la desarrollada en terreno con los equipos de compactación a especificar.

El agua juega un papel importante, especialmente en los suelos finos. Hay que hacer notar que cuando hablamos en este párrafo de suelos finos, no estamos refiriéndonos a suelos que contengan más de un 50% de finos, sino a la fracción fina que controla este

comportamiento. Esta fracción fina, que puede ser para gravas sobre un 8% y para arenas sobre un 12% (Holtz 1973), lleva a limitar el uso de la densidad relativa y, por lo tanto, obliga a su reemplazo por el ensayo de compactación.

El agua en poca cantidad, se encuentra en forma capilar produciendo tensiones de compresión entre las partículas constituyentes del suelo que llevan a la formación de grumos difíciles de desintegrar y que terminan por dificultar la compactación.

Mirado desde un punto de vista físico-químico, se produce una tendencia a la floculación entre las partículas arcillosas, lo que produce uniones entre partículas difíciles de romper. El aumento del contenido de humedad hace disminuir la tensión capilar – y a nivel fisicoquímico facilita la separación de las partículas - haciendo que una misma energía de compactación produzca mejores resultados en el grado de consistencia del suelo representado por un menor índice de vacíos y un mayor peso unitario seco. Si por otra parte, el agua pasa a existir en una cantidad excesiva antes de iniciar la compactación, ella dificultará el desplazamiento de las partículas de suelo – debido a la baja permeabilidad del suelo y por ende a la dificultad de su eliminación - produciendo una disminución en la eficiencia de la compactación. En consecuencia, existirá para un determinado suelo fino y para una determinada energía de compactación, una humedad óptima para la cual esta energía de compactación producirá un material con densidad seca máxima.

Al compactar un suelo se persigue lo siguiente:

(a) disminuir futuros asentamientos.

(b) aumentar la resistencia al corte.

(c) disminuir la permeabilidad.

Para asegurar una compactación adecuada deben realizarse canchas de prueba en terreno que permitirán definir los equipos de compactación más adecuados para esos materiales, los espesores de capa y número de pasadas del equipo seleccionado para cumplir con las especificaciones técnicas de densidad seca. El control de la obra final se realizará a través de determinaciones de los parámetros densidad seca y humedad de compactación de los rellenos colocados.

Las especificaciones para la compactación en terreno exigen la obtención de una densidad mínima que es un porcentaje de la densidad máxima seca obtenida en el laboratorio. Una práctica común para numerosas obras es exigir a lo menos el 95% del Proctor Modificado.

El ensaye de Proctor modificado se crea al crearse también equipos compactadores más pesados que se usan en la pavimentación de carreteras y aeropuertos.

Especificaciones para el ensaye Proctor Modificado (basadas en la norma 1557-91 de la ASTM)

CONCEPTO	METODO			
	A	B	C	D
Diámetro del molde (cm)	10.16	15.24	10.16	15.24
Volumen del molde (cm^3)	943.3	2124.0	943.3	2124.0
Peso del martillo o pisón (Kg)	4.54	4.54	4.54	4.54
Altura de caída del martillo (cm)	45.7	45.7	45.7	45.7
Numero de golpes del pisón por cada capa	25	56	25	56
Numero de capas de compactación	5	5	5	5
Energía de compactación ($Kg\text{-}cm/cm^3$)	16.49	16.42	16.49	16.42
Suelo por usarse Pasa por	100% tamiz No.4	100% tamiz 3/8"	El 20% retiene No.4	Pasa 100 tamiz ¾"

9.2.6 VALOR RELATIVO SOPORTE O RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

El ensaye de valor relativo soporte, se emplea en la caracterización de la resistencia del material de cimiento de una vía o de los diferentes materiales que se emplearan en un pavimento, con vista a dimensionar los espesores de los suelos que formaran parte del mismo empleando el método de diseño de pavimentos basado en dicho ensayo.

El C.B.R. se determina como la relación en porcentaje entre la fuerza utilizada para la penetración de 0.25 cm (0.1 pulgada) con un vástago de 19.35 cm2 (3 pulg↓2) de área con una velocidad de penetración de 1.27 mm/minutos (0.05 pulg/min) y la fuerza ejercida en un material patrón (piedra triturada) para esa misma penetración.

El ensayo mide la resistencia al corte de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas, permitiendo obtener un (%) de la relación de soporte.

El (%) CBR, está definido como la fuerza requerida para que un pistón normalizado penetre a una profundidad determinada, expresada en porcentaje de fuerza necesaria para que el pistón penetre a esa misma profundidad y con igual velocidad, en una probeta normalizada constituida por una muestra patrón de material chancado.

La expresión que define al CBR, es la siguiente:

$$C.B.R = \frac{c\arg a\ unitaria\ del\ ensayo}{c\arg a\ unitaria\ \ patrón} x100$$

De esta ecuación se puede ver que el número CBR es un porcentaje de la carga unitaria patrón, el símbolo porcentaje se quita y la relación se presenta simplemente por el número entero.

Los valores de la carga unitaria patrón que deben utilizarse en la ecuación son los siguientes:

Valores de la carga unitaria patrón para el ensayo C.B.R

PENETRACION			CARGA UNITARIA PATRON		
Milímetros (mm)	Centímetros (cm)	Pulgadas (Pulg.)	Kilogramos/cm² (Kg/cm²)	MPa	PSI
2.5	0.25	0.10	70.31	6.9	1,000
5.0	0.50	0.20	105.46	10.3	1,500
7.5	0.75	0.30	133.58	13.0	1,900
10.0	0.10	0.40	161.71	16.0	2,300
12.7	1.27	0.50	182.80	18.0	2,600

El CBR se define para la penetración de 0.25 cm (0.1pulg.) disminuyendo generalmente el valor de la relación entre la fuerza ejercida por el vástago y la correspondiente fuerza patrón a medida que la penetraciones aumentan, aunque en ocasionalmente la magnitud de dicha relación es mayor para 0.50 cm. de penetración, caso en que se adopta el valor de CBR determinado para dicha penetración.

El C.B.R de la carga patrón (piedra triturada) será de 100%. Un material cualquiera que tenga un C.B.R. de 50%, tiene la mitad de la capacidad soporte de la roca triturada.

Por lo general el C.B.R, se usara para el diseño de pavimentos, que corresponde a una penetración de 2.5 milímetros en un material compactado a la humedad optima y densidad máxima, saturando la muestra durante noventa y seis horas (cuatro días).

9.2.7. ESPECIFICACIONES PARA SUBRASANTE, SUBBASE Y BASE.

9.2.7.1 SUBRASANTE

Es la capa de terreno de una carretera que soporta la estructura de pavimento y que se extiende hasta una profundidad que no afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto. Esta capa puede estar formada en corte o relleno y una vez compactada debe tener las secciones transversales y pendientes especificadas en los planos finales de diseño. El espesor de pavimento dependerá en gran parte de la calidad de la subrasante, por lo que está debe cumplir con los requisitos de resistencia, incompresibilidad e inmunidad a la expansión y contracción por efectos de la humedad, por consiguiente, el diseño de un pavimento es esencialmente el ajuste de la carga de diseño por rueda a la capacidad de la subrasante.

9.2.7.2 SUBBASE

Es la capa de material seleccionado que se coloca encima de la subrasante destinada fundamentalmente a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad las cargas aplicadas a la superficie de la rodadura de pavimento, de tal manera que la capa de subrasante la pueda soportar absorbiendo las variaciones inherentes a dicho suelo que puedan afectar a la subbase. La subbase debe controlar los cambios de volumen y elasticidad que serían dañinos para el pavimento.

El material de la sub-base debe ser seleccionada y tener mayor capacidad que el terreno de fundación compactado, este material puede ser grava, arena, grava o granzón escoria de los altos hornos y residuos de material de cantera. En algunos casos es posible emplear para la sub-base material de la subrasante mezclado con granzón, cemento, etcétera.

El material ha de tener las características de un suelo A1 o A2 aproximadamente. Los agregados que se deben emplear deberán tener un coeficiente de desgaste máximo de 50%, de acuerdo con el ensayo de abrasión de los Ángeles y la porción que pase el tamiz Nº 40 deberá tener un índice de plasticidad menor que 6 y un límite líquido máximo de 25. La capacidad de soporte corresponderá a un CBR igual o mayor del 30%. (Especificaciones MOP, Cap. 400).

El Manual de Diseño MOP-001- F-2002. TOMO I, indica que la subbase debe cumplir con las siguientes especificaciones:

Especificaciones Generales para Sub-bases

CBR	> 30%
Desgaste a la abrasión de los Ángeles	<50%

Pasante del Tamiz 40	
Índice Plástico IP	<6%
Límite Líquido	<25%

Manual de Diseño MOP-001- F-2002. TOMO I

Según el Manual MOP-001- F-2002, TOMO I, las Sub-bases son de 3 clases, el uso está sujeto a obligación contractual. A continuación sus características:

Granulometrías para las diferentes clases de Sub-bases

TAMIZ	**% Pasante a través de los tamices**		
	CLASE 1	***CLASE 2***	***CLASE 3***
3" (76.2 mm)	-	-	100
2" (50.4 mm)	-	100	-
11/2 (38.1 mm)	100	70-100	-
Nº 4 (4.75 mm)	30-70	30-70	30-70
Nº 40 (0,425 mm)	10-35	15-40	-
Nº 200 (0,075 mm)	0-15	0-20	0-20

Fuente: Manual de Diseño MOP-001- F-2002. TOMO I

9.2.7.3 BASE

Es la capa que recibe la mayor parte de los esfuerzos producidos por la carga de los vehículos y además de repartir uniformemente estos esfuerzos a la subbase y terreno de fundación. La carpeta es colocada sobre de ella porque la capacidad de carga del material friccionante es baja en la superficie por falta de confinamiento.

Las bases pueden ser granulares o bien estar formadas por mezclas bituminosas o mezclas estabilizadas con cemento u otro material ligante, para poder resistir las cargas del tránsito sin deformarse y además de transmitirlas en forma adecuada a las capas inferiores.

El valor cementante en una base es indispensable para proporcionar una sustentación adecuada a las carpetas asfálticas delgadas. En caso contrario, cuando las bases se construyen con materiales inertes y se comienza a transitar por la carretera, los vehículos provocan deformaciones transversales.

El material que se utilice en la construcción será cumpliendo siempre con los requisitos establecidos en las especificaciones técnicas.

En el caso de la granulometría, no es estrictamente necesario que los granos tengan una forma semejante a la que marcan las fronteras de las zonas, siendo de mayor importancia que el material tenga un VRS (valor relativo de soporte) y una plasticidad mínima; además se recomienda no compactar materiales en las bases que tengan una humedad igual o mayor que su límite plástico.

El Manual de Diseño MOP-001- F-2002. TOMO I, indica que el material pétreo que se emplea en la base, debe llenar los siguientes requisitos:

Especificaciones Generales para Bases

CBR	> 80%	Pasante del Tamiz 40	
Desgaste a la abrasión de los Ángeles	<40%	Índice Plástico IP	<6%
		Límite Líquido	<25%

Fuente: Manual de Diseño MOP-001- F-2002. TOMO I

Según el MOP-001- F-2002. TOMO I las granulometrías para las distintas clases de Bases son:

Granulometrías para las diferentes clases de Bases

TAMIZ	**% Pasante de los tamices cuadrados**				
	CLASE 1		**CLASE 2**	**CLASE 3**	**CLASE 4**
	A	**B**			
2" (50.4 mm)	100	-	-	-	100
11/2 (38.1 mm)	70-100	100	-	-	-
1" (25,4 mm)	55-85	70-100	100	-	60-90
3/4" (19,0 mm)	50-80	60-90	70-100	100	-
3/8" (9.5 mm)	35-60	45-75	50-80	-	-
Nº 4 (4.75 mm)	25-50	30-60	35-65	45-80	20-50
Nº 10 (2,00 mm)	20-40	20-50	25-50	30-60	-
Nº 40 (0,425 mm)	10-25	10-25	15-30	20-35	-
Nº 200 (0,075 mm)	2-12	2-12	3-15	3-15	0-15

Fuente: Manual de Diseño MOP-001- F-2002. TOMO I

9.3 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN.

9.3.1 ENSAYOS DE SUELOS SUBRASANTE

SERIE FINA:

Proyecto: Trabajo de Titulación Fecha: julio/2012

Material: In situ Abscisa: 0+500

Localización: Jipijapa, La Palma-La Prosperina-San Cristóbal

GRANULOMETRIA

TAMIZ	PESO PARCIAL	% RETENIDO	%ACUMULADO	% PASA	ESPECIFICACIONES
# 8	640,89	23,24	23,24	76,76	
# 10	345,11	12,52	35,76	87,48	
#30	608,00	22,05	57,81	77,95	
# 50	385,75	13,99	71,80	86,01	
# 200	387,30	14,05	85,85	85,95	
P# 200	390,20	14,15	100,00	85,85	
TOTAL	2757,25	100	gr.		

OBSERVACIONES:

REALIZADO POR:.....VISTO BUENO.....

Proyecto: Trabajo de Titulación Fecha: julio/2012

Material: In situ Abscisa: 1+000

Localización: Jipijapa, La Palma-La Prosperina-San Cristóbal

GRANULOMETRIA

TAMIZ	PESO PARCIAL	% RETENIDO	% ACUMULADO	% PASA	ESPECIFICACIONES
# 8	562,50	19,29	19,29	80,71	
# 10	358,70	12,30	31,59	87,70	
# 30	643,10	22,05	53,65	77,95	
# 50	449,20	15,41	69,05	84,59	
# 200	438,60	15,04	84,09	84,96	
P# 200	463,80	15,91	100,00	84,09	
TOTAL	2915,90	100	gr.		

OBSERVACIONES:

REALIZADO POR:.....VISTO BUENO.....

Proyecto: Trabajo de Titulación Fecha: julio/2012

Material: In situ Abscisa: 1+500

Localización: Jipijapa, La Palma-La Prosperina-San Cristóbal

GRANULOMETRIA

TAMIZ	PESO PARCIAL	% RETENIDO	% ACUMULADO	% PASA	ESPECIFICACIONES
# 8	625,90	21,06	21,06	78,94	
# 10	370,50	12,47	33,53	87,53	
# 30	760,90	25,60	59,13	74,40	
# 50	416,30	14,01	73,14	85,99	
# 200	468,80	15,77	88,91	84,23	
P# 200	329,60	11,09	100,00	88,91	
TOTAL	2972,00	100	gr.		

OBSERVACIONES:

REALIZADO POR:.....VISTO BUENO.....

Proyecto: Trabajo de Titulación Fecha: julio/2012

Material: In situ Abscisa: 2+000

Localización: Jipijapa, La Palma-La Prosperina-San Cristóbal

GRANULOMETRIA

TAMIZ	PESO PARCIAL	% RETENIDO	% ACUMULADO	% PASA	ESPECIFICACIONES
# 8	620,70	20,94	20,94	79,06	
# 10	370,80	12,51	33,45	87,49	
# 30	730,80	24,65	58,10	75,35	
# 50	410,20	13,84	71,94	86,16	
# 200	456,30	15,39	87,34	84,61	
P# 200	375,40	12,66	100,00	87,34	
TOTAL	2964,20	100	gr.		

OBSERVACIONES:

REALIZADO POR:.....VISTO BUENO.....

Proyecto: Trabajo de Titulación Fecha: julio/2012

Material: In situ Abscisa: 2+500

Localización: Jipijapa, La Palma-La Prosperina-San Cristóbal

GRANULOMETRIA

TAMIZ	PESO PARCIAL	% RETENIDO	% ACUMULADO	% PASA	ESPECIFICACIONES
# 8	610,22	20,60	20,60	79,40	
# 10	345,15	11,65	32,25	88,35	
# 30	721,80	24,37	56,62	75,63	
# 50	405,20	13,68	70,30	86,32	
# 200	458,70	15,49	85,79	84,51	
P# 200	420,90	14,21	100,00	85,79	
TOTAL	2961,97	100	gr.		

OBSERVACIONES:

REALIZADO POR:.....VISTO BUENO.....

Proyecto: Trabajo de Titulación Fecha: julio/2012

Material: In situ Abscisa: 3+000

Localización: Jipijapa, La Palma-La Prosperina-San Cristóbal

GRANULOMETRIA

TAMIZ	PESO PARCIAL	% RETENIDO	% ACUMULADO	% PASA	ESPECIFICACIONES
# 8	635,95	21,47	21,47	78,53	
# 10	325,50	10,99	32,46	89,01	
# 30	741,90	25,05	57,51	74,95	
# 50	410,30	13,85	71,36	86,15	
# 200	478,80	16,16	87,52	83,84	
P# 200	369,55	12,48	100,00	87,52	
TOTAL	2962,00	100	gr.		

OBSERVACIONES:

REALIZADO POR:.....VISTO BUENO.....

SERIE GRUESA

Proyecto: Trabajo de Titulación Fecha: julio/2012

Material: In situ Abscisa: 0+500

Localización: Jipijapa, La Palma-La Prosperina-San Cristóbal

GRANULOMETRIA

TAMIZ	PESO PARCIAL	% RETENIDO	%ACUMULADO	% PASA	ESPECIFICACIONES
3"	0.00	0.00	0.00	100.00	
2 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	286.7	8.86	8.86	91.14	
3/8"	390.2	12.06	20.93	79.07	
N°4	747.9	23.12	44.05	55.95	
Pasa N°4	1809.7	55.95	100.00	0.00	
TOTAL	3234.50	100	gr.		

OBSERVACIONES:

REALIZADO POR:.....VISTO BUENO.....

Proyecto: Trabajo de Titulación Fecha: julio/2012

Material: In situ Abscisa: 1+000

Localización: Jipijapa, La Palma-La Prosperina-San Cristóbal

GRANULOMETRIA

TAMIZ	PESO PARCIAL	% RETENIDO	% ACUMULADO	% PASA	ESPECIFICACIONES
3"	0.00	0.00	0.00	100.00	
2 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	320.70	6.55	6.55	93.45	
3/4"	342.30	6.99	13.53	93.01	
1/2"	387.1	7.90	21.44	78.56	
3/8"	390.4	7.97	29.41	70.59	
N°4	550.6	11.24	40.65	59.35	
Pasa N°4	2907.5	59.35	100.00	0.00	
TOTAL	4898.60	100	gr.		

OBSERVACIONES:

REALIZADO POR:.....VISTO BUENO.....

Proyecto: Trabajo de Titulación Fecha: julio/2012

Material: In situ Abscisa: 1+500

Localización: Jipijapa, La Palma-La Prosperina-San Cristóbal

GRANULOMETRIA

TAMIZ	PESO PARCIAL	% RETENIDO	% ACUMULADO	% PASA	ESPECIFICACIONES
3"	0.00	0.00	0.00	100.00	
2 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	299.8	8.92	8.92	91.08	
3/8"	396.4	11.79	20.71	79.29	
N°4	747.5	22.23	42.94	57.06	
Pasa N°4	1918.6	57.06	100.00	0.00	
TOTAL	3362.30	100	gr.		

OBSERVACIONES:

REALIZADO POR:.....VISTO BUENO.....

Proyecto: Trabajo de Titulación Fecha: julio/2012

Material: In situ Abscisa: 2+000

Localización: Jipijapa, La Palma-La Prosperina-San Cristóbal

GRANULOMETRIA

TAMIZ	PESO PARCIAL	% RETENIDO	% ACUMULADO	% PASA	ESPECIFICACIONES
3"	0.00	0.00	0.00	100.00	
2 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	279.8	8.49	8.49	91.51	
3/8"	346.4	10.52	19.01	80.99	
N°4	753.4	22.87	41.88	58.12	
Pasa N°4	1914.5	58.12	100.00	0.00	
TOTAL	3294.10	100	gr.		

OBSERVACIONES:

REALIZADO POR:.....VISTO BUENO.....

Proyecto: Trabajo de Titulación Fecha: julio/2012

Material: In situ Abscisa: 2+500

Localización: Jipijapa, La Palma-La Prosperina-San Cristóbal

GRANULOMETRIA

TAMIZ	PESO PARCIAL	% RETENIDO	% ACUMULADO	% PASA	ESPECIFICACIONES
3"	0.00	0.00	0.00	100.00	
2 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	270.9	8.19	8.19	91.81	
3/8"	380.3	11.50	19.70	80.30	
N°4	740.4	22.39	42.09	57.91	
Pasa N°4	1914.8	57.91	100.00	0.00	
TOTAL	3306.40	100	gr.		

OBSERVACIONES:

REALIZADO POR:.....VISTO BUENO.....

Proyecto: Trabajo de Titulación Fecha: julio/2012

Material: In situ Abscisa: 3+000

Localización: Jipijapa, La Palma-La Prosperina-San Cristóbal

GRANULOMETRIA

TAMIZ	PESO PARCIAL	% RETENIDO	% ACUMULADO	% PASA	ESPECIFICACIONES
3"	0.00	0.00	0.00	100.00	
2 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	293.5	8.78	8.78	91.22	
3/8"	378.9	11.33	20.11	79.89	
N°4	720.3	21.54	41.65	58.35	
Pasa N°4	1950.9	58.35	100.00	0.00	
TOTAL	3343.60	100	gr.		

OBSERVACIONES:

REALIZADO POR:.....VISTO BUENO.....

LIMITES DE ATTERBERG

Proyecto: Trabajo de Titulación Fecha: julio/2012

Material: In situ Abscisa: 0+500

Localización: Jipijapa, La Palma-La Prosperina-San Cristóbal

LIMITE LIQUIDO

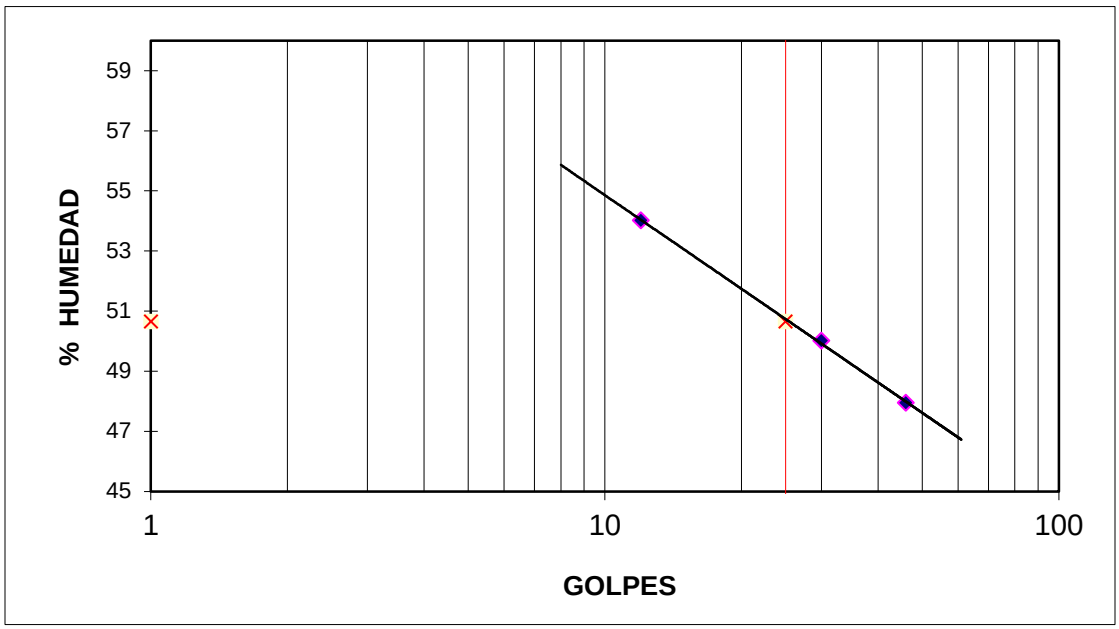
GOLPES	46	30	12	
Peso muestra húmeda + vasija gr.	31,98	31,06	33,45	
Peso muestra seca + vasija gr.	26,64	25,84	27,19	
Peso vasija gr.	15,50	15,40	15,60	
Peso muestra seca gr.	11,14	10,44	11,59	
Peso perdido gr.	5,34	5,22	6,26	
% de humedad	47,94	50,00	54,01	

LIMITE PLÁSTICO

Peso muestra húmeda + vasija gr.	14,40	14,60
peso muestra seca + vasija gr.	14,15	14,25
Peso vasija gr.	13,40	13,40
Peso muestra seca gr.	0,75	0,85
Peso perdido gr.	0,25	0,35
% de humedad	33,33	41,18

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

Limite liquido:	50,65	%
Limite plástico:	37,25	%
Índice plástico:	13,39	%



OBSERVACIONES:

REALIZADO POR:.....VISTO BUENO.....

LIMITES DE ATTERBERG

Proyecto: Trabajo de Titulación Fecha: julio/2012

Material: In situ Abscisa: 1+000

Localización: Jipijapa, La Palma-La Prosperina-San Cristóbal

LIMITE LIQUIDO

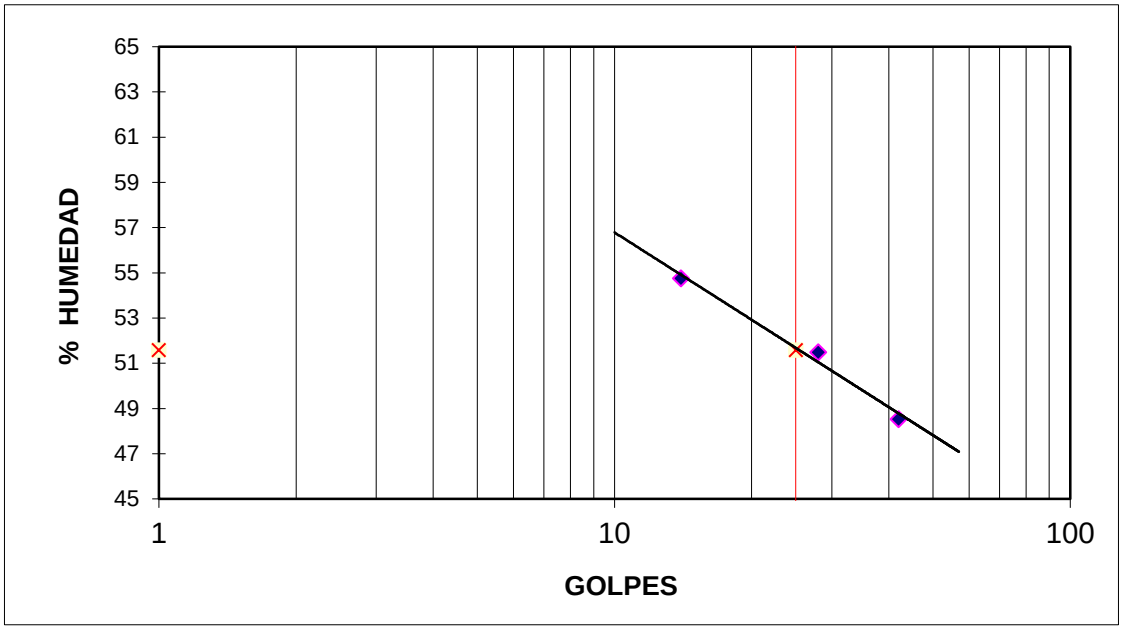
GOLPES	42	28	14	
Peso muestra húmeda + vasija gr.	35,55	34,99	33,08	
Peso muestra seca + vasija gr.	29,00	28,40	26,86	
Peso vasija gr.	15,50	15,60	15,50	
Peso muestra seca gr.	13,50	12,80	11,36	
Peso perdido gr.	6,55	6,59	6,22	
% de humedad	48,52	51,48	54,75	

LIMITE PLÁSTICO

Peso muestra húmeda + vasija gr.	16,80	16,60
peso muestra seca + vasija gr.	16,45	16,30
Peso vasija gr.	15,60	15,50
Peso muestra seca gr.	0,85	0,80
Peso perdido gr.	0,35	0,30
% de humedad	41,18	37,50

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

Limite liquido:	51,59	%
Limite plástico:	39,34	%
Índice plástico:	12,25	%



OBSERVACIONES:

REALIZADO POR:..... VISTO BUENO.....

LIMITES DE ATTERBERG

Proyecto: Trabajo de Titulación Fecha: julio/2012

Material: In situ Abscisa: 1+500

Localización: Jipijapa, La Palma-La Prosperina-San Cristóbal

LIMITE LIQUIDO

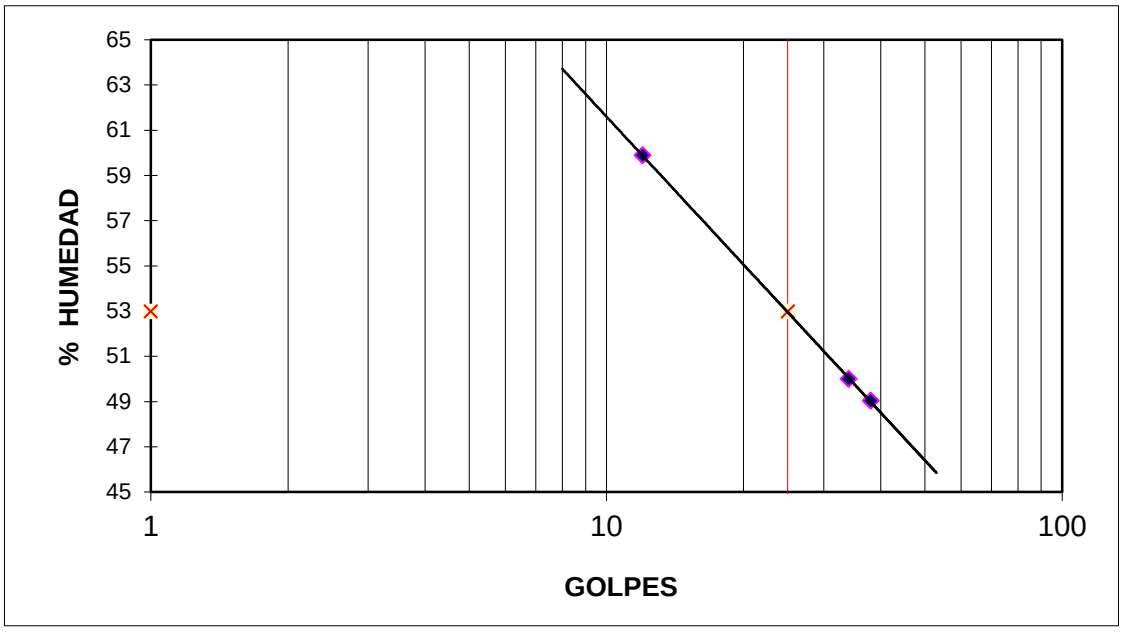
GOLPES	34	38	12	
Peso muestra húmeda + vasija gr.	29,26	32,10	27,99	
Peso muestra seca + vasija gr.	23,94	25,98	22,60	
Peso vasija gr.	13,30	13,50	13,60	
Peso muestra seca gr.	10,64	12,48	9,00	
Peso perdido gr.	5,32	6,12	5,39	
% de humedad	50,00	49,04	59,89	

LIMITE PLÁSTICO

Peso muestra húmeda + vasija gr.	18,70	18,25
peso muestra seca + vasija gr.	17,00	17,10
Peso vasija gr.	13,30	13,40
Peso muestra seca gr.	3,70	3,70
Peso perdido gr.	1,70	1,15
% de humedad	45,95	31,08

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

Limite liquido:	52,98	%
Limite plástico:	38,51	%
Índice plástico:	14,46	%



OBSERVACIONES:

REALIZADO POR:..... VISTO BUENO.....

LIMITES DE ATTERBERG

Proyecto: Trabajo de Titulación Fecha: julio/2012

Material: In situ Abscisa: 2+000

Localización: Jipijapa, La Palma-La Prosperina-San Cristóbal

LIMITE LIQUIDO

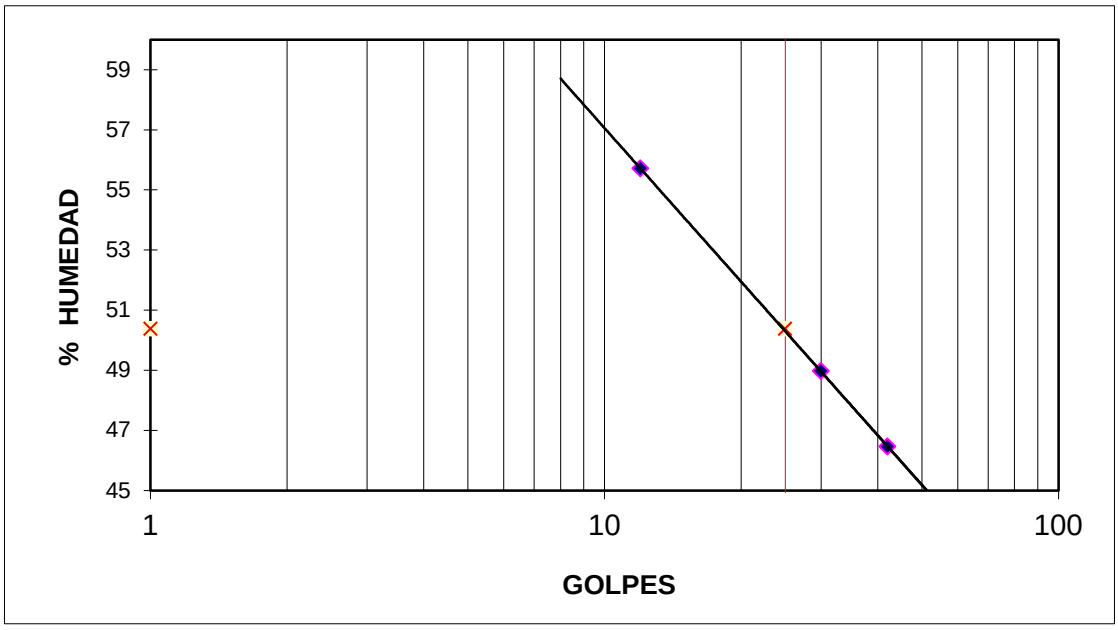
GOLPES	42	30	12	
Peso muestra húmeda + vasija gr.	31,96	31,01	33,50	
Peso muestra seca + vasija gr.	26,58	25,78	27,06	
Peso vasija gr.	15,00	15,10	15,50	
Peso muestra seca gr.	11,58	10,68	11,56	
Peso perdido gr.	5,38	5,23	6,44	
% de humedad	46,46	48,97	55,71	

LIMITE PLÁSTICO

Peso muestra húmeda + vasija gr.	14,20	14,43
peso muestra seca + vasija gr.	14,00	14,15
Peso vasija gr.	13,40	13,40
Peso muestra seca gr.	0,60	0,75
Peso perdido gr.	0,20	0,28
% de humedad	33,33	37,33

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

Limite liquido:	50,38	%
Limite plástico:	35,33	%
Índice plástico:	15,05	%



OBSERVACIONES:

REALIZADO POR:..... VISTO BUENO.....

LIMITES DE ATTERBERG

Proyecto: Trabajo de Titulación Fecha: julio/2012

Material: In situ Abscisa: 2+500

Localización: Jipijapa, La Palma-La Prosperina-San Cristóbal

LIMITE LIQUIDO

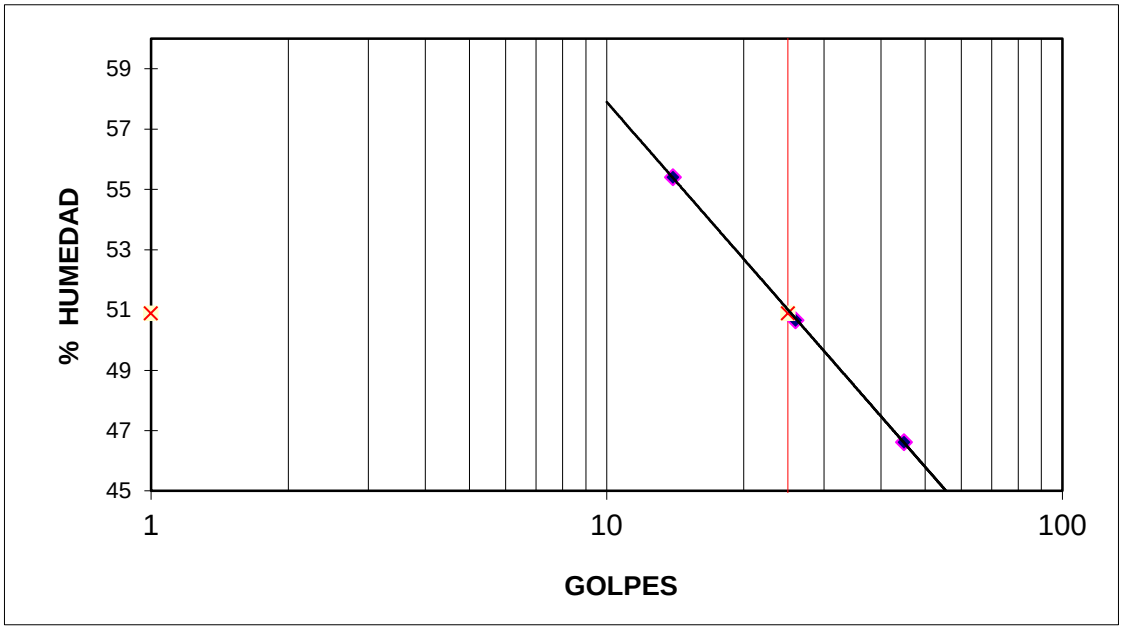
GOLPES	45	26	14	
Peso muestra húmeda + vasija gr.	35,46	34,85	33,02	
Peso muestra seca + vasija gr.	29,05	28,31	26,81	
Peso vasija gr.	15,30	15,40	15,60	
Peso muestra seca gr.	13,75	12,91	11,21	
Peso perdido gr.	6,41	6,54	6,21	
% de humedad	46,62	50,66	55,40	

LIMITE PLÁSTICO

Peso muestra húmeda + vasija gr.	16,96	16,45
peso muestra seca + vasija gr.	16,45	16,36
Peso vasija gr.	15,60	15,50
Peso muestra seca gr.	0,85	0,86
Peso perdido gr.	0,51	0,09
% de humedad	60,00	10,47

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

Limite liquido:	50,89	%
Limite plástico:	35,23	%
Índice plástico:	15,66	%



OBSERVACIONES:

REALIZADO POR:..... VISTO BUENO.....

LIMITES DE ATTERBERG

Proyecto: Trabajo de Titulación Fecha: julio/2012

Material: In situ Abscisa: 3+000

Localización: Jipijapa, La Palma-La Prosperina-San Cristóbal

LIMITE LIQUIDO

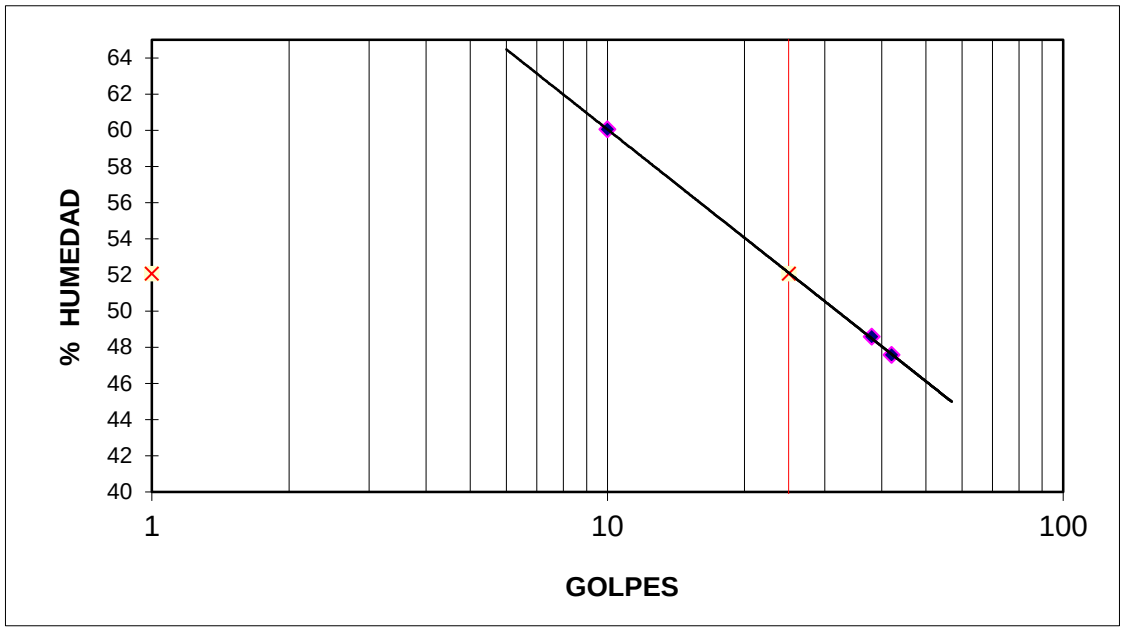
GOLPES	38	42	10	
Peso muestra húmeda + vasija gr.	29,00	32,00	27,90	
Peso muestra seca + vasija gr.	23,90	25,94	22,46	
Peso vasija gr.	13,40	13,20	13,40	
Peso muestra seca gr.	10,50	12,74	9,06	
Peso perdido gr.	5,10	6,06	5,44	
% de humedad	48,57	47,57	60,04	

LIMITE PLÁSTICO

Peso muestra húmeda + vasija gr.	18,60	18,00
peso muestra seca + vasija gr.	16,90	17,00
Peso vasija gr.	13,30	13,40
Peso muestra seca gr.	3,60	3,60
Peso perdido gr.	1,70	1,00
% de humedad	47,22	27,78

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

Limite liquido:	52,06	%
Limite plástico:	37,50	%
Índice plástico:	14,56	%



OBSERVACIONES:

REALIZADO POR:..... VISTO BUENO.....

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

FECHA: Julio-2012

MATERIAL: Subrasante

MOLDE: 6¨

LUGAR: Jipijapa

VOLUMEN: 2050 cm3

OBRA:

PESO: 6750 gr

METODO DE ENSAYO: AASHOTO T-180-D

GOLPE POR CAPA: 56

NUMERO DE CAPAS: 5

MÁX. DENSI: **1,572 gr/cm3**

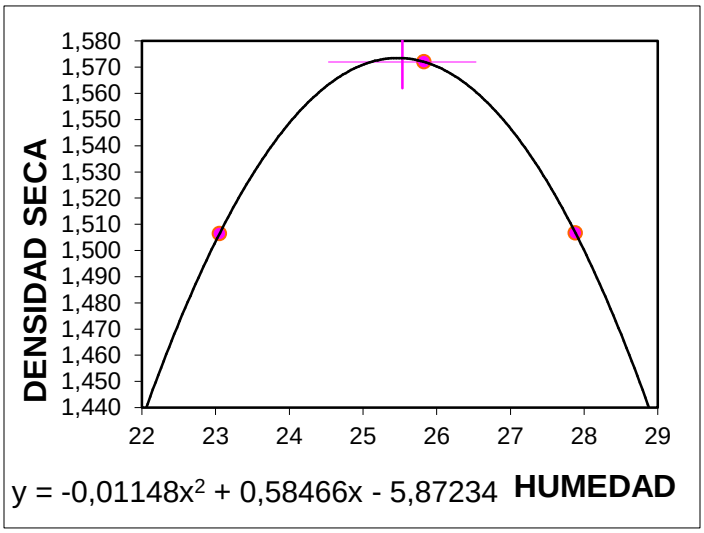
PESO MARTILLO: 10

HUM. OPT: **25,53**

ALTURA CAIDAD: 18¨

DATOS DE LA CURVA

MUESTRA N.	1	2	3
P.molde + suelo (gr.)	10550	10805	10700
peso molde (gr.)	6750	6750	6750
peso suelo (gr.)	3800	4055	3950
Cont. Prom. Agua %	23,05	25,83	27,88
dens. Humee (gr./cm^3)	1,854	1,978	1,927
dens. Seca (gr./cm^3)	1,506	1,572	1,507



CONTENIDO DE AGUA

recipiente tara						
tara + suelo H.(gr.)	76,76	73,80	70,60	71,70	75,15	75,80
tara + suelo S.(gr.)	64,95	62,10	58,65	59,50	62,35	61,00
peso tara (gr.)	12,50	12,50	12,35	12,30	12,03	12,20
contenido de agua	22,52	23,59	25,81	25,85	25,44	30,33
cont. prom. Agua %	23,05		25,83		27,88	

OBSERVACIONES:

REALIZADO POR:..... VISTO BUENO.....

ENSAYO DE C.B.R.

Proyecto: **Fecha:** Julio/2012

Localización: JIPIJAPA, PALMA-LA PROSPERINA-SAN CRISTOBAL

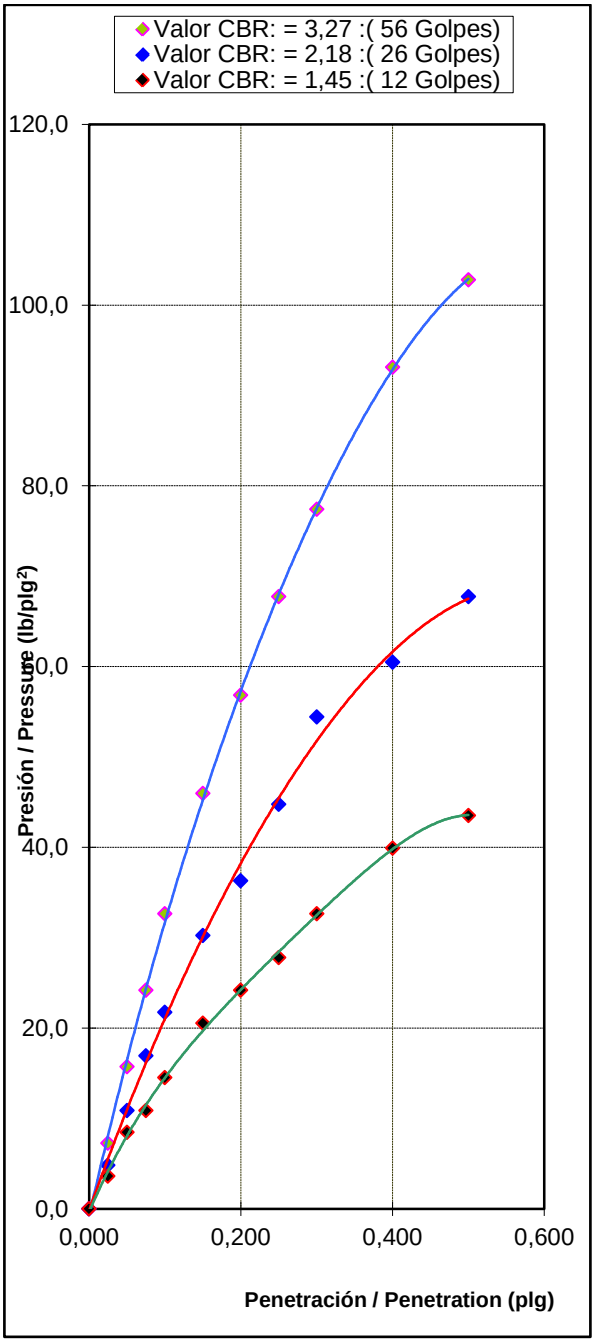
Material: SUBRASANTE

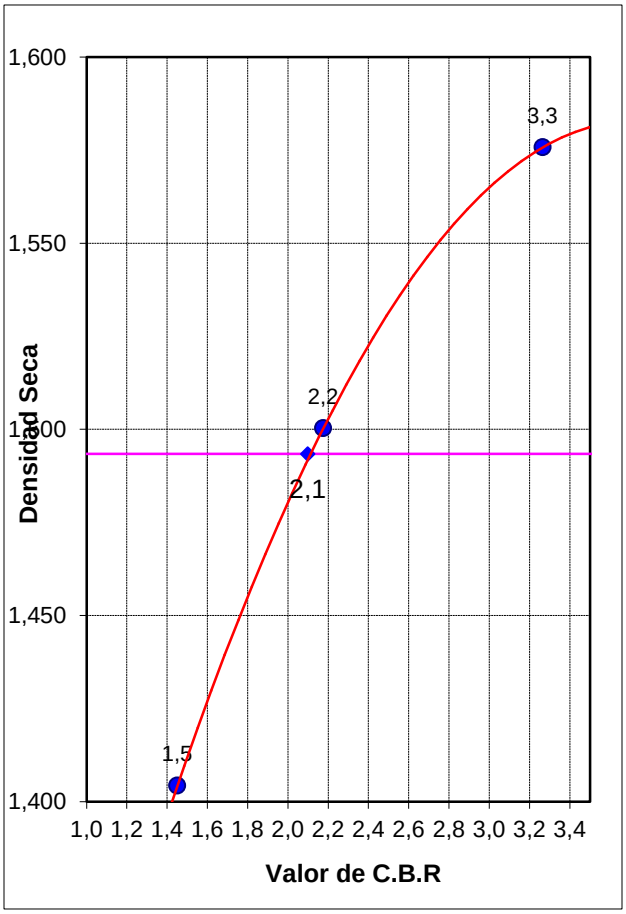
Datos / Datas						
Muestra No. / Specimen No.	1		2		3	
Número de capa / Number of layers	5		5		5	
Golpes por capa / Blows per layer	56		26		12	
Condición / Condition	Antes saturada / Before saturate	Después saturada / After saturate	Antes saturada / Before saturate	Después saturada / After saturate	Antes saturada / Before saturate	Después saturada / After saturate
Peso molde+suelo / Can weight+soil (gr)	12.180	12.259	10.148	10.332	11.800	12.050
Peso molde / Can weight (gr)	7.927	7.927	6.264	6.264	8.056	8056
Peso suelo / Soil weight (gr)	4.253	4.332	3.884	4.068	3.744	3.994
Humedad promedio / Average moisture (%)	25,19%	27,07%	25,06%	29,44%	25,05%	31,23%
Volúmen / Volume	2.156	2.156	2.070	2.070	2.132	2132
Densidad húmeda / Wet density (gr/cm^3)	1,973	2,009	1,876	1,965	1,756	1,873
Densidad seca / Dry density (gr/cm^3)	1,576	1,581	1,500	1,518	1,404	1,428

Contenido de agua / Moisture												
Muestra No. / Specimen No.	1				2				3			
Ubicación / Position	Arriba / Top	Abajo / Bottom	Arriba / Top	Abajo / Bottom	Arriba / Top	Abajo / Bottom	Arriba / Top	Abajo / Bottom	Arriba / Top	Abajo / Bottom	Arriba / Top	Abajo / Bottom
Recipiente número / Cap number	1	9	5	18	14	17	8	1	9	7	5	1
Tara+suelo húmedo / Can+wet soil (gr)	71,24	71,58	57,69	62,27	78,95	74,3	68,84	62,45	76,92	70,40	50,26	61,90
Tara+suelo seco / Can+dry soil (gr)	59,5	59,6	48	51,78	65,6	61,9	56	51,00	64,00	58,70	41,20	50,00
Peso tara / Can weight (gr)	12,8	12,12	12,8	12,35	12,4	12,35	12,12	12,35	12,40	12,02	12,10	12,02
Contenido de agua / Moisture (%)	25,14%	25,23%	27,53%	26,60%	25,09%	25,03%	29,26%	29,62%	25,04%	25,06%	31,13%	31,33%
Humedad promedio / Average moisture (%)	25,19%		27,07%		25,06%		29,44%		25,05%		31,23%	

Porcentaje agua absorbida / Percentage water absorbed			
Muestra No. / Specimen No.	1	2	3
Peso molde+suelo después saturado / Can weight+soil before saturate (gr)	12.259	10.332	12050
Peso molde+suelo antes saturación / Can weight+soil after saturate (gr)	12.180	10.148	11800
Peso agua absorbida / Weight water absorbed (gr)	79	184	250
Porcentaje agua absorbida / Percentage water absorbed (%)	1,86%	4,74%	6,68%

95%MAX. DENS: 1,493 gr/cm3
VALOR CBR: 2,10





Datos de esponjamiento / Datas of swelling													
Fecha / Date	Tiempo días / Time days	Muestra N° / Specimen N°: 1				Muestra N° / Specimen N°: 2				Muestra N° / Specimen N°: 3			
		Altura muestra	Dial (mm x 10^{-2})	Esponjamiento / Swelling		Altura muestra	Dial (mm x 10^{-2})	Esponjamiento / Swelling		Altura muestra	Dial (mm x 10^{-2})	Esponjamiento / Swelling	
				mm	%			mm	%			mm	%
feb-08	17:00	115	0			115	0			115	0		
feb-08	17:00		230	2,30	2,00%		265	2,65	2,30%		310	3,10	2,70%
feb-08	17:00		300	3,00	2,61%		345	3,45	3,00%		324	3,24	2,82%
feb-08	17:00		332	3,32	2,89%		369	3,69	3,21%		377	3,77	3,28%
feb-08	17:00		343	3,43	2,98%		380	3,80	3,30%		390	3,90	3,39%
feb-08	17:00		349	3,49	3,03%		383	3,83	3,33%		394	3,94	3,43%

Datos ensayo de penetración / Datas of penetration test													
Penetración / Penetration		Carga tipo / Load type (lb/plg2)	Muestra N° / Specimen N°: 1			Muestra N° / Specimen N°: 2			Muestra N° / Specimen N°: 3		
Pulg.	mm.		Dial	(lb/plg^2)	CBR Corregido / Correct CBR	Dial	(lb/plg^2)	CBR Corregido / Correct CBR	Dial	(lb/plg^2)	CBR Corregido / Correct CBR
0,000			0	0,0		0	0,0		0	0,0	
0,025	0,635		6	7,3		4	4,8		3	3,6	
0,050	1,270		13	15,7		9	10,9		7	8,5	
0,075	1,905		20	24,2		14	16,9		9	10,9	
0,100	2,540	1.000	27	32,7	3,27	18	21,8	2,18	12	14,5	1,45
0,150	3,810		38	46,0		25	30,2		17	20,6	
0,200	5,080		47	56,8	3,79	30	36,3	2,42	20	24,2	1,61
0,250	6,350		56	67,7		37	44,8		23	27,8	
0,300	7,620		64	77,4	4,07	45	54,4	2,86	27	32,7	1,72
0,400	10,160		77	93,1	4,05	50	60,5	2,63	33	39,9	1,74
0,500	12,700		85	102,8	3,95	56	67,7	2,61	36	43,5	1,67

9.3.2. ENSAYOS DE SUELOS SUBBASE

GRANULOMETRÍA

MATERIAL	SUB-BASE
CANTERA	HOLCIM-CHORRILLO
REALIZADO POR	
CALCULO	

TAMIZ	PESO RETENIDO		% RETENIDO		% PASA	ESPECIFICACIONES
3"	0,00		0,00		100,00	
2 1/2"	0		0,00		100,00	
2"	211		0,63		99,37	
1 1/2"	694		2,06		97,94	
1"	1630		4,84		95,16	
3/4"	2810		8,35		91,65	
1/2"	6309		18,74		81,26	
3/8"	8982		26,68		73,32	
N°4	16094		47,80		52,20	
PASA N°4	17573		52,20			
N°10	84		15,94		36,25	
N°40	178		33,79		18,41	
N°200	229		43,47		8,73	
PASA N°200	46		8,73			
TOTAL	33667		100	gr.		

OBSERVACIONES: Muestra por lavado 275 gr.

COMPACTACION Y CONTENIDO DE HUMEDAD

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

FECHA:		
MOLDE :	6"	
VOLUMEN:	2050	cm^3
PESO:	5670	gr.

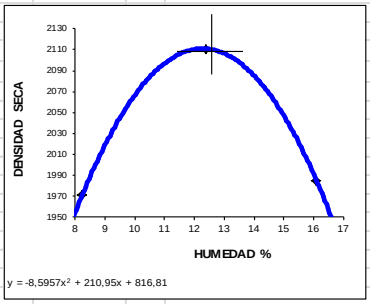
METODO DE ENSAYO:	AASHTO	T-180-D
GOLPE POR CAPA:	56	
NUMERO DE CAPAS:	5	
PESO MARTILLO:	10	lbs.
ALTURA CAIDA:	18"	

MATERIAL	SUB-BASE
CANTERA	HOLCIM-CHORRILLO
REALIZADO P	
CALCULO	

Densid-max	2110	gr/cm^3
Humedad	12,27%	

DATOS PARA LA CURVA			
MUESTRA N.	1	2	3
P.molde + suelo (gr)	10043	10533	10395
peso molde (gr)	5670	5670	5670
peso suelo (gr)	4373	4863	4725
cont. prom. Agua %	8,23	12,38	16,09
dens. Hume (gr/cm^3)	2133	2372	2305
dens. Seca (gr/cm^3)	1971	2111	1985

CONTENIDO DE AGUA						
MUESTRA N.						
recipiente tara	21	5	9	16	2	14
tara + suelo H.(gr)	101,00	104,95	97,06	102,53	108,25	108,00
tara + suelo S.(gr)	94,34	97,78	88,07	92,21	95,13	94,52
peso tara (gr.)	12,23	11,96	12,49	11,94	12,00	12,36
contenido de agua	8,11	8,35	11,89	12,86	15,78	16,41
cont. prom. Agua %	8,23		12,38		16,09	



CONTENIDO DE HUMEDAD

MATERIAL	SUB-BASE
CANTERA	HOLCIM-CHORRILLO
REALIZADO POR	
CALCULO	

MUESTRA Nº			1	2
Profundidad de la muestra				
Tara Nº			3	6
PESO EN GRAMOS	Tara + suelo húmedo	whr	97,55	109,98
	Tara + suelo seco	wdr	90,65	101,84
	Tara	wr	12,40	12,00
	Agua	ww	6,90	8,14
	Suelo seco	w3	78,25	89,84
contenido de humedad		w	8,82	9,06

$$w\% = \frac{(\text{tara + suelo húmedo}) - (\text{tara + suelo seco})}{(\text{tara + suelo seco}) - (\text{tara})} \times 100 \qquad \frac{ww}{w3} \times 100$$

OBSERVACIONES

ENSAYO DE CBR

	TRAMO:		
	LOCALIZ.		
	MUESTRA N°	TIPODE MUESTRA:	
	PROFUNDIDAD	CLASE DE SUELO:	
	REALIZADO POR	SOBRE CARGA:	10 lbs.
	CALCULO	FECHA DE ENSAYO:	

ENSAYO DE CBR

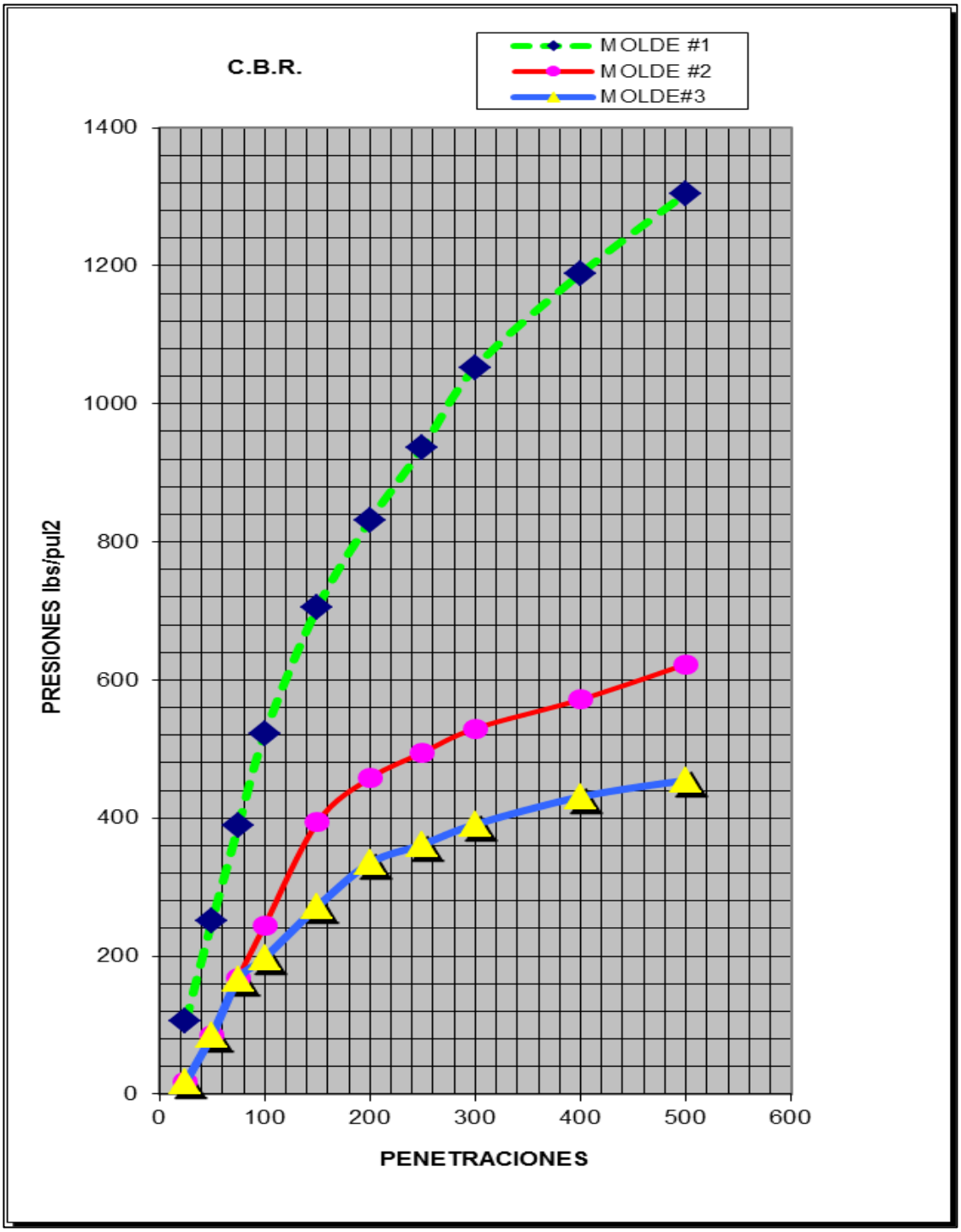
DENSIDAD

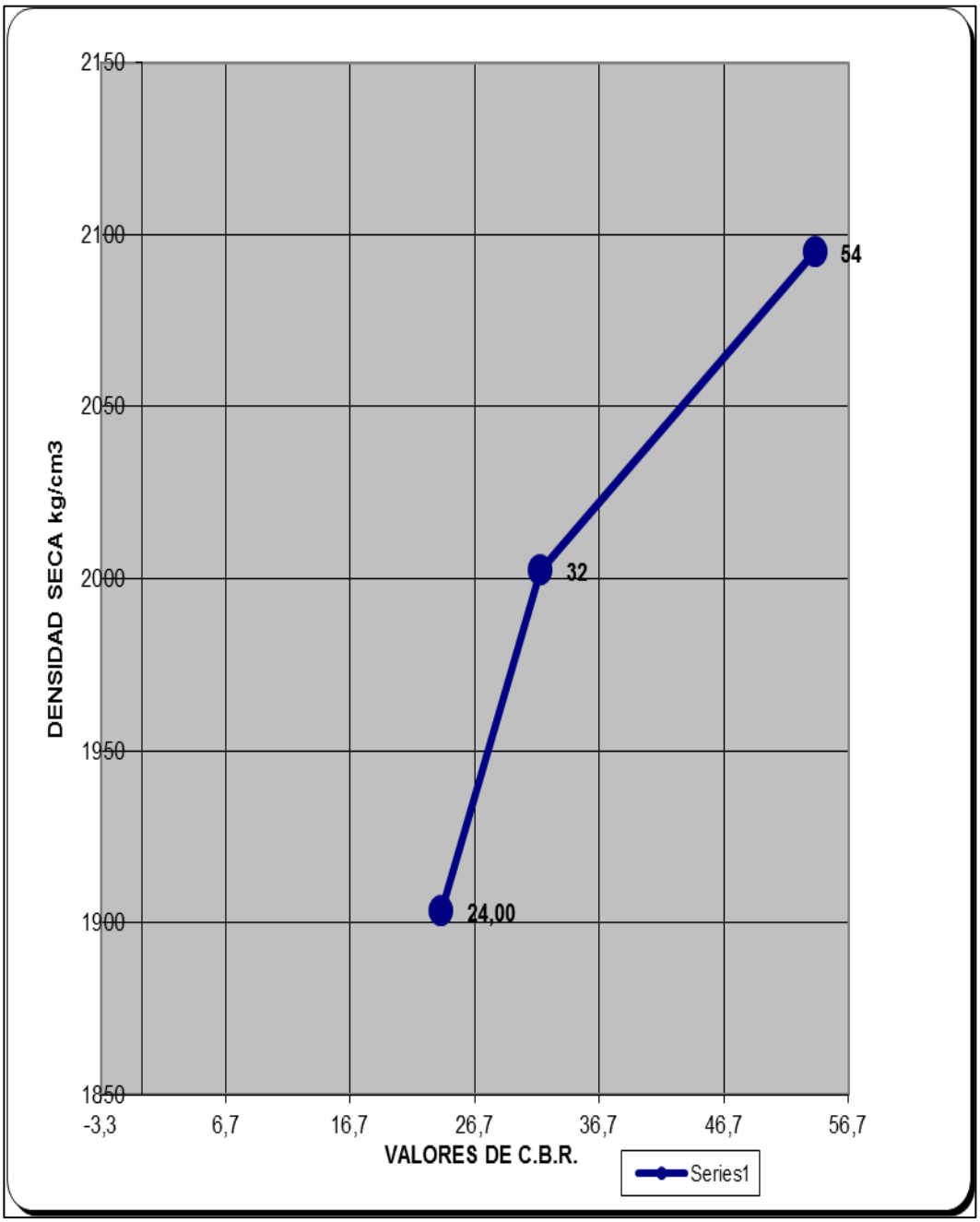
OLDE n°	1		2		3	
UMERO DE CAPAS	5		5		5	
UMERO DE GOLPES POR CAPA	56		26		12	
	antes del remojo	despues del remojo	antes del remojo	despues del remojo	antes del remojo	despues del remojo
ESO MUESTRA HUMEDAD MOLDE gr	12711	12820	11784	11861	12478	12595
ESO MOLDE Gr	7970	7970	7220	7220	8020	8020
ESO MUESTRA HÚMEDA Gr	4741	4850	4564	4641	4458	4575
OLUMEN DE LA MUESTRA cm3	2032	2032	2032	2032	2087	2087
ENSIDAD HÚMEDA gr /Cm3	2333	2387	2246	2284	2136	2192
ENSIDAD SECA gr /cm3	2080	2110	2000	2005	1900	1907

CONTENIDO DE AGUA

ARRO n°	18	16	10	4	7	6	16	8	10	4	6	9
ESO MUESTRA HÚMEDA TARRO Gr	94,91	91,67	92,76	89,02	98,68	100,98	94,96	91,88	90,92	91,28	115,3	102,82
ESO MUESTRA SECA TARRO Gr.	85,90	83,05	83,27	80,23	89,40	91,10	84,84	82,09	82,4	82,41	101,95	91,05
ESO AGUA Gr												
ESO TARRO Gr	12,02	11,90	12,42	11,97	12,42	12,40	11,9	12,02	12,42	11,97	12,47	12,42
ESO MUESTRA SECA Gr												
ONTENIDO DE HUMEDAD %	12,20	12,12	13,39	12,88	12,06	12,55	13,87	13,97	12,25	12,59	14,92	14,97
ROM. CONTENIDO DE HUMEDAD %	12,16		13,14		12,30		13,92		12,42		14,95	
GUA ABSORVIDA %												

Gráficos del CBR





VALOR C.B.R = 32 % AL 95 % DE LA DENSIDAD MÁXIMA

9.3.3. ENSAYOS DE SUELOS BASE

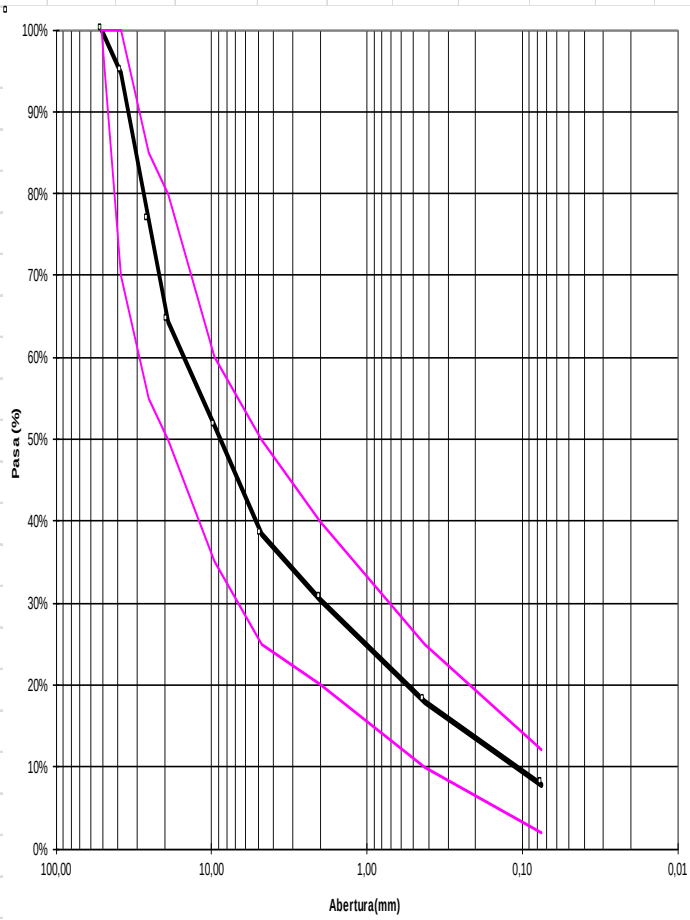
GRANULOMETRICO

royecto / Project:	HOLCIM - CHORRILLO
ocalización / Site:	MONTECIRSTI
laterial:	BASE CLASE I-A
luestra N° / Sample N°:	1

Ensayado / Performed by:

Calculado / Calculate by:

Tamiz N°	Abertura (mm)	Porcentaje retenido acumulado	Porcentaje retenido	Porcentaje pasado	Porcentaje especificación
SERIE GRUESA					
3	76,200	-			
2	50,800	0	0,00%	100,00%	100
1 1/2	38,100	958	5,23%	94,77%	70-100
1	25,400	4.265	23,29%	76,71%	55-85
3/4	19,050	6.525	35,63%	64,37%	50-80
1/2	12,700	-			
3/8	9,525	8.858	48,37%	51,63%	35-60
N° 4	4,750	11.288	61,64%	38,36%	25-50
Pasa N° 4		7.025	38,36%		
		SERIE FINA			
N° 4	4,750	-			
8	2,380	-			
10	2,000	103	7,90%	30,46%	20-40
16	1,180	-			
20	0,840	-			
30	0,600	-			
40	0,425	265	20,33%	18,03%	10-25
50	0,300	-			
80	0,250	-			
100	0,150	-			
200	0,075	398	30,54%	7,83%	2-12
Pasa 200		102	7,83%		
Total		18313			



Peso inicial:	18.313	gr
Peso lavado:	500	gr

LIMITES DE ATTERBERG

Material: BASE CLASE 1-A
Localización / Site: MONTECRISTI

LIMITE LIQUIDO

GOLPES	8	6	4	2
Peso muestra húmeda + vasija gr.	23,80	20,21	31,77	23,55
Peso muestra seca + vasija gr.	20,50	17,56	26,80	19,95
Peso vasija gr.	5,92	6,20	6,20	6,02
Peso muestra seca gr.	14,58	11,36	20,60	13,93
Peso perdido gr.	3,30	2,65	4,97	3,60
% de humedad	22,63	23,33	24,13	25,84

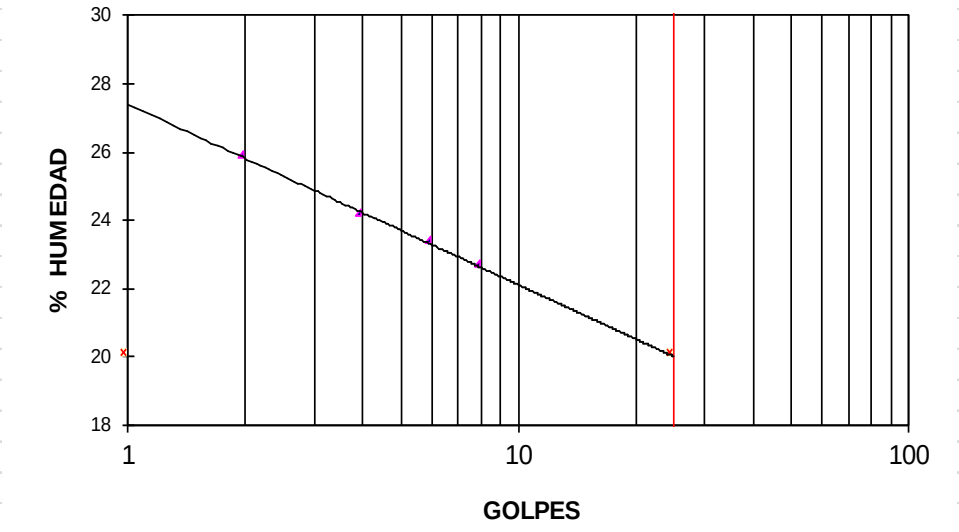
LIMITE PLÁSTICO

Peso muestra húmeda + vasija gr.	9,30	9,60
peso muestra seca + vasija gr.	8,40	8,70
Peso vasija gr.	3,60	3,80
Peso muestra seca gr.	4,80	4,90
Peso perdido gr.	0,90	0,90
% de humedad	18,75	18,37

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

Limite liquido:	20,03	%
Limite plástico:	18,56	%
Índice plástico:	1,47	%

CLASIFICACIONES Casa grande:
A.A.F.:



OBSERVACIONES:

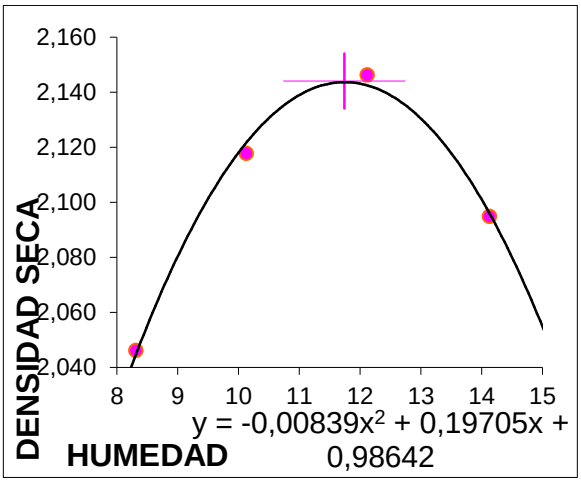
COMPACTACIÓN

			MATERIAL:	BASE CLASE 1-A
FECHA:			LUGAR:	MONTECRISTI
MOLDE :	6"		OBRA:	HOLCIM - CHORRILLO
VOLUMEN:	2050	cm^3		
PESO:	5619	gr.		
MÉTODO DE ENSAYO:	AASHTO	T-180-D		
GOLPE POR CAPA:	56		REALIZADO POR :	
NUMERO DE CAPAS:	5			
PESO MARTILLO:	10	lbs.		
ALTURA CAÍDA:	18"			

MÁX.. DENS :	**2,144**	$gr./cm^3$
HUM. OPT. :	**11,74%**	

DATOS PARA LA CURVA

MUESTRA N.	**1**	**2**	**3**	**4**
P.molde + suelo (gr.)	10162	10400	10552	10520
peso molde (gr.)	5619	5619	5619	5619
peso suelo (gr.)	4543	4781	4933	4901
Cont. Prom. Agua %	8,31	10,13	12,12	14,13
dens. Humee (gr./cm^3)	2,216	2,332	2,406	2,391
dens. Seca (gr./cm^3)	2,046	2,118	2,146	2,095



CONTENIDO DE AGUA

recipiente tara								
tara + suelo H.(gr.)	37,15	39,35	22,15	23,95	85,42	83,22	88,75	91,11
tara + suelo S.(gr.)	35,10	36,45	20,68	22,30	76,70	75,00	78,15	80,95
peso tara (gr.)	6,25	5,97	6,20	5,97	5,97	5,97	6,04	6,01
contenido de agua	7,11	9,51	10,15	10,10	12,33	11,91	14,70	13,56
cont. prom. Agua %	8,31		10,13		12,12		14,13	

CBR

Proyecto / Project:	HOLCIM - CHORRILLO		
Localización / Site:	MONTECRISTI	Fecha / Date:	29-ene-08
Material / :	BASE CLASE 1-A	Calculado / Calculate by:	J.C

Datos / Datas

Muestra No. / Specimen No.	1		2		3	
Número de capa / Number of layers	5		5		5	
Golpes por capa / Blows per layer	56		26		12	
Condición / Condition	Antes saturada / Before saturate	Después saturada / After saturate	Antes saturada / Before saturate	Después saturada / After saturate	Antes saturada / Before saturate	Después saturada / After saturate
Peso molde+suelo / Can weight+soil (gr)	13.236	13.241	12.384	12.394	11.988	11.995
Peso molde / Can weight (gr)	8.175	8.175	7.500	7.500	7.163	7163
Peso suelo / Soil weight (gr)	5.061	5.066	4.884	4.894	4.825	4.832
Humedad promedio / Average moisture (%)	11,65%	11,93%	11,68%	12,17%	11,65%	12,96%
Volúmen / Volume	2.111	2.111	2.070	2.070	2.074	2074
Densidad húmeda / Wet density (gr/cm^3)	2,397	2,400	2,359	2,364	2,326	2,330
Densidad seca / Dry density (gr/cm^3)	2,147	2,144	2,113	2,108	2,084	2,063

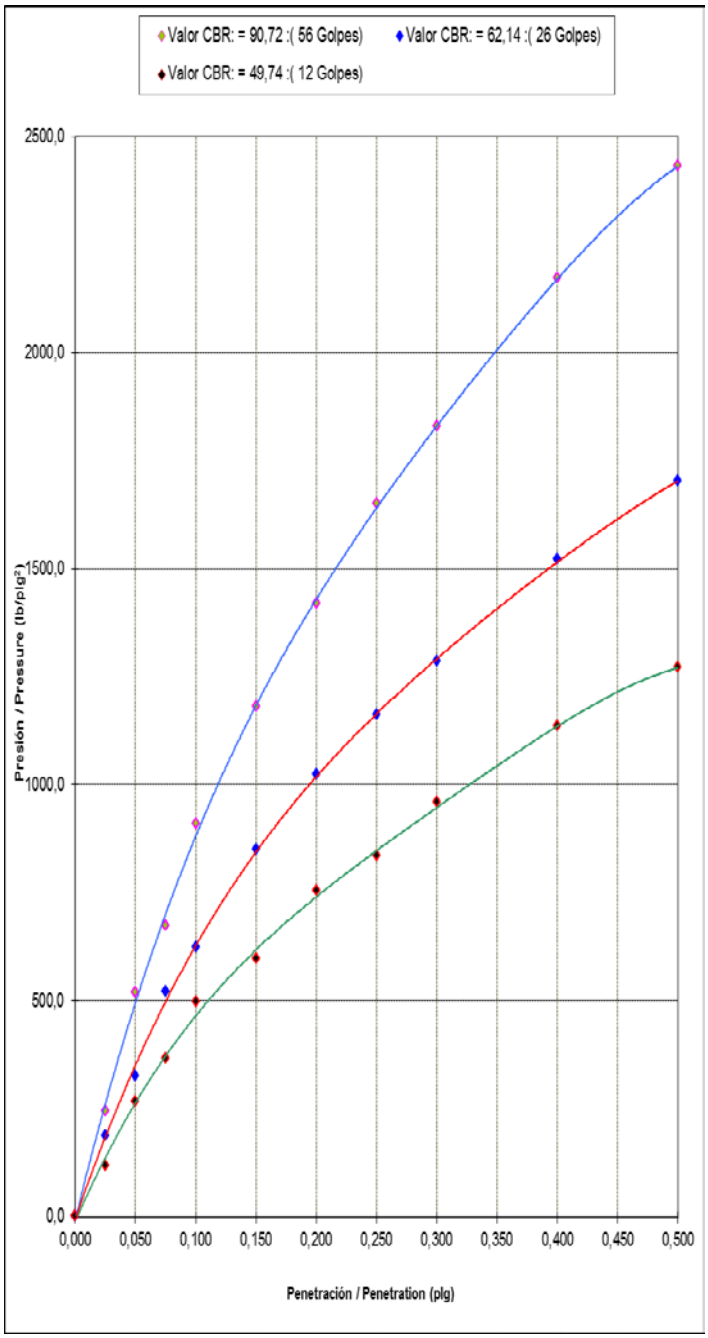
Contenido de agua / Moisture

Muestra No. / Specimen No.	1				2				3			
Ubicación / Position	Arriba / Top	Abajo / Bottom	Arriba / Top	Abajo / Bottom	Arriba / Top	Abajo / Bottom	Arriba / Top	Abajo / Bottom	Arriba / Top	Abajo / Bottom	Arriba / Top	Abajo / Bottom
Recipiente número / Cap number	1	9	9	7	14	17	19	3	9	7	10	20
Tara+suelo húmedo / Can+wet soil (gr)	105,60	99,00	82,90	80,96	78,95	74,30	90,50	86,56	76,92	70,40	79,50	76,70
Tara+suelo seco / Can+dry soil (gr)	95,21	89,32	75,36	73,65	72,00	67,81	82,10	78,45	70,36	64,15	71,56	69,54
Peso tara / Can weight (gr)	6,05	6,25	12,15	12,42	12,40	12,35	12,50	12,33	12,40	12,02	12,42	12,20
Contenido de agua / Moisture (%)	11,65%	11,65%	11,93%	11,94%	11,66%	11,70%	12,07%	12,27%	11,32%	11,99%	13,43%	12,49%
Humedad promedio / Average moisture (%)	11,65%		11,93%		11,68%		12,17%		11,65%		12,96%	

Porcentaje agua absorbida / Percentage water absorbed

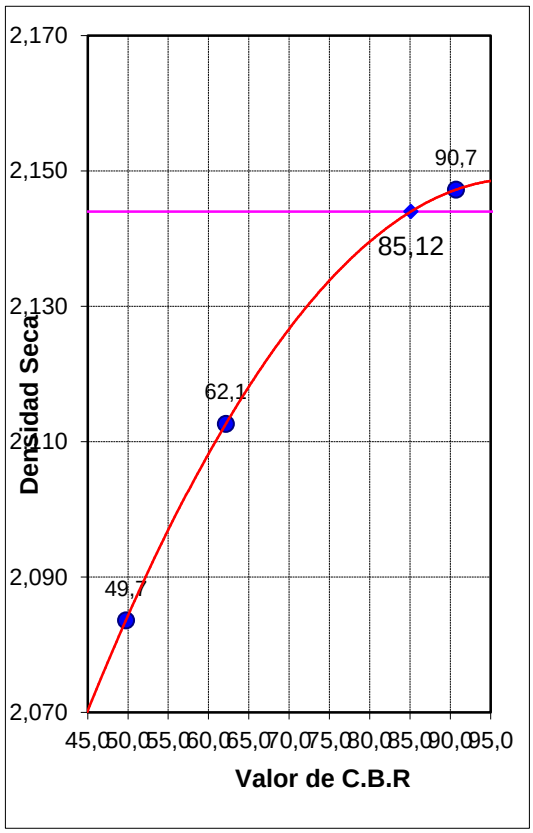
Muestra No. / Specimen No.	1	2	3
Peso molde+suelo después saturado / Can weight+soil before saturate (gr)	13.241	12.394	11995
Peso molde+suelo antes saturación / Can weight+soil after saturate (gr)	13.236	12.384	11988
Peso agua absorbida / Weight water absorbed (gr)	5	10	7
Porcentaje agua absorbida / Percentage water absorbed (%)	0,10%	0,20%	0,15%

LABORATORIO



100% MAX. DENS : 2,144 gr/cm^3

VALOR CBR : 85,12



Datos de esponjamiento / Datas of swelling													
Fecha / Date	Tiempo días / Time days	Muestra N° / Specimen N°: 1				Muestra N° / Specimen N°: 2				Muestra N° / Specimen N°: 3			
		Altura muestra	Dial (mm x 10^{-2})	Esponjamiento / Swelling		Altura muestra	Dial (mm x 10^{-2})	Esponjamiento / Swelling		Altura muestra	Dial (mm x 10^{-2})	Esponjamiento / Swelling	
				mm	%			mm	%			mm	%
23-ene-08	13:00	115	0			115	0			115	0		
24-ene-08	13:00		1	0,01	0,01%		2	0,02	0,02%		2	0,02	0,02%
25-ene-08	13:00		2	0,02	0,02%		2	0,02	0,02%		3	0,03	0,03%
26-ene-08	13:00		2	0,02	0,02%		2	0,02	0,02%		3	0,03	0,03%

Datos ensayo de penetración / Datas of penetration test														
Penetración / Penetration		Carga tipo / Load type (lb/plg2)	Muestra N° / Specimen N°: 1				Muestra N° / Specimen N°: 2				Muestra N° / Specimen N°: 3			
Pulg.	mm.		Dial	(lb/plg^2)	CBR Corregido / Correct CBR		Dial	(lb/plg^2)	CBR Corregido / Correct CBR		Dial	(lb/plg^2)	CBR Corregido / Correct CBR	
0,000			0	0,0			0	0,0			0	0,0		
0,025	0,635		201	243,1			155	187,5			98	118,5		
0,050	1,270		422	518,8			268	325,3			219	264,9		
0,075	1,905		545	672,2			424	521,3			300	365,5		
0,100	2,540	1.000	735	907,2	90,72	90,72	504	621,4	62,14	62,14	405	497,4	49,74	49,74
0,150	3,810		960	1179,5			687	848,4			483	595,3		
0,200	5,080		1152	1418,7	94,58		831	1023,4	68,22		610	752,8	50,19	
0,250	6,350		1347	1650,1			945	1161,3			675	833,5		
0,300	7,620		1497	1827,8	96,20		1045	1285,4	67,65		777	958,0	50,42	
0,400	10,160		1780	2170,1	94,35		1236	1520,1	66,09		922	1133,4	49,28	
0,500	12,700		1998	2430,6	93,48		1391	1701,6	65,45		1033	1270,4	48,86	

10. PRESUPUESTO

ITEM	*RUBRO O ACTIVIDAD*	*UNIDAD*	*CANTID.*	*P. UNIT.*	*P. TOTAL*
1	NIVELACION Y REPLANTEO	M2	32.400,00	0,36	11.664,00
2	LIMPIEZA Y DESBROCE	M2	32.400,00	0,81	26.244,00
3	EXCAVACION A MAQUINA	M3	29.591,83	2,89	85.520,39
4	RELLENO COMPACTADO (MATERIAL EXCAVACION)	M3	11.108,80	2,44	27.105,47
5	ACARREO DE MATERIAL 2 Km (DESALOJO)	M3	18.483,03	0,68	12.568,46
6	SUBRASANTE ESTABILIZADA(80% SUELO Y 20% CEMENTO)	M3	9.720,00	20,80	202.176,00
7	TRANSPORTE, TENDIDA, HIDRATADA Y COMPACTADA DE CAPA SUB-BASE CLASE 3	M3	3.240,00	136,07	440.866,80
8	TRANSPORTE, TENDIDA, HIDRATADA Y COMPACTADA DE CAPA BASE CLASE 1-A	M3	3.240,00	98,23	318.265,20
9	DOBLE TRATAMIENTO SUPERFICIAL BITUMINOSO TIPO 2C	M2	32.400,00	4,38	141.912,00
10	ALCANTALILLADO PLUVIAL TUBERIA H. ARMADO Ø 1800mm	GLOBAL	2,00	7.690,86	15.381,72
	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL				
11	CHARLAS DE CONCIENCIACIÓN	HORA	12	48,19	578,28
12	SEÑALIZACIÓN (CINTA REFLECTIVA)	ML	4000	0,16	640,00
13	ROTULOS AMBIENTALES (0.80 x 0.50 m)	U	6	160,00	960,00
14	LETREROS INFORMATIVOS TEMPORALES	U	15	160,00	2.400,00
	TOTAL DEL PRESUPUESTO			**US $**	**1.286.282,32**

11. CRONOGRAMA

PROYECTO: TRABAJO DE TITULACION

UBICACIÓN: CAMINO VECINAL LA PALMA- LA PROSPERINA - SAN CRISTOBAL Y LA PROSPERINA- SAN PASCUAL

RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	TIEMPO DE EJECUCION (MESES)					
						1 MES	2 MES	3 MES	4 MES	5 MES	6 MES
1	NIVELACION Y REPLANTEO	M2	32400.00	0.36	11,664.00	5832.00 5832.00					
2	LIMPIEZA Y DESBROCE	M2	32400.00	0.81	26244.00	8748.00 8748.00	8748.00				
3	EXCAVACION A MAQUINA	M3	29591.83	2.89	85520.39	12217.20 12217.20	12217.20 12217.20	12217.20 12217.20	12217.20		
4	RELLENO COMPACTADO (MATERIAL EXCAVACION)	M3	11108.80	2.44	27105.47	6776.37	6776.37	6776.37	6776.37		
5	ACARREO DE MATERIAL 2 Km (DESALOJO)	M3	18483.03	0.68	12568.46	2513.69	2513.69	2513.69	2513.69 2513.69		
6	SUBRASANTE ESTABILIZADA (80% SUELO Y 20% CEMENTO)	M3	9720.00	20.80	202176.00		33696.00	33696.00 33696.00	33696.00 33696.00	33696.00	
7	TRANSPORTE, TENDIDA, HIDRATADA Y COMPACTADA DE CAPA SUB-BASE CLASE 3	M3	3240.00	136.07	440866.80			88173.36	0.00 88173.36	88173.36 88173.36	
8	TRANSPORTE, TENDIDA, HIDRATADA Y COMPACTADA DE CAPA BASE CLASE 1-A	M3	3240.00	98.23	318265.20				45466.46 45466.46	45466.46 45466.46	45466.46
14	DOBLE TRATAMIENTO SUPERFICIAL BITUMINOSO TIPO 2C	M2	32400.00	4.38	141912.00					28382.40 28382.40	28382.40 28382.40 28382.40
	ALCANTALILLADO PLUVIAL TUBERIA H. ARMADO Ø 1800mm	GLOBAL	2.00	7690.86	15381.72	7690.86 7690.86					
	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL										
15	CHARLAS DE CONCIENCIACIÓN	HORA	12.00	48.19	578.28		578.28				
16	SEÑALIZACIÓN (CINTA REFLECTIVA)	ML	4000.00	0.16	640.00						
17	ROTULOS AMBIENTALES (0.80 x 0.50 m)	U	6.00	160.00	960.00						960.00
18	LETREROS INFORMATIVOS TEMPORALES	U	15	160.00	2400.00						
				TOTAL	**1,286,282.32**						

INVERSION PARCIAL	78266.18	76746.74	189289.82	298901.62	357740.43	103191.26
INVERSION ACUMULADA	78266.18	155012.91	344302.73	643204.35	1000944.79	1104136.05
AVANCE PARCIAL %	7.09	6.95	17.14	27.07	32.40	9.35
AVANCE ACUMULADO %	7.09	14.04	31.18	58.25	90.65	100

12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ✓ En el suelo de subrasante, de acuerdo a los datos obtenidos de la granulometría, se tiene que más del 50% de las partículas de la muestra pasa la malla N° 200, el límite líquido también supera el rango del 50%, el índice plástico bordea un 13%, con lo que empleando carta de plasticidad de Casa Grande y el Sistema de Clasificación Unificada de Suelos (SUCS), tenemos que a lo largo del camino vecinal La Palma - La Prosperina - San Cristóbal, el suelo es un limo orgánico de alta plasticidad (MOH).

- ✓ Cuando se realice la compactación se debe mantener la relación entre el contenido de humedad y la densidad seca.

- ✓ Los resultados del ensayo de CBR varían entre el 1 al 5%, valores se encuentran debajo del límitemínimo permitido que es el 8%, lo cual da unasubrasante de características de regular a pobre.

- ✓ Se recomienda que al momento de diseñar la estructura del pavimento, se use algún tipo de estabilizador, sea cemento, cal o geosintéticos, debido a las características que presenta el suelo de la subrasante.

13. BIBLIOGRAFIA

MONGE ARANA, Manuel. Estudio y Diseño de la Pavimentación de la Coloniala Libertad Aldea la Comunidad Zona 10 de Mixco. Guatemala, Abril de 2004. Trabajo de grado (Ingeniero Civil). Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Civil.

LÓPEZ MENDOZA, Rubén y RODRÍGUEZ CEDEÑO, Kleber. Estudio y Diseño de Camino Vecinal Sarampión – Pechichal del Cantón Bolívar, Provincia de Manabí. Portoviejo, 4 de Mayo del 2011. Tesis de Grado (Ingeniero Civil). Universidad Técnica de Manabí. Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas. Carrera de Ingeniería Civil.

SOLEDISPA GOMEZ, Leandro. Estudio y diseño del camino vecinal, desde el recinto mero seco, hasta la cabecera parroquial Julcuy, del cantón Jipijapa con alternativas de refuerzo estructural de la vía. Provincia de Manabí – Ecuador, 2011. Tesis de grado (ingeniero civil). Universidad Estatal del sur de Manabí. Facultad Ciencias de la Construcción.

MINAYA GONZALEZ, Silene y ORDÓÑEZ HUAMAN, Abel.Manual de laboratorio ensayos para pavimentos volumen l. Lima, Diciembre del 2001. Universidad Nacional

de Ingeniería Manual de Laboratorio de Ensayos para Pavimentos. Facultad de Ingeniería Civil. Laboratorio No.2 de Mecánica de Suelos y Pavimento.

05[1].Sistemas-de-clasificacion-de-suelos.pdf-4shared.com

www.4shared.com/.../051 Sistemas-de-clasificación.

icc.ucv.cl/geotecnia/03_docencia/02…/manual…/granulometría.pdf

Formato de archivo: PDF/Adobe Acrobat.

Universidad Nacional de Ingeniería Facultad de Tecnología de la Construcción. Departamento de Construcción Laboratorio de Materiales y Suelos“Ing. Julio Padilla M.”

BERGER, Luis. Programa de Asistencia Técnica para Caminos Vecinales. Manual de Diseño de Caminos Vecinales.

14. ANEXOS

ANEXOS N 1: Fotografías de campo

Tomando muestras de la subrasante.

IN SITU

ANEXOS N 2: Fotografías de Ensayos de Suelo

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA (serie fina)

Triturando la muestra

Utilizando la tamizadora eléctrica

Muestra retenida y peso de la misma

ENSAYO DE LIMITE LÍQUIDO

Muestra que pasa en el Tamiz N 4

Mezclando la muestra en la capsula de porcelana, hasta que quede homogénea.

Colocando la muestra en el aparato Casa Grande.

Haciendo la ranura con el acanalador

Colocando las muestras en el horno

ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO

Colocando cierta cantidad de agua para amasar la muestra, en la placa de vidrio.

Formando los cilindros de 3 mm de diametro para luego llevarlos al horno.

ENSAYO PROCTOR

Materiales adecuados para el ensayo como: martillo, probeta, espátula, molde.

Tomamos muestra de 6000 gr tamizada

Mezclando una parte de la muestra tamizada de 600gr, incorporando 48 ml de agua

Colocamos una capa de material húmedo al molde dando 55 golpes de forma homogénea, este proceso se repite hasta llegar a la sexta capa.

Lugo terminado el proceso se coge muestra del centro del molde, colocandola en un recipiente o tara, pesada y ser llevada al horno