PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIRIA

ESCUELA DE CIVIL

DISERTACIÓN PREVIA A LA OBTENCION DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON EL USO DE EMULSIONES ASFÁLTICAS CATIÓNICAS DE ROTURA LENTA. CASO DE ESTUDIO VIA LAS MERCEDES – PUERTO NUEVO, PROVINCIA DE SANTO DOMINGO DE LOS TSACHILAS

AUTORES:

FRANCISCO JAVIER ALMEIDA NAVARRETE

ERNESTO ANDRÉS SÁNCHEZ QUINTERO

DIRECTOR: ING. GUSTAVO YÁNEZ

QUITO, 2011

AGRADECIMIENTO

El presente estudio va dirigido como muestra de gratitud a la PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR y la FACULTAD DE INGENIERÍA por su invalorable instrucción académica.

Queremos hacer presente nuestro agradecimiento a todas y cada una de las personas que de una manera u otra han participado y ayudado para llevar a feliz término este estudio:

Al Ing. Gustavo Yánez, Director de Disertación, al Ing. José Salvador e Ing. Juan Carlos Montero, Correctores de Disertación, quienes con su amplia experiencia han sabido guiarnos para el cumplimiento de esta investigación.

Al Laboratorio de Materiales de Construcción de la PUCE y a todo su personal en general por la ayuda incondicional y sugerencias de gran valor.

A la empresa Chova del Ecuador S.A. por su colaboración con el material para la elaboración de esta disertación.

A nuestras familias, amigos y a todas las personas que día a día nos brindaron su colaboración para la culminación de esta disertación

Toda esta ayuda, en todos los casos fue aceptada y recibida con profunda gratitud.

JAVIER ALMEIDA ***ANDRÉS SÁNCHEZ***

DEDICATORIA

A mis papas María Elena y Freddy por todo su amor, sacrificio y apoyo incondicional brindado en todos estos años de carrera universitaria.

A mi hermanos María Gabriela y Javier por su ejemplo de vida y apoyo incondicional.

A la memoria de abuelito Armando.

A mis amigos de curso por haber compartido tantas cosas buenas y malas en estos últimos 5 años.

Andrés

Esta tesis se la dedico con todo mi amor y cariño a toda mi familia. A mis padres Francisco y Rosita por todo el apoyo, el amor, comprensión, enseñanza y el ejemplo que me han dado toda mi vida y a quienes les debo todo lo que soy.

A mis hermanas Caty, Maggi y Pame que han sido mi ejemplo de superación cada día y a quienes amo mucho.

A todos mis amigos excelentes personas que tuve la oportunidad de conocer que de una u otra forma estuvieron conmigo en las buenas y en las malas a lo largo de la carrera y en la realización de esta tesis.

Javo

INDICE

RESUMEN……vii

INTRODUCCIÓN……..2

OBJETIVO……3

ALCANCE……3

1. CAPITULO I *DEFINICIÓN DE LOS MATERIALES*..... 4

1.1 Generalidades 5

1.1.1 Suelo 5

1.1.2 Asfalto 8

1.1.3 Emulsión Asfáltica 9

1.1.3.1 Composición de las Emulsiones Asfálticas..... 10

1.1.3.2 Clasificación de las Emulsiones Asfálticas..... 10

1.1.3.2.1 Emulsiones Aniónicas..... 10

1.1.3.2.2 Emulsiones Catiónicas..... 10

1.1.3.2.3 Emulsiones de Rompimiento Rápido 11

1.1.3.2.4 Emulsiones de Rompimiento Medio..... 11

1.1.3.2.5 Emulsiones de Rompimiento Lento..... 12

1.1.3.3 Proceso de Emulsificación 12

1.1.3.4 Rotura de la Emulsión..... 13

1.1.3.4.1 Factores que Influyen en la Rotura de una Emulsión 13

1.1.3.5 Propiedades de las Emulsiones Asfálticas 14

1.1.3.5.1 Estabilidad al Almacenamiento 14

1.1.3.5.2 Estabilidad de la Emulsión ante los Agregados Pétreos 15

1.1.3.5.3 Adhesividad 15

1.1.3.5.4 Viscosidad..... 16

1.1.3.5.5 Características reológicas del residuo..... 16

1.2 Definiciones Generales 17
1.2.1 Estabilización Bituminosa 17
1.2.2 Principios de la Estabilización Bituminosa 19
1.2.2.1 Sistema Suelo - Betún 19
1.2.2.2 Sistema Arena - Betún 20
1.2.2.3 Sistema Granular – Betún 20
1.2.3 Materiales 20
1.2.3.1 Arena -Asfalto 21
1.2.3.2 Suelo-Asfalto 21
1.2.3.3 Grava-Arena-Asfalto 22
1.3 Descripción del Diseño de las Mezclas 24
2. CAPITULO II *CONCEPTOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO* 26
2.1 Obtención del Suelo en Campo 27
2.2 Ensayos y Características del Suelo 28
2.2.1 Clasificación del suelo (SUCS y AASHTO) 28
2.2.1.1 Granulometría 32
2.2.1.2 Limites de Atterberg 33
2.2.2 Gravedad Específica 34
2.2.3 Compactación (Proctor Modificado) 35
2.2.4 Relación Soporte California (CBR) en laboratorio 35
2.3 Ensayos a la Emulsión Asfáltica 36
2.3.1 Gravedad Específica 36
2.3.2 Retenido en la Malla # 20. 37
2.3.3 Prueba de Carga 38
2.3.4 Viscosidad 38
2.3.5 Residuo por Evaporación 40

2.3.6 Estabilidad a las 24 horas 40
2.3.7 Pruebas del Residuo 41
2.3.7.1 Ensayo de penetración. 41
2.3.7.2 Ensayo de Ductilidad 42
3. CAPITULO III *ENSAYOS DE LABORATORIO* 43
3.1 Clasificación de Suelos: SUCS y AASHTO 44
3.2 Gravedad Específica 77
3.3 Compactación 80
3.4 CBR en Laboratorio 86
3.5 Ensayos a la Emulsión Asfáltica 104
3.6 CBR en Laboratorio con Diferentes Porcentajes de Emulsión Asfáltica 108
4. CAPITULO IV ANÁLISIS DE RESULTADOS 153
4.1 Análisis de los Resultados de los Ensayos Realizados al Suelo Natural 154
4.2 Análisis Comparativo de los Efectos de la Estabilización del suelo Utilizando Emulsión Asfáltica Catiónica de Rotura Lenta 160
5. CAPITULO V *CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES* 163
5.1 Conclusiones 164
5.2 Recomendaciones 167
5.3 Bibliografía 168
5.4 Anexos 170

RESUMEN

En la presente investigación se aplica Emulsiones Asfálticas Catiónicas de Rotura Lenta CSS-1h, en la estabilización de suelos de tipo: Limo Elásticos Arenosos (MH), Arenas Limosas (SM) y Limo Arenosos (ML) de Sub-rasante.

Se realizan ensayos de Capacidad de Soporte del Suelo (CBR) al suelo natural y al suelo con diferentes porcentajes de emulsión asfáltica, resultados que permiten caracterizar la mezcla suelo-emulsión, llegándose a obtener resultados no favorables en los mismos.

INTRODUCCIÓN

Para lograr el desarrollo económico de un país, es necesario la incorporación de las zonas productivas agrícolas y ganaderas hacia los grandes centros de acopio de dichos productos y este objetivo se logra mediante la construcción de innumerables vías de comunicación, del mejoramiento de las vías ya existentes y de la terminación de los proyectos ya iniciados y que persiguen la misma finalidad.

Con el fin de investigar nuevos métodos que favorezcan la rentabilidad y utilización de los recursos económicos del estado para vías de tercer orden, se propone a continuación la estabilización de suelos con emulsión asfáltica catiónica de rotuta lenta (CSS-1h) en el estudio del proyecto vial LAS MERCEDES – PUERTO NUEVO, ubicado en la Provincia de Santo Domingo de los Tsachilas .

La estabilización de suelos se la realiza con el fin de mejorar sus características y vida útil, con lo que se evita pérdidas económicas muy elevadas, se minimizan los trabajos periódicos de mantenimiento y reconstrucción de la estructura del pavimento en zonas conflictivas, donde las propiedades físico-mecánica han llevado al daño parcial o total de los proyectos viales.

El alineamiento del proyecto vial Las Mercedes-Puerto Nuevo, sigue con dirección sur-este atravesando sectores agrícolas y ganaderos. La vía se desarrolla muy apegada a la condición topográfica natural del terreno que es considerada como ondulada y montañosa. En general el alineamiento vertical sigue la configuración propia del terreno tratando de seguir las líneas de cumbre. Las alturas de corte son variables, la mayoría de cortes son a media ladera y eventualmente existen cortes cerrados.

La longitud del proyecto principal es de 9.42 km. Las características geométricas de la vía corresponden a un Camino Vecinal con un ancho aproximado entre 4 m. y 5 m., la superficie de rodadura es en material granular de espesor variable, entre 10 y 40 cm.

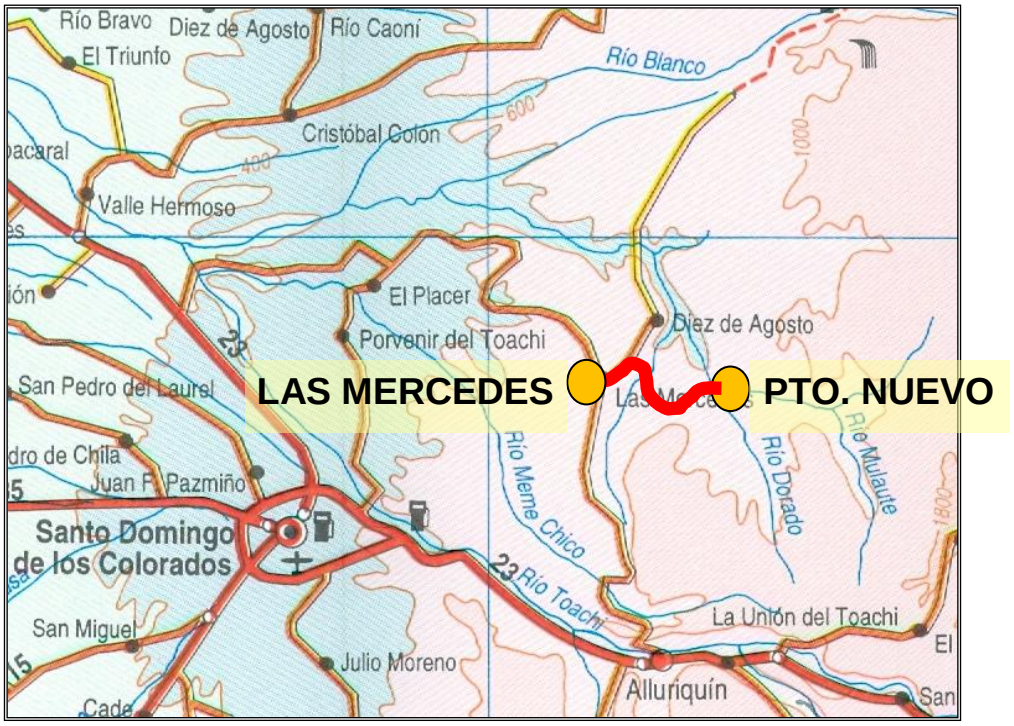
En el cuadro C-1, se presentan las coordenadas de inicio y finalización del tramo estudiado, mientras que en el gráfico G-1 se muestra la ubicación general del proyecto.

Cuadro C-1

Sitio	Latitud (m)	Longitud (m)	Elevación (m.s.n.m.)
Las Mercedes (0+000)	9’979.431.37	720.091.96	794.38
Puerto Nuevo (9+420)	9’979.276.84	726.780.99	612.80

Grafico G-1

UBICACIÓN DEL PROYECTO



OBJETIVO

Estudiar el comportamiento del suelo de la vía “Las Mercedes – Puerto Nuevo” al utilizar emulsión catiónica de rotura lenta (CSS-1h) como agente estabilizante.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar las características y propiedades del suelo de la vía “Las Mercedes Puerto Nuevo” ubicada en Santo Domingo de los Tsachilas.
- Determinar si las emulsiones asfálticas cumplen con las normas especificadas para nuestro país.
- Establecer el porcentaje óptimo de emulsión a utilizarse en la estabilización.

ALCANCE

El presente trabajo culminará con la determinación de las propiedades físico-mecánicas del suelo con uso de emulsiones asfálticas catiónica en un tramo de 5 km de la vía Las Mercedes - Puerto Nuevo, ubicada en la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.

1. CAPITULO I

DEFINICIÓN DE LOS MATERIALES

1.1 Generalidades

1.1.1 Suelo

Suelo es todo material suelto, desintegrado, que se encuentra en la corteza terrestre, cuyo conjunto forma un agregado de partículas orgánicas e inorgánicas con organización de propiedades definidas, las mismas que cambian rápidamente en sentido vertical que en forma horizontal, de ahí que se determina un perfil propio de los suelos de enorme aplicación en obras civiles[1].

Los suelos son el resultado de un proceso de formación de la materia de origen o de la "Roca Madre", esta mutación no alcanza un estado de equilibrio permanente, ya que continuamente intervienen agentes o factores de formación, que modifican las características físicas y químicas del suelo. De tal manera que la "roca madre", que se convierte en suelo puede ser de origen ígneo, sedimentario o metamórfico.

Rocas Ígneas: También llamadas rocas magmáticas y son el resultado del enfriamiento y solidificación del magma. De acuerdo en donde se produzca dicha solidificación magmática y la posterior cristalización, se tiene 2 tipos de rocas ígneas:

1) Rocas Ígneas Intrusivas o Plutónicas (Bajo la superficie)
2) Rocas Ígneas Extrusivas o Volcánicas (Sobre la Superficie)

Rocas Sedimentarias: Son las rocas más abundantes en la Tierra y su origen proviene de la desintegración de las rocas existentes en la corteza terrestre, los sedimentos de estas rocas al ser sometidos a procesos físicos y químicos (diagénesis) dan el resultado de un material de cierta consistencia. Se tiene 2 tipos de rocas sedimentarias:

1) Rocas Sedimentarias Detríticas.
2) Rocas Sedimentarias Orgánicas.
3) Rocas Sedimentarias Químicas.

[1] JUAREZ Eulalio y RICO Alfonso, Mecánica de suelos, Tomo1, Limusa, México, 2003, pág. 34.

Rocas Metamórficas: Son rocas ígneas o sedimentarias, que sufrieron transformaciones de tipo textural, mineralógico o químico; es decir que han sufrido metamorfismo. Las rocas metamórficas son cristalinas. Entre estas se encuentran esquistos, cuarcitas, mármoles, pizarras entre otras.

Los suelos provienen de la alteración de las rocas por acción de los fenómenos atmosféricos durante un tiempo apreciable. El proceso de alteración denominado meteorización se realiza por la desintegración o descomposición de las rocas.

La ***desintegración*** es un proceso mecánico que divide las rocas en partículas pequeñas que conservan las propiedades físicas y químicas de la roca madre.

La ***descomposición*** es el proceso por el cual la roca se transforma en un producto de diferentes propiedades físicas y químicas.

Los agentes generadores de suelos son los causantes de la meteorización de las rocas. Los agentes de meteorización o intemperismo son: físicos, químicos y biológicos. Los agentes físicos producen desintegración y los agentes químicos y biológicos producen descomposición.

Los principales **Agentes Físicos** de meteorización son: agua, glaciares, viento y temperatura. Estos agentes producen que la roca madre se vaya disgregando en materiales de menor tamaño facilitando al proceso de erosión y transporte posterior, generalmente dan como resultado gravas y arenas.

Los principales **Agentes Químicos** que producen meteorización son: hidratación, carbonatación, oxidación y solución. Estos agentes producen fundamentalmente suelos finos y son los causantes de la formación de casi todas las arcillas.

Los **Agentes Biológicos** más importantes son: vegetales y micro-organismos.

Los ***micro-organismos*** son los causantes de la formación de los suelos orgánicos que normalmente constituyen la capa superficial de la corteza terrestre.

Los ***vegetales*** al descomponerse dan origen a una clase especial de suelo denominado turba cuya principal característica es su comportamiento elástico.

Como producto del ataque de los agentes de meteorización anteriormente mencionados se pueden agrupar en dos tipos de suelos: residuales y transportados.

Suelos Residuales: Son aquellos suelos que por ataque de los agentes de intemperismo pueden quedar sobre o cerca de la roca madre del cual se han originado. Son generalmente inestables.

Características de los Suelos Residuales

- ***El perfil de meteorización***, es una secuencia de capas de materiales con diferentes propiedades, que se han formado en lugar donde se lo encuentra y que no sobrepase la roca no meteorizada (roca madre); se forma tanto por ataque mecánico como por descomposición química, y puede variar considerablemente de un lugar a otro, por una serie de factores como: tipo, edad y estructura de la roca madre, clima, erosión, agua, topografía, vegetación etc.

Dependiendo de su grado de alteración generalmente se distinguen tres capas u horizontes sobre la roca madre.

Horizonte A o capa superior: Es aquella donde la alteración es mayor y ha habido alguna remoción de sus productos. Normalmente en esta zona se encuentra una capa delgada de descomposición orgánica.

Horizonte B o capa intermedia: Es zona de acumulación de los productos de alteración de la zona superior.

Horizonte C o capa de transición: Es una capa parcialmente meteorizada que sirve de transición entre el suelo y la roca sana**.**

- ***El conjunto de estructuras heredadas,*** consisten en diaclasas, exfoliaciones, juntas, grietas, fallas y otros defectos estructurales que muestran el suelo como herencia de los que tenía la roca original. Su influencia es tal que, frecuentemente las propiedades mecánicas de una muestra intacta del material no pueden considerarse en absoluto representativas de las propiedades del conjunto.

Suelos Transportados: Son suelos que han sufrido un proceso de formación tal como los suelos residuales, luego han sido transportados y depositados en el lugar donde

actualmente se encuentran por agentes externos de transporte como el viento, agua y glaciares.

En base a esto los suelos transportados se subdividen en:

a) **Suelos Eólicos**: Son suelos transportados por acción del viento, entre los cuales están las dunas y los loes.

b) **Suelos Glaciares:** Son suelos con partículas de diferente tamaño, movidos o afectados por glaciares.

c) **Suelos Sedimentarios:** Son aquellos formados por la acción del agua y ejemplos de ello tenemos a los depósitos de partículas en mares, lagos y ríos.

En general, un suelo transportado queda descrito por un perfil estratigráfico, en la que se resalta la secuencia de colocación y el espesor de sus estratos.

Los suelos pueden ser divididos en términos de contenido de su materia orgánica. Aquellos donde predominan las partículas minerales se denominan ***suelos inorgánicos***. Aquellos que tienen un mayor porcentaje de materia orgánica se denominan ***suelos orgánicos.*** Los suelos orgánicos son desechables.

1.1.2 Asfalto

El asfalto es un material altamente impermeable, adherente y cohesivo, capaz de resistir altos esfuerzos instantáneos y fluir bajo la acción de cargas permanentes.

Como aplicación de estas propiedades el asfalto puede cumplir, en la construcción de pavimentos, las siguientes funciones:

- Impermeabilizar la estructura del pavimento, haciéndolo poco sensible a la humedad y eficaz contra la penetración del agua proveniente de la precipitación.
- Proporciona una íntima unión y cohesión entre agregados, capaz de resistir la acción mecánica de disgregación producida por las cargas de los vehículos.
- Igualmente mejora la capacidad portante de la estructura, permitiendo disminuir su espesor.

Los asfaltos son materiales aglomerantes de color oscuro, constituidos por complejas cadenas de hidrocarburos no volátiles y de elevado peso molecular.

Estos pueden tener dos orígenes; los derivados de petróleos y los naturales.

Los ***asfaltos naturales,*** se han producido a partir del petróleo, pero por un proceso natural de evaporación de las fracciones volátiles, dejando las asfálticas solamente.

Los asfaltos más utilizados en el mundo hoy en día, son los ***derivados de petróleo***, los cuales se obtienen por medio de un proceso de destilación industrial del crudo. Representan más del 90 % de la producción total de asfaltos.

El asfalto procedente de ciertos crudos ricos en parafina no es apto para fines viales, por cuanto precipita a temperaturas bajas, formando una segunda fase discontinua, lo que da como resultado propiedades indeseables, tal como la pérdida de ductilidad. Con los crudos asfálticos esto no sucede, dada su composición.

El petróleo crudo extraído de los pozos, es sometido a un proceso de destilación en el cual se separan las fracciones livianas como la nafta y kerosén de la base asfáltica mediante la vaporización, fraccionamiento y condensación de las mismas.

El asfalto es además un material bituminoso pues contiene betún, el cual es un hidrocarburo soluble en bisulfuro de carbono (CS2). El alquitrán obtenido de la destilación destructiva de un carbón graso, también contiene betún, por lo tanto también es un material bituminoso pero no debe confundirse con el asfalto, ya que sus propiedades difieren considerablemente. El asfalto de petróleo moderno, tiene las mismas características de durabilidad que el asfalto natural, pero tiene la importante ventaja adicional de ser refinado hasta una condición uniforme, libre de materias orgánicas y minerales extraños.

Las propiedades del material permiten que se adhiera o integre a la superficie impermeabilizada, evitando que se levante por cambios bruscos de temperatura o dilataciones que se puedan presentar por diferentes motivos.

1.1.3 Emulsión Asfáltica

Es una dispersión estable de pequeños glóbulos de asfalto de agua. Como el asfalto y el agua son inmiscibles, por medio de un agente emulsificante se logra la disolución y mezcla de los dos. Las emulsiones asfálticas son los materiales asfálticos líquidos estables constituidos por dos fases no miscibles, en los que la fase continúa de la emulsión está formada por pequeños glóbulos de cemento asfáltico. El emulsificante es una molécula

formada por una cabeza iónica polar químicamente compatible con el agua y una cadena hidrocarbonada químicamente compatible con el asfalto.

1.1.3.1 Composición de las Emulsiones Asfálticas

Los componentes básicos de la emulsión son:

1. Cemento Asfaltico: Es el principal componente de la emulsión asfáltica y constituyendo entre un 55% y un 70% de la misma. Es necesario que el cemento asfaltico cumpla con las características físico-químicas y reológicas, además debe ser compatible con el agente emulsificante para así producir una emulsión estable.

2. El Agua: El agua humedece y disuelve; se adhiere a otras sustancias; y modera las reacciones químicas; estos factores permiten la producción de una emulsión satisfactoria. Además el agua deberá ser pura y libre de materias extrañas.

3. El Emulsificante: Cuantitativamente es el menor componente, pero es considerado un elemento esencial, ya que su función principal es de estabilizar y evitar la coalescencia (unión de los globulos de cemento asfaltico). El emulsificante permite el rompimiento oportuno y cambia la tensión superficial en el área de contacto.

1.1.3.2 Clasificación de las Emulsiones Asfálticas

De acuerdo con los emulsificantes usados, se obtienen dos clasificaciones de emulsiones asfálticas (figura A.1.1 Emulsión y Cargas que contienen los Glóbulos):

1.1.3.2.1 Emulsiones Aniónicas

La emulsión aniónica (sales sódicas o potásicas de ácidos orgánicos de cadena compleja) es aquella en que la polaridad del emulsionante es de carga negativa y descargan en el ánodo ideal (ideales para agregados calizos que ionizan positivamente).

1.1.3.2.2 Emulsiones Catiónicas

La emulsión catiónica (producto de reacción de ácidos inorgánicos fuertes como ácidos clorhídricos, con aminas grasas), es aquella en que la polaridad del emulsionante es de carga positiva y descargan en el ánodo (ideal para agregados silíceos que se ionizan negativamente).

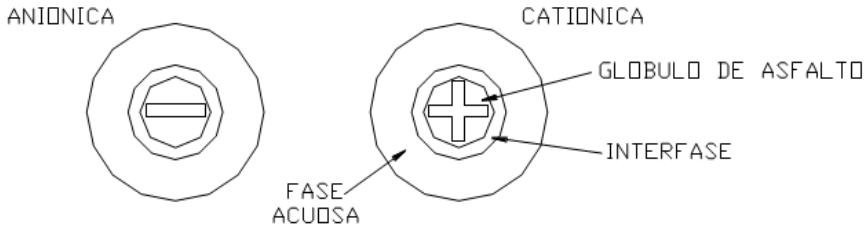


Fig. A.1.1. Emulsión y Cargas que contienen los Glóbulos (Emulsiones Asfálticas, Gustavo Rivera E.).

De acuerdo a la estabilidad de las emulsiones asfálticas pueden clasificarse en:

1.1.3.2.3 Emulsiones de Rompimiento Rápido

Estas tienen poca o ninguna capacidad para mezclarse con agregados, se emplean normalmente para riegos de sello, sellos de arena y tratamientos superficiales en general; para reaccionar rápidamente con el agregado y revertir al estado del asfalto.

En riegos de sello altas viscosidades de la emulsión son muy importantes, ya que se evita el fenómeno de escurrimiento, da mejor embebido del pétreo y contribuye a la adherencia (mayor espesor de película sobre la superficie del pétreo).

La razón de utilizar un asfalto relativamente blando, se fundamenta en que al colocar un espesor delgado de asfalto y al estar este expuesto a los agentes atmosféricos de forma directa, tiende a envejecerse muy rápido, perdiendo sus propiedades elásticas, rigidizándose y resultando un material demasiado frágil imposible de generar una retención adecuada del agregado pétreo.

1.1.3.2.4 Emulsiones de Rompimiento Medio

Designadas para ser mezcladas con agregados porque NO rompen al instante de entrar en contacto con el agregado. Esta cualidad permite que la mezcla sea manejable por un periodo de tiempo determinado. Trabajan de manera adecuada con pétreos de E.A.> 75% y finos <5%. Se utilizan para mezclas in-situ, mezclas con plantas estabilizadoras y estabilización in-situ. Sobre mezclas de gradación abierta con fines de bacheo, renivelaciones y reciclados. La resistencia está dada por la “trabazón” entre las partículas

del agregado requiriéndose de espesores mayores de película de ligante para proporcionar una durabilidad adecuada. Así mismo, la penetración del residuo asfáltico debe ser mayor a 100 dmm utilizándose aceites ligeros para hacer manejables las mezclas en almacenamientos más o menos prolongados, o en el caso de reciclados hacer que trabaje el asfalto envejecido que contenga el material recuperado.

1.1.3.2.5 Emulsiones de Rompimiento Lento

Se diseñan para mezclarse con agregados finos, se utilizan comúnmente para carpetas asfálticas en frío elaboradas en planta y para estabilizaciones asfálticas. Designadas para máxima estabilidad de mezclado. Estas emulsiones tienen tiempos más largos de manejabilidad para garantizar un buen mezclado con materiales densamente gradados. Dan buenos resultados con agregados de E.A.> 60% y finos de 5 a 12%.

Se utilizan principalmente para mezclas de gradación densa, mezclas de arena y reciclados. Todas las emulsiones de rompimiento lento tienen baja viscosidad la cual todavía puede ser disminuida diluyendo la emulsión con agua. Cuando estas emulsiones son diluidas pueden ser utilizadas para riegos de liga, riegos negros y paliativos de polvo.

1.1.3.3 Proceso de Emulsificación

El proceso de emulsificación consiste en separar mecánicamente el cemento asfáltico caliente en diminutos glóbulos, los cuales son dispersados en agua tratada con una pequeña cantidad de agente emulsivo. Por lo tanto el sistema queda constituido por el agua como fase continua y las micrométricas gotas de asfalto como fase dispersa.

La separación mecánica del asfalto en estos pequeñísimos glóbulos de tamaño coloidal se logra mediante el uso de molinos coloidales. La idea del funcionamiento de las emulsiones radica en que una vez evaporada el agua, el asfalto adquiere nuevamente su consistencia original debido a que los glóbulos dispersos se vuelven a unir, quedando en condiciones de actuar como cementante de los agregados pétreos.

1.1.3.4 Rotura de la Emulsión

El emulsificante define el tipo de emulsión: las aniónicas con cargas del glóbulo negativo y las catiónicas, positivo.

Los emulsificantes catiónicos y aniónicos son compuestos orgánicos de peso molecular relativamente elevado; su parte hidrocarbonada lineal o cíclica es soluble en el asfalto. Los emulsificantes aniónicos tienen grupos ácidos y los catiónicos grupos amínicos que se encuentran saponificados; su parte polar es soluble en el agua e hidrófila.

Estos productos son los que, producida la emulsión, se sitúan en su mayor parte en la "interfase". Su parte polar orgánica se dirige hacia el asfalto y su parte polar inorgánica hacia el agua. Con estos emulsionantes iónicos, los glóbulos adquieren cargas eléctricas del mismo signo, repeliéndose entre ellos. Influyen sobre su comportamiento, de acuerdo con su tipo y concentración, en presencia de una superficie mineral. Pasado un tiempo determinado, las emulsiones depositan sobre esa superficie una película de ligante. Este fenómeno se conoce como rotura. Previamente, la emulsión pasa por un intervalo en que se concentra su porcentaje de asfalto, convirtiéndose en una emulsión totalmente rota imposible de revivirse aun en presencia de humedad, en la figura A.1.2 se muestran los pasos por los que atraviesa una emulsión antes de tener la rotura completa.

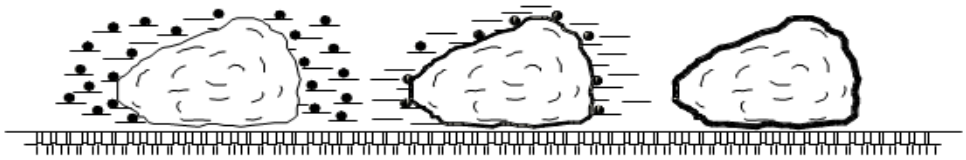


Fig. A.1.2. Pasos por los que atraviesa una Emulsión hasta tener la Rotura completa ante un Material Pétreo

1.1.3.4.1 Factores que Influyen en la Rotura de una Emulsión

Los factores que influyen en la rotura de una emulsión son: la evaporación de la fase acuosa, la difusión del agua de la emulsión y, en menor grado, factores físico-químicos, y la absorción superficial de una parte del emulsificante en el material pétreo. La absorción puede ser de la parte polar ácida y ácidos grasos que efectúan su reacción con el material, lo cual destruye la película protectora, haciendo depositar el ligante sobre el agregado, esto

origina la rotura de una emulsión; lo anterior sucede con casi todos los materiales. Esta absorción de la parte polar del jabón por los agregados, provoca la rotura de la emulsión haciendo que los glóbulos del asfalto se adhieran inmediatamente a las partículas del material pétreo, aun en presencia de humedad. Ese fenómeno, en la mayoría de los casos, mejora la adherencia y permite una mejor distribución de la mezcla dentro de la masa.

Las desventajas de las emulsiones asfálticas son principalmente el tiempo de fraguado que estas requieren, la complicada química y reología (*estudio de los principios físicos que regulan el movimiento de los fluidos*.) que se desarrolla en las emulsiones, pues los compuestos químicos presentes en el asfalto como los asfaltenos y maltenos son variables y de diferente naturaleza química.

Debido al mecanismo de fraguado, estas emulsiones comúnmente no logran una estabilidad aceptable con el agregado pétreo del asfalto, por ello son aplicables principalmente a caminos secundarios en los que la carga vehicular no es regular ni posee alto peso.

1.1.3.5 Propiedades de las Emulsiones Asfálticas

Las emulsiones asfálticas poseen propiedades que condicionan las características de la misma y su comportamiento. Entre las principales propiedades están las siguientes:

- Estabilidad al almacenamiento
- Viscosidad
- Estabilidad ante los agregados pétreos.
- Grado de adhesividad
- Características reológicas del residuo

1.1.3.5.1 Estabilidad al Almacenamiento

Todas las emulsiones asfálticas modifican en mayor o menor grado sus propiedades durante el manejo y almacenamiento. Una emulsión puede almacenarse durante varios meses sin producirse ningún deterioro y sin necesidad de calentarla para utilizarla. Sin embargo es normal que para almacenamientos prolongados se presenten los siguientes fenómenos:

1. ***Formación de natas y sedimentos:*** Durante el almacenamiento en obra pueden surgir dos fenómenos que se acentúan con el tiempo. La nata que es una película que se forma en la superficie de la emulsión por el contacto del asfalto con el aire. Para evitar este fenómeno es aconsejable utilizar tanques de almacenamiento de pequeña área y verticales. Así mismo la sedimentación consiste en un ligero aumento de la concentración del asfalto a medida que vamos descendiendo hacia la parte inferior del tanque de almacenamiento. Este fenómeno se presenta por el fenómeno de la gravedad, es un fenómeno reversible con la utilización de un mezclador el cual hace que la emulsión recobre su uniformidad en la concentración de asfalto.

2. ***Formación de espuma:*** Los emulsificantes por su naturaleza química forman espuma, por lo que se debe tener cuidado de no incluir aire en el momento de mezclado o agitación. Es recomendable transportarlas por medio de carro tanques provistos de sistemas de tabiques que dividan el interior. El llenado de estos tanques debe realizarse con una manguera flexible que se encuentre prolongada hasta unos 10 o 20 cm. del fondo del tanque.

1.1.3.5.2 Estabilidad de la Emulsión ante los Agregados Pétreos

La estabilidad de la emulsión ante los agregados pétreos resulta de la rotura de esta al entrar en contacto con el agregado. Mientras más fino sea el agregado la rotura de la emulsión será más rápido. La velocidad de rotura dependerá de la humedad del agregado, clima del lugar de la obra, el tipo de emulgente, naturaleza química del cemento asfáltico y de la granulometría del agregado.

1.1.3.5.3 Adhesividad

La adhesividad depende del tipo y cantidad de emulgente, de la naturaleza del material bituminoso, de los aditivos incorporados al cemento asfáltico, del pH de la emulsión en donde los valores cercanos a 7 proveen una buena adherencia pero estabilidades menores, de la mineralogía del agregado y de su velocidad de rotura.

1.1.3.5.4 Viscosidad

Esta propiedad depende directamente de la concentración de la emulsión (contenido de asfalto residual). Valores por encima del 65% de asfalto residual incrementa rápidamente este parámetro. La viscosidad también varía con el tipo y cantidad del emulgente y de la granulometría de la emulsión. Las emulsiones asfálticas con glóbulos de tamaño uniforme son más viscosas que con tamaños bien graduados. La granulometría depende del tipo de ligante (cemento asfáltico) y de los fluidificantes del mismo.

1.1.3.5.5 Características reológicas del residuo

La consistencia del cemento asfáltico residual influye en las propiedades de la emulsión asfáltica. Cuando se utilizan fluidificantes se facilita la envuelta de las partículas de agregado pero se pueden generar problemas ante la acción directa del tránsito debido a un mal curado (evaporación de los solventes) produciéndose ahuellamientos y deformaciones prematuras. Los fluidificantes pueden llegar a perjudicar la adherencia dependiendo de su naturaleza, por una disminución de la viscosidad del ligante residual.

1.2 Definiciones Generales

La estabilización de suelos con emulsiones asfálticas tiene una amplia aplicación en distinta tareas de la construcción vial. Entre las tareas más usuales se encuentran la obtención de materiales de alta resistencia para bases – utilizando la emulsión asfáltica sola o incorporando cemento a la mezcla– y el estabilizado de caminos de bajo transito. El objetivo del estabilizado de caminos es presentar una técnica constructiva de bajo costo y con buenas condiciones de servicio para mejorar la red vial en caminos y calles no pavimentadas y con ello una sustancial mejora en la calidad de vida de los habitantes de la zona tanto en sus aspectos sociales como en los económicos. Parte importante del bajo costo de esta técnica es que se utiliza el suelo del lugar. Es decir no es necesario proveerse de suelos seleccionados. La técnica es posible de efectuarse con el equipamiento presente en la mayoría de los municipios del país. Los productos utilizados en la estabilización de suelos son variados tanto asfálticos como no asfálticos. Hay varios factores a favor del uso de las emulsiones asfálticas, frente a otros productos asfálticos:

- Es un producto apto desde el punto de vista ecológico ya que lo único que libera al medio es agua.

- Dado que las emulsiones se trabajan a temperatura ambiente, no requieren calentamiento para su manipulación ni para su empleo en obra disminuyendo así los riesgos de quemaduras en los operarios.

- Además, como el medio dispersante es agua las emulsiones no son inflamables ni emanan vapores de hidrocarburo hacia la atmósfera.

- El objetivo del estabilizado es otorgarle al suelo resistencia mecánica y que ésta resistencia permanezca con el tiempo. · El estabilizado del suelo con emulsión asfáltica se puede realizar con o sin el agregado de otros materiales.

1.2.1 Estabilización Bituminosa

Cuando los materiales bituminosos se emplean como agentes estabilizantes de los suelos, tienden a producir distintos efectos según el tipo de suelo que deba estabilizarse.

En líneas generales, los efectos se dividen en tres grupos principales:

a) Suministrar resistencia cohesiva a suelos sin cohesión propia, tales como arenas limpias, donde el asfalto actúa como agente ligante de las partículas. Este tipo de estabilización es generalmente llamada "arena-asfalto".

b) Estabilizar el contenido de humedad de los suelos finos cohesivos. Este tipo de estabilización se denomina "suelo-asfalto".

c) Suministrar resistencia cohesiva e impermeabilizar suelos granulares que poseen altos valores de resistencia friccional. Cuando en este tipo de estabilización se utilizan gravas de yacimiento, se la conoce con el nombre de "grava-arena-asfalto".

Los asfaltos son también usados en caminos de tierra o grava a los efectos de lograr una superficie libre de polvo, impermeable al agua y resistente a la abrasión del tránsito. Este tratamiento se utiliza para suelos gruesos o finos con plasticidad donde sólo se desea un tipo inferior de camino.

Sobre estas bases el HIGHWAY RESEARCH BOARD (HRB) establece cuatro tipos de estabilización bituminosa de uso común, y de acuerdo con la composición física del suelo disponible en cada caso y la función del asfalto incorporado, las designa de la siguiente forma:

a) Suelo-asfalto: Es un sistema de suelo cohesivo a prueba de agua (impermeabilizado).

b) Arena-asfalto: Es un sistema en el cual las arenas de playa, médanos, yacimientos o de ríos, que cumplen determinadas condiciones mínimas de estabilidad, son cementadas con material bituminoso.

c) Estabilización granular impermeabilizada: Es un sistema en el cual suelo grueso natural o mezcla granular, que posee buena graduación de partículas de gruesas a finas, es cementado e impermeabilizado mediante la distribución uniforme de pequeñas cantidades de asfalto.

d) Suelo-aceitado (o emulsionado): Es una superficie de camino de tierra o grava resistente al agua y a la abrasión del tránsito mediante la aplicación de "road-oils", asfaltos diluidos de curado lento y medio, o emulsiones asfálticas de rotura lenta.

1.2.2 Principios de la Estabilización Bituminosa

Cuando se tratan los suelos con o sin cohesión propia con ligantes bituminosos con un único propósito, lograr su estabilización, se debe destacar que existe una marcada diferencia en la conformación y comportamiento de la estructura inerte-betún según se utilice uno u otro material como árido. Por lo tanto, para comprender el papel que desempeña en dicha estructura cada uno de sus componentes, debe efectuarse el análisis teórico considerando las dos estructuras separadamente.

a) - Sistema Suelo - Betún.

b) - Sistema Arena - Betún.

c) - Sistema granular-betún (grava-arena-asfalto o suelo-arena-asfalto).

1.2.2.1 Sistema Suelo - Betún

En el primer sistema la estabilidad de la estructura depende esencialmente de la fricción interna del árido y de la cohesión del ligante arcilla-agua del mismo. El betún actúa corno agente impermeabilizante impidiendo así el acceso de agua al suelo y su acción perjudicial sobre el ligante arcilla-agua.

Como concepto fundamental se debe destacar que en este sistema la función primordial del betún no es producir cohesión sino proteger la cohesión del ligante arcilla-agua.

Con respecto a la forma cómo actúa el asfalto para producir el efecto impermeabilizante en los suelos se admite que el ligante bituminoso obtura los conductos capilares del suelo impidiendo el acceso de agua una vez que la humedad de la mezcla se vaya parcialmente evaporando, permitiendo así adquirir a la misma, la estabilidad necesaria para soportar las solicitaciones a que estará sometida.

En apoyo a estas hipótesis puede citarse el hecho de que aumentando el tiempo de mezclado del suelo con el material bituminoso, más allá de ciertos límites, se verificaría

una sensible disminución de la estabilidad de la mezcla a causa de una mayor distribución del betún que va recubriendo paulatinamente las partículas del suelo perturbando así el efecto cohesivo del ligante arcilla-agua. Por otra parte, es fácil verificar mediante observaciones con lupa de gran aumento que el betún se fija en los conductos capilares del suelo.

Asimismo, si a un suelo con plasticidad se le adiciona una cantidad excesiva de asfalto como para recubrir sus partículas, se observaría una sensible pérdida de estabilidad como consecuencia del mismo fenómeno.

1.2.2.2 Sistema Arena - Betún

En el segundo sistema donde el árido, de fricción interna adecuada, carece de cohesión propia, ésta debe ser aportada por el betún y por ello se observa que la cantidad de asfalto que interviene en estas estabilizaciones es superior a la del sistema anteriormente mencionado. En consecuencia la estabilización de estas arenas con materiales asfálticos implica la incorporación, hasta cierto límite, de mayores porcentajes de betún hasta recubrir las partículas y producir así el efecto ligante entre ellas. Un exceso de asfalto puede afectar la estabilidad del sistema por una disminución de la resistencia friccional de la arena.

1.2.2.3 Sistema Granular – Betún

(grava-arena-asfalto o suelo-arena-asfalto)

Por último, debe destacarse que pueden existir estabilizaciones bituminosas donde el betún cumpla, con ambas funciones, es decir, aportando cohesión faltante e impermeabilizando el sistema (por ejemplo, materiales granulares de poca plasticidad).

1.2.3 Materiales

Se describen a continuación los materiales más apropiados para las estabilizaciones bituminosas:

1.2.3.1 Arena -Asfalto

a) Arenas: Las arenas pueden ser de río, playa, médanos o de yacimiento, libres de terrones de arcilla, vegetales y materia orgánica. La granulometría no es restrictiva ya que como se indica en la Tabla #1, puede utilizarse un amplio rango para la misma. El índice de plasticidad debe ser inferior a 10 y si es posible menor que 6. La textura rugosa y angular de la arena le confiere alta estabilidad. Las arenas con partículas lisas y redondeadas poseen bajas estabilidades pudiéndose incrementar estas últimas mediante la incorporación de un material más fino, como relleno mineral o filler.

b) Materiales Bituminosos: Son de aplicación los asfaltos diluidos de endurecimiento rápido: ER-1, ER-2 y ER-3 y las emulsiones de rotura lenta EB-L.

1.2.3.2 Suelo-Asfalto

a) Suelos: Las arenas limosas o arcillosas, las arcillas arenosas o limosas constituyen los suelos más apropiados para este tipo de estabilizaciones. Antes de mezclar el suelo con el material bituminoso, éste debe estar suficientemente húmedo para facilitar la distribución del material asfáltico durante el mezclado y el desmenuzamiento de los terrones de suelo que pudieren existir.

Aunque se admite un amplio rango de tipos de suelos que pueden ser estabilizados con materiales bituminosos, solo los suelos que cumplen con los requisitos indicados en la Tabla #1 permiten lograr resultados satisfactorios. Debe tratarse que los suelos sean bien graduados y con cierta plasticidad sin superar el límite indicado y no contener materias orgánicas.

Generalmente los suelos que tienen un Límite Líquido < 30 y un Índice de Plasticidad < 12, pueden ser pulverizados adecuadamente y por lo tanto, mezclarse uniformemente con el asfalto.

Si la plasticidad excediera del valor indicado la misma puede ser reducida mediante la incorporación al suelo plástico de arenas o suelos arenosos no plásticos.

b) Materiales Bituminosos: Asfaltos diluidos de curado rápido ER-1 al ER4, asfaltos diluidos de curado medio EM-1 al EM-4, asfaltos diluidos de curado lento EL-1 al EL-4 y emulsiones asfálticas de rotura lenta EB-L.

Los asfaltos diluidos de curado rápido se utilizan para los suelos más arenosos porque permiten realizar la mezcla más fácilmente. A medida que aumenta la plasticidad de los suelos deben emplearse asfaltos diluidos de curado medio o lento.

1.2.3.3 Grava-Arena-Asfalto

a) Grava-Arena: Mezcla natural de yacimientos y de ríos o mezcla artificial de ambos materiales. El material resultante debe ser bien graduado y cumplir con los requerimientos indicados en la Tabla #1. Las mezclas bien graduadas se compactan a altas densidades y tienen elevadas estabilidades. Cuando se carece de los finos necesarios en el material proveniente del yacimiento, debe incorporarse al mismo un material fino adicional. El material a estabilizar debe tener un Índice de Plasticidad menor de 6 y el tamaño máximo del agregado no debe superar a la tercera parte del espesor de la capa compactada.

b) Materiales Bituminosos: Asfaltos diluidos de curado rápido ER-1 a ER-3 y emulsiones asfálticas de rotura lenta EB-L.

Tabla T-1.2

Requisitos	Arena - Asfalto	Suelo - Asfalto	Grava-Arena-Asfalto
1 1/2"	-	-	100
1"	100	-	
3/4"	-	-	60-100
N0 4	50-100	50-100	35-100
N0 10	-	-	
N0 40	-	35-100	13-50
N0 100	-	-	8-35
N0 200	5-25	10-50	0-12
Límite Líquido	-	< 30	-
Índice de Plasticidad	< 10	< 12	< 6

1.3 Descripción del Diseño de las Mezclas

Los métodos de dosificación de estas mezclas consisten en determinar el porcentaje óptimo de material bituminoso que confiere a las mismas la estabilidad mínima necesaria para soportar las solicitaciones a que estarán sometidas.

El estudio de estabilización de suelos con emulsión asfáltica catiónica de rotura lenta en nuestro país no es muy conocido, por lo tanto no se tiene un ensayo y fórmula específica para la realización del mismo. Pero como es de conocimiento general el ensayo de CBR (California Bearing Ratio = Relación de Soporte de California) utilizado para subrasante, subases y bases, es el parámetro que da la capacidad de soporte del suelo y por este motivo se va a realizar este ensayo agregando al suelo natural diferentes porcentajes de emulsión asfáltica para luego verificar si este tipo de estabilización mejora o no la capacidad del suelo de la vía en estudio.

Luego de obtener los resultados de la clasificación de suelos y los porcentajes respectivo de grava, arena y finos descritos en cada uno de los ensayos en el Capítulo III, y al no tener una formula específica para encontrar el porcentaje de emulsión teórica para este tipo de estabilización, se opta por elegir el método del Instituto de Asfalto de Estados Unidos (Asphalt Institute) para encontrar el porcentaje de emulsión asfáltica en mezclas en frio detallada a continuación:

$$\%E = \frac{0{,}032\ a + 0{,}045\ b + kc + K}{\%\ Residuo\ de\ la\ Emulsión}$$

Donde:

E = % Óptimo Teórico de la Emulsión Asfáltica

a = % Retenido en la malla #10

b = % Pasa la malla # 10 y Retiene malla #200

c = % Pasa la malla #200

k = 0,20 si el valor (c) está entre 11 y 15%

0,18 si el valor (c) está entre 6 y 10%

0,15 si el valor (c) es menos del 5%

K = Puede variar de 0,0 a 2,0 según el tipo de material pétreo y su absorción.

En nuestro caso se utilizó **k=** 0,20 ya que los valores de (c) son mayores a 15% y el valor de K= 0,7 por el tipo de suelo que se tiene.

En la Tabla T-3.1, se observa que el porcentaje de emulsión asfáltica teórico oscila entre 18,97% a 23,22%, por lo que se va a realizar el ensayo de CBR agregando porcentajes de emulsión asfáltica 5%, 10%, 15%, 20% y 25%. En el tramo de 5 Km en estudio, solo se elige 3 abscisas que son Absc: 0+020, 2+010 y 5+000 ya que prácticamente se tiene suelos de similares características siendo representativo elegir la mitad del tramo en estudio.

Tabla T-3.1

Abscisa (km)	**0+020**	**1+000**	**2+010**	**3+000**	**4+020**	**5+000**
% Retenido en el #10	0,13	0,18	0,19	7,22	0,00	0,00
%Pasa #8 y Retiene #200	46,31	49,55	39,56	47,54	56,75	40,67
% Pasa 200	53,69	50,45	60,44	52,46	43,25	59,33
%Emulsión	**21,55**	**20,75**	**23,22**	**21,60**	**18,97**	**22,94**

2. **CAPITULO II**

CONCEPTOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

2.1 Obtención del Suelo en Campo

Pozo a Cielo Abierto: Se considera como el método más satisfactorio para conocer la condición del subsuelo, ya que permite una mejor inspección y clasificación del material explorado. Se puede ir observando las variaciones del material y establecer, en mejor forma los espesores de los estratos, la profundidad del nivel freático, etc., sin embargo, este tipo de excavaciones no puede llevarse a cabo a grandes profundidades, en manera especial por la imposibilidad de controlar el flujo de agua bajo el nivel freático.



En estos pozos se podrán obtener muestras alteradas o inalteradas de los diferentes estratos que se hayan encontrado.

Las muestras alteradas son porciones del suelo que se protegerán de la perdida de humedad colocándolas en fundas plásticas.

Las muestras inalteradas deberán tomarse con precaución, generalmente labrando la muestra, la muestra se la protegerá contra perdidas de humedad envolviéndolas en telas con parafina.

Perforaciones con posteadora: En estos sondeos la muestra del suelo obtenida es completamente alterada, pero puede ser representativa para la determinación de una clasificación en del suelo. Este método es empleado para la extracción de suelos cohesivos. Las posteadoras se las hace penetrar en el terreno ejerciendo un giro sobre esta en el extremo superior.

2.2 Ensayos y Características del Suelo

2.2.1 Clasificación del suelo (SUCS y AASHTO)

En la actualidad los sistemas más utilizados para la clasificación de suelos para el estudio de vías y aeropistas son el Unified Soil Clasification System, conocido como Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.) y el de la American Association of State Highway Transportation Officials (AASHTO).

Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.)

Norma: ASTM D-2488

Este sistema fue propuesto por Arturo Casagrande y esta clasificación divide al suelo en:

- **Suelos de Grano Grueso:** Comprenden *gravas* y *arenas*. Son suelos de grano grueso, poseen una mínima cohesión; son fácilmente identificables por inspección visual y se caracterizan por su alta permeabilidad, por su relativa estabilidad frente a las cargas del tráfico y por su baja expansión y comprensión al variar su contenido de humedad. Sin embargo son estables cuando se encuentran confinados.

- **Suelos de Grano Fino:** Comprenden *limos* y *arcillas*. Los *limos* son suelos de grano fino y de baja o mediana plasticidad, y con un tamaño intermedio entre arenas y arcillas. Son poco cohesivos, relativamente compresibles y expansibles y poseen una estabilidad variable frente a las cargas de tráfico.

Las *arcillas* se caracterizan por su alto contenido de partículas finas, generalmente poseen una mediana plasticidad o alta. Son resistentes cuando están secos y cambian considerablemente de volumen con las variaciones de humedad.

- **Suelos Orgánicos:** Comprenden turbas y limos orgánicos. El término orgánico demuestra que son suelos que contienen una apreciable cantidad de materia orgánica animal o vegetal en varios estados de descomposición. Se debe tener mucho cuidado al usar este suelos para fundaciones o como material de construcción, ya que generalmente la

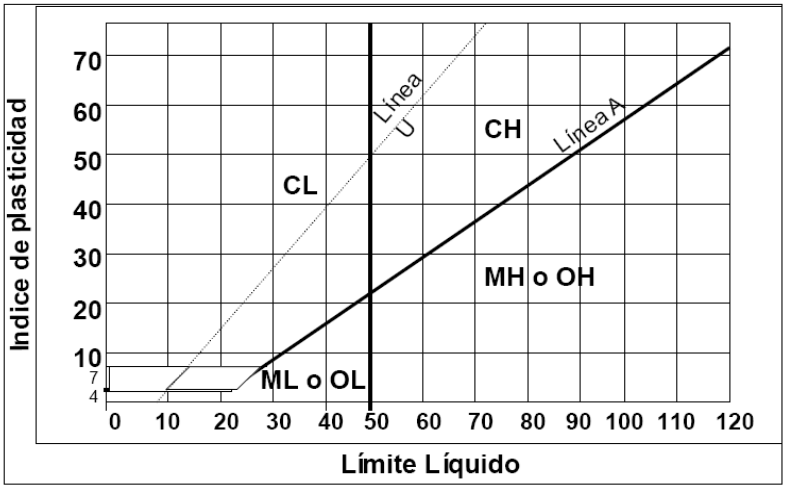
materia orgánica reduce la capacidad de carga de un suelos y aumenta la compresibilidad del mismo.

Con los resultados obtenidos de la granulometría, la clasificación se la realiza de acuerdo a la Tabla T-2.1

Tabla T-2.1

Símbolo	*G*	*S*	*M*	*C*	*O*
Descripción	Grava	Arena	Limo	Arcilla	Limo Orgánico y Arcilla
Símbolo	*Pt*	*H*	*L*	*W*	*P*
Descripción	Turba, suelo altamente Orgánico	Alta Plasticidad	Baja Plasticidad	Bien Graduado	Mal Graduado

Carta de Plasticidad



Línea A = 0,73 (LL - 20)
Línea U = 0,90 (LL - 8)

Tabla T-2.2 Sistema Unificado de Clasificación de Suelos

<table>
<tr><th rowspan="2">TIPO DE SUELO</th><th colspan="3" rowspan="2">CLASIFICACION</th><th colspan="2">CLASIFICACION</th></tr>
<tr><th>GRUPO</th><th>NOMBRE</th></tr>
<tr><td>SUELOS GRUESOS</td><td>Gravas</td><td rowspan="2">Menos del 5% pasa por el tamiz #200</td><td>Cu ≥ 4 y
1 ≤ Cc ≤ 3</td><td>GW</td><td>Grava bien graduada</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Mas del 50% es retenido por el tamiz #200</td><td rowspan="3">Más del 50% de la fracción gruesa es retenida en el tamiz #4</td><td>Cu < 4 y/o 1 > Cc >3</td><td>GP</td><td>Grava mal graduada</td></tr>
<tr><td>Entre el 5% y 12 % pasa por el tamiz #200</td><td>Caso de frontera que deben tener símbolo doble de acuerdo a su plasticidad y granulometría</td><td>GC - GW
GM - GW
GC - GP
GM - GP</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Más del 12% pasa por el tamiz #200</td><td rowspan="2">Obtener Límite Líquido e Índice de Plasticidad</td><td>GM</td><td>Grava limosa</td></tr>
<tr><td>GC</td><td>Grava arcillosa</td></tr>
<tr><td>Arenas</td><td rowspan="2">Menos del 5% pasa por el tamiz #200</td><td>Cu ≥ 6 y
1 ≤Cc≤ 3</td><td>SW</td><td>Arena bien graduada</td></tr>
<tr><td rowspan="4">50% o más de la fracción gruesa pasa por el tamiz #4</td><td>Cu < 6 y/o 1 > Cc >3</td><td>SP</td><td>Arena mal graduada</td></tr>
<tr><td>Entre el 5% y 12 % pasa por el tamiz #200</td><td>Caso de frontera que deben tener símbolo doble de acuerdo a su plasticidad y granulometría</td><td>SC - SW
SM - SW
SC - SP
SM - SP</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Más del 12% pasa por el tamiz #200</td><td rowspan="2">Obtener Límite Líquido e Índice de Plasticidad</td><td>SM</td><td>Arena limosa</td></tr>
<tr><td>SC</td><td>Arena arcillosa</td></tr>
<tr><td>SUELOS FINOS</td><td>Limos y arcillas</td><td>Inorgánico</td><td>IP > 7 y cae arriba de la línea “A”</td><td>CL</td><td>Arcilla de baja plasticidad</td></tr>
<tr><td rowspan="7">Más del 50% pasa por el tamiz #200</td><td rowspan="3">LL < 50</td><td></td><td>IP entre 4 y 7 y cae arriba de la línea “A”</td><td>ML - CL</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>IP < 4 o cae debajo de la línea “A”</td><td>ML</td><td>Limo de baja plasticidad</td></tr>
<tr><td>Orgánico</td><td>LL < 0,75</td><td>OL</td><td>Arcilla orgánica</td></tr>
<tr><td>Limos y Arcillas</td><td></td><td></td><td>OL</td><td>Limo orgánico</td></tr>
<tr><td rowspan="3">LL ≥50</td><td>Inorgánico</td><td>IP cae arriba de la línea “A”</td><td>CH</td><td>Arcilla de alta plasticidad</td></tr>
<tr><td></td><td>IP cae debajo de la línea “A”</td><td>MH</td><td>Limo de alta plasticidad</td></tr>
<tr><td>Orgánico</td><td>LL < 0,75</td><td>OH</td><td>Arcilla orgánica</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td colspan="2">Prima la materia orgánica, color oscuro y hedor orgánico</td><td>PT</td><td>Turba</td></tr>
</table>

American Association of State Highway Transportation Officials (AASHTO)

La American Association of State Highway Officials adoptó este sistema de clasificación de suelos, tras varias revisiones del sistema adoptado por el Bureau of Public Roads de Estados Unidos. Es el sistema más utilizado en la clasificación de suelos en carreteras.

En esta clasificación los suelos se clasifican en siete grupos (A-1, A-2,…, A-7), según su granulometría, limite plástico e índice de plasticidad. Más concretamente, en función del porcentaje que pasa por los tamices #200, 40 y 10, y de los Límites de Atterberg de la fracción que pasa por el tamiz #40. Estos siete grupos se corresponden a dos grandes categorías de suelos, suelos granulares (con no más del 35% que pasa por el tamiz #200) y suelos limo-arcillosos (más del 35% que pasa por el tamiz #200).

Como complemento de esta clasificación se tiene el índice de grupo, que permite caracterizar mejor cada suelo dentro de los grupos, ya que estos admiten suelos con porcentajes de finos y plasticidad muy diferentes. El índice de grupo se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$\mathbf{IG} = (F - 35)\,[0{,}2 + 0{,}005\,(LL - 40)] + 0{,}01\,(F - 15)\,(IP - 10)$$

Siendo:

F: Porcentaje en peso que pasa por el tamiz #200 del material, expresado en número entero.

LL: Límite Líquido

IP: Índice de Plasticidad.

Despues de obtner todos los resultados correspondientes, se realiza la clasificacion con la Tabla T-2.3

Tabla T-2.3 Casificación de suelos según AASHTO

Clasif. General	Materiales Granulares (35% o menos pasa la malla nº 200)							Limos y Arcillas (35% pasa malla nº 200)			
Grupos	**A - 1**		**A - 3**	**A - 2**				**A - 4**	**A - 5**	**A - 6**	**A - 7**
Subgrupos	**A - 1 - a**	**A - 1 - b**		**A - 2 - 4**	**A - 2 - 5**	**A - 2 - 6**	**A - 2 - 7**				**A-7-5/A-7-6**
% que pasa tamiz :											
Nº 10	50 máx										
Nº 40	30 máx	50 máx	51 mín								
Nº 200	15 máx	25 máx	10 máx	35 máx	35 máx	35 máx	35 máx	36 mín	36 mín	36 mín	
Caract. Bajo Nº 40											
LL				40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín
IP	6 máx	6 máx	NP	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín
IG	0	0	0	0	0	4 máx	4 máx	8 máx	12 máx	16 máx	20 máx
Tipo de material	Gravas y Arenas		Arena fina	Gravas y arenas limosas y arcillosas				Suelos Limosos		Suelos arcillosos	
Terreno fundación	Excelente		Excelente	Excelente a bueno				Regular a malo			

El índice de Plasticidad del subgrupo A - 7 - 5 es menor o igual a (LL - 30)
El índice de Plasticidad del subgrupo A - 7 - 6 es mayor a (LL - 30)

El índice de grupo se expresa en números enteros positivos (un número negativo se expresará como IG = 0 y se escribe entre paréntesis a continuación de los símbolos de grupo o subgrupo correspondientes, por ejemplo A-2-4 (0). Generalmente cuanto menor es el IG de un suelo, mejores son las cualidades del suelo como explanada o capa de asiento del firme. Los suelos de los grupos A-1, A-3, A-2-4 y A-2-5, que pueden calificarse de buenos a excelentes, tienen un IG = 0. Un IG = 20 o mayor corresponde a un suelo de muy mala calidad, en condiciones medias de drenaje y compactación. El valor crítico de finos es F = 35 con independencia de la plasticidad, y si el índice de plasticidad es superior a 10 este valor será F = 15. Los valores críticos del límite líquido y del índice de plasticidad serán, respectivamente, 40 y 10. Por último, hay que señalar que para calcular el IG de los subgrupos A-2-6 y A-2-7 sólo se considera el segundo sumando de la expresión.

2.2.1.1 Granulometría

Se denomina distribución granulométrica de suelo a la subdivisión del mismo en diferentes fracciones seleccionadas por el tamaño de sus partículas componentes. Las partículas de cada fracción se caracterizan porque su tamaño se encuentra comprendido

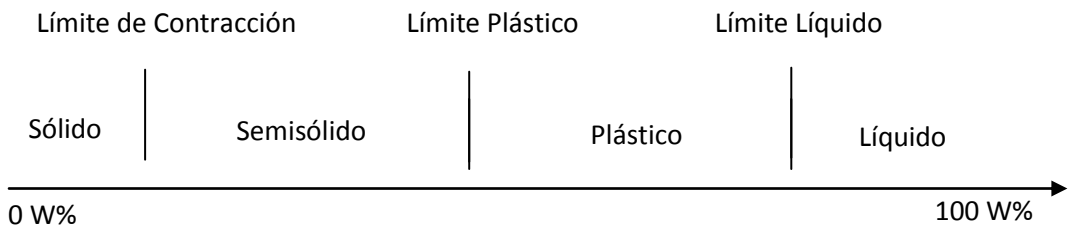
entre un valor máximo y un valor mínimo, de forma correlativa para las diferentes fracciones.

La separación en fracciones se hace por medio e mallas de aberturas sucesivamente menores. La numeración de los tamices entre mallas iguales a mayores a 3/8 de pulgada. En la numeración de los tamices menores a estos, por ejemplo tamiz #4, el número indica cuantas aberturas existen por cada pulgada lineal. Para los suelos que contienen pequeña cantidad de partículas finas que deben ser separados de las partículas gruesas y que no pueden ser separados por un proceso mecánico de tamizado, se hace un prelavado inicial del suelo para remover las partículas finas; el material que queda retenido en el tamiz #200 durante el proceso de lavado es luego secado y tamizado. Sin embargo la parte de suelo que pasa por el tamiz en mención es analizado por la prueba del hidrómetro, la cual está basada en la ley de Stokes y corresponde básicamente a partículas arcillosas o limos finos.

2.2.1.2 Límites de Atterberg

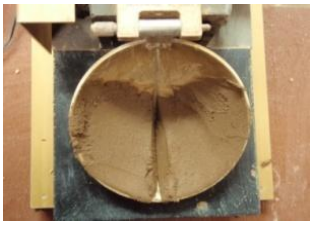
También llamados límites de consistencia, y se basan en el concepto de que un suelo fino puede encontrarse en diferentes estados dependiendo del contenido de humedad. Los estados de consistencia son: Solido, Semisólido, Plástico y Líquido.

Como se puede observar en el grafico a medida que va aumentando el contenido de agua, va disminuyendo la interacción de las partículas y el comportamiento del suelo se asemeja a la de un líquido



Los límites de Atterberg son: Límite Líquido, Límite Plástico y Límite de Contracción.

Límite Líquido (LL): Es el contenido de agua de un suelo remoldeado en el punto de transición entre los estados líquido y plástico.



Norma: ASTM D4318-05

Límite Plástico (LP): Es el contenido de agua del suelo remoldeado en el punto de transición entre los estados plástico y semisólido.



Norma: ASTM D4318-05

Límite de Contracción (LC): Es el contenido máximo de humedad para el cual una reducción del contenido de agua no origina una disminución en el volumen de la masa del suelo.

Norma: ASTM D427-05

Relacionado con los límites de consistencia se tiene:

Índice de plasticidad (IP): Es la diferencia numérica entre el limite liquido y el limite plástico, es decir indica el rango dentro del cual se puede variar el contenido de humedad dentro de una condición plástica. (IP= LL – LP).

Norma: ASTM D318-05

2.2.2 Gravedad Específica

Norma: ASTM D854



Se define como la razón entre un peso unitario de un material y el peso unitario del agua.

2.2.3 Compactación (Proctor Modificado)

Norma: ASTM D1557

Es la densificación de los suelos mediante la aplicación de energía mecánica, existe también un cambio en el contenido de humedad y la gradación del suelo. Uno de los factores importantes en la compactación es el contenido de humedad, la densidad seca máxima es mayor cuando menor es la diferencia entre el contenido de agua de compactación y el contenido de agua óptimo.



El objetivo de la compactación es el mejoramiento de las propiedades de la masa del suelo, tenemos como ventajas de la compactación:

- Reducción de los asentamientos debido a la disminución de la relación de vacios
- Aumento de la resistencia del suelo.
- Reducción de la contracción.

2.2.4 Relación Soporte California (CBR) en laboratorio

Norma: ASTM D1883

El CBR (California Bearing Ratio = Relación de Soporte de California) fue propuesto en 1929 por los ingenieros T.E. Stanton y O.J. Porter, del Departamento de carreteras de Estado de California. El método CBR se ha generalizado y es, hoy en día, uno de los más empleados para el cálculo de pavimentos.



El índice de California (C.B.R.) es una medida de la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo, bajo condiciones de densidad y humedad cuidadosamente controladas. Se establece en él una relación entre la

resistencia a la penetración de un suelo, y su capacidad de soporte como base de sustentación de pavimentos.

El índice de CBR tiene la siguiente expresión

$$CBR = \frac{Carga\ de\ Prueba}{Carga\ Estandar} * 100$$

Los valores de carga normal o carga unitaria patrón para 0.1" y 0.2" de penetración son los siguientes:

Penetración	lb/pulg^2	kg/cm^2
0,1	1000	70
0,2	1500	105
0,3	1900	133
0,4	2300	161
0,5	2600	182

La relación C.B.R. generalmente se determina para 0.1" y 0.2" de penetración, osea para un esfuerzo de 1000 y 1500 libras por pulgada cuadrada en el patrón respectivamente.

Con el fin de duplicar en el laboratorio la condición más crítica que se presenta en el terreno, las muestras para el ensayo del C.B.R. se sumergen en agua por 96 horas hasta obtener su saturación.

Los ensayos C.B.R. se pueden efectuar también sobre muestras inalteradas obtenidas en el terreno y sobre suelos en el sitio.

2.3 Ensayos a la Emulsión Asfáltica

Todos los ensayos a la emulsión asfáltica que a continuación se detallan fueron realizados por los investigadores de esta disertación y los resultados se encuentra en el Capítulo 4, Cuadro C-4.4.

2.3.1 Gravedad Específica



Norma: ASTM D70-03.

Se entiende como gravedad específica de un material la relación de su peso a una temperatura determinada, al peso de un volumen igual de agua a la

misma temperatura generalmente a los 25 grados centígrados y se expresa como: Gravedad Específica a 25 grados centígrados.

La gravedad específica de los asfaltos sólidos se determina por inmersión directa en agua mientras que la de los semisólidos, líquidos y emulsificados que es nuestro caso de estudio se los determina por medio del picnómetro y desplazamiento.

La gravedad específica además de indicar sobre la calidad y origen del material bituminoso sirve para determinar las equivalencias de los pesos a volúmenes a la temperatura de aplicación y para algunos cálculos importantes en el diseño de mezclas bituminosas.

2.3.2 Retenido en la Malla # 20.

Norma: ASTM D244-09.

El objeto de esta prueba es determinar cuantitativamente el contenido de asfalto presente en forma de glóbulos relativamente grandes y que pueden obstruir el espesor y la uniformidad de la película de asfalto sobre las partículas del agregado pétreo; además de que el tamaño de los glóbulos indican una buena o mala estabilidad de la emulsión para permanecer en ese estado. Los glóbulos grandes indican que la emulsión va a tener una tendencia a sedimentarse y por lo tanto, esto puede causar su rompimiento.

Este ensayo es complementario al de asentamiento y sirve para detectar cuantitativamente el porcentaje de cemento asfáltico presente en las emulsiones en forma de glóbulos grandes o astillas que puedan taponar el equipo de distribución.



Una muestra de 1000 ml se lava en agua sobre el tamiz # 20 (0.84 mm) y luego se seca lo retenido para determinar el porcentaje de partículas indeseables.

2.3.3 Prueba de Carga

Norma: ASTM D244-09.

Este ensayo permite identificar la naturaleza de la emulsión (catiónica o aniónica). Se sumerge un electrodo positivo (ánodo) y un electrodo negativo (cátodo) en una muestra de emulsión asfáltica, y se los conecta en una fuente controlada de corriente eléctrica continua. Después de 30 minutos o cuando la corriente decaiga 2 mili amperes, se examinan los 2 electros para determinar cual tiene un depósito de asfalto. Si está en el cátodo, estamos en presencia de una emulsión asfáltica catiónica y viceversa.

Un criterio muy útil sobre todo en el trabajo en campo cuando exista duda al respecto del tipo de emulsión que se está trabajando pero que no es estandarizado por la ASTM es en base al tiempo de descarga que permite tener una idea del tipo de emulsión.

Este criterio se lo presenta en la tabla descrita a continuación.

Tiempo (minutos)	Tipo de emulsión
0-10	Rápida
15-35	Media
30-60	Lenta
más de 60	Superestable

2.3.4 Viscosidad

Norma: ASTM D244-09.

Los viscosímetros usados con mayor frecuencia en las aplicaciones del asfalto son aquellos en que se da como medida de viscosidad el tiempo que cierta cantidad de producto tarda en fluir por un orificio de dimensiones determinadas. Este ensayo se emplea normalmente para cementos asfálticos, emulsiones y aceites y sirve para determinar el tiempo en segundos, necesarios para que pasen 60 centímetros cúbicos de líquido, a cada una de las temperaturas dadas, a través de un tubo de dimensiones standard. Es necesario dar una serie de temperaturas, porque los asfaltos más viscosos no fluyen con rapidez a través del tubo a la temperatura normal de 77 ° F (25 ° C).

Este ensayo tiene como objetivo determinar el estado de fluidez de la emulsión en el rango de temperatura que se usan durante su aplicación. Se mide, ya sea por viscosidad cinemática o mediante viscosidad Saybolt Furol.

La viscosidad se define como la resistencia que presenta un fluido al movimiento. En el caso de las emulsiones asfálticas la prueba de viscosidad se la utiliza como una medida de consistencia y los segundos se reportan en segundos Saybolt; estas viscosidades se miden en dos diferentes rangos de temperatura de 50 y 25 grados centígrados por motivos de conveniencia y exactitud.

La viscosidad de las emulsiones es un parámetro muy importante para efectuar riegos de liga o adherencia y a riegos de gravilla.

La viscosidad está relacionada con diversos factores importantes en la emulsión:

- Tamaño de la partícula: El tamaño de la partícula es muy importante en la viscosidad de la emulsión, entre menor es el tamaño de la partícula mayor es la viscosidad de la emulsión.

- Naturaleza química del emulsificante: La viscosidad de la emulsión puede incrementar de acurdo a la composición química y a la dosificación del emulsificante



- Viscosidad de la fase continua: El aumento de la viscosidad de la fase continua (agua) con diversos aditivos como gomas y celulosas aumenta la viscosidad de la emulsión logrando así evitar un asentamiento y sin modificar las propiedades de la emulsión en cuanto a su funcionamiento en campo.

- Contenido de cemento asfaltico: A partir de los contenidos de cemento asfálticos superiores al 65% y considerando pequeños aumentos en la concentración de este último, la viscosidad de la emulsión se eleva considerablemente. Las características del cemento asfáltico utilizado también influye en este parámetro.

2.3.5 Residuo por Evaporación

Norma: ASTM244-09.

Esta norma establece el método para obtener el residuo de una emulsión asfáltica compuesta primordialmente de asfalto, agua y un agente emulsificante, sometiendo la muestra a evaporación con el objeto de determinar la cantidad de residuo que forma la emulsión, o bien, someter dicho residuo a otras pruebas.

Este ensayo sirve para determinar la proporción relativa de cemento asfáltico y agua presentes en la emulsión asfáltica. También permite obtener información sobre la cantidad de destilado de petróleo, contenido en algunas clases de emulsiones asfálticas. Con el cemento asfáltico residual de este ensayo se pueden hacer otros ensayos adicionales como penetración, solubilidad y ductilidad que se describirán posteriormente.

Para emulsiones la temperatura final de destilación es de 260 grados centígrados y se usa un alambique de aleación de acero o aluminio y calentadores de anillo. Se calienta una muestra de emulsión de 200 gramos hasta la temperatura final, manteniéndola por quince minutos para producir un residuo suave y homogéneo. Cuando se trata de emulsiones asfálticas catiónicas de rotura rápida y media que pueden incluir un destilado de petróleo, su cantidad máxima está limitada por especificaciones. Este método se divide en dos: el método A se utiliza cuando sólo se quiere determinar el porcentaje de residuo; el método B se usa cuando se quiere obtener el residuo y someterlo a pruebas adicionales.

Tanto el destilado como el agua se recogen en una probeta graduada pero como ambos materiales se separan se puede determinar la cantidad de cada uno.

2.3.6 Estabilidad a las 24 horas

Norma: ASTM D244-09.

El ensayo de estabilidad a las 24 horas permite hacer determinaciones de estabilidad en un tiempo relativamente corto ya que normalmente se realiza un ensayo de duración de 5 días. Este ensayo detecta la tendencia de los glóbulos de asfalto de una emulsión asfáltica a asentarse durante el período en que la emulsión permanezca almacenada y es una alerta sobre la posible inestabilidad de las emulsiones.

Se colocan 2 muestras de 500 ml. en probetas graduadas; se los tapa y se los deja descansar por 24 horas. Se toman muestras de 50 gr. de la parte superior e inferior de la probeta, se la colocan en frascos, se las revuelve y se las pesa. Se las mete en un horno para evaporar el agua y se pesan los residuos. Se pueden determinar entonces el porcentaje promedio de residuos en la parte superior e inferior de la muestra. La diferencia entre ambos residuos es la estabilidad a las 24 horas.



2.3.7 Pruebas del Residuo

Estos ensayos son utilizados para conocer las características del ligante asfáltico que posteriormente recubrirán las partículas de los agregados. Para el análisis de estos resultados debemos tomar en cuenta las limitaciones del ensayo de destilación que es utilizado para obtener el residuo del ligante asfáltico. Los ensayos comúnmente exigidos por las especificaciones se los detalla a continuación.

2.3.7.1 Ensayo de penetración.

Norma: ASTM D5-97

El ensayo usualmente empleado para la determinación de las propiedades de fluencia de los productos asfálticos de viscosidad muy elevada es el de penetración.



Es una medida de la consistencia de las emulsiones asfálticas. Sobre una pasta de asfalto previamente moldeada y calentada a una temperatura uniforme de 25 grados centígrados, se coloca una aguja de acero de diámetro y dimensiones normalizadas, que soporta un peso de 100 gr. y se deja libre durante 5 segundos. La distancia que la aguja logre penetrar dentro de la pasta asfáltica dentro de estas condiciones,

medida en décimas de milímetros, se denomina penetración del asfalto. Mientras mayor sea la penetración más blanda es la consistencia del cemento asfáltico.

2.3.7.2 Ensayo de Ductilidad

Norma: ASTM D113-99

En general, la ductilidad de los asfaltos obtenidos por destilación de crudos adecuados es tan elevada, que la rotura de las estructuras en las que el asfalto interviene como ligante se produce antes por fallo de la ductilidad. El ensayo de ductilidad da la distancia en centímetros que una muestra normalizada de un producto asfáltico puede alargarse antes de romperse.



Este ensayo se realiza con cementos asfálticos y con los residuos de destilación de los asfaltos líquidos y emulsionantes. Una propiedad que tienen los asfaltos en su gran capacidad de mantenerse coherentes bajo grandes deformaciones producidas por diversos factores como el tránsito. La ductilidad se mide en un equipo denominado ductilímetro. En el ensayo se mide la resistencia a la ruptura por medio del alargamiento de una probeta de cemento asfáltico, estirada en sus extremos a velocidad constante. Normalmente se realiza a una temperatura de 25 grados centígrados y a una velocidad de alargamiento de 5 cm. por minuto.

Los asfaltos que poseen alta ductilidad normalmente son más adhesivos que aquellos que tienen en menor grado esta característica, pero pueden variar su consistencia rápidamente al cambiar la temperatura.

3. CAPITULO III

ENSAYOS DE LABORATORIO

3.1 Clasificación de Suelos: SUCS y AASHTO

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo
LOCALIZACIÓN : Absc: 0+020
SONDEO : 0,00 - 0,50 m
NORMA : ASTM D - 2484

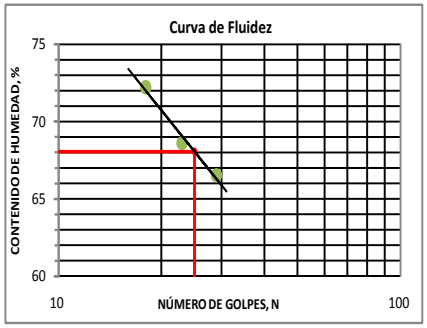
SOLICITADO POR : Almeida y Sánchez
FECHA : 10/08/2010

CONTENIDO DE HUMEDAD

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
46,03	35,39	18,91	64,56
50,78	38,15	18,77	65,17

LÍMITE PLÁSTICO

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
6,88	6,42	5,57	54,12
6,94	6,46	5,57	53,93



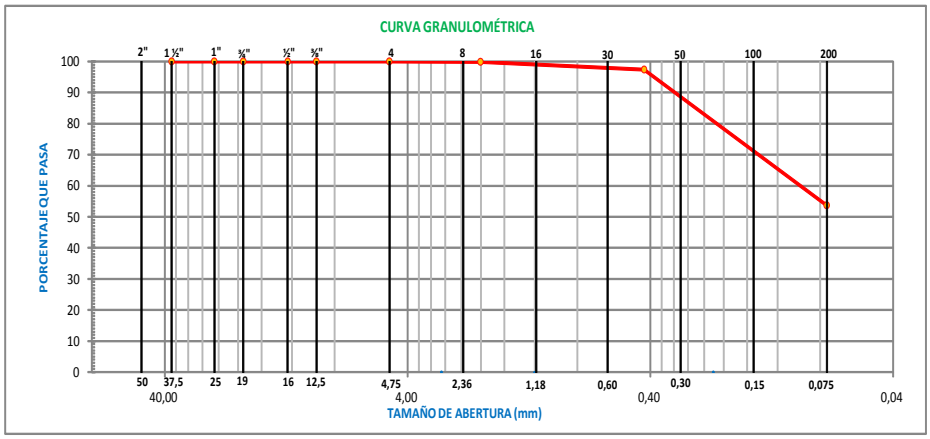
LÍMITE LÍQUIDO

N° DE GOLPES	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
18	24,77	21,99	18,14	72,21
23	25,87	22,79	18,30	68,60
29	25,55	22,41	17,69	66,53

ANALISIS GRANULOMÉTRICO

PESO suelo Húmedo (gr.) : 150,00 **PESO suelo Seco (gr.) :** 90,98

TAMIZ N°	DÍAMETRO (mm)	PESO RET. ACUM.	% RETENIDO	% QUE PASA
1 1/2"	37,50	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,50	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,50	0,00	0,00	100,00
4	4,750	0,00	0,00	100,00
10	2,000	0,12	0,13	99,87
40	0,425	2,41	2,65	97,35
200	0,075	42,13	46,31	53,69



RESULTADOS

% Humedad : 65
LL : 68
LP : 54
IP : 14

GRANULOMETRIA
% Grava : 0
% Arena : 46
% Finos : 54

CLASIFICACIÓN SUCS : MH
NOMBRE TÍPICO : Limo Elástico Arenoso

CLASIFICACIÓN AASHTO : A-7-5
INDICE DE GRUPO : 8

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo
LOCALIZACIÓN : Absc: 0+020
SONDEO : 0,50 - 1,00 m
NORMA : ASTM D - 2484

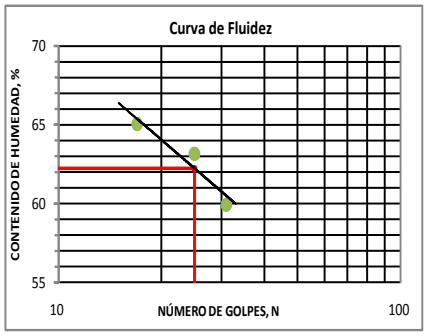
SOLICITADO POR : Almeida y Sánchez
FECHA : 10/08/2010

CONTENIDO DE HUMEDAD

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
46,40	35,15	18,96	69,49
47,19	35,51	19,05	70,96

LÍMITE PLÁSTICO

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
7,63	7,25	6,42	45,78
5,93	5,36	4,14	46,72



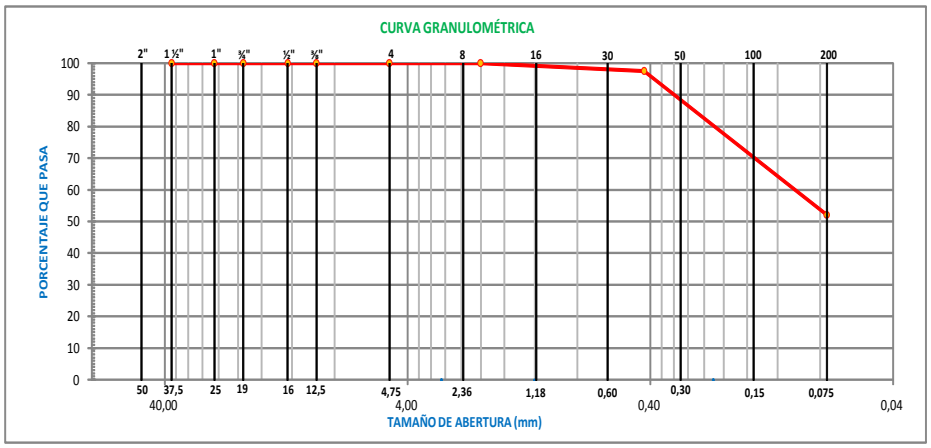
LÍMITE LÍQUIDO

N° DE GOLPES	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
17	24,77	22,50	19,01	65,04
25	24,83	22,02	17,57	63,15
31	28,97	25,13	18,72	59,91

ANALISIS GRANULOMÉTRICO

PESO suelo Húmedo (gr.) : 151,73 **PESO suelo Seco (gr.) :** 89,14

TAMIZ N°	DÍAMETRO (mm)	PESO RET. ACUM.	% RETENIDO	% QUE PASA
1 1/2"	37,50	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,50	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,50	0,00	0,00	100,00
4	4,750	0,00	0,00	100,00
10	2,000	0,00	0,00	100,00
40	0,425	2,24	2,51	97,49
200	0,075	42,63	47,83	52,17



RESULTADOS

% Humedad : 70
LL : 62
LP : 46
IP : 16

GRANULOMETRIA
% Grava : 0
% Arena : 48
% Finos : 52

CLASIFICACIÓN SUCS : MH
NOMBRE TÍPICO : Limo Elástico Arenoso

CLASIFICACIÓN AASHTO : A-7-5
INDICE DE GRUPO : 8

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo
LOCALIZACIÓN : Absc: 0+020
SONDEO : 1,00 - 1,50 m
NORMA : ASTM D - 2484

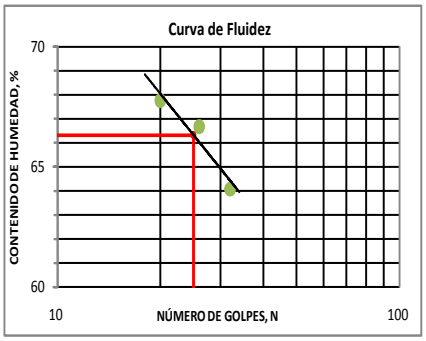
SOLICITADO POR : Almeida y Sánchez
FECHA : 10/08/2010

CONTENIDO DE HUMEDAD

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
49,38	37,13	18,71	66,50
49,54	37,65	19,96	67,21

LÍMITE PLÁSTICO

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
8,06	7,48	6,39	53,21
12,38	11,70	10,42	53,13



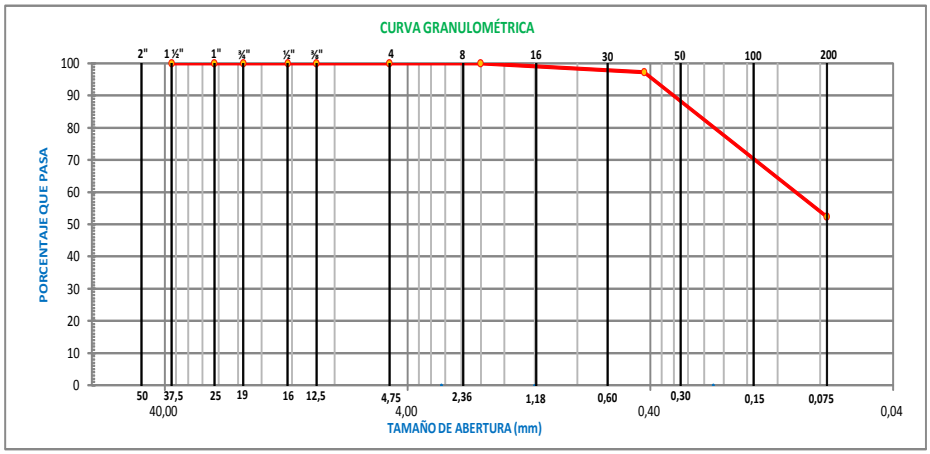
LÍMITE LÍQUIDO

N° DE GOLPES	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
20	27,39	23,65	18,13	67,75
26	28,63	24,23	17,63	66,67
32	27,77	24,24	18,73	64,07

ANALISIS GRANULOMÉTRICO

PESO suelo Húmedo (gr.) : 150,72 **PESO suelo Seco (gr.) :** 90,33

TAMIZ N°	DÍAMETRO (mm)	PESO RET. ACUM.	% RETENIDO	% QUE PASA
1 1/2"	37,50	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,50	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,50	0,00	0,00	100,00
4	4,750	0,00	0,00	100,00
10	2,000	0,00	0,00	100,00
40	0,425	2,54	2,81	97,19
200	0,075	43,08	47,69	52,31



RESULTADOS

% Humedad : 67
LL : 66
LP : 53
IP : 13

GRANULOMETRIA
% Grava : 0
% Arena : 48
% Finos : 52

CLASIFICACIÓN SUCS : MH
NOMBRE TÍPICO : Limo Elástico Arenoso

CLASIFICACIÓN AASHTO : A-7-5
INDICE DE GRUPO : 7

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo
LOCALIZACIÓN : Absc: 0+500
SONDEO : 0,00 - 0,50 m
NORMA : ASTM D - 2484

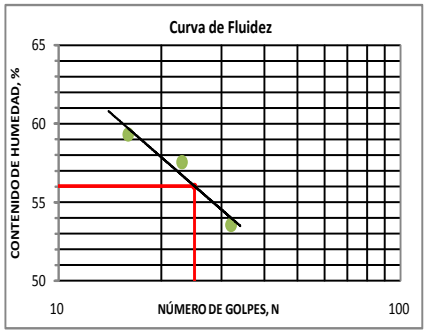
SOLICITADO POR : Almeida y Sánchez
FECHA : 10/08/2010

CONTENIDO DE HUMEDAD

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
44,86	35,33	17,58	53,69
48,81	38,39	18,97	53,66

LÍMITE PLÁSTICO

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
8,97	8,30	6,85	46,21
6,92	6,14	4,45	46,15



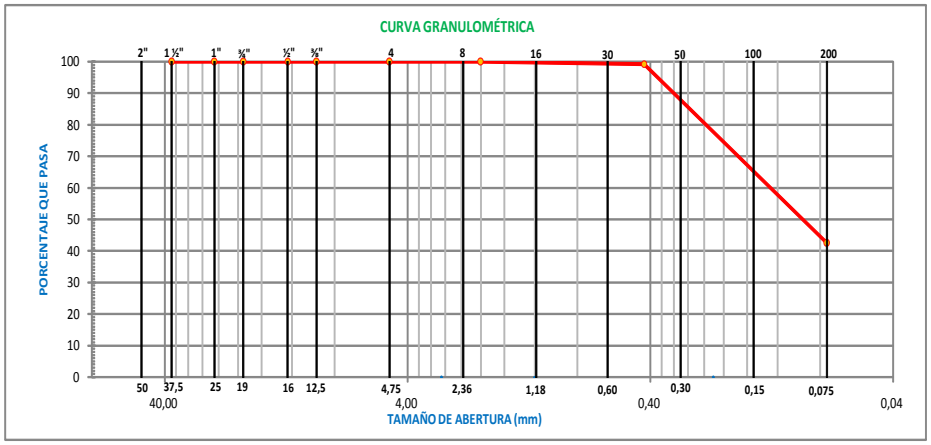
LÍMITE LÍQUIDO

N° DE GOLPES	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
16	27,86	24,45	18,70	59,30
23	28,61	25,10	19,00	57,54
32	28,05	24,66	18,33	53,55

ANALISIS GRANULOMÉTRICO

PESO suelo Húmedo (gr.) : 150,00 **PESO suelo Seco (gr.) :** 97,61

TAMIZ N°	DÍAMETRO (mm)	PESO RET. ACUM.	% RETENIDO	% QUE PASA
1 1/2"	37,50	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,50	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,50	0,00	0,00	100,00
4	4,750	0,00	0,00	100,00
10	2,000	0,00	0,00	100,00
40	0,425	0,73	0,75	99,25
200	0,075	56,12	57,49	42,51



RESULTADOS

% Humedad : 54
LL : 56
LP : 46
IP : 10

GRANULOMETRIA
% Grava : 0
% Arena : 57
% Finos : 43

CLASIFICACIÓN SUCS : SM
NOMBRE TÍPICO : Arena Limosa

CLASIFICACIÓN AASHTO : A-5
INDICE DE GRUPO : 2

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo
LOCALIZACIÓN : Absc: 0+500
SONDEO : 0,50 - 1,00 m
NORMA : ASTM D - 2484

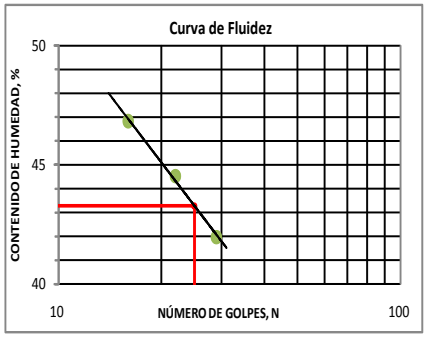
SOLICITADO POR : Almeida y Sánchez
FECHA : 10/08/2010

CONTENIDO DE HUMEDAD

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
57,96	45,23	18,73	48,04
50,14	39,74	17,70	47,19

LÍMITE PLÁSTICO

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
8,95	8,30	6,40	34,21
8,34	7,85	6,42	34,27



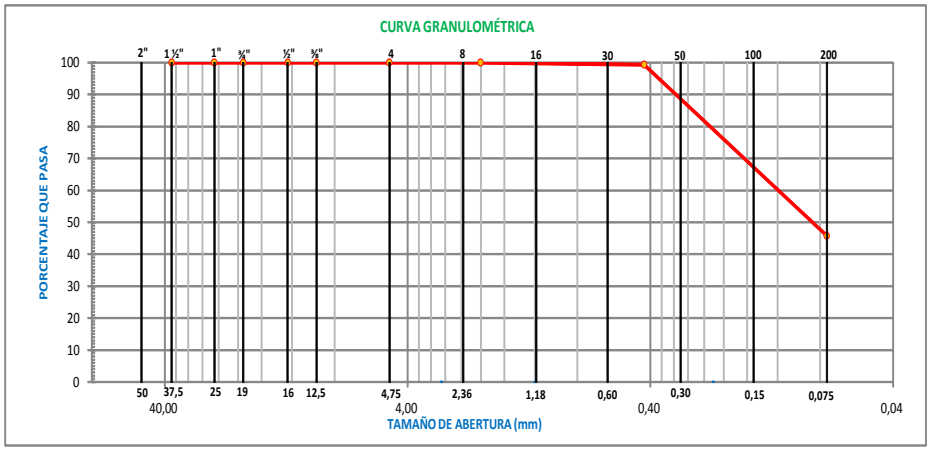
LÍMITE LÍQUIDO

N° DE GOLPES	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
16	30,53	26,40	17,58	46,83
22	30,22	26,36	17,69	44,52
29	30,12	26,75	18,72	41,97

ANALISIS GRANULOMÉTRICO

PESO suelo Húmedo (gr.) : 153,40 **PESO suelo Seco (gr.) :** 103,92

TAMIZ N°	DÍAMETRO (mm)	PESO RET. ACUM.	% RETENIDO	% QUE PASA
1 1/2"	37,50	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,50	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,50	0,00	0,00	100,00
4	4,750	0,00	0,00	100,00
10	2,000	0,00	0,00	100,00
40	0,425	0,68	0,65	99,35
200	0,075	56,24	54,12	45,88



RESULTADOS

% Humedad : 48
LL : 43
LP : 34
IP : 9

GRANULOMETRIA
% Grava : 0
% Arena : 54
% Finos : 46

CLASIFICACIÓN SUCS : SM
NOMBRE TÍPICO : Arena Limosa

CLASIFICACIÓN AASHTO : A-5
INDICE DE GRUPO : 2

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo
LOCALIZACIÓN : Absc: 0+500
SONDEO : 1,00 - 1,50 m
NORMA : ASTM D - 2484

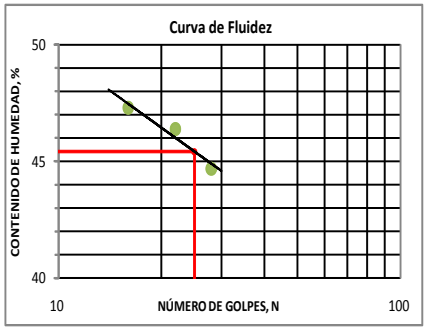
SOLICITADO POR : Almeida y Sánchez
FECHA : 10/08/2010

CONTENIDO DE HUMEDAD

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
54,05	42,42	18,23	48,08
51,48	40,42	18,13	49,62

LÍMITE PLÁSTICO

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
6,32	5,80	4,38	36,62
6,49	5,87	4,14	35,84



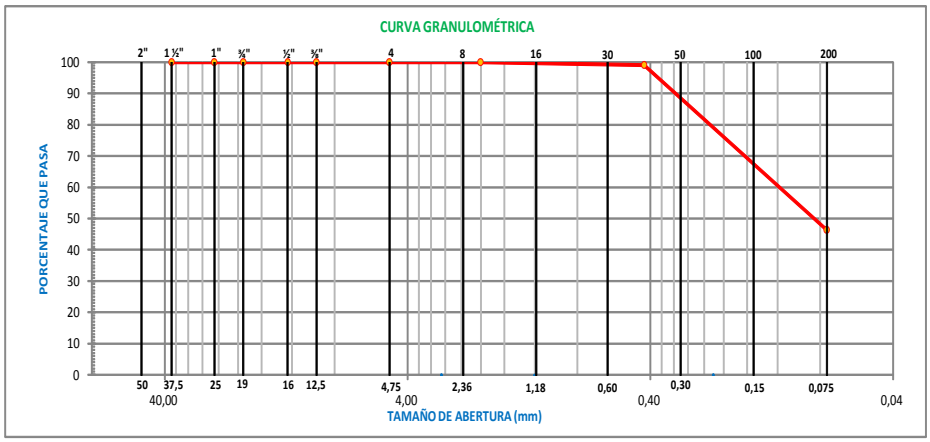
LÍMITE LÍQUIDO

N° DE GOLPES	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
16	31,49	28,08	20,87	47,30
22	29,30	26,03	18,98	46,38
28	27,10	24,16	17,58	44,68

ANALISIS GRANULOMÉTRICO

PESO suelo Húmedo (gr.) : 151,61 **PESO suelo Seco (gr.) :** 101,86

TAMIZ N°	DÍAMETRO (mm)	PESO RET. ACUM.	% RETENIDO	% QUE PASA
1 1/2"	37,50	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,50	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,50	0,00	0,00	100,00
4	4,750	0,00	0,00	100,00
10	2,000	0,00	0,00	100,00
40	0,425	0,95	0,93	99,07
200	0,075	54,70	53,70	46,30



RESULTADOS

% Humedad : 49
LL : 45
LP : 36
IP : 9

GRANULOMETRIA
% Grava : 0
% Arena : 54
% Finos : 46

CLASIFICACIÓN SUCS : SM
NOMBRE TÍPICO : Arena Limosa

CLASIFICACIÓN AASHTO : A-5
INDICE DE GRUPO : 2

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo
LOCALIZACIÓN : Absc: 1+000
SONDEO : 0,00 - 0,50 m
NORMA : ASTM D - 2484

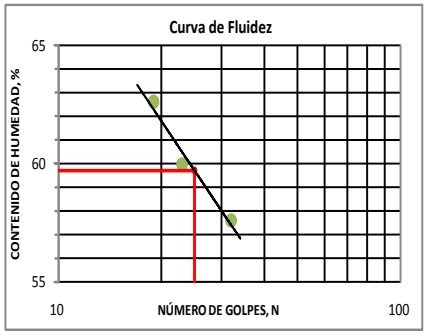
SOLICITADO POR : Almeida y Sánchez
FECHA : 11/08/2010

CONTENIDO DE HUMEDAD

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
56,00	42,86	18,74	54,48
62,85	47,66	19,05	53,09

LÍMITE PLÁSTICO

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
8,08	7,53	6,39	48,25
8,22	7,63	6,41	48,36



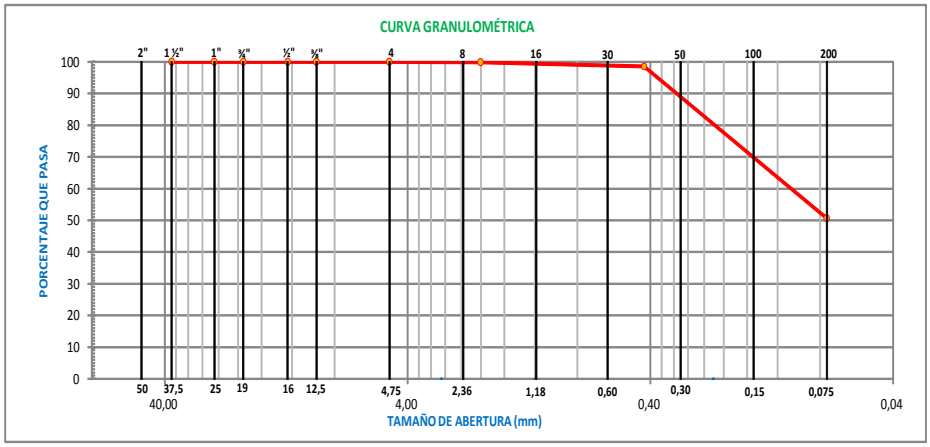
LÍMITE LÍQUIDO

N° DE GOLPES	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
19	25,10	22,22	17,62	62,61
23	26,91	23,84	18,72	59,96
32	25,49	23,10	18,95	57,59

ANALISIS GRANULOMÉTRICO

PESO suelo Húmedo (gr.) : 150,00 **PESO suelo Seco (gr.) :** 97,54

TAMIZ N°	DÍAMETRO (mm)	PESO RET. ACUM.	% RETENIDO	% QUE PASA
1 1/2"	37,50	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,50	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,50	0,00	0,00	100,00
4	4,750	0,00	0,00	100,00
10	2,000	0,18	0,18	99,82
40	0,425	1,38	1,41	98,59
200	0,075	48,10	49,31	50,69



RESULTADOS

% Humedad : 54
LL : 60
LP : 48
IP : 11

GRANULOMETRIA
% Grava : 0
% Arena : 49
% Finos : 51

CLASIFICACIÓN SUCS : MH
NOMBRE TÍPICO : Limo Elástico Arenoso

CLASIFICACIÓN AASHTO : A-7-5
INDICE DE GRUPO : 5

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo
LOCALIZACIÓN : Absc: 1+000
SONDEO : 0,50 - 1,00 m
NORMA : ASTM D - 2484

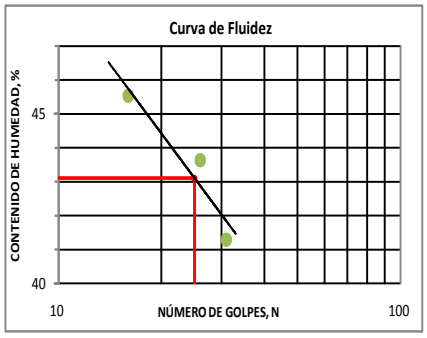
SOLICITADO POR : Almeida y Sánchez
FECHA : 11/08/2010

CONTENIDO DE HUMEDAD

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
54,21	43,03	19,03	46,58
58,74	45,51	18,32	48,66

LÍMITE PLÁSTICO

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
6,68	6,11	4,45	34,34
6,15	5,70	4,36	33,58



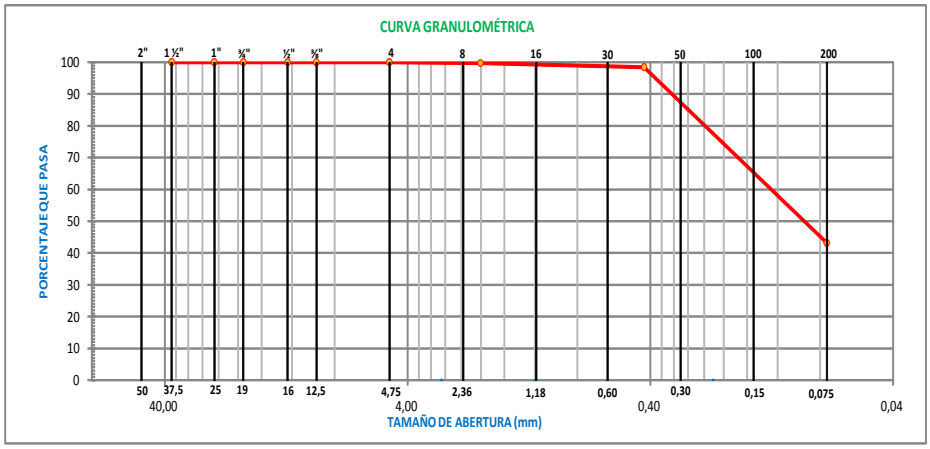
LÍMITE LÍQUIDO

N° DE GOLPES	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
16	35,67	30,47	19,05	45,53
26	35,43	30,43	18,97	43,63
31	41,42	34,86	18,97	41,28

ANALISIS GRANULOMÉTRICO

PESO suelo Húmedo (gr.) : 150,54
PESO suelo Seco (gr.) : 101,98

TAMIZ N°	DÍAMETRO (mm)	PESO RET. ACUM.	% RETENIDO	% QUE PASA
1 1/2"	37,50	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,50	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,50	0,00	0,00	100,00
4	4,750	0,00	0,00	100,00
10	2,000	0,22	0,22	99,78
40	0,425	1,67	1,64	98,36
200	0,075	57,88	56,76	43,24



RESULTADOS

% Humedad : 48
LL : 43
LP : 34
IP : 9

GRANULOMETRIA
% Grava : 0
% Arena : 57
% Finos : 43

CLASIFICACIÓN SUCS : SM
NOMBRE TÍPICO : Arena Limosa

CLASIFICACIÓN AASHTO : A-5
INDICE DE GRUPO : 2

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo
LOCALIZACIÓN : Absc: 1+000
SONDEO : 1,00 - 1,50 m
NORMA : ASTM D - 2484

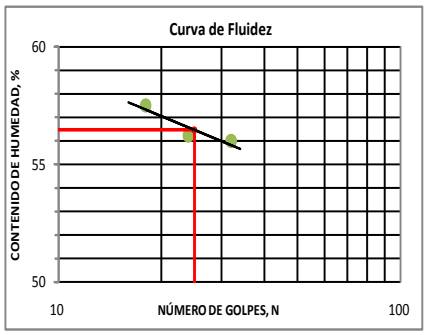
SOLICITADO POR : Almeida y Sánchez
FECHA : 11/08/2010

CONTENIDO DE HUMEDAD

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
53,59	41,61	18,72	52,34
54,96	42,36	18,78	53,44

LÍMITE PLÁSTICO

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
7,73	7,36	6,61	49,33
8,49	7,91	6,74	49,57



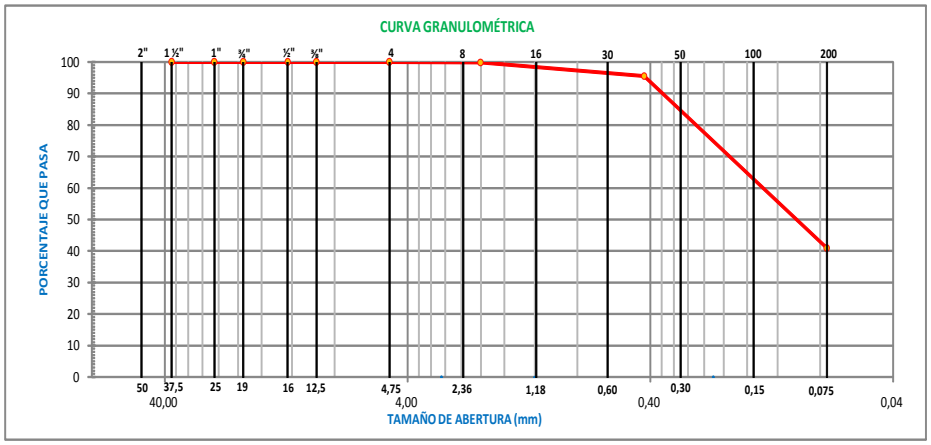
LÍMITE LÍQUIDO

N° DE GOLPES	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
18	25,90	23,14	18,34	57,50
24	26,28	23,57	18,75	56,22
32	26,66	23,81	18,72	55,99

ANALISIS GRANULOMÉTRICO

PESO suelo Húmedo (gr.) : 152,00 **PESO suelo Seco (gr.) :** 99,42

TAMIZ N°	DÍAMETRO (mm)	PESO RET. ACUM.	% RETENIDO	% QUE PASA
1 1/2"	37,50	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,50	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,50	0,00	0,00	100,00
4	4,750	0,00	0,00	100,00
10	2,000	0,12	0,12	99,88
40	0,425	4,41	4,44	95,56
200	0,075	58,61	58,95	41,05



RESULTADOS

% Humedad : 53
LL : 56
LP : 49
IP : 7

GRANULOMETRIA
% Grava : 0
% Arena : 59
% Finos : 41

CLASIFICACIÓN SUCS : SM
NOMBRE TÍPICO : Arena Limosa

CLASIFICACIÓN AASHTO : A-5
INDICE DE GRUPO : 1

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo
LOCALIZACIÓN : Absc: 1+500
SONDEO : 0,00 - 0,50 m
NORMA : ASTM D - 2484

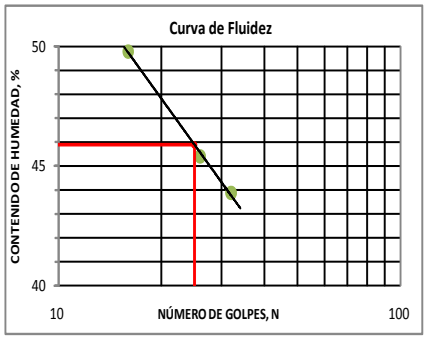
SOLICITADO POR : Almeida y Sánchez
FECHA : 11/08/2010

CONTENIDO DE HUMEDAD

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
57,95	46,55	20,86	44,38
46,92	35,75	9,87	43,16

LÍMITE PLÁSTICO

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
5,83	5,34	4,15	41,18
8,59	8,05	6,73	40,91



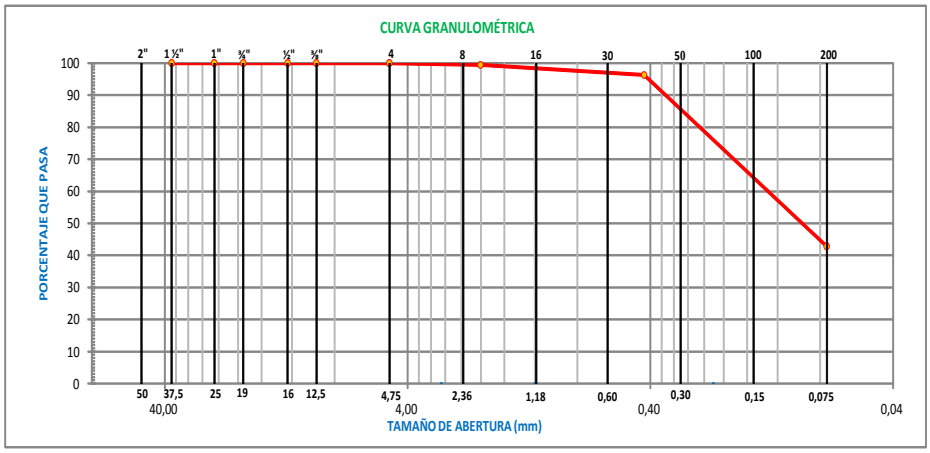
LÍMITE LÍQUIDO

N° DE GOLPES	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
16	34,46	29,94	20,86	49,78
26	24,48	22,36	17,69	45,40
32	25,90	23,36	17,57	43,87

ANALISIS GRANULOMÉTRICO

PESO suelo Húmedo (gr.) : 151,16
PESO suelo Seco (gr.) : 105,14

TAMIZ N°	DÍAMETRO (mm)	PESO RET. ACUM.	% RETENIDO	% QUE PASA
1 1/2"	37,50	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,50	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,50	0,00	0,00	100,00
4	4,750	0,00	0,00	100,00
10	2,000	0,51	0,49	99,51
40	0,425	3,84	3,65	96,35
200	0,075	60,18	57,24	42,76



RESULTADOS

% Humedad : 44
LL : 46
LP : 41
IP : 5

GRANULOMETRIA
% Grava : 0
% Arena : 57
% Finos : 43

CLASIFICACIÓN SUCS : SM
NOMBRE TÍPICO : Arena Limosa

CLASIFICACIÓN AASHTO : A-5
INDICE DE GRUPO : 0

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo
LOCALIZACIÓN : Absc: 1+500
SONDEO : 0,50 - 1,00 m
NORMA : ASTM D - 2484

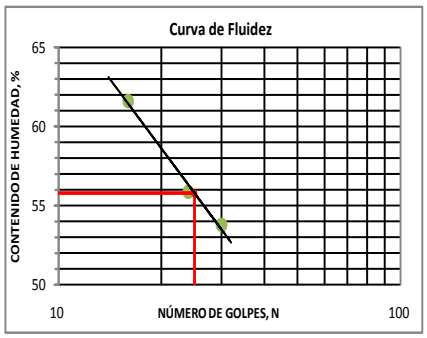
SOLICITADO POR : Almeida y Sánchez
FECHA : 11/08/2010

CONTENIDO DE HUMEDAD

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
53,45	40,48	18,72	59,60
52,13	39,83	18,96	58,94

LÍMITE PLÁSTICO

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
7,59	7,21	6,40	46,91
7,77	7,34	6,42	46,74



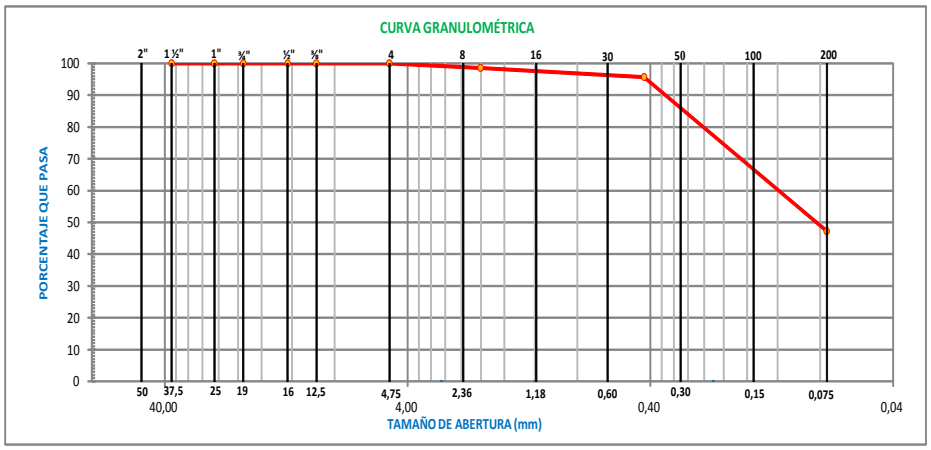
LÍMITE LÍQUIDO

N° DE GOLPES	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
16	29,32	25,28	18,72	61,59
24	25,92	22,97	17,69	55,87
30	17,92	15,14	9,97	53,77

ANALISIS GRANULOMÉTRICO

PESO suelo Húmedo (gr.) : 152,33
PESO suelo Seco (gr.) : 95,64

TAMIZ N°	DÍAMETRO (mm)	PESO RET. ACUM.	% RETENIDO	% QUE PASA
1 1/2"	37,50	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,50	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,50	0,00	0,00	100,00
4	4,750	0,00	0,00	100,00
10	2,000	1,44	1,51	98,49
40	0,425	4,15	4,34	95,66
200	0,075	50,38	52,68	47,32



RESULTADOS

% Humedad : 59
LL : 56
LP : 47
IP : 9

GRANULOMETRIA
% Grava : 0
% Arena : 53
% Finos : 47

CLASIFICACIÓN SUCS : SM
NOMBRE TÍPICO : Arena Limosa

CLASIFICACIÓN AASHTO : A-5
INDICE DE GRUPO : 3

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo
LOCALIZACIÓN : Absc: 1+500
SONDEO : 1,00 - 1,50 m
NORMA : ASTM D - 2484

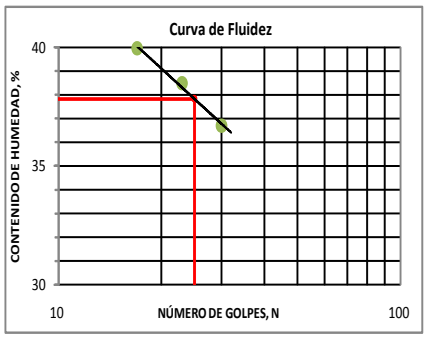
SOLICITADO POR : Almeida y Sánchez
FECHA : 11/08/2010

CONTENIDO DE HUMEDAD

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
189,15	163,16	120,89	61,49
163,97	147,52	121,09	62,24

LÍMITE PLÁSTICO

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
6,95	6,60	5,60	35,00
7,79	7,21	5,58	35,58



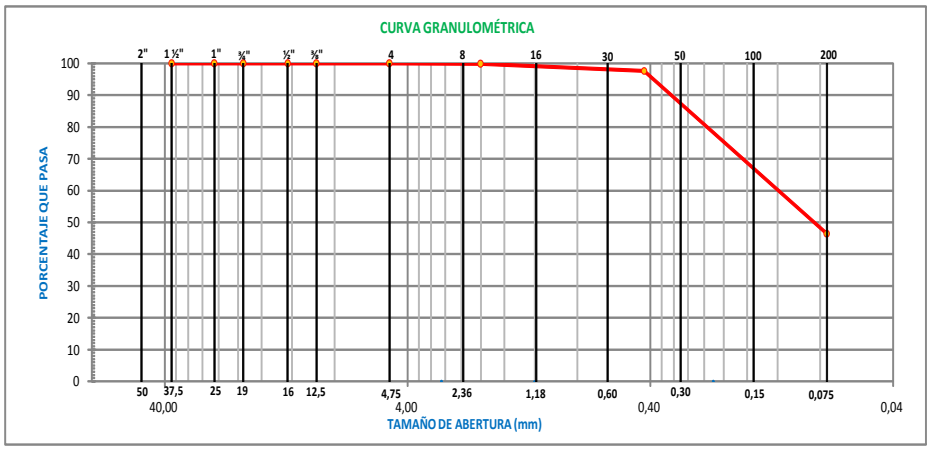
LÍMITE LÍQUIDO

N° DE GOLPES	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
17	30,34	27,02	18,71	39,95
23	27,25	24,96	19,01	38,49
30	23,67	22,03	17,56	36,69

ANALISIS GRANULOMÉTRICO

PESO suelo Húmedo (gr.) : 151,18
PESO suelo Seco (gr.) : 93,40

TAMIZ N°	DÍAMETRO (mm)	PESO RET. ACUM.	% RETENIDO	% QUE PASA
1 1/2"	37,50	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,50	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,50	0,00	0,00	100,00
4	4,750	0,00	0,00	100,00
10	2,000	0,12	0,13	99,87
40	0,425	2,18	2,33	97,67
200	0,075	49,94	53,47	46,53



RESULTADOS

% Humedad : 62
LL : 38
LP : 35
IP : 3

GRANULOMETRIA
% Grava : 0
% Arena : 53
% Finos : 47

CLASIFICACIÓN SUCS : SM
NOMBRE TÍPICO : Arena Limosa

CLASIFICACIÓN AASHTO : A-4
INDICE DE GRUPO : 0

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo
LOCALIZACIÓN : Absc: 2+010
SONDEO : 0,00 - 0,50 m
NORMA : ASTM D - 2484

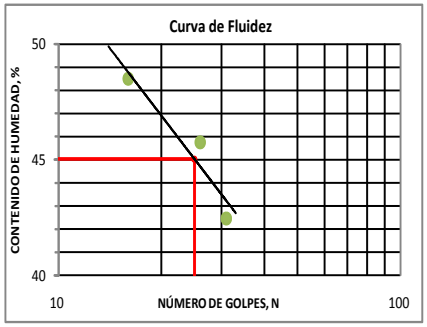
SOLICITADO POR : Almeida y Sánchez
FECHA : 12/08/2010

CONTENIDO DE HUMEDAD

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
189,23	170,84	122,78	38,26
197,61	177,92	126,35	38,18

LÍMITE PLÁSTICO

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
8,33	7,95	6,82	33,63
8,70	8,21	6,74	33,33



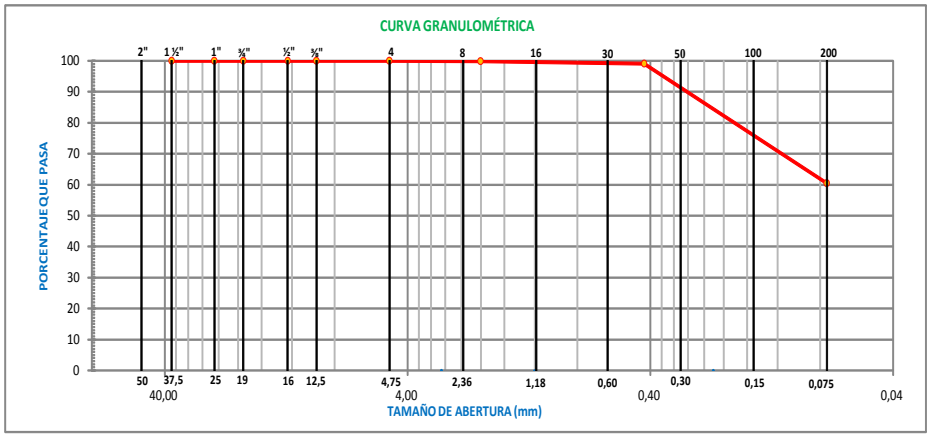
LÍMITE LÍQUIDO

N° DE GOLPES	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
16	31,28	28,04	21,36	48,50
26	29,22	26,75	21,35	45,74
31	27,38	25,58	21,34	42,45

ANALISIS GRANULOMÉTRICO

PESO suelo Húmedo (gr.) : 150,00 **PESO suelo Seco (gr.) :** 108,52

TAMIZ N°	DÍAMETRO (mm)	PESO RET. ACUM.	% RETENIDO	% QUE PASA
1 1/2"	37,50	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,50	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,50	0,00	0,00	100,00
4	4,750	0,00	0,00	100,00
10	2,000	0,21	0,19	99,81
40	0,425	1,07	0,99	99,01
200	0,075	42,93	39,56	60,44



RESULTADOS

% Humedad : 38
LL : 45
LP : 33
IP : 12

GRANULOMETRIA
% Grava : 0
% Arena : 40
% Finos : 60

CLASIFICACIÓN SUCS : ML
NOMBRE TÍPICO : Limo Arenoso

CLASIFICACIÓN AASHTO : A-7-5
INDICE DE GRUPO : 6

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

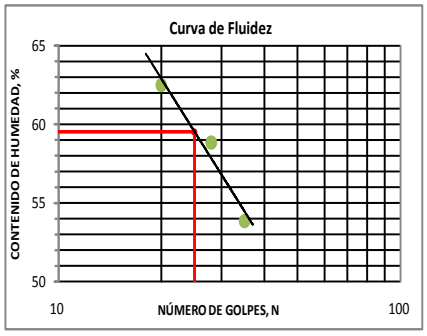
ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo
LOCALIZACIÓN : Absc: 2+010
SONDEO : 0,50 - 1,00 m
NORMA : ASTM D - 2484

SOLICITADO POR : Almeida y Sánchez
FECHA : 12/08/2010

CONTENIDO DE HUMEDAD

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
183,29	162,31	126,24	58,16
179,88	159,74	124,90	57,81



LÍMITE PLÁSTICO

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
11,18	10,62	9,48	49,12
8,11	7,66	6,76	50,00

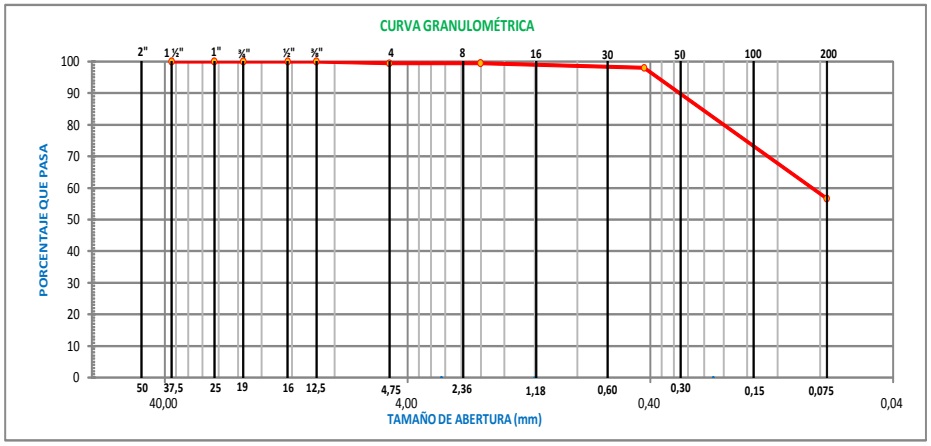
LÍMITE LÍQUIDO

N° DE GOLPES	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
20	27,70	24,02	18,13	62,48
28	28,49	24,76	18,42	58,83
35	26,06	23,33	18,26	53,85

ANALISIS GRANULOMÉTRICO

PESO suelo Húmedo (gr.) : 152,59 **PESO suelo Seco (gr.) :** 96,58

TAMIZ N°	DÍAMETRO (mm)	PESO RET. ACUM.	% RETENIDO	% QUE PASA
1 1/2"	37,50	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,50	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,50	0,00	0,00	100,00
4	4,750	0,46	0,48	99,52
10	2,000	0,52	0,54	99,46
40	0,425	1,86	1,93	98,07
200	0,075	41,80	43,28	56,72



RESULTADOS

% Humedad : 58
LL : 60
LP : 50
IP : 10

GRANULOMETRIA
% Grava : 0
% Arena : 43
% Finos : 57

CLASIFICACIÓN SUCS : MH
NOMBRE TÍPICO : Limo Elástico Arenoso

CLASIFICACIÓN AASHTO : A-5
INDICE DE GRUPO : 6

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

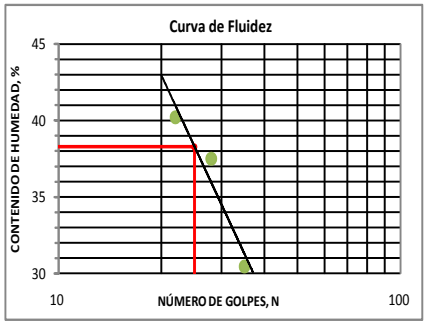
ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo
LOCALIZACIÓN : Absc: 2+010
SONDEO : 1,00 - 1,50 m
NORMA : ASTM D - 2484

SOLICITADO POR : Almeida y Sánchez
FECHA : 12/08/2010

CONTENIDO DE HUMEDAD

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
178,35	163,12	125,96	40,98
197,08	176,39	126,92	41,82



LÍMITE PLÁSTICO

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
11,49	11,24	10,43	30,86
5,35	5,15	4,52	31,75

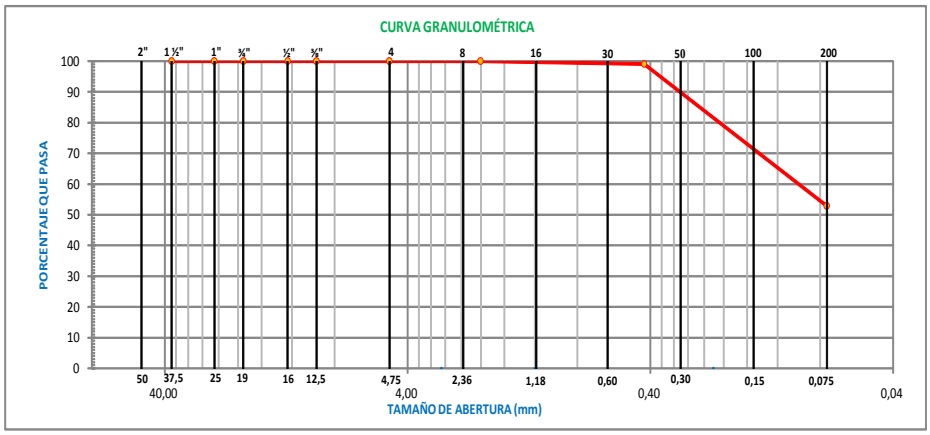
LÍMITE LÍQUIDO

N° DE GOLPES	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
22	31,84	27,98	18,38	40,21
28	29,80	26,79	18,76	37,48
35	31,56	28,57	18,75	30,45

ANALISIS GRANULOMÉTRICO

PESO suelo Húmedo (gr.) : 150,32
PESO suelo Seco (gr.) : 106,31

TAMIZ N°	DÍAMETRO (mm)	PESO RET. ACUM.	% RETENIDO	% QUE PASA
1 1/2"	37,50	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,50	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,50	0,00	0,00	100,00
4	4,750	0,00	0,00	100,00
10	2,000	0,00	0,00	100,00
40	0,425	0,93	0,87	99,13
200	0,075	50,07	47,10	52,90



RESULTADOS

% Humedad : 41
LL : 38
LP : 31
IP : 7

GRANULOMETRIA
% Grava : 0
% Arena : 47
% Finos : 53

CLASIFICACIÓN SUCS : CL
NOMBRE TÍPICO : Arcilla Ligera Arenosa

CLASIFICACIÓN AASHTO : A-4
INDICE DE GRUPO : 2

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo
LOCALIZACIÓN : Absc: 2+500
SONDEO : 0,00 - 0,50 m
NORMA : ASTM D - 2484

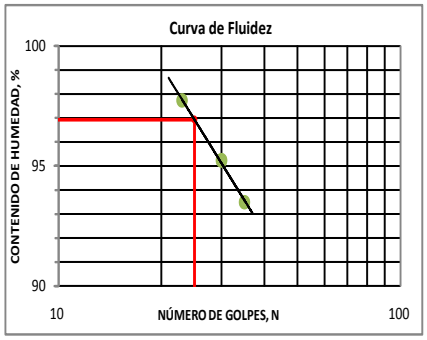
SOLICITADO POR : Almeida y Sánchez
FECHA : 12/08/2010

CONTENIDO DE HUMEDAD

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
179,81	151,38	125,60	110,28
171,22	146,54	123,99	109,45

LÍMITE PLÁSTICO

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
9,89	9,70	9,47	82,61
6,92	6,68	6,39	82,76



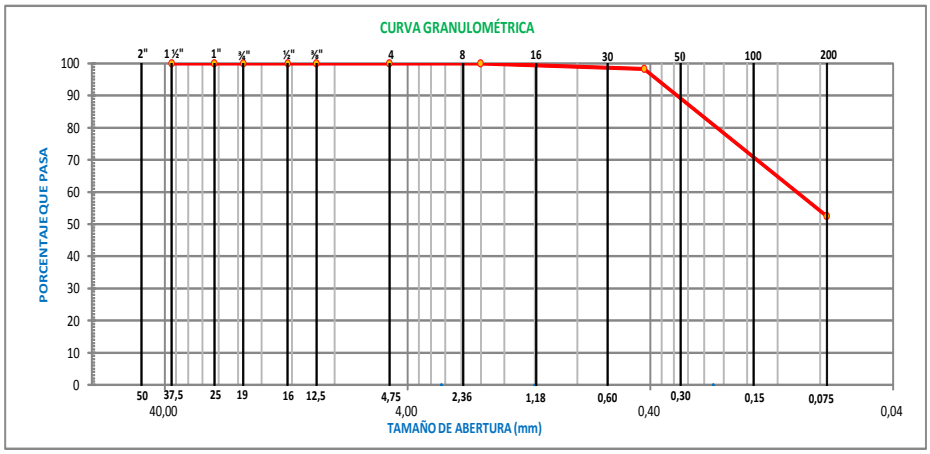
LÍMITE LÍQUIDO

N° DE GOLPES	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
23	24,89	21,89	18,82	97,72
30	30,78	24,99	18,91	95,23
35	27,73	23,14	18,23	93,48

ANALISIS GRANULOMÉTRICO

PESO suelo Húmedo (gr.) : 151,51 **PESO suelo Seco (gr.) :** 72,19

TAMIZ N°	DÍAMETRO (mm)	PESO RET. ACUM.	% RETENIDO	% QUE PASA
1 1/2"	37,50	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,50	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,50	0,00	0,00	100,00
4	4,750	0,00	0,00	100,00
10	2,000	0,00	0,00	100,00
40	0,425	1,25	1,73	98,27
200	0,075	34,30	47,51	52,49



RESULTADOS

% Humedad : 110
LL : 97
LP : 83
IP : 14

GRANULOMETRIA
% Grava : 0
% Arena : 48
% Finos : 52

CLASIFICACIÓN SUCS : MH
NOMBRE TÍPICO : Limo Elástico Arenoso

CLASIFICACIÓN AASHTO : A-7-5
INDICE DE GRUPO : 10

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo
LOCALIZACIÓN : Absc: 2+500
SONDEO : 0,50 - 1,00 m
NORMA : ASTM D - 2484

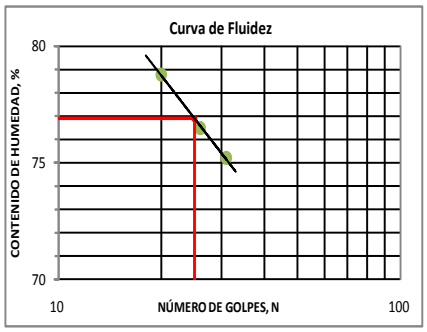
SOLICITADO POR : Almeida y Sánchez
FECHA : 12/08/2010

CONTENIDO DE HUMEDAD

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
221,67	198,55	161,92	63,12
188,55	163,45	123,58	62,95

LÍMITE PLÁSTICO

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
8,26	7,67	6,75	64,13
8,16	7,63	6,80	63,86



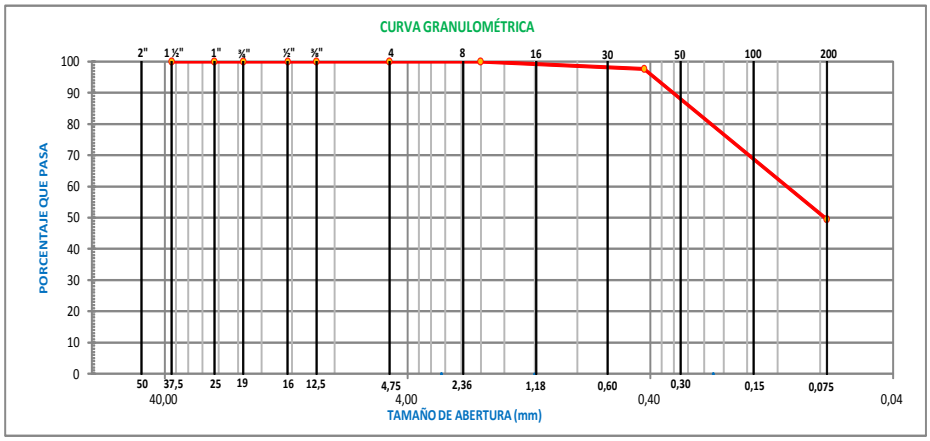
LÍMITE LÍQUIDO

N° DE GOLPES	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
20	24,91	21,68	17,58	78,78
26	25,90	22,81	18,77	76,49
31	25,36	22,51	18,72	75,20

ANALISIS GRANULOMÉTRICO

PESO suelo Húmedo (gr.) : 150,65 **PESO suelo Seco (gr.) :** 92,40

TAMIZ N°	DÍAMETRO (mm)	PESO RET. ACUM.	% RETENIDO	% QUE PASA
1 1/2"	37,50	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,50	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,50	0,00	0,00	100,00
4	4,750	0,00	0,00	100,00
10	2,000	0,00	0,00	100,00
40	0,425	2,22	2,40	97,60
200	0,075	46,69	50,53	49,47



RESULTADOS

% Humedad : 63
LL : 77
LP : 64
IP : 13

GRANULOMETRIA
% Grava : 0
% Arena : 51
% Finos : 49

CLASIFICACIÓN SUCS : SM
NOMBRE TÍPICO : Arena Limosa

CLASIFICACIÓN AASHTO : A-7-5
INDICE DE GRUPO : 7

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo
LOCALIZACIÓN : Absc: 2+500
SONDEO : 1,00 - 1,50 m
NORMA : ASTM D - 2484

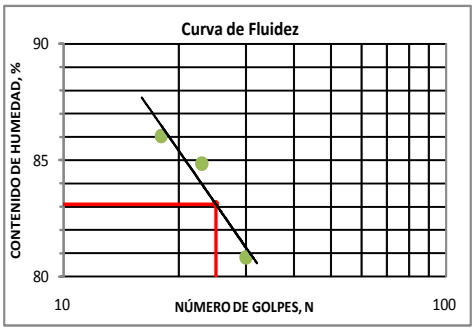
SOLICITADO POR : Almeida y Sánchez
FECHA : 12/08/2010

CONTENIDO DE HUMEDAD

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
64,49	45,34	18,84	72,26
64,67	45,13	18,37	73,02

LÍMITE PLÁSTICO

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
8,03	7,50	6,75	70,67
8,10	7,52	6,71	71,60



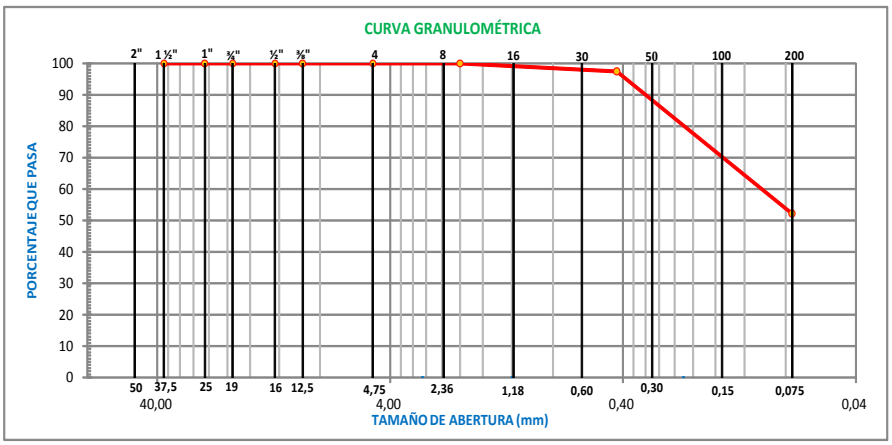
LÍMITE LÍQUIDO

N° DE GOLPES	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
18	29,27	24,53	19,02	86,03
23	27,23	23,31	18,69	84,85
30	27,42	23,08	17,71	80,82

ANALISIS GRANULOMÉTRICO

PESO Suelo Húmedo (gr.): 151,41 **PESO Suelo Seco (gr.):** 87,70

TAMIZ N°	DÍAMETRO (mm)	PESO RET. ACUM.	% RETENIDO	% QUE PASA
1 1/2"	37,50	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,50	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,50	0,00	0,00	100,00
4	4,750	0,00	0,00	100,00
10	2,000	0,00	0,00	100,00
40	0,425	2,29	2,61	97,39
200	0,075	41,96	47,84	52,16



RESULTADOS

% Humedad : 73
LL : 83
LP : 71
IP : 12

GRANULOMETRIA
% Grava : 0
% Arena : 48
% Finos : 52

CLASIFICACIÓN SUCS : MH
NOMBRE TÍPICO : Limo Elástico Arenoso

CLASIFICACIÓN AASHTO : A-7-5
INDICE DE GRUPO : 8

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo
LOCALIZACIÓN : Absc: 3+000
SONDEO : 0,00 - 0,50 m
NORMA : ASTM D - 2484

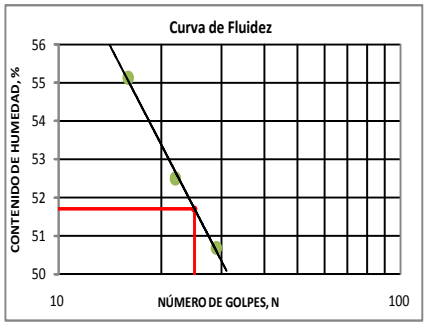
SOLICITADO POR : Almeida y Sánchez
FECHA : 13/08/2010

CONTENIDO DE HUMEDAD

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
197,55	173,13	125,27	51,02
205,08	178,15	125,55	51,20

LÍMITE PLÁSTICO

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
7,13	6,89	6,34	43,64
7,32	7,09	6,56	43,40



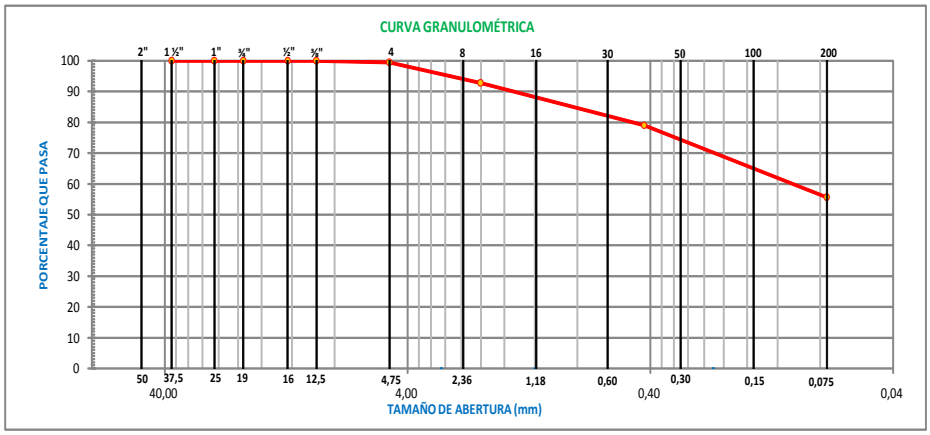
LÍMITE LÍQUIDO

N° DE GOLPES	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
16	30,87	27,32	20,88	55,12
22	30,65	26,55	18,74	52,50
29	23,09	21,24	17,59	50,68

ANALISIS GRANULOMÉTRICO

PESO suelo Húmedo (gr.) : 150,16
PESO suelo Seco (gr.) : 99,37

TAMIZ N°	DÍAMETRO (mm)	PESO RET. ACUM.	% RETENIDO	% QUE PASA
1 1/2"	37,50	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,50	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,50	0,00	0,00	100,00
4	4,750	0,54	0,54	99,46
10	2,000	7,17	7,22	92,78
40	0,425	20,76	20,89	79,11
200	0,075	44,11	44,39	55,61



RESULTADOS

% Humedad : 51
LL : 52
LP : 44
IP : 8

GRANULOMETRIA
% Grava : 1
% Arena : 44
% Finos : 56

CLASIFICACIÓN SUCS : MH
NOMBRE TÍPICO : Limo Elástico Arenoso

CLASIFICACIÓN AASHTO : A-5
INDICE DE GRUPO : 5

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo
LOCALIZACIÓN : Absc: 3+000
SONDEO : 0,50 - 1,00 m
NORMA : ASTM D - 2484

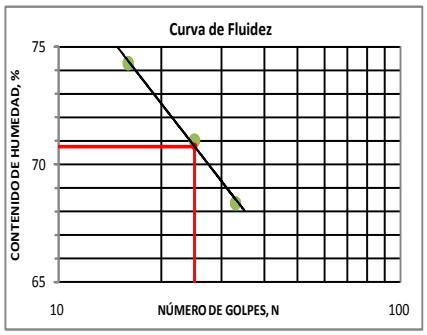
SOLICITADO POR : Almeida y Sánchez
FECHA : 13/08/2010

CONTENIDO DE HUMEDAD

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
200,04	171,85	126,75	62,51
214,31	180,19	125,18	62,03

LÍMITE PLÁSTICO

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
6,03	5,89	5,67	63,64
5,98	5,83	5,59	62,50



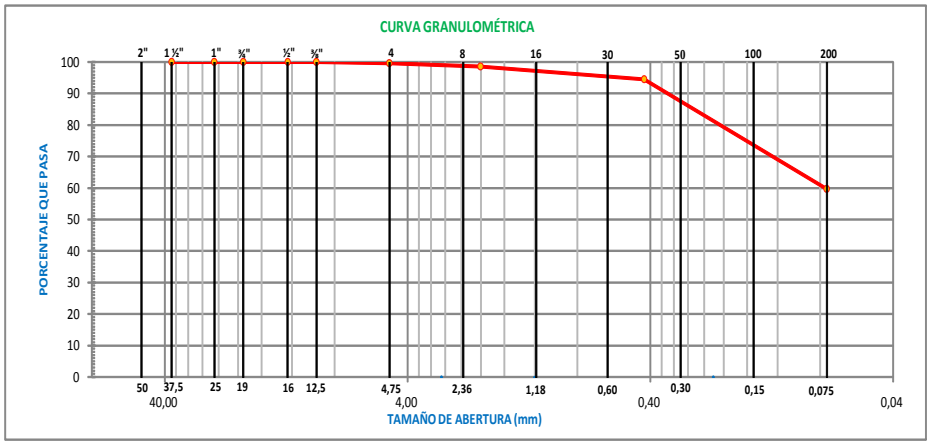
LÍMITE LÍQUIDO

N° DE GOLPES	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
16	129,44	126,81	123,27	74,29
25	133,44	130,06	125,30	71,01
33	132,47	129,08	124,12	68,35

ANALISIS GRANULOMÉTRICO

PESO suelo Húmedo (gr.) : 150,39 **PESO suelo Seco (gr.) :** 92,68

TAMIZ N°	DÍAMETRO (mm)	PESO RET. ACUM.	% RETENIDO	% QUE PASA
1 1/2"	37,50	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,50	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,50	0,00	0,00	100,00
4	4,750	0,40	0,43	99,57
10	2,000	1,40	1,51	98,49
40	0,425	5,12	5,52	94,48
200	0,075	37,40	40,35	59,65



RESULTADOS

% Humedad : 62
LL : 71
LP : 63
IP : 8

GRANULOMETRIA
% Grava : 0
% Arena : 40
% Finos : 60

CLASIFICACIÓN SUCS : MH
NOMBRE TÍPICO : Limo Elástico Arenoso

CLASIFICACIÓN AASHTO : A-5
INDICE DE GRUPO : 8

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo
LOCALIZACIÓN : Absc: 3+000
SONDEO : 1,00 - 1,50 m
NORMA : ASTM D - 2484

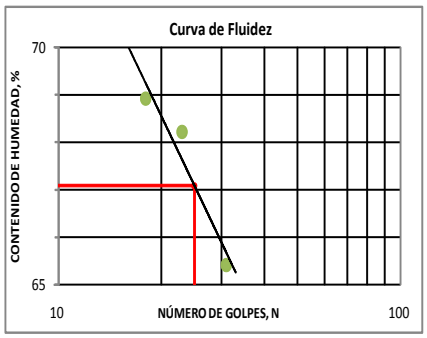
SOLICITADO POR : Almeida y Sánchez
FECHA : 13/08/2010

CONTENIDO DE HUMEDAD

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
64,74	46,63	18,73	64,91
65,35	47,63	19,97	64,06

LÍMITE PLÁSTICO

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
7,11	6,55	5,62	60,22
7,37	6,73	5,68	60,95



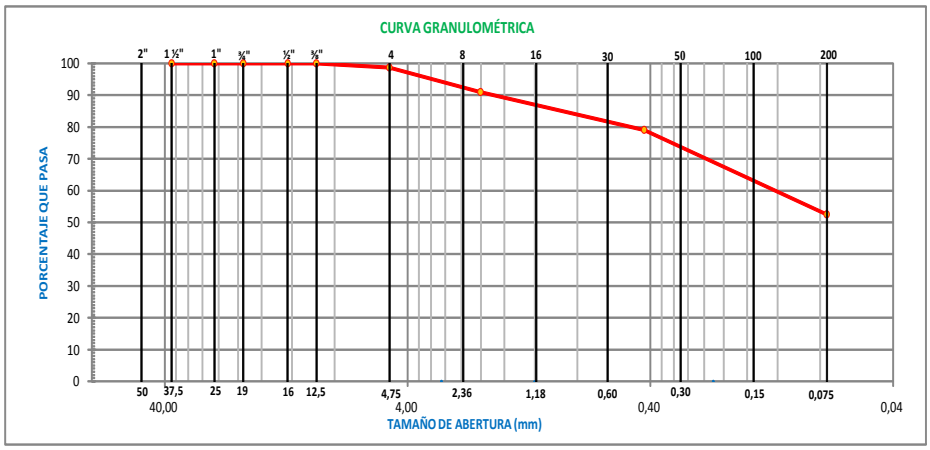
LÍMITE LÍQUIDO

N° DE GOLPES	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
18	28,77	25,71	21,27	68,92
23	31,86	27,61	21,38	68,22
31	29,80	27,02	22,77	65,41

ANALISIS GRANULOMÉTRICO

PESO suelo Húmedo (gr.) : 150,77 **PESO suelo Seco (gr.) :** 91,66

TAMIZ N°	DÍAMETRO (mm)	PESO RET. ACUM.	% RETENIDO	% QUE PASA
1 1/2"	37,50	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,50	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,50	0,00	0,00	100,00
4	4,750	1,20	1,31	98,69
10	2,000	8,34	9,10	90,90
40	0,425	19,20	20,95	79,05
200	0,075	43,58	47,54	52,46



RESULTADOS

% Humedad : 64
LL : 67
LP : 61
IP : 6

GRANULOMETRIA
% Grava : 1
% Arena : 46
% Finos : 52

CLASIFICACIÓN SUCS : MH
NOMBRE TÍPICO : Limo Elástico Arenoso

CLASIFICACIÓN AASHTO : A-5
INDICE DE GRUPO : 5

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo
LOCALIZACIÓN : Absc: 3+500
SONDEO : 0,00 - 0,50 m
NORMA : ASTM D - 2484

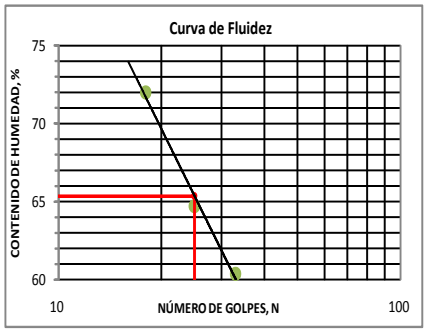
SOLICITADO POR : Almeida y Sánchez
FECHA : 13/08/2010

CONTENIDO DE HUMEDAD

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
175,81	157,83	125,78	56,10
177,09	158,62	125,41	55,62

LÍMITE PLÁSTICO

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
10,00	8,46	5,60	53,85
10,23	8,60	5,61	54,52



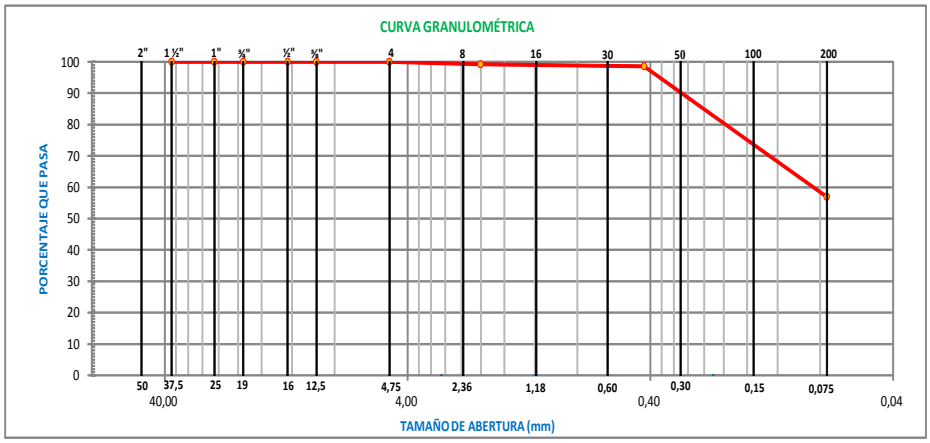
LÍMITE LÍQUIDO

N° DE GOLPES	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
18	21,84	14,52	4,35	71,98
25	24,87	16,88	4,53	64,70
33	29,17	20,73	6,75	60,37

ANALISIS GRANULOMÉTRICO

PESO suelo Húmedo (gr.) : 150,90
PESO suelo Seco (gr.) : 96,82

TAMIZ N°	DÍAMETRO (mm)	PESO RET. ACUM.	% RETENIDO	% QUE PASA
1 1/2"	37,50	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,50	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,50	0,00	0,00	100,00
4	4,750	0,00	0,00	100,00
10	2,000	0,80	0,83	99,17
40	0,425	1,42	1,47	98,53
200	0,075	41,73	43,10	56,90



RESULTADOS

% Humedad : 56
LL : 65
LP : 54
IP : 11

GRANULOMETRIA
% Grava : 0
% Arena : 43
% Finos : 57

CLASIFICACIÓN SUCS : MH
NOMBRE TÍPICO : Limo Elástico Arenoso

CLASIFICACIÓN AASHTO : A-7-5
INDICE DE GRUPO : 8

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo
LOCALIZACIÓN : Absc: 3+500
SONDEO : 0,50 - 1,00 m
NORMA : ASTM D - 2484

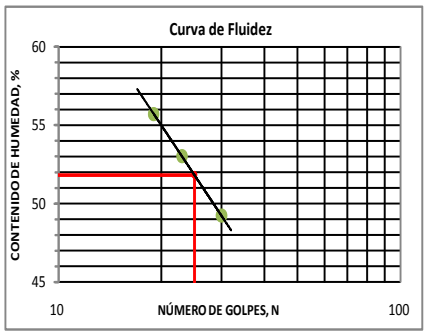
SOLICITADO POR : Almeida y Sánchez
FECHA : 13/08/2010

CONTENIDO DE HUMEDAD

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
190,54	168,74	125,78	50,74
192,34	169,12	124,06	51,53

LÍMITE PLÁSTICO

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
8,52	7,96	6,57	40,29
8,23	7,71	6,43	40,63



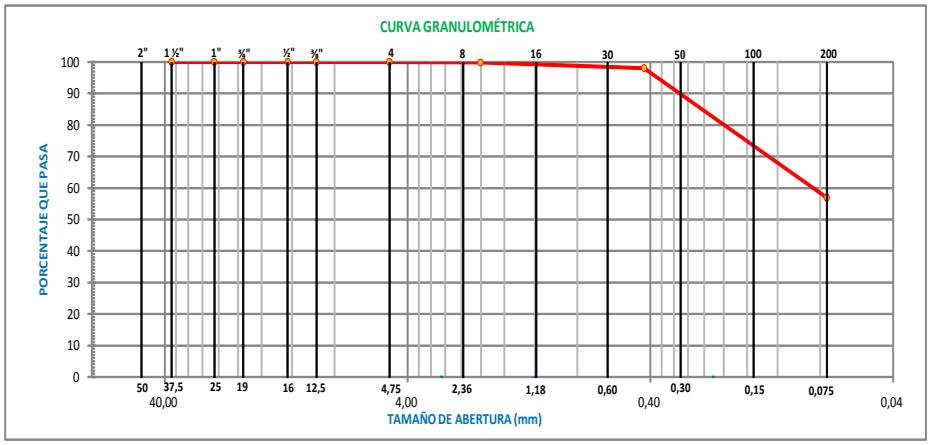
LÍMITE LÍQUIDO

N° DE GOLPES	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
19	28,81	25,10	18,44	55,71
23	30,72	26,42	18,31	53,02
30	24,87	22,65	18,14	49,22

ANALISIS GRANULOMÉTRICO

PESO suelo Húmedo (gr.) : 151,24 **PESO suelo Seco (gr.) :** 100,07

TAMIZ N°	DÍAMETRO (mm)	PESO RET. ACUM.	% RETENIDO	% QUE PASA
1 1/2"	37,50	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,50	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,50	0,00	0,00	100,00
4	4,750	0,00	0,00	100,00
10	2,000	0,10	0,10	99,90
40	0,425	1,99	1,99	98,01
200	0,075	43,12	43,09	56,91



RESULTADOS

% Humedad : 51
LL : 52
LP : 40
IP : 11

GRANULOMETRIA
% Grava : 0
% Arena : 43
% Finos : 57

CLASIFICACIÓN SUCS : MH
NOMBRE TÍPICO : Limo Elástico Arenoso

CLASIFICACIÓN AASHTO : A-7-5
INDICE DE GRUPO : 6

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo
LOCALIZACIÓN : Absc: 3+500
SONDEO : 1,00 - 1,50 m
NORMA : ASTM D - 2484

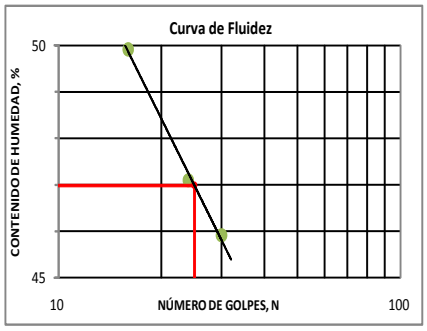
SOLICITADO POR : Almeida y Sánchez
FECHA : 13/08/2010

CONTENIDO DE HUMEDAD

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
192,08	170,92	127,52	48,76
190,53	168,87	124,08	48,36

LÍMITE PLÁSTICO

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
8,24	7,82	6,73	38,53
8,58	8,08	6,80	39,06



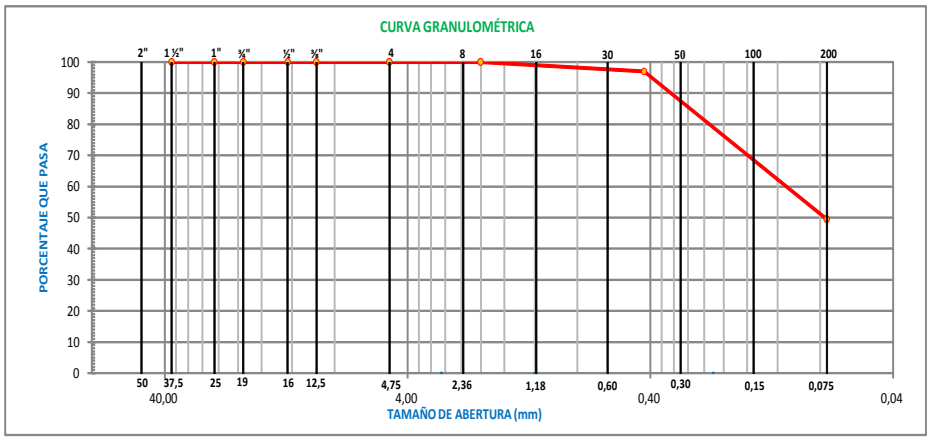
LÍMITE LÍQUIDO

N° DE GOLPES	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
16	27,12	24,33	18,74	49,91
24	28,33	25,33	18,96	47,10
30	27,32	24,29	17,69	45,91

ANALISIS GRANULOMÉTRICO

PESO suelo Húmedo (gr.) : 150,74
PESO suelo Seco (gr.) : 101,47

TAMIZ N°	DÍAMETRO (mm)	PESO RET. ACUM.	% RETENIDO	% QUE PASA
1 1/2"	37,50	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,50	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,50	0,00	0,00	100,00
4	4,750	0,00	0,00	100,00
10	2,000	0,04	0,04	99,96
40	0,425	3,01	2,97	97,03
200	0,075	51,28	50,54	49,46



RESULTADOS

% Humedad : 49
LL : 47
LP : 39
IP : 8

GRANULOMETRIA
% Grava : 0
% Arena : 51
% Finos : 49

CLASIFICACIÓN SUCS : SM
NOMBRE TÍPICO : Arena Limosa

CLASIFICACIÓN AASHTO : A-5
INDICE DE GRUPO : 3

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo
LOCALIZACIÓN : Absc: 4+020
SONDEO : 0,00 - 0,50 m
NORMA : ASTM D - 2484

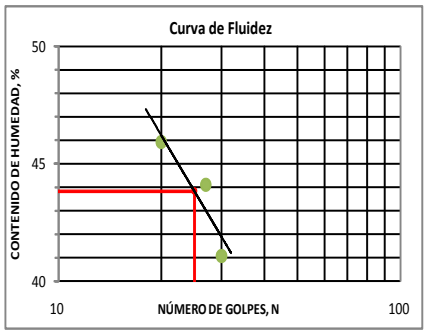
SOLICITADO POR : Almeida y Sánchez
FECHA : 14/08/2010

CONTENIDO DE HUMEDAD

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
188,24	168,12	127,12	49,07
188,84	167,45	123,70	48,89

LÍMITE PLÁSTICO

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
7,34	7,09	6,38	35,21
10,36	10,13	9,48	35,38



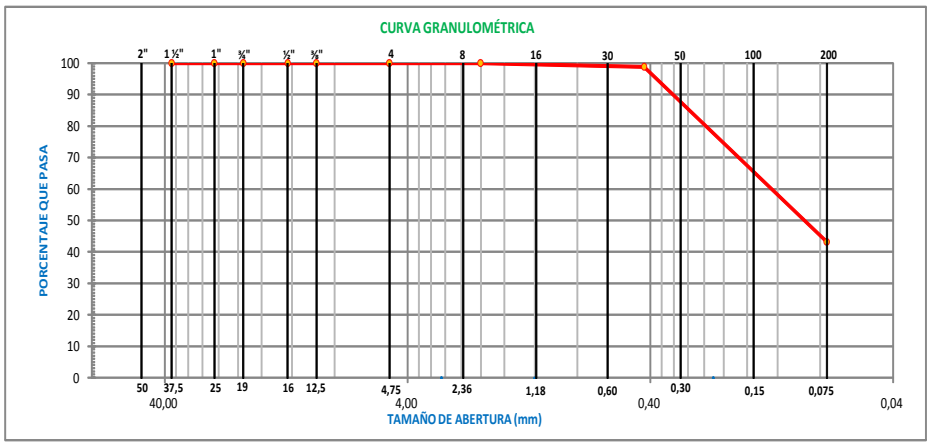
LÍMITE LÍQUIDO

N° DE GOLPES	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
20	24,55	22,75	18,83	45,92
27	25,32	23,15	18,23	44,11
30	26,26	24,12	18,91	41,07

ANALISIS GRANULOMÉTRICO

PESO suelo Húmedo (gr.) : 150,99 **PESO suelo Seco (gr.) :** 101,35

TAMIZ N°	DÍAMETRO (mm)	PESO RET. ACUM.	% RETENIDO	% QUE PASA
1 1/2"	37,50	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,50	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,50	0,00	0,00	100,00
4	4,750	0,00	0,00	100,00
10	2,000	0,00	0,00	100,00
40	0,425	1,26	1,24	98,76
200	0,075	57,51	56,75	43,25



RESULTADOS

% Humedad : 49
LL : 44
LP : 35
IP : 9

GRANULOMETRIA
% Grava : 0
% Arena : 57
% Finos : 43

CLASIFICACIÓN SUCS : SM
NOMBRE TÍPICO : Arena Limosa

CLASIFICACIÓN AASHTO : A-5
INDICE DE GRUPO : 1

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo
LOCALIZACIÓN : Absc: 4+020
SONDEO : 0,50 - 1,00 m
NORMA : ASTM D - 2484

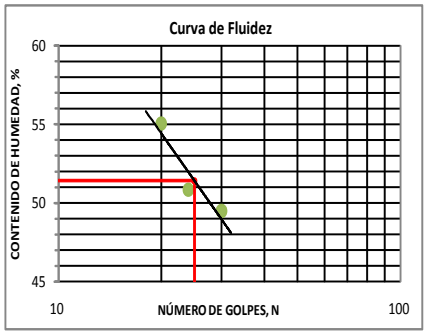
SOLICITADO POR : Almeida y Sánchez
FECHA : 14/08/2010

CONTENIDO DE HUMEDAD

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
65,16	49,53	18,78	50,83
65,59	49,99	18,72	49,89

LÍMITE PLÁSTICO

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
5,33	5,06	4,43	42,86
6,38	6,13	5,56	43,86



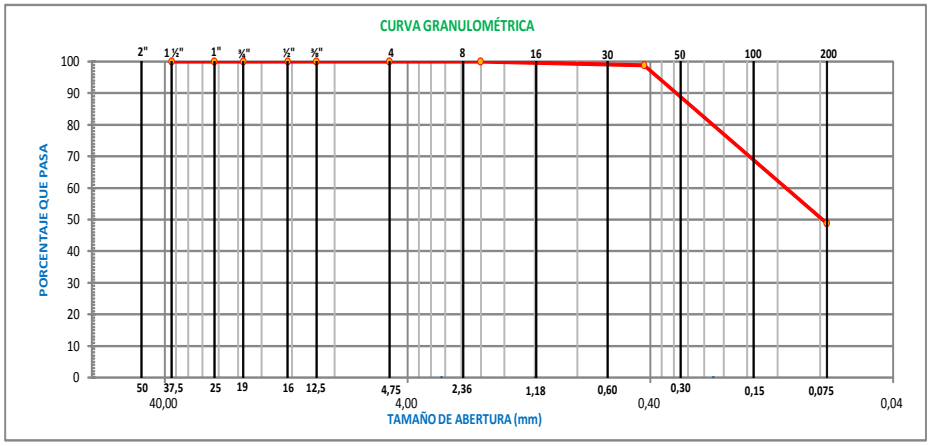
LÍMITE LÍQUIDO

N° DE GOLPES	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
20	23,03	21,50	18,72	55,04
24	27,93	24,91	18,97	50,84
30	26,18	23,79	18,96	49,48

ANALISIS GRANULOMÉTRICO

PESO suelo Húmedo (gr.) : 151,97 **PESO suelo Seco (gr.) :** 101,07

TAMIZ N°	DÍAMETRO (mm)	PESO RET. ACUM.	% RETENIDO	% QUE PASA
1 1/2"	37,50	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,50	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,50	0,00	0,00	100,00
4	4,750	0,00	0,00	100,00
10	2,000	0,00	0,00	100,00
40	0,425	1,23	1,22	98,78
200	0,075	51,74	51,19	48,81



RESULTADOS

% Humedad : 50
LL : 51
LP : 43
IP : 8

GRANULOMETRIA
% Grava : 0
% Arena : 51
% Finos : 49

CLASIFICACIÓN SUCS : SM
NOMBRE TÍPICO : Arena Limosa

CLASIFICACIÓN AASHTO : A-5
INDICE DE GRUPO : 3

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo
LOCALIZACIÓN : Absc: 4+020
SONDEO : 1,00 - 1,50 m
NORMA : ASTM D - 2484

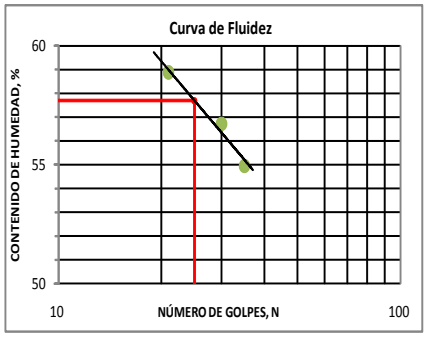
SOLICITADO POR : Almeida y Sánchez
FECHA : 14/08/2010

CONTENIDO DE HUMEDAD

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
228,65	204,41	162,03	57,20
178,76	159,93	126,68	56,63

LÍMITE PLÁSTICO

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
6,97	6,80	6,42	44,74
4,94	4,79	4,46	45,45



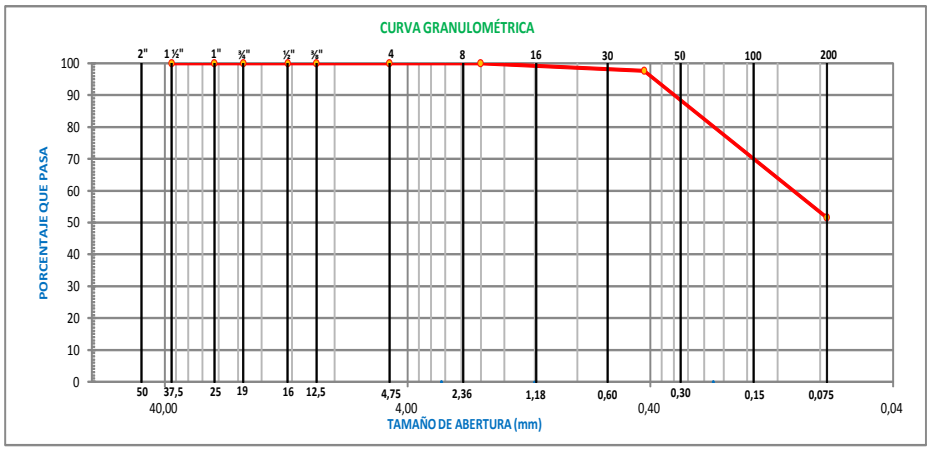
LÍMITE LÍQUIDO

N° DE GOLPES	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
21	26,65	23,30	17,61	58,88
30	25,82	23,37	19,05	56,71
35	30,18	26,12	18,73	54,94

ANALISIS GRANULOMÉTRICO

PESO suelo Húmedo (gr.) : 151,33
PESO suelo Seco (gr.) : 96,44

TAMIZ N°	DÍAMETRO (mm)	PESO RET. ACUM.	% RETENIDO	% QUE PASA
1 1/2"	37,50	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,50	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,50	0,00	0,00	100,00
4	4,750	0,00	0,00	100,00
10	2,000	0,00	0,00	100,00
40	0,425	2,32	2,41	97,59
200	0,075	46,74	48,46	51,54



RESULTADOS

% Humedad : 57
LL : 58
LP : 45
IP : 13

GRANULOMETRIA
% Grava : 0
% Arena : 48
% Finos : 52

CLASIFICACIÓN SUCS : MH
NOMBRE TÍPICO : Limo Elástico Arenoso

CLASIFICACIÓN AASHTO : A-7-5
INDICE DE GRUPO : 6

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo
LOCALIZACIÓN : Absc: 4+500
SONDEO : 0,00 - 0,50 m
NORMA : ASTM D - 2484

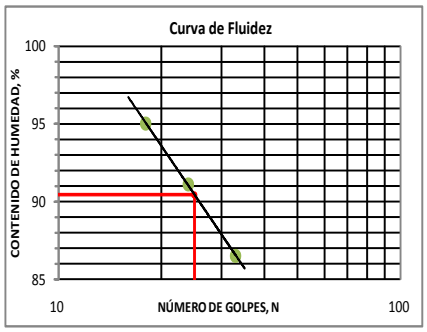
SOLICITADO POR : Almeida y Sánchez
FECHA : 16/08/2010

CONTENIDO DE HUMEDAD

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
177,10	154,36	125,33	78,33
172,87	152,85	127,06	77,63

LÍMITE PLÁSTICO

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
7,17	6,71	6,13	79,31
11,41	11,00	10,48	78,85



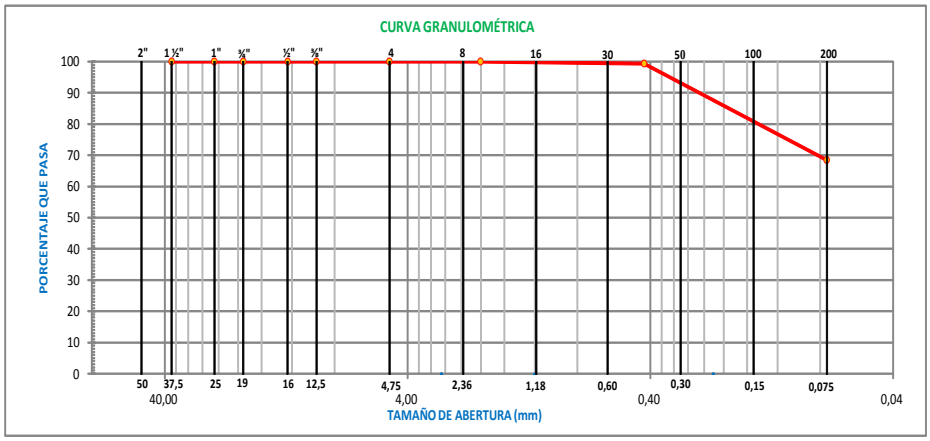
LÍMITE LÍQUIDO

N° DE GOLPES	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
18	29,85	25,65	21,23	95,02
24	31,36	26,55	21,27	91,10
33	29,14	25,55	21,40	86,51

ANALISIS GRANULOMÉTRICO

PESO suelo Húmedo (gr.) : 151,65
PESO suelo Seco (gr.) : 85,21

TAMIZ N°	DÍAMETRO (mm)	PESO RET. ACUM.	% RETENIDO	% QUE PASA
1 1/2"	37,50	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,50	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,50	0,00	0,00	100,00
4	4,750	0,00	0,00	100,00
10	2,000	0,00	0,00	100,00
40	0,425	0,61	0,72	99,28
200	0,075	26,91	31,58	68,42



RESULTADOS

% Humedad : 78
LL : 90
LP : 79
IP : 11

GRANULOMETRIA
% Grava : 0
% Arena : 32
% Finos : 68

CLASIFICACIÓN SUCS : MH
NOMBRE TÍPICO : Limo Elástico Arenoso

CLASIFICACIÓN AASHTO : A-7-5
INDICE DE GRUPO : 16

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo
LOCALIZACIÓN : Absc: 4+500
SONDEO : 0,50 - 1,00 m
NORMA : ASTM D - 2484

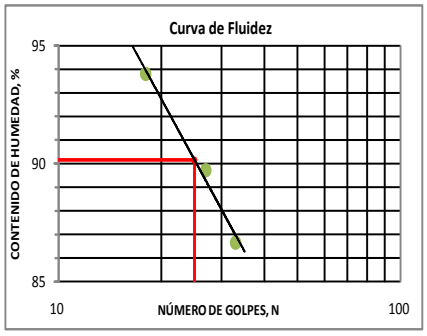
SOLICITADO POR : Almeida y Sánchez
FECHA : 16/08/2010

CONTENIDO DE HUMEDAD

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
187,76	162,87	126,43	68,30
190,43	164,12	126,45	69,84

LÍMITE PLÁSTICO

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
7,10	6,46	5,61	75,29
7,24	6,52	5,56	75,00



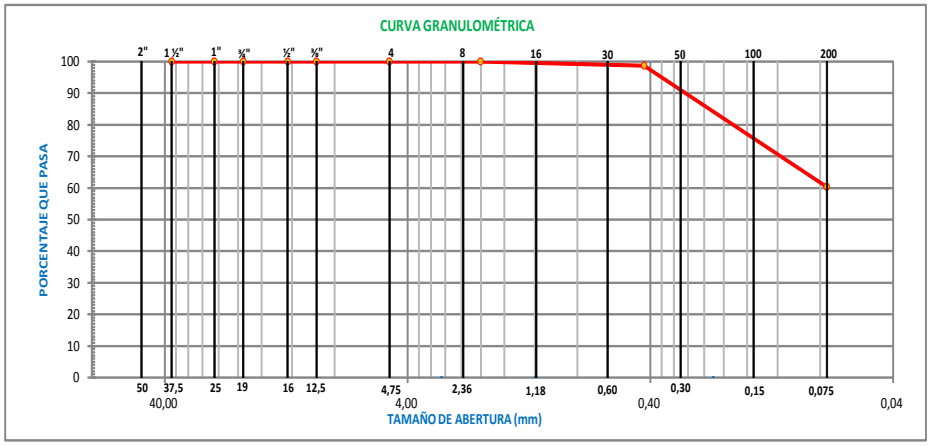
LÍMITE LÍQUIDO

N° DE GOLPES	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
18	31,75	26,76	21,44	93,80
27	29,41	25,57	21,29	89,72
33	28,45	25,14	21,32	86,65

ANALISIS GRANULOMÉTRICO

PESO suelo Húmedo (gr.) : 152,47 **PESO suelo Seco (gr.) :** 90,18

TAMIZ N°	DÍAMETRO (mm)	PESO RET. ACUM.	% RETENIDO	% QUE PASA
1 1/2"	37,50	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,50	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,50	0,00	0,00	100,00
4	4,750	0,00	0,00	100,00
10	2,000	0,00	0,00	100,00
40	0,425	1,22	1,35	98,65
200	0,075	35,78	39,68	60,32



RESULTADOS

% Humedad : 69
LL : 90
LP : 75
IP : 15

GRANULOMETRIA
% Grava : 0
% Arena : 40
% Finos : 60

CLASIFICACIÓN SUCS : MH
NOMBRE TÍPICO : Limo Elástico Arenoso

CLASIFICACIÓN AASHTO : A-7-5
INDICE DE GRUPO : 14

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo
LOCALIZACIÓN : Absc: 4+500
SONDEO : 1,00 - 1,50 m
NORMA : ASTM D - 2484

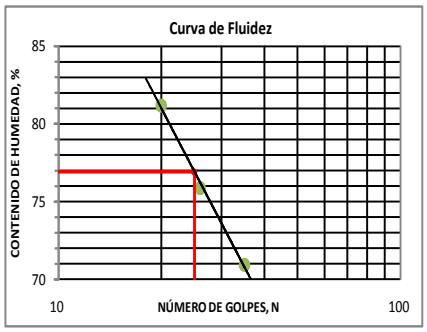
SOLICITADO POR : Almeida y Sánchez
FECHA : 16/08/2010

CONTENIDO DE HUMEDAD

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
183,82	160,36	125,57	67,43
184,10	160,47	125,01	66,64

LÍMITE PLÁSTICO

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
5,20	4,89	4,43	67,39
5,88	5,78	5,63	66,67



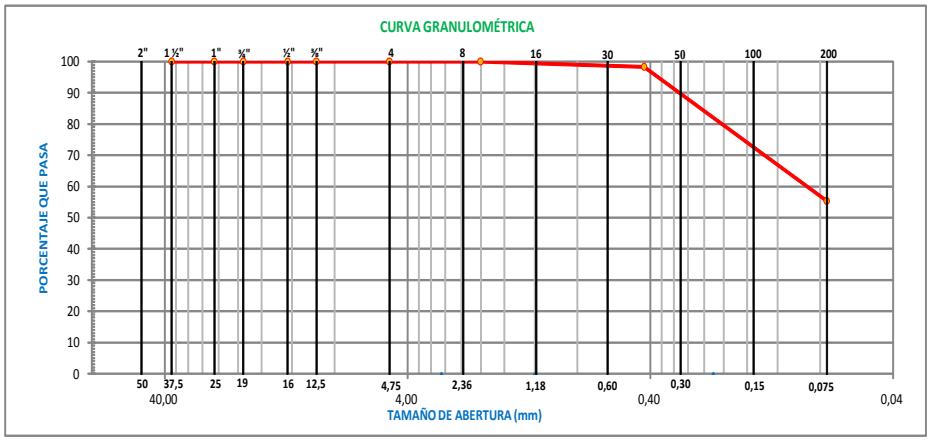
LÍMITE LÍQUIDO

N° DE GOLPES	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
20	133,17	129,85	125,76	81,17
26	135,26	131,55	126,66	75,87
35	136,00	131,56	125,30	70,93

ANALISIS GRANULOMÉTRICO

PESO suelo Húmedo (gr.) : 152,01
PESO suelo Seco (gr.) : 91,00

TAMIZ N°	DÍAMETRO (mm)	PESO RET. ACUM.	% RETENIDO	% QUE PASA
1 1/2"	37,50	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,50	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,50	0,00	0,00	100,00
4	4,750	0,00	0,00	100,00
10	2,000	0,00	0,00	100,00
40	0,425	1,59	1,75	98,25
200	0,075	40,55	44,56	55,44



RESULTADOS

% Humedad : 67
LL : 77
LP : 67
IP : 10

GRANULOMETRIA
% Grava : 0
% Arena : 45
% Finos : 55

CLASIFICACIÓN SUCS : MH
NOMBRE TÍPICO : Limo Elástico Arenoso

CLASIFICACIÓN AASHTO : A-5
INDICE DE GRUPO : 8

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

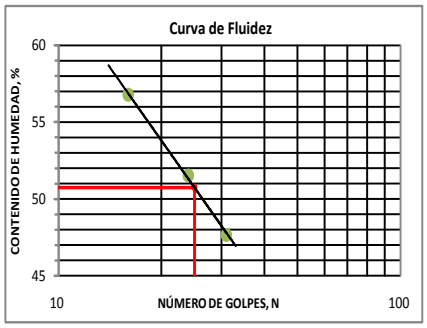
ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo
LOCALIZACIÓN : Absc: 5+000
SONDEO : 0,00 - 0,50 m
NORMA : ASTM D - 2484

SOLICITADO POR : Almeida y Sánchez
FECHA : 17/08/2010

CONTENIDO DE HUMEDAD

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
193,28	172,24	127,87	47,42
203,49	190,64	163,46	47,28



LÍMITE PLÁSTICO

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
9,14	8,36	6,59	44,07
11,10	10,29	8,45	44,02

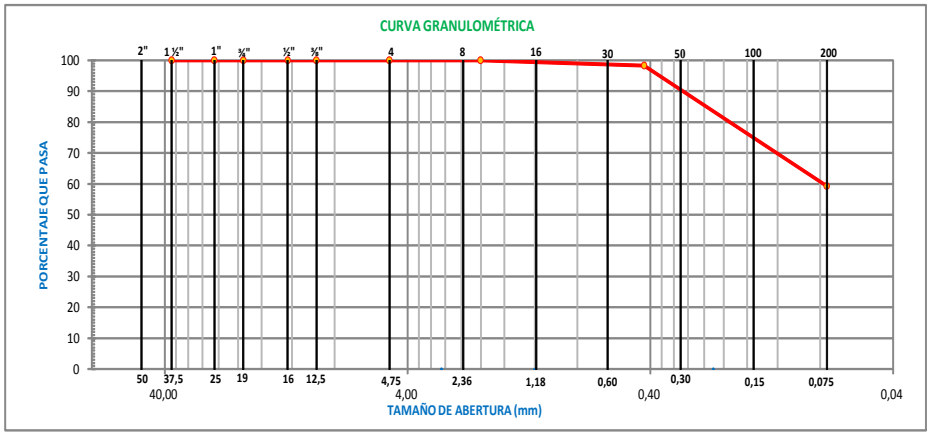
LÍMITE LÍQUIDO

N° DE GOLPES	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
16	31,76	27,99	21,35	56,78
24	30,82	27,60	21,35	51,52
31	28,92	26,47	21,33	47,67

ANALISIS GRANULOMÉTRICO

PESO suelo Húmedo (gr.) : 150,88 **PESO suelo Seco (gr.) :** 102,40

TAMIZ N°	DÍAMETRO (mm)	PESO RET. ACUM.	% RETENIDO	% QUE PASA
1 1/2"	37,50	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,50	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,50	0,00	0,00	100,00
4	4,750	0,00	0,00	100,00
10	2,000	0,00	0,00	100,00
40	0,425	1,77	1,73	98,27
200	0,075	41,64	40,67	59,33



RESULTADOS

% Humedad : 47
LL : 51
LP : 44
IP : 7

GRANULOMETRIA
% Grava : 0
% Arena : 41
% Finos : 59

CLASIFICACIÓN SUCS : MH
NOMBRE TÍPICO : Limo Elástico Arenoso

CLASIFICACIÓN AASHTO : A-5
INDICE DE GRUPO : 5

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo
LOCALIZACIÓN : Absc: 5+000
SONDEO : 0,50 - 1,00 m
NORMA : ASTM D - 2484

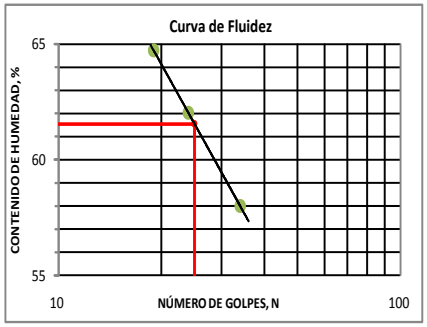
SOLICITADO POR : Almeida y Sánchez
FECHA : 17/08/2010

CONTENIDO DE HUMEDAD

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
210,43	180,56	125,47	54,22
208,34	178,98	125,66	55,06

LÍMITE PLÁSTICO

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
4,71	4,58	4,35	56,52
4,48	4,35	4,12	56,52



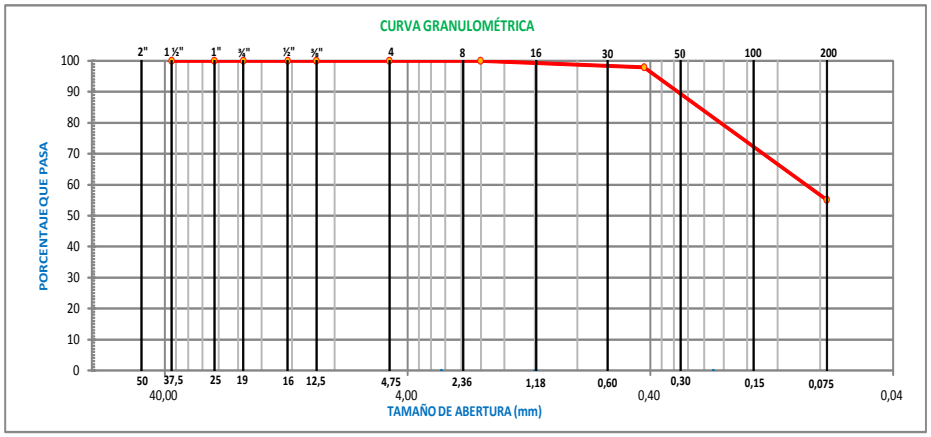
LÍMITE LÍQUIDO

N° DE GOLPES	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
19	31,81	28,82	24,20	64,72
24	22,21	17,67	10,35	62,02
34	22,08	17,84	10,53	58,00

ANALISIS GRANULOMÉTRICO

PESO suelo Húmedo (gr.) : 150,40 **PESO suelo Seco (gr.) :** 97,26

TAMIZ N°	DÍAMETRO (mm)	PESO RET. ACUM.	% RETENIDO	% QUE PASA
1 1/2"	37,50	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,50	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,50	0,00	0,00	100,00
4	4,750	0,00	0,00	100,00
10	2,000	0,00	0,00	100,00
40	0,425	2,10	2,16	97,84
200	0,075	43,63	44,86	55,14



RESULTADOS

% Humedad : 55
LL : 62
LP : 57
IP : 5

GRANULOMETRIA
% Grava : 0
% Arena : 45
% Finos : 55

CLASIFICACIÓN SUCS : MH
NOMBRE TÍPICO : Limo Elástico Arenoso

CLASIFICACIÓN AASHTO : A-5
INDICE DE GRUPO : 4

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo
LOCALIZACIÓN : Absc: 5+000
SONDEO : 1,00 - 1,50 m
NORMA : ASTM D - 2484

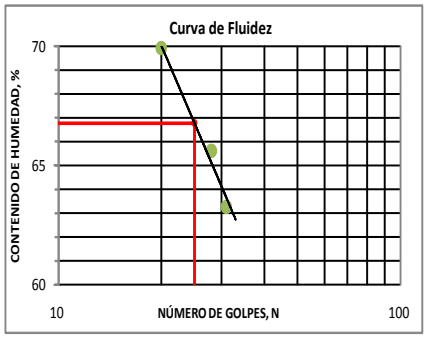
SOLICITADO POR : Almeida y Sánchez
FECHA : 17/08/2010

CONTENIDO DE HUMEDAD

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
185,35	162,15	123,21	59,58
185,23	161,04	120,30	59,38

LÍMITE PLÁSTICO

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
10,73	10,61	10,42	63,16
6,89	6,74	6,50	62,50



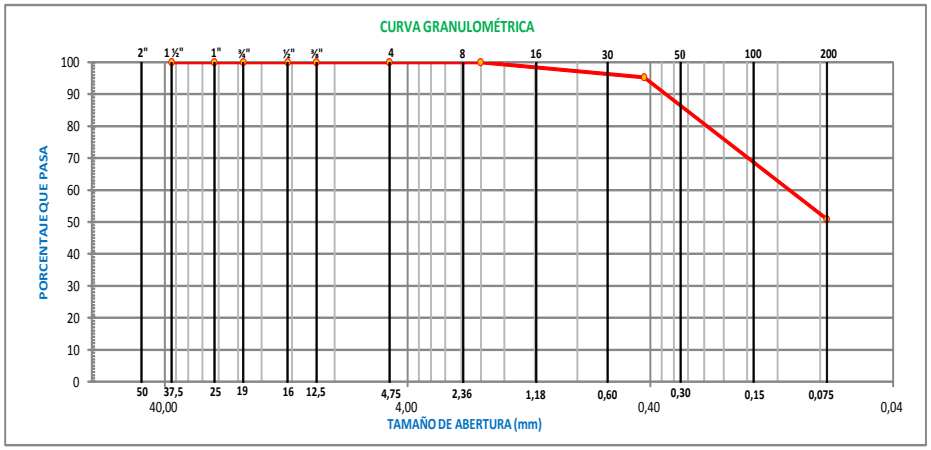
LÍMITE LÍQUIDO

N° DE GOLPES	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad
20	132,97	128,95	123,20	69,91
28	137,11	132,55	125,60	65,61
31	136,78	132,51	125,76	63,26

ANALISIS GRANULOMÉTRICO

PESO suelo Húmedo (gr.) : 151,18
PESO suelo Seco (gr.) : 94,80

TAMIZ N°	DÍAMETRO (mm)	PESO RET. ACUM.	% RETENIDO	% QUE PASA
1 1/2"	37,50	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,50	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,50	0,00	0,00	100,00
4	4,750	0,00	0,00	100,00
10	2,000	0,00	0,00	100,00
40	0,425	4,50	4,75	95,25
200	0,075	46,48	49,03	50,97



RESULTADOS

% Humedad : 59
LL : 67
LP : 63
IP : 4

GRANULOMETRIA
% Grava : 0
% Arena : 49
% Finos : 51

CLASIFICACIÓN SUCS : MH
NOMBRE TÍPICO : Limo Elástico Arenoso

CLASIFICACIÓN AASHTO : A-5
INDICE DE GRUPO : 3

3.2 Gravedad Específica

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

GRAVEDAD ESPECÍFICA

OBRA : Vía Las Mercedes - Puerto Nuevo
LOCALIZACIÓN : Abs 0+020
NORMA : ASTM D 854

SOLICITADO POR : Almeida - Sánchez
FECHA : 02/09/2010

Ensayo #	T (°C)	K	Ms (gr)	Mmw (gr)	Mmws (gr)	Gs (gr/cm^3)
1	20	1,0000	50	665,77	696,95	2,66

Gs = (K * Ms) / (Ms + Mmw - Mmws)
donde:
Gs = Gravedad Específica.
Ms = Masa del suelo.
Mmws = Masa del matraz + agua + suelo.
Mmw = Masa del matraz + agua.
K = Factor de corrección de acuerdo a la temperatura T del ensayo.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

GRAVEDAD ESPECÍFICA

OBRA : Vía Las Mercedes - Puerto Nuevo
LOCALIZACIÓN : Abs 1+000
NORMA : ASTM D854

SOLICITADO POR : Almeida - Sánchez
FECHA : 02/09/2010

Ensayo #	T (°C)	K	Ms (gr)	Mmw (gr)	Mmws (gr)	Gs (gr/cm^3)
1	20	1,0000	50	665,77	696,99	2,66

Gs = (K * Ms) / (Ms + Mmw - Mmws)
donde:
Gs = Gravedad Específica.
Ms = Masa del suelo.
Mmws = Masa del matraz + agua + suelo.
Mmw = Masa del matraz + agua.
K = Factor de corrección de acuerdo a la temperatura T del ensayo.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

GRAVEDAD ESPECÍFICA

OBRA : Vía Las Mercedes - Puerto Nuevo
LOCALIZACIÓN : Abs 2+010
NORMA : ASTM D 854

SOLICITADO POR : Almeida - Sánchez
FECHA : 02/09/2010

Ensayo #	T (°C)	K	Ms (gr)	Mmw (gr)	Mmws (gr)	Gs (gr/cm^3)
1	23	0,9993	50	665,54	696,70	2,65

Gs = (K * Ms) / (Ms + Mmw - Mmws)
donde:
Gs = Gravedad Específica.
Ms = Masa del suelo.
Mmws = Masa del matraz + agua + suelo.
Mmw = Masa del matraz + agua.
K = Factor de corrección de acuerdo a la temperatura T del ensayo.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

GRAVEDAD ESPECÍFICA

OBRA : Vía Las Mercedes - Puerto Nuevo
LOCALIZACIÓN : Km 3+000
NORMA : ASTM D 854

SOLICITADO POR : Almeida - Sánchez
FECHA : 03/09/2010

Ensayo #	T (°C)	K	Ms (gr)	Mmw (gr)	Mmws (gr)	Gs (gr/cm^3)
1	20	1,0000	50	665,77	697,07	2,67

Gs = (K * Ms) / (Ms + Mmw - Mmws)
donde:
Gs = Gravedad Específica.
Ms = Masa del suelo.
Mmws = Masa del matraz + agua + suelo.
Mmw = Masa del matraz + agua.
K = Factor de corrección de acuerdo a la temperatura T del ensayo.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

GRAVEDAD ESPECÍFICA

OBRA : Vía Las Mercedes - Puerto Nuevo
LOCALIZACIÓN : Km 4+020
NORMA : ASTM D 854

SOLICITADO POR : Almeida - Sánchez
FECHA : 02/09/2010

Ensayo #	T (°C)	K	Ms (gr)	Mmw (gr)	Mmws (gr)	Gs (gr/cm^3)
1	21	0,9998	50	665,69	697,08	2,69

Gs = (K * Ms) / (Ms + Mmw - Mmws)
donde:
Gs = Gravedad Específica.
Ms = Masa del suelo.
Mmws = Masa del matraz + agua + suelo.
Mmw = Masa del matraz + agua.
K = Factor de corrección de acuerdo a la temperatura T del ensayo.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

GRAVEDAD ESPECÍFICA

OBRA : Vía Las Mercedes - Puerto Nuevo
LOCALIZACIÓN : Abs 5+000
NORMA : ASTM D 854

SOLICITADO POR : Almeida - Sánchez
FECHA : 02/10/2010

Ensayo #	T (°C)	K	Ms (gr)	Mmw (gr)	Mmws (gr)	Gs (gr/cm^3)
1	19	1,0002	50	665,85	697,11	2,67

Gs = (K * Ms) / (Ms + Mmw - Mmws)
donde:
Gs = Gravedad Específica.
Ms = Masa del suelo.
Mmws = Masa del matraz + agua + suelo.
Mmw = Masa del matraz + agua.
K = Factor de corrección de acuerdo a la temperatura T del ensayo.

3.3 Compactación

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

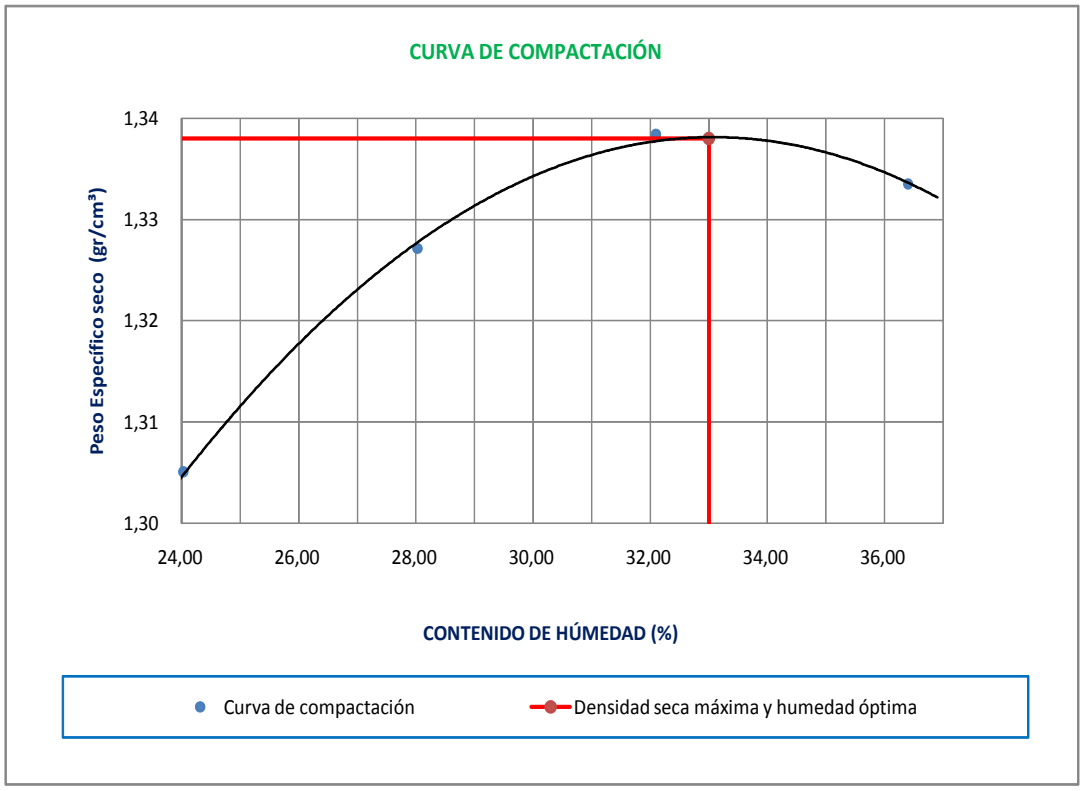
OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo
SOLICITADO POR : Tesis Almeida - Sánchez
LOCALIZACIÓN : Absc: 0+020
FECHA : 18/08/2010
NORMA : ASTM D - 1557

PROCTOR MODIFICADO (2700 KN · m/m³)

METODO : A
N° DE CAPAS : 5
N° DE GOLPES POR CAPA : 25
PESO MARTILLO : 10 lb.
ALTURA DE CAIDA DEL MARTILLO : 457,2 mm.
VOL. DE MOLDE : 944 cm³
PESO DEL MOLDE : 4292 gr.

N° DE PRUEBA	1		2		3		4	
Peso molde + suelo húmedo	5.820		5.896		5.961		6.009	
Peso molde (gr.)	4.292		4.292		4.292		4.292	
Peso suelo húmedo (gr.)	1.528		1.604		1.669		1.717	
Densidad húmeda (gr/cm³)	1,619		1,699		1,768		1,819	
Peso cap. + suelo húmedo	53,07	50,35	41,04	41,18	48,55	48,27	52,18	56,04
Peso cap. + suelo seco (gr.)	46,36	44,23	36,14	36,03	41,01	41,19	43,00	45,78
Peso cápsula (gr.)	18,46	18,74	18,72	17,59	17,61	19,05	17,71	17,67
Contenido de Humedad (%)	24,05	24,01	28,13	27,93	32,22	31,98	36,30	36,50
Humedad promedio (%)	24,03		28,03		32,10		36,40	
Densidad húmeda (gr/cm³)	1,305		1,327		1,338		1,333	

Densidad seca máxima = 1,338 gr/cm³ % Humedad Óptima = 33,00



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

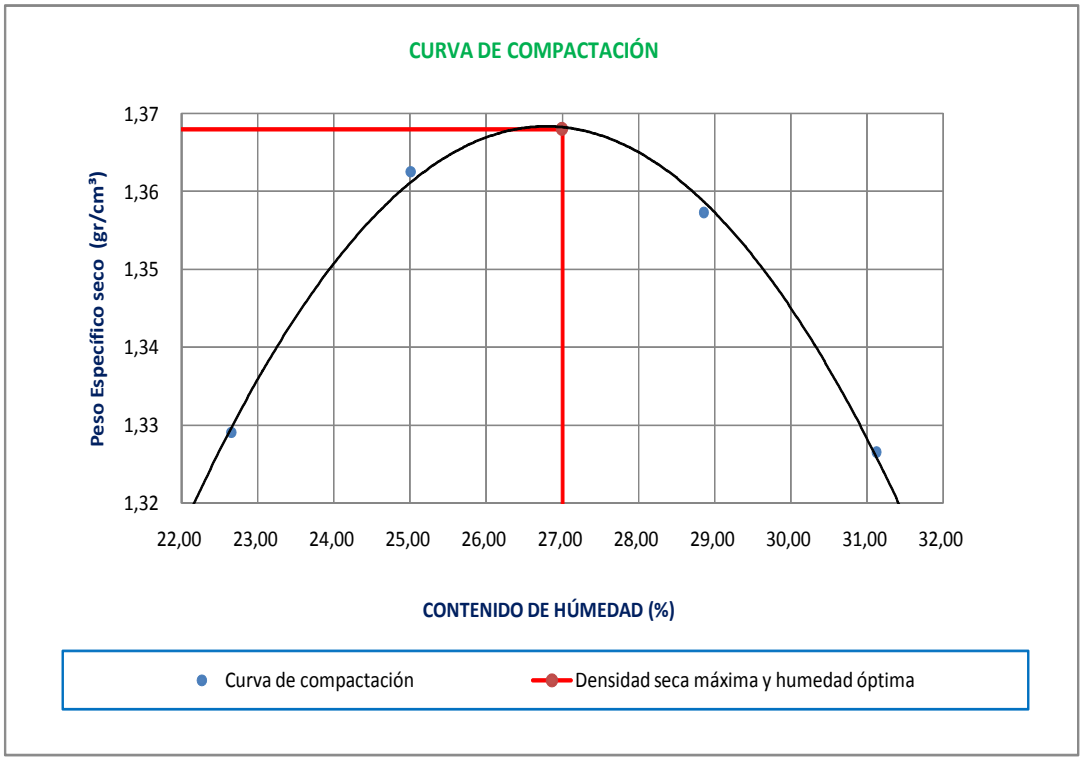
OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo
SOLICITADO POR : Tesis Almeida - Sánchez
LOCALIZACIÓN : Abs: 1+000
FECHA : 18/08/2010
NORMA : ASTM D - 1557

PROCTOR MODIFICADO (2700 KN · m/m³)

MÉTODO : A
N° DE CAPAS : 5
N° DE GOLPES POR CAPA : 25
PESO MARTILLO : 10 lb.
ALTURA DE CAIDA DEL MARTILLO : 457,2 mm.
VOL. DE MOLDE : 944 cm³
PESO DEL MOLDE : 4292 gr.

N° DE PRUEBA	1		2		3		4	
Peso molde + suelo húmedo	5.831		5.900		5.943		5.934	
Peso molde (gr.)	4.292		4.292		4.292		4.292	
Peso suelo húmedo (gr.)	1.539		1.608		1.651		1.642	
Densidad húmeda (gr/cm³)	1,630		1,703		1,749		1,739	
Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	40,88	41,98	41,36	42,58	58,89	58,15	43,09	45,54
Peso cap. + suelo seco (gr.)	36,90	37,80	36,90	37,80	49,90	49,37	37,31	39,24
Peso cápsula (gr.)	19,47	19,21	19,05	18,71	18,73	18,96	18,73	19,01
Contenido de Humedad (%)	22,83	22,49	24,99	25,04	28,84	28,87	31,11	31,14
Humedad promedio (%)	22,66		25,01		28,86		31,13	
Densidad húmeda (gr/cm³)	1,329		1,363		1,357		1,327	

Densidad seca máxima = 1,368 gr/cm³ % Humedad Óptima = 27,00



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

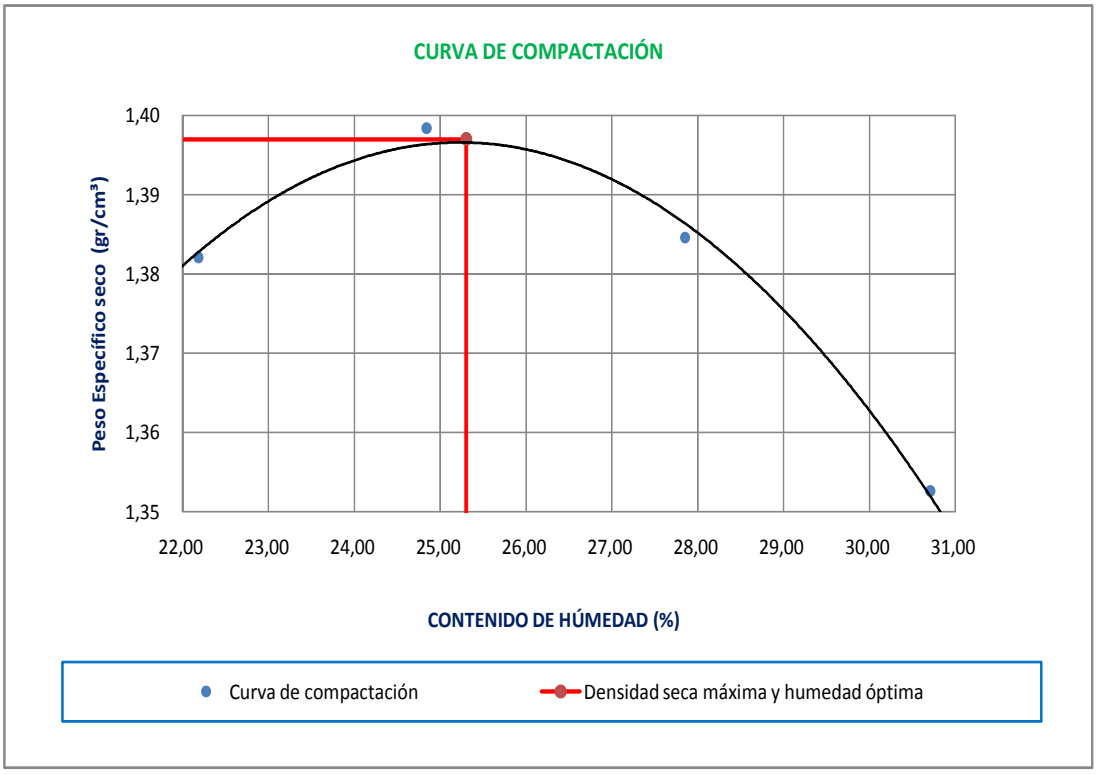
OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo
SOLICITADO POR : Tesis Almeida - Sánchez
LOCALIZACIÓN : Absc: 2+010
FECHA : 18/08/2010
NORMA : ASTM D - 1557

PROCTOR MODIFICADO (2700 KN · m/m³)

MÉTODO : A
N° DE CAPAS : 5
N° DE GOLPES POR CAPA : 25
PESO MARTILLO : 10 lb.
ALTURA DE CAIDA DEL MARTILLO : 457,2 mm.
VOL. DE MOLDE : 944 cm³
PESO DEL MOLDE : 4292 gr.

N° DE PRUEBA	1		2		3		4	
Peso molde + suelo húmedo	5.886		5.940		5.963		5.961	
Peso molde (gr.)	4.292		4.292		4.292		4.292	
Peso suelo húmedo (gr.)	1.594		1.648		1.671		1.669	
Densidad húmeda (gr/cm³)	1,689		1,746		1,770		1,768	
Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	49,92	48,31	61,49	61,28	51,80	52,86	57,22	56,40
Peso cap. + suelo seco (gr.)	44,27	42,72	52,95	52,89	44,61	45,49	47,92	47,56
Peso cápsula (gr.)	18,71	17,60	18,73	18,96	18,78	19,04	17,70	18,72
Contenido de Humedad (%)	22,10	22,25	24,96	24,73	27,84	27,86	30,77	30,65
Humedad promedio (%)	22,18		24,84		27,85		30,71	
Densidad húmeda (gr/cm³)	1,382		1,398		1,385		1,353	

Densidad seca máxima = 1,397 gr/cm³ % Humedad Óptima = 25,30



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

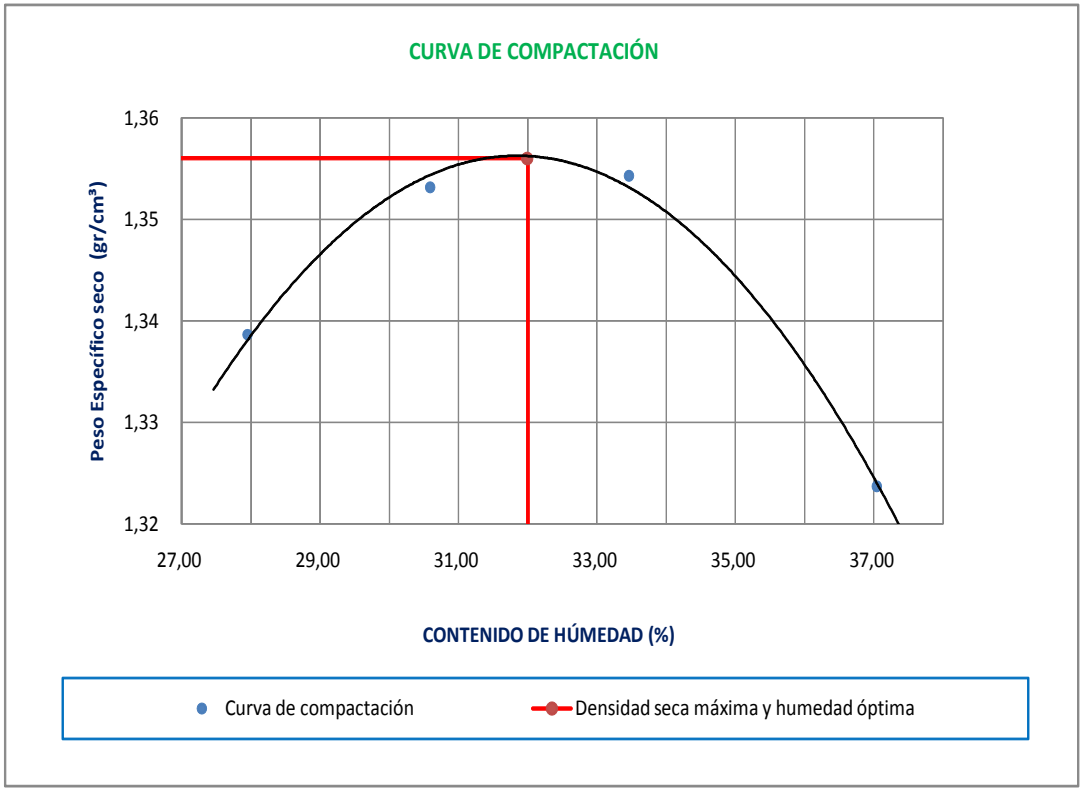
OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR** : Tesis Almeida - Sánchez
LOCALIZACIÓN : Absc: 3+000 **FECHA :** 19/08/2010
NORMA : ASTM D - 1557

PROCTOR MODIFICADO (2700 KN · m/m³)

MÉTODO : A
N° DE CAPAS : 5 **N° DE GOLPES POR CAPA :** 25
PESO MARTILLO : 10 lb. **ALTURA DE CAIDA DEL MARTILLO :** 457,2 mm.
VOL. DE MOLDE : 944 cm³ **PESO DEL MOLDE :** 4292 gr.

N° DE PRUEBA	1		2		3		4	
Peso molde + suelo húmedo	5.903		5.954		5.992		5.998	
Peso molde (gr.)	4.292		4.292		4.292		4.292	
Peso suelo húmedo (gr.)	1.611		1.662		1.700		1.706	
Densidad húmeda (gr/cm³)	1,707		1,761		1,801		1,807	
Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	41,96	40,93	68,41	58,05	47,20	47,61	62,91	54,52
Peso cap. + suelo seco (gr.)	36,90	36,11	56,80	48,90	39,96	40,09	51,52	44,87
Peso cápsula (gr.)	18,96	18,72	18,90	18,96	18,37	17,58	20,86	18,75
Contenido de Humedad (%)	28,21	27,72	30,63	30,56	33,53	33,41	37,15	36,94
Humedad promedio (%)	27,96		30,60		33,47		37,05	
Densidad húmeda (gr/cm³)	1,334		1,348		1,349		1,319	

Densidad seca máxima = 1,351 gr/cm³ % Humedad Óptima = 32,00



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

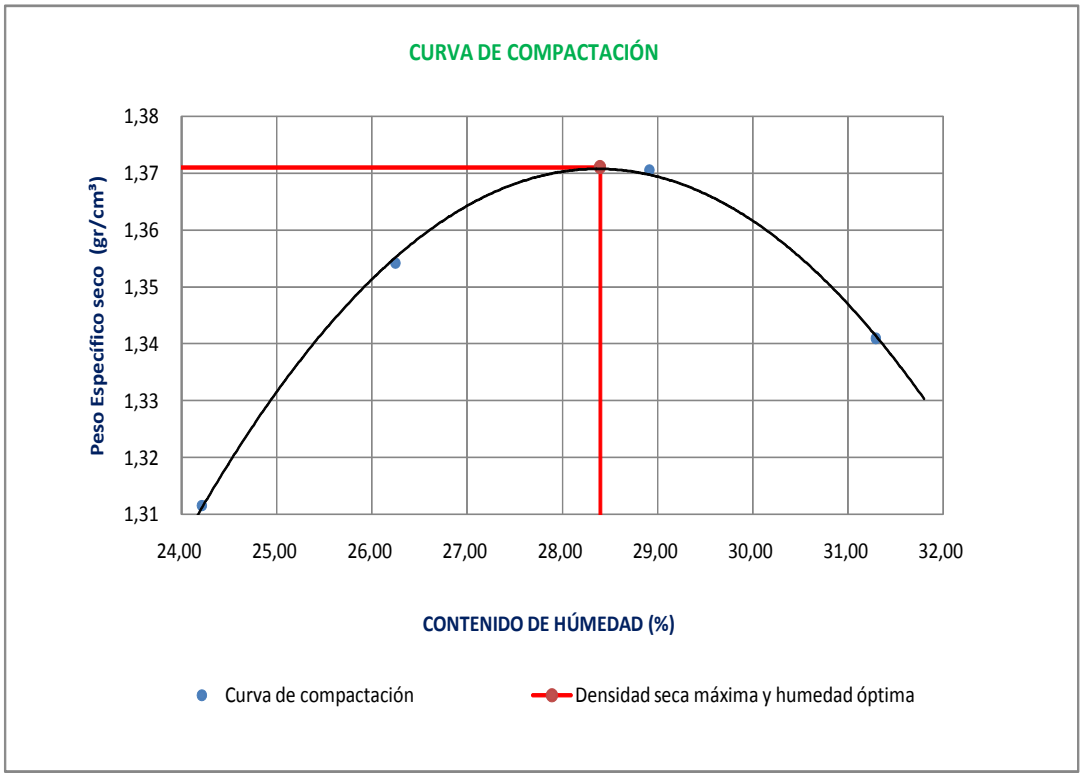
OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR** : Tesis Almeida - Sánchez
LOCALIZACIÓN : Absc: 4+020 **FECHA :** 19/08/2010
NORMA : ASTM D - 1557

PROCTOR MODIFICADO (2700 KN · m/m³)

MÉTODO : A
N° DE CAPAS : 5 **N° DE GOLPES POR CAPA :** 25
PESO MARTILLO : 10 lb. **ALTURA DE CAIDA DEL MARTILLO :** 457,2 mm.
VOL. DE MOLDE : 944 cm³ **PESO DEL MOLDE :** 4292 gr.

N° DE PRUEBA	1		2		3		4	
Peso molde + suelo húmedo	5.830		5.906		5.960		5.954	
Peso molde (gr.)	4.292		4.292		4.292		4.292	
Peso suelo húmedo (gr.)	1.538		1.614		1.668		1.662	
Densidad húmeda (gr/cm³)	1,629		1,710		1,767		1,761	
Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	46,92	45,19	48,78	50,02	53,28	58,07	44,46	58,89
Peso cap. + suelo seco (gr.)	41,49	39,91	42,42	43,43	46,02	49,24	38,07	49,30
Peso cápsula (gr.)	18,95	18,22	18,37	18,14	20,87	18,76	17,60	18,74
Contenido de Humedad (%)	24,09	24,34	26,44	26,06	28,87	28,97	31,22	31,38
Humedad promedio (%)	24,22		26,25		28,92		31,30	
Densidad húmeda (gr/cm³)	1,312		1,354		1,371		1,341	

Densidad seca máxima = 1,371 gr/cm³ % Humedad Óptima = 28,40



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

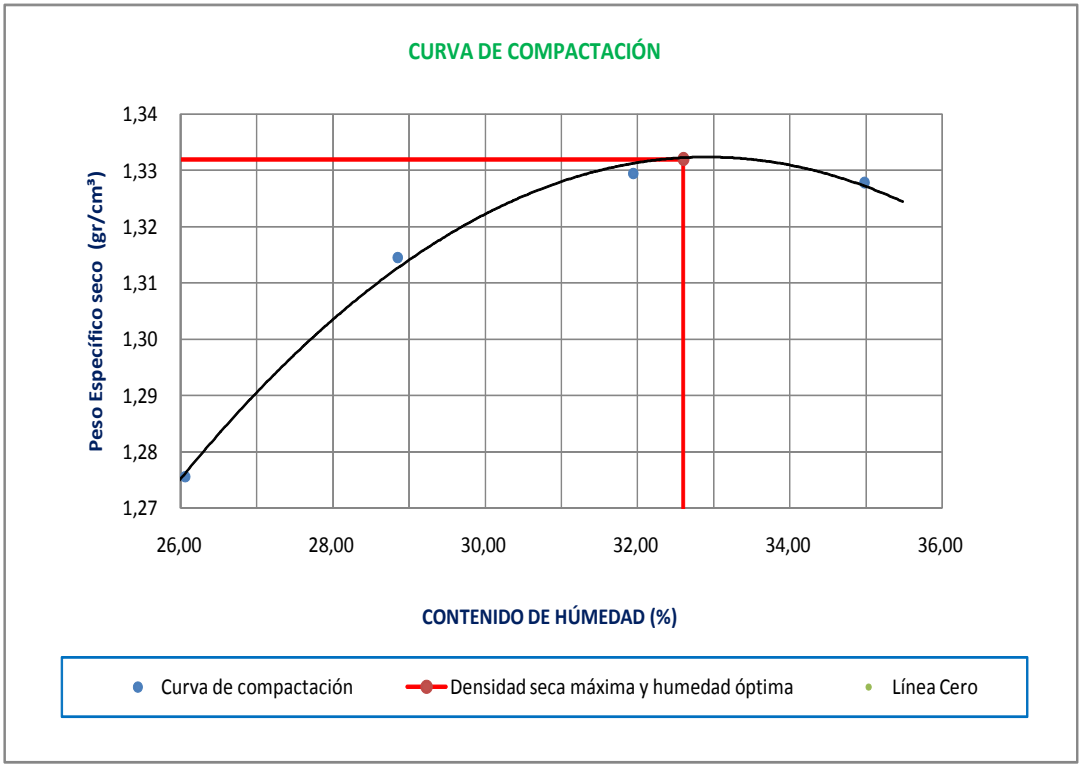
OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo
SOLICITADO POR : Tesis Almeida - Sánchez
LOCALIZACIÓN : Absc: 5+000
FECHA : 19/08/2010
NORMA : ASTM D - 1557

PROCTOR MODIFICADO (2700 KN · m/m³)

MÉTODO : A
N° DE CAPAS : 5
N° DE GOLPES POR CAPA : 25
PESO MARTILLO : 10 lb.
ALTURA DE CAIDA DEL MARTILLO : 457,2 mm.
VOL. DE MOLDE : 944 cm³
PESO DEL MOLDE : 4292 gr.

N° DE PRUEBA	1		2		3		4	
Peso molde + suelo húmedo	5.810		5.891		5.948		5.984	
Peso molde (gr.)	4.292		4.292		4.292		4.292	
Peso suelo húmedo (gr.)	1.518		1.599		1.656		1.692	
Densidad húmeda (gr/cm³)	1,608		1,694		1,754		1,792	
Peso cap. + suelo húmedo	184,32	204,49	49,92	50,86	191,56	201,81	176,13	176,45
Peso cap. + suelo seco (gr.)	172,15	187,62	42,95	43,42	174,41	183,37	163,07	163,18
Peso cápsula (gr.)	125,24	123,18	18,74	17,69	120,72	125,66	125,76	125,23
Contenido de Humedad (%)	25,94	26,18	28,79	28,92	31,94	31,95	35,00	34,97
Humedad promedio (%)	26,06		28,85		31,95		34,99	
Densidad húmeda (gr/cm³)	1,276		1,315		1,329		1,328	

Densidad seca máxima = 1,332 gr/cm³ % Humedad Óptima = 32,60



3.4 CBR en Laboratorio

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

ENSAYO DE CBR EN LABORATORIO

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Tesis Almeida - Sánchez
LOCALIZACIÓN : Absc: 0+020 **FECHA :** 25/08/2010
NORMA : ASTM D - 1883

DATOS DEL ENSAYO DE COMPACTACIÓN

DENSIDAD MÁXIMA :	1,338	gr/cm³	**HUMEDAD ÓPTIMA:**	33,00	%

DATOS DE MOLDEO

N° DE CAPAS : 5 **ALTURA DE CAIDA DEL**
PESO MARTILLO : 10 lb. **MARTILLO :** 457,2 mm.

MOLDES N°	**Z4**	**Z5**	**Z6**
N° DE Ggolpes POR CAPA	**56**	**25**	**11**
Peso molde + suelo húmedo (gr.)	10.500	10.345	9.995
Peso molde (gr.)	6.711	6.681	6.662
Peso suelo húmedo (gr.)	3.789	3.664	3.333
Volumen del molde (cm³)	2.124	2.124	2.124
Densidad húmeda (gr/cm³)	1.784	1.725	1.569

CONTENIDOS DE HUMEDAD AL MOLDEO

Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	44,24	38,60	57,11	56,85	57,51	57,60
Peso cap. + suelo seco (gr.)	37,84	33,33	47,55	47,31	47,60	47,73
Peso cápsula (gr.)	18,68	17,60	18,74	18,73	17,67	18,13
Contenido de Humedad (%)	33,40	33,50	33,18	33,38	33,11	33,34
Humedad promedio (%)	33,45		33,28		33,23	
Densidad húmeda (gr/cm³)	1.337		1.294		1.178	

CONTENIDOS DE HUMEDAD LUEGO DE LA SATURACIÓN

Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	79,34	73,26	77,44	79,34	107,24	93,40
Peso cap. + suelo seco (gr.)	63,73	58,90	62,38	62,25	83,21	70,98
Peso cápsula (gr.)	23,16	21,07	28,37	24,18	36,58	27,60
Contenido de Humedad (%)	38,48	37,96	44,28	44,89	51,53	51,68
Humedad promedio (%)	38,22		44,59		51,61	

PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA DESPUÉS DE LA SATURACIÓN

Peso molde + suelo húmedo (gr.)	10.681	10.651	10.422
Agua absorbida (gr.)	181	306	427
Agua absorbida (%)	4,78	8,35	12,81

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

ENSAYO DE CBR EN LABORATORIO

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Tesis Almeida - Sánchez
LOCALIZACIÓN : Absc: 0+020 **FECHA :** 29/08/2010
NORMA : ASTM D - 1883

ESPONJAMIENTO

MOLDES N°	Z4		Z5		Z6	
Tiempo (dias)	dial	%	dial	%	dial	%
0	0	0,00	0	0,00	0	0,00
1	14	0,30	17	0,36	19	0,41
2	16	0,34	19	0,41	23	0,49
3	18	0,38	20	0,43	24	0,51
4	19	0,41	20	0,43	25	0,53

PENETRACIÓN

Constante anillo = (10,02 * Lectura)

MOLDES N°	Z4		Z5		Z6	
	56 Golpes		25 Golpes		11 Golpes	
penetración (pulgadas)	dial	presión lb/plg²	dial	presión lb/plg²	dial	presión lb/plg²
0,000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
0,025	15	50,10	10	33,40	4	13,36
0,050	27	90,18	17	56,78	9	30,06
0,075	38	126,92	25	83,50	13	43,42
0,100	50	167,00	33	110,22	18	60,12
0,200	88	293,92	60	200,40	32	106,88
0,300	116	387,44	86	287,24	40	133,60
0,400	137	457,58	102	340,68	48	160,32
0,500	159	531,06	119	397,46	56	187,04

VALORES CBR

presión lb/plg²	valor CBR 0.1"	presión lb/plg²	valor CBR 0.2"
167,00	16,70	293,92	19,59
110,22	11,02	200,40	13,36
60,12	6,01	106,88	7,13
CBR (95% gd max.) =	9,70	CBR (95% gd max.) =	11,80

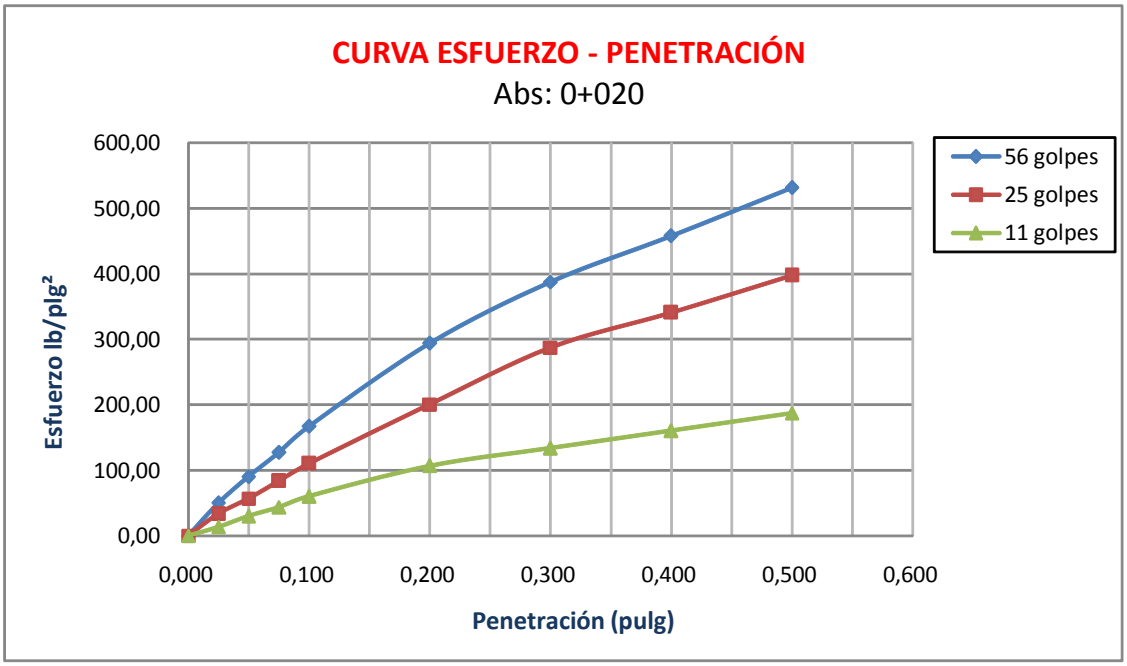
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

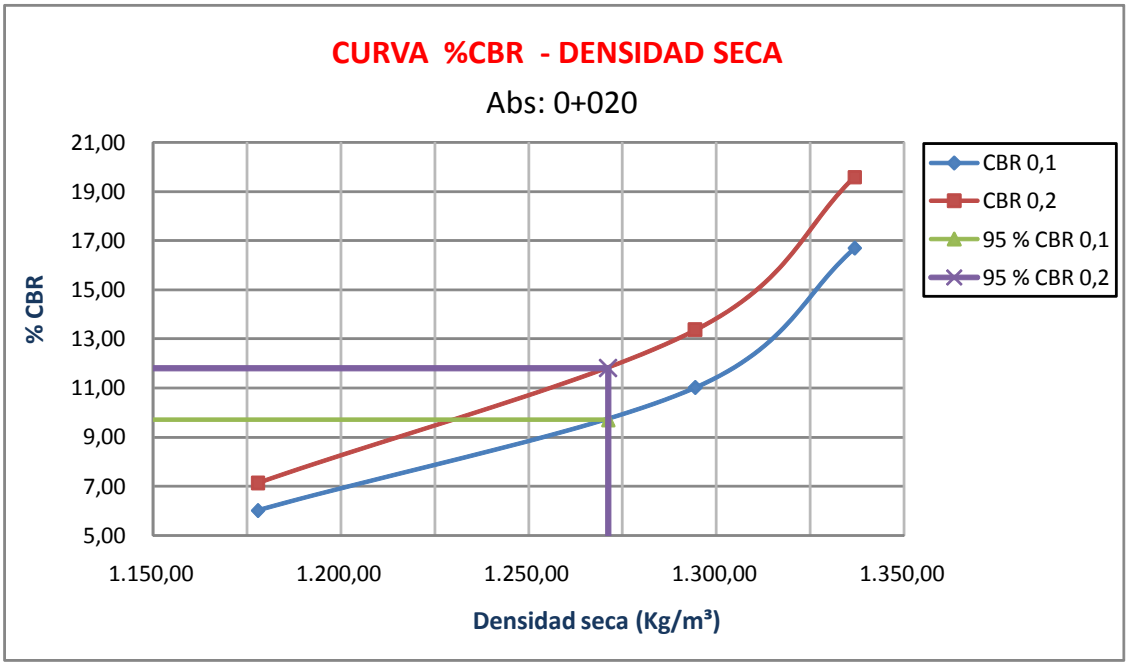
ENSAYO DE CBR EN LABORATORIO

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Tesis Almeida - Sánchez

LOCALIZACION : Absc: 0+020 **FECHA :** 29/08/2010

NORMA : ASTM D - 1883





PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

ENSAYO DE CBR EN LABORATORIO

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Tesis Almeida - Sánchez
LOCALIZACIÓN : Abs: 1+000 **FECHA :** 20/08/2010
NORMA : ASTM D - 1883

DATOS DEL ENSAYO DE COMPACTACIÓN

DENSIDAD MÁXIMA : 1,368 gr/cm³	**HUMEDAD ÓPTIMA:** 27,00 %

DATOS DE MOLDEO

N° DE CAPAS : 5 **ALTURA DE CAIDA DEL**
PESO MARTILLO : 10 lb. **MARTILLO :** 457,2 mm.

MOLDES N°	**D3**	**E1**	**D1**
N° DE GOLPES POR CAPA	**56**	**25**	**11**
Peso molde + suelo húmedo (gr.)	10.840	10.320	10.156
Peso molde (gr.)	7.151	6.751	6.889
Peso suelo húmedo (gr.)	3.689	3.569	3.267
Volumen del molde (cm³)	2.124	2.124	2.124
Densidad húmeda (gr/cm³)	1.737	1.680	1.538

CONTENIDOS DE HUMEDAD AL MOLDEO

Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	59,18	60,03	60,79	64,49	59,29	59,31
Peso cap. + suelo seco (gr.)	50,62	51,29	51,76	54,76	50,34	50,68
Peso cápsula (gr.)	18,95	19,05	18,36	18,73	17,58	18,72
Contenido de Humedad (%)	27,03	27,11	27,04	27,01	27,32	27,00
Humedad promedio (%)	27,07		27,02		27,16	
Densidad húmeda (gr/cm³)	1.367		1.323		1.210	

CONTENIDOS DE HUMEDAD LUEGO DE LA SATURACIÓN

Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	61,18	60,84	65,33	61,30	55,34	54,33
Peso cap. + suelo seco (gr.)	49,18	49,02	50,60	47,66	42,15	41,42
Peso cápsula (gr.)	9,65	10,53	9,88	10,35	10,25	10,24
Contenido de Humedad (%)	30,36	30,71	36,17	36,56	41,35	41,40
Humedad promedio (%)	30,53		36,37		41,38	

PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA DESPUÉS DE LA SATURACIÓN

Peso molde + suelo húmedo (gr.)	10.963	10.585	10.495
Agua absorbida (gr.)	123	265	339
Agua absorbida (%)	3,33	7,43	10,38

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

ENSAYO DE CBR EN LABORATORIO

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Tesis Almeida - Sánchez
LOCALIZACIÓN : Abs: 1+000 **FECHA :** 24/08/2010
NORMA : ASTM D - 1883

ESPONJAMIENTO

MOLDES N°	D3		E1		D1	
Tiempo (dias)	dial	%	dial	%	dial	%
0	0	0,00	0	0,00	0	0,00
1	10	0,21	15	0,32	18	0,38
2	12	0,26	16	0,34	19	0,41
3	14	0,30	17	0,36	21	0,45
4	17	0,36	19	0,41	24	0,51

PENETRACIÓN

Constante anillo = (10,02 * Lectura)

MOLDES N°	D3		E1		D1	
	56 Golpes		25 Golpes		11 Golpes	
penetración (pulgadas)	dial	presión lb/plg²	dial	presión lb/plg²	dial	presión lb/plg²
0,000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
0,025	20	66,80	16	53,44	6	20,04
0,050	33	110,22	25	83,50	10	33,40
0,075	46	153,64	34	113,56	13	43,42
0,100	55	183,70	41	136,94	16	53,44
0,200	90	300,60	66	220,44	33	110,22
0,300	120	400,80	85	283,90	51	170,34
0,400	142	474,28	102	340,68	62	207,08
0,500	166	554,44	123	410,82	75	250,50

VALORES CBR

presión lb/plg²	valor CBR 0.1"	presión lb/plg²	valor CBR 0.2"
183,70	18,37	300,60	20,04
136,94	13,69	220,44	14,70
53,44	5,34	110,22	7,35
CBR (95% gd max.) =	11,80	CBR (95% gd max.) =	13,20

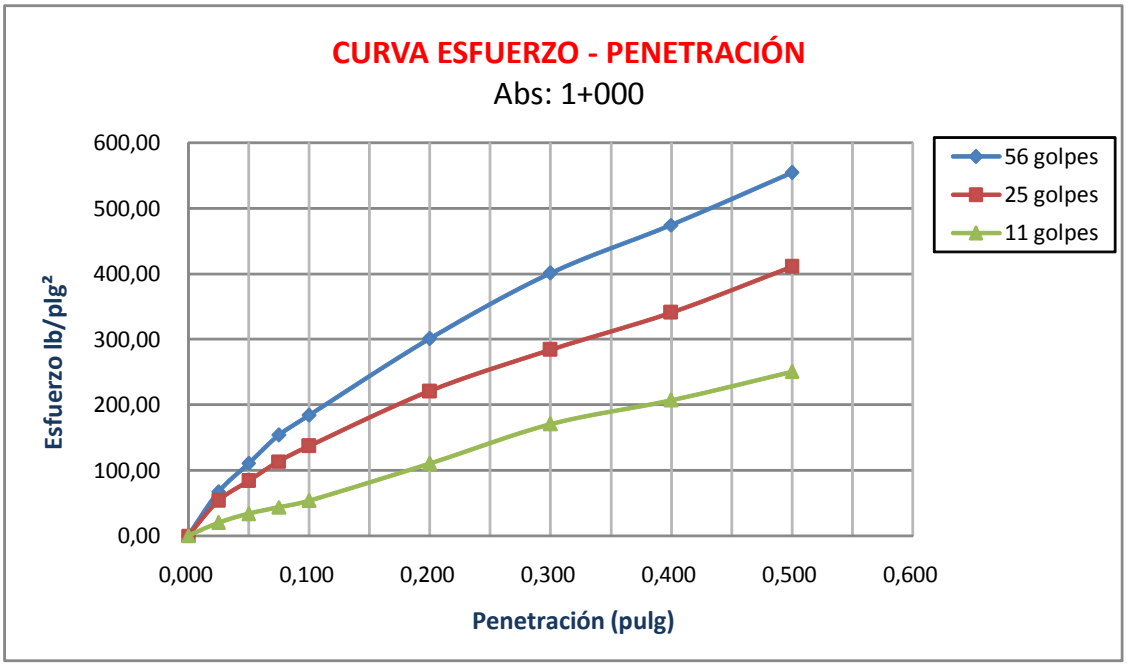
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

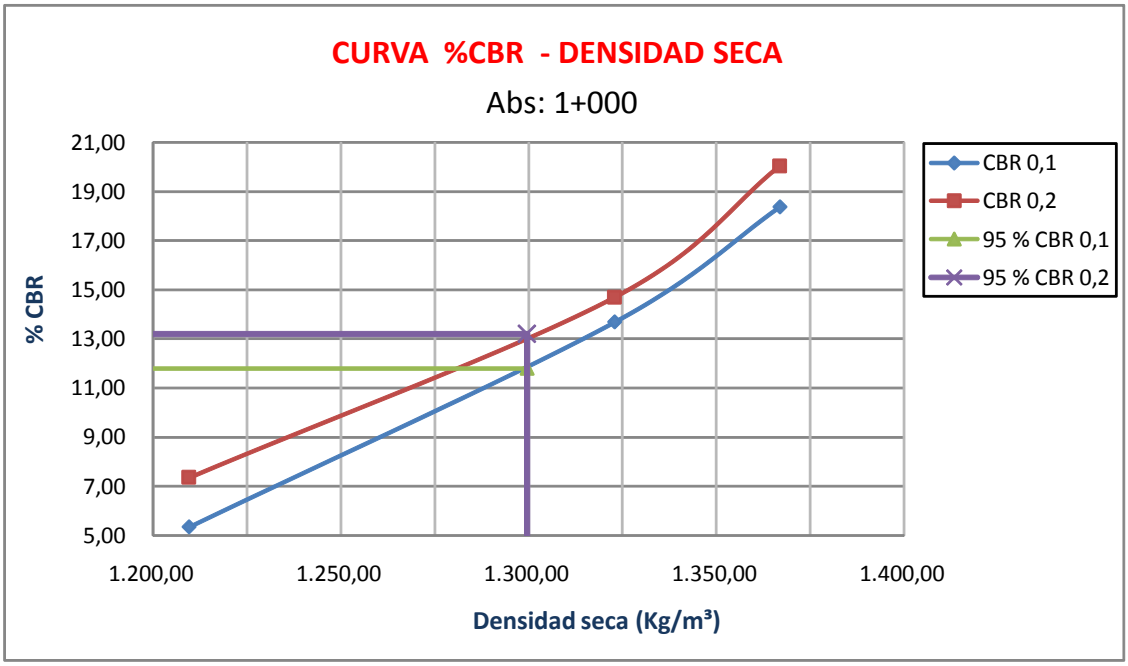
ENSAYO DE CBR EN LABORATORIO

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Tesis Almeida - Sánchez

LOCALIZACIÓN : Abs: 1+000 **FECHA :** 24/08/2010

NORMA : ASTM D - 1883





PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

ENSAYO DE CBR EN LABORATORIO

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Tesis Almeida - Sánchez
LOCALIZACIÓN : Absc: 2+010 **FECHA :** 25/08/2010
NORMA : ASTM D - 1883

DATOS DEL ENSAYO DE COMPACTACIÓN

DENSIDAD MÁXIMA :	1,397	gr/cm³	**HUMEDAD ÓPTIMA:** 25,30 %

DATOS DE MOLDEO

N° DE CAPAS : 5
PESO MARTILLO : 10 lb.
ALTURA DE CAIDA DEL MARTILLO : 457,2 mm.

MOLDES N°	Z7	Z8	Z9
N° DE GOLPES POR CAPA	56	25	11
Peso molde + suelo húmedo (gr.)	10.386	10.270	9.947
Peso molde (gr.)	6.657	6.658	6.670
Peso suelo húmedo (gr.)	3.729	3.612	3.277
Volumen del molde (cm³)	2.124	2.124	2.124
Densidad húmeda (gr/cm³)	1.756	1.701	1.543

CONTENIDOS DE HUMEDAD AL MOLDEO

Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	47,63	50,94	62,03	62,90	39,88	45,45
Peso cap. + suelo seco (gr.)	41,64	44,50	53,26	53,65	33,97	38,28
Peso cápsula (gr.)	18,32	18,99	18,96	17,57	10,24	9,64
Contenido de Humedad (%)	25,69	25,25	25,57	25,64	24,91	25,03
Humedad promedio (%)	25,47		25,60		24,97	
Densidad húmeda (gr/cm³)	1.399		1.354		1.235	

CONTENIDOS DE HUMEDAD LUEGO DE LA SATURACIÓN

Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	107,99	103,03	104,56	84,64	113,11	115,19
Peso cap. + suelo seco (gr.)	89,66	85,84	85,45	68,66	89,53	91,14
Peso cápsula (gr.)	28,80	28,90	28,28	22,41	27,94	27,71
Contenido de Humedad (%)	30,12	30,19	33,43	34,55	38,29	37,92
Humedad promedio (%)	30,15		33,99		38,10	

PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA DESPUÉS DE LA SATURACIÓN

Peso molde + suelo húmedo (gr.)	10.541	10.497	10.258
Agua absorbida (gr.)	155	227	311
Agua absorbida (%)	4,16	6,28	9,49

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

ENSAYO DE CBR EN LABORATORIO

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Tesis Almeida - Sánchez
LOCALIZACIÓN : Absc: 2+010 **FECHA :** 29/08/2010
NORMA : ASTM D - 1883

ESPONJAMIENTO

MOLDES N°	Z7		Z8		Z9	
Tiempo (dias)	dial	%	dial	%	dial	%
0	0	0,00	0	0,00	0	0,00
1	12	0,26	16	0,34	20	0,43
2	12	0,26	18	0,38	23	0,49
3	15	0,32	20	0,43	25	0,53
4	16	0,34	21	0,45	26	0,56

PENETRACIÓN **Constante anillo =** (10,02 * Lectura)

MOLDES N°	Z7		Z8		Z9	
	56 Golpes		25 Golpes		11 Golpes	
penetración (pulgadas)	dial	presión lb/plg²	dial	presión lb/plg²	dial	presión lb/plg²
0,000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
0,025	19	63,46	10	33,40	4	13,36
0,050	43	143,62	21	70,14	9	30,06
0,075	63	210,42	31	103,54	14	46,76
0,100	81	270,54	42	140,28	18	60,12
0,200	131	437,54	74	247,16	32	106,88
0,300	168	561,12	101	337,34	47	156,98
0,400	205	684,70	123	410,82	60	200,40
0,500	231	771,54	148	494,32	74	247,16

VALORES CBR

presión lb/plg²	valor CBR 0.1"	presión lb/plg²	valor CBR 0.2"
270,54	27,05	437,54	29,17
140,28	14,03	247,16	16,48
60,12	6,01	106,88	7,13
CBR (95% gd max.) =	11,60	CBR (95% gd max.) =	13,60

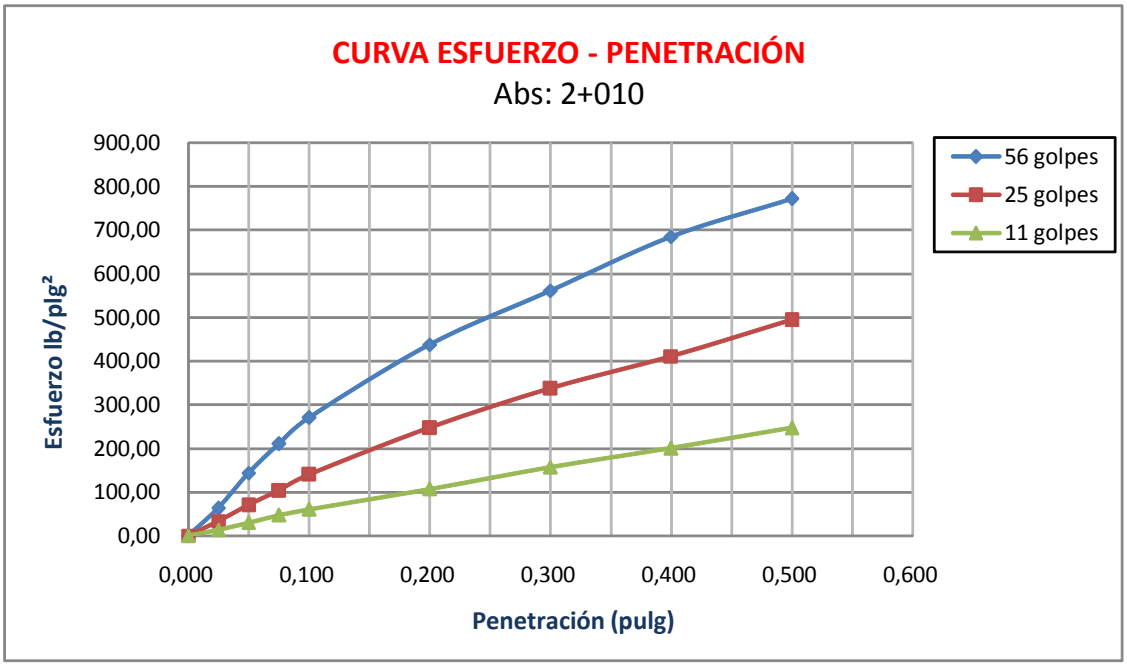
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

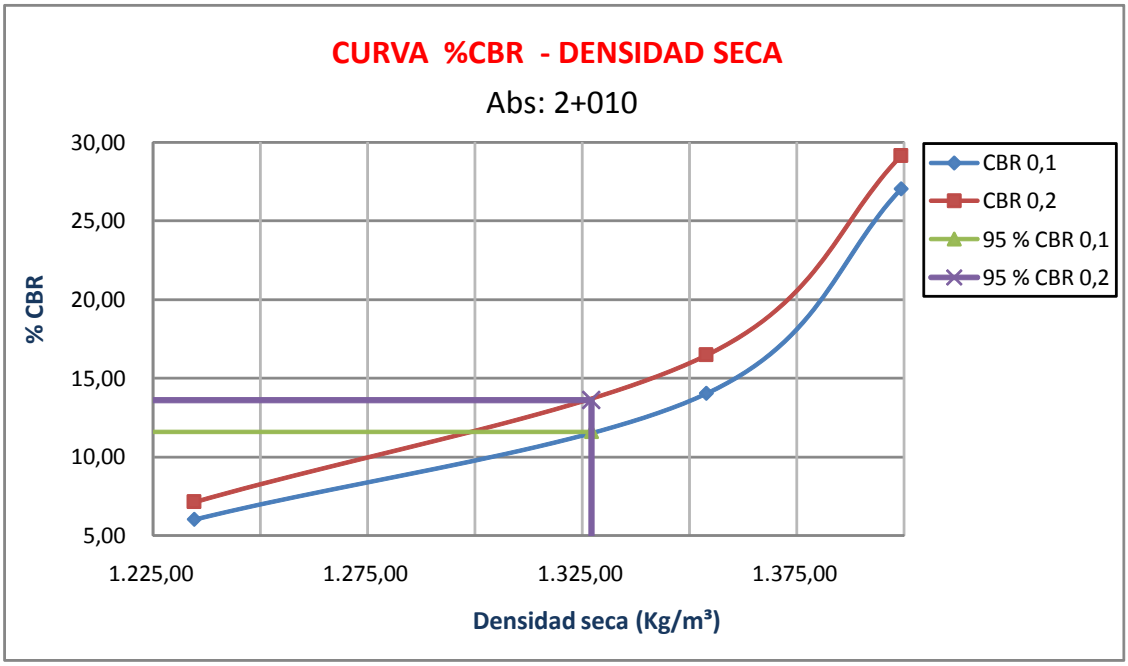
ENSAYO DE CBR EN LABORATORIO

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Tesis Almeida - Sánchez

LOCALIZACIÓN : Absc: 2+010 **FECHA :** 29/08/2010

NORMA : ASTM D - 1883





PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

ENSAYO DE CBR EN LABORATORIO

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Tesis Almeida - Sánchez
LOCALIZACIÓN : Absc: 3+000 **FECHA :** 26/08/2010
NORMA : ASTM D - 1883

DATOS DEL ENSAYO DE COMPACTACIÓN

DENSIDAD MÁXIMA :	1,351	gr/cm³	**HUMEDAD ÓPTIMA:** 32,00 %

DATOS DE MOLDEO

N° DE CAPAS : 5
PESO MARTILLO : 10 lb.
ALTURA DE CAIDA DEL MARTILLO : 457,2 mm.

MOLDES N°	D3	E1	D1
N° DE GOLPES POR CAPA	56	25	11
Peso molde + suelo húmedo (gr.)	10.952	10.070	9.934
Peso molde (gr.)	7.151	6.761	6.889
Peso suelo húmedo (gr.)	3.801	3.309	3.045
Volumen del molde (cm³)	2.124	2.124	2.124
Densidad húmeda (gr/cm³)	1.790	1.558	1.434

CONTENIDOS DE HUMEDAD AL MOLDEO

Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	53,66	55,35	55,87	56,05	55,78	54,87
Peso cap. + suelo seco (gr.)	45,09	46,19	46,74	46,68	46,78	45,75
Peso cápsula (gr.)	18,68	18,13	18,73	17,65	18,99	17,57
Contenido de Humedad (%)	32,45	32,64	32,60	32,28	32,39	32,36
Humedad promedio (%)	32,55		32,44		32,37	
Densidad húmeda (gr/cm³)	1.350		1.176		1.083	

CONTENIDOS DE HUMEDAD LUEGO DE LA SATURACIÓN

Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	42,62	41,79	49,82	49,34	184,70	181,68
Peso cap. + suelo seco (gr.)	32,90	32,33	39,58	39,36	163,22	160,94
Peso cápsula (gr.)	10,24	10,25	18,78	18,97	125,48	123,97
Contenido de Humedad (%)	42,89	42,84	49,23	48,95	56,92	56,10
Humedad promedio (%)	42,87		49,09		56,51	

PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA DESPUÉS DE LA SATURACIÓN

Peso molde + suelo húmedo (gr.)	11.215	10.500	10.540
Agua absorbida (gr.)	263	430	606
Agua absorbida (%)	6,92	12,99	19,90

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

ENSAYO DE CBR EN LABORATORIO

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Tesis Almeida - Sánchez
LOCALIZACIÓN : Absc: 3+000 **FECHA :** 30/08/2010
NORMA : ASTM D - 1883

ESPONJAMIENTO

MOLDES N°	D3		E1		D1	
Tiempo (dias)	dial	%	dial	%	dial	%
0	0	0,00	0	0,00	0	0,00
1	9	0,19	11	0,24	14	0,30
2	9	0,19	12	0,26	15	0,32
3	10	0,21	13	0,28	16	0,34
4	11	0,24	14	0,30	17	0,36

PENETRACIÓN

Constante anillo = (10,02 * Lectura)

MOLDES N°	D3		E1		D1	
	56 Golpes		25 Golpes		11 Golpes	
penetración (pulgadas)	dial	presión lb/plg²	dial	presión lb/plg²	dial	presión lb/plg²
0,000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
0,025	9	30,06	4	13,36	2	6,68
0,050	19	63,46	8	26,72	5	16,70
0,075	31	103,54	13	43,42	7	23,38
0,100	40	133,60	18	60,12	11	36,74
0,200	65	217,10	37	123,58	19	63,46
0,300	87	290,58	55	183,70	27	90,18
0,400	105	350,70	67	223,78	35	116,90
0,500	121	404,14	80	267,20	40	133,60

VALORES CBR

presión lb/plg²	valor CBR 0.1"	presión lb/plg²	valor CBR 0.2"
133,60	13,36	217,10	14,47
60,12	6,01	123,58	8,24
36,74	3,67	63,46	4,23
CBR (95% gd max.) =	10,50	CBR (95% gd max.) =	12,10

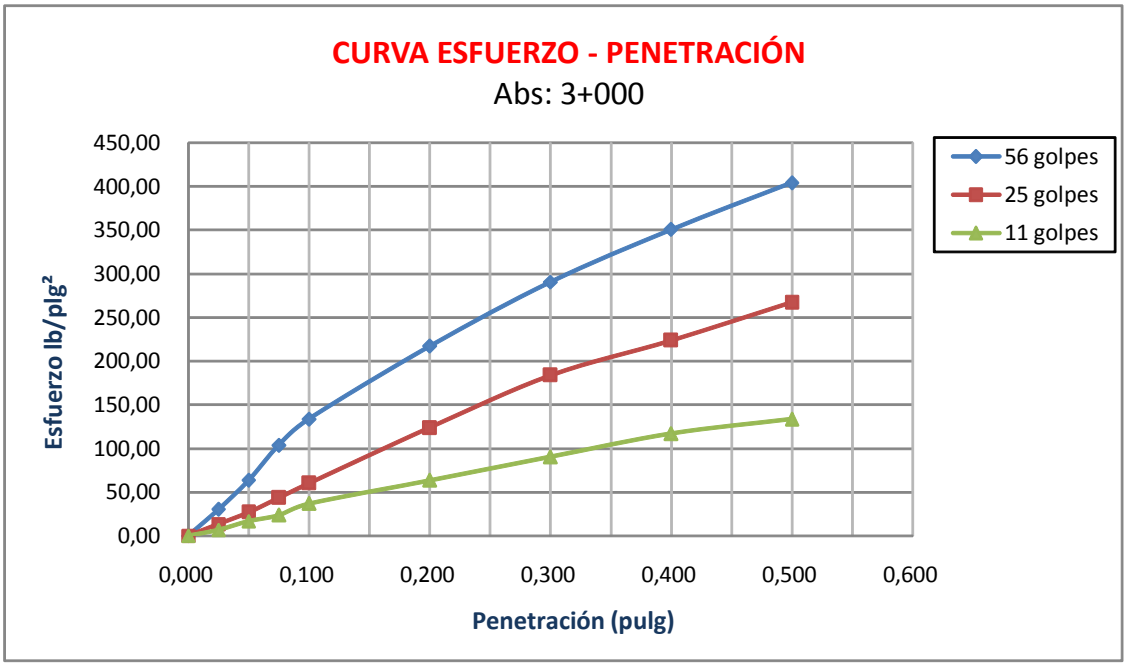
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

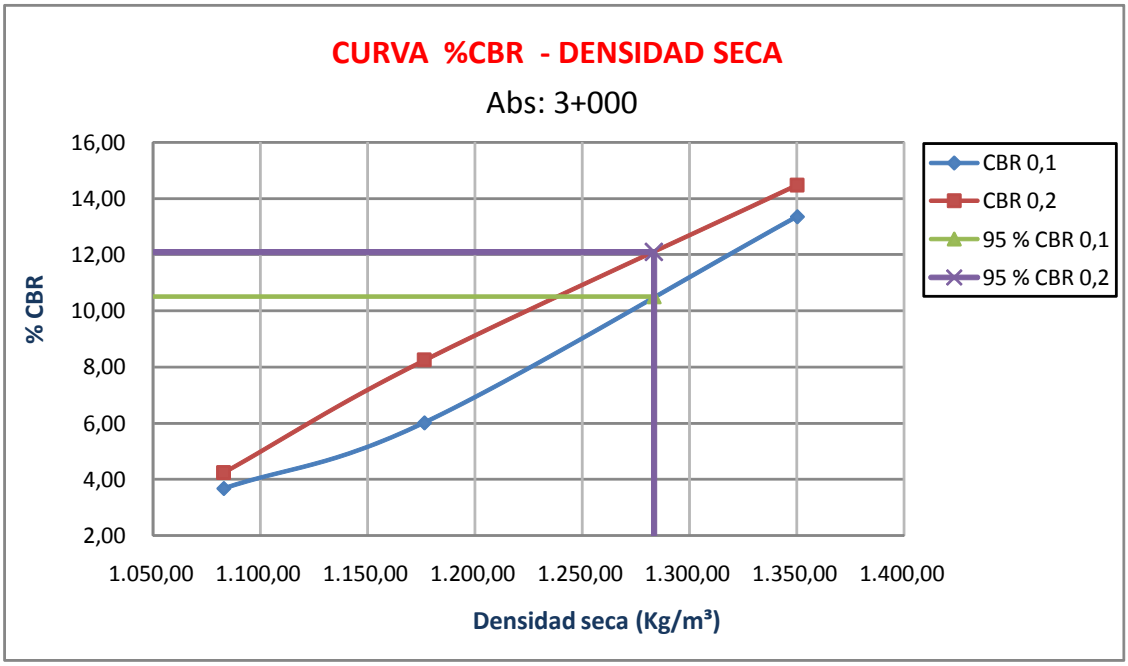
ENSAYO DE CBR EN LABORATORIO

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Tesis Almeida - Sánchez

LOCALIZACIÓN : Absc: 3+000 **FECHA :** 30/08/2010

NORMA : ASTM D - 1883





PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

ENSAYO DE CBR EN LABORATORIO

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Tesis Almeida - Sánchez
LOCALIZACIÓN : Absc: 4+020 **FECHA :** 20/08/2010
NORMA : ASTM D - 1883

DATOS DEL ENSAYO DE COMPACTACIÓN

DENSIDAD MÁXIMA :	1,371	gr/cm³	HUMEDAD ÓPTIMA:	28,40	%

DATOS DE MOLDEO

N° DE CAPAS : 5
PESO MARTILLO : 10 lb.
ALTURA DE CAIDA DEL MARTILLO : 457,2 mm.

MOLDES N°	Z7	Z8	Z9
N° DE GOLPES POR CAPA	56	25	11
Peso molde + suelo húmedo (gr.)	10.403	10.223	9.968
Peso molde (gr.)	6.660	6.660	6.669
Peso suelo húmedo (gr.)	3.743	3.563	3.299
Volumen del molde (cm³)	2.124	2.124	2.124
Densidad húmeda (gr/cm³)	1.762	1.677	1.553

CONTENIDOS DE HUMEDAD AL MOLDEO

Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	58,09	59,04	53,33	55,28	57,47	56,74
Peso cap. + suelo seco (gr.)	49,28	49,89	45,80	47,28	48,81	48,68
Peso cápsula (gr.)	18,43	17,61	18,96	18,73	18,13	19,96
Contenido de Humedad (%)	28,56	28,35	28,06	28,02	28,23	28,06
Humedad promedio (%)	28,45		28,04		28,15	
Densidad húmeda (gr/cm³)	1.372		1.310		1.212	

CONTENIDOS DE HUMEDAD LUEGO DE LA SATURACIÓN

Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	61,29	62,16	56,77	54,14	54,75	47,14
Peso cap. + suelo seco (gr.)	51,25	51,92	47,05	45,51	44,96	39,04
Peso cápsula (gr.)	18,14	18,72	17,69	19,93	18,75	17,57
Contenido de Humedad (%)	30,32	30,84	33,11	33,74	37,35	37,73
Humedad promedio (%)	30,58		33,42		37,54	

PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA DESPUÉS DE LA SATURACIÓN

Peso molde + suelo húmedo (gr.)	10.515	10.427	10.208
Agua absorbida (gr.)	112	204	240
Agua absorbida (%)	2,99	5,73	7,27

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

ENSAYO DE CBR EN LABORATORIO

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Tesis Almeida - Sánchez
LOCALIZACIÓN : Absc: 4+020 **FECHA :** 24/08/2010
NORMA : ASTM D - 1883

ESPONJAMIENTO

MOLDES N°	Z7		Z8		Z9	
Tiempo (dias)	dial	%	dial	%	dial	%
0	0	0,00	0	0,00	0	0,00
1	15	0,32	19	0,41	25	0,53
2	15	0,32	21	0,45	27	0,58
3	17	0,36	22	0,47	27	0,58
4	18	0,38	22	0,47	28	0,60

PENETRACIÓN

Constante anillo = (10,02 * Lectura)

MOLDES N°	Z7		Z8		Z9	
	56 Golpes		25 Golpes		11 Golpes	
penetración (pulgadas)	dial	presión lb/plg²	dial	presión lb/plg²	dial	presión lb/plg²
0,000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
0,025	17	56,78	10	33,40	5	16,70
0,050	33	110,22	17	56,78	10	33,40
0,075	45	150,30	26	86,84	16	53,44
0,100	55	183,70	36	120,24	22	73,48
0,200	86	287,24	60	200,40	37	123,58
0,300	118	394,12	79	263,86	49	163,66
0,400	143	477,62	100	334,00	61	203,74
0,500	168	561,12	121	404,14	71	237,14

VALORES CBR

presión lb/plg²	valor CBR 0.1"	presión lb/plg²	valor CBR 0.2"
183,70	18,37	287,24	19,15
120,24	12,02	200,40	13,36
73,48	7,35	123,58	8,24
CBR (95% gd max.) =	11,50	CBR (95% gd max.) =	12,80

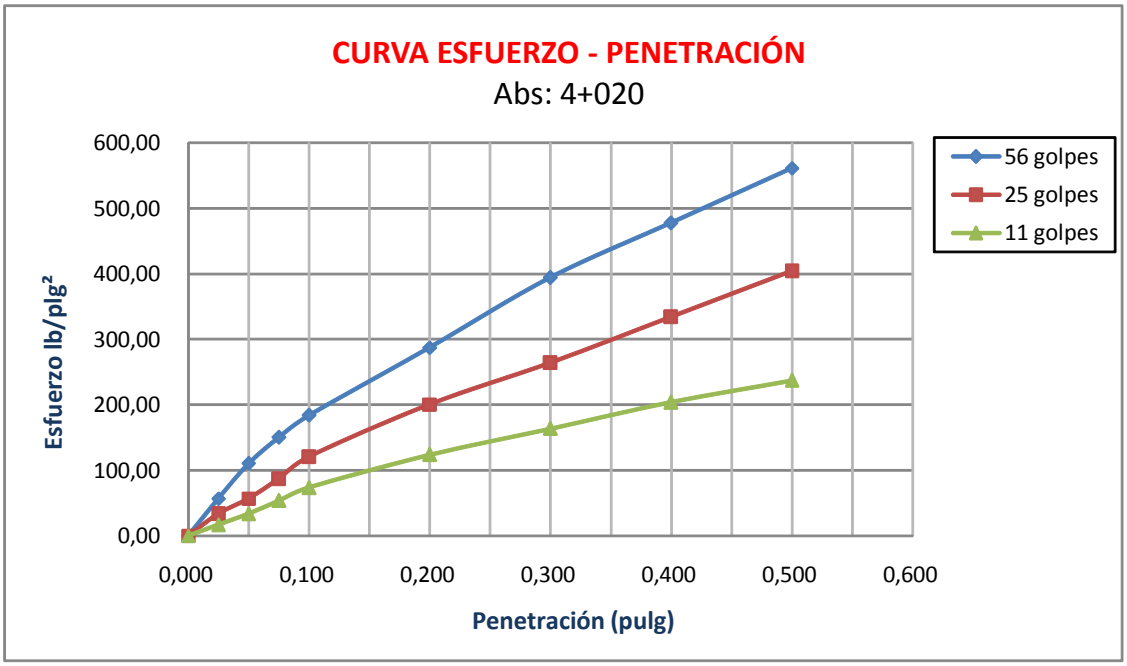
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

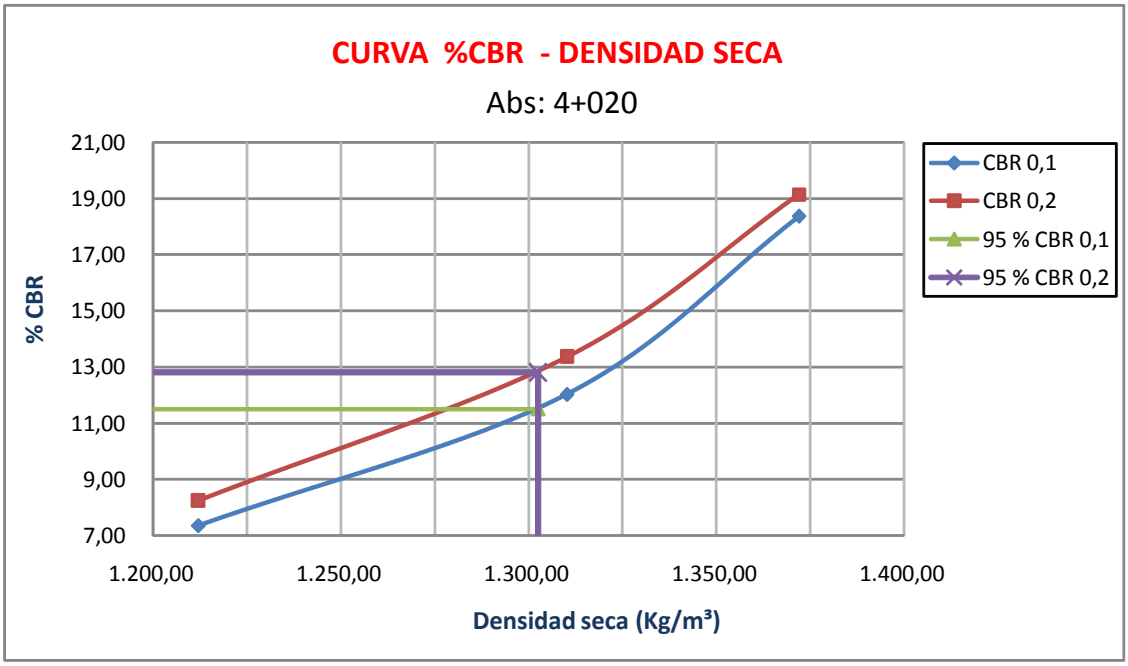
ENSAYO DE CBR EN LABORATORIO

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Tesis Almeida - Sánchez

LOCALIZACIÓN : Absc: 4+020 **FECHA :** 24/08/2010

NORMA : ASTM D - 1883





PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

ENSAYO DE CBR EN LABORATORIO

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Tesis Almeida - Sánchez
LOCALIZACIÓN : Absc: 5+000 **FECHA :** 20/08/2010
NORMA : ASTM D - 1883

DATOS DEL ENSAYO DE COMPACTACIÓN

DENSIDAD MÁXIMA :	1,332 gr/cm³	**HUMEDAD ÓPTIMA:**	32,60 %

DATOS DE MOLDEO

N° DE CAPAS : 5 **ALTURA DE CAIDA DEL**
PESO MARTILLO : 10 lb. **MARTILLO :** 457,2 mm.

MOLDES N°	Z4	Z5	Z6
N° DE GOLPES POR CAPA	56	25	11
Peso molde + suelo húmedo (gr.)	10.475	10.185	9.845
Peso molde (gr.)	6.711	6.681	6.662
Peso suelo húmedo (gr.)	3.764	3.504	3.183
Volumen del molde (cm³)	2.124	2.124	2.124
Densidad húmeda (gr/cm³)	1.772	1.650	1.499

CONTENIDOS DE HUMEDAD AL MOLDEO

Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	60,79	60,94	61,11	62,30	62,12	62,15
Peso cap. + suelo seco (gr.)	50,07	50,35	50,38	51,60	51,51	51,22
Peso cápsula (gr.)	17,68	18,32	17,57	18,90	19,00	17,65
Contenido de Humedad (%)	33,10	33,06	32,70	32,72	32,64	32,56
Humedad promedio (%)	33,08		32,71		32,60	
Densidad húmeda (gr/cm³)	1.332		1.243		1.130	

CONTENIDOS DE HUMEDAD LUEGO DE LA SATURACIÓN

Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	48,54	52,11	54,61	58,05	57,96	57,63
Peso cap. + suelo seco (gr.)	40,50	43,08	44,90	47,38	46,44	47,00
Peso cápsula (gr.)	17,60	17,66	18,42	18,90	17,67	20,86
Contenido de Humedad (%)	35,11	35,52	36,67	37,46	40,04	40,67
Humedad promedio (%)	35,32		37,07		40,35	

PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA DESPUÉS DE LA SATURACIÓN

Peso molde + suelo húmedo (gr.)	10.538	10.366	10.166
Agua absorbida (gr.)	63	181	321
Agua absorbida (%)	1,67	5,17	10,08

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

ENSAYO DE CBR EN LABORATORIO

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Tesis Almeida - Sánchez
LOCALIZACIÓN : Absc: 5+000 **FECHA :** 24/08/2010
NORMA : ASTM D - 1883

ESPONJAMIENTO

MOLDES N°	Z4		Z5		Z6	
Tiempo (dias)	dial	%	dial	%	dial	%
0	0	0,00	0	0,00	0	0,00
1	22	0,47	18	0,38	20	0,43
2	23	0,49	18	0,38	20	0,43
3	23	0,49	19	0,41	21	0,45
4	24	0,51	20	0,43	21	0,45

PENETRACIÓN

Constante anillo = (10,02 * Lectura)

MOLDES N°	Z4		Z5		Z6	
	56 Golpes		25 Golpes		11 Golpes	
penetración (pulgadas)	dial	presión lb/plg²	dial	presión lb/plg²	dial	presión lb/plg²
0,000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
0,025	11	36,74	6	20,04	3	10,02
0,050	23	76,82	12	40,08	6	20,04
0,075	32	106,88	19	63,46	9	30,06
0,100	41	136,94	27	90,18	15	50,10
0,200	69	230,46	53	177,02	30	100,20
0,300	89	297,26	72	240,48	47	156,98
0,400	113	377,42	91	303,94	60	200,40
0,500	128	427,52	109	364,06	71	237,14

VALORES CBR

presión lb/plg²	valor CBR 0.1"	presión lb/plg²	valor CBR 0.2"
136,94	13,69	230,46	15,36
90,18	9,02	177,02	11,80
50,10	5,01	100,20	6,68
CBR (95% gd max.) =	**10,00**	**CBR (95% gd max.) =**	**12,70**

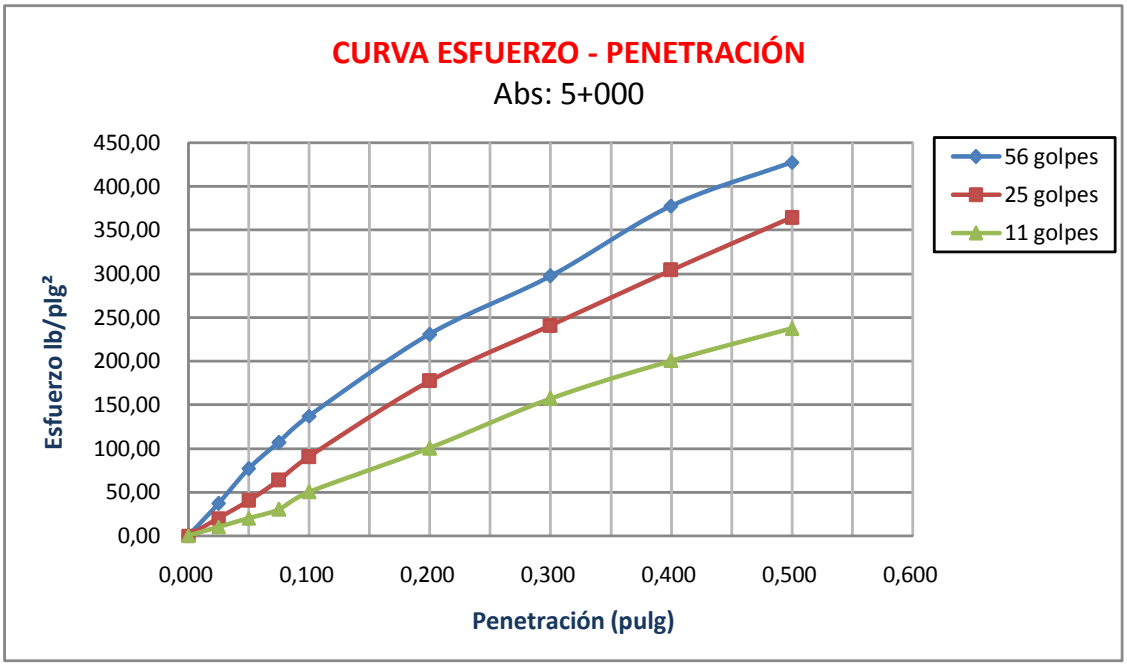
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

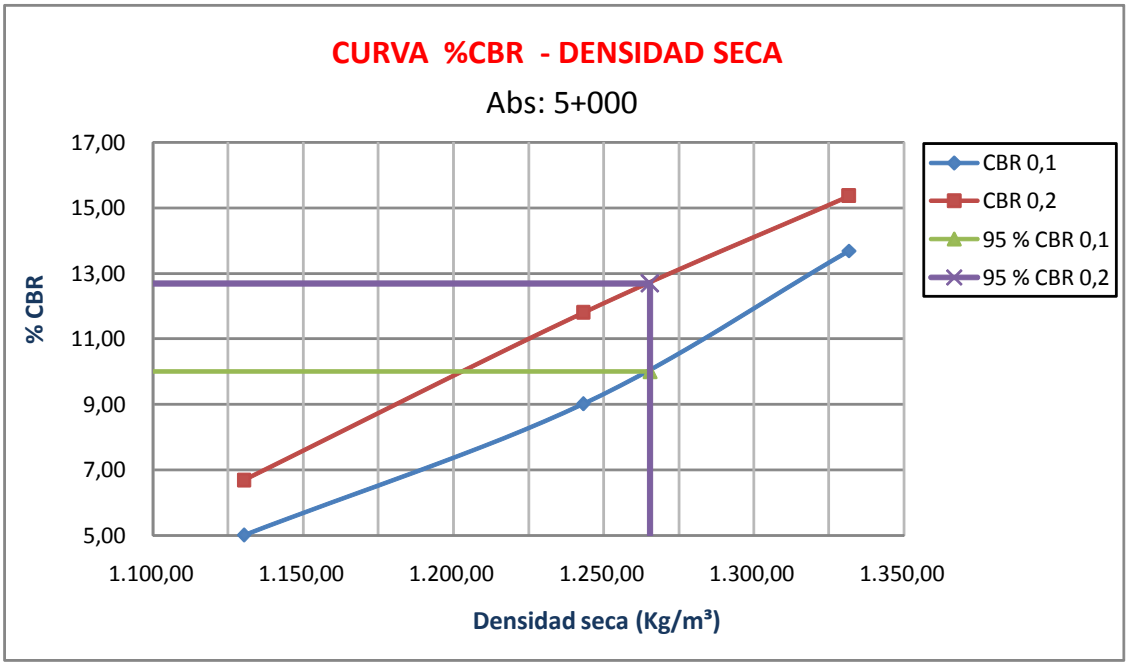
ENSAYO DE CBR EN LABORATORIO

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Tesis Almeida - Sánchez

LOCALIZACIÓN : Absc: 5+000 **FECHA :** 24/08/2010

NORMA : ASTM D - 1883





3.5 Ensayos a la Emulsión Asfáltica

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

CARGA DE LA PARTÍCULA

OBRA : Vía Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Almeida - Sánchez
NORMA : ASTM D 244-09 **FECHA :** 10/09/2010

Muestra #		Tipo de Carga
1	Cátodo	Positivo

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LA EMULSIÓN

OBRA : Vía Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Almeida - Sánchez
NORMA : ASTM D 70-03 **FECHA :** 06/09/2010

Ensayo #	Peso del Picnómetro "a"	Peso del Picnómetro + Agua Destilada"b"	Peso del Picnómetro + Emulsión"c"	Gravedad Específica
1	38,46	62,58	62,49	0,996
2	38,59	63,52	62,95	0,977
			Promedio	0,987

D = (c-a) /(b-a)
donde:
D = Gravedad Específica de la Emulsión.
a = Peso del Picnómetro
b = Peso del Picnómetro + Agua Destilada.
c = Peso del Picnómetro + Emulsión.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

ENSAYO DEL TAMIZ # 20

OBRA : Vía Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Almeida - Sánchez
NORMA : ASTM D 244-09 **FECHA :** 06/09/2010

Ensayo #	Peso del Tamiz + Bandeja "a"	Peso del Tamiz + Bandeja (después)	Ensayo del Tamiz # 20 "c"	Ensayo del Tamiz # 20 (%)
1	745,91	746,56	0,65	0,065
2	745,94	746,61	0,67	0,067
			Promedio	0,066

c = b-a
D = c/10
donde:
D = Ensayo del Tamiz # 20 en porcentaje.
a = Peso del Tamiz + Bandeja.
b = Peso del Tamiz + Bandeja, después del ensayo.
c = Ensayo del Tamiz # 20.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

VISCOSIDAD SAYBOLT FUROL

OBRA : Vía Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Almeida - Sánchez
NORMA : ASTM D 244-09 **FECHA :** 10/09/2010

Ensayo #	Lectura 1 (segundos)	Lectura 2 (segundos)	Viscosidad Furol (segundos)
1	23,89	23,91	23,9

C = Promedio(Lectura 1 + Lectura 2) a una T= 25 °C

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

RESIDUO POR EVAPORACIÓN

OBRA : Vía Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Almeida - Sánchez
NORMA : ASTM D 244-09 **FECHA :** 08/09/2010

Metodo A

Ensayo #	Peso del Recipiente + Agitador "a"	Peso del Recipiente + Agitador + Emulsión	% Residuo "R"
1	103,71	135,17	62,92
2	99,75	131,02	62,54
3	99,10	130,53	62,86
		Promedio	62,77

R = 2*(b-a)
donde:
R = % de Residuo por evaporación
a = Peso del Recipiente + Agitador, antes del ensayo, en gramos
b = Peso del Recipiente + Emulsión + Agitador, después del ensayo, en gramos

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

ESTABILIDAD A LAS 24 HORAS

OBRA : Vía Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Almeida - Sánchez
NORMA : ASTM D 244-09 **FECHA :** 08/09/2010

Ensayo #	Residuo en la Parte de Arriba %	Residuo en la Parte de Abajo %	Estabilidad a las 24 horas %
1	61,54	62,24	0,70
2	61,34	62,12	0,78
		Promedio	0,74

C = b-a
donde:
C = Estabilida a las 24 horas
a = Residuo en la Parte de Arriba
b = Residuo en la Parte de Abajo

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

PENETRACIÓN DEL RESIDUO

OBRA : Vía Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Almeida - Sánchez
NORMA : ASTM D 5-97 **FECHA :** 09/09/2010

Muestra #	Penetración
1	62
2	61
3	63
4	62
5	63

PROMEDIO **62**

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

DUCTILIDAD DEL RESIDUO

OBRA : Vía Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Almeida - Sánchez
NORMA : ASTM D 113-09 **FECHA :** 09/09/2010

Muestra #	Alargamiento (cm)
1	46
2	48
Promedio	47

3.6 CBR en Laboratorio con Diferentes Porcentajes de Emulsión Asfáltica

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

C B R E N L A B O R A T O R I O CON EL 5% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Tesis Almeida - Sánchez
LOCALIZACIÓN : Absc: 0+020 **FECHA :** 23/09/2010
NORMA : ASTM D - 1883

DATOS DEL ENSAYO DE COMPACTACIÓN

DENSIDAD MÁXIMA :	1,338 gr/cm³	**HUMEDAD ÓPTIMA:**	33,00 %

DATOS DE MOLDEO

N° DE CAPAS : 5 **ALTURA DE CAIDA DEL**
PESO MARTILLO : 10 lb. **MARTILLO :** 457,2 mm.

MOLDES N°	Z4	Z5	Z6
N° DE GOLPES POR CAPA	56	25	11
Peso molde + suelo húmedo (gr.)	10.481	10.290	9.895
Peso molde (gr.)	6.711	6.681	6.662
Peso suelo húmedo (gr.)	3.770	3.609	3.233
Volumen del molde (cm³)	2.124	2.124	2.124
Densidad húmeda (gr/cm³)	1.775	1.699	1.522

CONTENIDOS DE HUMEDAD AL MOLDEO

Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	44,20	38,50	46,91	45,00	47,35	47,69
Peso cap. + suelo seco (gr.)	37,84	33,32	39,80	38,44	40,19	40,26
Peso cápsula (gr.)	18,47	17,64	18,59	18,71	18,85	18,15
Contenido de Humedad (%)	32,83	33,04	33,52	33,25	33,55	33,60
Humedad promedio (%)	32,93		33,39		33,58	
Densidad húmeda (gr/cm³)	1.335		1.274		1.140	

CONTENIDOS DE HUMEDAD LUEGO DE LA SATURACIÓN

Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	41,44	40,16	40,84	41,04	42,24	41,65
Peso cap. + suelo seco (gr.)	35,23	33,89	33,90	33,93	34,28	33,96
Peso cápsula (gr.)	18,71	16,97	17,93	17,62	18,34	18,52
Contenido de Humedad (%)	37,59	37,09	43,46	43,59	49,94	49,81
Humedad promedio (%)	37,34		43,52		49,87	

PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA DESPUÉS DE LA SATURACIÓN

Peso molde + suelo húmedo (gr.)	10.651	10.521	10.252
Agua absorbida (gr.)	170	231	357
Agua absorbida (%)	4,51	6,40	11,04

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

C B R E N L A B O R A T O R I O CON EL 5% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Tesis Almeida - Sánchez

LOCALIZACIÓN : Absc: 0+020 **FECHA :** 27/09/2010

NORMA : ASTM D - 1883

ESPONJAMIENTO

MOLDES N°	Z4		Z5		Z6	
Tiempo (dias)	dial	%	dial	%	dial	%
0	0	0,00	0	0,00	0	0,00
1	14	0,30	19	0,41	24	0,51
2	14	0,30	20	0,43	24	0,51
3	15	0,32	20	0,43	25	0,53
4	15	0,32	20	0,43	25	0,53

PENETRACIÓN **Constante anillo =** (10,02 * Lectura)

MOLDES N°	Z4		Z5		Z6	
	56 Golpes		25 Golpes		11 Golpes	
penetración (pulgadas)	dial	presión lb/plg²	dial	presión lb/plg²	dial	presión lb/plg²
0,000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
0,025	14	46,76	9	30,06	2	6,68
0,050	26	86,84	17	56,78	5	16,70
0,075	33	110,22	24	80,16	8	26,72
0,100	40	133,60	30	100,20	13	43,42
0,200	69	230,46	53	177,02	24	80,16
0,300	94	313,96	72	240,48	37	123,58
0,400	109	364,06	89	297,26	49	163,66
0,500	121	404,14	101	337,34	55	183,70

VALORES CBR

presión lb/plg²	valor CBR 0.1"	presión lb/plg²	valor CBR 0.2"
133,60	13,36	230,46	15,36
100,20	10,02	177,02	11,80
43,42	4,34	80,16	5,34
CBR (95% gd max.) =	**9,90**	**CBR (95% gd max.) =**	**11,70**

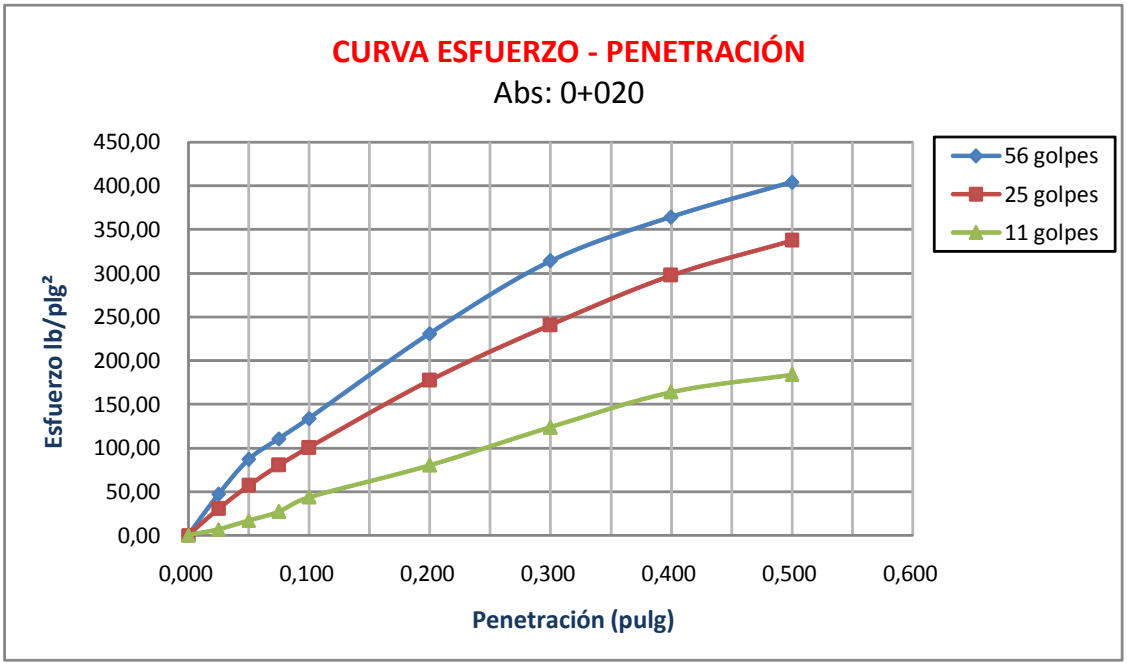
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

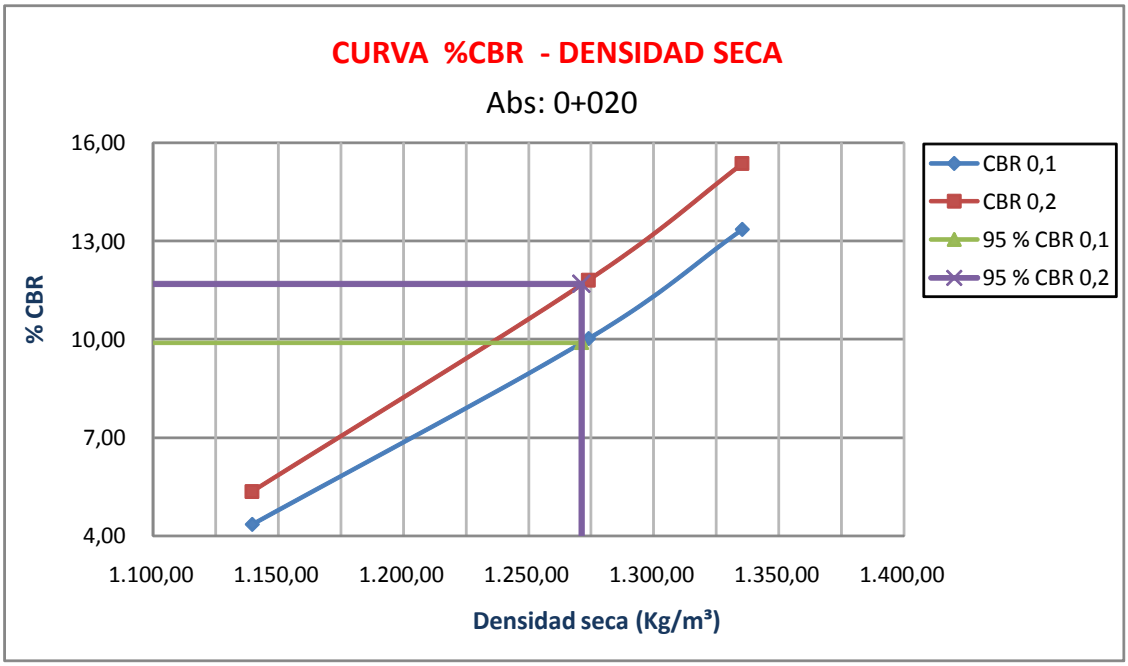
C B R E N L A B O R A T O R I O CON EL 5% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Tesis Almeida - Sánchez

LOCALIZACION : Absc: 0+020 **FECHA :** 27/09/2010

NORMA : ASTM D - 1883





PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

C B R E N L A B O R A T O R I O CON EL 10% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Tesis Almeida - Sánchez
LOCALIZACIÓN : Absc: 0+020 **FECHA :** 23/09/2010
NORMA : ASTM D - 1883

DATOS DEL ENSAYO DE COMPACTACIÓN

DENSIDAD MÁXIMA :	1,338	gr/cm³	**HUMEDAD ÓPTIMA:**	33,00	%

DATOS DE MOLDEO

N° DE CAPAS : 5
PESO MARTILLO : 10 lb.
ALTURA DE CAIDA DEL MARTILLO : 457,2 mm.

MOLDES N°	**Z7**	**Z8**	**Z9**
N° DE GOLPES POR CAPA	**56**	**25**	**11**
Peso molde + suelo húmedo (gr.)	10.457	10.320	9.981
Peso molde (gr.)	6.660	6.660	6.669
Peso suelo húmedo (gr.)	3.797	3.660	3.312
Volumen del molde (cm³)	2.124	2.124	2.124
Densidad húmeda (gr/cm³)	1.788	1.723	1.559

CONTENIDOS DE HUMEDAD AL MOLDEO

Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	44,49	38,94	39,97	37,04	38,20	40,47
Peso cap. + suelo seco (gr.)	37,96	33,69	34,58	32,20	33,28	34,97
Peso cápsula (gr.)	18,30	17,90	18,49	17,66	18,34	18,54
Contenido de Humedad (%)	33,21	33,25	33,50	33,29	32,93	33,48
Humedad promedio (%)	33,23		33,39		33,20	
Densidad húmeda (gr/cm³)	1.342		1.292		1.171	

CONTENIDOS DE HUMEDAD LUEGO DE LA SATURACIÓN

Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	42,22	41,66	44,78	42,24	42,40	42,72
Peso cap. + suelo seco (gr.)	35,79	35,18	37,38	35,50	34,90	34,88
Peso cápsula (gr.)	18,30	17,64	18,82	18,70	18,89	18,15
Contenido de Humedad (%)	36,76	36,94	39,87	40,12	46,85	46,86
Humedad promedio (%)	36,85		39,99		46,85	

PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA DESPUÉS DE LA SATURACIÓN

Peso molde + suelo húmedo (gr.)	10.594	10.521	10.249
Agua absorbida (gr.)	137	201	268
Agua absorbida (%)	3,61	5,49	8,09

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

C B R E N L A B O R A T O R I O CON EL 10% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Tesis Almeida - Sánchez

LOCALIZACIÓN : Absc: 0+020 **FECHA :** 27/10/2010

NORMA : ASTM D - 1883

ESPONJAMIENTO

MOLDES N°	Z7		Z8		Z9	
Tiempo (dias)	dial	%	dial	%	dial	%
0	0	0,00	0	0,00	0	0,00
1	10	0,21	16	0,34	15	0,32
2	10	0,21	18	0,38	19	0,41
3	14	0,30	19	0,41	19	0,41
4	14	0,30	19	0,41	20	0,43

PENETRACIÓN **Constante anillo =** (10,02 * Lectura)

MOLDES N°	Z7		Z8		Z9	
	56 Golpes		25 Golpes		11 Golpes	
penetración (pulgadas)	dial	presión lb/plg²	dial	presión lb/plg²	dial	presión lb/plg²
0,000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
0,025	14	46,76	8	26,72	3	10,02
0,050	25	83,50	17	56,78	7	23,38
0,075	36	120,24	24	80,16	13	43,42
0,100	45	150,30	33	110,22	18	60,12
0,200	73	243,82	58	193,72	32	106,88
0,300	92	307,28	72	240,48	38	126,92
0,400	110	367,40	83	277,22	44	146,96
0,500	129	430,86	96	320,64	49	163,66

VALORES CBR

presión lb/plg²	valor CBR 0.1"	presión lb/plg²	valor CBR 0.2"
150,30	15,03	243,82	16,25
110,22	11,02	193,72	12,91
60,12	6,01	106,88	7,13
CBR (95% gd max.) =	**9,90**	**CBR (95% gd max.) =**	**11,90**

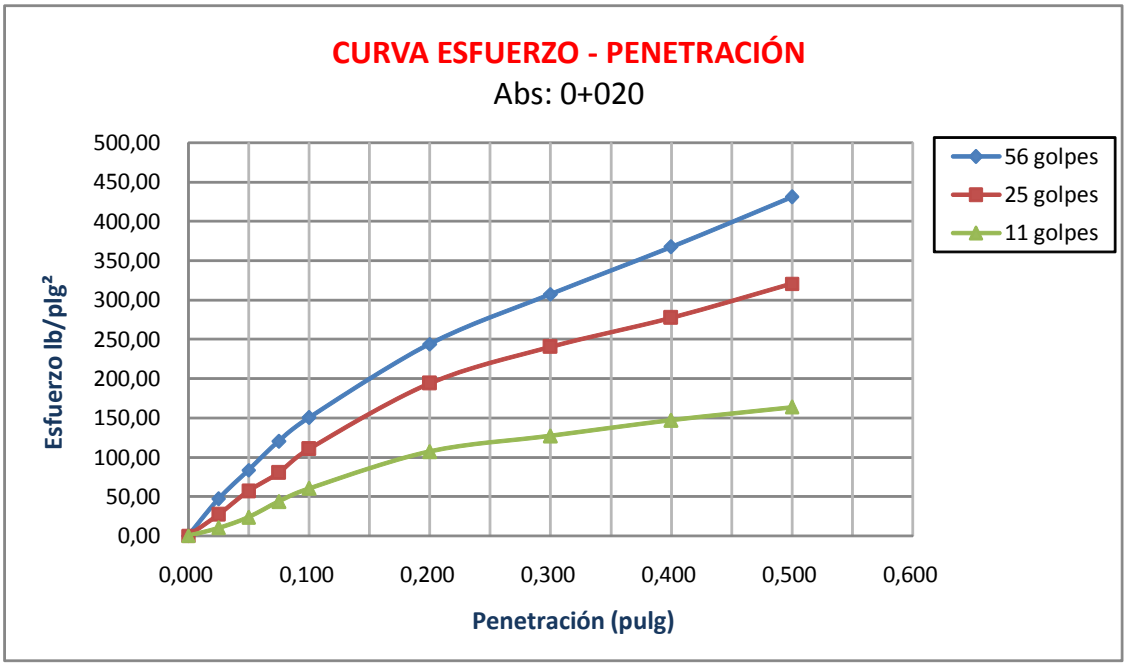
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

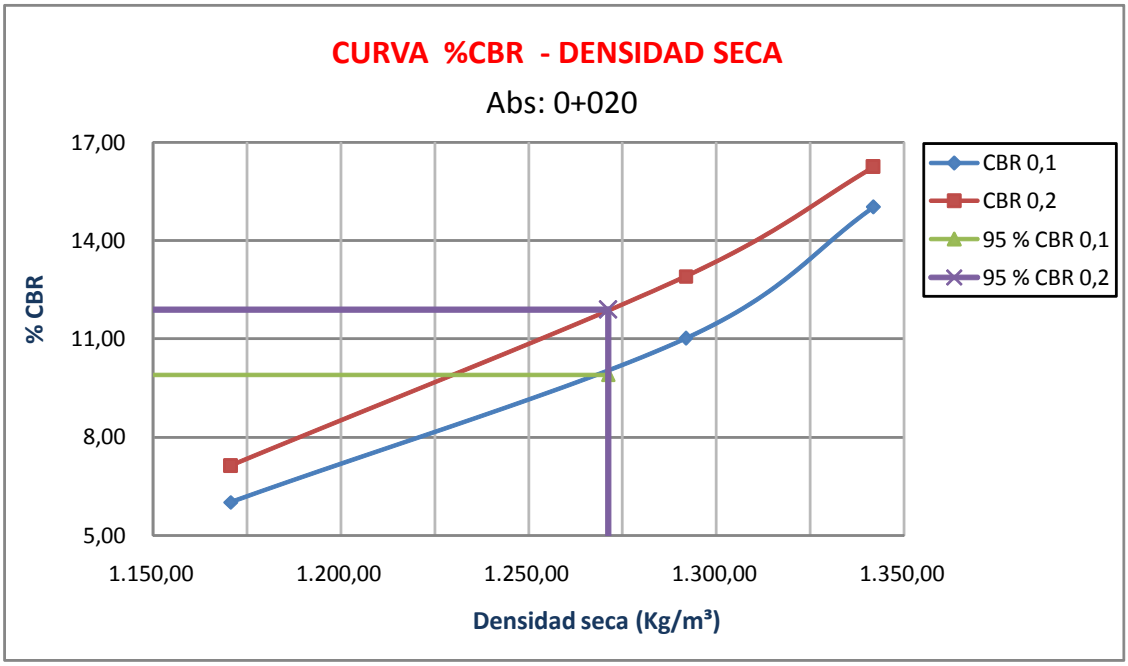
C B R E N L A B O R A T O R I O CON EL 10% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Tesis Almeida - Sánchez

LOCALIZACION : Absc: 0+020 **FECHA :** 27/10/2010

NORMA : ASTM D - 1883





PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

C B R E N L A B O R A T O R I O CON EL 15% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Tesis Almeida - Sánchez
LOCALIZACIÓN : Absc: 0+020 **FECHA :** 24/09/2010
NORMA : ASTM D - 1883

DATOS DEL ENSAYO DE COMPACTACIÓN

DENSIDAD MÁXIMA :	1,338	gr/cm³	**HUMEDAD ÓPTIMA:** 33,00 %

DATOS DE MOLDEO

N° DE CAPAS : 5 **ALTURA DE CAIDA DEL**
PESO MARTILLO : 10 lb. **MARTILLO :** 457,2 mm.

MOLDES N°	Z4	Z5	Z6
N° DE GOLPES POR CAPA	56	25	11
Peso molde + suelo húmedo (gr.)	10.522	10.286	9.929
Peso molde (gr.)	6.711	6.681	6.662
Peso suelo húmedo (gr.)	3.811	3.605	3.267
Volumen del molde (cm³)	2.124	2.124	2.124
Densidad húmeda (gr/cm³)	1.794	1.697	1.538

CONTENIDOS DE HUMEDAD AL MOLDEO

Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	42,20	41,51	46,91	45,00	57,35	57,69
Peso cap. + suelo seco (gr.)	36,24	35,52	39,80	38,44	47,79	47,86
Peso cápsula (gr.)	18,47	17,64	18,59	18,71	18,85	18,15
Contenido de Humedad (%)	33,54	33,50	33,52	33,25	33,03	33,09
Humedad promedio (%)	33,52		33,39		33,06	
Densidad húmeda (gr/cm³)	1.344		1.272		1.156	

CONTENIDOS DE HUMEDAD LUEGO DE LA SATURACIÓN

Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	39,85	40,29	42,84	44,04	42,24	40,85
Peso cap. + suelo seco (gr.)	34,31	34,18	35,88	36,69	34,88	33,96
Peso cápsula (gr.)	18,71	16,83	17,93	17,62	18,34	18,52
Contenido de Humedad (%)	35,51	35,22	38,77	38,54	44,50	44,62
Humedad promedio (%)	35,36		38,66		44,56	

PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA DESPUÉS DE LA SATURACIÓN

Peso molde + suelo húmedo (gr.)	10.604	10.461	10.183
Agua absorbida (gr.)	82	175	254
Agua absorbida (%)	2,15	4,85	7,77

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

C B R E N L A B O R A T O R I O CON EL 15% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Tesis Almeida - Sánchez
LOCALIZACIÓN : Absc: 0+020 **FECHA :** 28/09/2010
NORMA : ASTM D - 1883

ESPONJAMIENTO

MOLDES N°	Z4		Z5		Z6	
Tiempo (dias)	dial	%	dial	%	dial	%
0	0	0,00	0	0,00	0	0,00
1	11	0,24	13	0,28	17	0,36
2	13	0,28	16	0,34	17	0,36
3	15	0,32	17	0,36	20	0,43
4	15	0,32	19	0,41	20	0,43

PENETRACIÓN **Constante anillo =** (10,02 * Lectura)

MOLDES N°	Z4		Z5		Z6	
	56 Golpes		25 Golpes		11 Golpes	
penetración (pulgadas)	dial	presión lb/plg²	dial	presión lb/plg²	dial	presión lb/plg²
0,000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
0,025	17	56,78	11	36,74	4	13,36
0,050	26	86,84	19	63,46	7	23,38
0,075	38	126,92	24	80,16	11	36,74
0,100	47	156,98	31	103,54	15	50,10
0,200	78	260,52	54	180,36	33	110,22
0,300	96	320,64	66	220,44	39	130,26
0,400	110	367,40	81	270,54	44	146,96
0,500	129	430,86	94	313,96	50	167,00

VALORES CBR

presión lb/plg²	valor CBR 0.1"	presión lb/plg²	valor CBR 0.2"
156,98	15,70	260,52	17,37
103,54	10,35	180,36	12,02
50,10	5,01	110,22	7,35
CBR (95% gd max.) =	10,20	CBR (95% gd max.) =	12,00

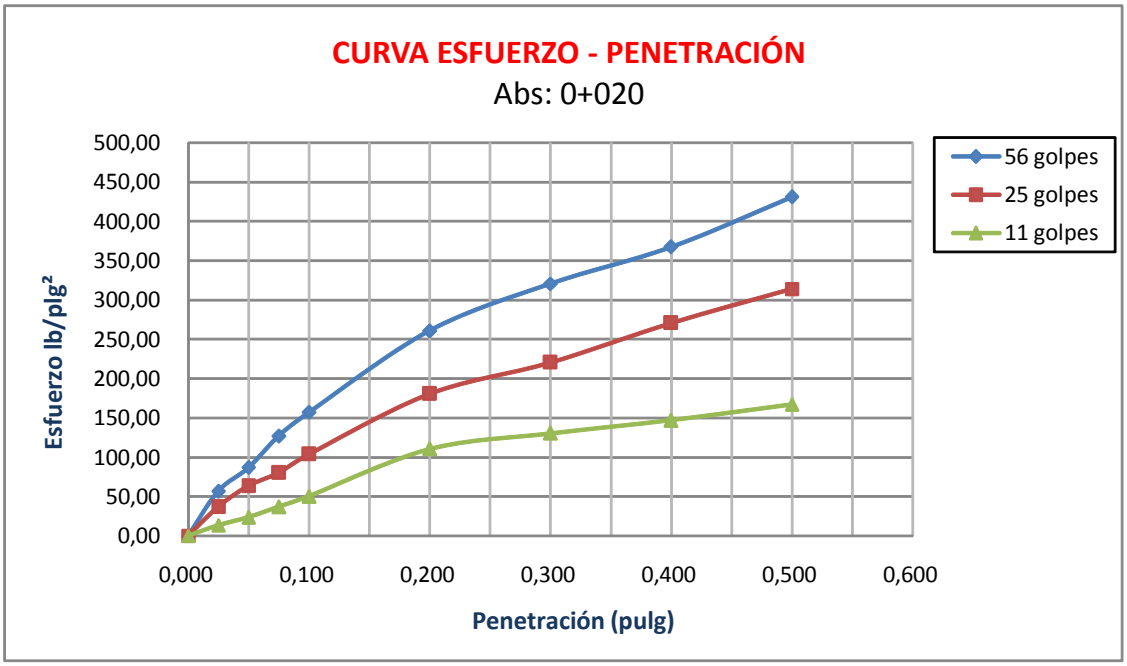
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

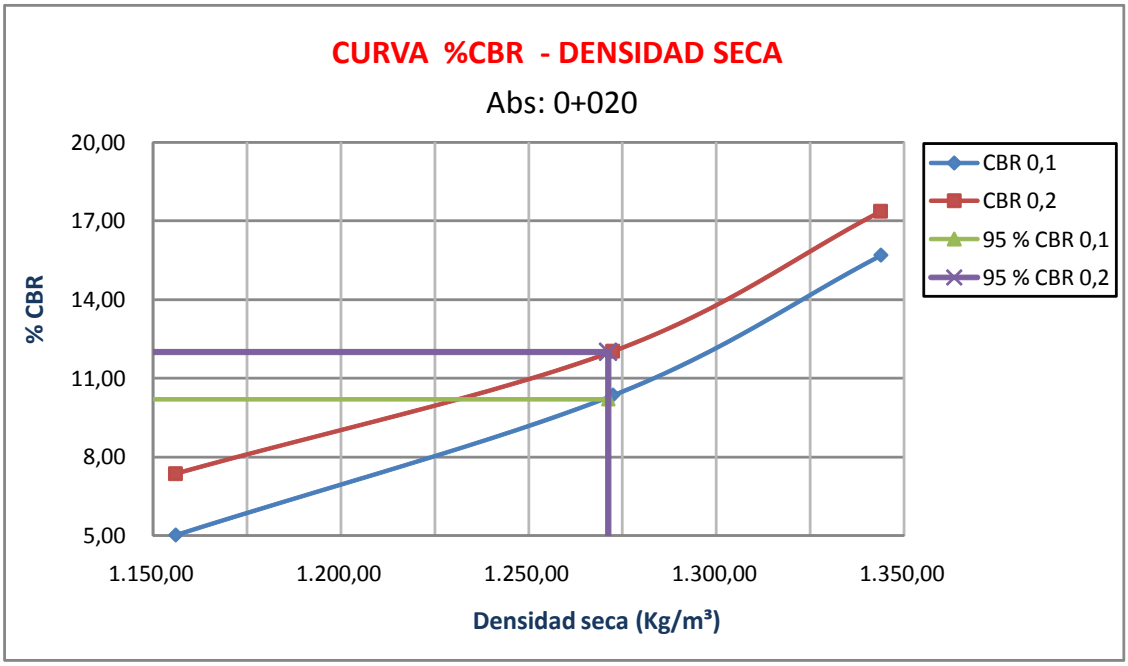
C B R E N L A B O R A T O R I O CON EL 15% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Tesis Almeida - Sánchez

LOCALIZACION : Absc: 0+020 **FECHA :** 28/09/2010

NORMA : ASTM D - 1883





PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

C B R E N L A B O R A T O R I O CON EL 20% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Tesis Almeida - Sánchez
LOCALIZACIÓN : Absc: 0+020 **FECHA :** 24/09/2010
NORMA : ASTM D - 1883

DATOS DEL ENSAYO DE COMPACTACIÓN

DENSIDAD MÁXIMA :	1,338 gr/cm³	**HUMEDAD ÓPTIMA:**	33,00 %

DATOS DE MOLDEO

N° DE CAPAS : 5
PESO MARTILLO : 10 lb.
ALTURA DE CAIDA DEL MARTILLO : 457,2 mm.

MOLDES N°	Z7	Z8	Z9
N° DE GOLPES POR CAPA	56	25	11
Peso molde + suelo húmedo (gr.)	10.444	10.189	9.898
Peso molde (gr.)	6.660	6.660	6.669
Peso suelo húmedo (gr.)	3.784	3.529	3.229
Volumen del molde (cm³)	2.124	2.124	2.124
Densidad húmeda (gr/cm³)	1.782	1.661	1.520

CONTENIDOS DE HUMEDAD AL MOLDEO

Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	45,49	39,94	38,97	36,04	39,42	43,47
Peso cap. + suelo seco (gr.)	38,79	34,50	33,89	31,45	34,29	36,97
Peso cápsula (gr.)	18,68	18,13	18,73	17,65	18,99	17,57
Contenido de Humedad (%)	33,32	33,23	33,51	33,26	33,53	33,51
Humedad promedio (%)	33,27		33,39		33,52	
Densidad húmeda (gr/cm³)	1.337		1.246		1.139	

CONTENIDOS DE HUMEDAD LUEGO DE LA SATURACIÓN

Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	43,88	41,48	43,70	40,22	38,42	41,12
Peso cap. + suelo seco (gr.)	37,08	35,34	36,88	34,42	32,18	34,99
Peso cápsula (gr.)	17,60	17,66	18,42	18,90	17,67	20,86
Contenido de Humedad (%)	34,91	34,73	36,94	37,37	43,00	43,38
Humedad promedio (%)	34,82		37,16		43,19	

PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA DESPUÉS DE LA SATURACIÓN

Peso molde + suelo húmedo (gr.)	10.517	10.343	10.143
Agua absorbida (gr.)	73	154	245
Agua absorbida (%)	1,93	4,36	7,59

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

C B R E N L A B O R A T O R I O CON EL 20% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Tesis Almeida - Sánchez
LOCALIZACIÓN : Absc: 0+020 **FECHA :** 28/09/2010
NORMA : ASTM D - 1883

ESPONJAMIENTO

MOLDES N°	Z7		Z8		Z9	
Tiempo (dias)	dial	%	dial	%	dial	%
0	0	0,00	0	0,00	0	0,00
1	9	0,19	13	0,28	14	0,30
2	9	0,19	13	0,28	14	0,30
3	10	0,21	14	0,30	14	0,30
4	10	0,21	14	0,30	16	0,34

PENETRACIÓN **Constante anillo =** (10,02 * Lectura)

MOLDES N°	Z7		Z8		Z9	
	56 Golpes		25 Golpes		11 Golpes	
penetración (pulgadas)	dial	presión lb/plg²	dial	presión lb/plg²	dial	presión lb/plg²
0,000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
0,025	13	43,42	7	23,38	2	6,68
0,050	21	70,14	13	43,42	4	13,36
0,075	31	103,54	19	63,46	9	30,06
0,100	38	126,92	27	90,18	13	43,42
0,200	64	213,76	50	167,00	27	90,18
0,300	89	297,26	63	210,42	36	120,24
0,400	105	350,70	78	260,52	43	143,62
0,500	116	387,44	92	307,28	53	177,02

VALORES CBR

presión lb/plg²	valor CBR 0.1"	presión lb/plg²	valor CBR 0.2"
126,92	12,69	213,76	14,25
90,18	9,02	167,00	11,13
43,42	4,34	90,18	6,01
CBR (95% gd max.) =	10,10	CBR (95% gd max.) =	12,10

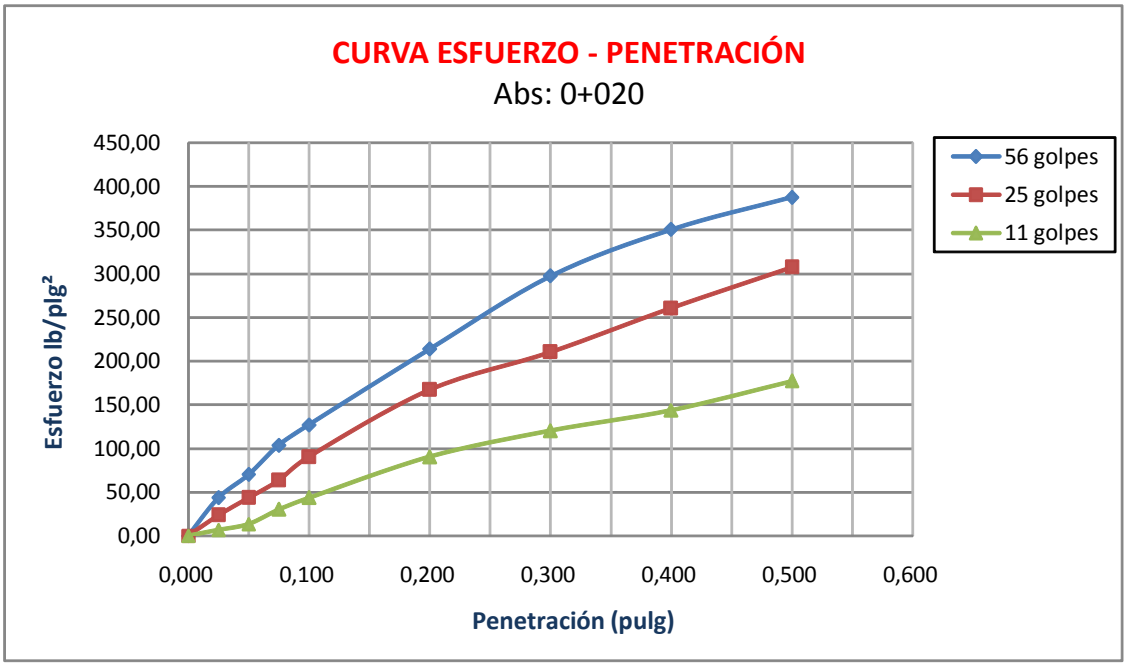
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

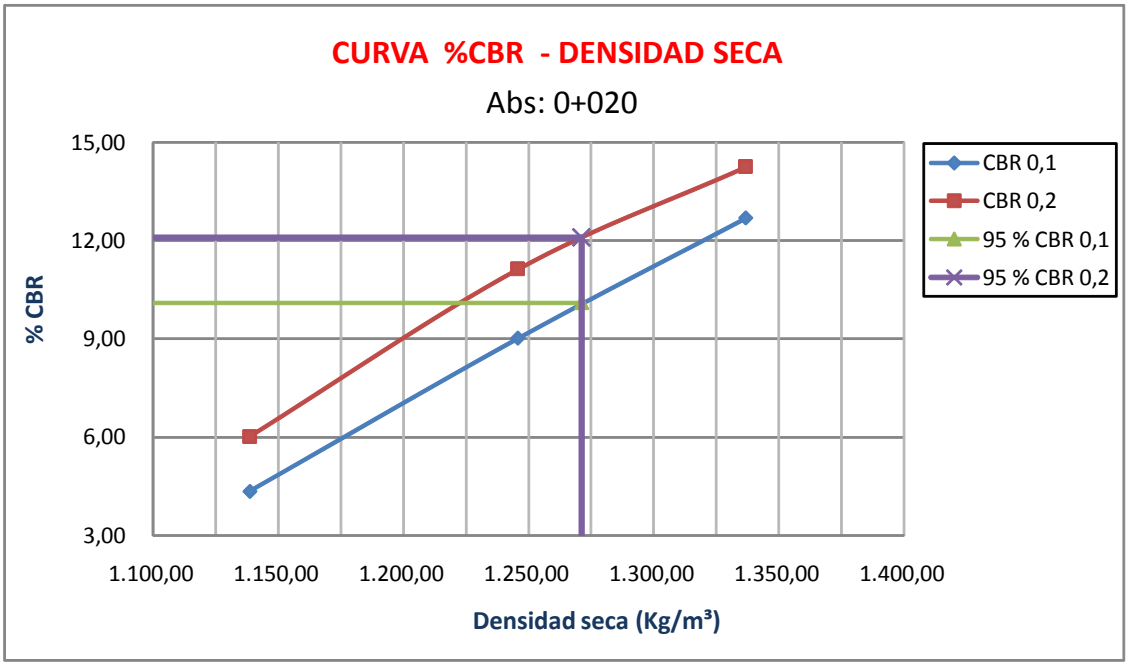
C B R E N L A B O R A T O R I O CON EL 20% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Tesis Almeida - Sánchez

LOCALIZACION : Absc: 0+020 **FECHA :** 28/09/2010

NORMA : ASTM D - 1883





PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

C B R E N L A B O R A T O R I O CON EL 25% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Tesis Almeida - Sánchez
LOCALIZACIÓN : Absc: 0+020 **FECHA :** 25/09/2010
NORMA : ASTM D - 1883

DATOS DEL ENSAYO DE COMPACTACIÓN

DENSIDAD MÁXIMA :	1,338	gr/cm³	**HUMEDAD ÓPTIMA:**	33,00	%

DATOS DE MOLDEO

N° DE CAPAS : 5 **ALTURA DE CAIDA DEL**
PESO MARTILLO : 10 lb. **MARTILLO :** 457,2 mm.

MOLDES N°	**B2**	**B3**	**C2**
N° DE GOLPES POR CAPA	**56**	**25**	**11**
Peso molde + suelo húmedo (gr.)	10.235	10.312	9.849
Peso molde (gr.)	6.438	6.798	6.575
Peso suelo húmedo (gr.)	3.797	3.514	3.274
Volumen del molde (cm³)	2.124	2.124	2.124
Densidad húmeda (gr/cm³)	1.788	1.654	1.541

CONTENIDOS DE HUMEDAD AL MOLDEO

Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	43,56	40,94	36,27	42,04	40,31	40,91
Peso cap. + suelo seco (gr.)	37,33	35,25	31,89	35,95	34,95	35,08
Peso cápsula (gr.)	18,60	18,21	18,66	17,71	18,90	17,66
Contenido de Humedad (%)	33,26	33,39	33,11	33,39	33,40	33,47
Humedad promedio (%)	33,33		33,25		33,43	
Densidad húmeda (gr/cm³)	1.341		1.242		1.155	

CONTENIDOS DE HUMEDAD LUEGO DE LA SATURACIÓN

Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	40,16	39,80	42,74	39,22	41,42	40,38
Peso cap. + suelo seco (gr.)	34,43	34,11	36,38	33,92	34,68	34,85
Peso cápsula (gr.)	17,60	17,66	18,42	18,90	17,67	20,86
Contenido de Humedad (%)	34,05	34,59	35,41	35,29	39,62	39,53
Humedad promedio (%)	34,32		35,35		39,58	

PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA DESPUÉS DE LA SATURACIÓN

Peso molde + suelo húmedo (gr.)	10.279	10.449	10.069
Agua absorbida (gr.)	44	137	220
Agua absorbida (%)	1,16	3,90	6,72

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

C B R E N L A B O R A T O R I O CON EL 25% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Tesis Almeida - Sánchez
LOCALIZACIÓN : Absc: 0+020 **FECHA :** 29/09/2010
NORMA : ASTM D - 1883

ESPONJAMIENTO

MOLDES N°	B2		B3		C2	
Tiempo (dias)	dial	%	dial	%	dial	%
0	0	0,00	0	0,00	0	0,00
1	6	0,13	9	0,19	10	0,21
2	6	0,13	12	0,26	13	0,28
3	9	0,19	13	0,28	14	0,30
4	9	0,19	13	0,28	15	0,32

PENETRACIÓN

Constante anillo = (10,02 * Lectura)

MOLDES N°	B2		B3		C2	
	56 Golpes		25 Golpes		11 Golpes	
penetración (pulgadas)	dial	presión lb/plg²	dial	presión lb/plg²	dial	presión lb/plg²
0,000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
0,025	17	56,78	8	26,72	7	23,38
0,050	26	86,84	13	43,42	9	30,06
0,075	35	116,90	19	63,46	12	40,08
0,100	42	140,28	25	83,50	16	53,44
0,200	73	243,82	46	153,64	26	86,84
0,300	94	313,96	61	203,74	34	113,56
0,400	121	404,14	78	260,52	42	140,28
0,500	139	464,26	91	303,94	49	163,66

VALORES CBR

presión lb/plg²	valor CBR 0.1"	presión lb/plg²	valor CBR 0.2"
140,28	14,03	243,82	16,25
83,50	8,35	153,64	10,24
53,44	5,34	86,84	5,79
CBR (95% gd max.) =	9,90	CBR (95% gd max.) =	12,00

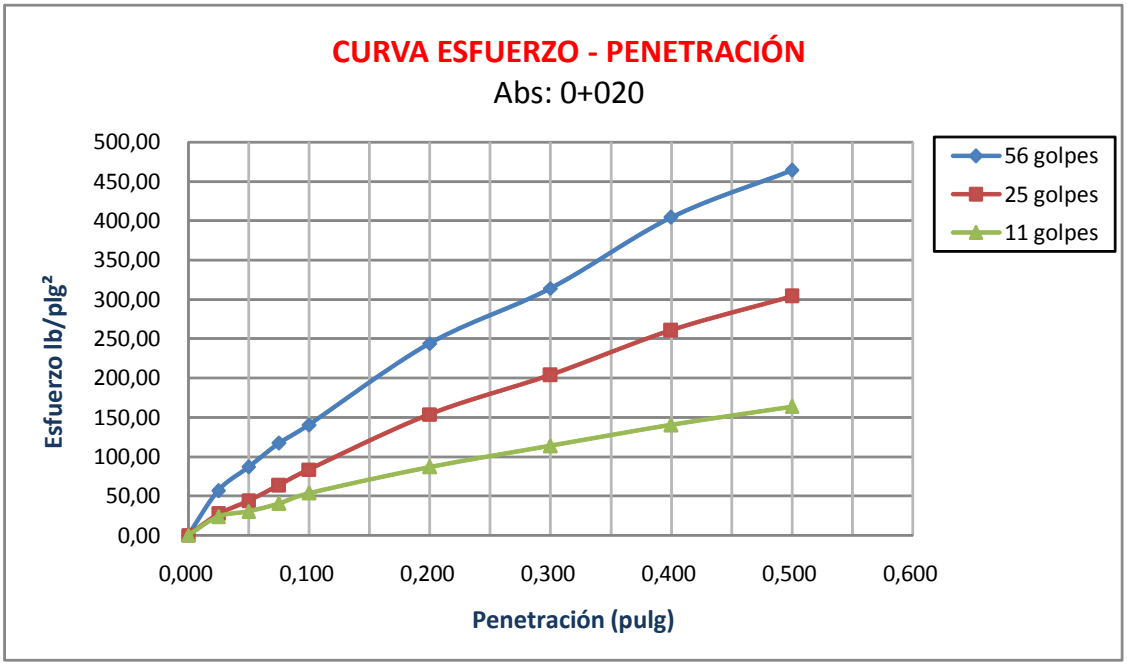
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

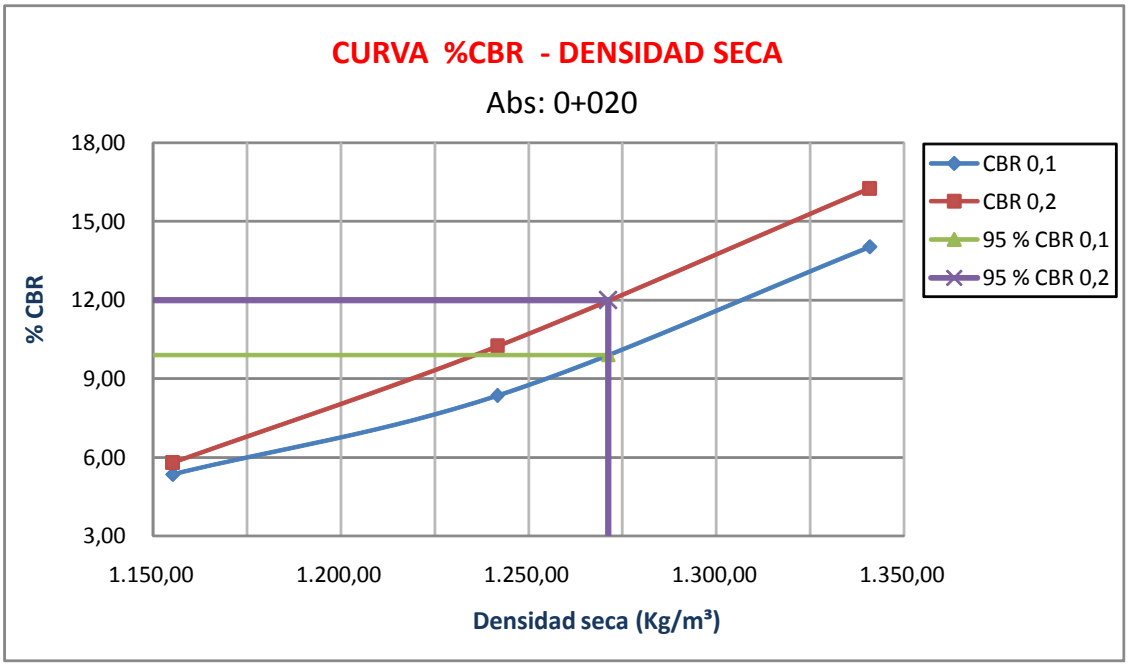
C B R E N L A B O R A T O R I O CON EL 25% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Tesis Almeida - Sánchez

LOCALIZACION : Absc: 0+020 **FECHA :** 29/09/2010

NORMA : ASTM D - 1883





PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

C B R E N L A B O R A T O R I O CON EL 5% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Tesis Almeida - Sánchez
LOCALIZACIÓN : Absc: 2+010 **FECHA :** 18/10/2010
NORMA : ASTM D - 1883

DATOS DEL ENSAYO DE COMPACTACIÓN

DENSIDAD MÁXIMA : 1,397 gr/cm³	**HUMEDAD ÓPTIMA:** 25,30 %

DATOS DE MOLDEO

N° DE CAPAS : 5 **ALTURA DE CAIDA DEL**
PESO MARTILLO : 10 lb. **MARTILLO :** 457,2 mm.

MOLDES N°	Z4	Z5	Z6
N° DE GOLPES POR CAPA	56	25	11
Peso molde + suelo húmedo (gr.)	10.431	10.088	9.827
Peso molde (gr.)	6.711	6.681	6.662
Peso suelo húmedo (gr.)	3.720	3.407	3.165
Volumen del molde (cm³)	2.124	2.124	2.124
Densidad húmeda (gr/cm³)	1.751	1.604	1.490

CONTENIDOS DE HUMEDAD AL MOLDEO

Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	46,53	46,76	48,22	48,22	47,58	41,88
Peso cap. + suelo seco (gr.)	40,79	40,99	42,19	42,19	41,74	37,08
Peso cápsula (gr.)	18,24	18,52	18,70	18,30	18,93	18,35
Contenido de Humedad (%)	25,45	25,68	25,67	25,24	25,60	25,63
Humedad promedio (%)	25,57		25,46		25,62	
Densidad húmeda (gr/cm³)	1.395		1.279		1.186	

CONTENIDOS DE HUMEDAD LUEGO DE LA SATURACIÓN

Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	55,09	61,74	53,47	52,25	52,68	51,38
Peso cap. + suelo seco (gr.)	46,73	52,01	44,55	43,78	43,06	42,38
Peso cápsula (gr.)	18,32	18,46	18,22	18,70	17,68	18,44
Contenido de Humedad (%)	29,43	29,00	33,88	33,77	37,90	37,59
Humedad promedio (%)	29,21		33,82		37,75	

PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA DESPUÉS DE LA SATURACIÓN

Peso molde + suelo húmedo (gr.)	10.572	10.283	10.108
Agua absorbida (gr.)	141	195	281
Agua absorbida (%)	3,79	5,72	8,88

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

C B R E N L A B O R A T O R I O CON EL 5% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Tesis Almeida - Sánchez

LOCALIZACIÓN : Absc: 2+010 **FECHA :** 22/10/2010

NORMA : ASTM D - 1883

ESPONJAMIENTO

MOLDES N°	Z4		Z5		Z6	
Tiempo (dias)	dial	%	dial	%	dial	%
0	0	0,00	0	0,00	0	0,00
1	9	0,19	13	0,28	14	0,30
2	10	0,21	14	0,30	16	0,34
3	11	0,24	14	0,30	17	0,36
4	11	0,24	15	0,32	17	0,36

PENETRACIÓN **Constante anillo =** (10,02 * Lectura)

MOLDES N°	Z4		Z5		Z6	
	56 Golpes		25 Golpes		11 Golpes	
penetración (pulgadas)	dial	presión lb/plg²	dial	presión lb/plg²	dial	presión lb/plg²
0,000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
0,025	15	50,10	9	30,06	8	26,72
0,050	29	96,86	16	53,44	12	40,08
0,075	39	130,26	22	73,48	15	50,10
0,100	47	156,98	29	96,86	21	70,14
0,200	74	247,16	51	170,34	35	116,90
0,300	89	297,26	62	207,08	43	143,62
0,400	103	344,02	69	230,46	49	163,66
0,500	116	387,44	80	267,20	57	190,38

VALORES CBR

presión lb/plg²	valor CBR 0.1"	presión lb/plg²	valor CBR 0.2"
156,98	15,70	247,16	16,48
96,86	9,69	170,34	11,36
70,14	7,01	116,90	7,79
CBR (95% gd max.) =	11,90	CBR (95% gd max.) =	13,60

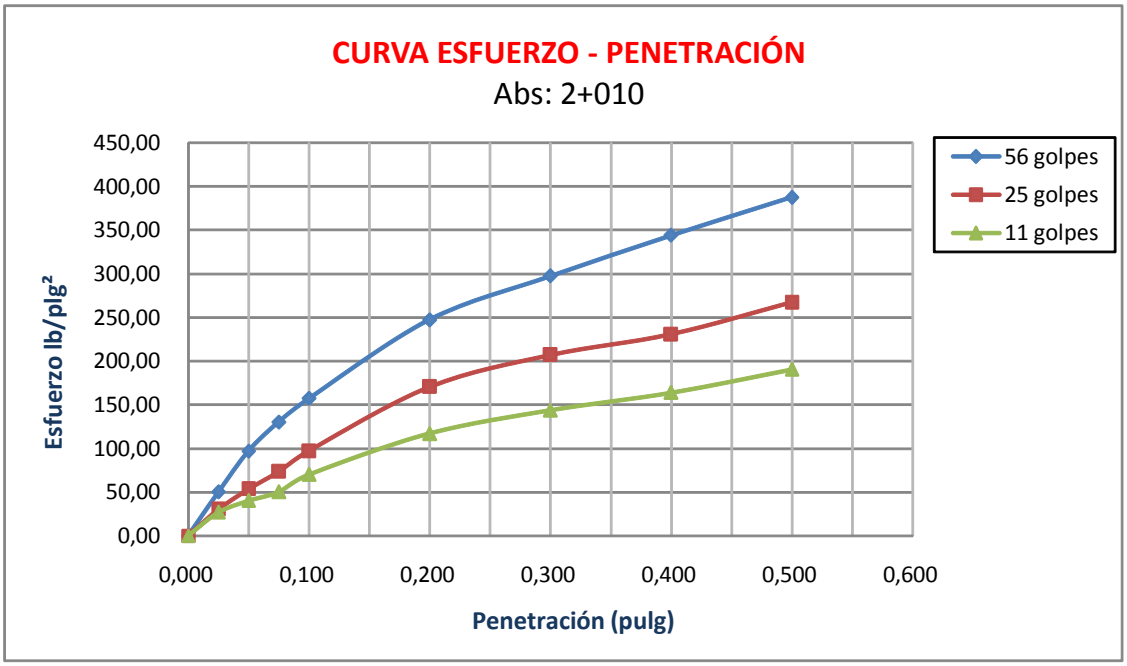
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

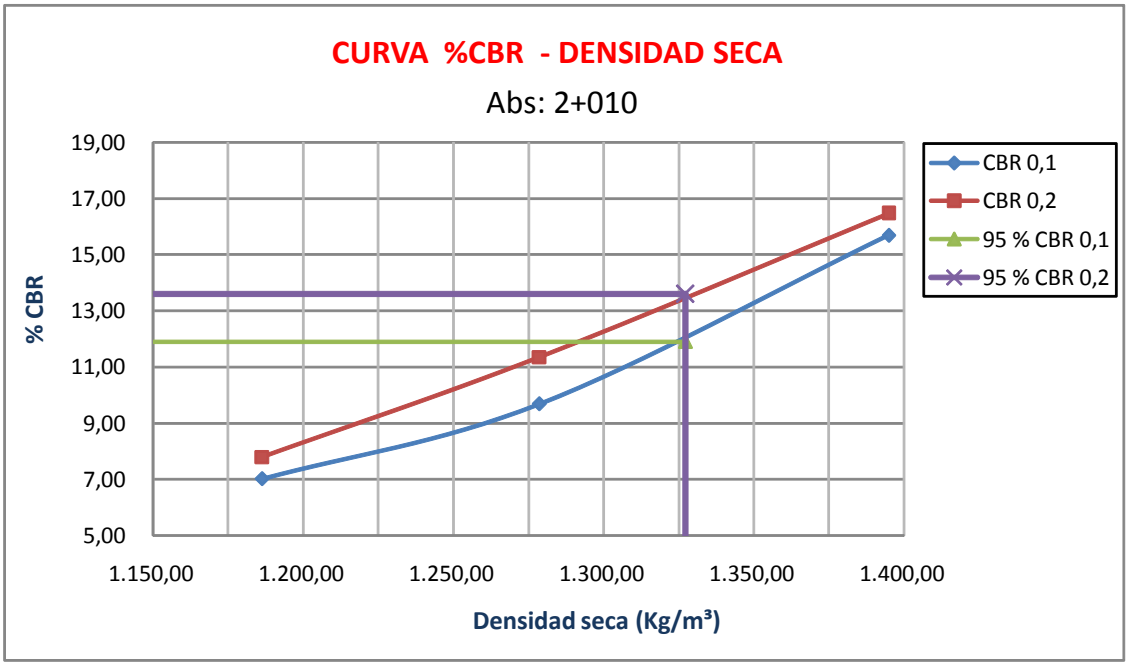
C B R E N L A B O R A T O R I O CON EL 5% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Tesis Almeida - Sánchez

LOCALIZACIÓN : Absc: 2+010 **FECHA :** 22/10/2010

NORMA : ASTM D - 1883





PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

C B R E N L A B O R A T O R I O CON EL 10% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Tesis Almeida - Sánchez

LOCALIZACIÓN : Absc: 2+010 **FECHA :** 18/10/2010

NORMA : ASTM D - 1883

DATOS DEL ENSAYO DE COMPACTACIÓN

DENSIDAD MÁXIMA :	1,397	gr/cm³	**HUMEDAD ÓPTIMA:** 25,30 %

DATOS DE MOLDEO

N° DE CAPAS : 5 **ALTURA DE CAIDA DEL**

PESO MARTILLO : 10 lb. **MARTILLO :** 457,2 mm.

MOLDES N°	Z7	Z8	Z9
N° DE GOLPES POR CAPA	56	25	11
Peso molde + suelo húmedo (gr.)	10.350	10.080	9.846
Peso molde (gr.)	6.657	6.658	6.670
Peso suelo húmedo (gr.)	3.693	3.422	3.176
Volumen del molde (cm³)	2.124	2.124	2.124
Densidad húmeda (gr/cm³)	1.739	1.611	1.495

CONTENIDOS DE HUMEDAD AL MOLDEO

Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	47,34	45,48	50,95	47,76	51,14	51,34
Peso cap. + suelo seco (gr.)	41,63	39,74	44,20	41,52	44,38	44,55
Peso cápsula (gr.)	18,71	16,83	17,93	17,62	18,34	18,52
Contenido de Humedad (%)	24,91	25,05	25,69	26,11	25,96	26,09
Humedad promedio (%)	24,98		25,90		26,02	
Densidad húmeda (gr/cm³)	1.391		1.280		1.187	

CONTENIDOS DE HUMEDAD LUEGO DE LA SATURACIÓN

Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	56,69	58,37	55,46	55,03	58,65	60,45
Peso cap. + suelo seco (gr.)	48,09	49,25	46,19	46,00	47,95	49,10
Peso cápsula (gr.)	18,30	17,64	18,89	18,71	18,85	18,15
Contenido de Humedad (%)	28,87	28,85	33,96	33,09	36,77	36,67
Humedad promedio (%)	28,86		33,52		36,72	

PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA DESPUÉS DE LA SATURACIÓN

Peso molde + suelo húmedo (gr.)	10.472	10.251	10.091
Agua absorbida (gr.)	122	171	245
Agua absorbida (%)	3,30	5,00	7,71

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

C B R E N L A B O R A T O R I O CON EL 10% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Tesis Almeida - Sánchez
LOCALIZACIÓN : Absc: 2+010 **FECHA :** 22/08/2010
NORMA : ASTM D - 1883

ESPONJAMIENTO

MOLDES N°	Z7		Z8		Z9	
Tiempo (dias)	dial	%	dial	%	dial	%
0	0	0,00	0	0,00	0	0,00
1	10	0,21	11	0,24	12	0,26
2	13	0,28	13	0,28	17	0,36
3	13	0,28	13	0,28	17	0,36
4	14	0,30	14	0,30	18	0,38

PENETRACIÓN **Constante anillo =** (10,02 * Lectura)

MOLDES N°	Z7		Z8		Z9	
	56 Golpes		25 Golpes		11 Golpes	
penetración (pulgadas)	dial	presión lb/plg²	dial	presión lb/plg²	dial	presión lb/plg²
0,000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
0,025	15	50,10	11	36,74	7	23,38
0,050	33	110,22	17	56,78	12	40,08
0,075	43	143,62	21	70,14	16	53,44
0,100	51	170,34	26	86,84	19	63,46
0,200	83	277,22	48	160,32	37	123,58
0,300	98	327,32	59	197,06	44	146,96
0,400	110	367,40	68	227,12	48	160,32
0,500	124	414,16	76	253,84	55	183,70

VALORES CBR

presión lb/plg²	valor CBR 0.1"	presión lb/plg²	valor CBR 0.2"
170,34	17,03	277,22	18,48
86,84	8,68	160,32	10,69
63,46	6,35	123,58	8,24
CBR (95% gd max.) =	**11,90**	**CBR (95% gd max.) =**	**13,80**

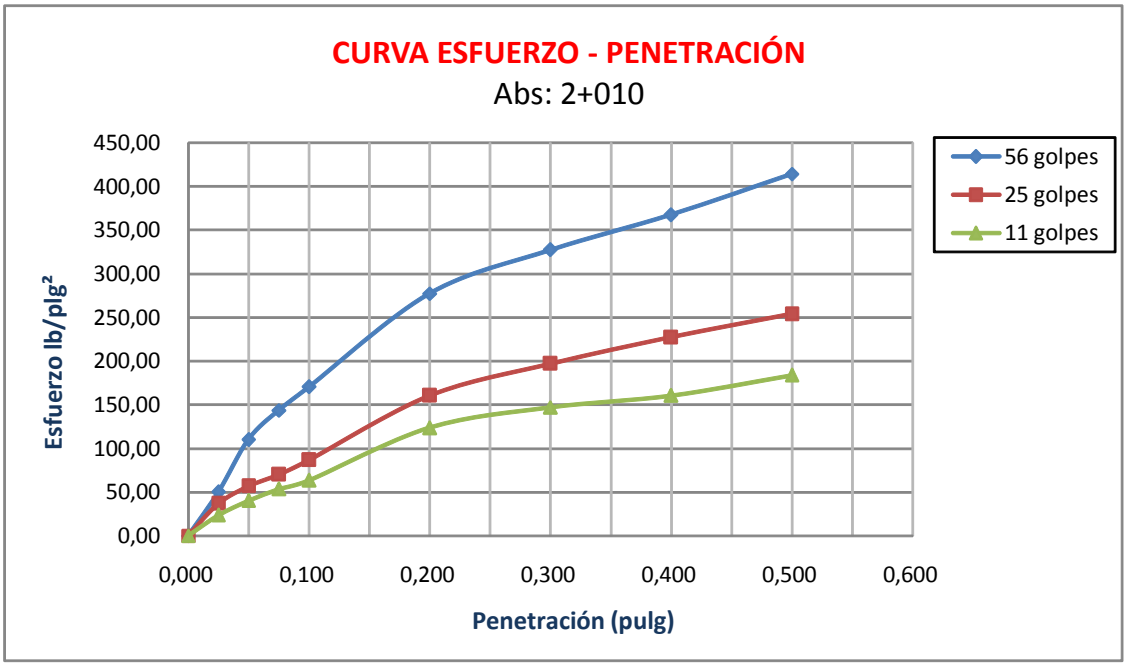
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

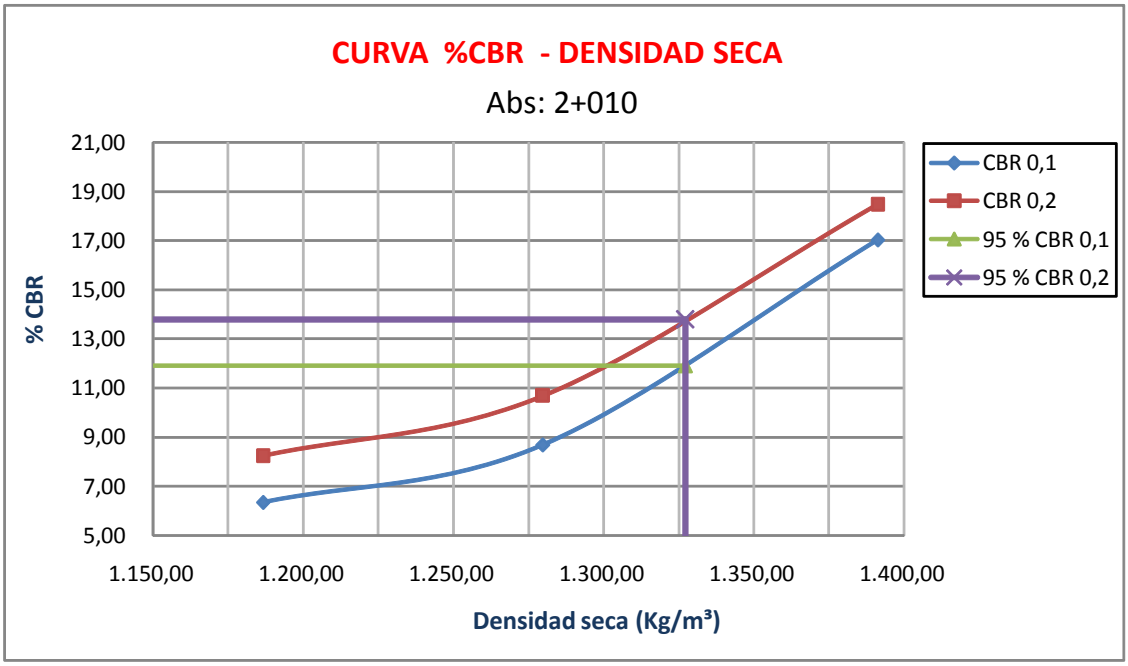
C B R E N L A B O R A T O R I O CON EL 10% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Tesis Almeida - Sánchez

LOCALIZACIÓN : Absc: 2+010 **FECHA :** 22/08/2010

NORMA : ASTM D - 1883





PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

C B R E N L A B O R A T O R I O CON EL 15% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Tesis Almeida - Sánchez
LOCALIZACIÓN : Absc: 2+010 **FECHA :** 19/10/2010
NORMA : ASTM D - 1883

DATOS DEL ENSAYO DE COMPACTACIÓN

DENSIDAD MÁXIMA :	1,397	gr/cm³	**HUMEDAD ÓPTIMA:**	25,30	%

DATOS DE MOLDEO

N° DE CAPAS : 5 **ALTURA DE CAIDA DEL**
PESO MARTILLO : 10 lb. **MARTILLO :** 457,2 mm.

MOLDES N°	**D2**	**D1**	**A1**
N° DE GOLPES POR CAPA	**56**	**25**	**11**
Peso molde + suelo húmedo (gr.)	10.888	10.520	10.210
Peso molde (gr.)	7.188	7.035	6.979
Peso suelo húmedo (gr.)	3.700	3.485	3.231
Volumen del molde (cm³)	2.124	2.124	2.124
Densidad húmeda (gr/cm³)	1.742	1.641	1.521

CONTENIDOS DE HUMEDAD AL MOLDEO

Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	59,46	57,26	54,62	50,99	55,22	54,68
Peso cap. + suelo seco (gr.)	51,37	49,54	47,42	44,33	47,87	47,34
Peso cápsula (gr.)	18,92	18,66	18,49	17,66	18,49	17,90
Contenido de Humedad (%)	24,93	25,00	24,89	24,97	25,02	24,93
Humedad promedio (%)	24,97		24,93		24,97	
Densidad húmeda (gr/cm³)	1.394		1.313		1.217	

CONTENIDOS DE HUMEDAD LUEGO DE LA SATURACIÓN

Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	59,69	57,97	57,53	55,03	54,83	52,60
Peso cap. + suelo seco (gr.)	50,68	49,19	47,87	46,20	44,99	43,61
Peso cápsula (gr.)	18,30	17,64	18,27	18,73	17,59	18,54
Contenido de Humedad (%)	27,83	27,83	32,64	32,14	35,91	35,86
Humedad promedio (%)	27,83		32,39		35,89	

PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA DESPUÉS DE LA SATURACIÓN

Peso molde + suelo húmedo (gr.)	10.958	10.688	10.409
Agua absorbida (gr.)	70	168	199
Agua absorbida (%)	1,89	4,82	6,16

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

C B R E N L A B O R A T O R I O CON EL 15% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Tesis Almeida - Sánchez
LOCALIZACIÓN : Absc: 2+010 **FECHA :** 23/08/2010
NORMA : ASTM D - 1883

ESPONJAMIENTO

MOLDES N°	D2		D1		A1	
Tiempo (dias)	dial	%	dial	%	dial	%
0	0	0,00	0	0,00	0	0,00
1	11	0,24	12	0,26	14	0,30
2	12	0,26	13	0,28	18	0,38
3	13	0,28	15	0,32	18	0,38
4	14	0,30	15	0,32	19	0,41

PENETRACIÓN **Constante anillo =** (10,02 * Lectura)

MOLDES N°	D2		D1		A1	
	56 Golpes		25 Golpes		11 Golpes	
penetración (pulgadas)	dial	presión lb/plg²	dial	presión lb/plg²	dial	presión lb/plg²
0,000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
0,025	18	60,12	8	26,72	4	13,36
0,050	31	103,54	16	53,44	9	30,06
0,075	46	153,64	25	83,50	13	43,42
0,100	60	200,40	33	110,22	18	60,12
0,200	95	317,30	59	197,06	36	120,24
0,300	114	380,76	75	250,50	43	143,62
0,400	135	450,90	88	293,92	51	170,34
0,500	151	504,34	97	323,98	63	210,42

VALORES CBR

presión lb/plg²	valor CBR 0.1"	presión lb/plg²	valor CBR 0.2"
200,40	20,04	317,30	21,15
110,22	11,02	197,06	13,14
60,12	6,01	120,24	8,02
CBR (95% gd max.) =	**12,20**	**CBR (95% gd max.) =**	**14,20**

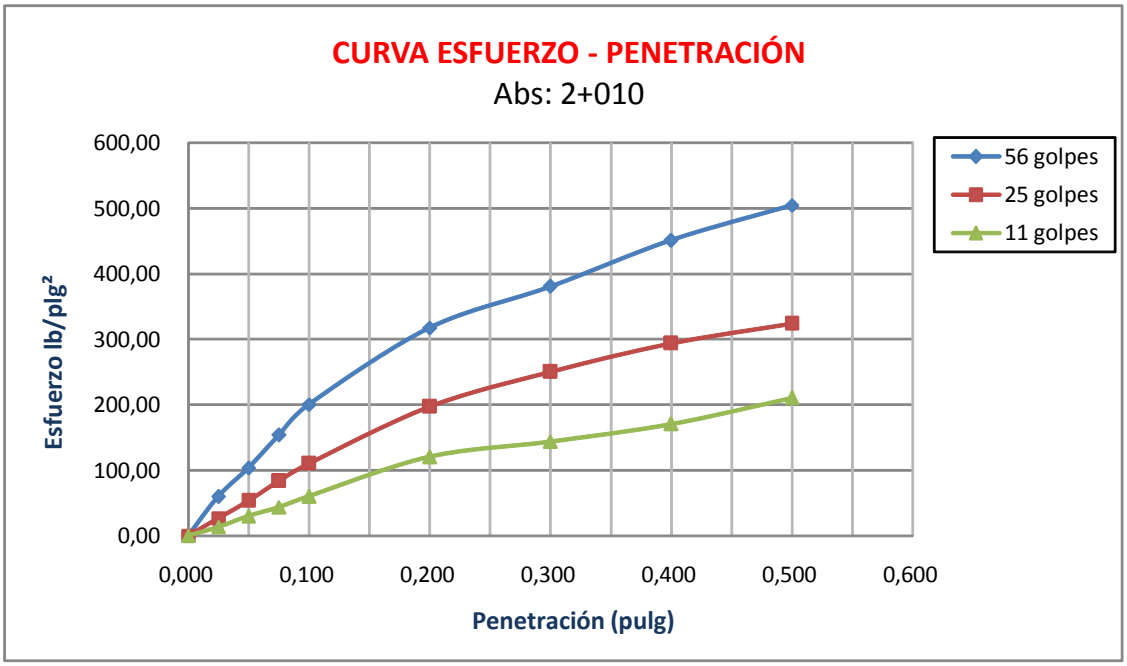
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

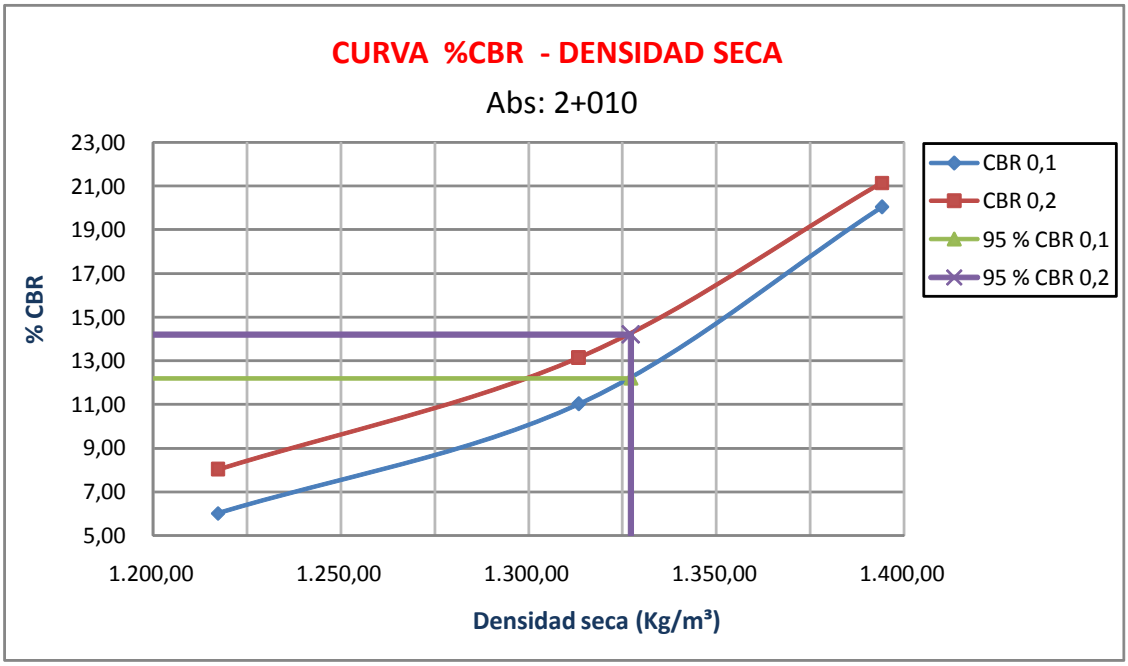
C B R E N L A B O R A T O R I O CON EL 15% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Tesis Almeida - Sánchez

LOCALIZACIÓN : Absc: 2+010 **FECHA :** 23/08/2010

NORMA : ASTM D - 1883





PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

C B R E N L A B O R A T O R I O CON EL 20% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Tesis Almeida - Sánchez
LOCALIZACIÓN : Absc: 2+010 **FECHA :** 19/10/2010
NORMA : ASTM D - 1883

DATOS DEL ENSAYO DE COMPACTACIÓN

DENSIDAD MÁXIMA :	1,397	gr/cm³	HUMEDAD ÓPTIMA:	25,30	%

DATOS DE MOLDEO

N° DE CAPAS : 5 **ALTURA DE CAIDA DEL**
PESO MARTILLO : 10 lb. **MARTILLO :** 457,2 mm.

MOLDES N°	D1	C1	E1
N° DE GOLPES POR CAPA	56	25	11
Peso molde + suelo húmedo (gr.)	10.827	10.760	10.016
Peso molde (gr.)	7.106	7.184	6.751
Peso suelo húmedo (gr.)	3.721	3.576	3.265
Volumen del molde (cm³)	2.124	2.124	2.124
Densidad húmeda (gr/cm³)	1.752	1.684	1.537

CONTENIDOS DE HUMEDAD AL MOLDEO

Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	45,95	43,42	51,40	48,42	52,80	48,95
Peso cap. + suelo seco (gr.)	40,37	38,42	44,50	42,10	45,83	43,01
Peso cápsula (gr.)	18,71	18,83	17,93	17,62	18,92	19,66
Contenido de Humedad (%)	25,76	25,52	25,97	25,82	25,90	25,44
Humedad promedio (%)	25,64		25,89		25,67	
Densidad húmeda (gr/cm³)	1.394		1.337		1.223	

CONTENIDOS DE HUMEDAD LUEGO DE LA SATURACIÓN

Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	58,48	58,09	51,13	53,15	61,41	56,96
Peso cap. + suelo seco (gr.)	49,93	49,58	43,55	45,29	50,31	47,19
Peso cápsula (gr.)	18,32	18,46	18,22	18,70	17,68	18,44
Contenido de Humedad (%)	27,05	27,35	29,92	29,56	34,02	33,98
Humedad promedio (%)	27,20		29,74		34,00	

PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA DESPUÉS DE LA SATURACIÓN

Peso molde + suelo húmedo (gr.)	10.874	10.859	10.172
Agua absorbida (gr.)	47	99	156
Agua absorbida (%)	1,26	2,77	4,78

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

C B R E N L A B O R A T O R I O CON EL 20% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Tesis Almeida - Sánchez
LOCALIZACIÓN : Absc: 2+010 **FECHA :** 23/08/2010
NORMA : ASTM D - 1883

ESPONJAMIENTO

MOLDES N°	D1		C1		E1	
Tiempo (dias)	dial	%	dial	%	dial	%
0	0	0,00	0	0,00	0	0,00
1	10	0,21	15	0,32	23	0,49
2	12	0,26	17	0,36	25	0,53
3	13	0,28	18	0,38	26	0,56
4	14	0,30	18	0,38	26	0,56

PENETRACIÓN **Constante anillo =** (10,02 * Lectura)

MOLDES N°	D1		C1		E1	
	56 Golpes		25 Golpes		11 Golpes	
penetración (pulgadas)	dial	presión lb/plg²	dial	presión lb/plg²	dial	presión lb/plg²
0,000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
0,025	16	53,44	8	26,72	4	13,36
0,050	28	93,52	19	63,46	7	23,38
0,075	39	130,26	29	96,86	14	46,76
0,100	47	156,98	38	126,92	18	60,12
0,200	85	283,90	66	220,44	35	116,90
0,300	107	357,38	91	303,94	51	170,34
0,400	128	427,52	112	374,08	62	207,08
0,500	144	480,96	132	440,88	81	270,54

VALORES CBR

presión lb/plg²	valor CBR 0.1"	presión lb/plg²	valor CBR 0.2"
156,98	15,70	283,90	18,93
126,92	12,69	220,44	14,70
60,12	6,01	116,90	7,79
CBR (95% gd max.) =	12,10	CBR (95% gd max.) =	14,00

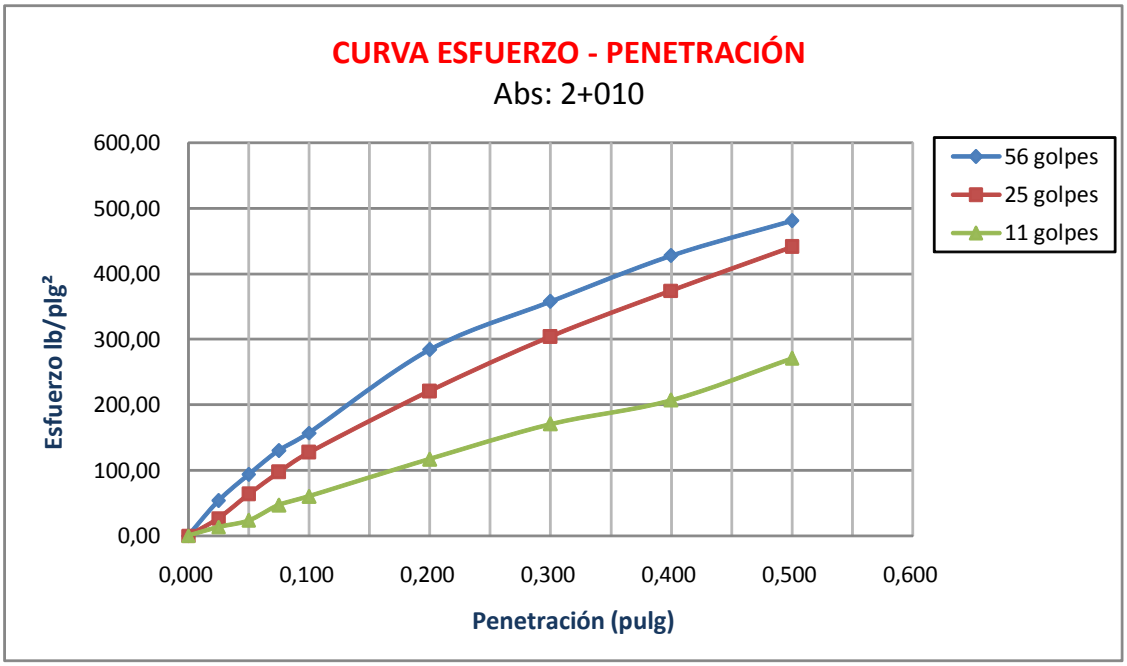
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

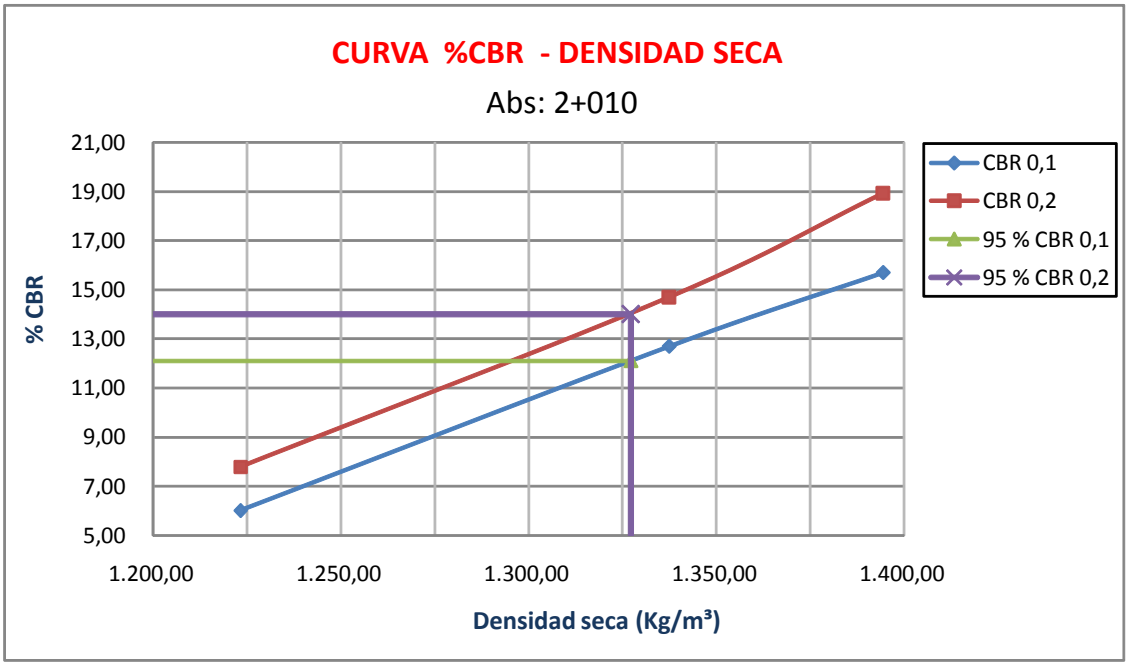
C B R E N L A B O R A T O R I O CON EL 20% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Tesis Almeida - Sánchez

LOCALIZACIÓN : Absc: 2+010 **FECHA :** 23/08/2010

NORMA : ASTM D - 1883





PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

C B R E N L A B O R A T O R I O CON EL 25% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Tesis Almeida - Sánchez
LOCALIZACIÓN : Absc: 2+010 **FECHA :** 20/10/2010
NORMA : ASTM D - 1883

DATOS DEL ENSAYO DE COMPACTACIÓN

DENSIDAD MÁXIMA :	1,397	gr/cm³	**HUMEDAD ÓPTIMA:**	25,30	%

DATOS DE MOLDEO

N° DE CAPAS : 5
PESO MARTILLO : 10 lb.
ALTURA DE CAIDA DEL MARTILLO : 457,2 mm.

MOLDES N°	**D3**	**A3**	**B3**
N° DE GOLPES POR CAPA	**56**	**25**	**11**
Peso molde + suelo húmedo (gr.)	10.848	10.569	10.102
Peso molde (gr.)	7.152	6.976	6.796
Peso suelo húmedo (gr.)	3.696	3.593	3.306
Volumen del molde (cm³)	2.124	2.124	2.124
Densidad húmeda (gr/cm³)	1.740	1.692	1.556

CONTENIDOS DE HUMEDAD AL MOLDEO

Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	52,57	48,11	54,84	56,72	53,99	52,14
Peso cap. + suelo seco (gr.)	47,84	42,06	47,58	48,92	46,72	45,27
Peso cápsula (gr.)	28,92	17,90	18,49	17,66	18,34	18,54
Contenido de Humedad (%)	25,00	25,04	24,96	24,95	25,62	25,70
Humedad promedio (%)	25,02		24,95		25,66	
Densidad húmeda (gr/cm³)	1.392		1.354		1.239	

CONTENIDOS DE HUMEDAD LUEGO DE LA SATURACIÓN

Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	54,90	53,82	53,77	49,42	57,91	54,41
Peso cap. + suelo seco (gr.)	47,17	46,14	45,89	42,54	48,18	45,37
Peso cápsula (gr.)	18,30	17,64	18,82	18,70	18,89	18,15
Contenido de Humedad (%)	26,78	26,95	29,11	28,86	33,22	33,21
Humedad promedio (%)	26,86		28,98		33,22	

PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA DESPUÉS DE LA SATURACIÓN

Peso molde + suelo húmedo (gr.)	10.893	10.648	10.181
Agua absorbida (gr.)	45	79	79
Agua absorbida (%)	1,22	2,20	2,39

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

C B R E N L A B O R A T O R I O CON EL 25% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Tesis Almeida - Sánchez
LOCALIZACIÓN : Absc: 2+010 **FECHA :** 24/08/2010
NORMA : ASTM D - 1883

ESPONJAMIENTO

MOLDES N°	D3		A3		B3	
Tiempo (dias)	dial	%	dial	%	dial	%
0	0	0,00	0	0,00	0	0,00
1	9	0,19	16	0,34	25	0,53
2	11	0,24	18	0,38	26	0,56
3	12	0,26	19	0,41	27	0,58
4	12	0,26	20	0,43	28	0,60

PENETRACIÓN **Constante anillo =** (10,02 * Lectura)

MOLDES N°	D3		A3		B3	
	56 Golpes		25 Golpes		11 Golpes	
penetración (pulgadas)	dial	presión lb/plg²	dial	presión lb/plg²	dial	presión lb/plg²
0,000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
0,025	14	46,76	9	30,06	6	20,04
0,050	28	93,52	18	60,12	14	46,76
0,075	41	136,94	28	93,52	18	60,12
0,100	52	173,68	41	136,94	23	76,82
0,200	87	290,58	71	237,14	39	130,26
0,300	104	347,36	89	297,26	50	167,00
0,400	121	404,14	103	344,02	64	213,76
0,500	132	440,88	116	387,44	80	267,20

VALORES CBR

presión lb/plg²	valor CBR 0.1"	presión lb/plg²	valor CBR 0.2"
173,68	17,37	290,58	19,37
136,94	13,69	237,14	15,81
76,82	7,68	130,26	8,68
CBR (95% gd max.) =	**12,00**	**CBR (95% gd max.) =**	**14,10**

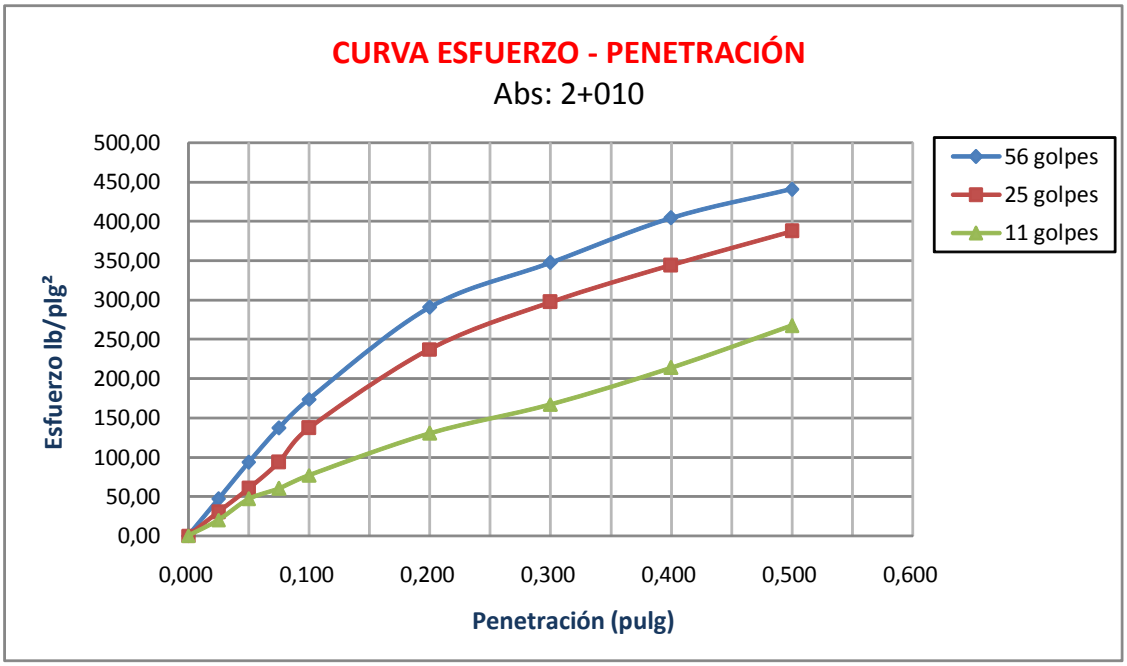
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

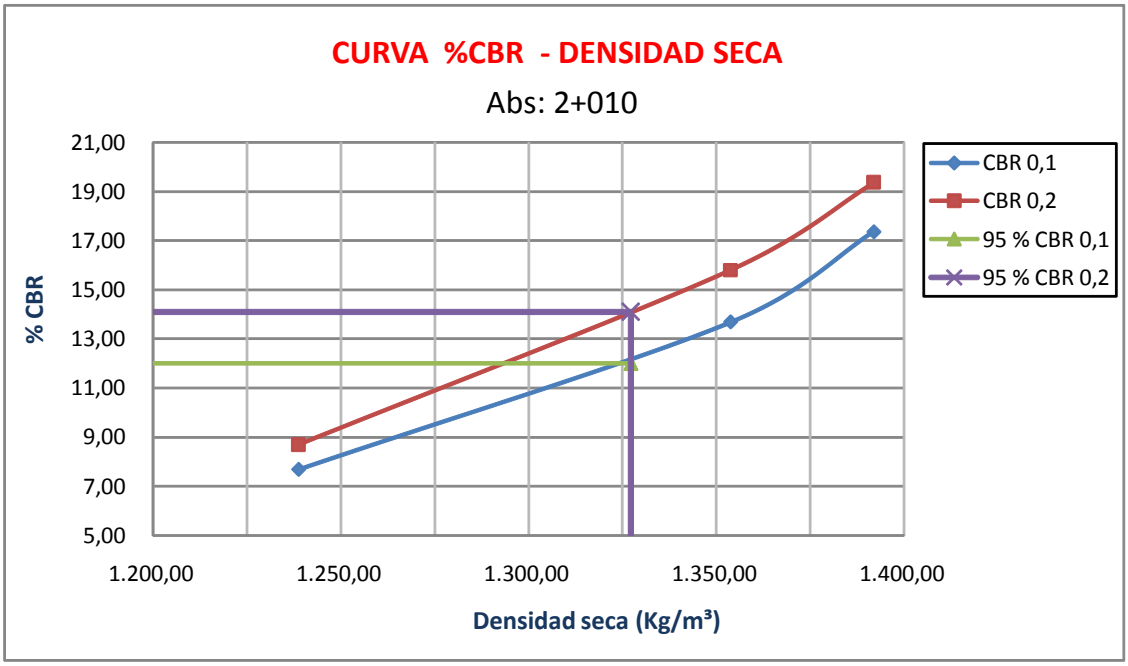
C B R E N L A B O R A T O R I O CON EL 25% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Tesis Almeida - Sánchez

LOCALIZACIÓN : Absc: 2+010 **FECHA :** 24/08/2010

NORMA : ASTM D - 1883





PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

C B R E N L A B O R A T O R I O CON EL 5% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Tesis Almeida - Sánchez
LOCALIZACIÓN : Absc: 4+020 **FECHA :** 04/10/2010
NORMA : ASTM D - 1883

DATOS DEL ENSAYO DE COMPACTACIÓN

DENSIDAD MÁXIMA :	1,371	gr/cm³	**HUMEDAD ÓPTIMA:**	28,40	%

DATOS DE MOLDEO

N° DE CAPAS : 5
PESO MARTILLO : 10 lb.
ALTURA DE CAIDA DEL MARTILLO : 457,2 mm.

MOLDES N°	Z4	Z5	Z6
N° DE GOLPES POR CAPA	56	25	11
Peso molde + suelo húmedo (gr.)	10.470	10.290	9.963
Peso molde (gr.)	6.711	6.681	6.662
Peso suelo húmedo (gr.)	3.759	3.609	3.301
Volumen del molde (cm³)	2.124	2.124	2.124
Densidad húmeda (gr/cm³)	1.770	1.699	1.554

CONTENIDOS DE HUMEDAD AL MOLDEO

Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	47,08	51,19	51,95	51,81	54,60	44,64
Peso cap. + suelo seco (gr.)	40,75	43,89	44,56	44,24	46,57	38,52
Peso cápsula (gr.)	18,96	18,69	18,77	17,65	18,96	17,57
Contenido de Humedad (%)	29,05	28,97	28,65	28,47	29,08	29,21
Humedad promedio (%)	29,01		28,56		29,15	
Densidad húmeda (gr/cm³)	1.372		1.322		1.203	

CONTENIDOS DE HUMEDAD LUEGO DE LA SATURACIÓN

Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	56,59	55,08	50,47	50,36	58,25	57,10
Peso cap. + suelo seco (gr.)	47,80	46,79	42,48	42,47	47,61	46,61
Peso cápsula (gr.)	17,69	18,67	18,17	18,37	18,54	18,23
Contenido de Humedad (%)	29,19	29,48	32,87	32,74	36,60	36,96
Humedad promedio (%)	29,34		32,80		36,78	

PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA DESPUÉS DE LA SATURACIÓN

Peso molde + suelo húmedo (gr.)	10.564	10.449	10.196
Agua absorbida (gr.)	94	159	233
Agua absorbida (%)	2,50	4,41	7,06

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

C B R E N L A B O R A T O R I O CON EL 5% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Tesis Almeida - Sánchez

LOCALIZACIÓN : Absc: 4+020 **FECHA :** 08/10/2010

NORMA : ASTM D - 1883

ESPONJAMIENTO

MOLDES N°	Z4		Z5		Z6	
Tiempo (dias)	dial	%	dial	%	dial	%
0	0	0,00	0	0,00	0	0,00
1	11	0,24	9	0,19	7	0,15
2	18	0,38	11	0,24	10	0,21
3	20	0,43	16	0,34	11	0,24
4	20	0,43	16	0,34	11	0,24

PENETRACIÓN **Constante anillo =** (10,02 * Lectura)

MOLDES N°	Z4		Z5		Z6	
	56 Golpes		25 Golpes		11 Golpes	
penetración (pulgadas)	dial	presión lb/plg²	dial	presión lb/plg²	dial	presión lb/plg²
0,000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
0,025	20	66,80	9	30,06	4	13,36
0,050	32	106,88	18	60,12	11	36,74
0,075	41	136,94	27	90,18	15	50,10
0,100	50	167,00	38	126,92	21	70,14
0,200	79	263,86	64	213,76	36	120,24
0,300	92	307,28	76	253,84	46	153,64
0,400	108	360,72	89	297,26	51	170,34
0,500	120	400,80	100	334,00	59	197,06

VALORES CBR

presión lb/plg²	valor CBR 0.1"	presión lb/plg²	valor CBR 0.2"
167,00	16,70	263,86	17,59
126,92	12,69	213,76	14,25
70,14	7,01	120,24	8,02
CBR (95% gd max.) =	**11,60**	**CBR (95% gd max.) =**	**13,10**

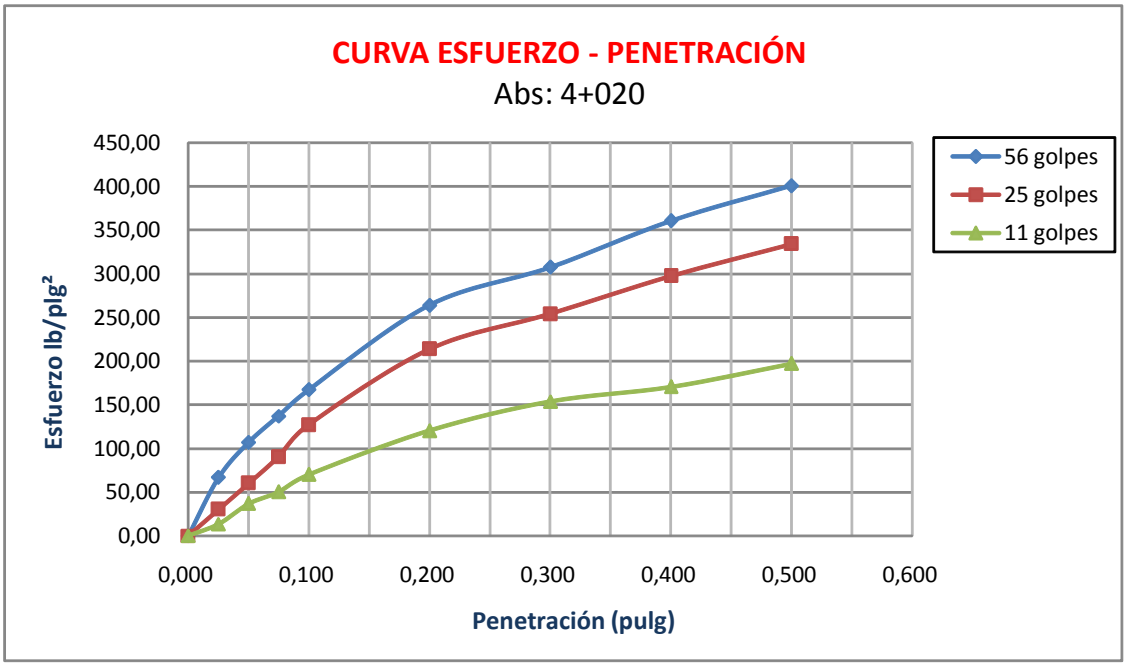
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

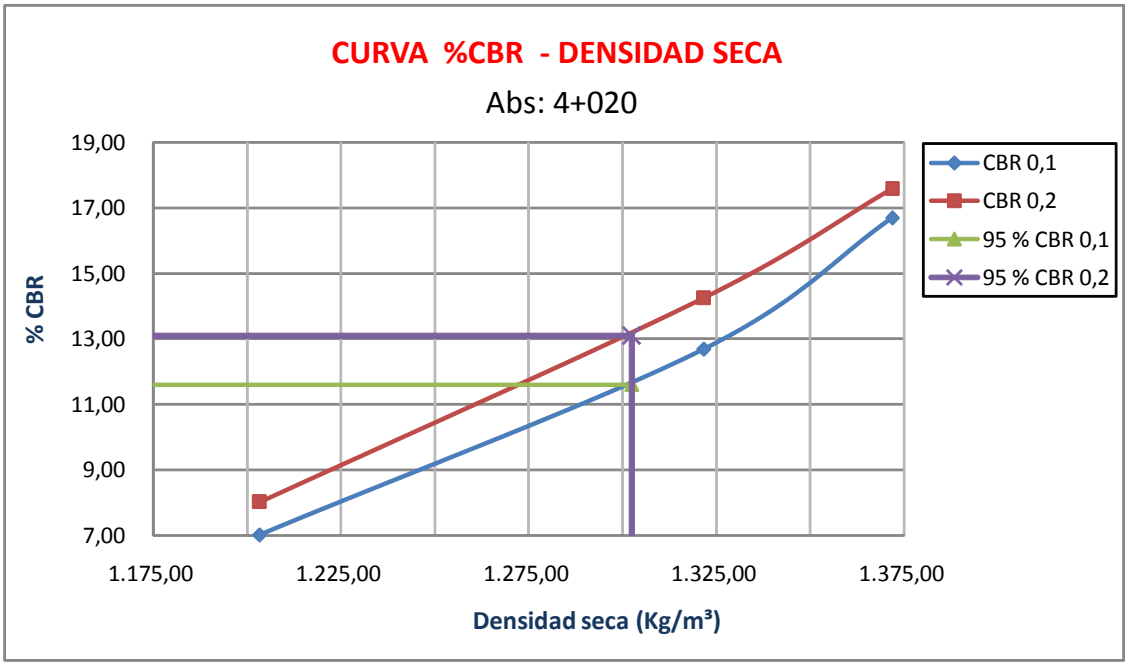
C B R E N L A B O R A T O R I O CON EL 5% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Tesis Almeida - Sánchez

LOCALIZACIÓN : Absc: 4+020 **FECHA :** 08/10/2010

NORMA : ASTM D - 1883





PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

C B R E N L A B O R A T O R I O CON EL 10% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Tesis Almeida - Sánchez
LOCALIZACIÓN : Absc: 4+020 **FECHA :** 04/10/2010
NORMA : ASTM D - 1883

DATOS DEL ENSAYO DE COMPACTACIÓN

DENSIDAD MÁXIMA :	1,371	gr/cm³	HUMEDAD ÓPTIMA:	28,40	%

DATOS DE MOLDEO

N° DE CAPAS : 5 **ALTURA DE CAIDA DEL**
PESO MARTILLO : 10 lb. **MARTILLO :** 457,2 mm.

MOLDES N°	Z7	Z8	Z9
N° DE GOLPES POR CAPA	56	25	11
Peso molde + suelo húmedo (gr.)	10.382	10.249	9.956
Peso molde (gr.)	6.660	6.660	6.669
Peso suelo húmedo (gr.)	3.722	3.589	3.287
Volumen del molde (cm³)	2.124	2.124	2.124
Densidad húmeda (gr/cm³)	1.752	1.690	1.548

CONTENIDOS DE HUMEDAD AL MOLDEO

Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	49,44	52,61	60,92	61,66	52,14	58,46
Peso cap. + suelo seco (gr.)	42,49	45,05	51,83	52,30	44,76	49,74
Peso cápsula (gr.)	17,68	18,22	19,05	18,42	18,82	18,54
Contenido de Humedad (%)	28,01	28,18	27,73	27,63	28,45	27,95
Humedad promedio (%)	28,10		27,68		28,20	
Densidad húmeda (gr/cm³)	1.368		1.323		1.207	

CONTENIDOS DE HUMEDAD LUEGO DE LA SATURACIÓN

Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	50,18	51,90	51,51	49,70	52,85	52,99
Peso cap. + suelo seco (gr.)	42,95	44,42	43,77	42,35	43,96	43,79
Peso cápsula (gr.)	18,23	18,71	18,22	17,95	18,95	18,16
Contenido de Humedad (%)	29,25	29,09	30,29	30,12	35,55	35,90
Humedad promedio (%)	29,17		30,21		35,72	

PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA DESPUÉS DE LA SATURACIÓN

Peso molde + suelo húmedo (gr.)	10.451	10.363	10.181
Agua absorbida (gr.)	69	114	225
Agua absorbida (%)	1,85	3,18	6,85

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

C B R E N L A B O R A T O R I O CON EL 10% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Tesis Almeida - Sánchez
LOCALIZACIÓN : Absc: 4+020 **FECHA :** 08/10/2010
NORMA : ASTM D - 1883

ESPONJAMIENTO

MOLDES N°	Z7		Z8		Z9	
Tiempo (dias)	dial	%	dial	%	dial	%
0	0	0,00	0	0,00	0	0,00
1	10	0,21	11	0,24	5	0,11
2	12	0,26	25	0,53	10	0,21
3	13	0,28	27	0,58	20	0,43
4	13	0,28	27	0,58	21	0,45

PENETRACIÓN **Constante anillo =** (10,02 * Lectura)

MOLDES N°	Z7		Z8		Z9	
	56 Golpes		25 Golpes		11 Golpes	
penetración (pulgadas)	dial	presión lb/plg²	dial	presión lb/plg²	dial	presión lb/plg²
0,000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
0,025	22	73,48	10	33,40	7	23,38
0,050	37	123,58	23	76,82	12	40,08
0,075	49	163,66	31	103,54	17	56,78
0,100	58	193,72	40	133,60	21	70,14
0,200	92	307,28	66	220,44	36	120,24
0,300	110	367,40	77	257,18	43	143,62
0,400	120	400,80	88	293,92	51	170,34
0,500	135	450,90	97	323,98	60	200,40

VALORES CBR

presión lb/plg²	valor CBR 0.1"	presión lb/plg²	valor CBR 0.2"
193,72	19,37	307,28	20,49
133,60	13,36	220,44	14,70
70,14	7,01	120,24	8,02
CBR (95% gd max.) =	**11,90**	**CBR (95% gd max.) =**	**13,20**

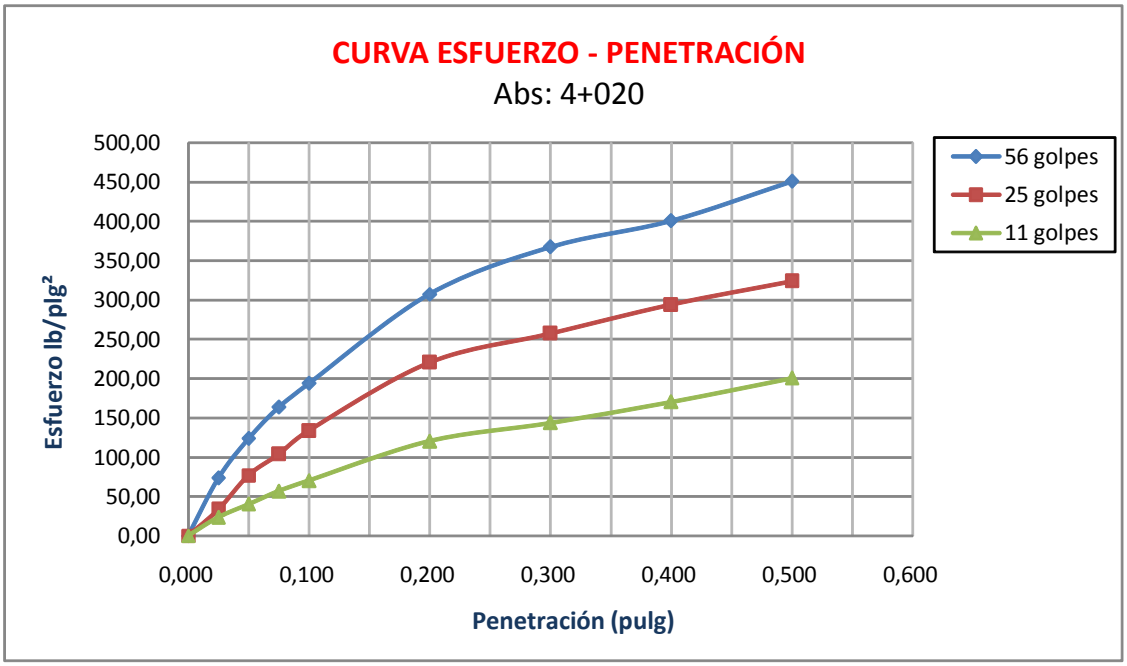
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

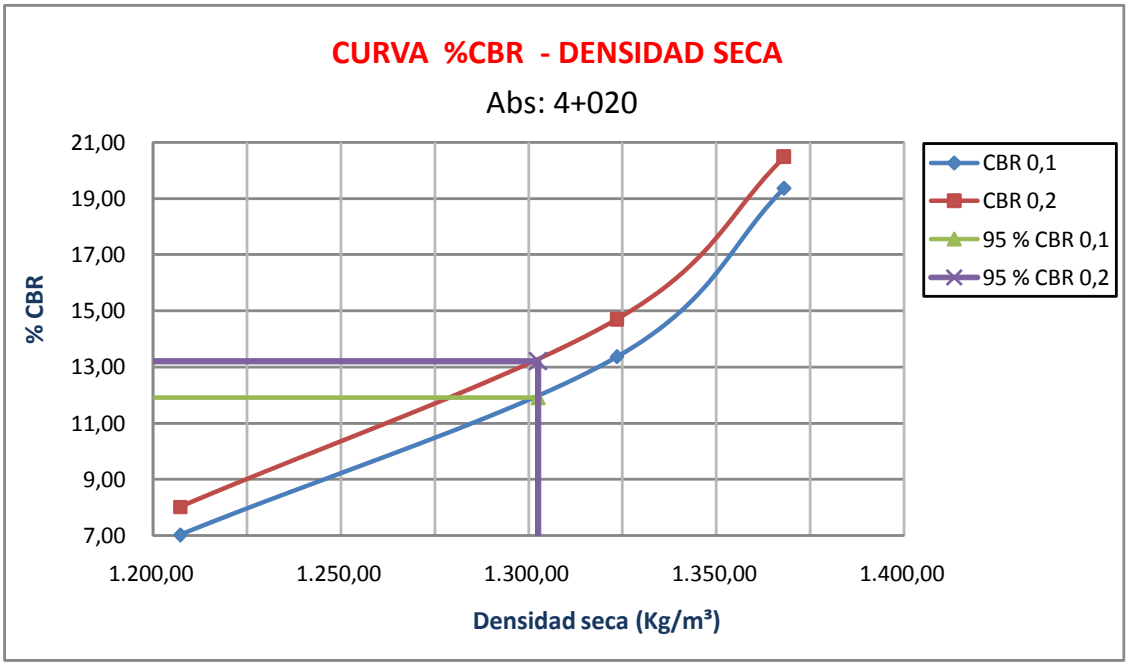
C B R E N L A B O R A T O R I O CON EL 10% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Tesis Almeida - Sánchez

LOCALIZACIÓN : Absc: 4+020 **FECHA :** 08/10/2010

NORMA : ASTM D - 1883





PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

C B R E N L A B O R A T O R I O CON EL 15% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Tesis Almeida - Sánchez
LOCALIZACIÓN : Absc: 4+020 **FECHA :** 11/10/2010
NORMA : ASTM D - 1883

DATOS DEL ENSAYO DE COMPACTACIÓN

DENSIDAD MÁXIMA :	1,371	gr/cm³	HUMEDAD ÓPTIMA:	28,40	%

DATOS DE MOLDEO

N° DE CAPAS : 5
PESO MARTILLO : 10 lb.
ALTURA DE CAIDA DEL MARTILLO : 457,2 mm.

MOLDES N°	Z4	Z5	Z6
N° DE GOLPES POR CAPA	56	25	11
Peso molde + suelo húmedo (gr.)	10.444	10.059	9.850
Peso molde (gr.)	6.711	6.681	6.662
Peso suelo húmedo (gr.)	3.733	3.378	3.188
Volumen del molde (cm³)	2.124	2.124	2.124
Densidad húmeda (gr/cm³)	1.758	1.590	1.501

CONTENIDOS DE HUMEDAD AL MOLDEO

Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	55,67	59,74	57,14	55,32	55,48	55,33
Peso cap. + suelo seco (gr.)	47,33	50,50	48,42	47,08	47,21	46,97
Peso cápsula (gr.)	18,46	18,42	18,40	18,50	18,50	17,89
Contenido de Humedad (%)	28,89	28,80	29,05	28,83	28,81	28,75
Humedad promedio (%)	28,85		28,94		28,78	
Densidad húmeda (gr/cm³)	1.364		1.233		1.166	

CONTENIDOS DE HUMEDAD LUEGO DE LA SATURACIÓN

Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	56,09	59,80	53,71	56,27	47,33	47,39
Peso cap. + suelo seco (gr.)	47,48	50,53	45,62	47,39	39,72	39,71
Peso cápsula (gr.)	17,95	18,66	18,50	17,87	18,16	17,96
Contenido de Humedad (%)	29,16	29,09	29,83	30,08	35,30	35,31
Humedad promedio (%)	29,12		29,96		35,30	

PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA DESPUÉS DE LA SATURACIÓN

Peso molde + suelo húmedo (gr.)	10.482	10.137	10.043
Agua absorbida (gr.)	38	78	193
Agua absorbida (%)	1,02	2,31	6,05

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

C B R E N L A B O R A T O R I O CON EL 15% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Tesis Almeida - Sánchez
LOCALIZACIÓN : Absc: 4+020 **FECHA :** 15/10/2010
NORMA : ASTM D - 1883

ESPONJAMIENTO

MOLDES N°	Z4		Z5		Z6	
Tiempo (dias)	dial	%	dial	%	dial	%
0	0	0,00	0	0,00	0	0,00
1	6	0,13	16	0,34	20	0,43
2	8	0,17	19	0,41	21	0,45
3	9	0,19	21	0,45	23	0,49
4	10	0,21	22	0,47	23	0,49

PENETRACIÓN **Constante anillo =** (10,02 * Lectura)

MOLDES N°	Z4		Z5		Z6	
	56 Golpes		25 Golpes		11 Golpes	
penetración (pulgadas)	dial	presión lb/plg²	dial	presión lb/plg²	dial	presión lb/plg²
0,000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
0,025	16	53,44	8	26,72	5	16,70
0,050	29	96,86	13	43,42	9	30,06
0,075	39	130,26	20	66,80	17	56,78
0,100	49	163,66	25	83,50	20	66,80
0,200	81	270,54	41	136,94	31	103,54
0,300	111	370,74	55	183,70	37	123,58
0,400	132	440,88	71	237,14	43	143,62
0,500	153	511,02	89	297,26	49	163,66

VALORES CBR

presión lb/plg²	valor CBR 0.1"	presión lb/plg²	valor CBR 0.2"
163,66	16,37	270,54	18,04
83,50	8,35	136,94	9,13
66,80	6,68	103,54	6,90
CBR (95% gd max.) =	12,40	CBR (95% gd max.) =	13,70

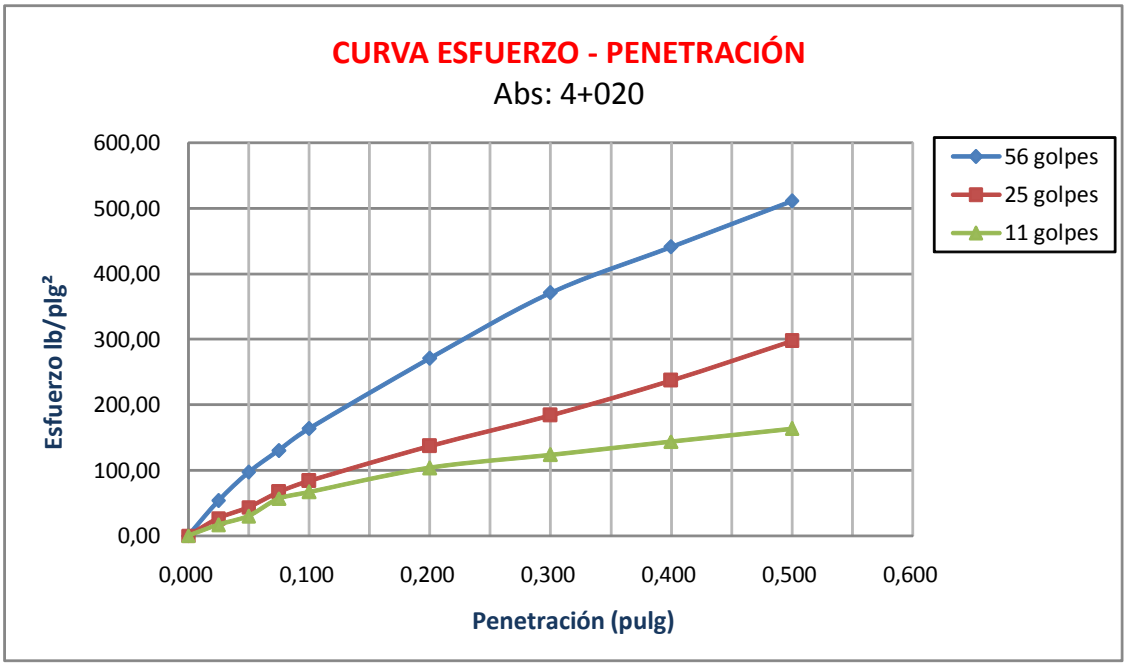
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

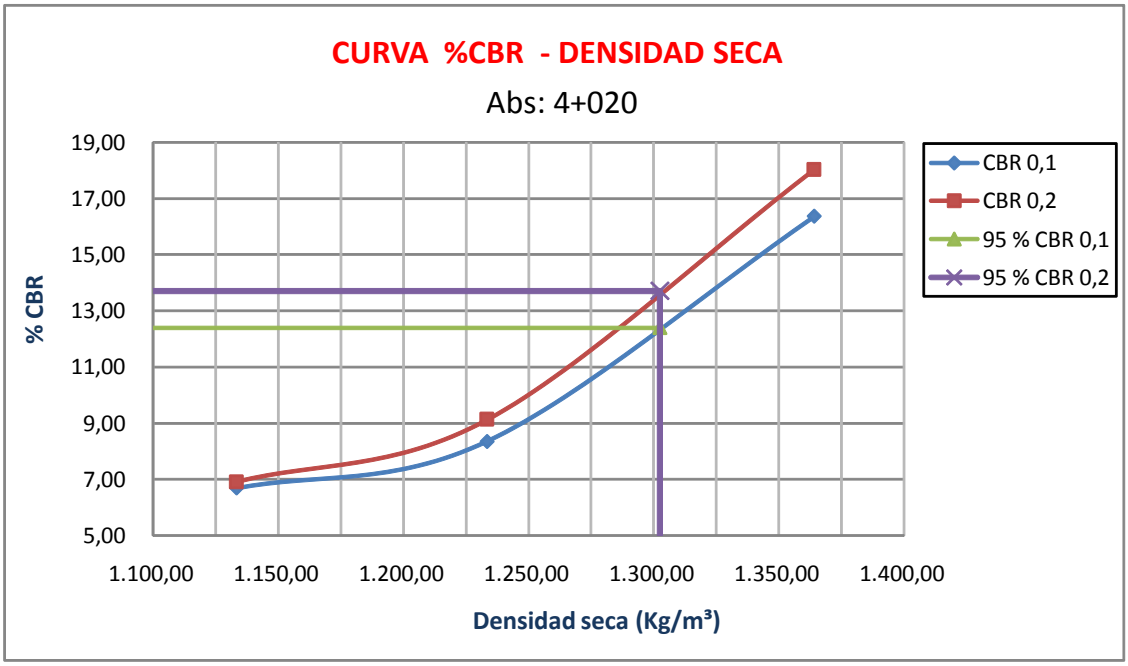
C B R E N L A B O R A T O R I O CON EL 15% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Tesis Almeida - Sánchez

LOCALIZACIÓN : Absc: 4+020 **FECHA :** 15/10/2010

NORMA : ASTM D - 1883





PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

C B R E N L A B O R A T O R I O CON EL 20% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Tesis Almeida - Sánchez
LOCALIZACIÓN : Absc: 4+020 **FECHA :** 11/10/2010
NORMA : ASTM D - 1883

DATOS DEL ENSAYO DE COMPACTACIÓN

DENSIDAD MÁXIMA :	1,371	gr/cm³	HUMEDAD ÓPTIMA:	28,40	%

DATOS DE MOLDEO

N° DE CAPAS : 5
PESO MARTILLO : 10 lb.
ALTURA DE CAIDA DEL MARTILLO : 457,2 mm.

MOLDES N°	Z7	Z8	Z9
N° DE GOLPES POR CAPA	56	25	11
Peso molde + suelo húmedo (gr.)	10.390	10.113	9.915
Peso molde (gr.)	6.660	6.660	6.669
Peso suelo húmedo (gr.)	3.730	3.453	3.246
Volumen del molde (cm³)	2.124	2.124	2.124
Densidad húmeda (gr/cm³)	1.756	1.626	1.528

CONTENIDOS DE HUMEDAD AL MOLDEO

Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	45,98	51,27	47,03	50,11	52,71	46,83
Peso cap. + suelo seco (gr.)	40,06	44,12	40,55	43,01	45,22	40,57
Peso cápsula (gr.)	18,96	18,77	17,76	17,65	18,49	18,51
Contenido de Humedad (%)	28,06	28,21	28,43	28,00	28,02	28,38
Humedad promedio (%)	28,13		28,22		28,20	
Densidad húmeda (gr/cm³)	1.371		1.268		1.192	

CONTENIDOS DE HUMEDAD LUEGO DE LA SATURACIÓN

Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	54,38	55,74	56,64	57,85	56,72	55,45
Peso cap. + suelo seco (gr.)	46,25	47,48	47,80	48,78	46,89	45,95
Peso cápsula (gr.)	18,22	18,95	18,06	18,54	18,32	18,43
Contenido de Humedad (%)	29,00	28,95	29,72	29,99	34,41	34,52
Humedad promedio (%)	28,98		29,86		34,46	

PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA DESPUÉS DE LA SATURACIÓN

Peso molde + suelo húmedo (gr.)	10.413	10.191	10.094
Agua absorbida (gr.)	23	78	179
Agua absorbida (%)	0,62	2,26	5,51

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

C B R E N L A B O R A T O R I O CON EL 20% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Tesis Almeida - Sánchez
LOCALIZACIÓN : Absc: 4+020 **FECHA :** 15/10/2010
NORMA : ASTM D - 1883

ESPONJAMIENTO

MOLDES N°	Z7		Z8		Z9	
Tiempo (dias)	dial	%	dial	%	dial	%
0	0	0,00	0	0,00	0	0,00
1	18	0,38	22	0,47	22	0,47
2	20	0,43	25	0,53	25	0,53
3	22	0,47	26	0,56	26	0,56
4	22	0,47	26	0,56	28	0,60

PENETRACIÓN **Constante anillo =** (10,02 * Lectura)

MOLDES N°	Z7		Z8		Z9	
	56 Golpes		25 Golpes		11 Golpes	
penetración (pulgadas)	dial	presión lb/plg²	dial	presión lb/plg²	dial	presión lb/plg²
0,000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
0,025	15	50,10	7	23,38	3	10,02
0,050	24	80,16	15	50,10	9	30,06
0,075	36	120,24	22	73,48	13	43,42
0,100	47	156,98	31	103,54	21	70,14
0,200	76	253,84	53	177,02	40	133,60
0,300	101	337,34	68	227,12	53	177,02
0,400	120	400,80	81	270,54	67	223,78
0,500	139	464,26	96	320,64	79	263,86

VALORES CBR

presión lb/plg²	valor CBR 0.1"	presión lb/plg²	valor CBR 0.2"
156,98	15,70	253,84	16,92
103,54	10,35	177,02	11,80
70,14	7,01	133,60	8,91
CBR (95% gd max.) =	12,00	CBR (95% gd max.) =	13,40

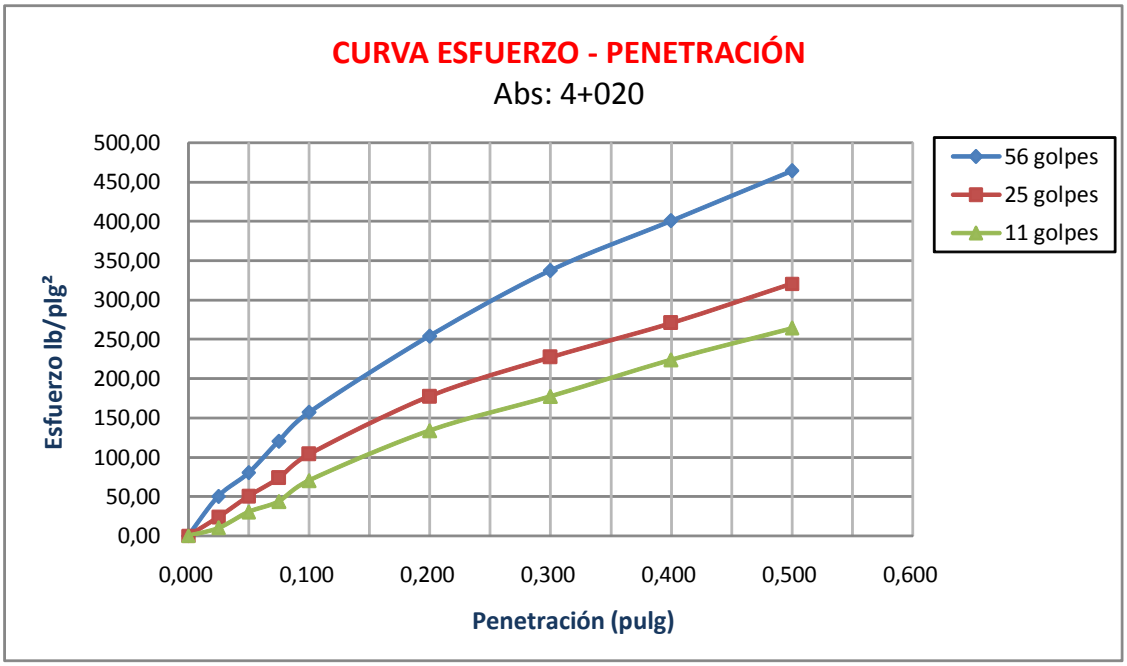
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

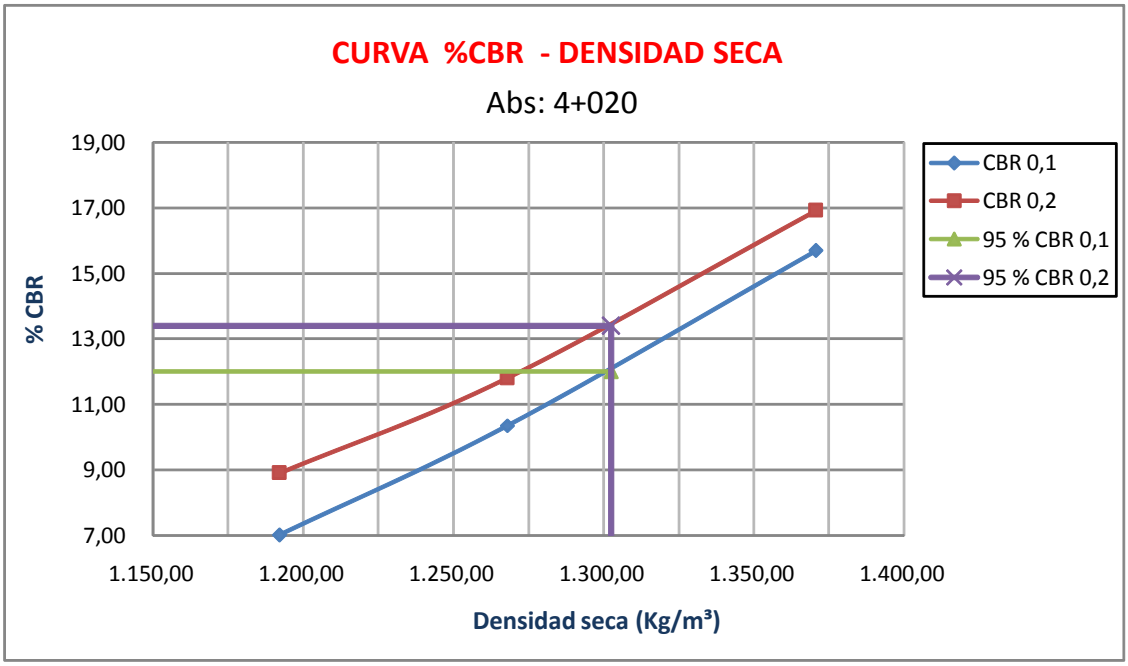
C B R E N L A B O R A T O R I O CON EL 20% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Tesis Almeida - Sánchez

LOCALIZACIÓN : Absc: 4+020 **FECHA :** 15/10/2010

NORMA : ASTM D - 1883





PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

C B R E N L A B O R A T O R I O CON EL 25% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Tesis Almeida - Sánchez
LOCALIZACIÓN : Absc: 4+020 **FECHA :** 11/10/2010
NORMA : ASTM D - 1883

DATOS DEL ENSAYO DE COMPACTACIÓN

DENSIDAD MÁXIMA : 1,371 gr/cm³	**HUMEDAD ÓPTIMA:** 28,40 %

DATOS DE MOLDEO

N° DE CAPAS : 5 **ALTURA DE CAIDA DEL**
PESO MARTILLO : 10 lb. **MARTILLO :** 457,2 mm.

MOLDES N°	B2	B3	C2
N° DE GOLPES POR CAPA	56	25	11
Peso molde + suelo húmedo (gr.)	10.169	10.237	9.826
Peso molde (gr.)	6.438	6.798	6.575
Peso suelo húmedo (gr.)	3.731	3.439	3.251
Volumen del molde (cm³)	2.124	2.124	2.124
Densidad húmeda (gr/cm³)	1.757	1.619	1.531

CONTENIDOS DE HUMEDAD AL MOLDEO

Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	51,87	51,12	55,10	56,01	53,94	53,91
Peso cap. + suelo seco (gr.)	44,58	44,04	46,99	47,91	46,17	46,39
Peso cápsula (gr.)	18,42	18,54	18,20	18,05	17,97	18,32
Contenido de Humedad (%)	27,87	27,76	28,17	27,13	27,55	26,79
Humedad promedio (%)	27,82		27,65		27,17	
Densidad húmeda (gr/cm³)	1.374		1.268		1.204	

CONTENIDOS DE HUMEDAD LUEGO DE LA SATURACIÓN

Peso cap. + suelo húmedo (gr.)	52,65	51,25	59,30	59,57	52,95	54,42
Peso cap. + suelo seco (gr.)	45,12	43,93	49,96	50,16	43,99	45,39
Peso cápsula (gr.)	18,97	18,54	18,66	18,31	17,66	18,72
Contenido de Humedad (%)	28,80	28,83	29,84	29,54	34,03	33,86
Humedad promedio (%)	28,81		29,69		33,94	

PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA DESPUÉS DE LA SATURACIÓN

Peso molde + suelo húmedo (gr.)	10.184	10.303	9.961
Agua absorbida (gr.)	15	66	135
Agua absorbida (%)	0,40	1,92	4,15

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

C B R E N L A B O R A T O R I O CON EL 25% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Tesis Almeida - Sánchez
LOCALIZACIÓN : Absc: 4+020 **FECHA :** 15/10/2010
NORMA : ASTM D - 1883

ESPONJAMIENTO

MOLDES N°	B2		B3		C2	
Tiempo (dias)	dial	%	dial	%	dial	%
0	0	0,00	0	0,00	0	0,00
1	25	0,53	27	0,58	33	0,71
2	26	0,56	21	0,45	34	0,73
3	29	0,62	23	0,49	35	0,75
4	29	0,62	23	0,49	35	0,75

PENETRACIÓN **Constante anillo =** (10,02 * Lectura)

MOLDES N°	B2		B3		C2	
	56 Golpes		25 Golpes		11 Golpes	
penetración (pulgadas)	dial	presión lb/plg²	dial	presión lb/plg²	dial	presión lb/plg²
0,000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
0,025	13	43,42	7	23,38	4	13,36
0,050	25	83,50	15	50,10	9	30,06
0,075	37	123,58	24	80,16	14	46,76
0,100	46	153,64	31	103,54	20	66,80
0,200	74	247,16	51	170,34	36	120,24
0,300	94	313,96	67	223,78	47	156,98
0,400	107	357,38	78	260,52	53	177,02
0,500	121	404,14	91	303,94	63	210,42

VALORES CBR

presión lb/plg²	valor CBR 0.1"	presión lb/plg²	valor CBR 0.2"
153,64	15,36	247,16	16,48
103,54	10,35	170,34	11,36
66,80	6,68	120,24	8,02
CBR (95% gd max.) =	11,90	CBR (95% gd max.) =	13,10

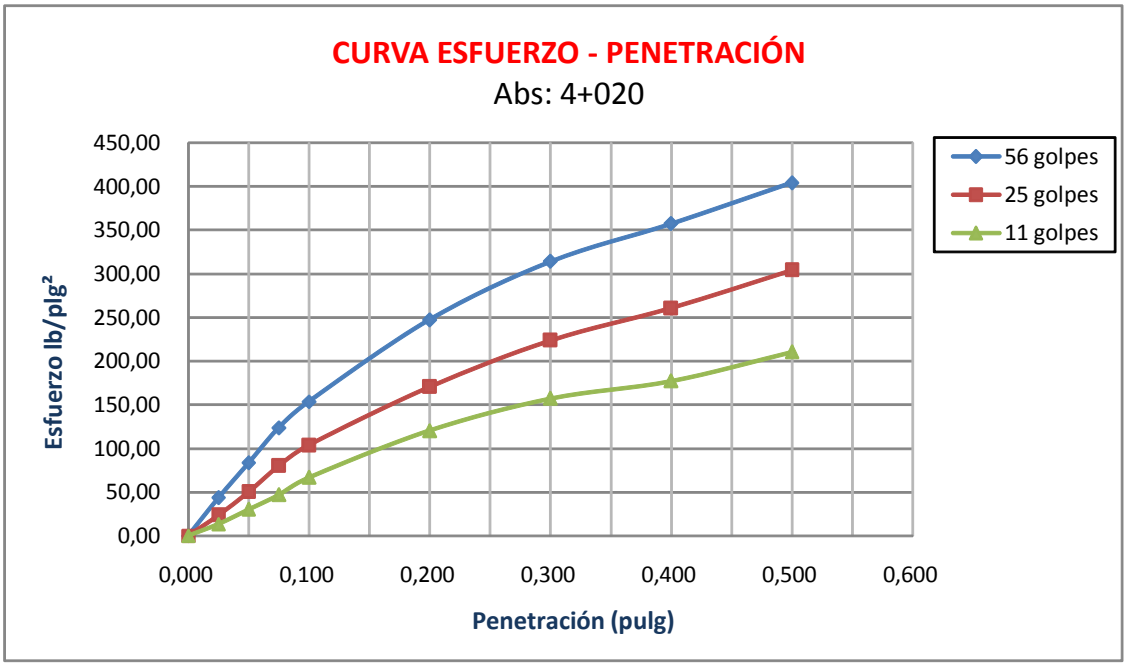
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

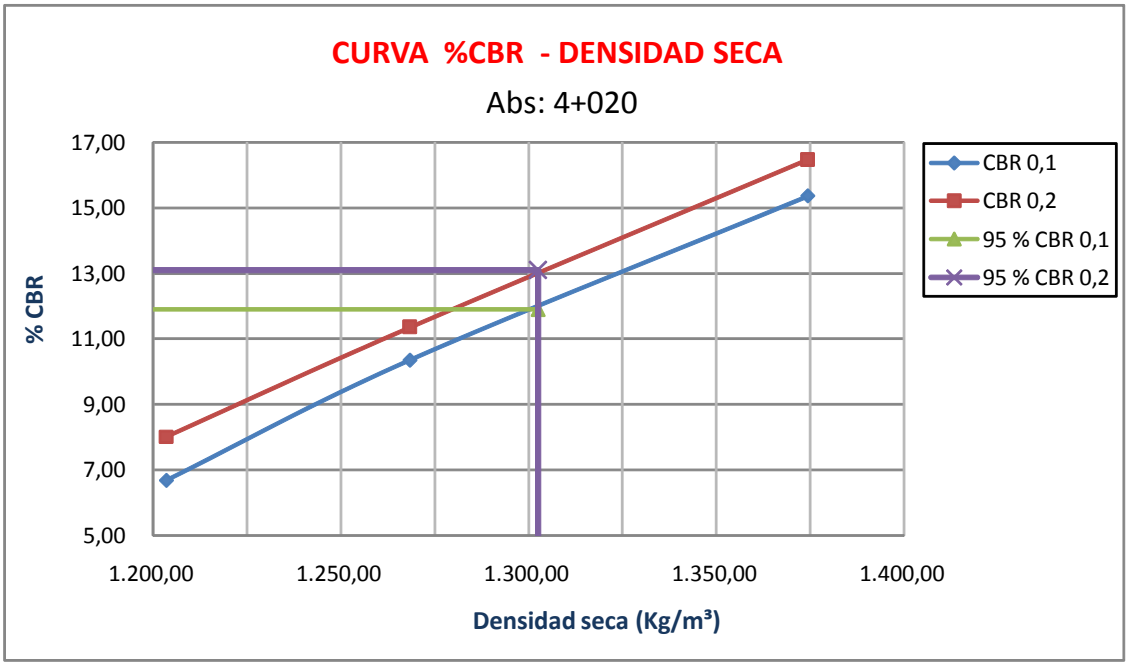
C B R E N L A B O R A T O R I O CON EL 25% DE EMULSIÓN ASFÁLTICA

OBRA : Via Las Mercedes - Puerto Nuevo **SOLICITADO POR :** Tesis Almeida - Sánchez

LOCALIZACIÓN : Absc: 4+020 **FECHA :** 15/10/2010

NORMA : ASTM D - 1883





4. CAPITULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Análisis de los Resultados de los Ensayos Realizados al Suelo Natural

Como indica las norma MOP-001-F-2002 las muestras del suelo fueron tomadas cada 500 metros para así conocer el tipo de suelo a una distancia considerablemente prudente, además en cada punto se tomó muestras a profundidades de 0,50 m, 1,00 m y 1.50 m, con el objeto de determinar la capacidad de soporte del suelo y conocer si las características del suelo en profundidad tiene alguna variación. Las muestras fueron tomadas partiendo desde la abscisa 0+020 km hasta la abscisa 5+000 km, dado que la vía tiene una longitud de 9,42 km, el tramo estudiado es representativo.

Después de realizar los diferentes ensayos de clasificación del suelo detallados en el Capitulo 3.1 y cumpliendo con la norma ASTM D-2488 los resultados fueron los siguientes:

CUADRO DE RESUMEN DE RESULTADOS DEL SUELO NATURAL C-4.1

	PROFUNDIDAD														
	0,50 m														
ABSC	SUCS	AASHTO	% ω Natural	%Grava	% Arena	%Fino	LL	LP	IP	IG	% ω Óptima	γd Máxima gr/cm^3	% CBR 0,1"	% CBR 0,2"	DESCRIPCION
0+020	**MH**	**A-7-5**	**65**	**0**	**46**	**54**	**68**	**54**	**14**	**8**	**33,00**	**1,338**	**9,70**	**11,80**	Limo Elástico Arenoso
0+500	SM	A-5	54	0	57	43	56	46	10	2					Arena Limosa
1+000	**MH**	**A-7-5**	**54**	**0**	**49**	**51**	**60**	**48**	**11**	**5**	**27,00**	**1,368**	**11,80**	**13,20**	Limo Elástico Arenoso
1+500	SM	A-5	44	0	57	43	46	41	5	0					Arena Limosa
2+010	**ML**	**A-7-5**	**38**	**0**	**40**	**60**	**45**	**33**	**12**	**6**	**25,30**	**1,397**	**11,80**	**13,60**	Limo Arenoso
2+500	MH	A-7-5	110	0	48	52	97	83	14	10					Limo Elástico Arenoso
3+000	**MH**	**A-5**	**51**	**1**	**44**	**56**	**52**	**44**	**8**	**5**	**32,00**	**1,351**	**10,50**	**12,10**	Limo Elástico Arenoso
3+500	MH	A-7-5	56	0	43	57	65	54	11	8					Limo Elástico Arenoso
4+020	**SM**	**A-5**	**49**	**0**	**57**	**43**	**44**	**35**	**9**	**1**	**28,40**	**1,371**	**11,50**	**12,80**	Arena Limosa
4+500	MH	A-7-5	78	0	32	68	90	79	11	16					Limo Elástico Arenoso
5+000	**MH**	**A-5**	**47**	**0**	**41**	**59**	**51**	**44**	**7**	**5**	**32,60**	**1,332**	**10,00**	**12,70**	Limo Elástico Arenoso

	PROFUNDIDAD										
	1,00 m										
ABSC	SUCS	AASHTO	% ω Natural	%Grava	% Arena	%Fino	LL	LP	IP	IG	DESCRIPCIÓN
0+020	MH	A-7-5	70	0	48	52	62	46	16	8	Limo Elástico Arenoso
0+500	SM	A-5	48	0	54	46	43	34	9	2	Arena Limosa
1+000	SM	A-5	48	0	57	43	43	34	9	2	Arena Limosa
1+500	SM	A-5	59	0	53	47	56	47	9	3	Arena Limosa
2+010	MH	A-5	58	0	43	57	60	50	10	6	Limo Elástico Arenoso
2+500	SM	A-7-5	63	0	51	49	77	64	13	7	Arena Limosa
3+000	MH	A-5	62	0	40	60	71	63	8	8	Limo Elástico Arenoso
3+500	MH	A-7-5	51	0	43	57	52	40	11	6	Limo Elástico Arenoso
4+020	SM	A-5	50	0	51	49	51	43	8	3	Arena Limosa
4+500	MH	A-7-5	69	0	40	60	90	75	15	14	Limo Elástico Arenoso
5+000	MH	A-5	55	0	45	55	62	57	5	4	Limo Elástico Arenoso

	PROFUNDIDAD 1,50 m										
ABSC	**SUCS**	**AASHTO**	**% ω Natural**	**%Grava**	**% Arena**	**%Fino**	**LL**	**LP**	**IP**	**IG**	**DESCRIPCION**
0+020	MH	A-7-5	67	0	48	52	66	53	13	7	Limo Elástico Arenoso
0+500	SM	A-5	49	0	54	46	45	36	9	2	Arena Limosa
1+000	SM	A-5	53	0	59	41	56	49	7	1	Arena Limosa
1+500	SM	A-4	62	0	53	47	38	35	3	0	Arena Limosa
2+010	CL	A-4	41	0	47	53	38	31	7	2	Arcilla Ligera Arenosa
2+500	MH	A-7-5	73	0	48	52	83	71	12	8	Limo Elástico Arenoso
3+000	MH	A-5	64	1	46	52	67	61	6	5	Limo Elástico Arenoso
3+500	SM	A-5	49	0	51	49	47	39	8	3	Arena Limosa
4+020	MH	A-7-5	57	0	48	52	58	45	13	6	Limo Elástico Arenoso
4+500	MH	A-5	67	0	45	55	77	67	10	8	Limo Elástico Arenoso
5+000	MH	A-5	59	0	49	51	67	63	4	3	Limo Elástico Arenoso

En el cuadro C-4.1 la clasificación el suelo en la mayor parte del tramo estudiado no cambia sus características hasta la profundidad de 1,50 m es decir, es el mismo tipo de suelo, se encontraron Limos Elásticos Arenosos (MH), Arenas Limosas (SM), Limos Arenosos (ML), lo que nos indica según el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS que se trata de suelos finos plásticos, pudiéndose comprobar en el mismo cuadro con los % de gravas, % arenas y % finos en el suelo.

El suelo contiene alta humedad natural, generalmente estas son mayores a las humedades óptimas, esto se debe a que la zona de estudio es de alta pluviosidad lo que se debería tomar en cuenta para el proceso constructivo de dicha vía. Estas altas humedades son cercanas al límite líquido de los suelos, esto quiere decir que se encuentran en una condición entre plástica y casi líquida, generando que la estructura del pavimento sea casi inestable.

Los índices de plasticidad son altos, en promedio este valor es de 13 %, variando entre 3% como mínimo y 16 % como máximo lo que nos ratifica que se trata de suelos altamente plásticos.

Cuadro C-4.2

Resumen Gravedad Específica

ABSC	Gs g/cm^3	Suelo
0+020	2,66	MH
1+000	2,66	MH
2+010	2,65	ML
3+000	2,67	MH
4+020	2,69	SM
5+000	2,67	MH

Con el cuadro C-4.2 se tiene un resumen de la gravedad específica del tramo estudiado donde esta varía entre 2,66 y 2,69 g/cm^3, estos valores concuerdan con el tipo de suelo de la abscisa respectiva.

Cuadro C-4.3

Resumen Humedad Óptima, Densidad Máxima y % CBR

ABSC	% ω Óptima	γd Máxima gr/cm^3	% CBR 0,1"	% CBR 0,2"	SUCS
0+020	**33,00**	**1,338**	**9,70**	**11,80**	**MH**
1+000	27,00	1,368	11,80	13,20	**MH**
2+010	**25,30**	**1,397**	**11,80**	**13,60**	**ML**
3+000	32,00	1,351	10,50	12,10	**MH**
4+020	**28,40**	**1,371**	**11,50**	**12,80**	**SM**
5+000	32,60	1,332	10,00	12,70	**MH**

En el cuadro C-4.3 se puede obervar que la humedad óptima del tramo estudiado varía entre **27,00** y **33,00%** y la densidad seca máxima varia entre **1,332** y **1,397** gr/cm^3, donde a menor humedad óptima se tiene mayor densidad seca máxima; el porcentaje de CBR varia entre **9,70 y 11,80** a una penetración de 0,1"; **11,80 y 13,60** a una penetración 0,2", donde se relaciona que a mayor densidad seca máxima se obtiene un valor mayor de porcentaje de CBR.

Cuadro C-4.4

Resumen de los Ensayos Realizados a la Emulsión Asfáltica

	Resultados obtenidos en el laboratorio	Normas MOP-001-F-2002	Asphalt Institute	ASTM
Carga de la partícula, + o -	Cátodo	Cátodo = +	Cátodo = +	Cátodo = +
Gravedad específica, gr/cm^3	0,987	------	------	------
Retenido en la malla # 20, %	0,07	máx 0,10	máx 0,10	máx 0,10
Viscosidad Furol, segundos	23,90	min 20 máx 100	min 20 máx 100	min 20 máx 100
Residuo por evaporación, %	62,77	min 57	min 57	min 57
Estabilidad a las 24 horas, %	0,74	máx 1	------	máx 1
ENSAYOS DEL RESIDUO				
Ensayo de penetración, mm	62	min 40 máx 90	min 40 máx 90	min 40 máx 90
Ductilidad, cm	47,00	min 40	min 40	min 40

Los ensayos realizados a la emulsión asfáltica catiónica de rotura lenta cumplen con las especificaciones técnicas ecuatorianas (MOP-001-F-2002) *Anexo A-3* e internacionales (ASTM y Asphalt Institute) como podemos ver en cuadro C-4.4 , de esta forma se aprueba la utilización de este tipo de emulsión cationica de rotura lenta para la estabilización en campo.

4.2 Análisis Comparativo de los Efectos de la Estabilización del suelo Utilizando Emulsión Asfáltica Catiónica de Rotura Lenta

Luego de conocer los valores de los ensayos al suelo natural y la emulsión asfáltica se procedió a la elaboración de los moldes de CBR de las abscisas 0+020, 2+010 y 4+020 con porcentajes de 5, 10 ,15, 20 y 25 de emulsión asfáltica obteniendo los siguiente resultados:

El Cuadro C-4.5 indica como existe una disminución del porcentaje absorción de agua luego de la saturación en el ensayo de CBR cuando hay un aumento en el porcentaje de emulsión asfáltica, siendo este un efecto positivo de la emulsión asfáltica sobre el suelo, ya que existe una disminución de la permeabilidad del suelo por la aplicación de la emulsión asfáltica.

En el cuadro C-4.6 claramente se observa que al realizar el ensayo de CBR en laboratorio con diferentes porcentajes de emulsión asfáltica, llegando hasta un 25%, vemos que el efecto de la emulsión asfáltica sobre el tipo de suelo estudiado en el aumento del porcentaje de CBR es casi nulo. Una de las principales razones para este resultado es el tipo de suelo que se tiene en la subrasante, ya que los porcentajes de fino oscilan entre 43 y 60 %, siendo estos valores muy altos, causando que en la realización de la mezcla, la emulsión asfáltica nunca llega a adherirse al suelo en su totalidad y en cambio se forman grumos como se muestra en las dos siguientes fotos.





Cuadro C-4.5

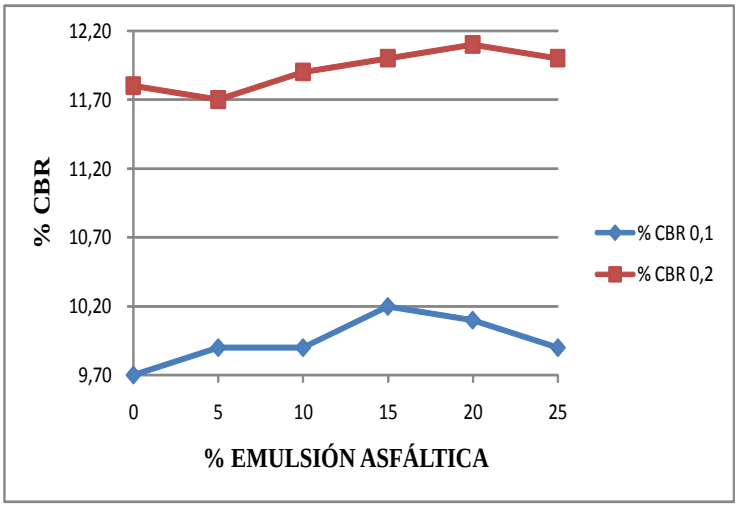
Absc: 0+020			
Golpes	56	25	11
	% Absorción		
0% Emulsión	4,78	8,35	12,81
5% Emulsión	4,51	6,40	11,04
10% Emulsión	3,61	5,49	8,09
15% Emulsión	2,15	4,85	7,77
20% Emulsión	1,93	4,36	7,59
25% Emulsión	1,16	3,90	6,72

Absc: 2+010			
Golpes	56	25	11
	% Absorción		
0% Emulsión	4,16	6,28	9,49
5% Emulsión	3,79	5,72	8,88
10% Emulsión	3,30	5,00	7,71
15% Emulsión	1,89	4,82	6,16
20% Emulsión	1,26	2,77	4,78
25% Emulsión	1,22	2,20	2,39

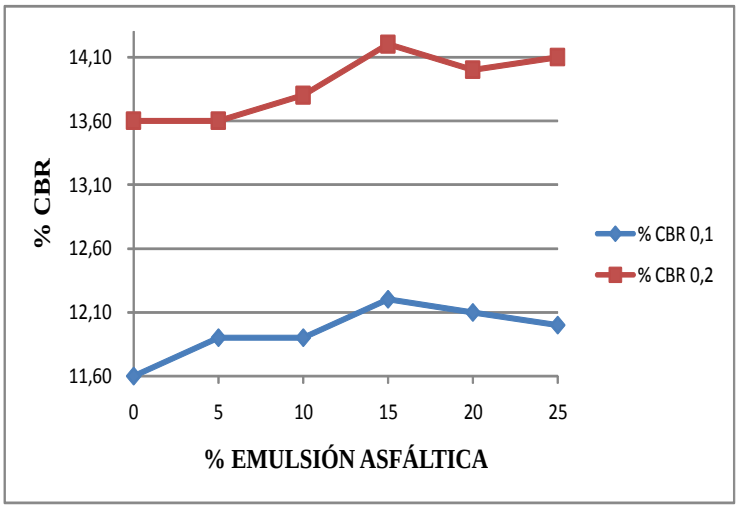
Absc: 4+020			
Golpes	56	25	11
	% Absorción		
0% Emulsión	2,99	5,73	7,27
5% Emulsión	2,50	4,41	7,06
10% Emulsión	1,85	3,18	6,85
15% Emulsión	1,02	2,31	6,05
20% Emulsión	0,62	2,26	5,51
25% Emulsión	0,40	1,92	4,15

Cuadro C-4.6

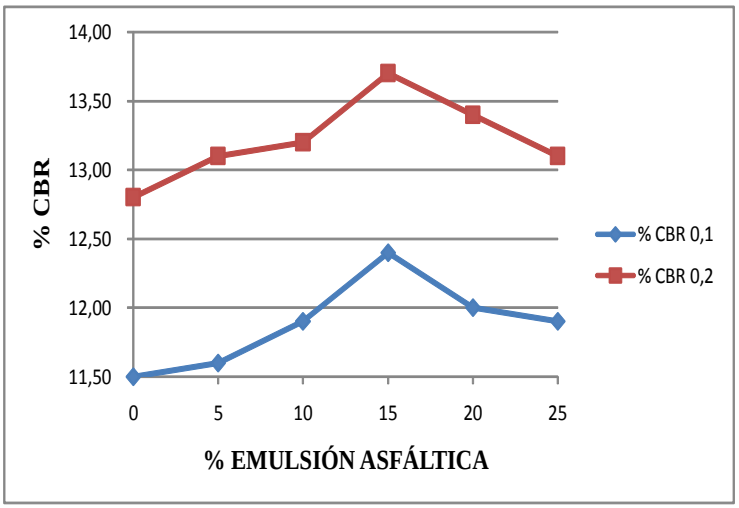
Absc: 0+020		
% Emulsión	% CBR 0,1"	% CBR 0,2"
0	9,70	11,80
5	9,90	11,70
10	9,90	11,90
15	10,20	12,00
20	10,10	12,10
25	9,90	12,00



Absc: 2+010		
% Emulsión	% CBR 0,1"	% CBR 0,2"
0	11,60	13,60
5	11,90	13,60
10	11,90	13,80
15	12,20	14,20
20	12,10	14,00
25	12,00	14,10



Abs: 4+020		
% Emulsión	% CBR 0,1"	% CBR 0,2"
0	11,50	12,80
5	11,60	13,10
10	11,90	13,20
15	12,40	13,70
20	12,00	13,40
25	11,90	13,10



5. **CAPITULO V**

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Con los resultados obtenidos después de realizar los ensayos al suelo natural, a la emulsión asfáltica y al suelo con los diferentes porcentajes de emulsión asfáltica se ha podido establecer que las expectativas previas a este trabajo no se cumplen en su totalidad, dejando la puerta abierta para nuevas investigaciones y así comprobar que la estabilización con emulsión asfáltica a otro tipo de suelo siendo estas arenas o suelos granulares puede dar mejor resultado.

- A lo largo del tramo de los 5 km de la vía Las Mercedes – Puerto Nuevo, la evaluación geotécnica se realizó mediante la recuperación de muestras de suelo cada 500 m de longitud y a profundidades de 0,50, 1,00 y 1,50 m con el objeto de conocer si existe algún cambio en las características del tipo de suelo en dicha vía, con lo que se puede concluir basados en los ensayos realizados en laboratorio y resumidos en el Cuadro C-4.1 del Capítulo 4, que no existe un cambio significativo en el tipo de suelo, obteniéndose de forma general suelos de tipo Limo Elástico Arenoso (MH), Arena Limosa (SM) y Limo Arenoso (ML) según el *Anexo A-2.*

- De acuerdo a la humedad natural, granulometría y límites de Atterberg que se encuentran resumidos en los Cuadro C-4.1 del Capítulo 4, se realizó la correspondiente clasificación de suelos de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.) y a la American Association of State Highway Transportation Officials (AASHTO), pudiéndose concluir de acuerdo al cuadro del *Anexo A-1* que si existe dicha relación entre estas dos tipo de clasificación y que el trabajo realizado en laboratorio por los investigadores se lo considera bueno.

- El suelo en el tramo de estudio en general tiene humedades altas siendo éstas mayores a las humedades óptimas, lo que es una gran dificultad que se debe tomar en cuenta para un proceso constructivo futuro en dicha vía. Además dichas humedades naturales son cercanas al límite líquido del suelo, encontrándose en una condición entre plástica y casi líquida, generando que la estructura del pavimento sea casi inestable.

- En el tramo estudiado de la vía, lo que corresponde de los suelos a la humedad óptima que varía entre 25,30 y 33,00% y a la densidad seca máxima que oscilan entre 1,332 y 1397 gr/cm^3, resumidos en el Cuadro C-4.3 del Capítulo 4, se concluye que a mayor porcentaje de humedad óptima se obtiene menor densidad seca máxima.

- Los porcentajes de CBR del suelo natural para una penetración de 0,1" oscilan entre 9,70 a 11,80 y para una penetración de 0,2" oscilan entre 11,80 a 13,60 resumidos en el Cuadro C-4.3 del Capítulo 4, considerados estos valores para una subrasante como regular y además se observa que a mayor densidad seca máxima se obtiene un mayor porcentaje de CBR.

- Los resultados de los ensayos realizados a la emulsión asfáltica catiónica de rotura lenta (CSS-1h) que se encuentran resumidos en el cuadro C-4.4 del Capítulo 4 cumple con todas las especificaciones técnicas tanto para la norma ecuatoriana (MOP-001-F-2002) Tabla 810-4.2 *Anexo A-3,* como para las normas internacionales (ASTM y Asphalt Institute), por lo que dicha emulsión se la utilizó en la mezcla suelo-emulsión.

- Luego de la colocación de la emulsión sobre el suelo para la realización de los CBR con los diferentes porcentajes de emulsión asfáltica, se observa que en el instante de mezclar la emulsión asfáltica con el suelo, ésta nunca llega adherirse por completo al suelo, formándose grumos de la emulsión y complicando la trabajabilidad del proceso. Esto claramente se puede observar en la foto de la sección 4.2, siendo este efecto una complicación representativa al momento de realizar este trabajo in-situ.

- Aunque en la mezcla suelo-emulsión no se forma una película homogénea de la emulsión asfáltica sobre el suelo como se observa en la foto de la sección 4.2, podemos recalcar como efecto positivo de dicha mezcla, de acuerdo al Cuadro C-4.5 del Capítulo 4, que los porcentajes de absorción de agua disminuyen cuando se aumenta el porcentaje de emulsión asfáltica, siendo esto reflejado en la disminución de la permeabilidad de este tipo de suelos.

- Finalmente basándonos de lo anteriormente mencionado, se concluye que no se puede estabilizar suelos finos con emulsión asfáltica, ya que se requiere una cantidad excesiva de emulsión asfáltica dando como resultado un costo muy alto, además que existe la dificultad de poder mezclar homogéneamente al suelo con la emulsión asfáltica sin obtener buenos resultados.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda realizar investigaciones con los parámetros de porcentaje de finos, límite líquido e índice de plasticidad que dice la Norma Ecuatoriana MOP-001-F-2002 Capítulo 4 Sección-401-3 (ver *Anexo A-4*) en la que recomienda en su granulometría que más del 50% pase el tamiz #4 y que entre 10% y 50% pasen el tamiz #200, el Límite Líquido < 35 y el Índice de Plasticidad < 9 , así como para bases y sub-bases con los parámetros que especifica la Tabla T-1.2 del Capítulo 1 y así comprobar el efecto que puede llegar a tener la emulsión asfáltica sobre los suelos que cumplan con los parámetros anteriormente dichos.

- Se recomienda realizar ensayos de laboratorio previos a la iniciación de una investigación para poder familiarizarse con éstos y así evitar errores de inexperiencia en los investigadores, los cuales podrían alterar los resultados reales.

- Se recomienda en el ensayo de Relación de Soporte de California (CBR) que para el tipo de suelos obtenidos en esta investigación, después del moldeo de las muestras se debe dejarlas en la piscina de agua por un periodo de 7 días o más hasta que se tenga certeza de que la muestra se encuentre saturada completamente.

5.3 Bibliografía

Libros:

1. ASPHALT INSTITUTE, Manual básico de emulsiones asfálticas, 19, USA, 2005.
2. ASTM. Annual Book of ASTM Standards. Section four. Construction, Volume 04.03. Road and Paving Materials, Vehicle - Pavement Systems, Baltimore, USA, 2002.
3. RIVERA Gustavo, Emulsiones asfálticas, México, Alfaomega Grupo Editorial, cuarta edición, 1998
4. SALVADOR, Ricardo y MONTERO, Juan Carlos, Curso de Mecánica de Suelos
5. LARREA Nicanor, Villalba Lenin, Enzimas organicas de la estabilización de suelos, un aporte al desarrollo, PUCE, Quito, 2000.
6. MONTEJO, Alfonso, Ingeniería de pavimentos, Tomo I y II, Bogotá, Universidad católica de Colombia, tercera edición, 2008
7. MOP, Curso de Revestimientos Asfalticos y Estabilización de Suelos, Tomo 1, Quito, 1980.
8. MOP, Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes, MOP – 001 – F – 2002, Tomos I y II.
9. VILLARREAL, Ivan, Estabilización de suelos para pavimentos, Quito, febrero de 1980
10. YANEZ Gustavo, Manual visual, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ecuador.
11. ZABALA, Ingrid y PEÑAHERRERA, Marco, Propuesta de metodología para mantenimiento de vías de tercer orden utilizando la estabilización con crudos pesados, PUCE, Quito, 2006

En Internet:

1. Zuñiga A, Estabilización de subrasantes mediante el sistema Arena-Emulsión, http://www.utpl.edu.ec/ucg/images/stories/Investigaciones/zu%F1iga_anchundia.pdf
2. ASFALCA, Estabilización suelo-agregado-emulsión

   http://www.asfalca.com/2010/07/31/suelo-arena-emulsion
3. Department of the army, the navy and the air force, Soil Stabilization for Pavements, http://armypubs.army.mil/eng/DR_pubs/dr_a/pdf/tm5_822_14.pdf
4. httpcopernico.escuelaing.edu.coviaspagina_viamodulosMODULO%2015.pdf

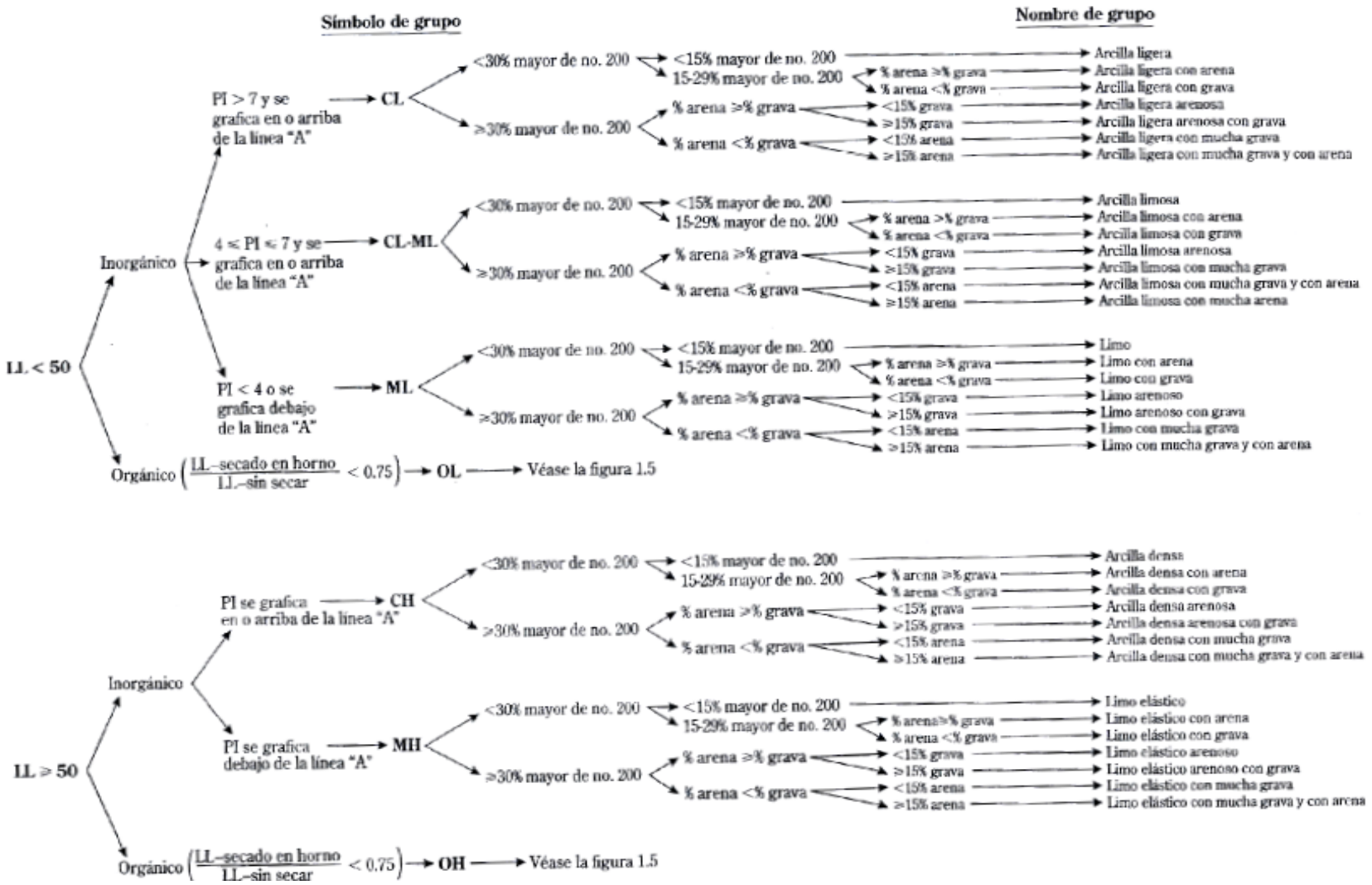
5.4 Anexos

Anexo A-1

CUADRO COMPARATIVO DE CLASIFICACION DE SUELOS SUCS - AASHTO

SUELO	AASHTO		
S.U.C.S.	Más posible	Posible	Posible pero improbable
GW	A-1-a	-	A-2-4, A-2-5
GP	A-1-a	A-1-b	A-2-6, A-2-7
GM	A-1-b, A-2-4, A-2-5, A-2-7	A-2-6	A-4, A-5, A-6, A-7-5, A-7-6, A-1-a
GC	A-2-6, A-2-7	A-2-4, A-6	A-4, A-7-6, A-7-5
SW	A-1-b	A-1-a	A-3, A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7
SP	A-3, A-1-b	A-1-a	A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7
SM	A-1-b, A-2-4, A-2-5, A-2-7	A-2-6, A-4, A-5	A-6, A-7-5, A-7-6, A-1-a
SC	A-2-6, A-2-7	A-2-4, A-6 A-4, A-7-6	A-7-5
ML	A-4, A-5	A-6, A-7-5	-
CL	A-6, A-7-6	A-4	-
OL	A-4, A-5	A-6, A-7-5, A-7-6	-
MH	A-7-5, A-5	-	A-7-6
CH	A-7-6	A-7-5	-
OH	A-7-5, A-5	-	A-7-6
Pt	-	-	-

Anexo A-2


Símbolo de grupo
Nombre de grupo
LL < 50
Inorgánico
PI > 7 y se grafica en o arriba de la línea "A"
CL
<30% mayor de no. 200
<15% mayor de no. 200
15-29% mayor de no. 200
% arena ≥% grava
% arena <% grava
≥30% mayor de no. 200
% arena ≥% grava
<15% grava
≥15% grava
% arena <% grava
<15% arena
≥15% arena
Arcilla ligera
Arcilla ligera con arena
Arcilla ligera con grava
Arcilla ligera arenosa
Arcilla ligera arenosa con grava
Arcilla ligera con mucha grava
Arcilla ligera con mucha grava y con arena
4 ≤ PI ≤ 7 y se grafica en o arriba de la línea "A"
CL-ML
Arcilla limosa
Arcilla limosa con arena
Arcilla limosa con grava
Arcilla limosa arenosa
Arcilla limosa con mucha grava
Arcilla limosa con mucha grava y con arena
Arcilla limosa con mucha arena
PI < 4 o se grafica debajo de la línea "A"
ML
Limo
Limo con arena
Limo con grava
Limo arenoso
Limo arenoso con grava
Limo con mucha grava
Limo con mucha grava y con arena
Orgánico (LL–secado en horno / LL–sin secar < 0.75) → OL → Véase la figura 1.5
LL ≥ 50
Inorgánico
PI se grafica en o arriba de la línea "A"
CH
Arcilla densa
Arcilla densa con arena
Arcilla densa con grava
Arcilla densa arenosa
Arcilla densa arenosa con grava
Arcilla densa con mucha grava
Arcilla densa con mucha grava y con arena
PI se grafica debajo de la línea "A"
MH
Limo elástico
Limo elástico con arena
Limo elástico con grava
Limo elástico arenoso
Limo elástico arenoso con grava
Limo elástico con mucha grava
Limo elástico con mucha grava y con arena
Orgánico (LL–secado en horno / LL–sin secar < 0.75) → OH → Véase la figura 1.5

Anexo A-3

Tabla 810-4.2.
REQUISITOS DE EMULSIONES ASFALTICAS CATIONICAS.

PROPIEDAD	ROTURA RAPIDA				ROTURA MEDIA				ROTURA LENTA			
	CRS-1		CRS-2		CMS-2		CMS-2h		CSS-1		CSS-1h	
	mín	máx	mín	máx	mín	máx	mín	máx	mín	máx	mín	máx
VISCOSIDAD:												
FUROL,a 25 gC, s.	-	-	-	-	-	-	-	-	20	100	20	100
FUROL,a 50 gC, s.	20	100	100	400	50	450	50	450	-	-	-	-
ESTABILIDAD AL ALMACENAJE 24 h, %	-	1	-	1	-	1	-	1	-	1	-	1
DEMULSIFICACION: 35 ml .8% sds, %	40	-	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CUBRIMIENTO												
agregado seco	-	-	-	-	bueno		bueno		-	-	-	-
luego rociado	-	-	-	-	pobre		pobre		-	-	-	-
agregado humedo	-	-	-	-	pobre		pobre		-	-	-	-
luego rociado	-	-	-	-	pobre		pobre		-	-	-	-
CARGA DE PARTICULA	+		+		+		+		+		+	
MEZCLA CON CEMENTO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0	-	2,0
ENS. DEL TAMIZ	-	0,1	-	0,1	-	0,1	-	0,1	-	0,1	-	0,1
DESTILACION: ACEITE DESTILADO %	-	3	-	3	-	12	-	12				
RESIDUO, %	60	-	65	-	65	-	65	-	57	-	57	-
ENSAYOS EN EL RESIDUO:												
PENETRACION, a 25 grados,100 gr, 5 s.	100	250	100	250	100	250	40	90	100	250	40	90
DUCTILIDAD, a 25 grados, 5 cm/m, cm.	40	-	40	-	40	-	40	-	40	-	40	-
SOLUBILIDAD EN TRICLOROETILENO %	97.5	-	97.5	-	97.5	-	97.5	-	97.5	-	97.5	-
TEMPERATURA DE EMPLEO:												
ALMACENAMIENTO	50	85	50	85	50	85	50	85	10	60	10	60
MEZCLA EN PLANTA	-	-	-	-	10	70	10	70	10	70	10	70
MEZCLA EN SITIO	-	-	-	-	20	70	20	70	20	70	20	70
TRATAMIENTO SUPERFICIAL	50	85	50	85	-	-	-	-	-	-	-	-

Anexo A-4

401-3. Suelo Estabilizado con Material Bituminoso.

401-3.01. Descripción.- Este trabajo consistirá en la construcción de una capa de suelo estabilizada con material bituminoso, sobre una subrasante terminada con los alineamientos, pendientes y secciones indicados en los planos contractuales, a fin de conseguir un mejoramiento de las características resistentes del suelo, y disminución de la permeabilidad, que permitan proveer al camino de una superficie uniforme y resistente para circulación vehicular de baja intensidad.

Los suelos que se utilizarán en este trabajo podrán provenir de la excavación para la plataforma del camino o de fuentes de fuera de los límites del proyecto. En ambos casos, los suelos y sus sitios de explotación serán autorizados por el Fiscalizador.

401-3.02. Materiales.- Para este trabajo pueden utilizarse los suelos de que está formada la subrasante del camino, o materiales existentes fuera de los límites del proyecto; en todo caso, exentos de cantidades perjudiciales de materia orgánica, arcilla de alta plasticidad y de materiales micáceos.

Pueden utilizarse suelos cohesivos o materiales no cohesivos como limos, arenas, o mezclas de ellos. Su granulometría no es absolutamente restrictiva, pero es recomendable que más del 50% del suelo pase a través del tamiz Nº 4 (4.75 mm.) y que entre el 10 y el 50% pasen a través del tamiz Nº. 200 (0.075 mm.). El límite líquido deberá ser menor a 35 y el índice de plasticidad será menor a 9.

El material bituminoso estará constituido por asfaltos diluidos o por emulsiones asfálticas que cumplan los requisitos especificados en los subsecciones 810-3 y 810-4 respectivamente. En todo caso, el tipo y grado del material bituminoso estará determinado en el contrato; sin embargo, en caso de necesidad el Fiscalizador podrá cambiar a uno de los grados más próximos, sin que haya modificación en el precio unitario señalado en el contrato.

401-3.03. Equipo.- El Contratista deberá disponer del equipo necesario para la debida ejecución de estos trabajos, el cual deberá contar con la aprobación del Fiscalizador.

El equipo mínimo dependerá del procedimiento que se emplee para la estabilización de los materiales que formarán la superficie de rodadura. Según el caso, estará conformado por una planta central de mezclado o mezcladoras portátiles de paletas rotativas o de tambor, equipo de transporte, distribuidor de asfalto autopropulsado según está especificado en el numeral 405-1.03, motoniveladoras con escarificador, pulverizadoras-mezcladoras de paletas rotativas o rastras de discos, rodillos lisos de ruedas de acero o preferentemente neumáticos con carga por rueda y presión de inflado apropiadas para el espesor de la superficie estabilizada.

Anexo A-5

CUADRO DE FACTIBILIDAD ECONÓMICA DEL PROYECTO VIAL LAS MERCEDES - PUERTO NUEVO UTILIZANDO EMULSIÓN ASFÁLTICA

COSTOS DIRECTOS RELACIONADOS AL MEJORAMIENTO DE LA VIA

DATOS	*CANTIDADES*	*U*	*COSTO UNITARIO*	*COSTO TOTAL*
Longitud de la via	9420,00	m		
Ancho de la via	6,00	m		
Espesor de la calzada	0,20	m		
Volumen total de material requerido	11304,00	m^3		
Peso del material	15260400,00	kg		
MATERIALES				
% de suelo natural requerido	100%			
Peso del material	15260400,00	kg		
ESTABILIZANTE				
% de emulsion asfaltica con respecto al peso	20%			
Peso de emulsión asfáltica	3052080,00	kg		
	3092,28	m^3		
	816893,70	galones	$ 1,58	$ 1.290.692,04
EQUIPOS (HORAS REQUERIDAS)				
Motoniveladora con Escarificador	182	h	$ 50,00	$ 9.116,13
Motoniveladora	133	h	$ 50,00	$ 6.629,91
Rodillo Pata de Cabra	90	h	$ 35,00	$ 3.133,78
Minicargador con Fresadora	179	h	$ 30,00	$ 5.382,86
Carro Tanquero de Agua	182	h	$ 40,00	$ 7.292,90
Camion Distribuidor de emulsión	306	h	$ 45,00	$ 13.748,11
			TOTAL	$ 1.335.995,73

COSTO por Km	**$ 141.825,45**
COSTO por m^2	**$ 23,64**

Nota: 1 m3 = 264,172 galones

Se hace un promedio de la densidad del suelo a 1350 kg/m^3

Densidad de la emulsion asfaltica = 987 kg/m^3

CUADRO DE FACTIBILIDAD ECONÓMICA DEL PROYECTO VIAL LAS MERCEDES - PUERTO NUEVO UTILIZANDO CAL

COSTOS DIRECTOS RELACIONADOS AL MEJORAMIENTO DE LA VIA

DATOS	*CANTIDADES*	*U*	*COSTO UNITARIO*	*COSTO TOTAL*
Longitud de la via	9420,00	m		
Ancho de la via	6,00	m		
Espesor de la calzada	0,20	m		
Volumen total de material requerido	11304,00	m^3		
Peso del material	15260400,00	kg		
MATERIALES				
% de suelo natural requerido	100%			
Peso del material	15260400,00	kg		
ESTABILIZANTE				
% Optimo de cal con respecto al peso	5%			
Peso de cal	763020,00	kg	$ 0,25	$ 190.755,00
EQUIPOS (HORAS REQUERIDAS)				
Motoniveladora con Escarificador	182	h	$ 50,00	$ 9.116,13
Motoniveladora	133	h	$ 50,00	$ 6.629,91
Rodillo Pata de Cabra	90	h	$ 35,00	$ 3.133,78
Minicargador con Fresadora	179	h	$ 30,00	$ 5.382,86
Carro Tanquero de Agua	182	h	$ 40,00	$ 7.292,90
Camión Distribuidor de Cal	306	h	$ 45,00	$ 13.748,11
			TOTAL	$ 222.310,58

COSTO por Km	$ 23.599,85
COSTO por m^2	$ 3,93

Nota: Promedio de la densidad del suelo a 1350 kg/m3