UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICAS

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

TRABAJO DE TITULACION

PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE

INGENIERO CIVIL

VÍAS

TEMA:

DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO FLEXIBLE PARA LAS VÍAS INTERNAS DE LA PLANTA DE HORMIGÓN CADMECORP UBICADA EN EL CANTÓN DURÁN DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS.

AUTOR

LUIGGY ALEXIS GARCÍA BACA

TUTOR

ING. JULIO VARGAS JIMÉNEZ, M.Sc.

2016

GUAYAQUIL – ECUADOR

DEDICATORIA

Imposible sin el esfuerzo, dedicación y amor de mi papá Jorge Luis García Moreira y de mi mamá Julia Ligia Baca Chan King Gah que me tuvieron para lograr llegar a donde estoy ahora, es por y para ellos que dedico este trabajo.

Luiggy A. García B.

AGRADECIMIENTO

Hay muchas personas que se han esforzado para que yo llegue hasta aquí, (donde quiera que esté). Me ha encantado tener a esa gente a mi lado. Qué viaje tan increíble.

Por ello agradezco a Dios, a mis padres, a mis amigos: de carrera, de la vida, de trabajo, a todos ellos que de una u otra manera formaron parte para que esta etapa de mi vida sea posible.

Luiggy A. García B.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Eduardo Santos Baquerizo, M.Sc.	Ing. Julio Vargas Jiménez, M.Sc.
DECANO	**TUTOR**
Ing. David Stay Coello, M.Sc.	Ing. Gustavo Ramírez Aguirre, M.Sc.
VOCAL	**VOCAL**

DECLARACIÓN EXPRESA

Art. XI.- Del Reglamento Interno de Graduación de la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas de la Universidad de Guayaquil.

La responsabilidad de los hechos y doctrinas expuestas en este trabajo de titulación, corresponden exclusivamente al autor, y el patrimonio intelectual corresponde a la Universidad de Guayaquil.

_____

GARCÍA BACA LUIGGY ALEXIS

C.I. 093066843-9

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO 1
GENERALIDADES

1.1. Introducción 1

1.2. Antecedentes 1

1.3. Ubicación geográfica 2

1.4. Objetivos 3

1.4.1. Objetivo general. 3

1.4.2. Objetivos específicos. 3

1.5. Alcance del estudio 3

1.6. Justificación del tema 4

CAPÍTULO 2
MARCO TEÓRICO

2.1. Diseño de pavimento 5

2.2. Ecuación de diseño 6

2.3. Factores que comprenden la ecuación de diseño de la AASHTO 6

A. Definiciones. 6

B. Marco contextual. 8

CAPÍTULO 3
METODOLOGÍA DE TRABAJO

3.1. Diseño de pavimento flexible 11

3.2. Definición de parámetros de la metodología AASHTO 93 11

3.2.1. ESAL´S..... 11

3.3. Parámetros de diseño..... 14

3.3.1. Cálculo de Tránsito. 14

3.3.2. Confiabilidad. 16

3.3.3. Desviación global “SO”. 16

3.3.4. Módulo de Resiliencia efectivo..... 17

3.3.5. Módulo Resiliente de la Subrasante..... 17

3.3.6. Desviación estándar (so). 18

3.3.7. Índice de servicio. 18

3.4. Exploración in situ y metodología aplicada. 19

3.5. Módulo Resiliente de la Subrasante 20

3.6. Memoria del diseño del pavimento flexible 21

3.6.1. Estudio de tráfico..... 21

3.6.2. Procedimiento normativo AASHTO 1993 22

3.7. Cálculos 23

3.8. Dimensionamiento de la estructura de pavimento flexible 27

3.8.1. Dimensionamientos adicionales de la estructura de pavimento flexible 28

3.9. Secciones típicas 29

CAPÍTULO 4

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones 30

4.2. Recomendaciones 30

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: *Coordenadas del perímetro planta de hormigón* 2

Tabla 2: Tabla para el cálculo de Esal´s de diseño 13

Tabla 3: Factor de distribución por carril 15

Tabla 4: Valores de “r” de confiabilidad, con diferentes 16

Tabla 5: Límites para selección de resistencia..... 18

Tabla 6: Lista de Ensayos 20

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación del proyecto 2

Figura 2: *Vehículos tomados en consideración* 22

Figura 3: Cálculo de Número estructural de Subrasante 23

Figura 4: Cálculo de Número Estructural de Carpeta Asfáltica 24

Figura 5: Cálculo de Número Estructural de la Capa de Base 25

Figura 6: Cálculo de Número estructural de la Capa Sub base 26

Figura 7: Sección Típica 27

Figura 8: Cálculo Segundo Pre dimensionamiento 28

Figura 9: Sección Típica 1 29

Figura 10: Sección Típica 2 29

CAPÍTULO 1
GENERALIDADES

1.1. Introducción

La constructora CADMECORP, propone la realización de una planta de hormigón, el mismo que ha sido priorizado en función de la producción, con la finalidad de proveer los mejores tiempos de traslado.

Debido a esta importancia, se contempla el estudio para el diseño del pavimento de las vías internas de la planta, para mejorar los tiempos de traslado y movilización de los vehículos que circulen dentro y fuera del lugar, mediante la conformación de la estructura de las vías.

1.2. Antecedentes

Dentro de la planificación de la constructora se ha considerado el “Diseño de la estructura de pavimento flexible para las vías internas de la planta de hormigón CADMECORP ubicada en el cantón Durán de la provincia del Guayas” con la finalidad de proporcionar una mejor infraestructura para el transporte de clientes y proveedores. Esta vía de aproximadamente 1.20km, está ubicada en el Cantón Duran de la Provincia del Guayas, el relieve topográfico en general se desarrolla sobre un terreno llano.

1.3. Ubicación geográfica

El proyecto en estudio, se encuentra ubicado en la región Costa del Ecuador, Provincia del Guayas, en el cantón Duran.

La siguiente imagen muestra una imagen satelital de Google Earth donde podemos localizar al proyecto en estudio.

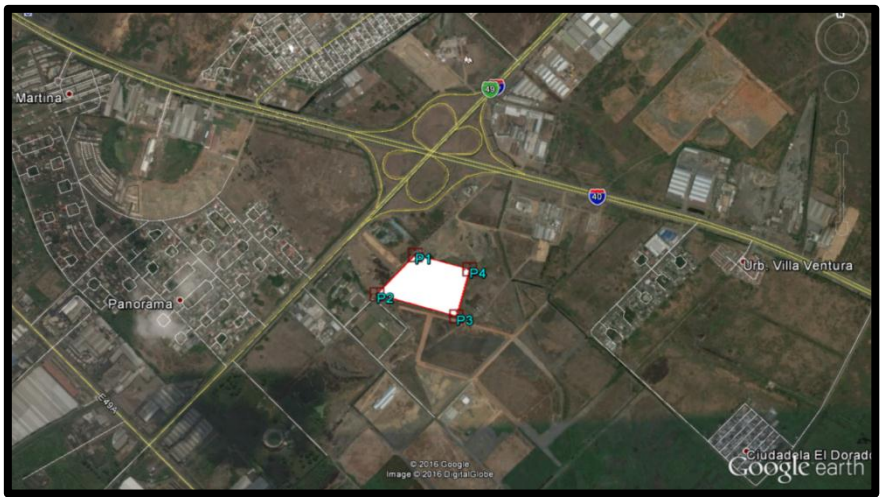


***Figura 1*:** Ubicación del proyecto
Fuente: Google Earth

Tabla 1: *Coordenadas del perímetro planta de hormigón*

Descripción	Este (x)	Norte (y)
Inicio – punto 1	632182.891	9758023.676
Punto 2	632019.894	9757872.223
Punto 3	632331.759	9757762.0209
Fin – punto 4	632395.976	9757951.431

Nota: las coordenadas están dadas en UTM DATUM WGS 84
Fuente: Luiggy Alexis García Baca

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general.

- Recomendar una adecuada estructura de pavimento, la cual cumpla con los requerimientos a los cuales serán sometidas las vías de la Planta de Hormigón, mediante la aplicación del método de diseño AASHTO.

1.4.2. Objetivos específicos.

- Evaluar el suelo subyacente en donde descansara la estructura del pavimento, mediante ensayos de laboratorio para determinar el parámetro de diseño de la subrasante.
- Realizar el estudio de tráfico considerando el factor principal la capacidad máxima de producción de la Planta, para determinar el número respectivo de Esal’s.
- Diseñar la estructura de pavimento; aplicando el procedimiento y normativa AASHTO; para obtener una obra duradera.

1.5. Alcance del estudio

El presente proyecto tiene como propósito recomendar una estructura de pavimento, aplicando el método AASHTO-93 en el cual los pavimentos se proyectan para que resistan determinado número de cargas durante su vida útil. El tránsito está compuesto por vehículos de diferente peso y número de ejes el cual se los transformará en un número equivalente de ejes tipo de 80 KN o 18 kips.

1.6. Justificación del tema

Las causas para que no se pueda cumplir el buen funcionamiento de la planta, puede ser principalmente un mal diseño de asfalto, ya que el rápido deterioro por no respetar los espesores que cumplan con la altura apropiada y no cumplan con las especificaciones técnicas del MTOP (Ministerio de Transporte y Obras Publicas), no podrán resistir las cargas a las que serán sometidas.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1. Diseño de pavimento

La aplicación del Método AASHTO-72 se mantuvo hasta mediados del año 1983, cuando se determinó que, aun cuando el procedimiento que se aplicaba alcanzaba sus objetivos básicos, podían incorporársele algunos de los adelantos logrados en los análisis y el diseño de pavimentos que se habían conocido y estudiado desde ese año 1972. Por esta razón, en el período 1984-1985 el Subcomité de Diseño de Pavimentos junto con un grupo de Ingenieros Consultores comenzó a revisar el "Procedimiento Provisional para el Diseño de Pavimentos AASHTO-72", y a finales del año 1986 concluye su trabajo con la publicación del nuevo "Manual de Diseño de Estructuras de Pavimentos AASHTO '86", y sigue una nueva revisión en el año 1993, por lo cual, hoy en día, el método se conoce como Método AASHTO-93. (CORREDOR, 2002)

Parámetros:

- Análisis geotécnico.
- Estudio de tráfico.
- Calculo de Esal’s.
- Calculo del número estructural.
- Determinación de espesores de las capas de la estructura del pavimento.

2.2. Ecuación de diseño

La ecuación AASHTO-93 toma la siguiente forma:

$$log_{10} W_{18} = Zr * So + 9{,}36 * log_{10}(SN+1) - 0{,}20 + \frac{log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4{,}2-1{,}5}\right)}{\frac{0{,}40+1094}{(SN+1)^{5{,}19}}} + 2{,}32 * log_{10} * Mr - 8{,}07$$

2.3. Factores que comprenden la ecuación de diseño de la AASHTO

A. Definiciones.

El diseño se basa primordialmente en identificar o encontrar un “número estructural SN” para el pavimento flexible que pueda soportar el nivel de carga solicitado. Para determinar el número estructural SN requerido, el método proporciona la ecuación general que involucra los siguientes parámetros:

- Incorporación de un "Factor de Confiabilidad" -fundamentado en un posible cambio del tráfico a lo largo del período de diseño, que permite al Ingeniero Proyectista utilizar el concepto de análisis de riesgo para los diversos tipos de infraestructuras viales a proyectar.

- Sustitución del Valor Soporte del Suelo (Si), por el Módulo Resiliente (Método de Ensayo AASHTO T274), el cual proporciona un procedimiento de laboratorio racional, o mejor aún de carácter científico que se corresponde con los principios fundamentales de la teoría elástica para la determinación de las propiedades de resistencia de los materiales.

- Empleo de los módulos resilientes para la determinación de los coeficientes estructurales, tanto de los materiales naturales o procesados, como de los estabilizados.

- Establecimiento de guías para la construcción de sistemas de sub-drenajes, y modificación de las ecuaciones de diseño, que permiten tomar en cuenta las ventajas que resultan, sobre el comportamiento de los pavimentos, como consecuencia de un buen drenaje.

- Sustitución del "Factor Regional" -valor indudablemente bastante subjetivo- por un enfoque más racional que toma en consideración los efectos de las características ambientales -tales como humedad y temperatura- sobre las propiedades de los materiales.

Variables independientes:

- Wt18: Número de aplicaciones de cargas equivalentes de 80 kN acumuladas en el periodo de diseño (n)

- ZR: Valor del desviador en una curva de distribución normal, función de la

- Confiabilidad del diseño (R) o grado confianza en que las cargas de diseño no serán superadas por las cargas reales aplicadas sobre el pavimento.

- So: Desviación estándar del sistema, función de posibles variaciones en las estimaciones de tránsito (cargas y volúmenes) y comportamiento del pavimento a lo largo de su vida de servicio.

- ΔPSI: Pérdida de Serviciabilidad (Condición de Servicio) prevista en el diseño, y medida como la diferencia entre la “planitud” (calidad de acabado)

del pavimento al concluirse su construcción (Servicialidad Inicial (po) y su plenitud al final del periodo de diseño (Servicapacidad Final (pt).

- MR: Módulo Resiliente de la subrasante y de las capas de bases y sub-bases granulares, obtenido a través de ecuaciones de correlación con la capacidad portante (CBR) de los materiales (suelos y granulares).

Variable dependiente:

- SN: Número Estructural, o capacidad de la estructura para soportar las cargas bajo las condiciones (variables independientes) de diseño. (CORREDOR, 2002)

B. Marco contextual.

Antes de revisar el método que se utilizará en el análisis para determinar los espesores de las capas, se definirá algunos conceptos básicos que son necesarios para un mejor entendimiento de lo que se expondrá en los siguientes capítulos.

Pavimento Flexible

Es el pavimento que tienen en su parte superior una carpeta bituminosa, apoyada sobre dos capas granulares, denominadas base y subbase.

Tráfico

El diseño de una carretera o de un tramo de la misma debe basarse entre otros aspectos, de la información obtenida del estudio del tráfico, con el objeto de compararlo con el volumen máximo de vehículos que una carretera puede absorber.

Se denomina tráfico vehicular a la cantidad de vehículos que fluyen o recorren una determinada carretera o red vial.

Aforo de tráfico

Se denomina aforo de tráfico al método de conteo de vehículos por medio del cual se determina los volúmenes de tráficos reales del flujo vehicular analizado en el presente proyecto, la estimación de tráfico se realizará en función de la máxima capacidad de producción de la planta de hormigón.

Asfalto

Betún sólido, semisólido o líquido, de color entre negro o pardo oscuro, encontrado en depósitos naturales u obtenidos artificialmente como un residuo del petróleo. En general, el asfalto empleado se obtiene del petróleo, como producto derivado de la destilación.

Base

Capa (o capas), de espesor definido, de materiales sujetos a determinadas especificaciones, colocada sobre la subbase o la subrasante para soportar las capas de Superficie o Rodadura.

Calzada

La parte del camino donde circulan los vehículos, incluyendo los carriles auxiliares, pero excluyendo los espaldones.

Capacidad portante (o soportante)

Aptitud de un suelo o roca, en desmonte; relleno o capa de firme para soportar las cargas del tránsito.

Carpeta

Capa de concreto asfáltico, de un espesor determinado, que se coloca para que sirva de capa de rodadura.

Compactación

Aumento de la "Densidad" de un determinado suelo o CAPA DEL FIRME al comprimirlo empleando medios mecánicos.

Densidad

Se usa en el sentido de "Peso Unitario" de un determinado suelo o capa de firme. Puede determinarse para diferentes condiciones de contenido de agua y distintas energías de compactación.

Ensayos de CBR

Pruebas efectuadas en el laboratorio con muestras alteradas, inalteradas o compactadas, saturadas o no; o realizadas en el terreno "In Situ", con el contenido de humedad existente, para obtener el valor del Soporte de California.

Estructura del Pavimento

Combinación de capas de SUBBASE, BASE y de SUPERFICIE o RODADURA colocadas sobre una SUBRASANTE, para soportar las cargas del tránsito y distribuir los esfuerzos en la PLATAFORMA.

Subbase

Capas, de espesor definido, de materiales que cumplen determinadas especificaciones, las cuales se colocan sobre una subrasante aprobada, para soportar la Capa de Base.

Subrasante

Superficie superior de la obra básica, preparada como fundación de la estructura de pavimento y de los espaldones.

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA DE TRABAJO

3.1. Diseño de pavimento flexible

Como preámbulo de diseño de un pavimento flexible debemos tener en cuenta que todo pavimento flexible cuenta con la siguiente estructuración:

Capa de rodadura (mezcla asfáltica)

- Base
- Sub-base
- Mejoramiento con material de préstamo importado o local
- Sub-rasante

Teniendo esto en cuenta pasamos a la determinación de las variables del diseño del pavimento para el dimensionamiento de los espesores de las capas que lo conformarían.

3.2. Definición de parámetros de la metodología AASHTO 93

3.2.1. ESAL´S.

Para la obtención de los espesores de capas constitutivas de pavimentos flexibles para la planta de hormigón, se aplicará el procedimiento actual de diseño, versión 1993, que está basado en la ecuación original de la AASHTO que datan de 1961, producto de las pruebas en Ottawa, Illinois, con tramos a escala natural y para todo tipo de pavimentos. La versión de 1986 y la actual de 1993 se han modificado para

incluir factores o parámetros de diseño que no habían sido considerados y que son producto de la experiencia adquirida por ese organismo entre el método original y su versión más moderna.

El diseño se basa primordialmente en identificar o encontrar un “numero estructural SN” para el pavimento flexible pueda soportar el nivel de carga solicitado. Para determinar el número estructural SN requerido, el método proporciona la ecuación general que involucra los siguientes parámetros.

$$log_{10} W_{18} = Zr * So + 9{,}36 * log_{10}(SN+1) - 0{,}20 + \frac{log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4{,}2-1{,}5}\right)}{\frac{0{,}40+1094}{(SN+1)^{5{,}19}}} + 2{,}32 * log_{10} * Mr - 8{,}07$$

- El tránsito en ejes equivalentes para el periodo de diseño seleccionado “W18”.
- El parámetro de confiabilidad “R”
- La desviación estándar global “So”
- El módulo de resiliencia efectivo “Mr” del material de subrasante
- La diferencia entre los índices de servicialidad inicial y final “ΔPSI”

Para la obtención de ESAL´S de diseño se empleó el Método Riguroso, el mismo que requiere el uso de los factores camión para cada clase individual de vehículos. Esto puede ser hecho, usando los pesos de vehículos y clasificación obtenidos por el método de pesado en movimiento o WIM (Weigh in motion).

Con los datos del Tráfico y la distribución de pesos, se obtuvo un estimado del ESAL’S diario correspondiente a la capacidad máxima de producción de la planta de hormigón, para las vías en estudio a través de la aplicación del siguiente procedimiento:

Cálculo del número equivalente de peso de cada uno de los ejes por tipo de vehículo a utilizar, respecto al peso estándar de 8.2 Toneladas por eje.

- Cálculo del número de ESAL´s promedio por tipo de vehículo (FECC).

En este caso el cálculo puede realizarse usando la siguiente planilla:

Tabla 2: Cálculo de Esal´s de diseño

Peso Ejes		Número de Ejes (A)	Factores de Crecimiento (B)	Tráfico de Diseño (C)	Factor de Equivalencia (D)	Esal's de Diseño (E)
Ton	Kips					

Fuente: Luiggy Alexis García Baca

- En este caso, la columna (A) es el volumen diario contado para cada vehículo tipo en función de sus números de ejes.
- La columna (B) tiene el factor de crecimiento para cada tipo de vehículo. El volumen de tránsito de la columna (A) multiplicado por el factor de crecimiento de la columna (B) nos da el tránsito de diseño (columna (C)). El factor de crecimiento depende de la tasa de crecimiento y del período de análisis. Cada tipo de vehículo puede tener una tasa de crecimiento distinta, dado que no tiene por qué crecer al mismo ritmo.

En donde al Factor Crecimiento, F.C: Se determina asignando una tasa de crecimiento constante, r, al tránsito promedio de toda la vida del proyecto.

FC = (1 + r) n - 1/Ln (1 + r) ecuación que proporciona la AASTHO-93 -Instituto de Asfalto. Donde: n: Período de Diseño, r: Tasa anual de crecimiento en %, en el caso de mi tema en especial no se considera este factor de crecimiento ya que el número

de vehículos que se incrementaran ya están determinados en función de la capacidad máxima de producción, y no se someterá a cambios.

- La columna (C) es igual al producto de la columna (A) por la columna (B) y por 365 días y nos da la cantidad acumulada de vehículos de cada tipo en el período de análisis.
- b) La columna (D) es el factor de Esal's para cada tipo de camión, obtenida como No. Camiones x FECC.

Para el cálculo del FECC se deben analizar los distintos pesos de ejes para cada tipo de camión. A continuación, se muestran algunas tablas en donde se indica los factores equivalentes de carga para pavimento flexible (ver en anexos B), considerados en el presente estudio.

- La columna (E) es el producto de la (D) por (C) y la suma de (E) es el número total de Esal's a usar para el diseño del pavimento, el cual debe afectarse por el factor de distribución direccional por trocha. Los vehículos livianos según FHWA pueden ser despreciados ya que su efecto representativo es muy bajo.

3.3. Parámetros de diseño.

3.3.1. Cálculo de Tránsito.

Para el cálculo del tránsito, el método actual contempla los ejes equivalentes sencillos de 8.2 ton. acumulados durante el período de diseño, por lo que no ha habido grandes cambios con respecto a la metodología original de AASTHO. Solamente se aconseja que para fines de diseño en "etapas o fases" se dibuje una gráfica donde se muestre año con año, el crecimiento de los ejes acumulados

(Esal's) vs tiempo, en años, hasta llegar al fin del período de diseño o primera vida útil del pavimento. La ecuación siguiente puede ser usada para calcular el parámetro del tránsito W18 en el carril de diseño.

W18 = DD * DL * W 18

Dónde: W18 = Tránsito acumulado en el primer año, en ejes equivalentes sencillos de 8.2 ton, en el carril de diseño. DD = Factor de distribución direccional.

W 18 = Ejes equivalentes acumulados en ambas direcciones. DL = Factor de distribución por carril, cuando se tengan dos o más carriles por sentido. Se recomiendan los siguientes valores:

Tabla 3: Factor de distribución por carril

No. Carriles en cada sentido	Porcentaje de W18 en el carril de diseño
1	100
2	80 - 100
3	60 - 80
4 o más	50 - 75

Fuente: Guía para diseños de pavimentos, AASHTO 93

Una vez calculados los ejes equivalentes acumulados para que la planta trabaje en su máxima capacidad (Ver Anexos C), se deja estimado el total de ejes equivalentes acumulados y así contar con un parámetro de entrada para la ecuación general. Se ha contemplado para la construcción de las vías internas de la planta de hormigón, un periodo de vida útil 10 años (en lo referente a la estructura del pavimento a excepción de su carpeta flexible que será no menor a 7 años de acuerdo a las exigencias requeridas).

3.3.2. Confiabilidad.

A través del parámetro de Confiabilidad “R”, se trata de llegar a cierto grado de certeza con el método de diseño, para asegurar que las diversas alternativas de la sección estructural que se obtengan, durarán como mínimo el período de diseño. Se consideran posibles variaciones en las predicciones del tránsito en ejes acumulados y en el comportamiento de la sección diseñada. El actual método AASTHO para el diseño de la sección estructural de pavimentos flexibles, recomienda valores desde 50 hasta 99.9 para el parámetro “R” de confiabilidad, con diferentes clasificaciones funcionales, notándose que los niveles más altos corresponden a obras que estarán sujetas a un uso intensivo, mientras que los niveles más bajos corresponden caminos locales y secundarios.

Tabla 4: Valores de “r” de confiabilidad, con diferentes clasificaciones funcionales

Clasificación Funcional	Nivel Recomendado por AASHTO para carreteras
Interestatal o autopista	80 – 99.9
Principal o federal	75 - 95
Secundaria o estatal	75 - 95
Rural o local	50 - 80

Fuente: Guía para diseños de pavimentos, AASHTO 93

Para la construcción de las vías internas de la planta de hormigón, se ha considerado un nivel de confiabilidad del 80%, en donde su clasificación funcional de acuerdo a la tabla No.4 es rural o local.

3.3.3. Desviación global “SO”.

Parámetro ligado con la Confiabilidad (R), descrita en la Tabla No. 4; habiéndolo determinado, en este paso deberá seleccionarse un valor SO “Desviación Estándar Global”, representativo de condiciones locales particulares, que considera posibles

variaciones en el comportamiento del pavimento y en la predicción del tránsito. Valores de “SO” en los tramos de prueba de AASTHO no incluyeron errores en la estimación del tránsito; sin embargo, el error en la predicción del comportamiento de las secciones en tales tramos, fue de 0,25 para pavimentos rígidos y 0.35 para los flexibles, lo que corresponde a valores de la desviación estándar total debidos al tránsito de 0.35 y 0.45 para pavimentos rígidos y flexibles respectivamente.

3.3.4. Módulo de Resiliencia efectivo.

La parte fundamental para caracterizar debidamente a los materiales, consiste en la obtención del Módulo de Resiliencia, con base en pruebas de laboratorio, realizadas en materiales a utilizar en la capa subrasante (Método AASTHO T-274).

3.3.5. Módulo Resiliente de la Subrasante.

En el presente proyecto, se aplicará uno o varios de los siguientes módulos dinámicos en función del tipo de suelo y de su valor relativo de soporte (CBR).

- Para suelos finos:

Mr= 1500 * CBR; se utiliza en CBR < 7.2% en psi
Mr= 3000*(CBR^0.65); se utiliza en 7.2%<CBR<20% en psi

- Para suelos granulares.

Mr= 4326 * Ln CBR + 241 en psi

Los CBR se obtuvieron de los resultados de los ensayos de laboratorio, en dos puntos en la vía en estudio, que han sido ensayadas en los materiales de rellenos existentes y suelos natural del área del proyecto, para luego proceder a su evaluación y selección el valor de resistencia típico de la subrasante de acuerdo a la metodología propuesta por el Instituto de Asfalto, el cual recomienda tomar un valor total, que el 60, 75 u 85 de los valores individuales sea igual o mayor que él, de acuerdo con el tránsito que se espera circule sobre el pavimento (ver tabla No. 5), la

evaluación y cálculos del CBR promedio se proporciona también en los anexos cuyo valor obtenido para un valor total del 60% de resistencia es 8.3 %.

Tabla 5: Límites para selección de resistencia

Límites para selección de resistencia	
No. De ejes de 8,2 Ton en el carril de diseño (N)	Porcentaje a seleccionar para hallar la resistencia
<10^4	60
10^4 – 10^6	75
>10^6	85

Fuente: Guía para diseños de pavimentos, AASHTO 93

3.3.6. Desviación estándar (so).

A partir del valor de confiabilidad asumido para cada una de las vías, se halla el valor de la desviación estándar del nivel de confiabilidad. Asumimos un valor representativo del error estándar combinado de la predicción del tráfico y el comportamiento previsto del pavimento. AASHTO-93 recomienda adoptar para So valores comprendidos dentro de los siguientes intervalos. Pavimento Flexible: 0,30 - 0,50 - 0,45 Construcción Nueva - 0,50 sobre capas.

3.3.7. Índice de servicio.

El Índice de Suficiencia de un pavimento se define como la capacidad de servir al tipo de tránsito para el cual ha sido diseñado. Así se tiene un Índice de Suficiencia presente PSI mediante el cual el pavimento es calificado entre 0 y 5. En el diseño de pavimento se debe elegir la servicialidad inicial (Po) y final (Pt), Po, Es función del diseño de pavimento y de la calidad de construcción; Pt, Es función de la categoría del camino y es adaptada a ésta y al criterio del proyectista. Índice de Servicialidad Inicial (Po) Po = 4.2 para Pavimentos Flexibles Índice de Servicialidad Final (Pt)

Pt = 2.00 a 2.5 Donde: 2.5 Para Pavimento Flexible, Pérdida de PSI = PSI inicial - PSI final

Luego se estimó el porcentaje de tiempo que la estructura estará expuesta a niveles de humedad próximos a la saturación, obteniéndose el factor de drenaje a partir de los cuadros de calidad de drenaje (Ver AnexoB).

El factor de drenaje para las capas de base y sub-base por colocar será 0,80, por tratarse de zonas de regular drenaje.

3.3.8. Exploración in situ y metodología aplicada.

La investigación geotécnica para la exploración del subsuelo en la vía del proyecto, se llevó a cabo tomando en cuenta la cantidad de calicatas que influirá directamente con el área del proyecto, para la construcción de la vía se realizaron 2 calicatas hasta una profundidad de 2m, que guardan relación con el área y uso que se planea dar al suelo.

En cada una de las vías, se ejecutaron los siguientes trabajos de exploración del subsuelo:

- Identificación y descripción preliminar de tipo superficial vertical de los diferentes tipos de suelos encontrados.
- Determinación del espesor de las diferentes capas existentes constitutivas del subsuelo.
- Toma de muestras de suelos para determinar las características del relleno y las propiedades de los diferentes tipos de suelos subyacentes.

Además, en todos los casos se mantuvo un registro detallado de cada una de las calicatas, que incluyó localización, profundidad, tipos de muestreadores, tipo de materiales de los diferentes estratos, ubicación de la muestra, identificación del nivel freático, y toda la información considerada de importancia.

Se siguió las especificaciones técnicas de la ASTM para el manipuleo, transporte y almacenamiento de muestras, para evitar alteraciones.

Cada una de las muestras obtenidas en el campo se clasificó, verificó y se corrigió de acuerdo a los resultados obtenidos de los ensayos de laboratorio y principalmente a los sistemas de clasificación de suelos SUCS.

Tabla 6: Lista de Ensayos

ENSAYO	NORMA APLICADA
Contenido de Humedad	ASTM-D-2216; ASTM-D-2974
Material menor que tamiz # 200	ASTM-D-1140
Límites de Atterberg	ASTM-D-4318
Densidad Seca Máxima	ASTM-D-1557
C.B.R.	ASTM- D-1883

Fuente: Luiggy Alexis García Baca

En los anexos de los estudios, se proporciona la información sucinta de los resultados de las características física y mecánica obtenidos de los ensayos de laboratorio de las 2 calicatas realizadas en las vías del proyecto en estudio.

3.4. Módulo Resiliente de la Subrasante

En el presente estudio, se aplicará uno o varios de los siguientes módulos dinámicos en función del tipo de suelo y de su valor relativo de soporte (CBR).

Para materiales de sub-rasante con CBR mayor de 7.20% pero menor o igual a 20%:

$$MR = 1500 * (CBR)$$

3.5. Memoria del diseño del pavimento flexible

3.5.1. Estudio de tráfico.

Para realizar el aforo de transito revisamos guías de despacho, ingreso y salida de materiales a emplear en la planta de hormigón, tomando en consideración y en función principal del tiempo de descarga y capacidad máxima de producción de la planta 300 a 400 m3 al día, con tiempo de carga aproximada 12min en cargar un mixer de 7m3, una jornada laboral de 10 horas y dosificación del material en un 65% agregados y 35% cemento.

Equipo a utilizar son bañeras, volquetas, mixer y cisternas de cemento, además se incluyen los vehículos livianos que transitaran para realizar pedidos, contactarse con las oficinas y vehículos del personal de la planta.

Se incrementará un 25% de la cantidad total de tráfico en un día a capacidad máxima para contar con un porcentaje de seguridad y confiabilidad debido a posibles estándares de errores en el tráfico tomado en consideración y el tráfico de vías adyacentes que pueden ingresar a futuro.

El conteo de tráfico se evaluó mediante tablas (ver Anexo C), en las cuales se estima la cantidad de vehículos que pasaran en un mismo punto cuando la planta de hormigón se encuentre funcionando a su máxima capacidad.

A continuación, se representan vehículos que intervienen en el conteo:

Figura 2: *Vehículos tomados en consideración*
Fuente: *Luiggy Alexis García Baca*

3.6. Procedimiento normativo AASHTO 1993

Determinamos los parámetros necesarios para proceder a realizar los cálculos pertinentes:

ECUACION AASHTO 93:

$$log_{10} W_{18} = Zr * So + 9{,}36 * log_{10}(SN+1) - 0{,}20 + \frac{log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4{,}2-1{,}5}\right)}{\frac{0{,}40+1094}{(SN+1)^{5{,}19}}} + 2{,}32 * log_{10} * Mr - 8{,}07$$

PARAMETROS	
SUBRASANTE CBR%:	4.80
R=	80%
Zr =	0.841
So =	0.45
Po =	4.2
Pt =	2.5
SN ASUMIDO =	4
SN REAL =	3.73
ESAL´S (W18) =	**2,221,039**

El cálculo de Esal´s, el CBR de diseño de la subrasante y las variables de diseño se encuentra en el capítulo de Anexos.

3.7. Cálculos

CALCULOS
PROCEDIMIENTO NORMATIVA AASHTO 1993

ECUACION AASHTO 93:

$$log_{10} W_{18} = Zr * So + 9{,}36 * log_{10}(SN+1) - 0{,}20 + \frac{log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4{,}2-1{,}5}\right)}{\frac{0{,}40+1094}{(SN+1)^{5{,}19}}} + 2{,}32 * log_{10} * Mr - 8{,}07$$

PARAMETROS	
SUBRASANTE CBR%:	4.80
R=	80%
Zr =	0.841
So =	0.45
Po =	4.2
Pt =	2.5
SN ASUMIDO =	4
SN REAL =	3.73
ESAL´S (W18) =	**2 221 039**

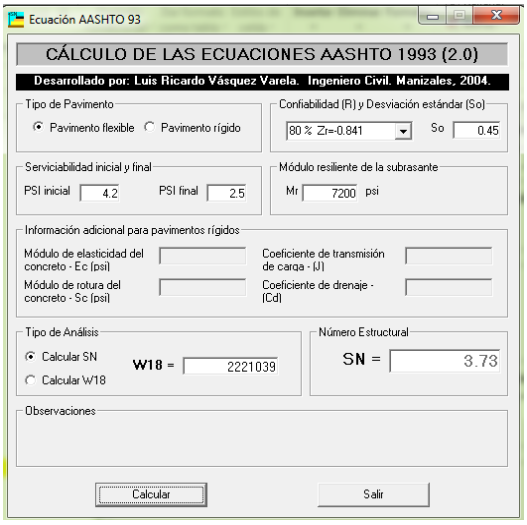
Fórmula para hallar el Módulo Resiliente

Para materriales de SUB-RASANTE con CBR MENOR de 7.20%

MR = 1500 * (CBR)

MR = 7200.0 psi (lb/pulg2)

Con el siguiente programa que resuelve la ecuacion de la AASHTO-93, procederemos a encontrar el SN de la SUBRASANTE



SN DE LA SUBRASANTE =	3.73
NUMERO ESTRUCTURAL =	3.73

Figura 3: Cálculo de Número estructural de Subrasante
Fuente: Luiggy Alexis García Baca

CALCULOS

PROCEDIMIENTO NORMATIVA AASHTO 1993

$$SN = a1*d1 + a2*m2*d2 + a3*m3*d3 + \ldots\ldots$$

$$SN1 = a1 * d1$$

A PARTIR DEL MODULO RESILIENTE DE LA CAPA DE BASE OBTENGO EL ESPESOR DE LA CARPETA ASFALTICA

$$SN = a1 * d1$$

$$SN = 2.15$$

ESPESOR DE CONCRETO ASFALTICO

$$D1 = SN1 \ / \ a1$$

$$D1 = \frac{2.15}{0.44} = 4.89 \text{ pulg}$$

D1 = 4.89 pulg ESPESOR CARPETA ASFALTICA

CORREGIMOS EL SN1 :

$$*SN1 = a1 * D1$$

$$*SN1 = 0.44 * 4.89 = 2.15$$

SN DE LA CARPETA ASFALTICA = 2.150

NUMERO ESTRUCTURAL = 2.150

Figura 4: Cálculo de Número Estructural de Carpeta Asfáltica

Fuente: Luiggy Alexis García Baca

CALCULOS

PROCEDIMIENTO NORMATIVA AASHTO 1993

A PARTIR DEL MODULO RESILIENTE DE LA CAPA DE SUB-BASE OBTENGO EL ESPESOR DE LA BASE

SN (BASE GRANULAR) = SN2 - *SN1

SN (BASE GRANULAR) SN2 - *SN1 = 2.82 - 2.150 = 0.67

SN (BASE GRANULAR) a2 * m2 * d2

ESPESOR DE BASE

$$D2 = (SN2 - *SN1) / (a2 * m2)$$

$$D2 = \frac{0.670}{0.112} = 5.98 \text{ pulg}$$

D2 = 6.00 pulg ESPESOR BASE

CORREGIMOS EL SN2 :

*SN2 = a2 * m2 * D2

*SN2 = 0.14 * 0.80 * 6.00 = 0.67

SN DE LA BASE =	0.67
NUMERO ESTRUCTURAL =	0.67

Figura 5: Cálculo de Número Estructural de la Capa de Base
Fuente: Luiggy Alexis García Baca

CALCULOS

PROCEDIMIENTO NORMATIVA AASHTO 1993

DETERMINAMOS EL ESPESOR DEL MATERIAL DE SUB-BASE A PARTIR DEL "SN" TOTAL DEL PAVIMENTO

SN DE LA SUBRASANTE = SN3

SN = 3.73

a3 = 0.11

SN (SUB - BASE) = SN - (*SN1 + *SN2)

SN (SUB - BASE) = 3.73 - (2.150 + 0.67) = 0.91

SN (SUB BASE) = a3 * m3 * d3

ESPESOR DE SUB BASE

D3 = SN (SUB BASE) / (a3 * m3)

$$D3 = \frac{0.91}{0.088} = 10.341 \text{ pulg}$$

D3 = 10.30 pulg ESPESOR SUB BASE

CORREGIMOS EL *SN3 :

*SN3 = a3 * m3 * D3

*SN3 = 0.11 * 0.80 * 10.30 = 0.91

SN DE LA SUB BASE = 0.91

NUMERO ESTRUCTURAL = 0.91

Para revisar que el SN de la ESTRUCTURA resiste la demanda del SN de la SUBRASANTE realizaremos la siguiente comprobación:

COMPROBACION

*SN1 + *SN2 + *SN3 >= SN

*SN1 =	2.150
*SN2 =	0.670
*SN3 =	0.910
TOTAL *SN =	3.730

SN =	3.73

*SN	> =	SN	OK
3.73	> =	3.73	OK

Figura 6: Cálculo de Número estructural de la Capa Sub base

Fuente: Luiggy Alexis García Baca

3.8. Dimensionamiento de la estructura de pavimento flexible

SECCION TIPICA PRIMER PREDIMENSIONAMIENTO

PRIMER DIMENSIONAMIENTO			
DESCRIPCION		ESPESORES	UNIDAD
D1	CARPETA ASFALTICA	4.89	**pulg**
D2	CAPA BASE CLASE 1	6.00	**pulg**
D3	CAPA SUB BASE CLASE 1	10.30	**pulg**

PRIMER DIMENSIONAMIENTO			
DESCRIPCION		ESPESORES	UNIDAD
D1	CARPETA ASFALTICA	12.23	**cm**
D2	CAPA BASE CLASE 1	15.00	**cm**
D3	CAPA SUB BASE CLASE 1	25.75	**cm**

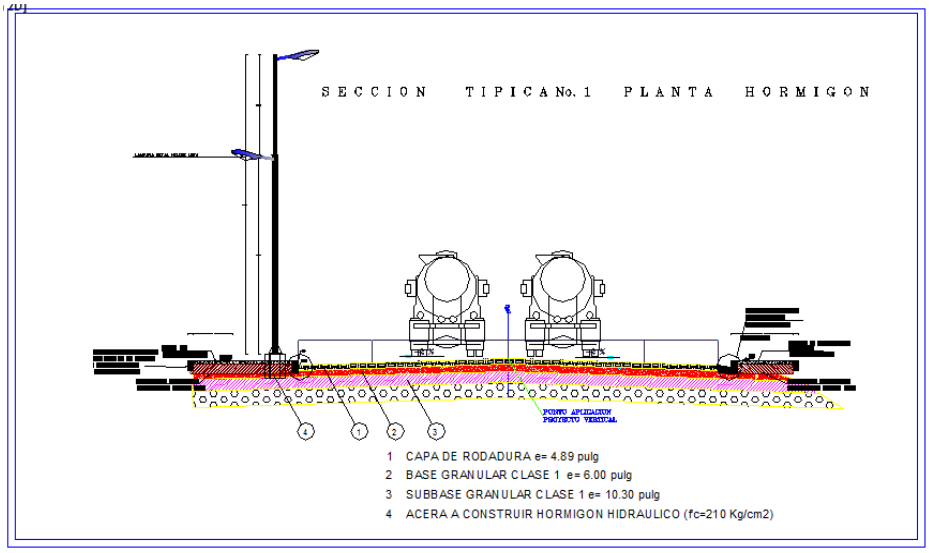


Figura 7: Sección Típica
Fuente: Luiggy Alexis García Baca

3.9. Dimensionamientos adicionales de la estructura de pavimento flexible

CALCULOS
PROCEDIMIENTO NORMATIVA AASHTO 1993
SEGUNDO PREDIMENSIONAMIENTO

DATOS

		DIMENSIONES			COEFICIENTES	
SN SUBRASANTE	3.73					
*SN1 =	2.15	D1 =	4.89	pulg	a1 =	0.44
*SN2 =	0.67	D2 =	6.00	pulg	a2 =	0.14
*SN3 =	0.91	D3 =	10.30	pulg	a3 =	0.11
TOTAL *SN =	3.73	D1 =	12.23	cm	m1 =	-
		D2 =	15.00	cm	m2 =	0.8
		D3 =	25.75	cm	m3 =	0.8

SEGUNDO PREDIMENSIONAMIE ***SN = 3.73**

*SN =		2.15		0.67		0.91
*SN =		a1D1	+	a2D2m2	+	a3D3m3
3.80	=	1.76		0.90		1.14

*SN = 3.80

COMPROBACION

a1=	0.44			SN1=	1.76
D1=	4.00	pulg			
D1=	10.00	cm			
a2=	0.14				
m2=	0.80			SN2=	0.90
D2=	8.00	pulg			
D2=	20.00	cm			
a3=	0.11			SN3=	1.14
m3=	0.80				
D3=	13.00	pulg			
D3=	32.50	cm		SN TOTAL	3.80

SN TOTAL	>	TOTAL *SN	CONDICION
3.80	>	3.73	OK

Figura 8: Cálculo Segundo Pre dimensionamiento
Fuente: Luiggy Alexis García Baca

3.10. Secciones típicas

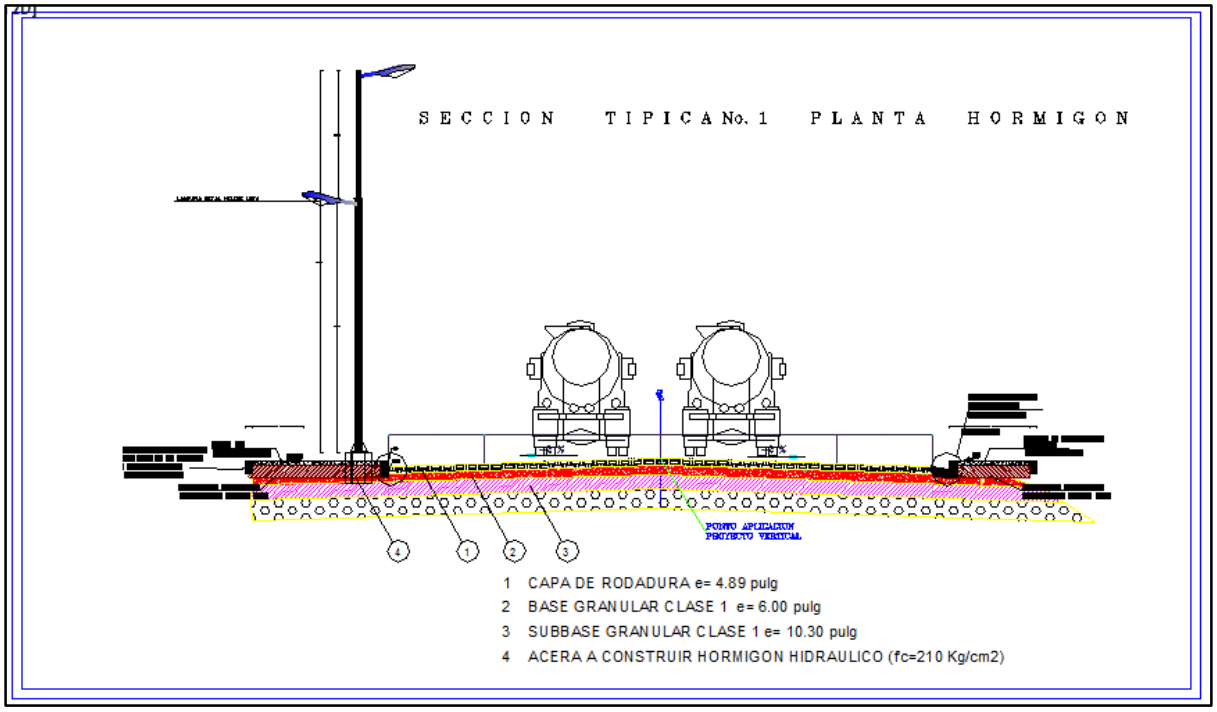


Figura 9: Sección Típica 1
Fuente: Luiggy Alexis García Baca

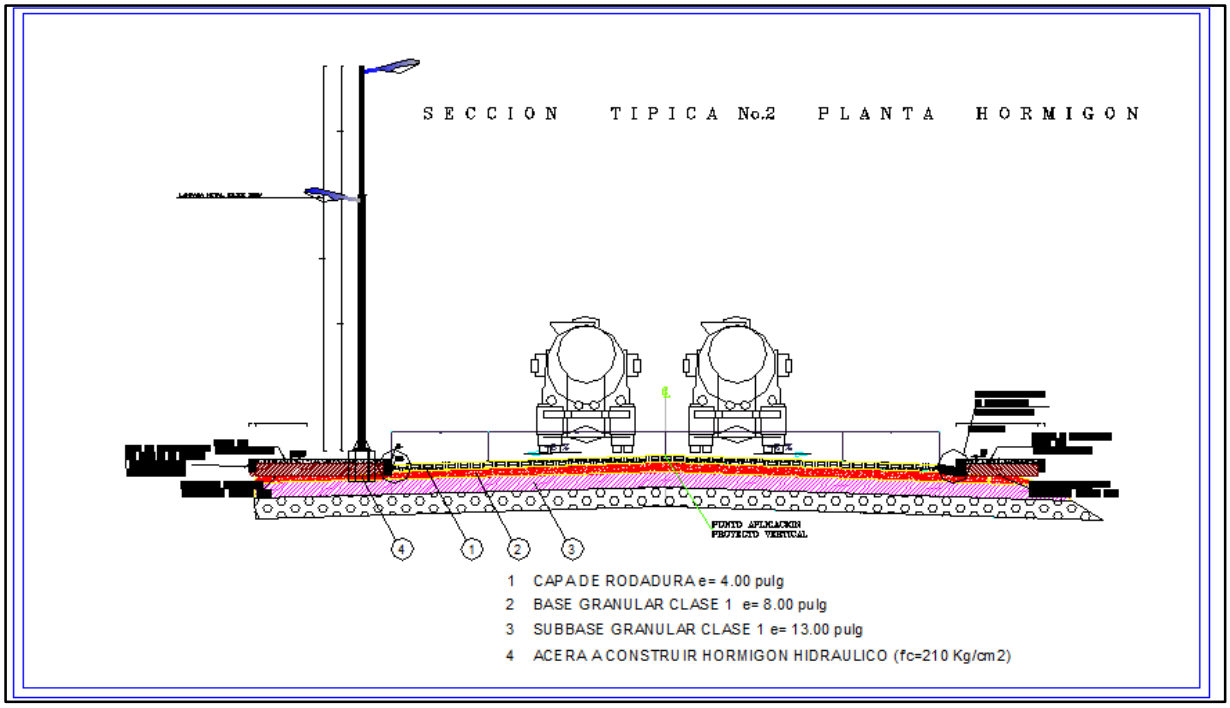


Figura 10: Sección Típica 2
Fuente: Luiggy Alexis García Baca

CAPÍTULO 4

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

El estudio de suelo nos dio como resultado un CBR de Diseño de 4.80 %.

El estudio de tráfico nos dio una estimación de Esal´s de 2’221,039.00.

El cálculo de los espesores de la estructura de pavimento flexible para resistir el número de repeticiones en una proyección a 20 años, deben ser su carpeta asfáltica de espesor 4.89 pulg, la capa de base clase 1 de espesor 6.00 pulg y la capa de sub base clase 1 de espesor 10.30 pulg.

4.2. Recomendaciones

Considerando las causas por la cual el pavimento que conforma la vía se deteriora, debo sugerir además que tomen en cuenta las diferentes y considerables distancias entre ejes que tienen los vehículos que transitaran en esta vía, porque al necesitar mayor radio de giro y su excesivo peso, se producirá un mayor desgaste en los tramos donde se encuentren curvas cerradas.

Utilizar materiales que cumplan las normas y especificaciones técnicas, ayudara a tener una vía con una durabilidad proyectada para el periodo de diseño, la carpeta asfáltica debe ser colocada con la temperatura, bombeo y el drenaje adecuado.

Adicional al diseño de la estructura que cumple con la capacidad de resistir el SN de la subrasante, se incorporó un segundo dimensionamiento para que sea tomado en consideración, con espesores comerciales y que garantizan un número estructural con mayor capacidad de resistencia de la estructura, carpeta asfáltica de espesor 4.00 pulg, la capa de base clase 1 de espesor 8.00 pulg y la capa de sub base clase 1 de espesor 13.00 pulg.

Anexos

Anexos A

Fotos de Calicatas.

Anexos B

Coeficientes de los materiales para diseño de pavimento flexible.

TABLA PARA HALLAR FACTORES DE DRENAJE

CALIDAD DEL DRENAJE	TIEMPO RECOMENDADO DE SALIDA DEL AGUA
EXCELENTE	2 HORAS
BUENO	1 DIA
REGULAR	1 SEMANA
MALO	1 MES
MUY MALO	NO DRENA

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

El factor de drenaje para las capas de base y sub-base por colocar será **0,80**, por tratarse de zonas de regular drenaje.

TABLA DE COEFICIENTES ESTRUCTURALES

TABLA 1A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES

MATERIAL TIPO		COEFICIENTE ESTRUCTURAL		
		a1	a2	a3
CAPA DE RODAMIENTO				
Mezcla en caliente		0.44		
Mezcla en frío InSitu		0.20		
Mortero asfáltico		0.40		
CAPA DE BASE				
Grava arenosa			0.07	
Piedra Triturada			0.14	
BASE CEMENTO PORTLAND				
Resistencia	≥ 45 kg/cm2		0.23	
a compresión	28 a 45 kg/cm2		0.20	
a los y días	< 28 kg/cm2		0.15	
BASE CEMENTO ASFÁLTICO				
Agregado grueso			0.30	
Mortero asfáltico			0.25	
BASE CON CAL			0.20	
CAPA DE SUBBASE				
Grava arenisca				0.11
Arena o arcilla arenosa				0.05-0.10

a1 = 0.44

a2 = 0.14

a3 = 0.11

GRAFICOS PARA HALLAR MODULOS RESILIENTE DE LA CARPETA ASFALTICA

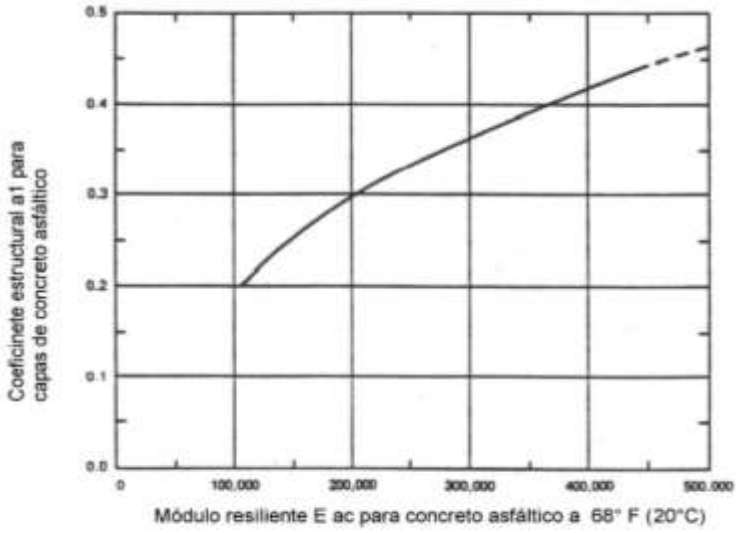


Figura 5.11. Gráfico para determinar el coeficiente estructural de capas asfálticas en función del módulo resiliente

CONCRETO ASFALTICO

a1 = 0.44
MR = 435000 psi

GRAFICOS PARA HALLAR MODULO RESILIENTE DE LA BASE

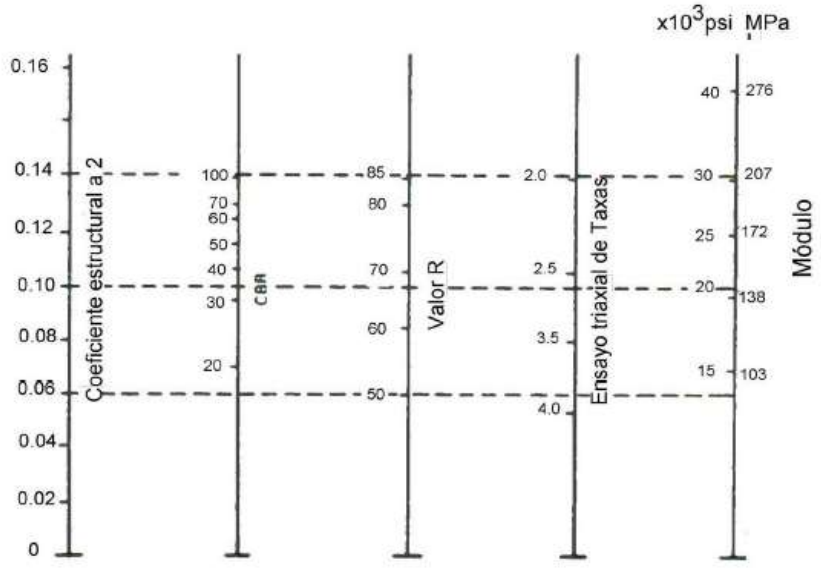


Figura 5.17. Relación entre el coeficiente estructural para base granular y distintos parámetros resistentes.

BASE GRANULAR

CBR = 100%
a1 = 0.14
MR = 30500 psi

GRAFICOS PARA HALLAR MODULO RESILIENTE DE LA SUB BASE

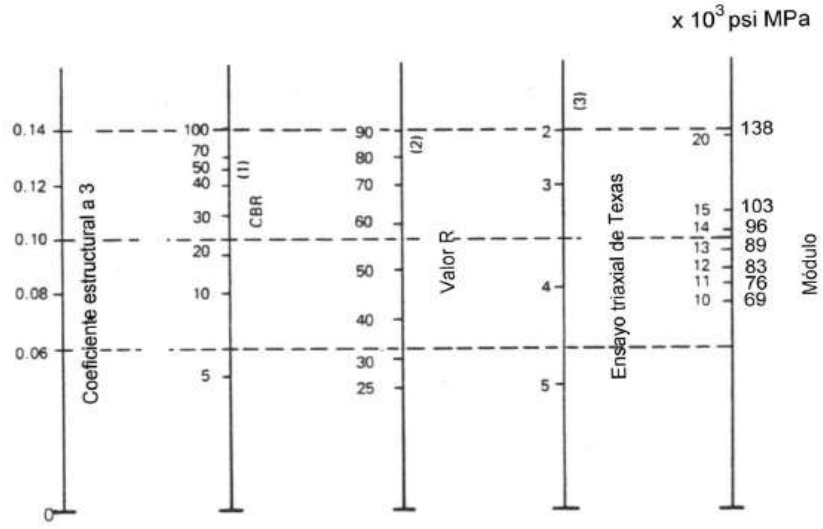


Figura 5.18 Relación entre el coeficiente estructural para subbase granular y distintos parámetros resistentes.

SUB-BASE GRANULAR

CBR = 30%
a1 = 0.11
MR = 15000 psi

TABLA DE FACTORES DE EQUIVALENCIA DE LA AASHTO-93

AXLE LOAD EQUIVALENCY FACTORS FOR SUPPLE PAVEMENTS

Factores de equivalencia para CARGA de PAVIMENTOS flexibles

SIMPLE AXLES
EJES SIMPLES

PT = 2.5

Carga Axial		SN pulg / (mm)				
Kips	KN	1	2	3	4	5
		25.4	50.8	76.2	101.6	127
2	8.96	0.0004	0.0004	0.0003	0.0002	0.0002
2.2	9.86	0.00066	0.00076	0.000670	0.000480	
2.5	11.21	0.00105	0.0013	0.001225	0.0009	0.00065
3	13.45	0.0017	0.0022	0.00215	0.0016	0.0011
4	17.93	0.003	0.004	0.004	0.003	0.002
5	22.41	0.007	0.0105	0.0105	0.008	0.006
6	26.89	0.011	0.017	0.017	0.013	0.010
6.6	29.58		0.0260	0.0272	0.0214	
7	31.38	0.0215	0.032	0.034	0.027	0.022
8	35.86	0.032	0.047	0.051	0.041	0.034
8.8	39.44		0.069	0.078	0.065	
9	40.34	0.055	0.0745	0.0845	0.0715	0.061
10	44.82	0.078	0.102	0.118	0.102	0.09
15	67.23	0.4595	0.4855	0.5225	0.5165	0.492
15.4	69.03		0.5365	0.5719	0.5679	
16	71.72	0.591	0.613	0.646	0.645	0.623
24	107.57	3.69	3.49	3.09	2.89	3.03
24.30	108.92		3.7150	3.27300	3.04300	
25	112.06	4.51	4.24	3.7	3.4	3.560
26	116.54	5.33	4.99	4.31	3.91	4.09
50	224.11	112	102	79	60	53

AXLE LOAD EQUIVALENCY FACTORS FOR SUPPLE PAVEMENTS

Factores de equivalencia para CARGA de PAVIMENTOS flexibles

TANDEN AXLES PT = 2.5

EJES DOBLES

Carga Axial		SN pulg / (mm)				
Kips	KN	1	2	3	4	5
		25.4	50.8	76.2	101.6	127
2	8.96	0.0001	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000
3	**13.45**	**0.0003**	**0.0003**	**0.00025**	**0.00015**	**0.00015**
4	17.93	0.0005	0.0005	0.0004	0.0003	0.0003
44	197.22	3.41	3.27	2.99	2.88	3
44.09	197.62		3.3020	3.01655	2.90340	
45	**201.70**	**3.795**	**3.625**	**3.285**	**3.14**	**3.275**
46	206.18	4.18	3.98	3.58	3.4	3.55
90	403.40	93.7	85.4	67.1	51.7	46.8

AXLE LOAD EQUIVALENCY FACTORS FOR SUPPLE PAVEMENTS

Factores de equivalencia para CARGA de PAVIMENTOS flexibles

TRIDEN AXLES PT = 2.5

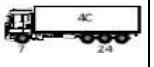
EJES TRIPLES

Carga Axial		SN pulg / (mm)					
Kips	KN	1	2	3	4	5	6
		25.4	50.8	76.2	101.6	127	152.4
2	8.96	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3	**13.45**	**0.0001**	**0.0001**	**0.0001**	**0.00005**	**0.00005**	**0.00005**
4	17.93	0.0002	0.0002	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001
52	233.07	1.40	1.41	1.44	1.44	1.43	1.41
52.91	237.15		1.52375	1.54010	**1.5401**		
53	**237.56**	**1.53**	**1.535**	**1.55**	**1.55**	**1.545**	**1.535**
54	242.04	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66
90	403.40	17.1	15.8	13.2	11.3	11.6	12.9

Anexos C

Tablas aforo de conteo de tráfico

FECHA	DIA DE LA SEMANA	LIVIANOS		CAMIONES							TOTAL
		Automóvil	Camioneta	2 D	2 DA	2 DB	3 A	V 3A	2 S2	2 S3	4 C	
19 jun 2017	Lunes	25	15	4	0	0	0	10	12	5	50	121
20 jun 2017	Martes	25	10	3	0	0	0	5	10	1	30	84
21 jun 2017	Miércoles	25	15	4	0	0	0	10	12	2	50	118
22 jun 2017	Jueves	27	14	2	0	0	0	3	10	0	25	81
23 jun 2017	Viernes	25	15	4	0	0	0	10	12	2	50	118
24 jun 2017	Sábado	25	10	0	0	0	0	5	14	0	20	74
24 jun 2017	Domingo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL		**152**	**79**	**17**	**0**	**0**	**0**	**43**	**70**	**10**	**225**	596
T.P.D.S.		**21.7**	**11.3**	**2.4**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**6.1**	**10.0**	**1.4**	**32.1**	85.1
% T.P.D.S.		**25.5%**	**13.3%**	**2.9%**	**0.0%**	**0.0%**	**0.0%**	**7.2%**	**11.7%**	**1.7%**	**37.8%**	100%
%		**38.8%**		**61.2%**								100%

FECHA	DIA DE LA SEMANA	LIVIANOS		CAMIONES								TOTAL
		Automóvil	Camioneta	2 D	2 DA	2 DB	3 A	V 3A	2 S2	2 S3	4 C	
												
19 jun 2017	Lunes	25	15	4	0	0	0	10	12	5	50	121
TOTAL		25	15	4	0	0	0	10	12	5	50	121
% TOTAL		20.7%	12.4%	3.3%	0.0%	0.0%	0.0%	8.3%	9.9%	4.1%	41.3%	100%
%		33.1%		66.9%								100%

TPDMC:	TOTAL + 25%TOTAL =	151.25

FECHA	DIA DE LA SEMANA	LIVIANOS		CAMIONES								TOTAL
		Automóvil	Camioneta	2 D	2 DA	2 DB	3 A	V 3A	2 S2	2 S3	4 C	
TOTAL TPDMAXCAP		31	19	5	0	0	0	13	14.97375	6	62	151
% TOTAL		20.7%	12.4%	3.3%	0.0%	0.0%	0.0%	8.3%	9.9%	4.1%	41.3%	100%
%		33.1%		66.9%								100%

Composición % del tránsito		Cantidad de Vehículos
Liviano=	33.1%	50.06
Camiones 2D=	3.30%	4.99
Camiones V3A=	8.3%	13
Camiones 2S2=	9.9%	14.97
Camiones 2S3=	4.1%	6
Camiones 4C=	41.3%	62
Suma =	44.70%	**151**
Consid. Sentido Mayor %:	100%	

Calculo para obtener CBR de Diseño

CALCULO PARA OBTENER CBR DE DISEÑO

PROYECTO: TITULACION PARA OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERO CIVIL

FECHA: ago-16

UBICACIÓN: DURAN

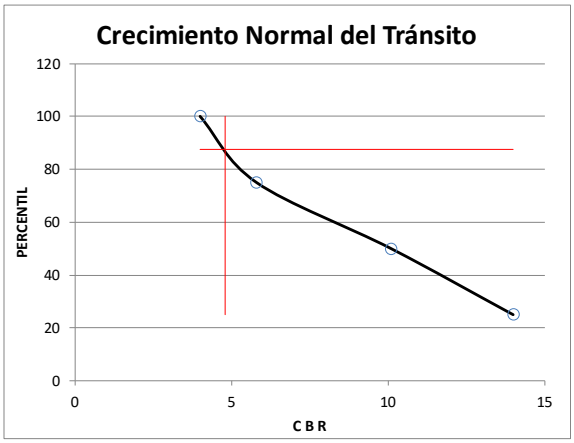
CONSULTOR: LUIGGY ALEXIS GARCIA BACA

NIVEL DE TRAFICO (ESAL)	PERCENTIL DE DISEÑO
10^4 o menos	60
ente 10^4 y 10^6	75
10^6 o más	87.5

PERCENTIL DE DISEÑO 87.5

CBR DE DISEÑO **4.8%**

DATOS	**4**				
(1) No.	**(2) CBR**	**(3) CBR ORDENADO**	**(4) PERC. > Ó =**	**(5) No. > Ó =**	**(6) CBR > Ó =**
1	14	14	25	1	14
2	10.1	10.1	50	2	10.1
3	5.8	5.8	75	3	5.8
4	4	4	100	4	4
5					
6					
7					
8					
9					
10					



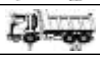
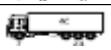
LUIGGY GARCIA
CONSULTOR

Ing. Julio Vargas
REVISOR

Tabla para el cálculo de Esal's

CALCULO DE ESAL´S

DISTRIBUCION DE TRAFICO

TIPOS DE VEHICULOS				% Véhículos	CANTIDAD			CONDICIONES DE CARGA	CARGAS MAXIMAS ESTIMADAS Por Ejes(Ton)						TRANSITO ACUMULADO %
					Número de Vehículos	Factor de Distribución por Carril (F.D.C)	Total de Vehículos		Delantero		Intermedio		Trasero		
LIVIANOS								W_{vac}							
				33.10 %	50	1.00	50	W_{carg}	(Simple)	1.0			(Simple)	3.0	1.00
BUSETA						1.00		W_{vac}							1.00
						1.00		W_{carg}	(Simple)	5.5			(Simple)	10.0	1.00
BUSES						1.00		W_{vac}							1.00
						1.00		W_{carg}	(Simple)	6.5			(Simple)	12.0	1.00
CAMIONES	2 D	2 EJES				1.00		W_{vac}							1.00
				3.30 %	5	1.00	5	W_{carg}	(Simple)	3.0			(Simple)	4.0	1.00
	2 DA	2 EJES				1.00		W_{vac}							1.00
						1.00		W_{carg}	(Simple)	3.0			(Simple)	7.0	1.00
	2 DB	2 EJES				1.00		W_{vac}							1.00
						1.00		W_{carg}	(Simple)	7.0	(Simple)		(Tandém)	11.0	1.00
	3 A	2 EJES				1.00		W_{vac}							1.00
						1.00		W_{carg}	(Simple)	7.0	(Simple)		(Simple)	20.0	1.00
	V 3A	2 EJES				1.00		W_{vac}							1.00
				8.30 %	13	1.00	13	W_{carg}	(Simple)	7.0	(Simple)		(Tandém)	20.0	1.00
	2 S2	3 EJES				1.00		W_{vac}							1.00
				9.90 %	15	1.00	15	W_{carg}	(Simple)	7.0	(Simple)	11.0	(Tandém)	20.0	1.00
	2 S3	3 EJES				1.00		W_{vac}							1.00
				4.10 %	6	1.00	6.000	W_{carg}	(Simple)	7.0	(Simple)	11.0	(Tridem)	24.0	1.00
	4 C	2 EJES				1.00		W_{vac}							1.00
				41.30 %	62	1.00	62.000	W_{carg}	(Simple)	7.0	(Simple)		(Tridem)	24.0	1.00
			Totales:	100.00%	151		151								

Nomenclatura:

W_{carg}: Vehículo Cargado

W_{vac}: Vehículo Vacios.

T.P.D(Tráfico promedio diario inicial) =	151		**n**(período de diseño) = **20**
N° de carriles	2	**En un Sentido**	**F.D.C** = 100 %
r(rata anual de crecimiento promedio) =	3.64 %	1.94 %	**T.A**(tránsito acumulado) = $((1+r)^n-1) / Ln(1+r)$
MOP	2.18 %	2.18 %	

1 DIRECCION Y 2 CARRILES EN CADA DIRECCION

Tabla factor de crecimiento según AASHTO-93

Table D.20. Traffic Growth Factors*

Analysis Period Years (n)	Annual Growth Rate, Percent (g)							
	No Growth	2	4	5	6	7	8	10
1	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0
2	2 0	2 02	2 04	2 05	2 06	2 07	2 08	2 10
3	3 0	3 06	3 12	3 15	3 18	3 21	3 25	3 31
4	4 0	4 12	4 25	4 31	4 37	4 44	4 51	4 64
5	5 0	5 20	5 42	5 53	5 64	5 75	5 87	6 11
6	6 0	6 31	6 63	6 80	6 98	7 15	7 34	7 72
7	7 0	7 43	7 90	8 14	8 39	8 65	8 92	9 49
8	8 0	8 58	9 21	9 55	9 90	10 26	10 64	11 44
9	9 0	9 75	10 58	11 03	11 49	11 98	12 49	13 58
10	10 0	10 95	12 01	12 58	13 18	13 82	14 49	15 94
11	11 0	12 17	13 49	14 21	14 97	15 78	16 65	18 53
12	12 0	13 41	15 03	15 92	16 87	17 89	18 98	21 38
13	13 0	14 68	16 63	17 71	18 88	20 14	21 50	24 52
14	14 0	15 97	18 29	19 16	21 01	22 55	24 21	27 97
15	15 0	17 29	20 02	21 58	23 28	25 13	27 15	31 77
16	16 0	18 64	21 82	23 66	25 67	27 89	30 32	35 95
17	17 0	20 01	23 70	25 84	28 21	30 84	33 75	40 55
18	18 0	21 41	25 65	28 13	30 91	34 00	37 45	45 60
19	19 0	22 84	27 67	30 54	33 76	37 38	41 45	51 16
20	20 0	24 30	29 78	33 06	36 79	41 00	45 76	57 28
25	25 0	32 03	41 65	47 73	54 86	63 25	73 11	98 35
30	30 0	40 57	56 08	66 44	79 06	94 46	113 28	164 49
35	35 0	49 99	73 65	90 32	111 43	138 24	172 32	271 02

*Factor $= \frac{(1+g)^n - 1}{g}$, where $g = \frac{\text{rate}}{100}$ and is not zero. If annual growth rate is zero, the growth factor is equal to the analysis period

NOTE: The above growth factors multiplied by the first year traffic estimate will give the total volume of traffic expected during the analysis period

Tabla para el cálculo de Esal’s

Diseño de Pavimento Flexible

PROCEDIMIENTO AASHTO 1993

Espesor C.A.:	4"		**Nº. de Años Proyecto =**	20	
r(%) =	1.00		**Subrasante CBR % =**	4.80	
R =	80	**Zr =** -0.841	**Sub-Base 1 CBR % =**	30.00	
So =	0.45		**Base Clase 1 CBR % =**	80.00	
Cd =	0.80		m2	0.80	
Po =	4.20		m3	0.80	
Pt =	2.00		SN ASUMIDO	4.00	
Pérdida de PSI =	2.20		SN REAL	3.73	

Peso Ejes		**Número de Ejes**	**Factores de Crecimiento**	**Tráfico de Diseño**	**Factor de Equivalencia SN = 4 ; pt = 2.5**	**ESAL's de Diseño**
Ton	**Kips**					
0.50	1					
1.00	2.2	50	20.00	365 465.38	0.000480	175
3.00	6.6	55	20.00	401 901.50	0.021400	8 601
4.00	8.8	5	20.00	36 436.13	0.065400	2 383
7.00	15.4	96	20.00	697 350.75	0.567900	396 025
11.00	24.3	21	20.00	153 108.38	3.043000	465 909
Ejes Tandem						
20.00	44.09	28	20.00	200 950.75	2.903400	583 440
Ejes Tridem						
24.00	52.91	68	20.00	496 400.00	1.540100	764 506
Total ESAL´S		**322**				**2 221 039**

F.C =	1.00			
D =	1.00	ESAL's EN CARRIL DE DISEÑ	**2 221 039**	2.22E+06
		Espesor de la Losa (D)	4"	

1 DIRECCION Y 2 CARRILES EN CADA DIRECCION

Anexos D

Ensayos de laboratorio

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
Laboratorio de Suelos y Materiales "Dr. Ing. ARNALDO RUFFILLI"

DETERMINACION DE LOS LIMITES LIQUIDO Y PLASTICO
ASTM D4318-00

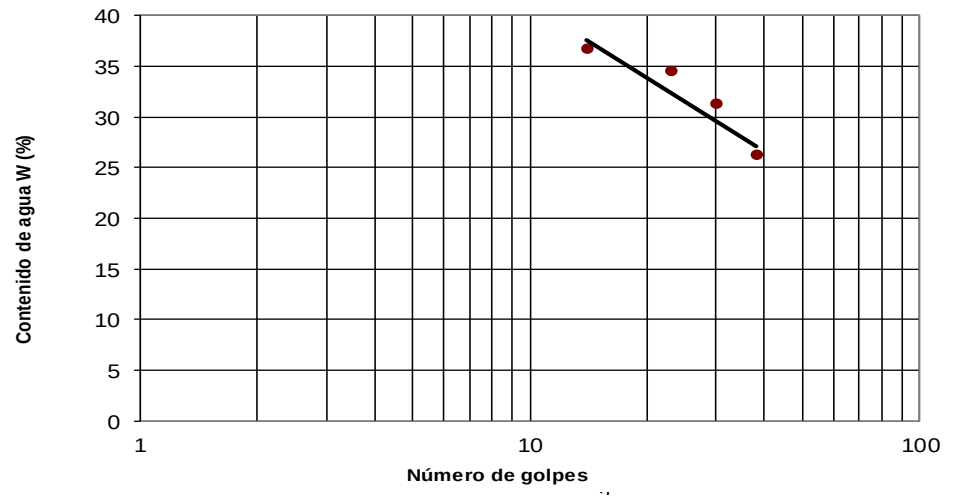
Proyecto: Planta de Hormigon
Ubicación: Duran
Fecha: 12 de Julio del 2016
Sondeo: 1 **MUESTRA:** 1 **Prof:** 0.0-1.0 mt.

LIMITE LIQUIDO

PASO No.			1	2	3	4	5	6
Recipiente No.				75X	9	105	RI	
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo			286.00	273.60	285.50	240.00	
	Recipiente + Peso seco			212.20	206.30	220.10	192.50	
	Agua	Ww		**73.80**	**67.30**	**65.40**	**47.50**	
	Recipiente			11.80	11.50	11.40	11.70	
	Peso Seco	Ws		**200.40**	**194.80**	**208.70**	**180.80**	
Contenido de Humedad (%)		W		**36.83**	**34.55**	**31.34**	**26.27**	
Número de Golpes				14	23	30	38	

LIMITE PLASTICO

PASO No.			1	2	3	3		
Recipiente No.			25	AF	23			
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo		131.00	138.00	135.00			
	Recipiente + Peso seco		119.00	126.00	123.00			
	Agua	Ww	**12.00**	**12.00**	**12.00**			
	Recipiente		6.60	6.70	6.70			
	Peso Seco	Ws	**112.40**	**119.30**	**116.30**			
Contenido de Humedad		W	**10.68**	**10.06**	**10.32**			
Límite Plástico								



Contenido de Humedad Nat.

W_L = 32.2 %
W_P = 10.35 %
I_P = 21.89 %

Simbolo de la carta de Plasticidad

CL

OBSERVACIONES:

Arcillas inorgánicas de baja plasticidad.

Ing. Julio Vargas

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS

Laboratorio de Suelos y Materiales "Dr. Ing. ARNALDO RUFFILLI"

DETERMINACION DE LOS LIMITES LIQUIDO Y PLASTICO
ASTM D4318-00

Proyecto: Planta de Hormigon

Ubicación: Duran

Fecha: 12 de Julio del 2016

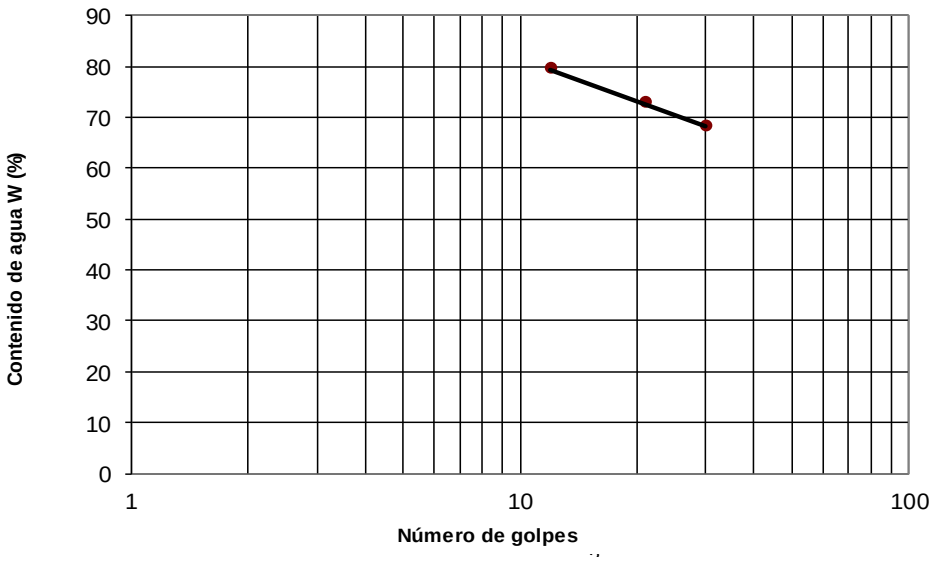
Sondeo: 1 **MUESTRA:** 2 **Prof:** 1.0-2.0 mt.

LIMITE LIQUIDO

PASO No.			1	2	3	4	5	6
Recipiente No.				H	R14	D	T6	
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo			25.60	26.50	25.30	24.50	
	Recipiente + Peso seco			19.30	20.20	19.60	20.00	
	Agua	Ww		**6.30**	**6.30**	**5.70**	**4.50**	
	Recipiente			11.40	11.60	11.30	11.40	
	Peso Seco	Ws		**7.90**	**8.60**	**8.30**	**8.60**	
Contenido de Humedad (%)		W		**79.75**	**73.26**	**68.67**	**52.33**	
Número de Golpes				12	21	30	38	

LIMITE PLASTICO

PASO No.			1	2	3	4		
Recipiente No.			13	16	8			
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo		12.60	13.90	12.80			
	Recipiente + Peso seco		11.80	12.90	11.80			
	Agua	Ww	**0.80**	**1.00**	**1.00**			
	Recipiente		7.90	8.00	6.80			
	Peso Seco	Ws	**3.90**	**4.90**	**5.00**			
Contenido de Humedad		W	**20.51**	**20.41**	**20.00**			
Límite Plástico								



Contenido de Humedad Nat.

W_L = 68.5 %

W_P = 20.31 %

I_P = 48.19 %

Simbolo de la carta de Plasticidad

CH

OBSERVACIONES:

Arcillas inorgánicas de alta plasticidad.

Ing. Julio Vargas

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS

Laboratorio de Suelos y Materiales "Dr. Ing. ARNALDO RUFFILLI"

DETERMINACION DE LOS LIMITES LIQUIDO Y PLASTICO
ASTM D4318-00

Proyecto: Planta de Hormigon

Ubicación: Duran

Fecha: 12 de Julio del 2016

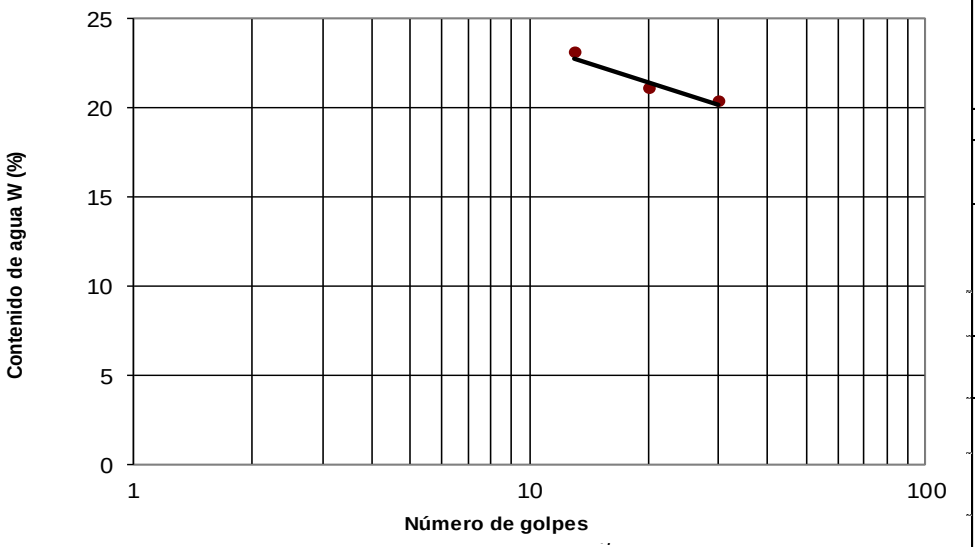
Sondeo: 2 **MUESTRA:** 1 **Prof:** 0.0-1.0 mt.

LIMITE LIQUIDO

PASO No.			1	2	3	4	5	6
Recipiente No.				11	D	41	255	
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo			246.00	230.00	250.00	252.00	
	Recipiente + Peso seco			202.00	192.00	209.50	219.00	
	Agua	Ww		**44.00**	**38.00**	**40.50**	**33.00**	
	Recipiente			12.00	11.90	11.30	11.90	
	Peso Seco	Ws		**190.00**	**180.10**	**198.20**	**207.10**	
Contenido de Humedad (%)		W		**23.16**	**21.10**	**20.43**	**15.93**	
Número de Golpes				13	20	30	40	

LIMITE PLASTICO

PASO No.			1	2	3	3		
Recipiente No.			30	4	30			
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo		10.80	12.00	11.80			
	Recipiente + Peso seco		10.40	11.50	11.30			
	Agua	Ww	**0.40**	**0.50**	**0.50**			
	Recipiente		6.50	6.80	6.80			
	Peso Seco	Ws	**3.90**	**4.70**	**4.50**			
Contenido de Humedad		W	**10.26**	**10.64**	**11.11**			
Límite Plástico								



Contenido de Humedad Nat.

W_L = 20.2 %

W_P = 10.67 %

I_P = 9.49 %

Simbolo de la carta de Plasticidad

CL

OBSERVACIONES:

Arcillas inorgánicas de baja plasticidad.

Ing. Julio Vargas

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
Laboratorio de Suelos y Materiales "Dr. Ing. ARNALDO RUFFILLI"

DETERMINACION DE LOS LIMITES LIQUIDO Y PLASTICO
ASTM D4318-00

Proyecto: Planta de Hormigon
Ubicación: Duran
Fecha: 12 de Julio del 2016

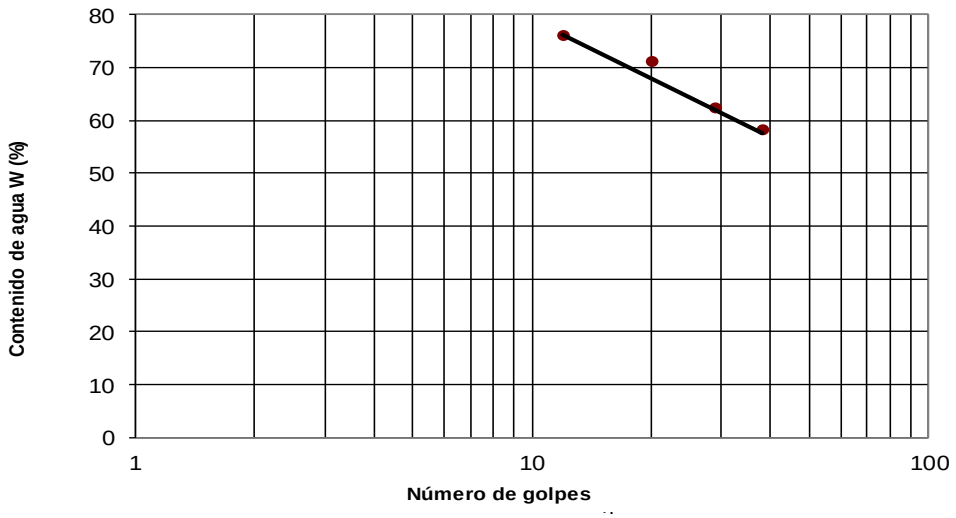
Sondeo: 2 **MUESTRA:** 2 **Prof:** 1.0-2.0 mt.

LIMITE LIQUIDO

PASO No.			1	2	3	4	5	6
Recipiente No.				18	41	A1	16	
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo			26.60	24.80	25.50	24.40	
	Recipiente + Peso seco			19.90	19.10	20.00	19.50	
	Agua	Ww		**6.70**	**5.70**	**5.50**	**4.90**	
	Recipiente			11.10	11.10	11.20	11.10	
	Peso Seco	Ws		**8.80**	**8.00**	**8.80**	**8.40**	
Contenido de Humedad (%)		W		**76.14**	**71.25**	**62.50**	**58.33**	
Número de Golpes				12	20	29	38	

LIMITE PLASTICO

PASO No.			1	2	3	4		
Recipiente No.			8	12	19			
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo		13.50	13.60	13.60			
	Recipiente + Peso seco		12.00	12.10	12.00			
	Agua	Ww	**1.50**	**1.50**	**1.60**			
	Recipiente		6.50	6.80	6.80			
	Peso Seco	Ws	**5.50**	**5.30**	**5.20**			
Contenido de Humedad		W	**27.27**	**28.30**	**30.77**			
Límite Plástico								



Contenido de Humedad Nat.

W_L = 67.1 %
W_P = 28.78 %
I_P = 38.27 %

Simbolo de la carta de Plasticidad

CH

OBSERVACIONES:

Arcillas inorgánicas de alta plasticidad.

Ing. Julio Vargas

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas

Laboratorio de Suelos y Materiales Dr. Ing. Arnaldo Ruffilli

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D 2216 - 71

FECHA: 12 de Julio del 2016

PROYECTO: Planta de Hormigon

Ubicación: Duran

			CALICATA -1					
Muestra №			**1**	**2**				
Profundidad			**0.0-1.0**	**1.0-2.0**				
Recipiente №			B	M				
Peso en gramos	Recipiente + peso húmedo		308.7	420.6				
	Recipiente + peso seco		251.10	263.00				
	Agua	W_W	57.60	157.60				
	Recipiente		31.00	30.30				
	Peso seco	W_S	220.10	232.70				
	Contenido de agua	W	26.17%	67.73%				

			CALICATA -2					
Muestra №			**1**	**2**				
Profundidad			**0.0-1.0**	**1.0-2.0**				
Recipiente №			14	MP				
Peso en gramos	Recipiente + peso húmedo		290.6	257.2				
	Recipiente + peso seco		236.30	162.30				
	Agua	W_W	54.30	94.90				
	Recipiente		30.80	29.40				
	Peso seco	W_S	205.50	132.90				
	Contenido de agua	W	26.42%	71.41%				

Muestra №								
Profundidad								
Recipiente №								
Peso en gramos	Recipiente + peso húmedo							
	Recipiente + peso seco							
	Agua	W_W						
	Recipiente							
	Peso seco	W_S						
	Contenido de agua	W						

$$W\,\% = \frac{(\text{Recipiente + peso húmedo}) - (\text{Recipiente + peso seco})}{(\text{Recipiente + peso seco}) - (\text{Recipiente})} \times 100 = \frac{W_W}{W_S} \times 100$$

Observaciones :

Operador :

Verificado : Ing. Julio Vargas

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas

Laboratorio de Suelos y Materiales Dr. Ing. Arnaldo Ruffilli

PORCENTAJE QUE PASA EL TAMIZ № 200 ASTM D 1140 - 00

FECHA: 12 de Julio del 2016

PROYECTO: Planta de Hormigon

Ubicación: Duran

		CALICATA - 1					
	Muestra №	**1**	**2**				
Peso en gramos	Profundidad	**0.0-1.0**	**1.0-2.0**				
	Recipiente №	B	M				
	Peso del recipiente	31.00	30.30				
	Peso inicial + recipiente	251.10	263.00				
	Peso final + recipiente	186.5	52.7				
	Peso inicial	220.10	232.70				
	Peso final	155.5	22.4				
%Retenido = $\frac{\text{Peso final}}{\text{Peso inicial}}$ x 100		70.65	9.63				
% Pasa Tamiz № 200 = 100% - %Retenido		29.35	90.37				

		CALICATA - 2					
	Muestra №	**1**	**2**				
Peso en gramos	Profundidad	**0.0-1.0**	**1.0-2.0**				
	Recipiente №	Q	MP				
	Peso del recipiente	30.10	29.40				
	Peso inicial + recipiente	236.30	162.30				
	Peso final + recipiente	165.3	36.3				
	Peso inicial	206.20	132.90				
	Peso final	135.2	6.9				
%Retenido = $\frac{\text{Peso final}}{\text{Peso inicial}}$ x 100		65.57	5.19				
% Pasa Tamiz № 200 = 100% - %Retenido		34.43	94.81				

	Muestra №						
Peso en gramos	Profundidad						
	Recipiente №						
	Peso del recipiente						
	Peso inicial + recipiente						
	Peso final + recipiente						
	Peso inicial						
	Peso final						
%Retenido = $\frac{\text{Peso final}}{\text{Peso inicial}}$ x 100							
% Pasa Tamiz № 200 = 100% - %Retenido							

Observaciones: _____

Operador :

VERIFICADO POR: Ing. Julio Vargas

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS

Laboratorio de Suelos y Materiales "Dr. Ing. ARNALDO RUFFILLI"

PROCTOR MODIFICADO - AASHTO T - 180

Proyecto: Planta de Hormigon

Ubicación: Duran

Altura de caída del martill 18 **pulgs.**

Número de capas : 5

Número de golpes/capa : 25

Fecha: 12 de Julio del 2016

Calicata: 1

Peso del cilindro: 4.632 **Kg.**

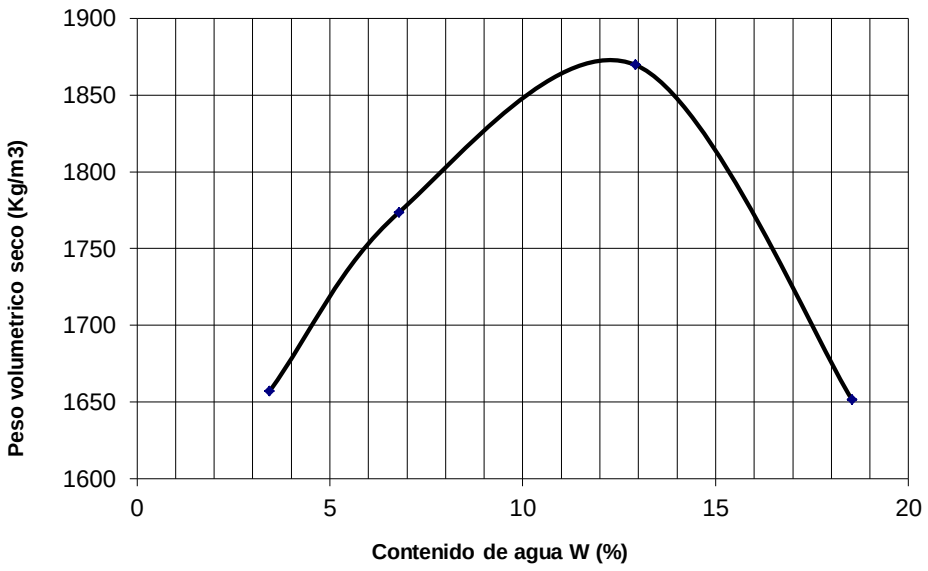
Volumen del cilindro: 9.4E-04 **m^3**

Peso del martillo 10 **Lbs.**

Prof: 0.0-1.0 m.

Muestra: 1

CANTIDAD DE AGUA	RECP.	Peso tierra húmeda + Cáp.	Peso tierra seca + Cáp.	Peso de cáp.	Peso de agua	Peso seco	W	Peso tierra húmeda + cilindro	Peso tierra húmeda	1 / (1 + W)	Peso tierra seca	Peso volumétrico seco
		gr	gr	gr	gr	gr	%	Kg	Kg		Kg	Kg/m^3
EN	I	234.8	228.0	30.1	6.8	197.9	3.44	6.250	1.618	0.9668	1.564	1 657
70	AB	262.8	248.0	30.1	14.8	217.9	6.79	6.420	1.788	0.9364	1.674	1 774
140	8	235.4	212.0	31.0	23.4	181.0	12.93	6.625	1.993	0.8855	1.765	1 870
210	I	279.1	240.0	29.1	39.1	210.9	18.54	6.480	1.848	0.8436	1.559	1 651



$\gamma_{máx}$ = 1.870 **Kg/m^3**

W ópt. = 12.9 **%**

Observaciones :

Ing. Julio Vargas

Verificado por:

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
Laboratorio de Suelos y Materiales "Dr. Ing. ARNALDO RUFFILLI"

C.B.R. - DENSIDADES AASHTO T 193-93

PROYECTO: Planta de Hormigon
UBICACIÓN: Duran
Coordenadas: E0632175 - N9758012
Calicata № 1
Muestra: 1
Fecha: 12 de Julio del 2016

Alumno: Luiggy Garcia
Fiscaliza:
Profundidad: 0.0-1.0 M.
Material:

Altura de Molde = 5.0000 plgs.
Volumen de Molde = 2.316000E-03 m3

Peso del martillo = 10 Lbs.
Altura caída martillo = 18 plgs.
Número de capas = 5

ANTES DE INMERSIÓN

	Golpes	№	12	-	25	-	56	-
HUMEDAD	Recipiente	№	**Z**	**-**	**9**		**X**	-
HUMEDAD	Peso húmedo + recipiente	gr	249.0	-	231.5	-	255.6	-
HUMEDAD	Peso seco + recipiente	gr	223.0	-	208.0	-	230.0	-
HUMEDAD	Peso de agua	gr	26.0	-	23.5	-	25.6	-
HUMEDAD	Peso de recipiente	gr	30.5	-	29.9	-	30.1	-
HUMEDAD	Peso seco	gr	192.5	-	178.1	-	199.9	-
HUMEDAD	Contenido de agua	%	13.51	-	13.19	-	12.81	-
Peso suelo húmedo + molde		Kg	11.935	-	12.423	-	11.950	-
Peso de molde		Kg	7.625	-	7.800	-	7.052	-
Peso suelo húmedo		Kg	4.310	-	4.623	-	4.898	-
Peso suelo seco		Kg	3.797	-	4.084	-	4.342	-
Densidad húmeda		Kg/m3	1861	-	1996	-	2115	-
Densidad Seca		Kg/m3	1640	-	1763	-	1875	-

DESPUÉS DE INMERSIÓN

HUMEDAD	Recipiente	№	I		AC		3	-
HUMEDAD	Peso húmedo + recipiente	gr	195.2	-	256.5	-	231.8	-
HUMEDAD	Peso seco + recipiente	gr	170.0	-	220.0		200.0	-
HUMEDAD	Peso de agua	gr	25.2	-	36.5	-	31.8	-
HUMEDAD	Peso de recipiente	gr	30.1	-	28.9	-	27.9	-
HUMEDAD	Peso seco	gr	139.9	-	191.1	-	172.1	-
HUMEDAD	Contenido de agua	%	18.01	-	19.10	-	18.48	-
Peso suelo húmedo + molde		Kg	12.100	-	12.658	-	12.190	-
Peso de molde		Kg	7.625	-	7.800	-	7.052	-
Peso suelo húmedo		Kg	4.475	-	4.858	-	5.138	-
Peso suelo seco		Kg	3.792	-	4.079	-	4.337	-
Densidad húmeda		Kg/m3	1932	-	2098	-	2218	-
Densidad Seca.		Kg/m3	1637	-	1761	-	1872	-

LECTURAS DE INCHAMIENTO

Inicial		0.035	-	0.060	-	0.020	-
24 Horas			-		-		-
48 Horas			-		-		-
72 Horas							-
96 Horas		0.100		0.120		0.080	-
Expansión	%	**1.30**		**1.20**	**-**	**1.20**	-

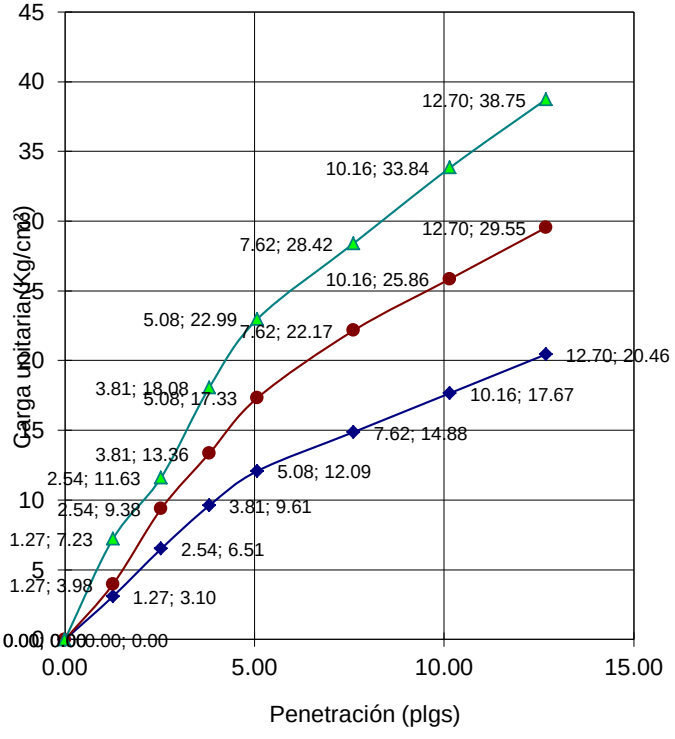
Ing. Julio Vargas
Verificado por:

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
Laboratorio de Suelos y Materiales "Dr. Ing. ARNALDO RUFFILLI"

C.B.R. PENETRACION
AASHTO T 193-93

PROYECTO: Planta de Hormigon
Localización: Duran
Coordenadas: E0632175 - N9758012 **Alumno:** Luiggy Garcia
Calicata: 1 **Fiscaliza:**
Prof: 0.0-1.0 M.
Fecha: 12 de Julio del 2016 **Material:**

№ Golpes por capa		12	25	56	12	25	56
Penetración (mm)	Penetración (plg)	Carga de penetración en Lb.			Carga de penetración en Kg.		
0.00	0.00	0	0	0	0.00	0.00	0.00
1.27	0.05	132	169	308	60.0	77.0	140.0
2.54	0.10	277	399	495	126.0	181.5	225.0
3.81	0.15	409	569	770	186.0	258.5	350.0
5.08	0.20	515	738	979	234.0	335.5	445.0
7.62	0.30	634	944	1210	288.0	429.0	550.0
10.16	0.40	752	1101	1441	342.0	500.5	655.0
12.70	0.50	871	1258	1650	396.0	572.0	750.0
Penetración (mm)	Penetración (plg)	Carga Unitaria en Lb/plg²			Carga Unitaria en Kg/cm²		
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.27	0.05	44.00	56.47	102.67	3.10	3.98	7.23
2.54	0.10	92.40	133.10	165.00	6.51	9.38	11.63
3.81	0.15	136.40	189.57	256.67	9.61	13.36	18.08
5.08	0.20	171.60	246.03	326.33	12.09	17.33	22.99
7.62	0.30	211.20	314.60	403.33	14.88	22.17	28.42
10.16	0.40	250.80	367.03	480.33	17.67	25.86	33.84
12.70	0.50	290.40	419.47	550.00	20.46	29.55	38.75



C.B.R. para 2,54mm			
№ Golpes	12	25	56
Carga Unitaria (Kg/cm²)	6.5	9.4	11.6
Carga Unitaria Patrón (Kg/cm²)	70.5	70.5	70.5
C.B.R (%)	**9.2**	**13.3**	**16.5**

C.B.R. para 5,08mm			
№ Golpes	12	25	56
Carga Unitaria (Kg/cm²)	12.1	17.3	23.0
Carga Unitaria Patrón (Kg/cm²)	105.0	105.0	105.0
C.B.R (%)	**11.5**	**16.5**	**21.9**

Observaciones:

Ing. Julio Vargas
Verificado por:

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS

Laboratorio de Suelos y Materiales "Dr. Ing. ARNALDO RUFFILLI"

PROCTOR MODIFICADO - AASHTO T - 180

Proyecto: Planta de Hormigon

Ubicación: Duran

Altura de caída del martill 18 **pulgs.**

Número de capas : 5

Número de golpes/capa : 25

Fecha: 12 de Julio del 2016

Calicata: 1

Peso del cilindro: 4.632 **Kg.**

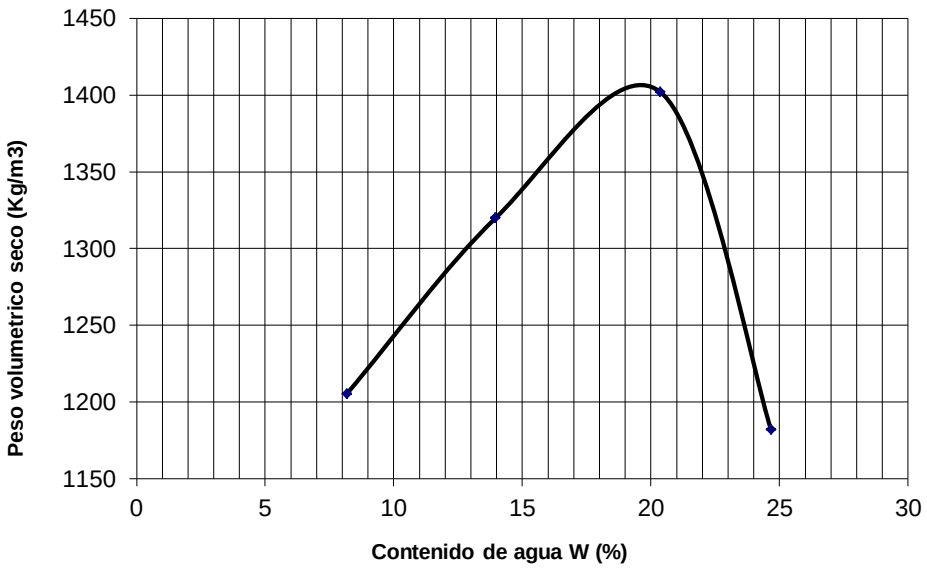
Volumen del cilindro: 9.4E-04 **m^3**

Peso del martillo 10 **Lbs.**

Prof: 1.0-2.0 m.

Muestra: 2

CANTIDAD DE AGUA	RECP.	Peso tierra húmeda + Cáp.	Peso tierra seca + Cáp.	Peso de cáp.	Peso de agua	Peso seco	W	Peso tierra húmeda + cilindro	Peso tierra húmeda	1 / 1 + W	Peso tierra seca	Peso volumétrico seco
		gr	gr	gr	gr	gr	%	Kg	Kg		Kg	Kg/m^3
EN	D	273.7	255.3	30.3	18.4	225.0	8.18	5.863	1.231	0.9244	1.138	1 205
100	X	241.5	215.6	30.1	25.9	185.5	13.96	6.052	1.420	0.8775	1.246	1 320
200	16	270.9	230.1	29.7	40.8	200.4	20.36	6.225	1.593	0.8308	1.324	1 402
300	AO	305.7	251.3	30.8	54.4	220.5	24.67	6.023	1.391	0.8021	1.116	1 182



$\gamma_{máx}$ = 1.402 **Kg/m^3**

W ópt. = 20.4 **%**

Observaciones :

Ing. Julio Vargas

Verificado por:

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
Laboratorio de Suelos y Materiales "Dr. Ing. ARNALDO RUFFILLI"

C.B.R. - DENSIDADES AASHTO T 193-93

PROYECTO: Planta de Hormigon
UBICACIÓN: Duran
Coordenadas: E0632175 - N9758012
Calicata № 1
Muestra: 2
Fecha: 12 de Julio del 2016

Alumno: Luiggy Garcia
Fiscaliza:
Profundidad: 1.0-2.0 M.
Material:

Altura de Molde = 5.0000 plgs.
Volumen de Molde = 2.316000E-03 m3

Peso del martillo = 10 Lbs.
Altura caída martillo = 18 plgs.
Número de capas = 5

ANTES DE INMERSIÓN

	Golpes	№	12	-	25	-	56	-
HUMEDAD	Recipiente	№	**AC**	**-**	**I**		**8**	-
	Peso húmedo + recipiente	gr	252.2	-	261.9	-	266.4	-
	Peso seco + recipiente	gr	212.0	-	220.0	-	225.0	-
	Peso de agua	gr	40.2	-	41.9	-	41.4	-
	Peso de recipiente	gr	28.9	-	30.1	-	31.0	-
	Peso seco	gr	183.1	-	189.9	-	194.0	-
	Contenido de agua	%	21.96	-	22.06	-	21.34	-
Peso suelo húmedo + molde		Kg	10.952	-	10.862	-	10.542	-
Peso de molde		Kg	7.626	-	7.035	-	6.537	-
Peso suelo húmedo		Kg	3.326	-	3.827	-	4.005	-
Peso suelo seco		Kg	2.727	-	3.135	-	3.301	-
Densidad húmeda		Kg/m3	1436	-	1652	-	1729	-
Densidad Seca		Kg/m3	1178	-	1354	-	1425	-

DESPUÉS DE INMERSIÓN

HUMEDAD	Recipiente	№	AB		AO		46	-
	Peso húmedo + recipiente	gr	183.9	-	215.2	-	227.1	-
	Peso seco + recipiente	gr	140.0	-	162.0		175.0	-
	Peso de agua	gr	43.9	-	53.2	-	52.1	-
	Peso de recipiente	gr	30.1	-	30.8	-	29.4	-
	Peso seco	gr	109.9	-	131.2	-	145.6	-
	Contenido de agua	%	39.95	-	40.55	-	35.78	-
Peso suelo húmedo + molde		Kg	11.400	-	11.380	-	11.000	-
Peso de molde		Kg	7.626	-	7.035	-	6.537	-
Peso suelo húmedo		Kg	3.774	-	4.345	-	4.463	-
Peso suelo seco		Kg	2.697	-	3.091	-	3.287	-
Densidad húmeda		Kg/m3	1630	-	1876	-	1927	-
Densidad Seca.		Kg/m3	1164	-	1335	-	1419	-

LECTURAS DE INCHAMIENTO

Inicial		0.080	-	0.044	-	0.030	-
24 Horas			-		-		-
48 Horas			-		-		-
72 Horas							-
96 Horas		0.462		0.415		0.352	-
Expansión	%	**7.64**		**7.42**	**-**	**6.44**	-

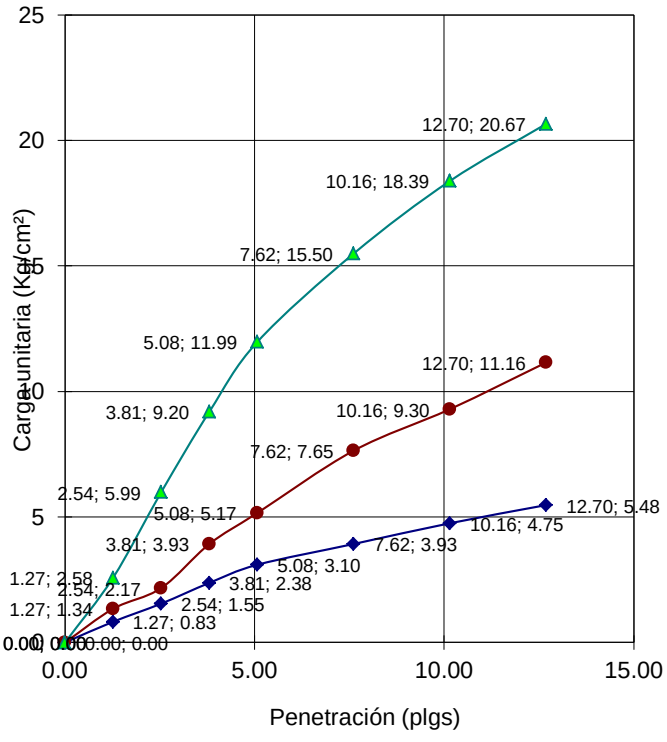
Ing. Julio Vargas
Verificado por:

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
Laboratorio de Suelos y Materiales "Dr. Ing. ARNALDO RUFFILLI"

C.B.R. PENETRACION
AASHTO T 193-93

PROYECTO: Planta de Hormigon
Localización: Duran
Coordenadas: E0632175 - N9758012 **Alumno:** Luiggy Garcia
Calicata: 1 **Fiscaliza:**
Prof: 1.0-2.0 M.
Fecha: 12 de Julio del 2016 **Material:**

№ Golpes por capa		12	25	56	12	25	56
Penetración		Carga de penetración en Lb.			Carga de penetración en Kg.		
(mm)	(plg)						
0.00	0.00	0	0	0	0.00	0.00	0.00
1.27	0.05	35	57	110	16.0	26.0	50.0
2.54	0.10	66	92	255	30.0	42.0	116.0
3.81	0.15	101	167	392	46.0	76.0	178.0
5.08	0.20	132	220	510	60.0	100.0	232.0
7.62	0.30	167	326	660	76.0	148.0	300.0
10.16	0.40	202	396	783	92.0	180.0	356.0
12.70	0.50	233	475	880	106.0	216.0	400.0
Penetración		Carga Unitaria en Lb/plg²			,		
(mm)	(plg)						
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.27	0.05	11.73	19.07	36.67	0.83	1.34	2.58
2.54	0.10	22.00	30.80	85.07	1.55	2.17	5.99
3.81	0.15	33.73	55.73	130.53	2.38	3.93	9.20
5.08	0.20	44.00	73.33	170.13	3.10	5.17	11.99
7.62	0.30	55.73	108.53	220.00	3.93	7.65	15.50
10.16	0.40	67.47	132.00	261.07	4.75	9.30	18.39
12.70	0.50	77.73	158.40	293.33	5.48	11.16	20.67



C.B.R. para 2,54mm			
№ Golpes	12	25	56
Carga Unitaria (Kg/cm²)	1.6	2.2	6.0
Carga Unitaria Patrón (Kg/cm²)	70.5	70.5	70.5
C.B.R (%)	**2.2**	**3.1**	**8.5**

C.B.R. para 5,08mm			
№ Golpes	12	25	56
Carga Unitaria (Kg/cm²)	3.1	5.2	12.0
Carga Unitaria Patrón (Kg/cm²)	105.0	105.0	105.0
C.B.R (%)	**3.0**	**4.9**	**11.4**

Observaciones:

Ing. Julio Vargas
Verificado por:

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS

Laboratorio de Suelos y Materiales "Dr. Ing. ARNALDO RUFFILLI"

PROCTOR MODIFICADO - AASHTO T - 180

Proyecto: Planta de Hormigon

Ubicación: Duran

Altura de caída del martill 18 **pulgs.**

Número de capas : 5

Número de golpes/capa : 25

Fecha: 12 de Julio del 2016

Calicata: 2

Peso del cilindro: 4.632 **Kg.**

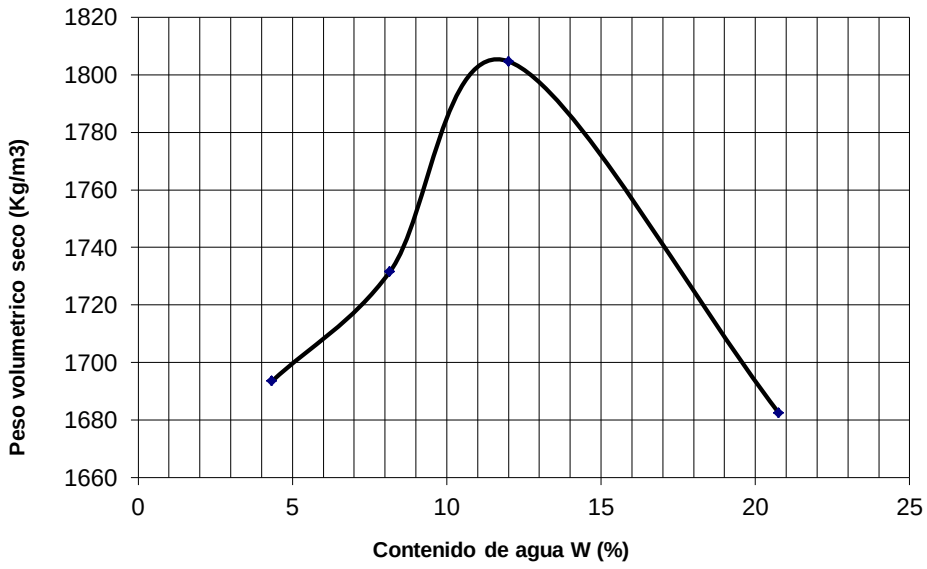
Volumen del cilindro: 9.4E-04 **m^3**

Peso del martillo 10 **Lbs.**

Prof: 0.0-1.0 m.

Muestra: 1

CANTIDAD DE AGUA	RECP.	Peso tierra húmeda + Cáp.	Peso tierra seca + Cáp.	Peso de cáp.	Peso de agua	Peso seco	W	Peso tierra húmeda + cilindro	Peso tierra húmeda	1 / (1 + W)	Peso tierra seca	Peso volumétrico seco
		gr	gr	gr	gr	gr	%	Kg	Kg		Kg	Kg/m³
EN	31	225.3	216.9	23.2	8.4	193.7	4.34	6.300	1.668	0.9584	1.599	1 694
70	7	219.9	205.0	22.4	14.9	182.6	8.16	6.400	1.768	0.9246	1.635	1 732
140	5	265.2	240.0	30.0	25.2	210.0	12.00	6.540	1.908	0.8929	1.704	1 805
210	7	231.1	195.0	21.1	36.1	173.9	20.76	6.550	1.918	0.8281	1.588	1 683



$\gamma_{máx}$ = 1.767 **Kg/m^3**

W ópt. = 12.0 **%**

Observaciones :

Ing. Julio Vargas

Verificado por:

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
Laboratorio de Suelos y Materiales "Dr. Ing. ARNALDO RUFFILLI"

C.B.R. - DENSIDADES AASHTO T 193-93

PROYECTO: Planta de Hormigon
UBICACIÓN: Duran
Coordenadas: E0632198 - N9757895
Calicata № 2
Muestra: 1
Fecha: 12 de Julio del 2016

Alumno: Luiggy Garcia
Fiscaliza:
Profundidad: 0.0-1.0 M.
Material:

Altura de Molde = 5.0000 plgs.
Volumen de Molde = 2.316000E-03 m3

Peso del martillo = 10 Lbs.
Altura caída martillo = 18 plgs.
Número de capas = 5

ANTES DE INMERSIÓN

	Golpes	№	12	-	25	-	56	-
HUMEDAD	Recipiente	№	**46**	**-**	**16**		**D**	-
	Peso húmedo + recipiente	gr	261.1	-	300.0	-	306.7	-
	Peso seco + recipiente	gr	235.0	-	270.2	-	276.0	-
	Peso de agua	gr	26.1	-	29.8	-	30.7	-
	Peso de recipiente	gr	29.4	-	29.7	-	30.3	-
	Peso seco	gr	205.6	-	240.5	-	245.7	-
	Contenido de agua	%	12.69	-	12.39	-	12.51	-
Peso suelo húmedo + molde		Kg	11.065	-	12.320	-	10.295	-
Peso de molde		Kg	6.635	-	7.773	-	5.604	-
Peso suelo húmedo		Kg	4.430	-	4.547	-	4.691	-
Peso suelo seco		Kg	3.931	-	4.046	-	4.169	-
Densidad húmeda		Kg/m3	1913	-	1963	-	2025	-
Densidad Seca		Kg/m3	1697	-	1747	-	1800	-

DESPUÉS DE INMERSIÓN

HUMEDAD	Recipiente	№	50		10		Z	-
	Peso húmedo + recipiente	gr	243.4	-	246.7	-	248.8	-
	Peso seco + recipiente	gr	200.6	-	208.0		212.3	-
	Peso de agua	gr	42.8	-	38.7	-	36.5	-
	Peso de recipiente	gr	28.3	-	29.9	-	30.5	-
	Peso seco	gr	172.3	-	178.1	-	181.8	-
	Contenido de agua	%	24.84	-	21.73	-	20.08	-
Peso suelo húmedo + molde		Kg	11.500	-	12.680	-	10.600	-
Peso de molde		Kg	6.635	-	7.773	-	5.604	-
Peso suelo húmedo		Kg	4.865	-	4.907	-	4.996	-
Peso suelo seco		Kg	3.897	-	4.031	-	4.161	-
Densidad húmeda		Kg/m3	2101	-	2119	-	2157	-
Densidad Seca.		Kg/m3	1683	-	1741	-	1796	-

LECTURAS DE INCHAMIENTO

Inicial		0.050	-	0.042	-	0.073	-
24 Horas			-		-		-
48 Horas			-		-		-
72 Horas							-
96 Horas		0.102		0.088		0.118	-
Expansión	%	**1.04**		**0.92**	**-**	**0.90**	-

Ing. Julio Vargas
Verificado por:

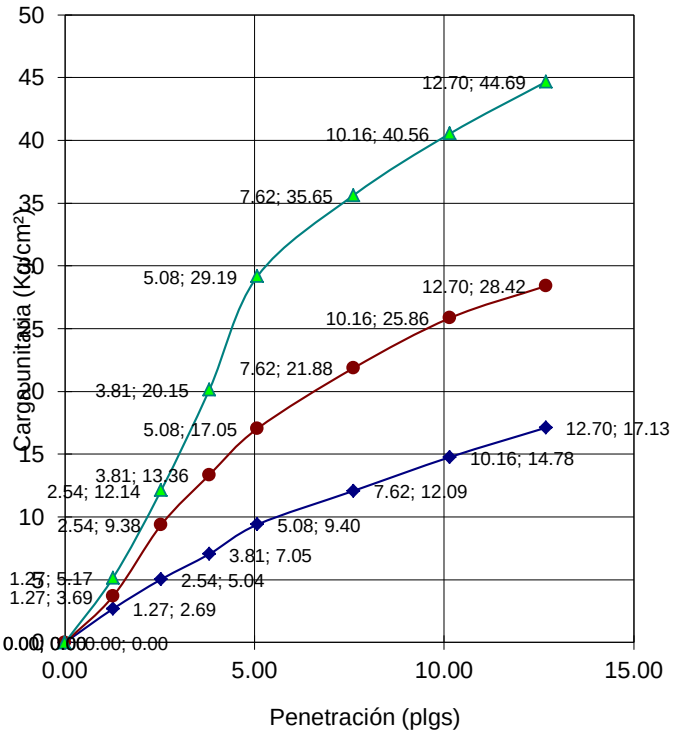
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
Laboratorio de Suelos y Materiales "Dr. Ing. ARNALDO RUFFILLI"

C.B.R. PENETRACION
AASHTO T 193-93

PROYECTO: Planta de Hormigon
Localización: Duran
Coordenadas: E0632198 - N9757895
Calicata: 2
Prof: 1.0-2.0 M.
Fecha: 12 de Julio del 2016

Alumno: Luiggy Garcia
Fiscaliza:
Material:

№ Golpes por capa		12	25	56	12	25	56
Penetración (mm)	Penetración (plg)	Carga de penetración en Lb.			Carga de penetración en Kg.		
0.00	0.00	0	0	0	0.00	0.00	0.00
1.27	0.05	114	157	220	52.0	71.5	100.0
2.54	0.10	215	399	517	97.5	181.5	235.0
3.81	0.15	300	569	858	136.5	258.5	390.0
5.08	0.20	400	726	1243	182.0	330.0	565.0
7.62	0.30	515	932	1518	234.0	423.5	690.0
10.16	0.40	629	1101	1727	286.0	500.5	785.0
12.70	0.50	729	1210	1903	331.5	550.0	865.0
Penetración (mm)	Penetración (plg)	Carga Unitaria en Lb/plg²			Carga Unitaria en Kg/cm²		
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.27	0.05	38.13	52.43	73.33	2.69	3.69	5.17
2.54	0.10	71.50	133.10	172.33	5.04	9.38	12.14
3.81	0.15	100.10	189.57	286.00	7.05	13.36	20.15
5.08	0.20	133.47	242.00	414.33	9.40	17.05	29.19
7.62	0.30	171.60	310.57	506.00	12.09	21.88	35.65
10.16	0.40	209.73	367.03	575.67	14.78	25.86	40.56
12.70	0.50	243.10	403.33	634.33	17.13	28.42	44.69



C.B.R. para 2,54mm			
№ Golpes	12	25	56
Carga Unitaria (Kg/cm²)	5.0	9.4	12.1
Carga Unitaria Patrón (Kg/cm²)	70.5	70.5	70.5
C.B.R (%)	**7.2**	**13.3**	**17.2**

C.B.R. para 5,08mm			
№ Golpes	12	25	56
Carga Unitaria (Kg/cm²)	9.4	17.1	29.2
Carga Unitaria Patrón (Kg/cm²)	105.0	105.0	105.0
C.B.R (%)	**9.0**	**16.2**	**27.8**

Observaciones:

Ing. Julio Vargas
Verificado por:

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS

Laboratorio de Suelos y Materiales "Dr. Ing. ARNALDO RUFFILLI"

PROCTOR MODIFICADO - AASHTO T - 180

Proyecto: Planta de Hormigon

Ubicación: Duran

Altura de caída del martill 18 **pulgs.**

Número de capas : 5

Número de golpes/capa : 25

Fecha: 12 de Julio del 2016

Calicata: 2

Peso del cilindro: 4.632 **Kg.**

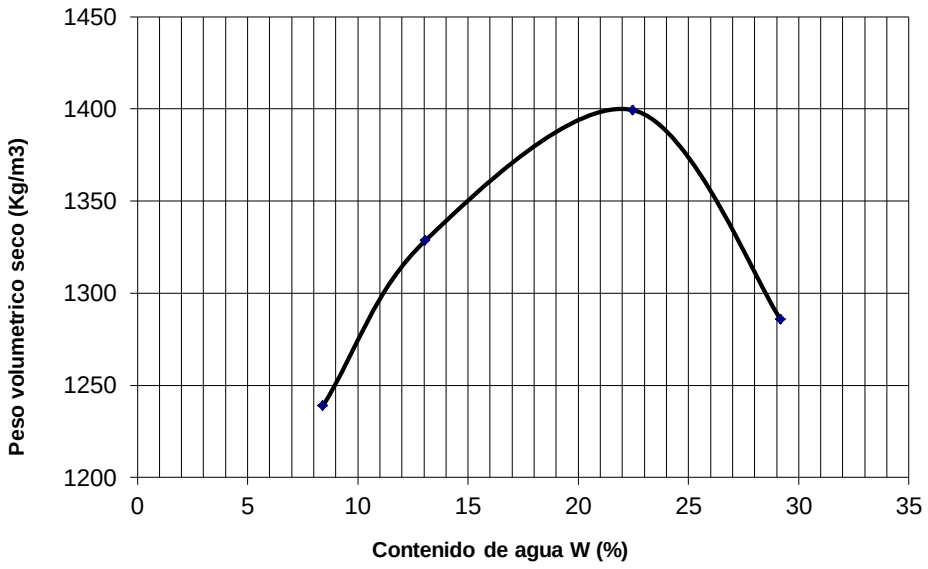
Volumen del cilindro: 9.4E-04 **m^3**

Peso del martillo 10 **Lbs.**

Prof: 1.0-2.0 m.

Muestra: 2

CANTIDAD DE AGUA	RECP.	Peso tierra húmeda + Cáp.	Peso tierra seca + Cáp.	Peso de cáp.	Peso de agua	Peso seco	W	Peso tierra húmeda + cilindro	Peso tierra húmeda	1 / (1 + W)	Peso tierra seca	Peso volumétrico seco
		gr	gr	gr	gr	gr	%	Kg	Kg		Kg	Kg/m^3
EN	PT	257.7	240.0	29.8	17.7	210.2	8.42	5.900	1.268	0.9223	1.170	1 239
150	13	234.6	210.0	21.7	24.6	188.3	13.06	6.050	1.418	0.8845	1.254	1 329
300	14	264.0	221.3	31.4	42.7	189.9	22.49	6.250	1.618	0.8164	1.321	1 399
450	27	329.5	260.0	21.8	69.5	238.2	29.18	6.200	1.568	0.7741	1.214	1 286



γmáx = 1.399 **Kg/m^3**

W ópt. = 22.5 **%**

Observaciones :

Ing. Julio Vargas

Verificado por:

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
Laboratorio de Suelos y Materiales "Dr. Ing. ARNALDO RUFFILLI"

C.B.R. - DENSIDADES AASHTO T 193-93

PROYECTO: Planta de Hormigon
UBICACIÓN: Duran
Coordenadas: E0632198 - N9757895
Calicata № 2
Muestra: 2
Fecha: 12 de Julio del 2016

Alumno: Luiggy Garcia
Fiscaliza:
Profundidad: 1.0-2.0M.
Material:

Altura de Molde = 5.0000 plgs.
Volumen de Molde = 2.316000E-03 m3

Peso del martillo = 10 Lbs.
Altura caída martillo = 18 plgs.
Número de capas = 5

ANTES DE INMERSIÓN

	Golpes	№	12	-	25	-	56	-
HUMEDAD	Recipiente	№	**10**	**-**	**50**		**3**	-
	Peso húmedo + recipiente	gr	236.8	-	308.3	-	296.2	-
	Peso seco + recipiente	gr	198.7	-	258.5	-	246.9	-
	Peso de agua	gr	38.1	-	49.8	-	49.3	-
	Peso de recipiente	gr	29.9	-	28.3	-	27.9	-
	Peso seco	gr	168.8	-	230.2	-	219.0	-
	Contenido de agua	%	22.57	-	21.63	-	22.51	-
Peso suelo húmedo + molde		Kg	9.987	-	10.340	-	10.061	-
Peso de molde		Kg	6.448	-	6.602	-	6.089	-
Peso suelo húmedo		Kg	3.539	-	3.738	-	3.972	-
Peso suelo seco		Kg	2.887	-	3.073	-	3.242	-
Densidad húmeda		Kg/m3	1528	-	1614	-	1715	-
Densidad Seca		Kg/m3	1247	-	1327	-	1400	-

DESPUÉS DE INMERSIÓN

HUMEDAD	Recipiente	№	X		8		9	-
	Peso húmedo + recipiente	gr	219.9	-	182.9	-	187.9	-
	Peso seco + recipiente	gr	144.7	-	126.2		133.6	-
	Peso de agua	gr	75.2	-	56.7	-	54.3	-
	Peso de recipiente	gr	30.1	-	31.0	-	29.9	-
	Peso seco	gr	114.6	-	95.2	-	103.7	-
	Contenido de agua	%	65.62	-	59.56	-	52.36	-
Peso suelo húmedo + molde		Kg	11.200	-	11.500	-	11.010	-
Peso de molde		Kg	6.448	-	6.602	-	6.089	-
Peso suelo húmedo		Kg	4.752	-	4.898	-	4.921	-
Peso suelo seco		Kg	2.869	-	3.070	-	3.230	-
Densidad húmeda		Kg/m3	2052	-	2115	-	2125	-
Densidad Seca.		Kg/m3	1239	-	1325	-	1395	-

LECTURAS DE INCHAMIENTO

Inicial		0.046	-	0.051		0.090	-
24 Horas			-				-
48 Horas			-				-
72 Horas							-
96 Horas		0.525		0.525		0.511	-
Expansión	%	**9.58**		**9.48**		**8.42**	-

Ing. Julio Vargas
Verificado por:

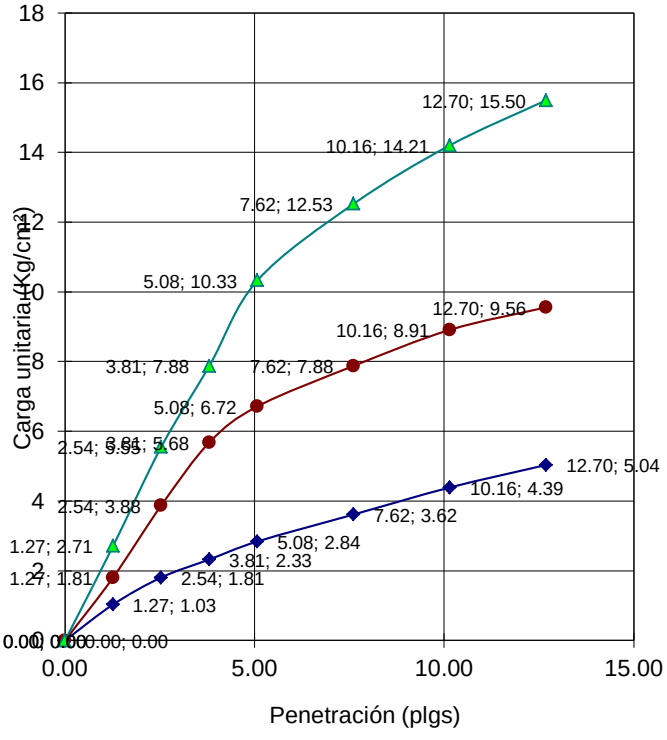
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
Laboratorio de Suelos y Materiales "Dr. Ing. ARNALDO RUFFILLI"

C.B.R. PENETRACION
AASHTO T 193-93

PROYECTO: Planta de Hormigon
Localización: Duran
Coordenadas: E0632198 - N9757895
Calicata: 2
Prof: 1.0-2.0 M.
Fecha: 12 de Julio del 2016

Alumno: Luiggy Garcia
Fiscaliza:
Material:

№ Golpes por capa		**12**	**25**	**56**	**12**	**25**	**56**
Penetración		**Carga de penetración en Lb.**			**Carga de penetración en Kg.**		
(mm)	**(plg)**						
0.00	0.00	0	0	0	0.00	0.00	0.00
1.27	0.05	44	77	116	20.0	35.0	52.5
2.54	0.10	77	165	237	35.0	75.0	107.5
3.81	0.15	99	242	336	45.0	110.0	152.5
5.08	0.20	121	286	440	55.0	130.0	200.0
7.62	0.30	154	336	534	70.0	152.5	242.5
10.16	0.40	187	380	605	85.0	172.5	275.0
12.70	0.50	215	407	660	97.5	185.0	300.0
Penetración		**Carga Unitaria en Lb/plg²**			**Carga Unitaria en Kg/cm²**		
(mm)	**(plg)**						
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.27	0.05	14.67	25.67	38.50	1.03	1.81	2.71
2.54	0.10	25.67	55.00	78.83	1.81	3.88	5.55
3.81	0.15	33.00	80.67	111.83	2.33	5.68	7.88
5.08	0.20	40.33	95.33	146.67	2.84	6.72	10.33
7.62	0.30	51.33	111.83	177.83	3.62	7.88	12.53
10.16	0.40	62.33	126.50	201.67	4.39	8.91	14.21
12.70	0.50	71.50	135.67	220.00	5.04	9.56	15.50



C.B.R. para 2,54mm			
№ Golpes	12	25	56
Carga Unitaria (Kg/cm²)	1.8	3.9	5.6
Carga Unitaria Patrón (Kg/cm²)	70.5	70.5	70.5
C.B.R (%)	**2.6**	**5.5**	**7.9**

C.B.R. para 5,08mm			
№ Golpes	12	25	56
Carga Unitaria (Kg/cm²)	2.8	6.7	10.3
Carga Unitaria Patrón (Kg/cm²)	105.0	105.0	105.0
C.B.R (%)	**2.7**	**6.4**	**9.8**

Observaciones:

Ing. Julio Vargas
Verificado por:

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS

Laboratorio de Suelos y Materiales "Dr. Ing. ARNALDO RUFFILLI"

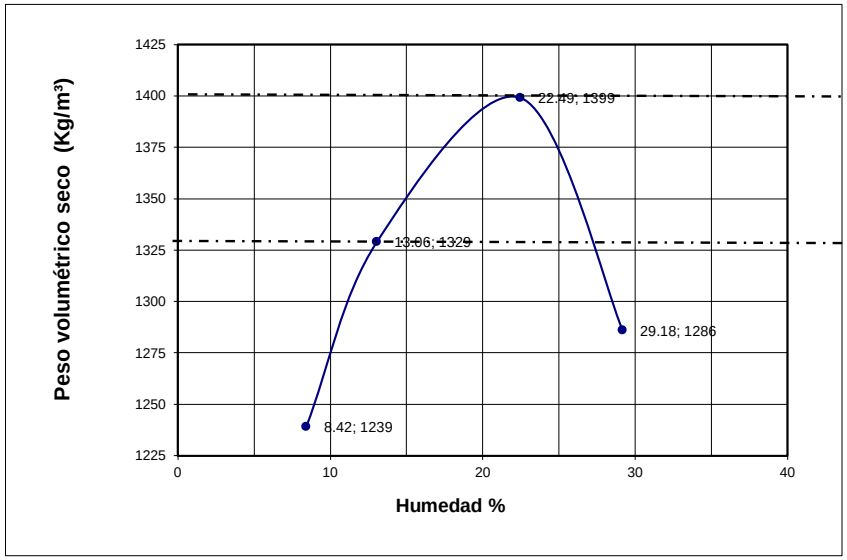
DETERMINACION DE C.B.R.

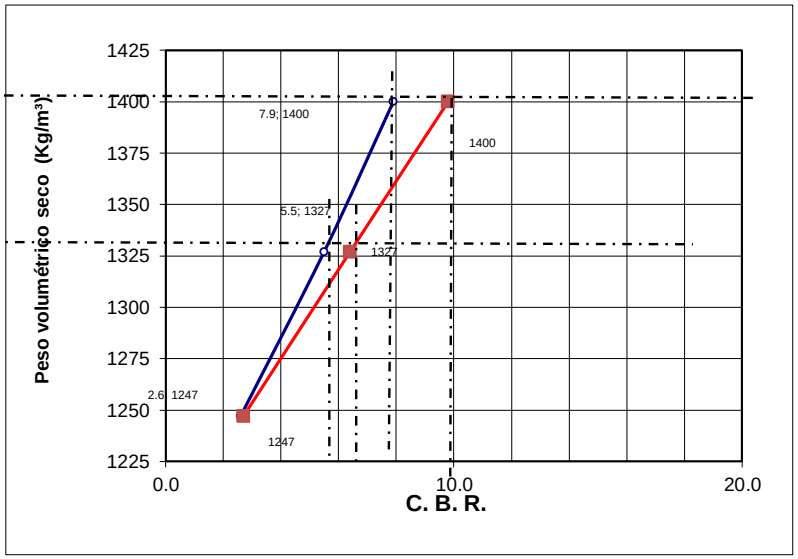
PROYECTO: Planta de Hormigon

UBICACIÓN: Duran

FECHA: 12 de Julio del 2016

Muestra: 2 **CALICATA:** 2 **PROFUNDIDAD:** 1.0-2.0 **M.**





Densidad seca Máxima	=	1399	Kg/m3	CBR al 100% para 0,10"	=	7.80	%
95% de Densidad seca Máxima	=	1329	Kg/m3	CBR al 95% para 0,10"	=	5.80	%
Humedad óptima	=	7.30	%	CBR al 95% para 0,20"	=	6.20	%

Ing. Julio Vargas

Verificado por:

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS

Laboratorio de Suelos y Materiales "Dr. Ing. ARNALDO RUFFILLI"

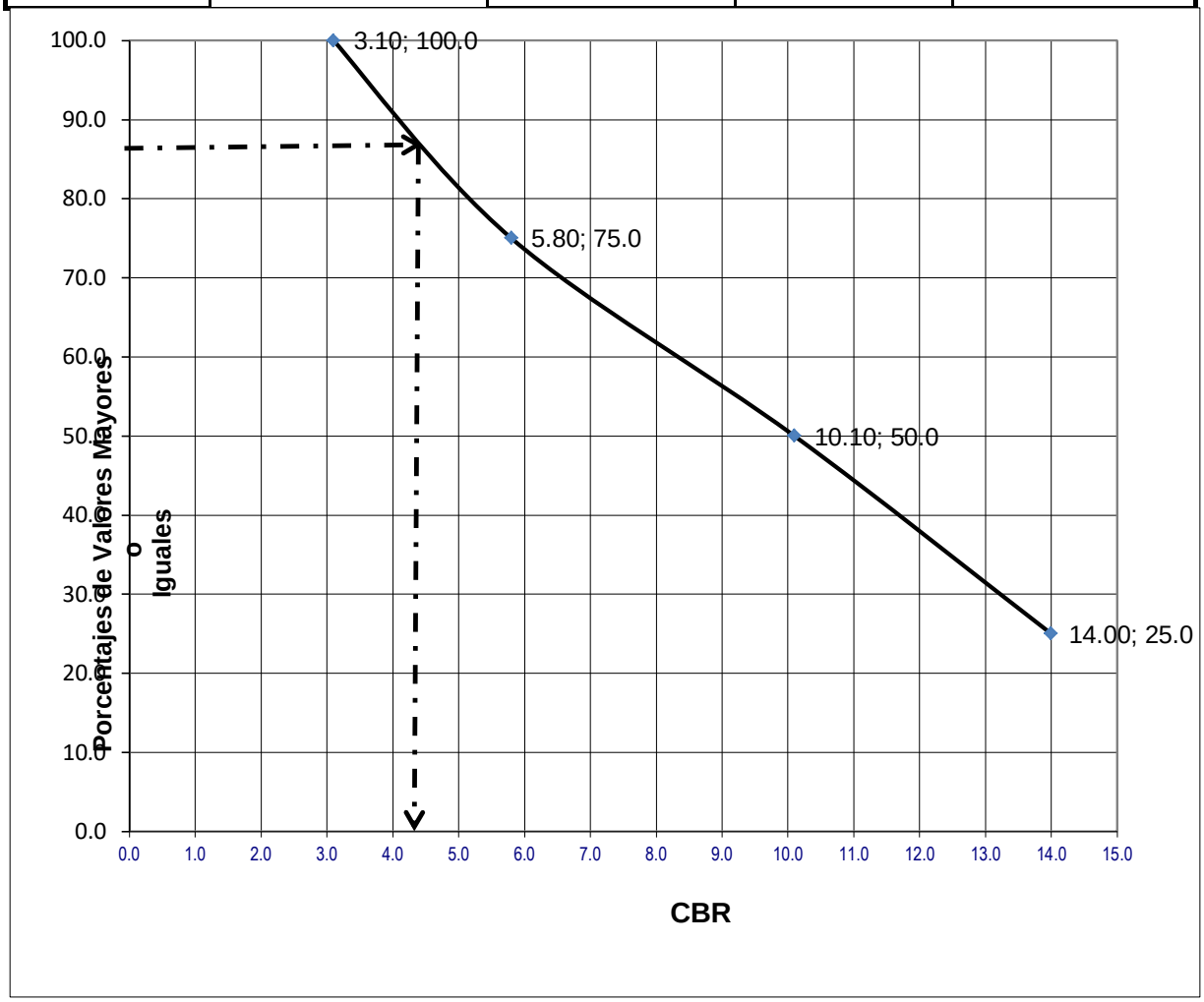
PROYECTO: Planta de Hormigon

UBICACIÓN: Duran

FECHA: agosto, 1 de 2016

DETERMINACIÓN DEL CBR DE DISEÑO

Abscisa	Profundidad m	RESULTADOS DE ENSAYOS (DE MAYOR A MENOR)	NÚMERO DE RESULTADOS (MAYORES O IGUALES)	PORCENTAJE DE RESULTADOS MAYORES O IGUALES
C1-M1	**0,0-1,00**	**14.00**	1	25.0
C2-M1	**0,0-1,00**	**10.10**	2	50.0
C2-M2	**0,0-1,50**	**5.80**	3	75.0
C1-M2	**0,0-1,50**	**3.10**	4	100.0



CBR DE DISEÑO: 4.40 %

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS

Laboratorio de Suelos y Materiales "Dr. Ing. ARNALDO RUFFILLI"

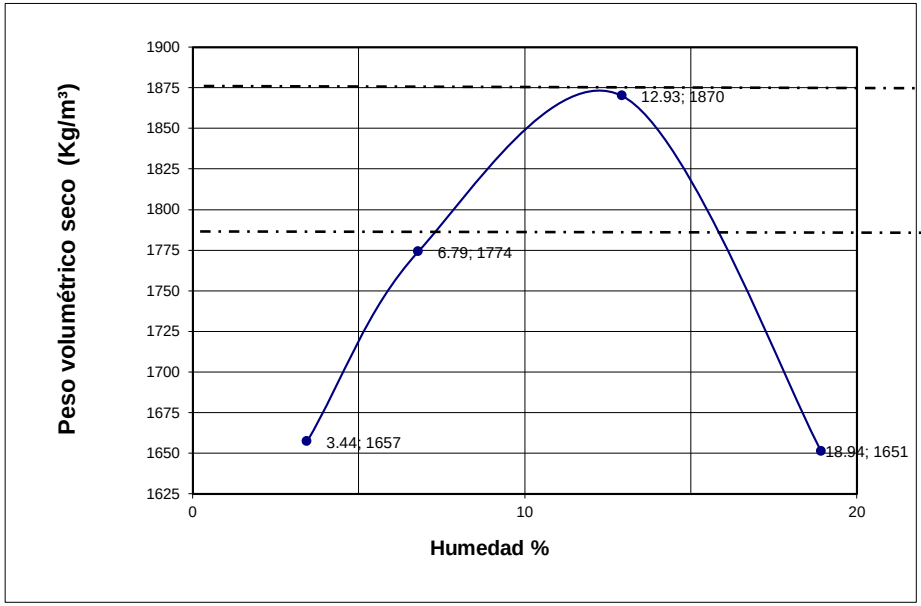
DETERMINACION DE C.B.R.

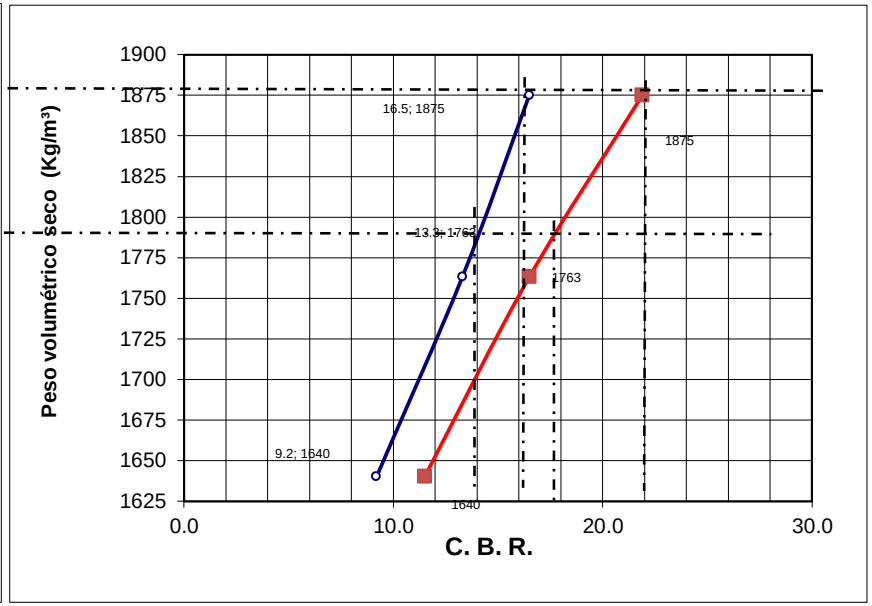
PROYECTO: Planta de Hormigon

UBICACIÓN: Duran

FECHA: 12 de Julio del 2016

Muestra: 1 **CALICATA:** 1 **PROFUNDIDAD:** 0.0-1.0 **M.**





Densidad seca Máxima	=	1870	Kg/m3	CBR al 100% para 0,10"	=	16.00	%
95% de Densidad seca Máxima	=	1777	Kg/m3	CBR al 95% para 0,10"	=	14.00	%
Humedad óptima	=	7.30	%	CBR al 95% para 0,20"	=	17.80	%

Ing. Julio Vargas

Verificado por:

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS

Laboratorio de Suelos y Materiales "Dr. Ing. ARNALDO RUFFILLI"

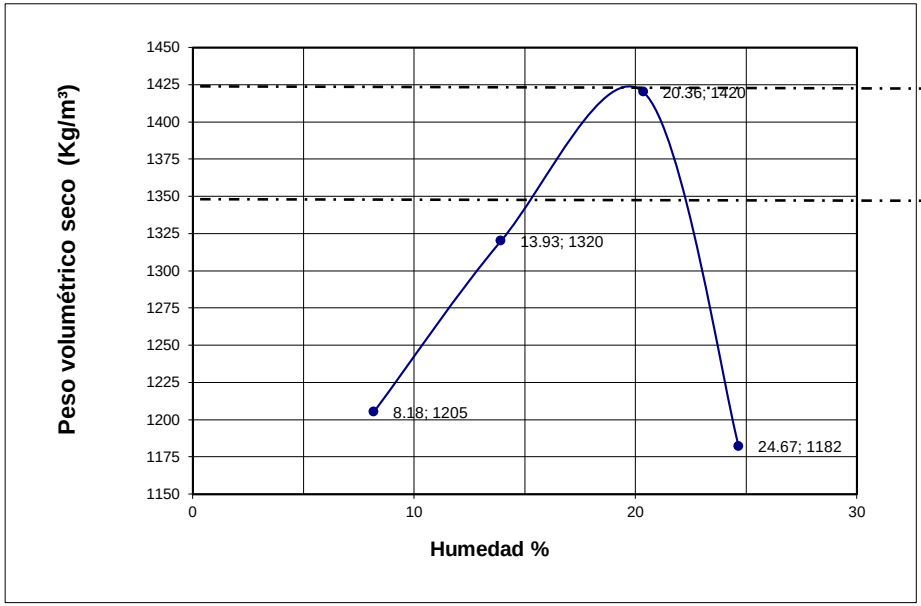
DETERMINACION DE C.B.R.

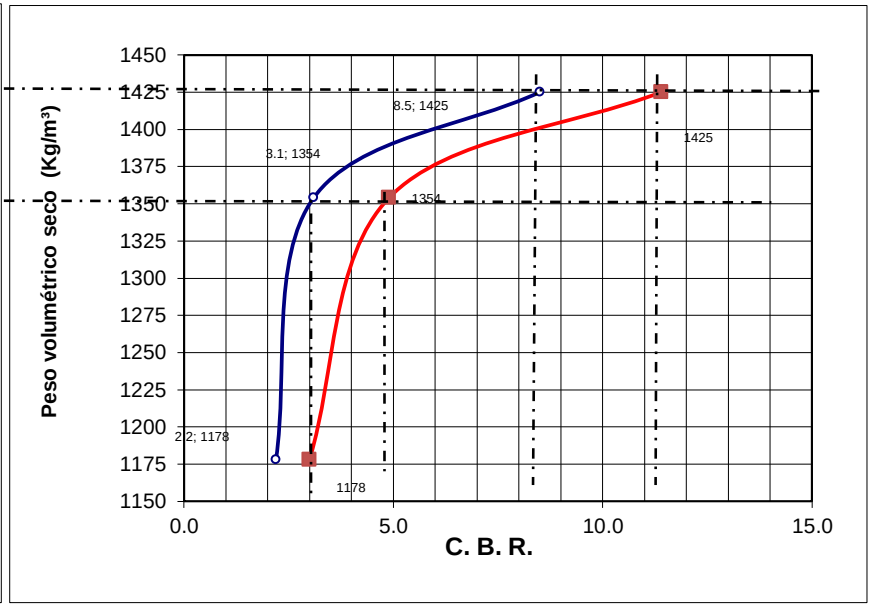
PROYECTO: Planta de Hormigon

UBICACIÓN: Duran

FECHA: 12 de Julio del 2016

Muestra: 2 **CALICATA:** 1 **PROFUNDIDAD:** 1.0-2.0 **M.**





Densidad seca Máxima	=	1420	Kg/m3	CBR al 100% para 0,10"	=	8.20	%
95% de Densidad seca Máxima	=	1349	Kg/m3	CBR al 95% para 0,10"	=	3.10	%
Humedad óptima	=	7.30	%	CBR al 95% para 0,20"	=	4.80	%

Ing. Julio Vargas

Verificado por:

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS

Laboratorio de Suelos y Materiales "Dr. Ing. ARNALDO RUFFILLI"

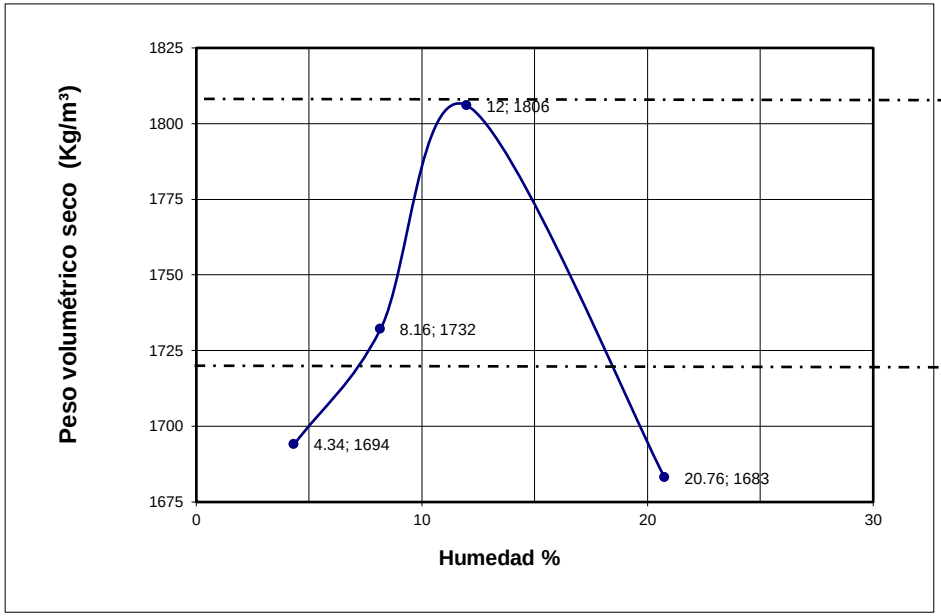
DETERMINACION DE C.B.R.

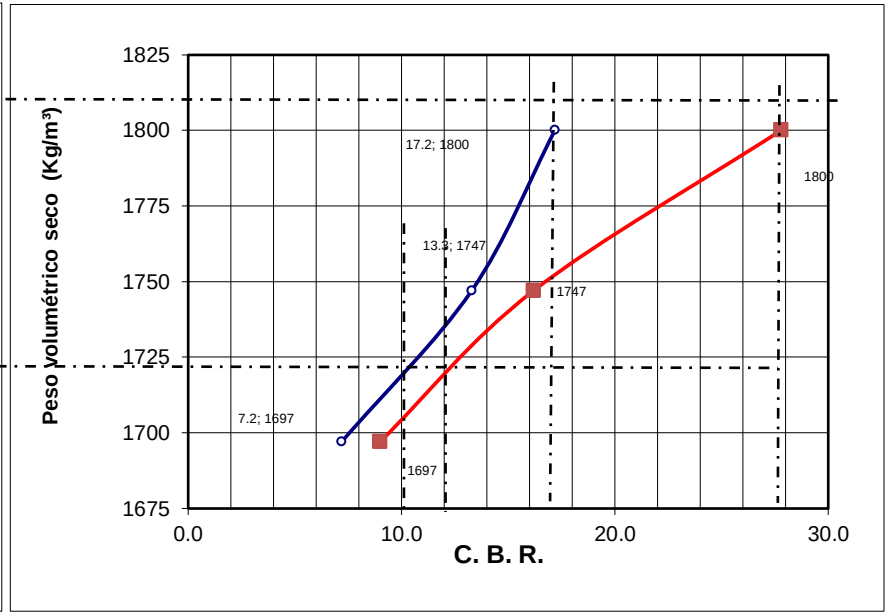
PROYECTO: Planta de Hormigon

UBICACIÓN: Duran

FECHA: 12 de Julio del 2016

Muestra: 1 **CALICATA:** 2 **PROFUNDIDAD:** 0.0-1.0 **M.**





Densidad seca Máxima	=	1806	Kg/m3	CBR al 100% para 0,10"	=	17.00	%
95% de Densidad seca Máxima	=	1716	Kg/m3	CBR al 95% para 0,10"	=	10.10	%
Humedad óptima	=	7.30	%	CBR al 95% para 0,20"	=	11.00	%

Ing. Julio Vargas

Verificado por:

BIBLIOGRAFÍA

AASHTO Guide for design of pavement structures 1993,Printed in the United States of America,1993

CORREDOR, I. G. (2002). *EXPERIMENTO VIAL DE LA AASHO Y LAS GUIAS DE DISEÑO AASHTO.*

Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes,MOP-001-F 2002

Informe de pavimentos, MTOP, Santa Elena,2013

Una breve guía sobe diseño vial definitivo de la Av. Escalón 2

Presidencia de la República del Ecuador

Plan Nacional de Ciencia y Tecnología Innovacion y saberes

senescyt

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGIA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

TÍTULO Y SUBTÍTULO	Diseño de la estructura de pavimento flexible para las vías internas de la planta de hormigón Cadmecorp ubicada en el Cantón Durán de la Provincia del Guayas.

AUTOR/ES: García Baca Luiggy Alexis	REVISORES: Ing. Julio Vargas, M.Sc Ing. David Stay, M.Sc Ing. Gustavo Ramírez, M.Sc
INSTITUCIÓN: Universidad de Guayaquil	FACULTAD: De Ciencias Matematicas y Fisicas
CARRERA: Ingenieria civil	
FECHA DE PUBLICACIÓN: 2016	Nº DE PÁGS: **31**

ÁREAS TEMÁTICAS: Vías

Diseño estructura pavimento flexible.

PALABRAS CLAVE:

DISEÑO - ESTRUCTURA - PAVIMENTO FLEXIBLE - VIAS INTERNAS - PLANTA HORMIGON

RESUMEN:

La constructora CADMECORP, propone la realización de una planta hormigonera, la misma que ha sido priorizada en función de la producción, con la finalidad de proveer los mejores tiempos de traslado. Debido a esta importancia, contemplo el estudio para el diseño de la estructura de pavimento flexible de las vías internas de la planta, para mejorar los tiempos de traslado y movilización de los vehículos que circulen dentro y fuera del lugar, mediante la conformación de la estructura de las vías. Para lo cual debo realizar los respectivos análisis de suelo, estudio de tráfico y cálculos de los números estructurales que deben ser lo suficiente para poder resistir las cargas que se le aplicaran a lo largo de su periodo de vida útil. Esta vía de aproximadamente un kilómetro con doscientos metros lineales, está ubicada en el Cantón Duran de la Provincia del Guayas, el relieve topográfico en general se desarrolla sobre un terreno llano. Para los estudios geotécnicos realicé dos calicatas a una distancia aproximada entre cada una de quinientos metros, para proceder a realizar los ensayos de limite líquido, proctor, cbr, contenido de humedad, asi se puede determinar mediante relaciones matemáticas el Cbr de diseño de la subrasante, adicionalmente con el estudio de trafico realizado y debido que es un proyecto cerrado, se estimara la cantidad de vehículos que transitaran y realizaran repeticiones de cargas se obtienen los esal´s de diseño. Al obtener estos datos fundamentales se procede a realizar el cálculo para determinar el Sn real que podrá resistir las cargas aplicadas y determinar a su vez los respectivos espesores de cada capa que conformara la estructura del pavimento flexible.

N. DE REGISTRO (en base de datos):	Nº. DE CLASIFICACIÓN:
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):	

ADJUNTOS PDF:	[x] SI	[ ] NO
CONTACTOS CON AUTOR/ES:	Teléfono: 0986200604	E-mail: luiggygarcia@outlook.com
CONTACTO EN LA INSTITUCIÒN:	Nombre: FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICAS Telèfono: 2-283348	