UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

Tema:

ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL MATERIAL DE MEJORAMIENTO TRATADO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA PARA SU UTILIZACIÓN COMO BASE/SUB-BASE EN LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS.

PROYECTO INVESTIGATIVO

INTEGRANTES:

CUSME VÉLIZ WASHINGTON JAMIL

TAPIA VÉLEZ RICARDO MARTÍN

PERIODO:

2016

DEDICATORIA

Lleno totalmente de emoción y satisfecho por mi trabajo constante, hago la dedicatoria con mucho amor.

Primordialmente se la dedico a mi creador Jehová y a mi salvador el Señor Jesús, que me permiten estar con vida hasta el día de hoy, quienes me han dado la fuerza, la constancia y el intelecto para llegar a cumplir con mis objetivos.

A mi padre Washington Cusme que es mi fuente de apoyo y mi instructor en gran parte del estudio, alguien que muchas veces lo dio todo hasta quedarse sin nada para que yo pudiera tener algo, quien más que mi padre es mi amigo y le debo la vida y todo lo que soy ahora, y aunque muchas veces le fallé, él mediante su esfuerzo en quien me impulsa cada día y está al cuidado de bienestar, solo espero en un futuro ser un padre como lo es él, un integro profesional y un buen padre, en conclusión es un ejemplo a seguir.

A mi madre de corazón Livi Vera por ser una fuente de apoyo en gran parte de mi camino, alguien que apareció en mi vida de una forma inesperada pero que me ha brindado su cariño y me ha enseñado a ser mejor persona cada día, siendo una fuente de inspiración con sus palabras y acciones que indican que aunque no sean las mejores circunstancias, todos los objetivos pueden ser cumplidos con esfuerzo y ganas, a mis hermanos de corazón y amigos que siempre estuvieron ahí dándome ánimos.

A mi abuelita quien mediante sus consejos me han guiado por un camino de bien y me ha forjado valores, a mis hermanas y hermanos por ser mis amigos confiables y quienes aun estando lejos nunca me han abandonado, y a mi sobrino por ser el pequeñito de la casa.

Cusme Veliz Washington Jamil

DEDICATORIA

Con el sentimiento que me embarga por haber cumplido mis objetivos como estudiante y con la satisfacción del deber cumplido hago mi dedicatoria con infinito amor.

Principalmente se la dedico a mi padre Gregorio Valdemar Tapia Rivas quien ha sido el que por medio de sus enseñanzas me ha inculcado la voluntad de no claudicar ante las dificultades, quien también ha sido el que me ha apoyado económicamente a lo largo de mis estudios.

A mi madre de corazón María Natividad Tapia Rivas quien me ha sabido guiar a lo largo de mi vida, convirtiendo en una persona de bien, con principios y valores.

A mi madre Maricela Asunción Vélez quien me dio la vida y que ha sabido ser además de una madre una amiga, apoyándome en cada momento y guiándome hasta la consecución de mis metas, a mis hermanos y hermana, primos, primas, tíos, tías y en sí al resto de mi familiares.

.

Tapia Vélez Ricardo Martín

AGRADECIMIENTO

Agradecemos principalmente a Dios que durante todo este camino de estudio nos ha guiado y en ningún momento ha apartado su Santo Espíritu de nuestras vidas en cada paso que damos.

A la Universidad Técnica de Manabí que nos abrió sus puertas, para acogernos como estudiantes y formarnos como profesionales a través de los conocimientos impartidos por parte del cuerpo de docentes que forman parte de la institución.

A la Facultad de Ciencias, Matemáticas, Físicas y Químicas, al Ing. Hernán Nieto Castro (Decano de la facultad), Ing. Edgar Menéndez, (Vicedecano de la carrera de Ingeniería Civil), a la tutora del proyecto de titulación Ing. María Isabel Zambrano Meza, quien nos dirigió en todo el proceso de este trabajo investigativo, a nuestro revisor El ingeniero Eduardo Ortiz por ayudarnos a corregir las falencias que existieron en nuestro trabajo.

Así mismo a los señores Miembros del Tribunal, de Revisión, Evaluación y Sustentación.

Le agradecemos de manera especial al Dr. Ing. Eduardo Tejeda, por sus conocimientos impartidos en esta etapa de investigación, brindándonos su apoyo incondicional y dando explicación a toda duda en la elaboración del siguiente proyecto.

A cada una de las personas que nos han apoyado en este largo camino, a nuestros familiares que nos han brindado sus mejores deseos, y a los amigos que nos han ayudado de alguna manera.

Cusme Veliz Washington Jamil

Tapia Vélez Ricardo Martín

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

CERTIFICACION DE LA TUTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Quien suscribe la presente Ing. María Isabel Zambrano, Docente de la Facultad de Ciencias Matemáticas Físicas y Química de la Universidad Técnica de Manabí; en mi calidad de Tutor del trabajo de titulación **"ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL MATERIAL DE MEJORAMIENTO TRATADO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA PARA SU UTILIZACIÓN COMO BASE/SUB-BASE EN LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS"** desarrollada por los profesionistas: Cusme Veliz Washington Jamil y Tapia Vélez Ricardo Martín; en este contexto, tengo a bien extender la presente certificación en base a lo determinado en el Art. 8 del reglamento de titulación en vigencia, habiendo cumplido con los siguientes procesos:

- Se verificó que el trabajo desarrollado por los profesionistas cumple con el diseño metodológico y rigor científico según la modalidad de titulación aprobada.
- Se asesoró oportunamente a los estudiantes en el desarrollo del trabajo de titulación.
- Presentaron el informe del avance del trabajo de titulación a la Comisión de Titulación Especial de la Facultad.
- Se confirmó la originalidad del trabajo de titulación.
- Se entregó al revisor una certificación de haber concluido el trabajo de titulación.

Cabe mencionar que durante el desarrollo del trabajo de titulación los profesionistas pusieron mucho interés en el desarrollo de cada una de las actividades de acuerdo al cronograma trazado.

Particular que certifico para los fines pertinentes

_____

Ing. María Isabel Zambrano Meza
TUTORA

CERTIFICACIÓN DE LA COMISIÓN DE REVISIÓN Y EVALUACIÓN

Luego de haber realizado el trabajo de titulación, en la modalidad Proyecto Investigativo y que lleva por tema**: "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL MATERIAL DE MEJORAMIENTO TRATADO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA PARA SU UTILIZACIÓN COMO BASE/SUB-BASE EN LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS"** desarrollado por los señores, Cusme Veliz Washington Jamil con Cédula Nº 131362282-9 y Tapia Vélez Ricardo Martín con Cédula Nº 131308174-5, previo a la obtención del título de INGENIERO CIVIL, bajo la tutoría y control de la Sra. Ingeniera María Isabel Zambrano Meza, docente de la Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas y cumpliendo con todos los requisitos del nuevo reglamento de la Unidad de Titulación Especial de la Universidad Técnica de Manabí, aprobada por el H. Consejo Universitario, cumplo con informar que en la ejecución del mencionado trabajo de titulación, sus autores:

- Han respetado los derechos de autor correspondiente a tener menos del 10 % de similitud con otros documentos existentes en el repositorio
- Han aplicado correctamente el manual de estilo de la Universidad Andina Simón Bolívar de Ecuador.
- Las conclusiones guardan estrecha relación con los objetivos planteados
- El trabajo posee suficiente argumentación técnica científica, evidencia en el contenido bibliográfico consultado.
- Mantiene rigor científico en las diferentes etapas de su desarrollo.

Sin más que informar suscribo este documento NO VINCUILANTE para los fines legales pertinentes.

_____

Ing. Eduardo Ortiz Hernández

REVISOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

DECLARACIÓN SOBRE DERECHOS DE AUTOR

Quienes firmamos la presente, profesionistas; CUSME VELIZ WASHINGTON JAMIL, Y TAPIA VELEZ RICARDO MARTIN, en calidad de autores del trabajo de titulación realizada sobre **"ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL MATERIAL DE MEJORAMIENTO TRATADO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA PARA SU UTILIZACIÓN COMO BASE/SUB-BASE EN LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS"** por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ, hacer uso de todos los contenidos que nos pertenecen o de parte de los que contienen este proyecto, con fines estrictamente académicos o de investigación. Los derechos que como autores nos corresponden, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a nuestro favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6 ,8 ,19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento. Así mismo las conclusiones y recomendaciones constantes en este texto, son criterios netamente personales y asumimos con responsabilidad la descripción de las mismas.

Cusme Veliz Washington Jamil	Tapia Vélez Ricardo Martín
AUTOR	**AUTOR**

Contenido

RESUMEN **1**

SUMMARY **2**

TEMA: **3**

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA **4**

2.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA **5**

2.2. PRIORIZACIÓN DEL PROBLEMA **5**

3. REVISIÓN DE LA LITERATURA Y DESARROLLO DEL MARCO TEÓRICO **6**

3.1. ANTECEDENTES **6**

3.2. LOCALIZACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO **6**

3.2.1 MACRO LOCALIZACIÓN **6**

NIVEL NACIONAL **6**

NIVEL REGIONAL **7**

NIVEL LOCAL **7**

3.2.2 MICRO LOCALIZACIÓN **7**

3.3. JUSTIFICACIÓN **8**

MARCO TEORICO **9**

CONCEPTO Y CLASES DE PAVIMENTOS **9**

MATERIALES GRANULARES **9**

PAVIMENTOS FLEXIBLES O ASFÁLTICOS **10**

PAVIMENTOS SEMI-RÍGIDOS O SEMI-FLEXIBLES **10**

PAVIMENTOS RÍGIDOS **11**

BASES PARA PAVIMENTOS **12**

SUB-RASANTE **12**

SUB-BASE **13**

BASE **14**

BASE GRANULAR **14**

MATERIALES GRANULARES **14**

TÉCNICA PARA LA DETECCIÓN O DESCUBRIMIENTO DE LOS YACIMIENTOS Y CANTERAS **15**

MÉTODOS DE DISEÑOS EMPÍRICOS **15**

MATERIAL DE MEJORAMIENTO ESTABILIZADO **16**

EMULSIONES ASFÁLTICAS **16**

COMPOSICIÓN DE LA EMULSIÓN ASFÁLTICA **16**

AGENTE EMULSIVO **17**

OBJETIVO DEL AGENTE EMULSIVO **17**

VARIABLES QUE AFECTAN LA CALIDAD Y EL RENDIMIENTO DE LA EMULSIÓN ASFÁLTICA **17**

LAS EMULSIONES **18**

IMPORTANCIA DEL TAMAÑO DE PARTÍCULAS EN LAS EMULSIONES **19**

LOS EMULSIFICANTES **19**

ESTABILIDAD DE LAS EMULSIONES **21**

TIPOS DE EMULSIONES ASFÁLTICAS **21**

- **Emulsiones Anicónicas** **21**
- **Emulsiones Catiónicas** **21**
- **De rompimiento Rápido** **22**
- **De rompimiento medio** **22**
- **De rompimiento lento** **22**
- **Para Impregnación** **22**
- **Súper Estables** **22**

REQUISITOS DE CALIDAD PARA LA EMULSIÓN ASFÁLTICA23

VENTAJAS DE LAS EMULSIONES ASFÁLTICAS.....25

ESTUDIOS DE SUELOS.....27

Humedad Natural.....28

Límites de Atterberg 28

- **Límite Líquido.....28**
- **Límite Plástico.....29**

Granulometría 29

- **Granulometría gruesa 29**
- **Granulometría fina.....30**

Compactación o Proctor 30

Abrasión 30

CBR.....31

4. VISUALIZACIÓN DEL ALCANCE DEL ESTUDIO.....32

EN LO SOCIAL 32

EN LO ECONÓMICO.....32

EN LO CIENTÍFICO.....32

5. ELABORACIÓN DE HIPÓTESIS Y DEFINICIÓN DE VARIABLES.....33

5.1 HIPÓTESIS.....33

5.2 DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES.....33

5.2.1 VARIABLE INDEPENDIENTE.....33

5.2.2 VARIABLE DEPENDIENTE. 33

5.2.3 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....34

6. DESARROLLO DEL DISEÑO DE INVESTIGACIÓN 36

6.1 OBJETIVOS 36

6.1.1 OBJETIVO GENERAL.....36

6.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....36

6.2 CAMPO DE ACCIÓN 36

BENEFICIARIOS 37

BENEFICIARIOS DIRECTOS 37

BENEFICIARIOS INDIRECTOS.....37

7. DEFINICIÓN Y EVALUACIÓN DE LA MUESTRA.....38

POBLACIÓN Y MUESTRA 38

MUESTREO. 38

8. RECOLECCÓN DE DATOS 39

MUESTRAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS 39

NORMAS EMPLEADAS EN EL PROYECTO DE TITULACIÓN39

NORMAS EMPLEADAS 39

9. ANALISIS DE LOS DATOS (ESTADÍSTICOS VERIFICACIÓN DE OBJETIVOS) 40

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (NORMA ASTM D-2216).....40

DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL MATERIAL 42

DETERMINACION DEL LÍMITE LÍQUIDO Y EL LÍMITE PLÁSTICO 47

COMPACTACIÓN 52

ABRASIÓN MEDIANTE LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES. (ASTM C-131) 57

ENSAYO VALOR DE SOPORTE MODIFICADO CBR (ASTM D 1883) 59

ENSAYO VALOR DE SOPORTE MODIFICADO CBR CON EMULSIÓN ASFÁLTICA (ASTM D 1883) 78

10. ELABORACIÓN DEL REPORTE DE LOS RESULTADOS (DISCUSIONES CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES) 99

CONCLUSIONES **99**

RECOMENDACIONES **100**

Referencias **101**

Bibliografía **102**

ANEXOS **103**

RESUMEN

En la presente investigación denominada "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL MATERIAL DE MEJORAMIENTO TRATADO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA PARA SU UTILIZACIÓN COMO BASE/SUB-BASE EN LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS" se refiere al problema que se crea de la observación en la realidad sobre los efectos del material de mejoramiento de las canteras "San José" y "MEGAROK" estabilizados con emulsión asfáltica, para aumentar la resistencia y darle al material características de sub-base y/o base, con un diseño de mezcla adecuado. En concreto el estudio se define en dos fases, la primera que es un análisis económico entre si se obtiene un beneficio económico al mejorar el material con la emulsión asfáltica para hacerle cumplir características de base y/o sub-base, o comprando directamente los materiales de sub-base y/o base, y la segunda fase consiste en un proceso investigativo, que tiene por objeto el estudio del material de mejoramiento en estado natural para conocer sus características de durabilidad y resistencia, después de estudiar su estado natural, hacer un diseño de mezcla entre el material de suelo estudiado de mejor característica y la emulsión asfáltica, con el fin de darle otras características mejoradas al material para que cumpla como sub-base y/o base. La metodología que se utilizó durante el proceso investigativo fue la investigación de laboratorio utilizando un método deductivo de hipótesis, que a través de los estudios de suelos obtuvimos los resultados de la investigación, para poder crear las conclusiones y recomendaciones. La importancia de este estudio es primordial puesto que está enfocado en la utilización de un material de menor resistencia de una de las dos canteras antes mencionadas que al ser estabilizado con un agregado funcione como un material de mejor resistencia en la construcción de las vías en la provincia de Manabí.

Palabras claves

Materiales, Canteras, Mejoramiento, Base y/o Sub-Base, Emulsión Asfáltica, Pavimentos.

SUMMARY

In this research called "STUDY OF THE BEHAVIOR OF MATERIAL IMPROVEMENT TREATED WITH ASPHALT EMULSION FOR USE AS A BASE / SUB-BASE IN THE STRUCTURE OF PAVEMENT" refers to the problem that is created from the observation in reality on the effects of the material improvement of quarries "San Jose" and "MEGAROK" stabilized asphalt emulsion to increase the resistance and give the material characteristics of sub-base and / or base, with a design suitable mixing. Specifically, the study is defined in two phases, the first is an economic analysis each economic benefit by improving the material with asphalt emulsion to make fulfill basic characteristics and / or sub-base is obtained, or directly buying materials sub-base and / or base, and the second phase consists of a research process which aims to study the breeding material in its natural state to know their characteristics of durability and resistance, after studying its natural state, make a mix design between the soil material studied best feature and asphalt emulsion, in order to give other improved to meet the material as sub-base and / or base characteristics. The methodology that was used during the research process research laboratory was using a deductive method of hypothesis that through soil studies obtained the results of research in order to create the conclusions and recommendations. The importance of this study is essential since it is focused on the use of a lower strength material of one of the two aforementioned quarries to be stabilized with an aggregate to function as a material better strength in the construction of roads in Manabí province.

Keywords

Materials, Quarries, Improvement, Base and / or Sub-Base Asphalt Emulsion, pavements.

TEMA:

"ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL MATERIAL DE MEJORAMIENTO TRATADO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA PARA SU UTILIZACIÓN COMO BASE/SUB-BASE EN LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS"

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La deficiencia de ciertos materiales utilizados como Base/Sub-base en la estructura de pavimentos, ha ocasionado que las carreteras carezcan de resistencia, estabilidad y durabilidad, además de tener costos elevados para su construcción y mantenimiento.

El planteamiento que resulte de los diferentes ensayos realizados al material mejoramiento debe estar basada en los resultados que brinde el laboratorio en cada uno de los ensayos, para ello es necesario estudiar, analizar, ordenar y procesar todos los resultados para priorizar las dosificaciones, que el mejoramiento necesite de emulsión asfáltica

Las muestras de mejoramiento que se utilizara para esta investigación serán aquellas con las que contamos en nuestro medio, es decir muestras que se tomará de 2 canteras de Portoviejo, las cuales son: cantera “San José” y cantera “MEGAROK”.

Al ser este un problema que acrecienta con el paso del tiempo y teniendo en cuenta que este tipo de estudios no se han realizado en el medio, se considera viable el proyecto de investigación.

2.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Los problemas principales que se pudieron encontrar en el transcurso de la investigación, mediante fuentes de Internet o libros de la Biblioteca Central de la Universidad Técnica de Manabí son los siguientes:

- El inadecuado uso de técnicas para el diseño de los materiales pétreos.
- Materiales incapaces de alcanzar las características de sub-base y/o base ser estabilizados con emulsión asfáltica.
- Materiales que están fuera de las solicitaciones de las normas de calidad.
- Carencias de estudios y análisis pen la utilización de métodos y técnicas apropiadas en la elaboración de material pétreos que cumplan las funciones de base y/o sub-base para la adición de emulsión asfáltica en pavimentos.

2.2. PRIORIZACIÓN DEL PROBLEMA

Se hizo un análisis del problema existente en la utilización de materiales utilizados como Base/Sub-base manteniendo un ahorro económico en la construcción de estructuras de pavimentos, mediante ensayos de laboratorio de suelo obtuvimos los resultados y mediantes fuentes informativas el funcionamiento y elaboración de cada proceso.

Se ha tomado en consideración que la elaboración de este proyecto tiene un nivel de relevancia entre los Ingenieros Civiles en el campo profesional del diseño y construcción de estructuras de pavimentos, por lo que se propone el presente proyecto denominado "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL MATERIAL DE MEJORAMIENTO TRATADO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA PARA SU UTILIZACIÓN COMO BASE/SUB-BASE EN LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS"

3. REVISIÓN DE LA LITERATURA Y DESARROLLO DEL MARCO TEÓRICO

3.1. ANTECEDENTES

En los últimos 20 años los esfuerzos de la comunidad científica y tecnológica a nivel mundial también se han orientado hacia el desarrollo de materiales asfálticos para la construcción de carreteras, carreteras que cada vez deben cumplir especificaciones más exigentes.

Una aplicación muy importante de este desarrollo tecnológico del asfalto, es el uso de las emulsiones asfálticas, empleadas en la estabilización de bases en caminos como una de sus múltiples aplicaciones en el campo de los pavimentos flexibles, utilizando materiales pétreos en sus diferentes variedades o suelos naturales con baja plasticidad.

En el año 2010 en la ciudad de Portoviejo, Provincia de Manabí, se realizaron en el laboratorio del Gobierno Provincial de Manabí, ensayos a materiales granulares tratados con Emulsión Asfáltica, los cual fue realizado por el ING. Líder Eulice Carreño Ponce en su proyecto de tesis, los cuales brindaron resultados favorables como lo es un 25 % de reducción de costos del material y un 60% de reducción del costo de mantenimiento.

3.2. LOCALIZACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO

3.2.1 MACRO LOCALIZACIÓN

NIVEL NACIONAL

Ecuador está situado en la parte Noroeste de América del Sur, en la región Andina; limita al norte con Colombia, al sur y al este con Perú y al oeste con el Océano Pacífico. Tiene un área aproximada de 272.031 Km^2 y una población de 14’483.499 de habitantes.[1]

[1] http://countrymeters.info/es/Ecuador

NIVEL REGIONAL

Manabí está situada al oeste del país, es una de las seis provincias del Ecuador que forman la región Costa; limita al norte con la provincia de Esmeraldas, al este con Pichincha y Guayas y al oeste con el Océano Pacífico. La provincia de Manabí tiene 350 Kilómetros de costa. Su área total es 18.893,7 Km^2 y su población es de 1'186.025 habitantes. Manabí está constituida por 22 cantones y 93 Parroquias (41 urbanas y 52 rurales); los cantones son: Portoviejo, Bolívar, Chone, El Carmen, Flavio Alfaro, Jipijapa, Manta, Junín, Montecristi, Paján, Pichincha, Rocafuerte, Santa Ana, Sucre, Tosagua, 24 de Mayo, Pedernales, Olmedo, Puerto López, Jama, Jaramijó y San Vicente.[2]

NIVEL LOCAL

Portoviejo es la capital provincial y centro de manifestaciones políticas y culturales de Manabí que tiene una población urbana de 230.832 habitantes y un rural de 66.583 habitantes con una población de 297.415 habitantes. Limita al norte con el cantones Rocafuerte y Junín; al sur con el cantón Santa Ana; al este con el Cantón Bolívar y al oeste con el Océano Pacifico.

3.2.2 MICRO LOCALIZACIÓN

La cantera San José pertenece a la ciudad de Portoviejo, provincia de Manabí y está ubicada en el Km 5 y 1/2, vía Picoaza la Sequita.

La cantera MEGAROCK pertenece a la ciudad de Portoviejo, provincia de Manabí y está ubicada en el Km 20, vía Picoaza la Sequita.

[2] http://teodoro8.tripod.com/mipagina/id13.html

3.3. JUSTIFICACIÓN

Las vías en la actualidad presentan un sin número de problemas, principalmente el rápido deterioro, esto debido al mal desarrollo constructivo, o al no cumplimiento de las especificaciones y normas a las que se deben regir MTOP, pero a su vez, muchas ocasionadas por la mala calidad de los materiales con los cuales se construyen estas vías.

El fin con el que se realizó esta investigación, es de dotar con información veraz y confiable relacionada a materiales alternativos para la construcción de caminos, a la colectividad de estudiantes, además que servirá de apoyo a toda la comunidad tanto universitaria como general, para ello es de suma importancia que se difunda esta información, la cual se encaminará a cumplir todas las normativas locales que existan para el uso de Base/sub-base.

Mediante el desarrollo de esta investigación y gracias a la experiencia obtenida por medio de los ensayos que llevaron a cabo en el laboratorio de suelos de la Universidad Técnica de Manabí, fuimos capaces de diseñar una mezcla que sea capaz de cumplir las funciones de Base/Sub-base.

MARCO TEORICO

CONCEPTO Y CLASES DE PAVIMENTOS

Los pavimentos son estructuras que se componen por varias capas de suelo que cumplen características ideales con las que no cuenta el suelo natural para resistir las solicitaciones requeridas, estas capas tienen como finalidad el distribuir las cargas vehiculares aplicadas en la sub-rasante.

Una estructura de pavimento está formada por varias capas de materiales para mejorar el suelo, colocadas una sobre otra, relativamente horizontales, que se construye y se diseña con los materiales de características adecuadas y compactados, proporcionando la superficie de rodamiento para que se pueda efectuar el tránsito de una forma cómoda y rápida.

La estructura de pavimento debería tener la capacidad de proveer.

- Una capacidad aceptable en la calidad de manejo.
- Una resistencia efectiva al deslizamiento, agrietamiento y ahuellamiento.
- Un bajo nivel de ruido, y los niveles de reflejos de luz adecuados.

El objetivo final de la estructura es transmitir las cargas de la llanta de tal manera que no se sobrepase la capacidad portante de la sub-rasante. Figura 1

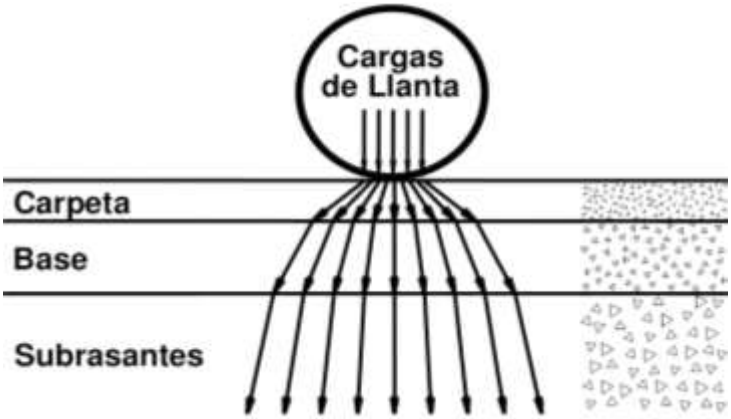


Figura 1: Esquema La estructura del pavimento

Los pavimentos que generalmente se usan en el Ecuador se los define de la siguiente manera:

- Pavimentos flexibles o asfálticos
- Pavimentos semi-rígidos o semi-flexibles
- Pavimentos rígidos
- Pavimentos articulados

PAVIMENTOS FLEXIBLES O ASFÁLTICOS

Su superficie de rodamiento está constituido por una capa de material asfaltico, también llamada carpeta asfáltica, la cual se pliega a deformaciones pequeñas de las capas inferiores sin que exista una falla estructural, a las capas inferiores en la que está apoyada la estructura de pavimento se las denomina base y sub-base, sin ser obligatoria la presencia de una de estas capas, justificándose la presencia de las mismas por características de los materiales que constituyen el pavimento.

PAVIMENTOS SEMI-RÍGIDOS O SEMI-FLEXIBLES

Este tipo de pavimentos tienen una estructura igual a la de los pavimentos flexibles, con la diferencia de que las capas por la cual están conformada se las rigidiza de manera artificial, mediante el uso de aditivos que en la mayoría de los casos se dan los siguientes: Cementos, enzimas, cal, asfalto, emulsión asfáltica, y químicos.

En términos más amplios, los pavimentos semirrígidos están conformados por la combinación de pavimentos flexibles y pavimentos rígidos, esto consiste en que la capa rígida esté por debajo y la capa flexible por encima, lo usual es que la estructura de este tipo de pavimento contenga una capa base rigidizada con concreto PORTLAND junto a una superficie de rodadura de carpeta asfáltica.

La justificación que existe para el uso de los aditivos, viene dado por el mejoramiento de los materiales para que cumplan las características del suelo que no cumplen los materiales cercanos y que pueden cumplir materiales más distantes, por lo que conseguir materiales que están lejos de la obra aunque cumplan las

características necesarias puede resultar menos económico que mejorar un suelo cercano con aditivos para hacerlo llegar a las características requeridas.

PAVIMENTOS RÍGIDOS

Es una estructura de pavimento que está conformada de manera principal por una losa de hormigón armado, apoyado sobre capas de materiales seleccionados, aunque en ocasiones se apoya directamente sobre la sub-rasante, esto se debe a la alta rigidez que presenta el hormigón armado y su alto coeficiente de elasticidad, la distribución o repartición de esfuerzos se lo realiza sobre una zona amplia.

Una de las propiedades que tiene el hormigón armado es la capacidad de resistir los esfuerzos a tensión, por lo que tiene un buen funcionamiento o comportamiento en caso de que la sub-rasante contenga zonas frágiles.

La resistencia da la losa de hormigón armado es una variable de la cual depende el pavimento rígido, por lo que los esfuerzos que se distribuye en las otras capas de pavimento por medio de la losa de hormigón armado son mínimos y tienen una baja influencia para el diseño en el espesor del pavimento.

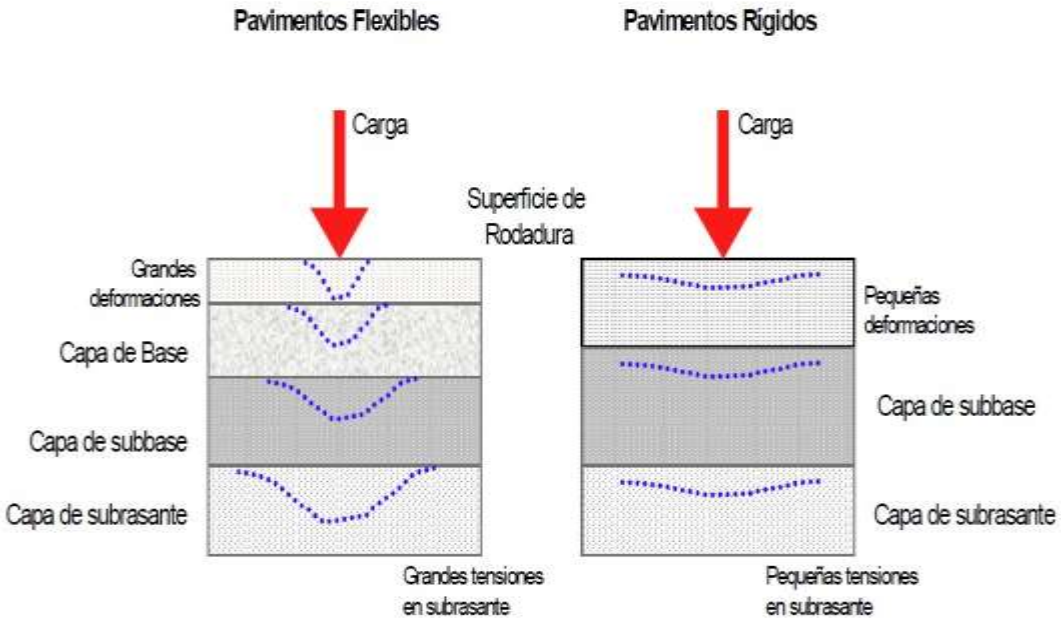


Figura 2: Esquema del comportamiento diferente que existe entre los pavimentos Flexibles y Rígidos en presencia de una carga.

BASES PARA PAVIMENTOS

Estructura de pavimento: Capas de materiales

De forma general la estructura de pavimento está conformada por un conjunto de capas de la siguiente forma:

- Sub-rasante
- Sub-base
- Base
- Capa de rodadura

Las definiciones siguientes están basadas en el Manual Centro Americano para Diseño de Pavimentos.

SUB-RASANTE

Es el terreno sobre el cual se apoya la estructura de pavimento, y se encuentra en una profundidad adecuada que no afecte el diseño de la estructura de pavimento en base a la carga de diseño que corresponde al tránsito vehicular previsto.

Esta capa puede estar diseñada en relleno o en corte y una vez q esté compactada debe tener las pendientes y secciones transversales de forma detallada en las planos de diseños finalizados.

El espesor de las capas de pavimento tiene una relación con la sub-rasante, tratando de que esta alcance la resistencia para las solicitaciones obtenidas, así mismo otros efectos causados por la humedad como son; inmunidad e incompresibilidad a la contracción y expansión.

Básicamente el diseño de pavimento es ajustar en la sub-rasante la carga de diseño por rueda, que se ajusta distribuyendo el esfuerzo por medio de las capas superiores de la estructura, en caso que la sub-rasante no cumpla las características se le coloca un material de mejoramiento.

SUB-BASE

Es una capa de suelo que forma parte de la estructura de pavimento que cumple con el funcionamiento de soportar de una manera uniforme repartida las cargas que se provocan sobre la superficie de la capa de rodadura y poderla distribuir y trasmitir a las sub-rasante.

La Sub-base debe soportar las variaciones que afectan al suelo, controla los cambios de elasticidad y volumen que pueden dañar el pavimento.

La sub-base es una capa se la puede utilizar también como drenaje y también para controlar el ascenso capilar de agua, para esto se utilizan materiales granulares puesto que el ascenso de agua produce la hinchazón en suelos no granulares debido a las bajas temperaturas, la estructura de pavimento podría fallar si no se coloca una sub-base con las características óptimas.

Esta capa está ubicada sobre la sub-rasante y por debajo de la base y la capa de rodadura sucesivamente.

Aquí se presenta las clases de sub-bases por su granulometría propuestos por el MOP. Tabla 1

TAMIZ		**Porcentaje en peso que pasa a través**		
		CLASE 1	**CLASE 2**	**CLASE 3**
3"	(76.2 mm.)	--	--	100
2"	(50.4 mm.)	--	100	--
1 ½	(38,1 mm.)	100	70 - 100	--
Nº 4	(4.75 mm.)	30 - 70	30 - 70	30 - 70
Nº 40	(0.425 mm.)	10 - 35	15 - 40	--
Nº 200	(0.075 mm.)	0 - 15	0 - 20	0 - 20

Tabla 1: Clasificación de Sub bases

Fuente: MOP-001-F-2002. (2002)

BASE

Es la capa que forma parte de la estructura de pavimento y que sirve de soporte para la capa de rodadura, puesto que está ubicada entre la capa de rodadura y la sub-base, la función que cumple la capa de base es la de distribuir las cargas vehiculares que se producen en las capa de rodadura a las capas inferiores como lo es la sub-base, para que por medio de esta capa se trasmita a la sub-rasante.

Las bases especificadas son las siguientes:

- Base Granular
- Base Estabilizada

BASE GRANULAR

Es la capa que forma parte de la estructura del pavimento que se encuentra apoyada sobre la sub-base y sirve para apoyar la capa de rodadura, esta capa está compuesta por piedra triturada de buena calidad y mezclada con material de relleno, grava y suelos arenosos en su estado natural.

Para que este material granular cumpla las características optimas los componentes deben ser clasificados y luego estudiado para ver si cumple el funcionamiento como base para la estructura de pavimento.

La estabilidad deberá depender de la graduación de partículas, la densidad relativa la cohesión, la forma y la fricción interna, las propiedades antes mencionadas deben tener una relación entre la cantidad de agregados finos y agregados gruesos.

MATERIALES GRANULARES

Se lo denomina material granular a la grava, limo o arena con alto nivel de porosidad y que no contenga plasticidad, estos fragmentos también se producen por acciones de erosión. Su forma y tamaño depende de: El grado de meteorización, de las características de donde se originó (Roca Madre), y el desgaste que sufrió mientras se lo transportaba.

La localización de este material está en lugares muy variados de la superficie de la tierra, tales como; los restos volcánicos, los depósitos de glaciares, los lechos de ríos y lagos, en el fondo de los valles y las brechas de falla. Dada sus características se lo utiliza en otras infraestructuras como material de cimentación, y en construcciones de carreteras, vías ferroviarias y presas. A este material se le hacen estudios sometidos a diferentes cargas para poder darle más uso en otras obras.

Su clasificación se determina por el tamaño de las partículas por las cuales está formado. Partiendo de un tamaño menor hacia uno mayor tenemos: limos, arenas, gravas, y escolleras.

TÉCNICA PARA LA DETECCIÓN O DESCUBRIMIENTO DE LOS YACIMIENTOS Y CANTERAS

De los descubrimientos más recientes para la detección de yacimientos de canteras se emplea métodos eléctricos que mediante detectores especiales y a esto sumado el plano de resistencia que tiene el terreno se fijan líneas de potencias variadas que se manifiestan en el suelo. Otro de los métodos más antiguo es usar aparatos de electromagnetismo.

MÉTODOS DE DISEÑOS EMPÍRICOS

Generalmente se usan métodos empíricos o mecánicos para el diseño de una estructura de pavimento flexible. La metodología empírica tiene as relación con los pavimentitos construidos in situ, mediante las mediciones y observaciones de campo, con aquellos factores que provocan la disminución de funcionalidad de la estructura, los factores que influyen de forma importante son; la calidad de los materiales utilizados para la construcción, el tipo de suelo y el mejoramiento o fundación de la sub-rasante, las condiciones climáticas también llamadas condiciones ambientales principalmente la temperatura y la lluvia, y el más importante de todos que es la carga vehicular provocada por el tránsito.

Todos estos factos influyentes en la construcción de la estructura de pavimento son estudiados para relacionarlos a los mecanismos que le darán la importancia a la estructura y encontrar el método adecuado de construcción.

MATERIAL DE MEJORAMIENTO ESTABILIZADO

La capa de mejoramiento forma parte de la estructura de pavimento, se la denomina también como una sub-rasante mejorada, que es sobre la cual se apoya el resto de la estructura, este material de mejoramiento es para mejorar las sub-rasante cuando no cumple las características ya que su valor de CBR está por debajo del 3%.

La estabilización es un tratamiento que se le da al material utilizando productos estabilizadores como; el cemento, el asfalto, la emulsión asfáltica y la cal, estos productos se mezclan al material con el fin de mejorar sus características de estabilidad y resistencia para poder usarlos como un material mejorado que alcance las características de una sub-base o unas base, tomando en cuenta también aspectos económicos.

EMULSIONES ASFÁLTICAS

Es un conjunto de pequeñas partículas dispersas producidas por la mezcla de asfalto, productos emulsificantes y agua, esta combinación crea una mezcla estable. Este sistema de emulsiones se forma en dos fases; donde una fase se llama dispersante que se la conoce también con el nombre de fase continua y la otra se llama dispersa o fase discreta.

COMPOSICIÓN DE LA EMULSIÓN ASFÁLTICA

"La emulsión está compuesta por:

- **60**% de asfalto: Se recomienda utilizar el asfalto (150-200) que es menos viscoso y por tanto requiere de una menor temperatura (120° C-130° C) para la elaboración de la emulsión. En caso de usar el asfalto (50-70) se calentará a una temperatura que oscile en el rango de (160° C - 180° C).
- **38.5% de agua destilada** con un PH entre (9-11)
- **1.5% de emulgente**, resina vegetal (Vinsol) (80 - 85) % y sosa cautica (10 – 15) %".[3]

[3]BRACHO, C. L. (2005). *Cuaderno FIRP S366C Emulsiones asfálticas.* Mérida, Venezuela: Universidad de los Andes, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Química.

AGENTE EMULSIVO

El agente emulsivo es uno de los agregados o componentes más importantes de la emulsión asfáltica, puesto que las que las propiedades de emulsión dependen principalmente de este agente. Este agente controla la rotura y mantiene en suspensión unas gotitas de asfalto. El agente emulsivo es una sustancia tenso-activa que influye mediante la tensión superficial.

OBJETIVO DEL AGENTE EMULSIVO

El agente emulsivo tiene como objetivo, que se disperse establemente en el agua el contenido de asfalto, con una estabilidad suficiente para ser bombeada y almacenada mediante el periodo de mezcla y prolongación. La emulsión asfáltica al tener contacto con el agregado en un mezclador debe romper inmediatamente, o mediante la distribución la rotura se forma en la separación del asfalto con el agua, para luego hacer el curado conservando la resistencia, la durabilidad y la capacidad adhesiva al agua, características que se sostienen del contenido asfaltico con el cual fue elaborado.

VARIABLES QUE AFECTAN LA CALIDAD Y EL RENDIMIENTO DE LA EMULSIÓN ASFÁLTICA

"Existe una variación de factores que pueden alterar las características de la emulsión en las distintas fases de elaboración, almacenamiento, el uso y la forma de comportarse. Todos los factores existentes tienen una importancia irrelevante en la alteración de la emulsión. Entre las variables se describen las siguientes:

- Propiedades químicas de la base de cemento asfáltico.
- Dureza y cantidad del cemento asfáltico de base
- Tamaño de las partículas de asfalto en la emulsión.
- Tipo y concentración del agente emulsivo.
- Condiciones de elaboración tales como temperatura, presión, y esfuerzo para separar las partículas de asfalto (afectan al molino coloidal)
- Carga iónica en las partículas de emulsión.
- Orden en que se agregan los elementos.

- Tipo de equipo empleado en la elaboración de la emulsión.
- Propiedades del agente emulsivo.
- Adición de modificadores químicos o de polímeros.
- Calidad del agua (dureza del agua) .”[4]

LAS EMULSIONES

Las emulsiones pueden ser definidas como la mezcla de dos líquidos que no pueden ser mezclados, como una dispersión fina estabilizada entre ambos líquidos, unidos por un emulsificante y un emulgente. El sistema de la emulsión está constituidos por las fases de, una posibilidad nula total en la mezcla de los dos líquidos y una posibilidad nula parcial de mezcla.

En la siguiente Figura 3 se aprecia un dibujo esquemático de una emulsión.

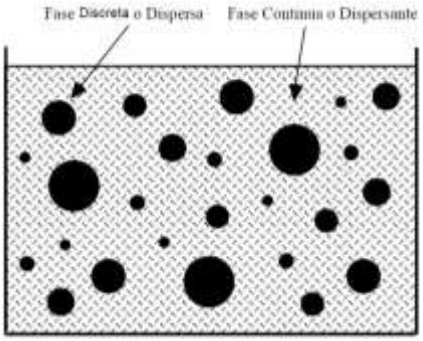


Figura 3: Diagrame esquemático de una emulsión

El tamaño de la fase dispersa de manera general tiene una dimensión lineal que está comprendida entre 1 nanómetro y 1 micra. Estos tamaños relativamente pequeños son los que le dan las propiedades importantes a la emulsión. La multidisciplina de la ciencia que trata las emulsiones, involucra a las ramas químicas, físicas, biológicas, etc. Las dispersiones que existen en las partículas son de diferentes tamaños y diferentes tipos de medios, entre las cuales encontramos las emulsiones que es una dispersión que existe entre dos líquidos.

En la tabla 2 se muestran los tipos de suspensiones.

[4] National Lime Association. Manual de estabilización de suelostratados con cal, 2004.

Fase Continua	Fase Discreta	Sistema
Gas	Líquido	Niebla, Rocío, Aerosoles
Gas	Sólido	Aerosol, Smoke
Líquido	Gas	Espuma
Líquido	Líquido	Solución Coloidal, Emulsión
Líquido	Sólido	Gel, Sol, Suspensión, Solución Coloidal
Sólido	Gas	Zeolitas, Espumas Sólidas (piedra poma)
Sólido	Líquido	Emulsión Sólida, Gel
Sólido	Sólido	Aleación

Tabla 2: Tipos de Suspensiones

IMPORTANCIA DEL TAMAÑO DE PARTÍCULAS EN LAS EMULSIONES

"La ciencia de las emulsiones requiere un capítulo especial, ya que este tipo de sistemas no está en el dominio microscópico (del orden de 1 Å), ni en el dominio macroscópico (del orden de 100 micras)"[2]. Ellas se encuentran en un nivel de descripción intermedio llamado mesoscópico.

Cuando subdividimos un trozo de material, el área total de las partes es mayor que el área original. Esto es debido a que, como el volumen va como R3, al dividir el radio, por ejemplo a la mitad, el volumen se reduce por un factor de 8 y como la masa es proporcional al volumen, el número de esferas se incrementa por un factor también de 8.

Por otro lado, como el área va como R_2 , al dividir él radio a la mitad, el área de cada esfera pequeña se reduce por un factor de 4, pero como el número de partículas se incrementa por un factor de 8, entonces hay un aumento neto del área total por un factor."[5]

LOS EMULSIFICANTES

Un emulsificante es un conjunto de elementos orgánicos con un elevado peso molecular que se asemeja entre 100 y 300, tiene una cadena hidrocarbonada sea esta

[5] SANZ, Julián, (1994), Innovaciones en las Emulsiones Asfálticas, México.

de forma lineal o cíclica, a la que se la conoce como parte hidrofóbica, que puede disolverse al mezclarse con un líquido en el medio orgánico como puede ser el caso del asfalto, y tiene un grupo polar de tipo orgánico e inorgánico, al que se lo denomina como parte hidrofilica, y esta puede disolverse al mezclarse en el medio abundante de agua.

Los emulsificantes de manera general están compuestos por alkilo R el cual es una cadena hidrocarbonada sea esta de forma lineal o cíclica, lo que es un componente hidrofóbico y un grupo polar de tipo orgánico e inorgánico, lo que es un componente hidrofilico, que se encuentra re-direccionado y se separan con el contacto del agua, quedando cargas positivas o negativas según qué tipo de emulsificante sea.

En la Figura 4 se representa la emulsión aniónica y canónica.

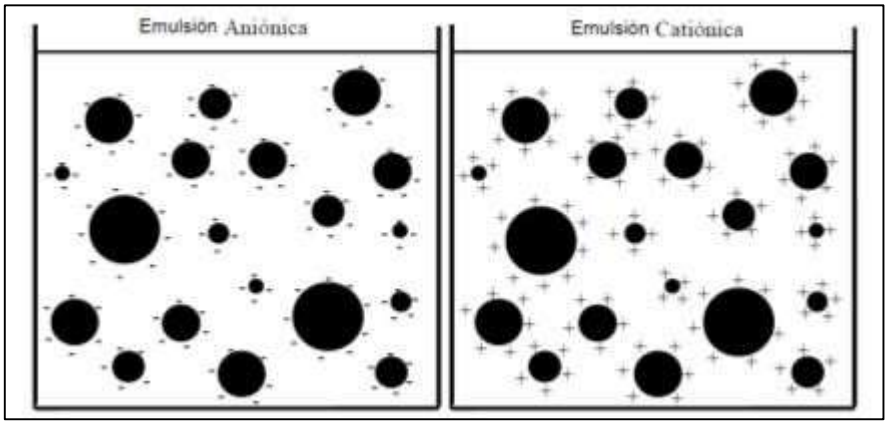


Figura 4: Representación en un esquema de la emulsión aniónica y canónica

Las emulsiones definen su tipo de acuerdo al tipo de emulsificante. Los aniónicos, contienen grupos ácidos en su cadena hidrocarbonada con una carga eléctrica negativa, y tiene una fórmula de manera general que se representa como: R-COONa. Donde R es la cadena de ácido graso que constituye la parte polar de la molécula y COONa es la parte polar.

Para estabilizar el sistema se necesitan estabilizantes iónicos, puesto que estas partículas obtienen cargas del mismo signo que se repelen entre ellos.

ESTABILIDAD DE LAS EMULSIONES

Para la estabilidad de las emulsiones tenemos, las liofilicas que es una solución estable de manera indefinida, por otro lado están las liofóbicas, a estas emulsiones no les agrada el solvente, tratándose de separar en dos fases con el objetivo de disminuir la energía libre superficial de Gibbs, y esto las vuelve inestables.

Puesto a la diferencia variada en los tipos de estabilidad, se pone la concentración en la estabilidad por separación de fases. El significado de esta inestabilidad es que se van formando agregados o partículas más grandes cuando las partículas empiezan a unirse. Un sistema de estabilidad se lo define cuando de manera uniforme se distribuye en el medio continuo las pequeñas partículas en la emulsión, y de esta manera tengan una permanencia en el transcurso del tiempo.

TIPOS DE EMULSIONES ASFÁLTICAS

De acuerdo al tipo de emulgente, estas emulsiones pueden clasificarse de la siguiente manera:

- **Emulsiones Anicónicas**

Es cuando se sumergen dos electrodos en ella y hace que pase una corriente eléctrica, los glóbulos se dirigen hacia el lado positivo, por lo que hace que posea cargas negativas.

- **Emulsiones Catiónicas**

La estabilidad de las emulsiones catiónicas queda asegurada por la oposición electroestática de los glóbulos de asfalto, los cuales forman cargas positivas alrededor.

Las emulsiones asfálticas por su estabilidad se clasifican en los siguientes tipos:

- **De rompimiento Rápido**

Este tipo se lo puede utilizar en carpeta por sistema de riegos y también para riegos de liga.

- **De rompimiento medio**

Este tipo se aplica para carpetas de mezcla en frio elaboradas en planta, se los utiliza mayormente en trabajos como; nivelación, bacheos y sobrecargas, y se lo utiliza también en casos en el que el contenido de finos es menor o igual al 2%.

- **De rompimiento lento**

Este tipo se aplica para carpetas de mezcla en frio elaboradas en planta y para estabilizar asfalto.

- **Para Impregnación**

Este tipo se lo utiliza para proteger de las variaciones del medio ambiente a la sub-base y/o base hidráulica.

- **Súper Estables**

Este tipo se lo aplica para la recuperación de pavimentos y para la estabilización de materiales.

En la tabla 3 se especifica la clasificación de emulsiones asfálticas según su tipo, contenido de asfalto en la emulsión y su polaridad.

CLASIFICACIÓN DE EMULSIONES ASFÁLTICAS

Clasificación	Contenidos de Asfalto (% en masa)	Tipo de Rompimiento	Polaridad
EAR-55	55	Rápido	Aniónica
EAR-60	60	Rápido	Aniónica

EAM-60	60	Medio	Aniónica
EAM-65	65	Medio	Aniónica
EAL-65	55	Lento	Aniónica
EAL-65	60	Lento	Aniónica
EAI-60	60	Para Impregnación	Catiónica
ECR-60	60	Rápido	Catiónica
ECR-65	65	Rápido	Catiónica
ECR-70	70	Rápido	Catiónica
ECM-65	65	Medio	Catiónica
ECL-65	65	Lento	Catiónica
ECI-60	60	Para Impregnación	Catiónica
ECS-60	60	Sobre-Estabilizada	Catiónica

Tabla 3: Clasificación de las Emulsiones Asfálticas

REQUISITOS DE CALIDAD PARA LA EMULSIÓN ASFÁLTICA

Las emulsiones asfálticas deben ser satisfactorias en los requisitos de calidad como se mostrara en las siguientes tablas.

En la tabla 1.4 se indica la clasificación de las emulsiones aniónicas y los requisitos de calidad establecidos que de cumplir.

Requisitos de Calidad para Emulsiones Asfálticas Aniónicas

Características	EAR-55	EAR-60	EAM-60	EAM-65	EAL-55	EAL-60	EAI-60
Contenidos Asfalto	55	60	60	65	55	60	60
Viscosidad S-F (25C)	5	--	--	--	20	20	5
Viscosidad S-F (50C)	--	40	50	25	--	--	--
Asentamiento (5 días)	5	5	5	5	5	5	5
Retenido en Malla 20	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Pasa 20 retiene 60	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Cubre Agregado Seco	--	--	90	90	90	90	--
Cubre Agregado Húmedo	--	--	75	75	75	75	--
Miscible Cemento Portland	--	--	--	--	2	2	--
Cargas de partículas	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Desmulsibilidad	60 min	50 min	30max	30max	--	--	--

Tabla 4: Requisitos de calidad para emulsiones asfálticas aniónicas

En la tabla 5 se indica la clasificación de las emulsiones catiónicas y los requisitos de calidad establecidos que de cumplir.

Requisitos de Calidad para Emulsiones Asfálticas Catiónicas

Características	**EAR-60**	**EAR-65**	**EAM-70**	**EAM-65**	**EAL-65**	**EAL-45**	**EAI-60**
Contenidos Asfalto	60	65	68	65	65	60	60
Viscosidad S-F (25C)	--	--	--	--	25	5	25
Viscosidad S-F (50C)	5	40	50	25	--	--	--
Asentamiento (5 días)	5	5	5	5	5	10	5
Retenido en Malla 20	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Pasa 20 retiene 60	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Cubre Agregado Seco	--	--	--	90	90	--	90
Cubre Agregado Húmedo	--	--	--	75	75	--	75
Cargas de partículas	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
Disolvente (vol.)	--	3	3	5	--	15	--
Índice de Ruptura	<100	<100	<100	80-140	>120	--	>120

Tabla 5: Requisitos de calidad para emulsiones asfálticas catiónicas

VENTAJAS DE LAS EMULSIONES ASFÁLTICAS

A continuación veremos una lista de ventajas que tienen las emulsiones asfálticas sobre las mezclas asfálticas fundidas en caliente y los asfaltos rebajados o tratados.

- Es un ligante asfáltico no peligroso ni contaminante, ya que su valor de agua como solvente es de 35 al 40%.
- Tiene una gran capacidad de adherencia con cualquier agregado pétreo, a pesar de que la enorme dispersión de las partículas de asfalto de tamaño muy pequeño y el uso de agentes emulsificantes de tipo catiónico forman condiciones de humedad adversas.
- Presenta un bajo costo de la fase dispersante, que es el agua.
- El manejo que tiene es seguro y sencillo, gracias a que a temperatura ambiente tiene una baja capacidad viscosa.
- Tiene un límite de almacenamiento muy amplio, ya que debido a la causa de igualdad de las densidades de sus componentes, este puede ser almacenado por semanas o meses.
- Se aplica en un lapso muy corto de tiempo, permitiendo la pronta funcionalidad de la obra en que se esté usando.
- Se puede eliminar la transportación de este tipo de materiales por grandes distancias, si se usan materiales pétreos locales.
- Cuando todos los componentes se aplican a temperatura ambiente, se hace más sencillo el uso del equipo de aplicación.
- Al aplicarlo en frío, se puede evitar la alteración del medio ambiente para que la emisión de gases o humos quede suprimida.
- Cuando es recuperable, no se crea problema en el desperdicio del agua usada como solvente.
- Recomendaciones para el uso de emulsiones asfálticas
- Las recomendaciones más generales para el uso de las emulsiones asfálticas son las que se describen a continuación:
- Si el depósito se usó para almacenar emulsiones aniónicas y se van a almacenar emulsiones catiónicas, es necesario neutralizar la acción de aquella lavando el tanque, primero con agua y posteriormente con ácido clorhídrico diluido al uno por ciento.
- Por el contrario, si el depósito se usó para almacenar emulsiones catiónicas y se quiere almacenar emulsiones aniónicas, se tendrá que lavar con agua y neutralizarlo con sosa cáustica al 0.3 por ciento.

- Para descargar más emulsión sobre la ya almacenada, es necesario que el tubo de descarga llegue al fondo para no romper la nata de la superficie, de otra forma, se corre el riesgo de obstruir las bombas
- Cuando una fábrica o compañía está establecida permanentemente en una región donde se registran temperaturas muy bajas, los tanques deben tener un sistema de calentamiento adecuado o estar cubiertos con algún sistema aislante, para evitar la congelación.
- Antes de recibir una emulsión en obra, se recomienda comprobar su calidad y el tipo de emulsión de que se trate, haciendo las pruebas de identificación que se recomiendan en cada caso.
- Una emulsión que cumple con las especificaciones de calidad, puede estar almacenada durante más de un año, si se recircula sistemáticamente para mantenerla homogénea.
- Los tanques de almacenamiento deberán tener un sistema de recirculación, con el objeto de evitar el asentamiento del asfalto contenido en la emulsión.
- Cuando los tanques de almacenamiento sean los que usa una compañía constructora, los depósitos se protegerán con mechones alrededor, lo que será suficiente para que no baje la temperatura. Si los tanques están enterrados, no hay necesidad de tomar otra medida para evitar la congelación.
- La emulsión, una vez que es desestabilizada (o sea que ya se produjo el rompimiento), no debe de re-emulsificarse aún en presencia de agua y del paso de los vehículos; por este motivo es muy importante que el emulsificante sea el adecuado.
- La temperatura ambiente que debe existir al aplicarse la emulsión, deberá ser de 10 ºC mínimos y de forma ascendente y nunca debe de hacerse cuando baje la temperatura.

ESTUDIOS DE SUELOS

Son estudios que permiten identificar y conocer las características mecánicas y físicas del suelo, y definir los elementos por el cual está compuesto este material en la

profundidad de las capas, de tal forma como es el tipo de cimentación más favorable y las deformaciones que va a sufrir la estructura por causa de los pesos establecidos.

Entre los estudios de suelos más frecuentes para el conocimiento de las características del material tenemos los siguientes:

- Humedad Natural
- Límites de Atterberg
- Granulometría (gruesa y fina)
- Compactación (proctor)
- Abrasión
- CBR

Humedad Natural

Define la cantidad de agua que retiene la masa de ese material en su estado natural.

El procedimiento de este ensayo consiste en poner a secar una muestra del material dentro de un horno a una temperatura de 105°C durante 24 horas.

Límites de Atterberg

Los límites de Atterberg son denominados como límite líquido y límite plástico, y estos límites tienen como función caracterizar el comportamiento de suelos finos.

- **Límite Líquido**

Es cuando el material de suelo pasa de un estado plástico a un estado líquido, para conocer la caracterización del material se usa la cuchara de Casagrande.

El procedimiento que se lleva a cabo es, tomar una muestra pequeña de material y añadirle agua hasta que se forme una masa pastosa ligeramente húmeda, luego se coloca una porción de la masa en la cuchara de Casagrande y se pule la superficie superior hasta que este quede paralelo a la base del instrumento, con el ranurador se

hace la incisión en el centro de la masa de tal manera que se visualice el fondo de la cuchara de Casagrande, se recomienda girar la manivela dejando que la cuchara golpee con la cazuela contando los golpes necesarios que se van dando, y si no se cumple en el primer intento debe seguir intentando variando el suelo o el agua hasta que se cumplan las tres muestras que deben contener diferentes porcentajes de agua considerando un óptimo de golpes de 15, 25, 35 secuencialmente. Luego se pesan las taras, se coloca las masas en las taras marcadas y se meten al horno para su secado y luego timar el peso seco de la muestra.

- **Límite Plástico**

Este estudio se lo hace para determinar la plasticidad del material que funciona en base a la deformación del suelo.

El procedimiento a seguir se basa en, tomar una muestra pequeña y humedecerla hasta obtener una masa o pasta, se la coloca en una placa de vidrio en la que amasándola se formara un rollito de 3mm de diámetro, a medida que se hace el rollito se va observando para detectar grietas y colocar el rollito en una tara pesada con anterioridad, usando tres taras que contengan tres rollitos cada una, luego se mete al horno para después hallar mediante cálculos la humedad en el límite plástico.

Granulometría

Es una distribución de las partículas del material en sus diferentes tamaños que se van determinando por medio de tamices, para la granulometría se hace granulometría gruesa y granulometría fina o lavada.

- **Granulometría gruesa**

Para este estudio se pasa el material por los tamices de; 4, 3, 2, 1½, 1, 3/4, 3/8 en pulgadas y retenido en el tamiz N°4.

El procedimiento consiste en pesar todo lo que se va quedando retenido en cada tamiz para luego clasificar la función que cumple como capa en la estructura de pavimento.

- **Granulometría fina**

Para este estudio el material pasante del tamiz N°4 tiene que pasar los tamices N°; 10, 40 y 200.

Para el procedimiento se toma una muestra de 500gr del material pasante en el tamiz N°4 y mientras se pasa por los tamices antes mencionados se va lavando el material para que su estudio se más efectivo puesto que es una muestra pequeña, una vez lavada la muestra recojo lo retenido y lo meto en el horno a secar, para luego pesar lo retenido en cada uno de los tamices usados en este ensayo.

Compactación o Proctor

Es un procedimiento o estudio importante para el control de calidad de la compactación del material, mediante este ensayo es posible determinar la máxima densidad en el terreno con relación al grado de humedad, a una energía determinada de compactación. Existen dos formas de ensayo el proctor standard y el proctor modificado que lo que varía es el número de golpes.

El procedimiento consiste en tomar 3 a 4 muestras de 5000gr cada una pasantes del tamiz 3/4 y se le pone diferentes porcentajes de agua a cada muestra, se recomienda como porcentajes óptimos el 0%, 3%, 6% y 9% y se usa un cilindro o molde donde se harán 5 capas de material, compactadas cada una con 56 golpes generados por un martillo de caída de 10lb, en el cual ya en el 9% de agua debería bajar el peso.

Abrasión

Es el desgaste que tiene el material por causa de las condiciones de compactación o asentamientos.

El procedimiento es tomar una muestra de 1250gr retenidos en los tamices de 1, 1/2, 3/4, 3/8 pulgadas teniendo una muestra total de 5000gr que se meten en la

máquina de los Ángeles con las 12 esferas de acero y se deja dar 500 vueltas, para luego determinar el porcentaje de desgaste que tiene el material.

CBR

Este ensayo es para determinar la capacidad de soporte del suelo, midiendo la resistencia del esfuerzo cortante del suelo, determinando las características del terreno para una sub-rasante, sub-base y base de una estructura de pavimento.

El procedimiento es tomar 6 muestras de 6000gr cada una pasante del tamiz 3/4, se le coloca un porcentaje de agua a cada muestra, que se colocara en cada cilindro haciendo 5 capas de material en cada uno, donde se harán 2 cilindros con 61 golpes, otros 2 con 27 golpes y los últimos 2 con 11 golpes por cada capa, los golpes se los dará con un martillo de caída de 10lb, y antes de compactar el material se coloca un fondo falso y un filtro de papel, después se enraza para darle la vuelta al cilindro. Una vez dada la vuelta y asegurado el cilindro se le colocan las pesas donde 3 cilindros de 61,27 y 11 golpes sucesivamente van a la piscina, es a este que se le denomina CBR en mojado o sumergido que es donde va a existir una saturación del suelo, y los otros tres cilindros se los deja al ambiente que es a lo que se le denomina CBR en seco.

4. VISUALIZACIÓN DEL ALCANCE DEL ESTUDIO

Estudio del comportamiento del material de mejoramiento tratado con emulsión asfáltica para su utilización como base/sub-base en la estructura de pavimentos.

EN LO SOCIAL

El presente trabajo tiene como finalidad potenciar la utilización de material de mejoramiento proveniente de una de las canteras que intervienen en el estudio "MEGA ROCK o SAN JOSE" estabilizada con emulsión asfáltica, para que supla en la estructura del pavimento, a los materiales de BASE/SUB-BASE, con lo cual se lograra obtener una opción más cómoda y de esta manera evitar tener problemas a la hora de construir pavimentos.

EN LO ECONÓMICO

Mediante el esfuerzo que realizaron los estudiantes que integran este grupo de proyecto de titulación, se ha logrado dotar con la información concerniente a la elaboración de los ensayos en Laboratorio de Suelos sobre la consistencia del material pétreo con la adición de una emulsión asfáltica en frio, obteniendo al final la consecución de la meta propuesta.

EN LO CIENTÍFICO

Los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera ha permitido la elaboración de este proyecto de titulación, y gracias a la ayuda de la tutora y profesores de la especialidad de la Universidad Técnica de Manabí, quienes fueron participes del análisis de los resultados de los estudios realizados en el Laboratorio de Suelos, Roca y Hormigón de la Universidad Técnica de Manabí, con lo que se logró alcanzar el objetivo de este estudio.

5. ELABORACIÓN DE HIPÓTESIS Y DEFINICIÓN DE VARIABLES

La hipótesis planteada en este proyecto de titulación: “La mezcla del material de Mejoramiento con Emulsión Asfáltica cumple las especificaciones y normas técnicas propuestas por el MTOP, y pueden ser utilizados como Base/Sub-base en la estructura del pavimento.” quedo completamente comprobada, ya que mediante el análisis realizado a los datos obtenidos de los ensayos que se llevaron a cabo en el laboratorio de suelos de la universidad sobre la estabilización del material de mejoramiento con emulsión asfáltica en frio para su utilización como BASE/SUB-BASE en la estructura del pavimento se logró determinar que el material obtenido es de excelente calidad y cumple con las normas establecidas en el MOPT, para la utilización en trabajos de pavimentación.

Mediante la técnica de estabilización de materiales pétreos con emulsión asfáltica, es posible aprovechar de mejor manera el material proveniente del yacimiento que se establece en el estudio, cantera “MEGAROK o SAN JOSE”, que mediante el análisis quedo comprobado la excelente consistencia de dicha mescla asfáltica, para realizar todo tipo de trabajo de pavimentación.

5.1 HIPÓTESIS

La mezcla del material de Mejoramiento con Emulsión Asfáltica cumple las especificaciones y normas técnicas propuestas por el MTOP, y pueden ser utilizados como Base/Sub-base en la estructura del pavimento.

5.2 DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES

5.2.1 VARIABLE INDEPENDIENTE.

Material de mejoramiento tratado con emulsión asfáltica

5.2.2 VARIABLE DEPENDIENTE.

Base/ sub-base de estructura de pavimento

5.2.3 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.

MANIFESTACIÓN	CATEGORÍA	INDICADOR	ITEMES	TÉCNICA
MATERIAL DE MEJORAMIENTO Los agregados empleados en la construcción de estructuras de pavimento, deben cumplir con requisitos de granulometría y especificaciones técnicas.	Material de mejoramiento.	Normativas del material de mejoramiento.	¿Conoce usted las normativas del Material de Mejoramiento?	Observación de campo.
	Estabilización de Suelos.	Variantes de estabilización de suelos.	¿Conoce las variantes de estabilización de suelos?	Observación de campo.
	Ensayos de laboratorio de suelos.	Tipos de estudios en las características del suelo.	¿Conoce los diferentes tipos de ensayos de laboratorio de suelo?	Observación en Laboratorio.

MANIFESTACIÓN	CATEGORÍA	INDICADOR	ITEMES	TÉCNICA
BASE/ SUB-BASE Base/Sub-base son las capas que se encuentra entre la capa de rodadura y la subrasante en un pavimento asfáltico	Material de Base/Sub-base.	Tipo de los materiales para Base/Sub-base.	¿Conoce usted los tipos de materiales para Base/Sub-base?	Observación de campo.
	Estructuras de Pavimentos.	Clasificación de estructuras de pavimentos.	¿Conoce usted la clasificación de estructuras de pavimentos?	Observación de campo.
	Granulometría del material.	Características del material.	¿Conoce usted las características de los materiales para Base/Sub-base?	Observación en laboratorio.

6. DESARROLLO DEL DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

6.1 OBJETIVOS

6.1.1 OBJETIVO GENERAL

- Establecer un diseño de mezcla del material de Mejoramiento tratado con Emulsión Asfáltica para que cumpla las funciones de Base/Sub-base en la estructura del pavimento.

6.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar el material de Mejoramiento en su estado natural
- Aplicar estrategias para obtener resultados de las muestras tratadas con los diferentes porcentajes de emulsión asfáltica.
- Proponer una mezcla adecuada de mejoramiento con emulsión asfáltica que alcance un funcionamiento óptimo de base/sub-base

6.2 CAMPO DE ACCIÓN

Estudio y análisis de los materiales de las canteras “MEGA ROCK y SAN JOSE” con la finalidad de elegir el material idóneo al cual en el Laboratorio de Suelos, Roca y Hormigón de la Universidad Técnica de Manabí mediante los ensayos, demostrar la consistencia del mismo con una mescla de emulsión asfáltica en frio.

BENEFICIARIOS

El proyecto de titulación "**ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL MATERIAL DE MEJORAMIENTO TRATADO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA PARA SU UTILIZACIÓN COMO BASE/SUB-BASE EN LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS.**" Consta de dos tipos de beneficiaros los cuales son:

BENEFICIARIOS DIRECTOS

- Los propietarios de la cantera que resulte más conveniente realizar el estudio "MEGA ROCK o SAN JOSE".
- Autores del trabajo de titulación.

BENEFICIARIOS INDIRECTOS

- Profesionales de la Ingeniería Civil
- Comunidad en general

7. DEFINICIÓN Y EVALUACIÓN DE LA MUESTRA

POBLACIÓN Y MUESTRA

La población universo tomada para este proyecto de titulación, estuvo constituido por las canteras “MEGAROK y SAN JOSE” de la provincia de Manabí, en las cuales encontramos el material granular al cual se les aplico las respectivas pruebas de laboratorio.

MUESTREO.

Para llevar a cabo la realización de esta investigación se ha utilizado materiales provenientes de dos canteras, de los cuales y por medio del análisis de sus cualidades naturales se elegirá el que se considere idóneo para la realización de la investigación, ya que lo que se busca es tener una idea clara del tipo de material que se extrae en dichas canteras y si cumplen las especificaciones expuestas por MTOP para la creación de caminos; pese a todo lo expuesto es necesario establecer de forma clara y concisa que el material extraído en la cantera que resulte como la elegida puede ser mejorado con la administración de emulsión asfáltica y de este modo brindar los mejores resultados en lo que concierne a consistencia y estabilidad de los caminos en los que podría ser empleada.

8. RECOLECCÓN DE DATOS

MUESTRAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

El principal método, técnica por el cual se desarrolló esta investigación, es por medio de la prueba de ensayo de materiales, los mismos que fueron realizados en el Laboratorio de Suelos Roca y Hormigón de la Universidad Técnica de Manabí, estos ensayos fueron aplicados a las muestras provenientes de las canteras "MEGA ROCK y SAN JOSE" y estos ensayos fueron los siguientes:

- Humedad natural
- Granulometría
- Limites de Consistencia
- Abrasión
- Compactación
- CBR
- Estabilidad de la emulsión.

NORMAS EMPLEADAS EN EL PROYECTO DE TITULACIÓN

NORMAS EMPLEADAS

ASTM D-2216 Contenido de humedad Natural.
ASTM D-422 Análisis granulométrico por tamizado
ASTM D-4318 Limite plástico
ASTM D-2487 Clasificación SUCS-incluye granulometría y L.A.
AASHTO M-145 Clasificación ASSHTO-incluye granulometría L.A
ASTM D-1557 Ensayo de Proctor Modificado
ASTM D-140 Práctica estándar para el muestreo de los materiales bituminosos.
ASTM D-1883 C.B.R. (Incluye Proctor)

9. ANALISIS DE LOS DATOS (ESTADÍSTICOS VERIFICACIÓN DE OBJETIVOS)

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (NORMA ASTM D-2216)

El contenido de humedad o porcentaje de humedad de un suelo es la relación que existe entre el peso del agua que contiene y el peso de las partículas sólidas que conforman la muestra, el cual debe ser siempre expresado como un porcentaje. Este porcentaje es de sencilla obtención y tiene una gran utilidad. Los poros que existen en los agregados, en muchos de los casos pueden estar llenos con agua, teniendo un grado de humedad, este es de vital importancia, ya que depende de este el porcentaje de agua que necesitara para otros ensayos.

OBJETIVO

Determinar el contenido de agua que contiene una muestra representativa de material en porcentaje

EQUIPO

- Horno (tipo tiro forzado con control automático con el fin de que logre mantener una uniforme y constante temperatura de 110 +- 5 ° centígrados.
- Balanza electrónicas con precisión de 0,01 gr
- Taras de metal

PROCEDIMIENTO

Realizar el ensayo a todo el material resulta innecesario, por lo que solo se debe realizar a muestras representativas, el material que se utiliza en el ensayo debe de almacenarse en recipientes susceptibles a la corrosión a una temperatura que se encuentre entre los 3 y 30 grados centígrados y en un lugar que no esté expuesto a la luz directa del.

Se procede de la siguiente manera.

1. Se pasa el material por el tamiz numero ¾

2. Seleccionar los recipientes en los cuales se colocaran las muestras, siempre teniendo en cuenta que los recipientes deben estar secos y limpios tomando como datos el número de recipiente en la hoja de datos.

3. Pesar los recipientes vacíos y anotar los valores correspondientes para cada recipiente en la hoja de datos.

4. Tomar las muestras del material pasado por el tamiz ¾ y colocarlos en los recipientes, tomando para cada muestra los pesos y colocándolos en la hoja de datos.

5. Llevar los recipientes al horno precalentado a unos 110 ± 5 ° de temperatura durante aproximadamente un día.

6. Pesar las muestras sacadas del horno y anotando los respectivos pesos para cada muestra en la libreta de datos

Cantera San José

N° TARRO	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% W	% PROMEDIO
HUMEDAD NATURAL					
12	308,32	289,34	82,32	9,17	10,03
48	246,56	230,56	79,96	10,62	
17	252,24	235,50	72,73	10,28	

Tabla 6: Humedad Natural de la cantera "San José"

Resultado:

Se puede observar que el ensayo realizado al material proveniente de la cantera "SAN JOSE" Presenta una humedad natural de 10,03 %.

Cantera MEGAROK

N° TARRO	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% W	% PROMEDIO
HUMEDAD NATURAL					
5	198,75	183,39	82,32	15,20	16,06
7	232,41	210,51	79,96	16,78	
21	264,56	237,80	72,73	16,21	

Tabla 7: Humedad Natural de la cantera "MEGAROK"

Resultado:

Se puede observar que el ensayo realizado al material proveniente de la cantera "MEGAROK" Presenta una humedad natural de 16,06 %.

DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL MATERIAL

Los materiales pétreos, por los mismos métodos por los cuales son extraídos de los yacimientos tienen diversas composiciones granulométricas, las cuales para poder determinar el material con el cual se está trabajando se vuelve necesario determinar la distribución de los tamaños de las partículas que conforman el agregado.

Cada uno de los materiales que son utilizados en la edificación de pavimentos requiere el cumplimiento del tamaño de las partículas que forman dicho material, lo cual se consigue por medio del establecimiento de márgenes, márgenes entre los cuales deben encontrarse las partículas del material estudiado en ciertas proporciones.

Es necesario que las partículas dentro del agregado se enmarquen dentro de los porcentajes que debe cumplir según las especificaciones, para esto es necesario comprender el método de medición del tamaño de dichas partículas.

Granulometrías

La granulometría se determina mediante el análisis del material que pase o quede retenido en cada uno de los tamices designados para el ensayo.

Al realizar el análisis de tamices se debe pasar el material de muestra por una serie de tamices con diferentes tamaños de aberturas, cada uno de los tamices debe tener una abertura de un tamaño definido y especifico.

Los agregados dependiendo de su tamaño quedan clasificados en dos grupos, si el material de muestra queda retenido en tamices de aberturas grandes se considera agregado grueso, y si queda retenido por tamices de aberturas pequeñas se denominara agregado fino.

Al realizar la granulometría de un agregado se debe tener en cuenta el peso total de la muestra.

La granulometría se logra determinar por medio del cálculo de los pesos del material retenido en cada tamiz calculando los porcentajes de los materiales retenidos en cada uno de los tamices tomando en cuenta el peso total de la muestra.

Las fracciones de los agregados estarán definidos por medio de los siguientes datos.

- Agregado Grueso: Todo el material retenido por el Tamiz N° 4
- Agregado Fino: Todo material que pase el Tamiz N° 4

Para determinar la graduación de los materiales, existen dos tipos de ensayos.

Tamizado en Seco

Para el análisis granulométrico de agregados gruesos y finos para tamizado en seco según el MOP (MOP-001-F-2002, 2002) sugiere se siga la Norma INEN 697, (AASHTO T-27).

Tamizado por vía húmeda

Para el análisis granulométrico de agregados grueso y finos para tamizado por vía húmeda según el (MOP-001-F-2002, 2002) sugiere se siga la Norma INEN 696, (AASHTO T-11).

OBJETIVO

Determinar de manera cuantitativa la distribución de tamaños de la muestra de mejoramiento, la cual será objeto de estudio.

EQUIPO

1. Horno para secado
2. Tamices de diversos diámetros de aberturas: 3, 2, 1 ½, 1, ¾, ½, 3/8, N° 4, N°10, N° 40, N° 200
3. Bandejas en las cuales colocar las muestras
4. Balanza digital con sensibilidad de 0,1 gr

PROCEDIMIENTO

Se realiza el ensayo a una muestra representativa, y se procede de la siguiente manera:

1. Se cuartea la muestra manualmente con la ayuda de palas para obtener una muestra más representativa del material por ensayar, esto con el fin de que las partículas se encuentren lo más homogéneas como sea posible, para lo cual es necesario revolver bien el material, y una vez el material este lo más homogéneo como se pueda se procede a distribuir el material buscando que quede plano pero con unos cuatro centímetros de espesor, una vez se encuentre de esta manera se divide con la pala en cuatro partes "se cuarta" y se toma dos las cuales deben ser opuestas y se desecha las dos sobrantes.
2. El material obtenido mediante el procedimiento anterior se lleva al horno por 24 horas a 110 °C de ser necesario, si el material no presenta demasiada humedad no es necesario el ir al horno, ya que lo que se busca es conseguir que el material tenga un peso constante.
3. Se pesa el material en la balanza, para el Tamizado en Seco se necesita una muestra de más de 6000 gr y para el caso de la Serie Fina basta con 500 gramos del material pasante del Tamiz N° 4 se anotan en la hoja de datos los valores tomados.
4. Se Lleva a la maquina tamizadora, o se tamiza a mano, se deben de colocar los tamices de manera descendente hasta el Tamiz N°4 colocando en el fondo un recipiente en el cual tomar las muestras del material que pasen el Tamiz N°4 y se procede a Tamizar hasta que de las muestras en cada Tamiz no caiga ninguna partícula, este proceso puede durar hasta 10 minutos en la maquina tamizadora.
5. Para la Serie Gruesa se pesan cada uno de los materiales retenidos en cada uno de los tamices y el pasante del Tamiz N°4 y se anota en la hoja de datos.
6. Para la Serie Fina se toman 500 gr del material pasante del Tamiz N°4 y se procede a tamizar este material por los tamices N°10, N°40 y N°200 que se colocan de manera descendente estando al final el Tamiz N° 200.
7. Se procede a lavar la muestra de Serie Fina con agua hasta que del Tamiz N°200 no salgan impurezas.
8. Se coloca el material lavado en una tara y se lleva al horno por 24 horas a una temperatura constante de 110 +- 5 ° centígrado.
9. Se retira después de 24 horas el material y se deja enfriar unos minutos hasta que la misma pueda ser manejada con las manos.
10. Se vuelve a tamizar por los tamices N°10, N°40 y N°200 hasta que de un tamiz a otro no pase material.

11. Se pesa el material retenido en cada uno de los tamices y se los anota en la hoja de datos.

Cantera San José

ENSAYO GRANULOMETRICO

PROYECTO: Proyecto de titulacion
UBICACION: Portoviejo **LAB. Nº**
YACIMIENTO: Cantera SAN JOSE **FECHA :**
DESCRIPCION DEL MATERIAL: MEJORAMIENTO

TAMIZ	P.RETENIDO PARCIAL	P. RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICA
GRANULOMETRIA				SERIE GRUESA	
4"	0	0	0,00	100,00	100
3"	505	505	2,59	97,41	100
2½"		505	2,59	97,41	
2"	3017,8	3522,8	18,06	**81,94**	
1½"	2458,7	5981,5	12,61	**69,33**	
1"	1545,6	7527,1	7,92	**61,41**	
3/4"	1207	8734,1	6,19	**55,22**	
1/2"		8734,1	0,00	**55,22**	
3/8"	3076,5	11810,6	15,77	**39,45**	
N°4	2150,3	13960,9	11,02	**28,42**	**30-70**
PASA N°4	5543,8	19504,7	28,42		
TOTAL	19504,7				

Tabla 8: Granulometría serie gruesa de la cantera "San José"

				SERIE FINA	
N°4					
8					
10	102,30		6,40	22,02	
16					
20					
30					
40	138,18		8,64	13,38	
50					
60					
100					
200	87,80		5,49	(7,89)	0-20
PASA N°200	126,16		**(7,89)**		
TOTAL	454,44				

P inicial humedo= **500** grms
P inicial seco= **454,44** grms

Tabla 9: Granulometría serie fina de la cantera "San Jose"

Resultado:

Como se puede observar el material ensayado cumple como material de Mejoramiento, ya que todo el material pasa atreves del tamiz de 4 pulgadas – 101,6 milímetros y retiene más del 22 % en el Tamiz N°4.

Cantera MEGAROK

ENSAYO GRANULOMETRICO

PROYECTO: Proyecto de titulacion
UBICACION: Portoviejo **LAB. Nº**
YACIMIENTO: Cantera MEGA ROK **FECHA :**
DESCRIPCION DEL MATERIAL: MEJORAMIENTO

TAMIZ	P.RETENIDO PARCIAL	P. RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICA
	GRANULOMETRIA			SERIE GRUESA	
4"	0	0	0,00	100,00	100
3"	408	408	2,35	97,65	100
2 ½"		408	2,35	97,65	
2"	2756,4	3164,4	18,24	**81,76**	
1½"	1987,8	5152,2	11,46	**70,30**	
1"	1456,76	6608,96	8,40	**61,90**	
3/4"	1321,2	7930,16	7,62	**54,28**	
1/2"		7930,16	0,00	**54,28**	
3/8"	1745,3	9675,46	10,06	**44,22**	
N°4	2234,5	11909,96	12,88	**31,34**	**22-70**
PASA N°4	5436,7	17346,66	31,34		
TOTAL	17346,66				

Tabla 10: Granulometría serie gruesa de la cantera "MEGAROK"

				SERIE FINA	
N°4					
8					
10	136,40		9,92	21,42	
16					
20					
30					
40	125,72		9,15	12,27	
50					
60					
100					
200	97,60		7,10	(5,17)	0-20
PASA N°200	71,09		**(5,17)**		
TOTAL	430,81				

P inicial humedo= **500** grms
P inicial seco= **430,81** grms

Tabla 11: Granulometría serie fina de la cantera "MEGAROK"

Resultado:

Como se puede observar el material ensayado cumple como material de Mejoramiento, ya que todo el material pasa atreves del tamiz de 4 pulgadas – 101,6 milímetros y retiene más del 22 % en el Tamiz N°4.

DETERMINACION DEL LÍMITE LÍQUIDO Y EL LÍMITE PLÁSTICO

Plasticidad

Es la cualidad que posee un material para ser capaz de al aplicársele una carga volver a su estado original sin deformaciones apreciables y sin desmoronarse o agrietarse.

La valoración de esta condición en los suelos se realiza mediante la separación de material pasante del Tamiz N°40.

La plasticidad que presenta un suelo no debe tomársela simplemente como la capacidad que posee el material para deformarse y remodelarse sin agrietamientos, ya que materiales que no son plásticos como la arena fina y húmeda presentan esta condición cuando la deformación se produce lentamente.

Límite Líquido

Revela el contenido de humedad con el que un suelo pasa de estar en estado plástico a estar en estado líquido, eh indica si la humedad que contiene el suelo es la precisa para superar la fricción y cohesión interna.

Estos ensayos se han vuelto de rutina en todos los laboratorios de suelos, motivo por el cual Terzaghi pidió a Casagrande que elaborara un método de determinación del límite líquido y que estandarizara todas sus etapas.
Fue de esta manera que se creó la copa de Casagrande para hallar los valores del límite líquido.

Para determinar el límite líquido es necesario conocer un mínimo de 3 contenidos de agua diferentes insertados al material, además del respectivo número de golpes, con lo cual se logra dibujar la curva Contenido de Agua – Numero de golpes.

Casagrande llego a la conclusión de que los valores por números de golpes deben oscilar entre los 6 y 35 golpes, claro que esto es la recomendación del autor.

Límite Plástico

Está determinado por el contenido de agua con el que el suelo pasa de ser semi-solido a plástico, entre mayor sea el contenido de agua que posee el suelo mejor será la resistencia que este tendrá al corte.

Para determinar el limite plástico es necesario al material sobrante del ensayo de limite liquido hacerle perder humedad, esto se lo realiza mediante un proceso en el cual al material se lo enrolla sobre una hoja de papel, o en muchos casos un placa de vidrio, con la finalidad de que pierda humedad, se lo enrolla hasta que el diámetro del rollo sea de aproximadamente 3 mm y empiece a agrietarse se llevan al horno durante 24 horas se calcula el contenido de agua, que poseía el cual será el limite plástico.

El índice plástico

El índice plástico es la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico.

OBJETIVO

Determinar los límites de Atterberg en laboratorio.

EQUIPO

1. Copa de Casagrande
2. Papel para el secado del material
3. Probetas para medir contenidos de agua
4. Franela
5. Recipiente de metal para realizar la mezcla
6. Espátula
7. Taras
8. Balanza con sensibilidad de 0,01 gr
9. Horno capaz de mantener constantemente una temperatura de 110 °C
10. Acanalador tipo ASTM.

PROCEDIMIENTO

Límite Líquido

1. Se coloca la mescla pasante del tamiz N°40 en el recipiente de metal.
2. Se agrega agua y se procede a mezclar hasta que tenga una consistencia homogénea.

3. Se procede con la ayuda de la espátula a colocar una porción de la mescla en la copa de Casagrande
4. Con cuidado se coloca la capa revisando que tenga un espesor de 1 cm aproximadamente
5. Con el acanalador tipo ASTM se realiza una abertura justo en el centro de la copa de casa grande que llegue hasta el fondo de la copa.
6. Se procede a girar la copa, y contando los golpes que deben estar en un rango de velocidad de 2 golpes por segundo se gira hasta que las 2 mitades en la copa se unan por un tramo de 1 cm.
7. Realizar este procedimiento hasta que el número de golpes con el que se cierran las dos mitades oscile entre 25 y 36.
8. Regresar el material al recipiente de metal y repetir el paso numero 6 hasta que contemos con 3 números de golpes, uno que se encuentre entre 6 y 15, otro entre 15 y 25 y el ultimo entre 25 y 36.
9. Pesar taras y colocarlo en la hoja de datos
10. Tomar una muestra para cada número de golpes con el fin de poder determinar el limite líquido, la muestra debe ser extraída en el punto en el que se unen las dos partes en la copa, se coloca en una tara se pesa, se lleva al horno y se anota en la hoja de datos los pesos.
11. Levar al horno por 24 horas y tomar los datos del peso una vez pasado ese tiempo y anotarlo en la hoja de datos.

Límite Plástico

1. Se toma la mescla del ensayo de límite líquido.
2. Se procede a realizar el secado utilizando papel.
3. Se procede con los dedos a crear rollos de lodo los cuales deben de tener un diámetro de aproximadamente 3mm.

4. Cuando los rollos de 3 mm se empiezan a agrietar se parte la muestra en 3 partes iguales y se coloca en taras previamente pesadas y anotadas en la hoja de datos.

5. Se pesan las con los rollos y se anota en la hoja de datos.

6. Se lleva al horno por 24 horas a una temperatura constante de 110°C.

7. Se pesan una vez pasado el día y se anotan los datos en la hoja de datos.

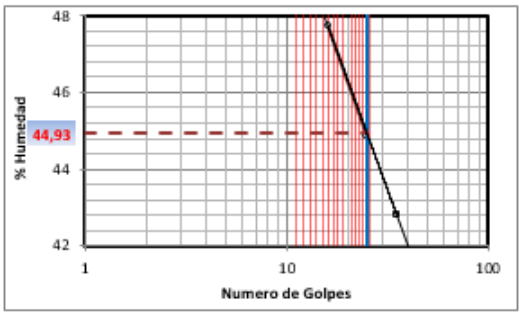
Cantera San José

PROYECT Proyecto de titulacion
UBICACIC Portoviejo
YACIMIEN Cantera SAN JOSE
DESCRIPCION DEL MATERIAI MEJORAMIENTO

LAB. N°
FECHA :

LIMITE LÍQUIDO

RECIPIENTE #	102	200	41
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HU	30,98	44,35	39,85
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SE	26,43	35,91	33,22
MASA DE AGUA (P3 - P1 - P2)	4,55	8,44	6,63
MASA DE RECIPIENTE (P4)	16,90	17,10	17,74
MASA DE MUESTRA SECA (P5 - P2	9,53	18,81	15,48
% DE HUMEDAD (W - P3 x 100 ÷ P5)	47,74	44,87	42,83
# DE GOLPES	16	25	35



LIMITE PLÁSTICO

RECIPIENTE #	9	82	
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HU	7,85	8,21	
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SE	7,63	7,92	
MASA DE AGUA (P3 - P1 - P2)	0,22	0,29	
MASA DE RECIPIENTE (P4)	6,76	6,77	
MASA DE MUESTRA SECA (P5 - P2	0,87	1,15	
% DE HUMEDAD (W - P3 x 100 ÷ P5)	25,29	25,22	

Observaciones :
Normas de Referencia
INEN 691-1982
INEN 692-1982
ASTM D 4318-98
AASHTO T 89-94
AASHTO T 90-94

L. Líquido = 44,93
L. Plástico = 25,25
I. Plasticidad = 19,68

Tabla 12: Límites de Atterberg de la cantera "San José"

Resultados:

Mediante los ensayos se pudo determinar que el material proveniente de la cantera "SAN JOSÉ" consta de un límite líquido de 44,93% un límite plástico de 25,25 %, y debido a esto un Índice de Plasticidad de 19,68%, el cual es muy elevado para un material de mejoramiento.

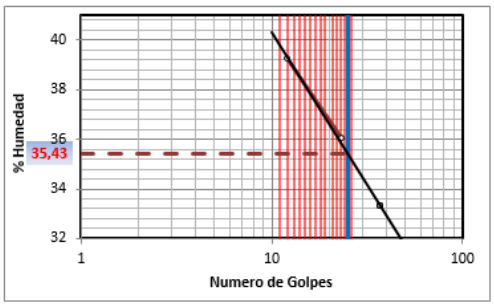
Cantera MEGAROK

PROYECTO: Proyecto de titulacion
UBICACION: Portoviejo
YACIMIENTO Cantera MEGA ROK
DESCRIPCION DEL MATERIAL: MEJORAMIENTO

LAB. N°
FECHA :

LIMITE LÍQUIDO

RECIPIENTE #	21	73	15
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚ	32,42	28,51	35,91
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SE	26,75	24,69	30,21
MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)	5,67	3,82	5,70
MASA DE RECIPIENTE (P4)	12,31	14,10	13,10
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 -	14,44	10,59	17,11
% DE HUMEDAD (W = P3 × 100 ÷ P5)	39,27	36,07	33,31
# DE GOLPES	12	23	37



LIMITE PLÁSTICO

RECIPIENTE #	E	W	Q
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚ	15,24	12,56	
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SE	14,15	11,49	
MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)	1,09	1,07	
MASA DE RECIPIENTE (P4)	9,76	7,12	
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 -	4,39	4,37	
% DE HUMEDAD (W = P3 × 100 ÷ P5)	24,83	24,49	

Observaciones :
Normas de Referencia
INEN 691-1982
INEN 692-1982
ASTM D 4318-98
AASHTO T 89-94
AASHTO T 90-94

L. Líquido = 35,43
L. Plástico = 24,66
I. Plasticidad = 10,77

Tabla 13: Límites de Atterberg de la cantera "MEGAROK"

Resultados:

Mediante los ensayos se pudo determinar que el material proveniente de la cantera "MEGA ROK" consta de un límite líquido de 35,43% un límite plástico de 24,66 %, y debido a esto un Índice de Plasticidad de 10,77%, el cual no cumple lo especificado que permiten las Normas de diseño.

COMPACTACIÓN

La relación entre el peso del material compactado y el volumen del mismo arroja como resultado la densidad del material estudiado, el cual debe ser controlado para que cumpla las especificaciones establecidas en los manuales de diseño.

Este ensayo presenta varias variables dentro de los dos métodos de análisis que son: el método Estándar y el método Modificado.

El método estándar propone por medio de un martillo de 5,5 lb de peso y una altura de caída de 12 pulgadas encontrar la humedad optima y el valor de la densidad seca.

El método Modificado propone un análisis con una mayor energía, ya que el martillo tiene un peso de 10 lb y una altura de caída de 18 pulgadas.

La ecuación de la energía para el ensayo de compactación Proctor Estándar y Modificado es la siguiente:

$$Y = \frac{n \cdot N \cdot P \cdot H}{V}$$

En donde:

Y= Energía de compactación

n = Número de capas

N= Número de golpes por capa

P= Peso del Martillo

H = Altura de Caída

V = Volumen del molde

Las energías de compactación son las siguientes:

Proctor Modificado: Y = 24,586 kg-cm/cm

Proctor Estándar: Y= 9.015 kg-cm/cm

Como se puede observar en los valores de la energía, el ensayo de Proctor Modificado dota de mayor energía de compactación a las muestras ensayadas, lo que

permite alcanzar densidades secas más altas y humedades optimas menores, esto se puede comprobar mediante una curva de compactación

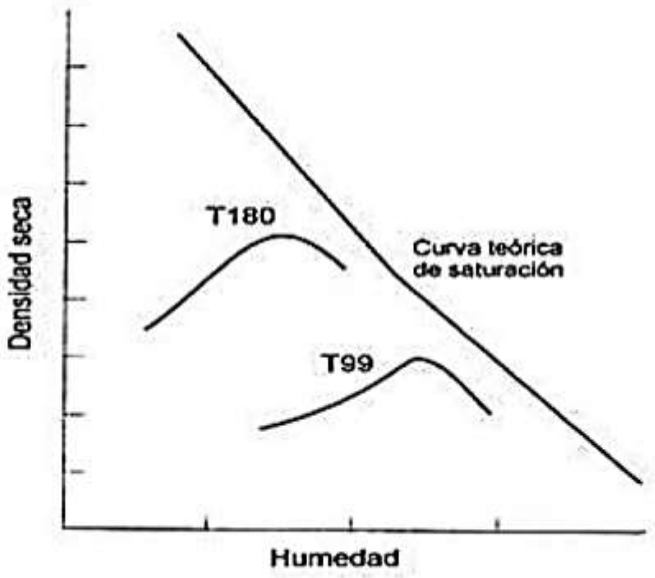


Figura 5: Curva de Compactación Densidad Seca = f (Humedad) Próctor

OBJETIVO

Determinar mediante el ensayo de Proctor Modificado en laboratorio, el contenido óptimo de humedad que permita al material de mejoramiento lograr la mejor compactación de la mezcla de agregados en estudio.

EQUIPO:

1. Tamices Nº 4
2. combo de caucho
3. Taras grandes.
4. Balanza sensible de 0,01 gr de exactitud
5. Probeta graduada
6. Molde de compactación cilíndrico
7. Martillo de compactación
8. Utensilio para enrasar
9. Taras metálicas
10. Horno

PROCEDIMIENTO

1. Se toman 5 muestras de 6 kilos cada una de material pasante del tamiz N° ¾, las cuales si se encuentran con alto grado de humedad se procederá a secar en el horno a no más de 60°C, o si no al ambiente.
2. Se establecen porcentajes de agua que se añadirán al material
3. Se procede a mesclar el material con el porcentaje de agua establecido, que para el caso de este estudio es de 3, 6 y 9 porciento, empezando por el menor.
4. Se divide la muestra ya mesclada en 5 partes, intentado que sean lo más homogéneas posibles.
5. Se procede a realizar la compactación de la mescla de la siguiente manera, se coloca la primera parte del material y se compacta con 56 golpes así para cada una de las 5 partes, cada una con 56 golpes.
6. Se procede de la misma manera pero esta vez con el segundo porcentaje de agua.
7. Se vuelve a proceder una vez más con el tercer porcentaje de agua.
8. Si el peso del material compactado baja en comparación con el anterior se puede dejar hasta ahí el ensayo, en caso de que no sea de esa manera se realiza otra vez el paso 5 con un nuevo porcentaje de agua, y así hasta que el valor baje
9. Se toman muestras representativas de cada uno de los cilindros y se las lleva al horno.

Figura 6: Ensayo de Proctor

Cantera San José

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

PROYECTO: Proyecto de titulacion
UBICACION: Portoviejo **LAB. N°**
SECTOR: Cantera SAN JOSE **FECHA :**
ESCRIPCION DEL MATERIAL MEJORAMIENTO

MASA DEL CILINDRO (P7)	6538	Cil. 1A	TIPO DEL ENSAYO	Modificado Ø=6" ; 18"-4.5 Kg. ; 5c-5
VOLUMEN DEL CILINDRO (V)	2049,894		# DE CAPAS	5
MASA DEL MARTILLO (lb.)	10		# DE GOLPES POR CAPA	56
ALTURA DE CAÍDA DEL MARTILLO (	45,72			

DATOS PARA LA CURVA

MASA DE CILINDRO + SUELO HÚMEDO	10225,8	10435,75	10396,8			
MASA DE SUELO HÚMEDO	3687,8	3897,75	3858,8			
DENSIDAD HÚMEDA DEL SUELO	1799	1901	1882			
DENSIDAD SECA DEL SUELO	1595	1637	1584			

CONTENIDO DE AGUA

PUNTO #	1		2		3		4		5		6	
% DE HUMEDAD AÑADIDA AL	3%		6%		9%							
RECIPIENTE N° TARA	2a	B2	33	1m	11	14						
TARA + SUELO HUM. (GRS.)	579	578	466	419	457	473						
TARA + SUELO SECO (GRS.)	520	524	414	371	399	409						
PESO AGUA	59	54	52	48	58	64						
PESO DE TARA	77	82	85	79	81	79						
PESO SUELO SECO	443	442	329	292	318	330						
CONT. DE AGUA %	13	12	16	16	18	19						
CONT. PROM. AGUA %	12,77		16,12		18,82							

Tabla 14: Compactación de la cantera "San José"

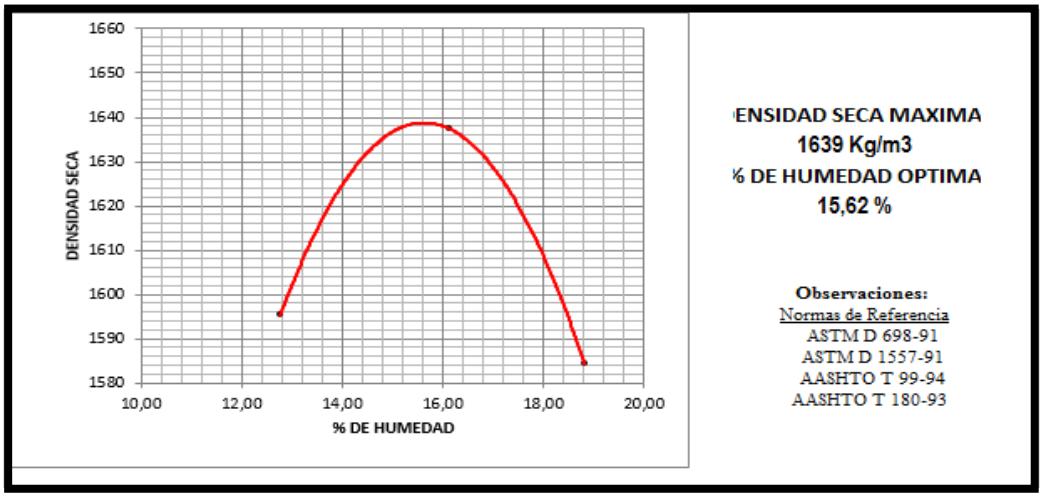


Grafico 1: Densidad Seca Máxima cantera "San José"

Resultado:

En este ensayo comenzamos a trabajar con un 3% de humedad para la primera muestra hasta llegar al 9% en la última muestra, teniendo como total de probetas ensayadas 3, la densidad máxima seca que se obtiene cuando la humedad es la óptima es de 1639 kg/m3

Cantera MEGAROK

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

PROYECTO: Proyecto de titulacion
UBICACION: Portoviejo
SECTOR: Cantera MEGA ROK
LAB. N°
FECHA :
DESCRIPCION DEL MATERIAL: MEJORAMIENTO

MASA DEL CILINDRO (P7)	5774
VOLUMEN DEL CILINDRO (V)	2050
MASA DEL MARTILLO (lb.)	10
ALTURA DE CAÍDA DEL MARTIL	45,72

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

DATOS PARA LA CURVA

MASA DE CILINDRO + SUELO HÚMEI	9765,4	9959,5	10134,43	10064,45		
MASA DE SUELO HÚMEDO	3991,4	4185,5	4360,43	4290,45		
DENSIDAD HÚMEDA DEL SUELO	1947	2042	2127	2093		
DENSIDAD SECA DEL SUELO	1701	1754	1767	1697		

CONTENIDO DE AGUA

PUNTO #	1		2		3		4		5		6	
% DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO	0%		3%		6%		9%					
RECIPIENTE N° TARA	T5	B3	12	1A	21	52	P4	PS2				
TARA + SUELO HUM. (GRS.)	628	753	538	563	497	473	621	432				
TARA + SUELO SECO (GRS.)	561	673	474	498	425	408	527	366				
PESO AGUA	67	80	64	65	72	65	94	66				
PESO DE TARA	96	121	89	97	81	79	118,00	87,00				
PESO SUELO SECO	465	552	385	401	344	329	409	279				
CONT. DE AGUA %	14	14	17	16	21	20	23	24				
CONT. PROM. AGUA %	14,45		16,42		20,34		23,32					

Tabla 15: Compactación de la cantera "MEGAROK"

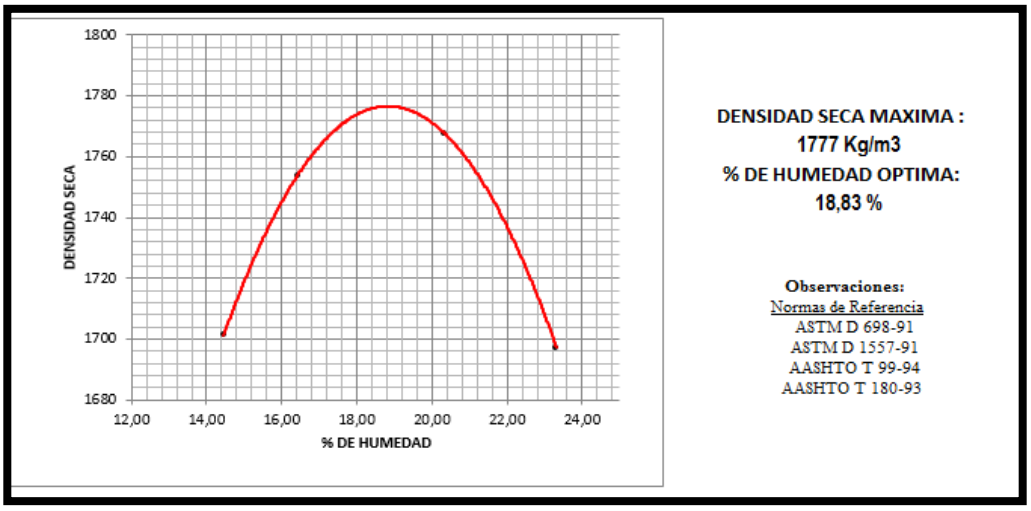


Grafico 2: Densidad Seca Máxima cantera "MEGAROK"

Resultado:

En este ensayo comenzamos a trabajar con un 0% de humedad para la primera muestra hasta llegar al 9% en la última muestra, teniendo como total de probetas ensayadas 4, la densidad máxima seca que se obtiene cuando la humedad es la óptima es de 1777 kg/m3

ABRASIÓN MEDIANTE LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES. (ASTM C-131)

Este método describe el procedimiento para determinar el porcentaje de desgaste de los agregados de tamaños menores a 37.5 mm (1 ½”) y agregados gruesos de tamaños mayores de 19 mm (3/4”), por medio de la máquina de los Ángeles.

OBJETIVO

Determinar el porcentaje de desgaste que existe en el agregado grueso.

EQUIPOS

1. Balanza de sensibilidad igual 0,05 gr.
2. Horno de secado.
3. Tamices del 1 ½, 1, ¾, ½, y N°4.
4. Máquina de los ángeles especificado por la norma ICONTEC 98.

PROCEDIMIENTO

Se utilizó el ensayo tipo, para el cual se necesitan 12 esferas con una masa de las esferas de 5000 ± 25 gr.

1. Se procede a pesar 5000 gr de material para cada tamiz, con una aproximación de un gramo y se coloca esta muestra en la maquina junto con la carga abrasiva; se hace girar este con una velocidad entre 30 y 33 rpm, girando hasta completar 500 vueltas teniendo en cuenta que la velocidad angular es constante.
2. Después se retira el material del cilindro y luego se hace pasar por el tamiz # 12 según lo establecido en la Norma ICONTEC 77. El material retenido en el tamiz #12 debe ser lavado y secado en el horno a una temperatura comprendida entre 105 °C y 110 °C. Al día siguiente se cuantifico la muestra eliminando los finos y luego fue pesada

Cantera San José

DESGASTE DE AGREGADOS		
Peso del material	5000	gr
Ret Tamiz N°12	3400	gr
Pasa Tamiz N°12	1600	gr
Desgaste	32	%

Tabla 16: Desgaste de Agregados de la cantera "San José"

Cantera MEGAROK

DESGASTE DE AGREGADOS		
Peso del material	5000	gr
Ret Tamiz N°12	4050	gr
Pasa Tamiz N°12	950	gr
Desgaste	19	%

Tabla 17: Desgaste de Agregados de la cantera "MEGAROK"

Resultados:

El material proveniente de la cantera San José presenta un desgaste del 32% mientras que el material proveniente de la cantera MEGAROK, presenta desgaste del 19%.

ENSAYO VALOR DE SOPORTE MODIFICADO CBR (ASTM D 1883)

El valor de capacidad de soporte de carga que poseen las diferentes capas que conforman un camino, es uno de los principales parámetros a la hora de la realización de diseños que cumplan con los parámetros establecidos de consistencia y funcionalidad.

Para la determinación del valor de capacidad de soporte de carga de un material, es necesario realizar el ensayo de CBR "California Bearing Ratio", la cual se denomina así por haber sido en el estado de California donde se formuló este ensayo.

Este ensayo se encuentra definido para su realización por la Norma AASHTO, que propone además un procedimiento de penetración e hinchamiento.

Para verificar el hinchamiento que sufre una muestra es necesario someter el espécimen en inmersión durante un periodo de 4 días, a la toma de lecturas cada 12 horas, en muchas de las ocasiones se suelen tomar solo dos lecturas, una al inicio del ensayo y la otra al final. El hinchamiento de materiales como la arcilla o aquellos que presentan gran cantidad de finos debe de ser objeto de estudio ya que es por este motivo que muchas obras civiles sufren asentamientos diferenciales.

Este ensayo tiene como finalidad medir la resistencia que posee un suelo al corte, bajo condiciones desfavorables, es decir bajo condiciones de humedad y densidad controladas, con lo cual se logra obtener un % de la relación de soporte

OBJETIVO

Determinar el valor de CBR de las muestras estudiadas.

EQUIPO

1. Molde.- Metálico cilíndrico
2. Disco espaciador
3. Martillo metálico de 10 lb de peso y 18 pulgadas de caída

4. Trípode con deformímetro

5. Pesos de sobrecarga

6. Pistón de penetración

7. Dispositivo de Carga.- Aparato de compresión capaz de aplicar carga creciente uniforme a una razón de 0.05 pulg/min.

8. Tanque de remojo

9. Horno de (110)ºC.

10. Taras

PROCEDIMIENTO

Material

1. Se procede a obtener la muestra con la que se trabajara, para ello es necesario tomar el material y pasarlo por el Tamiz N° ¾.

2. Tomar 3 muestras de 6000 gr cada una para cada una de las probetas, las cuales serán de 11, 27 y 61 golpes.

Porcentaje de humedad

3. Determinada la humedad natural del material, y al conocer la humedad optima de compactación, se establece el porcentaje de agua con el que la densidad seca es la máxima y se agrega al material para las muestras.

Compactación

4. Se procede a compactar, para lo cual se agregara el porcentaje de humedad con el cual la mescla llega a tener su humedad optima de compactación y se mescla bien hasta que la mescla quede lo más homogénea como sea posible.

5. Se divide la muestra en 5 partes, que serán las capas que tendrán que ser compactadas

6. Se toma el molde y se coloca en el fondo un “fondo falso” y encima de ese fondo falso se coloca un filtro

7. Se compactan las 5 capas con los respectivos golpes, 11, 27 y 61

8. Se toman muestras del material compactado, para revisar los contenidos de humedad

9. Se quita el collarín del molde y se procede a enrasar a filo del molde

10. En caso de producirse desniveles en el enrasado se procede a nivelar con material más fino

11. Se quita el disco espaciador y se da vuelta a la muestra

Figura 8: Muestra compactada en Ensayo CBR con deformímetro

En condiciones de saturación

1. Se coloca sobre la superficie de la muestra los sobre pesos.

2. Colocar el trípode con el dial encima del molde y haga una lectura inicial.

3. Sumerja al molde en agua.

4. Durante el remojo, mantener el nivel de agua 1pulg sobre la parte superior del espécimen. Registre lecturas cada 24 horas por un periodo de 96 horas (4 días), se toman y se registran lecturas en el dial.

5. Al final de las 96 horas, haga una lectura del dial final en los especímenes empapados

Drenaje

1. Después de saturada la muestra durante los 4 días, quitar los moldes cuidadosamente del tanque de remojo, vierta el agua retenida en la parte superior del mismo y se deja escurrir el molde durante 15 minutos.
2. Retire los pesos de la sobrecarga y plato.
3. Registre el peso del molde más suelo después de la saturación (96 horas o 4 días).

Prueba de Penetración

1. Aplicar una sobrecarga de pesas anular y cortada, igual a las usadas durante el remojo.

2. Coloque el pistón de penetración, aplique una carga de 44N (10 lb).

3. Poner ambos diales el de penetración y el de carga en cero.

4. Aplique la carga sobre el pistón de penetración, con una velocidad de penetración uniforme de 0.05pulg/min. De acuerdo a la tabla siguiente tabla

PENETRACIÓN Milímetros	**Pulgadas**
0.63	0.25
1.27	0.05
1.90	0.075
2.54	0.1
3.81	0.15
5.08	0.2
7.62	0.3
10.16	0.4
12.70	0.5

Tabla 18: Penetración utilizada en el ensayo de CBR.

Fuente: ASTM D 1883

5. Se registra la carga en cada uno de los valores establecidos en la tabla anterior

Cantera San José

CBR SECO

PROYECTO: PROYECTO:
UBICACION: Portoviejo
ABSCISA: Cantera SAN JOSE **LAB. N°**
DESCRIPCION DEL MATERIAL: MEJORAMIENTO-SAN JOSE **FECHA :**

Constante de anillo de deformación = $\frac{7{,}4799\ (LD) + 33{,}77590}{3}$

TIEMPO		Penetrac. Pulgadas	MOLDE Nº 2						MOLDE Nº 7						MOLDE Nº 5					
Seg.	Min.		Carga		Presiones	Presiones Corregi.	Presiones Standar	Valores C.B.R.	Carga		Presiones	Presiones Corregi.	Presiones Standar	Valores C.B.R.	Carga		Presiones	Presiones Corregi.	Presiones Standar	Valores C.B.R.
			Dial	Lbs.	Lbs/Pulg²	Lbs/Pulg²	Lbs/Pulg²		Dial	Lbs.	Lbs/Pulg²	Lbs/Pulg²	Lbs/Pulg²		Dial	Lbs.	Lbs/Pulg²	Lbs/Pulg²	Lbs/Pulg²	
		0	**0**		0				**0**		0				**0**		0			
		25	**55**		148				**25**		74				**18**		56			
		50	**95**		248				**65**		173				**25**		74			
		75	**155**		398				**130**		335				**30**		86			
		100	**220**		560			**56,0**	**154**		395			**39,5**	**34**		96			**9,6**
		150	**275**		697				**193**		492				**44**		121			
		200	**335**		847				**230**		585				**51**		138			
		250	**368**		929				**255**		647				**60**		161			
		300	**402**		1014				**275**		697				**68**		181			
		400	**432**		1088				**306**		774				**81**		213			
		500	**456**		1148				**350**		884				**92**		241			

Tabla 19: Valores de CBR en Seco para 61, 27 y 11 golpes cantera "San José"

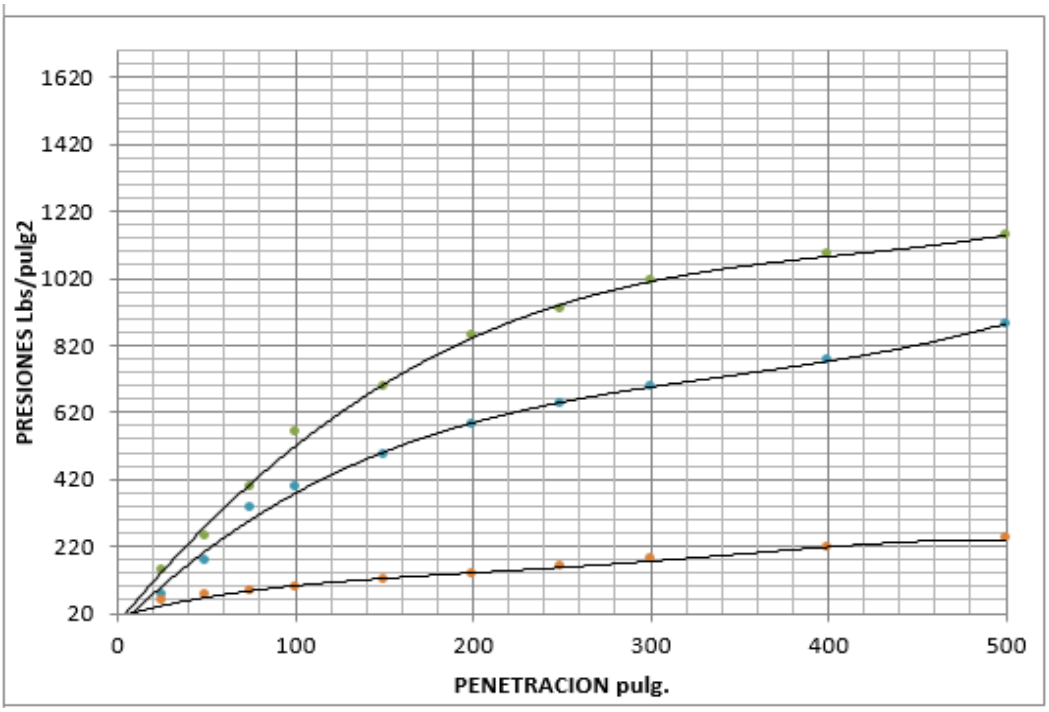
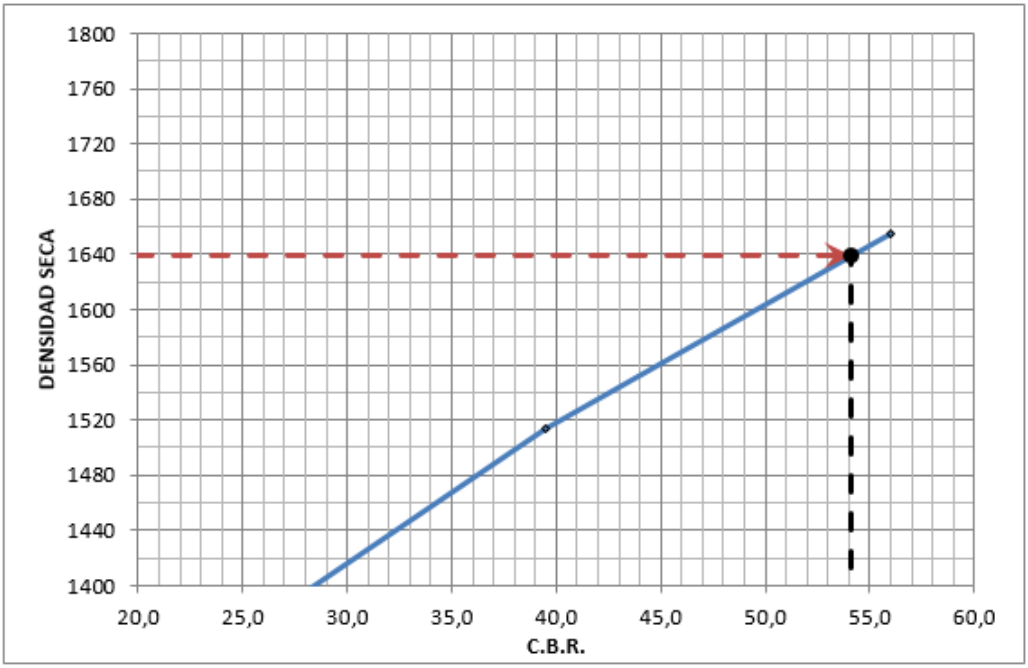


Grafico 3: Curvas de presiones en relación a la penetración CBR en seco cantera "San José"



VALOR DEL C.B.R. = 54,08

Grafico 4: Determinación del CBR en seco Promedio cantera "San José"

E N S A Y O C. B. R.

PROYECTO: Proyecto de titulacion
UBICACION: Portoviejo **LAB. N°**
SECTOR: Cantera SAN JOSE **FECHA :**
DESCRIPCION DEL MATERIAL: MEJORAMIENTO-SAN JOSE

Molde N°	1		2		5	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes por capas	61		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
Peso muestra húmeda + molde Gr	**11361**		**10974**		**10893**	
Peso del molde Gr	**6820**		**6850**		**7330**	
Peso muestra húmeda Gr.	4541		4124		3563	
Volumen de la muestra cm.3	**2366**		**2347**		**2552**	
Densidad húmeda kg/m.3	1919		1757		1396	
Densidad seca kg/m.3	**1655**		**1514**		**1206**	

C O N T E N I D O D E A G U A

Tarro N°	E		R		DG	
P. muestra húmeda + tarro Gr.	**126,18**		**118,7**		**119,86**	
P. muestra seca + tarro Gr.	**113,12**		**106,61**		**107,83**	
Peso agua Gr.	13,06		12,08		12,03	
Peso tarro Gr.	**31,32**		**31,32**		**31,36**	
Peso muestra seca Gr.	81,80		75,29		76,47	
Contenido de humedad %	**15,97**		**16,04**		**15,73**	
Contenido promedio de h. %						
Agua absorbida %						

Tabla 20: CBR en seco cantera "San José"

Resultados:

Al realizar el ensayo obtuvimos un CBR de un promedio de 54,08% cual dentro de las normas nos indica es una sub-base y un contenido promedio de humedad de 16%.

CBR SUMERGIDO

PROYECTO: Proyecto de titulacion

UBICACION: Portoviejo

ABSCISA: Cantera SAN JOSE **LAB. N°**

DESCRIPCION DEL MATERIAL: MEJORAMIENTO-SAN JOSE **FECHA :**

Constante de anillo de deformación $= \frac{7{,}4799 \ (LD) + 33{,}77590}{3}$

TIEMPO		Penetrac. Pulgadas	MOLDE N° 2						MOLDE N° 7						MOLDE N° 5					
Seg.	Min.		Carga		Presiones	Presiones Corregi.	Presiones Standar	Valores C.B.R.	Carga		Presiones	Presiones Corregi.	Presiones Standar	Valores C.B.R.	Carga		Presiones	Presiones Corregi.	Presiones Standar	Valores C.B.R.
			Dial	Lbs.	Lbs/Pulg²	Lbs/Pulg²	Lbs/Pulg²		Dial	Lbs.	Lbs/Pulg²	Lbs/Pulg²	Lbs/Pulg²		Dial	Lbs.	Lbs/Pulg²	Lbs/Pulg²	Lbs/Pulg²	
		0	**0**		0				**0**		0				**0**		0			
		25	**6**		25				**3**		19				**2**		16			
		50	**10**		35				**7**		29				**2,5**		17			
		75	**16**		50				**13**		44				**3**		19			
		100	**22**		66			**6,6**	**15**		49			**4,9**	**3,3**		19			**1,9**
		150	**27**		79				**19**		59				**3,9**		21			
		200	**32**		91				**22**		66				**4,8**		23			
		250	**37**		104				**26**		76				**5,7**		25			
		300	**41**		113				**28**		81				**6,6**		28			
		400	**43**		118				**31**		89				**7,4**		30			
		500	**45**		123				**35**		99				**8,9**		33			

Tabla 21: Valores de CBR sumergido para 61, 27 y 11 golpes cantera "San José"

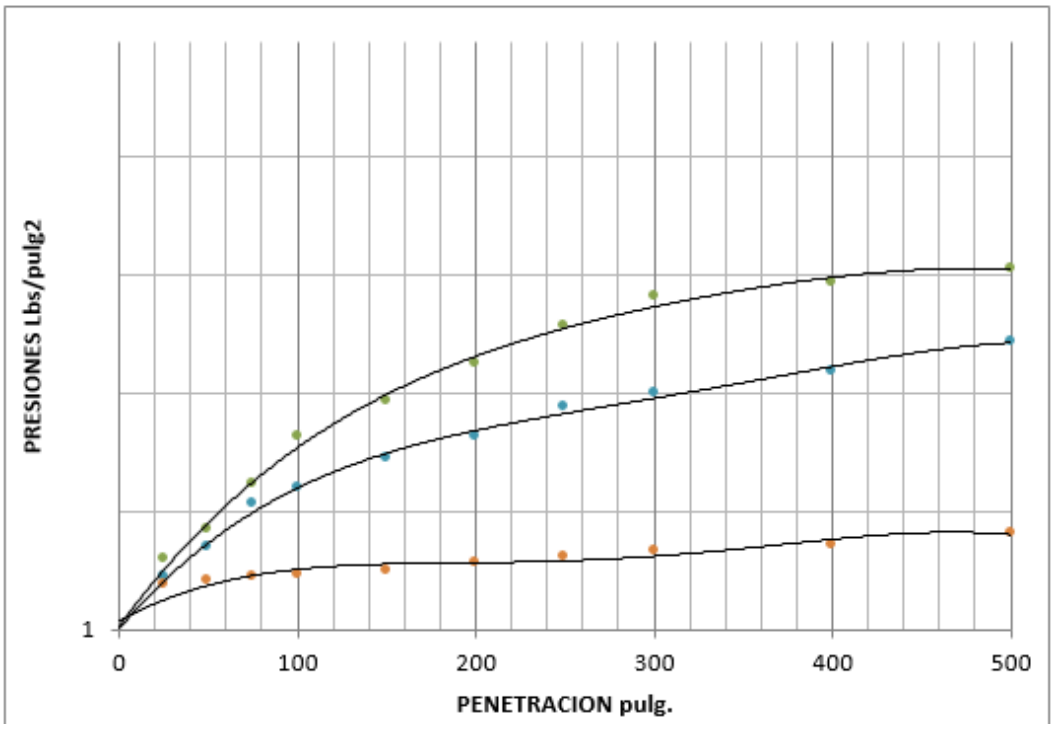
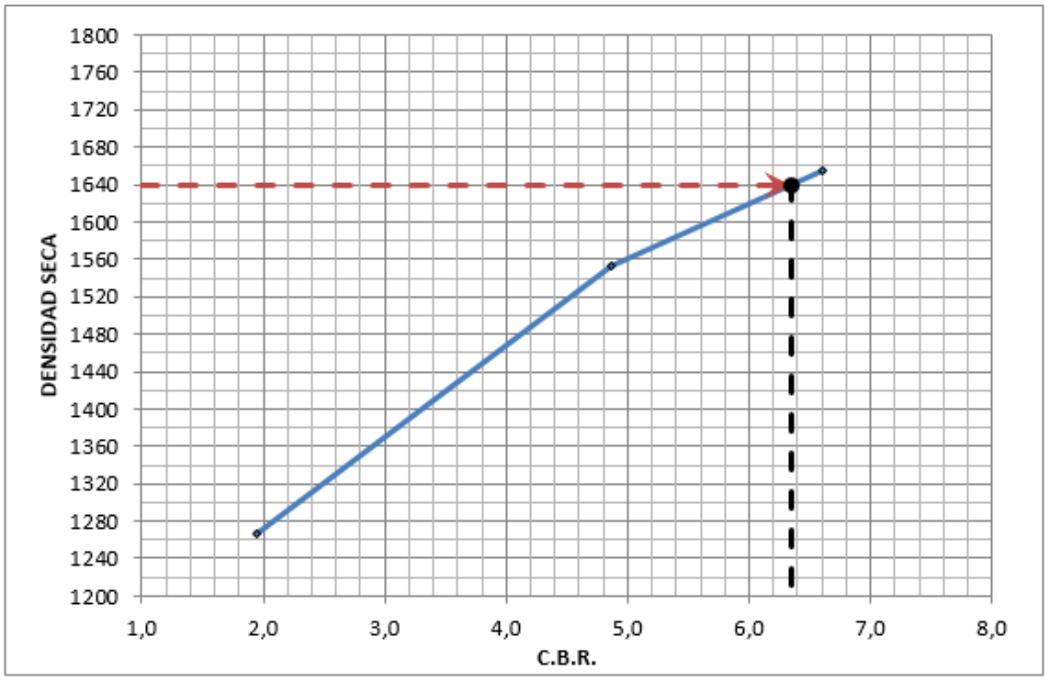


Grafico 5: Curvas de presiones en relación a la penetración CBR sumergido cantera "San José"



VALOR DEL C.B.R. = 6,35

Grafico 6: Determinación del CBR sumergido Promedio cantera "San José"

E N S A Y O C. B. R.

PROYECTO: Proyecto de titulacion
UBICACION: Portoviejo **LAB. N°**
SECTOR: Cantera SAN JOSE **FECHA :**
DESCRIPCION DEL MATERIAL: MEJORAMIENTO

Molde N°	12		13		3	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes por capas	61		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
Peso muestra húmeda + molde Gr	11518	11976	11506	12299	10293	11813
Peso del molde Gr	6788	6788	7197	7197	6867	6867
Peso muestra húmeda Gr.	4730	5188	4309	5102,3	3426	4946,1
Volumen de la muestra cm.3	2477	2477	2390	2390	2347	2347
Densidad húmeda kg/m.3	1910	2094	1803	2135	1460	2107
Densidad seca kg/m.3	1654	1814	1552	1849	1266	1825

C O N T E N I D O D E A G U A

Tarro N°	A		T		BQ	
P. muestra húmeda + tarro Gr.	134,53	146,7	123,5	165,8	143,64	123,5
P. muestra seca + tarro Gr.	125,54	136,02	112,34	149,6	128,76	108,21
Peso agua Gr.	8,99	10,71	11,16	16,14	14,88	15,24
Peso tarro Gr.	67,34	76,51	43,21	74,53	31,36	43,54
Peso muestra seca Gr.	58,20	59,51	69,13	75,11	97,40	64,67
Contenido de humedad %	15,45	18,00	16,14	21,49	15,28	23,57
Contenido promedio de h. %	16,72		18,82		19,42	
Agua absorbida %	2,55		5,34		8,29	

Tabla 22: CBR sumergido cantera "San Jose"

Resultados:

Al realizar el ensayo obtuvimos un CBR de un promedio de 6,35% cual dentro de las normas nos indica es un mejoramiento y un contenido promedio de humedad de 18%. Y la obtención de este resultado lo vamos a comprar al realizar el CBR con % de emulsión.

Cantera MEGAROK

CBR SECO

PROYECTO: PROYECTO:
UBICACION: Portoviejo
ABSCISA: Cantera MEGA ROK
LAB. N°
DESCRIPCION DEL MATERIAL: MEJORAMIENTO
FECHA :

Constante de anillo de deformación = $\frac{7{,}4799 \quad (LD) + \quad 33{,}77590}{3}$

TIEMPO		Penetrac. Pulgadas	MOLDE N° 2						MOLDE N° 7						MOLDE N° 5					
Seg.	Min.		Carga		Presiones	Presiones Corregi	Presiones Standar	Valores C.B.R.	Carga		Presiones	Presiones Corre	Presiones Standar	Valores C.B.R.	Carga		Presiones	Presiones Correg	Presiones Standar	Valores C.B.R.
			Dial	Lbs.	Lbs/Pulg²	Lbs/Pulg²	Lbs/Pulg²		Dial	Lbs.	Lbs/Pulg²	Lbs/Pulg²	Lbs/Pulg²		Dial	Lbs.	Lbs/Pulg²	Lbs/Pulg²	Lbs/Pulg²	
		0	**0**		0				**0**		0				**0**		0			
		25	**61**		163				**21**		64				**17**		54			
		50	**102**		266				**56**		151				**24**		71			
		75	**167**		428				**121**		313				**31**		89			
		100	**279**		707			**70,7**	**143**		368			**36,8**	**39**		108			**10,8**
		150	**324**		819				**195**		497				**46**		126			
		200	**409**		1031				**236**		600				**52**		141			
		250	**467**		1176				**265**		672				**63**		168			
		300	**501**		1260				**281**		712				**69**		183			
		400	**532**		1338				**321**		812				**76**		201			
		500	**564**		1417				**356**		899				**89**		233			

Tabla 23: Valores de CBR en Seco para 61, 27 y 11 golpes cantera "MEGAROK"

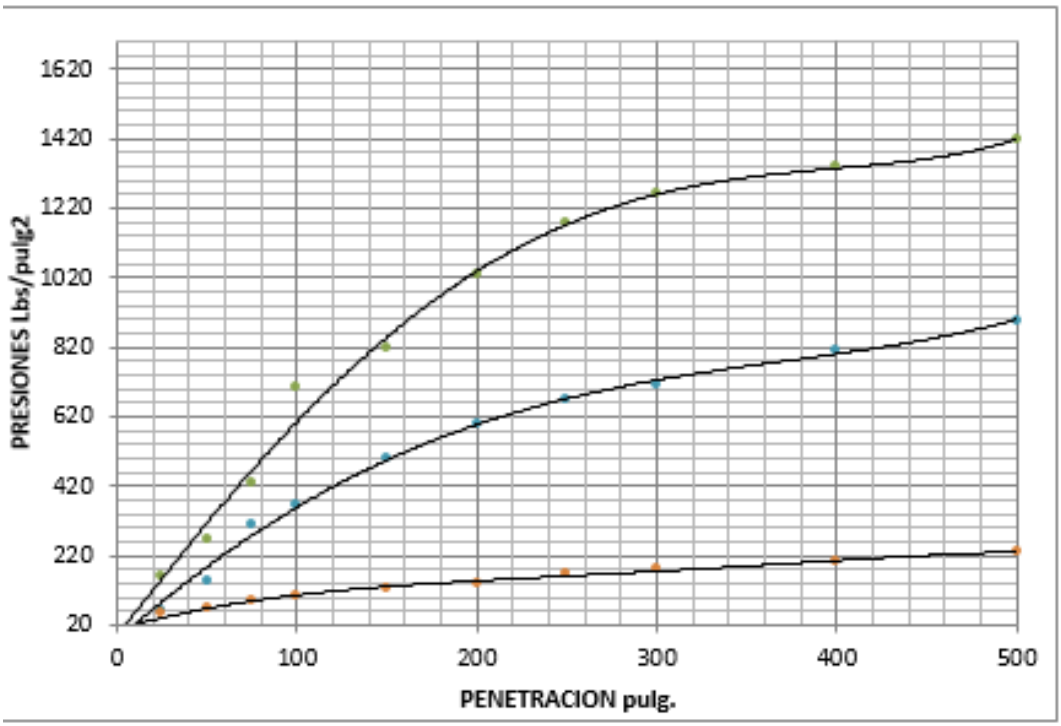
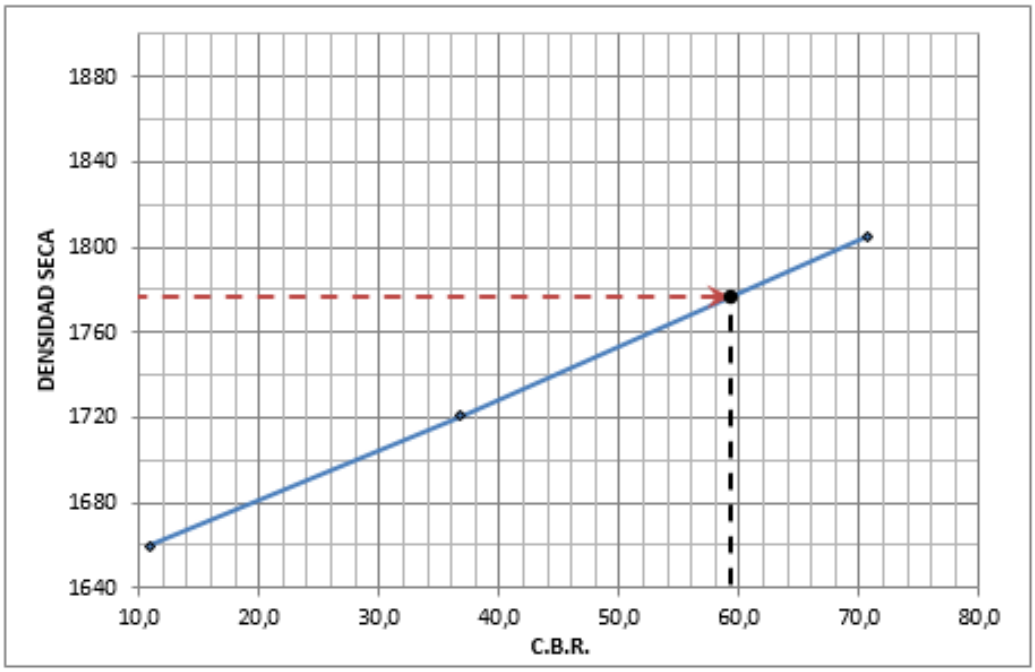


Grafico 7: Curvas de presiones en relación a la penetración CBR en seco cantera "MEGAROK"



VALOR DEL C.B.R. = 59,28

Grafico 8: Determinación del CBR en seco Promedio cantera "MEGAROK"

E N S A Y O C. B. R.

PROYECTO: Proyecto de titulacion
UBICACION: Portoviejo **LAB. N°**
SECTOR: Cantera MEGA ROK **FECHA :**
DESCRIPCION DEL MATERIAL: MEJORAMIENTO

Molde N°	1		5		3	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes por capas	61		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
Peso muestra húmeda + molde Gr	11898		12536		11496	
Peso del molde Gr	6820		7330		6867	
Peso muestra húmeda Gr.	5078		5206		4629	
Volumen de la muestra cm.3	2366		2552		2347	
Densidad húmeda kg/m.3	2146		2040		1972	
Densidad seca kg/m.3	1805		1721		1660	

C O N T E N I D O D E A G U A

Tarro N°	A		E		DG	
P. muestra húmeda + tarro Gr.	101,31		123,5		119,86	
P. muestra seca + tarro Gr.	92,12		109,54		105,83	
Peso agua Gr.	9,19		13,92		14,03	
Peso tarro Gr.	43,52		34,56		31,36	
Peso muestra seca Gr.	48,60		74,98		74,47	
Contenido de humedad %	18,91		18,56		18,84	
Contenido promedio de h. %						
Agua absorbida %						

Tabla 24: CBR en seco cantera "MEGAROK"

Resultados:

Al realizar el ensayo obtuvimos un CBR de un promedio de 59,28% cual dentro de las normas nos indica es un mejoramiento y un contenido promedio de humedad de 18,8%.

CBR SUMERGIDO

PROYECTO: Proyecto de titulacion

UBICACION: Portoviejo

ABSCISA: Cantera MEGAROK **LAB. N°**

DESCRIPCION DEL MATERIAL: MEJORAMIENTO **FECHA :**

Constante de anillo de deformación $= \frac{7{,}4799 \ (LD) + 33{,}77590}{3}$

TIEMPO		Penetrac. Pulgadas	MOLDE Nº 2						MOLDE Nº 7						MOLDE Nº 5					
Seg.	Min.		Carga		Presiones	Presiones Corregi.	Presiones Standar	Valores C.B.R.	Carga		Presiones	Presiones Corregi.	Presiones Standar	Valores C.B.R.	Carga		Presiones	Presiones Corregi.	Presiones Standar	Valores C.B.R.
			Dial	Lbs.	Lbs/Pulg²	Lbs/Pulg²	Lbs/Pulg²		Dial	Lbs.	Lbs/Pulg²	Lbs/Pulg²	Lbs/Pulg²		Dial	Lbs.	Lbs/Pulg²	Lbs/Pulg²	Lbs/Pulg²	
		0	**0**		0				**0**		0				**0**		0			
		25	**11**		39				**5**		24				**2**		16			
		50	**14**		46				**9**		34				**4**		21			
		75	**21**		64				**13**		44				**6**		26			
		100	**31**		89			**8,9**	**17**		54			**5,4**	**9**		34			**3,4**
		150	**43**		118				**21**		64				**11**		39			
		200	**49**		133				**29**		84				**16**		51			
		250	**56**		151				**36**		101				**19**		59			
		300	**59**		158				**39**		108				**24**		71			
		400	**62**		166				**42**		116				**26**		76			
		500	**64**		171				**45**		123				**27**		79			

Tabla 25: Valores de CBR sumergido para 61, 27 y 11 golpes cantera "MEGAROK"

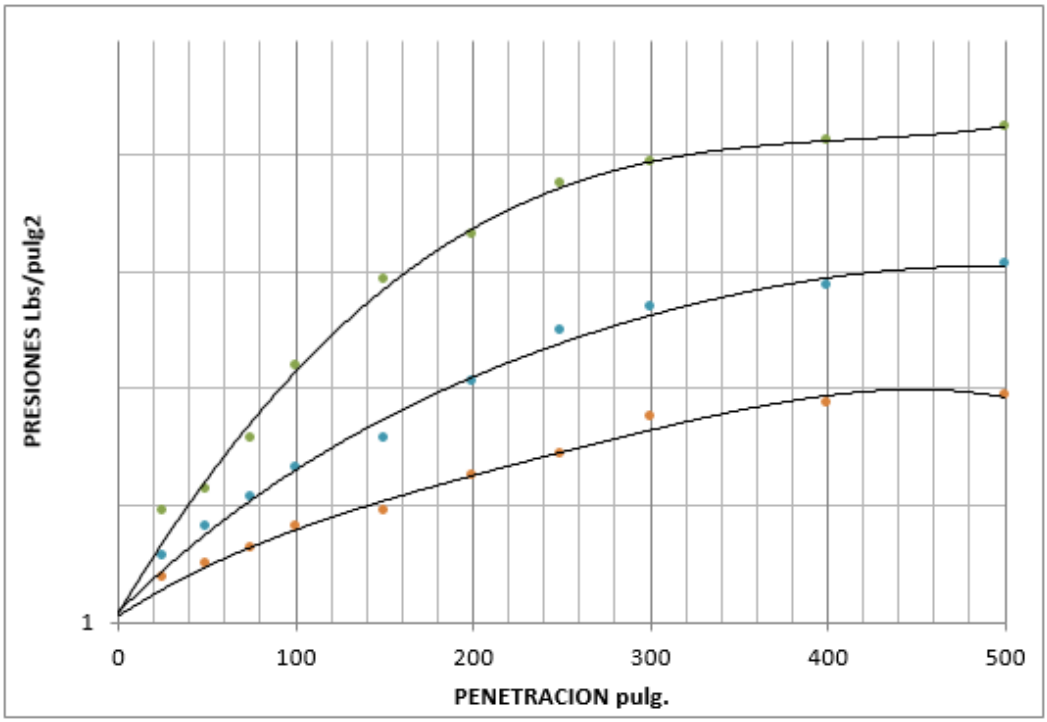
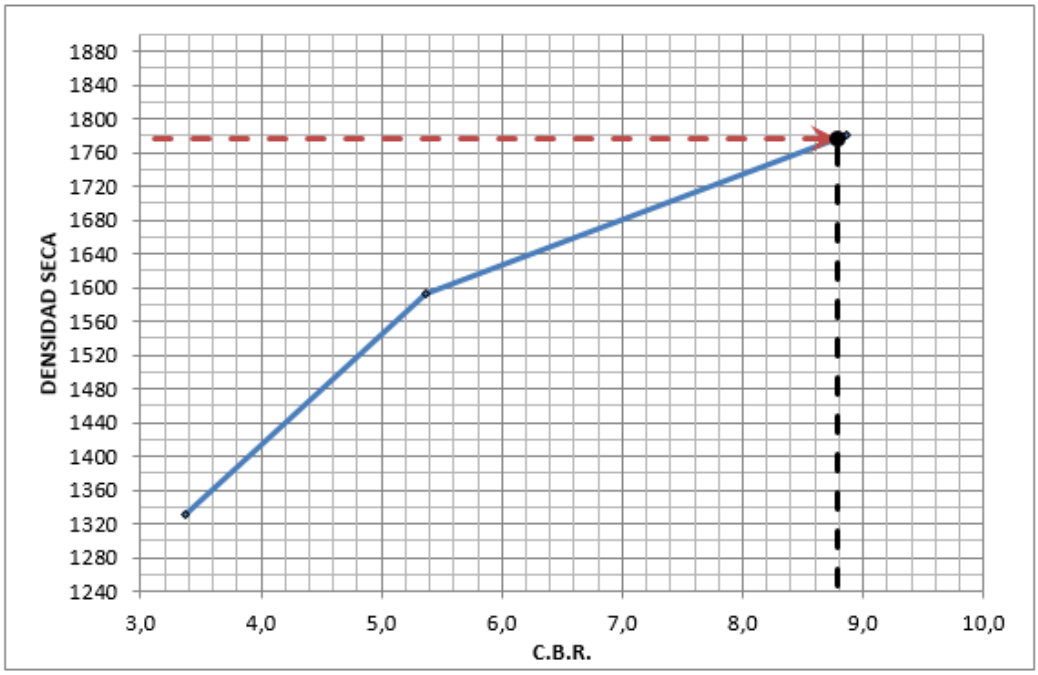


Grafico 9: Curvas de presiones en relación a la penetración CBR sumergido cantera "MEGAROK"



VALOR DEL C.B.R. = 8,78

Grafico 10: Determinación del CBR sumergido Promedio cantera "MEGAROK"

E N S A Y O C. B. R.

PROYECTO: Proyecto de titulacion
UBICACION Portoviejo **LAB. N°**
SECTOR: Cantera MEGAROK **FECHA :**
DESCRIPCION DEL MATERIAL: MEJORAMIENTO

Molde N°	4		5		7	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes por capas	61		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
Peso muestra húmeda + molde Gr	11819	12025	12174	12087	10573	10807
Peso del molde Gr	6867	6867	7330	7330	6862	6862
Peso muestra húmeda Gr.	4952	5158	4844	4757	3711	3945
Volumen de la muestra cm.3	2347	2347	2552	2552	2347	2347
Densidad húmeda kg/m.3	2110	2198	1898	1864	1581	1681
Densidad seca kg/m.3	1780	1810	1593	1505	1331	1305

C O N T E N I D O D E A G U A

Tarro N°	A	E	12	T	FG	M1
P. muestra húmeda + tarro Gr.	132,45	112,73	143,98	121,21	109,23	98,98
P. muestra seca + tarro Gr.	118,56	98,94	129,61	103,64	97,03	86,27
Peso agua Gr.	13,89	13,79	14,37	17,57	12,20	12,71
Peso tarro Gr.	43,52	34,56	54,72	30,02	32,13	42,13
Peso muestra seca Gr.	75,04	64,38	74,89	73,62	64,90	44,14
Contenido de humedad %	18,51	21,42	19,19	23,87	18,80	28,79
Contenido promedio de h. %	19,96		21,53		23,80	
Agua absorbida %	2,91		4,68		10,00	

Tabla 26: CBR sumergido cantera "MEGAROK"

Resultados:

Al realizar el ensayo obtuvimos un CBR de un promedio de 8,78% cual dentro de las normas nos indica es un mejoramiento y un contenido promedio de humedad de 21%. Y la obtención de este resultado lo vamos a comprar al realizar el CBR con % de emulsión.

Resumen de los resultados obtenidos.

RESUMEN DE ENSAYOS

PROYECTO: Proyecto de titulacion

UBICACION: Portoviejo

SECTOR/ABSC: Cantera SAN JOSE

DESCRIP. MATERIAL: MEJORAMIENTO-SAN JOSE

ESTUDIANTES TAPIA RICARDO - JAMIL CUSM

TUTOR ING. MARIA ISABEL ZAMBRAN

REVISOR ING EDUARDO ORTIS

LIMITES ATTERBERG ASTM 4318

LIMITE LIQUIDO AASHTO T 89

LIMITE PLASTICC AASHTO T 90

GRANULOMETRIA

TAMICES	% QUE PASA	% ESPECIFI.
4"	100,00	
3"	97,41	
2 ½"	97,41	
2"	81,94	100
1½"	69,33	70-100
1"	61,41	55-85
3/4"	55,22	50-80
1/2"	55,22	
3/8"	39,45	35-60
N°4	28,42	25-50
SERIE FINA		
10	22,02	20 - 40
40	13,38	10 - 25
200	7,89	2 - 12

PLASTICIDAD %	
LIM. LIQUIDO	44,93
LIM. PLASTICO	25,25
IND. PLASTICO	19,68
HUMEDAD NATURAL	
ASTM D 2216 AASHTO T 265	
10,03 %	
PACTACION (Proctor Modific	
ASTM D 1557 AASHTO T 180	
DENSIDAD SECA MAXIMA : 1639 Kg/m3	
% DE HUMEDAD OPTIMA: 15,62 %	
C .B. R. (61 Golpes)	
ASTM D 1883 AASHTO T 193	
DENSIDAD SECA 1655 Kg/m3	
CONTENIDO DE HUMEDAD % 15,97 %	
C.B.R. GRAFICADO	
6,35 %	

Tabla 27: Resumen de los ensayos realizados cantera "San José"

RESUMEN DE ENSAYOS

PROYECTO: Proyecto de titulacion

UBICACION: Portoviejo

SECTOR/ABSC: Cantera MEGAROK

DESCRIP. MATERIAL: MEJORAMIENTO

ESTUDIANTES TAPIA RICARDO - JAMIL CUSME

TUTOR ING. MARIA ISABEL ZAMBRAN

REVISOR ING EDUARDO ORTIS

LIMITES ATTERBERG ASTM 4318

LIMITE LIQUIDO AASHTO T 89

LIMITE PLASTICC AASHTO T 90

GRANULOMETRIA

TAMICES	% QUE PASA	% ESPECIFI.
4"	100,00	
3"	97,65	
2 ½"	97,65	
2"	81,76	100
1½"	70,30	70-100
1"	61,90	55-85
3/4"	54,28	50-80
1/2"	54,28	
3/8"	44,22	35-60
N°4	31,34	25-50
SERIE FINA		
10	21,42	20 - 40
40	12,27	10 - 25
200	5,17	2 - 12

Observaciòn Granulometrica :

PLASTICIDAD %	
LIM. LIQUIDO	35,43
LIM. PLASTICO	24,66
IND. PLASTICO	10,77
HUMEDAD NATURAL	
ASTM D 2216 AASHTO T 265	
16,06 %	
PACTACION (Proctor Modific	
ASTM D 1557 AASHTO T 180	
DENSIDAD SECA MAXIMA : 1777 Kg/m3	
% DE HUMEDAD OPTIMA: 18,83 %	
C .B. R. (61 Golpes)	
ASTM D 1883 AASHTO T 193	
DENSIDAD SECA 1780 Kg/m3	
CONTENIDO DE HUMEDAD % 18,51 %	
C.B.R. GRAFICADO	
8,78 %	

Tabla 28: Resumen de los ensayos realizados cantera "MEGAROK"

El resultado de este ensayo nos sirve para el análisis y comparación con los resultados de CBR con % de emulsión

Prueba	Para sub-base	Para base
CBR, mínimo	30	80
Limite Liquido, máximo	25	25
Índice Plástico, máximo	6	6
Tamiz 200	0-20	0-20

Tabla 29: CBR según el Tipo de material

Después de concluidos todos los ensayos, y realizado el correspondiente análisis a los materiales provenientes a las 2 canteras que se tomaron para realizar este estudio se llega a la conclusión de que el material menos desfavorable es el material proveniente de la cantera “MEGAROK”.

ENSAYO VALOR DE SOPORTE MODIFICADO CBR CON EMULSIÓN ASFÁLTICA (ASTM D 1883)

Este ensayo se realizó usando el contenido tentativo de emulsión las cuales empezamos con 5%,7% y 9%y por experiencia en muchos países se utilizan intervalos de agua de pre mezcla relacionados a valores obtenidos en el ensayo PRÓCTOR MODIFICADO; estos valores de humedad óptima son 16.7%.

Se toma en cuenta que la emulsión contiene 40 % de agua en su estructura. Un parámetro importante es la trabajabilidad que permite el correcto mezclado y garantiza el mejor recubrimiento, para diferentes contenidos de agua.

OBJETIVO

Determinar el porcentaje de emulsión asfáltica con el cual el material de mejoramiento de la cantera "MEGAROK" tiene un rendimiento óptimo, y verificar si esta mescla grava emulsión cumple como base/sub-base en la estructura del pavimento.

EQUIPO

1. Balanza, con suficiente capacidad para soportar el peso de la muestra y sensible a 0.5 gr.
2. Horno capaz de mantener la temperatura a 110 ºC
3. Espátula de acero
4. Envase adecuado para mezcla
5. Taras
6. Moldes de CBR
7. Papel filtros, pesas

PROCEDIMIENTO

1. Separamos cantidades suficientes de agregados fino y grueso para cada mezcla, buscando la mejor representatividad utilizando el procedimiento de cuarteo.
2. Secamos el material por un período de 24 horas en el horno a una temperatura de 110 °C hasta obtener un peso constante.
3. Se saca del horno se espera que enfrié, a temperatura ambiente pero intentando que no gane humedad, se guardara en fundas para evitar la ganancia de humedad y para utilizar estos agregados preparados en otros ensayos, si no se realiza este procedimiento se deberá calcular el peso seco de los agregados con corrección por humedad
4. Se pesa el equivalente de 6000 gramos de agregado seco, formando la mezcla en los porcentajes establecidos.
5. Realizamos los cálculos para ver la cantidad de agua y emulsión asfáltica que debemos agregar al material.
6. Para tener el peso del agua a añadir multiplicamos el porcentaje de agua por el peso seco y la cantidad de emulsión seria, el porcentaje de emulsión en este caso 5% por el peso seco del material.
7. Teniendo nuestros pesos de agua y de emulsión le colocamos a la muestra sobre la balanza hasta que llegue al peso indicado.
8. Procedemos a mezclar el material uniformemente y realizamos el ensayo como en un cbr normal pero modificado con 61 golpes.
9. Comenzamos a Compactar cada capa con 61 golpes.
10. Determinar el contenido de humedad del material compactado, al inicio y fin de la compactación (dos muestras). La determinación del contenido de humedad será de acuerdo con la norma AASHTO T 265.
11. Quitar el collar y usando un enrazador recorte el suelo compactado en la parte superior del molde.
12. Las irregularidades de la superficie deben ser rellenados con material más pequeño.
13. Quitar el disco espaciador, colocar un papel filtro en el plato base perforado e invierta el molde Sujete el plato base perforado al molde y coloque el collar.
14. Determine la masa del molde y el espécimen con una aproximación de 5 gr ó 0.01 lb.

15. Después de todo este proceso ingresamos los moldes al horno por 24 horas con una temperatura de 110 ° C.
16. Todo este proceso lo volvemos a repetir para el 7 y 9 % de emulsión en seco.
17. Pasado las 24 horas sacamos los moldes del horno esperamos que se enfríen y le realizamos los ensayos de penetración.

Estabilización con 5% de emulsión

DATOS		
HUMEDAD OPTIMA	18,66%	
HUMEDAD NATURAL	13%	0,13
MUESTRA	6000	gr
% de emulsion	5%	0,05
peso de la tara =	2562	gr

% de emulsion =5%

peso seco = muestra/(1+%HN)	
5.309,73 gr	
% de agua = humedad optima - humedad natural -% de emulsion	
0,66%	
peso del agua añadir = % de agua *peso seco	
35,044	
peso del agua añadir + muestra	
6035,0	ok
peso de agua añadir + tara	
8597,0	
peso de emulsion = emulsion + peso de agua añadir + muestra	
6300,53	
peso de agua añadir + tara + emulsion	
8862,53	
emulsion=% de emulsion*peso seco	
265,49	

Tabla 30: CBR con 5% de emulsión cantera "MEGAROK"

UNIVERSIDAD TECNICA DE MANABI

FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS FISICAS Y QUIMICAS

ENSAYO DE C.B.R.

MUESTRA: **MEJORAMIENTO CON EMULSION ASFALTICA 5%**

UBICACIÓN: MEGAROK

Estudiantes: Tapia Ricardo - Cusme Jamil

Tutora: Ing. Maria Isabel Zambrano

Revisor: Ing. Eduardo Ortis

AREA DEL PISTON: 5,82

CONSTANTE: 2,20

C.B.R EN REMOJO

TIEMPO		Penetrac.pulgadas	61 GOLPES MOLDE N°61						61 GOLPES MOLDE N° 27						61 GOLPESMOLDE N° 11					
Seg.	Min.		Carga		Presiones	Presiones corregidas	Presiones Standar	Valores C.B.R.	Carga		Presiones	Presiones corregidas	Presiones Standar	Valores C.B.R.	Carga		Presiones	Presiones corregidas	Presiones Standar	Valores C.B.R.
			Dial	Lbs	Lbs/Plg^2	Lbs/Plg^2	Lbs/Plg^2		Dial	Lbs	Lbs/Plg^2	Lbs/Plg^2	Lbs/Plg^2		Dial	Lbs	Lbs/Plg^2	Lbs/Plg^2	Lbs/Plg^2	
		0			0						0						0			
30		25	84		31,8				81		30,7				76		28,8			
60	1	50	297		112,5				186		70,4				207		78,4			
90		75	535		202,6		kg	lb/pulg2	397		150,3				476		180,2			
120	2	100	793		300,3		58,52	58,6	702		265,8		51,81	51,9	743		281,3		54,83	55,0
180	3	150	1246		471,8				1200		454,4				1211		458,6			
240	4	200	1544		584,7		75,95	76,1	1658		627,8		81,55	81,7	1487		563,1		73,14	73,3
300	5	250	1763		667,6				1975		747,9				1876		710,4			
360	6	300	2024		766,4				2198		832,3				2015		763,0			
480	8	400	2374		898,9				2459		931,1				2453		928,9			
600	10	500	2707		1025,0				2765		1047,0				2775		1050,8			

Tabla 31: CBR en remojo con 5 % de emulsión de 61 golpes cantera "MEGAROK"

	61 GOLPES MOLDE N° 61		61 GOLPES MOLDE N° 27		61 GOLPES MOLDE N° 11	
	Antes DEL REMOJO	Despues del REMOJO	Antes del REMOJO	Despues del REMOJO	Antes del REMOJO	Despues del REMOJO
Peso muestra humeda+Molde	11511	11628	11558	11664	11490	11597
Peso del Molde	6878	6878	7152	7152	7174	7174
Peso Humeda+5% DE EMULSIO	4633	4750	4406	4512	4316	4423
Volumen de la Muestra	2236	2236	2194	2194	2102	2102
Densidad Humeda	2072,00	2124,33	2008,20	2056,52	2053,28	2104,19
Densidad Seca	1800,13	2124,33	1751,73	2056,52	1781,68	2104,19

CONTENIDO DE AGUA CON EMULSION

TARA N°	2a	12			B2	48			17	33		
Peso muestra humeda+tara	465	389			401	503			490	397		
Peso muestra seca + tara	415	348			361	448			437	354		
Peso agua + 5% de emulsion	50,00	41,00			40,00	55,00			53,00	43,00		
Peso Tarro	77	82			82	80			88	73		
Peso Muestra Seca	338	266			279	368			349	281		
Contenido de Humedad %	14,79	15,41			14,34	14,95			15,19	15,30		
Contenido promedio de H	15,10				14,64				15,24			

Tabla 32: CBR en remojo con 5% de emulsión cantera "MEGAROK"

CON EMULSIÓN (5%) INMERSIÓN

		Densidad	CBR
61-1	3	1800,1	58,6
61-2	2	1751,7	51,9
61-3	1	1781,7	55,0

Tabla 33: Promedio de CBR en remojo con 5% de emulsión cantera "MEGAROK"

UNIVERSIDAD TECNICA DE MANABI

FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS FISICAS Y QUIMICAS

ENSAYO DE C.B.R.

MUESTRA: **MEJORAMIENTO CON EMULSION ASFALTICA 5%**
UBICACIÓN: MEGAROK
Estudiantes: Tapia Ricardo - Cusme Jamil
Tutora: Ing. Maria Isabel Zambrano
Revisor: Ing. Eduardo Ortis
AREA DEL PISTON: 5,82
CONSTANTE: 2,20

C.B.R EN HORNO

TIEMPO		Penetrac .pulgadas	61 GOLPES MOLDE N°61						61 GOLPES MOLDE N° 27						61 GOLPESMOLDE N° 11					
Seg.	Min.		Carga		Presiones	Presiones corregidas	Presiones Standar	Valores C.B.R.	Carga		Presiones	Presiones corregidas	Presiones Standar	Valores C.B.R.	Carga		Presiones	Presiones corregidas	Presiones Standar	Valores C.B.R.
			Dial	Lbs	Lbs/Plg^2	Lbs/Plg^2	Lbs/Plg^2		Dial	Lbs	Lbs/Plg^2	Lbs/Plg^2	Lbs/Plg^2		Dial	Lbs	Lbs/Plg^2	Lbs/Plg^2	Lbs/Plg^2	
		0			0						0						0			
30		25	122		46,2				103		39,0				110		41,7			
60	1	50	152		57,6				276		104,5				264		100,0			
90		75	546		206,7				676		256,0				813		307,9			
120	2	100	1078		408,2		79,56	79,6	1162		440,0		85,76	85,8	1121		424,5		82,73	82,7
180	3	150	1487		563,1				2360		893,6				2012		761,9			
240	4	200	2029		768,3		99,80	99,8	3695		1399,2		181,75	181,8	3009		1139,4		148,01	148,0
300	5	250	2657		1006,1				4130		1563,9				3978		1506,3			
360	6	300	3299		1249,2				4872		1844,8				4632		1754,0			
480	8	400	4680		1772,1				5674		2148,5				5120		1938,7			
600	10	500	5573		2110,3				6132		2322,0				5979		2264,0			

Tabla 34: CBR secado en horno con 5 % de emulsión de 61 golpes cantera "MEGAROK"

	61 GOLPES MOLDE N° 61		61 GOLPES MOLDE N° 27		61 GOLPES MOLDE N° 11	
	Antes DEL HORNO	Despues del HORNO	Antes del HORNO	spues del HORN	Antes del HORNO	Despues del HORNO
Peso muestra humeda+M	11472	11287	11372	11162	11500	11539
Peso del Molde	6878	6878	7152	7152	7174	7174
Peso Humeda+5% DE EMU	4594	4409	4220	4010	4326	4365
Volumen de la Muestra	2236	2236	2194	2194	2102	2102
Densidad Humeda	2054,56	1971,82	1923,43	1827,71	2058,04	2076,59
Densidad Seca	1776,75	1971,82	1666,01	1827,71	1769,43	2076,59

CONTENIDO DE AGUA CON EMULSION

TARA N°	33	J1			T7	T5			13	T2		
Peso muestra humeda+ta	345	435			421	323			456	376		
Peso muestra seca + tara	307	389			376	289			408	332		
Peso Agua+5% de emulsic	38,00	46,00			45,00	34,00			48,00	44,00		
Peso Tarro	73	83			82	71			79	88		
Peso Muestra Seca	234	306			294	218			329	244		
Contenido de Humedad %	16,24	15,03			15,31	15,60			14,59	18,03		
Contenido promedio de I	15,64				15,45				16,31			

Tabla 35: CBR secado en horno con 5% de emulsión cantera "MEGAROK"

CON EMULSIÓN (5%) SECO

		Densidad	CBR
61	3	**1776,7**	**79,6**
27	2	**1666,0**	**85,8**
11	1	**1769,4**	**82,7**
		1737,4	82,7

Tabla 36: Promedio de CBR secado en horno con 5% de emulsión cantera "MEGAROK"

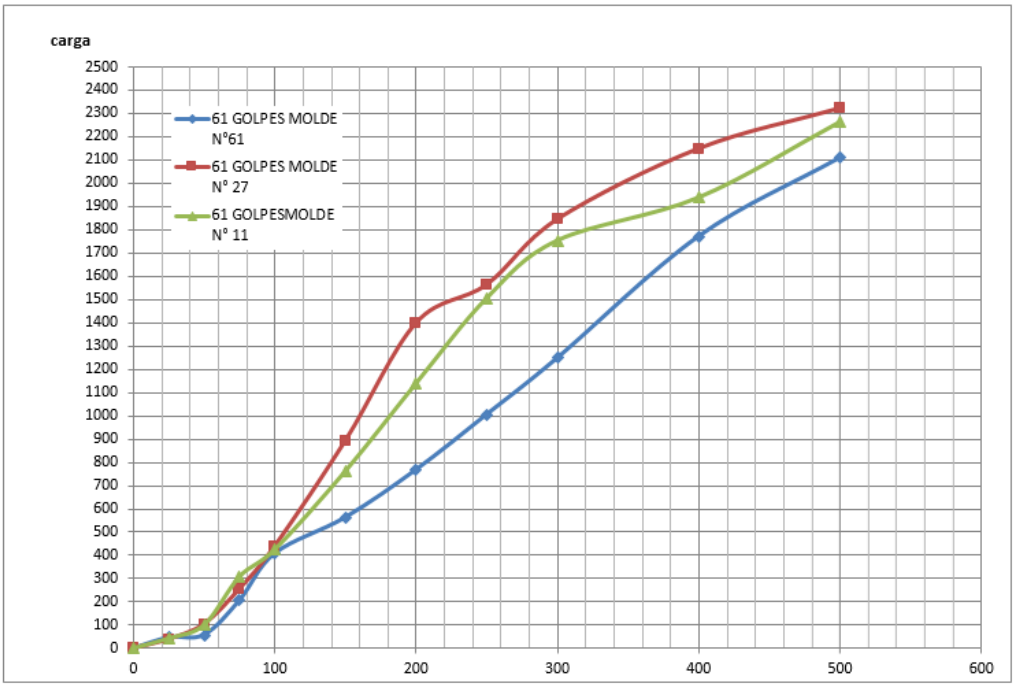


Grafico 11: Presiones CBR con 5% de emulsión Después del Horno cantera "MEGAROK"

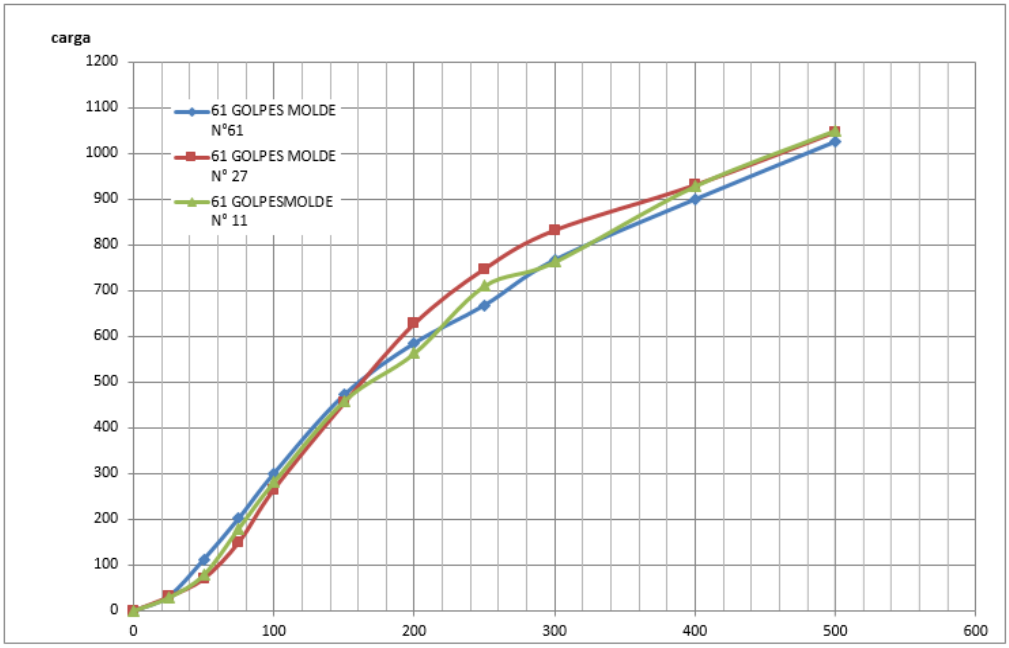


Grafico 12: Presiones CBR con 5% de emulsión sumergido cantera "MEGAROK"

Estabilización con 7% de emulsión

DATOS		
HUMEDAD OPTIMA	18,66%	
HUMEDAD NATURAL	8%	0,08
MUESTRA	6000	gr
% de emulsion	7%	0,07
peso de la tara =	2562	gr

% de emulsion =7%

peso seco = muestra/(1+%HN)
5.555,56 gr
% de agua = humedad optima - humedad natural -% de emulsion
3,66%
peso del agua añadir = % de agua *peso seco
203,333
peso del agua añadir + muestra
6203,3 ok
peso de agua añadir + tara
8765,3
peso de emulsion = emulsion + peso de agua añadir + muestra
6592,22
peso de agua añadir + tara + emulsion
9154,22
emulsion=% de emulsion*peso seco
388,89

Tabla 37: CBR con 7% de emulsión cantera "MEGAROK"

MUESTRA: **MEJORAMIENTO CON EMULSION ASFALTICA 7%**

AREA DEL PISTON: 5,122

CONSTANTE: 2,205

C.B.R EN REMOJO

TIEMPO		Penetrac.pulgadas	61 GOLPES MOLDE N°M						61 GOLPES MOLDE N° N						61 GOLPESMOLDE N° 10					
Seg.	Min.		Carga		Presiones	Presiones corregidas	Presiones Standar	Valores C.B.R.	Carga		Presiones	Presiones corregidas	Presiones Standar	Valores C.B.R.	Carga		Presiones	Presiones corregidas	Presiones Standar	Valores C.B.R.
			Dial	Lbs	Lbs/Plg^2	Lbs/Plg^2	Lbs/Plg^2		Dial	Lbs	Lbs/Plg^2	Lbs/Plg^2	Lbs/Plg^2		Dial	Lbs	Lbs/Plg^2	Lbs/Plg^2	Lbs/Plg^2	
		0			0						0						0			
30		25	90		34,1				92		34,8				76		28,8			
60	1	50	241		91,3				387		146,5				189		71,6			
90		75	445		168,5				672		254,5				498		188,6			
120	2	100	932		352,9		68,78	68,9	942		356,7		69,52	69,7	979		370,7		72,25	72,4
180	3	150	1426		540,0				1765		668,3				1543		584,3			
240	4	200	2047		775,1		100,69	100,9	2234		845,9		109,89	110,1	2179		825,1		107,18	107,4
300	5	250	2556		967,9				2698		1021,6				2897		1097,0			
360	6	300	3097		1172,7				3198		1211,0				3578		1354,9			
480	8	400	3489		1321,1				3698		1400,3				4012		1519,2			
600	10	500	3936		1490,4				4129		1563,5				4612		1746,4			

Tabla 38: CBR en remojo con 7 % de emulsión de 61 golpes cantera ““MEGAROK””

	61 GOLPES MOLDE N° 61		61 GOLPES MOLDE N° 27		61 GOLPES MOLDE N° 11	
	Antes DEL REMOJO	Despues del REMOJO	Antes del REMOJO	Despues del REMOJO	Antes del REMOJO	Despues del REMOJO
Peso muestra humeda+Molde	11628	11690	11631	11470	11775	11820
Peso del Molde	6878	6878	7152	7152	7174	7174
Peso Humeda+5% DE EMULSIO	4750	4812	4479	4318	4601	4646
Volumen de la Muestra	2286	2286	2238	2238	2274	2274
Densidad Humeda	2077,87	2104,99	2001,34	1929,40	2023,31	2043,10
Densidad Seca	1836,58	2104,99	1767,20	1929,40	1766,07	2043,10

CON EMULIÓN (7%) INMERSIÓN

		Densidad	CBR
61	3	1836,6	68,9
27	2	1767,2	69,7
11	1	1766,1	72,4
		1789,9	70,3

CONTENIDO DE AGUA CON EMULSION

TARA N°	AB	C2			JG	P1			T3	F5		
Peso muestra humeda+tara	542	489			521	456			497	531		
Peso muestra seca + tara	488	440			470	413			448	471		
Peso agua + 5% de emulsion	54,00	49,00			51,00	43,00			49,00	60,00		
Peso Tarro	69	74			82	91			83	89		
Peso Muestra Seca	419	366			388	322			365	382		
Contenido de Humedad %	12,89	13,39			13,14	13,35			13,42	15,71		
Contenido promedio de H	13,14				13,25				14,57			

Tabla 39: CBR en remojo con 7% de emulsión cantera "MEGAROK"

MUESTRA: **MEJORAMIENTO CON EMULSION ASFALTICA 7%**

AREA DEL PISTON: 5,1223

CONSTANTE: 2,2047

C.B.R EN HORNO

TIEMPO		Penetrac .pulgadas	61 GOLPES MOLDE N°61						61 GOLPES MOLDE N° 27						61 GOLPESMOLDE N° 11					
Seg.	Min.		Carga		Presiones	Presiones corregidas	Presiones Standar	Valores C.B.R.	Carga		Presiones	Presiones corregidas	Presiones Standar	Valores C.B.R.	Carga		Presiones	Presiones corregidas	Presiones Standar	Valores C.B.R.
			Dial	Lbs	Lbs/Plg^2	Lbs/Plg^2	Lbs/Plg^2		Dial	Lbs	Lbs/Plg^2	Lbs/Plg^2	Lbs/Plg^2		Dial	Lbs	Lbs/Plg^2	Lbs/Plg^2	Lbs/Plg^2	
		0			0						0						0			
30		25	175		66,3				90		34,1				61		23,1			
60	1	50	562		212,8				241		91,3				482		182,5			
90		75	1208		457,4				877		332,1				1012		383,2			
120	2	100	1608		608,9		118,67	118,9	1456		551,3		107,45	107,7	1754		664,2		129,45	129,7
180	3	150	2709		1025,8				2514		952,0				2984		1129,9			
240	4	200	3598		1362,4		176,98	177,4	3256		1232,9		160,16	160,5	3698		1400,3		181,90	182,3
300	5	250	4471		1693,0				4184		1584,3				4536		1717,6			
360	6	300	5298		2006,1				4998		1892,5				5349		2025,5			
480	8	400	6098		2309,1				5678		2150,0				6219		2354,9			
600	10	500	6887		2607,8				6123		2318,5				7012		2655,2			

Tabla 40: CBR secado en horno con 7 % de emulsión de 61 golpes cantera "MEGAROK"

	61 GOLPES MOLDE N° 61		61 GOLPES MOLDE N° 27		61 GOLPES MOLDE N° 11	
	Antes DEL HORNO	Despues del HORNO	Antes del HORNO	Despues del HORNO	Antes del HORNO	Despues del HORNO
Peso muestra humeda+Molde	10794	10257	11270	11087	11375	10802
Peso del Molde	6367	6367	6912	6912	6877	6877
Peso Humeda+5% DE EMULSION	4427	3890	4358	4175	4498	3925
Volumen de la Muestra	2286	2286	2238	2238	2274	2274
Densidad Humeda	1936,57	1701,66	1947,27	1865,50	1978,01	1726,03
Densidad Seca	1670,08	1701,66	1684,01	1865,50	1721,19	1726,03

CON EMULSIÓN (7%) SECO

		Densidad	CBR
M	3	**1670,1**	**118,9**
I	2	**1684,0**	**107,7**
S	1	**1721,2**	**129,7**
		1691,8	118,8

CONTENIDO DE AGUA CON EMULSION

TARA N°	33	S3			17	J7			B2	T9		
Peso muestra humeda+tara	572	489			451	447			566	550		
Peso muestra seca + tara	508	430			400	400			503	489		
Peso Agua+5% de emulsion	64,00	59,00			51,00	47,00			63,00	61,00		
Peso Tarro	73	87			88	85			82	79		
Peso Muestra Seca	435	343			312	315			421	410		
Contenido de Humedad %	14,71	17,20			16,35	14,92			14,96	14,88		
Contenido promedio de H	15,96				15,63				14,92			

Tabla 41: CBR secado en horno 7% de emulsión cantera "MEGAROK"

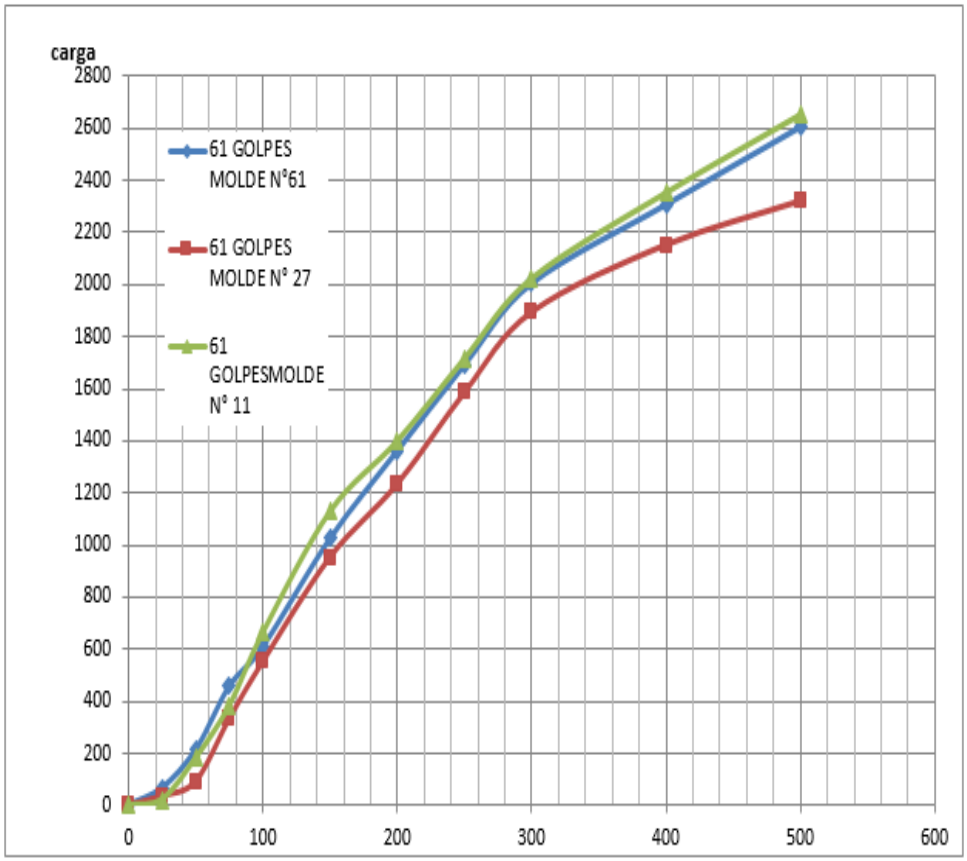


Grafico 13: Presiones CBR con 7% de emulsión Después del Horno cantera "MEGAROK"

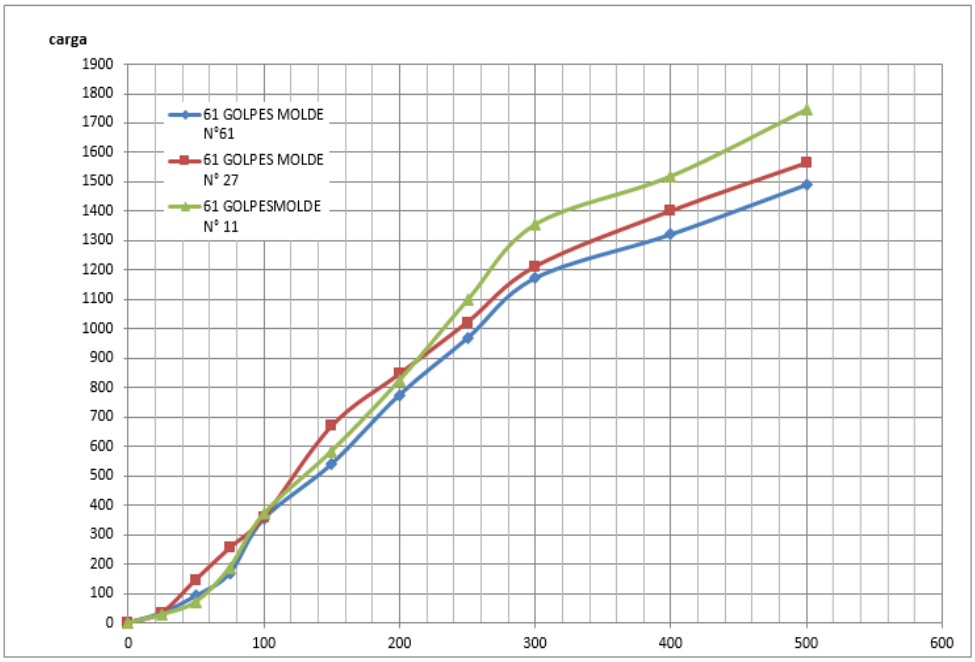


Grafico 14: Presiones CBR con 7% de emulsión sumergido cantera "MEGAROK"

Estabilización con 9% de emulsión

DATOS		
HUMEDAD OPTIMA	18,66%	
HUMEDAD NATURAL	9%	0,09
MUESTRA	6000	gr
% de emulsion	9%	0,09
peso de la tara =	2562	gr

% de emulsion =9%

peso seco = muestra/(1+% HN)
5 504,59 gr
% de agua = humedad optima - humedad natural -% de emulsion
0,66%
peso del agua añadir = % de agua *peso seco
36,330
peso del agua añadir + muestra
6036,3 ok
peso de agua añadir + tara
8598,3
peso de emulsion = emulsion + peso de agua añadir + muestra
6531,74
peso de agua añadir + tara + emulsion
9093,74
emulsion=% de emulsion*peso seco
495,41

Tabla 42: CBR con 7% de emulsión cantera "MEGAROK"

MUESTRA: **MEJORAMIENTO CON EMULSION ASFALTICA 9%**

AREA DEL PISTON: 5,122

CONSTANTE: 2,205

C.B.R EN REMOJO

TIEMPO		Penetrac.pulgadas	61 GOLPES MOLDE N°PROYECTO 61						61 GOLPES MOLDE N° 27						61 GOLPESMOLDE N° 11					
Seg.	Min.		Carga		Presiones	Presiones corregidas	Presiones Standar	Valores C.B.R.	Carga		Presiones	Presiones corregidas	Presiones Standar	Valores C.B.R.	Carga		Presiones	Presiones corregidas	Presiones Standar	Valores C.B.R.
			Dial	Lbs	Lbs/Plg^2	Lbs/Plg^2	Lbs/Plg^2		Dial	Lbs	Lbs/Plg^2	Lbs/Plg^2	Lbs/Plg^2		Dial	Lbs	Lbs/Plg^2	Lbs/Plg^2	Lbs/Plg^2	
		0			0						0						0			
30		25	62		23,5				46		17,4				68		25,7			
60	1	50	137		51,9				105		39,8				208		78,8			
90		75	384		145,4				289		109,4				479		181,4			
120	2	100	846		320,3		62,44	62,6	871		329,8		64,28	64,4	831		314,7		61,33	61,5
180	3	150	1230		465,8				1189		450,2				989		374,5			
240	4	200	1637		619,9		80,52	80,7	1598		605,1		78,60	78,8	1461		553,2		71,86	72,0
300	5	250	2346		888,3				2237		847,1				1982		750,5			
360	6	300	3012		1140,5				2989		1131,8				2675		1012,9			
480	8	400	3856		1460,1				3681		1393,9				3179		1203,8			
600	10	500	4521		1711,9				4278		1619,9				3879		1468,8			

Tabla 43: CBR en remojo con 9 % de emulsión de 61 golpes cantera "MEGAROK"

	61 GOLPES MOLDE N° PROYECTO 61		61 GOLPES MOLDE N° 27		61 GOLPES MOLDE N° 11	
	Antes DEL REMOJO	Despues del REMOJO	Antes del REMOJO	Despues del REMOJO	Antes del REMOJO	Despues del REMOJO
Peso muestra humeda+Molde	11221	11315	11678	11694	11640	11797
Peso del Molde	6878	6878	7152	7152	7174	7174
Peso Humeda+5% DE EMULSI(	4343	4437	4526	4542	4466	4623
Volumen de la Muestra	2256	2256	2256	2256	2238	2238
Densidad Humeda	1925,09	1966,76	2006,21	2013,30	1995,53	2065,68
Densidad Seca	1688,86	1966,76	1768,61	2013,30	1756,69	2065,68

CON EMULSIÓN (9%) INMERSIÓN

		Densidad	CBR
61	3	1688,9	62,6
27	2	1768,6	64,4
11	1	1756,7	61,5
		1738,1	62,8

CONTENIDO DE AGUA CON EMULSION

TARA N°	L1	32			R1	A			R3	B1		
Peso muestra humeda+tara	441	478			462	435			365	399		
Peso muestra seca + tara	398	428			408	401			333	360		
Peso agua + 5% de emulsion	43,00	50,00			54,00	34,00			32,00	39,00		
Peso Tarro	82	80			82	71			88	84		
Peso Muestra Seca	316	348			326	330			245	276		
Contenido de Humedad %	13,61	14,37			16,56	10,30			13,06	14,13		
Contenido promedio de H	13,99				13,43				13,60			

Tabla 44: CBR en remojo con 9% de emulsión cantera "MEGAROK"

MUESTRA: **MEJORAMIENTO CON EMULSION ASFALTICA 9%**

AREA DEL PISTON: 5,1223

CONSTANTE: 2,2047

C.B.R EN HORNO

TIEMPO		Penetrac .pulgadas	61 GOLPES MOLDE N° 61						61 GOLPES MOLDE N° 27						61 GOLPESMOLDE N° 11					
Seg.	Min.		Carga		Presiones	Presiones corregidas	Presiones Standar	Valores C.B.R.	Carga		Presiones	Presiones corregidas	Presiones Standar	Valores C.B.R.	Carga		Presiones	Presiones corregidas	Presiones Standar	Valores C.B.R.
			Dial	Lbs	Lbs/Plg^2	Lbs/Plg^2	Lbs/Plg^2		Dial	Lbs	Lbs/Plg^2	Lbs/Plg^2	Lbs/Plg^2		Dial	Lbs	Lbs/Plg^2	Lbs/Plg^2	Lbs/Plg^2	
		0			0						0						0			
30		25	278		105,3				291		110,2				250		94,7			
60	1	50	539		204,1				723		273,8				697		263,9			
90		75	964		365,0				932		352,9				867		328,3			
120	2	100	1449		548,7		106,94	106,9	1473		557,8		108,71	108,7	1409		533,5		103,99	104,0
180	3	150	2016		763,4				1863		705,4				2075		785,7			
240	4	200	2987		1131,1		146,93	146,9	2698		1021,6		132,71	132,7	2654		1005,0		130,55	130,5
300	5	250	3546		1342,7				2630		995,9				2978		1127,7			
360	6	300	4283		1621,8				3051		1155,3				3398		1286,7			
480	8	400	4928		1866,0				3638		1377,6				3775		1429,4			
600	10	500	5798		2195,5				4068		1540,4				4145		1569,6			

Tabla 45: CBR secado en horno con 9 % de emulsión de 61 golpes cantera "MEGAROK"

	61 GOLPES MOLDE N°61		61 GOLPES MOLDE N° 27		61 GOLPES MOLDE N° 11	
	Antes DEL HORNO	Despues del HORNO	Antes del HORNO	Despues del HORNO	Antes del HORNO	Despues del HORNO
Peso muestra humeda+Molde	11771	11676	10521	10300	11687	11364
Peso del Molde	7245	7245	5826	5826	7369	7369
Peso Humeda+9% DE EMULSION	4526	4431	4695	4474	4318	3995
Volumen de la Muestra	2256	2256	2256	2256	2238	2238
Densidad Humeda	2006,21	1964,10	2081,12	1983,16	1929,40	1785,08
Densidad Seca	1809,70	1964,10	1858,06	1983,16	1724,86	1785,08

CON EMULSIÓN (9%) SECO

		Densidad	CBR
61	3	**1809,7**	**106,9**
27	2	**1858,1**	**108,7**
11	1	**1724,9**	**104,0**
		1797,5	106,5

CONTENIDO DE AGUA CON EMULSION

TARA N°	33	J1			S3	T5			J7	T2		
Peso muestra humeda+tara	321	426			467	401			432	492		
Peso muestra seca + tara	297	392			427	365			395	449		
Peso Agua+5% de emulsion	24,00	34,00			40,00	36,00			37,00	43,00		
Peso Tarro	73	83			87	71			85	84		
Peso Muestra Seca	224	309			340	294			310	365		
Contenido de Humedad %	10,71	11,00			11,76	12,24			11,94	11,78		
Contenido promedio de H	10,86				12,00				11,86			

Tabla 46: CBR secado en horno con 9% de emulsión cantera "MEGAROK"

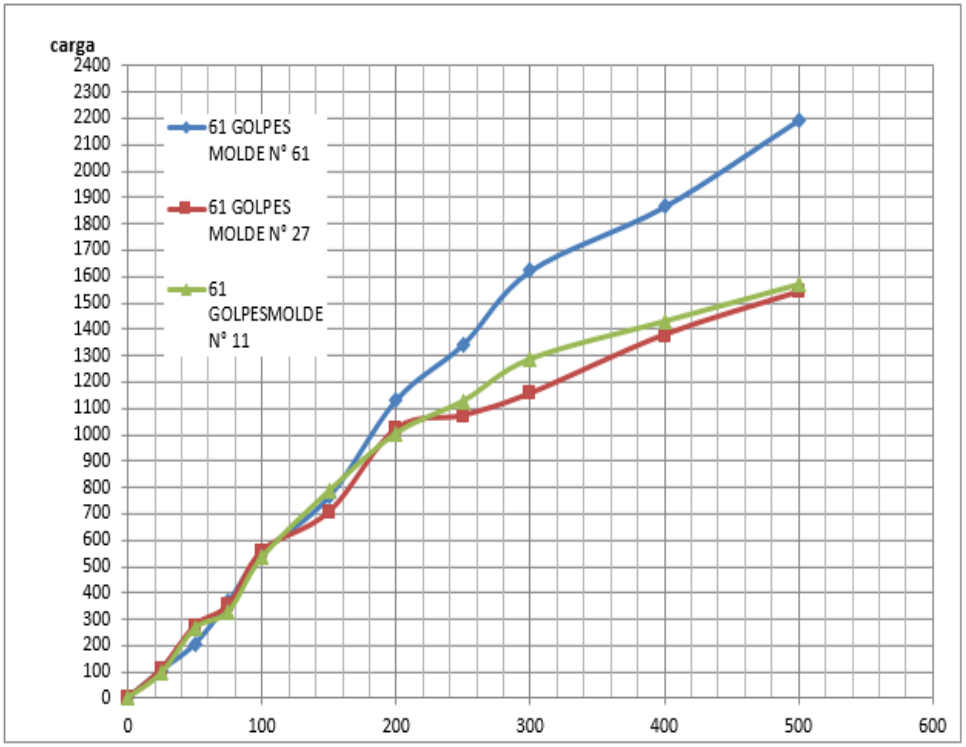


Grafico 15: Presiones CBR con 9% de emulsión Después del Horno cantera "MEGAROK"

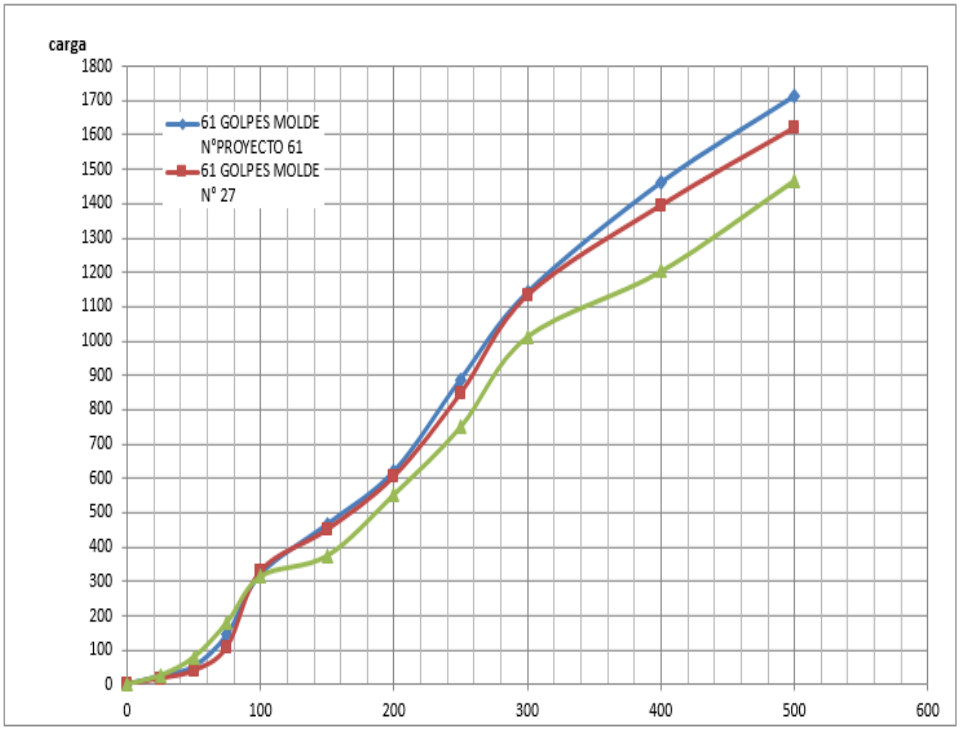
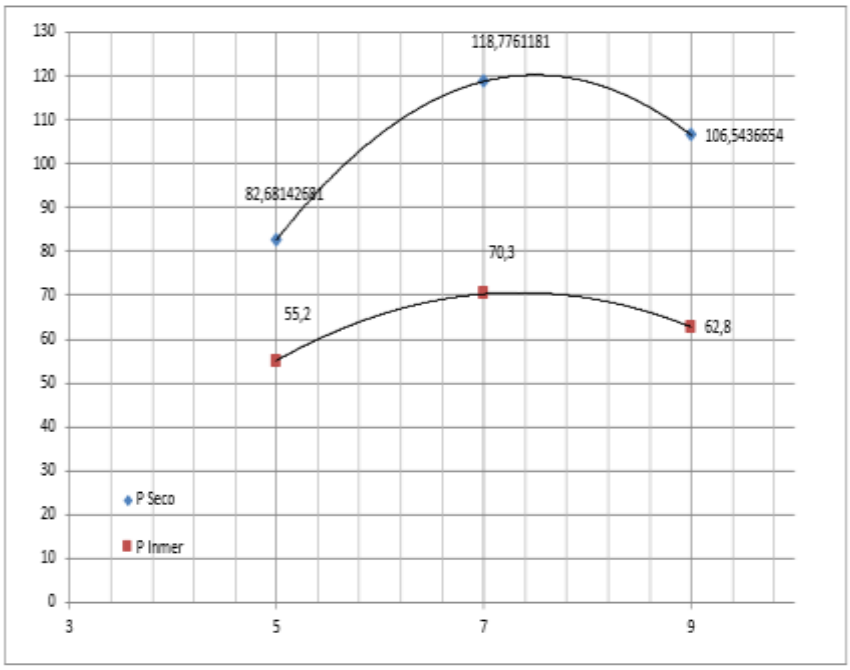


Grafico 16: Presiones CBR con 9% de emulsión sumergido cantera "MEGAROK"



%Emulsion	P Seco	P Inmer
5	82,681427	55,2
7	118,77612	70,3
9	106,54367	62,8

Grafico 17: CBR Promedios para 5, 7 y 9% de emulsión

%Emulsion	P Seco	P Inmer	% RESIST. CONSERVADA
5	82,681427	55,2	66,73
7	118,77612	70,3	59,22
9	106,54367	62,8	58,96

Tabla 47: Resistencia conservada

RESULTADOS:

Una vez realizados los ensayos de CBR para los diferentes porcentajes de emulsión asfáltica, habiendo realizado para cada porcentaje 6 moldes, de los cuales 3 moldes fueron en seco y 3 moldes sumergidos, como se puede observar los CBR en seco dan resultados mucho más altos que los sumergidos en agua, ya que sumergidos arrojan los valores más desfavorables es de aquí de donde se analizó el porcentaje óptimo de emulsión dando este el 7% donde dio un valor de CBR de 70,3 lb/pulg2 y cumple con los establecido en la norma q tiene que tener una resistencia mayor a 50 para que trabaje como una buena sub-base, en el 9% baja la resistencia lo que nos corrobora cual es el porcentaje que se debe utilizar.

10. ELABORACIÓN DEL REPORTE DE LOS RESULTADOS (DISCUSIONES CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES)

CONCLUSIONES

- Dado el análisis del material de mejoramiento se obtuvo resultados de desgaste por abrasión de MEGAROK 19% y San Jose 32% y en funcionamiento con las especificaciones técnicas, se consideraron como valores favorables la cantera MEGAROK.
- Se realizaron ensayos al material de mejoramiento con aplicación de emulsión asfáltica del 5% 7% 9%; determinando un porcentaje óptimo de emulsión asfáltica del 7%, en cumplimiento a las especificaciones propuestas por el MTOP para el funcionamiento de una Sub-Base; porcentaje con el cual se ha logrado mejorar la característica de resistencia del material en estudio.

- Emulsión Asfáltica utilizada en la mescla realizada, está compuesta por un 65% de Asfalto AC 20; un 34.30% de agua y un 0.70% de emulsificantes ASFIER 121, dando excelentes resultados de resistencia en la estabilidad de los materiales.

RECOMENDACIONES

- Realizar ensayos de laboratorio, para identificar el material que se investiga con el fin de lograr una composición óptima que permita mejorar la resistencia del material.

- La emulsión asfáltica con la que se realice la mescla debe de cumplir las normativas de esta investigación: compuesta por un 65% de Asfalto AC 20; un 34.30% de agua y un0.70% de emulsificantes ASFIER 121.

- Diseñar y construir vías con materiales alternativos, que tengan un menor costo de construcción.

- Disminuir los impactos ambientales que se generan en una construcción de vial.

Referencias

Caminos y senderos en el jardin. s.f. http://dstudio.es/blog/caminos-y-senderos-en-el-jardin.

Como hacer un sendero de losas. s.f. http://www.arqhys.com/construccion/como-hacer-sendero.html.

Contributor, Ehow. *Cómo diseñar el jardin con caminos de piedras y adoquines.* s.f. http://www.ehowenespanol.com/disenar-jardin-caminos-piedras-adoquines-como_131333/.

Ingeniería de tránsito-CI53G. Diseño zonas peatonales. s.f. http://www.cec.uchile.cl/~ci53g/clase24_diseno_zonas.pdf.

Jerez Castillo, Sandra Milena, y Ligia Pilar Torres Cely. *Manual de diseño de infraestructura peatonal urbana.* s.f. http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/manual-diseno-infraestructura-peatonal-urbana/manual-diseno-infraestructura-peatonal-urbana.pdf.

Sendero. 6 de Febrero de 2015. https://es.wikipedia.org/wiki/Sendero.

Bibliografía

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y COMUNICACIONES. (2002). SECCION 303. EXCAVACION Y RELLENO. En M. D. PUBLICAS, *MOP - 001-F 2002* (págs. III-15). QUITO.

NATALIA KATHERINNE CERDA OPAZO. (2012). *Metodología piloto para la clasificación de senderos en.* VALDIVIA: UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE.

YOLANDA CAROLINA MOYA OPAZO. (2011). *"ANALISIS TECNICO Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE ACCESOS PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EDIFICIOS DEL CAMPUS MIRAFLORES DE LA UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE".* CHILE.

Ana María Cabezas Cabezas . (2010). *Tesis de grado presentada como requisito para la obtención del título de "BENEFICIO - COSTO DE RELLENOS FLUIDOS Y RELLENOS DE.* Quito.

Antonio Turmo; Adolfo Bállega; Imanol Goikoetxea; Jesús Martínez ; Teresa Moreno ; José María Nasarre. (2004). *MANUAL DE SENDEROS.* ZARAGOZA: Prames, S.A (3RA EDICION) .

Comisión Nacional del Medio Ambiente, Consultoría e Ingeniería Ambiental. (2002). *MANUAL TÉCNICO DE ESTÁNDARES Y RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y MANTECIÓN DEL SENDERO DE CHILE.* SANTIAGO DE CHILE.

COORPORACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD. (s.f.). *ESPECIFICACIONES TECNICAS OBRAS CIVILES.*

INGENIERIA CIVIL. (ABRIL de 2010). Obtenido de COLOCACION DE RELLENO COMPACTADO: http://www.ingenierocivilinfo.com/2010/04/relleno-compactado.html

Instituto para la Conservacion de Ecosistemas Acuaticos. (2 de Diciembre de 2013). Obtenido de Senderos Interpretativos: http://www.biobol.org/index.php/ecoturismo/2-senderos-interpretativos

Javier A. Melendo Soler; Nieves Arbonés Cobos; Luís Cancer Pomar; Pilar Maza Rodríguez; Fernando Lampre Vitaller. (2002). *Manual de técnicas de montaña e interpretación de la naturaleza primera edicion* . Barcelon: Editorial Paidotribo.

HERNANDEZ, G, Mechanical Properties of Asphalt Modified.

Larry Lechner. (2004). *Planificación, Construcción y Mantenimiento de Senderos en Áreas Protegidas* . Colorado, USA: Red Rose Press, Fort Collins.

MINISTERIO DE PLANIFICACION. (2010). Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones. En *Medidas de Accesibilidad.* CHILE.

Prett Weber Pamela. (2002). *diseño accesible - construir para todos.* Chile: primera edision.

SANZ, Julián, (1994), Innovaciones en las Emulsiones Asfálticas, México.

RELLENOS Y COMPACTA

CIONES. (s.f.). *CONSTRUMATICA.*

ANEXOS

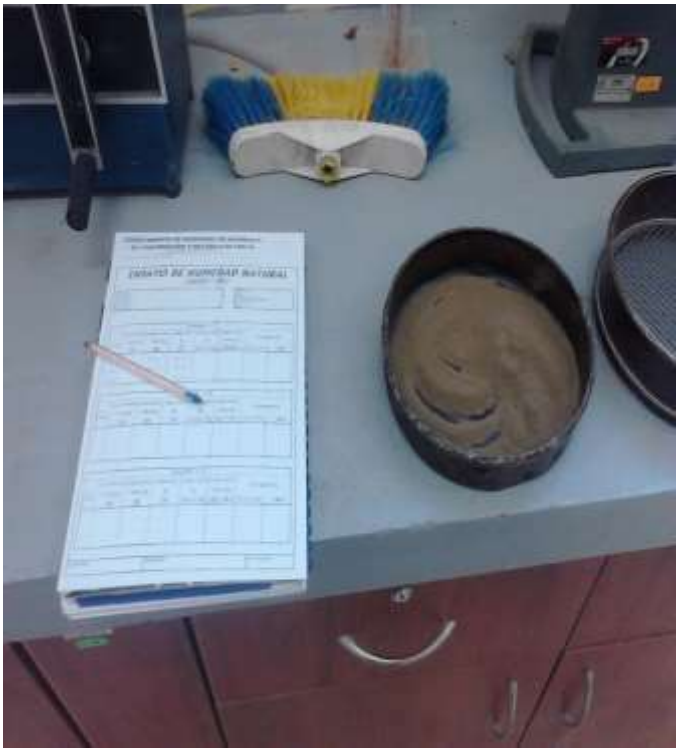
Humedad Natural

Metiendo las muestras al horno, para el secado del material.

Sacando las muestras del horno, para determinar su humedad natural.

Límites de Atterberg

Tamizando la muestra para el límite líquido y plástico.



Material fino obtenido para hacer las masas.

Haciendo la masa para el límite líquido.

La masa colocada a nivel de la cuchara de Casagrande.

Haciendo los rollitos o cilindros para el límite plástico.

Granulometría

Una vez cuarteado el material se hace la granulometría.

Tamizando el material para granulometría gruesa.

Material grueso separado por su tamaño.

Abrasión

Colocando el material en la máquina de Los Ángeles.

Colocando las esferas para ocasionar el desgaste del material.

La máquina de los Ángeles dando las 500 vueltas.

Material ya desgastado y lavado para previo al cálculo secarlo.

Proctor-Compactación

Tamizando el material para la muestra de proctor

Compactando el material por capas.

Compactando el material por capas.

Se rompe el material humedecido y compactado para obtener una muestra.

CBR

Colocando la humedad al material para CBR.

Compactando el material por capa en cada cilindro.

Material ya compactado y enrazado.

Cilindro sumergido para CBR mojado.

Sacando los cilindros después que el suelo esté saturado.

Penetración de los cilindros.

Penetrando los cilindros.

Material Estabilizado con Emulsión Asfáltica

Colocando humedad al material para la mezcla.

Colocando un porcentaje de emulsión asfáltica para el diseño de la mezcla.

Haciendo los moldes de CBR con la mezcla diseñada.

Metiendo los moldes en el horno previo al CBR en seco y sumergido.

Los moldes sacados del horno.