



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

TEMA:

CORRELACIÓN ENTRE D.C.P. (CONO DE PENETRACIÓN DINÁMICA) Y
C.B.R. (VALOR DE SOPORTE CALIFORNIA) APLICADO A SUELOS DE LA
PROVINCIA DE MANABÍ.

AUTORES:

MAYRA MONSERRATE ANCHUNDIA MOREIRA
RONALD FABRICIO JIMBO YEPEZ

DIRECTOR DE TESIS:

ING. JAVIER MOREIRA ROCA Msc.

2015

MANTA - ECUADOR

AGRADECIMIENTO

Agradecido con Dios por haberme brindado las fuerzas para que las cosas salgan bien, a pesar de las adversidades y obstáculos que se presentan en la vida diaria.

Agradezco a mis padres y hermanos quienes fueron el pilar fundamental para esforzarme día a día, porque gracias a su ejemplo han sabido enseñarme a valorar el esfuerzo que hicieron mis padres para poder educarnos.

Agradecido en especial con una mujer maravillosa como es mi madre Rita Germania Yépez quien con su esfuerzo y perseverancia me supo guiar en esta vida llena de dificultades por medio de sus consejos y sobre todo brindarme su infinito amor.

Agradecido con mi querida universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, quien me abrió las puertas para así poderme formar profesional, ética y moralmente.

Agradecido con el ing. Javier Moreira Roca, director y tutor de mi proyecto de investigación que con su sabiduría académica supo orientarme para que mi trabajo culmine satisfactoriamente.

Ronald Jimbo Yopez.

DEDICATORIA

Dedicado a Dios por haberme otorgado la salud, inteligencia y la humildad para poder entender la complejidad de mi carrera y poder conseguir este logro del cual me siento orgulloso.

Dedicado a los seres que amo con toda mi alma, como son mis padres Luis Ángel Jimbo Mendoza y Rita Germania Yopez Moncayo ustedes fueron mi inspiración para esforzarme a lo largo de mi carrera y su sacrificio tiene recompensa este logro es para ustedes por creer en mí y darme su apoyo incondicional.

A mis hermanos quienes fueron mi ejemplo a seguir por ser hombres perseverantes y luchadores en esta vida gracias a su esfuerzo hoy por hoy seremos futuros profesionales que nunca se nos olvide lo primordial como es la parte humana, por el hecho que somos preparados para servir a la sociedad.

A mis docentes los cuales me impartieron sus conocimientos y experiencias profesionales en el aula de clases para así poder tener las herramientas necesarias para poder defenderme en el ámbito profesional.

Ronald Jimbo Yépez.

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento va en primer lugar a Dios quien me dio la oportunidad de existir, fuerza de voluntad y salud, pero lo más importante a mi familia que me apoya siempre.

A mis padres Patricia Moreira y Segundo Anchundia quienes con su apoyo incondicional han sido y son mi motivación en este largo camino de preparación.

A mis profesores por los conocimientos compartidos y a mis compañeros por todas las experiencias y amistades realizadas.

A mi compañero Ronald Jimbo quien ha sido muy comprensible y solidario conmigo en el proceso de realización del proyecto presente.

Al Ing. Javier Moreira por ser parte de este proyecto e infundirnos el tema y la preparación del mismo con la paciencia y disponibilidad necesaria.

Mayra Anchundia Moreira.

DEDICATORIA

Con todo el cariño a mis padres Patricia Moreira y Segundo Anchundia quienes han hecho el esfuerzo necesario para ayudarme en la realización de este proyecto y quienes en mis años de estudios me han inculcado valores para alcanzar varias metas y principalmente este objetivo; a mis hermanos Leonardo y Yandri que me apoyan constantemente y me dan ese empujón de ser su ejemplo a seguir.

A Dios quien ha estado presente en todas mis experiencias positivas y negativas y que me llena de bendiciones cada día.

Mayra Anchundia Moreira.

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

Ing. Javier Moreira Roca Catedrático de la Facultad de Ingeniería - Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí en calidad de Director de Tesis.

CERTIFICO: Que los egresados de la Carrera de Ingeniería Civil; ANCHUNDIA MOREIRA MAYRA MONSERRATE Y JIMBO YEPEZ RONALD FABRICIO, han cumplido con el desarrollo de su Tesis Titulada "correlación entre D.C.P. (cono de penetración dinámica) y C.B.R. (valor de soporte california) aplicado a suelos de la provincia de Manabí".

La misma que ha sido desarrollada y concluida en su totalidad bajo mi dirección, habiendo cumplido con todos los requisitos y reglamentos para este efecto se requiere.

ING. JAVIER MOREIRA ROCA Msc.

DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

La responsabilidad de los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta tesis corresponden exclusivamente a los autores, y el patrimonio intelectual de la tesis de grado corresponderá a la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí.

Mayra Monserrate Anchundia Moreira

Ronald Fabricio Jimbo Yopez

RESUMEN

La investigación fue realizada con el fin de comprobar los resultados referenciales del DCP en la norma D6951-03 con datos alcanzados en laboratorio por medio de muestras recogidas en diferentes tramos de carreteras de la provincia de Manabí.

Se implementó un muestreo a nivel de Manabí debido a la variedad de suelos que presenta el mismo, para así poder realizarle los diferentes estudios necesarios para la obtención de datos que serán fundamentales a lo largo de esta investigación.

Se logró desarrollar una metodología para efectuar ensayos de DCP en laboratorio, empleando a varios tipos de suelos locales representativos para conformación de terraplenes. Las variables del estudio fueron los valores de CBR y del DCP; claro está incluyendo los ensayos necesarios previos a los mismos, para la producción de resultados requeridos.

Finalmente se ratificó la inconstancia que presenta el ensayo de CBR y la dificultad en el momento de interpretar sus resultados. Estos estudios han desembocado una serie de dudas hasta el punto de llegar a cuestionarse el grado de confiabilidad de este tipo de ensayo.

La finalidad de la investigación presente, fue mostrar la existencia de una correlación entre dos procedimientos utilizados en laboratorio como son el CBR (California Bearing Ratio) y DCP (Cono de Penetración Dinámica), mismos que son de mucha importancia al momento de evaluar la resistencia al Corte del suelo, valor fundamental en el diseño de carreteras.

ABSTRAC

The investigation was elaborated with the purpose of verifying the results reference the DCP of standard D6951-03 with data obtained in the laboratory through samples collected in different sections of highways in the province of Manabí.

It was implemented a sampling level Manabí due to the variety of soils presenting it, for thus make him the different studies necessary to obtain data that will be essential throughout this research.

It was possible to develop a methodology for testing of DCP in the laboratory, using different types of local soils representative for creation of embankments. The study variables are the values of CBR and the DCP; clearly including the needed tests before to obtain the results.

The inconstancy that presents the CBR test and the difficulty at the time of interpreting their results is finally ratified. These studies lead to a series of questions to the point of questioning the degree of reliability of this type of test.

These studies have led to a series of questions to the point of questioning the degree of reliability of this type of test. The purpose of the present research was to show the existence of a correlation between two procedures used in the laboratory such as the CBR (California Bearing Ratio) and DCP (Cone penetration dynamics), which are of great importance when evaluating the shear strength of the soil, fundamental value in highway design.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO	I
DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
DEDICATORIA	IV
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS	V
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	VI
RESUMEN	VII
ABSTRAC	VIII
INTRODUCCIÓN	1
Antecedentes del problema	2
Diseño científico.	3
•Problema científico.....	3
Objeto de la investigación.	3
Campo de la investigación	3
Objetivo general de la investigación	4
Objetivos específicos.....	4
Hipótesis	4
Variables	5
•Variables Independientes.....	5
•Variable Dependiente.....	5
Métodos, técnicas y procedimientos.	5
•Metodología de investigación.....	5
•Métodos.....	6
Técnica.	6
•Técnica de Laboratorio.....	6
CAPÍTULO I	7
1. ESTUDIO DEL SUELO, CLASIFICACIÓN, PROPIEDADES ÍNDICE, C.B.R. Y D.C.P.	7
1.2. Suelos.....	7
1.2.1. Definición.....	7
1.3. Características.....	7

1.3.1. Tamaño de las partículas del suelo.....	7
1.3.2 Formación.....	8
1.3.3 Estructura	9
1.4 Propiedades Índice	11
1.4.1. Contenido de Humedad	11
1.4.2. Límites de Atterberg.....	11
1.4.2.1. Límite Líquido	12
1.4.2.2. Límite Plástico.....	12
1.4.2.3. Índice Plástico.....	13
1.4.3. Granulometría.....	13
1.5. Clasificación.....	14
1.5.1. Sistema de clasificación AASHTO	15
1.5.2. Sistema de clasificación S.U.C.S.	19
1.6. Proctor modificado (Densidad seca máxima – humedad óptima).....	22
1.6.1. Resumen del ensayo de compactación	23
1.6.2. Energía de compactación	24
1.7. Suelos de sub - rasante	24
1.7.1. Caracterización de la sub-rasante	26
1.7.1.1. Caracterización física.....	26
1.7.1.2. Capacidad de soporte.....	26
1.7.2. Categorías de la sub-rasante.....	26
1.8. Valor de Soporte California(C.B.R.).....	27
1.8.1 Descripción del ensayo del C.B.R.....	28
1.8.2. Aplicación del ensayo del C.B.R.....	28
1.9. Cono de Penetración Dinámica (D.C.P.)	29
1.9.1 Descripción del cono de penetración dinámica.....	30
1.9.2. Características físicas y uso del instrumento	30
1.9.3. Descripción de la prueba del DCP	32
1.9.3.1. Operación del aparato.....	32
1.9.3.2. Toma de lecturas	32
1.9.3.2.1. Profundidades de lectura en el suelo	32
1.9.3.2.2. Frecuencias de las lecturas.....	33
1.9.3.3. Extracción del Aparato, cuidados y su respectivo mantenimiento	33
1.9.3.4. Análisis de datos.....	34
1.9.3.4.1. Curva D.C.P.....	34

1.9.3.4.2. Número o Índice D.C.P.	35
1.9.4. Correlación	35
1.9.4.1. Correlaciones existentes para el D.C.P.....	36
CAPÍTULO II	38
2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN, PROCESOS Y RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NECESARIOS.	38
2.1. Selección de los puntos de estudio.....	38
2.2. Obtención de muestra de suelo	39
2.2.1. Muestras inalteradas.....	40
2.2.1.1. Equipo.....	40
2.2.1.2. Procedimiento	40
2.2.1.2.1. Pozo a cielo abierto	40
2.3. Ensayos en laboratorio	41
2.3.1. Contenido de Humedad (NORMA AASHTO T 265).....	41
2.3.1.1. Equipos y materiales.....	41
2.3.1.2. Procedimiento	42
2.3.2. Límites de Atterberg.....	42
2.3.2.1. Limite líquido (NORMA AASHTO T 89)	42
2.3.2.1.1. Equipo y materiales	43
2.3.2.1.2. Procedimiento	43
2.3.2.2. Limite plástico (NORMA AASHTO T- 90)	44
2.3.2.2.1. Equipo y materiales	44
2.3.2.2.2. Procedimiento	45
2.3.2.2.3. Resultados del ensayo.....	45
2.3.3. Análisis granulométrico (NORMA AASHTO T 88)	46
2.3.3.1. Equipo y materiales	47
2.3.3.2. Procedimiento	48
2.3.3.3. Resultados del ensayo.....	48
2.3.3. Proctor estándar - Densidad máxima y humedad óptima - (NORMA AASHOT 180).....	49
2.3.3.1. Descripción	49
2.3.3.2. Equipo y materiales	49
2.3.3.3. Procedimiento	49
2.3.3.4. Resultados del ensayo.....	52

2.3.4. Relación de soporte del suelo en el laboratorio C.B.R. (Norma AASHTO T 193).....	53
2.3.4.1. Descripción	53
2.3.4.2. Equipo y materiales	53
2.3.4.3. Procedimiento	54
2.3.4.3.1. Determinación de la densidad seca máxima y húmeda óptima para el ensayo C.B.R.	54
2.3.4.3.2. Preparación de la muestra para el ensayo C.B.R. de laboratorio.	55
2.3.4.3.3. Método de sumergir la muestra y medir los cambios volumétricos.....	56
2.3.4.3.4. Ensayo de penetración de C.B.R.	59
2.3.4.3.5. Resultado del ensayo	60
2.3.5. Ensayo estándar para el uso del Penetrómetro Dinámico de Cono D.C.P. (NORMA ASTM D6957-03).....	61
2.3.5.1. Equipo y materiales	61
2.3.5.2. Procedimiento	62
2.3.5.3. Resultado del ensayo	65
2.4. Criterios para la determinación de correlaciones entre el C.B.R. y D.C.P.	66
a.Criterio de resistencia al corte por punzonamiento en C.B.R.	66
b.Criterio de resistencia al punzonamiento libre de D.C.P.	67
CAPÍTULO III	68
3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS ALCANZADOS MEDIANTE LA APLICACIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO.....	68
3.1. Resultados.....	68
•Contenido de Humedad.	69
•Granulometría.	70
•Límites de Atterberg.	72
•Proctor Modificado.	75
•Valor Soporte de California.	77
•Cono de Penetración Dinámico.....	81
3.2. Correlaciones.....	83
3.3. Conclusiones	89
3.4. Recomendaciones	90
BIBLIOGRAFÍA.....	91

ANEXOS.....	93
-------------	----

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO I	7
Tabla 1.1 Criterios de Organizaciones respecto a los tamaños de suelos.....	8
Tabla. 1.2. Clasificación de Suelos. Sistema de clasificación S.U.C.S.....	21
Tabla 1.3. Especificaciones del ensayo Proctor Modificado	23
Tabla. 1.4. Categorías de Sub – rasante según el valor de Cbr.....	26
Tabla.1.5. Relaciones de Esfuerzo-Penetración para la muestra patrón (CBR)	27
Tabla.1.6. Clasificación de los suelos de acuerdo al valor de CBR.....	29
Tabla.1.7. Clasificación de la sub-rasante de acuerdo al valor de CBR.	29
Tabla 1.8. Correlación tabular entre el CBR y el índice DCP.....	36
Tabla.1.9. Correlaciones existentes para el D.C.P.....	37
CAPÍTULO II	38
Tabla.2.10. Ubicación con coordenadas de los distintos puntos de recolección de muestras de suelos.....	39
Tabla 2.11 Resultados de los ensayos de Límite de Atterberg	46
Tabla. 2.12. Resultados de ensayos de Humedad Natural y de Granulometría.....	48
Tabla. 2.13. Resultados de ensayos de Proctor Modificado	52
Tabla 2.14 Resultados de ensayos de C.B.R.	61
Tabla 2.15 Resultados de aplicación del ensayo utilizando el Cono de Penetración Dinámica (D.C.P.).....	66
CAPÍTULO III	68
Tabla 3.16 Resultados del ensayo de Contenido de Humedad.	69
Tabla 3.17 Resultados de los ensayos de Granulometría	71
Tabla 3.18 Resultados de los ensayos de Límites de Atterberg	73
Tabla 3.19 Resultados de la Clasificación de suelos	74
Tabla 3.20 Resultados de los ensayos de Proctor Modificado	76
Tabla 3.21 Resultados de los ensayos del C.B.R.....	80
Tabla 3.22 Resumen de los ensayos utilizando el DCP.	82
Tabla 3.23 Correlaciones existentes para el DCP mediante la aplicación de diferentes ecuaciones.....	84

Tabla. 3.24. Correlaciones con más reciprocidad.....	86
--	----

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I	7
Figura.1.1 Estructura del Suelo	10
Figura.1.2 Límites de Atterberg	12
Figura.1.3 Curva Granulométrica de un suelo	14
Figura 1.4 Gráfico de plasticidades de la A.A.S.H.T.O.....	18
Figura.1.5. Interpretación de la curva granulométrica.....	20
Figura.1.6. Carta de Casagrande	22
Figura.1.7. Esquema del Instrumento (D.C.P.)	31
Figura.1.8. Curva D.C.P.....	34
CAPÍTULO II	38
Figura 2.9. Localización geográfica de los puntos de estudio.....	39
Figura 2.10. Equipo para obtener muestras inalteradas	40
Figura 2.11. Proceso de la excavación del pozo a cielo abierto y la obtención de la muestra alterada.	41
Figura.2.12. Secciones del aparato de Límite líquido	43
Figura 2.13. Separación del material vía húmeda.	47
Figura. 2.14. Tamices necesarios para el ensayo.	47
Figura 2.15. Preparación de la muestra.	50
Figura 2.16. División de la muestra de suelo	50
Figura 2.17. Dimensión y peso del molde	50
Figura 2.18. Caída libre del martillo de 8Kg.....	51
Figura 2.19. Alisado y enrazado de la parte superficial del molde.....	51
Figura 2.20. Peso del molde más muestra de suelo	52
Figura 2.21. Equipo necesario para el ensayo C.B.R.	52
Figura 2.22. Peso del molde sin collarín.....	55
Figura 2.23. Colocación de agua, para el ensayo de proctor modificado	56
Figura 2.24. Colocación de sobrecargas	57
Figura 2.25 Colocación del dial para la toma de lecturas antes de remojar las probetas.....	57

Figura 2.26. Sumersión de las los moldes	58
Figura 2.27. Lectura y registro del hinchamiento que ha sufrido la muestra .	58
Figura 2.28. Encerado de agujas de los diales medidores y del anillo dinamómetro.....	59
Figura 2.29. Anotación de lecturas de carga indicadas en dinamómetro.....	60
Figura 2.30. Toma de muestra en la zona próxima a la penetración	60
Figura 2.31. Verificación y ajuste del equipo DCP	62
Figura 2.32. Operación básica del equipo DCP	63
Figura 2.33. Aplicación del DCP a muestra saturada	65
CAPÍTULO III	68
Figura 3.34 Hoja de Cálculo para el ensayo de Contenido de Humedad.	69
Figura 3.35 Hoja de Cálculo para el ensayo de Granulometría.	70
Figura 3.36 Hoja de cálculo para el ensayo de Límites de Atterberg.....	702
Figura 3.37 Hoja de Cálculo para ensayo de Proctor Modificado.	75
Figura 3.38a. Hoja de Cálculo para el ensayo de C.B.R.....	77
Figura 3.38b. Hoja de Cálculo para el ensayo de C.B.R., lecturas de dial....	78
Figura 3.38c. Hoja de Cálculo para el ensayo de C.B.R., curvas resultantes.	79
Figura 3.39 Hoja de Cálculo para el ensayo de D.C.P.....	81
Figura 3.40. Representación gráfica de resultados obtenidos; C.B.R., Correlaciones para determinar C.B.R. con D.C.P.....	85
Figura 3.41. Representación gráfica de resultados de Correlación entre el C.B.R y D.C.P.....	87
Figura 3.42. Representación gráfica de resultados de Correlación entre el C.B.R y D.C.P vs La Densidad Máxima Seca.....	88

INTRODUCCIÓN

Actualmente Manabí es una de las provincias más importantes del país, esto conlleva a un acelerado crecimiento económico y poblacional, que se ve reflejado no solo en las áreas urbanas sino también en las rurales, por ello es de vital importancia establecer parámetros que permitan facilitar el diseño vial en dichas zonas; el presente trabajo de investigación pretende demostrar la existencia de correlación entre dos procedimientos que son CBR (California Bearing Ratio) y DCP (Cono de Penetración Dinámica), los cuales nos permiten encontrar la resistencia al Corte del suelo, valor fundamental en el diseño de carreteras.

El ensayo CBR (California Bearing Ratio) suele emplearse para la caracterización mecánica de los suelos, puede ser realizado in situ o en laboratorio, pero frecuentemente éstos son trabajos complejos y costosos. Es posiblemente, el ensayo más utilizado en todo el mundo para estimar la capacidad de soporte de una explanada, el CBR de laboratorio es un método indirecto, ensaya la muestra en condiciones desfavorables, que en muchos casos no logra representar con absoluta fidelidad las condiciones reales de trabajo del suelo, lo cual despierta el interés en utilizar equipos sencillos y confiables para la evaluación del suelo.

El penetrómetro dinámico de cono (DCP) es una herramienta muy utilizada en la actualidad para ejecutar evaluaciones in situ. El DCP proporciona información valiosa que puede ser utilizada como complemento de los métodos de control de compactación tradicionales, disminuyendo el tiempo empleado en el control constructivo en las obras de compactación de suelos.

Si bien es cierto que existe correlaciones certificadas por entidades internacionales, se ha creído conveniente estudiar dicha correlación entre el CBR y el ensayo de Cono de Penetración Dinámica (DCP), ambos en laboratorio; con el fin de corroborar dichos resultados con suelos locales de tal manera que sea una fuente confiable que permita ser adaptada para el diseño de pavimentos, de manera técnico y además que garantice las condiciones de comodidad, economía y seguridad.

Antecedentes del problema

El Ensayo CBR (Valor de Soporte California) fue inventado por la División de Carreteras de California en 1929 y nos permite determinar la Resistencia al Corte de un suelo bajo condiciones de Humedad y Densidad controladas.

El DCP fue desarrollado en Sudáfrica en 1956 por Scala; estudios realizados en campo por Livneh e Ishali (1987) y Kleyn (1975) han sido básicos para la evaluación de pavimentos. Posteriormente se ha difundido su uso en Inglaterra, Australia, Canadá, Nueva Zelanda y Estados Unidos.

Este instrumento es utilizado esencialmente para evaluar la resistencia de suelos tanto no disturbados como compactados y estimar un valor de CBR en campo. A diferencia de este último, el DCP presenta ventajas como su simplicidad y economía de uso. Implícitamente, el DCP estima la capacidad estructural de las diferentes capas que conforman a un pavimento, detecta simultáneamente el grado de heterogeneidad que puede encontrarse en una sección y la uniformidad de compactación del material, de una manera rápida, continua y bastante precisa.

Diseño científico.

- **Problema científico.**

El ensayo CBR es considerado como un proceso complejo que requiere aproximadamente 15 días, para determinar la Resistencia al Corte de un suelo.

Como respuesta a estas dificultades surgen diferentes dispositivos como el DCP (Cono de Penetración Dinámica) que facilitan y proporcionan mayor practicidad a los ensayos convencionales. El DCP es una herramienta útil, multifuncional, su uso trae una gama de beneficios. Sin embargo, es necesaria una buena interpretación para determinar parámetros de diseño finales más confiables, optimizando tiempo, dinero, recursos humanos y mecánicos.

Objeto de la investigación.

Ensayos de CBR y DCP.

Campo de la investigación.

Mecánica de Suelos, aplicada a las obras viales.

Objetivo general de la investigación.

Estudiar y Analizar las correlaciones más relevantes para los resultados obtenidos con el ensayo de Cono de Penetración Dinámica (D.C.P.) y Valor de Soporte California (C.B.R.) aplicados en laboratorio.

Objetivos específicos.

- Mejorar el conocimiento de las propiedades índice – mecánicas de los suelos a través de la investigación de laboratorio.
- Desarrollar una fuente de información referente a estudios de correlación entre CBR de campo y/o laboratorio y el ensayo de Penetración Dinámica de Cono (DCP) para suelos en subrasante.
- Estudiar los ensayos Cono de penetración dinámica y CBR. Ensayar, analizar e interpretar sus resultados.
- Conocer una metodología no muy difundida cuyo procedimiento es requerido para la correcta implementación de estos ensayos dentro de una obra donde se solicite conocer el soporte del suelo.

Hipótesis.

Al demostrar Reciprocidad (concordancia) entre ensayos DCP (Cono de penetración dinámico) y CBR (Valor de Soporte California), esto repercutirá en un ahorro de tiempo y costo para la determinación de la resistencia a corte de los suelos.

Variables

- **Variables Independientes.**

Reciprocidad (concordancia) entre ensayos:

- DCP (Cono de penetración dinámico).
- CBR (Valor de Soporte California).

- **Variable Dependiente.**

Ahorro de tiempo y costo para la determinación de la resistencia a corte del suelo en áreas de la Provincia de Manabí.

Métodos, técnicas y procedimientos.

- **Metodología de investigación**

La metodología empleada se sub-dividió en cuatro etapas:

1. Selección de muestras de suelos de diferentes características.
2. La elaboración de ensayos generales para la determinación de las propiedades físicas de los suelos (caracterización, determinación de la humedad óptima, determinación de la densidad seca máxima, etc.).
3. La elaboración de ensayos específicos del estudio (determinación de valores CBR y DCP en laboratorio).
4. El proceso de resultados y análisis estadístico.

- **Métodos**

El método experimental: dentro de los métodos empíricos resulta el más complejo y eficaz; este surge como resultado del desarrollo de la técnica y del conocimiento humano, como consecuencia del esfuerzo que realiza el hombre por penetrar en lo desconocido a través de su actividad transformadora.

El experimento es el método empírico de estudio de un objeto, en el cual el investigador crea las condiciones necesarias o adecua las existentes, para el esclarecimiento de las propiedades y relaciones del objeto, que son de utilidad en la investigación.

Método lógico deductivo: en él se aplican los principios descubiertos a casos particulares, a partir de un enlace de juicios. Consiste en encontrar principios desconocidos, a partir de los conocidos. Una ley o principio puede reducirse a otra más general que la incluya. Si un cuerpo cae decimos que pesa porque es un caso particular de la gravitación. También sirve para descubrir consecuencias desconocidas, de principios conocidos.

Método hipotético-deductivo: consiste en proponer una hipótesis como consecuencia de sus inferencias del conjunto de datos empíricos o de principios y leyes más generales. En el primer caso arriba a la hipótesis mediante procedimientos inductivos y en segundo caso mediante procedimientos deductivos. Es la vía primera de inferencias lógicas deductivos para arribar a conclusiones particulares a partir de la hipótesis y que después se puedan comprobar experimentalmente.

Técnica.

- **Técnica de Laboratorio**

La técnica de laboratorio permite la observación en contacto directo con el objeto de estudio, y el acopio de testimonios que permitan confrontar la teoría con la práctica en la búsqueda de la verdad objetiva.

CAPÍTULO I

1. ESTUDIO DEL SUELO, CLASIFICACIÓN, PROPIEDADES Y ÍNDICE, C.B.R. Y D.C.P.

1.2. Suelos

1.2.1. Definición

Es la capa más ligera de la corteza terrestre, es producto de la descomposición de las rocas por los cambios bruscos de temperatura y por la acción del agua, del viento y de los seres vivos. El proceso mediante el cual los fragmentos de roca se hacen cada vez más pequeños, se disuelven o van a formar nuevos compuestos, se conoce con el nombre de meteorización (Reyes, 2010).

Es un material superficial natural, que sostiene la vida vegetal. Cada suelo posee ciertas propiedades que son determinadas por el clima y los organismos vivientes que operan por períodos de tiempo sobre los materiales de la tierra y sobre el paisaje de relieve variable. En razón de que todos estos factores, se combinan de varias maneras sobre todas las áreas del globo, el número posible de tipos de suelo es casi ilimitado (Consejo Provincial Agrario, 2005).

Sin embargo, es posible realizar ciertas generalizaciones válidas acerca de los suelos. ... El afloramiento natural o artificial de un suelo revela una serie de zonas diferentes entre sí. Cada una de estas zonas constituye un horizonte o perfil del suelo (Consejo Provincial Agrario, 2005).

1.3. Características

1.3.1. Tamaño de las partículas del suelo

Las partículas del suelo se clasifican por tamaño. El tamaño de las partículas del suelo le da textura al mismo y determina la cantidad de aire y humedad que tiene. Los diferentes tamaños de las partículas también pueden contener diferentes cantidades de nutrientes en el suelo. La capacidad de las diferentes texturas del suelo para absorber y drenar el agua también está determinada por el tamaño de las mismas (Gagnon, 1999).

Ante tal diversidad y con el objetivo de racionalizar el conocimiento para describir los suelos por el tamaño de sus partículas en la tabla siguiente se exponen los criterios de organizaciones que han desarrollado rangos de tamaño de suelos (Gagnon, 1999).

Tabla 1.1 Criterios de Organizaciones respecto a los tamaños de suelos.

Organización	Tamaño del grano (mm)			
	Grava	Arena	Limo	Arcilla
M.I.T. (Massachusetts Institute of Technology)	>2	2 - 0.06	0.06 - 0.02	< 0.002
U.S.D.A. (U.S. Department of Agriculture)	>2	2 - 0.05	0.05 - 0.02	< 0.002
AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials)	76.2 - 2	2 - 0.075	0.075 - 0.002	< 0.002
Unified Soil Classification System (U.S. Army Corps of Engineers; U.S. Bureau of Reclamation; American Society for Testing and Materials)	76.2 - 4.75	4.75 - 0.075	Finos < 0.075	

Fuente: (Gagnon, 1999)

1.3.2 Formación

El suelo es resultado de la interacción de cinco factores: El material parental, el relieve, el tiempo, el clima, y los seres vivos. Los tres primeros factores desempeñan un rol pasivo, mientras que el clima y los seres vivos participan activamente en la formación del suelo (Collazo, Padilla, Rondon, Contreras, & Ortega, 2012).

- El material parental también roca madre, es el sustrato a partir del cual se desarrolla el suelo; de éste se deriva directamente la fracción mineral del suelo y ejerce una fuerte influencia sobre todo en la textura del suelo (Collazo, Padilla, Rondon, Contreras, & Ortega, 2012).
- El clima interviene en la formación del suelo mediante la temperatura y la precipitación, los que determinan la velocidad de descomposición de los minerales y la redistribución de los elementos (Collazo, Padilla, Rondon, Contreras, & Ortega, 2012).
- Los seres vivos (plantas, animales, bacterias y hongos) son el origen de la materia orgánica del suelo, y facilitan su mezcla con la materia mineral. El relieve afecta a la cantidad de agua que penetra en el suelo y a la cantidad de material que es arrastrado, sea por el agua o el viento (Collazo, Padilla, Rondon, Contreras, & Ortega, 2012).
- El tiempo es necesario para un completo desarrollo del suelo. El tiempo de formación de un pequeño volumen de suelo es muy largo (1 cm³ de suelo puede tardar entre 100 y 1000 años en formarse) pero su destrucción es muy rápida (Collazo, Padilla, Rondon, Contreras, & Ortega, 2012).

1.3.3 Estructura

Las partículas sólidas del suelo se unen entre sí de diversas formas, generando unidades de mayor tamaño llamados agregados, unidades estructurales o peds. El arreglo que se produce con estos sólidos se denomina estructura del suelo (Jaramillo, 2007).

Las partículas irregulares de aristas y vértices agudos dan lugar a una estructura en bloques con forma de nuez. Si las partículas son más o menos esféricas, la estructura es granular. Algunos suelos tienen estructura prismática o en columnas, formada por prismas o columnas verticales de tamaño comprendido entre 0,5 y 10 centímetros. La estructura laminar consiste en trozos planos en posición horizontal. La estructura influye en la proporción de

agua que es absorbida por el suelo, en la susceptibilidad del suelo a la erosión y en la facilidad de cultivo (Gonzalez, 2012).

Una estructura simple se forma cuando las partículas sedimentan en forma independiente en una suspensión suelo-agua, en contraposición a la floculación que es la se realiza en suelos finos. Las partículas de tamaño mayor a 0.01mm sedimentan automáticamente ya que este tamaño es lo suficientemente grande para que las fuerzas gravitacionales prevalezcan sobre la superficie (Angamarca, 2013).

El arreglo óptimo de un material bien gradado sería el ideal y deseable para materiales de construcción ya que este es aplicable en problemas de ingeniería como son por ejemplo en rellenos de vías y capas de pavimento. Un material mal gradado presentaría un mayor espacio de vacíos lo cual no es favorable (Angamarca, 2013).

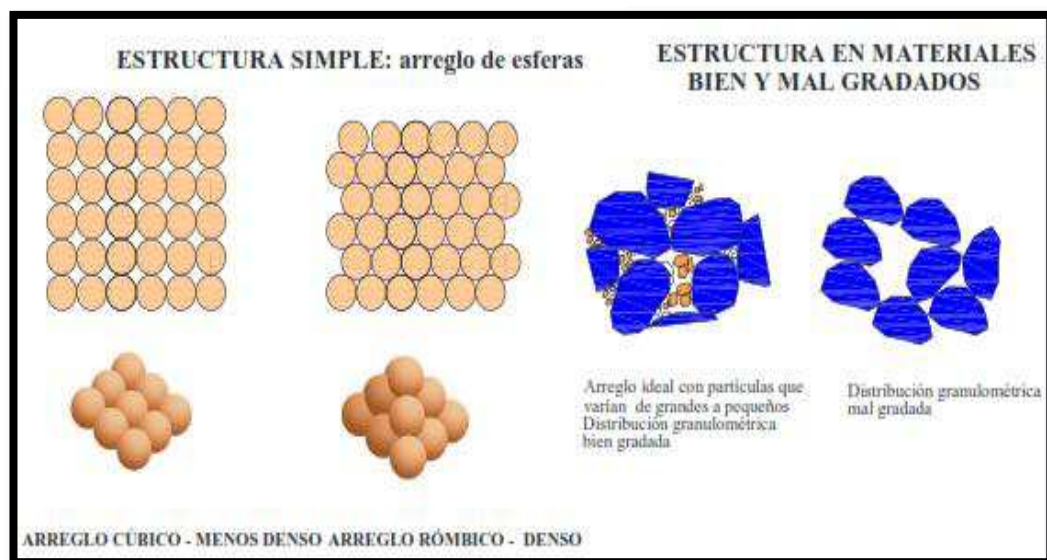


Figura.1.1 Estructura del Suelo
Fuente: (Angamarca, 2013)

1.4 Propiedades Índice

1.4.1. Contenido de Humedad

El contenido de humedad de un suelo se define como la relación expresada en porcentaje, entre la masa de agua que llena los poros en una proporción de suelo, y la masa de las partículas sólidas del mismo (Lacera, 2006).

Para muchos tipos de suelos, el contenido de humedad es una de las propiedades índices más significativas, pues esta se emplea para establecer una correlación entre el comportamiento de dicho suelo y otras propiedades índices (Lacera, 2006).

1.4.2. Límites de Atterberg

Un suelo según el contenido de humedad puede comportarse como líquido, plástico o sólido (Lacera, 2006).

Los límites de Atterberg son de gran importancia para la clasificación de los suelos; son los puntos de transición de un estado a otro. La posición del suelo en la carta de plasticidad da importantes datos relacionados con las características de plasticidad, permeabilidad, tenacidad y resistencia (Lacera, 2006).

La distinción entre suelos orgánicos e inorgánicos puede hacerse realizando dos pruebas para el límite líquido sobre el mismo material, una empezando con suelo secado al aire libre y la otra secada en el horno. Si el límite de la muestra secada en el horno es menor que 0.7 veces el de la muestra secada al aire, el suelo se puede clasificar como orgánico (Lacera, 2006).

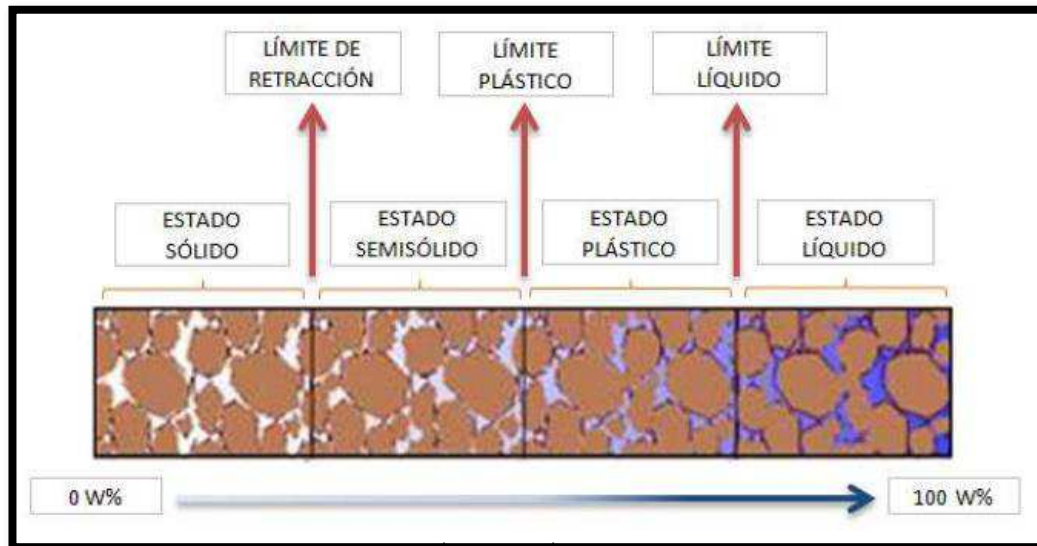


Figura.1.2 Límites de Atterberg
Fuente: (Guerrón & Tacuri, 2013)

1.4.2.1. Límite Líquido

Las partículas de suelo persisten en suspensión; punto en que el material pasa del estado semilíquido al estado plástico. Los suelos de límite líquido alto son constantemente de grano fino y contienen minerales que absorben agua como los minerales arcillosos (Beskid & Martínez, 2006).

1.4.2.2. Límite Plástico

El suelo se puede moldear y deformar sin exhibir propiedades elásticas, cambios de volumen o agrietamiento; punto en donde el material pasa del estado plástico al estado semisólido, hay ciertos tipos de suelos en los que no se logra determinar el límite plástico, por lo que se consideran suelos no plásticos (NP) (Beskid & Martínez, 2006).

1.4.2.3. Índice Plástico

Consiste en la diferencia numérica entre el límite líquido y el límite plástico, indica el margen de variación del contenido de humedad en el cual el suelo está en estado plástico semi-sólido (Espinel, 2011).

Los suelos que tienen índice de plasticidad alto son altamente comprensibles. Es evidente que el índice de plasticidad es una medida de la cohesión, índices de plasticidad tales como las arenas de baja cohesión, son suelos no plásticos (Guerrón & Tacuri, 2013).

1.4.3. Granulometría

El análisis granulométrico es la determinación del rango del tamaño de partículas presentes en un suelo, expresado como un porcentaje del peso (o masa) seco total (M., 2001).

La clasificación granulométrica de los suelos en general consiste en la separación en fracciones que presenten el mismo rango de tamaño de las partículas y usualmente están dadas en porcentajes con relación al peso total del material (Angamarca, 2013).

El tamiz es la herramienta fundamental para efectuar este ensayo; se trata de un instrumento compuesto por un marco rígido al que se hay sujeta una malla caracterizada por un espaciamiento uniforme entre hilos denominado abertura o luz de malla, a través del cual se hace pasar la muestra de suelo a analizar (Blázquez, Manual de Carreteras, 2007).

Se emplea una serie normalizada de tamices de malla cuadrada y abertura decreciente, a través de los cuales se hace pasar una determinada cantidad de suelo seco, quedando retenida en cada tamiz la parte de suelo cuyas partículas tengan un tamaño superior a la abertura de dicho tamiz (Blázquez, Manual de Carreteras, 2007).

Para determinar la fracción fina de suelo – limos y arcillas – no es posible efectuar el tamizado, por lo que se empleará el método de la sedimentación .. (Blázquez, Manual de Carreteras, 2007).

Una vez realizado el proceso de tamizado y sedimentación, se procede a tamizar las cantidades retenidas en cada uno de los tamices, construyéndose una gráfica semilogarítmica donde se representa el porcentaje en peso de muestra retenida (o el que pasa) por cada abertura de tamiz (Blázquez, Manual de Carreteras, 2007).

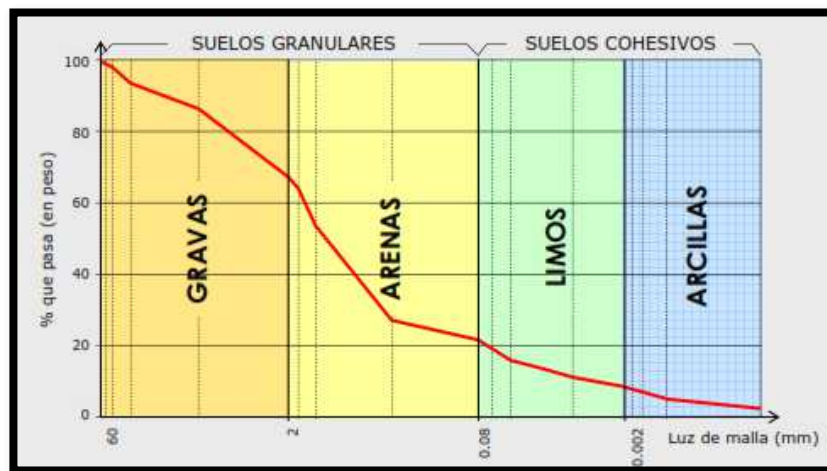


Figura.1.3 Curva Granulométrica de un suelo
Fuente: (Blázquez, Manual de Carreteras, 2007).

1.5. Clasificación

En la construcción de carreteras, la clasificación de los suelos y el conocimiento del mismo es un aspecto muy significativo ya que es, finalmente, el suelo el que soporta las cargas que han de ser designadas y de su calidad logran derivarse parámetros de diseño que son de gran importancia en el proyecto final (Angamarca, 2013).

El objetivo de la clasificación de suelos es de ordenar, formar y definir grupos en base a su granulometría, esto nos facilita la comparación de sus propiedades, mecánicas, químicas y físicas entre diferentes tipos de suelos. Quedando entonces como propiedades utilizables: la granulometría, para clasificar fundamentalmente la fracción gruesa de un suelo, y la plasticidad para clasificar la fracción fina. Se tiene adicionalmente el aporte específico que

proporciona el olor, como medio para identificar el contenido orgánico de un suelo, al realizar una descripción inicial del mismo (Angamarca, 2013).

Según (Angamarca, 2013) “Existen varios métodos para clasificar el suelo, sin embargo se emplean dos de manera estándar en la clasificación de suelos según su granulometría y son:

- Sistema de clasificación según A.A.S.H.T.O. (Asociación Americana de Funcionarios de Carreteras Estatales y Transporte). La cual se utiliza para vías.
- Sistema de clasificación según S.U.C.S. (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos). La misma que se emplea para cimentaciones.”

1.5.1. Sistema de clasificación A.A.S.H.T.O.

El sistema se aplica para clasificar suelos que van a ser utilizados en construcción de sub-rasantes de carreteras, caminos y pavimentos, donde los suelos de partículas gruesas se consideran entre excelentes y buenos mientras que los limo-arcillosos quedan entre medianos a malos. Cabe mencionar que éste sistema no se utiliza para la construcción de cimentaciones (Angamarca, 2013).

Inspirada en el modelo de Casagrande, considera siete grupos básicos de suelos, numerados desde el A-1 hasta el A-7. A su vez, algunos de estos grupos presentan subdivisiones; así, el A-1 y el A-7 tienen dos subgrupos y el A-2, cuatro (Blázquez, Manual de Carreteras, 2007).

- **Materiales granulares**

Según (Angamarca, 2013) “Suelos de partículas gruesas, que contienen hasta un 35% de finos:

A-1: con los subgrupos: (A-1-a y A-1-b) material bien gradado

A-2: con los subgrupos: (A-2-4, A-2-5, A-2-6 y A-2-7)

A-3: sin subgrupos. Material mal graduado”

- **Materiales limo - arcillosos**

Según (Angamarca, 2013) “Suelos de partículas finas, que contienen por encima de un 35% de finos:

A-4, A-5, A-6, y A-7, con un subgrupo para el A-7 en: A-7-5 y A-7-6”

Según (Cáceres, 2014) “Los ensayos necesarios para encuadrar un suelo dentro de un grupo u otro son el análisis granulométrico y los límites de Atterberg. Si se desea determinar su posición relativa dentro del grupo, es necesario introducir el concepto de índice de grupo (IG), expresado como un número entero con un valor comprendido entre 0 y 20 en función del porcentaje que pasa a través del tamiz #200 ASTM:

$$IG = (F - 35) (0.2 + 0.005 (LL - 40)) + 0,01 (F - 15) (IP - 10) \text{ (Ec. 1.1)}$$

F = Porcentaje que pasa por 0.08 mm, expresado en números enteros basado solamente en el material que pasa por 80mm.

LL = Límite Líquido.

IP = Índice de Plasticidad.

Si el resultado es negativo será igual a 0”.

El grupo de clasificación, incluyendo el índice de grupo, se usa para determinar la calidad relativa de suelos de terraplenes, material de sub-rasante, sub-bases y bases (Universida Catolica del Norte, SA).

Todos los valores límites son enteros, si alguno de los datos es decimal, se debe aproximar al entero más cercano (Universida Catolica del Norte, SA).

Según (Universida Catolica del Norte, SA) “El valor del índice de grupo debe ir siempre en paréntesis después del símbolo del grupo, como: A-2-6 (3); A-7-5 (17), entre otros

El método define:

- Grava: material que pasa por 80 mm y es retenido en tamiz de 2
- Arena gruesa: material comprendido entre 2mm y 0.5mm
- Arena fina: material comprendido entre 0,5mm y 0,08mm.
- Limo arcilla: material que pasa por tamiz 0,08mm”.

El término material granular se aplica a aquellos con 35% o menos bajo tamiz 0,08mm;.. limoso a los materiales finos que tienen un índice de plasticidad de 10 o menor; y arcilloso se aplica a los materiales finos que tienen índice de plasticidad 11 o mayor. Materiales limo arcilla contienen más del 35% bajo tamiz 0,08mm (Universida Catolica del Norte, SA).

Cuando se calcula índices de grupo de los subgrupos A-2-6 y A-2-7, use solamente el término del índice de plasticidad de la fórmula (Universida Catolica del Norte, SA).

Cuando el suelo es No Plástico (NP) o cuando el límite líquido no puede ser determinado, el índice de grupo se debe considerar (0) (Universida Catolica del Norte, SA).

Si un suelo es altamente orgánico (turba) puede ser clasificado como A-8 sólo con una inspección visual, sin considerar el porcentaje bajo 0,08 mm, límite líquido e índice de plasticidad. Generalmente es de color oscuro, fibroso y olor putrefacto (Universida Catolica del Norte, SA).

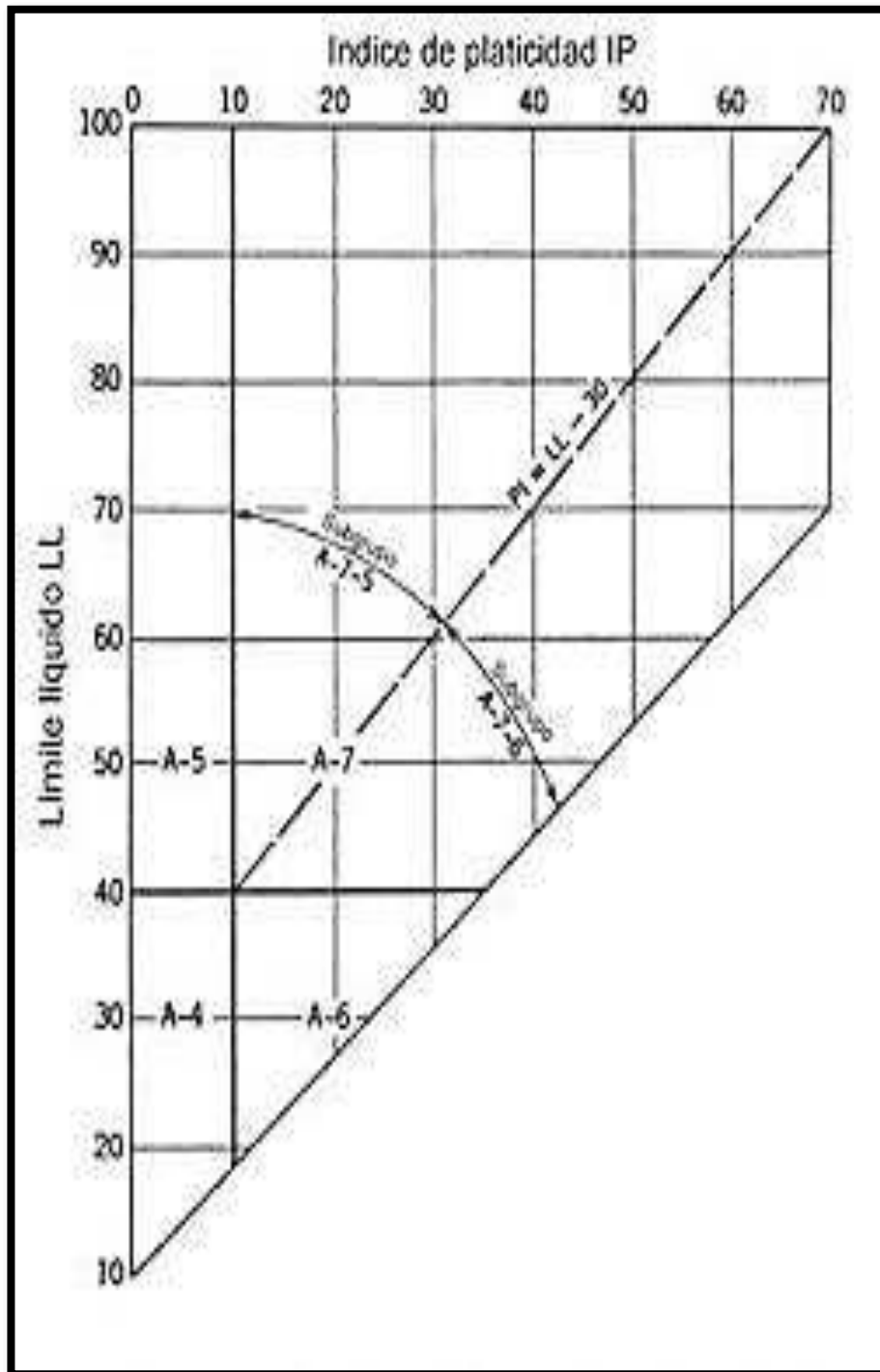


Figura 1.4 Gráfico de plasticidades de la A.A.S.H.T.O.

Fuente: (Hugo, 2010)

1.5.2. Sistema de clasificación S.U.C.S.

Arthur Casagrande ideó una clasificación de los suelos para carreteras y aeropuertos, la que posterior al ser modificada condujo al sistema unificado de clasificación de los suelos. Según este sistema, los suelos se dividen en tres grupos principales: de grano grueso, grano fino y altamente orgánicos (suelos - turbas) (Lacera, 2006).

Según (Blázquez, Manual de Carreteras, 2007):

- “Suelos de grano grueso (G y S): formados por gravas y arenas con menos del 50% de contenido en finos, empleando el tamiz 0.080 UNE (#200 ASTM)
- Suelos de grano fino (M y C): formados por suelos con al menos un 50% de contenido en limos y arcillas.
- Suelos orgánicos (O, Pt): constituidos fundamentalmente por materia orgánica. Son inservibles como terreno de cimentación”.

Sobre la curva granulométrica se han definido dos coeficientes que determinan la graduación de un suelo, por graduación se entiende la proporción en que entran los distintos tamaños de granos presentes en un suelo dado (Lacera, 2006).

- El coeficiente de Uniformidad (C_u):

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \quad (\text{Ec. 1.2})$$

Donde D_{60} es el diámetro de las partículas para la cual existe un 60% de partículas más finas que ellas; D_{10} es el diámetro correspondiente al 10% de las partículas con diámetro menor que el (D_{10}) (Lacera, 2006).

- El coeficiente de Curvatura (C_c):

$$C_u = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} * D_{10}} \quad (\text{Ec. 1.3})$$

Donde D_{30} , D_{60} , D_{10} tienen el mismo significado que en el caso anterior y se determinan sobre la curva granulométrica (Lacera, 2006).

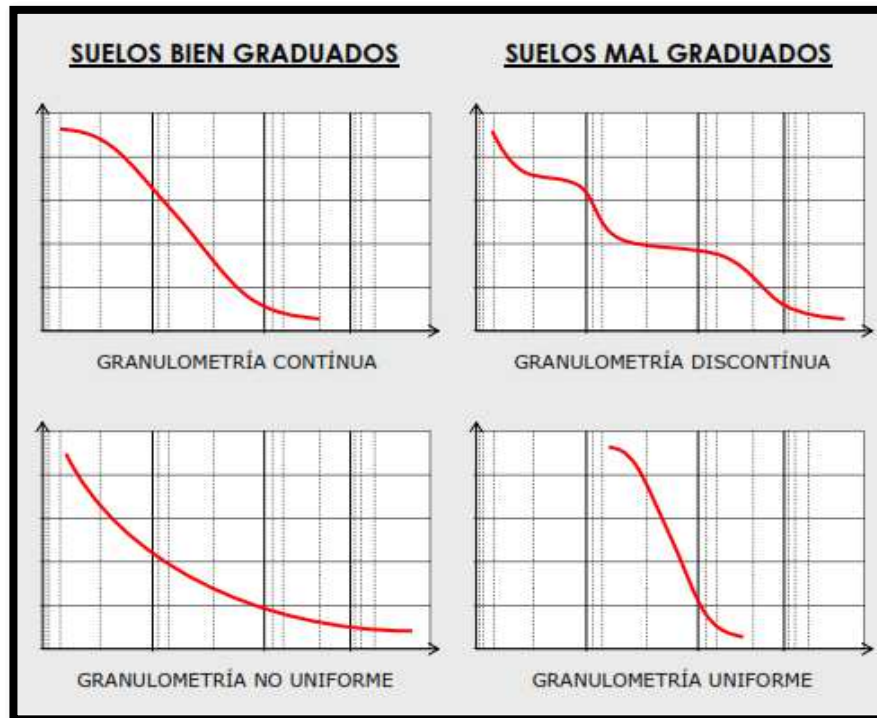


Figura.1.5. Interpretación de la curva granulométrica
Fuente: (Blázquez, Manual de Carreteras, 2007).

Los criterios para determinar si un suelo es bien o mal graduado, se obtiene una vez calculados C_u y C_c y se deben verificar simultáneamente; por ejemplo, para el caso de las arenas bien graduadas se debe cumplir que: ($C_u > 6$ y $1 < C_c < 3$); en el caso de ser una grava se deben de satisfacer simultáneamente: ($C_u > 6$ y $1 < C_c < 3$). Teniendo en cuenta los criterios de plasticidad y uniformidad, las clasificaciones serían las siguientes (Lacera, 2006):

Tabla. 1.2. Clasificación de Suelos. Sistema de clasificación S.U.C.S.

TIPOLOGÍAS DE SUELO			
SÍMBOLOS		CARACTERÍSTICAS GENERALES	
GW	GRAVAS (\geq 50% EN EL TAMIZ #4 ASTM)	LIMPIAS (FINOS \leq 5%)	Bien graduadas
GP		LIMPIAS (FINOS \geq 12%)	Pobremente graduadas
GM			Componente limoso
GC			Componente arcilloso
SW	ARENAS (\leq 50% EN EL TAMIZ #4 ASTM)	LIMPIAS (FINOS \leq 5%)	Bien graduadas
SP		LIMPIAS (FINOS \geq 12%)	Pobremente graduadas
SM			Componente arcilloso
SC			Componente arcilloso
ML	LIMOS	Baja plasticidad ($LL \leq 50$)	
MH		Alta plasticidad ($LL \geq 50$)	
CL	ARCILLAS	Baja plasticidad ($LL \leq 50$)	
CH		Alta plasticidad ($LL \geq 50$)	
OL	SUELO ORGANICO	Baja plasticidad ($LL \leq 50$)	
OH		Alta plasticidad ($LL \geq 50$)	
Pt	TURBA	Suelos altamente orgánicos	

Fuente: (Blázquez, Manual de Carreteras, 2007)

Asimismo dentro de la tipología expuesta pueden existir casos intermedios, empleándose una doble nomenclatura; como por ejemplo una grava bien graduada que contenga entre un 5 y un 12% de finos se clasificara como GW-GM (Blázquez, Manual de Carreteras, 2007).

Tras un estudio experimental de diferentes muestras de suelos de grano fino, Casagrande consigue ubicarlos en un diagrama que relaciona el límite líquido (LL) con el índice de plasticidad (IP). En este diagrama, conocido como la carta de Casagrande de los suelos cohesivos, destacan dos grandes líneas que actúan a modo de límites (Blázquez, Manual de Carreteras, 2007):

$$\text{Línea A: } IP - 0.73 * (LL - 20) \quad (\text{Ec. 1.4})$$

$$\text{Línea B: } LL - 50 \quad (\text{Ec. 1.5})$$

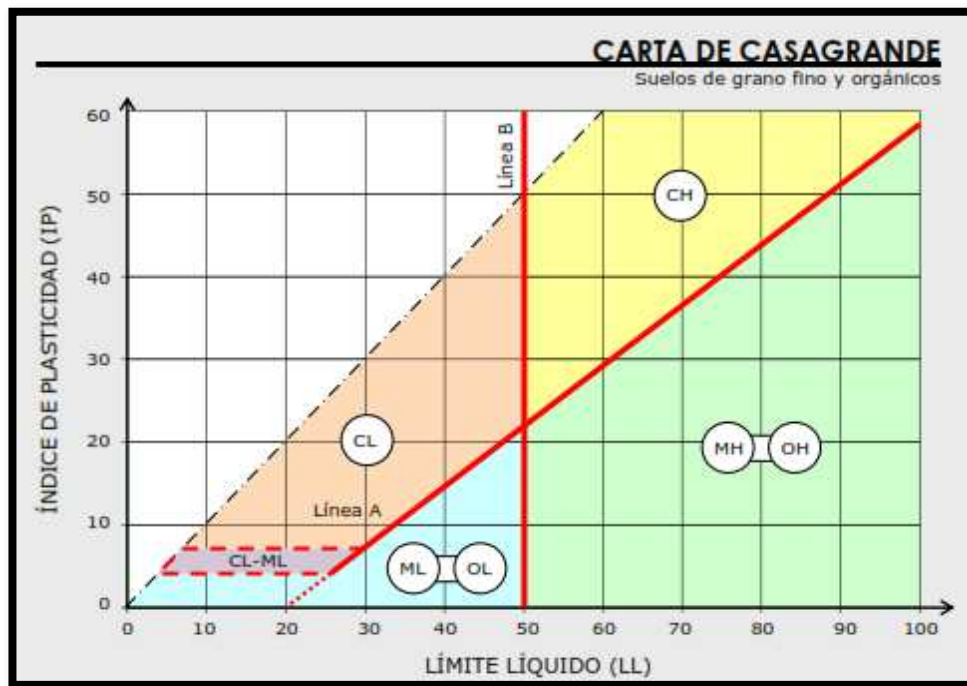


Figura.1.6. Carta de Casagrande
 Fuente: (Blázquez, Manual de Carreteras, 2007)

1.6. Proctor modificado (Densidad seca máxima – humedad óptima)

La compactación de suelos y materiales estabilizados es el proceso por el cual se obliga a las partículas a ponerse más en contacto unas con otra. Se realiza generalmente por medios mecánicos, produciéndose la expulsión del aire de los poros. La compactación se mide cuantitativamente por la densidad seca del suelo (peso de las partículas sólidas del suelo por unidad de volumen, [gr/cm³]; [Kg/dm³]). La humedad del suelo es el peso del agua que contiene, expresado con respecto al peso del suelo seco. La densidad seca se puede determinar entonces, a partir de determinar la densidad húmeda del suelo y su porcentaje de humedad (S.A, 2003).

$$Densidad\ seca = \frac{densidad\ húmeda}{1 + \% de\ humedad} \quad (Ec. 1.6)$$

1.6.1. Resumen del ensayo de compactación

El ensayo consiste en compactar en un molde de volumen conocido muestras de un mismo suelo, pero con distintas humedades y con la misma energía de compactación. Se registran las densidades secas y el contenido de humedad de cada molde (ideal 5 puntos), graficando los resultados, donde el punto más alto de la curva representa la D.M.S. y su proyección en la abscisa la humedad óptima (Angamarca, 2013).

Tabla 1.3. Especificaciones del ensayo Proctor Modificado

Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557, AASHTO T-180			
Concepto	Procedimiento A	Procedimiento B	Procedimiento C (Método empleado)
Molde	101.6mm (4in)	101.6mm (4in)	152.4 mm (6in)
Volumen del molde	944cm ³ (1/30ft ³)	944cm ³ (1/30ft ³)	2124cm ³ (0.075ft ³)
Peso del martillo	4.54kg (10lb)	4.54kg (10lb)	4.54kg (10lb)
Altura de caída del martillo	457.2mm (18in)	457.2mm (18in)	457.2mm (18in)
Número de golpes	25	25	56
Numero de capas	5	5	5
Energía de Compactación	2700kNm/m ³ (56000ft-lbf/ft ³)	2700kNm/m ³ (56000ft-lbf/ft ³)	2700kNm/m ³ (56000ft-lbf/ft ³)
Material a ser usado	Porción que pasa por el tamiz No.4. Se usa si 20% o menos por peso es retenido en el tamiz No.4	Porción que pasa por el tamiz 3/8. Se usa si el suelo retenido en el tamiz No.4 es más del 20% y 20% o menos por peso es retenido en el tamiz 3/8	Porción que pasa por el tamiz 3/4. Se usa si más de 20% por peso del material es retenido en el tamiz 3/8, y menos del 30% por peso es retenido en el tamiz 3/4

Fuente: (Das, a principios de 1967) como se citó en (Angamarca, 2013)

1.6.2. Energía de compactación

La energía de compactación es otro factor influyente y depende directamente del número de golpes por capa, número de capas, peso del martillo y altura de caída del martillo e inversamente del volumen del molde. Si esta energía aumenta, el peso unitario seco máximo también aumenta y la humedad óptima disminuye. Esto ocurre para todo suelo, pero hay que notar sin embargo, que el grado de compactación no es directamente proporcional a la energía de compactación (Angamarca, 2013).

Según (Angamarca, 2013) “Siguiendo las variables determinantes y obteniendo resultados favorables de compactación, un suelo rinde los siguientes beneficios:

- Aumenta la resistencia a corte y por consiguiente, mejora la estabilidad y capacidad de carga de pavimentos.
- Disminuye la compresibilidad y así reduce los asentamientos.
- Disminuye la relación de vacíos y por consiguiente, reduce la permeabilidad.
- Reduce el potencial de expansión, contracción o expansión por congelamiento”.

1.7. Suelos de sub - rasante

La sub-rasante es la capa superficial de terreno natural; para la construcción de carreteras se considera analizar una extracción de suelo hasta unos 0.45m de espesor, y para rehabilitación unos 0.20m (Angamarca, 2013).

La evaluación de una sub-rasante consiste en encontrar valores de las propiedades físicas mecánicas de los suelos que se sitúan a 0.60m por debajo de la superficie del terreno, cuyos resultados del laboratorio permitirá ser empleados como datos importante en estudio (Angamarca, 2013).

La subrasante debe compensar cortes y rellenos, pero en algunas ocasiones existen puntos obligados que son puntos inamovibles como comunidades, ríos, barrancos, etc., los cuales no permiten un diseño idóneo y que se deben tomar en cuenta los siguientes elementos: pendientes máximas, pendientes mínimas y el tipo de terreno para el movimiento de tierras (Cáceres, 2014).

De la eficacia de la sub-rasante depende en gran parte el espesor que debe tener una estructura vial, sea de pavimento flexible o rígido. Por eso es importante evaluar la capacidad de soporte o tenacidad a la deformación por esfuerzo cortante, bajo cargas que son transmitidas por el tránsito. Se debe tomar en cuenta la sensibilidad del suelo a factores de humedad como es el agua, porque pueden afectar el suelo en su resistencia como a las eventuales variaciones de volumen (Angamarca, 2013).

El cambio de volumen de un suelo expansivo provoca graves daños a la estructura del pavimento que se apoya sobre este, por esta razón al momento de construir la estructura vial se toma en cuenta controlar al máximo las variaciones volumétricas que sufre el mismo a causa de la humedad (Angamarca, 2013).

Las sub-rasantes inconsistentes, presentan inconvenientes relativos al momento de la colocación, mezclado y compactación de los materiales de mejoramiento, sub-base y base repercutiendo en la resistencia adecuada para soportar las cargas que esta recibirá al momento de su operación (Angamarca, 2013).

La respuesta estructural de un pavimento (esfuerzo, desplazamiento y agrietamiento) se considera que son influidas significativamente por la sub-rasante. Por eso puede atribuir una gran participación de las deflexiones en la superficie de un pavimento a la sub-rasante (Angamarca, 2013).

Las propiedades requeridas de la sub-rasante incluyen la resistencia, el drenaje, la estabilidad volumétrica, el buen manejo y conservación de la compactación (Angamarca, 2013).

1.7.1. Caracterización de la sub-rasante

1.7.1.1. Caracterización física

- Granulometría.
- Límites de Atterberg.

1.7.1.2. Capacidad de soporte

- El C.B.R.
- El valor de resistencia R.
- El valor de módulo de reacción de la sub-rasante K.
- Compresión triaxial.
- Penetrómetro dinámico.
- El modelado de elasticidad dinámico.

1.7.2. Categorías de la sub-rasante

Con los resultados de C.B.R. se utiliza para establecer una relación entre el comportamiento de los suelos principalmente utilizados como bases y sub – rasante bajo el pavimento de carreteras (Angamarca, 2013).

Tabla. 1.4. Categorías de Sub – rasante según el valor de Cbr.

Uso	Clasificación cualitativa del suelo	C.B.R. %
S0: Subrasante	Muy pobre	< 3
S1: Subrasante	pobre	3 - 5
S2: Subrasante	regular	6 - 10
S3: Subrasante	buena	11 - 19
S4: Subrasante	muy buena	> 20
Sub- base	buena	30 - 60
Base	buena	60 - 80
Base	excelente	80 - 100

Fuente: (Assis, 1997) como se citó en (Angamarca, 2013)

1.8. Valor de Soporte California (C.B.R.)

La relación de Soporte de California (California Bearing Ratio), conocida comúnmente como CBR, es una medida de la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad cuidadosamente controladas, que tiene aplicaciones principalmente en el diseño de pavimentos flexibles. Este ensayo se denomina simplemente como “Relación de soporte” y esta normado con el número D 1883-73 de la ASTM y con el numero INV E-148 (CBR de laboratorio) y como ASTM D 4429 y INV E-169 (CBR in situ) (Lacera, 2006).

El CBR se puntualiza como la fuerza requerida para que un pistón normalizado penetre a una profundidad determinada, expresada en porcentaje de fuerza necesaria para que el mismo ingrese a esa misma profundidad y con igual velocidad, en una probeta normalizada constituida por una muestra patrón de material triturado (Lacera, 2006).

Los valores de esfuerzo para las diferentes profundidades de penetración dentro de la muestra patrón, son indicados en la siguiente tabla (Lacera, 2006).

Tabla.1.5. Relaciones de Esfuerzo-Penetración para la muestra patrón (CBR)

Penetración (pulgadas)	Esfuerzo (lb/pulg.)
0.1	1000
0.2	1500
0.3	1900
0.4	2300
0.5	2600

Fuente: (Lacera, 2006)

El CBR de una muestra de suelo se determina generalmente para penetraciones del pistón dentro de él de 0.1 y 0.2 pulgadas, eligiéndose el mayor de los dos como el valor representativo (Lacera, 2006).

1.8.1 Descripción del ensayo del C.B.R.

Este procedimiento mide la carga necesaria para penetrar un pistón de dimensiones determinadas a una velocidad previamente fijada en una muestra compactada de suelo después de haberla sumergido en agua durante cuatro días a la saturación más desfavorable y luego de haber medido su hinchamiento (grupo intercom, S.a.).

La muestra se sumerge para poder proveer la hipotética situación de acumulación de humedad en el suelo después de la construcción. Por ello, después de haber compactado el suelo y de haberlo sumergido, se lo penetra con un pistón, mediante su resistencia con cuyos valores se genera una gráfica donde se representa la carga respecto la profundidad a la que ha penetrado el pistón dentro de la muestra (grupo intercom, S.a.).

La gráfica obtenida por lo general es una curva con el tramo inicial recto y el tramo final cóncavo hacia abajo; cuando el tramo inicial no es recto se le corrige (grupo intercom, S.a.).

Con la gráfica se observarán los valores de la carga que soportaba el suelo cuando el pistón se había hundido 2.5mm y 5mm y se expresa en porcentaje (%), tomando como índice CBR el mayor de los porcentajes calculados (grupo intercom, S.a.).

1.8.2. Aplicación del ensayo del C.B.R.

Se recurre para valorar la calidad relativa de suelos de subrasante, algunos materiales de sub-bases y bases granulares, que contengan solamente una pequeña cantidad de material que pasa por el tamiz de 50mm, y que es retenido en el tamiz de 20mm. Se recomienda que la fracción no exceda del 20% (Lacera, 2006).

El CBR establece una relación entre el comportamiento de los suelos principalmente utilizados como bases y sub-rasantes bajo el pavimento de carreteras y aeropistas. La siguiente tabla da una clasificación típica (Lacera, 2006):

Tabla.1.6. Clasificación de los suelos de acuerdo al valor de CBR

CBR	CLASIFICACION GENERAL	USOS	SISTEMAS DE CLASIFICACION	
			UNIFICADO	AASHTO
0 - 3	Muy pobre	subrasante	OH,CH,MH,OL	A5,A6,A7
3 - 7	Pobre a regular	subrasante	OH,CH,MH,OL	A4,A5,A6,A7
7 - 20	Pobre	sub - base	OL,CL,ML,SC,SM,SP	A2,A4,A6,A7
20 - 50	Bueno	Base Sub - base	GM,GC,W,SM,SP,GP	A1b,A2-5,A3,A2-6
≥ 50	Excelente	Base	GW,GM	A1-a,A2-4,A3

Fuente: (Lacera, 2006)

Para el diseño de las capas de pavimentos existen métodos en los cuales se leen tablas utilizando directamente el número CBR y se lee el espesor de la sub-rasante. Con el resultado del CBR se puede clasificar la sub-rasante, base o sub base (Lacera, 2006):

Tabla.1.7. Clasificación de la sub-rasante de acuerdo al valor de CBR.

CBR	CLASIFICACIÓN
0 - 5	Subrasante muy mala
5 - 10	Subrasante mala
10 - 20	Subrasante regular a mala
20 - 30	Subrasante muy buena
30 - 50	Sub-base buena
50 - 80	Base buena
80 - 100	Base muy buena

Fuente: (Lacera, 2006)

1.9. Cono de Penetración Dinámica (D.C.P.)

Se trata de un dispositivo usado para evaluar la resistencia de suelos inalterados y/o compactados (ASTM, Método de ensayo estándar para el uso del Penetrómetro, 2008).

Es una herramienta muy útil actualmente, su uso facilita y aporta mayor practicidad a los ensayos convencionales, asimismo presenta magnánimos beneficios; claro está que se debe de considerar las recomendaciones necesarias para tener un criterio o una buena interpretación al momento de determinar parámetros confiables obtenidos; a la vez, ahorra tiempo, dinero, recursos humanos y mecánicos (Angamarca, 2013).

1.9.1 Descripción del Cono de Penetración Dinámica

El Cono Dinámico de Penetración (D.C.P.) es una herramienta utilizada esencialmente para valorar la resistencia de suelos tanto no alterados como compactados y considerar un valor de C.B.R. en campo; a diferencia de este, el D.C.P. presenta ventajas como su simplicidad y economía de uso. Implícitamente, el D.C.P. aprecia la capacidad estructural de las diferentes capas que conforman a un pavimento, revela simultáneamente el grado de heterogeneidad que puede localizarse en una sección y la semejanza de compactación del material, de un modo rápido, continuo y suficientemente preciso (Vizcarra, 2011).

1.9.2. Características físicas y uso del instrumento

El D.C.P. que se emplea en el trabajo presente consiste en una barra de acero de alta resistencia, que tiene 16mm de diámetro, abastecida de una punta cónica con un diámetro de 20mm y un ángulo de ataque de 60°.

En cuanto a las penetraciones se considera masas de 8Kg, y una altura de caída de 575mm (Lacera, 2006).

Para efectuar las lecturas tiene una regla de medición sujeta al instrumento por dos soportes, un soporte superior unido al yunque que se utiliza de referencia para las lecturas y un soporte inferior asegurado a la regla y unido a la barra de penetración (Lacera, 2006).

El instrumento debe ser de acero inoxidable sin embargo hay una excepción para el cono, el cual puede ser de acero endurecido u otro material afín, que logre resistir el desgaste (Lacera, 2006).

Se emplea comúnmente para evaluar las propiedades ubicadas hasta 1000mm por debajo de la superficie. El D.C.P. de 8kg puede ser utilizado para considerar los parámetros de soporte en los diferentes suelos existentes y estabilizaciones pobres de estos no puede ser utilizado en suelos altamente compactados y estabilizados o para materiales granulares que contengan un alto porcentaje de agregados mayores que 50mm (Angamarca, 2013).

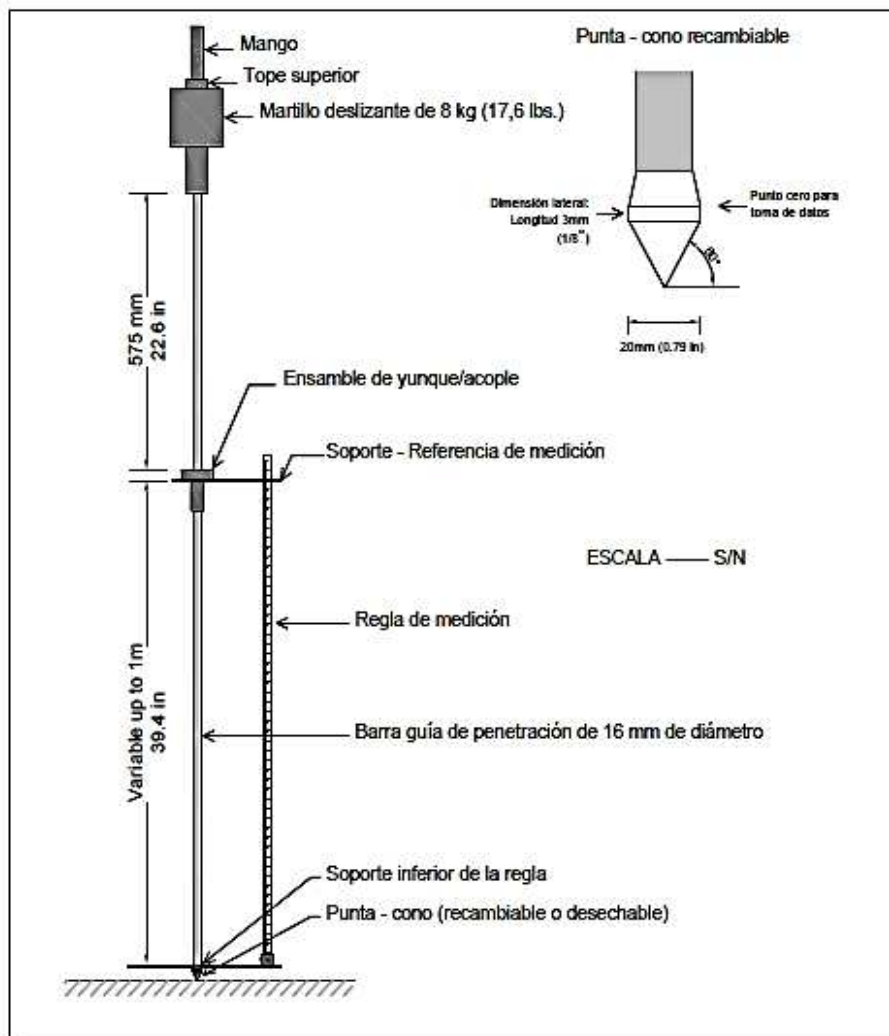


Figura.1.7. Esquema del Instrumento (D.C.P.)

Fuente: (ASTM, Método de ensayo estándar para el uso del Penetrómetro, 2008)

1.9.3. Descripción de la prueba del D.C.P.

1.9.3.1. Operación del aparato

Se exigen tres personas para operar el D.C.P.; una persona sostiene el dispositivo por el mango en una posición vertical, la segunda persona maniobra el martillo dejándolo caer para que se produzca la penetración, y la tercera registra las lecturas obtenidas del ensayo (ASTM, Método de ensayo estándar para el uso del Penetrómetro, 2008).

1.9.3.2. Toma de lecturas

El marcador de profundidad debe leer 0 milímetros en la escala vertical. En suelos débiles, el peso propio del dispositivo hundirá el cono con su cero lectura. En este caso, la lectura de cero-golpe de penetración es registrada, en milímetros, como medida actual preliminar de profundidad (ASTM, Método de ensayo estándar para el uso del Penetrómetro, 2008).

El martillo se levanta hasta la base del asa ubicada a 575mm y se deja caer. El operador también debe tener cuidado de no ejercer fuerza descendente en el asa después de dejar caer el martillo (ASTM, Método de ensayo estándar para el uso del Penetrómetro, 2008).

Tanto el operador como el registrador deben guardar el registro del número de golpes del martillo (golpes) entre las medidas. El registrador es responsable de registrar el número de golpes del martillo entre las medidas (ASTM, Método de ensayo estándar para el uso del Penetrómetro, 2008).

1.9.3.2.1. Profundidades de lectura en el suelo

Las mediciones pueden ser efectuadas por debajo de los 800mm de profundidad dependiendo del espesor de la capa homogénea que se desea estudiar o por encima de los 800mm para una profundidad máxima de 1200 mm por medio de una barra de extensión adicional (ASTM, Método de ensayo estándar para el uso del Penetrómetro, 2008).

1.9.3.2.2. Frecuencias de las lecturas

Según (ASTM, Método de ensayo estándar para el uso del Penetrómetro, 2008) “Se debe tomar una lectura por cada golpe del martillo. Si la relación de penetración es menor de 20 mm/golpe, la frecuencia de lecturas puede disminuirse así:

- Una lectura por cada 2 golpes, si penetra 10 a 20 mm por golpe
- Una lectura por cada 5 golpes, si penetra 5 a 9 mm por golpe
- Una lectura por cada 10 golpes, si penetra 2 a 4 mm por golpe.
- Lecturas de penetración menores a 1 mm/20 golpes o más, deben descartarse.
- En caso de haber alcanzado la profundidad deseada el instrumento es retirado”.

1.9.3.3. Extracción del Aparato, cuidados y su respectivo mantenimiento

Después de completar el ensayo, el DCP es removido golpeando el martillo hacia arriba contra el mango. El martillo debe levantarse en una dirección vertical sin doblar la vara porque puede doblarse o romperse donde se conecta con el yunque (ASTM, Método de ensayo estándar para el uso del Penetrómetro, 2008).

Las pruebas de DCP causan desgaste de las partes metálicas del dispositivo de DCP. Las partes del dispositivo de DCP sufren falla de fatiga y tienen que ser reparadas o reemplazadas en el futuro. El DCP debe guardarse limpio, y debe quitarse toda la tierra de la vara de penetración y del cono antes de cada prueba. Una aplicación ligera de lubricante o de aceite debe aplicarse a la vara que desliza el martillo antes de su uso. Todas las conexiones deben supervisarse constantemente y deben permanecer firmes. Las conexiones sueltas conducirán a la falla del equipo (ASTM, Método de ensayo estándar para el uso del Penetrómetro, 2008).

1.9.3.4. Análisis de datos

Los resultados de la prueba de DCP se expresan en términos de índices de penetración o número de D.C.P. (PI), el cual es definido como el desplazamiento vertical descendente del cono del D.C.P. producido por la caída del martillo deslizante (pulg/golpe o mm/golpe). Los suelos duros o muy resistentes requieren un alto número de golpes o caídas del martillo para alcanzar una penetración determinada (ASTM, Método de ensayo estándar para el uso del Penetrómetro, 2008).

1.9.3.4.1. Curva D.C.P.

Es la gráfica en donde se representa la penetración acumulada en función del número de golpes acumulados para los respectivos datos. En este tipo de curvas, como se muestra en la figura a continuación se puede determinar el número de capas existentes simbolizadas por rectas de pendientes variadas, también se puede establecer el espesor de dichas capas (Vizcarra, 2011).

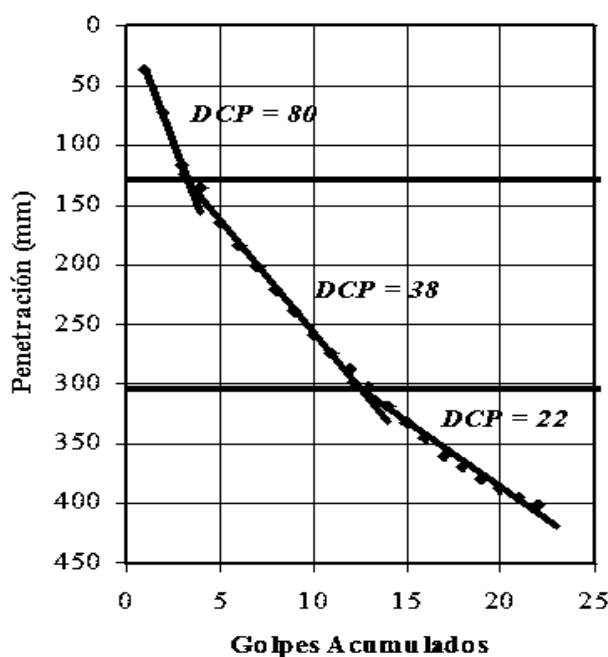


Figura.1.8. Curva D.C.P.

Fuente: (Vizcarra, 2011)

1.9.3.4.2. Número o Índice D.C.P.

Representa la penetración que se obtiene por golpe y se expresa en mm/golpe; es el valor de la pendiente de la curva DCP para la capa en estudio, mientras más vertical sea la gradiente, menor será la resistencia del suelo (Vizcarra, 2011).

Esta medida de penetración representa la resistencia promedio de un suelo a través de cierta profundidad alcanzada, la cual se determina como el trabajo realizado por el suelo para detener el cono de penetración, dividido entre la distancia de penetración (Vizcarra, 2011).

1.9.4. Correlación

La correlación es la forma numérica en la que la estadística ha podido evaluar la relación de dos o más variables; es decir, mide la dependencia de una variable con respecto de otra variable independiente (Herrera, 1995).

Para obtener una correlación tabular entre el CBR y el índice DCP es conveniente utilizar tabla 1.9 que se deriva de la ecuación $CBR = 292/DCP^{1.12}$ recomendada por el cuerpo de Ingenieros de la Armada de los Estados Unidos (Angamarca, 2013).

Tabla 1.8. Correlación tabular entre el CBR y el índice DCP.

Índice DCP mm/golpe	CBR %	Índice DCP mm/golpe	CBR %	Índice DCP mm/golpe	CBR %
<3	100	39	4.8	69-71	2.5
3	80	40	4.7	72-74	2.4
4	60	41	4.6	75-77	2.3
5	50	42	4.4	78-80	2.2
6	40	43	4.3	81-83	2.1
7	35	44	4.2	84-87	2
8	30	45	4.1	88-91	1.9
9	25	46	4	92-96	1.8
10-11	20	47	3.9	97-101	1.7
12	18	48	3.8	102-107	1.6
13	16	49-50	3.7	108-114	1.5
14	15	51	3.6	115-121	1.4
15	14	52	3.5	122-130	1.3
16	13	53-54	3.4	131-140	1.2
17	12	55	3.3	141-152	1.1
18-19	11	56-57	3.2	153-166	1
20-21	10	58	3.1	166-183	0.9
22-23	9	59-60	3	184-205	0.8
24-26	8	61-62	2.9	206-233	0.7
27-29	7	63-64	2.8	234-271	0.6
30-34	6	65-66	2.7	272-324	0.5
35-38	5	67-68	2.6	>324	<0.5

Fuente: (ASTM, Método de ensayo estándar para el uso del Penetrómetro, 2008).

1.9.4.1. Correlaciones existentes para el D.C.P.

En los últimos años se han desarrollado diferentes investigaciones para correlacionar el valor DCP con otras características físico-mecánicas de los suelos; la elección apropiada de este tipo de correlaciones está relacionada con la decisión del profesional en el área y las especificaciones del equipo (Vizcarra, 2011).

Tabla.1.9. Correlaciones existentes para el D.C.P.

Relación entre D.C.P. (mm/golpe) y:	Ecuación	Autor/Autores	Observaciones
Valor de Soporte California (C.B.R. %)	$\text{Log}(CBR) = 2,465 - 1,12 * \text{Log}(DCP)$ o expresada tambien: $CBR = \frac{292}{DCP^{1,12}}$	Van Vuren (1968), Kleyn (1975), Livneh e Ishai (1987), Webster (1992) y Siekmeier (1999).	Apta para todo tipo de suelos (granulares y cohesivos)
Valor de Soporte California (%)	$\text{Log}(CBR) = 2,317 - 0,858 \text{Log}(DCP)$	Transport Road Research TRRL (1986)	Apta para todo tipo de suelos
Valor de Soporte California (%)	$CBR = \frac{1}{0,002871 * DCP}$	Webster S.L. et al. (1994)	Para Suelos CH
Valor de Soporte California (%)	$CBR = \frac{1}{(0,017019 * DCP)^2}$	Webster S.L. et al. (1994)	Para Suelos CL con CBR < 10%

Fuente: (Vizcarra, 2011)

CAPÍTULO II

2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN, PROCESOS Y RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NECESARIOS.

2.1. Selección de los puntos de estudio

Al momento de seleccionar las muestras de los diferentes suelos se recurrió al mapa de Manabí, seleccionando al azar los puntos convenientes o estratégicos para nuestro proyecto; se aplicó un método óptimo con el fin de lograr una mejor representatividad del suelo estudiado.

Los diferentes lugares en donde se recogieron las muestras de suelo se referenciaron gráficamente en el mapa de la provincia de Manabí, se presentan las ubicaciones geográficas en el siguiente esquema:

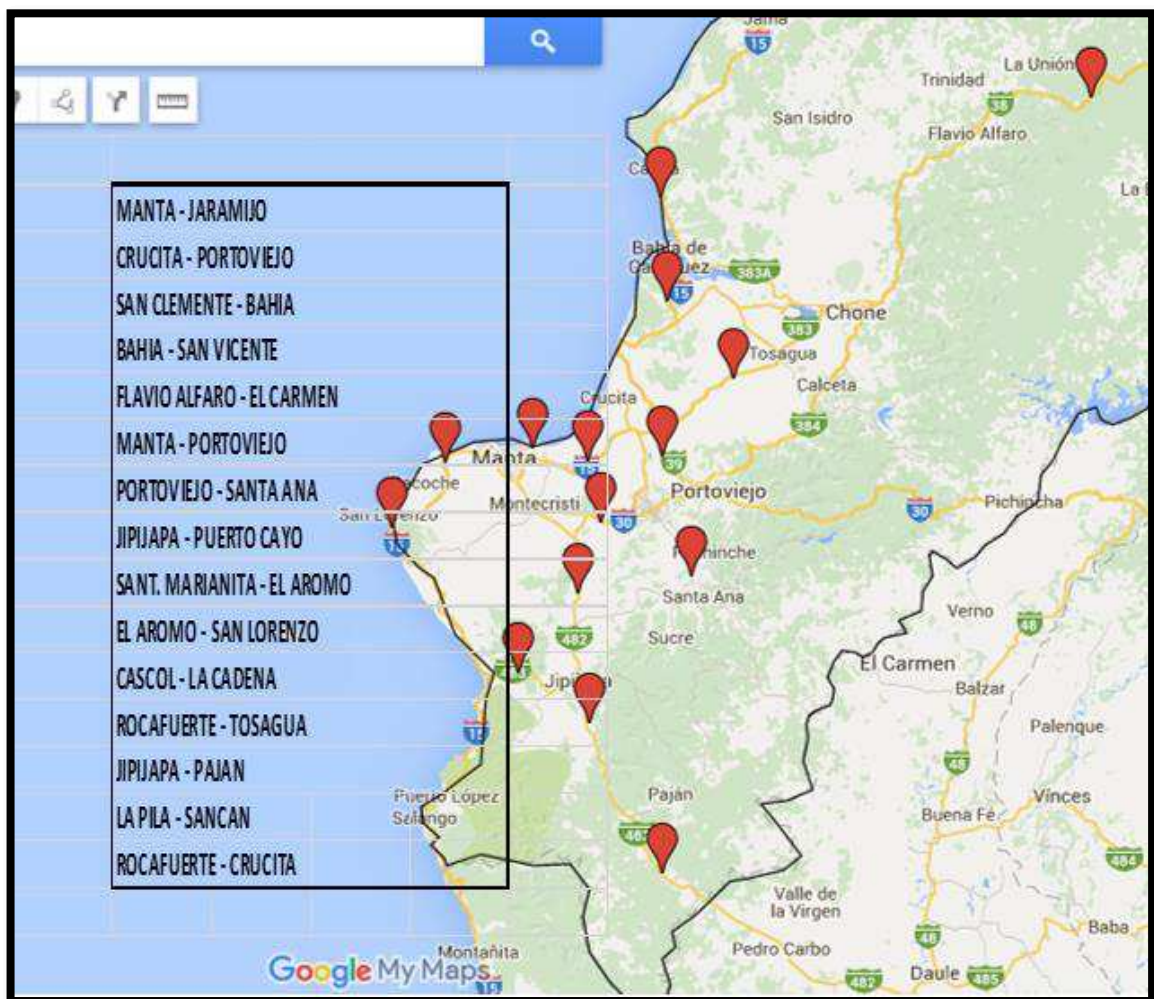


Figura.2.9 Localización geográfica de los puntos de estudio

Tabla.2.10. Ubicación con coordenadas de los distintos puntos de recolección de muestras de suelos.

Ubicación de la recolección de muestra de suelos		
Tramo de vía	Coordenadas	
	Latitud	Longitud
Manta - Jaramijó	-0,954491	-80,639619
Crucita - Portoviejo	-0,847289	-80,41667
San clemente - Bahía	-0,632387	-80,54180
Bahía - San Vicente	-0,600722	-80,40300
Flavio Alfaro - El Carmen	-0,293882	-79,64229
Manta - Portoviejo	-1,325536	-80,02059
Portoviejo - Santa Ana	-1,163440	-80,38988
Jipijapa - Puerto Cayo	-1,350163	-80,65114
Santa Marianita - El Aromo	-1,019014	-80,80697
Cascol - La Cadena	-1,668999	-80,45921
Rocafuerte - Tosagua	-0,824632	-80,31641
Jipijapa - Paján	-1,496030	-80,53922
La Pila - Sancán	-1,257104	-80,58636
Rocafuerte - Crucita	-0,919893	-80,48146

La recolección de muestras se la realizó tomando en consideración que la ubicación de cada tramo de vía seleccionado, sea de fácil acceso y así poder utilizar las herramientas necesarias para la extracción de los suelos en mención.

2.2. Obtención de muestra de suelo

Para obtener la clasificación de un suelo o para establecer sus propiedades en el laboratorio, se recogieron muestras específicas de mencionados sitios, realizando un sondeo adecuado de esencial importancia; en la recolección de campo se obtuvieron muestras inalteradas que son fundamentales para los estudios a realizar.

2.2.1. Muestras inalteradas

Para la obtención de este tipo de muestras se efectuó una excavación de pozos a cielo abierto, para lograr extraer el suelo natural a nivel de sub-rasante.

En la recolección de muestras se consideraron criterios técnicos con relación al volumen del proyecto.



Figura 2.10. Equipo para obtener muestras inalteradas

2.2.1.1. Equipo

- Pala manual
- Barra de acero
- Sacos
- Fundas de Plástico
- Piola

2.2.1.2. Procedimiento

2.2.1.2.1. Pozo a cielo abierto

- Después de tener localizado el punto donde se ejecutará la extracción de suelo a nivel de sub-rasante, se procede a excavar el sitio para formar un pozo de (1.00x1.00) m. hasta obtener a una profundidad de

0.60m aproximadamente y encontrar el material necesario para el estudio.

- Se recoge debidamente el material extraído y se lo vacía en el saco de malla cerrada para evitar pérdidas del mismo. Al saco se le anexa un fragmento de papel con su identificación para seguidamente llevarlo al laboratorio.



Figura 2.11. Proceso de la excavación del pozo a cielo abierto y la obtención de la muestra alterada.

2.3. Ensayos en laboratorio

2.3.1. Contenido de Humedad (NORMA AASHTO T 265)

Para constatar la humedad natural del suelo en estudio.

2.3.1.1. Equipos y materiales

- Pequeña cantidad de suelo
- Horno termostáticamente controlado, capaz de mantener constante una temperatura de $110 \pm 5^\circ\text{C}$.
- Balanza de precisión de 0,01 gr.

- Recipientes elaborados de material resistente a la corrosión y no sujetos al cambio de masa o desintegración por el repetido calentamiento y enfriamiento.
- Equipos varios como guantes, tenazas, espátula y/o cuchillo.

2.3.1.2. Procedimiento

- Pesar un recipiente limpio, seco y numerado; anotar el valor.
- Colocar la muestra de ensayo en el recipiente, pesar el recipiente más la muestra húmeda y anotar el valor resultante.
- Ubicar el recipiente con la muestra húmeda en el horno manteniendo una temperatura de $110\pm 5^{\circ}\text{C}$ por un tiempo de 24 horas.
- Pasado el tiempo mencionado retirar la muestra del horno, dejar que se enfríe un poco para pesar el recipiente más la muestra ahora seca y registrar el nuevo valor.
- Realizar los cálculos respectivos.

2.3.2. Límites de Atterberg

Corresponden a los ensayos que se elaboran para precisar plasticidad, consecutivamente la caracterización y clasificación de los suelos; estos se detallan a continuación:

2.3.2.1. Limite líquido (NORMA AASHTO T 89)

Norma la cual determina el Límite Líquido de los suelos y su contenido de agua cuando el suelo pasa del estado plástico a un estado líquido (Angamarca, 2013).

La muestra de ensayo debe ser igual o mayor que 100grs. y pasar completamente por el tamiz de 0,5 mm. (Malla N°40 ASTM).

2.3.2.1.1. Equipo y materiales

- Aproximadamente 300gr de muestra de suelo.
- Máquina de Casagrande, consiste en una taza (cuchara) de bronce con una masa de 200 ± 20 grs., montada en un dispositivo de apoyo fijado a una base de caucho, madera o plástico duro.
- Acanalador o ranurador, mango de calibre de 1 cm. para verificar altura de caída de la cuchara.
- Espátula hoja flexible de 20mm. de ancho y 70mm. de largo.
- Horno de secado con circulación de aire y temperatura regulable capaz de mantenerse en $110^\circ \pm 5^\circ$ C.
- Balanza de precisión de 0,01 gr.
- Equipos varios como taras, agua, malla N° 40 ASTM y probeta de 25 ml de capacidad.

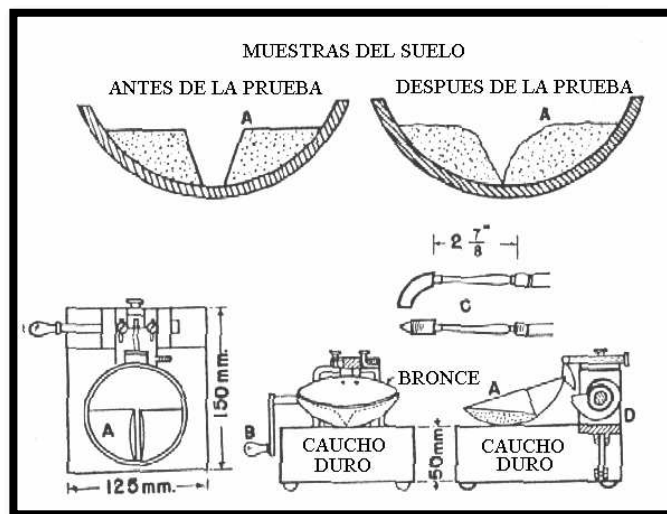


Figura.2.12. Secciones del aparato de Límite líquido

Fuente: (Rodas, 1982)

2.3.2.1.2. Procedimiento

- Seleccionada la cantidad de muestra necesaria para el ensayo, se procede a tamizar dicho suelo por la malla N° 40.

- Colocar la muestra tamizada en un recipiente adecuado, agregándole suficiente cantidad de agua, mezclando con la espátula hasta obtener una pasta homogénea.
- Ubicar el aparato de límite líquido sobre una base firme (verificando que esté limpia y seca) y depositar la cantidad necesaria del material preparado previamente en la taza, para luego alisar la superficie con la espátula. Una vez enrasado, pasar el acanalador para dividir la pasta en dos partes, a través de un surco de 63mm. de longitud. Si se presentan desprendimientos de la pasta en el fondo de la taza, se debe retirar todo el material y reiniciar el procedimiento.
- Cuando se consigue la ranura, girar la manivela del aparato con una frecuencia de 2 golpes por segundo, contando el número de golpes necesarios para que la misma cierre en 10mm. de longitud en el fondo de ella. Finalmente, tomar aproximadamente 10grs. del material que se junta en fondo del corte para determinar la humedad.
- El material sobrante trasladar al recipiente inicial para mezclarlo nuevamente con agua y repetir el procedimiento por lo menos 2 veces más, de modo de obtener tres puntos que varíen en un rango de 15 a 35 golpes. Es importante señalar que el ensayo se debe realizar desde la condición más húmeda a la más seca.

2.3.2.2. Limite plástico (NORMA AASHTO T- 90)

Norma mediante la cual se establece el contenido de humedad que una masa de suelo contiene para que pase de un estado semisólido a sólido (Angamarca, 2013).

2.3.2.2.1. Equipo y materiales

- La muestra necesaria para realizar este ensayo deberá tener un peso aproximado de 20grs.
- Espátula hoja flexible 20mm. de ancho y 70mm. de largo.
- Placa de vidrio esmerilado o mármol como superficie de amasado.

- Horno de secado con circulación de aire y temperatura regulable capaz de mantenerse en $110^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{C}$.
- Patrón de comparación, puede usarse un alambre o plástico de 3m. de diámetro.
- Balanza de precisión de 0,01 gr.
- Probeta de 25ml. de capacidad.
- Herramientas y accesorios. Taras.

2.3.2.2.2. Procedimiento

- Puede usarse la misma muestra que se empleó en el ensayo anterior, en la etapa en que la pasta de suelo se vuelva lo suficientemente plástica para moldearla como una esfera.
- Tomar una porción de suelo de aproximadamente 1cm, se amasa entre las manos y se hace rodar con la palma de la mano o la base del pulgar, por sobre la superficie de amasado, formando un cilindro. Cuando se alcance un diámetro aproximado a 3mm. doblar y amasar nuevamente, para volver a formar el cilindro, repetir hasta que el cilindro se disgregue al llegar al diámetro de 3mm. en trozos de tamaño de 0,5 a 1 cm. De largo y no pueda ser re-amasado ni reconstituido.
- El contenido de humedad que tiene el suelo en ese momento representa el límite plástico, el cual se determina colocando las fracciones de suelo en un recipiente, secándolas al horno.
- Realizar tres determinaciones que no difieran entre sí en más de 2%, en caso contrario deberá repetirse el ensayo.

2.3.2.2.3. Resultados del ensayo

Se presenta un breve resumen de los resultados que se obtuvieron al aplicar el ensayo en mención.

Tabla 2.11 Resultados de los ensayos de Límite de Atterberg

<i>Ubicación</i>	<i>Límites de Consistencia</i>		<i>Índice de Plasticidad</i>
	<i>Líquido</i> <i>LL (%)</i>	<i>Plástico</i> <i>LP (%)</i>	
<i>BAHÍA - SAN VICENTE</i>	41.16	22.28	18.88
<i>CASCOL - LA CADENA</i>	66.44	43.01	23.42
<i>CRUCITA - PORTOVIEJO</i>	44.87	31.77	13.11
<i>EL AROMO - SAN LORENZO</i>	46.68	29.45	17.23
<i>FLAVIO - EL CARMEN</i>	70.46	44.66	25.80
<i>JIPIJAPA - PTO. CAYO</i>	64.98	38.73	26.25
<i>JIPIJAPA - PAJÁN</i>	45.57	29.87	15.70
<i>LA PILA - SANCAN</i>	56.53	31.60	24.94
<i>ROCAFUERTE - CRUCITA</i>	66.51	41.45	25.06
<i>SANTA MARIANITA - EL AROMO</i>	55.03	30.69	24.33
<i>MANTA - JARAMIJÓ</i>	48.83	24.45	24.38
<i>PORTOVIEJO - MANTA</i>	71.82	42.11	29.72
<i>PORTOVIEJO - SANTANA</i>	61.92	40.19	21.73
<i>ROCAFUERTE - TOSAGUA</i>	54.93	38.61	16.32
<i>SAN CLEMENTE - BAHÍA</i>	57.07	37.26	19.81

2.3.3. Análisis granulométrico (NORMA AASHTO T 88)

Se determina el tamaño de los granos que constituye un suelo y el porcentaje de los granos en los distintos intervalos de tamaño. El método aplicado para éste ensayo es por el método mecánico, realizando antes una eliminación del material fino que pasa el tamiz N° 200 por vía húmeda (lavado con agua), como se muestra en la fotografía siguiente.



Figura 2.13. Separación del material vía húmeda.

2.3.3.1. Equipo y materiales

- Proporción de suelo aproximadamente 300gms.
- Balanza de precisión de 0,01 gr.
- Horno de secado con circulación de aire y temperatura regulable capaz de mantenerse en $110^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{C}$.
- Herramientas y accesorios. Taras.
- Tamices N°4(4.76 mm), N°10(2mm), N°40(0.425mm) y N°200(0.075), como se muestra a continuación:



Figura. 2.14. Tamices necesarios para el ensayo.

2.3.3.2. Procedimiento

- Colocar el material seleccionado en los recipientes respectivos proporcionándole un poco de agua para lograr una mejor fragmentación de sus partículas.
- Lavar el material en el tamiz N°200 hasta que el agua resultante sea clara.
- Secar el material que sobra y pasarlo por los tamices mencionados.
- Pesar el material retenido en cada tamiz y realizar los cálculos respectivos.

2.3.3.3. Resultados del ensayo

A continuación se presentan los resultados de los ensayos: Contenido de Humedad y análisis granulométrico.

Tabla. 2.12. Resultados de ensayos de Humedad Natural y de Granulometría.

<i>Ubicación</i>	<i>Contenido de Humedad W (%)</i>	<i>Granulometría</i>		
		<i>% Que Pasa</i>		
		<i>N° 10</i>	<i>N° 40</i>	<i>N° 200</i>
<i>BAHÍA - SAN VICENTE</i>	14.34	99.39	97.14	88.22
<i>CASCOL - LA CADENA</i>	22.03	88.82	54.56	13.76
<i>CRUCITA - PORTOVIEJO</i>	13.48	99.17	94.44	81.16
<i>EL AROMO - SAN LORENZO</i>	8.80	99.65	96.41	67.95
<i>FLAVIO - EL CARMEN</i>	19.34	96.44	89.92	68.90
<i>JIPIJAPA - PTO. CAYO</i>	8.20	99.71	97.30	41.47
<i>JIPIJAPA - PAJÁN</i>	19.79	99.58	95.85	58.39
<i>LA PILA - SANCAN</i>	23.18	96.56	85.73	62.13
<i>ROCAFUERTE - CRUCITA</i>	14.80	99.54	97.93	84.91
<i>SANTA MARIANITA - EL AROMO</i>	9.06	99.64	98.53	79.39
<i>MANTA - JARAMIJÓ</i>	5.74	98.38	94.18	68.49
<i>PORTOVIEJO - MANTA</i>	15.30	91.24	58.77	11.84
<i>PORTOVIEJO - SANTANA</i>	15.04	98.48	94.70	79.71
<i>ROCAFUERTE - TOSAGUA</i>	13.89	99.35	94.15	75.36
<i>SAN CLEMENTE - BAHÍA</i>	7.77	99.53	98.60	79.59

2.3.3. Proctor estándar - Densidad máxima y humedad óptima - (NORMA AASHOT 180)

2.3.3.1. Descripción

Para determinar la compactación máxima de un terreno en relación a su grado de humedad de los suelos se realizó el ensayo de compactación de la muestra de suelo en el laboratorio, utilizando el método proctor estándar mediante la norma AASHTO T 180.

2.3.3.2. Equipo y materiales

- Material que pasó el tamiz N°4, 6000grs aproximadamente.
- Molde de 152.4mm (6") de diámetro.
- Balanza de precisión de 0,01 gr.
- Horno de secado con circulación de aire y temperatura regulable capaz de mantenerse en $110^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{C}$.
- Herramientas y accesorios. Taras.
- Máquina de compactación que está constituida con un martillo de 10 lb dejándose caer éste a una altura de 457mm (18") y produciendo una energía de compactación de 56000 lb/pulg², obteniéndose 5 capas de suelo por medio de 56 golpes aplicados en cada una de ellas.

En las fotografías siguientes se muestra el método aplicado (proctor estándar) en el laboratorio, obteniéndose resultados que son indispensables para nuestro estudio y complemento para la determinación del ensayo CBR.

2.3.3.3. Procedimiento

1. Preparación de la muestra para el ensayo Proctor Estándar.



Figura 2.15. Preparación de la muestra.

2. Dividimos la muestra en cinco partes por cada capa.



Figura 2.16. División de la muestra de suelo

3. Se toman las dimensiones y peso del molde, sin collarín.



Figura 2.17. Dimensión y peso del molde

4. Se compacta cada una de las capas, con el número indicado de golpes del martillo por cada capa.



Figura 2.18. Caída libre del martillo de 8Kg.

5. Enrasado del suelo en la superficie del molde.



Figura 2.19. Alisado y enrasado de la parte superficial del molde

6. Peso de la muestra más el molde.



Figura 2.20. Peso del molde más muestra de suelo

2.3.3.4. Resultados del ensayo

A continuación se presentan los resultados obtenidos mediante en el ensayo en mención:

Tabla. 2.13. Resultados de ensayos de Proctor Modificado

<i>Ubicación</i>	<i>Proctor Modificado</i>	
	<i>Densidad Seca (Kg/m³)</i>	<i>%Húmedad óptima</i>
<i>BAHÍA - SAN VICENTE</i>	1617.00	21.53
<i>CASCOL - LA CADENA</i>	1407.00	24.05
<i>CRUCITA - PORTOVIEJO</i>	1485.00	21.57
<i>EL AROMO - SAN LORENZO</i>	1443.00	19.91
<i>FLAVIO - EL CARMEN</i>	1329.00	20.19
<i>JIPIJAPA - PTO. CAYO</i>	1551.00	21.42
<i>JIPIJAPA - PAJÁN</i>	1526.00	22.71
<i>LA PILA - SANCAN</i>	1288.00	30.76
<i>ROCAFUERTE - CRUCITA</i>	1377.00	22.47
<i>SANTA MARIANITA - EL AROMO</i>	1447.00	20.06
<i>MANTA - JARAMIJÓ</i>	1576.00	18.28
<i>PORTOVIEJO - MANTA</i>	1416.00	21.91
<i>PORTOVIEJO - SANTANA</i>	1406.00	22.19
<i>ROCAFUERTE - TOSAGUA</i>	1428.00	22.41
<i>SAN CLEMENTE - BAHÍA</i>	1586.00	17.29

2.3.4. Relación de soporte del suelo en el laboratorio C.B.R. (Norma AASHTO T 193)

2.3.4.1. Descripción

Para la realización de éste ensayo se tomó como referencia la norma AASHTO T 193, la cual describe el procedimiento de ensayo para la determinación del índice de resistencia de los suelos conocido como el valor de la relación de soporte CBR (California Bearing Ratio), el ensayo se realiza normalmente sobre muestras de suelo preparadas en el laboratorio en condiciones determinadas de humedad y densidad, con el fin de evaluar la capacidad de soporte de los suelos de sub-rasante y de las diferentes capas que componen el pavimento.

Antes de la realización de este ensayo cabe reiterar que fueron necesarios realizar las relaciones de peso unitario-humedad, usando el equipo modificado conocido como ensayo de compactación o ensayo Proctor.

2.3.4.2. Equipo y materiales

- 18000grs de muestra, aproximadamente.
- 3 moldes, de metal, cilíndricos de 6plg. (15.24cm) de diámetro interior y 7plg. (17.78cm) de altura, provisto de un collar suplementario de 2plg. (5.08cm) de altura y una placa de base perforada.
- Molde para ensayo de compactación.
- 1 disco espaciador de 5 15/16 plg. De diámetro y 2plg. de altura.
- 1 martillo de compactación de 10lb (4.54kg), con una altura de caída de 18plg (45.70cm).
- 1 placa de metal perforada, por cada molde, de 149.2mm (5 7/8") de diámetro, cuyas perforaciones no excedan de 1,6mm (1/16") de diámetro. Estará provista de un vástago en el centro con un sistema de tornillo que permita regular su altura.
- Un trípode cuyas patas puedan apoyarse en el borde del molde, que lleve montado y bien sujeto en el centro un dial (deformímetro), cuyo vástago coincida con el de la placa, de forma que permita controlar la

posición de éste y medir la expansión, con aproximación de 0.025mm (0.001")

- Pesas de sobrecarga metálicas de 5lb (2.27Kg) de peso de forma redonda o en forma de herradura cada una.
- Prensa de 6600lb (3000kg) de capacidad que tenga convenientemente adaptado un pistón cilíndrico de 3plg.2 de sección, en la que se pueda regular la velocidad de desplazamiento del pistón a 0,05plg. por min.
- Tanque, con capacidad suficiente para la inmersión de los moldes en agua.
- Horno, termostáticamente controlado, regulable a $105 \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- Balanza de 10Kg de capacidad, con sensibilidad de 0.1 g.
- Material diverso de uso general como cuarteador, mezclador, cápsulas, probetas, espátulas, discos de papel de filtro del diámetro del molde y enrrasadores entre otros.



Figura 2.21. Equipo necesario para el ensayo C.B.R.

2.3.4.3. Procedimiento

2.3.4.3.1. Determinación de la densidad seca máxima y húmeda óptima para el ensayo C.B.R.

Para determinar la densidad seca máxima y humedad óptima como parte del ensayo CBR de laboratorio, aplicamos la norma AASHTO T 180, indicada con anterioridad.

2.3.4.3.2. Preparación de la muestra para el ensayo C.B.R. de laboratorio.

1. Se pesa el molde, luego colocamos el collarín y el disco espaciador y, sobre éste, un disco de papel de filtro del mismo diámetro para que no se pegue la muestra de suelo.



Figura 2.22. Peso del molde sin collarín

2. Se pulverizan aproximadamente 100 libras de muestra, se pasa el material por el tamiz $\frac{3}{4}$ " y se desechan las partículas retenidas en el tamiz; el material desechado es reemplazado por un peso igual de material, pero con partículas que sean retenidas en el tamiz $\frac{1}{4}$ " y que pasen por el tamiz $\frac{3}{4}$ ".
3. Una vez preparado el molde, compactamos la muestra en su interior aplicando el sistema dinámico empleado (Proctor modificado), pero utilizando en cada molde la proporción de agua y la energía (número de capas y número de golpes en cada capa) necesarias para que el suelo quede con la humedad y densidad deseadas como se muestra en la fotografía siguiente.



Figura 2.23. Colocación de agua, para el ensayo de proctor modificado

3. Se pesan 3 moldes de C.B.R. con las respectivas placas de soporte del molde, estas deben tener 28 perforaciones de 1/8" de diámetro.
4. Se compactan 3 muestras en los moldes preparados, usando para el primero 56 golpes, para el segundo 25 golpes y para el tercero 10 golpes. Se deben tomar muestras de humedad para cada molde con anticipación. La humedad de las muestras así compactadas no debe ser ni mayor ni menor que 0.5% de la humedad óptima; de otra forma se debe repetir el ensayo.
5. Una vez terminada la compactación, se quita el collarín y se enrasa la muestra, evitando que en lo posible haya huecos superficiales producto del eliminar partículas gruesas durante el enrase.
6. Desmontamos el molde para poder sacar el disco espaciador y luego colocar un papel de filtro en el molde y la base. Una vez hecho esto pesamos.

2.3.4.3.3. Método de sumergir la muestra y medir los cambios volumétricos

1. Se coloca sobre las muestra sobrepeso de 5 libras (esto representa

aproximadamente 3" de material). Que produzca una presión equivalente a la originada por todas las capas de materiales que hayan de ir encima del suelo que se ensaya, la aproximación quedará dentro de los 2.27kg (5.5lb) correspondientes a una pesa.



Figura 2.24. Colocación de sobrecargas.

2. Transportamos los moldes para sumergirlos en la piscina de agua pero antes tomamos las diferentes lecturas, para medir el hinchamiento colocando el trípode de medida con sus patas sobre los bordes del molde, haciendo coincidir el vástago del deformímetro con el de la placa perforada. Se anota su lectura, el día y la hora.



Figura 2.25 Colocación del dial para la toma de lecturas antes de remojar las probetas.

3. A continuación se sumerge los moldes en el tanque con la sobrecarga colocada dejando libre acceso al agua por la parte inferior y superior de la muestra. Se mantiene el conjunto del molde en estas condiciones durante 96 horas (4 días) con el nivel del agua aproximadamente constante.



Figura 2.26. Sumersión de las los moldes

4. Concluyéndose el periodo de inmersión, se vuelve a leer el deformímetro para medir el hinchamiento. La expansión se calcula como un porcentaje de la altura del espécimen.



Figura 2.27. Lectura y registro del hinchamiento que ha sufrido la muestra

5. Después del periodo de inmersión se saca el molde del tanque y se vierte el agua retenida en la parte superior del mismo, sosteniendo

firmemente la placa y sobrecarga en su posición. Se deja escurrir el molde durante 15 minutos en su posición normal y a continuación se retira la sobrecarga y la placa perforada. Inmediatamente, se pesa y se procede al ensayo de penetración.

2.3.4.3.4. Ensayo de penetración de C.B.R.

1. Aplicamos una sobrecarga que sea suficiente para producir una intensidad de carga igual al peso del pavimento (con $\pm 2.27\text{kg}$ de aproximación) pero no menor de 4.54kg (10lb). Para evitar el empuje hacia arriba del suelo dentro del agujero de las pesas de sobrecarga, es conveniente asentar el pistón luego de poner la primera sobrecarga sobre la muestra. Llevar el conjunto a la prensa y colocar en el orificio central de la sobrecarga. Por medio del dial insertado en la prensa se puede medir la penetración del pistón y se aplica una carga de 50N (5kgf) para que el pistón asiente. Enceramos la agujas de los diales medidores, el del anillo dinamómetro, u otro dispositivo para medir la carga, y el de control de la penetración.



Figura 2.28. Encerado de agujas de los diales medidores y del anillo dinamómetro

2. Se aplica la carga sobre el pistón de penetración mediante el mecanismo correspondiente de la prensa con una velocidad de

penetración uniforme de 1.27mm (0.05") por minuto y se anotan las lecturas de carga indicadas en dinamómetro.



Figura 2.29. Anotación de lecturas de carga indicadas en dinamómetro

3. Finalmente desmontamos el molde y tomamos de su parte superior, en la zona próxima donde se hizo la penetración, una muestra para determinar su humedad.



Figura 2.30. Toma de muestra en la zona próxima a la penetración

2.3.4.3.5. Resultado del ensayo

Se mostrarán a continuación los resultados del ensayo de C.B.R.

Tabla 2.14 Resultados de ensayos de C.B.R.

<i>Ubicación</i>	<i>California Bearing Ratio (C.B.R.) (%)</i>
<i>BAHÍA - SAN VICENTE</i>	2.70
<i>CASCOL - LA CADENA</i>	3.10
<i>CRUCITA - PORTOVIEJO</i>	1.50
<i>EL AROMO - SAN LORENZO</i>	2.80
<i>FLAVIO - EL CARMEN</i>	1.80
<i>JIPIJAPA - PTO. CAYO</i>	3.80
<i>JIPIJAPA - PAJÁN</i>	1.30
<i>LA PILA - SANCAN</i>	0.80
<i>ROCAFUERTE - CRUCITA</i>	1.70
<i>SANTA MARIANITA - EL AROMO</i>	1.60
<i>MANTA - JARAMIJÓ</i>	4.40
<i>PORTOVIEJO - MANTA</i>	2.20
<i>PORTOVIEJO - SANTANA</i>	2.30
<i>ROCAFUERTE - TOSAGUA</i>	1.00
<i>SAN CLEMENTE - BAHÍA</i>	2.90

2.3.5. Ensayo estándar para el uso del Penetrómetro Dinámico de Cono D.C.P. (NORMA ASTM D6957-03)

2.3.5.1. Equipo y materiales

- 6000 gr de muestra de suelo
- Moldes, de metal, cilíndricos de 6plg. (15.24cm) de diámetro interior y 7plg. (17.78cm) de altura, provisto de un collar suplementario de 2plg. (5.08cm) de altura y una placa de base perforada.
- 1 disco espaciador de 5 15/16plg. De diámetro y 2plg. de altura.
- 1 martillo de compactación de 10lb (4.54kg), con una altura de caída de 18plg (45.70cm).
- 1 placa de metal perforada, por cada molde, de 149.2mm (5 7/8") de diámetro, cuyas perforaciones no excedan de 1,6mm (1/16") de diámetro. Estará provista de un vástago en el centro con un sistema de tornillo que permita regular su altura.
- Cono de Penetración Dinámica con masa de 8Kg.

2.3.5.2. Procedimiento

1. Comprobación del equipo: Se examina el equipo D.C.P. para determinar si existen partes dañadas debido a su uso, priorizando la empuñadura o el acople; las uniones en general deben quedar adecuadamente ajustadas.



Figura 2.31. Verificación y ajuste del equipo DCP

2. Operación básica: Generalmente para este ensayo se requieren de 3 personas, una sostiene el aparato por la empuñadura en posición vertical o a plomo, la segunda levanta y deja caer el mazo desde la altura estándar, la tercera mide y toma notas de la penetración total deseada según lo requerido (ASTM, Método de ensayo estándar para el uso del Penetrómetro, 2008).

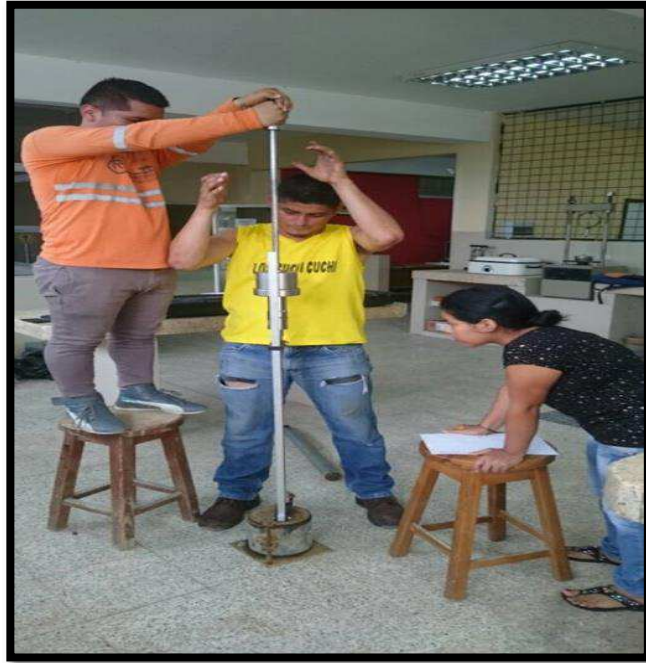


Figura 2.32. Operación básica del equipo DCP

3. Lectura inicial:

- 3.1. Ensayo aplicado a la sub-rasante compactada, en un molde de C.B.R.: El D.C.P. se mantiene de manera vertical y la punta se ubica sobre la superficie del material de sub-rasante compactado en el molde de C.B.R. de tal forma que la parte superior más ancha de la punta esté a nivel de la superficie de la muestra a ensayar. Se adquiere una primera lectura de la escala vertical graduada, la distancia es medida lo más cerca de 1mm (0.004 pulg.) (ASTM, Método de ensayo estándar para el uso del Penetrómetro, 2008).

4. Continuidad del ensayo:

- 4.1. Dejando caer el mazo: Se sostiene el D.C.P. en una posición vertical. Para la cual se eleva el mazo hasta que simplemente haga un leve contacto con el mango, Inmediatamente se libera el mazo y se deja que impacte sobre el ensamble de yunque.

- 4.2. Profundidad de la penetración: según su aplicabilidad será la profundidad de la penetración, en este ensayo se aplica a una sub-rasante compactada en un molde de CBR por la cual solo se penetrara 10cm de profundidad debido a que el molde metálico tiene 15cm aproximadamente de alto y puede dañar la punta de acero del D.C.P (ASTM, Método de ensayo estándar para el uso del Penetrómetro, 2008).
- 4.3. Impedimento del equipo D.C.P.: La presencia de agregados de gran tamaño o estratos de roca va a ocasionar que la penetración se imposibilite o que se flexione la barra guía. Si después de 5 impactos, el D.C.P. no ha avanzado más de 2mm (0,08 pulgadas) o el mango se ha desviado más de 75mm (3 pulgadas) de la posición vertical, se debe detener la prueba y mover el D.C.P. hacia otro lugar donde realizarla. En el caso de las pruebas que se realizan en laboratorio no existe algún impedimento anteriormente nombrado (ASTM, Método de ensayo estándar para el uso del Penetrómetro, 2008).
- 4.4. Extracción: una vez terminado el ensayo, el equipo de (D.C.P.) es extraído golpeando el mazo hacia arriba contra la empuñadura, mientras se sostiene el molde en el cual se está realizando la prueba (ASTM, Método de ensayo estándar para el uso del Penetrómetro, 2008).
5. Registro de datos: En este estudio se registran valores obtenidos mediante la cantidad de golpes y penetración acumulada en mm, se toman lecturas de 3 a 4 impactos debido al estado de saturación del suelo.



Figura 2.33. Aplicación del DCP a muestra saturada

2.3.5.3. Resultado del ensayo

A continuación se presenta los resultados de los ensayos del DCP, realizados.

Tabla 2.15 Resultados de aplicación del ensayo utilizando el Cono de Penetración Dinámica (D.C.P.).

<i>Ubicación</i>	<i>CONO DE PENETRACIÓN DINÁMICO (DCP) NORMA ASTM-D 6951</i>		
	Prof. (mm)	Indice DCP (mm/golpe)	CBR (%)
<i>BAHIA - SAN VIVENTE</i>	100	37	5
<i>CASCOL - LA CADENA</i>	83	32	6
<i>CRUCITA PORTOVIEJO</i>	119	44	4.3
<i>EL AROMO - SAN LORENZO</i>	95	36	5
<i>FLAVIO ALFARO - EL CARMEN</i>	112	42	4.4
<i>JIPIJAPA - PTO. CAYO</i>	102	30	6
<i>JIPIJAPA - PAJAN</i>	108	49	3.7
<i>LA PILA - SANCAN</i>	120	59	3
<i>ROCAFUERTE - CRUCITA</i>	88	46	4.2
<i>SANTA MAT. - EL AROMO</i>	112	56	3.4
<i>MANTA - JARAMIJO</i>	112	42	4.4
<i>PORTOVIEJO - MANTA</i>	92	39	4.8
<i>PORTOVIEJO - SANTA ANA</i>	100	38	5
<i>ROCAFUERTE - TOSAGUA</i>	95	45	4.1
<i>SAN CLEMENTE - BAHIA</i>	92	36	5

2.4. Criterios para la determinación de correlaciones entre el C.B.R. y D.C.P.

a. Criterio de resistencia al corte por punzonamiento en C.B.R.

Ya efectuada la clasificación de los suelos mediante el sistema AASHTO, en esta investigación se define el valor del CBR de diseño, este clasificará a qué categoría de subrasante pertenece cada punto estudiado; permitiendo así apreciar desde un enfoque los diferentes tipos de suelo y su relación de soporte en la provincia de Manabí.

El estudio de la resistencia al corte conocido como CBR realizado en muestras inalteradas de suelo, a más de brindarnos valores de CBR para el diseño de

pavimentos flexibles, nos muestra valores representativos y comparativos con otros estudios, para lograr evaluar la propiedad de la subrasante y la capacidad de soporte.

b. Criterio de resistencia al punzonamiento libre de D.C.P.

La aplicación de penetración por medio del penetrómetro dinámico de cono (D.C.P. de 8kg) a los suelos compactados (en este caso), es una de las apropiadas para evaluar la resistencia del suelo en el laboratorio, bajo condiciones propias o extremas.

Por eso se realiza esta investigación que nos permitirá conocer una correlación que exprese criterios técnicos y confiables, los cuales podamos verificar y comparar entre los dos ensayos, con el fin de tener datos estadísticos entre C.B.R. y D.C.P. en laboratorio.

CAPÍTULO III

3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS ALCANZADOS MEDIANTE LA APLICACIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO.

3.1. Resultados

Para la determinación de este estudio se realizaron perforaciones a 60cm aproximadamente en diferentes tramos que comprenden las diferentes vías de la provincia de Manabí, cabe recalcar que no es en absolutamente toda la provincia pero si se logra representar a la misma.

Se presenta un breve resumen a continuación de los valores que resultaron al ensayar las diferentes muestras de sub-rasantes en tramos de vías de la Provincia en estudio; con estos resultados se logra una interpretación de estos suelos en relación al CBR y DCP.

- Contenido de Humedad.



	UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL				
PROYECTO: VIA BAHIA - SAN VICENTE UBICACION: VIA BAHIA - SAN VICENTE FECHA: AGOSTO DEL 2015 DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL					
CONTENIDO DE HUMEDAD					
N° TARRO	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% W	% PROMEDIO
J	30.9	27.7	4.9	14.04	
B	38.5	34.4	6.4	14.64	14.34
HUMEDAD NATURAL:				14.34 %	

Figura 3.34 Hoja de Cálculo para el ensayo de Contenido de Humedad.

Tabla 3.16 Resultados del ensayo de Contenido de Humedad.

<i>Ubicación</i>	<i>Contenido de Humedad W (%)</i>
<i>BAHÍA - SAN VICENTE</i>	14.34
<i>CASCOL - LA CADENA</i>	22.03
<i>CRUCITA - PORTOVIEJO</i>	13.48
<i>EL AROMO - SAN LORENZO</i>	8.80
<i>FLAVIO - EL CARMEN</i>	19.34
<i>JIPIJAPA - PTO. CAYO</i>	8.20
<i>JIPIJAPA - PAJÁN</i>	19.79
<i>LA PILA - SANCAN</i>	23.18
<i>ROCAFUERTE - CRUCITA</i>	14.80
<i>SANTA MARIANITA - EL AROMO</i>	9.06
<i>MANTA - JARAMIJÓ</i>	5.74
<i>PORTOVIEJO - MANTA</i>	15.30
<i>PORTOVIEJO - SANTANA</i>	15.04
<i>ROCAFUERTE - TOSAGUA</i>	13.89
<i>SAN CLEMENTE - BAHÍA</i>	7.77

Refiriéndose al Contenido de Humedad Natural se lograron obtener valores que varían entre 5 y 23%.

- Granulometría.



	UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL				
ENSAYO GRANULOMÉTRICO					
PROYECTO: VIA BAHIA - SAN VICENTE					
UBICACION: VIA BAHIA - SAN VICENTE					
FECHA: AGOSTO DEL 2015					
DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL					
TAMIZ	P. RETENIDO PARCIAL	P. RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICA
GRANULOMETRIA			SERIE GRUESA		
4"	0	0	0.00	100.00	
3"	0	0	0.00	100.00	
2 ½"	0	0	0.00	100.00	
2"	0	0	0.00	100.00	
1½"	0	0	0.00	100.00	
1"	0	0	0.00	100.00	
¾"	0	0	0.00	100.00	
½"	0	0	0.00	100.00	
3/8"	0	0	0.00	100.00	
Nº4	0	0	0.00	(100.00)	
PASA Nº4	100	100	(100.00)		
TOTAL	100				
			SERIE FINA		
Nº4					
8					
10	1.6		0.61	99.39	
16					
20					
30					
40	5.90		2.25	97.14	
50					
60					
100					
200	23.40		8.92	(88.22)	
PASA Nº200	231.48		(88.22)		
TOTAL	262.38				
			P inicial humedo= 300 grms		
			P inicial seco= 262.38 grms		

Figura 3.35 Hoja de Cálculo para el ensayo de Granulometría.

Tabla 3.17 Resultados de los ensayos de Granulometría

<i>Ubicación</i>	<i>Granulometria</i>			
	<i>% Que Pasa</i>			
	<i>Nº4</i>	<i>Nº 10</i>	<i>Nº 40</i>	<i>Nº 200</i>
<i>BAHÍA - SAN VICENTE</i>	100	99.39	97.14	88.22
<i>CASCOL - LA CADENA</i>	100	88.82	54.56	13.76
<i>CRUCITA - PORTOVIEJO</i>	100	99.17	94.44	81.16
<i>EL AROMO - SAN LORENZO</i>	100	99.65	96.41	67.95
<i>FLAVIO - EL CARMEN</i>	100	96.44	89.92	68.90
<i>JIPIJAPA - PTO. CAYO</i>	100	99.71	97.30	41.47
<i>JIPIJAPA - PAJÁN</i>	100	99.58	95.85	58.39
<i>LA PILA - SANCAN</i>	100	96.56	85.73	62.13
<i>ROCAFUERTE - CRUCITA</i>	100	99.54	97.93	84.91
<i>SANTA MARIANITA - EL AROMO</i>	100	99.64	98.53	79.39
<i>MANTA - JARAMIJÓ</i>	100	98.38	94.18	68.49
<i>PORTOVIEJO - MANTA</i>	100	91.24	58.77	11.84
<i>PORTOVIEJO - SANTANA</i>	100	98.48	94.70	79.71
<i>ROCAFUERTE - TOSAGUA</i>	100	99.35	94.15	75.36
<i>SAN CLEMENTE - BAHÍA</i>	100	99.53	98.60	79.59

Se logra observar que para el tamiz N°4 las muestras pasaron en un 100%; para el N° 10, los valores van desde 88,82 a 99,71; en cuanto al N°40 los porcentajes varían desde 54,56 a 98,60 y para el N°200 se obtuvieron valores de 11,84 y 88,22; valores que más adelante se emplearan para la respectiva clasificación de suelos.

- Límites de Atterberg.

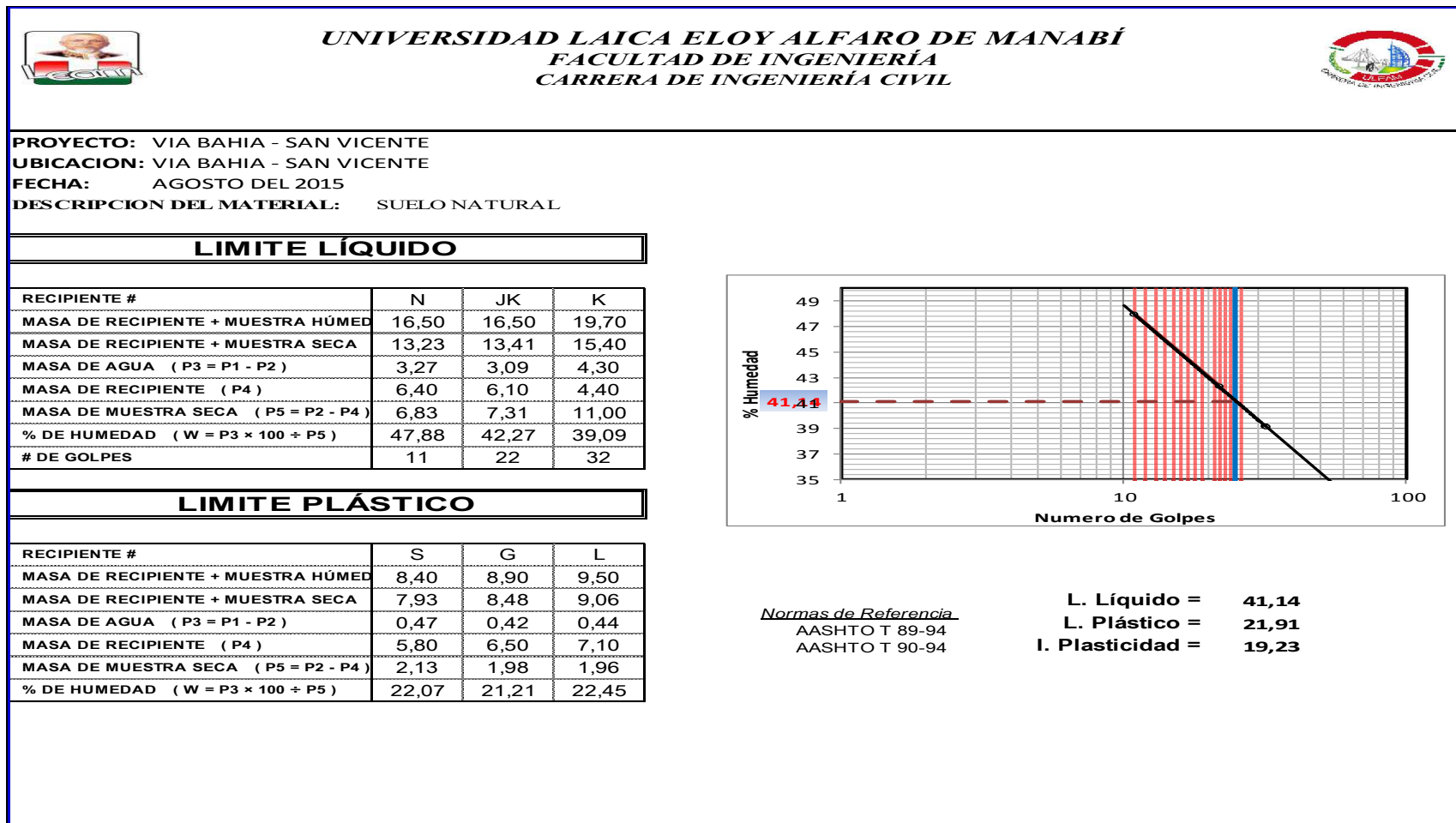


Figura 3.36 Hoja de cálculo para el ensayo de Límites de Atterberg.

Tabla 3.18 Resultados de los ensayos de Límites de Atterberg

<i>Ubicación</i>	<i>Límites de Consistencia</i>		<i>Índice de</i>
	<i>Líquido</i>	<i>Plástico</i>	<i>Plasticidad</i>
	<i>LL (%)</i>	<i>LP (%)</i>	<i>IP (%)</i>
<i>BAHÍA - SAN VICENTE</i>	41.16	22.28	18.88
<i>CASCOL - LA CADENA</i>	66.44	43.01	23.42
<i>CRUCITA - PORTOVIEJO</i>	44.87	31.77	13.11
<i>EL AROMO - SAN LORENZO</i>	46.68	29.45	17.23
<i>FLAVIO - EL CARMEN</i>	70.46	44.66	25.80
<i>JIPIJAPA - PTO. CAYO</i>	64.98	38.73	26.25
<i>JIPIJAPA - PAJÁN</i>	45.57	29.87	15.70
<i>LA PILA - SANCAN</i>	56.53	31.60	24.94
<i>ROCAFUERTE - CRUCITA</i>	66.51	41.45	25.06
<i>SANTA MARIANITA - EL AROMO</i>	55.03	30.69	24.33
<i>MANTA - JARAMIJÓ</i>	48.83	24.45	24.38
<i>PORTOVIEJO - MANTA</i>	71.82	42.11	29.72
<i>PORTOVIEJO - SANTANA</i>	61.92	40.19	21.73
<i>ROCAFUERTE - TOSAGUA</i>	54.93	38.61	16.32
<i>SAN CLEMENTE - BAHÍA</i>	57.07	37.26	19.81


- Para los Límites Líquidos se obtuvieron valores que van desde 44 a 72%.
- En cuanto a Límites Plásticos los resultados varían entre 24 y 45%.
- Con los resultados anteriores se obtuvieron valores de Índice de Plasticidad que van desde 13 a 30.

Tabla 3.19 Resultados de la Clasificación de suelos


Ubicación	Granulometría				Límites de Consistencia		Índice de Plasticidad	Clasificación de Suelos				
	% Que Pasa				Líquido	Plástico		SUCS	AASHTO	CARACTERIZACION	CALIDAD	
	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 200	LL (%)	LP (%)	IP (%)					
<i>BAHÍA - SAN VICENTE</i>	100	99.39	97.14	88.22	41.16	22.28	18.88	CL	A - 7 - 5	(12.0)	Suelo Arcillo-Arenoso	Aceptable a Mala
<i>CASCOL - LA CADENA</i>	100	88.82	54.56	13.76	66.44	43.01	23.42	SM	A - 2 - 7	(0.0)	Arena Limosa - Arcillosa	Aceptable a Mala
<i>CRUCITA - PORTOVIEJO</i>	100	99.17	94.44	81.16	44.87	31.77	13.11	ML	A - 7 - 5	(11.0)	Suelo Limoso-Arenoso	Aceptable a Mala
<i>EL AROMO - SAN LORENZO</i>	100	99.65	96.41	67.95	46.68	29.45	17.23	ML	A - 7 - 6	(11.0)	Suelo Limoso-Arenoso	Aceptable a Mala
<i>FLAVIO - EL CARMEN</i>	100	96.44	89.92	68.90	70.46	44.66	25.80	MH	A - 7 - 5	(17.0)	Suelo Limoso-Arenoso	Aceptable a Mala
<i>JIPIJAPA - PTO. CAYO</i>	100	99.71	97.30	41.47	64.98	38.73	26.25	SM	A - 7 - 5	(7.0)	Suelo Limoso-Arenoso	Aceptable a Mala
<i>JIPIJAPA - PAJÁN</i>	100	99.58	95.85	58.39	45.57	29.87	15.70	ML	A - 7 - 6	(8.0)	Suelo Limoso-Arenoso	Aceptable a Mala
<i>LA PILA - SANCAN</i>	100	96.56	85.73	62.13	56.53	31.60	24.94	MH	A - 7 - 5	(14.0)	Suelo Limoso-Arenoso	Aceptable a Mala
<i>ROCAFUERTE - CRUCITA</i>	100	99.54	97.93	84.91	66.51	41.45	25.06	MH	A - 7 - 5	(19.0)	Suelo Limoso-Arenoso	Aceptable a Mala
<i>SANTA MARIANITA - EL AROMO</i>	100	99.64	98.53	79.39	55.03	30.69	24.33	MH	A - 7 - 5	(17.0)	Suelo Limoso-Arenoso	Aceptable a Mala
<i>MANTA - JARAMIJÓ</i>	100	98.38	94.18	68.49	48.83	24.45	24.38	CL	A - 7 - 6	(14.0)	Suelo Limoso-Arenoso	Aceptable a Mala
<i>PORTOVIEJO - MANTA</i>	100	91.24	58.77	11.84	71.82	42.11	29.72	SP-SM	A - 2 - 7	(0.0)	Arena Limosa-Arcillosa	Aceptable a Mala
<i>PORTOVIEJO - SANTANA</i>	100	98.48	94.70	79.71	61.92	40.19	21.73	MH	A - 7 - 5	(17.0)	Suelo Limoso-Arenoso	Aceptable a Mala
<i>ROCAFUERTE - TOSAGUA</i>	100	99.35	94.15	75.36	54.93	38.61	16.32	MH	A - 7 - 5	(14.0)	Suelo Limoso-Arenoso	Aceptable a Mala
<i>SAN CLEMENTE - BAHÍA</i>	100	99.53	98.60	79.59	57.07	37.26	19.81	MH	A - 7 - 5	(16.0)	Suelo Limoso-Arenoso	Aceptable a Mala

Con respecto a la clasificación de suelos se tiene que la mayoría de los mismos son suelos limoso-arenoso, un porcentaje mínimo de arcillas arenosas y otro de limos arcillosos; los mismos que pasan el 50% o más por el tamiz Nº 200; representando así suelos finos. En cuanto a los grupos o sub-grupos posee en su mayoría A-7-5 (en nueve puntos), en unos cuatro A-7-6 y en los últimos dos A-2-7.

- Proctor Modificado.



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



ENSAYO DE COMPACTACIÓN

PROYECTO: VIA BAHIA - SAN VICENTE
UBICACION: VIA BAHIA - SAN VICENTE
FECHA: AGOSTO DEL 2015
DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL

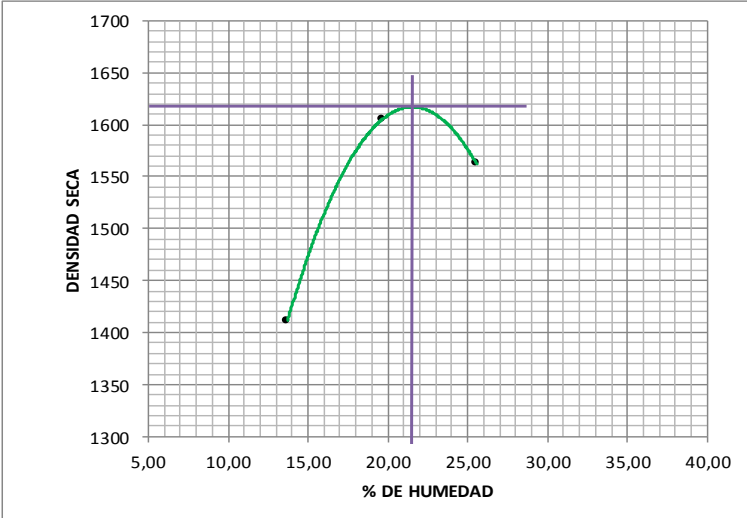
MASA DEL CILINDRO (P7)	6144	TIPO DEL ENSAYO	Modificado Ø=6" ; 18" -4.5 Kg. ; 5c-5
VOLUMEN DEL CILINDRO (V)	2089	# DE CAPAS	5
MASA DEL MARTILLO (lb.)	10	# DE GOLPES POR CAPA	56
ALTURA DE CAÍDA DEL MARTILLO (cm.)	45,72		

DATOS PARA LA CURVA

MASA DE CILINDRO + SUELO HÚMEDO	9496	10155	10242			
MASA DE SUELO HÚMEDO	3352	4011	4098			
DENSIDAD HÚMEDA DEL SUELO	1605	1920	1962			
DENSIDAD SECA DEL SUELO	1411	1605	1563			

CONTENIDO DE AGUA

PUNTO #	1		2		3	
% DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO	2		4		6	
RECIPIENTE N° TARA	A	W	Z	P	R	T
TARA + SUELO HUM. (GRS.)	24,90	27,70	32,10	27,71	28,70	25,90
TARA + SUELO SECO (GRS.)	22,80	25,10	27,80	24,40	24,30	22,00
PESO AGUA	2,10	2,60	4,30	3,31	4,40	3,90
PESO DE TARA	7,00	6,70	7,00	6,60	7,00	6,80
PESO SUELO SECO	15,80	18,40	20,80	17,80	17,30	15,20
CONT. DE AGUA %	13,29	14,13	20,67	18,60	25,43	25,66
CONT. PROM. AGUA %	13,71		19,63		25,55	



DENSIDAD SECA MAXIMA :
1617 Kg/m3

% DE HUMEDAD OPTIMA:
21,53 %

Normas de Referencia
AASHTO T 180-93

Figura 3.37 Hoja de Cálculo para ensayo de Proctor Modificado.

Tabla 3.20 Resultados de los ensayos de Proctor Modificado

<i>Ubicación</i>	<i>Proctor Modificado</i>	
	<i>Densidad Seca (Kg/m³)</i>	<i>%Húmeda d óptima</i>
<i>BAHÍA - SAN VICENTE</i>	1617.00	21.53
<i>CASCOL - LA CADENA</i>	1407.00	24.05
<i>CRUCITA - PORTOVIEJO</i>	1485.00	21.57
<i>EL AROMO - SAN LORENZO</i>	1443.00	19.91
<i>FLAVIO - EL CARMEN</i>	1329.00	20.19
<i>JIPIJAPA - PTO. CAYO</i>	1551.00	21.42
<i>JIPIJAPA - PAJÁN</i>	1526.00	22.71
<i>LA PILA - SANCAN</i>	1288.00	30.76
<i>MANTA - ROCAFUERTE</i>	1377.00	22.47
<i>MANTA - SANTA MARIANITA</i>	1447.00	20.06
<i>MANTA - JARAMIJÓ</i>	1576.00	18.28
<i>PORTOVIEJO - MANTA</i>	1416.00	21.91
<i>PORTOVIEJO - SANTANA</i>	1406.00	22.19
<i>ROCAFUERTE - TOSAGUA</i>	1428.00	22.41
<i>SAN CLEMENTE - BAHÍA</i>	1586.00	17.29

Para el Proctor Modificado los resultados de Máxima densidad seca van desde 1288 a 1586Kg/m³ y sus humedades óptimas varían entre 18 y 31%.

- Valor Soporte de California.



	UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL					
<u>ENSAYO C. B. R.</u>						
PROYECTO: VIA BAHIA - SAN VICENTE						
UBICACION: VIA BAHIA - SAN VICENTE						
FECHA: AGOSTO DEL 2015						
DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL						
Molde N°	3	12	13			
Número de capas	5	5	5			
Número de golpes por capas	56	26	12			
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
Peso muestra húmeda + molde Gr	14301	15024	10697	11224	10537	11023
Peso del molde Gr	8218	8218	6788	6788	7197	7197
Peso muestra húmeda Gr.	6083	6806	3909	4436	3340	3826
Volumen de la muestra cm.3	3073	3073	2477	2477	2390	2390
Densidad húmeda kg/m.3	1979	2215	1578	1791	1397	1601
Densidad seca kg/m.3	1618	1534	1291	1227	1140	1060
<u>CONTENIDO DE AGUA</u>						
Tarro N°	V	X	W	N	I	F
P. muestra húmeda + tarro Gr.	27,5	23,50	31,24	30,25	28,54	27,14
P. muestra seca + tarro Gr.	23,74	18,40	26,84	22,95	24,59	20,68
Peso agua Gr.	3,76	5,10	4,40	7,30	3,95	6,46
Peso tarro Gr.	6,90	6,90	7,02	7,05	7,08	8,01
Peso muestra seca Gr.	16,84	11,50	19,82	15,90	17,51	12,67
Contenido de humedad %	22,33	44,35	22,20	45,91	22,56	50,99

Figura 3.38a. Hoja de Cálculo para el ensayo de C.B.R.



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



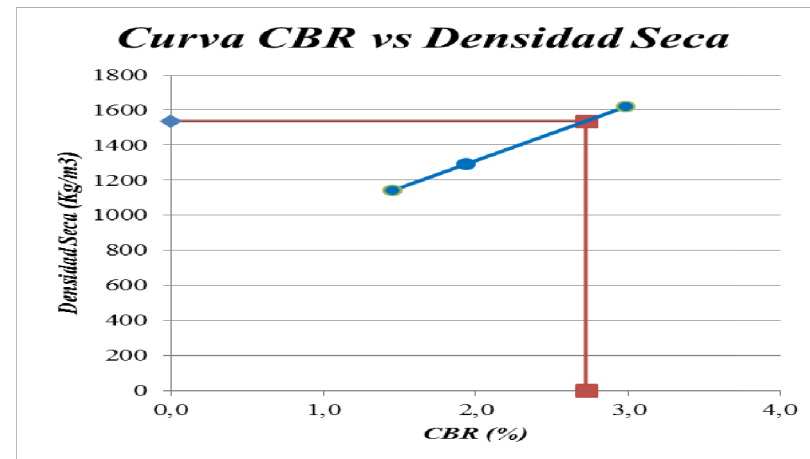
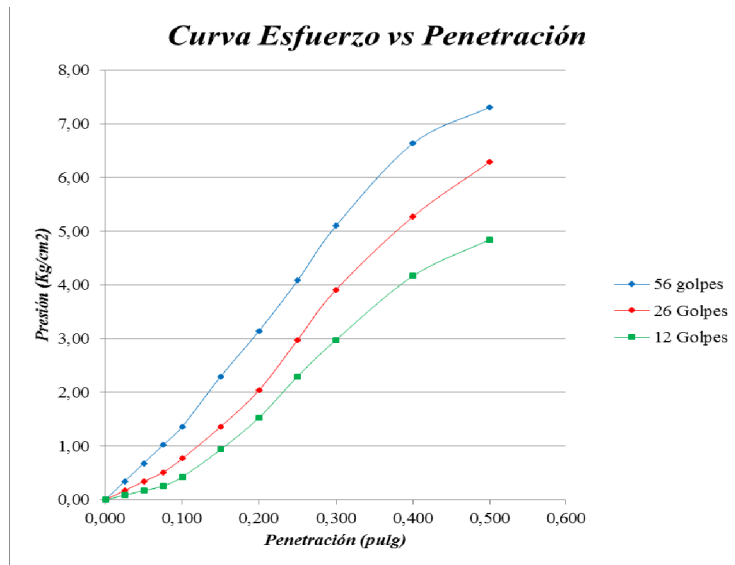
PENETRACIÓN

Penetración		Molde Nº 1 (B2, 56 Golpes)						Molde Nº 2 (2B, 26 Golpes)						Molde Nº 3 (B1, 12 Golpes)						
Pulg.	mm.	Deformación Dial (0,001 mm)	Carga (Kg)	Presión (Kg/cm2)	Presión Estándar (Kg/cm2)	C.B.R. Corr.		Deformación Dial (0,001 mm)	Carga (Kg)	Presión (Kg/cm2)	Presión Estándar (Kg/cm2)	C.B.R. Corr.		Deformación Dial (0,001 mm)	Carga (Kg)	Presión (Kg/cm2)	Presión Estándar (Kg/cm2)	C.B.R. Corr.		
						Kg/cm2	%					Kg/cm2	%					Kg/cm2	%	
0,000	0,000	0	0,00	0,00	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0	0	0
0,025	0,635	4	6,58	0,34				2	3,29	0,17				1	1,64	0,08				
0,050	1,270	8	13,16	0,68				4	6,58	0,34				2	3,29	0,17				
0,075	1,905	12	19,75	1,02				6	9,87	0,51				3	4,93	0,25				
0,100	2,540	18	26,33	1,36	70,31	1,36	1,93%	9	14,81	0,77	70,31	0,77	1,09%	5	8,23	0,43	70,31	0,43	0,60%	
0,150	3,810	27	44,44	2,30				16	26,33	1,36				11	18,10	0,94				
0,200	5,080	37	60,90	3,15	105,46	3,15	2,98%	24	39,50	2,04	105,46	2,04	1,94%	18	29,62	1,53	105,46	1,53	1,45%	
0,250	6,350	48	79,01	4,08				35	57,61	2,98				27	44,44	2,30				
0,300	7,620	60	98,76	5,10				46	75,72	3,91				35	57,61	2,98				
0,400	10,160	78	128,39	6,63				62	102,05	5,27				49	80,65	4,17				
0,500	12,700	86	141,56	7,31				74	121,81	6,29				57	93,82	4,85				

Figura 3.38b. Hoja de Cálculo para el ensayo de C.B.R., lecturas de dial



PROYECTO: VIA BAHIA - SAN VICENTE
UBICACION: VIA BAHIA - SAN VICENTE
FECHA: AGOSTO DEL 2015
DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL



Densidad Seca Maxima (95%)	1536	Kg/m ³
CBR (Diseño)	2,7	%

Figura 3.38c. Hoja de Cálculo para el ensayo de C.B.R., curvas resultantes.

Tabla 3.21 Resultados de los ensayos del C.B.R.

<i>Ubicación</i>	<i>California Bearing Ratio (C.B.R.) (%)</i>
<i>BAHÍA - SAN VICENTE</i>	2.70
<i>CASCOL - LA CADENA</i>	3.10
<i>CRUCITA - PORTOVIEJO</i>	1.50
<i>EL AROMO - SAN LORENZO</i>	2.80
<i>FLAVIO - EL CARMEN</i>	1.80
<i>JIPIJAPA - PTO. CAYO</i>	3.80
<i>JIPIJAPA - PAJÁN</i>	1.30
<i>LA PILA - SANCAN</i>	0.80
<i>ROCAFUERTE - CRUCITA</i>	1.70
<i>SANTA MARIANITA - EL AROMO</i>	1.60
<i>MANTA - JARAMIJÓ</i>	4.40
<i>PORTOVIEJO - MANTA</i>	2.20
<i>PORTOVIEJO - SANTANA</i>	2.30
<i>ROCAFUERTE - TOSAGUA</i>	1.00
<i>SAN CLEMENTE - BAHÍA</i>	2.90

En cuanto a los ensayos de C.B.R. al 95% de la densidad seca máxima, se alcanzaron valores entre 0,80 a 4,4% los que demuestran que son subrasantes muy malas, según la tabla presentada con anterioridad.

• **Cono de Penetración Dinámico**

MOLDE	UBICACIÓN									
B1	BAHÍA - SAN VICENTE									
P1										
Cantidad de Golpes	Penetración acumulada (mm)	Penetración entre lecturas (mm)	Penetración por golpe (mm)	Factor de mazo	índice DCP (mm/golpe)	CBR %	Análisis por penetración acumulada			
							Cant. De golpes	Penetración acumulada	índice DCP (mm/golpe)	CBR %
0	403	0	0.0	0	0.0	0				
1	415	12	12.0	1	12.0	18				
1	478	63	63.0	1	63.0	2.8	2	75	38	5
1	500	22	22.0	1	22.0	9	2	85	43	4.3
P2										
Cantidad de Golpes	Penetración acumulada (mm)	Penetración entre lecturas (mm)	Penetración por golpe (mm)	Factor de mazo	índice DCP (mm/golpe)	CBR %	Análisis por penetración acumulada			
							Cant. De golpes	Penetración acumulada	índice DCP (mm/golpe)	CBR %
0	401	0	0.0	0	0.0	0				
1	420	19	19.0	1	19.0	11				
1	474	54	54.0	1	54.0	3.4	2	73	37	5
1	495	21	21.0	1	21.0	10	2	75	38	5
P3										
Cantidad de Golpes	Penetración acumulada (mm)	Penetración entre lecturas (mm)	Penetración por golpe (mm)	Factor de mazo	índice DCP (mm/golpe)	CBR %	Análisis por penetración acumulada			
							Cant. De golpes	Penetración acumulada	índice DCP (mm/golpe)	CBR %
0	410	0	0.0	0	0.0	0				
1	428	18	18.0	1	18.0	11				
1	478	50	50.0	1	50.0	3.7	2	68	34	6
1	501	23	23.0	1	23.0	9	2	73	37	5
(a) Cantidad de golpes del mazo entre lecturas del ensayo (b) Penetración acumulada después de cada set del golpes del mazo (c) Diferencia en la penetración acumulada (nota de pie (b)) entre lecturas (d) Nota de pie (c) dividida entre nota de pie (a) (e) Añote 1 para el mazo de 8Kg y 2 para el mazo de 4.6Kg (f) Nota de pie (d) x nota de pie (e) (g) de la correlación entre CBR y el índice de DCP										

Figura 3.39 Hoja de Cálculo para el ensayo de D.C.P.

Tabla 3.22 Resumen de los ensayos utilizando el DCP.

MUESTRA DE SUELO	VALORES OBTENIDOS EN LABORATORIO		
UBICACIÓN	CONO DE PENETRACIÓN DINÁMICO (DCP) NORMA ASTM-D 6951		
TRAMO DE VIA - SECTOR	Prof. (mm)	Indice DCP (mm/golpe)	CBR (%)
BAHIA - SAN VIVENTE	100	37	5
CASCOL - LA CADENA	83	32	6
CRUCITA PORTOVIEJO	119	44	4.3
EL AROMO - SAN LORENZO	95	36	5
FLAVIO ALFARO - EL CARMEN	112	42	4.4
JIPIJAPA - PTO. CAYO	102	30	6
JIPIJAPA - PAJAN	108	49	3.7
LA PILA - SANCAN	120	59	3
ROCAFUERTE - CRUCITA	88	46	4.2
SANTA MAT. - EL AROMO	112	56	3.4
MANTA - JARAMIJO	112	42	4.4
PORTOVIEJO - MANTA	92	39	4.8
PORTOVIEJO - SANTA ANA	100	38	5
ROCAFUERTE - TOSAGUA	95	45	4.1
SAN CLEMENTE - BAHIA	92	36	5

Para el ensayo aplicando el D.C.P. los índices de penetración considerando una profundidad aproximada de 10cm, para las muestras saturadas los valores varían entre 30 y 56mm/golpe.

3.2. Correlaciones

La correlación entre el CBR y DCP se determina mediante el cálculo del índice del DCP, lo cual nos da a conocer la penetración por golpe que es necesario para estimar la resistencia al corte (CBR).

Tabla 3.23 Correlaciones existentes para el DCP mediante la aplicación de diferentes ecuaciones.

CORRELACIONES PARA DETERMINAR C.B.R. CON D.C.P.					
UBICACIÓN	RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (LABORATORIO)	CBR= 292 /DCP ^{1,12} (TABLA)	Log(CBR)=2,317-0,858 Log(DCP)	CBR= 1/0,002871*DCP	CBR= 1 /((0,017019*DCP) ²
		APTA PARA TODO TIPO DE SUELOS (GRANULARES Y COHESIVOS)	APTA PARA TODO TIPO DE SUELO	PARA LOS SUELOS ARCILLOSOS	PARA SUELOS ARCILLOSOS CON CBR<10%
	C.B.R. %	C.B.R. %	C.B.R. %	C.B.R. %	C.B.R. %
BAHIA - SAN VIVENTE	2.70	5.12	9.34	9.41	2.52
CASCOL - LA CADENA	3.10	6.02	10.58	10.88	3.37
CRUCITA PORTOVIEJO	1.50	4.21	8.05	7.92	1.78
EL AROMO - SAN LORENZO	2.80	5.28	9.56	9.68	2.66
FLAVIO ALFARO - EL CARMEN	1.80	4.44	8.38	8.29	1.96
JIPIJAPA - PTO. CAYO	3.80	6.47	11.18	11.61	3.84
JIPIJAPA - PAJAN	1.30	3.74	7.34	7.11	1.44
LA PILA - SANCAN	0.80	3.03	6.26	5.90	0.99
ROCAFUERTE - CRUCITA	1.70	4.01	7.75	7.57	1.63
SANTA MAT. - EL AROMO	1.60	3.22	6.55	6.22	1.10
MANTA - JARAMIJO	4.40	6.72	11.51	12.01	4.11
PORTOVIEJO - MANTA	2.20	4.82	8.93	8.93	2.27
PORTOVIEJO - SANTA ANA	2.30	4.97	9.13	9.17	2.39
ROCAFUERTE - TOSAGUA	1.00	4.11	7.90	7.74	1.70
SAN CLEMENTE - BAHIA	2.90	5.28	9.56	9.68	2.66

Se logra observar la variabilidad y reciprocidad en cuanto a los ensayos del CBR y DCP.

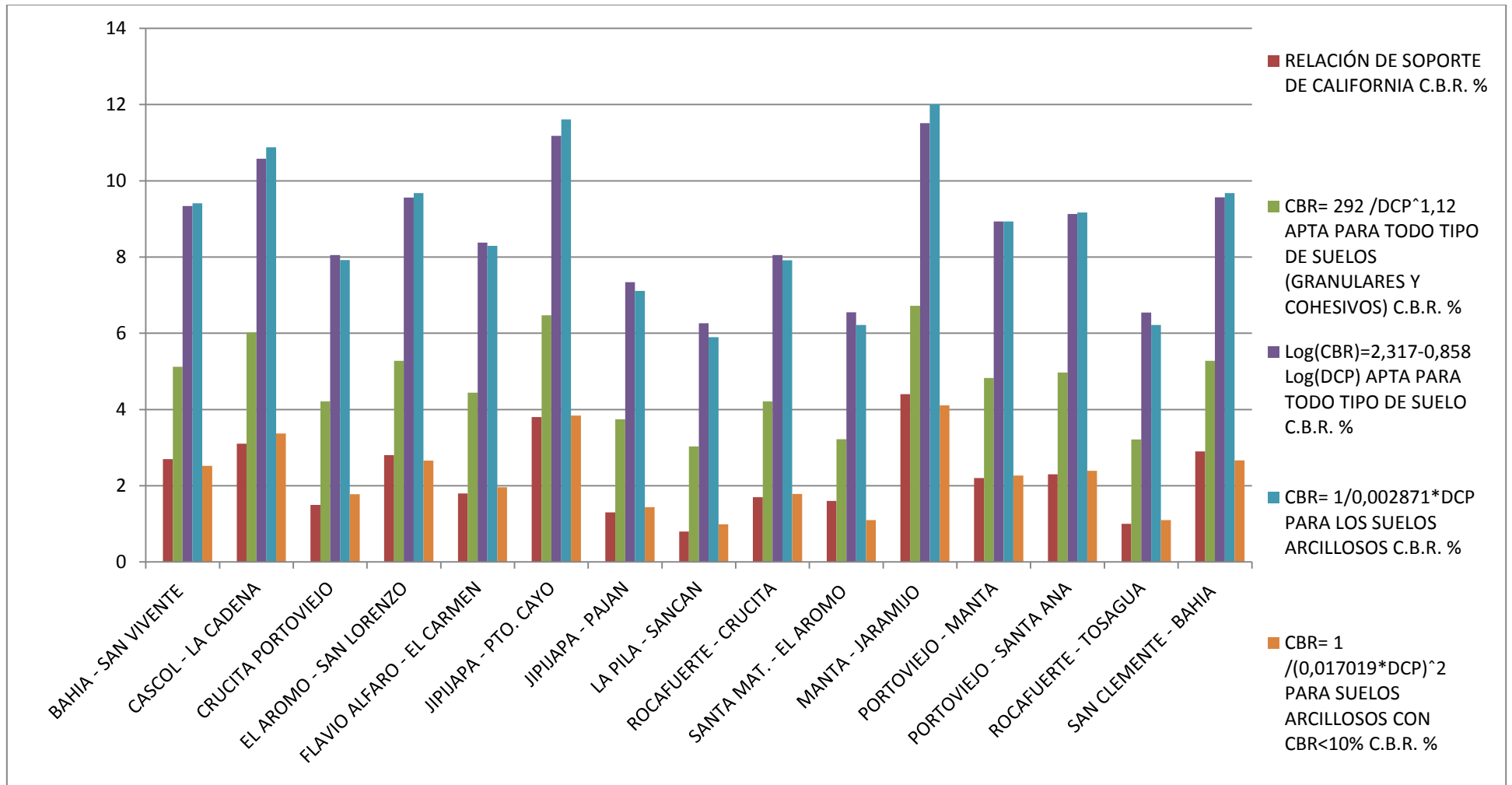


Figura 3.40. Representación gráfica de resultados obtenidos; C.B.R., Correlaciones para determinar C.B.R. con D.C.P.

Tabla. 3.24. Correlaciones con más reciprocidad

CORRELACIONES ENTRE C.B.R. Y D.C.P.			
UBICACIÓN	DENSIDAD MAXIMA SECA	RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (LABORATORIO)	$CBR = 1 / (0,017019 * DCP)^2$ PARA SUELOS ARCILLOSOS CON CBR < 10%
	(kg/m3)	C.B.R. %	C.B.R. %
BAHIA - SAN VIVENTE	1617	2.70	2.52
CASCOL - LA CADENA	1407	3.10	3.37
CRUCITA PORTOVIEJO	1485	1.50	1.78
EL AROMO - SAN LORENZO	1443	2.80	2.66
FLAVIO ALFARO - EL CARMEN	1329	1.80	1.96
JIPIJAPA - PTO. CAYO	1551	3.80	3.84
JIPIJAPA - PAJAN	1526	1.30	1.44
LA PILA - SANCAN	1288	0.80	0.99
ROCAFUERTE - CRUCITA	1377	1.70	1.78
SANTA MAT. - EL AROMO	1447	1.60	1.10
MANTA - JARAMIJO	1576	4.40	4.11
PORTOVIEJO - MANTA	1416	2.20	2.27
PORTOVIEJO - SANTA ANA	1406	2.30	2.39
ROCAFUERTE - TOSAGUA	1428	1.00	1.10
SAN CLEMENTE - BAHIA	1586	2.90	2.66

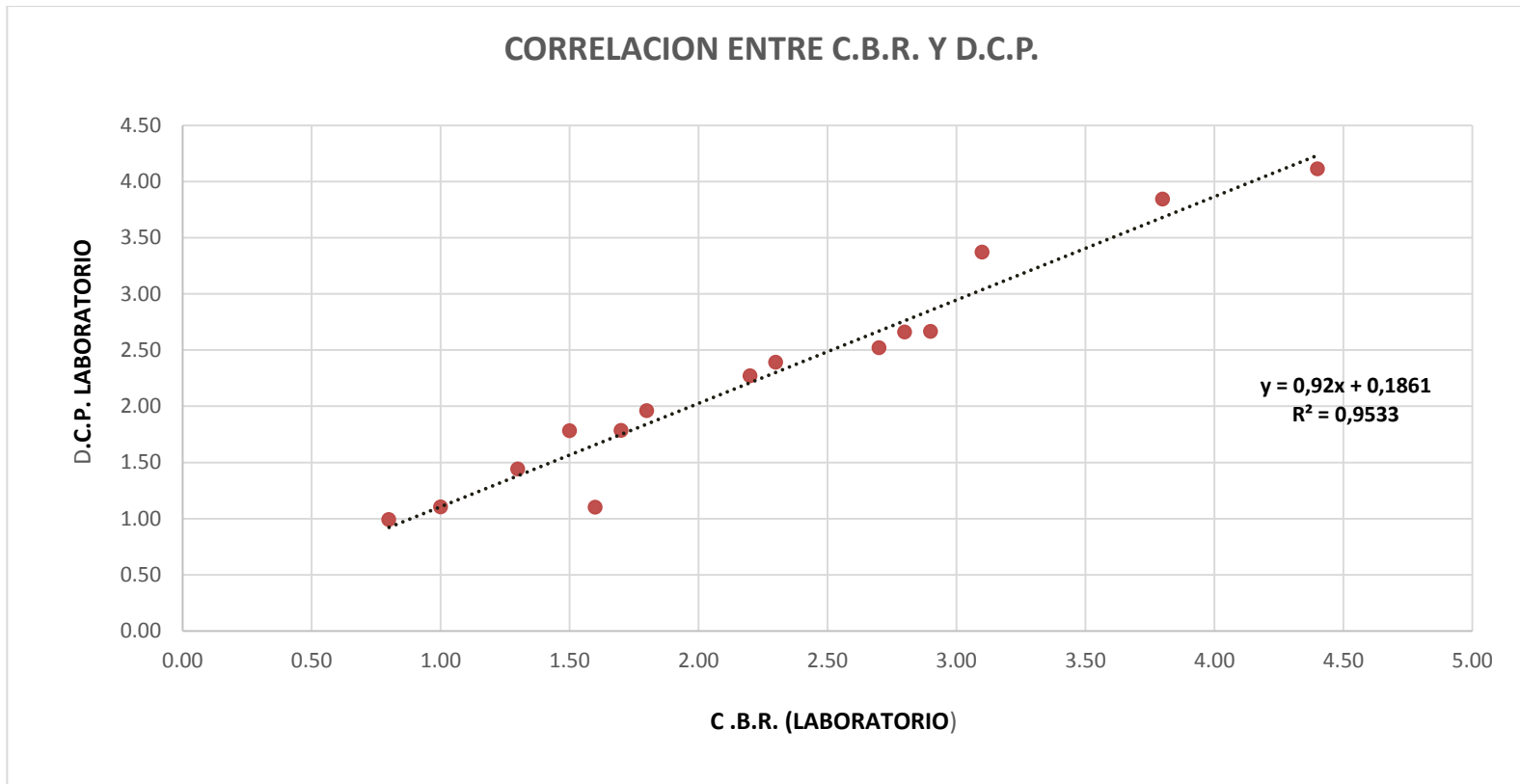


Figura 3.41. Representación gráfica de resultados de Correlación entre el C.B.R y D.C.P.

Se muestran valores correlacionados entre el C.B.R. y D.C.P. ambos realizados en laboratorio, se puede observar el alto grado de correlación entre las mismas, resultando una concordancia de 0,95%; es decir que tiene un error de 0,05%.

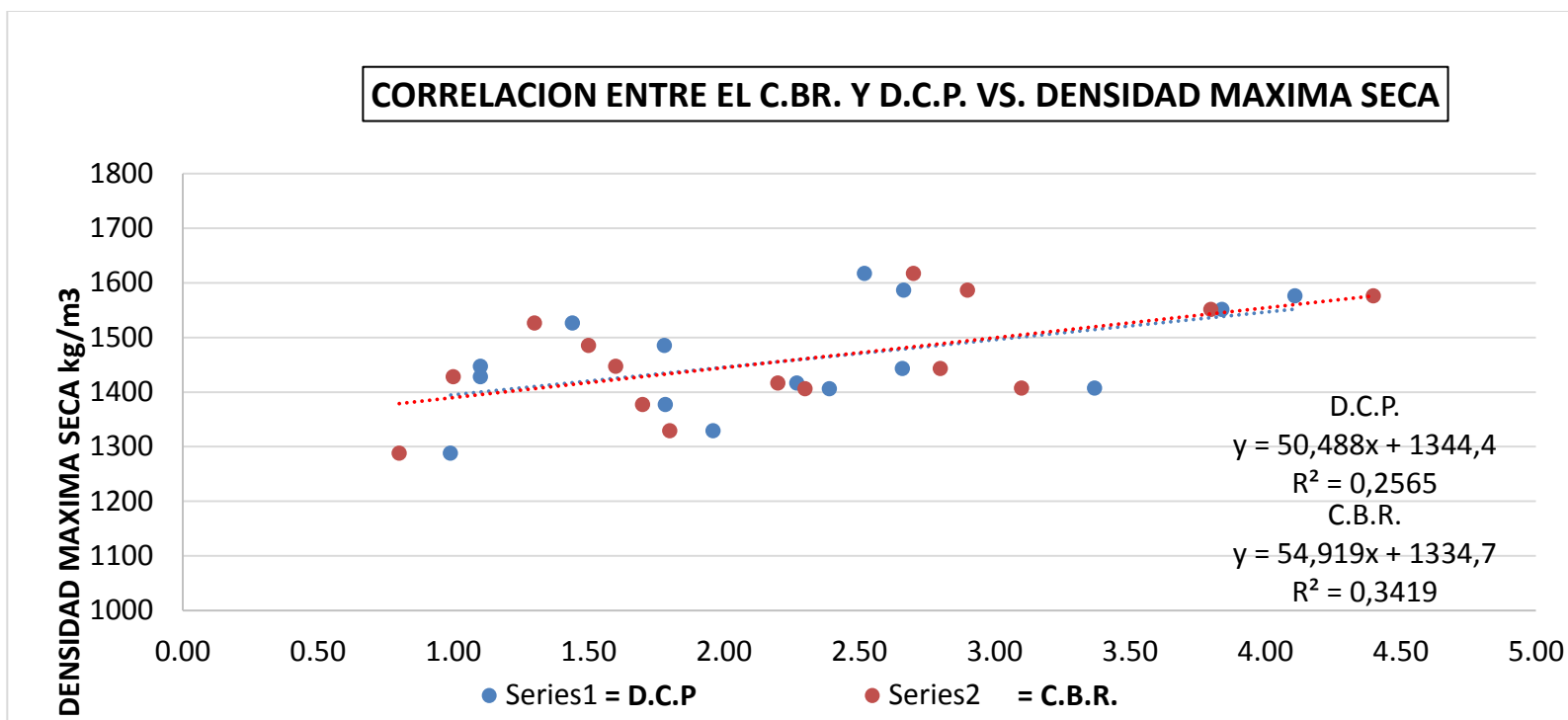


Figura 3.42. Representación gráfica de resultados de Correlación entre el C.B.R y D.C.P vs La Densidad Máxima Seca.

Se muestran valores correlacionados entre el C.B.R.; D.C.P. vs Densidad máxima seca, ambos realizados en laboratorio; se puede observar el alto grado de correlación entre las mismas, teniendo 0,25% como resultado para el D.C.P. y 0,34% para el C.B.R., de lo cual se puede apreciar un alto grado de aceptabilidad.

3.3. Conclusiones

- Al estudiar y analizar los diferentes resultados de los ensayos de Valor de Soporte California (C.B.R.) y Cono Dinámico de Penetración (D.C.P.) se lograron distinguir con claridad que los valores que correlacionan en estos tipos de ensayo aplicados en laboratorio, poseen un coeficiente determinístico $R^2 = 0,95$, lo que demuestra un alto margen de confiabilidad entre estos dos ensayos; siempre y cuando el ensayo de D.C.P. sea realizado in situ considerando a los suelos en condición de humedad óptima.
- Los sectores seleccionados para este estudio en la Provincia de Manabí, se aprovecharon para determinar las propiedades y características de los suelos; contribuyeron así, al aporte de conocimiento para esta investigación.
- Se logró a cabalidad el estudio general de la aplicación de la herramienta del Cono Dinámico de Penetración (D.C.P) y el ensayo del Valor de Soporte California (C.B.R.), obteniendo resultados de reciprocidad favorables de estos ensayos.
- En cuanto a los resultados que se lograron alcanzar en los ensayos con el Cono Dinámico de Penetración (D.C.P.) se puede sugerir que es una herramienta confiable al momento de determinar la capacidad de soporte de los suelos de la provincia de Manabí.
- Las correlaciones que resultan confiables, están basados en el uso de la fórmula para suelos arcillosos con un C.B.R.<10%.
- Se concluye que en las muestras de suelos ensayadas en laboratorio no fue preciso ningún tipo de modificación, para alcanzar una optimización en los resultados obtenidos.

3.4. Recomendaciones


- En cuanto a los ensayos del Cono Dinámico de Penetración (D.C.P.) es de gran importancia, una buena interpretación de los resultados para obtener un Valor de Soporte California (C.B.R.) aproximado.
- Al momento de implementar esta herramienta, Cono Dinámico de Penetración (D.C.P) se propone utilizarlo en ambientes óptimos de humedad del suelo, dependiendo de estos su grado de confiabilidad y variabilidad en los resultados al momento de su uso.
- Se recomienda realizar ensayos más profundos para determinar la capacidad de soporte de los suelos mediante este mecanismo, Cono Dinámico de Penetración (D.C.P.) y así poder implementarlo para un diseño de pavimento rígido y flexible.
- Al tener estos dos ensayos, mucha reciprocidad; se puede determinar así mismo, el grado de compactación de laboratorio Vs. compactación de Campo.

BIBLIOGRAFÍA


- Angamarca, A. (6 de Marzo de 2013). *Universidad Central del Ecuador*. Recuperado el 3 de marzo de 2015, de sitio web:
<https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=5&cad=rja&uact=8&ved=0CDUQFjAEahUKEwjtopmY9OfHAhWJ0YAKHXm-DUM&url=http%3A%2F%2Fwww.dspace.uce.edu.ec%2Fbitstream%2F25000%2F969%2F1%2FT-UCE-0011-34.pdf&usg=AFQjCNFmagW9mxcednudpAdyKxnUFapZsg&>
- ASTM. (15 de Mayo de 2008). *Método de ensayo estándar para el uso del Penetrómetro*. Recuperado el 13 de Marzo de 2015, de Traducción de Norma D 6951-03.
- Beskid, J., & Martínez, R. (13 de Noviembre de 2006). *Universidad de Urdaneta*. Recuperado el 19 de Marzo de 2015, de portal: <http://200.35.84.131/portal/bases/marc/texto/2301-04-00576.pdf>
- Blázquez, L. B. (1 de Febrero de 2007). *Manual de Carreteras*. Recuperado el 3 de Abril de 2015, de Proyectos:
http://sirio.ua.es/proyectos/manual_%20carreteras/02010103.pdf
- Cáceres, A. T. (10 de Febrero de 2014). *Universidad de San Carlos de Guatemala*. Recuperado el 11 de Abril de 2015, de Repositorio:
http://www.repositorio.usac.edu.gt/748/1/08_3673_C.pdf
- Collazo, Padilla, Rondon, Contreras, & Ortega. (3 de junio de 2012). *Suelos*. Recuperado el marzo de 2015, de suelos-25dejulio.blogspot: <http://suelos-25dejulio.blogspot.com/2012/06/factores-que-influyen-en-la-formacion-y.html>
- Consejo Provincial Agrario. (2005). *Dirección de Conservación de Suelos*. Recuperado el marzo de 2015, de Consejo Agrario Provincial:
<http://www2.medioambiente.gov.ar/sian/scruz/Erosi%F3n/suelos.htm>
- Espinel, C. (10 de Octubre de 2011). *Universidad Técnica de Manabí*. Recuperado el 2 de Abril de 2015, de repositorio.utm.edu.ec:
http://repositorio.utm.edu.ec/bitstream/50000/11775/1/CEPGDIE_201100199.pdf
- Gagnon, M. (1999). *eHowenespañol*. Recuperado el Marzo de 2015, de cultura y ciencia:
http://www.ehowenespanol.com/tres-tipos-particulas-del-suelo-ordenadas-menor-mayor-lista_43586/
- Gonzalez, V. (5 de Marzo de 2012). *Víctor Gonzalez*. Recuperado el Marzo de 2015, de Mi propio blog en clase: <https://victormanuelgonzalezvazquez.wordpress.com/2012/03/>
- grupo intercom. (S.a. de S.a de S.a.). *Construmática*. Recuperado el 15 de julio de 2015, de Construpedia: http://www.construmatica.com/construpedia/Ensayo_CBR
- Guerrón, A., & Tacuri, L. (18 de Abril de 2013). *Escuela Politécnica Nacional*. Recuperado el Marzo de 2015, de bibdigital.epn.edu.ec: <http://bibdigital.epn.edu.ec/>

- Herrera, V. (S.A de S.A de 1995). *Texas Instruments*. Recuperado el 3 de Mayo de 2015, de Education Sites:
<https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=5&cad=rja&uact=8&sqi=2&ved=0CDcQFjAEahUKEwi1qNyn4KTHAhXCWh4KHTQhCmE&url=https%3A%2F%2Feducation.ti.com%2Fes%2Flatinoamerica%2F~%2Fmedia%2Feducation%2Fsites%2FLATINOAMERICA%2Fdownloads%2Fpdf%2F>
- Hugo, I. (30 de Mayo de 2010). *Pavimentos*. Recuperado el 12 de Octubre de 2015, de Pavimentos.blogspot : <http://libro-pavimentos.blogspot.com/2010/05/clasificacion-de-suelos.html>
- Jaramillo, D. (18 de Diciembre de 2007). *unvirtual medellin*. Recuperado el marzo de 2015, de unvirtual.medellin.unal.edu.co:
http://unvirtual.medellin.unal.edu.co/pluginfile.php/1928/mod_resource/content/0/LA_ESTRUCTURA_SUELO.pdf
- Lacera, G. (5 de Mayo de 2006). *Universidad Industrial Santander*. Recuperado el marzo de 2015, de repositorio.uis.edu.co:
<http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/1729/2/119409.pdf>
- M., D. B. (2001). *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica*. Sacramento, California: International Thompson Editores.
- Reyes, J. (12 de Agosto de 2010). *El Suelo y sus tipos*. Recuperado el Febrero de 2015, de reyesjulian.blogspot: <http://reyesjulian.blogspot.com/>
- S.A. (21 de agosto de 2003). *ITYAC*. Recuperado el 5 de agosto de 2015, de material de apoyo:
http://www.ityac.com.ar/Files/A1_Compactacion_de_Suelos.pdf
- SA. (SA de SA de SA). *Universida Catolica del Norte*. Obtenido de Laboratorio:
<http://www3.ucn.cl/FacultadesInstitutos/laboratorio/aashtoM2.htm>
- Universida Catolica del Norte. (SA de SA de SA). *Universida Catolica del Norte*. Obtenido de Laboratorio: <http://www3.ucn.cl/FacultadesInstitutos/laboratorio/aashtoM2.htm>
- Vizcarra, F. (20 de Abril de 2011). Recuperado el 12 de Febrero de 2015

ANEXOS



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



ENSAYO GRANULOMÉTRICO


PROYECTO: VIA CASCOL - LA CADENA
UBICACION: VIA CASCOL - LA CADENA
FECHA: AGOSTO DEL 2015
DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL

TAMIZ	P. RETENIDO PARCIAL	P. RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	ESPECIFICACION
GRANULOMETRIA					
SERIE GRUESA					
4"	0	0	0,00	100,00	
3"	0	0	0,00	100,00	
2 1/2"	0	0	0,00	100,00	
2"	0	0	0,00	100,00	100
1 1/2"	0	0	0,00	100,00	70-100
1"	0	0	0,00	100,00	
3/4"	0	0	0,00	100,00	
1/2"	0	0	0,00	100,00	
3/8"	0	0	0,00	100,00	
Nº4	0	0	0,00	100,00	
PASA Nº4	100	100	(100,00)		30-70
TOTAL	100				
SERIE FINA					
Nº4					
8					
10	27,49		11,18	88,82	
16					
20					
30					
40	84,22		34,26	54,56	15-40
50					
60					
100					
200	100,31		40,80	(13,76)	0-20
PASA Nº200	33,82		(13,76)		
TOTAL	245,84				


P inicial humedo= 300 gms
 P inicial seco= 245,84 gms

Nº TARRO	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% W	% PROMEDIO
HUMEDAD NATURAL					
F	38,91	35,19	18,5	22,29	
V	37,01	33,72	18,61	21,77	22,03

HUMEDAD NATURAL: 22,03 %



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



LIMITE LÍQUIDO

PROYECTO: VIA CASCOL - LA CADENA
UBICACION: VIA CASCOL - LA CADENA
FECHA: AGOSTO DEL 2015
DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL

RECIPIENTE #	K	G	V
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (P)	27,33	28,76	28,46
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)	23,77	24,66	24,52
MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)	3,56	4,10	3,94
MASA DE RECIPIENTE (P4)	18,61	18,50	18,43
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)	5,16	6,16	6,09
% DE HUMEDAD (W = P3 × 100 ÷ P5)	68,99	66,56	64,70
# DE GOLPES	13	25	38

LIMITE PLÁSTICO

RECIPIENTE #	M	N	J
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (P)	11,02	10,78	10,25
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)	10,34	10,03	9,71
MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)	0,68	0,75	0,54
MASA DE RECIPIENTE (P4)	8,75	8,26	8,48
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)	1,59	1,77	1,23
% DE HUMEDAD (W = P3 × 100 ÷ P5)	42,77	42,37	43,90



Normas de Referencia
 AASHTO T 89-94
 AASHTO T 90-94

L. Líquido = 66,41
L. Plástico = 43,01
I. Plasticidad = 23,4

Hojas de cálculo, Granulometría y Límites de Atterberg respectivamente



ENSAYO GRANULOMÉTRICO

PROYECTO: VIA CRUCITA - PORTOVIEJO
UBICACION: VIA CRUCITA - PORTOVIEJO
FECHA: AGOSTO DEL 2015
DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL

TAMIZ	P. RETENIDO PARCIAL	P. RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
GRANULOMETRIA					
4"	0	0	0,00	100,00	
3"	0	0	0,00	100,00	
2 1/2"	0	0	0,00	100,00	
2"	0	0	0,00	100,00	
1 1/2"	0	0	0,00	100,00	
1"	0	0	0,00	100,00	
3/4"	0	0	0,00	100,00	
1/2"	0	0	0,00	100,00	
3/8"	0	0	0,00	100,00	
Nº4	0	0	0,00	(100,00)	
PASA Nº4	100	100	(100,00)		
TOTAL	100				

Nº4				
8				
10	2,2		0,83	99,17
16				
20				
30				
40	12,50		4,73	94,44
50				
60				
100				
200	35,10		13,28	(81,16)
PASA Nº200	214,57		(81,16)	
TOTAL	264,37			

P inicial humedo= 300 gms
P inicial seco= 264,37 gms

Nº	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% W	% PROMEDIO
HUMEDAD NATURAL					
J	27,4	25	6,9	13,26	
B	29,9	26,9	5	13,70	13,48

HUMEDAD NATURAL: 13,48 %



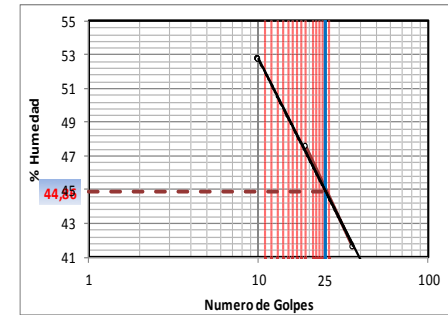
PROYECTO: VIA CRUCITA - PORTOVIEJO
UBICACION: VIA CRUCITA - PORTOVIEJO
FECHA: AGOSTO DEL 2015
DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL

LIMITE LÍQUIDO

RECIPIENTE #	N	JK	K
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMED	16,20	16,00	15,00
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA	13,00	13,10	12,10
MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)	3,20	2,90	2,90
MASA DE RECIPIENTE (P4)	5,30	7,00	6,60
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)	7,70	6,10	5,50
% DE HUMEDAD (W = P3 x 100 ÷ P5)	41,56	47,54	52,73
# DE GOLPES	36	19	10

LIMITE PLÁSTICO

RECIPIENTE #	S	G	L
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMED	9,10	9,00	8,90
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA	8,56	8,47	8,45
MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)	0,54	0,53	0,45
MASA DE RECIPIENTE (P4)	6,90	6,80	7,00
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)	1,66	1,67	1,45
% DE HUMEDAD (W = P3 x 100 ÷ P5)	32,53	31,74	31,03



Normas de Referencia
AASHTO T 89-94
AASHTO T 90-94

L. Líquido = 44,86
L. Plástico = 31,77
I. Plasticidad = 13,09

Hojas de cálculo, Granulometría y Límites de Atterberg respectivamente



ENSAYO GRANULOMÉTRICO

PROYECTO: VIA EL AROMO - SAN LORENZO
UBICACION: VIA EL AROMO - SAN LORENZO
FECHA: AGOSTO DEL 2015
DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL

TAMIZ	P. RETENIDO PARCIAL	P. RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
GRANULOMETRIA					
SERIE GRUESA					
4"	0	0	0,00	100,00	
3"	0	0	0,00	100,00	
2 1/2"	0	0	0,00	100,00	
2"	0	0	0,00	100,00	
1 1/2"	0	0	0,00	100,00	
1"	0	0	0,00	100,00	
3/4"	0	0	0,00	100,00	
1/2"	0	0	0,00	100,00	
3/8"	0	0	0,00	100,00	
N°4	0	0	0,00	(100,00)	
PASA N°4	100	100	(100,00)		
TOTAL	100				

N°4					
SERIE FINA					
8					
10	0,96		0,35	99,65	
16					
20					
30					
40	8,95		3,25	96,41	
50					
60					
100					
200	78,45		28,45	(67,95)	
PASA N°200	187,38		(67,95)		
TOTAL	275,74				

P inicial humedo= 300 gms
P inicial seco= 275,74 gms

N° TARRO	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% W	% PROMEDIO
HUMEDAD NATURAL					
J	88,04	83,5	31,24	8,69	
B	87,05	82,49	31,32	8,91	8,80

HUMEDAD NATURAL: 8,80 %



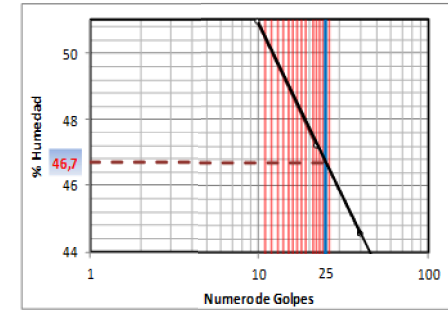
PROYECTO: VIA EL AROMO - SAN LORENZO
UBICACION: VIA EL AROMO - SAN LORENZO
FECHA: AGOSTO DEL 2015
DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL

LIMITE LÍQUIDO

RECIPIENTE #	N	JK	K
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA	28,02	27,53	29,37
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA	24,71	24,67	25,97
MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)	3,31	2,86	3,40
MASA DE RECIPIENTE (P4)	18,21	18,61	18,34
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)	6,50	6,06	7,63
% DE HUMEDAD (W = P3 x 100 - P5)	50,92	47,19	44,56
# DE GOLPES	10	22	40

LIMITE PLÁSTICO

RECIPIENTE #	S	G	L
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA	10,43	12,10	10,55
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA	9,95	11,58	10,03
MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)	0,48	0,52	0,52
MASA DE RECIPIENTE (P4)	8,30	9,84	8,26
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)	1,65	1,74	1,77
% DE HUMEDAD (W = P3 x 100 - P5)	29,09	29,89	29,38



Normas de Referencia
AASHTO T 89-94
AASHTO T 90-94

L Líquido = 46,7
L Plástico = 29,45
I Plasticidad = 17,25

Hojas de cálculo, Granulometría y Límites de Atterberg respectivamente



ENSAYO GRANULOMÉTRICO

PROYECTO: VIA FLAVIO ALFARO - EL CARMEN
UBICACION: VIA FLAVIO ALFARO - EL CARMEN
FECHA: AGOSTO DEL 2015
DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL

TAMIZ	P. RETENIDO PARCIAL	P. RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
GRANULOMETRIA					
SERIE GRUESA					
4"	0	0	0.00	100.00	
3"	0	0	0.00	100.00	
2 1/2"	0	0	0.00	100.00	
2"	0	0	0.00	100.00	
1 1/2"	0	0	0.00	100.00	
1"	0	0	0.00	100.00	
3/4"	0	0	0.00	100.00	
1/2"	0	0	0.00	100.00	
3/8"	0	0	0.00	100.00	
Nº4	0	0	0.00	(100.00)	
PASA Nº4	0	0	(0.00)		
TOTAL	100				

Nº	% PASA	% RETENIDO	% ESPECIFICADO
SERIE FINA			
Nº4			
8			
10	8.7	3.46	96.54
16			
20			
30			
40	16.15	6.42	90.11
50			
60			
100			
200	51.10	20.33	(69.79)
PASA Nº200	175.44	(69.79)	
TOTAL	251.39		

P inicial humedo= 300 grms
P inicial seco= 251.39 grms

Nº TARRO	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% W	% PROMEDIO
HUMEDAD NATURAL					
X	33.78	30.96	16.18	19.08	
Z	35.11	32.02	16.25	19.59	19.34

HUMEDAD NATURAL: 19.34 %



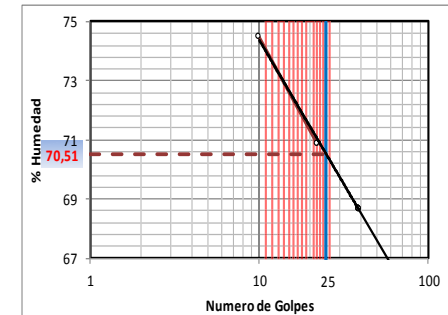
PROYECTO: VIA FLAVIO ALFARO - EL CARMEN
UBICACION: VIA FLAVIO ALFARO - EL CARMEN
FECHA: AGOSTO DEL 2015
DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL

LIMITE LÍQUIDO

RECIPIENTE #	C	V	M
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA	27,98	27,34	29,37
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA	23,81	23,72	24,88
MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)	4,17	3,62	4,49
MASA DE RECIPIENTE (P4)	18,21	18,61	18,34
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)	5,60	5,11	6,54
% DE HUMEDAD (W = P3 x 100 ÷ P5)	74,46	70,84	68,65
# DE GOLPES	10	22	39

LIMITE PLÁSTICO

RECIPIENTE #	S	F	B
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA	13,55	11,23	11,10
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA	12,15	10,71	10,21
MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)	1,40	0,52	0,89
MASA DE RECIPIENTE (P4)	9,01	9,54	8,23
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)	3,14	1,17	1,98
% DE HUMEDAD (W = P3 x 100 ÷ P5)	44,59	44,44	44,95



Normas de Referencia
AASHTO T 89-94
AASHTO T 90-94

L. Líquido = 70,51
L. Plástico = 44,66
I. Plasticidad = 25,85

Hojas de cálculo, Granulometría y Límites de Atterberg respectivamente



ENSAYO GRANULOMÉTRICO

PROYECTO: VIA JIPIJAPA - PUERTO CAYO
UBICACION: VIA JIPIJAPA - PUERTO CAYO
FECHA: AGOSTO DEL 2015
DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL

TAMIZ	P. RETENIDO PARCIAL	P. RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
GRANULOMETRIA					
4"	0	0	0,00	100,00	
3"	0	0	0,00	100,00	
2 1/2"	0	0	0,00	100,00	
2"	0	0	0,00	100,00	100
1 1/2"	0	0	0,00	100,00	70-100
1"	0	0	0,00	100,00	
3/4"	0	0	0,00	100,00	
1/2"	0	0	0,00	100,00	
3/8"	0	0	0,00	100,00	
Nº4	0	0	0,00	(100,00)	30-70
PASA Nº4	100	100	(100,00)		
TOTAL	100	100			

SERIE FINA					
Nº4					
8					
10	0,8		0,29	99,71	
16					
20					
30					
40	6,68		2,41	97,30	15-40
50					
60					
100					
200	154,80		55,83	(41,47)	0-20
PASA Nº200	114,99		(41,47)		
TOTAL	277,27				

P inicial humedo= 300 grms
P inicial seco= 277,27 grms

Nº TARRO	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% W	% PROMEDIO
HUMEDAD NATURAL					
N	46,46	44,35	18,53	8,17	
L	37,49	36,06	18,67	8,22	8,20

HUMEDAD NATURAL: 8,20 %



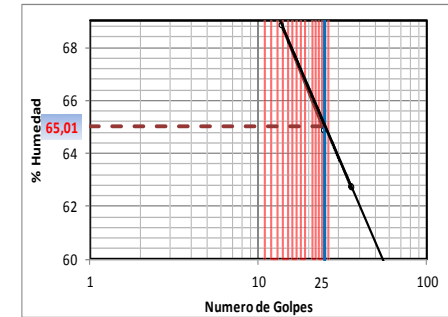
PROYECTO: VIA JIPIJAPA - PUERTO CAYO
UBICACION: VIA JIPIJAPA - PUERTO CAYO
FECHA: AGOSTO DEL 2015
DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL

LIMITE LÍQUIDO

RECIPIENTE #	F	D	Y
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA	31,12	30,05	31,81
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA	26,07	25,55	26,77
MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)	5,05	4,50	5,04
MASA DE RECIPIENTE (P4)	18,73	18,61	18,73
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)	7,34	6,94	8,04
% DE HUMEDAD (W = P3 × 100 ÷ P5)	68,80	64,84	62,69
# DE GOLPES	14	25	36

LIMITE PLÁSTICO

RECIPIENTE #	N	M	C
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA	11,14	10,76	10,75
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA	10,35	10,12	10,06
MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)	0,79	0,64	0,69
MASA DE RECIPIENTE (P4)	8,34	8,46	8,26
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)	2,01	1,66	1,80
% DE HUMEDAD (W = P3 × 100 ÷ P5)	39,30	38,55	38,33



Normas de Referencia
AASHTO T 89-94
AASHTO T 90-94

L. Líquido = 65,01
L. Plástico = 38,73
I. Plasticidad = 26,28

Hojas de cálculo, Granulometría y Límites de Atterberg respectivamente



ENSAYO GRANULOMÉTRICO

PROYECTO: VIA JIPIJAPA - PAJÁN
UBICACION: VIA JIPIJAPA - PAJÁN
FECHA: AGOSTO DEL 2015
DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL

TAMIZ	P. RETENIDO PARCIAL	P. RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICA
GRANULOMETRIA					
SERIE GRUESA					
4"	0	0	0,00	100,00	
3"	0	0	0,00	100,00	
2 1/2"	0	0	0,00	100,00	
2"	0	0	0,00	100,00	
1 1/2"	0	0	0,00	100,00	
1"	0	0	0,00	100,00	
3/4"	0	0	0,00	100,00	
1/2"	0	0	0,00	100,00	
3/8"	0	0	0,00	100,00	
Nº4	0	0	0,00	(100,00)	
PASA Nº4	0	0	(0,00)		
TOTAL	100				

Nº4					
SERIE FINA					
8					
10	1,04		0,42	99,58	
16					
20					
30					
40	9,35		3,73	95,85	
50					
60					
100					
200	93,82		37,46	(58,39)	
PASA Nº200	146,23		(58,39)		
TOTAL	250,44				

P inicial humedo= 300 gms
P inicial seco= 250,44 gms

Nº TARRO	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% W	% PROMEDIO
HUMEDAD NATURAL					
K	33,92	31,39	18,68	19,91	
N	36,83	33,81	18,46	19,67	19,79

HUMEDAD NATURAL: 19,79 %



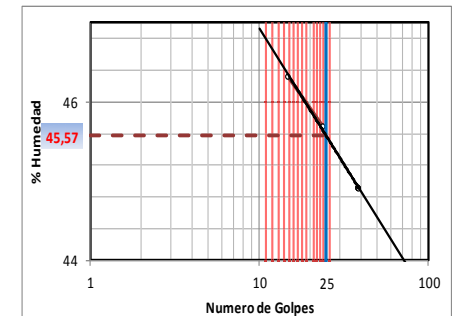
PROYECTO: VIA JIPIJAPA - PAJÁN
UBICACION: VIA JIPIJAPA - PAJÁN
FECHA: AGOSTO DEL 2015
DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL

LIMITE LÍQUIDO

RECIPIENTE #	G	K	N
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA	31,01	34,16	42,67
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA	27,00	29,31	39,15
MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)	4,01	4,85	3,52
MASA DE RECIPIENTE (P4)	18,34	18,69	31,31
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)	8,66	10,62	7,84
% DE HUMEDAD (W = P3 × 100 ÷ P5)	46,30	45,67	44,90
# DE GOLPES	15	24	39

LIMITE PLÁSTICO

RECIPIENTE #	Z	C	B
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA	11,47	10,81	10,12
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA	11,06	10,37	9,76
MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)	0,41	0,44	0,36
MASA DE RECIPIENTE (P4)	9,69	8,90	8,55
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)	1,37	1,47	1,21
% DE HUMEDAD (W = P3 × 100 ÷ P5)	29,93	29,93	29,75



Normas de Referencia
AASHTO T 89-94
AASHTO T 90-94

L. Líquido = 45,57
L. Plástico = 29,87
I. Plasticidad = 15,7

Hojas de cálculo, Granulometría y Límites de Atterberg respectivamente



ENSAYO GRANULOMÉTRICO

PROYECTO: VIA LA PILA - SANCAN
UBICACION: VIA LA PILA - SANCAN
FECHA: AGOSTO DEL 2015
DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL

TAMIZ	P. RETENIDO PARCIAL	P. RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFIC
GRANULOMETRIA					
4"	0	0	0,00	100,00	
3"	0	0	0,00	100,00	
2 1/2"	0	0	0,00	100,00	
2"	0	0	0,00	100,00	
1 1/2"	0	0	0,00	100,00	
1"	0	0	0,00	100,00	
3/4"	0	0	0,00	100,00	
1/2"	0	0	0,00	100,00	
3/8"	0	0	0,00	100,00	
Nº4	0	0	0,00	(100,00)	
PASA Nº4	100	100	(100,00)		
TO TAL	100				

Nº4					
SERIE FINA					
8					
10	8,39		3,44	96,56	
16					
20					
30					
40	26,36		10,82	85,73	
50					
60					
100					
200	57,47		23,60	(62,13)	
PASA Nº200	151,32		(62,13)		
TO TAL	243,54				

P inicial humedo= 300 grms
P inicial seco= 243,54 grms

Nº TARRO	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% W	% PROMEDIO
HUMEDAD NATURAL					
P	40,12	36,07	18,65	23,25	
N	38,74	34,94	18,5	23,11	23,18

HUMEDAD NATURAL: 23,18 %



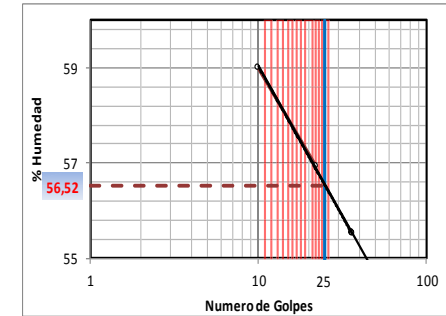
PROYECTO: VIA LA PILA - SANCAN
UBICACION: VIA LA PILA - SANCAN
FECHA: AGOSTO DEL 2015
DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL

LIMITE LÍQUIDO

RECIPIENTE #	H	I	K
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA	31,88	29,54	32,10
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA	27,00	25,43	27,27
MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)	4,88	4,11	4,83
MASA DE RECIPIENTE (P4)	18,73	18,21	18,57
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)	8,27	7,22	8,70
% DE HUMEDAD (W = P3 × 100 ÷ P5)	59,01	56,93	55,52
# DE GOLPES	10	22	36

LIMITE PLÁSTICO

RECIPIENTE #	X	F	C
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA	10,23	9,98	10,15
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA	9,76	9,68	9,71
MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)	0,47	0,30	0,44
MASA DE RECIPIENTE (P4)	8,26	8,75	8,30
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)	1,50	0,93	1,41
% DE HUMEDAD (W = P3 × 100 ÷ P5)	31,33	32,26	31,21



Normas de Referencia
AASHTO T 89-94
AASHTO T 90-94

L. Líquido = 56,52
L. Plástico = 31,6
I. Plasticidad = 24,92

Hojas de cálculo, Granulometría y Límites de Atterberg respectivamente



ENSAYO GRANULOMÉTRICO

PROYECTO: MANTA - JARAMIJÓ
UBICACION: MANTA - JARAMIJÓ
FECHA: AGOSTO DEL 2015
DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL

TAMIZ	P. RETENIDO PARCIAL	P. RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
GRANULOMETRIA SERIE GRUESA					
4"	0	0	0.00	100.00	
3"	0	0	0.00	100.00	
2 1/2"	0	0	0.00	100.00	
2"	0	0	0.00	100.00	
1 1/2"	0	0	0.00	100.00	
1"	0	0	0.00	100.00	
3/4"	0	0	0.00	100.00	
1/2"	0	0	0.00	100.00	
3/8"	0	0	0.00	100.00	
Nº4	0	0	0.00	(100.00)	
PASA Nº4	100	100	(100.00)		
TOTAL	100				

Nº4					
SERIE FINA					
8					
10	4.6		1.62	98.38	
16					
20					
30					
40	11.90		4.19	94.18	
50					
60					
100					
200	72.90		25.70	(68.49)	
PASA Nº200	194.31		(68.49)		
TOTAL	283.71				

P inicial humedo= 300 grms
P inicial seco= 283.71 grms

Nº TARRO	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% W	% PROMEDIO
HUMEDAD NATURAL					
J	21.4	20.5	5.1	5.84	
B	26.9	25.8	6.3	5.64	5.74

HUMEDAD NATURAL: 5.74 %



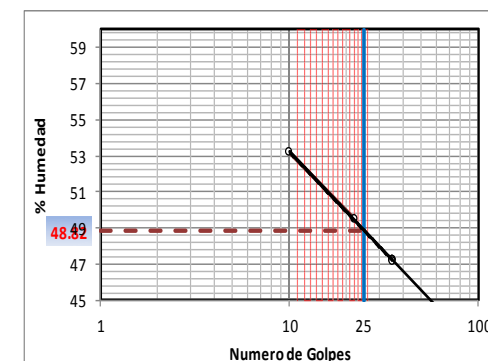
PROYECTO: MANTA - JARAMIJÓ
UBICACION: MANTA - JARAMIJÓ
FECHA: AGOSTO DEL 2015
DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL

LIMITE LÍQUIDO

RECIPIENTE #	N	JK	K
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMED	14.20	19.80	16.20
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA	11.70	15.00	13.25
MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)	2.50	4.80	2.95
MASA DE RECIPIENTE (P4)	7.00	5.30	7.00
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)	4.70	9.70	6.25
% DE HUMEDAD (W = P3 × 100 ÷ P5)	53.19	49.48	47.20
# DE GOLPES	10	22	35

LIMITE PLÁSTICO

RECIPIENTE #	S	G	L
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMED	8.44	8.35	8.40
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA	8.05	8.10	8.10
MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)	0.39	0.25	0.30
MASA DE RECIPIENTE (P4)	6.50	7.10	6.80
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)	1.55	1.00	1.30
% DE HUMEDAD (W = P3 × 100 ÷ P5)	25.16	25.00	23.08



Normas de Referencia

AASHTO T 89-94
AASHTO T 90-94

L Líquido = 48.82
L Plástico = 24.41
I. Plasticidad = 24.41

Hojas de cálculo, Granulometría y Límites de Atterberg respectivamente



ENSAYO GRANULOMÉTRICO

PROYECTO: VIA PORTOVIEJO - MANTA
UBICACION: VIA PORTOVIEJO - MANTA
FECHA: AGOSTO DEL 2015
DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL

TAMIZ	P. RETENIDO PARCIAL	P. RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
GRANULOMETRIA					
4"	0	0	0.00	100.00	
3"	0	0	0.00	100.00	
2 1/2"	0	0	0.00	100.00	
2"	0	0	0.00	100.00	
1 1/2"	0	0	0.00	100.00	
1"	0	0	0.00	100.00	
3/4"	0	0	0.00	100.00	
1/2"	0	0	0.00	100.00	
3/8"	0	0	0.00	100.00	
Nº4	0	0	0.00	(100.00)	
PASA Nº4	100	100	(100.00)		
TOTAL	100				

SERIE FINA					
Nº4					
8					
10	20.75		7.97	92.03	
16					
20					
30					
40	76.96		29.58	62.45	
50					
60					
100					
200	111.21		42.74	(19.71)	
PASA Nº200	51.28		(19.71)		
TOTAL	260.20				

P inicial humedo= 300 gms
P inicial seco= 260.20 gms

Nº TARRO	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% W	% PROMEDIO
HUMEDAD NATURAL					
G	35.06	32.56	16.15	15.23	
L	31.96	29.75	15.36	15.36	15.30

HUMEDAD NATURAL: 15.30 %



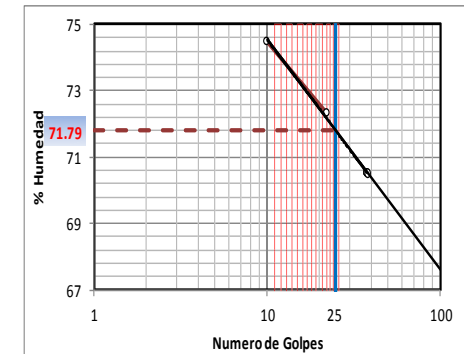
PROYECTO: VIA PORTOVIEJO - MANTA
UBICACION: VIA PORTOVIEJO - MANTA
FECHA: AGOSTO DEL 2015
DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL

LIMITE LÍQUIDO

RECIPIENTE #	G	U	I
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA	27.11	28.62	28.46
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA	23.52	24.36	24.30
MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)	3.59	4.26	4.16
MASA DE RECIPIENTE (P4)	18.70	18.47	18.40
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)	4.82	5.89	5.90
% DE HUMEDAD (W = P3 × 100 ÷ P5)	74.48	72.33	70.51
# DE GOLPES	10	22	38

LIMITE PLÁSTICO

RECIPIENTE #	N	Ñ	K
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA	10.20	8.93	10.66
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA	9.62	8.37	10.02
MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)	0.58	0.56	0.64
MASA DE RECIPIENTE (P4)	8.25	7.05	8.48
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)	1.37	1.32	1.54
% DE HUMEDAD (W = P3 × 100 ÷ P5)	42.34	42.42	41.56



Normas de Referencia
AASHTO T 89-94
AASHTO T 90-94

L. Líquido = 71.79
L. Plástico = 42.11
I. Plasticidad = 29.68

Hojas de cálculo, Granulometría y Límites de Atterberg respectivamente



ENSAYO GRANULOMÉTRICO

PROYECTO: VIA PORTOVIEJO - SANTA ANA
UBICACION: VIA PORTOVIEJO - SANTA ANA
FECHA: AGOSTO DEL 2015
DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL

TAMIZ	P. RETENIDO PARCIAL	P. RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFIC
GRANULOMETRIA					
4"	0	0	0,00	100,00	
3"	0	0	0,00	100,00	
2 1/2"	0	0	0,00	100,00	
2"	0	0	0,00	100,00	100
1 1/2"	0	0	0,00	100,00	70-100
1"	0	0	0,00	100,00	
3/4"	0	0	0,00	100,00	
1/2"	0	0	0,00	100,00	
3/8"	0	0	0,00	100,00	
Nº4	0	0	0,00	(100,00)	30-70
PASA Nº4	100	100	(100,00)		
TOTAL	100				

Nº4					
8					
10	3,96		1,52	98,48	
16					
20					
30					
40	9,87		3,78	94,70	15-40
50					
60					
100					
200	39,07		14,98	(79,71)	0-20
PASA Nº200	207,87		(79,71)		
TOTAL	260,77				

P inicial humedo= 300 gms
P inicial seco= 260,77 gms

Nº TARRO	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% W	% PROMEDIO
HUMEDAD NATURAL					
L	47,12	43,34	18,39	15,15	
R	42,6	39,41	18,05	14,93	15,04

HUMEDAD NATURAL: 15,04 %



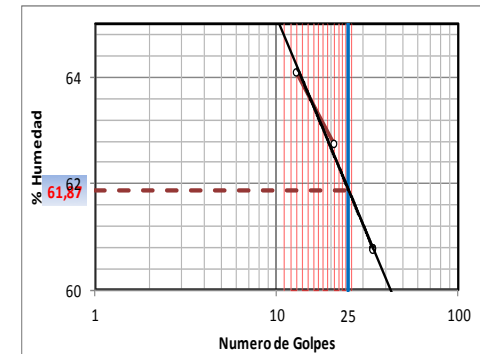
PROYECTO: VIA PORTOVIEJO - SANTANA
UBICACION: VIA PORTOVIEJO - SANTANA
FECHA: AGOSTO DEL 2015
DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL

LIMITE LÍQUIDO

RECIPIENTE #	N	F	X
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA	33,24	28,12	31,93
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA	27,48	24,35	26,82
MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)	5,76	3,77	5,11
MASA DE RECIPIENTE (P4)	18,49	18,34	18,41
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)	8,99	6,01	8,41
% DE HUMEDAD (W = P3 x 100 ÷ P5)	64,07	62,73	60,76
# DE GOLPES	13	21	34

LIMITE PLÁSTICO

RECIPIENTE #	N	M	C
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA	11,17	11,04	10,88
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA	10,79	10,65	9,75
MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)	0,38	0,39	1,13
MASA DE RECIPIENTE (P4)	9,84	9,68	6,95
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)	0,95	0,97	2,80
% DE HUMEDAD (W = P3 x 100 ÷ P5)	40,00	40,21	40,36



Normas de Referencia
AASHTO T 89-94
AASHTO T 90-94

L Líquido = 61,87
L Plástico = 40,19
I. Plasticidad = 21,68

Hojas de cálculo, Granulometría y Límites de Atterberg respectivamente



ENSAYO GRANULOMÉTRICO

PROYECTO: VIA ROCAFUERTE - CRUCITA
UBICACION: VIA ROCAFUERTE - CRUCITA
FECHA: AGOSTO DEL 2015
DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL

TAMIZ	P. RETENIDO PARCIAL	P. RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
GRANULOMETRIA					
SERIE GRUESA					
4"	0	0	0,00	100,00	
3"	0	0	0,00	100,00	
2 1/2"	0	0	0,00	100,00	
2"	0	0	0,00	100,00	
1 1/2"	0	0	0,00	100,00	
1"	0	0	0,00	100,00	
3/4"	0	0	0,00	100,00	
1/2"	0	0	0,00	100,00	
3/8"	0	0	0,00	100,00	
Nº4	0	0	0,00	100,00	
PASA Nº4	100	100	(100,00)	(100,00)	
TOTAL	100				

Nº4					
SERIE FINA					
8					
10	1,21		0,46	99,54	
16					
20					
30					
40	4,19		1,60	97,93	
50					
60					
100					
200	34,04		13,03	(84,91)	
PASA Nº200	221,88		(84,91)		
TOTAL	261,32				

P inicial humedo= 300 grms
P inicial seco= 261,32 grms

Nº TARRO	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% W	% PROMEDIO
HUMEDAD NATURAL					
XY	75,45	69,81	31,37	14,67	
XS	74,21	68,64	31,33	14,93	14,80

HUMEDAD NATURAL: 14,80 %



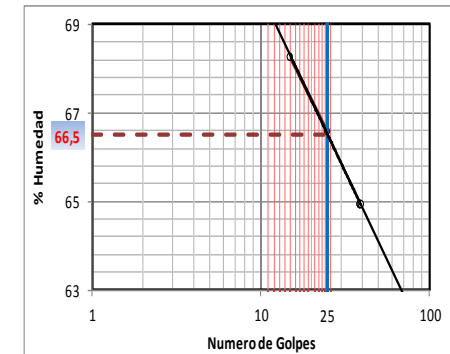
PROYECTO: VIA ROCAFUERTE - CRUCITA
UBICACION: VIA ROCAFUERTE - CRUCITA
FECHA: AGOSTO DEL 2015
DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL

LIMITE LÍQUIDO

RECIPIENTE #	D	V	B
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA	31,06	29,83	31,71
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA	26,05	25,33	26,60
MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)	5,01	4,50	5,11
MASA DE RECIPIENTE (P4)	18,71	18,57	18,73
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)	7,34	6,76	7,87
% DE HUMEDAD (W = P3 x 100 ÷ P5)	68,26	66,57	64,93
# DE GOLPES	15	25	39

LIMITE PLÁSTICO

RECIPIENTE #	S	A	N
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA	11,01	10,76	10,75
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA	10,35	10,09	10,02
MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)	0,66	0,67	0,73
MASA DE RECIPIENTE (P4)	8,75	8,48	8,26
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)	1,60	1,61	1,76
% DE HUMEDAD (W = P3 x 100 ÷ P5)	41,25	41,61	41,48



Normas de Referencia

AASHTO T 89-94
AASHTO T 90-94

L. Líquido = 66,5
L. Plástico = 41,45
I. Plasticidad = 25,05

Hojas de cálculo, Granulometría y Límites de Atterberg respectivamente



ENSAYO GRANULOMÉTRICO

PROYECTO: ROCAFUERTE - TOSAGUA
UBICACION: ROCAFUERTE - TOSAGUA
FECHA: AGOSTO DEL 2015
DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL

TAMIZ	P. RETENIDO PARCIAL	P. RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
GRANULOMETRIA			SERIE GRUESA		
4"	0	0	0,00	100,00	
3"	0	0	0,00	100,00	
2 1/2"	0	0	0,00	100,00	
2"	0	0	0,00	100,00	
1 1/2"	0	0	0,00	100,00	
1"	0	0	0,00	100,00	
3/4"	0	0	0,00	100,00	
1/2"	0	0	0,00	100,00	
3/8"	0	0	0,00	100,00	
Nº4	0	0	0,00	(100,00)	
PASA Nº4	100	100	(100,00)		
TOTAL	100				

Nº4					
8					
10	1,7		0,65	99,35	
16					
20					
30					
40	13,70		5,20	94,15	
50					
60					
100					
200	49,50		18,79	(75,36)	
PASA Nº200	198,51		(75,36)		
TOTAL	263,41				

P inicial humedo = 300 grms
P inicial seco = 263,41 grms

Nº TARRO	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% W	% PROMEDIO
HUMEDAD NATURAL					
J	30,8	27,8	6,8	14,29	
B	27,7	25,25	7,1	13,50	13,89

HUMEDAD NATURAL: 13,89 %



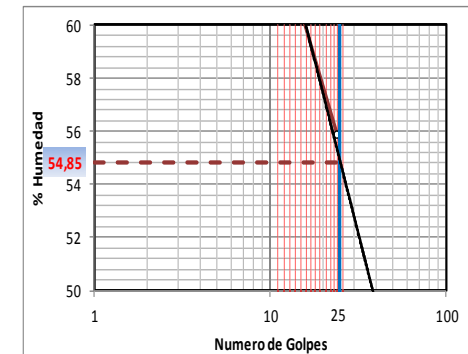
PROYECTO: ROCAFUERTE - TOSAGUA
UBICACION: ROCAFUERTE - TOSAGUA
FECHA: AGOSTO DEL 2015
DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL

LIMITE LÍQUIDO

RECIPIENTE #	N	JK	K
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA	14,90	16,60	20,00
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA	11,90	12,48	15,70
MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)	3,00	4,12	4,30
MASA DE RECIPIENTE (P4)	7,00	5,10	7,00
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)	4,90	7,38	8,70
% DE HUMEDAD (W = P3 x 100 ÷ P5)	61,22	55,83	49,43
# DE GOLPES	14	24	40

LIMITE PLÁSTICO

RECIPIENTE #	S	G	L
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA	8,40	8,50	7,20
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA	7,83	7,94	6,58
MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)	0,58	0,56	0,62
MASA DE RECIPIENTE (P4)	6,30	6,50	5,00
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)	1,53	1,44	1,58
% DE HUMEDAD (W = P3 x 100 ÷ P5)	37,70	38,89	39,24



Normas de Referencia

AASHTO T 89-94
AASHTO T 90-94

L. Líquido = 54,85
L. Plástico = 38,61
I. Plasticidad = 16,24

Hojas de cálculo, Granulometría y Límites de Atterberg respectivamente



ENSAYO GRANULOMÉTRICO

PROYECTO: VIA SAN CLEMENTE - BAHÍA
UBICACION: VIA SAN CLEMENTE - BAHÍA
FECHA: AGOSTO DEL 2015
DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL

TAMIZ	P. RETENIDO PARCIAL	P. RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICA
GRANULOMETRIA					
4"	0	0	0,00	100,00	
3"	0	0	0,00	100,00	
2 1/2"	0	0	0,00	100,00	
2"	0	0	0,00	100,00	
1 1/2"	0	0	0,00	100,00	
1"	0	0	0,00	100,00	
3/4"	0	0	0,00	100,00	
1/2"	0	0	0,00	100,00	
3/8"	0	0	0,00	100,00	
Nº4	0	0	0,00	(100,00)	
PASA Nº4	100	100	(100,00)		
TOTAL	100				
SERIE GRUESA					
SERIE FINA					
Nº4					
8					
10	1,3		0,47	99,53	
16					
20					
30					
40	2,60		0,93	98,60	
50					
60					
100					
200	52,90		19,00	(79,59)	
PASA Nº200	221,56		(79,59)		
TOTAL	278,36				

P inicial humedo= 300 grms
P inicial seco= 278,36 grms

Nº TARRO	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% W	% PROMEDIO
HUMEDAD NATURAL					
J	41,1	38,6	6,9	7,89	
B	32	30,2	6,7	7,66	7,77

HUMEDAD NATURAL: 7,77 %



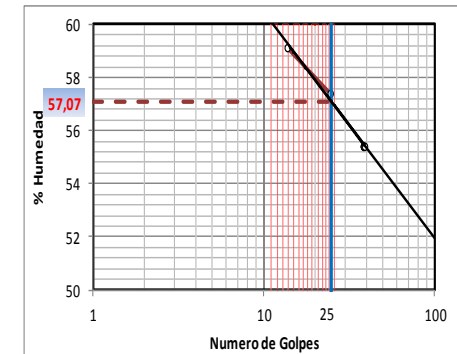
PROYECTO: VIA SAN CLEMENTE - BAHÍA
UBICACION: VIA SAN CLEMENTE - BAHÍA
FECHA: AGOSTO DEL 2015
DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL

LIMITE LÍQUIDO

RECIPIENTE #	N	JK	K
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA	17,00	17,40	18,70
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA	13,10	13,50	14,28
MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)	3,90	3,90	4,42
MASA DE RECIPIENTE (P4)	6,50	6,70	6,30
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)	6,60	6,80	7,98
% DE HUMEDAD (W = P3 × 100 ÷ P5)	59,09	57,35	55,39
# DE GOLPES	14	25	39

LIMITE PLÁSTICO

RECIPIENTE #	S	G	L
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA	8,90	7,10	8,50
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA	8,30	6,64	7,56
MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)	0,60	0,46	0,94
MASA DE RECIPIENTE (P4)	6,80	5,20	5,20
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)	1,50	1,44	2,36
% DE HUMEDAD (W = P3 × 100 ÷ P5)	40,00	31,94	39,83



Normas de Referencia

AASHTO T 89-94
AASHTO T 90-94

L. Líquido = 57,07
L. Plástico = 37,26
I. Plasticidad = 19,81

Hojas de cálculo, Granulometría y Límites de Atterberg respectivamente



ENSAYO GRANULOMÉTRICO

PROYECTO: VIA SANTA MARIANITA - EL AROMO
UBICACION: VIA SANTA MARIANITA - EL AROMO
FECHA: AGOSTO DEL 2015
DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL

TAMIZ	P. RETENIDO PARCIAL	P. RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
GRANULOMETRIA					
4"	0	0	0,00	100,00	
3"	0	0	0,00	100,00	
2 1/2"	0	0	0,00	100,00	
2"	0	0	0,00	100,00	
1 1/2"	0	0	0,00	100,00	
1"	0	0	0,00	100,00	
3/4"	0	0	0,00	100,00	
1/2"	0	0	0,00	100,00	
3/8"	0	0	0,00	100,00	
Nº4	0	0	0,00	(100,00)	
PASA Nº4	0	0	(0,00)		
TOTAL	100				

Nº4					
8					
10	0,98		0,36	99,64	
16					
20					
30					
40	3,06		1,11	98,53	
50					
60					
100					
200	52,66		19,14	(79,39)	
PASA Nº200	218,38		(79,39)		
TOTAL	275,08				

P inicial humedo= 300 gms
P inicial seco= 275,08 gms

Nº TARRO	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% W	% PROMEDIO
HUMEDAD NATURAL					
E	42,65	40,73	18,57	8,66	
C	52,86	49,9	18,6	9,46	9,06

HUMEDAD NATURAL: 9,06 %



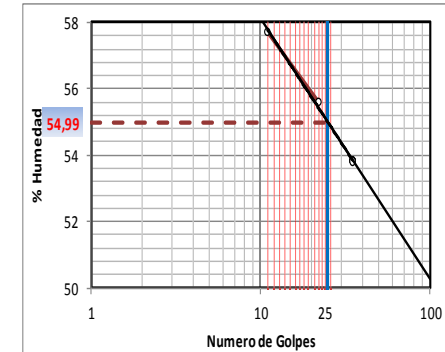
PROYECTO: VIA SANTA MARIANITA - EL AROMO
UBICACION: VIA SANTA MARIANITA - EL AROMO
FECHA: AGOSTO DEL 2015
DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL

LIMITE LÍQUIDO

RECIPIENTE #	H	F	E
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA	30,05	29,87	28,67
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA	25,82	25,89	25,08
MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)	4,23	3,98	3,59
MASA DE RECIPIENTE (P4)	18,49	18,73	18,41
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)	7,33	7,16	6,67
% DE HUMEDAD (W = P3 x 100 + P5)	57,71	55,59	53,82
# DE GOLPES	11	22	35

LIMITE PLÁSTICO

RECIPIENTE #	W	F	C
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA	11,50	12,14	11,65
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA	10,90	11,56	10,54
MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)	0,60	0,58	1,11
MASA DE RECIPIENTE (P4)	8,92	9,68	6,95
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)	1,98	1,88	3,59
% DE HUMEDAD (W = P3 x 100 + P5)	30,30	30,85	30,92



Normas de Referencia

AASHTO T 89-94
AASHTO T 90-94

L. Líquido = 54,99
L. Plástico = 30,69
I. Plasticidad = 24,3

Hojas de cálculo, Granulometría y Límites de Atterberg respectivamente



ENSAYO DE COMPACTACIÓN

PROYECTO: VIA CASCOL - LA CADENA
UBICACION: VIA CASCOL - LA CADENA
FECHA: AGOSTO DEL 2015
DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL

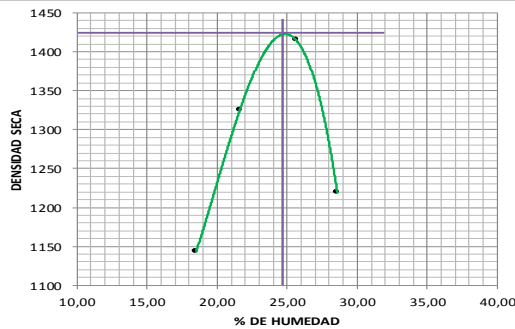
MASA DEL CILINDRO (P7)	6182	TIPO DEL ENSAYO	Modificado Ø=6"; 18"-4.5 Kg.; 5c-5
VOLUMEN DEL CILINDRO (V)	2236	# DE CAPAS	5
MASA DEL MARTILLO (lb.)	10	# DE GOLPES POR CAPA	56
ALTURA DE CAÍDA DEL MARTILLO	45,72		

DATOS PARA LA CURVA

MASA DE CILINDRO + SUELO HÚMEDO	9212	9785	10158	9687
MASA DE SUELO HÚMEDO	3030	3603	3976	3505
DENSIDAD HÚMEDA DEL SUELO	1355	1611	1778	1568
DENSIDAD SECA DEL SUELO	1143	1325	1416	1219

CONTENIDO DE AGUA

PUNTO #	1		2		3		4		6	
% DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO	3		6		9		12			
RECIPIENTE N° TARA	K	M	B	T	D	X	N	L		
TARA + SUELO HUM. (GRS.)	98,26	78,54	76,24	77,21	79,35	85,21	79,24	78,26		
TARA + SUELO SECO (GRS.)	86,00	68,92	65,75	66,78	66,95	71,56	65,59	65,24		
PESO AGUA	12,26	9,62	10,49	10,43	12,40	13,65	13,65	13,02		
PESO DE TARA	17,98	18,26	17,56	18,21	18,46	18,37	18,27	19,24		
PESO SUELO SECO	68,02	50,66	48,19	48,57	48,49	53,19	47,33	46,00		
CONT. DE AGUA %	18,02	18,99	21,77	21,47	25,57	25,66	28,84	28,30		
CONT. PROM. AGUA %	18,51		21,62		25,62		28,57			



DENSIDAD SECA MAXIMA :
1407 Kg/m³
% DE HUMEDAD OPTIMA:
24.05 %

Normas de Referencia
AASHTO T 180-93



ENSAYO DE COMPACTACIÓN

PROYECTO: VIA CRUCITA - PORTOVIEJO
UBICACION: VIA CRUCITA - PORTOVIEJO
FECHA: AGOSTO DEL 2015
DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL

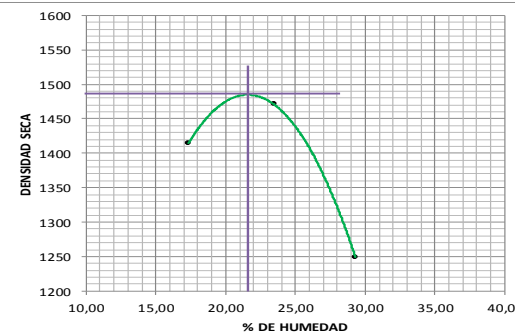
MASA DEL CILINDRO (P7)	6144	TIPO DEL ENSAYO	Modificado Ø=6"; 18"-4.5 Kg.; 5c-5
VOLUMEN DEL CILINDRO (V)	2089	# DE CAPAS	5
MASA DEL MARTILLO (lb.)	10	# DE GOLPES POR CAPA	56
ALTURA DE CAÍDA DEL MARTILLO	45,72		

DATOS PARA LA CURVA

MASA DE CILINDRO + SUELO HÚMEDO	9610	9937	9518
MASA DE SUELO HÚMEDO	3466	3793	3374
DENSIDAD HÚMEDA DEL SUELO	1659	1816	1615
DENSIDAD SECA DEL SUELO	1414	1470	1249

CONTENIDO DE AGUA

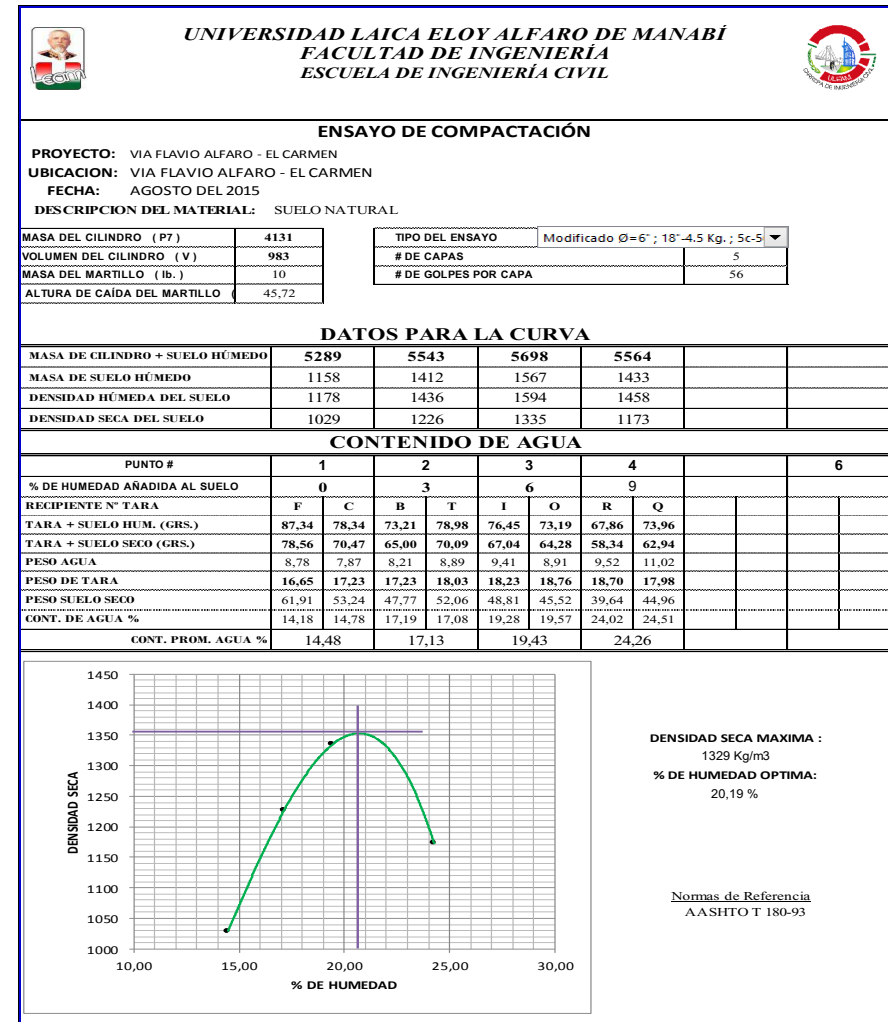
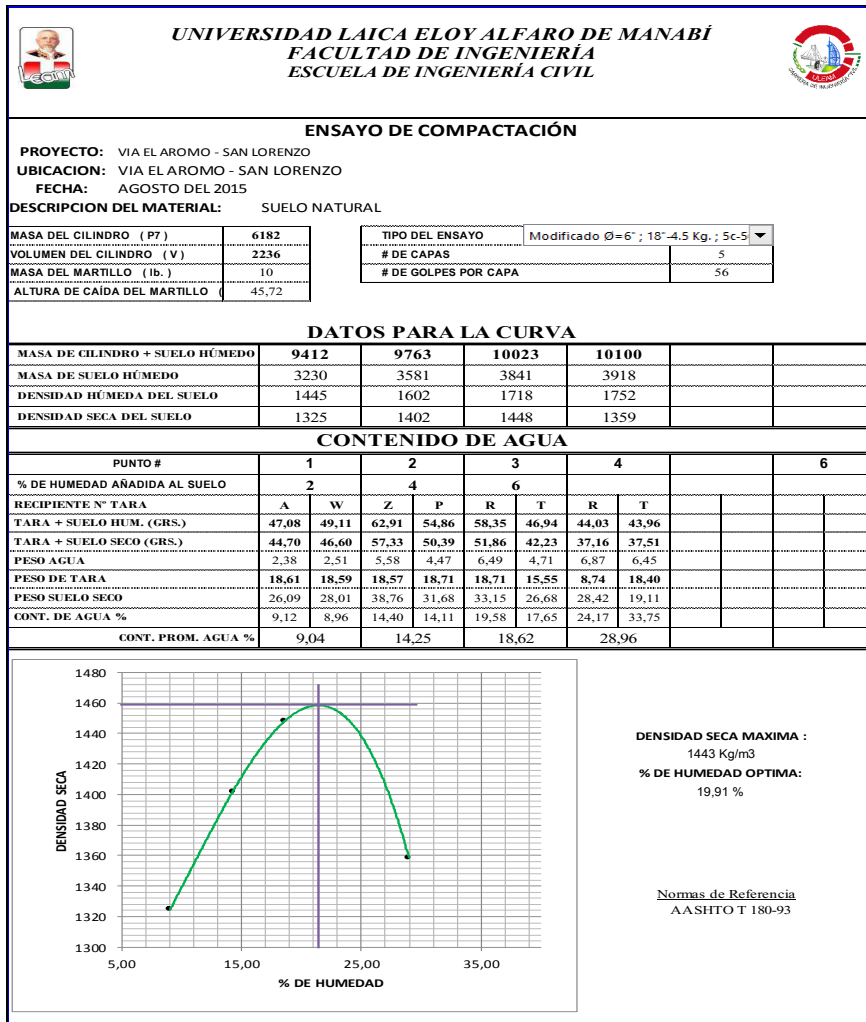
PUNTO #	1		2		3		4		6	
% DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO	2		4		6					
RECIPIENTE N° TARA	A	W	Z	P	R	T				
TARA + SUELO HUM. (GRS.)	30,10	26,30	26,30	21,90	25,50	22,90				
TARA + SUELO SECO (GRS.)	26,60	23,40	22,33	18,72	21,36	19,27				
PESO AGUA	3,50	2,90	3,97	3,18	4,14	3,63				
PESO DE TARA	6,60	6,50	5,40	5,20	7,10	7,00				
PESO SUELO SECO	20,00	16,90	16,93	13,52	14,26	12,27				
CONT. DE AGUA %	17,50	17,16	23,45	23,52	29,03	29,58				
CONT. PROM. AGUA %	17,33		23,49		29,31					



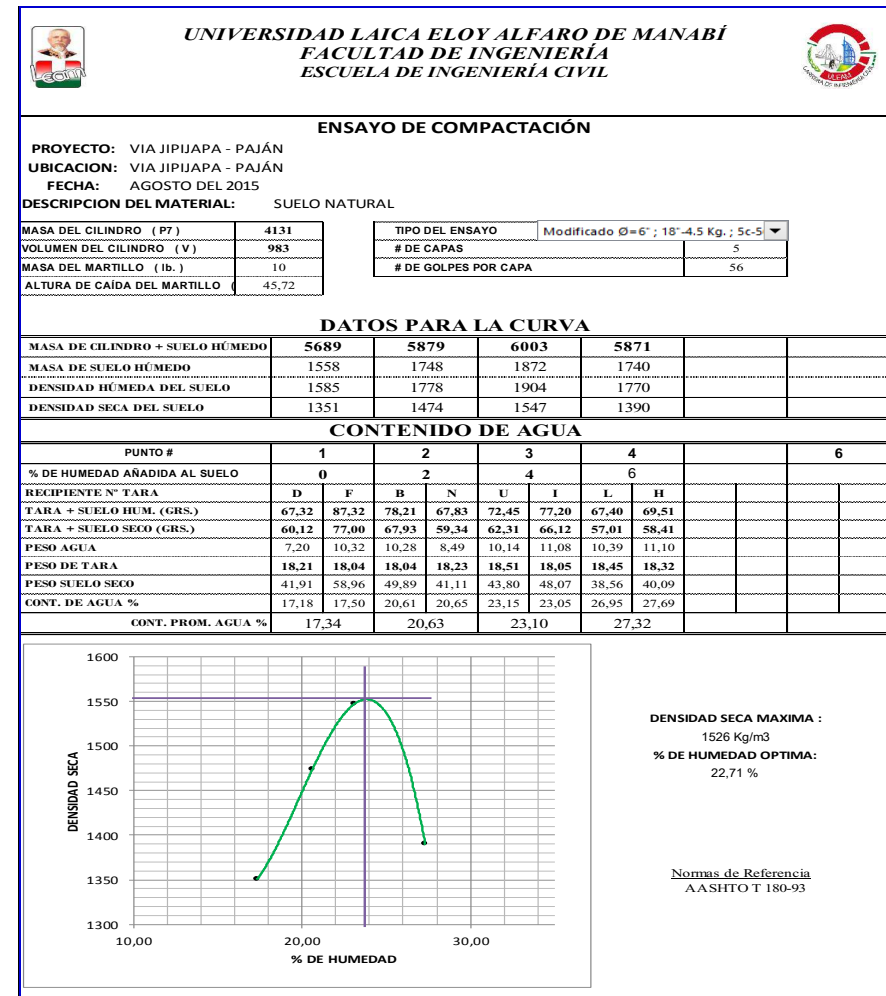
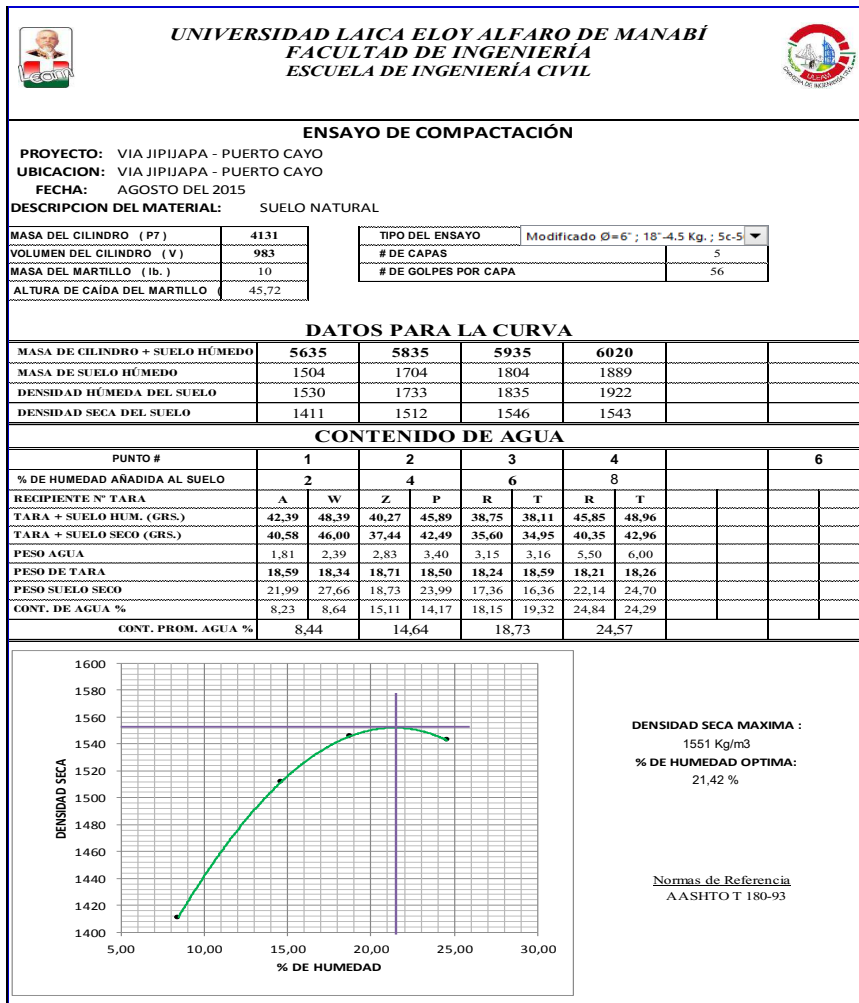
DENSIDAD SECA MAXIMA :
1485 Kg/m³
% DE HUMEDAD OPTIMA:
21.57 %

Normas de Referencia
AASHTO T 180-93

Hojas de cálculo, Proctor Modificado.



Hojas de cálculo, Proctor Modificado.



Hojas de cálculo, Proctor Modificado.

UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

PROYECTO: VIA LA PILA - SANCAN
UBICACION: VIA LA PILA - SANCAN
FECHA: AGOSTO DEL 2015
DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: SUELO NATURAL

MASA DEL CILINDRO (P7)	4131	TIPO DEL ENSAYO	Modificado Ø=6" ; 18"-4.5 Kg. ; 5c-5
VOLUMEN DEL CILINDRO (V)	983	# DE CAPAS	5
MASA DEL MARTILLO (lb.)	10	# DE GOLPES POR CAPA	56
ALTURA DE CAÍDA DEL MARTILLO	45,72		

DATOS PARA LA CURVA

MASA DE CILINDRO + SUELO HÚMEDO	5636	5784	5794		
MASA DE SUELO HÚMEDO	1505	1653	1663		
DENSIDAD HÚMEDA DEL SUELO	1531	1682	1692		
DENSIDAD SECA DEL SUELO	1227	1288	1247		

CONTENIDO DE AGUA

PUNTO #	1		2		3		4	6
% DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO	2		4		6			
RECIPIENTE N° TARA	A	W	Z	P	R	T		
TARA + SUELO HUM. (GRS.)	42,23	41,32	50,35	42,10	38,44	39,72		
TARA + SUELO SECO (GRS.)	37,58	36,79	43,03	36,48	33,15	34,20		
PESO AGUA	4,65	4,53	7,32	5,62	5,29	5,52		
PESO DE TARA	18,74	18,56	18,62	18,40	18,59	18,45		
PESO SUELO SECO	18,84	18,23	24,41	18,08	14,56	15,75		
CONT. DE AGUA %	24,68	24,85	29,99	31,08	36,33	35,05		
CONT. PROM. AGUA %	24,77		30,54		35,69			

DENSIDAD SECA MAXIMA :
1288 Kg/m³
% DE HUMEDAD OPTIMA :
30,76 %

Normas de Referencia
AASHTO T 180-93

DENSIDAD SECA MAXIMA :
1288 Kg/m³
% DE HUMEDAD OPTIMA :
30,76 %

Normas de Referencia
AASHTO T 180-93

UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

PROYECTO: MANTA - JARAMIJÓ
UBICACION: MANTA - JARAMIJÓ
FECHA: AGOSTO DEL 2015
DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: SUELO NATURAL

MASA DEL CILINDRO (P7)	6144	TIPO DEL ENSAYO	Modificado Ø=6" ; 18"-4.5 Kg. ; 5c-56
VOLUMEN DEL CILINDRO (V)	2089	# DE CAPAS	5
MASA DEL MARTILLO (lb.)	10	# DE GOLPES POR CAPA	56
ALTURA DE CAÍDA DEL MARTILLO	45,72		

DATOS PARA LA CURVA

MASA DE CILINDRO + SUELO HÚMEDO	9751	10054	9578		
MASA DE SUELO HÚMEDO	3607	3910	3434		
DENSIDAD HÚMEDA DEL SUELO	1727	1872	1644		
DENSIDAD SECA DEL SUELO	1502	1572	1322		

CONTENIDO DE AGUA

PUNTO #	1		2		3		4	6
% DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO	2		4		6			
RECIPIENTE N° TARA	A	W	Z	P	R	T		
TARA + SUELO HUM. (GRS.)	22,50	34,20	24,00	24,50	30,40	33,60		
TARA + SUELO SECO (GRS.)	20,10	30,80	21,30	21,60	25,45	28,35		
PESO AGUA	2,40	3,40	2,70	2,90	4,95	5,25		
PESO DE TARA	5,30	6,10	6,50	7,00	5,30	6,60		
PESO SUELO SECO	14,80	24,70	14,80	14,60	20,15	21,75		
CONT. DE AGUA %	16,22	13,77	18,24	19,86	24,57	24,14		
CONT. PROM. AGUA %	14,99		19,05		24,35			

DENSIDAD SECA MAXIMA :
1576 Kg/m³
% DE HUMEDAD OPTIMA :
18,28 %

Normas de Referencia
AASHTO T 180-93

DENSIDAD SECA MAXIMA :
1576 Kg/m³
% DE HUMEDAD OPTIMA :
18,28 %

Normas de Referencia
AASHTO T 180-93

Hojas de cálculo, Proctor Modificado.

UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

PROYECTO: VIA PORTOVIEJO - MANTA
UBICACION: VIA PORTOVIEJO - MANTA
FECHA: AGOSTO DEL 2015
DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL

MASA DEL CILINDRO (P7)	6182	TIPO DEL ENSAYO	Modificado Ø=6" ; 18"-4.5 Kg. ; 5c-56
VOLUMEN DEL CILINDRO (V)	2236	# DE CAPAS	5
MASA DEL MARTILLO (lb.)	10	# DE GOLPES POR CAPA	56
ALTURA DE CAIDA DEL MARTILLO	45.72		

DATOS PARA LA CURVA

MASA DE CILINDRO + SUELO HÚMEDO	9012	9834	10082	9100
MASA DE SUELO HÚMEDO	2830	3652	3900	2918
DENSIDAD HÚMEDA DEL SUELO	1266	1633	1744	1305
DENSIDAD SECA DEL SUELO	1084	1351	1404	1025

CONTENIDO DE AGUA

PUNTO #	1		2		3		4		6	
% DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO										
RECIPIENTE N° TARA	F	G	N	I	J	S	Z	Q		
TARA + SUELO HUM. (GRS.)	87,22	78,32	67,21	68,21	73,29	78,98	65,49	66,92		
TARA + SUELO SECO (GRS.)	77,32	69,76	58,97	59,38	62,59	67,00	55,56	56,32		
PESO AGUA	9,90	8,56	8,24	8,83	10,70	11,98	9,93	10,60		
PESO DE TARA	18,12	19,01	18,34	18,39	17,98	18,03	18,45	18,21		
PESO SUELO SECO	59,20	50,75	40,63	40,99	44,61	48,97	37,11	38,11		
CONT. DE AGUA %	16,72	16,87	20,28	21,54	23,99	24,46	26,76	27,81		
CONT. PROM. AGUA %	16,79 20,91 24,22 27,29									

DENSIDAD SECA MÁXIMA :
1416 Kg/m³
% DE HUMEDAD ÓPTIMA:
21,91 %

Normas de Referencia
AASHTO T 180-93

UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

PROYECTO: VIA ROCAFUERTE - CRUCITA
UBICACION: VIA ROCAFUERTE - CRUCITA
FECHA: AGOSTO DEL 2015
DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL

MASA DEL CILINDRO (P7)	6182	TIPO DEL ENSAYO	Modificado Ø=6" ; 18"-4.5 Kg. ; 5c-56
VOLUMEN DEL CILINDRO (V)	2236	# DE CAPAS	5
MASA DEL MARTILLO (lb.)	10	# DE GOLPES POR CAPA	56
ALTURA DE CAIDA DEL MARTILLO	45.72		

DATOS PARA LA CURVA

MASA DE CILINDRO + SUELO HÚMEDO	9410	9706	9987	9540
MASA DE SUELO HÚMEDO	3228	3524	3805	3358
DENSIDAD HÚMEDA DEL SUELO	1444	1576	1702	1502
DENSIDAD SECA DEL SUELO	1245	1328	1373	1147

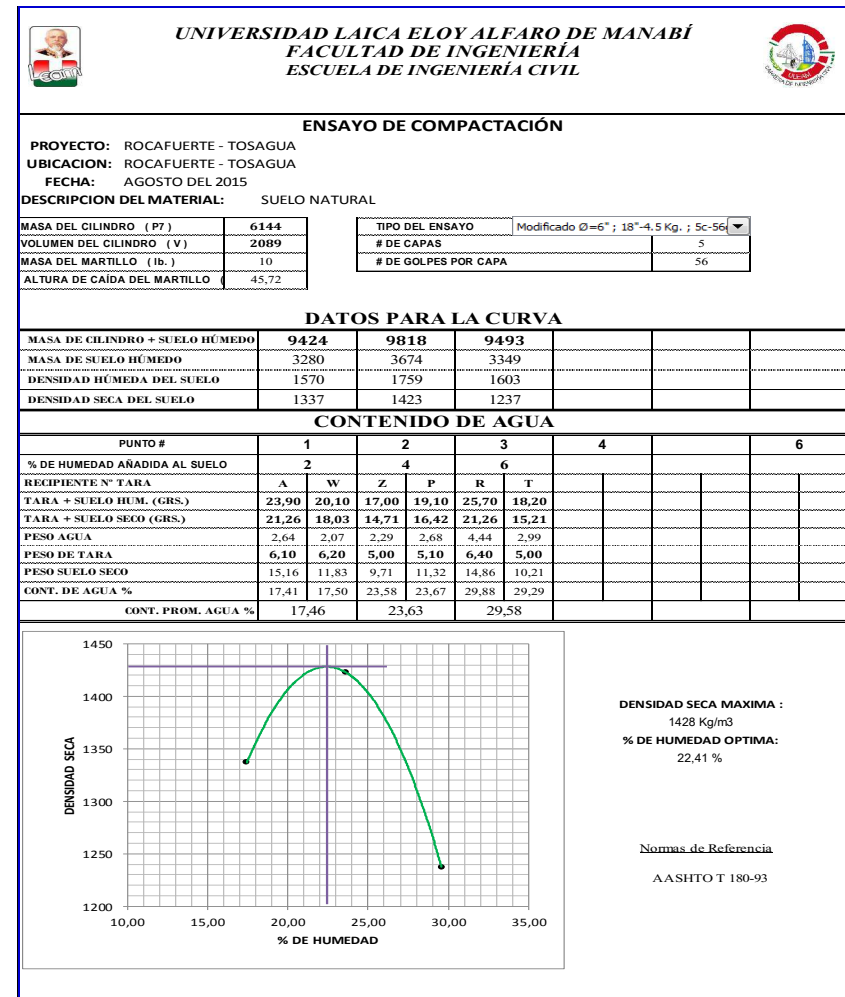
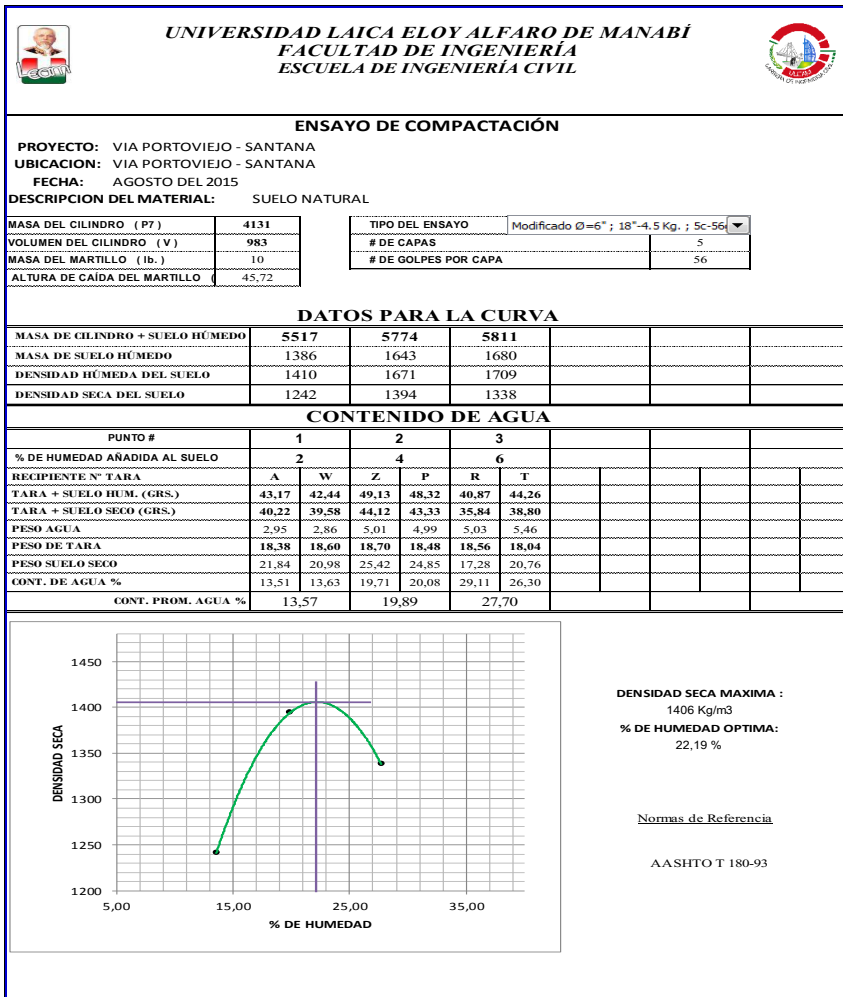
CONTENIDO DE AGUA

PUNTO #	1		2		3		4		6	
% DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO										
RECIPIENTE N° TARA	A	W	Z	P	R	T	R	T		
TARA + SUELO HUM. (GRS.)	38,94	40,07	51,65	48,87	32,23	40,26	81,02	77,05		
TARA + SUELO SECO (GRS.)	36,07	37,09	46,39	44,14	29,56	35,96	69,18	66,33		
PESO AGUA	2,87	2,98	5,26	4,73	2,67	4,30	11,84	10,72		
PESO DE TARA	18,20	18,29	18,55	18,61	18,05	18,48	31,40	31,34		
PESO SUELO SECO	17,87	18,80	27,84	25,53	11,51	17,48	37,78	34,99		
CONT. DE AGUA %	16,06	15,85	18,89	18,53	23,20	24,60	31,34	30,64		
CONT. PROM. AGUA %	15,96 18,71 23,90 30,99									

DENSIDAD SECA MÁXIMA :
1377 Kg/m³
% DE HUMEDAD ÓPTIMA:
22,47 %

Normas de Referencia
AASHTO T 180-93

Hojas de cálculo, Proctor Modificado.



Hojas de cálculo, Proctor Modificado.



ENSAYO DE COMPACTACIÓN

PROYECTO: VIA SAN CLEMENTE - BAHÍA
UBICACION: VIA SAN CLEMENTE - BAHÍA
FECHA: AGOSTO DEL 2015
DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL

MASA DEL CILINDRO (P7)	6144
VOLUMEN DEL CILINDRO (V)	2089
MASA DEL MARTILLO (lb.)	10
ALTURA DE CAÍDA DEL MARTILLO	45,72

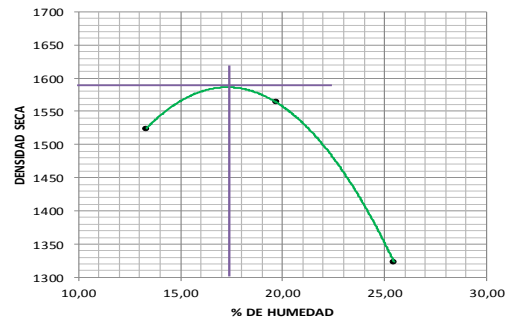
TIPO DEL ENSAYO	Modificado Ø=6" ; 18"-4.5 Kg. ; 5c-56
# DE CAPAS	5
# DE GOLPES POR CAPA	56

DATOS PARA LA CURVA

MASA DE CILINDRO + SUELO HÚMEDO	9752	10054	9612		
MASA DE SUELO HÚMEDO	3608	3910	3468		
DENSIDAD HÚMEDA DEL SUELO	1727	1872	1660		
DENSIDAD SECA DEL SUELO	1524	1564	1323		

CONTENIDO DE AGUA

PUNTO #	1		2		3		4	
	2		4		6			
% DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO								
RECIPiente N° TARA	A	W	Z	P	R	T		
TARA + SUELO HUM. (GRS.)	22,50	25,50	17,40	16,00	24,50	29,60		
TARA + SUELO SECO (GRS.)	20,56	23,30	15,34	14,21	20,91	24,99		
PESO AGUA	1,94	2,20	2,06	1,79	3,59	4,61		
PESO DE TARA	5,80	7,00	5,00	5,00	6,80	6,90		
PESO SUELO SECO	14,76	16,30	10,34	9,21	14,11	18,09		
CONT. DE AGUA %	13,14	13,50	19,92	19,44	25,44	25,48		
CONT. PROM. AGUA %	13,32		19,68		25,46			



DENSIDAD SECA MAXIMA :
1586 Kg/m³
% DE HUMEDAD OPTIMA :
17,29 %

Normas de Referencia
AASHTO T 180-93



ENSAYO DE COMPACTACIÓN

PROYECTO: VIA SANTA MARIANITA - EL AROMO
UBICACION: VIA SANTA MARIANITA - EL AROMO
FECHA: AGOSTO DEL 2015
DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL

MASA DEL CILINDRO (P7)	4131
VOLUMEN DEL CILINDRO (V)	983
MASA DEL MARTILLO (lb.)	10
ALTURA DE CAÍDA DEL MARTILLO	45,72

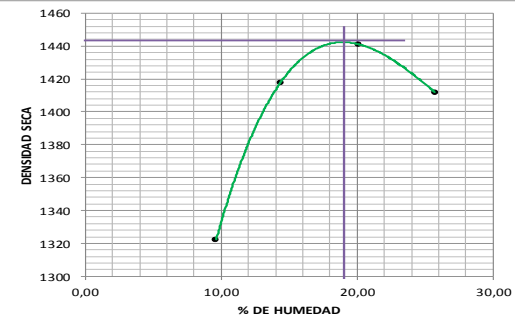
TIPO DEL ENSAYO	Modificado Ø=6" ; 18"-4.5 Kg. ; 5c-56
# DE CAPAS	5
# DE GOLPES POR CAPA	56

DATOS PARA LA CURVA

MASA DE CILINDRO + SUELO HÚMEDO	5556	5725	5832	5876		
MASA DE SUELO HÚMEDO	1425	1504	1701	1745		
DENSIDAD HÚMEDA DEL SUELO	1450	1622	1730	1775		
DENSIDAD SECA DEL SUELO	1322	1418	1441	1412		

CONTENIDO DE AGUA

PUNTO #	1		2		3		4	
	2		4		6			
% DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO								
RECIPiente N° TARA	A	W	Z	P	R	T	R	T
TARA + SUELO HUM. (GRS.)	49,89	61,51	49,15	37,53	47,93	45,11	66,99	64,58
TARA + SUELO SECO (GRS.)	47,16	57,68	45,33	35,11	42,97	40,72	59,66	57,85
PESO AGUA	2,73	3,83	3,82	2,42	4,96	4,39	7,33	6,73
PESO DE TARA	18,33	18,55	18,75	18,26	18,57	18,56	31,57	31,33
PESO SUELO SECO	28,83	39,13	26,58	16,85	24,40	22,16	28,09	26,52
CONT. DE AGUA %	9,47	9,79	14,37	14,36	20,33	19,81	26,09	25,38
CONT. PROM. AGUA %	9,63		14,37		20,07		25,74	



DENSIDAD SECA MAXIMA :
1447 Kg/m³
% DE HUMEDAD OPTIMA :
20,06 %

Normas de Referencia
AASHTO T 180-93

Hojas de cálculo, Proctor Modificado.



ENSAYO C. B. R.

PROYECTO: VIA CASCOL - LA CADENA

UBICACION: VIA CASCOL - LA CADENA

FECHA: AGOSTO DEL 2015

DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL

Molde N°	12		13		14	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes por capas	56		26		12	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
Peso muestra húmeda + molde Gr	11130	11730	10991	11645	10321	10894
Peso del molde Gr	6788	6788	7197	7197	7048	7048
Peso muestra húmeda Gr.	4342	4942	3794	4448	3273	3846
Volumen de la muestra cm.3	2477	2477	2390	2390	2365	2365
Densidad húmeda kg/m.3	1753	1995	1587	1861	1384	1626
Densidad seca kg/m.3	1399	1416	1261	1286	1106	1118

CONTENIDO DE AGUA

Tarro N°	N	H	S	R	H	B
P. muestra húmeda + tarro Gr.	56,3	79,56	89,21	78,64	76,15	81,24
P. muestra seca + tarro Gr.	51,25	65,23	77,25	64,25	67,52	66,25
Peso agua Gr.	5,05	14,33	11,96	14,39	8,63	14,99
Peso tarro Gr.	31,31	30,21	31,12	32,04	33,24	33,29
Peso muestra seca Gr.	19,94	35,02	46,13	32,21	34,28	32,96
Contenido de humedad %	25,33	40,92	25,93	44,68	25,18	45,48

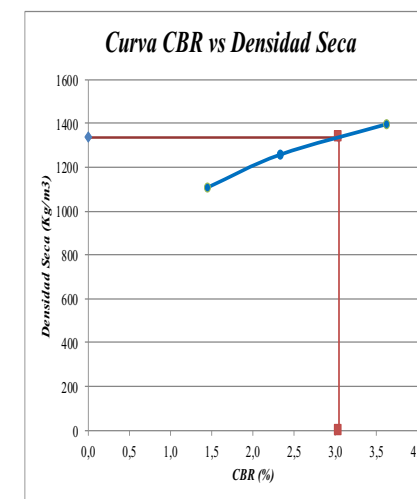
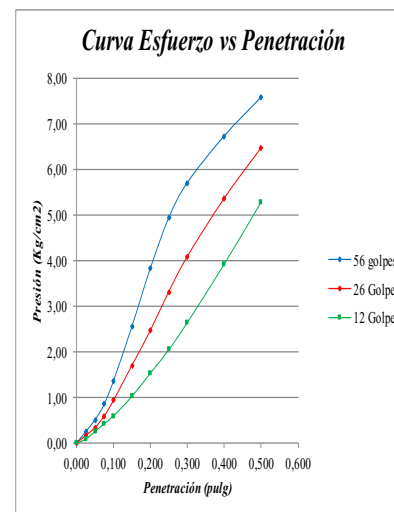


PROYECTO: VIA CASCOL - LA CADENA

UBICACION: VIA CASCOL - LA CADENA

SECTOR: AGOSTO DEL 2015

DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL



Densidad Seca Maxima (95%) 1337 kg/m3

CBR (Diseño) 3,1 %

Hojas de cálculo, Valor de Soporte California (C.B.R.)



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



PENETRACIÓN

Penetración		Molde N° 1 (B2, 56 Golpes)						Molde N° 2 (2B, 26 Golpes)						Molde N° 3 (B1, 12 Golpes)						
Pulg.	mm.	Deformación Dial (0,001 mm)	Carga (Kg)	Presión (Kg/cm2)	Presión Estándar (Kg/cm2)	C.B.R. Corr.		Deformación Dial (0,001 mm)	Carga (Kg)	Presión (Kg/cm2)	Presión Estándar (Kg/cm2)	C.B.R. Corr.		Deformación Dial (0,001 mm)	Carga (Kg)	Presión (Kg/cm2)	Presión Estándar (Kg/cm2)	C.B.R. Corr.		
						Kg/cm2	%					Kg/cm2	%					Kg/cm2	%	
0,000	0,000	0	0,00	0,00	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0	0	0
0,025	0,635	3	4,93	0,25				2	3,29	0,17				1	1,64	0,08				
0,050	1,270	6	9,87	0,51				4	6,58	0,34				3	4,93	0,25				
0,075	1,905	10	16,46	0,85				7	11,52	0,60				5	8,23	0,43				
0,100	2,540	16	26,33	1,36	70,31	1,36	1,93%	11	18,10	0,94	70,31	0,94	1,33%	7	11,52	0,60	70,31	0,60	0,85%	
0,150	3,810	30	49,38	2,55				20	32,92	1,70				12	19,75	1,02				
0,200	5,080	45	74,07	3,83	105,46	3,83	3,63%	29	47,73	2,47	105,46	2,47	2,34%	18	29,62	1,53	105,46	1,53	1,45%	
0,250	6,350	58	95,47	4,93				39	64,19	3,32				24	39,50	2,04				
0,300	7,620	67	110,28	5,70				48	79,01	4,08				31	51,02	2,64				
0,400	10,160	79	130,04	6,72				63	103,70	5,36				46	75,72	3,91				
0,500	12,700	89	146,50	7,57				76	125,10	6,46				62	102,05	5,27				

Hojas de cálculo, Valor de Soporte California (C.B.R.)



ENSAYO C. B. R.

PROYECTO: VIA CRUCITA - PORTOVIEJO

UBICACION: VIA CRUCITA - PORTOVIEJO

FECHA: AGOSTO DEL 2015

DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL

Molde N°	3		1		2	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes por capas	56		26		12	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
Peso muestra húmeda + molde Gr	13678	13831	12675	12742	11341	11452
Peso del molde Gr	8119	8119	8141	8141	7462	7462
Peso muestra húmeda Gr.	5559	5712	4534	4601	3879	3990
Volumen de la muestra cm.3	3017	3017	3017	3017	2940	2940
Densidad húmeda kg/m.3	1843	1893	1503	1525	1319	1357
Densidad seca kg/m.3	1517	1178	1239	951	1088	861

CONTENIDO DE AGUA

Tarro N°	V	X	W	N	I	F
P. muestra húmeda + tarro Gr.	27,7	23,2	33,26	29,65	40,54	36,49
P. muestra seca + tarro Gr.	23,94	17,00	28,59	21,12	34,63	25,56
Peso agua Gr.	3,76	6,20	4,67	8,53	5,91	10,93
Peso tarro Gr.	6,40	6,80	6,70	7	6,80	6,6
Peso muestra seca Gr.	17,54	10,20	21,89	14,12	27,83	18,96
Contenido de humedad %	21,44	60,78	21,33	60,41	21,24	57,65

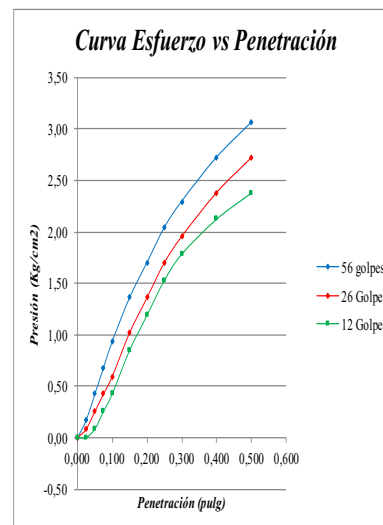


PROYECTO: VIA CRUCITA - PORTOVIEJO

UBICACION: VIA CRUCITA - PORTOVIEJO

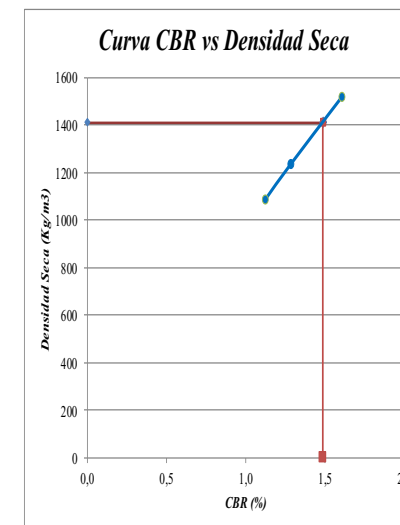
FECHA: AGOSTO DEL 2015

DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL



Densidad Seca Maxima (95%) 1441 kg/m3

CBR (Diseño) 1,5 %



Hojas de cálculo, Valor de Soporte California (C.B.R.)



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



PENETRACIÓN

Penetración		Molde N° 1 (B2, 56 Golpes)						Molde N° 2 (2B, 26 Golpes)						Molde N° 3 (B1, 12 Golpes)					
Pulg.	mm.	Deformación Dial (0,001 mm)	Carga (Kg)	Presión (Kg/cm2)	Presión Estándar (Kg/cm2)	C.B.R. Corr.		Deformación Dial (0,001 mm)	Carga (Kg)	Presión (Kg/cm2)	Presión Estándar (Kg/cm2)	C.B.R. Corr.		Deformación Dial (0,001 mm)	Carga (Kg)	Presión (Kg/cm2)	Presión Estándar (Kg/cm2)	C.B.R. Corr.	
						Kg/cm2	%					Kg/cm2	%					Kg/cm2	%
0,000	0,000	0	0,00	0,00	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0	0
0,025	0,635	2	3,29	0,17				1	1,64	0,08				0	0,00	0,00			
0,050	1,270	5	8,23	0,43				3	4,93	0,25				1	1,64	0,08			
0,075	1,905	8	13,16	0,68				5	8,23	0,43				3	4,93	0,25			
0,100	2,540	11	18,10	0,94	70,31	0,94	1,33%	7	11,52	0,60	70,31	0,60	0,85%	5	8,23	0,43	70,31	0,43	0,60%
0,150	3,810	16	26,33	1,36				12	19,75	1,02				10	16,46	0,85			
0,200	5,080	20	32,92	1,70	105,46	1,70	1,61%	16	26,33	1,36	105,46	1,36	1,29%	14	23,04	1,19	105,46	1,19	1,13%
0,250	6,350	24	39,50	2,04				20	32,92	1,70				18	29,62	1,53			
0,300	7,620	27	44,44	2,30				23	37,86	1,96				21	34,56	1,79			
0,400	10,160	32	52,67	2,72				28	46,09	2,38				25	41,15	2,13			
0,500	12,700	36	59,25	3,06				32	52,67	2,72				28	46,09	2,38			

Hojas de cálculo, Valor de Soporte California (C.B.R.)



ENSAYO C. B. R.

PROYECTO: VIA EL AROMO - SAN LORENZO

UBICACION: VIA EL AROMO - SAN LORENZO

FECHA: AGOSTO DEL 2015

DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL

Molde N°	3		5		7	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes por capas	56		26		12	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
Peso muestra húmeda + molde Gr	10925	11523	11195	11756	10197	10967
Peso del molde Gr	6867	6867	7330	7330	6862	6862
Peso muestra húmeda Gr.	4058	4656	3865	4426	3335	4105
Volumen de la muestra cm.3	2347	2347	2552	2552	2348	2348
Densidad húmeda kg/m.3	1729	1984	1514	1734	1420	1748
Densidad seca kg/m.3	1442	1408	1266	1186	1184	1199

CONTENIDO DE AGUA

Tarro N°	V	X	W	N	I	F
P. muestra húmeda + tarro Gr.	65,31	85,21	76,21	74,52	85,21	92,14
P. muestra seca + tarro Gr.	59,68	69,24	68,52	60,04	76,23	73,29
Peso agua Gr.	5,63	15,97	7,69	14,48	8,98	18,85
Peso tarro Gr.	31,41	30,21	29,36	28,75	31,24	32,18
Peso muestra seca Gr.	28,27	39,03	39,16	31,29	44,99	41,11
Contenido de humedad %	19,92	40,92	19,64	46,28	19,96	45,85

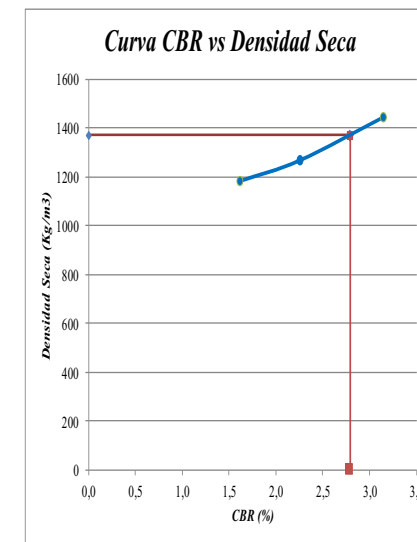
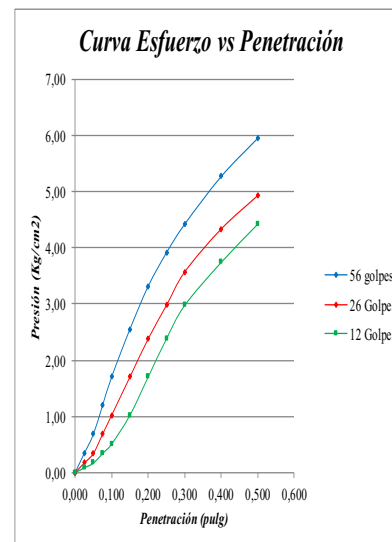


PROYECTO: VIA EL AROMO - SAN LORENZO

UBICACION: VIA EL AROMO - SAN LORENZO

FECHA: AGOSTO DEL 2015

DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL



Densidad Seca Maxima (95%) 1371 kg/m3

CBR (Diseño) 2,8 %

Hojas de cálculo, Valor de Soporte California (C.B.R.)



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



PENETRACIÓN

Penetración		Molde N° 1 (B2, 56 Golpes)						Molde N° 2 (2B, 26 Golpes)						Molde N° 3 (B1, 12 Golpes)					
Pulg.	mm.	Deformación Dial (0,001 mm)	Carga (Kg)	Presión (Kg/cm ²)	Presión Estándar (Kg/cm ²)	C.B.R. Corr.		Deformación Dial (0,001 mm)	Carga (Kg)	Presión (Kg/cm ²)	Presión Estándar (Kg/cm ²)	C.B.R. Corr.		Deformación Dial (0,001 mm)	Carga (Kg)	Presión (Kg/cm ²)	Presión Estándar (Kg/cm ²)	C.B.R. Corr.	
						Kg/cm ²	%					Kg/cm ²	%					Kg/cm ²	%
0,000	0,000	0	0,00	0,00	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0	0
0,025	0,635	4	6,58	0,34				2	3,29	0,17				1	1,64	0,08			
0,050	1,270	8	13,16	0,68				4	6,58	0,34				2	3,29	0,17			
0,075	1,905	14	23,04	1,19				8	13,16	0,68				4	6,58	0,34			
0,100	2,540	20	32,92	1,70	70,31	1,70	2,42%	12	19,75	1,02	70,31	1,02	1,45%	6	9,87	0,51	70,31	0,51	0,73%
0,150	3,810	30	49,38	2,55				20	32,92	1,70				12	19,75	1,02			
0,200	5,080	39	64,19	3,32	105,46	3,32	3,14%	28	46,09	2,38	105,46	2,38	2,26%	20	32,92	1,70	105,46	1,70	1,61%
0,250	6,350	46	75,72	3,91				35	57,61	2,98				28	46,09	2,38			
0,300	7,620	52	85,59	4,42				42	69,13	3,57				35	57,61	2,98			
0,400	10,160	62	102,05	5,27				51	83,95	4,34				44	72,42	3,74			
0,500	12,700	70	115,22	5,95				58	95,47	4,93				52	85,59	4,42			

Hojas de cálculo, Valor de Soporte California (C.B.R.)



ENSAYO C. B. R.

PROYECTO: VIA FLAVIO ALFARO - EL CARMEN

UBICACION: VIA FLAVIO ALFARO - EL CARMEN

FECHA: AGOSTO DEL 2015

DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL

Molde N°	1		5		6	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes por capas	56		26		12	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
Peso muestra húmeda + molde Gr	10597	11396	11223	11890	10178	11093
Peso del molde Gr	6820	6820	7330	7330	6798	6798
Peso muestra húmeda Gr.	3777	4576	3893	4560	3380	4295
Volumen de la muestra cm.3	2366	2366	2552	2552	2431	2431
Densidad húmeda kg/m.3	1596	1934	1525	1787	1390	1767
Densidad seca kg/m.3	1327	1362	1265	1217	1152	1140

CONTENIDO DE AGUA

Tarro N°	F	V	X	Y	J	l
P. muestra húmeda + tarro Gr.	68,3	76,23	67,85	69,34	73,12	65,98
P. muestra seca + tarro Gr.	62,07	63,18	61,45	57,32	66,32	54,20
Peso agua Gr.	6,23	13,05	6,40	12,02	6,80	11,78
Peso tarro Gr.	31,31	32,12	30,34	31,65	33,44	32,8
Peso muestra seca Gr.	30,76	31,06	31,11	25,67	32,88	21,40
Contenido de humedad %	20,25	42,02	20,57	46,83	20,68	55,05

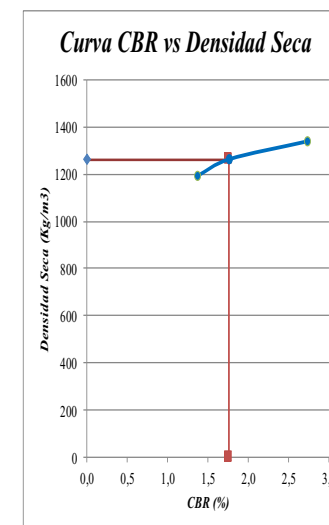
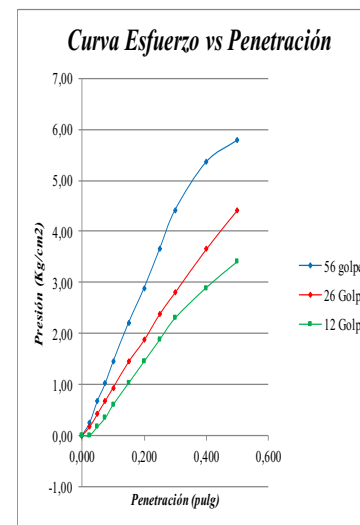


PROYECTO: VIA FLAVIO ALFARO - EL CARMEN

UBICACION: VIA FLAVIO ALFARO - EL CARMEN

FECHA: AGOSTO DEL 2015

DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL



Densidad Seca Maxima (95) 1263 kg/m3

CBR (Diseño) 1,8 %

Hojas de cálculo, Valor de Soporte California (C.B.R.)



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



PENETRACIÓN

Penetración		Molde Nº 1 (B2, 56 Golpes)						Molde Nº 2 (2B, 26 Golpes)						Molde Nº 3 (B1, 12 Golpes)						
Pulg.	mm.	Deformación Dial (0,001 mm)	Carga (Kg)	Presión (Kg/cm2)	Presión Estándar (Kg/cm2)	C.B.R. Corr.		Deformación Dial (0,001 mm)	Carga (Kg)	Presión (Kg/cm2)	Presión Estándar (Kg/cm2)	C.B.R. Corr.		Deformación Dial (0,001 mm)	Carga (Kg)	Presión (Kg/cm2)	Presión Estándar (Kg/cm2)	C.B.R. Corr.		
						Kg/cm2	%					Kg/cm2	%					Kg/cm2	%	
0,000	0,000	0	0,00	0,00	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0	0	0
0,025	0,635	3	4,93	0,25				2	3,29	0,17				0	0,00	0,00				
0,050	1,270	8	13,16	0,68				5	8,23	0,43				2	3,29	0,17				
0,075	1,905	12	19,75	1,02				8	13,16	0,68				4	6,58	0,34				
0,100	2,540	17	27,98	1,45	70,31	1,45	2,06%	11	18,10	0,94	70,31	0,94	1,33%	7	11,52	0,60	70,31	0,60	0,85%	
0,150	3,810	26	42,79	2,21				17	27,98	1,45				12	19,75	1,02				
0,200	5,080	34	55,96	2,89	105,46	2,89	2,74%	22	36,21	1,87	105,46	1,87	1,77%	17	27,98	1,45	105,46	1,45	1,37%	
0,250	6,350	43	70,78	3,66				28	46,09	2,38				22	36,21	1,87				
0,300	7,620	52	85,59	4,42				33	54,32	2,81				27	44,44	2,30				
0,400	10,160	63	103,70	5,36				43	70,78	3,66				34	55,96	2,89				
0,500	12,700	68	111,93	5,78				52	85,59	4,42				40	65,84	3,40				

Hojas de cálculo, Valor de Soporte California (C.B.R.)



ENSAYO C. B. R.

PROYECTO: VIA JIPIJAPA - PUERTO CAYO

UBICACION: VIA JIPIJAPA - PUERTO CAYO

FECHA: AGOSTO DEL 2015

DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL

Molde N°	5		16		17	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes por capas	56		26		12	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
Peso muestra húmeda + molde Gr	12015	12232	10856	11312	10234	10937
Peso del molde Gr	7330	7330	6986	6986	6809	6809
Peso muestra húmeda Gr.	4685	4902	3870	4326	3425	4128
Volumen de la muestra cm.3	2552	2552	2477	2477	2384	2384
Densidad húmeda kg/m.3	1836	1921	1562	1746	1437	1732
Densidad seca kg/m.3	1505	1323	1275	1164	1179	1144

CONTENIDO DE AGUA

Tarro N°	P	A	G	V	WS	R
P. muestra húmeda + tarro Gr.	78,24	96,54	78,21	76,24	69,24	75,24
P. muestra seca + tarro Gr.	69,86	76,21	69,39	61,24	63,12	59,98
Peso agua Gr.	8,38	20,33	8,82	15,00	6,12	15,26
Peso tarro Gr.	31,80	31,24	30,26	31,25	35,14	30,25
Peso muestra seca Gr.	38,06	44,97	39,13	29,99	27,98	29,73
Contenido de humedad %	22,02	45,21	22,54	50,02	21,87	51,33

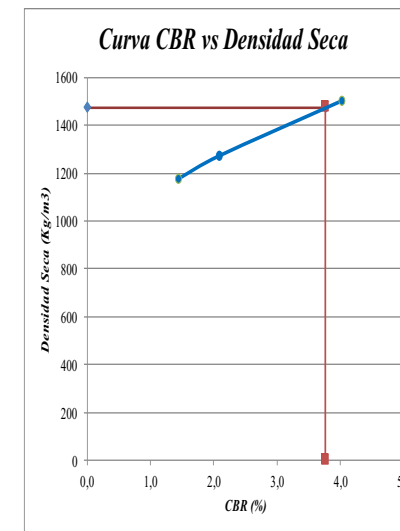
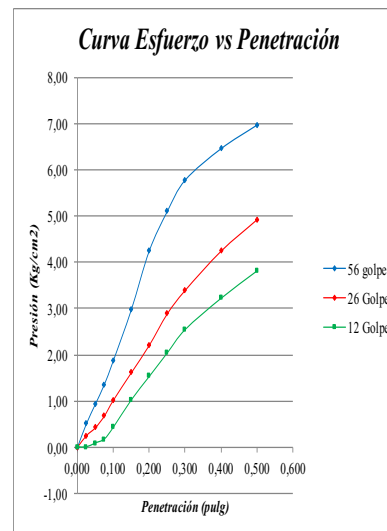


PROYECTO: VIA JIPIJAPA - PUERTO CAYO

UBICACION: VIA JIPIJAPA - PUERTO CAYO

FECHA: AGOSTO DEL 2015

DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL



Densidad Seca Maxima (95%) 1473 kg/m3

CBR (Diseño) 3,8 %

Hojas de cálculo, Valor de Soporte California (C.B.R.)



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



Penetración		Molde N° 1 (B2, 56 Golpes)						Molde N° 2 (2B, 26 Golpes)						Molde N° 3 (B1, 12 Golpes)					
Pulg.	mm.	Deformación Dial (0,001 mm)	Carga (Kg)	Presión (Kg/cm2)	Presión Estándar (Kg/cm2)	C.B.R. Corr.		Deformación Dial (0,001 mm)	Carga (Kg)	Presión (Kg/cm2)	Presión Estándar (Kg/cm2)	C.B.R. Corr.		Deformación Dial (0,001 mm)	Carga (Kg)	Presión (Kg/cm2)	Presión Estándar (Kg/cm2)	C.B.R. Corr.	
						Kg/cm2	%					Kg/cm2	%					Kg/cm2	%
0,000	0,000	0	0,00	0,00	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0	0
0,025	0,635	6	9,87	0,51				3	4,93	0,25				0	0,00	0,00			
0,050	1,270	11	18,10	0,94				5	8,23	0,43				1	1,64	0,08			
0,075	1,905	16	26,33	1,36				8	13,16	0,68				2	3,29	0,17			
0,100	2,540	22	36,31	1,88	70,31	1,88	2,67%	12	19,75	1,02	70,31	1,02	1,45%	5	8,23	0,43	70,31	0,43	0,60%
0,150	3,810	35	57,61	2,98				19	31,27	1,62				12	19,75	1,02			
0,200	5,080	50	82,30	4,25	105,46	4,25	4,03%	26	42,79	2,21	105,46	2,21	2,10%	18	29,62	1,53	105,46	1,53	1,45%
0,250	6,350	60	98,76	5,10				34	55,96	2,89				24	39,50	2,04			
0,300	7,620	68	111,93	5,78				40	65,84	3,40				30	49,38	2,55			
0,400	10,160	76	125,10	6,46				50	82,30	4,25				38	62,55	3,23			
0,500	12,700	85	134,97	6,97				58	95,47	4,93				45	74,07	3,83			

Hojas de cálculo, Valor de Soporte California (C.B.R.)



ENSAYO C. B. R.

PROYECTO: VIA JIPIJAPA - PAJÁN

UBICACION: VIA JIPIJAPA - PAJÁN

FECHA: AGOSTO DEL 2015

DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL

Molde N°	17		18		16	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes por capas	56		26		12	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
Peso muestra húmeda + molde Gr	11230	11712	10783	11231	10564	11123
Peso del molde Gr	6809	6809	6889	6889	6986	6986
Peso muestra húmeda Gr.	4421	4903	3894	4342	3578	4137
Volumen de la muestra cm.3	2384	2384	2254	2254	2477	2477
Densidad húmeda kg/m.3	1854	2057	1728	1926	1444	1670
Densidad seca kg/m.3	1507	1492	1404	1380	1167	1180

CONTENIDO DE AGUA

Tarro N°	D	S	A	C	B	U
P. muestra húmeda + tarro Gr.	59,09	65,32	66,97	65,43	67,61	73,29
P. muestra seca + tarro Gr.	53,89	55,68	60,65	56,01	60,78	60,90
Peso agua Gr.	5,20	9,64	6,32	9,42	6,83	12,39
Peso tarro Gr.	31,36	30,19	33,20	32,19	32,02	31,07
Peso muestra seca Gr.	22,53	25,49	27,45	23,82	28,76	29,83
Contenido de humedad %	23,08	37,82	23,02	39,55	23,75	41,54

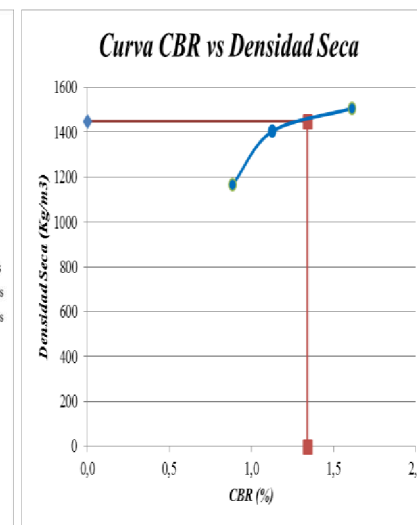
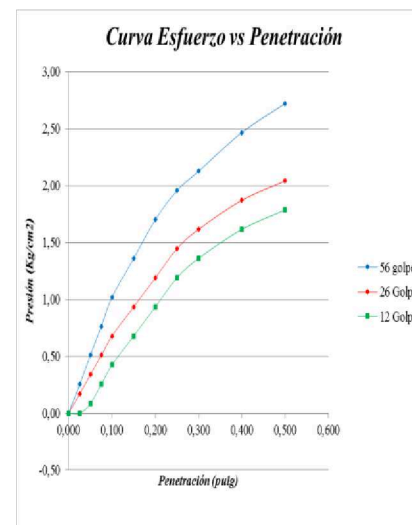


PROYECTO: VIA JIPIJAPA - PAJÁN

UBICACION: VIA JIPIJAPA - PAJÁN

FECHA: AGOSTO DEL 2015

DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL



Densidad Seca Máxima (95%) 1450 kg/m³

CBR (Diseño) 3,1 %

Hojas de cálculo, Valor de Soporte California (C.B.R.)



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



PENETRACIÓN

Penetración		Molde N° 1 (B2, 56 Golpes)						Molde N° 2 (2B, 26 Golpes)						Molde N° 3 (B1, 12 Golpes)					
Pulg.	mm.	Deformación Dial (0,001 mm)	Carga (Kg)	Presión (Kg/cm2)	Presión Estándar (Kg/cm2)	C.B.R. Corr.		Deformación Dial (0,001 mm)	Carga (Kg)	Presión (Kg/cm2)	Presión Estándar (Kg/cm2)	C.B.R. Corr.		Deformación Dial (0,001 mm)	Carga (Kg)	Presión (Kg/cm2)	Presión Estándar (Kg/cm2)	C.B.R. Corr.	
						Kg/cm2	%					Kg/cm2	%					Kg/cm2	%
0,000	0,000	0	0,00	0,00	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0	0
0,025	0,635	3	4,93	0,25				2	3,29	0,17				0	0,00	0,00			
0,050	1,270	6	9,87	0,51				4	6,58	0,34				1	1,64	0,08			
0,075	1,905	9	14,81	0,77				6	9,87	0,51				3	4,93	0,25			
0,100	2,540	12	19,75	1,02	70,31	1,02	1,45%	8	13,16	0,68	70,31	0,68	0,97%	5	8,23	0,43	70,31	0,43	0,60%
0,150	3,810	16	26,33	1,36				11	18,10	0,94				9	13,16	0,68			
0,200	5,080	20	32,92	1,70	105,46	1,70	1,61%	14	23,04	1,19	105,46	1,19	1,13%	11	18,10	0,94	105,46	0,94	0,89%
0,250	6,350	23	37,86	1,96				17	27,98	1,45				14	23,04	1,19			
0,300	7,620	25	41,15	2,13				19	31,27	1,62				16	26,33	1,36			
0,400	10,160	29	47,73	2,47				22	36,21	1,87				19	31,27	1,62			
0,500	12,700	32	52,67	2,72				24	39,50	2,04				21	34,56	1,79			

Hojas de cálculo, Valor de Soporte California (C.B.R.)



ENSAYO C. B. R.

PROYECTO: VIA LA PILA - SANCAN

UBICACION: VIA LA PILA - SANCAN

FECHA: AGOSTO DEL 2015

DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL

Molde N°	5		5		7	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes por capas	56		26		12	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
Peso muestra húmeda + molde Gr	11452	12028	11133	11775	10041	10657
Peso del molde Gr	7330	7330	7330	7330	6862	6862
Peso muestra húmeda Gr.	4122	4698	3803	4445	3179	3795
Volumen de la muestra cm.3	2552	2552	2552	2552	2348	2348
Densidad húmeda kg/m.3	1615	1841	1490	1742	1354	1616
Densidad seca kg/m.3	1233	1300	1137	1192	1037	1087

CONTENIDO DE AGUA

Tarro N°	V	X	W	N	I	F
P. muestra húmeda + tarro Gr.	70,18	86,32	79,24	76,14	85,27	91,24
P. muestra seca + tarro Gr.	61,00	70,14	67,92	62,25	72,56	72,15
Peso agua Gr.	9,18	16,18	11,32	13,89	12,71	19,09
Peso tarro Gr.	31,40	31,24	31,45	32,14	30,98	32,97
Peso muestra seca Gr.	29,60	38,90	36,47	30,11	41,58	39,18
Contenido de humedad %	31,01	41,59	31,04	46,13	30,57	48,72

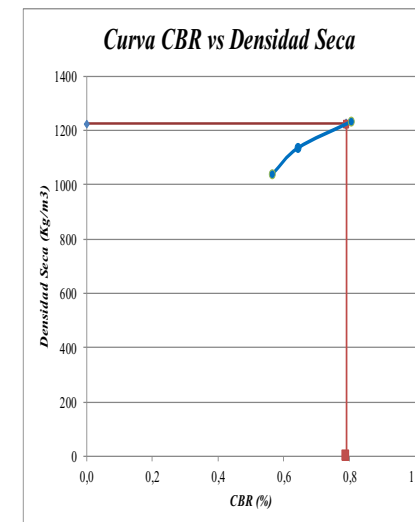
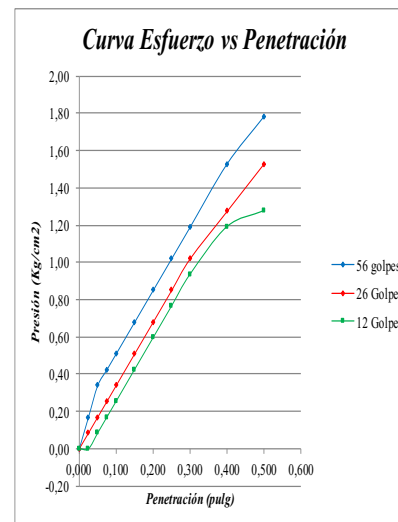


PROYECTO: VIA LA PILA - SANCAN

UBICACION: VIA LA PILA - SANCAN

FECHA: AGOSTO DEL 2015

DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL



Densidad Seca Maxima (95%) 1224 kg/m3

CBR (Diseño) 0,8 %

Hojas de cálculo, Valor de Soporte California (C.B.R.)



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



PENETRACIÓN

Penetración		Molde N° 1 (B2, 56 Golpes)						Molde N° 2 (2B, 26 Golpes)						Molde N° 3 (B1, 12 Golpes)					
Pulg.	mm.	Deformación Dial (0,001 mm)	Carga (Kg)	Presión (Kg/cm ²)	Presión Estándar (Kg/cm ²)	C.B.R. Corr.		Deformación Dial (0,001 mm)	Carga (Kg)	Presión (Kg/cm ²)	Presión Estándar (Kg/cm ²)	C.B.R. Corr.		Deformación Dial (0,001 mm)	Carga (Kg)	Presión (Kg/cm ²)	Presión Estándar (Kg/cm ²)	C.B.R. Corr.	
						Kg/cm ²	%					Kg/cm ²	%					Kg/cm ²	%
0,000	0,000	0	0,00	0,00	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0	0
0,025	0,635	2	3,29	0,17				1	1,64	0,08				0	0,00	0,00			
0,050	1,270	4	6,58	0,34				2	3,29	0,17				1	1,64	0,08			
0,075	1,905	5	8,23	0,43				3	4,93	0,25				2	3,29	0,17			
0,100	2,540	6	9,87	0,51	70,31	0,51	0,73%	4	6,58	0,34	70,31	0,34	0,48%	3	4,93	0,25	70,31	0,25	0,36%
0,150	3,810	8	13,16	0,68				6	9,87	0,51				5	8,23	0,43			
0,200	5,080	10	16,46	0,85	105,46	0,85	0,81%	8	13,16	0,68	105,46	0,68	0,64%	7	11,52	0,60	105,46	0,60	0,56%
0,250	6,350	12	19,75	1,02				10	16,46	0,85				9	14,81	0,77			
0,300	7,620	14	23,04	1,19				12	19,75	1,02				11	18,10	0,94			
0,400	10,160	18	29,62	1,53				15	24,69	1,28				14	23,04	1,19			
0,500	12,700	21	34,56	1,79				18	29,62	1,53				15	24,69	1,28			

Hojas de cálculo, Valor de Soporte California (C.B.R.)



ENSAYO C. B. R.

PROYECTO: MANTA - JARAMIJÓ

UBICACION: MANTA - JARAMIJÓ

FECHA: AGOSTO DEL 2015

DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL

Molde N°	3		8		12	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes por capas	56		26		12	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
Peso muestra húmeda + molde Gr	13645	14021	10324	11038	10236	10962
Peso del molde Gr	8141	8141	6674	6674	6788	6788
Peso muestra húmeda Gr.	5504	5880	3650	4364	3448	4174
Volumen de la muestra cm.3	3017	3017	2421	2421	2477	2477
Densidad húmeda kg/m.3	1824	1949	1508	1803	1392	1685
Densidad seca kg/m.3	1523	1476	1260	1318	1167	1235

CONTENIDO DE AGUA

Tarro N°	V	X	W	N	I	F
P. muestra húmeda + tarro Gr.	26,3	19,9	23,45	29,54	27,26	34,54
P. muestra seca + tarro Gr.	23,10	16,70	20,75	23,54	24,15	27,16
Peso agua Gr.	3,20	3,20	2,70	6,00	3,11	7,38
Peso tarro Gr.	6,90	6,70	7,01	7,2	8,01	6,89
Peso muestra seca Gr.	16,20	10,00	13,74	16,34	16,14	20,27
Contenido de humedad %	19,75	32,00	19,65	36,72	19,27	36,41

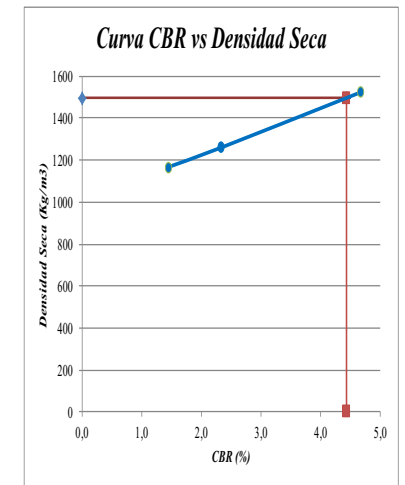
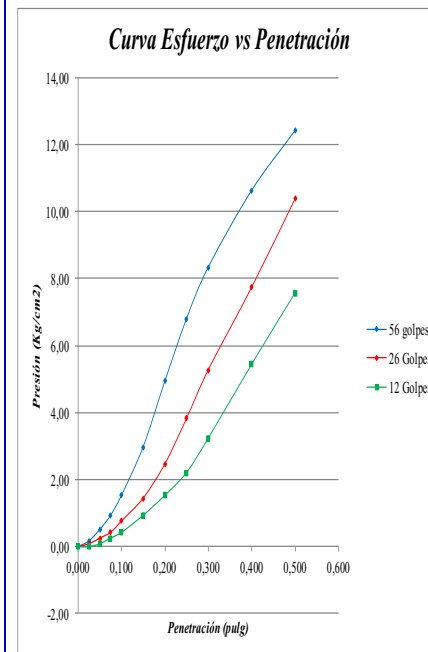


PROYECTO: MANTA - JARAMIJÓ

UBICACION: MANTA - JARAMIJÓ

FECHA: AGOSTO DEL 2015

DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL



Densidad Seca Maxima (95%)	1497	Kg/m³
CBR (Diseño)	4,4	%

Hojas de cálculo, Valor de Soporte California (C.B.R.)



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



PENETRACIÓN

Penetración		Molde N° 1 (B2, 56 Golpes)						Molde N° 2 (2B, 26 Golpes)						Molde N° 3 (B1, 12 Golpes)						
Pulg.	mm.	Deformación Dial (0,001 mm)	Carga (Kg)	Presión (Kg/cm2)	Presión Estándar (Kg/cm2)	C.B.R. Corr.		Deformación Dial (0,001 mm)	Carga (Kg)	Presión (Kg/cm2)	Presión Estándar (Kg/cm2)	C.B.R. Corr.		Deformación Dial (0,001 mm)	Carga (Kg)	Presión (Kg/cm2)	Presión Estándar (Kg/cm2)	C.B.R. Corr.		
						Kg/cm2	%					Kg/cm2	%					Kg/cm2	%	
0,000	0,000	0	0,00	0,00	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0	0	0
0,025	0,635	2	3,29	0,17				1	1,64	0,08				0	0,00	0,00				
0,050	1,270	6	9,87	0,51				3	4,93	0,25				1	1,64	0,08				
0,075	1,905	11	18,10	0,94				5	8,23	0,43				3	4,93	0,25				
0,100	2,540	18	29,62	1,53	70,31	1,53	2,18%	9	14,81	0,77	70,31	0,77	1,09%	5	8,23	0,43	70,31	0,43	0,60%	
0,150	3,810	35	57,61	2,98				17	27,98	1,45				11	18,10	0,94				
0,200	5,080	58	95,47	4,93	105,46	4,93	4,68%	29	47,73	2,47	105,46	2,47	2,34%	18	29,62	1,53	105,46	1,53	1,45%	
0,250	6,350	80	131,68	6,80				45	74,07	3,83				26	42,79	2,21				
0,300	7,620	98	161,39	8,34				62	102,05	5,27				38	62,55	3,23				
0,400	10,160	125	205,76	10,63				91	149,79	7,74				64	105,34	5,44				
0,500	12,700	146	240,32	12,42				122	200,82	10,38				89	146,50	7,57				

Hojas de cálculo, Valor de Soporte California (C.B.R.)



ENSAYO C.B.R.

PROYECTO: VIA PORTOVIEJO - MANTA

UBICACION: VIA PORTOVIEJO - MANTA

FECHA: AGOSTO DEL 2015

DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL

Molde N°	8	14	12			
Número de capas	5	5	5			
Número de golpes por capas	56	26	12			
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
Peso muestra húmeda + molde Gr	10862	11264	10702	10878	10011	10652
Peso del molde Gr	6674	6674	7048	7048	6788	6788
Peso muestra húmeda Gr.	4188	4590	3654	3830	3223	3864
Volumen de la muestra cm.3	2421	2421	2365	2365	2477	2477
Densidad húmeda kg/m.3	1730	1896	1545	1619	1301	1560
Densidad seca kg/m.3	1421	1395	1268	1200	1074	1055

CONTENIDO DE AGUA

Tarro N°	P	A	G	V	WS	R
P. muestra húmeda + tarro Gr.	57,51	65,32	78,31	71,21	87,32	67,43
P. muestra seca + tarro Gr.	52,90	56,31	70,14	60,99	77,87	55,43
Peso agua Gr.	4,61	9,01	8,17	10,22	9,45	12,00
Peso tarro Gr.	31,68	31,23	32,82	31,78	33,28	30,33
Peso muestra seca Gr.	21,22	25,08	37,32	29,21	44,59	25,10
Contenido de humedad %	21,72	35,93	21,89	34,99	21,19	47,81

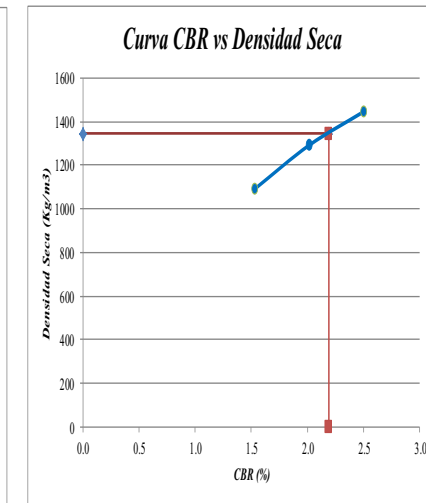
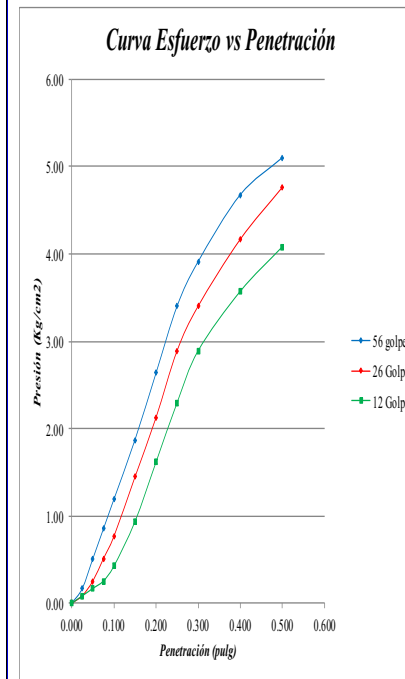


PROYECTO: VIA PORTOVIEJO - MANTA

UBICACION: VIA PORTOVIEJO - MANTA

FECHA: AGOSTO DEL 2015

DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL



Densidad Seca	1345	Kg/m³
Maxima (95%)		
CBR (Diseño)	2.2	%

Hojas de cálculo, Valor de Soporte California (C.B.R.)



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



PENETRACIÓN

Penetración		Molde N° 1 (B2, 56 Golpes)						Molde N° 2 (2B, 26 Golpes)						Molde N° 3 (B1, 12 Golpes)						
Pulg.	mm.	Deformación Dial (0,001 mm)	Carga (Kg)	Presión (Kg/cm2)	Presión Estándar (Kg/cm2)	C.B.R. Corr.		Deformación Dial (0,001 mm)	Carga (Kg)	Presión (Kg/cm2)	Presión Estándar (Kg/cm2)	C.B.R. Corr.		Deformación Dial (0,001 mm)	Carga (Kg)	Presión (Kg/cm2)	Presión Estándar (Kg/cm2)	C.B.R. Corr.		
						Kg/cm2	%					Kg/cm2	%					Kg/cm2	%	
0.000	0.000	0	0.00	0.00	0	0	0	0	0.00	0.00	0	0	0	0	0.00	0.00	0	0	0	0
0.025	0.635	2	3.29	0.17				1	1.69	0.09				1	1.64	0.08				
0.050	1.270	6	9.87	0.51				3	4.93	0.25				2	3.29	0.17				
0.075	1.905	10	16.46	0.85				6	9.87	0.51				3	4.93	0.25				
0.100	2.540	14	23.04	1.19	70.31	1.19	1.69%	9	14.81	0.77	70.31	0.77	1.09%	5	8.23	0.43	70.31	0.43	0.60%	
0.150	3.810	22	36.21	1.87				17	27.98	1.45				11	18.10	0.94				
0.200	5.080	31	51.02	2.64	105.46	2.64	2.50%	25	41.15	2.13	105.46	2.13	2.02%	19	31.27	1.62	105.46	1.62	1.53%	
0.250	6.350	40	65.84	3.40				34	55.96	2.89				27	44.44	2.30				
0.300	7.620	46	75.72	3.91				40	65.84	3.40				34	55.96	2.89				
0.400	10.160	55	90.53	4.68				49	80.65	4.17				42	69.13	3.57				
0.500	12.700	60	98.76	5.10				56	92.18	4.76				48	79.01	4.08				

Hojas de cálculo, Valor de Soporte California (C.B.R.)



ENSAYO C. B. R.

PROYECTO: VIA PORTOVIEJO - SANTANA

UBICACION: VIA PORTOVIEJO - SANTANA

FECHA: AGOSTO DEL 2015

DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL

Molde N°	16		1		2	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes por capas	56		26		12	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
Peso muestra húmeda + molde Gr	11220	11778	10395	10596	9987	10498
Peso del molde Gr	6986	6986	6820	6820	6850	6850
Peso muestra húmeda Gr.	4234	4792	3575	3776	3137	3648
Volumen de la muestra cm.3	2477	2477	2366	2366	2347	2347
Densidad húmeda kg/m.3	1709	1935	1511	1596	1337	1554
Densidad seca kg/m.3	1381	1390	1223	1123	1081	1094

CONTENIDO DE AGUA

Tarro N°	P	A	G	V	WS	R
P. muestra húmeda + tarro Gr.	56,28	85,21	74,36	78,24	74,65	79,54
P. muestra seca + tarro Gr.	51,49	70,26	66,14	64,00	66,14	65,24
Peso agua Gr.	4,79	14,95	8,22	14,24	8,51	14,30
Peso tarro Gr.	31,31	32,14	31,25	30,15	30,14	31,28
Peso muestra seca Gr.	20,18	38,12	34,89	33,85	36,00	33,96
Contenido de humedad %	23,74	39,22	23,56	42,07	23,64	42,11

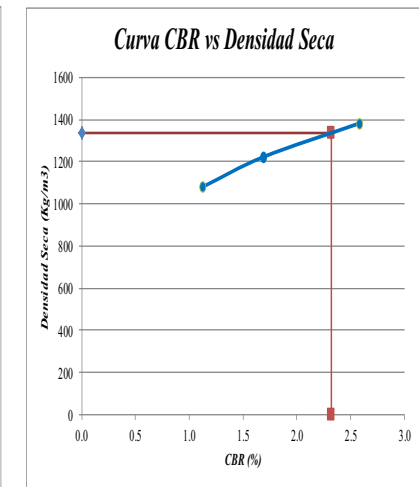
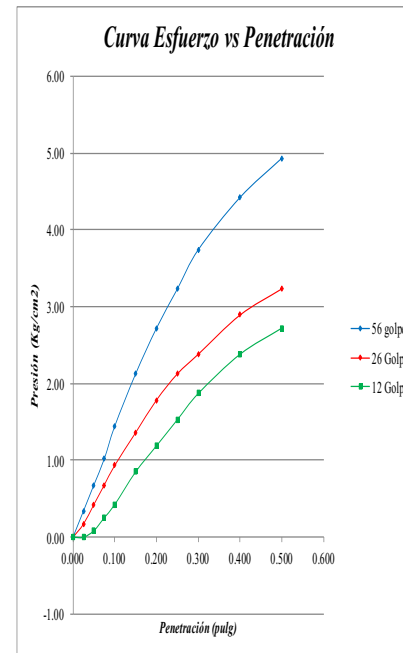


PROYECTO: VIA PORTOVIEJO - SANTANA

UBICACION: VIA PORTOVIEJO - SANTANA

FECHA: AGOSTO DEL 2015

DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL



Densidad Seca Maxima (95%)	1336	Kg/m ³
CBR (Diseño)	2.3	%

Hojas de cálculo, Valor de Soporte California (C.B.R.)



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



PENETRACIÓN

Penetración		Molde N° 1 (B2, 56 Golpes)						Molde N° 2 (2B, 26 Golpes)						Molde N° 3 (B1, 12 Golpes)						
Pulg.	mm.	Deformación Dial (0,001 mm)	Carga (Kg)	Presión (Kg/cm2)	Presión Estándar (Kg/cm2)	C.B.R. Corr.		Deformación Dial (0,001 mm)	Carga (Kg)	Presión (Kg/cm2)	Presión Estándar (Kg/cm2)	C.B.R. Corr.		Deformación Dial (0,001 mm)	Carga (Kg)	Presión (Kg/cm2)	Presión Estándar (Kg/cm2)	C.B.R. Corr.		
						Kg/cm2	%					Kg/cm2	%					Kg/cm2	%	
0.000	0.000	0	0.00	0.00	0	0	0	0	0.00	0.00	0	0	0	0	0.00	0.00	0	0	0	0
0.025	0.635	4	6.58	0.34				2	3.29	0.17				0	0.00	0.00				
0.050	1.270	8	13.16	0.68				5	8.23	0.43				1	1.64	0.08				
0.075	1.905	12	19.75	1.02				8	13.16	0.68				3	4.93	0.25				
0.100	2.540	17	27.98	1.45	70.31	1.45	2.06%	11	18.10	0.94	70.31	0.94	1.33%	5	8.23	0.43	70.31	0.43	0.60%	
0.150	3.810	25	41.15	2.13				16	26.33	1.36				10	16.46	0.85				
0.200	5.080	32	52.67	2.72	105.46	2.72	2.58%	21	34.56	1.79	105.46	1.79	1.69%	14	23.04	1.19	105.46	1.19	1.13%	
0.250	6.350	38	62.55	3.23				25	41.15	2.13				18	29.62	1.53				
0.300	7.620	44	72.42	3.74				28	46.09	2.38				22	36.21	1.87				
0.400	10.160	52	85.59	4.42				34	55.96	2.89				28	46.09	2.38				
0.500	12.700	58	95.47	4.93				38	62.55	3.23				32	52.67	2.72				

Hojas de cálculo, Valor de Soporte California (C.B.R.)



ENSAYO C.B.R.

PROYECTO: VIA ROCAFUERTE - CRUCITA

UBICACION: VIA ROCAFUERTE - CRUCITA

FECHA: AGOSTO DEL 2015

DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL

Molde N°	7		1		2	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes por capas	56		26		12	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
Peso muestra húmeda + molde Gr	10838	11134	10459	11043	10198	10834
Peso del molde Gr	6862	6862	6820	6820	6850	6850
Peso muestra húmeda Gr.	3976	4272	3639	4223	3348	3984
Volumen de la muestra cm.3	2347	2347	2366	2366	2347	2347
Densidad húmeda kg/m.3	1694	1820	1538	1785	1427	1697
Densidad seca kg/m.3	1387	1361	1260	1245	1166	1183

CONTENIDO DE AGUA

Tarro N°	P	A	G	V	WS	R
P. muestra húmeda + tarro Gr.	58,23	87,43	73,21	89,43	76,32	83,86
P. muestra seca + tarro Gr.	53,38	72,98	65,97	72,10	68,15	67,83
Peso agua Gr.	4,85	14,45	7,24	17,33	8,17	16,03
Peso tarro Gr.	31,47	30,21	33,12	32,14	31,57	30,98
Peso muestra seca Gr.	21,91	42,77	32,85	39,96	36,58	36,85
Contenido de humedad %	22,14	33,79	22,04	43,37	22,33	43,50

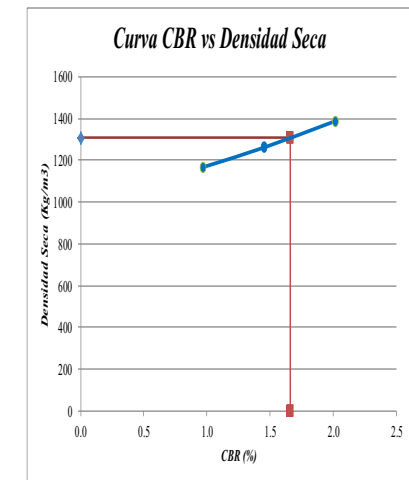
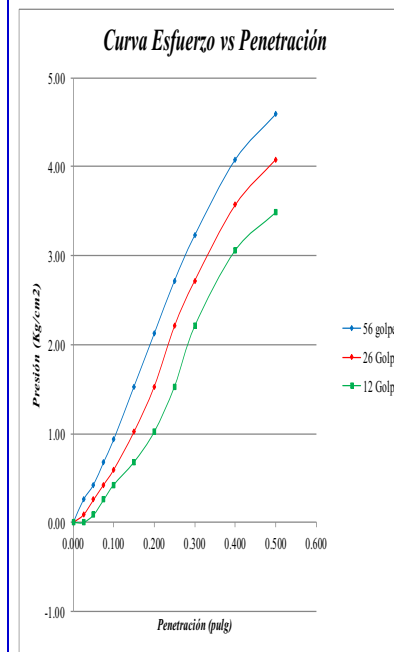


PROYECTO: VIA ROCAFUERTE - CRUCITA

UBICACION: VIA ROCAFUERTE - CRUCITA

FECHA: AGOSTO DEL 2015

DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL



Densidad Seca	1308	Kg/m ³
Maxima (95%)		
CBR (Diseño)	1,7	%

Hojas de cálculo, Valor de Soporte California (C.B.R.)



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



PENETRACIÓN

Penetración		Molde Nº 1 (B2, 56 Golpes)						Molde Nº 2 (2B, 26 Golpes)						Molde Nº 3 (B1, 12 Golpes)						
Pulg.	mm.	Deformación Dial (0,001 mm)	Carga (Kg)	Presión (Kg/cm2)	Presión Estándar (Kg/cm2)	C.B.R. Corr.		Deformación Dial (0,001 mm)	Carga (Kg)	Presión (Kg/cm2)	Presión Estándar (Kg/cm2)	C.B.R. Corr.		Deformación Dial (0,001 mm)	Carga (Kg)	Presión (Kg/cm2)	Presión Estándar (Kg/cm2)	C.B.R. Corr.		
						Kg/cm2	%					Kg/cm2	%					Kg/cm2	%	
0.000	0.000	0	0.00	0.00	0	0	0	0	0.00	0.00	0	0	0	0	0.00	0.00	0	0	0	0
0.025	0.635	3	4.93	0.25				1	1.64	0.08				0	0.00	0.00				
0.050	1.270	5	8.23	0.43				3	4.93	0.25				1	1.64	0.08				
0.075	1.905	8	13.16	0.68				5	8.23	0.43				3	4.93	0.25				
0.100	2.540	11	18.10	0.94	70.31	0.94	1.33%	7	11.52	0.60	70.31	0.60	0.85%	5	8.23	0.43	70.31	0.43	0.60%	
0.150	3.810	18	29.62	1.53				12	19.75	1.02				8	13.16	0.68				
0.200	5.080	25	41.15	2.13	105.46	2.13	2.02%	18	29.62	1.53	105.46	1.53	1.45%	12	19.75	1.02	105.46	1.02	0.97%	
0.250	6.350	32	52.67	2.72				26	42.79	2.21				24	29.62	1.53				
0.300	7.620	38	62.55	3.23				32	52.67	2.72				26	42.79	2.21				
0.400	10.160	48	79.01	4.08				42	69.13	3.57				36	59.25	3.06				
0.500	12.700	54	88.88	4.59				48	79.01	4.08				41	67.48	3.49				

Hojas de cálculo, Valor de Soporte California (C.B.R.)



ENSAYO C.B.R.

PROYECTO: ROCAFUERTE - TOSAGUA

UBICACION: ROCAFUERTE - TOSAGUA

CALLE: AGOSTO DEL 2015

DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL

Molde N°	3		1		2	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes por capas	56		26		12	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
Peso muestra húmeda + molde Gr	12645	13264	10594	11003	10014	10758
Peso del molde Gr	7462	7462	6820	6820	6850	6850
Peso muestra húmeda Gr.	5183	5802	3774	4183	3164	3908
Volumen de la muestra cm.3	2940	2940	2366	2366	2347	2347
Densidad húmeda kg/m.3	1763	1973	1595	1768	1348	1665
Densidad seca kg/m.3	1434	1204	1306	1021	1099	979

CONTENIDO DE AGUA

Tarro N°	V	X	W	N	I	F
P. muestra húmeda + tarro Gr.	30,8	24,9	35,24	36,59	41,27	36,49
P. muestra seca + tarro Gr.	26,32	17,80	29,97	24,15	34,79	24,16
Peso agua Gr.	4,48	7,10	5,27	12,44	6,48	12,33
Peso tarro Gr.	6,80	6,70	6,14	7,15	6,24	6,58
Peso muestra seca Gr.	19,52	11,10	23,83	17,00	28,55	17,58
Contenido de humedad %	22,95	63,96	22,11	73,18	22,70	70,14

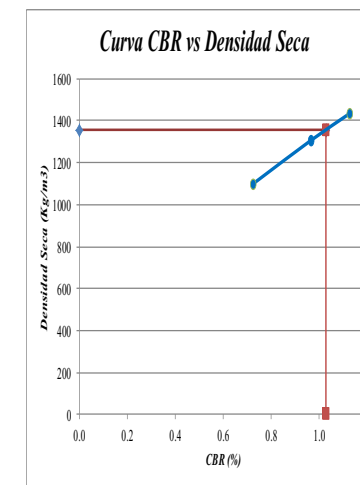
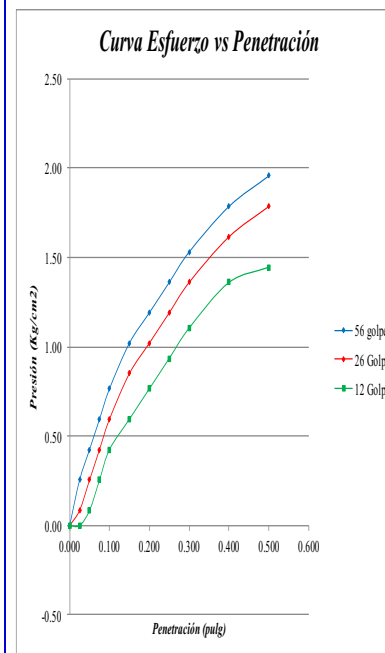


PROYECTO: ROCAFUERTE - TOSAGUA

UBICACION: ROCAFUERTE - TOSAGUA

FECHA: AGOSTO DEL 2015

DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL



Densidad Seca	1357	kg/m³
Maxima (95%)		
CBR (Diseño)	1.0	%

Hojas de cálculo, Valor de Soporte California (C.B.R.)



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



PENETRACIÓN

Penetración		Molde Nº 1 (B2, 56 Golpes)						Molde Nº 2 (2B, 26 Golpes)						Molde Nº 3 (B1, 12 Golpes)					
Pulg.	mm.	Deformación Dial (0,001 mm)	Carga (Kg)	Presión (Kg/cm2)	Presión Estándar (Kg/cm2)	C.B.R. Corr.		Deformación Dial (0,001 mm)	Carga (Kg)	Presión (Kg/cm2)	Presión Estándar (Kg/cm2)	C.B.R. Corr.		Deformación Dial (0,001 mm)	Carga (Kg)	Presión (Kg/cm2)	Presión Estándar (Kg/cm2)	C.B.R. Corr.	
						Kg/cm2	%					Kg/cm2	%					Kg/cm2	%
0.000	0.000	0	0.00	0.00	0	0	0	0	0.00	0.00	0	0	0	0	0.00	0.00	0	0	0
0.025	0.635	2	4.93	0.25				1	1.64	0.08				0	0.00	0.00			
0.050	1.270	4	8.23	0.43				3	4.93	0.25				1	1.64	0.08			
0.075	1.905	6	11.52	0.60				5	8.23	0.43				3	4.93	0.25			
0.100	2.540	8	14.81	0.77	70.31	0.77	1.09%	7	11.52	0.60	70.31	0.60	0.85%	5	8.23	0.43	70.31	0.43	0.60%
0.150	3.810	11	19.75	1.02				10	16.46	0.85				7	11.52	0.60			
0.200	5.080	12	23.04	1.19	105.46	1.19	1.13%	12	19.75	1.02	105.46	1.02	0.97%	9	14.81	0.77	105.46	0.77	0.73%
0.250	6.350	15	26.33	1.36				14	23.04	1.19				11	18.10	0.94			
0.300	7.620	17	29.62	1.53				16	26.33	1.36				13	21.39	1.11			
0.400	10.160	20	34.56	1.79				19	31.27	1.62				16	26.33	1.36			
0.500	12.700	23	37.86	1.96				21	34.56	1.79				17	27.98	1.45			

Hojas de cálculo, Valor de Soporte California (C.B.R.)



ENSAYO C.B.R.

PROYECTO: VIA SAN CLEMENTE - BAHÍA

UBICACION: VIA SAN CLEMENTE - BAHÍA

FECHA: AGOSTO DEL 2015

DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL

Molde N°	V		17		18	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes por capas	56		26		12	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
Peso muestra húmeda + molde Gr	13294	13964	11445	11954	10068	10756
Peso del molde Gr	7805	7805	7330	7330	6862	6862
Peso muestra húmeda Gr.	5489	6159	4115	4624	3206	3894
Volumen de la muestra cm.3	3017	3017	2552	2552	2348	2348
Densidad húmeda kg/m.3	1819	2041	1612	1812	1365	1658
Densidad seca kg/m.3	1552	1387	1375	1220	1158	1085

CONTENIDO DE AGUA

Tarro N°	V	X	W	N	I	F
P. muestra húmeda + tarro Gr.	18,7	17	26,54	24,15	23,56	22,58
P. muestra seca + tarro Gr.	16,70	13,60	23,54	18,24	21,05	17,24
Peso agua Gr.	2,00	3,40	3,00	5,91	2,51	5,34
Peso tarro Gr.	5,10	6,40	6,21	6,05	7,01	7,14
Peso muestra seca Gr.	11,60	7,20	17,33	12,19	14,04	10,10
Contenido de humedad %	17,24	47,22	17,31	48,48	17,88	52,87

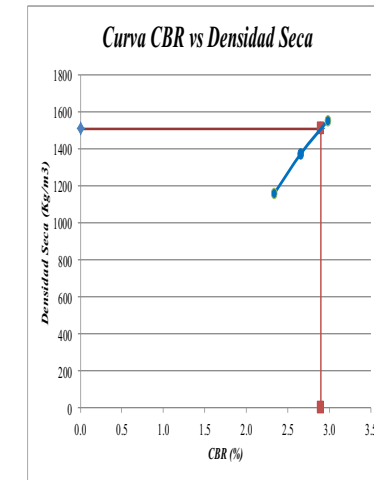
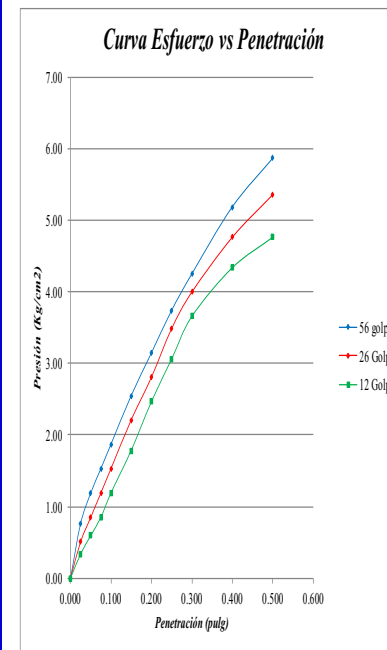


PROYECTO: VIA SAN CLEMENTE - BAHÍA

UBICACION: VIA SAN CLEMENTE - BAHÍA

FECHA: AGOSTO DEL 2015

DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL



Densidad Seca Máxima (95%)	1507	Kg/m³
CBR (Diseño)	2,9	%

Hojas de cálculo, Valor de Soporte California (C.B.R.)



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



PENETRACIÓN

Penetración		Molde N° 1 (B2, 56 Golpes)						Molde N° 2 (2B, 26 Golpes)						Molde N° 3 (B1, 12 Golpes)					
Pulg.	mm.	Deformación Dial (0,001 mm)	Carga (Kg)	Presión (Kg/cm2)	Presión Estándar (Kg/cm2)	C.B.R. Corr.		Deformación Dial (0,001 mm)	Carga (Kg)	Presión (Kg/cm2)	Presión Estándar (Kg/cm2)	C.B.R. Corr.		Deformación Dial (0,001 mm)	Carga (Kg)	Presión (Kg/cm2)	Presión Estándar (Kg/cm2)	C.B.R. Corr.	
						Kg/cm2	%					Kg/cm2	%					Kg/cm2	%
0.000	0.000	0	0.00	0.00	0	0	0	0	0.00	0.00	0	0	0	0	0.00	0.00	0	0	0
0.025	0.635	9	14.81	0.77				6	9.87	0.51				4	6.58	0.34			
0.050	1.270	14	23.04	1.19				10	16.46	0.85				7	11.52	0.60			
0.075	1.905	18	29.62	1.53				14	23.04	1.19				10	16.46	0.85			
0.100	2.540	22	36.21	1.87	70.31	1.87	2.66%	18	29.62	1.53	70.31	1.53	2.18%	14	23.04	1.19	70.31	1.19	1.69%
0.150	3.810	30	49.38	2.55				26	42.79	2.21				21	34.56	1.79			
0.200	5.080	37	60.90	3.15	105.46	3.15	2.98%	33	54.32	2.81	105.46	2.81	2.66%	29	47.73	2.47	105.46	2.47	2.34%
0.250	6.350	44	72.42	3.74				41	67.48	3.49				36	59.25	3.06			
0.300	7.620	50	82.30	4.25				47	77.36	4.00				43	70.78	3.66			
0.400	10.160	61	100.41	5.19				56	92.18	4.76				51	83.95	4.34			
0.500	12.700	69	113.58	5.87				63	103.70	5.36				56	92.18	4.76			

Hojas de cálculo, Valor de Soporte California (C.B.R.)



ENSAYO C. B. R.

PROYECTO: VIA SANTA MARIANITA - EL AROMO

UBICACION: VIA SANTA MARIANITA - EL AROMO

FECHA: AGOSTO DEL 2015

DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL

Molde N°	8		18		17	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes por capas	56		26		12	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
Peso muestra húmeda + molde Gr	11051	11652	10521	10987	10021	10876
Peso del molde Gr	6674	6674	6889	6889	6809	6809
Peso muestra húmeda Gr.	4377	4978	3632	4098	3212	4067
Volumen de la muestra cm.3	2421	2421	2254	2254	2384	2384
Densidad húmeda kg/m.3	1808	2056	1611	1818	1347	1706
Densidad seca kg/m.3	1505	1467	1339	1231	1119	1122

CONTENIDO DE AGUA

Tarro N°	P	A	G	V	WS	R
P. muestra húmeda + tarro Gr.	59,35	61,93	76,23	72,13	69,56	87,23
P. muestra seca + tarro Gr.	54,71	53,12	68,65	59,34	63,21	69,95
Peso agua Gr.	4,64	8,81	7,58	12,79	6,35	17,28
Peso tarro Gr.	31,68	31,17	31,34	32,54	32,12	36,78
Peso muestra seca Gr.	23,03	21,95	37,31	26,80	31,09	33,17
Contenido de humedad %	20,15	40,14	20,32	47,72	20,42	52,10

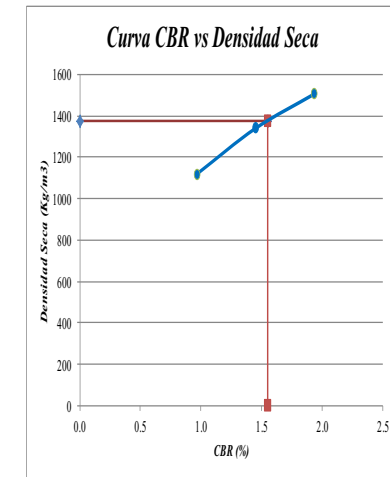
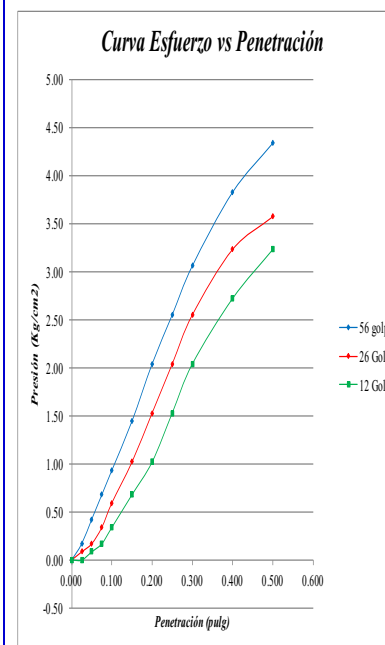


PROYECTO: VIA SANTA MARIANITA - EL AROMO

UBICACION: VIA SANTA MARIANITA - EL AROMO

FECHA: AGOSTO DEL 2015

DESCRIPCION DEL MATERIAL: SUELO NATURAL



Densidad Seca	1375	Kg/m ³
Maxima (95%)		
CBR (Diseño)	1.6	%

Hojas de cálculo, Valor de Soporte California (C.B.R.)



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



PENETRACIÓN

Penetración		Molde N° 1 (B2, 56 Golpes)						Molde N° 2 (2B, 26 Golpes)						Molde N° 3 (B1, 12 Golpes)						
Pulg.	mm.	Deformación Dial (0,001 mm)	Carga (Kg)	Presión (Kg/cm2)	Presión Estándar (Kg/cm2)	C.B.R. Corr.		Deformación Dial (0,001 mm)	Carga (Kg)	Presión (Kg/cm2)	Presión Estándar (Kg/cm2)	C.B.R. Corr.		Deformación Dial (0,001 mm)	Carga (Kg)	Presión (Kg/cm2)	Presión Estándar (Kg/cm2)	C.B.R. Corr.		
						Kg/cm2	%					Kg/cm2	%					Kg/cm2	%	
0.000	0.000	0	0.00	0.00	0	0	0	0	0.00	0.00	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0	0	0
0.025	0.635	2	3.29	0.17				1	1.64	0.08				0	0.00	0.00				
0.050	1.270	5	8.23	0.43				2	3.29	0.17				1	1.64	0.08				
0.075	1.905	8	13.16	0.68				4	6.58	0.34				2	3.29	0.17				
0.100	2.540	11	18.10	0.94	70.31	0.94	1.33%	7	11.52	0.60	70.31	0.60	0.85%	4	6.58	0.34	70.31	0.34	0.48%	
0.150	3.810	17	27.98	1.45				12	19.75	1.02				8	13.16	0.68				
0.200	5.080	24	39.50	2.04	105.46	2.04	1.94%	18	29.62	1.53	105.46	1.53	1.45%	12	19.75	1.02	105.46	1.02	0.97%	
0.250	6.350	30	49.38	2.55				24	39.50	2.04				18	29.62	1.53				
0.300	7.620	36	59.25	3.06				30	49.38	2.55				24	39.50	2.04				
0.400	10.160	45	74.07	3.83				38	62.55	3.23				32	52.67	2.72				
0.500	12.700	51	83.95	4.34				42	69.13	3.57				38	62.55	3.23				

Hojas de cálculo, Valor de Soporte California (C.B.R.)

MOLDE	UBICACIÓN									
A2	CASCOL - LA CADENA									
P1										
Cantidad de Golpes	Penetración acumulada (mm)	Penetración entre lecturas (mm)	Penetración por golpe (mm)	Factor de mazo	índice DCP (mm/golpe)	CBR %	Análisis por penetración acumulada			
							Cant. De golpes	Penetración acumulada	índice DCP (mm/golpe)	CBR %
0	423	0	0,0	0	0,0	0				
1	470	47	47,0	1	47,0	3,9	2	64	32	6
1	487	17	17,0	1	17,0	12				
1	503	16	16,0	1	16,0	13	2	63	32	6
P1										
Cantidad de Golpes	Penetración acumulada (mm)	Penetración entre lecturas (mm)	Penetración por golpe (mm)	Factor de mazo	índice DCP (mm/golpe)	CBR %	Análisis por penetración acumulada			
							Cant. De golpes	Penetración acumulada	índice DCP (mm/golpe)	CBR %
0	423	0	0,0	0	0,0	0				
1	471	48	48,0	1	48,0	3,8	2	67	34	6
1	490	19	19,0	1	19,0	11				
1	506	16	16,0	1	16,0	13	2	64	32	6
P1										
Cantidad de Golpes	Penetración acumulada (mm)	Penetración entre lecturas (mm)	Penetración por golpe (mm)	Factor de mazo	índice DCP (mm/golpe)	CBR %	Análisis por penetración acumulada			
							Cant. De golpes	Penetración acumulada	índice DCP (mm/golpe)	CBR %
0	422	0	0,0	0	0,0	0				
1	468	46	46,0	1	46,0	4	2	64	32	6
1	486	18	18,0	1	18,0	11				
1	502	16	16,0	1	16,0	13	2	62	31	6
(a)Cantidad de golpes del mazo entre lecturas del ensayo (b)Penetración acumulada después de cada set del golpes del mazo (c)Diferencia en la penetración acumulada (nota de pie (b)) entre lecturas (d)Nota de pie (c) dividida entre nota de pie (a) (e)Anota 1 para el mazo de 8Kg y 2 para el mazo de 4.6Kg (f)Nota de pie (d) x nota de pie € (g)de la correlación entre CBR y el índice de DCP										

MOLDE	UBICACIÓN									
B2	CRUCITA - PORTOVIEJO									
P1										
Cantidad de Golpes	Penetración acumulada (mm)	Penetración entre lecturas (mm)	Penetración por golpe (mm)	Factor de mazo	índice DCP (mm/golpe)	CBR %	Análisis por penetración acumulada			
							Cant. De golpes	Penetración acumulada	índice DCP (mm/golpe)	CBR %
0	411	0	0,0	0	0,0	0				
1	476	65	65,0	1	65,0	2,7	2	85	43	4,3
1	496	20	20,0	1	20,0	10				
1	516	20	20,0	1	20,0	10	2	85	43	4,3
P2										
Cantidad de Golpes	Penetración acumulada (mm)	Penetración entre lecturas (mm)	Penetración por golpe (mm)	Factor de mazo	índice DCP (mm/golpe)	CBR %	Análisis por penetración acumulada			
							Cant. De golpes	Penetración acumulada	índice DCP (mm/golpe)	CBR %
0	411	0	0,0	0	0,0	0				
1	476	65	65,0	1	65,0	2,7	2	88	44	4,2
1	499	23	23,0	1	23,0	9				
1	530	31	31,0	1	31,0	6	2	96	48	3,8
P3										
Cantidad de Golpes	Penetración acumulada (mm)	Penetración entre lecturas (mm)	Penetración por golpe (mm)	Factor de mazo	índice DCP (mm/golpe)	CBR %	Análisis por penetración acumulada			
							Cant. De golpes	Penetración acumulada	índice DCP (mm/golpe)	CBR %
0	412	0	0,0	0	0,0	0				
1	478	66	66,0	1	66,0	2,7	2	86	43	4,3
1	498	20	20,0	1	20,0	10				
1	516	18	18,0	1	18,0	11	2	84	42	4,4
(a)Cantidad de golpes del mazo entre lecturas del ensayo (b)Penetración acumulada después de cada set del golpes del mazo (c)Diferencia en la penetración acumulada (nota de pie (b)) entre lecturas (d)Nota de pie (c) dividida entre nota de pie (a) (e)Anota 1 para el mazo de 8Kg y 2 para el mazo de 4.6Kg (f)Nota de pie (d) x nota de pie € (g)de la correlación entre CBR y el índice de DCP										

Hoja de cálculo, Cono Dinámico Penetración (D.C.P.)

MOLDE	UBICACIÓN									
A3	EL AROMO - SAN LORENZO									
P1										
Cantidad de Golpes	Penetración acumulada (mm)	Penetración entre lecturas (mm)	Penetración por golpe (mm)	Factor de mazo	índice DCP (mm/golpe)	CBR %	Análisis por penetración acumulada			
							Cant. De golpes	Penetración acumulada	índice DCP (mm/golpe)	CBR %
0	396	0	0,0	0	0,0	0				
1	416	20	20,0	1	20,0	10	2	72	36	5
1	468	52	52,0	1	52,0	3,5				
1	491	23	23,0	1	23,0	9	2	75	38	5
P2										
Cantidad de Golpes	Penetración acumulada (mm)	Penetración entre lecturas (mm)	Penetración por golpe (mm)	Factor de mazo	índice DCP (mm/golpe)	CBR %	Análisis por penetración acumulada			
							Cant. De golpes	Penetración acumulada	índice DCP (mm/golpe)	CBR %
0	394	0	0,0	0	0,0	0				
1	408	14	14,0	1	14,0	15	2	88	44	4,2
1	482	74	74,0	1	74,0	2,4				
1	512	30	30,0	1	30,0	6	2	104	30	6
P3										
Cantidad de Golpes	Penetración acumulada (mm)	Penetración entre lecturas (mm)	Penetración por golpe (mm)	Factor de mazo	índice DCP (mm/golpe)	CBR %	Análisis por penetración acumulada			
							Cant. De golpes	Penetración acumulada	índice DCP (mm/golpe)	CBR %
0	400	0	0,0	0	0,0	0				
1	412	12	12,0	1	12,0	18	2	68	34	6
1	468	56	56,0	1	56,0	3,2				
1	490	22	22,0	1	22,0	9	2	78	39	4,8
(a)Cantidad de golpes del mazo entre lecturas del ensayo (b)Penetración acumulada después de cada set del golpes del mazo (c)Diferencia en la penetración acumulada (nota de pie (b)) entre lecturas (d)Nota de pie (c) dividida entre nota de pie (a) (e)Anota 1 para el mazo de 8Kg y 2 para el mazo de 4.6Kg (f)Nota de pie (d) x nota de pie € (g)de la correlación entre CBR y el índice de DCP										

MOLDE	UBICACIÓN									
A2	FLAVIO - EL CARMEN									
P1										
Cantidad de Golpes	Penetración acumulada (mm)	Penetración entre lecturas (mm)	Penetración por golpe (mm)	Factor de mazo	índice DCP (mm/golpe)	CBR %	Análisis por penetración acumulada			
							Cant. De golpes	Penetración acumulada	índice DCP (mm/golpe)	CBR %
0	398	0	0,0	0	0,0	0				
1	406	8	8,0	1	8,0	30	2	73	37	5
1	471	65	65,0	1	65,0	2,7				
1	490	19	19,0	1	19,0	11	2	84	42	4,4
P2										
Cantidad de Golpes	Penetración acumulada (mm)	Penetración entre lecturas (mm)	Penetración por golpe (mm)	Factor de mazo	índice DCP (mm/golpe)	CBR %	Análisis por penetración acumulada			
							Cant. De golpes	Penetración acumulada	índice DCP (mm/golpe)	CBR %
0	397	0	0,0	0	0,0	0				
1	404	7	7,0	1	7,0	35	2	77	39	4,8
1	474	70	70,0	1	70,0	2,5				
1	498	24	24,0	1	24,0	8	2	94	47	3,9
P3										
Cantidad de Golpes	Penetración acumulada (mm)	Penetración entre lecturas (mm)	Penetración por golpe (mm)	Factor de mazo	índice DCP (mm/golpe)	CBR %	Análisis por penetración acumulada			
							Cant. De golpes	Penetración acumulada	índice DCP (mm/golpe)	CBR %
0	392	0	0,0	0	0,0	0				
1	405	13	13,0	1	13,0	16	2	87	44	4,2
1	479	74	74,0	1	74,0	2,4				
1	504	25	25,0	1	25,0	8	2	99	50	3,7
(a)Cantidad de golpes del mazo entre lecturas del ensayo (b)Penetración acumulada después de cada set del golpes del mazo (c)Diferencia en la penetración acumulada (nota de pie (b)) entre lecturas (d)Nota de pie (c) dividida entre nota de pie (a) (e)Anota 1 para el mazo de 8Kg y 2 para el mazo de 4.6Kg (f)Nota de pie (d) x nota de pie € (g)de la correlación entre CBR y el índice de DCP										

Hoja de cálculo, Cono Dinámico Penetración (D.C.P.)

MOLDE	UBICACIÓN										
C1	JIPIJAPA - PTO. CAYO										
P1											
Cantidad de Golpes	Penetración acumulada (mm)	Penetración entre lecturas (mm)	Penetración por golpe (mm)	Factor de mazo	índice DCP (mm/golpe)	CBR %	Análisis por penetración acumulada				
							Cant. De golpes	Penetración acumulada	índice DCP (mm/golpe)	CBR %	
0	425	0	0,0	0	0,0	0					
1	465	40	40,0	1	40,0	4,7	2	55	28	7	
1	480	15	15,0	1	15,0	14					
1	494	14	14,0	1	14,0	15	2	31	16	13	
1	511	17	17,0	1	17,0	12					
P2											
Cantidad de Golpes	Penetración acumulada (mm)	Penetración entre lecturas (mm)	Penetración por golpe (mm)	Factor de mazo	índice DCP (mm/golpe)	CBR %	Análisis por penetración acumulada				
							Cant. De golpes	Penetración acumulada	índice DCP (mm/golpe)	CBR %	
0	421	0	0,0	0	0,0	0					
1	463	42	42,0	1	42,0	4,4	2	60	30	6	
1	481	18	18,0	1	18,0	11					
1	500	19	19,0	1	19,0	11	2	42	21	10	
1	523	23	23,0	1	23,0	9					
P3											
Cantidad de Golpes	Penetración acumulada (mm)	Penetración entre lecturas (mm)	Penetración por golpe (mm)	Factor de mazo	índice DCP (mm/golpe)	CBR %	Análisis por penetración acumulada				
							Cant. De golpes	Penetración acumulada	índice DCP (mm/golpe)	CBR %	
0	417	0	0,0	0	0,0	0					
1	463	46	46,0	1	46,0	4	2	63	32	6	
1	480	17	17,0	1	17,0	12					
1	497	17	17,0	1	17,0	12	2	34	17	12	
1	514	17	17,0	1	17,0	12					
(a) Cantidad de golpes del mazo entre lecturas del ensayo (b) Penetración acumulada después de cada set del golpes del mazo (c) Diferencia en la penetración acumulada (nota de pie (b)) entre lecturas (d) Nota de pie (c) dividida entre nota de pie (a) (e) A note 1 para el mazo de 8Kg y 2 para el mazo de 4.6Kg (f) Nota de pie (d) x nota de pie € (g) de la correlación entre CBR y el índice de DCP											

MOLDE	UBICACIÓN										
C2	JIPIJAPA - PAJAN										
P1											
Cantidad de Golpes	Penetración acumulada (mm)	Penetración entre lecturas (mm)	Penetración por golpe (mm)	Factor de mazo	índice DCP (mm/golpe)	CBR %	Análisis por penetración acumulada				
							Cant. De golpes	Penetración acumulada	índice DCP (mm/golpe)	CBR %	
0	412	0	0,0	0	0,0	0					
1	484	72	72,0	1	72,0	2,4	2	98	49	3,7	
1	510	26	26,0	1	26,0	8					
P2											
Cantidad de Golpes	Penetración acumulada (mm)	Penetración entre lecturas (mm)	Penetración por golpe (mm)	Factor de mazo	índice DCP (mm/golpe)	CBR %	Análisis por penetración acumulada				
							Cant. De golpes	Penetración acumulada	índice DCP (mm/golpe)	CBR %	
0	410	0	0,0	0	0,0	0					
1	485	75	75,0	1	75,0	2,3	2	108	54	3,4	
1	518	33	33,0	1	33,0	6					
P3											
Cantidad de Golpes	Penetración acumulada (mm)	Penetración entre lecturas (mm)	Penetración por golpe (mm)	Factor de mazo	índice DCP (mm/golpe)	CBR %	Análisis por penetración acumulada				
							Cant. De golpes	Penetración acumulada	índice DCP (mm/golpe)	CBR %	
0	424	0	0,0	0	0,0	0					
1	488	64	64,0	1	64,0	2,8	2	96	48	3,8	
1	520	32	32,0	1	32,0	6					
(a) Cantidad de golpes del mazo entre lecturas del ensayo (b) Penetración acumulada después de cada set del golpes del mazo (c) Diferencia en la penetración acumulada (nota de pie (b)) entre lecturas (d) Nota de pie (c) dividida entre nota de pie (a) (e) A note 1 para el mazo de 8Kg y 2 para el mazo de 4.6Kg (f) Nota de pie (d) x nota de pie € (g) de la correlación entre CBR y el índice de DCP											

Hoja de cálculo, Cono Dinámico Penetración (D.C.P.)

MOLDE	UBICACIÓN									
C1	LA PILA - SANCAN									
P1										
Cantidad de Golpes	Penetración acumulada (mm)	Penetración entre lecturas (mm)	Penetración por golpe (mm)	Factor de mazo	índice DCP (mm/golpe)	CBR %	Análisis por penetración acumulada			
							Cant. De golpes	Penetración acumulada	índice DCP (mm/golpe)	CBR %
0	381	0	0,0	0	0,0	0				
1	440	59	59,0	1	59,0	3	2	121	61	2,9
1	502	62	62,0	1	62,0	2,9				
P2										
Cantidad de Golpes	Penetración acumulada (mm)	Penetración entre lecturas (mm)	Penetración por golpe (mm)	Factor de mazo	índice DCP (mm/golpe)	CBR %	Análisis por penetración acumulada			
							Cant. De golpes	Penetración acumulada	índice DCP (mm/golpe)	CBR %
0	385	0	0,0	0	0,0	0				
1	442	57	57,0	1	57,0	3,2	2	115	58	3,1
1	500	58	58,0	1	58,0	3,1				
P3										
Cantidad de Golpes	Penetración acumulada (mm)	Penetración entre lecturas (mm)	Penetración por golpe (mm)	Factor de mazo	índice DCP (mm/golpe)	CBR %	Análisis por penetración acumulada			
							Cant. De golpes	Penetración acumulada	índice DCP (mm/golpe)	CBR %
0	399	0	0,0	0	0,0	0				
1	449	50	50,0	1	50,0	3,7	2	118	59	3
1	517	68	68,0	1	68,0	2,6				
(a)Cantidad de golpes del mazo entre lecturas del ensayo (b)Penetración acumulada después de cada set del golpes del mazo (c)Diferencia en la penetración acumulada (nota de pie (b)) entre lecturas (d)Nota de pie (c) dividida entre nota de pie (a) (e)Anote 1 para el mazo de 8Kg y 2 para el mazo de 4.6Kg (f)Nota de pie (d) x nota de pie € (g)de la correlación entre CBR y el índice de DCP										

MOLDE	UBICACIÓN									
A2	MANTA - JARAMIJÓ									
P1										
Cantidad de Golpes	Penetración acumulada (mm)	Penetración entre lecturas (mm)	Penetración por golpe (mm)	Factor de mazo	índice DCP (mm/golpe)	CBR %	Análisis por penetración acumulada			
							Cant. De golpes	Penetración acumulada	índice DCP (mm/golpe)	CBR %
0	398	0	0.0	0	0.0	0				
1	406	8	8.0	1	8.0	30	2	73	37	5
1	471	65	65.0	1	65.0	2.7	2	84	42	4.4
1	490	19	19.0	1	19.0	11				
P2										
Cantidad de Golpes	Penetración acumulada (mm)	Penetración entre lecturas (mm)	Penetración por golpe (mm)	Factor de mazo	índice DCP (mm/golpe)	CBR %	Análisis por penetración acumulada			
							Cant. De golpes	Penetración acumulada	índice DCP (mm/golpe)	CBR %
0	397	0	0.0	0	0.0	0				
1	404	7	7.0	1	7.0	35	2	77	39	4.8
1	474	70	70.0	1	70.0	2.5	2	94	47	3.9
1	498	24	24.0	1	24.0	8				
P3										
Cantidad de Golpes	Penetración acumulada (mm)	Penetración entre lecturas (mm)	Penetración por golpe (mm)	Factor de mazo	índice DCP (mm/golpe)	CBR %	Análisis por penetración acumulada			
							Cant. De golpes	Penetración acumulada	índice DCP (mm/golpe)	CBR %
0	392	0	0.0	0	0.0	0				
1	405	13	13.0	1	13.0	16	2	87	44	4.2
1	479	74	74.0	1	74.0	2.4				
1	504	25	25.0	1	25.0	8	2	99	50	3.7
(a)Cantidad de golpes del mazo entre lecturas del ensayo (b)Penetración acumulada después de cada set del golpes del mazo (c)Diferencia en la penetración acumulada (nota de pie (b)) entre lecturas (d)Nota de pie (c) dividida entre nota de pie (a) (e)Anote 1 para el mazo de 8Kg y 2 para el mazo de 4.6Kg (f)Nota de pie (d) x nota de pie € (g)de la correlación entre CBR y el índice de DCP										

Hoja de cálculo, Cono Dinámico Penetración (D.C.P.)

MOLDE	UBICACIÓN									
B1	PORTOVIEJO - MANTA									
P1										
Cantidad de Golpes	Penetración acumulada (mm)	Penetración entre lecturas (mm)	Penetración por golpe (mm)	Factor de mazo	índice DCP (mm/golpe)	CBR %	Análisis por penetración acumulada			
							Cant. De golpes	Penetración acumulada	índice DCP (mm/golpe)	CBR %
0	403	0	0.0	0	0.0	0				
1	416	13	13.0	1	13.0	18	2	77	39	4.8
1	480	64	64.0	1	64.0	2.8				
1	495	15	15.0	1	15.0	9	2	79	40	4.7
P2										
Cantidad de Golpes	Penetración acumulada (mm)	Penetración entre lecturas (mm)	Penetración por golpe (mm)	Factor de mazo	índice DCP (mm/golpe)	CBR %	Análisis por penetración acumulada			
							Cant. De golpes	Penetración acumulada	índice DCP (mm/golpe)	CBR %
0	398	0	0.0	0	0.0	0				
1	420	22	22.0	1	22.0	11	2	77	39	4.8
1	475	55	55.0	1	55.0	3.4				
1	495	20	20.0	1	20.0	10	2	75	38	5
P3										
Cantidad de Golpes	Penetración acumulada (mm)	Penetración entre lecturas (mm)	Penetración por golpe (mm)	Factor de mazo	índice DCP (mm/golpe)	CBR %	Análisis por penetración acumulada			
							Cant. De golpes	Penetración acumulada	índice DCP (mm/golpe)	CBR %
0	401	0	0.0	0	0.0	0				
1	428	27	27.0	1	27.0	11	2	77	39	4.8
1	478	50	50.0	1	50.0	3.7				
1	501	23	23.0	1	23.0	9	2	73	37	5
(a) Cantidad de golpes del mazo entre lecturas del ensayo (b) Penetración acumulada después de cada set del golpes del mazo (c) Diferencia en la penetración acumulada (nota de pie (b)) entre lecturas (d) Nota de pie (c) dividida entre nota de pie (a) (e) Anote 1 para el mazo de 8Kg y 2 para el mazo de 4.6Kg (f) Nota de pie (d) x nota de pie (e) (g) de la correlación entre CBR y el índice de DCP										

MOLDE	UBICACIÓN									
C1	PORTOVIEJO - SANTANA									
P1										
Cantidad de Golpes	Penetración acumulada (mm)	Penetración entre lecturas (mm)	Penetración por golpe (mm)	Factor de mazo	índice DCP (mm/golpe)	CBR %	Análisis por penetración acumulada			
							Cant. De golpes	Penetración acumulada	índice DCP (mm/golpe)	CBR %
0	425	0	0.0	0	0.0	0				
1	465	40	40.0	1	40.0	4.7	2	55	28	7
1	480	15	15.0	1	15.0	14				
1	494	14	14.0	1	14.0	15	2	31	16	13
1	511	17	17.0	1	17.0	12				
P2										
Cantidad de Golpes	Penetración acumulada (mm)	Penetración entre lecturas (mm)	Penetración por golpe (mm)	Factor de mazo	índice DCP (mm/golpe)	CBR %	Análisis por penetración acumulada			
							Cant. De golpes	Penetración acumulada	índice DCP (mm/golpe)	CBR %
0	421	0	0.0	0	0.0	0				
1	463	42	42.0	1	42.0	4.4	2	60	30	6
1	481	18	18.0	1	18.0	11				
1	500	19	19.0	1	19.0	11	2	42	21	10
1	523	23	23.0	1	23.0	9				
P3										
Cantidad de Golpes	Penetración acumulada (mm)	Penetración entre lecturas (mm)	Penetración por golpe (mm)	Factor de mazo	índice DCP (mm/golpe)	CBR %	Análisis por penetración acumulada			
							Cant. De golpes	Penetración acumulada	índice DCP (mm/golpe)	CBR %
0	417	0	0.0	0	0.0	0				
1	463	46	46.0	1	46.0	4	2	63	32	6
1	480	17	17.0	1	17.0	12				
1	497	17	17.0	1	17.0	12	2	34	17	12
1	514	17	17.0	1	17.0	12				
(a) Cantidad de golpes del mazo entre lecturas del ensayo (b) Penetración acumulada después de cada set del golpes del mazo (c) Diferencia en la penetración acumulada (nota de pie (b)) entre lecturas (d) Nota de pie (c) dividida entre nota de pie (a) (e) Anote 1 para el mazo de 8Kg y 2 para el mazo de 4.6Kg (f) Nota de pie (d) x nota de pie (e) (g) de la correlación entre CBR y el índice de DCP										

Hoja de cálculo, Cono Dinámico Penetración (D.C.P.)

MOLDE	UBICACIÓN									
C1	ROCAFUERTE - CRUCITA									
P1										
Cantidad de Golpes	Penetración acumulada (mm)	Penetración entre lecturas (mm)	Penetración por golpe (mm)	Factor de mazo	índice DCP (mm/golpe)	CBR %	Análisis por penetración acumulada			
							Cant. De golpes	Penetración acumulada	índice DCP (mm/golpe)	CBR %
0	381	0	0.0	0	0.0	0				
1	440	59	59.0	1	59.0	3	2	121	61	2.9
1	502	62	62.0	1	62.0	2.9				
P2										
Cantidad de Golpes	Penetración acumulada (mm)	Penetración entre lecturas (mm)	Penetración por golpe (mm)	Factor de mazo	índice DCP (mm/golpe)	CBR %	Análisis por penetración acumulada			
							Cant. De golpes	Penetración acumulada	índice DCP (mm/golpe)	CBR %
0	385	0	0.0	0	0.0	0				
1	442	57	57.0	1	57.0	3.2	2	115	58	3.1
1	500	58	58.0	1	58.0	3.1				
P3										
Cantidad de Golpes	Penetración acumulada (mm)	Penetración entre lecturas (mm)	Penetración por golpe (mm)	Factor de mazo	índice DCP (mm/golpe)	CBR %	Análisis por penetración acumulada			
							Cant. De golpes	Penetración acumulada	índice DCP (mm/golpe)	CBR %
0	399	0	0.0	0	0.0	0				
1	449	50	50.0	1	50.0	3.7	2	118	59	3
1	517	68	68.0	1	68.0	2.6				
(a) Cantidad de golpes del mazo entre lecturas del ensayo (b) Penetración acumulada después de cada set del golpes del mazo (c) Diferencia en la penetración acumulada (nota de pie (b)) entre lecturas (d) Nota de pie (c) dividida entre nota de pie (a) (e) A note 1 para el mazo de 8Kg y 2 para el mazo de 4.6Kg (f) Nota de pie (d) x nota de pie (e) (g) de la correlación entre CBR y el índice de DCP										

MOLDE	UBICACIÓN									
A2	ROCAFUERTE - TOSAGUA									
P1										
Cantidad de Golpes	Penetración acumulada (mm)	Penetración entre lecturas (mm)	Penetración por golpe (mm)	Factor de mazo	índice DCP (mm/golpe)	CBR %	Análisis por penetración acumulada			
							Cant. De golpes	Penetración acumulada	índice DCP (mm/golpe)	CBR %
0	423	0	0.0	0	0.0	0				
1	470	47	47.0	1	47.0	3.9	2	64	32	6
1	487	17	17.0	1	17.0	12				
1	503	16	16.0	1	16.0	13	2	63	32	6
P1										
Cantidad de Golpes	Penetración acumulada (mm)	Penetración entre lecturas (mm)	Penetración por golpe (mm)	Factor de mazo	índice DCP (mm/golpe)	CBR %	Análisis por penetración acumulada			
							Cant. De golpes	Penetración acumulada	índice DCP (mm/golpe)	CBR %
0	423	0	0.0	0	0.0	0				
1	471	48	48.0	1	48.0	3.8	2	67	34	6
1	490	19	19.0	1	19.0	11				
1	506	16	16.0	1	16.0	13	2	64	32	6
P1										
Cantidad de Golpes	Penetración acumulada (mm)	Penetración entre lecturas (mm)	Penetración por golpe (mm)	Factor de mazo	índice DCP (mm/golpe)	CBR %	Análisis por penetración acumulada			
							Cant. De golpes	Penetración acumulada	índice DCP (mm/golpe)	CBR %
0	422	0	0.0	0	0.0	0				
1	468	46	46.0	1	46.0	4	2	64	32	6
1	486	18	18.0	1	18.0	11				
1	502	16	16.0	1	16.0	13	2	62	31	6
(a) Cantidad de golpes del mazo entre lecturas del ensayo (b) Penetración acumulada después de cada set del golpes del mazo (c) Diferencia en la penetración acumulada (nota de pie (b)) entre lecturas (d) Nota de pie (c) dividida entre nota de pie (a) (e) A note 1 para el mazo de 8Kg y 2 para el mazo de 4.6Kg (f) Nota de pie (d) x nota de pie (e) (g) de la correlación entre CBR y el índice de DCP										

Hoja de cálculo, Cono Dinámico Penetración (D.C.P.)

MOLDE	UBICACIÓN									
A1	SAN CLEMENTE -BAHÍA									
P1										
Cantidad de Golpes	Penetración acumulada (mm)	Penetración entre lecturas (mm)	Penetración por golpe (mm)	Factor de mazo	índice DCP (mm/golpe)	CBR %	Análisis por penetración acumulada			
							Cant. De golpes	Penetración acumulada	índice DCP (mm/golpe)	CBR %
0	429	0	0.0	0	0.0	0				
1	478	49	49.0	1	49.0	3.7	2	71	36	5
1	500	22	22.0	1	22.0	9				
1	521	21	21.0	1	21.0	10	2	43	22	9
P2										
Cantidad de Golpes	Penetración acumulada (mm)	Penetración entre lecturas (mm)	Penetración por golpe (mm)	Factor de mazo	índice DCP (mm/golpe)	CBR %	Análisis por penetración acumulada			
							Cant. De golpes	Penetración acumulada	índice DCP (mm/golpe)	CBR %
0	426	0	0.0	0	0.0	0				
1	481	55	55.0	1	55.0	3.3	2	76	38	5
1	502	21	21.0	1	21.0	10				
1	522	20	20.0	1	20.0	10	2	41	21	10
P3										
Cantidad de Golpes	Penetración acumulada (mm)	Penetración entre lecturas (mm)	Penetración por golpe (mm)	Factor de mazo	índice DCP (mm/golpe)	CBR %	Análisis por penetración acumulada			
							Cant. De golpes	Penetración acumulada	índice DCP (mm/golpe)	CBR %
0	417	0	0.0	0	0.0	0				
1	475	58	58.0	1	58.0	3.1	2	79	40	4.7
1	496	21	21.0	1	21.0	10				
1	515	19	19.0	1	19.0	11	2	21	11	20
(a) Cantidad de golpes del mazo entre lecturas del ensayo (b) Penetración acumulada después de cada set del golpes del mazo (c) Diferencia en la penetración acumulada (nota de pie (b)) entre lecturas (d) Nota de pie (c) dividida entre nota de pie (a) (e) Anote 1 para el mazo de 8Kg y 2 para el mazo de 4.6Kg (f) Nota de pie (d) x nota de pie (e) (g) de la correlación entre CBR y el índice de DCP										

MOLDE	UBICACIÓN									
A1	SANTA MARIANITA - EL AROMO									
P1										
Cantidad de Golpes	Penetración acumulada (mm)	Penetración entre lecturas (mm)	Penetración por golpe (mm)	Factor de mazo	índice DCP (mm/golpe)	CBR %	Análisis por penetración acumulada			
							Cant. De golpes	Penetración acumulada	índice DCP (mm/golpe)	CBR %
0	393	0	0.0	0	0.0	0				
1	410	17	17.0	1	17.0	12	2	88	44	4.2
1	481	71	71.0	1	71.0	2.5				
P2										
Cantidad de Golpes	Penetración acumulada (mm)	Penetración entre lecturas (mm)	Penetración por golpe (mm)	Factor de mazo	índice DCP (mm/golpe)	CBR %	Análisis por penetración acumulada			
							Cant. De golpes	Penetración acumulada	índice DCP (mm/golpe)	CBR %
0	393	0	0.0	0	0.0	0				
1	411	18	18.0	1	18.0	11	2	92	46	4.2
1	485	74	74.0	1	74.0	2.4				
P3										
Cantidad de Golpes	Penetración acumulada (mm)	Penetración entre lecturas (mm)	Penetración por golpe (mm)	Factor de mazo	índice DCP (mm/golpe)	CBR %	Análisis por penetración acumulada			
							Cant. De golpes	Penetración acumulada	índice DCP (mm/golpe)	CBR %
0	390	0	0.0	0	0.0	0				
1	407	17	17.0	1	17.0	12	2	93	47	3.9
1	483	76	76.0	1	76.0	2.3				
(a) Cantidad de golpes del mazo entre lecturas del ensayo (b) Penetración acumulada después de cada set del golpes del mazo (c) Diferencia en la penetración acumulada (nota de pie (b)) entre lecturas (d) Nota de pie (c) dividida entre nota de pie (a) (e) Anote 1 para el mazo de 8Kg y 2 para el mazo de 4.6Kg (f) Nota de pie (d) x nota de pie (e) (g) de la correlación entre CBR y el índice de DCP										

Hoja de cálculo, Cono Dinámico Penetración (D.C.P.)